Costel Iosub
Semnat digital de Costel Iosub
Data: 2025.04.28 13:02:01 +03'00'

CALIN-GRIGORE-RADU MIRCEA
Digitally signed by CALIN-GRIGORE-RADU MIRCEA
Reason: Verificator de proiecte cerința A1, Seria B, Nr. 07142
Date: 2024.07.05 08:59:26 +03'00'

06 – CAIET DE SARCINI - Capitolul 2. Betoane

2.1 CONDITII TEHNICE GENERALE REFERITOARE LA COMPOZITIA SI CALITATEA BETONULUI
2.1.1 Generalitati....2
2.1.2 Proiectarea compozitiei betonului 8
2.1.3 Controlul calitatii betonului....10
2.2 CONDITII TEHNICE PRIVIND PREPARAREA BETONULUI
2.2.1 Etapele de preparare a betonului si conditiile tehnice de realizare....17
2.2.2 Procedee si echipamente tehnologice pentru prepararea betonului....19
2.2.3 Conditii tehnice privind betonul preparat pe santier....20
2.2.4 Conditii tehnice privind betonul preparat in statiile de betoane....20
2.3 CONDITII TEHNICE PRIVIND TRANSPORTUL BETONULUI....21
2.3.1 Conditii tehnice si tehnologice generale....21
2.3.2 Echipamente tehnologice pentru transportul betonului la distante mari....22
2.3.3 Echipamente tehnologice pentru transportul betonului la distante mari (in incinta santierului) si pentru turnarea betonului....23
2.4 CONDITII TEHNICE PRIVIND TURNAREA BETONULUI
2.4.1 Lucrari pregatitoare la statia de betoane....25
2.4.2 Lucrari pregatitoare la obiect....25
2.4.3 Turnarea betonului....27
2.4.4 Rosturi tehnologice de lucru....33
2.4.5 Verificarea calitatii executarii lucrarilor....34
2.5 CONDITII TEHNICE PRIVIND COMPACTAREA BETONULUI
2.5.1 Scopul operatiei de compactare....36
2.5.2 Procedee de compactare....36
2.6 CONDITII TEHNICE PRIVIND TRATAREA SI PROTEJAREA BETONULUI DUPA PUNEREA SA IN LUCRARE
2.6.1 Scopul tratarii si protejarii....44
2.6.2 Tratarea betonului proaspat....44
2.6.3 Protejarea betonului proaspat....45
2.7 CONDITII TEHNICE PRIVIND COFRAREA

2.7.1 Conditii de calitate ale cofrajelor.....46
2.7.2 Alcatuirea cofrajelor. Parti componente, materiale.....47
2.7.3 Clasificarea cofrajelor.....50
2.7.4 Pregatirea lucrarilor de cofrare.....51
2.7.5 Montarea cofrajelor demontabile.....52
2.7.6 Demontarea si depozitarea elementelor de cofraj.....54
2.7.7 Verificarea calitatii lucrarilor de cofraje.....54
2.8 CONDITII TEHNICE PRIVIND DECOFRAREA ELEMENTELOR DE BETON
2.8.1 Principii privind cofrarea.....56
2.8.2 Conditii de calitate pentru elementele de constructii decofrate.....58
2.9 CONDITII DE CALITATE PENTRU ELEMENTELE DIN BETON
2.9.1 Verificari la beton in stare proaspata.....59
2.9.2 Incercari pe beton intarit la 28 de zile.....60
2.9.3 Incercari orientative pe beton intarit efectuate la termene scurte.....61
2.9.4 Calitatea betonului pus in lucrare.....62
2.9.5 Receptia structurii de rezistenta.....62
2.9.6 Abaterile limita la elementele executate monolit.....63
2.9.7 Defecte la turnarea betonului si remedierea lor.....65

2.1 Condiții tehnice generale referitoare la compoziția si calitatea betonului

2.1.1 Generalitati:

Betonul reprezinta un material compozit, obtinut din amestecuri bine omogenizate naturale sau/si artificiale, care, dupa intarire capata un aspect de conglomerat si prezinta anumite proprietati fizico- chimice si mecanice relativ bine definite.

In principal componentii unui beton sunt: agregatele (naturale sau artificiale), liantul (anorganic sau organic), adaosurile (adaosurile naturale, fibrele naturale sau artificiale), aditivii (pentru modificarea proprietatilor betonului proaspat sau/si intarit) si apa (daca liantul o impune necesara).

In functie de natura componentilor si de dozarea lor se pot obtine foarte multe compozitii care confera betonului astfel preparat (atat celui proaspat cat si celui intarit) o mare variatie a proprietatilor fizico- chimice si mecanice.

Prezentul ghid se rezuma numai la betoanele grele preparate cu agregate naturale si avand ca liant cimentul.

Proiectarea compozitiei unui beton reprezinta o problema complexa, care pe langa rezolvarea analitica necesita si verificari si determinari in laboratoare de specialitate atestate.

in functie de proiectantul compozitiei, betonul se poate situa in doua cazuri:

- *amestec de beton proiectat* - reprezinta amestecul de beton proiectat de catre producatorul acestuia, care este responsabil sa furnizeze beneficiarului un amestec care sa asigure performantele stabilite de catre acesta;

- *amestec de beton prescris* reprezinta amestecul de beton proiectat de catre beneficiar pe care producatorul de beton este responsabil sa-1 furnizeze, respectand intocmai materialele care se folosesc si compozitia, fara a raspunde de performantele acestuia. Avand in vedere ca, de regula, se folosesc amestecuri de beton proiectate, in continuare vom trata problema proiectarii compozitiei acestui tip de beton.

Proiectarea compozitiei betonului

Proiectarea compozitiei betonului, reprezentand rezolvarea calitativa si cantitativa dar si verificarea experimentala a unui amestec, in vederea obtinerii unui beton care sa aiba anumite proprietati in starea proaspata si cea intarita, este o problema foarte complexa, care presupune cunoasterea pe de o parte a metodologiei de proiectare cat si a unor proprietati ale betonului in stare proaspata si ale betonului intarit.

Proprietatile betonului in stare proaspat

Principalele proprietati ale betonului in stare proaspat sunt:

Lucrabilitatea - este o proprietate foarte complexa a betonului proaspat, care se poate defini sumar prin aptitudinea sa de a umple cofrajul si de a ingloba bine armaturile sub efectul unui mijloc de compactare, cu un consum minim de energie si de forta de munca, precum si aptitudinea de a conserva omogenitatea amestecului in timpul transportului, manipularii, a punerii in lucrare si compactarii sale. Pana in prezent nu s-a gasit o metoda eficienta pentru masurarea lucrabilitatii, aceasta fiind apreciata conventional si aproximativ prin metode de determinare a consistentei betonului proaspat. De remarcat este faptul ca, lucrabilitatea, cu toate ca este o caracteristica a betonului proaspat, influenteaza direct si proprietatile betonului intarit precum omogenitatea, permeabilitatea, rezistenta la agresivitate chimica etc. Asa cum s-a mentionat, fiind o proprietate foarte complexa, ea depinde atat de compozitia betonului (cantitatea de apa, factorul A/C, cantitatea de parte fina, curba de granulozitate, forma, dimensiunea si starea suprafetei agregatelor, temperatura componentilor etc. care conduc la obtinerea unor anumite coeziuni, frecari interioare si vascozitati) cat si de anumiti factori externi (dimensiunea elementelor, modul de realizare a armarii si distanta dintre armaturi, frecarea dintre beton si placile cofrante, frecarea dintre beton si armaturi, tehnologia de transport, punere in lucrare si compactare a betonului etc.

Consistenta - definita ca mobilitatea betonului proaspat sub actiunea masei proprii sau a unor forte exterioare care actioneaza asupra lui. Ea se poate clasifica, fiind determinata prin urmatoarele metode:

a) *tasarea conului* (utilizata pentru betoane preparate cu agregate avand dimensiunea maxima a granulelor pana la 120 mm);

Tabel 2.1.1 Tasarea conului (Conform NE 012-2007)

Clasa	Tasarea conului [mm]
T_2	30±10
T_3	70±20
T_3/T_4	100±20
T_4	120±20
T_4/T_5	150±30
T_5	180±30

b) *remodelarea VE-BE* (recomandata pentru betoane cu lucrabilitate redusa plastice, vartoase, foarte vartoase preparate cu agregate avand dimensiunea maxima a granulelor pana la 40 mm);

Tabel 2.1.2 Remodelare VE-BE (determinata conform STAS 1759-88)

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

c) *determinarea gradului de compactare Waltz* (recomandata pentru betoane plastice, vartoase si foarte vartoase, preparate cu agregate avand dimensiunea maxima a granulelor pana la 40 mm). Se mentioneaza ca exista si o determinare a gradului de compactare Glanville, metoda fiind standardizata in Anglia si ale carei rezultate difera de cele determinate cu metoda Waltz;

Tabel 2.1.3 Grad de compactare (determinat conform STAS 1759-88)

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

d) *metoda raspandirii* (utilizata in special in cazul betonului fluid, plastic si semivartos).

Tabel 2.1.4 Raspandire determinata conform ISO 9812

Clasa	Raspandire [mm]
F_0	<340
F_1	350- 410
F_2	420 - 480
F_3	490 - 600

Proprietati ale betonului intarit

Dintre principalele proprietati ale betonului intarit se pot mentiona:

a) Densitatea aparentă – reprezentând masa (m) unităţii de volum a betonului, inclusiv golurile (V_a) şi determinată conformm STAS 2414-91:

$\delta_{ap}=m/V_a$ [kg/m^3]

b) Compactitatea – reprezentând raportul dintre densitatea aparentă $\left(\delta_{ap}=\frac{m}{V_a}\right)$ şi consistenţa betonului întărit $\left[\delta=\frac{m}{V_s}\right]$, unde V_s reprezintă volumul fazei solide] exprimat în procente

$$C=\frac{\delta_{ap}}{\delta}\cdot 100=\frac{V_s}{V_{a\cdot 100}}\ [\%]$$

Se determină conform STAS 2414-91;

c) Porozitatea totală – reprezintă volumul de goluri din unitatea de volum:

$$P=\left(1-\frac{C}{100}\right)\cdot 100=100-C\ [\%]$$

Se determină conmform STAS 2414-91

Permeabilitatea la apa – apreciata dupa usurinta de patrundere a apei in masa betonului determinata conform ISO 7031. Ea depinde de dimensiunile, distributia si continuitatea porilor si este exprimata prin gradul de impermeabilitate fata de apa (reprezentand valoarea presiunii maxime a apei la care betonul este strapuns pana la o adancime de 100 mm, respectiv 200 mm.

Tabel 2.1.5 Gradul de impermeabilitate (conform STAS 3622-86)

Adâncimea de pătrundere a apei [mm]		Presiunea apei [bari]
100	200	
Gradul de impermeabilitate		
P_4^{10}	P_4^{20}	4
P_8^{10}	P_8^{20}	8
P_{12}^{10}	P_{12}^{20}	12

Clasa betonului – reprezinta rezistenta minima la compresiune a betonului, exprimata in [N/mm2] si determinata pe cilindrii de 150/300 mm sau pe cuburi cu latura de 150 mm, la varsta de 28 de zile (epruvetele fiind pastrate conform STAS 1275-88), sub a carei valoare se pot situa statistic cel mult 5% din rezultate.

Pentru determinarea clasei, se prelucreaza un numar minim de probe de beton (prevazut in Codul de practica NE 012-2007), din fiecare proba de beton realizandu-se trei epruvete.

Tabel 2.1.6 Clasa betonului (Conform Tabel 7.2.1 NE 012-2007)

Clasa de rezistenţă a betonului	C 4/5	C 8/10	C 12/15	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 40/50	C 45/55	C 50/60
f_{ckcil}	4	8	12	16	20	25	30	35	40	45	50
f_{ckcub}	5	10	15	20	25	30	37	45	50	55	60

Rezistenta la inghet-dezghet – se defineste prin numarul de cicluri de inghet-dezghet succesive, pe care epruvetele le pot suporta dupa o varsta de 28 de zile de la confectionare, fara ca reducerea de rezistenta sa fie mai mare de 25% si reducerea modulului de elasticitate sa fie mai mare de 15%. Ea se determina conform STAS 3518-89. Dupa numarul de cicluri de inghet-dezghet pe care le pot suporta in conditiile aratate mai sus, betoanele se incadreaza in unul din gradele de gelivitate prezentate in tabelul 2.1.7, conform S TAS 3622-86

Tabel 2.1.7 Gradul de gelivitate (conform STAS 3622-86)

Gradul de gelivitate al	Numar de cicluri inghet-
G 50	50
G 100	100
G 150	150

Utilizarea aditivilor, la prepararea betoanelor

Aditivii au un spectru larg de utilizare fiind folositi pentru imbunatatirea proprietatilor betonului proaspat sau/si intarit. Cei mai utilizati sunt cei plastifianti, superplastifianti, fluidizanti, acceleratori de priza sau/si intarire, anti-inghet, impermeabilizatori etc. Cazurile in care folosirea aditivilor este obligatorie sunt prezentate in tabelul 2.1.8.

Tabel 2.1.8 Betoane preparate obligatoriu cu aditivi (conform .tattel 4.4. NE 012-2007)

Nr. crt.	Categoria de betoane	Aditiv recomandat	Observatii
1.	Betoane supuse la inghet - dezghet repetat	antrenor de aer	
2.	Betoane cu permeabilitate redusa	reducator de apa - plastifjant	dupa caz: - intens reducator - superplastifiant - impermeabilizator
3.	Betoane expuse in conditii de agresivitate intensa si foarte intensa	reducator de apa –plastifiant	dupa caz: - intens reducator - superplastifiant - inhibitor de coroziune
4.	Betoane de rezistenta avand clasa cuprinsa intre C 12/15 si C 30/37 inclusiv	plastifiant sau superplastifiant	Tasarea betonului: T_3-T_3/T_4 sau T_4-T_4/T_5
5.	Betoane executate monolit avand clasa ≥ C 35/45	superplastifiant – intens reducator de apa	
6.	Betoane fluide - cu tasare egala cu T_5	superplastifiant	
7.	Betoane masive Betoane turnate prin tehnologii speciale (fara vibrare)	(Plastifiant) Superplastifiant + intarzietor de priza	
8.	Betoane turnate pe timp calduros	Intarzietor de priza + Superplastifiant (Plastifiant)	
9.	Betoane turnate pe timp friguros	Anti - inghet + accelerator de priza	
10.	Betoane cu rezistente mari la termene scurte		

Proiectarea compozitiei betoanelor de ciment cu densitate normala (betoane grele) in Romania

Stabilirea compozitiei betoanelor este o problema foarte complexa, pe de o parte datorita multor factori de compozitie si tehnologici care influenteaza direct proprietatile betonului proaspat si intarit, iar pe de alta parte a variatiei acestora in limite destul de largi.

In tabelul 2.1.9 sunt prezentati parametrii compozitiei betonului conform prevederilor codului de practica NE 012-99 iar in tabelul 3.10 sunt prezentati principalii factori de compozitie ai betonului si influenta lor asupra unor proprietati ale betonului proaspat si ale betonului intarit

Tabel 2.1.9 Parametrii compozitiei betonului (Conform NE 012-2007 Anexa 1.4, tabel 1.4.1)

Nr. crt.	Parametrul compoziţiei	Factorii pe baza căruia se stabileşte
1	Tipul de ciment	• clasa betonului • condiţiile de serviciu şi expunere • caracteristicile elementului (masivitate)
2	Tipul de aditiv	• condiţiile de transport şi punere în operă • cerinţele de rezistenţă şi durabilitate, impuse prin proiect • caracteristicile elementului (secţiune, armare)
3	Raportul A / C, max.	• clasa betonului • gradul de omogenitate asigurat la prepararea betonului • gradul de impermeabilitate impus prin proiect • condiţiile de expunere
4	Dozajul minim de ciment	• condiţiile de serviciu şi expunere
5	Consistenţa betonului	• condiţii de transport şi punere în operă • forma şi dimensiunile elementelor • desimea armăturilor
6	Cantitatea de apă de amestecare	• consistenţa adoptată • mărimea granulei maxime a agregatului • tipul de aditiv folosit
7	Granula maximă a agregatelor	• forma şi dimensiunile elementelor • desimea armăturilor • condiţiile de preparare şi transport
8	Granulozitatea agregatului total	• dozajul de ciment • consistenţa • tehnologia de punere în operă

Tabel 2.1.10
Unii factori de compozitie si tehnologici care influenteaza caracteristicile proprietatilor betonului in stare proaspata si intarita

(Ion Ionescu, Traian Ispas "Proprietatile si tehnologia betoanelor" Tabel 5.6)

	Densi	Lucra	Rezistentele mecanice	Deformatiile	Durabilitatea		Alte propnetti		Dila-
						Rezistenta la:			

Factori de influenta	-tate	bllitatea	Com-pres	Intindere	Uzura	Modulul de elast	Con-tractii	Curgere lenta	Permea-bilitate	Actiuni chimico-agresive	Inghet-dezghet repetat	Caldura de hidrat.	Conductibilitatea termica	tare termica
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Cimentul prin:	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
- compozitie chim-mineralogica	-	-	x	x	x	x	-	x	-	-	x	-	-	-
- rezist. mecanice proprii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
- rezist. la act.chimic-agresive	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-
- finetea de macinare	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Agregate de diverse tipuri prin: - compoz, mineralogica	x	-	x	x	x	x	x	x	-	x	x	-	x	x
- rezist. mecanice proprii	-	-	x	x	x	x	-	x	-	-	-	-	-	-
- modulul de elasticitate	-	-	x	x	x	x	-	x	-	-	-	-	-	-
- porozitatea granulelor	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	-	-	-
- forma granulelor	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	-	-	-
- suprafata specifica (granubzitate, modul	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Apa de preparare prin;														
- cantitate	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-
- continutul de saruri	-	-	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-	-	-
Adaosuri si aditivi prin;	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-
- adaosunle minerale fine	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-
- aditivi de diverse tipuri	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-
- modul de preparare si transport al betonului	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-
	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-

Din aceasta cauza proiectarea compozitiei betoanelor se bazeaza atat pe unele elemente teoretice dar in special pe foarte multe date experimentale.

Fiind practic imposibila gasirea unui algoritm de calcul care sa conduca la rezolvarea exacta si corecta a problemei, practic in majoritatea tarilor care s-au preocupat de acest domeniu s-au pus la punct una (S.U.A., Anglia, Rusia etc.) sau chiar mai multe (Franta, Germania etc.) metode pentru proiectarea compozitiei betoanelor.

Proiectarea compozitiei betoanelor in Romania este unica si este reglementata prin Codul de practica pentru executarea lucrarilor din beton, beton armat si beton precomprimat NE 012-2007, partea 1 realizandu-se in urmatoarele etape:

Stabilirea datelor initiale

Pentru proiectarea compozitiei trebuie sa se cunoasca urmatoarele date minime:

- clasa betonului;
- caracteristicile elementului care urmeaza sa fie realizat (tipul elementului, dimensiunea minima, distanta minima dintre armaturi, grosimea stratului de acoperire cu beton a armaturilor);

- conditiile de serviciu (de mediu) si clasa de expunere;
- conditiile de transport si punere in lucrare a betonului;
- gradul de omogenitate asigurat la prepararea betonului;
- gradul de impermeabilitate impus prin proiect;
- gradul de agresivitate al apelor naturale;
- umiditatea agregatelor pentru fiecare sort.

2.1.2 Proiectarea compozitiei betonului

Proiectarea compozitiei betonului presupune parcurgerea urmatoarelor etape:

A. *Pentru beton de clasa C 4/5:*

a) stabilirea sorturilor de agregate 0...31 mm sau 0...71 mm ale caror limite de granulozitate sunt date in tabelele 3.11 si 3.12 (conform NE 012 – 99, Anexa 1.4)

Tabel 2.1.11 Limitele zonelor de granulozitate pentru agregate 0....31 mm (ConformNE012-99, Tabelul 1.4.8.)

Zona	Limita	% treceri in masa prin sita sau ciur					
		0,2	1	3	7	16	31
1	max.	10	40	50	70	90	100
	min.	3	31	41	61	81	95
II	max.	7	30	40	60	80	100
	min.	2	21	31	51	71	95
III	max.	5	20	30	50	70	100
	min.	1	10	20	40	60	95

Tabel 4.12 Limitele zonelor de granulozitate pentru agregate 0...71 mm (Conform NE 012 - 99 Tabelul 1.4.11)

Limita	% treceri in masa prin sita sau ciur								
	0,2	1	3	7	16	25	31	40	71
max.	8	18	32	45	61	70	77	84	100
min.	1	6	13	22	38	50	57	68	95

b) prepararea unei cantitati de beton dupa o compozitie orientativa prezentata in tabelul 3.13, urmand ca apa de amestecare sa se determine, exact astfel incat, sa se obtina lucrabilitatea dorita;

Tabel 2.1.13 Compozitia orientativa a betonului (conform NE 012 – 99 Tabel 1.5.1)

Clasa betonului	Domeniul de utilizare	Φmax agrega t	Dozaj ciment min *kg/m3*	Total agregat (in stare uscata) Ag	Apa (orientativ) *l/m3*
C4/5 71	fundatii 135	31 2085	150 140	2020	160

c) determinarea densitatii aparente a betonului proaspat (ρb);
d) corectarea cantitatii totale de agregate:

Ag = ρb -C-A;

e) stabilirea compozitiei de baza (Ag, C, A);
f) prepararea a doua amestecuri de beton de cate 30 l (0,03 m3):
- primul amestec avand compozitia de baza stabilita conform pct. e);
- al doilea amestec avand dozajul de ciment sporit cu 20 kg/m3 fata de cel al compozitiei de baza si mentinand constante cantitatea de apa si de agregate;

g) confectionarea a minimum 6 epruvete din fiecare amestec (conform STAS 1275 - 88);
h) pastrarea epruvetelor in conditiile prevazute in STAS 1275-88 si incercarea lor la 7 zile;
i) adoptarea dozajului de ciment pentru care la aceasta varsta, asigura o rezistenta cel putin egala cu clasa betonului;
j) definitivarea compozitiei betonului, daca este cazul, aplicand relatia de la pct. d).*B. Pentru betoanele de clasa C8/10 ... C 50/60:*
a) stabilirea tipului si marcii cimentului in functie de clasa betonului (rezistenta caracteristica a sa), viteza de dezvoltare a rezistentelor (intarire rapida, normala, lenta), conditiile de serviciu (conditii normale de serviciu, elemente de constructii expuse la inghet in stare saturata cu apa, elemente de constructii expuse apelor naturale cu agresivitate chimica si clasa de expunere, conditiile de executare si tehnologia adoptata (executarea pe timp friguros, elemente masive, elemente realizate in cofraje glisante etc), gradul de agresivitate al apelor naturale (foarte slaba, slaba, intensa, foarte intensa).
b) stabilirea agregatului: natura (de rau sau de balastiera, de concasaj), dimensiunea maxima a granulei (in functie de tipul si dimensiunea minima a elementului de beton, distanta minima dintre armaturi, grosimea stratului de acoperire cu beton a armaturilor), tehnologia de transport si punere in lucrare a betonului (transport pe conducte, cu bena etc);
c) stabilirea aditivului - in functie de dorinta de imbunatatire a unor proprietati ale betonului proaspat sau/si intarit; obligatorii in cazul betoanelor supuse la inghet-dezghet repetat, cu permeabilitate redusa expuse in conditii de agresivitate intensa si foarte intensa, cu clasa cuprinsa intre C 12/15 si C 30/37 si cu clasa de tasare minim T3, cu clasa de minim C 35/45, fluide, masive, turnate pe timp friguros si turnate fara vibrare;
d) stabilirea clasei de consistenta in functie de tipul elementului de beton si tehnologia de fransport si punere in lucrare a betonului;
e) stabilirea cantitatii orientative de apa de amestecare in functie de clasa betonului, clasa de consistenta a betonului, dimensiunea maxima a granulei de agregat, natura agregatelor si aditivul folosit; stabilirea valorii raportului A/C in functie de clasa betonului, clasa cimentului si gradul de omogenitate asigurat la prepararea betonului, natura agregatului, gradul de permeabilitate si gradul de gelivitate;
f) stabilirea dozajului de ciment - in functie de cantitatea de apa, raportul A/C si dozajul minim (functie de dimensiunea maxima a granulelor de agregat, tipul betonului - simplu sau armat si clasa de expunere);
h) stabilirea zonei de granulozitate - in functie de clasa de tasare a betonului si dozajul de ciment;
i) stabilirea limitelor zonelor de granulozitate in functie de zona de granulozitate a agregatelor si dimensiunea maxima a granulei acestora;
j) stabilirea cantitatii totale a agregatelor - in functie de tipul agregatelor (densitatea aparenta a sa), cantitatea de ciment si de apa si volumul de aer oclus sau antrenat;
k) repartizarea agregatelor pe sorturi - in functie de cantitatea totala a agregatelor si limitele zonelor de granulozitate;

- cea de baza prezentata la subpunctul "a";
- o compozitie a dozajului de ciment marit cu 7% dar cu minimum 20 kg/m3 fata de cel al

compozitiei de baza, dar mentinand cantitatea de apa si de agregate conform compozitiei de baza;

- o compozitie cu dozaj de ciment redus cu 7% dar cu minimum 20 kg/m fata de cel al cantitatii de apa si de agregate conform compozitiei de baza.

Incercari si stabilirea compozitiei

a) Din fiecare cele trei amestecuri se confectioneaza minimum 12 epruvete (conform STAS 1275-88);

b) Cate 6 epruvete din fiecare compozitie se vor incerca la varsta de 7 zile (pastrarea si incercarea epruvetelor se vor efectua conform STAS 1275-88) adoptandu-se drept *compozitie preliminara* cea pentru care rezistentele determinate sunt cel putin egale cu valorile indicate in Codul de practica NE 012-2007, Anexa 1.5, pct. 2.13. Se incearca restul de 6 epruvete la varsta de 28 de zile, rezultatele obtinute fiind analizate in vederea definitivarii compozitiei. Rezistenta medie pentru fiecare compozitie *(fbm)* se va corecta in functie de rezistenta efectiva a cimentului, aplicand relatia:

$$f_{cor} = \frac{1{,}15 \cdot clasacimentului}{f_{efcim}} \cdot f_{bm}$$

d)unde f_{bm} - rezistenta betonului la 28 de zile obtinuta Ia incercarile preliminare Se va adopta compozitia pentru care valoarea rezistentei corectate (*fcor*) este cel putin egala cu rezistenta la 28 de zile indicata in Tabelul 3.14 (conform Codului de practica NE 012-2007, Anexa 1.5, tabel 1.5.4).

Tabel 2.1.14 Rezistenta la compresiune la 28 de zile, minima pentru incercari preliminare (Conform NE 012-2007 Tabelul 1.5.4)

Clasa betonului	**f_c preliminară (N/mm³)**	
	cilindru	**cub**
C8/ 10	14,5	18
C 12/ 15	19	23,5
C 16/20	23	29
C 20/25	29	36
C25/30	33,5	42
C30/37	38,5	48
C35/45	45	56,5
C40/50	50	62,5
C45/55	54	67,5
C50/60	58	73

Observatie! Valorile sunt valabile pentru gradul 11 de omogenitate. Pentru gradul I, respectiv gradul III de omogenitate la valorile prevazute in tabelul 3.14 se adauga valoarea Δ conform Codului de practica NE 012-2007, Anexa 1.5, tabel 1.5.5.

Corectarea cantitatii de apa de amestecare si a agregatelor pe sorturi

In functie de umiditatea agregatelor pentru fiecare sort se fac corectiile necesare. Se mentioneaza ca, stabilirea compozitiei betonului se va realiza numai de catre un laborator

autorizat in acest sens.

2.1.2 Controlul calitatii betonului

2.1.2.1 Controlul calitatii materialelor constituente

A. *Controlul calitatii cimentului*

Controlul calitatii cimentului *la aprovizionare* presupune un minimum de verificari si incercari si anume:

a) examinarea datelor inscrise in documentele de certificare a calitatii sau cele de garantie emise de producator sau/si de furnizor pentru fiecare lot;
b) determinarea timpului de priza (conform SR EN 196-3); verificarea se efectueaza pentru fiecare transport, dar minimum o determinare la 100 t pe o proba medie;
c) determinarea rezistentelor mecanice la 2 si/sau 7 zile (conform SR EN 196-1) pentru confirmarea clasei. incercarile se fac pentru o proba la 200 t daca livrarea s-a efectuat in loturi mai mici de 100 t si pentru o proba la 500 t in celelalte cazuri;
d) determinarea rezistentelor mecanice la 28 de zile (conform SR EN 196-1). Incercarile se efectueaza ca la pct. c);
e) prelevarea de probe care se pastreaza pentru 45 de zile (etans, in cutii metalice sau in pungi sigilate), in vederea efectuarii unor verificari ulterioare in caz de litigiu;
f) starea de conservare in cazul in care s-a depasit termenul de depozitare sau au intervenit factori de degradare/alterare, efectuandu-se o determinare la fiecare transport dar minimum una la 100 t pe o proba medie; prelevarea de probe se face inainte sau in timpul livrarii si daca este necesar si dupa livrare, dar la maximum 24 de ore de la aceasta, in prezenta reprezentantului producatorului (sau vanzatorului), utilizatorului si pentru pct. e) si beneficiarului sau I.S.C. teritorial;

Inainte de utilizare se face verificarea duratei de depozitare (pentru fiecare lot aprovizionat) si a starii de conservare in cazul depasirii termenului de depozitare sau a interventiei unor factori de alterare (doua probe pe siloz - sus si jos - sau dupa maxim 50 t de ciment consumat).
Cimentul trebuie sa fie protejat de umezeala si de impuritati pe parcursul:

- depozitarii, cand se livreaza ambalat in saci - in spatii inchise, sacii fiind asezati in stive de cel mult 10 randuri de saci suprapusi, stivele fiind rezemate la partea inferioara pe scanduri dispuse cu interspatii si pastrand imprejurul lor un spatiu de minimum 50 cm pentru asigurarea aerisirii si circulatiei, sau cand se livreaza vrac (in recipienti etansi);
- transportului si manipularii (cand se livreaza vrac transportul se efectueaza in recipienti etansi montati pe sasiuri auto sau pe cale ferata in vagoane - transportul si manipularea se fac pneumatic prin conducte);

Livrarea cimentului va fi insotita de o declaratie de conformitate care trebuie sa contina urmatoarele date:

- tipul si clasa cimentului
- fabrica producatoare;
- data fabricarii;
- data sosirii in depozitul furnizorului;
- numarul certificatului de calitate eliberat de catre producator si datele inscrise in acesta;

- garantia, respectiv conditiile de pastrare;
- numarul buletinului de analiza a calitatii cimentului efectuat de catre un laborator autorizat si datele inscrise in acesta (inclusiv precizarea conditiilor de utilizare in toate cazurile in care termenul de garantie a expirat);

B. *Controlul calitatii agregatelor*

Agregatele se vor manipula, transporta si depozita astfel incat sa nu fie contaminate iar sorturile sa nu se amestece intre ele.

La depozitare compartimentele se vor marca cu tipul sortului depozitat, fiind interzisa asezarea directa a agregatelor direct pe pamant sau pe platforme balastate.

Toate agregatele trebuie sa satisfaca cerintele prevazute in reglementarile tehnice (STAS 1667-76, STAS 662-89, SR 667-98) iar producatorii sunt obligati sa prezinte la livrare certificatul de calitate pentru agregate si cel de conformitate eliberat de catre un organism de certificare acreditat.

Statiile de producere a agregatelor vor functiona numai pe baza unui atestat (eliberat de catre o comisie interna in prezenta unui reprezentant al I.S.C. teritorial).
La aprovizionare, controlul calitatii agregatelor presupune urmatoarele verificari:

a) examinarea datelor inscrise in documentele de transport emise de furnizor sau/si producator, pentru fiecare lot;
b) determinarea continutului de impuritati (conform STAS 4606-80), partea levigabila, humusul si corpurile straine. Se va recolta o proba la maximum 500 m3 pentru fiecare sursa, la schimbarea sursei si in cazul in care se observa prezenta impuritatilor;
c) granulozitatea se verifica conform STAS 4606-80, o proba la maximum 500 m3 pentru fiecare sort iar in cazul aprovizionarii constante de la aceeasi sursa se efectueaza minimum o proba pe saptamana pentru fiecare sort si sursa;
d) densitatea in gramada in stare afanata si uscata (conform STAS 4606-80) se verifica prin efectuarea unei probe la maximum 200 m3;
e) inainte de utilizare se va verifica:
   - continutul de impuritati de cate ori apar factori de impurificare, dar cel putin o data pe saptamana;
   - granulozitatea (conform STAS 4606-80), o proba la maximum 400 m3 de beton cel putin o data pe zi si ori de cate ori apar factori care pot modifica granulozitatea sortului;
   - umiditatea, efectuandu-se o proba la maximum 200 m3 de beton, cel putin o data pe zi si ori de cate ori se observa o schimbare cauzata de conditiile meteorologice.

C. *Controlul calitatii apei*

Apa utilizata la prepararea betoanelor poate sa provina din reteaua publica de alimentare. Daca provine din alta sursa va trebui sa indeplineasca conditiile tehnice prevazute in STAS 790-84, iar inainte de utilizare este necesar sa se determine compozitia chimica (o proba la inceperea utilizarii).

O atentie deosebita trebuie acordata continutului ionilor de clor solubili in apa care pot conduce la corodarea armaturii. Astfel se limiteaza acest continut de ioni de clor la valorile maxime:

- 1% fata de masa cimentului pentru beton simplu;
- 0,4% fata de masa cimentului pentru beton armat exploatat in mediu uscat sau protejat contra umiditatii;
- 0,15% fata de masa cimentului pentru beton armat exploatat in alte conditii,

D. *Controlul calitatii aditivilor*

Aditivii utilizati la prepararea betoanelor nu trebuie sa influenteze negativ proprietatile betonului sau sa produca coroziunea armaturii, deteriorarea cofrajelor (aditivii trebuie sa indeplineasca cerintele prevazute in reglementarile specifice sau in agrementele tehnice in vigoare). Aditivii care se folosesc nu trebuie sa intre in reactie chimica cu adaosurile prevazute in compozitia betonului.

Folosirea lor se va face cu maximum de atentie, respectandu-se integral instructiunile intocmite de producator privind conditiile de transport, depozitare si utilizare.
In cazul folosirii concomitente a doi sau mai multi aditivi a caror compatibilitate si comportare impreuna nu este cunoscuta, este obligatorie efectuarea de incercari preliminare si avizul unui institut de specialitate autorizat.

La aprovizionare se vor examina datele inscrise in documentele de certificare sau de garantie emise de catre furnizor sau/si producator, la fiecare lot aprovizionat.
Inainte de utilizare se va determina densitatea solutiei (conform reglementarilor tehnice in vigoare) cel putin o proba la fiecare sarja.

E. *Controlul calitatii adaosurilor*

Utilizarea adaosurilor la prepararea betoanelor se va face strict in conformitate cu reglementarile tehnice specifice in vigoare, agrementele tehnice sau studiile intocmite de catre laboratoare de specialitate autorizate; adaosurile nu trebuie sa influenteze negativ proprietatile betonului proaspat si intarit, sa nu produca coroziunea arrnaturilor si sa nu produca deteriorarea cofrajelor.

Transportul, manipularea si depozitarea adaosurilor se vor efectua astfel incat sa se evite modificarea proprietatilor fizico-chimice ale acestora.

La aprovizionare se vor examina datele inscrise in documentele de certificare a calitatii sau de garantie emise de catre furnizor sau/si de catre producator la fiecare lot aprovizionat. Daca este cazul se vor efectua si alte incercari prevazute in instructiunile tehnice specifice tipului de adaos.

4.1.3.2. Controlul calitatii betonului proaspat si intarit

A. Verificari in cursul prepararii la statia de betoane

a) Consistenta (conform STAS 1759-88) se verifica de doua ori pe schimb si pe tip de beton si la inceputul prepararii, determinata prin metoda tasarii conului;
b) Temperatura (daca este prevazuta ca o cerinta), se fac patru determinari pentru fiecare tip de beton si schimb de lucru;
c) Continutul de nisip 0...3 mm (conform STAS 1759-88), de cate ori se apreciaza ca fiind necesar;
d) Rezistenta la compresiune la varsta de 28 de zile pe epruvete cilindrice d=150 mm, L=300 mm sau cubice a-150 mm, conform STAS 1275-88. Pentru determinare este necesar sa se preleveze minimum o proba la 100 m' dar nu mai putin de 6 probe/zi pentru betoane cu clasa C<8/10 si minim o proba la 50 m' dar nu mai mult de 15 probe/zi pentru betoane cu clasa C >8/10;
e) Rezistenta la compresiune la varsta de 3 si/sau 7 zile (conform STAS 1275-88) pentru incercari orientative, se preleveaza o proba pe saptamana pentru betoane cu clasa C > 16/20;
f) Gradul de impermeabilitate (conform STAS 3519-76) daca acesta este prevazut ca data in compozitia betonului; se preleveaza minimum doua probe pe obiect si minim o proba la 300 m3 de beton;
g) Gradul de gelivitate (conform STAS 3518-89) daca acesta este prevazut ca data in compozitia betonului; se preleveaza minimum doua probe pe obiect si minimum o proba la 100 m3 de beton.

B. Verificari la locul de punere in lucrare

a) documentul de transport care trebuie sa contina date privind clasa betonului, consistenta, cantitatea, ora prepararii si eventual alte date la cerere (tipul cimentului, dimensiunea maxima a granulei de agregat, aditivi si adaosuri etc); verificarea se face pentru fiecare transport de beton;
b) verificari vizuale asupra betonului livrat, privind dimensiunea maxima a granulei de agregat, lucrabilitatea, omogenitatea etc;
c) consistenta (conform STAS 1759-88), minimum o proba pentru fiecare tip de beton si schimb de lucru si cel putin o proba la 20 m3 de beton;
d) temperatura (daca este prevazuta ca o cerinta tehnica); se fac patru determinari pentru flecare tip de beton si schimb de lucru;
e) rezistenta la compresiune pe epruvete cilindrice d=150 mm, L=300 mm/cubice a=150 mm, (conform STAS 1275-88); pentru verificarea rezistentelor de control pe faze, pentru stabilirea termenelor pentru decofrare (daca este prevazuta prin proiect sau conform unei proceduri speciale); se efectueaza o proba pe schimb;
f) rezistenta la compresiune pe epruvete cilindrice d=150 mm, L=300mm/cubice a=150 mm (conform STAS 1275-88) pentru verificarea clasei betonului; se vor preleva pentru fiecare

tip de beton, parte de structura minimum o proba pe zi de turnare si nu mai putin de una la 300 m3 - pentru betoane cu clasa C≤8/10, la 100 (200) m3 - pentru betoane de clasa C 8/10, C 12/15 si C 16/20 si la 50 (100) m3 - pentru betoane cu clasa C > 16/20 (valorile din paranteza se refera la elemente sau parti de structura cu volum mai mare de 300 m3 si care se betoneaza fara intrerupere);

g) gradul de impermeabilitate (conform STAS 3519-76) daca este prevazut prin proiect sau conform unei proceduri speciale; se preleveaza minimum doua probe pentru fiecare obiectiv si minimum o proba la 300 m3 beton;

h) gradul de gelivitate (conform STAS 3518-89 daca este prevazut prin proiect sau conform unei proceduri speciale): se preleveaza minim o proba la 1000 m3 de beton;

Rezultatele obtinute in urma incercarilor sau masuratorilor efectuate asupra betonului proaspat sau intarit prezentate la subcap. 3.3.2 se vor analiza si interpreta astfel:

- Limitele de referinta admise pentru caracteristicile betonului proaspat sunt cele prezentate in tabelul 3.15.

Tabel 2.1.15 Limitele de referinta pentru caracteristicile betonului in stare proaspata (conform NE 012-2007 tabel VI.3.1)

Nr. crt.	Caracteristica	Valoare de referinţă	Limitele de referinţă admise	
1.	Consistenţa	t = tasare medie (mm)	tasare medie t- 10..40 mm t-50 ...120 mm t> 120 mm	abatere a ± 10 mm ±20 mm ±30 nun
		g_c = gradul de compactare mediu	g±0,5	
2.	Temperatura	t_{min} sau t_{max}		
3.	Densitatea aparentă	Pb(kg/m')	Ph ± 40 kg/m'	
4.	Conţinut de aer oclus/antrenat	p % valoarea medie	p%± 1,5	
5.	Granulozitatea agregatelor conţinute în beton sort 0 -3	g n,m , g max (%)		

- Temperatura se masoara in patru puncte diferite. Daca valoarea medie a temperaturii masurate nu se inscrie in limitele admise (tabel 2.1.15) se vor efectua pentru acelasi transport de beton inca doua serii de determinari. Daca valoarea medie a celor doua serii de determinari nu se inscrie in limitele admise, transportul de beton se refuza;

- Gradul de impermeabilitate si gradul de gelivitate se considera realizat daca cel putin 10% din numarul de incercari (epruvete) care se analizeaza indeplinesc conditiile tehnice prevazute;

- Daca rezistenta la compresiune determinata pentru verificarea rezistentelor de control pe faze (subcap. 3.3.2 pct. B) rezulta necorespunzatoare, se decaleaza faza si se procedeaza la o noua verificare;

- Daca prin proiect se prevede determinarea continutului de ioni de clor din beton iar acesta depaseste valorile maxime admise (subcap. 2.3.1 pct. C) se va analiza continutul de clor; se vor schimba sursele de aprovizionare;

- In cazul betonului preparat in malaxoare mobile (de santier) pentru fiecare lot de beton se vor preleva minim 6 probe; in cazul in care betonul are o clasa <C 16/20 si pentru loturi de maximum 50 m se pot preleva 3 probe;

- In cazul determinarii rezistentei la compresiune pentru verificarea clasei (vezi subcap. 2.3.2 pct.

B) - e); in cazul verificarii la locul punerii in lucrare a betonului, pentru fiecare lot de beton se vor preleva minim 6 probe; in cazul in care betonul are o clasa <C 16/20 si pentru loturi pana la 50 m3 se pot preleva 3 probe;

  - Pentru verificarea rezistentelor mecanice pentru stabilirea compozitiei de baza (in cazul proiectarii compozitiei betoanelor), din fiecare amestec de beton se vor preleva minimum 4 probe, reprezentand 12 epruvete pentru fiecare compozitie;
  - *Proba de control* (proba) reprezinta cantitatea de beton necesara pentru obtinerea unui rezultat care reprezinta media incercarilor a trei epruvete (cilindri/cuburi);

- *Lot* reprezinta volumul de beton ales, astfel incat sa fie asigurate conditiile de omogenitate si de uniformitate a compozitiei (respectiv a conformitatii rezistentei betonului) si a carei marime este conditionata de:

    - cantitatea de beton turnat pentru fiecare clasa de beton in parte de structura (fundatie, nivel etc);
    - cantitatea pentru o zi de turnare;
    - cantitatile limita stabilite prin norme (vezi subcap. 2.3.2. pct. A. si pct. B).

- In cazul in care rezultatele determinarilor nu indeplinesc conditiile de conformitate sau in oricare din cazurile in care exista dubii cu privire a realizarea rezistentei, trebuie efectuate incercari suplimentare (cu metode nedistructive sau semidistructive) cu respectarea prevederilor normativelor C 54-81 si C 26-85.

Determinareaconsistenteibetonuluiproaspatcuajutorulmetodeitasarii

Metoda consta in masurarea tasarii betonului proaspat, sub greutatea proprie, iar metodologia incercarii este reglementata prin STAS 1759-88.

A.Echipamentultehnologicutilizat

- trunchi de con cu inaltimea de 300 mm (pentru betoanele cu dimensiunea maxima a agregatelor

<40 mm) sau de 450 mm (pentru betoanele cu dimensiunea maxima a agregatelor >40 mm) din tabla galvanizata de min. 2 mm grosime conform fig. 3.1 a).



Figura 4.1

Trunchiul de con poate sa fie realizat cu sau fara rigidizari. Peretele sau interior trebuie sa fie neted, fara asperitati si fara deformatii locale. Trunchiul de con este prevazut la partea superioara cu un prelungitor conform fig. 3.1 b).

- vergea de otel rotund cu diametrul de 16 mm si lungimea de 600 mm, avand capetele rotunjite in forma de emisfera;
- rigla metalica cu lungimea de 600 mm
- scafa metalica;
- mistrie;
- metru pliant sau rigla gradata, de 500 mm lungime

C. *Modul de lucru (conformpct.2.1.3STAS1759-88)*

a) Se umezeste interiorul trunchiului de con si se aseaza pe o suprafata orizontala plana, rigida, umezita si neabsorbanta de min. 700x400 mm. Se umple trunchiul de con cu beton in trei straturi, fiecare corespunzand aproximativ unei treimi din inaltime;

b) in fiecare strat se dau cate 25 de impunsaturi (respectiv 50 pentru conul cu inaltimea de 450 mm), cu ajutorul vergelei, repartizandu-se uniform pe suprafata betonului. Pentru stratul inferior este necesar de a inclina vergeaua si de a face aproximativ jumatate din impunsaturi de-a lungul perimetrului, apoi se continua cu impunsaturile verticale in spirala pana in centru. Stratul inferior se impunge pe toata grosimea sa. Se repeta operatia de indesare in stratul al doilea si in stratul superior, fiecare pe toata grosimea sa, astfel ca vergeaua sa patrunda usor stratul situat dedesubt;

c) Pentru a umple si a indesa stratul superior, se monteaza prelungitorul si se introduce beton in exces asigurandu-se mentinerea acestui exces pe toata durata de indesare;

d) Dupa ce stratul superior a fost indesat, se inlatura prelungitorul si se niveleaza suprafata betonului prin ferastruie cu ajutorul riglei metalice sau cu vergeaua metalica prin rulare. in timpul umplerii si compactarii betonului, trunchiul de con se mentine fix pe suprafata plana, cu ajutorul celor doua placute;

e) Se curata betonul cazut in jurul trunchiului de con. Se procedeaza la ridicarea trunchiului de con, operatie care trebuie sa se faca in 5... 10 s printr-o miscare verticala, constanta, evitandu-se deplasarile laterale sau rasucirile trunchiului de con. Intervalul de timp de la inceperea umplerii trunchiului de con si pana in momentul ridicarii complete a acestuia nu trebuie sa fie mai mare de 150 s;

f) Imediat dupa ridicarea trunchiului de con se masoara tasarea (diferenta - *h,*- dintre inaltimea acestuia si punctul cel mai ridicat al betonului tasat) fig. 2.2 (fig. 3 - STAS 1759-88)

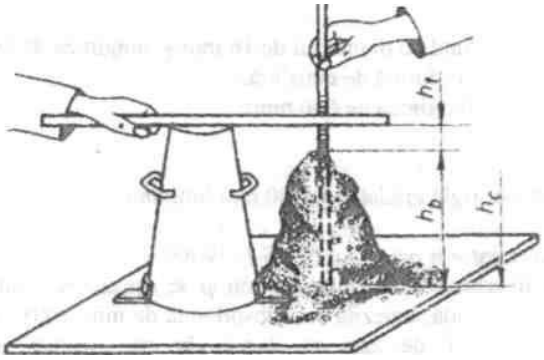


Figura 2.2

g) Daca se produce o prabusire partiala sau o rupere a betonului pe o portiune, nu se ia in considerare incercarea si se repeta determinarea pe o noua proba de beton.
h) Daca dupa doua incercari consecutive se produce o prabusire sau o rupere partiala a betonului din masa epruvetei sau tasarea este mai mica de 10 mm, lucrabilitatea betonului se apreciaza dupa alta metoda.

C. Exprimarea rezultatelor (conform pct. 2.1.4 din STAS 1759-88)

- Tasarea betonului (/?,) se calculeaza cu formula: h,=hc-lib (mm)

in care

h, - inaltimea trunchiului de con, in milimetri;

h, - inaltimea punctului cel mai ridicat al betonului tasat, in milimetri. Valoarea se rotunjeste la 10 mm.

Ca rezultat se considera media aritmetica, rotunjita Ia 10 mm, a doua determinari efectuate la un interval de max. 10 min si care nu difera intre ele cu mai mult de:

10 mm, pentru tasare < 40 mm, 20 mm, pentru tasare =50...90 mm, 30 mm, pentru tasare > 10 mm.

- *Clasificarea in clase a consistentei* -

Se face in functie de tasarea masurata conform STAS 1759-R8.

Realizarea epruvetelor din beton

Epruvetele se realizeaza conform instructiunilor tehnice si metodologiei prevazuta in STAS 1275-88. In functie de determinarea dorita, epruvetele pot avea diferite forme si dimensiuni standardizate si anume:

a) rezistenta la compresiune (conform NE 012-2007) cub cu latura de 150 mm sau cilindru cu diametrul de 150 mm si inaltimea de 300 mm;
b) rezistenta la intindere (conform STAS 1275-88) cub (avand dimensiunea conform tabelului 2.16) prisma (avand dimensiunea conform tabelului 2.17) sau cilindru;

Tabel 2.1.16 Dimensiunile epruvetelor cubice (Conform STAS 1275-88 tabel 1)

Latura epruvetei a epruvetei (mm')	Aria nominala a sectiunii de referinta	Dimensiunea maxima a granulelor agregatelor, dmax (mm)

Dimensiune (mm)	Abateri (mm)		
100	±0,50	10000	20
141	±0,75	20000	31,5
150	±0,75	22500	31,5
200	± 1,00	40000	40
300	± 1,50	90000	71

Tabel 2.1.17 Dimensiunile epruvetelor prismatice (Conform STAS l275-88 tab. 2)

Dimensiuni in mm ± 0,5%	Dimensiunea maxima a agregatelor, dmax, (mm)
100x100x400	25
100x100x550	25
150x150x600	40
200x200x800	50

c) gradul de gelivitate (conform STAS 3518 - 89) cub (cu latura de 100 mm, 141 mm, 150

mm, 200 mm sau 300 mm);

d) gradul de impermeabilitate la apa - cub (cu latura de 141 mm si 200 mm), prisma (avand dimensiunile 200x200x(200xk) mm si 140xl40x(140xk) mm in care coeficientul k≤l si se alege astfel incat inaltimea epruvetei sa fie de minimum 100 mm si mai mare decat adancimea limita prescrisa, de patrundere a apei) sau cilindru (cu diametrul de minim 140 mm si inaltime egala cu diametrul si mai mica de 200 mm).

Confectionarea epruvetelor

Echipamentul tehnologic, luarea probelor, modul de lucru si pastrarea epruvetelor se va realiza conform instructiunilor tehnice din STAS 2320-88.

Se mentioneaza faptul ca, este foarte indicat ca operatiile de realizare a epruvetelor de beton sa se faca intr-un laborator de specialitate autorizat.

2.2 Conditii tehnice privind prepararea betonului

2.2.1 Etapele de preparare a betonului si conditiile tehnice de realizare

Depozitarea componentilor

Agregatele - se vor depozita numai pe sorturi, pe platforme amenajate (nu direct pe pamant sau pe balast) astfel incat sa se evite amestecarea sorturilor intre ele sau contaminarea lor cu alte materiale.

Platformele se vor amenaja cu pante si rigole pentru asigurarea scurgerii apelor pluviale, iar compartimentele se vor marca cu tipul de sort depozitat.

Cimentul se va depozita in recipienti etansi (silozuri sau buncare) atunci cand este livrat vrac (asigurandu-se si transportul pneumatic al lui) sau in spatii inchise, cand este livrat in saci. In acest caz sacii vor fi stivuiti, stiva rezemand pe un gratar din lemn (pentru asigurarea ventilatiei la partea inferioara a ei) si pastrand un spatiu de circulatie (minimum 50 cm) imprejurul lor. Numarul de randuri de saci stivuiti se limiteaza la 10. Toti recipientii si stivele se vor marca prin inscrierea vizibila a tipului de ciment.

Depozitarea cimentului se va face numai dupa receptionarea calitativa si cantitativa a lui si dupa verificarea capacitatii libere de depozitare (recipienti etansi si/sau spatiile din incaperile inchise si special amenajate).

Aditivii si adaosurile - se vor depozita si transporta, in conformitate cu instructiunile tehnice specifice elaborate de catre proiectant, in vederea pastrarii proprietatilor fizico-chimice ale lor.

Dozarea componentilor

Dozarea materialelor este indicat sa se efectueze gravimetric (cu balanta cu parghii, cu arcuri sau cu doze tensiometrice), fiind admise urmatoarele abateri:

- agregate: ±3%;
- ciment: ±2%;
- aditivi: ±5%;
- adaosuri: ±3%.

Dozatoarele se vor verifica cel putin o data pe saptamana si la un interval de maximum 50 ore de functionare (utilizandu-se greutati etalon). Cel putin o data pe an si ori de cate ori este nevoie, ele se vor verifica metrologic.

In cazul malaxoarelor cu amestecare prin cadere libera cu capacitatea maxima de 250 1 (0,25 m3) cu care se prepara beton cu clasa ≤C 12/15 pentru executarea unor lucrari de importanta redusa si obligatoriu cu acceptul scris al investitorului este permisa si dozarea volumetrica respectandu- se urmatoarele conditii:

- pentru dozare se vor utiliza recipienti (cutii, galeti etc), etalonati si gradati corespunzator in prealabil;
- abaterile admise sunt: ±5% pentru agregate si aditivi si ±3% pentru ciment si apa.
- un laborator autorizat va determina umiditatea agregatelor si va face corectiile la cantitatea de apa si de agregat pe sorturi, tinand seama si de curba de infoiere a nisipului.

Amestecarea componentilor Consideratii generale

Calitatea amestecarii are o mare influenta asupra proprietatilor betonului proaspat (coeziunea, stabilitatea, omogenitatea, separarea apei etc.) si intarit (rezistentele mecanice, rezistentele la inghet- dezghet, impermeabilitatea, contractia la uscare, durabilitatea etc).

Omogenitatea betonului, reprezentand o distribuire uniforma a tuturor componentilor acestuia in masa lui, se obtine numai prin amestecare si reprezinta o conditie de baza pentru obtinerea unui beton de buna calitate. Aceasta omogenitate este influentata, in timpul amestecarii, de o serie de factori si fenomene care trebuie avute in vedere si anume:

- agregatul uscat absoarbe la inceput apa, reducand sensibil consistenta amestecului;
- agregatul concasat, avand o suprafata rugoasa si respectiv frecari mai mari, necesita

un consum de energie si un timp de amestecare mai mare;
- granulele de agregat cu dimensiuni mai mari, datorita masei mai mari si a frecarii mai reduse (suprafata specifica - raportul dintre suprafata exterioara si volum mai mica) favorizeaza segregarea (separarea componentilor);
- agregatele se disperseaza mai repede decat cimentul;
- parte din ciment se floculeaza (flocularea reprezinta tendinta de aglomerare a particulelor de ciment), diminuand dispersia sa;
- proportiile componentilor solizi;
- cantitatea de apa de amestecare;
- raportul A/C;
- tipul malaxorului si gradul de uzura al acestuia;
- ordinea introducerii componentilor in malaxor;
- durata de amestecare;
- modul si durata descarcarii amestecului etc.

In ceea ce priveste durata de amestecare, aceasta se stabileste experimental, timpul optim de amestecare reprezentand durata minima de amestecare pentru care se obtine o omogenitate acceptata a betonului (evident si clasa de rezistenta a lui) cu un consum de energie si de timp cat mai reduse.

Nerespectarea timpului optim de amestecare conduce fie la realizarea unui beton neomogen (timpul de amestecare mai redus), fie la un beton mai costisitor (consum de energie mai mare si productivitate mai redusa) fie la un beton segregat (depasirea substantiala a duratei optime de amestecare)

A. *Amestecarea manuala a componentilor*

Amestecarea manuala a componentilor se recomanda sa nu se foloseasca si este admisa in mod exceptional numai in urmatoarele cazuri:

- volumul de beton preparat in cantitate mica sau foarte mica (maximum 1m3);
- clasa betonului ≤C 8/10;

Amestecarea manuala presupune realizarea urmatoarelor operatii tehnologice:
- amenajarea unei platforme plane, etanse si curate (beton, cherestea, placaje, folii de plastic);
- asezarea sorturilor de pietris (incepand cu sortul cel mai mare si apoi descrescator de jos in sus);
  - asezarea a cea. 50% din cantitatea de nisip;
  - asezarea cantitatii de ciment;
  - adaugarea restului cantitatii de nisip;
    - amestecarea prin lopatare a componentilor uscati pana la obtinerea unei culori uniforme a amestecului;
    - continuarea amestecarii, adaugandu-se treptat apa de amestecare, pana la obtinerea unei culori uniforme a amestecului (ceea ce indica obtinerea unei

omogenitati satisfacatoare);

- evitarea introducerii oricaror impuritati (alte materiale) in amestec.

B. *Amestecarea mecanizata a componentilor*

Realizarea betonului in incinta santierului presupune de regula utilizarea unor malaxoare cu amestecare prin cadere libera, cu capacitati reduse (de regula, maximum 250 l/0,05÷0,25 m3). In cazul unor betoane cu anumite proprietati impuse prin proiectare se pot utiliza si alte tipuri de malaxoare. Utilizarea unui malaxor se poate face numai cu respectarea conditiilor tehnice si de calitate impuse, cu folosirea de personal calificat, instruit si atestat si numai dupa efectuarea mai multor incercari (preparari si determinari) in vederea stabilirii timpului optim de amestecare si a calitatii amestecului de beton prescris.

Pentru obtinerea unui beton de calitate trebuie respectata o anumita ordine de introducere a componentilor in malaxor. Ea se stabileste, de regula, in functie de compozitia betonului si tipul malaxorului, cea mai avantajoasa fiind introducerea simultana a tuturor componentilor (care practic, este imposibil de realizat).

In cazul folosirii unor malaxoare cu amestecare prin cadere libera si a agregatelor uscate, se recomanda urmatoarea ordine de introducere a componentilor:

- parte din cantitatea de apa de amestecare (stabilita in functie de curba de granulozitate aleasa);
- agregatele incepand cu sortul cel mai mare si introduse succesiv in ordinea descrescatoare a sorturilor;
- cimentul;
- restul cantitatii de apa.

In cazul utilizarii aditivilor, acestia se vor amesteca in prealabil cu o cantitate de apa (luata din cantitatea de apa de amestecare) si se vor introduce astfel in malaxor, dupa introducerea cimentului.

In cazul utilizarii adaosurilor, modul si ordinea de introducere a acestora in malaxor se va stabili in functie de instructiunile tehnice de utilizare a lor, intocmite de catre producator.

Durata de amestecare se va majora dupa caz pentru:

- utilizarea aditivilor sau adaosurilor;
- utilizarea agregatelor cu dimensiunea granulei mai mari de 31 mm;
- prepararea betonului cu cantitati reduse (tasare T<50 mm);
- prepararea betonului in perioada de timp friguros;
- utilizarea agregatelor de concasaj.

Se recomanda ca, in cazul prepararii betoanelor utilizand agregate cu dimensiunea granulei mai mare de 40 mm, sa se utilizeze malaxoare cu amestecare prin cadere libera.

Durata de mentinere a betonului in malaxor sau in buncarul tampon se recomanda sa nu depaseasca 20 minute.

2.2.2 Procedee si echipamente tehnologice pentru prepararea betonului

Ca variante tehnologice de preparare a betonului se utilizeaza:

- prepararea descentralizata, in incinta santierului, la lucrari de constructii cu volum mic (pana la 2000 m^3) si distanta de transport a betonului de 0 ... 1 km ;
- prepararea centralizata, in afara santierului, pentru prepararea de betoane, de diverse clase, in cazul volumelor mari de lucrari si transportul lor pe distante uzuale de 1 ... 30 km.

2.2.3 Conditii tehnice privind betonul preparat pe santier

Prepararea descentralizata (30...40 mii m3/an) se poate face, in functie de marimea santierului si de cantitatile si clasele de beton necesare, manual sau mecanizat.

Prepararea manuala este permisa pentru cantitati mici de betoane (maximum 1 m3) si de regula pentru betoane de clasa ≤C 8/10.

Prepararea mecanizata se poate face in doua variante tehnologice:

2.2.3.1 cu echipamente singulare, ce acopera potential procesul tehnologic de preparare, respectiv:

2.2.3.1.1 malaxoare cu cadere libera sau cu amestecare fortata (dozarea se realizeaza independent);

2.2.3.1.2 autobetoniere (dozarea se realizeaza independent);

2.2.3.1.3 miniautobetonierele cu autoincarcare (pot asigura si dozarea volumetrica).

2.2.3.2 cu centrale de santier, mobile sau demontabile, ce acopera potential toate componentele procesului tehnologic de preparare, inclusiv dozarea componentilor.

A Prepararea betonului cu echipamente singulare

Pentru dozarea componentelor betonului se au in vedere urmatoarele:

2.2.3.2.1 *dozarea agregatelor:* se poate face volumetric pentru lucrari izolate cu volum maxim de 500 m3 si pentru elemente de beton si beton armat avand clasa pana la C 8/10. In alte situatii, dozarea agregatelor se face gravimetric;

2.2.3.2.2 *dozarea cimentului:* se face volumetric; in cazul livrarii cimentului in saci, se permite ca acestia sa constituie unitati de masura pentru dozare.

2.2.3.2.3 *dozarea apei:* se face cu recipiente gradate pentru lucrarile avand volum redus de betoane.

In cazul in care se intrerupe prepararea betonului mai mult de o ora, este obligatoriu ca toba malaxorului sa fie spalata cu jet puternic de apa.

Descarcarea betonului preparat, din malaxor, se face intr-un buncar metalic de stocare intermediara, de unde este preluat prin cadere libera in mijloacele de transport sau de punere in lucrare. Este bine ca durata de mentinere a betonului in buncar sa nu depaseasca 15 min.

Pentru lucrarile de volum foarte redus, betonul se poate descarca intr-o cutie asezata pe sol in fata malaxorului, din care se incarca apoi in mijloacele de transport locale (roabe, tomberoane, vagonete, dumpere).

B Prepararea betoanelor in centrale de santier

Caracteristicile generale sunt urmatoarele:

- dozarea componentilor betonului se face gravimetric, admitandu-se abateri de cel mult ± 3% la agregate si ± 2 % la ciment;
- dozarea apei se face cu dozatoarele automate sau cu contoare atestate metrologic, abaterea maxima fiind de ± 2 %. Cantitatea de apa corespunzatoare unui amestec se corecteaza tinand seama de umiditatea agregatelor, astfel incat sa se respecte raportul *A/C;*

- dozarea aditivilor se face astfel incat sa se obtina reteta dorita de beton si tinand cont de tipul de aditivi folositi.

Ordinea de introducere a materialelor componente in malaxor se face conform prevederilor cartii tehnice a utilajului respectiv.

Durata de amestecare este de cel putin 30 min, prelungindu-se in urmatoarele cazuri:

- utilizare de aditivi sau adaosuri, conform indicatiilor de folosire a acestora;
- perioade de timp friguros;
- utilizare de agregate cu granule mai mari de 31 mm.

2.2.4 Conditii tehnice privind betonul preparat in statiile de betoane

Prepararea centralizata a betonului se face in centrale de beton stationare, cu capacitati de productie de 120... 160 mii m^3/an, care livreaza betonul sub forma de beton-marfa, in stare gata preparata conform prevederilor proiectantului (amestec de beton prescris sau proiectat, dupa caz).

Se au in vedere aceleasi conditii prezentate la punctul 4.2.1 B.

In momentul sosirii la santier a betonului preparat intr-o statie atestata, constructorul este obligat sa faca urmatoarele verificari:

2.2.4.1 Examinarea documentelor de transport, la fiecare transport, care trebuie sa contina urmatoarele date:

a) clasa betonului (tabelul 1.6);
b) cantitatea de beton livrata;
c) consistenta betonului proaspat (cap. 1);
d) ora prepararii;
e) alte date, daca sunt specificate prin proiect sau cerute de catre sau de catre constructor: tipul cimentului, dimensiunea maxima a granulei de agregat, tipul aditivilor si adaosurilor etc.

Verificari vizuale asupra betonului privind dimensiunea maxima a granulei de agregat, omogenitatea, lucrabilitatea etc. in cazul in care verificarile nu confirma calitatea dorita a betonului, acesta se refuza.

2.3 Conditii tehnice privind transportul betonului

2.3.1 Conditii tehnice si tehnologice generale

Indiferent de distanta la care se transporta betonul si de tipul mijlocului de transport folosit, operatia de transport se va face cu respectarea urmatoarelor reguli:

- Pastrarea intacta a compozitiei amestecului, evitandu-se introducerea unei cantitati suplimentare de apa (de ploaie sau din alte surse) sau pierderea unei cantitati de apa si de parte fina precum cimentul si nisipul fin (datorita neetanseitatii mijlocului de transport). in acest sens mijlocul de transport trebuie sa fie etans si sa aiba o suprafata neacoperita cat mai redusa:

- Asigurarea omogenitatii amestecului, evitandu-se aparitia segregarilor in timpul transportului sau/si descarcarii betonului. Aceste segregari se datoreaza socurilor sau vibratiilor, aparute in timpul transportului si descarcarii betonului si care depasind anumite limite, pot provoca invingerea frecarilor vascoase si ruperea coeziunii dintre granule. Astfel pot sa apara doua tipuri de segregari:

  - segregarea interioara care reprezinta tendinta de deplasare in jos a granulelor de agregat cu dimensiuni mari (cu raportul greutate/suprafata cel mai mare) in timpul transportului betonului;

  - segregarea exterioara care poate apare in timpul descarcarii betonului, cand inaltimea libera de cadere a acestuia depaseste o valoare maxima (stabilita in functie de consistenta betonului si de armarea elementelor de beton care se realizeaza) sau cand nu s-a adoptat un echipament tehnologic adecvat sau nu s-au respectat instructiunile tehnice de utilizare a acestuia;

- Reducerea la minimum a consumului de manopera si a manipularii (incarcari-descarcari) betonului, prin mecanizarea la maximum a acestor operatii. Astfel se evita modificarea compozitiei amestecului de beton proaspat, aparitia segregarilor, reducerea duratei de transport, scaderea costului etc.

- Limitarea duratei de transport la o valoare maxima, stabilita in functie de unii factori exteriori (temperatura, tipul mijlocului de transport) si de altii legati de compozitia amestecului de beton proaspat (cantitatea de apa de amestecare, raportul A/C, existenta unor aditivi, temperatura etc). Stabilirea duratei maxime de transport se face avandu-se in vedere ca operatiile de transport, punere in lucrare, compactarea si prelucrarea suprafetei betonului se pot efectua numai pana la inceperea prizei cimentului (determinata conform STAS 1759-88). Durata de transport se considera din momentul incarcarii mijlocului de transport pana la sfarsitul descarcarii acestuia. In tabelul 5.1 se prezinta valorile orientative ale duratei maxime de transport al betoanelor preparate cu cimenturi de clasa 32,5 si 42,5 si transportate cu autobetoniera. In cazul utilizarii unor aditivi intarzietori de priza sau in situatia transportului unor betoane cu temperaturi peste 30°C, durata maxima de transport va fi stabilita numai de catre un institut sau laborator de specialitate autorizat.

Tabel 2.2.1 Durata maxima de transport a betonului proaspat cu autobetoniera (prin asimilarea valorilor prezentate in codul de practica NE-012, tabel 12.1)

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

In conformitate cu prevederile emise de Inspectoratul de Stat in Constructii, transportul betonului proaspat cu autobasculanta si autoagitatorul nu mai este permis. Se recomanda transportul betonului cu autobetoniera atat pentru amestecul umed cat si pentru cel uscat indiferent de distanta.
Pentru cazuri de exceptie, utilizarea acestor sisteme de transport va trebui sa se efectueze in conformitate cu prevederile Codului de practica NE 012-2007.

2.3.2 Echipamente tehnologice pentru transportul betonului la distante mari

2.3.2.1 Cele mai utilizate mijloace de transport, in momentul de fata sunt autobetonierele. Autobetoniera se compune din:

2.3.2.1.1 autosasiul ce poate asigura deplasarea pe drumurile publice cu o viteza de pana la 60 km/ora;

2.3.2.1.2 toba rotitoare, in jurul unui ax inclinat fata de orizontala cu 10°-15°, prevazuta cu palete continui, in forma elicoidala in dublu sens, pentru amestecare si respectiv descarcare

2.3.2.1.3 instalatia de apa cu sistem de dozare cu pompare in toba, pentru prepararea amestecului umed pe parcurs sau la locul de punere in lucrare a betonului, in functie de distanta de transport, in cazul transportului amestecului uscat.

Unele tipuri de autobetoniere sunt amplasate pe semiremorca unui autotractor.

Autobetoniera poate fi folosita atat pentru transportul betonului preparat umed cat si uscat, (toti componentii, cu exceptia apei, amestecati in prealabil). In al doilea caz prepararea betonului umed, se face cu vehicolul in stationare la santier, prin adaugarea apei si amestecarea prin cadere libera, asigurand o turatie a tobei de 16-20 rot/min si o durata de amestecare stabilita anterior.

In acest scop autobetoniera este dotata cu echipamentul suplimentar alcatuit din rezervorul de apa (0,4 ÷ 1,0 m3), dozatorul de apa si aparatajul pentru controlul raportului A/C. Rezervorul de apa este dispus, perpendicular pe axul sasiului, intre cabina si toba malaxoare. Instalatia de apa serveste atat pentru asigurarea cantitatii de apa necesara pentru prepararea betonului proaspat, cat si pentru spalarea tobei dupa descarcarea betonului.

In cazul transportului betonului uscat, nu se limiteaza distanta de transport. Capacitatea uzuala a autobetonierelor este de 3 ÷ 6 m3. Se pot folosi si autobetoniere montate pe semiremorci avand capacitati de 9 ÷ 10 m3

La ora actuala se prefera transportul betonului proaspat (95% din cazuri), rolul autobetonierei fiind redus la acela de transport. Rezervorul de apa poate fi utilizat in acest caz pentru spalarea tobei si in nici un caz pentru introducerea unei cantitati suplimentare de apa in masa amestecului.

In cazul in care instructiunile tehnice de folosire a aditivilor (de exemplu superplastifianti) permit introducerea acestora in masa amestecului de beton proaspat aceasta se va face cu cateva minute inainte de descarcare continuand malaxarea cu circa 60 ÷ 90 de secunde.

2.3.2.2 Autobetoniere cu constructie speciala

Autobetonierele cu constructie speciala sunt:

A. Miniautobetoniere cu autoincarcare - prevazute cu un sasiu pe pneuri, de constructie speciala (viteza de deplasare de maximum 25 km/ora), toba prevazuta cu palete si avand capacitatea utila de 1÷1,5 m3 sistem de descarcare prin inversarea sensului de rotatie a tobei, echipament cu cupa, actionat hidrostatic, pentru dozarea volumetrica si incarcarea agregatelor si a cimentului si instalatie de apa prevazuta cu pompa si dozator volumetric de tip debitmetru.

Dozarea volumetrica in cupa a agregatelor si cimentului recomanda folosirea acestui tip de autobetoniera numai pentru prepararea unor betoane de clasa inferioara (maximum C 8/10).

B. Autobetoniere cu pompa de beton - construite cu sau fara brat pliabil rotitor amplasat intre cabina si rezervorul de apa si folosite pentru transportul de aprovizionare si punerea in lucrare a betonului (cand cantitatea de beton pusa in lucrare nu depaseste capacitatea autobetonierei).

- *Autobetonierele cu pompa de beton cu brat pliabil* - recomandate pentru transportul betonului umed, turnarea acestuia putandu-se realiza de regula, pe o inaltime maxima de 21 m, la cel mult 11 m adancime sub nivelul de stationare si pe o raza (in plan orizontal) de

pana la 17 m.

- *Autobetonierele cu pompa de beton fara brat pliabil* - folosite pentru transportul amestecului umed pana in apropierea locului de punere in lucrare a betonului, unde urmeaza sa fie racordate la sistemul de conducte orizontale (de regula maxim 200 m) si pe verticala (de regula 100 m) pentru transportul si turnarea acestuia.

C. Autobetonierele cu transportoare cu banda - au montata o banda transportoare articulata, din trei elemente pliabile, cu lungimea desfasurata de maximum 18 m, folosita pentru transportul si punerea in lucrare a betonului. Transportul betonului se poate realiza, de regula, pana la o adancime de maximum 2 m, pana la o inaltime de maximum 7 m si pe o raza de actiune pe orizontala de maximum 13 m. Betonul transportat trebuie sa aiba clasa de consistenta T3, respectiv o tasare a conului de 63 - 76 mm.

2.3.3. Echipamente tehnologice pentru transportul betonului la distante mari (in incinta santierului) si pentru turnarea betonului

2.3.3.1 *Roabe* – cu capacitatea de 80 ... 120 l (0,08 ... 0,12 m3) necesita existenta unei podine de circulatie, avand latimea de minim 600 mm, rampe de maxim 4 %, pante de maxim 12 % si lunginea pana la 70 m;

2.3.3.2 *Tomberoane* – au capacitatea de 120 ... 200 l (0,12 ... 0,20 m3) necesita existenta unei podine pentru circulatie avand latimea de minim 1,340 m, rampa de maxim 4 %, pante de maxim 12 % si lungimi pana la 150 m;

2.3.3.4 *Benele pentru beton* de constructie metalica, din otel sau chiar aluminiu, sunt folosite pentru transportul si turnarea betonului prin suspendarea la carligul unui echipament de ridicat.

Selectarea tipului de bena folosita se face in functie de urmatoarele criterii:

2.3.3.5 dimensiunile, forma si pozitia elementului turnat;

2.3.3.6 accesibilitatea la locul de turnare, prin inaltimea de cadere libera a betonului;

2.3.3.7 capacitatea mijlocului de ridicare folosit;

Benele pot avea diferite forme constructive:

2.3.3.8 cilindro-conica cu ax vertical (descarcare centrala) sau inclinat, (descarcare laterala);

2.3.3.9 tronconica;

2.3.3.10 rectangulara;

2.3.3.11 in forma de papuc.

Incarcarea benelor cu beton se poate face in pozitie verticala (primele trei forme) sau orizontala (benele papuc, basculante).

Benele cu incarcare in pozitie verticala pot fi prevazute cu furtun.

Corelarea capacitatii benelor cu parametrii tehnologici ai macaralelor se poate face tinand cont de caracteristicile prezentate in tabelul 5.2

Tabelul 2.2.2 Caracetristici tehnice pentru bene (cap. 13 111. Bibliografie pct.M)

Caracteristici	UM	Domenii de marimi pe tipuri standard

CAPACITATE GEOMETRICA	m3	0,35	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00
GREUTATE DE CONSTRUCTIE	kN	1,0-3,0	2,0-3,0	2,0-3,3	3,3-4,3	4,5-6,0	5,7-8,0

GREUTATE LA INCARCAREA MAXIMA	kN	9,0-11,0	13,0-14,0	18,50-19,8	25,0 ^-26,5	37,5-39,0	50,0-52,0

- Utilizarea unor tuburi sau furtune de turnare amplasate la iesirea din bena, cu diametre standard de 200 mm si lungimi de 1,5 m sau mai mult;
- Benele trebuie sa fie etanse, pentru a evita modificarea compozitiei betonului.

2.3.4 Jgheaburi pentru transportul si turnarea betonului- realizate din tronsoane de scanduri sau dulapi geluiti si este de preferat sa fie protejate cu tabla zincata, din otel sau din polimeri avand lungimea de cca. 2,00 m si sectiunea transversala in forma circulara sau dreptunghiulara, montate cu un unghi fata de orizontala de maximum 30° si avand o diferenta de nivel de maximum 2,5 m.

2.3.5 Burlane pentru transportul si turnarea betonului (hoboti) realizate din tronsoane de forma tronconica, din tabla de otel sau polimeri, montate cu baza mare in sus, suprapus si articulat intre ele, avand diametrul mediu de cca. 350 mm si lungimea de cca. 1000 mm. Se realizeaza de regula, din maximum 8 tronsoane si avand posibilitatea de distribuire a betonului la o distanta de maximum 2,00 m fata de axul vertical al lui (functie de numarul de tronsoane din care este realizat).

2.3.6 Transportoarele cu banda pentru beton - folosite pentru transportul si, de preferat, turnarea betonului, cu respectarea urmatoarelor conditii tehnice:

- inaltimea maxima de transport 10 m;
- adancimea maxima de transport 2 m;
- raza de actiune pe orizontala maximum 13 m;
- unghiul de inclinare al benzii fata de orizontala maximum 30°;
- viteza de deplasare a covorului benzii 2,8-2,9 m/s;
- prevederea unui paravan de retinere la capatul de descarcare;
- clasa de consistenta a betonului transportat T^, respectiv tasarea 63 -76 mm.

2.3.7 Transportul prin conducte folosind pomparea

Aceasta tehnologie este cea mai moderna si cea mai utilizata, prezentand multe avantaje dar si unele dezavantaje, aplicarea acesteia trebuind sa fie facuta cu respectarea stricta a unor conditii tehnologice generale dar si a unora specifice fiecarui echipament tehnologic utilizat.

A. Conditii tehnologice, legate de alcatuirea constructiei, avute in vedere la selectarea pompelor de beton Alegerea pompelor de beton, tinand seama de caracteristicile referitoare la performantele de transport pe orizontala si pe verticala si la capacitatea de pompare este influentata de pozitia locului de
turnare a betonului astfel:

a) constructii dezvoltate sub nivelul de stationare al utilajului: influenteaza asupra adancimii de turnare;
b) constructii dezvoltate pe orizontala: influenteaza asupra razei de lucru;
c) constructii dezvoltate deasupra nivelulului de stationare al utilajului: influenteaza asupra inaltimii de turnare;

cantitatea de beton turnata

B. *Conditii tehnologice, legate de compozitia betonului, avute in vedere la selectarea pompelor de beton*
Pompabilitatea betonului este proprietatea acestuia de a fi transportat prin conducte, sub presiune, fara a se dezamesteca, pastrand o coeziune buna la turnare.
Betoanele turnate cu ajutorul pompelor si autopompelor de beton trebuie sa indeplineasca anumite conditii, privind proiectarea compozitiei, in conformitate cu cap. 6.2.1 B.

C. La punerea in opera a betoanelor pompate, in functie de mediu si de complexitatea lucrarii se vor lua toate masurile in asa fel incat:

a) inainte de inceperea pomparii, conductele sa fie amorsate cu o pasta de ciment, avand compozitia de; 2 parti ciment + 1 parte apa (in unitati de masa);
b) procesul de pompare sa se desfasoare confinuu, fara intreruperi care pot favoriza blocarea betonului in conducte;
c) dupa terminarea transportului betonului, instalatia sa se curete prin spalare cu apa, folosind si

dispozitive stergatoare (dopuri de cauciuc si hartie, sfere de cauciuc spongios etc);

d) inaltimea libera de cadere a betonului sa se limiteze la maximum 0,5 m;
e) realizarea elementelor de beton din mai multe straturi succesive, fiecare avand grosimea de maximum 0,4 m;
f) betonul turnat se va compacta numai prin vibrare

Tipuri de pompe de beton:

- *stationare* - cu productivitate ridicata (pana la 150 m3/h), distanta de transport mare (pana la 450 m pe orizontala si pana la 150 m pe verticala);
- *montate pe sasiuri auto* (autopompe) - cu productivitate mica, medie si mare (pana la 150 m3/h), distante de transport mici si medii (pana la 60 m pe orizontala si pana la 65 m pe verticala).

Alegerea pompei de beton se face in functie de puterea acesteia care trebuie sa fie cel putin egala cu puterea efectiva stabilita analitic functie de:

- productivitatea necesara;
- distanta de transport pe orizontala;
- distanta de transport pe verticala;
- numarul de coturi si unghiul lor;
- consistenta betonului proaspat;
- diametrul interior al conductei de transport al betonului etc.

2.4 Conditii tehnice privind turnarea betonului

Ansamblul de masuri care trebuie luate pentru punerea in opera a betonului este determinat si conditionat de urmatorii factori importanti:

- pozitia elementului in ansamblul constructiei;
- dimensiunile si forma elementului;
- caracteristicile betonului;
- viteza de turnare a betonului;
- tehnologia adoptata pentru compactarea betonului

In aceste conditii, sunt necesare unele lucrari pregatitoare la statia de betoane, la obiect, precum si unele verificari la elementele de constructii.

2.4.1 Lucrari pregatitoare la statia de betoane

Masuri referitoare la beton:

- emiterea din timp a comenzii, a programului si precizarea ritmului de livrare a betonului, precum si obiectul (partea de structura la care urmeaza a se folosi);
- in comanda de beton se vor inscrie: clasa de rezistenta a betonului, dimensiunea maxima a granulei agregatelor, consistenta betonului proaspat si cantitatea, iar daca este cazul detalii

privind compozitia betonului (ex. raportul A/C maxim, tipul si dozajul minim de ciment) si alte conditii speciale (conditii de expunere, grad de impermeabilitate, grad de gelivitate etc).

2.4.2 Lucrari pregatitoare la obiect

a) Se stabilesc mijloacele de transport de la locul de preparare la obiect (daca este cazul) si mijloacele de transport in cadrul obiectului (pe verticala si orizontala);

b) Se elaboreaza procedura pentru betonarea obiectului, stabilindu-se si dimensionandu-se urmatoarele elemente

- pozitia rosturilor de lucru;
- etapizarea betonarii pe elemente de constructie;
- viteza cu care se va introduce betonul in diferite elemente;
- alcatuirea schelelor, pozitionarea podinelor de circulatie pentru turnarea betonului, accesul muncitorilor la punctul de turnare;
- echipamentul tehnologic necesar.

c) Se analizeaza si se stabilesc mijloacele necesare pentru compactarea diferitelor elemente de constructii care se betoneaza in functie de:

- tipul si numarul dispozitivelor de vibrare
- distantele la care trebuie introdus pervibratorul sau pozitiile de fixare a vibratoarelor de cofraj;
- locurile (ferestrele) de acces pentru realizarea turnarii si pentru introducerea vibratoarelor (daca este cazul);
- ordinea de vibrare;
- durata de vibrare.

d) Se stabilesc mijloacele necesare pentru protejarea betonului in functie de conditiile de clima, in perioada de turnare si intarire a betonului pentru a se impiedica uscarea rapida a betonului proaspat, efectul intemperiilor si efectul mecanic al vibratiilor:

- in conditii normale de clima si de lucru;
- pe timp ploios;
- in conditii de canicula sau insorire puternica;
- pe timp friguros.

e) Se asigura conditiile si mijloacele pentru prelevarea probelor precizandu-se:

- tipul probelor;
- numarul probelor;
- locul de unde vor trebui recoltate probele.

f) Se asigura masurile de tehnica securitatii muncii si P.S.I. specifice pentru fiecare faza a betonarii;

g) Se asigura masurile tehnice si organizatorice pentru realizarea lucrarii, inclusiv verificarea echipamentelor tehnologice;

- numirea persoanei care va coordona si supraveghea permanent betonarea (coordonatorul tehnic al lucrarii/sef punct de lucru) si a persoanei care va controla calitatea executiei lucrarilor (din cadrul compartimentului de control al calitatii -CQ - care trebuie sa fie autorizata conform legislatiei in vigoare);
- asigurarea cu forta de munca corespunzatoare, calificata pentru betonare si pentru transportul betonului;
- asigurarea echipamentelor tehnologice (utilajelor, sculelor si dispozitivelor) ca numar si caracteristici specificate, daca este cazul, in fisele tehnologice; h)

h) Se verifica cofrajele:

- amplasarea corecta; o dimensiunile in plan; o cota de nivel;
- planeitatea, orizontalitatea sau verticalitatea (daca este cazul);
- etanseitatea;
- starea de curatare;
- prinderea, sustinerea si rigidizarea lor

i) Se verifica armaturile:

- tipul otelului;
- diametrul barelor;
- distanta dintre bare/numarul barelor;
- modul de fasonare;
- pozitionarea;
- sistemul de prindere a barelor intre ele;
- distantierii.
- starea de curatare;
- proces-verbal de lucrari ascunse.

j) In cazul in care, de la montarea si receptionarea armaturii, a trecut o perioada indelungata (peste 6 luni) este necesara o noua inspectare a starii armaturii de catre o comisie alcatuita din beneficiar, executant, proiectant si reprezentantul ISC care va decide oportunitatea expertizarii starii armaturii de catre un expert sau un institut de specialitate si va dispune efectuarea ei; in orice caz, daca se constata prezenta ruginei neaderente, armatura - dupa

curatare - nu trebuie sa prezinte o reducere a sectiunii sub abaterea minima prevazuta in standardele de produs; se va proceda apoi la o noua receptie calitativa;

k) Se asigura posibilitatea spalarii utilajelor de transport si punere in opera a betonului;

l) Se verifica suprafetele de beton turnat anterior si intarit, care vor veni in contact cu betonul proaspat; acestea se vor curata de pojghita de lapte de ciment (sau de impuritati); suprafetele nu trebuie sa prezinte zone necompactate sau segregate si trebuie sa aiba rugozitatea necesara asigurarii unei bune legaturi intre cele doua betoane;

m) Se asigura masurile de dirijare a apelor provenite din precipitatii, astfel incat acestea sa nu se acumuleze in zonele ce urmeaza a se betona;

n) Se iau toate masurile care se impun pentru prelucrarea suprafetei betonului de la rosturile de turnare in vederea reluarii betonarii;

o) Se obtine acceptarea de catre beneficiar a procedurii pentru betonare (mentionata si in fisa tehnologica de betonare);

p) Se va obtine si consemna aprobarea inceperii betonarii de catre: responsabilul tehnic cu executia, reprezentantul beneficiarului si in cazul fazelor determinante proiectantul, reprezentantul ISC, in conformitate cu prevederile programului de control al calitatii lucrarilor - stabilite prin contract;

q) Aprobarea inceperii betonarii trebuie sa fie reconfirmata, pe baza unor noi verificari, in cazurile in care:

- au intervenit evenimente de natura sa modifice situatia constatata la data aprobarii (intemperii, accidente, reluarea activitatii la lucrari sistate si neconservate);
- betonarea nu a inceput in intervalul de 7 zile, de la data aprobarii.

r) Betonarea elementelor de constructii va fi condusa de conducatorul tehnic al punctului de lucru care va fi permanent la locul de turnare si va supraveghea respectarea prevederilor din fisa tehnologica, procedura tehnica de executie a lucrarii, caietul de sarcini si prescriptiile tehnice in vigoare.

2.4.3 Turnarea betonului

2.4.3.1 Tehnologie si echipamente tehnologice

A. *Turnarea betonului cu bena:*

Benele pot fi:

- bene basculante cu descarcare laterala, cu capacitatea de 0,6... 1,5 m3
- bene cu furtun, nebasculante de forma conica, cu capacitatea de 0,35 ... 2,25 m3;
- bene papuc cu capacitatea de 0,8... 1,00 m3.

Folosirea benelor permite deplasarea betonului cu un minim de transbordari si cu manopera redusa; folosirea lor este legata de dotarea santierului cu macarale-turn, care sa acopere intreaga suprafata pe care urmeaza a se pune in opera betonul.

Pentru a fi corespunzatoare, benele trebuie sa nu permita scurgerea laptelui de ciment din beton, sa aiba o greutate proprie cat mai redusa, sa permita descarcarea treptata a betonului, evitand in acest mod socurile asupra macaralei si asupra cofrajelor, sa poata fi manevrate si curatite cu usurinta.

Incarcarea benelor se face direct din mijlocul de transport; se pot incarca cate doua bene sau mai multe, asezate in raza de actiune a macaralei; urmeaza ridicarea benei cu macaraua in mod lent, pana ajunge in pozitia verticala si apoi descarcarea betonului din bena direct in elementele constructiei prin rotirea dispozitivului de inchidere; se apropie jgheabul benei de cofrajul elementului si se descarca betonul in cantitati corespunzatoare indicatiilor din fisa tehnologica, deplasand bena in lungul elementului; in cazul benelor prevazute cu furtun, acesta se introduce in cofraj astfel incat sa se reduca cat mai mult inaltimea de cadere a betonului.

B. *Beton turnat prin pompare*

B1. Compozitia betonului

Clasele de beton recomandate pentru realizarea in mod curent prin acest procedeu de punere in opera sunt C 8/10...C 20/25. Pomparea betoanelor de alta clasa situata in afara acestui domeniu se va face numai dupa efectuarea unor incercari experimentale preliminare care sa dovedeasca aplicabilitatea procedeului.

Materialele utilizate pentru prepararea betonului turnat prin pompare trebuie sa fie dozate si amestecate corespunzator procedeului. Continutul in parti fine (ciment+agregate mai mici de 0,2 mm) se recomanda sa fie de minimum 350 kg/m3. In general, fractiunea fina mai mica de 0,2 mm se recomanda sa fie in proportie de (15-30)% fata de masa betonului. Dimensiunea maxima a agregatelor va fi limitata la 1/3 din diametrul conductei de refulare; in cazul agregatelor bine rotunjite se poate admite ca dimensiunea maxima a agregatelor sa fie 40% din diametrul conductei.

La prepararea betoanelor pompate este obligatorie folosirea aditivilor plastifianti sau superplastifianti.

Consistenta betonului proaspat trebuie sa fie uniforma pentru a realiza o pompare fluenta a betonului; in general, se recomanda ca tasarea betonului proaspat sa aiba urmatoarele valori:

- max. 120 mm, pentru betoane cu aditivi plastifianti;
- max. 180 mm, pentru betoane cu aditivi superplastifianti.

B2. Punerea in lucrare a betonului pompat

Locul statiei de pompare se alege astfel ca sa permita:

- accesul in flux continuu al autptransportoarelor pentru alimentare cu beton,
- distanta minima fata de punctul de lucru;
- asigurarea gabaritelor pentru statia de pompare si autoagitator in diferite pozitii.

Inainte de pompare conductele se amorseaza introducandu-se in ele prin pompare 120 - 200 l pasta de ciment sau mortar cu dozaj minim de ciment de 300 kg ciment/m3.

Pentru a se realiza un flux continuu de beton este necesara asigurarea numarului de autoagitatoare active, in corelare cu capacitatea statiei de betoane si cu capacitatea pompei de beton, in conditiile locale de lucru.

Pentru asigurarea diferentei de nivel necesare descarcarii usoare a betonului din

autoagitatoare in palnia de alimentare a pompei de beton se amenajeaza platforme sau rampe mobile sau fixe.

Pozitia relativa pe verticala si orizontala, a platformei sau rampei de descarcare, a autoagitatoarelor fata de pompa de beton se stabileste astfel incat sa se asigure realizarea concomitenta a urmatoarelor conditii;

- jgheabul autoagitatorului sa poata fi fixat cu inclinare maxima;
- autoagitatorul si pompa de beton sa fie axate pe aceeasi treapta;
- descarcarea in jgheab sa se faca in centrul gratarului palniei de alimentare a pompei de beton.

In cazul in care, din conditiile de deplasare a pompei de beton, in raport cu platforma sau rampa de descarcare a autoagitatoarelor, ar rezulta necesitatea intercalarii unui jgheab suplimentar de descarcare a betonului, acesta va fi metalic sau din lemn captusit cu tabla, cu inclinare cel putin egala cu inclinarea maxima a jgheabului autoagitatorului; jgheabul suplimentar va fi mentinut permanent curat, prin stergere dupa fiecare alimentare si prin spalare cu jet de apa la intervale maxime de l½ h; gratarul si palnia pompei de beton vor fi mentinute permanent curate, prin stergere, dupa fiecare alimentare si prin spalare cu jet de apa, la intervalele de spalare ale intregului sistem pompa-conducte de refulare.

In cazul folosirii unei pompe de beton stationare, pozitia acesteia si traseul conductei de refulare a betonului se va stabili in raport cu frontul de betonare si cu cantitatile zilnice care urmeaza a fi puse in lucrare, tinand seama de urmatoarele conditii:

- se adopta traseul cel mai scurt posibil limitandu-se sinuozitatile la cele strict necesare, pentru reducerea la minimum a frecarilor pe conducta de refulare;
- prima portiune din conducta de refulare, de cel putin 5-6 m, se monteaza orizontal si pe cat posibil in linie dreapta;
- la transportul pe inaltime, conducta de refulare se monteaza vertical si nu inclinat
- in cazul unui transport ascendent pe verticala, portiunea orizontala din conducta de refulare, intre pompa de beton si conducta verticala, va fi suficient de mare, sau cu coturi astfel incat frecarea betonului de peretii conductei de refulare sa echilibreze greutatea coloanei verticale de beton.

In cazul unui transport pe orizontala, se asigura urmatoarele masuri:

- sprijinirea conductei de refulare si consolidarea fiecarui punct de imbinare, pentru a se inlatura posibilitatea aparitiei unor neetansari;
- organizarea operatiilor de punere in opera a betonului prin retragerea pompei de beton, astfel incat manipularea conductei de refulare sa se rezume la demontarea succesiva a tronsoanelor de conducta, pe masura ce nu mai sunt necesare
- alcatuirea ultimei portiuni a conductei de refulare dintr-un tub flexibil, care sa permita repartizarea betonului direct la locurile de punere in lucrare, fara curbari bruste ale tubului flexibil, care sa obtureze sectiunea acestuia.

In cazul folosirii unei *pompe de beton mobile cu brat,* succesiunea pozitiilor acesteia se stabileste potrivit fronturilor de lucru, astfel incat turnarea betonului sa se poata face direct la locul de punere in opera; domeniul de utilizare: constructii cu inaltimea pana la 30 m si raza de actiune pana la 20 m.

Turnarea betonului cu *autopompa cu brat distribuitor fara conducte de prelungire*

- se utilizeaza la:
- betonarea infrastructurilor cu adancimea de 3-6 m;

- fundatii de subsoluri adanci si radiere;
- betonarea suprastructurilor cu inaltimea pana la 15 m (hale industriale si agrozootehnice, parter sau etajate)
  - la elaborarea fisei tehnologice de executie a betonarii se au in vedere:
    - amplasamentul optim al autopompei fata de constructie;
    - suprafetele active maxime acoperite de bratul distribuitor;
    - variatia productivitatii autopompei in functie de presiunea medie a stratului de beton si de tipul autobetonierelor care alimenteaza cu beton autopompa.

2.4.3.1 *Reguli tehnologice fundamentale la punerea in lucrare a betonului*

Betonul trebuie turnat in maximum 15 minute de la aducerea acestuia la locul de punere in opera, pentru a se asigura terminarea tuturor operatiilor (inclusiv compactarea si netezirea) inainte de a incepe priza cimentului; in cazul in care durata transportului este mai mica de 1 h se poate admite ca acest interval sa fie de cca. 30 minute.

La locul de punere in lucrare betonul se descarca in mijloace special amenajate (bene, pompe de beton, benzi transportoare, jgheaburi) sau direct in lucrare, fiind interzisa cu desavarsire descarcarea direct pe pamant.

Daca betonul adus la locul de punere in opera prezinta segregari, acesta trebuie reamestecat inainte de turnare pana isi recapata omogenitatea, fara a se adauga apa.

Se verifica de catre laboratorul santierului lucrabilitatea betonului; daca acesta nu se incadreaza in limitele de consistenta admisibile (Anexa 1.4, tabelul 1.4.3. NE 012-2007) se vor lua urmatoarele masuri:

2.4.3.1.1 se corecteaza daca este prea mica;
2.4.3.1.2 se refuza transportul de beton daca este prea mare

Pentru imbunatatirea lucrabilitatii se poate folosi un aditiv plastifiant/superplastifiant pe baza datelor stabilite de laborator.

Betonul trebuie raspandit uniform si in straturi cu grosimea de 30-50 cm, in functie de conditiile de compactare, fiind interzisa intinderea betonului prin tragere sau azvarlire cu lopata la distante mai mari de 1,5 m.

Descarcarea betonului pe suprafata unui element care se betoneaza trebuie facuta intotdeauna in sens invers celui care se inainteaza cu betonarea; in caz contrar apare pericolul segregarii iar betonistii vor deranja betonul prin calcare.

Betonul se vibreaza prin procedee mecanice sau manuale (in cazuri speciale) astfel incat sa se asigure umplerea completa a cofrajului; o atentie deosebita trebuie acordata elementelor cu sectiuni mici, zonelor cu armaturi dese si zonelor unde armaturile sunt innadite, fiind recomandabila indesarea laterala a betonului cu sipci sau vergele de otel-beton, concomitent cu vibrarea lui, pentru a se evita formarea de cuiburi sau goluri prin aglomerarea agregatelor mari. Cand aceste masuri nu sunt suficiente, se vor crea posibilitati de acces lateral al betonului prin spatii care sa permita si patrunderea vibratorului, se vor utiliza betoane cu o compozitie stabilita cu atentie (dimensiunea maxima a granulei de agregat redusa, aditivi superplastifianti etc.) si

pervibratoare cu lance.

Este interzisa strambarea sau deplasarea armaturilor fata de pozitia din proiect; o atentie deosebita se va acorda armaturii dispuse la partea superioara a placilor in consola (daca totusi se produc asemenea defecte, ele trebuie corectate imediat, chiar in timpul betonarii).

Se va urmari cu atentie inglobarea completa in beton a armaturilor respectandu-se grosimea straturilor de acoperire conform prevederilor proiectului si fisei tehnologice de betonare a elementului.

In timpul betonarii nu trebuie sa se produca socuri sau vibratii in armatura (prin ciocanire, scuturare, circulatie sau prin asezarea vibratorului pe armaturi) care pot impiedica realizarea aderentei intre beton si armatura

In timpul betonarii, muncitorii si utilajele de transport vor circula pe podine speciale, care sa nu reazeme pe armaturi, fiind interzisa circulatia direct pe armaturi, pe cofraje sau pe zonele de beton proaspat turnat.

In cazul unor eventuale deplasari sau deformari ale cofrajului aparute in timpul betonarii, aceasta trebuie intrerupta, iar remedierea defectiunilor va trebui facuta inainte ca cimentul sa intre in priza.

Instalarea podinelor pentru circulatia lucratorilor si a mijloacelor de transport pe planseele betonate, precum si depozitarea pe ele a schelelor, cofrajelor si armaturilor pentru etajele superioare este permisa numai dupa

24-48 h de la realizarea acestora (in functie de temperatura si de tipul cimentului utilizat)

Betonarea se va face continuu pana la rosturile de lucru prevazute in proiect sau in fisa tehnologica - aprobata de proiectant si beneficiar.

Durata maxima admisa a intreruperilor in timpul betonarii nu trebuie sa depaseasca timpul de incepere a prizei betonului. Aceasta durata se poate considera, orientativ, de 2 h de la prepararea betonului pentru cimenturile cu adaosuri si 1,5 h pentru cele fara adaos, insa ea se va stabili concret in functie de temperatura betonului, compozitia betonului si mijlocul de transport utilizat. Daca intreruperea de betonare este mai mare, reluarea turnarii este permisa numai dupa pregatirea corespunzatoare a suprafetelor rosturilor. Se interzice crearea de rosturi de turnare in alta parte decat in pozitiile indicate in proiect sau in fisa tehnologica.

Inainte de a incepe betonarea este obligatorie verificarea si receptionarea armaturii si a cofrajului.

2.4.3.3 Betonarea diferitelor elemente si parti de constructie

A. Turnarea betonului in fundatii

- Inainte de turnarea betonului, se vor sapa manual cei 10÷20 cm de pamant, pentru a se ajunge la cota de fundare prevazuta in proiect;
- Se curata fundul sapaturii (daca este cazul);
- Se uda cofrajele (daca este cazul);

- In cazul compactarii manuale, betonul se toarna in straturi longitudinale avand grosimea de 15 - 20 cm, iar in cazul in care compactarea se executa prin vibrare in straturi avand grosimea de 30- 40 cm;
- Betonul poate fi turnat direct prin cadere libera pana la inaltimea de 1,00 m; pentru inaltimi mai mari se vor folosi jgheaburi, burlane, bene etc;
- Turnarea si compactarea straturilor de beton se executa succesiv si continuu, pana se betoneaza intreaga fundatie. Suprafetele straturilor intermediare nu se niveleaza. Ultimul strat se netezeste dupa terminarea compactarii.

A1. Betonarea fundatiilor pe talpi continue din beton simplu

- Se toarna betonul, de preferat, fara intreruperi;
- Daca este necesar, betonarea se poate intrerupe la 45° pentru a se asigura o buna legatura cu betonul care urmeaza a fi turnat;
- In situatia in care fundatia se continua deasupra terenului cu soclu acesta se toarna intr-un cofraj alcatuit din doua siruri de panouri montate de o parte si de alta a fundatiei; daca panourile de cofraj au inaltimea soclului, fata betonului din ultimul strat se trage cu dreptarul rezemat pe canturile panourilor iar betonul se toarna pana la partea superioara a panourilor; daca panourile de cofraj sunt mai inalte decat soclul, dreptarul trebuie asezat pe sipci de ghidare prinse la interior pe peretii cofrajului, iar betonul se toarna pana la

nivelul necesar marcat pe panoul de cofraj prin cuie si sfoara;

- Daca pamantul este slab sau de umplutura si fundatiile nu se pot turna direct in santurile sapate, corpul fundatiei se executa - ca si soclurile - in cofraje.

A2 Betonarea fundatiilor din beton armat

- Inainte de inceperea turnarii se curata cofrajele, armaturile si betonul simplu de suport (este interzisa turnarea betonului direct pe pamant);
- Cu 2...3 ore inainte si imediat inainte de turnarea betonului, cofrajele si betonul de egalizare se uda bine cu apa;
- Betonul se va turna in straturi si se va compacta prin vibrare sau manual, prin indesare cu vergele metalice sau sipci de lemn si prin baterea cofrajului cu ciocanul din lemn; se va acorda o atentie deosebita compactarii betonului in colturile cofrajului;
- Betonul trebuie turnat continuu, fara intreruperi, pe inaltimea sectiunii; de aceea cofrajele inimilor sectiunilor in forma de "T" trebuie montate inainte de inceperea turnarii betonului;
- In cazul fundatiilor continui, betonarea se va face in sens longitudinal, iar daca ea trebuie oprita aceasta se va face la un unghi de 90°;
- Pe parcursul betonarii se vor lua toate masurile necesare pentru a asigura pozitionarea corecta a pieselor inglobate (mustati, placute metalice, cutii sau rame pentru goluri etc.);
- In cazul betonarii radierelor aceasta se va face fara intrerupere, asigurand ca inaltimea de cadere libera a betonului pana la fata superioara a cofrajului sa nu depaseasca 1 m si ca turnarea unui strat nou sa se realizeze inainte de inceperea prizei betonului turnat in stratul anterior; compactarea betonului se va realiza numai prin vibrare;
- Dupa terminarea operatiilor de turnare si compactare pe toata inaltimea fundatiei, fata superioara a betonului se niveleaza cu dreptarul

B. *Turnarea betonului in stalpi si pereti*

- Inainte de inceperea turnarii betonului in stalpi se va verifica daca pe fundul cofrajelor

stalpilor nu exista ramasite de lemn, daca betonul de la baza stalpilor a fost bine spalat si nu mai exista nici un fel de impuritati; numai dupa ce sunt indeplinite aceste conditii se poate fixa capacul de vizitare la baza stalpului penfru a se incepe betonarea;

- Inainte de turnarea betonului (cu 2÷3 ore inainte si imediat inainte de turnare), cofrajele se vor uda bine cu apa; apa acumulata la baza se va indeparta; este indicat ca la baza stalpilor sa se toarne un strat de mortar de ciment cu grosimea de cca. 50 mm si avand o marca superioara clasei betonului care urmeaza sa fie turnat;
- Inaltimea de cadere libera a betonului nu trebuie sa fie mai mare de 1,00 m;
- Betonarea se face in straturi orizontale de 30-50 cm inaltime; acoperirea cu un strat nou trebuie sa se faca inainte de inceperea prizei cimentului din betonul stratului inferior; determinarea inaltimii stratului se face exact, tinand seama de mijloacele folosite la compactare (in cazul utilizarii pervibratorului, grosimea stratului nu trebuie sa depaseasca ¾ din lungimea buteliei - carcasei acestuia);
- Pentru stalpi cu sectiunea mai mica decat 30x30 cm se prevad in peretii laterali ai cofrajelor, la distanta de 1 m, ferestre prin care se introduce betonul; in momentul in care betonul s-a turnat pana la nivelul feresfrei aceasta se va cofra, se va fixa bine si turnarea se va continua prin fereastra superioara; in cazul in care in dreptul feresfrei se prevede un cofraj cu buzunar, fundul acestuia se va realiza numai orizontal;
- Cand betonul se toarna cu pompa sau cu bena cu furtun, furtunul flexibil se introduce in cofrajul stalpilor cat mai aproape de nivelul de turnare dar la o distanta maxima de 1,5 m fata acesta; pentru vibrare se prevad in cofraj ferestre prin care se introduc vibratoarele;
- La introducerea betonului in cofraje se urmareste ca acesta sa fie dirijat cat mai vertical si spre centrul cofrajului; pentru aceasta se pot ufiliza in unele cazuri burlane cu palnii;
- In cazul compactarii manuale a betonului in stalpi, acesta se indeasa cu o vergea metalica sau cu o sipca; carcasa de armatura se va scutura periodic, cu grija, pentru ca betonul sa intre in spatiul dintre armatura si cofraj, simultan cu baterea la exterior a cofrajului cu ajutorul unui ciocan din lemn (operatie care trebuie efectuata sub nivelul betonului turnat);
- In samburii prevazuti in zidaria executata sub forma de strepi, betonul trebuie turnat in straturi avand grosimea de cca. 30 cm care se vor compacta, numai manual, astfel incat betonul sa umple complet golurile dintre strepi pentru a se realiza o buna legatura cu zidaria.

C. Turnarea betonului in plansee (placi si grinzi)

- Inainte de inceperea turnarii betonului in plansee se va verifica daca fundul cofrajelor este curat;
- Inainte de turnarea betonului (cu 2÷3 ore inainte si imediat inainte de turnare), cofrajele se vor uda bine cu apa; apa acumulata la baza se va indeparta;
- Turnarea betonului in placi si grinzi se poate face numai dupa 1-2 ore de la terminarea turnarii betonului in stalpii sau peretii pe care acestea reazema pentru a se asigura incheierea procesului de tasare a betonului proaspat (care poate sa ajunga pana la 2% din inaltimea acestuia), iar in cazul in care aceasta nu se poate realiza, se vor prevedea rosturi de turnare a caror pozitie va fi stabilita si indicata in fisa tehnologica intocmita anterior;
- Planseele, este de preferat, sa se betoneze continuu, fara intreruperi;
- In timpul betonarii, personalul va circula pe podine de lucru, special amenajate evitandu-se calcarea armaturilor; daca nu se poate evita calcarea armaturii, este indicat sa se

calce pe armatura grinzilor si a nervurilor (care, fiind mai groasa, nu se va deforma) sau in mijlocul panourilor de plasa, acolo unde, in mod obisnuit, nu sunt prevazute :armaturi la partea superioara;

- Daca in timpul betonarii au loc deranjari ale armaturilor si a celorlalte piese inglobate, acestea se vor remedia imediat prin indreptare si/sau remontare la pozitia initiala;
- Pentru realizarea grosimii placilor prevazuta in proiect, la turnare se vor folosi reperi dispusi la distante de maximum 2 m;
- Pentru compactarea betonului se vor folosi pervibratoarele in cazul grinzilor si placi vibratoare sau rigle vibratoare in cazul placilor; daca spatiul in care trebuie introdus pervibratorul este ingust atunci se va atasa pervibratorului o lance;
- In cazul centurilor prevazute la structurile din zidarie, ele se vor compacta numai manual.

D. Turnarea betonului in arce si bolti

- Boltile la care lungimea generatoarei este mai mare decat deschiderea se betoneaza pe fasii separate prin rosturi de lucru, orientate perpendicular pe directia generatoarei; fiecare fasie astfel determinata se betoneaza fara intreruperi, incepand de la margini (nasteri) catre centru (cheie), urmarindu-se ca incarcarea cintrelor de sustinere a cofrajului sa se pastreze simetrica; .
- Boltile la care deschiderea este mai mare decat lungimea generatoarei, precum si arcele, se betoneaza pe sectoare separate prin rosturi de lucru orientate paralel cu generatoarea boltii, respectiv perpendicular pe deschiderea arcului; betonarea pentru intreaga bolta se va face continuu, realizandu-se simetric fata de cheie si succesiv, cate unul, sectoarele stabilite, de la nastere spre cheie;
- Pozitia si dimensiunile sectoarelor si a rosturilor fata de cheie, precum si ordinea de betonare, se precizeaza prin proiect pentru fiecare caz in parte;
- Pe portiunile inclinate fata de orizontala cu mai mult de 45°, se prevad contracofraje pentru a se impiedica curgerea betonului;
- Prin proiect se va preciza momentul inceperii betonarii tirantilor de beton armat;
- Betonul folosit la bolti si arce trebuie sa fie de consistenta vartoasa pentru a nu se produce curgerea acestuia pe cofrajele inclinate;
- Dat fiind importanta precum si conditiile dificile, pentru asigurarea unei betonari de buna calitate, se va da o atentie deosebita zonelor de ancorare a tirantilor.

E. Betonarea scarilor

- Betonul trebuie sa aiba o consistenta plastic-vartoasa, pentru a nu curge pe panta cofrajului;
- Betonul se va turna pornind de la partea de jos a rampelor si se va compacta manual sau prin vibrare;
- La scarile incastrate in zidarie, betonul trebuie sa umple complet locasurile prevazute in zid si sa fie bine compactat, numai manual;
- Daca scara are vanguri, acestea se vor turna o data cu rampele sau/si cu treptele;
- Nu este indicat sa se realizeze un rost de turnare intermediar, intre doua niveluri consecutive;
- Treptele independente incastrate in ziduri se vor betona cu atentie, astfel incat armaturile de rezistenta sa ramana in pozitia corecta de montaj;
- In cazul rampelor executate sub forma de placi plane, treptele se pot realiza simultan sau ulterior realizarii rampei

- Penfru a se asigura legatura treptelor cu placa de beton, este necesar ca la turnarea placii de beton armat sa se prevada mustati de legatura;
- Dupa decofrarea scarii, pana la turnarea treptelor, se poate asigura circulatia muncitorilor pe scari de lemn asezate pe planul inclinat al placii de beton; la turnarea treptelor se indeparteaza scarile de lemn, se curata placa si se uda cu apa; treptele de beton simplu se toarna apoi direct pe placa de beton armat, in cofraje asezate pe inaltimea contratreptei; in situatia in care se prevede turnarea treptelor odata cu placa de beton armat, dupa decofrare, scarile vor putea fi folosite pentru circulatia muncitorilor, fara a se mai executa trepte de lemn.

2.4.4 Rosturi tehnologice de lucru

2.4.4.1 *Generalitati*

2.4.4.1.1 Betonarea este indicat sa se efectueze continuu, cu evitarea rosturilor de lucru;

2.4.4.1.2 Betonarea se va executa obligatoriu continuu in cazul placilor subtiri si recomandabil in cazul arcelor, boltilor si cupolelor.

2.4.4.2 *Reguli pentru executarea rosturilor de lucru*

2.4.4.2.1 Pozitia rosturilor de lucru

a) Pozitia rosturilor de lucru se va stabili numai de catre conducatorul tehnic al lucrarii, inainte de inceperea betonarii tinand seama de marimea solicitarilor din diferite sectiuni ale elementelor de constructie si de posibilitatile de organizare a lucrului. Ele trebuie mentionate in fisa tehnologica de betonare si se prevad, in general, in zonele cu solicitari minime.

b) Stabilirea pozitiei lor se face in functie de elementul sau elementele care se betoneaza si de cantitatea de beton adusa de un mijloc de transport, respectandu-se urmatoarele reguli;

2.4.4.2.2 Cand grinzile se betoneaza separat (grinzi de inaltime si lungime mare), rostul de lucru se lasa la 30 - 50 mm sub nivelul inferior al placii sau vutei placii, astfel ca zona comprimata a sectiunii de beton armat sa fie betonata fara rost de lucru; daca din motive justificate nu se poate evita intreruperea, aceasta se va face in zonele in care momentul incovoietor este minim;

2.4.4.2.3 La stalpi si pereti se admit rosturi la baza lor si la partea superioara (amplasate la 30...50 mm sub partea de jos a grinzilor la legatura cu acestia)

2.4.4.2.4 La placile armate pe o directie, rostul se va lasa paralel cu armatura de rezistenta (paralel cu latura scurta), de preferat la minimum 0,2 lmin fata de marginea acestora si intre doua armaturi adiacente;

2.4.4.2.5 La placile armate pe doua directii, rostul se poate lasa pe orice directie dar preferat paralel cu latura scurta, in zona cuprinsa intre 1/5 ...1/3 din lmin (lmin = latura mica a placii), paralel cu armatura de rezistenta si intre doua armaturi adiacente;

2.4.4.2.6 La planseele cu nervuri, cand betonarea se face in directia de dispunere a nervurilor, rostul se va amplasa in zona cuprinsa intre 1/5 si 1/3 din deschiderea nervurilor. Este indicat sa se evite crearea unui rost continuu, alternand pozitia lor in campurile dintre nervuri;

2.4.4.2.7 Cand betonarea se face normal fata de directia de dispunere a nervurilor, rostul se va amplasa in zona cuprinsa intre 1/5 ...1/3 din deschiderea grinzii principale pe care reazema nervurile si respectiv intre doua nervuri la cca. 1/5... 1/3 din distanta dintre ele;

2.4.4.2.8 La placile subtiri nu se admit rosturi de lucru;

2.4.4.2.9 La boltile a caror generatoare este mai mare decat deschiderea, se vor imparti in boltari egali dispusi pe directia generatoarei, executati succesiv si avand rosturile de turnare dispuse pe directia deschiderii;

2.4.4.2.10 Arcele si boltile cu deschiderea mai mare decat generatoarea sau boltarii boltilor care au deschiderea mai mica decat generatoarea se vor betona confinuu dar pe zone amplasate simetric fata de cheie (incepand de la nastere spre cheie si alternativ de o parte si de alta);

2.4.4.2.11 In cazul arcelor sau boltilor la care unghiul de la nastere este mai mare de 45° se vor prevedea contracofraje (executate pe masura realizarii fiecarei zone de turnare);

2.4.4.2.12 In cazul peretilor structurali sau cu lungime mare, se vor prevedea rosturi verticale a caror pozitionare, forma si tratare ulterioara se vor mentiona si detalia in proiect.

2.4.4.3 *Conditii tehnice pentru executarea rosturilor de lucru*

2.4.4.3.1 Suprafata rosturilor de lucru va fi perpendiculara pe axa longitudinala a elementului la stalpi, grinzi si arce si perpendiculara pe suprafata lor la placi, pereti si bolti;

2.4.4.3.2 Suprafata betonului de la rost se lasa cat mai rugoasa, evitandu-se netezirea ei;

2.4.4.3.3 Durata maxima a intreruperilor de betonare pentru care nu este necesara luarea unor masuri speciale la reluarea turnarii, nu trebuie sa depaseasca momentul de incepere a prizei cimentului folosit la prepararea betonului

2.4.4.3.4 Cand s-a produs o intrerupere de betonare mai mare, reluarea turnarii este permisa numai dupa ce betonul turnat a atins o rezistenta la compresiune de cel putin 1,25 N/mm2 (astfel incat operatia de compactare a betonului proaspat turnat sa nu aiba influenta negativa asupra betonului turnat anterior). In cazul in care reluarea turnarii se face in cca. 24 ore, inainte de betonare, suprafata de beton adiacenta rostului se va spala bine cu apa. Daca reluarea betonarii se face dupa un timp mai indelungat, inainte de betonare, suprafata de beton adiacenta rostului se va prelucra astfel:

2.4.4.3.4.1 cu dalta se va indeparta betonul pe o adancime de cativa mm, apoi suprafata decopertata se va curata prin frecare cu peria de sarma si se va spala bine cu apa

2.4.4.3.4.2 inainte de turnarea betonului, pe suprafata prelucrata anterior se va aplica un strat de mortar de ciment avand grosimea de 10- 20 mm.

2.4.5 Verificarea calitatii executarii lucrarilor

2.4.5.1 Controlul interior efectuat de catre executant se desfasoara pe baza unor proceduri operationale de executare si control a diferitelor procese tehnologice in conformitate cu prevederile programului de control al calitatii lucrarilor stabilit prin contract; acest control presupune toate masurile necesare pentru mentinerea la un nivel corespunzator a calitatii betonului in conformitate cu cerintele specificate in proiecte si caiete de sarcini;

2.4.5.2 Verificarea lucrarilor de betoane pe faze de executie include inspectiile in diferitele stadii de lucru si determinari privind echipamentul, materialele componente si

calitatea betonului pus in lucrare; pentru realizarea inspectiilor si determinarilor trebuie sa se dispuna de dotari corespunzatoare in ceea ce priveste: echipament, aparatura, personal;

2.4.5.3 Fazele procesului de executie ale lucrarilor de beton si beton armat includ si lucrari ascunse, astfel incat controlul calitatii acestora trebuie sa fie consemnat in procese-verbale de lucrari ascunse, incheiate intre investitor, executant si dupa caz, proiectant; in aceste procese-verbale se precizeaza concret verificarile efectuate, constatarile rezultate si daca se admite trecerea la executarea fazei urmatoare;

2.4.5.3.1 *Inainte de inceperea betonarii*

a) se verifica:
- acceptarea si aprobarea procedurii si fisei tehnologice pentru betonare de catre investitor (inspector de santier);
- existenta proiectului de executie pe timp friguros, dupa caz
- daca sunt realizate masurile pregatitoare prezentate la subcap. 6.3, dupa caz;
- daca sunt stabilite si instruite formatiile de lucru;
- daca au fost receptionate calitativ lucrarile de sapaturi, cofraje, armaturi etc. si daca exista procesele verbale de lucrari ascunse;
- calitatea suprafetelor de beton turnat anterior si intarit;
- daca sunt stabilite si pregatite masurile ce vor fi adoptate pentru continuarea betonarii in cazul interventiei unor situatii accidentale

b) acte necesare:
- fisa tehnologica de betonare (care include procedura de betonare acceptata si aprobata de catre investitor);
- bonurile de transport/livrare a betonului

2.4.5.3.2 *In cursul betonarii elementelor de constructie*

Se verifica daca:
- datele inscrise in documentele de transport ale betonului corespund celor prevazute in comanda, si nu s-a depasit durata de transport; astfel se verifica: clasa betonului, cantitatea livrata, ora de livrare si daca au fost cerute in mod expres: consistenta, tipul cimentului, dimensiunea maxima a granulei de agregat si tipul aditivilor si adaosurilor;
- consistenta betonului corespunde celei prevazute, (prin masurarea acesteia la fiecare transport);
- conditiile de turnare si compactare asigura evitarea oricaror defecte;
- sunt corespunzatoare masurile adoptate pentru mentinerea pozitiei armaturilor, dimensiunilor si formei cofrajelor;
- se aplica corespunzator masurile de tratare a suprafetelor libere ale betonului proaspat;
- se respecta frecventa de efectuare a incercarilor si prelevarilor de probe conform prevederilor NE 012-2007, Anexa VI.1; Astfel se verifica:

a) consistenta - o proba pentru fiecare tip de beton si schimb de lucru dar cel putin o proba la fiecare 20 m3 de beton;

b) temperatura, daca este prevazuta ca o cerinta tehnica - se efectueaza 4 determinari pentru

fiecare fip de beton si schimb de lucru;

c) rezistenta la compresiune pe epruvete cilindrice/cubice conform STAS 1275-88 pentru verificarea rezistentelor de control pe faze daca este prevazut prin proiect sau procedura speciala o proba pe schimb;

d) rezistenta la compresiune pe epruvete cilindrice/cubice conform STAS 1275-88 pentru verificarea clasei betonului - pentru fiecare tip de beton, parte de structura (fundatie, nivel, tronson) frecventa determinarii este cel putin o proba pe zi de turnare si nu mai putin de o proba la:

1. 300 m3 pentru C≤6/7,5;
2. 100(200)m3 pentru C 8/10 - C 16/20;
3. 50 (100) m3 pentru clase >C 16/20;

* valorile din paranteza se refera la elemente sau parti de structura cu volum mai mare de 300 m3 si care se betoneaza fara intreruperi;

e) gradul de impermeabilitate, daca este prevazuta ca o cerinta tehnica, conform prevederilor STAS 3519-76 in scopul verificarii conditiilor prevazute in proiect sau conform procedurii speciale; se efectueaza o proba la 300 m3 dar nu mai putin de doua probe pentru fiecare obiect. Gradul de impermeabilitate se considera realizat daca cel putin 90% din numarul de incercari care se analizeaza, indeplineste conditiile tehnice prevazute;

f) gradul de gelivitate, daca este prevazuta ca o cerinta tehnica, conform prevederilor STAS 3518-86 in scopul verificarii conditiilor prevazute in proiect sau conform procedurii speciale; se efectueaza o proba la 1000 m3. Gradul de gelivitate se considera realizat daca cel putin 90% din numarul de incercari care se analizeaza, indeplineste conditiile tehnice prevazute.

Se vor consemna in condica de betoane:

- seria talonului livrarii corespunzatoare betonului pus in opera;
- locul unde a fost pus in lucrare;
- ora inceperii si terminarii betonarii;
- probele de beton prelevate;
- masurile adoptate pentru protectia betonului proaspat;
- evenimente intervenite (intreruperea turnarii, intemperii etc);
- temperatura mediului;
- personalul care a supravegheat betonarea; in cazurile in care betonul se prepara pe santier si conducatorul tehnic al punctului de lucru raspunde si de producerea betonului se vor efectua verificari privind calitatea materialelor componente, modul de dozare, amestecare si transport al betonului (conform capitolului – Prepararea betonului pe santier); constatarile acestor verificari se inscriu in condica de betoane.

Acte necesare:

- bon de livrare/transport;
- condica de betoane;
- buletine de incercari emise de catre un laborator de specialitate atestat;
- rezultatele determinarii consistentei si masurarii temperaturii betonului.

2.5 Conditii tehnice privind compactarea betonului

2.5.1 Scopul operatiei de compactare

Operatia de compactare are ca scop umplerea completa a cofrajelor, inglobarea totala a armaturilor si eliminarea din masa betonului a aerului oclus si a unei parti din cantitatea de apa in exces, respectiv realizarea unui beton cu o compactitate cat mai mare (porozitate cat mai redusa). Operatia de compactare trebuie sa fie realizata pana la inceperea prizei cimentului.

Prin marirea compactitatii (reducerea porozitatii) se obtine o imbunatatire a unor proprietati ale betonului:

- rezistentele mecanice (la compresiune, intindere, forfecare etc);
- rezistenta la inghet-dezghet;
- impermeabilitatea;
- aderenta betonului la armaturi;
- densitatea specifica;
- rezistenta la agresivitati fizico-chimico-mecanice;
- durabilitatea.

2.5.2 Procedee de compactare

Procedeele tehnologice aplicate pentru compactarea betonului pot fi manuale sau mecanice, (fig.7.1) alegerea acestora facandu-se in functie de diversi factori (fig. 7.2). Compactitatea betonului poate fi asigurata si prin unele procedee speciale de betonare care, insa, nu fac obiectul acestor conditii tehnice.

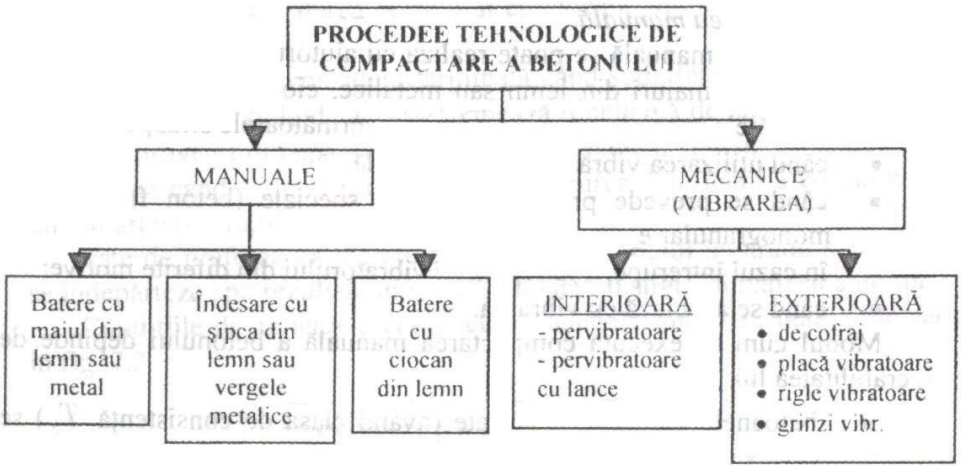
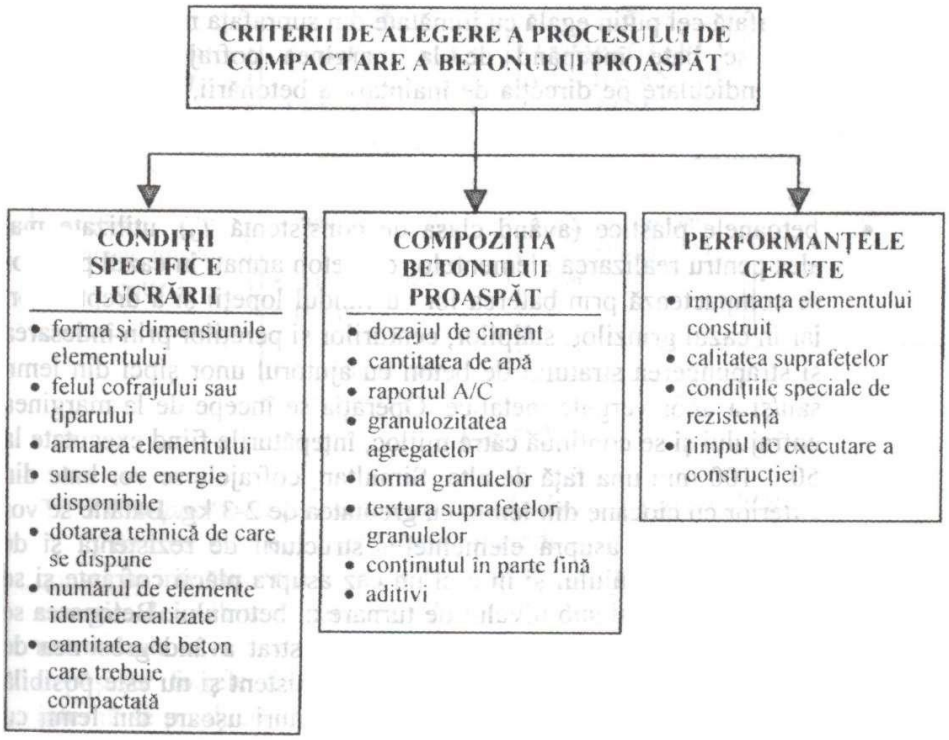


Fig. 4.5.1.



2.5.2.1 *Compactarea manuala*

Compactarea manuala se poate realiza cu ajutorul unor sipci din lemn, vergele metalice, maiuri din lemn sau metalice, ciocane din lemn, lopata, dreptarul, lopatele speciale etc. si se admite in urmatoarele situatii:

2.5.2.1.1 cand utilizarea vibrarii nu este posibila;

2.5.2.1.2 cand se prevede prin reglementari speciale (beton fluid, beton monogranular

etc);

2.5.2.1.3 in cazul intreruperii functionarii vibratorului din diferite motive;

2.5.2.1.4 cand se asociaza cu vibrarea.

Modul cum se executa compactarea manuala a betonului depinde de lucrabilitatea lui:

2.5.2.1.4.1 betoanele vartoase, nearmate (avand clasa de consistenta T2) se toarna in straturi avand grosimea de maximum 200 mm, fiecare fiind compactat prin baterea cu maiuri de mana (din lemn cu greutatea de 2-3 kg sau din otel cu greutatea de 12-15 kg), astfel incat loviturile sa se acopere succesiv, pe ambele directii pe o suprafata cel putin egala cu jumatate din suprafata malului. Fiecare strat se bate incepand de la marginea cofrajului, in siruri perpendiculare pe directia de inaintare a betonarii, respectandu-se regula suprapunerii atat intre lovituri cat si intre siruri. in apropierea cofrajului, pentru efectuarea compactarii se folosesc niste lopatele cu partea inferioara tesita;

2.5.2.1.4.2 betoanele plastice (avand clasa de consistenta T3), utilizate mai ales penfru realizarea elementelor de beton armat, in cazul placilor se compacteaza prin baterea lor cu fundul lopetii si a dreptarelor, iar in cazul grinzilor, stalpilor, centurilor si peretilor prin indesarea si strapungerea stratului de beton cu ajutorul unor sipci din lemn sau/si a unor vergele metalice. Operatia se incepe de la marginea cofrajului si se continua catre mijloc, intepaturile fiind executate la 50 - 100 mm una fata de alta. Simultan, cofrajele se vor bate din exterior cu ciocane din lemn, cu greutatea de 2-3 kg. Bataile se vor executa numai asupra elementelor structurii de rezistenta si de rigiditate a cofrajului si in nici un caz asupra placii cofrante si se vor aplica numai sub nivelul de turnare al betonului. Betonarea se va executa in straturi succesive, fiecare strat avand grosimea de cca. 300 mm. Cand betonul este mai consistent si nu este posibila deranjarea armaturii, se pot utiliza si maiuri usoare din lemn cu greutatea de 5-8 kg, pentru indesarea betonului;

2.5.2.1.4.3 betoanele fluide (avand clasa de consistenta minimum T3/T4 se pot compacta numai prin inteparea cu sipci din lemn sau/si vergele metalice si baterea cofrajului cu ciocane din lemn, cu greutatea de 2-3 kg.

Compactarea se considera terminata cand suprafata elementului devine plana, nu mai ies bule de aer, se formeaza o pelicula de lapte de ciment (un amestec provenit din apa in exces eliminata, ciment si nisip fin antrenate de aceasta) si cand sunetul provenit din ciocanirea exterioara a cofrajului are un ton grav (cofrajul suna "a plin").

Este de preferat, ca inainte de turnarea betonului in stratul superior, sa se indeparteze apa rezultata in urma compactarii stratului realizat anterior.

Conditiile de aplicare a compactarii manuale sunt prezentate schematic in fig. 4.5.3.

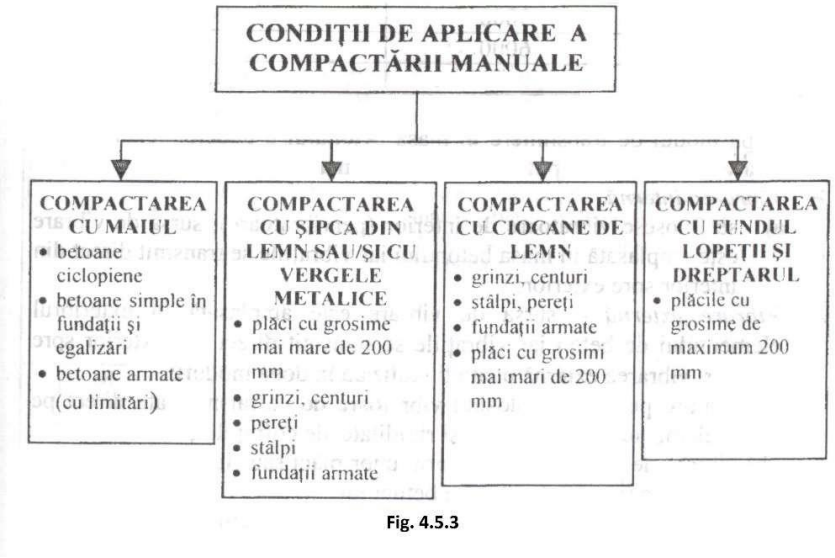


Fig. 4.5.3

2.5.2.2 Compactarea mecanica utilizand vibrarea. Generalitati

Vibrarea este cel mai folosit procedeu de compactare a betonului. Ea consta in introducerea in masa betonului, cu ajutorul unor vibratoare, a unei energii de vibrare care se transmite tuturor componentilor acestuia, antrenandu-i intr-o miscare oscilatorie. Atunci cand energia transmisa depaseste fortele de coeziune interna (de vascozitate) si cele de frecare interna se produce o fluidificare a masei de beton si respectiv o compactare a ei, ca urmare a micsorarii distantei dintre granule, eliminarii aerului si a uinei parti din apa in exces. Frecventa mare excita mai mult granulele cu dimensiuni mai mici iar cele cu frecventa mai mica pe cele cu dimensiuni mai mari (tabel 7.1).

Tabel 2.5.1 Legatura dintre frecventa vibratoarelor si dimensiunea granulelor care intra in rezonanta (conform cap. 13. III. Bibliografie pct.l9)

	Frecventa	Diametrul granulei care intra in rezonanta (mm)
H	Vibratii/min	
1	600	100..280
2	1200	24...69
2	1500	16...44
5	3000	4...11
1	6000	]...2,8
1	9000	0,4... 1,2

Dupa modul de transmitere in masa betonului a undelor rezultate din actiunea vibratoarelor, se pot diferentia doua metode de vibrare:

- *Vibrarea interna*

a) se folosesc vibratoare de interior (pervibratoare); sursa de vibrare este amplasata in masa betonului iar vibratiile se transmit direct din interior spre exterior;

- *Vibrare externa* - sursa de vibrare este amplasata in exteriorul elementului de beton iar vibratiile se transmit direct din exterior spre interior; vibrarea externa poate fi realizata in doua moduri:

a) vibrare pe cofraj, folosind vibratoare de cofraj montate direct pe elementele de rezistenta si rigiditate ale cofrajului;
b) vibrare de suprafata cu ajutorul unor placi sau rigle vibratoare care actioneaza pe fata libera a betonului;

Particularitatile tehnologice ale folosirii acestor metode sunt prezentate in tabelul 2.5.2.

Calitatea compactarii prin vibrare este influentata de caracteristicile betonului, de cele ale vibratoarelor prin parametrii tehnici si parametrii de vibrare, de modul de lucru si de caracteristicile elementului din beton (fig. 2. 4).

Tipul de vibrator potrivit pentru anume lucrare se alege tinand seama de:

- energia disponibila pe santier;
- caracteristicile elementului de beton;
- caracteristicile betonului proaspat;
- cantitatea de beton care trebuie compactata;
- productivitatea ceruta;
- parametrii tehnici si parametrii de vibrare

Inainte de inceperea lucrului cu vibratorul se verifica daca:

- butoanele, suruburile si piulitele, precum si mufele sunt bine stranse;
- comutatorul este in buna stare de functionare;
- legatura fazelor motorului electric este corecta (in cazul in care motorul are curent, insa butelia nu vibreaza, trebuie schimbate fazele);
- izolatia cablului de alimentare cu curent electric este in buna stare;
- vibratorul functioneaza.

Tabel 2.5.2 Particularitatile procedeelor de vibrare (conform cap. 13 III. Bibliografie pct. 18)

Metoda de vibrare		Frecventa vibrarii vibr./min (Hz)	Domenii de utilizare		Avantaje	Dezavantaje
			Recomandate	Alternativa tehnologica		
Interna		6000-30000 (100-500) uzual 9000-12000 (150-200)	Elemente din beton monolit	Elemente din beton armat sau precomprimat prefabricate sau turnate	Pervibratorul este portabil si usor de manipulat	Pervibratorul este tinut in mana. Vibrarea este orizontala perpendiculara pe directia de deplasare a particulelor
Externa	De cofraj	2700-12000 (45-200)	Elemente din beton armat sau precomprimat, prefabricate sau turnate	Elemente turnate monolit cu grosimi mici si armaturi dese	Vibrarea elementelor cu grosimi mici si armaturi dese	Tiparul se poate deteriora. Operatiuni greoaie de montaj. Supradimensionare a cofrajului
	De suprafata	2400-6000 (40-100)	Platforme betonate cu grosimi de 10-20 cm	Finisarea suprafetelor	Vibratorul de suprafata este portabil si usor de manipulat	Grosimea elementului este limitata de raza de actiune a vibratorului
	Indusa	2700-12000 (45-200)	Elemente din beton armat sau precomprimat turnat in tipare	Plansee turnate	Vibrare verticala	Instalatii costisitoare

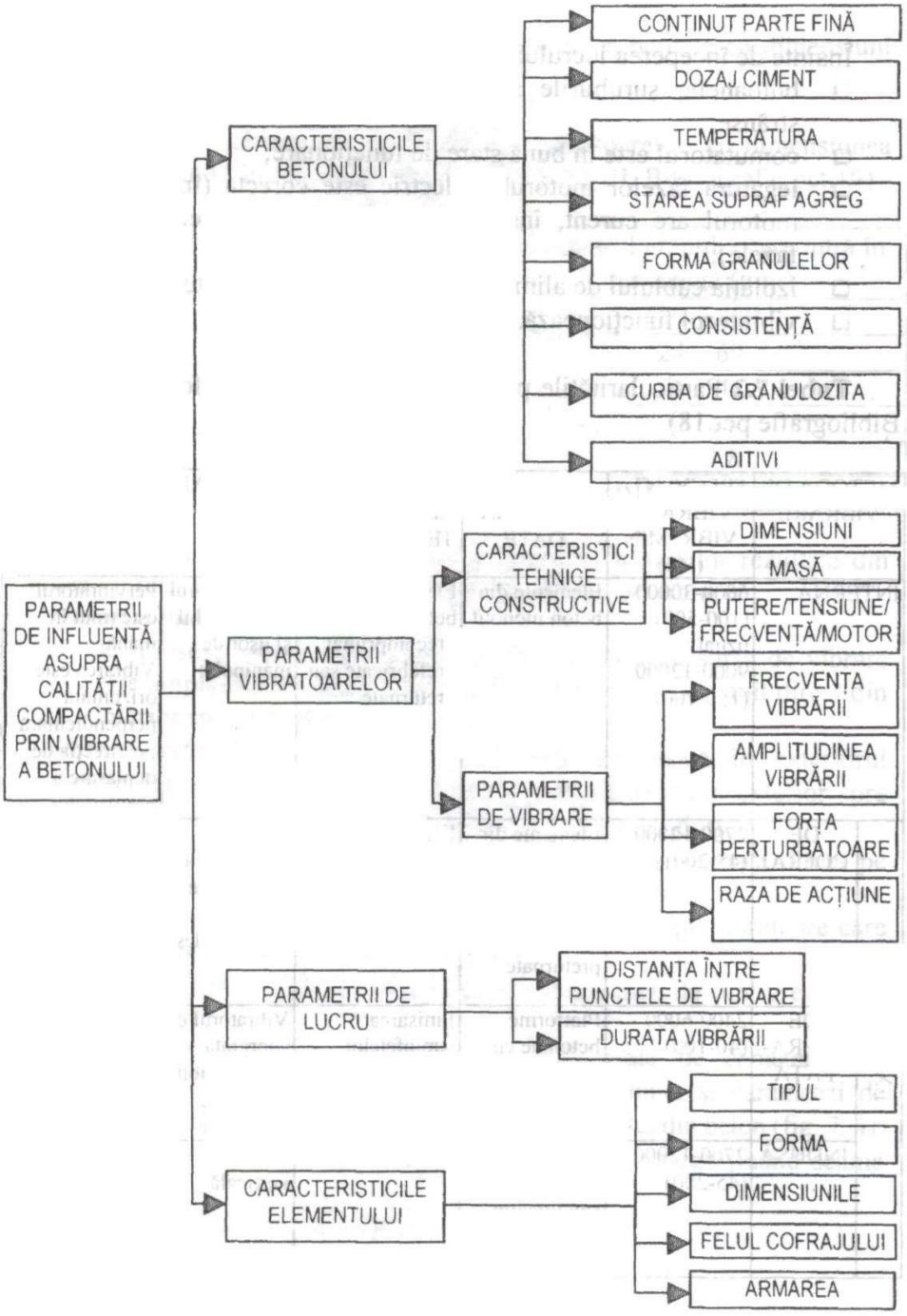


Fig. 4.5.4

A. *Compactarea prin vibrare interna*

Vibrarea interna este principalul procedeu de compactare a betoanelor monolite.

Tipul de vibrator (marimea buteliei, forta perturbatoare, amplitudinea si frecventa vibratiilor) se alege in functie de dimensiunile elementelor si de posibilitatile de introducere a capului vibrator (buteliei) printre barele de armatura (tabelul 7.3);

Tabel 2.5.3 Vibratoare. Caracteristici si utilizari (conform cap. 13 III. Bibliografie pct. 19)

Diametrul capului vibrator (mm)	Productivitate (m3/h)	Utilizari
25	1-3	Structuri cu dimensiuni foarte mici si armaturi dese
35-50	5-10	Structuri inguste si cu armaturi dese
50-75	10-20	Pereti si placi normale in locuinte cladiri industriale.
100-150	25-40	Beton masiv in constructii de baraje etc

Durata optima de vibrare, se determina, in principal, in functie de caracteristicile betonului proaspat si de cele ale vibratorului utilizat (tabelul 7.4). Ea se poate stabili prin determinari de proba efectuate cu prima sarja de beton care se pune in lucrare. Depasirea timpului maxim de vibrare conduce la segregarea betonului, iar nerespectarea timpului optim, la o compactare insuficienta a acestuia.

Tabel 2.5.4 Durata optima de vibrare

Tasare con (mm)	Clasa de consistenta	Utilizari	Timp de vibrare (sec)
0-40	T2	Beton de egalizare, fundatii nearmate, platforme	60-120
50-100	T3 sau T3/T4	Fundatii cofrate din beton armat, pereti structurali, plansee, dale, grinzi, stalpi, ecrane	20
120-150	T4 sau T4/T5	Fundatii turnate in gropi, piloti, ecrane de grosime mica, pereti mulati, elemente cu armaturi dese	5
≥160	T5	Piloti, pereti mulati	fara vibrare

Raza de actiune (r) a pervibratorului se determina experimental in urmatorul mod: se toarna betonul intr-o cutie avand inaltimea egala cu lungimea buteliei, se introduce pervibratorul in mijlocul cutiei; din 50 in 50 mm, de la pervibrator spre lateral, pe suprafata

betonului se aseaza niste vergele din otel beton avand diametrul d=25 mm si L=1000 mm; se porneste vibratorul, vergelele incep sa se cufunde progresiv sub greutatea lor proprie si dupa cca. 30 sec. se masoara distanta de la pervibrator la prima vergea care nu a atins fundul lazii, aceasta reprezentand raza de actiune a vibratorului "r".

Pozitiile pervibratorului vor fi dispuse in sah, distanta dintre doua pozitii succesive fiind de 1,4r.

Pozitia de lucru a pervibratorului va fi in permanenta verticala. El se va introduce brusc (pentru a nu antrena bule de aer in masa betonului) si se va scoate lent (pentru a antrena eventualele bule de aer ramase si apa in exces). In timpul compactarii, vibratorul se va misca lent in sus si in jos, pe o distanta egala cu cca. un sfert din lungimea buteliei.

Grosimea stratului de beton se stabileste astfel incat sa fie de maximum 500 mm si cel mult ¾ din lungimea buteliei.

Momentul terminarii compactarii prin vibrare se poate stabili dupa urmatoarele simptome:
- incetarea tasarii vizibile;
- suprafata betonului devine orizontala si usor lucioasa;
- se rareste aparitia bulelor de aer la suprafata betonului si se reduce diametrul acestora;
- suprafata betonului nu contine lapte de ciment in exces.

Daca se continua vibrarea dupa aparitia acestor semne, se produce o scurgere vizibila a mortarului spre vibrator, in jurul caruia se formeaza un inel lichid aproape fara pietris;

In timpul lucrului este interzisa atingerea cu vibratorul a pieselor inglobate in beton, a armaturilor si a cofrajelor (fata de acestea se va pastra o distanta minima de 50 mm). In cazul in care elementele se realizeaza din mai multe straturi, vibratorul se va introduce in stratul turnat anterior pe o adancime de 50-150 mm pentru a antrena si scoate apa de la suprafata acestuia, rezultata in urma compactarii lui;

In cazul in care distanta dintre armaturi si/sau grosimea elementului sunt reduse, pervibratoarele trebuie sa fie prevazute cu lance (o platbanda din otel fixata bine de butelie), care se va introduce in masa betonului.

B. Compactarea prin vibrare externa

Acest mod de vibrare se caracterizeaza prin aceea ca vibratiile sunt transmise betonului direct (de la exterior spre interior).

Procedeul se foloseste in special la elemente de suprafata (cu grosimi reduse) sau a celor verticale, cu grosimi mici si inaltimi mari si armaturi dese care nu se pot compacta prin vibrare interna.

Grosimea stratului de beton inainte de compactare se realizeaza cu 10-30% mai mare decat cea a elementului prevazuta in proiect (functie de compozitia betonului) astfel incat in urma compactarii sa se ajunga la aceasta.

Mijloacele folosite pentru vibrarea externa, in cazul betoanelor monolite sunt:

- *Placi vibratoare*

a) Placile vibratoare se utilizeaza pentru compactarea betoanelor elementelor cu suprafata mare si grosime redusa (maxim 350 mm, optim 200 mm). Se recomanda ca betonul proaspat sa aiba o clasa de consistenta T2 (10-40 mm) iar durata de compactare sa fie de 30...60 sec; simptomul care indica terminarea compactarii este acela de "impotmolire" a placii in masa betonului;

b) Placile vibratoare sunt deplasate pe fata betonului in diferite pozitii succesive, care se suprapun intre ele pe fasii de 30 - 50 mm latime, se recomanda folosirea unei greutati suplimentare, legata elastic de placa propriu-zisa, care impiedica desprinderea placii vibratoare de suprafata betonului si imbunatateste in felul acesta conditiile de lucru;

- *Rigla vibratoare*

Se foloseste atat pentru nivelarea cat si pentru compactarea elementelor de suprafata avand grosimi pana la 200 mm. Ele pot sa aiba lungimi cuprinse intre 1,5 m si 3,0 m. Determinarea duratei compactarii se stabileste experimental.

- *Vibratoare de cofraj*

a) Vibratoarele sunt fixate cu ajutorul unor dispozitive speciale de elementele de rigidizare ale cofrajului; asezarea acestora se va face in "sah" pe una sau pe ambele fete ale cofrajului, in functie de grosimea elementului de beton.

b) Procedeul este indicat la realizarea elementelor cu grosimi de 400 mm, prevazute cu armaturi dese si la care nu se poate utiliza vibrarea interna.

c) In cazul in care grosimea elementului este de maximum 20 cm, vibratorul se monteaza numai pe cofrajele de pe una din fetele acestuia. In cazul grosimilor intre 200 si 400 mm, vibratoarele se monteaza pe cofrajele de pe ambele fete ale elementului;

d) Stabilirea numarului vibratoarelor, a pozitiei acestora, a frecventei si fortei de excitatie se va face in functie de compozitia betonului proaspat (lucrabilitatea, dozajul de ciment, raportul A/C, granulozitate, aditivi etc.) prin incercari directe si pentru portiunile elementelor de constructie care

prezinta cele mai mari dificultati in procesul compactarii.

2.6 Conditii tehnice privind tratarea si protejarea betonului dupa punerea sa in opera

2.6.1 Scopul tratarii si protejarii

Tratarea betoanelor reprezinta o serie de lucrari care se efectueaza asupra betonului proaspat turnat, in vederea prelucrarii suprafetei lui (realizarea planeitatii si netezirii suprafetei) sau a accelerarii intaririi lui (prin incalzirea elementului realizat).

Protejarea betonului reprezinta o serie de masuri care se iau asupra betonului proaspat turnat, in vederea asigurarii unui proces normal de hidratare a cimentului pe perioada prizei si imediat dupa terminarea acesteia.

Pastrarea unui grad cat mai ridicat de umiditate in masa betonului, este necesara in vederea asigurarii unei desfasurari normale a reactiilor de hidratare-hidroliza ale cimentului, respectiv a intaririi betonului. Pierderea excesiva a apei din amestec conduce la reducerea pana la stagnare a acestor procese, iar pe de alta parte la accentuarea contractiei la uscare, dand nastere astfel, unui sistem specific de defecte in structura betonului si contribuind astfel la diminuarea celor mai multe proprietati ale acestuia (rezistentele mecanice, rezistenta la inghet-dezghet, impermeabilitatea, aderenta la armatura, rezistenta la agresivitati chimice, durabilitatea etc). Protejarea betonului proaspat se face in general, fata de actiuni si influente exterioare nefavorabile precum arsita soarelui, temperaturile ridicate sau scazute, variatiile mari de temperatura si umiditate, vant, vibratii, socuri, actiunea directa a apelor pluviale sau curgatoare (provenite din intemperii) etc, in vederea conservarii unui grad cat mai ridicat de vascozitate in masa betonului, pe o perioada cat mai indelungata de timp.

Tratarea si protejarea betonului sunt esentiale, ele reprezentand ultimul pas in producerea unui beton de calitate, si trebuie sa fie efectuate imediat dupa terminarea punerii in lucrare a betonului (daca este cazul).

2.6.2 Tratarea betonului proaspat

Prelucrarea suprafetei betonului proaspat in vederea nivelarii si a netezirii ei, se realizeaza cu utilaje speciale precum masinile de nivelat si cele de slefuit (finisat) prevazute cu discuri rotitoare speciale. Se utilizeaza numai in cazul elementelor de suprafata (placi, pardoseli etc).

Tratarea termica are ca scop accelerarea intaririi betonului. Ea depinde in principal de:

- compozitia betonului: tipul cimentului, raportul A/C, cantitatea de ciment, existenta si tipul aditivilor etc;
- caracteristicile elementului de beton: dimensiuni si forma, tipul cofrajului (in special in ceea ce priveste proprietatea de izolator termic), gradul de acoperire cu cofraj etc.

- conditii atmosferice; temperatura, umiditate, vant sau curenti de aer etc.

Tratarea termica se realizeaza in cazul turnarii betonului m conditii de timp friguros (temperatura exterioara sub +5°C) sau cand se doreste o accelerare a intaririi betonului. Ea se poate realiza:

- prin acoperirea elementului de beton cu o prelata etansa si de preferat termoizolatoare si introducerea sub aceasta de abur sau aer cald; cu ajutorul cofrajelor incalzitoare (cofraje prevazute cu pereti dubli departati si termoizolate, agentul termic fiind aburul sau aerul cald introdus in spatiul liber dintre peretii dubli).

Tratarea termica presupune respectarea unui regim termic de tratare stabilit anterior (cu parcurgerea unor etape precum asteptarea la intarire, ridicarea temperaturii, izotermia, coborarea temperaturii si asteptarea la racire) si a carui nerespectare poate sa conduca la diminuarea proprietatilor betonului si chiar la compromiterea sa.

2.6.3 Protejarea betonului proaspat

Protejarea betonului proaspat trebuie asigurata pana cand acesta atinge un grad de maturizare minim (de regula o rezistenta minima de 5 N/mm2) astfel incat actiunile si influentele exterioare defavorabile sa il afecteze cat mai putin.

In tabelul 8.1 se prezinta durata orientativa (in zile) a protejarii betonului functie de dezvoltarea rezistentei si temperaturii acestuia si de temperatura si conditiile de mediu.

Tabel 4.6.1 Durata protejarii betonului (conform NE 012-2007 cap. 15)

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

Datele prezentate in tabel se refera la betoane preparate cu ciment de tip I (Portland). Utilizarea altor tipuri de ciment (II, III, IV sau V) conduce la cresterea duratei protejarii, in medie, orientativ, cu doua zile. De asemenea, in cazul temperaturilor mai mari de 15°C, durata protejarii se poate reduce, iar in cazul in care betonul este supus intens la uzura sau se afla in conditii severe de expunere, aceasta durata de protejare se recomanda sa fie crescuta cu 3...5 zile.

In lipsa unor date referitoare la compozitia betonul2i, conditiile de expunere in timpul duratei de serviciu a constructiei - pentru a asigura conditii favorabile de intarire si a reduce deformatiile din contractie - se va mentine umiditatea timp de minimum 7 zile dupa turnare.

In tabelul 8.2 sunt prezentate vitezele de dezvoltare a rezistentei betonului functie de raportul A/C si de clasa de rezistenta a cimentului.

Tabel 4.6.2 Dezvoltarea rezistentei betonului functie de raportul A/C si clasa de rezistenta a

cimentului (conform NE 012-2007 cap. 15)

Viteza de dezvoltare a rezistentei betonului	Rapotr A/C	Clasa de rezistenta a cimentului
Rapida	<0,5	42,5 R-52,5 R
Medie	0,5÷0,6	42,5 R
	<0,5	32,5 R-42,5 R
Lenta	Toate celelalte cazuri	

Protejarea betonului se poate realiza:

- prin acoperirea lui cu diferite materiale (prelate, rogojini, nisip etc.) mentinute in permanenta in stare umeda;
- prin stropirea directa cu apa care va incepe numai dupa ce betonul si-a terminat priza (dupa 2÷12 ore de la punerea lui in lucrare) pentru a nu antrena pasta de ciment de la suprafata si se va repeta la intervale de 2...6 ore in asa fel incat suprafata sa se mentina umeda;
- prin acoperirea cu pelicule de protectie aderente realizata prin pulverizarea unor emulsii de polimeri, bitum sau parafina imediat cand suprafata betonului proaspat devine "mata" (cand luciul apei de rezuaj a disparut); peliculele se vor aplica cu respectarea stricta a instructiunilor specifice de utilizare, ele asigurand protectia pe durata a cea 3 saptamani;
- prin acoperirea cu prelate sau folii de polietilena pe durata precipitatiilor care pot antrena pasta de ciment;
- prin devierea apelor curgatoare, pentru a se evita contactul direct cu acestea, pentru o durata de minimum 7 zile.

In cazul vibratiilor sau socurilor, betonul se va feri de acestea minimum 3 zile de la punerea sa in lucrare (pentru a se obtine o rezistenta minima de 1,2 N/mm2), evitandu-se efectuarea de transporturi si depozitari pe suprafata lui, amplasarea de utilaje care produc vibratii etc.

2.7 Conditii tehnice privind decofrarea elementelor de beton

2.7.1 Conditii de calitate ale cofrajelor

Calitatea cofrajelor este apreciata dupa gradul de indeplinire a trei categorii de conditii: tehnice, functionale si economice. Intre aceste conditii exista o anumita interdependenta, ele influentandu-se reciproc. Nerespectarea lor, indiferent din ce categorie fac parte, influenteaza negativ asupra calitatii cofrajelor si respectiv a calitatii elementelor sau structurilor de beton si beton armat realizate.

2.7.1.1 *Conditii tehnice*

Sa asigure redarea corecta a formei, dimensiunilor, pozitiei relative in structura a elementelor si gradului de finisare, prevazute in proiectul respectiv;

Sa fie stabile si rezistente, fara a se deforma peste limitele admise, la preluarea solicitarilor la care sunt supuse in timpul executiei lucrarilor, dupa caz, uneori este necesar sa se imprime unor componente ale cofrajului abateri negative (contrasageti si suprainaltari), care sa compenseze deformatiile elastice ale acestora sau tasarile sub talpile de rezemare a elementului de sustinere;

Elementele cofrajului propriu-zis sa nu se deformeze in timpul prizei si intaririi, ca urmare a variatiilor de umiditate, temperatura si actiunilor exterioare;

Sa fie etanse, pentru a evita pierderi de lapte de ciment sau parte fina din amestec, dupa turnarea betonului; aceste pierderi aduc o serie de neajunsuri:

2.7.1.1.1 scad rezistentele mecanice ale betonului;
2.7.1.1.2 creste permeabilitatea betonului;
2.7.1.1.3 scade capacitatea de conlucrare a betonului cu armaturile;
2.7.1.1.4 protectia armaturilor este mai slaba;
2.7.1.1.5 altereaza planeitatea suprafetelor elementului;
2.7.1.1.6 sunt necesare lucrari de remediere.

Placile cofrante sa aiba o rezistenta la uzura (duritate), suficient de mare pentru a nu fi usor degradate, in timpul operatiilor de montare a armaturii, turnarii si compactarii betonului, curatarii etc;

Starea suprafetei placilor cofrante sa nu favorizeze aderenta betonului la ea;

Materialele din care se realizeaza placa cofranta sa nu atace chimic si sa nu fie atacata de beton.

2.7.1.2 *Conditii functionale*

Sa aiba dimensiuni modulate;
Sa asigure asamblarea simpla, usoara;
Sa permita demontarea rapida si in ordinea ceruta de decofrare; de exemplu, sa permita decofrarea fetelor laterale ale grinzilor, stalpilor, peretilor, fara a fi necesara demontarea elementelor de sustinere a placilor si grinzilor, care urmeaza a se decofra mai tarziu;
Sa fie posibila inlocuirea unor elemente componente uzate, cum ar fi de exemplu placa cofranta;
Masa panourilor modulate sa nu depaseasca anumite limite, 30-40 kg, pentru cele manipulate de un singur muncitor si 60-70 kg. pentru cele manipulate de doi muncitori;
Sa corespunda din punct de vedere al normelor de tehnica securitatii muncii.

2.7.1.3 *Conditii economice*

Realizarea cofrajelor sa conduca la un consum cat mai redus de materiale, energie si manopera; Sa asigure un numar cat mai mare de refolosiri;

Sa fie utilizate intensiv;

Consumul de manopera la asamblarea si demontarea lor sa fie minim;

Intretinerea lor sa fie corespunzatoare cerintelor (curatire, ungerea, manipularea, depozitarea, repararea etc.)

2.7.2 Alcatuirea cofrajelor. Parti componente, materiale

2.7.2.1 *Cofrajul propriu-zis*

- *Placa cofranta*

Placa cofranta este elementul de suprafata al cofrajului care vine in contact direct cu betonul turnat. Ea conditioneaza forma si dimensiunile elementelor, precum si calitatea suprafetei de beton.

Placa cofranta preia direct, in functie de pozitia sa verticala sau orizontala, actiunile din: impingerea (presiunea) sau greutatea betonului, greutatea proprie, a armaturilor, a mijloacelor de transport (roabe, tomberoane), a oamenilor care circula pe ea, efectul dinamic din turnare si compactare etc, in consecinta este un element de rezistenta. Placa cofranta se reazema pe nervuri carora le transmite nemijlocit, toate solicitarile la care este supusa.

Placa cofranta se realizeaza curent din urmatoarele materiale:

a) *produse superioare din lemn*

Cel mai frecvent, din placaj rezistent la umiditate, cu grosimea de 8 ... 15 cm, cu o suprafata foarte neteda si suficient de dura. Avantajele acestor calitati:

- reducerea aderentei betonului;
- obtinerea unor suprafete lise (fara asperitati mari) ale elementului de beton
- sporirea durabilitatii placii cofrante.

In functie de calitatea placajului si de conditiile reale de utilizare, aceste placi cofrante se pot refolosi de 10-80 de ori.

Placajul va satisface conditiile din STAS 7004-1989 "Placaj din lemn de fag pentru lucrari de exterior"; va avea grosimea suficienta, stabilita prin fisa tehnologica de executie, pentru a rezista presiunii date de betonul proaspat turnat si deformari inscrise in limitele admise;

b) *Tabla de otel,* avand grosimea de 1,5-5 mm

Este calitativ superioara celei din placaj prin calitatea suprafetei (mai neteda si foarte dura) cat si prin insensibilitatea la apa si durabilitatea mult mai mare, avand insa o greutate de peste 10 ori mai mare. Asemenea placi cofrante pot fi refolosite pana la 300 - 1500 de ori.

c) *Cherestea,* respectiv scanduri de 22-24 mm grosime si dulapi de 38-48 mm grosime.

Pentru a se obtine suprafete netede ale elementelor turnate si o aderenta mai redusa a betonului la placa cofranta, scandurile sau dulapii se geluiesc.

La confectionarea placii cofrante, se lasa spatii (rosturi) de 1-3 mm intre scanduri, pentru a permite deformarea (umflarea) lor libera la umezire. Inchiderea integrala sau partiala a acestor rosturi, depinde de gradul de umezire, distanta dintre rosturi, esenta lemnului si dimensiunile scandurilor sau dulapilor folositi.

Cofrajele de cherestea se folosesc la realizarea elementelor de beton la care nu se impun exigente deosebite, sau care urmeaza a se finisa.

Numarul de refolosire a placilor cofrante din cherestea este de 8-12 ori, ceea ce conduce la un consum relativ mare de material lemnos, pe unitatea de suprafata cofrata.

d) *Polimeri duri, armati sau nearmati cu fibre de sticla*

Avantajele folosirii acestora:

- asigura o calitate superioara a suprafetei elementelor
- aderenta betonului la placa cofranta este scazuta
- asigura un numar mare de refolosiri . Dezavantaj: cost relativ ridicat

- *Elemente de rigidizare a placii cofrante (nervuri)*

Nervurile sunt elemente de rezistenta ce au rolul de a prelua nemijlocit de la placa cofranta, toate actiunile la care ea este supusa si de a limita deformatiile acesteia.

Impreuna cu placa cofranta, nervurile formeaza cofrajul propriu-zis.

Nervurile se dispun pe ambele directii, cele paralele cu latura lunga a panoului purtand denumirea de lonjeroni, iar cele dispuse transversal (paralel cu latura scurta a panourilor) purtand denumirea de coaste si jucand in prealabil rolul de contravantuiri.

Nervurile placii cofrante se realizeaza curent din lemn si metal.

- *Nervurile din lemn,* se realizeaza cu foarte mare frecventa la confectionarea panourilor cu placa cofranta din placaj, scanduri sau dulapi. Ele se obtin din grinzisioare sau prin taierea pe latime a dulapilor, la dimensiunile stabilite.
- *Nervurile din metal* sunt utilizate la panourile de cofraj integral metalice si la cele cu placa cofranta din placaj, scanduri sau dulapi. Nervurile din metale se obtin de regula, din profiluri laminate usoare si elemente din tabla ambutisata. Ele frebuie sa aiba un numar de refolosiri cel putin egal cu cel al placilor cofrante din tabla de otel.

- *Panouri de cofraj (de inventar)*

Prin asamblarea placii cofrante cu nervurile se pot obtine panouri de cofraj. Panourile de cofraj (inventar) au forme geometrice regulate, dimensiuni modulate si pot avea suprafata de cofrare relativ mica sau mare. Panourile (modulate) de inventar cu suprafata mare de cofrare, pot fi utilizate la realizarea elementelor de suprafata (plane sau curbe) si poarta denumirea de panouri mari care pot sa aiba dimensiuni fixe sau variabile (obtinute printr-o preasamblare).

Panourile modulate se pot realiza din lemn, metal sau mixte (metal si lemn).

Panourile modulate din lemn au placa cofranta din placaj rezistent la umiditate iar nervurile din cherestea. Aceste panouri sunt scoase din uz o data cu degradarea placii cofrante desi, nervurile mai pot fi, de obicei, apte pentru a fi refolosite.

Panourile metalice sunt mai avantajoase decat cele din lemn, deoarece pot fi prevazute cu conducte de circulatie a unui agent incalzitor, permitand astfel incalzirea sau tratarea termica a betonului dupa turnare. Pentru montarea panourilor metalice se pot folosi mijloace mai eficiente, care maresc productivitatea muncii si reduc durata de cofrare si decofrare. Ca dezavantaj il reprezinta dificultati la manipulare din cauza masei lor mai mare la aceeasi suprafata de cofrare.

Panourile mixte, cu placa cofranta din lemn si nervurile din metal permit inlocuirea placii cofrante uzate avand in vedere ca structura metalica are un numar mult mai mare de refolosiri decat lemnul sau produsele superioare din lemn.

Panourile cele mai recent concepute au o structura de rezistenta si rigidizare metalica si placa cofranta realizata din polimeri.

2.7.2.2 *Elemente de sustinere sau sprijinire a cofrajului propriu-zis*

Cofrajul propriu-zis, indiferent de modul de alcatuire, reazema pe elemente de rezistenta, carora le transmite nemijlocit toate actiunile la care el este supus. Aceste elemente, limiteaza in acelasi timp deformatiile cofrajului.

Dupa tipul, forma si pozitia elementului ce urmeaza a se realiza (orizontala, oblica sau verticala), elementele de sustinere sau sprijinire ale cofrajului propriu-zis, se alcatuiesc si se denumesc diferit.

- *Pentru elemente de beton si beton armat verticale* la care principala solicitare care actioneaza asupra elementelor de sprijinire este cea de impingere (presiune) a betonului;

2.7.2.2.1 <u>la cofrarea peretilor</u>, elementele de sprijinire se alcatuiesc din elemente tubulare din tabla indoita, profiluri metalice usoare, laminate, tevi de otel, rigle din lemn ecarisat, tije sau buloane de otel etc. Elementele de sprijinire sunt:

- *moaza* - grinda orizontala, pe care se reazema nemijlocit panoul de cofraj (cu nervurile longitudinale dispuse pe verticala) si care are rolul de a sustine si de a alinia panourile de cofraj dispuse pe fata respectiva a peretelui cofrat;
- *montantul* - grinda verticala pe care reazema direct panoul de cofraj (cu nervurile longitudinale dispuse orizontal); in anumite situatii, din conditii de rezistenta sau deformatii, se utilizeaza atat moaze cat si montanti, unele rezemand pe celelalte, in functie de pozitia nervurilor cofrajului propriu-zis.
- *tirantii* - elemente metalice supuse la intindere; ei preiau actiunile orizontale de la moaze sau montanti. Transmiterea actiunilor de la moaze sau montanti la tiranti se poate face direct sau prin intermediul unor placute metalice. Tirantii se alcatuiesc din buloane speciale, tije filetate sau sarme de otel.
- *spraiturile* - elemente supuse la solicitarea axiala de compresiune, provenita din actiunea orizontala de la moaze sau montanti. Ele preiau aceste solicitari si le transmit elementului pe care reazema,

2.7.2.2.2 <u>la cofrarea stalpilor, bulbilor elementele de sprijinire sunt:</u>

- calotii, indeplinesc rolul pe care il au moazele la cofrarea peretilor, se realizeaza din aceleasi materiale; acestia sprijina cofrajul propriu-zis pe toate laturile elementului de constructie;

- tirantii, spraiturile

- *Pentru elemente orizontale (placi, dale, grinzi)*

Sustinerile elementelor orizontale sunt solicitate dominant la actiuni gravitationale dar si din cele orizontale provenite din socurile la descarcarea betonului si poarta denumirea de esafodaj.

Esafodajul este o structura care preia toate solicitarile si le transmite terenului sau constructiei pe care este asamblat, asigurand totodata stabilitatea intregului ansamblu al cofrajului. In cazul elementelor de constructie de forma curba (arce, placi curbe) esafodajul poarta denumirea de cintru.

Elementele componente ale esafodajului sunt;

- *grinzile* sustin cofrajul propriu-zis. Ele se dispun de regula dupa o directie, iar in cazuri mai rare, dupa doua directii. Ele se pot realiza din lemn (grinzi cu inima plina sau grinzi cu zabrele) sau din metal (profiluri sau grinzi cu zabrele) si pot avea lungimi fixe sau variabile (grinzi extensibile).
- *popii* - elemente verticale pe care reazema direct grinzile. Ei au inaltime variabila (putand fi utilizati pentru inaltimi diferite ale esafodajului), precum si moduri de alcatuire

si capacitati de incarcare diferite (cei de capacitati mari si foarte mari se alcatuiesc sub forma unor structuri spatiale). In cazul incarcarilor foarte mari verticale si a inaltimilor mari se pot utiliza in locul popilor esafodaje independente;

- *longrinele* - sunt elemente de rigidizare orizontale, realizate de obicei, din tevi de otel, avand rolul de aliniere si contravantuire a popilor dispusi pe acelasi sir. Longrinile se fixeaza demontabil atat la partea superioara cat si la cea inferioara a popilor, purtand denumirea de longrine superioare sau inferioare;
- *contravantuirile* sunt elemente de rigidizare dispuse inclinat, montate dupa doua directii, de regula ortogonal (in lungul sirului de popi si transversal), avand rolul asigurarii stabilitatii intregului ansamblu al cofrajului. Contravantuirile de inventar se realizeaza din tevi de otel sau din tije de otel cu dispozitive de tensionare. Esafodajele din lemn se realizeaza cu aceleasi tipuri de elemente, realizate din lemn ecarisat si bile. Ele se utilizeaza foarte rar si se incadreaza in categoria cofrajelor dulgheresti, avand toate dezavantajele ce decurg din aceasta categorie.

4.7.2.3 Elemente auxiliare ale cofrajelor

Elementele si piesele de completare si asamblare ale cofrajelor sunt:

- *Dulapii sau scandurile de aliniere* - se aseaza la baza panourilor de cofraj montate vertical sau inclinat; acestia servesc la: alinierea panourilor (pe linia de trasare), asigurarea etanseitatii la baza cofrajului si la asigurarea unei decofrari usoare;
- *Clemele* - sunt piese metalice care au rolul de a prinde strans intre ele nervurile vecine ale panourilor modulate de cofraj;
- *Distantierii* sunt piese tubulare, de obicei din PVC, beton sau otel, care pot fi recuperate sau sa ramana inglobate in beton. Ei indeplinesc doua functiuni:

□ limiteaza apropierea panourilor de cofraj dispuse pe fetele opuse ale elementului de beton, in momentul tensionarii tirantilor, asigurand astfel dimensiunea (grosimea) elementului turnat;
□ permit recuperarea tirantilor, impiedicand contactul acestora cu betonul;

Distantierii recuperabili sunt de regula, piese metalice in forma tronconica sau casetata; ei se recupereaza dupa utilizare si se reutilizeaza.

- *Conurile de capat* sunt piese recuperabile, care se aseaza la extremitatile distantierilor, pentru a mari suprafata de rezemare a acestora pe placa cofranta; pot fi din PVC sau otel
- *Placutele de repartitie* (rezemare), au rolul de a prelua actiunile de la moaze si montanti si de a le transmite pieselor de blocare ale tirantilor.
- *Zavoarele si piulitele de strangere* au rolul de a bloca tirantii dupa punerea lor sub tensiune si reazema pe placutele de repartitie
- *Eclisele* sunt piese metalice de imbinare a moazelor si montantilor; pot fi de forma liniara sau cotite.
- *Bridele si colierele* sunt piese metalice care se utilizeaza la asamblarea componentelor esafodajului (popi, contravantuiri, longrine etc).
- *Tensorii sunt* elemente liniare solicitate axial care au rolul de a asigura stabilitatea cofrajelor verticale; pot indeplini si rolul de sprait cu conditia sa fie verificati prin calcul.
- *Bolturile metalice cu pene* sunt piese de imbinare demontabila a doua elemente alaturate.
- *Menghinele metalice* se utilizeaza pentru fixarea intre ele, a moazelor sau montantilor cu nervurile principale ale cofrajului propriu-zis.
- *Platforme de lucru (turnare a betonului)* se monteaza de regula, pe moaze sau montanti,

la nivelul de lucru.

- *Sipci profilate* pentru crearea de muchii tesite sau de santuri pentru instalatii, in elementul de beton.

Dupa tipul cofrajului si modul sau de alcatuire, mai pot exista si alte elemente si piese auxiliare. In cazul realizarii esafodajelor din lemn imbinarile se fac, de obicei, cu scoabe si cuie.

2.7.3 Clasificarea cofrajelor

2.7.3.1 *Dupa modul de alcatuire:*

- *Cofraje demontabile* - alcatuite din panouri modulate si tipizate, elemente de sustinere si sprijinire si piese auxiliare de asamblare; se asambleaza si se demonteaza cu ocazia fiecarui ciclu de utilizare. Au avantajul de a se putea adapta la elemente si structuri de dimensiuni, modulate, diferite, ceea ce le confera un domeniu larg de utilizare; ele permit asamblarea si demontarea cu usurinta, precum si refolosirea de mai multe ori. Dezavantajul acestui tip de cofraj este consumul mare de manopera necesar montarii si demontarii la fiecare ciclu de utilizare. Din aceasta categorie fac parte cofrajele de inventar din panouri, sustineri si sprijiniri demontabile modulate, cofraje pasitoare, cataratoare etc.

- *Cofraje nedemontabile* care se asambleaza si se demonteaza o singura data, la inceputul si respectiv la terminarea structurii de beton armat sau beton precomprimat. Aceste cofraje sunt echipate cu instalatii sau dispozitive care permit deplasarea lor in intregime sau sunt deplasate sub forma de ansambluri ori subansambluri mari, utilizand macarale sau alte mijloace de transport. Cofrajele din aceasta categorie prezinta marele avantaj de a nu fi asamblate si demontate la fiecare ciclu de utilizare, ceea ce conduce la o economie mare de manopera, un rulaj cat mai mare a acestora si scurtarea duratei de executie a structurii. O data asamblate ele nu se pot utiliza decat pentru realizarea repetata a acelorasi forme si dimensiuni ale elementelor. Decofrarea se realizeaza prin desprinderea (indepartarea) suprafetelor de contact a cofrajului propriu-zis de elementele din beton armat, fie pe intregul ansamblu al cofrajului, fie pe subansamble ale acestuia. Exceptie face cofrajul glisant, care se decofreaza prin alunecarea (glisarea) placii cofrante pe suprafata elementelor in curs de realizare. Din aceasta categorie fac parte: cofrajele glisante, cofrajele rulante, mesele cofrante, cofrajele spatiale (tip tunel) pentru realizarea structurilor etajate cu diafragme dese, panourile (cofrajele) mari de suprafata realizate prin asamblarea de panouri modulate.

- *Cofrajele traditionale dulgheresti.* Se folosesc la elemente si structuri cu caracter de unicat sau cu forme variate si complicate ca de exemplu cupole, grinzi curbe, la care nu se pot adapta sisteme industrializate de cofrare. Ele se confectioneaza pe santier din material lemnos, asamblarea si demontarea facandu-se exclusiv manual, piesa cu piesa componenta, fapt pentru care consumul de manopera este foarte mare. Cofrajele traditionale se folosesc o singura data sau de un numar foarte mic de ori, ceea ce determina un consum mare de material lemnos. O eventuala refolosire a materialului lemnos pentru alte cofraje sau alta destinatie necesita o noua prelucrare, cu pierderi insemnate de material lemnos si consum suplimentar de manopera.

- *Cofraje pierdute.* Ele indeplinesc functiile normale ale cofrajelor, dar nu se decofreaza, ramanand aderente la elementul format. Aceste cofraje pot avea rol de rezistenta (contandu-se pe conlucrarea lor cu betonul), de izolator termic sau estetic (cofraje de armociment pentru plansee, predale, panouri cu caracter arhitectural, estetic etc.)

2.7.3.2 *Din punct de vedere al destinatiei* in raport cu elementele de constructie la a caror executie se folosesc, cofrajele se clasifica in:

- cofraje pentru fundatii
- cofraje pentru pereti
- cofraje pentru stalpi
- cofraje pentru grinzi
- cofraje pentru plansee
- cofraje pentru arce si bolti
- cofraje pentru alte elemente de constructie

2.7.3.3 *Dupa materialele folosite pentru placa cofranta:*
2.7.3.3.1 cherestea de rasinoase
2.7.3.3.2 placaj rezistent la umiditate
2.7.3.3.3 tabla de otel
2.7.3.3.4 profile din aliaje de aluminiu
2.7.3.3.5 polimeri (armati sau nearmati cu fibre de sticla)
2.7.3.3.6 cauciuc
2.7.3.3.7 materiale combinate (placaj acoperit cu folie de aluminiu, tabla de otel sau cu poliester armat cu fibre de sticla etc.)

2.7.4 **Pregatirea lucrarilor de cofrare**

Pentru fiecare tip de cofraj/element de beton armat monolit, pe baza proiectului tehnologic de executie elaborat de proiectantul lucrarii si tinand cont de conditiile specifice de executie, constructorul va elabora fisa tehnologica de executie a cofrajului care trebuie sa contina urmatoarele:

2.7.4.1 lucrarile pregatitoare;
2.7.4.2 fazele de executie;
2.7.4.3 pozitia eventualelor ferestre de curatire sau betonare;
2.7.4.4 controlul calitatii executiei lucrarilor de cofraje pe faze de executie;
2.7.4.5 resursele necesare (echipamente de cofrare si sustineri, utilaje, scule.)
2.7.4.6 organizarea locului de munca;
2.7.4.7 stabilirea formatiilor de munca si instruirea personalului privind tehnica de securitate a muncii. Panourile de cofraj inainte de montare trebuie sa fie verificate de catre conducatorul tehnic al lucrarii avandu-se in vedere urmatoarele aspecte:
2.7.4.7.1 daca prezinta rigiditatea necesara pentru a nu se deforma;
2.7.4.7.2 daca prezinta degradari sau deformari;
2.7.4.7.3 daca s-au executat remedierile deteriorarilor aparute anterior
2.7.4.7.4 daca au fost curatate si unse cu solutie decofranta Abaterile admisibile pentru lucrarile de cofraje:

- pentru confectionarea si montarea cofrajelor glisante, se vor incadra in prevederile din "Normativ privind alcatuirea, executarea si folosirea cofrajelor glisante" - C41-76;
- pentru cofrajele demontabile se vor incadrain prevederile normativului NE 012-2007;
- pentru sistemele de panouri cu cadre metalice se va tine seama de prevederile agrementului tehnic si a datelor furnizate de producator/dealer.

Inainte de inceperea operatiei de montare a cofrajelor se vor curati si pregati suprafetele care vor veni in contact cu betonul ce urmeaza a se turna; se va verifica si corecta pozitia armaturilor conform prevederilor proiectului; se va verifica existenta procesului-verbal de lucrari ascunse pentru armarea elementului respectiv.

2.7.5 Montarea cofrajelor demontabile

2.7.5.1 *Prevederi comune de montare a panourilor de cofraje*

Pentru orice element de constructie, operatiile de montare a panourilor de cofraje se succed in urmatoarea ordine:

2.7.5.1.1 Curatarea si nivelarea locului de montaj;
2.7.5.1.2 Trasarea pozitiei axelor constructiei si a pozitiei cofrajelor;
2.7.5.1.3 Transportul si asezarea panourilor de cofraj pe locurile trasate;
2.7.5.1.4 Asamblarea si sustinerea lor provizorie;
2.7.5.1.5 Verificarea pozitiei cofrajelor fiecarui element de constructie si fixarea acestora in pozitie corecta;
2.7.5.1.6 Incheierea, legarea si sprijinirea definitiva a lor.

2.7.5.2 *Montarea cofrajelor pentru fundatii*

- Pentru cofrarea fundatiilor continue si in general, a celor care au inaltime mica, panourile de cofraj se aseaza cu latura lunga pe orizontala;
- Pentru blocuri de fundatii izolate, panourile de cofraj se aseaza cu latura lunga pe orizontala;
- Penfru fundatii adanci panourile se pot aseza cu latura lunga in pozitie verticala;
- In cazul fundatiilor continue, se traseaza axa longitudinala a fundatiei pe fundul santului respectiv; fata de acest ax se traseaza pozitiile fetelor interioare ale panourilor de cofraj; dupa trasare se fixeaza montantii (de o parte si de alta a fundatiei) de care se vor prinde panourile de cofraj;
- In cazul fundatiilor izolate pentru stalpi, se traseaza doua axe perpendiculare pentru fiecare fundatie in parte, urmarindu-se alinierea pe axele sirurilor de stalpi; cofrajele se incheie complet si se inseamna pe muchia lor de sus mijlocul fiecarei laturi, pentru centrarea cofrajelor pe amplasamentul respectiv; fixarea lor se realizeaza cu montanti, proptele etc, verificandu-se in prealabil pozitia lor corecta.

2.7.5.3 *Montarea cofrajelor pentru pereti*

- Pe suprafata peretilor, panourile de cofraj se aseaza astfel ca rosturile dintre panouri, pe ambele fete ale peretelui, sa fie in acelasi plan vertical normal pe perete;
- Alinierea panourilor de cofraj pentru pereti la partea lor inferioara se realizeaza cu ajutorul talpilor de rezemare, asezate de o parte si de alta a peretelui si mentinute la distanta

corespunzatoare grosimii peretelui cu ajutorul unor distantieri care pot fi din teava PVC, prevazuti la capete cu conuri tot din PVC; mentinerea alinierii panourilor asamblate se obtine cu ajutorul unor moaze (de obicei din teava dreptunghiulara) asezate la partea exterioara a cofrajului si cu ajutorul distantierilor amplasati in dreptul rosturilor dintre panouri si pe linia moazelor;

- Alaturarea stransa intre panourile de cofraj se poate asigura cu ajutorul clemelor. Impingerea betonului asupra panourilor de cofraj poate fi preluata de catre perechile de moaze din teava dreptunghiulara, legate intre ele prin tiranti prevazuti la un capat cu saboti, iar la celalalt capat cu un zavor pentru strangerea si blocarea tirantului; pozitia pe inaltime a perechilor de moaze este stabilita in proiectul tehnologic de executie a cofrajelor si in fisa tehnologica corespunzatoare;

- Pentru montarea panourilor de cofraj pentru pereti, mai intai se traseaza axele si conturul peretilor; apoi se fixeaza talpile de rezemare si trasare si se monteaza panourile de cofraj pentru o fata a peretelui, incepand cu panoul din colt; montajul se executa pe ambele laturi concurente intr-un colt al incaperii, pe masura ce se executa montajul, fiecare panou de cofraj se asambleaza cu cel anterior montat cu cleme din otel-beton, sprijinindu-se provizoriu cu proptele. Apoi se monteaza armaturile peretelui, se fixeaza cutiile si ramele pentru goluri. Dupa aceasta se monteaza panourile de cofraj pe a doua fata a peretelui; o data cu fiecare panou de cofraj de pe fata a doua a peretelui se monteaza distantierii prin care se introduc si se fixeaza provizoriu tirantii; Se monteaza in continuare perechile de moaze si se fixeaza cu tiranti cu zavor;

- Verticalitatea cofrajelor se verifica cu ajutorul unui dispozitiv cu fir de plumb;
- Dupa verificare, cofrajele se spraituiesc (daca este cazul) la pozitia lor definitiva din proiect.

2.7.5.4 *Montarea cofrajelor pentru stalpi*

- Cofrajele pentru stalpi sunt alcatuite din panouri modulate, cu completari sub forma de panouri puse pe verticala si fururi pe orizontala;
- Panourile de cofraj pentru formarea cofrajului unui stalp, se dispun sub forma de morisca; Calotii (de regula) se dispun de asemenea sub forma de morisca dar in sens contrar.
- Cofrajul stalpului se imbina cu cofrajul grinzilor astfel incat cofrajul grinzilor sa fie amplasat deasupra cofrajului stalpilor, ceea ce permite o asamblare usoara si decofrarea stalpului inaintea grinzilor (acestea avand nevoie de o perioada mai mare de asteptare in stare cofrata);
- La montarea panourilor de cofraj pentru stalpi se executa urmatoarele operatii:
  - trasarea axelor constructiei si a conturului stalpului;
  - fixarea ramei de trasare;
  - montarea panourilor de cofraj pentru trei laturi, sprijinite provizoriu;
  - fixarea cu cuie a sipcii triunghiulare pe fetele panourilor de cofraj;
  - montarea armaturii;
  - montarea provizorie a ferestrei de control pe latura a patra;
  - continuarea cofrarii laturii a patra cu panou de cofraj;
  - montarea calotilor;
  - scoaterea ferestrei de control, curatirea bazei stalpului (daca este cazul) si montarea definitiva a feresfrei de control;

2.7.5.5 *Montarea cofrajelor pentru grinzi si nervuri*

- Cofrajele pentru grinzi si nervuri sunt alcatuite din panouri de cofraj modulate si completari;
- Este de preferat ca pe panoul de cofraj pentru fundul grinzii sa nu reazeme panourile de cofraj ale fetelor laterale, care se decofreaza mult mai repede;
- Prinderea si rigidizarea cofrajelor se realizeaza cu ajutorul unor caloti, a unor distantieri si a unor tiranti;
- La montarea panourilor de cofraj pentru grinzi si nervuri se executa urmatoarele operatii:
    - trasarea axelor grinzii si a latimii lor;
    - verificarea pozitiei in plan orizontal si vertical a esafodajelor;
    - verificarea esafodajului;
    - montarea panourilor de cofraj pentru fundul grinzilor;
    - montarea armaturii;
    - montarea panourilor de cofraj pentru partile laterale;
    - montarea distantierilor, tirantilor si calotilor.

4.7.5.6 *Montarea cofrajelor pentru placi*

- In cazul in care se utilizeaza panouri modulate, principalele operatii care se executa sunt:

- executarea esafodajului
- montarea panourilor cu prevederea rosturilor pentru decofrare pe ambele directii;
- realizarea cofrajului in zona rosturilor pentru decofrare si a zonelor de completare (daca este cazul);
- montarea cutiilor pentru goluri (daca este cazul); etanseizarea si curatirea cofrajului (daca este cazul);
- verificarea dimensiunilor, a cotei de nivel, a planeitatii si orizontalitatii (daca este cazul);

- In cazul cand se utilizeaza un platelaj preasamblat, principalele operatii care se executa sunt:

- executarea esafodajului;
- montarea platelajului;
- montarea cutiilor pentru goluri (daca este cazul);
- verificarea cotei de nivel si a orizontalitatii (daca este cazul);

2.7.6 **Demontarea si depozitarea elementelor de cofraj**

Cofrajele vor fi proiectate si montate astfel incat sa permita decofrarea fara deteriorarea sau lovirea betonului.

Demontarea

2.7.6.1 Ordinea operatiilor de demontare este, in general, inversa decat la montare;

2.7.6.2 Decofrarea peretilor incepe prin desfacerea zavoarelor, scoaterea tirantilor si a moazelor (care se depoziteaza in zone necirculate), scoaterea clemelor de asamblare, a scandurilor de aliniere si a fururilor dintre panourile de cofraj si se incheie cu demontarea panourilor de cofraj care se curata si se ung;

2.7.6.3 Decofrarea stalpilor consta in desfacerea calotilor si scoaterea (de sus in jos) a panourilor de cofraj, care se curata si se ung;

2.7.6.4 Decofrarea fundatiilor se realizeaza prin demontarea spraiturilor, proptelelor,

tarusilor, clestilor, montantilor si respectiv a panourilor de cofraj care se curata si se ung;

2.7.6.5 Decofrarea grinzilor se incepe prin desfacerea zavoarelor, scoaterea tirantilor, a jugurilor si a panourilor laterale, care se curata si se ung. Dupa ce betonul a atins gradul de maturizare dorit, se dezasambleaza esafodajul si se scot panourile de cofraj ale fundului, care se curata si se ung ;

2.7.6.6 Decofrarea placilor consta in dezasamblarea esafodajului, scoaterea panourilor si curatirea si ungerea lor.

Depozitarea

2.7.6.7 Panourile de cofraj se depoziteaza pe tipuri in stive, pe suporturi de 15-20 cm inaltime, chiar si pentru o perioada scurta de neutilizare; stivele sunt formate prin suprapunerea panourilor astfel imperecheate incat suprafetele lor de contact cu betonul sa se afle fata in fata; pentru o perioada mai lunga de depozitare, stivele se vor acoperi cu prelate sau folii de polietilena;

2.7.6.8 Celelalte materiale auxiliare si elemente de inventar si piesele mici se vor pastra in lazi;

2.7.6.9 Panourile de cofraj si celelalte elemente de inventar, care formeaza setul de cofrare, se manipuleaza cu atentie, pentru a nu se degrada si a nu se descompleta;

2.7.6.10 Dupa recuperare, piesele componente ale setului de cofraj se curata de resturile de beton si se ung pentru o mai buna conservare; se pot folosi masini de curatat cofraje, raschete cu lame metalice sau din PVC, perii etc.

2.7.6.11 Pentru ungere se folosesc agenti de decofrare (emulsii parafinoase).

2.7.7 Verificarea calitatii lucrarilor de cofraje

2.7.7.1 *Inainte de inceperea lucrarii de cofrare se verifica:*

- calitatea panourilor de cofraje;
- existenta fisei tehnologice a lucrarii de cofraj care trebuie sa cuprinda planurile de panotaj si sa descrie executia pe faze precum si controlul corespunzator fiecarei faze;
- suprafetele de beton turnat anterior (daca este cazul);
- pozitia armaturilor de legatura sau de continuitate;

2.7.7.2 *In timpul executarii lucrarilor de cofrare*

- Se verifica etapizat:

- lucrarile pregatitoare si elementele sau subansamblurile de cofraje si sustineri;
- pozitionarea in raport cu trasarea si modul de fixare a elementelor componente ale cofrajului;
- corespondenta cu prevederile proiectului si incadrarea in abaterile admisibile conform normelor in vigoare (conform NE 012 – 2007)

Pentru fiecare faza de executie se vor intocmi procese-verbale de receptie calitativa semnate de cei in drept (executant - seful punctului de lucru, investitor/beneficiar-inspector de santier):

2.7.7.3 *La terminarea executarii lucrarilor*

- Se va intocmi dupa caz:

2.7.7.3.1 proces verbal de lucrari ascunse in care se vor consemna constatarile cu privire la urmatoarele verificari:

- alcatuirea elementelor de sustinere si sprijinire

- incheierea corecta a elementelor cofrajelor si asigurarea etanseitatii necesare
- dimensiunile interioare ale cofrajelor in raport cu cele ale elementelor care urmeaza a se betona;
- dimensiunile si cota de nivel
- pozitia cofrajelor in raport cu cea a elementelor corespunzatoare situate la nivelele inferioare;

- pozitia golurilor.

Se constata inscrierea in tolerantele structurilor definitive pentru care sunt executate. Procesul verbal se va semna de; executant, responsabilul tehnic cu executia, inspectorul de santier si proiectant.

2.7.7.3.2 Proces-verbal de control al calitatii lucrarilor in faze determinante, daca aceasta etapa este trecuta ca faza determinanta (de ex. receptia cofrajelor si armaturilor la fundatii, plansee la diferite cote etc). Se vor efectua masuratori si examinari vizuale atat pentru lucrarile de cofraje cat si pentru lucrarile de armare, specificandu-se in procesul verbal admiterea fazei respective. Procesul verbal se va semna de: executant, responsabilul tehnic cu executia, inspectorul de santier, proiectant si reprezentantul Inspectoratului de Stat in Constructii.

2.7.7.4 Abaterile cofrajelor si elementelor de beton si beton armat, sunt prezentate in tabelul

10.1 in conformitate cu prevederile NE 012-2007. Tabel 4.7.1 (Conform NE 012 – 2007 si NE 012 - 99)

ABATERI ALE COFRAJELOR SI ELEMENTELOR DE BETON SI BETON ARMAT

ABATERI ALE COFRAJELOR ŞI ELEMENTELOR DE BETON ŞI BETON ARMAT

Elementul	Dimensiune de referinţă	Cofraj		Elemente după cofrare									
		Abateri în mm, pentru:											
		Dimensiune	Înclinare faţă de proiect	Dimensiuni	Înclinarea suprafeţei faţă de:						Forma muchiei sau suprafeţei		Poziţia elementelor
					Verticală		Orizontală		Poziţia oblică din proiect		Pe 1 m sau 1 m²	Total lungime sau suprafaţă	Axe în plan orizontal	Cote de nivel
					1 m, 1 m²	totală	1 m sau 1 m²	totală	1 m sau 1 m²	totală				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Fundaţii	Lungime	±15	3 mm/m	±20		-		20		16				
	Lăţime	±6												
	Înălţime	±10	15 mm/ total	<2m...±20 >2m...±30		16		-		16		L≤3m ...±10		10
Stâlpi	Înălţime	±10		<3m...±16 3-6m...±20 >6m...±25		16		20		-		3<L≤9m ... ±12		<6m... ±10
	Dimensiunile secţiunii	±3		<50m...±5 >50m...±8	3	-	5	-	5	-	4	9<L≤18m ... ±16	10	
Pereţi	Lungime	±10		<3m...±16		-		-		-				>6m... ±16
	Înălţime			3-6m...±20 >6m...±25		16		-		-				

	Grosime	±3		<10m...±3 >10m...±5		-		-		-				
Pereţi silozuri	Înălţime	-		-		40	5	-		-				
Grinzi	Lungime	±10	2 mm/m	<3m...±16 3-6m...±20 >6m...±25		5		10		10				gr. rulare ±5
	Dimensiunile secţiunii	±3		<50m...±5 >50m...±8		-		-		-				
Plăci	Lungime sau lăţime	±10	10 mm/ total	<3m...±16 3-6m...±20 >6m...±25		-		10		10				
	Grosime	±3		<10m...±3 >10m...±5		-		-		-				

2.8 Conditii tehnice privind cofrarea elementelor de beton

2.8.1 Principii privind cofrarea

Aceasta operatie va fi supravegheata direct de catre conducatorul tehnic al punctului de lucru iar in cazul in care se constata defecte de turnare (goluri, zone segregate etc.) care pot afecta stabilitatea constructiei decofrate, acesta va sista demontarea elementelor de sustinere, pana la aplicarea masurilor de remediere sau de consolidare (va convoca proiectantul si reprezentantul autorizat al beneficiarului, in functie de situatie).

Sustinerile cofrajelor se vor desface incepand din zona centrala a deschiderii elementelor si continuand simetric catre reazeme.

Slabirea dispozitivelor de decofrare se va face treptat, fara a se produce socuri, loviri, care ar putea deteriora muchiile sau suprafetele de beton ori materialul cofrajelor.

Decofrarea se va face astfel incat sa se evite preluarea brusca a incarcarilor de catre elementele care se decofreaza, ruperea muchiilor betonului sau degradarea cofrajului si sustinerilor.

Durata de mentinere a betonului in cofraj depinde, in principal, de:

- dimensiunile elementului de constructie;
- compozitia betonului (tipul si marca cimentului, dozajul de ciment, aditivi etc);
- conditiile de mediu (temperatura si umiditate);
- solicitarea la care este supus elementul.

In lipsa unor precizari date prin proiectul tehnologic de executie a cofrajelor, pentru decofrare se vor avea in vedere urmatoarele aspecte:

- partile laterale ale cofrajelor se pot indeparta dupa ce betonul a atins o rezistenta de minimum 2,5 N/mm3 astfel incat fetele si muchiile elementelor sa nu fie deteriorate;
- cofrajele fetelor inferioare la placi si grinzi se vor indeparta mentinand sau remontand popi de siguranta, atunci cand rezistenta betonului a atins fata de clasa urmatoarele procente:
  - 70% pentru elemente cu deschideri de maximum 6 m;
  - 85% pentru elemente cu deschideri mai mari de 6 m;
- popii de siguranta se vor indeparta atunci cand rezistenta betonului a atins fata de clasa urmatoarele procente:
  - 95% pentru elemente cu deschideri de maximum 6 m;
  - 112% pentru elemente cu deschideri de 6 ... 12 m;
  - 115% pentru elemente cu deschideri mai mari de 12 m;

Stabilirea rezistentelor la care au ajuns partile de constructie se va face prin incercarea epruvetelor de control confectionate in acest scop, conform STAS 1275-88 si pastrate in conditii similare elementelor in cauza; va trebui sa se tina seama de faptul ca poate exista o diferenta intre aceste rezultate si rezistenta reala a betonului din element (evolutia diferita a caldurii in beton in cele doua situatii, tratarea betonului etc); rezistenta pe care a atins-o un beton la o

anumita varsta tinut in conditii diferite de temperatura se poate determina si prin evaluarea analitica a gradului sau de maturizare; daca exista dubii in legatura cu stabilirea acestor rezistente se recomanda incercarile nedistructive.

In tabelele 11.1, 11.2, 11.3 (Conform NE 012 - 99 capitolul 14), se prezinta recomandari cu privire la termenele minime de decofrare si de indepartare a popilor de siguranta precum si a termenelor orientative de incercare a probelor de beton in vederea stabilirii rezistentei betonului, functie de temperatura mediului si viteza de dezvoltare a rezistentei betonului.

Tabelul 2.8.1 Recomandari privind termenele minime de decofrare ale fetelor laterale functie de temperatura mediului si viteza de dezvoltare a rezistentei betonului (conform NE 012-2007 - tabel 14.1)

Viteza de dezvoltare a rezistentei betonului	Termenul de decofrare (zile) pentru temperatura mediului (°C)		
	+5	+ 10	+ 15
Lenta	2	1 1/2	1
Medie	2	1	1

Tabelul 2.8.2 Termenele minime recomandate pentru decofrarea fetelor inferioare ale cofrajelor cu mentinerea popilor de siguranta (conform NE012-99, tabel 14.2)

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

Tabelul 2.8.3 Termenele minime recomandate pentru indepartarea popilor de siguranta (conform NE 012-2007, tabel 14.3)

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

In prima etapa se decofreaza stalpii si peretii, apoi se trece la placi si grinzi. Sustinerile cofrajelor se desfac incepand din zona centrala a deschiderii elementului si continuand simetric

catre reazeme. Piesele de fixare (pene, vinciuri, etc.) se slabesc treptat, fara socuri. Decofrarea se realizeaza astfel incat sa se evite preluarea brusca a incarcarilor de catre elementele care se decofreaza.

In cazul constructiilor etajate avand deschideri mai mari de 3 m, la decofrare se vor lasa sau remonta popi de siguranta a caror pozitie se stabileste astfel:

- la grinzi pana la 6,00 m deschidere se va lasa un pop de siguranta la mijlocul acestora; la deschideri mai mari, numarul lor se va spori astfel incat distanta dintre popi sau de la popi la reazeme sa nu depaseasca 3 m;
- la placi se va lasa cel putin un pop de siguranta la mijlocul lor si cel putin un pop la 12 mp de placa;
- intre diferitele etaje, popii de siguranta se vor aseza pe cat posibil unul sub altul;
- nu este permisa indepartarea popilor de siguranta a unui planseu aflat imediat sub altul care este in curs de cofrare si respectiv, de betonare; de asemenea nu este permisa depozitarea de greutati pe elementele proaspat decofrate;

Decofrarea elementelor cu deschideri mai mari de 12 m si descintrarea esafodajelor care sustin cintrele boltilor, arcelor, panzelor subtiri se executa conform prevederilor din proiectul tehnologic de executie.

Dupa decofrarea oricarei parti de constructie se va proceda, in termen de 24 ore de la decofrare, la examinarea amanuntita a tuturor elementelor de rezistenta ale structurii de catre executant, reprezentantul investitorului si eventual proiectant (daca acesta a solicitat sa fie convocat), incheindu- se un proces-verbal de receptie in care se vor consemna calitatea lucrarilor precum si eventualele defecte constatate si aprecierea importantei lor; nu se va trece la o noua lucrare fara aceste examinari si fara semnarea de catre cei in drept a procesului verbal.

In cazul in care s-au constatat defecte (care se inscriu in abaterile admisibile prevazute in reglementarile tehnice in domeniu - respectiv NE 012-2007, C 56-85) la elementele decofrate remedierea acestora se va face pe baza unor detalii tehnice de executie intocmite de executant si avizate de proiectant.

Este interzisa efectuarea de reparatii de orice fel la suprafetele decofrate, inainte de examinarea acestora de catre conducatorul tehnic al lucrarii impreuna cu reprezentantul investitorului (inspectorul de santier) si, dupa caz, de catre proiectant.

Calculul gradului efectiv de maturizare a betonului "M" se va efectua in conformitate cu prevederile normativului C 16-84 "Normativ pentru realizarea pe timp friguros a lucrarilor de constructii si a instalatiilor aferente" si se va compara cu gradul de maturizare Mß.

$M = \Sigma(\theta_i + 10)\, t_i\, k_\theta$ [h°C]

in care θi - temperatura medie pentru intervalul de timp i;
ti - durata intervalului de timp i
$k\theta$ - coeficientul de echivalare a gradului de maturizare al betonului evaluat la temperatura θ cu cel evaluat la temperatura etalon de +20°C
$M \leq M\beta$ β - nivelul de intarire;
In Normativul C 16 - 84 se prezinta valorile coeficientului de echivalare $k\theta$ a gradului de

maturizare la temperatura θ cu gradul de maturizare la +20°C, precum si gradul de maturizare Mß (la θ =+20°C) pentru nivelul de intarire ß= [%].

2.8.2 Conditii de calitate pentru elementele de constructii decofrate

La decofrarea oricarei parti de constructie:

a) inaintea inceperii decofrarii:
- se verifica rezistentele betonului la care au ajuns partile de constructie pe baza epruvetelor de control confectionate in acest scop si pastrate in conditii similare elementelor in cauza sau prin incercari nedistructive; rezultatele se obtin din buletinele de incercare emise de laboratorul atestat;

b) in timpul decofrarii se verifica:
- aspectul elementelor, semnalandu-se daca se intalnesc zone de beton necorespunzator (beton necompactat, segregat, goluri, rosturi de betonare, culoare neuniforma, fisuri, crapaturi, planeitatea suprafetei, starea muchiilor etc);
- dimensiunile sectiunilor transversale ale elementelor;
- distantele dintre diferitele elemente;
- pozitia elementelor verticale (stalpi, diafragme, pereti) in raport cu cele corespunzatoare situate la nivelul imediat inferior;
- pozitia golurilor de trecere;
- pozitia armaturilor sau a altor piese care urmeaza a fi inglobate in elementele ce se toarna ulterior.

Constatarile in urma acestor verificari (b) se vor consemna in proces-verbal de receptie calitativa; de asemenea se va preciza daca sunt respectate prevederile proiectului si din punct de vedere al abaterilor admisibile (prezentate la capit. 12. subpunct 3 din acest ghid); in procesul verbal semnat de beneficiar, executant si proiectant se va preciza daca betonul se poate considera de calitate corespunzatoare sau sunt necesare masuri de remediere sau consolidare si care sunt acestea.

2.9 Conditii de calitate pentru elementele din beton

Controlul calitatii lucrarilor de executie se face avand ca baza Legea nr. 10/1995 privind calitatea in constructii. Obligatiile si raspunderile factorilor implicati in activitatea de control a calitatii lucrarilor executate (executanti, proiectanti, investitori/beneficiari, inspectori de santier, responsabili tehnici cu executia, verificatori de proiecte, experti tehnici atestati) sunt stipulate in Legea nr. 10/1995, H.G. nr. 925/1995, H.G. 766/1997, Ordin MLPTL nr 488/2002).

Controlul interior efectuat de catre executant se desfasoara pe baza unor proceduri operationale de executare si control a diferitelor procese tehnologice in conformitate cu prevederile programului de control al calitatii lucrarilor stabilit prin contract; acest control presupune toate masurile necesare pentru mentinerea la un nivel corespunzator a calitatii betonului in conformitate cu cerintele specificate in proiecte si caiete de sarcini.

Verificarea lucrarilor de betoane pe faze de executie include inspectiile in diferitele stadii de lucru si determinari privind echipamentul, materialele componente si calitatea betonului pus in

lucrare; pentru realizarea inspectiilor si determinarilor trebuie sa se dispuna de dotari corespunzatoare in ceea ce priveste: echipament, aparatura, personal.

Fazele procesului de executie a lucrarilor de beton si beton armat includ si lucrari ascunse, astfel incat controlul calitatii acestora trebuie sa fie consemnat in procese-verbale de lucrari ascunse, incheiate intre investitor/beneficiar, executant si dupa caz, proiectant; in aceste procese-verbale se precizeaza concret verificarile efectuate, constatarile rezultate si daca se admite trecerea la executarea fazei urmatoare.

2.9.1 Verificari la beton in stare proaspat

Conditiile tehnice privind caracteristicile betonului proaspat sunt stabilite in NE 012 Tabelul VL3.1.

Tabel 2.9.1 Caracteristicile betonului proaspat (Conform NE 012 Tabelul Vl.3.1.)

Nr. crt.	**Caracteristica**	**Valoare de referinţă**	**Limitele de referinţă admise**	
1.	Consistenţa	t = tasare medie (mm)	tasare medie	abaterea admisă
			t = 10...40 mm t = 50...120 mm t > 120 mm	± 10 mm ± 20 mm ± 30 mm
		g_c - gradul de compactare mediu	g ± 0,5	
2.	Temperatura	t_{min} sau t_{max}	t_{min} - 1°C t_{max} + 2°C	
3.	Densitatea aparentă	ρ_b (kg/m^3)	ρ_b ± 40 kg/m^3	
4.	Conţinut de aer oclus/antrenat	p% valoarea medie	p%±1,5	
5.	Granulozitatea agregatelor conţinute în beton sort 0 - 3	g_{min}, g_{max} (%)	g_{min} -2 g_{max} +2	

Determinari efectuate la locul de punere in opera

Determinarile se refera la verificarea consistentei betonului iar daca este prevazut prin proiect sau in perioada de timp friguros, la determinarea temperaturii betonului. In cazuri speciale pot fi prevazute si alte caracteristici.

Caracteristicile care se verifica si valorile de referinta ale acestuia, se precizeaza de catre executant si se inscriu in procedura de executie si nota de comanda a betonului.

In acest scop se vor avea in vedere dupa caz:

- prevederile din proiect sau proceduri speciale;
- mijloace folosite pentru transportul betonului (basculanta, autoagitator, bena, pompa etc);
- conditiile de punere in opera a betonului (dimensiunile elementelor, desimea armaturilor, posibilitatile de compactare).

Ori de cate ori un rezultat nu se inscrie in limitele admise conform prevederilor din tabelul 12.1. se vor efectua pentru acelasi transport de beton inca doua determinari. Daca valoarea medie a trei determinari se inscrie in limitele admise se va accepta punerea in opera a betonului; daca este depasita limita admisa, transportul respectiv de beton se refuza. Se accepta ca in cazul in care valoarea consistentei este mai mica decat cea indicata, aceasta sa se poata imbunatati numai prin adaugare de aditivi plastifianti (superplastifianti).

2.9.2 Incercari pe beton intarit la 28 de zile

Rezistenta la compresiune, determinata ca medie pe fiecare serie de trei cilindri/cuburi, se analizeaza de laboratorul care efectueaza incercarea imediat dupa inregistrarea rezultatului.

In cazul in care rezultatul este mai mic decat clasa betonului (reevaluat conform tabelului 12.1) laboratorul va comunica rezultatul in cauza statiei de betoane si Executantului (beton preparat in statii), respectiv numai Executantului (beton preparat pe santier), in termen de 48 de ore. Urmare a comunicarii primite, la statia de betoane, in termen de 48 de ore, seful statiei impreuna cu delegatul compartimentului de verificare a calitatii vor identifica obiectivele la care s-a livrat tipul respectiv de beton si vor comunica Executantului rezultatul inregistrat. Comunicarea se va face pentru fiecare obiectiv catre Executant (conducatorul antreprizei, responsabilul tehnic cu executia, responsabilul compartimentului controlul calitatii).

In termen de 5 zile, responsabilul tehnic cu executia impreuna cu reprezentantul investitorului vor proceda in felul urmator:

2.9.2.1 identifica elementele la care s-a folosit betonul in cauza;
2.9.2.2 daca proba respectiva a fost prelevata la statia de betoane se verifica in paralel daca au fost

prelevate probe la santier si daca rezistenta obtinuta pe aceasta este cel putin egala cu clasa betonului determinata conform criteriilor de conformitate prezentate in NE 012-2007 pct. 17.2.2.3., in cazul existentei de mai putin de trei rezultate; in cazul indeplinirii acestei conditii se consemneaza ca nu este necesar sa se efectueze verificari suplimentare;

2.9.2.3 daca proba respectiva a fost prelevata la santier sau nu este indeplinita conditia de la pct. b), se va decide:

2.9.2.3.1 efectuarea de verificari suplimentare prin incercari nedistructive sau extragerea de carote;

2.9.2.3.2 convocarea Proiectantului pentru analizarea cazului, daca nu este posibila efectuarea de incercari suplimentare.

Daca din verificarile suplimentare rezulta ca betonul nu indeplineste conditiile prevazute conform reglementarilor tehnice in vigoare, va fi convocat Proiectantul care va analiza si decide dupa caz:

- efectuarea de verificari suplimentare prin metode nedestructive sau extragerea de carote si reanalizare;
- expertizarea lucrarii (si masuri privind refacerea sau consolidarea elementelor necorespunzatoare, adoptarea unor restrictii in serviciu, acceptarea receptionarii lucrarii daca din verificarile efectuate se dovedeste ca satisfacatoare clasa de beton efectiv realizata etc).

2.9.3 Incercari orientative pe beton intarit efectuate la termene scurte

In cazurile in care se urmareste obtinerea de informatii orientative asupra rezistentei care va fi atinsa la varsta de 28 de zile se pot efectua incercari pe cilindri / cuburi de proba la 3 zile (72 ± 3 ore) sau/si 7 zile.

Asemenea incercari prezinta interes in prima perioada de aplicare a unei noi compozitii de beton si in special pentru betoanele de clasa superioara clasei C 20/25.

Probele destinate determinarilor orientative vor fi prelevate, confectionate, pastrate si incercate cu o supraveghere competenta. in special se va verifica temperatura apei din bazinul de pastrare. Pentru fiecare epruveta se va nota data si ora confectionarii si incercarii.

Se recomanda ca in cadrul unui schimb de lucru sa se preleveze minimum 3 probe de beton din sarje diferite in interval de maximum 3 ore; din fiecare proba se vor confectiona cel putin 2 cilindri/cuburi.

Se poate considera ca este asigurata realizarea clasei de beton prevazute, daca rezistenta evaluata pentru varsta de 28 de zile conform datelor din tabelul 12.2, pe baza mediei obtinute pe cilindri/cuburi confectionate in cadrul unui schimb, este cel putin egala cu 1,2 clasa betonului.

Tabelul 2.9.2 Evaluarea rezistentei betonului la 28 de zile in conditii normale de intarire (Conform NE 012 -99 Tabelul VI.3.2.)

$f_{c\ 28\ zile\ 20^oC} = 1/Cf_{c\ n\ zile\ tm}$								
Tipul de ciment utilizat	**t_m temperatura medie din primele 7 zile (°C)**	**Valorile coeficientului "C", vârsta betonului de încercare "n" zile fiind:**						
		3	**7**	**14**	**28**	**56**	**90**	**180**
II/B – S 32,5	+5	0,15	0,30	0,47	0,72	1,10	1,25	1,30
H I 32,5	+10	0,25	0,43	0,64	0,90	1,15	1,25	1,30
H II A – S 32,5	+20	0,35	0,55	0,75	1,00	1,15	1,25	1,30
SR II A – S 32,5	+30	0,43	0,63	0,80	1,03	1,15	1,25	1,30
II/A – S 32,5	+5	0,20	0,40	0,55	0,78	1,05	1,15	1,17
	+10	0,35	0,55	0,73	0,95	1,10	1,15	1,17
	+20	0,45	0,65	0,82	1,00	1,10	1,15	1,17
	+30	0,50	0,73	0,90	1,03	1,10	1,15	1,17

Observatii:

- Valorile indicate in tabel sunt orientative.
- In cazurile in care in cadrul incercarilor preliminare s-au efectuat determinari la 3 si 7 zile, sau se dispune de date obtinute pe compozitii de beton la care s-a folosit acelasi tip de ciment, criteriile de apreciere orientativa se vor stabili de laborator pe baza analizarii rezultatelor inregistrate.
- Pentru valori intermediare se interpoleaza liniar

2.9.4 Calitatea betonului pus in lucrare

Calitatea betonului pus in lucrare, pentru fiecare parte de structura (fundatie, tronson, nivel, etc.) se apreciaza tinand seama de:

- constatarile examinarii vizuale si prin ciocanire a tuturor elementelor;
- concluziile aprecierii calitatii betoniilui livrat (pe baza buletinelor de incercare a epruvetelor confectionate la locul de preparare si instiintarea conducatorului punctului de lucru privind rezultatele obtinute); calitatea betonului livrat pentru fiecare parte de structura se considera corespunzatoare daca rezistenta medie este cel putin egala cu clasa betonului;
- analizarea rezultatelor incercarilor efectuate pe epruvetele confectionate la santier;
- analizarea rezultatelor incercarilor nedistructive (cu ultrasunete sau combinate); Calitatea betonului pus in lucrare se considera corespunzatoare daca:

- nu se constata defecte de turnare sau compactare: goluri, segregari, intreruperi de betonare etc
- la ciocanire se inregistreaza un sunet corespunzator si uniform
- calitatea betonului livrat este corespunzatoare;
- rezultatele incercarilor efectuate pe epruvete la santier sunt corespunzatoare

Rezultatul aprecierii calitatii betonului pus in lucrare, pentru fiecare parte de structura, se consemneaza intr-un proces - verbal de receptie a structurii de rezistenta incheiat intre beneficiar, executant si proiectant. Daca nu sunt indeplinite conditiile de calitate se vor analiza de catre proiectant masurile ce se impun.

2.9.5 Receptia structurii de rezistenta

Receptionarea structurii de rezistenta se va efectua pe intreaga constructie sau pe parti de constructie (fundatie, tronson, scara) potrivit normativului C 56-85, anexa 1.l

Aceasta receptie are la baza examinarea directa efectuata pe parcursul executiei in cadrul controlului interior sau exterior (efectuat de catre organisme independente);

Suplimentar se vor verifica:

- documentele de certificare a calitatii prevazute de reglementarile in vigoare pentru materialele livrate;
- existenta si continutul proceselor verbale de receptie calitativa privind cofrajele, armarea, aspectul elementelor dupa decofrare, aprecierea calitatii betonului pus in lucrare, precum si existenta si continutul proceselor verbale de control in faze determinante;
- existenta si continutul documentelor de certificare a calitatii in cazul betonului livrat;
- constatarile consemnate in cursul executiei in cadrul controlului interior si/sau exterior;
- confirmarea prin procese-verbale a executarii corecte a masurilor de remediere prevazute in diferitele documente examinate;
- consemnarile din condica de betoane;
- buletin privind calitatea betoanelor;

- dimensiunile de ansamblu si cotele de nivel;
- dimensiunile diferitelor elemente in raport cu prevederile proiectului;
- pozitia golurilor prevazute in proiect;
- pozitia relativa pe intreaga inaltime a constructiei, a elementelor verticale (stalpi, pereti structurali) consemnandu-se eventualele dezaxari;
- incadrarea in abaterile admise pentru elementele din beton monolit (cap. 10, tabel 10.1);
- respectarea conditiilor tehnice speciale impuse prin proiect privind materialele utilizate, compozitia betonului, gradul de impermeabilitate, gradul de gelivitate, etc.
- orice alta verificare care se considera necesara

In vederea receptiei structurii unei constructii, in cazurile in care se solicita de catre proiectant, executantul va prezenta beneficiarului buletine de analiza pe beton intarit prin incercari nedistructive;

Alegerea elementelor si numarului necesar de incercari se va face de catre proiectant;

Incercarile nedistructive se vor efectua in conformitate cu normativul C 26-85;

Verificarile efectuate si constatarile rezultate la receptia structurii de rezistenta se consemneaza intr- un proces verbal de receptie calitativa, incheiat intre investitor, proiectant si executant, precizandu- se in concluzie daca structura in cauza se receptioneaza sau se respinge; in cazurile in care se constata deficiente in executarea structurii, se vor stabili masurile de remediere, iar dupa executarea acestora se va proceda la o noua receptie;

Acoperirea elementelor structurii cu alte lucrari (tencuieli, zidarii, protectii, finisaje) este admisa numai pe baza dispozitiei date de investitor sau proiectant. Aceasta dispozitie se va da dupa incheierea receptiei structurilor de rezistenta sau, in cazuri justificate, dupa incheierea receptiei partiale a structurii de rezistenta;

Receptia partiala va consta din efectuarea tuturor verificarilor prezentate la pct. 12.5 alin. (3), cu exceptia examinarii rezistentei la 28 de zile a betonului care se va face la receptia definitiva a structurii de rezistenta; in asemenea situatii, proiectantul va preciza unele parti din elementele asupra carora sa se poata efectua determinari ulterioare si care nu se vor acoperi decat dupa incheierea receptiei definitive a structurii.

2.9.6 Abaterile limita la elementele executate monolit

2.9.6.1 *Defecte privind aspectul elementelor*

Sunt admise urmatoarele defecte privind aspectul elementelor din beton si beton armat:

2.9.6.1.1 defecte de suprafata (pori, segregari, denivelari) avand adancimea de maximum 1 cm si suprafata de maximum 400 cm2, iar totalitatea defectelor de acest tip fiind limitata la maximum 10% din suprafata fetei elementului pe care sunt situate;

2.9.6.1.2 defecte in stratul de acoperire al armaturilor (stirbiri locale, segregari) cu adancimea mai mica decat grosimea stratului de acoperire, lungime maximum 5 cm iar totalitatea defectelor de acest tip fiind limitata la maximum 5% din lungimea muchiei respective; Defectele care se incadreaza in limitele mentionate mai sus pot sa nu fie inscrise in procesul verbal care se intocmeste, dar vor fi in mod obligatoriu remediate conform normativului C 149-87 pana la receptionarea lucrarii.

Defectele care depasesc limitele de la primul paragraf se inscriu in procesul verbal care se intocmeste la examinarea elementelor dupa decofrare si vor fi remediate conform solutiilor stabilite de proiectant si/sau expert, dupa caz.

2.9.6.2 *Abateri limita la dimensiunile elementelor executate monolit*

A. Lungimi (deschideri, lumini) ale grinzilor, placilor, peretilor:
   - pana la 3 m: ±16 mm
   - 3...6 m: ±20 mm
   - peste 6 m: ±25 mm

B. Dimensiunile sectiunii transversale:
   - grosimea peretilor si placilor pana la 10 cm, inclusiv: ±3 mm
   - grosimea peretilor si placilor peste 10 cm: ±5 mm

C. Latimea si inaltimea sectiunii grinzilor si stalpilor
   - pana la 50 cm: ±5 cm
   - peste 50 cm: ±8 cm

D. Fundatii:
   - dimensiuni in plan: ±20 mm
   - inaltimi pana la 2 m: ±20 mm
   - inaltimi peste 2 m: ±30 mm

2.9.6.3 *Abateri limita la forma muchiilor si suprafetelor elementelor:*

2.9.6.3.1 Pentru 1 m lungime de muchie, respectiv 1 mp de suprafata: 4 mm

2.9.6.3.2 Pentru lungimea totala a muchiei L respectiv suprafata totala, cu latura cea mai mare L (indiferent de tipul elementului):

- L≤3 m..... 10 mm
- 3,00<L≤9,00m.....12 mm
- 9,00<L≤18m 6mm
- L>18m ..... 20 mm

2.9.6.4 *Abaterile limita la inclinarea muchiilor si suprafetelor elementelor fata de prevederile proiectului*

Tabelul 2.9.3 Abaterile limita la inclinarea muchiilor si suprafetelor elementelor fata de prevederile proiectului sunt (conform cap. 13 III. Bibliografie pct. 13)

Elementele la care se refera abaterile limita	Inclinarea muchiei sau suprafetei fata de:		
	Verticala	Orizontala	Pozitia oblica din proiect
Pe 1 m lungime sau pe 1 m de suprafata [mm]	3	5	5
Pe toata lungimea sau pe toata suprafata elementului [mm]:	16	20	16
a) Stalpi, pereti, fundatii	5	10	10
b) Grinzi	-	10	10
c) Fetele superioare ale peretilor (diafragmelor)	40	-	-
d) Peretii de silozuri, castele de apa, tumuri etc. executate fara glisare	-	10	10
e) Placi de planseu sau acoperis			

2.9.6.5 *Abaterile limita de pozitie ale elementelor*

A. Axe in plan orizontal:
- pentru fundatii *10 mm*
- pentru stalpi, grinzi, pereti la constructii civile si industriale *10 mm*

B. Cote de nivel:
- fundatii de structuri 10 mm
- placi si grinzi, cu deschiderea <6m *10 mm*
- placi si grinzi cu deschiderea > 6m *16 mm*
- grinzi pentru caile de rulare ale podurilor rulante *5 mm*
- reazeme intermediare (la constructii etajate) *10 mm*

2.9.7. **Defecte la turnarea betonului si remedierea lor**

A. *Defecte la turnarea betonului*

Ca urmare a betonarii necorespunzatoare si a neglijarii operatiei de compactare pot aparea in masa betonului goluri, segregari, caverne etc. care pot avea ca efect cedarea constructiei.

Golurile in beton pot aparea:
- datorita unei indesiri prea mari a armaturilor in anumite zone;
- unei compozitii granulometrice necorespunzatoare a agregatelor (existenta in agregate a unor pietre prea mari);
- unui beton cu consistenta necorespunzatoare sau
- unei compactari necorespunzatoare.

Pentru a evita producerea unor defectiuni trebuie respectate cu strictete conditiile generale de betonare, compactarea betoanelor si turnarea betonului in diferite elemente; de asemenea personalul implicat in executarea lucrarilor (betonistii, conducatorul tehnic al lucrarii) vor examina vizual elementele de constructie in timpul decofrarii, cercetand cum se prezinta fetele vazute ale

stalpilor, planseelor etc. daca au fisuri vizibile, colturi cazute, cuiburi de segregare, materiale straine inglobate in beton.

Este interzisa cu desavarsire tencuirea zonelor cu defecte inainte de cercetarea acestora de catre compartimentul tehnic de control al calitatii al executantului (CTC) care va stabili modul de remediere sau va solicita efectuarea unor incercari de catre laboratorul atestat (control nedistructiv sau extragerea de carote) sau expertiza tehnica a lucrarii, dupa caz; pentru defectiuni mai grave se va anunta beneficiarul/reprezentantul autorizat si proiectantul; solutiile de remediere vor trebui vizate de proiectant.

B. *Remedierea defectelor*

Lucrarile de remediere se fac in 3 faze;

a) lucrari pregatitoare
b) indepartarea betonului din zonele cu defecte
c) lucrari de refacere a betonului

a) *Lucrari pregatitoare.* Elementele care urmeaza a fi reparate trebuie sa fie bine sprijinite si sa se ia toate masurile pentru respectarea normelor de securitate a muncii; vor fi sprijinite de asemenea toate elementele

care sunt in legatura directa cu cele care urmeaza a fi reparate, pentru a degreva aceste elemente, precum si elementele din zonele invecinate.

b) *Indepartarea betonului defect*

- betonul din portiunile cu defecte va fi indepartat pana la betonul sanatos; indepartarea se va face manual, cu spitul si ciocanul, cu multa atentie astfel incat betonul sanatos din sectiunile invecinate sa nu fie deranjat sau constructia sa nu fie expusa la socuri;
- rosturile dintre betonul vechi si betonul nou vor avea directii perpendiculare pe axul elementelor;
- betonul din aceste rosturi trebuie indepartat prin simpla lovire pana acolo unde granulele mari ale agregatului ajung sa se sparga fara a iesi din alveola (locas); suprafetele rosturilor se vor spala bine cu jet de apa puternic, sub presiune; udarea se va repeta cu cel putin 24 h inainte de turnare, pentru a se asigura o buna umezire in portiunea care urmeaza a fi completata;
- suprafata betonului vechi in momentul turnarii betonului de reparatie va fi umeda, excesul de apa indepartandu-se prin stergere.

c) *Lucrari de refacere a betonului:*

- armatura existenta a elementului care a avut de suferit eventuale deformari va fi reparata si asezata in pozitia initiala prevazuta in proiect; ea va fi curatita de beton aderent, cu peria de sarma;
- pe baza solutiei stabilita de proiectant, in anumite cazuri, in zona supusa remedierii se pot introduce armaturi suplimentare (armaturi longitudinale si etrieri inchisi);
- betonul care se va turna in portiunea refacuta va fi de clasa imediat superioara celei dinelementul reparat; prin dispozitia de remediere a elementului de beton se vor preciza caracteristicile betonului (tipul cimentului, dozajul de ciment, agregatele pe sorturi, de regula 3 sorturi; 0-3, 3-7, 7-15 mm, curba granulometrica corespunzatoare, raportul A/C corespunzator unei consistente T2T3);
- se va realiza un cofraj local foarte rigid care sa permita o compactare energica, fara deformare;

- inainte de a se introduce betonul in cofraj, in sectiunea de intrerupere se va intinde un mortar de ciment cu dozaj 1:2 si grosimea de cca 1 cm, in care se va indesa betonul nou turnat; introducerea betonului in cofraj se va face in straturi de maximum 10 cm; betonul va fi bine compactat prin indesare cu vergele de fier, ciocane, sipci, folosindu-se acolo unde este posibil vibratoare; in primele 7 zile de la turnare se va uda betonul nou din abundenta si se va acoperi pentru pastrarea umiditatii.

Intocmit
ing. Osan Mihaela



TESSERACT MODEL S.R.L.
CUI: 44290135; J31/297/18.05.2021
Sat Campia, Comuna Bocsa, Nr. 102, Jud. Salaj
Tel: +40 754 547 082
E-mail: tesseract.model@gmail.com
IBAN: RO95 BTRL RONC RT06 0499 4901

07 – CAIET DE SARCINI - Capitolul 3. Cofraje

3.1 GENERALITATI....2
3.2 NORMATIVE DE REFERINTA 2
3.3 MATERIALE....2
3.4 OPERATIUNI DE MONTARE ALE COFRAJELOR....3
3.5 DESCINTRARE SI DECOFRARE....3
3.6 TOLERANTE DE EXECUTIE....4
3.7 PROIECTAREA ESAFODAJELOR, CINTRELOR SI COFRAJELOR....4
3.8 CONDITII PRIVIND CONTROLUL CALITATII....4
3.9 CONDITII DE MASURARE A LUCRARILOR....4

3.1 Generalitati

Prezentul capitol cuprinde sarcinile ce trebuiesc respectate la lucrarile de cofrare pentru turnarea betoanelor monolite de orice fel (simple sau armate) la elemente de constructii ca : fundatii, pereti, stalpi, grinzi si placi.

3.2 Standarde de referinta

NE 012-2007 - Cod de practica pentru executarea lucrarilor din beton, beton armat si beton precomprimat.
C 162-73 - Normativ pentru alcatuirea, executarea si folosirea cofrajelor metalice plane pentru pereti din beton monolit la cladiri.
C 11-74 - Instructiuni tehnice privind alcatuirea si folosirea in constructii a panourilor din placaj pentru cofraje.
C 16-84 - Normativ pentru realizarea pe timp friguros a lucrarilor de constructii si a instalatiilor aferente.

3.3 Materiale

Materialele utilizate pentru cofraje vor fi materiale lemnoase, derivate ale acestuia, metal sau materiale plastice. Materialele trebuie sa corespunda reglementarilor specifice in vigoare. Pentru materialul lemnos se va utiliza cherestea de rasinoase cf. STAS 1949-86 calitatea C, placaj pentru lucrari exterioare cf. STAS 7004-89 tip A calitatea I de 8 sau 15 mm grosime sau placaj de vagoane de marfa cf. STAS 8841-90.

Suruburi cu cap inecat pentru lemn STAS 1452-82 sau cuie filetate STAS 2111-90 tip B sau cuie din sarma de otel cu cap conic tip D.

Cofrajele metalice se executa de regula din otel pentru constructie, STAS 500/1-89 si 500/2/3-80 precum si toate standardele referitoare la alminare.

Pentru unguentul de garda aplicat imediat dupa curatire se va folosi "emulsia parafinoasa SIN" cu urmatoarele compozitii:

- Parafina – 20 + 25 %;
- Sapun – 1,5 + 2 %;
- Apa – 78,5 + 73 %.

3.4 Operatiuni de montare a cofrajelor

- curatirea si nivelarea locului de montaj
- trasarea pozitiei cofrajului;
- transportul si asezarea panourilor si a celorlalte materiale si elemente de inventar in apropierea locului de montaj;
- curatirea si ungerea panourilor;
- asamblarea si sustinerea provizorie a acestora;
- verificarea pozitiei cofrajului pentru fiecare element de constructie, atat in plan orizontal cat si pe verticala si fixarea in pozitie corecta si relatia cu elementele de la etajul inferior. Verificarea golurilor;
- incheierea, legarea (blocarea) si sprijinirea definitiva a tutror cofrajelor cu ajutorul dispozitivelor de blocare (caloti, juguri, tiranti, zavoare, distantieri, proptele, contravantuiri, etc.);
- etansarea rosturilor.

3.5 Descintrare si decofrare

Partile laterale ale cofrajelor se pot indeparta dupa atingerea unei rezistente in beton de 25 N/mm2 incat fetele si muchiile sa nu fie deteriorate.

Pentru decofrarea fetelor inferioare la placi si grinzi si mentinerea popilor de siguranta se vor respecta cu strictete conditiile din C.6.47-6.55 si tabelele 6.2 si 6.3 se respecta si STAS 1275-88.

Se stemuiesc cu mortar de ciment gaurile pentru tirantii cofrajului si se debavureaza suprafetele de beton, se remediaza defectele de turnare.

3.6 Tolerante de executie

Daca in documentatia tehnica nu sunt date sarcini suplimentare se vor respecta urmatoarele abateri la elemente de cofraj gata confectionate :

- lungime +/- 4 mm;

- latime +/- 3 mm.

Abaterile fata de dimensiunile din proiect ale cofrajelor si ale elementelor de beton si beton armat dupa decofrare vor fi cele din C.140-86 tabel X 3.1.

Abaterile limita ale suprafetelor de rezemare de elementele prefabricate: Elemente planseu si acoperis 6 mm – 10 mm; 6 mm – 15 mm;

Grinzi si pereti 20 mm; Stalpi 10 mm.

3.7 Proiectarea esafodajelor, cintrelor si cofrajelor

Proiectul pentru cofraj si sustineri se elaboreaza de antreprenor pe cheltuiala sa. La proiectare se va tine cont de Normativul C.140-86 anexa II care precizeaza sarcinile de calcul pentru cofraje.

3.8 Conditii privind controlul calitatii

- controlul preliminar care cuprinde lucrarile pregatitoare in special trasarea si elementele sau subansamblurile de cofraje si sustineri;
- in cursul executiei pozitionarea fata de trasare si modul de fixare a elementelor final, receptia cofrajelor si consemnarea in "Registrul de procese-verbale pentru verificarea calitatii lucrarilor ce devin ascunse tinand seama de precizarile lui C. 140-86 punct 10.6;
- alcatuirea elementelor de sustinere si sprijinire;
- incheierea corecta a elementelor cofrajelor si asigurarea etanseitatii acestora;
- dimensiunea interioara a cofrajelor, in raport cu cele ale elementelor care urmeaza a se betona;
- pozitia cofrajelor in raport cu trasarea si cu elementele situate la nivelele inferioare;
- verificarea golurilor.

3.9 Conditii de masurare a lucrarilor

Masuratorile lucrarilor de cofraje se fac la m2 de cofraj in contact cu betonul. Se scad golurile mai mari de 0,25 m2. La masuratori se respecta conditiile din indicativul normelor de deviz C editia 1991.

In afara lucrarilor aratate mai sus se vor prevedea:

- montarea de sipci triunghiulare pentru evitarea muchiilor vii;
- montarea schelelor de acces si a platformelor de lucru la betonare si armare;

- stemuirea golurilor lasate de tiranti;
- debavurarea muchiilor si repararea golurilor si a defectelor;
- ungerea cofrajului cu materiale ce nu afecteaza aspectul finisajului (pe parcursul exploatarii); se cuprind preturile de achizitionare, transport, montare, demontare, curatire, returnarea la detinator precum si chiria in caz de imobilizare pe santier.

Intocmit
ing. Osan Mihaela



TESSERACT MODEL S.R.L.
CUI: 44290135; J31/297/18.05.2021
Sat Campia, Comuna Bocsa, Nr. 102, Jud. Salaj
Tel: +40 754 547 082
E-mail: tesseract.model@gmail.com
IBAN: RO95 BTRL RONC RT06 0499 4901

05 – CAIET DE SARCINI -Capitolul 1. Armaturi

1.1. Generalitati 2
1.2. Standarde de referinta 2
1.3. Tipuri de otel 3
1.4. Livrarea si marcarea 5
1.5. Transport si depozitare 5
1.6. Controlul calitatii armaturilor aprovizionate 6
1.7. Materiale auxiliare 7
1.8. Sudarea electrica cu cordon 8
1.9. Innadirea prin suprapunere si legarea cu sarma 8
1.10. Operatii de prelucrare 10
1.11. Montarea armaturilor sub forma de bare izolate 12
1.12. Montarea armaturilor sub forma de plase si carcase 13
1.13. Stratul de acoperire cu beton 15
1.14. Controlul calitatii lucrarilor de armaturi 15

1.1 Generalitati

Acest capitol cuprinde sarcinile ce trebuiesc respectate la lucrari de montarea armaturilor pentru elemente din beton armat confectionate cu agregate grele, turnate monolit pe santier in elemente de constructii curente de orice fel, la lucrari de constructii industriale, agrozootehnice, locuinte si social culturale.

1.2 Standarde de referinta

La lucrarile de montare a armaturilor pentru elementele din beton armat se vor avea in vedere urmatoarele standarde si normative de referinta :

STAS 438/1-89	- Produse de otel pentru armarea betonului, otel beton laminat la cald. Marci si conditii de calitate
STAS 438/1-2012	- Produse de otel pentru armarea betonului. Partea 1: Otel beton laminat la cald. Marci si conditii tehnice de calitate
STAS 438/2-91	- Sarma trasa neteda pentru beton armat
STAS 438/3-98	- Produse de otel pentru armarea betonului. Plase sudate
STAS 10107/0-90	- Calculul si alcatuirea elementelor structurale din beton, beton armat si beton precomprimat
STAS 1799-81	- Constructii de beton armat si beton precomprimat. Tipul si frecventa incercarilor pentru verificarea calitatii materialelor si betoanelor
NE 012-1:2007	- Cod de practica pentru executarea lucrarilor din beton, beton armat si beton precomprimat. Partea 1: Producerea betonului
NE 012-2:2010	- Normativ pentru producerea si executarea lucrarilor din beton, beton armat si beton precomprimat. Partea 2: Executarea lucrarilor din beton
C 28-83	- Instructiuni tehnice pentru sudarea armaturilor de otel beton
C 28-99	- Normativ pentru sudarea armaturilor din otel beton
C 56-85	- Normativ pentru verificarea calitatii si receptia lucrarilor de constructii si instalatii aferente
C.150-84	- Normativ privind calitatea imbinarilor sudate din otel ale constructiilor civile, industriale si agricole

P 59-86	- Instructiuni tehnice pentru proiectarea si folosirea armaturii cu plase sudate a elementelor de beton
P 85-82	- Instructiuni tehnice pentru proiectarea constructiilor cu structura din diafragme de beton
P 83-81	- Instructiuni tehnice pentru calculul si alcatuirea constructiva a structurilor compuse beton-otel
P 100-1/2013	- Normativ pentru proiectarea antiseismica a constructiilor de locuinte socialculturale, agro-zootehnice si industriale
P 10-86	- Normativ privind proiectarea si executarea lucrarilor de fundatii directe la constructii
ST 009:2011	- Specificatie tehnica privind produse din otel utilizate ca armaturi: cerinte si criterii de performanta 3
SR EN 10080:2005	- Oteluri pentru armarea betonului. Oteluri sudabile pentru beton armat. Generalitati

1.3 Tipuri de otel

Tipurile de otel utilizate in mod curent in elementele de beton armat si domeniile lor de aplicare sunt:

- OB 37 – Otel rotund neted (STAS 438/1-89) – utilizat pentru armaturi de rezistenta sau constructive;

- STNB, STPB – Sarma trasa neteda pentru beton armat, sarma trasa profilata pentru beton armat (STAS 438/2-91, SR 438/3,4-98) – utilizate pentru armaturi de rezistenta numai sub forma de plase sau carcase sudate;

- BST 500 C – Otel beton cu profil periodic (STAS 438/1-2012) – utilizat pentru armaturi de rezistenta la betoane de clasa cel putin C12/15, avand nervuri dispuse dupa aceeasi directie;

- STR – Sarma trasa recoapta avand d=1...2 mm utilizata pentru legarea armaturilor (d=1...1,5 mm) si pentru legarea cofrajelor (d=2 mm). Numerele specificate in cadrul tipului de otel (37, 52, 60, etc.) reprezinta valoarea rezistentei la rupere o otelului respectiv, exprimata in daN/mm2. In tabelele 9.1, 9.2, 9.3, 9.4 si 9.5 sunt prezentate principalele caracteristici ale otelurilor.

Tabel 1.1 Caracteristicile mecanice ale otelurilor beton (STAS 438/1-98):

Tipul oțelului beton	**Diametrul nominal d [mm]**	**Încercarea la tracțiune**			**Încercarea la îndoire la rece**	
		Limita de curgere R_e N/mm²	Rezistență de rupere R_m N/mm²	Alungirea $A_{5\ min}$ [%]	Unghiul de îndoire α	Diametrul dornului D
0B 37	6- 12	255	360	25	180°	0,5d
	14-40	235				
BST 500 C	8-28	500	550	20	180°	3d

Tabel 1.2 Dimensiunile si abaterile limita ale otelului beton neted (conform cap. 13 III. Bibliografie pct.13)

Diametrul nominal d [mm]	**Abaterea limită [mm]**	**Aria sectiunii nominale [cm²]**	**Perimetrul corespunzător diametrului nominal [mm]**	**Masa corespunzătoare diametrului nominal [kg/mm]**
6	±0,3	0,283	1,88	0,222
7		0,385	2,20	0,302
8		0,503	2,51	0,395
10	+0,3 -0,5	0,785	3,14	0,617
12		1,130	3,77	0,888
14		1,540	4,40	1,210
16		2,010	5,05	1,580
18		2,540	5,65	1,990
20		3,140	6,28	2,470
22	+0,5 -0,8	3,800	6,91	2,980
25		4,910	7,85	3,850
28		6,160	8,80	4,840
32		8,040	10,10	6,310
36	±0,8	10,200	11,30	7,990
40		12,600	12,60	9,860

Tabel 1.3 Dimensiunile otelurilor BST 500 C

Diametrul [mm]				Dimensiunile nervurilor				Distanța între nervu-rile elicoidale, în lungul barei [mm]	Raza de racor-dare r [mm]	Aria secțiunii nominale cm^2	Masa coresp. diametr. nominal [kg/m]
Nomi-nal d	Inimii D_1	Inimii Abateri limită	Total al inimii și nervurii longit.	Înălțime nervuri h și h_1	Înălțime nervuri Abateri lim. h	Grosime nervuri Longitudinal l	Grosime nervuri Elico-idal l_1				
6	5,75	+0,30	6,75	0,50	+0.50 - 0,25	1,00	0,50	5	0,75	0,283	0,222
7	6,75	-0,50	7,75	0,50		1,00	0,50	5	0,75	0,385	0,302
8	7,50		9,60	0,75		1,25	0,75	5	1,10	0,503	0,395
10	9,30		11,30	1,00		1,50	1,90	7	1,50	0,785	0,617
12	11,00		13,50	1,25		2,00	1,00	7	1,90	1,130	0,888
14	13,00	+0,40	15,50	1,25	+1,00 - 0,50	2,00	1,00	7	1,90	1,540	1,210
16	15,00	-0,50	18,00	1,50		2,00	1,00	8	2,20	2,010	1,580
18	17,00		20,00	1,50		2,00	1,50	8	2,20	2,540	1,990
20	19,00	+0,40	22,00	1,50	+1.50 -0.75	2,00	1,50	8	2,20	3,140	2,460
22	21,00	-0,75	24,00	1,50		2,00	1,50	8	2,20	3,800	2,980
25	24,00		27,00	1,50		2,00	1,50	8	2,20	4,910	3,850
28	26,50		30,50	2,00		2,50	1,50	9	3,00	6,160	4,840
32	30,50		34,50	2,00		3,00	2,00	10	3,00	8,040	6,310
36	34,50		39,50	2,50		3,00	2,00	12	3,50	10,200	7,990
40	38,50		43,50	2,50		3,00	2,00	12	3,50	12,600	9,870

Tabel 1.4 Caracteristicile mecanice ale sarmei (conform cap. 13 III. Bibliografie pct.13)

Clasa de calitate	Simbolul	Diametrul d [mm]	Încercarea la tracțiune			Încercarea la îndoire la rece	
			Limita de curgere $R_{c\ mîn}$ N/mm^2 sau kgf/mm^2	Rez la rupere $R_{mîn}$ N/mm^2 sau kgf/mm^2	Alungirea la rupere $A_{r\ mîn}$ [%]	Unghiul de îndoire α	Diametrul dornului
Superioară	STPB	4-10	510(50)	560(55)	8	-	-
Obișnuită	STNB	3-4	510(50)	610(60)	6	-	-
		4,5-5,6	460(45)	560(55)	7	-	-
		6-7,10			8	180°	d
		8-10	400(40)	510(50)	8	180°	d

Tabel 1.5 Dimensiunile si abaterile la dimensiuni ale sarmelor trase (conform cap. 13 III. Bibliografie pct. 13)

Diametrul sârmei d [mm]	Abaterea limita [mm]	Aria secțiunii [cm^2]	Perimetrul corespunzător diametrului sârmei [cm]	Masa informativă [kg/m]
3,00	±0,1	0,071	0,94	0,055
3,55		0,099	1,11	0,078
4,00		0,126	1,26	0,089
4,50		0,159	1,41	0,125
5,00		0,196	1,57	0,154
5,60		0,246	1,76	0,193
6,00	±0,15	0,283	1,88	0,222
7,10		0,396	2,23	0,311
8,00		0,503	2,51	0,395
9,00		0,636	2,83	0,499
10,00		0,785	3,14	0,617

1.4 Livrarea si marcarea

Livrarea otelului beton se face in conformitate cu reglementarile in vigoare. Fiecare lot de otel beton va fi insotit de certificat privind calitatea si copie dupa certificatul de conformitate.

Documentul de calitate care insoteste livrarea otelului beton de la producator trebuie sa contina urmatoarele informatii:

- denumirea si tipul de otel, standardul utilizat;
- toate informatiile pentru identificarea loturilor;
- greutatea neta;
- valorile determinate privind criteriile de performanta; producatorul va preciza valorile

obtinute la incercarile efectuate pentru caracteristicile mecanice ale otelurilor;

Fiecare colac sau legatura de bare va purta o eticheta, bine legata care va contine:

- marca produsului
- tipul armaturii
- numarul lotului si al colacului sau legaturii
- greutatea neta;
- confirmarea de calitate a producatorului prin stampila compartimentului CTC;

1.5 Transport si depozitare

Depozitarea otelului beton in incinta santierului unde urmeaza a fi prelucrat se face, in general, pe platforme deschise balastate sau betonate, amenajate conform proiectului de organizare de santier, pe baza unui flux bine organizat de descarcare, manipulare si circulatie si prevazute cu pante pentru indepartarea apelor pluviale;

In cadrul santierului se va avea in vedere ca manipularea si transportul sa se faca pe distante minime; mijloacele de transport si descarcare - incarcare vor fi cele adecvate;

Otelul beton se depoziteaza si se stivuieste strict dupa sortimente si dimensiuni, pe suporti din elemente plate spatiale; depozitarea se va face astfel incat sa se asigure:

- evitarea conditiilor care favorizeaza corodarea armaturii;
- evitarea murdaririi acestora cu pamant sau alte materiale;
- asigurarea posibilitatilor de identificare usoara a fiecarui sortiment si diametru;
- evitarea deformarii excesive.

Otelul beton in colaci se livreaza in loturi unitare de manipulare de pana la 2800 kg. Se manipuleaza cu ajutorul unui cablu cu ocheti (sufe) sau cu grinda metalica cu carlige si sufe; depozitarea colacilor se face in pozitie verticala prin asezarea acestora in siruri pe randuri suprapuse.

Otelul beton in bare se livreaza in legaturi, "unitati de incarcatura", cu greutate de 1,0; 2,0 sau max. 5,0 t, solidarizate cu 5 legaturi de otel beton de 5-6 mm, din care doua prevazute cu bucle de apucare; incarcarea si descarcarea se face cu macaraua din depozit, folosind diferite dispozitive de manevra: grinzi cu cabluri, scoabe de prindere sau sufe; barele de diametru mare se livreaza izolate si se manevreaza, dupa caz, prin infasurarea cu lanturi si descarcare cu macaraua; depozitarea unitatilor de incarcatura se face pe sortimente si diametre, pe randuri perpendiculare, cu interspatii lasate pentru introducerea sufelor de manevra, iar a barelor independente in stive simple sau suprapuse, pe reazeme de beton, metal sau lemn.

Plasele sudate se livreaza in pachete de cel mult 50 buc. cu greutatea pana la 2,5 t sau in rulouri cu diametru pana la 1,1 m; pachetul are prevazute 4-6 legaturi pentru manevra din sarma d=6 mm; manipularea pachetelor se face cu un dispozitiv de 4-6 cabluri; la depozitare, asezarea se poate face pe orizontala sau se poate inclina cu rezemare pe capre.

Sarma moale de legat folosita pentru pozitionarea corecta a armaturii spatiale se livreaza in colaci mici, fiind protejata prin ungere.

1.6 Controlul calitatii armaturilor aprovizionate

1.6.1 Pentru fiecare cantitate si sortiment de otel beton aprovizionat se vor efectua urmatoarele verificari (in conformitate cu NE 012 cap. 17):

a) La fiecare lot aprovizionat se vor examina datele inscrise in documentele de certificare a calitatii emise de producator/furnizor in vederea constatarii garantarii calitatii de catre producator; in cazul conformitatii datelor se continua verificarea conf. pct. b); in caz de neconformitate se refuza lotul si se va instiinta producatorul, beneficiarul si organele Inspectoratului de Stat in Constructii teritorial;

b) Se verifica aspectul (calitatea suprafetei) conform STAS 438/1-89; verificarea se face pentru 2% din numarul de colaci sau legaturi de bare, dar nu mai putin de 2 colaci sau legaturi; se accepta pe suprafata barei un strat subtire de oxizi (rugina), cu conditia ca reducerea dimensiunilor sectiunii barei, dupa indepartarea stratului de oxizi sa nu depaseasca abaterea limita la diametru - se admite o reducere a diametrului cu maximum 0,3% pentru $d \leq 8$ mm, de 0,5% pentru $8 \text{ mm} < d \leq 20$ mm si de 0,8% pentru $d > 20$ mm; nu se admit nervuri rupte; in cazul acceptarii utilizarii se trece la urmatoarea verificare, iar in situatia in care se constata ca abaterile nu se inscriu in limitele admisibile se va refuza lotul;

c) Verificarea dimensiunilor si profilului conform STAS 438/1-89 in vederea confirmarii
caracteristicilor standardizate; se efectueaza doua masurari ale dimensiunilor si o masura a profilului pentru fiecare colac sau legatura care se verifica - 2% din numarul de colaci sau legaturi de bare, dar nu mai putin de 2 colaci sau legaturi; verificarea dimensiunilor si profilului se face cu sublerul masurand diametrul inimii, inaltimea nervurilor, distanta intre nervuri; valorile obtinute se compara cu cele date in standard; nervurile se masoara cu sublere sau micrometre cu precizia de 0,02 mm la diametre mici ($d \leq 10$ mm) si cu precizia de 0,05 la restul diametrelor; daca abaterile se incadreaza in cele admise in standard se trece la urmatoarea verificare: daca abaterile depasesc valorile limita se refuza lotul si se va instiinta producatorul, beneficiarul si organele Inspectoratului de Stat in Constructii teritorial;

d) incercarea la indoire pe dom pentru confirmarea caracteristicilor mecanice prevazute in STAS 438/1-89; aceasta incercare se face pentru doua epruvete sau colaci prelevati (2% din numarul de colaci sau legaturi de bare, dar nu mai putin de 2 colaci sau legaturi); proba se poate efectua si la santier si se considera satisfacatoare daca dupa efectuarea ei nu apare nici o crapatura sau fisura pe fata exterioara curbata (limitele admisibile pentru diametrul domului pe care se face indoirea si unghiul de indoire sunt precizate in STAS 438/1-89); in cazul in care valorile obtinute se incadreaza in prevederile standardului se accepta utilizarea otelului, in caz contrar se refuza lotul si se va instiinta producatoml, beneficiarul si organele Inspectoratului de Stat in Constructii teritorial;

e) Verificarea caracteristicilor mecanice (rezistenta la rupere, limita de curgere, alungirea la rupere) conform STAS 6605-78 se efectueaza in vederea confirmarii caracteristicilor mecanice standardizate, se face pe epruvete de aprox. 500 mm, taiate din bare sau din colaci, minim 5 probe pe lot; aceasta proba se efectueaza de un laborator atestat; in cazul conformitatii cu prevederile din standard otelul beton se da in consum, in caz contrar se refuza lotul si se va in stiinta producatorul, beneficiarul si organele Inspectoratului de Stat in Constructii teritorial.

1.6.2 Pe santier, la aprovizionarea cu plase sudate se fac urmatoarele verificari:

a) La fiecare lot aprovizionat se vor examina datele inscrise in documentele de certificare a calitatii emise de producator/furnizor in vederea constatarii garantarii calitatii de catre producator; in cazul conformitatii datelor se continua verificarea conf. pct. b); in caz de neconformitate se refuza lotul si se va instiinta producatorul, beneficiarul si organele inspectoratului de Stat in Constructii teritorial;

b) Verificarea aspectului conform SR 438/3-98 pentru 3% din lot, dar nu mai putin de 3 plase luate la intamplare; se admite un strat subtire de rugina iar ca defecte locale se admit denivelari, strivire sau asperitati cu conditia ca dupa indepartare sarmele sa se incadreze in abaterile maxime din standard; in cazul in care abaterile sunt cele admisibile se va inlatura stratul de rugina, in caz contrar se refuza lotul;

c) Verificarea dimensiunilor conform SR 438/3-98 pentru confirmarea caracteristicilor standardizate se face pentru 3% din lot, dar nu mai putin de 3 plase luate la intamplare; verificarea se face cu ruleta pentru lungime si latime si cu micrometrul pentru diametrele barelor; daca se constata abateri care se inscriu in tolerante lotul se va da in consum, in caz contrar se refuza lotul si se va instiinta producatorul, beneficiarul si organele Inspectoratului de Stat in Constructii teritorial;

d) Verificarea caracteristicilor mecanice (incercarea de tractiune a sarmelor) si calitatii nodurilor sudate conform SR 438/3-98 pentru confirmarea caracteristicilor standardizate se face pentru 3% din lot, dar nu mai putin de 3 plase luate la intamplare; probele pentru incercari se vor recolta din portiunile de panouri decupate pentru goluri; determinarile se vor efectua de laborator atestat; se verifica valorile obtinute pentru rezistenta la tractiune, limita de curgere si forta de forfecare a nodului (calitatea sudurii nodului) cu prevederile standardului; daca se constata abateri care se inscriu in tolerante lotul se va da in consum, in caz contrar se refuza lotul si se va instiinta producatorul, beneficiarul si organele Inspectoratului de Stat in Constructii teritorial;

e) Se verifica pentru fiecare lot de plase sudate aprovizionat parametrii specificati in comanda lansata producatorului; verificarea se face prin compararea valorilor masurate cu datele din comanda; perpendicularitatea intre barele longitudinale si transversale este garantata prin limitarea ipotenuzei triunghiului cu catetele de 1,6 m si 1,2 m la valoarea ipotenuzei de 2,00 cu o abatere de ±3%

1.7 Materiale auxiliare

Distantierii reprezinta toate mijloacele folosite, executate din beton, otet, masa plastica sau alte materiale, care asigura pozitionarea corecta a armaturii si respectiv, realizarea grosimii stratului de acoperire cu beton a acesteia.

Categorii de distantieri:
a) din punct de vedere al materialului:
- suporti metalici (purici);
- suporti din masa plastica;
- suporti din mortar de ciment;
- suporti din azbest-ciment.

b) din punct de vedere al formei si modului de fixare:
- cale sau blocuri de forma geometrica simpla pe care se aseaza armatura;
- suporti tip capre pe care se plaseaza barele sau nodurile plaselor;
- distantieri de tip circular care inconjoara barele si asigura aceeasi acoperire de beton in toate directiile perpendiculare pe axa sa;
- suporti continui care sunt destinati sa asigure pe fundul cofrajului sau pentru plasele sudate superioare, o pozitionare egala a armaturilor paralele.

Materiale de innadire:
Innadirea barelor din otel se poate realiza:
- prin ancorarea armaturilor in beton;
- prin suprapunere si legare cu sarma;
- prin suprapunere si sudare cu cordon;
- prin mansonare metalo-plastica;
- prin mansonare prin presare;
- prin mansonare si adezivi polimerici;
- prin sudare cap la cap;
- prin suprapunere cu eclise si sudare cu cordon;
- prin sudarea in cochilie

Sarma de legare se foloseste pentru prinderea barelor intre ele si se executa din sarma moale neagra (STAS 889-76) cu d = l...l,5 mm.

Electrozii de sudura sunt folositi pentru sudarea manuala cu arc electric; electrozii se stabilesc in functie de diametrul barelor ce se vor suda si de tipul otelului (pentru OB 37 - E 38 T, pentru BST 500 C electrod Supertit sau Superbaz).

1.8 Sudarea electrica cu cordon

Innadirea prin sudare cu cordon, obligatoriu in cazul barelor cu d ≥ 32 mm si recomandabil pentru barele cu d ≥ 25 mm.

Nu se innadesc cu sudura barele cu d<10 mm.

In zonele plastice potentiale ale elementelor structurale se evita innadirea armaturilor. In situatia cand aceasta nu poate fi evitata, innadirea tuturor barelor cu d ≥ 16 mm se realizeaza prin sudare. In cazul elementelor de rezistenta verticale (stalpi, pereti etc.) aceasta prevedere se aplica numai la nivelul de baza.

In cazul innadirii prin sudura, cordoanele de sudura se vor dispune, de regula, simetric fata de armatura care se innadeste (pentru a asigura transmiterea centrica a efortului intre barele care se innadesc).

Lungimea cordonului de sudura se va realiza de minimum 8d pentru otelurile OB 37 si 10d pentru cele BST 500 C. In cazul in care se executa doua cordoane de sudura, acestea vor avea lungimea minima de 4d si respectiv 5d fiecare, iar in cazul in care se executa 4 cordoane de sudura acestea vor avea lungimea minima de 2d si respectiv 5d fiecare (d=diametrul barei celei mai groase).

Grosimea cordonului de sudura se ia de 0,34d (d = diametrul barei celei mai subtiri) si se realizeaza dintr-un singur strat pentru d≤16 mm, din doua straturi pentru 16 mm<d≤25 mm si din trei straturi pentru d>25 mm.

Daca barele se innadesc cu eclise, ele se vor aseza departate, cu un rost intre capetele lor de minimum 2 mm.

1.9 Innadirea prin suprapunere si legarea cu sarma

Lungimea de suprapunere va fi:

$l_s = k_s l_a$

$k_s = l+0,5\ \gamma_i$, pentru innadiri in zone intinse

$k_s = l+0,25\ \gamma_i$, pentru innadiri in zone comprimate

γ_i = raportul dintre aria armaturilor innadite in sectiunea „i” si aria tuturor armaturilor din aceeasi sectiune. Innadirile se vor decala astfel incat sa se respecte conditia ca $\gamma_i \leq 0,25$ pentru armaturile din OB 37 si $\gamma_i \leq 0,50$ pentru armaturile din BST 500 C.

$l_a = \lambda_{ad}$

in care: d - diametrul armaturii in mm

$$\lambda_a = \eta_{anc} \frac{R_a}{R_i} + \lambda_{a0}$$

Valorile coeficienţilor λ_{a0}, η_{anc} şi λ_a sunt prezentate în tabelele 9.6 şi 9.7 (conform STAS 10107/0-90 tabel 23, 24).

Ra - rezistenta de calcul a armaturii N/mm2
Ri - rezistenta de calcul la intindere a betonului N/mm2

Tabel 1.6 Valorile coeficientilor η_{anc} si λ_{a0} (conform STAS 10107/0-90 tabel 23)

	Condiţii de aderenţă şi solicitare				λ_{a0}
	Aderenţă bună, condiţii normale de solicitare		**Condiţii severe de solicitare sau condiţii defavorabile de**		
	Tipul de oţel				
	BST 500 C	OB 37	BST 500 C	OB 37	
	η_{anc}				
întindere	0,05	0,08	0,07	0,12	12
compresiune	0,03	0,05	0,04	0,07	10

Nota!

In cazurile cand se cumuleaza conditii defavorabile de aderenta cu conditii severe de solicitare, valorile din tabelul 9.6 se majoreaza cu 20%;

Se considera ca avand conditii severe de solicitare:

- armaturile elementelor cu rol de rezistenta antiseismica in constructiile din zonele seismice de calcul A....F, numai in zonele plastic potentiale;
- armaturile elementelor solicitate de forte concentrate importante, situate la distante mai mici de 40d fata de marginea interioara a reazemelor;
- armaturile elementelor calculate la oboseala.
- Se considera ca avand conditii defavorabile de aderenta:
- armaturile avand o pozitie orizontala in timpul turnarii (sau o inclinare mai mica de 45° fata de orizontala), amplasate in elemente cu inaltimea h≥300 mm si situate in partea inferioara a elementului;
- armaturile orizontale din elementele verticale ale structurilor de rezistenta, avand inaltime mare si grosime ≤300 mm (pereti structurali, pereti de rezervoare si silozuri etc);
- cu justificare, in cazuri deosebite, alte armaturi la care conditiile de armare, conditiile tehnologice ale turnarii betonului sau alte cauze pot influenta nefavorabil realizarea unei bune aderente in zone de ancorare (de ex. la structurile executate in cofraje glisante).

In tabelul 1.7 sunt prezentate valorile λ_a, pentru armaturile intinse ale elementelor din beton armat obisnuit, in cazuri curente:

Tabel 1.7 Valori pentru λ_a, (conform STAS 10107/0-90 tabel 24)

Condiţii de aderenţă şi de solicitare	**Tipul de oţel**					
	PC60		**BST 500 C**		**OB37**	
	Clasa betonului					
	C 12/15	C 16/20 C 20/25	C 8/10 C 12/15	C 16/20 C 20/25	C 8/10 C 12/15	C 16/20 C 20/25
	λ_a					
Aderenţă bună, condiţii normale de solicitare	35	30	35	30	40	35
Condiţii severe de solicitare sau condiţii defavorabile de aderenţă	45	40	45	40	50	45
Condiţii severe de solicitare cumulate cu condiţii defavorabile de aderenţă	55	50	55	50	60	55

Legarea barelor se realizeaza cu ajutorul a minimum 2 fire de sarma neagra avand diametrul d=l,00 mm si rasucite cu ajutorul unor scule speciale (patent, dispozitiv ca carlig de rasucit etc.).

1.10 Operatii de prelucrare

1.10.1 Lucrari pregatitoare. Intocmirea fisei de debitare si fasonare .

Pe santier, este indicat a se intocmi fisa de debitare si fasonare fara a se lucra direct cu planurile de executie;

Fisa se va intocmi de executant pe baza detaliilor de executie si a extrasului de armatura din proiectul tehnic; va contine urmatoarele date:

Elementele	Marca armăturii	Denumirea piesei	Oţelul beton	Numărul elementelor asemenea	Numărul barelor asemenea		Diametrul (mm)	Extragerea armăturilor
					În piesă	Total		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Col. 1 - indicativul va contine denumirea prescurtata a elementului (grinzi, stalpi, fundatii, placi) Col. 2
- se trece marca armaturii
Col. 3 - se trece denumirea elementului (grinda A,B..; stalpul S1 ,S2)
Col. 4 - se trece otelul de armare OB 37, BST 500 C, STNB, STPB
Col. 5 - se trec numarul elementelor similare, care au aceleasi dimensiuni si deci acelasi mod de armare
Col. 6 - se trece numarul de bare, de acelasi fel care se gasesc in element
Col. 7 - se trece numarul total de bare asemenea de acelasi tip (5x6)
Col. 8 - se trece diametrul armaturii (mm) pentru marca prevazuta in proiect
Col. 9 - se reprezinta desenul cotat conform proiectului, a marcii de armatura cu pozitia ciocurilor din constructii (de regula, ciocurile in sus pentru barele de la partea inferioara si ciocurile in jos pentru barele de la partea superioara a grinzii); se trec lungimile, in cm, pe tronsoane, unghiurile de inclinare a barelor care difera de inclinarea obisnuita de 45° (sau catetele triunghiului); pe desenele cotate vor figura barele in pozitia in care sunt puse in opera; agrafele si etrierii se figureaza in planul lor, barele de stalpi sunt rabatate (culcate) ca si cand stalpul ar fi culcat spre dreapta; Fisele se pot codifica si pastra pentru receptia lucrarilpr care devin ascunse.

1.10.2 Curatirea armaturilor

Armaturile trebuie curatate de orice impuritati si de rugina.

Curatirea se poate realiza prin frecare cu peria de sarma, prin sablare, cu solventi sau in masinile de indreptat.

Rugina poate fi superficiala sau de profunzime. In cazul ruginii superficiale, aceasta se va indeparta iar barele se pot utiliza fara diminuarea diametrului, cu conditia ca reducerea acestuia dupa curatare sa nu se micsoreze cu mai mult de:

- 0,3% pentru d ≤ 8 mm;
- 0,5% pentru 10 mm ≤ d ≤ 20 mm;
- 0,8% pentru d ≥ 22 mm.

Rugina de profunzime nu este admisa, utilizarea barelor putandu-se face numai dupa efectuarea unor incercari realizate de catre un laborator de specialitate autorizat (care va stabili daca barele mai pot fi utilizate si pe ce diametre se poate conta).

1.10.3 Indreptarea armaturilor

Se face diferit pentru otelul livrat in colaci sau in bare:

A. Otelul livrat in colaci se indreapta:

- prin intindere cu troliul mecanic sau manual (efortul unitar de intindere realizat in bara se limiteaza la o valoare de maximum 50% din valoarea rezistentei caracteristice la curgere $R_{p0,2}$ (si care este de 260 N/mm2 pentru OB 37, 500 N/mm2 pentru BST 500 C);
- prin indreptarea mecanizata cu ajutorul unor masini cu toba rotitoare sau cu role;

B. Otelul livrat in bare se indreapta pe bancul de lucru astfel:

- manual, pe bancul de lucru, cu ajutorul unor dispozitive (placa cu domuri) si scule (chei simple sau duble, placa turnanta cu domuri etc.
- cu masini de indreptat cu role;
- in cazul barelor cu d>25 mm indreptarea se va efectua la cald;
- in cazul temperaturilor sub -10°C este interzisa indreptarea barelor!

1.10.4. Trasarea

Reprezinta identificarea lungimii desfasurate a barei care urmeaza a se taia si se face prin:

- masurarea manuala cu metrul sau ruleta;
- masurarea manuala cu metrul sau cu sublerul pentru barele care se vor taia cu stanta fixa;
- masurarea cu limitatori de lungimi pentru otelul cu d<12 (debitat cu masina de indreptat - debitat) si pentru diametre mai mari de 12 mm cu masina mobila de masurat si debitat bare.

1.10.5 Taierea

Se face in functie de caracteristicile otelului beton:

- otelul cu d<12 mm indreptat manual, se taie cu stanta manuala portabila, cu masina electrica portabila de taiat, cu dalta si ciocanul sau cu polizorul unghiular;
- otelul cu d<12 mm indreptat mecanic, se debiteaza direct pe masina, cu ajutorul a doua role prevazute cu cutit;
- otelul cu d>l2 mm se debiteaza cu stante mecanice fixe sau mobile, cu masina electrica portabila de taiat sau cu polizorul unghiular;

Pentru taierea plaselor sudate se folosesc:

- clesti manuali, care taie bara cu bara,
- clesti cu actionare electrica, care pot taia simultan doua bare;
- ferastraie circulare electrice de mare turatie;

- masini electrice manuale de taiat plase. Este interzisa taierea folosind flacara (oxiacetilenica)!

1.10.6. Fasonarea otelului beton

Inainte de a se trece la fasonarea armaturilor, executantul va analiza prevederile proiectului, tinand seama de posibilitatile concrete de montare si fixarea barelor, precum si de aspectele tehnologiei de betonare si compactare;

Armatura trebuie taiata, manipulata, indoita astfel incat sa se evite:
- deteriorarea mecanica (crestaturi, loviri);
- ruperi ale sudurilor in carcase si plase sudate
- contactul cu substante care pot afecta proprietatile de aderenta sau pot produce procese de coroziune,

Inainte de fasonare se verifica aspectul armaturilor; acestea trebuie sa fie curate si drepte; se vor indeparta impuritatile de pe suprafata barelor sau rugina astfel incat reducerea sectiunii barelor sa nu depaseasca abaterile admise prin standardele de produs;

Fasonarea manuala a barelor se executa pe bancul de lucru, pe care sunt fixate placi fixe cu domuri, placi turnante cu domuri si cu ajutorul unor chei simple sau duble. Indoirea barelor poate fi realizata si cu ajutorul unor masini portabile de indoit. Indoirea barelor si fasonarea ciocurilor se vor executa cu miscari lente fara socuri. Se va anunta proiectantul in situatia in care barele au tendinta de a se fisura sau rupe. Este interzisa incalzirea sau taierea cu flacara a barelor;

Armaturile vor fi sau nu prevazute la capete cu carlige (ciocuri), conform prevederilor din proiecte si prevederilor din STAS 10107/0-90; formele de carlige (conform STAS 10107/0-90) utilizate sunt:
- cu indoire la 180° pentru barele din OB 37 (cioc semirotund); raza interioara la indoire fiind minimum 1,25d (d=diametrul barei) pentru bare cu d ≤18 mm si minimum 2,5d pentru d>18 mm;
- cu indoire la 90° (cioc drept) pentru barele din BST 500 C; raza interioara la indoire fiind de

minimum 2,5d pentru barele cu d ≤10 mm si minimum 3,5d pentru bare cu d >10 mm;
- cu indoire la 135° (cioc ascutit) sau la 180° (cu cioc semirotund) in cazul etrierilor fretei si agrafelor; raza interioara de indoire va fi de minimum 2d; in cazul barelor longitudinale ale riglelor cadrelor participante la structuri antiseismice ele se prevad fara carlige (ciocuri); ele asezandu-se pe reazeme cu bucle prevazute la capete; in camp, barele longitudinale executate din otel OB 37, BST 500 C se vor indoi cu o raza minima de 10d; etrierii se vor fasona respectandu-se o raza minima de indoire de 2d;

Se interzice fasonarea armaturilor la temperaturi sub -10°C. Barele cu profil periodic cu diametrul mai mare de 25 mm se vor fasona la cald, dupa incalzirea locala la forja la o temperatura care nu produce transformari periculoase in structura otelului; indoirea nu trebuie sa produca modificarea sectiunii barei in zona de indoire sau alte defecte care pot provoca aschieri, fisuri, etc. Fasonarea mecanizata se realizeaza in cadrul atelierelor centralizate folosind diferite masini de fasonat cu grad ridicat de automatizare care asigura o productivitate sporita.

Dupa taiere si indoire, barele vor fi inscriptionate si depozitate in pachete etichetate astfel incat sa se evite confundarea lor si sa se asigure pastrarea formei si curateniei lor pana in momentul montarii.

1.11 Montarea armaturilor sub forma de bare izolate

1.11.1 Prevederi generale pentru montarea armaturilor

Aceasta operatie poate sa inceapa numai dupa ce s-a efectuat receptionarea calitativa a lucrarilor de cofrare si dupa ce proiectantul a acceptat fisa tehnologica de betonare.

La montarea armaturilor trebuie adoptate masuri corespunzatoare care sa asigure buna desfasurare a turnarii si compactarii betonului (crearea unor spatii libere intre armaturile de la partea superioara, la intervale de max. 3 m care sa permita patrunderea libera a betonului sau a furtunelor; crearea in lungul grinzilor la intervale de maximum 1,5 m a spatiului necesar patrunderii pervibratorului in timpul compactarii betonului (acesta va fi de minimum 2,5xdvibrator)

In vederea pozitionarii corecte a armaturilor si respectiv a asigurarii grosimii stratului de acoperire cu beton al acesteia se vor prevedea distantieri dispusi astfel:

- la armatura dispusa la partea inferioara a placilor minimum 4 buc/mp;
- la armatura dispusa la partea superioara a placilor minimum 1 buc/m2 iar in cazul consolelor minim 4 buc/mp;
- la armatura dispusa in pereti minim 4 buc/mp;
- la armatura dispusa in grinzi si stalpi minim 1 buc/m pentru d≥12 mm si minim 2 buc/m pentru d≤ 10 mm;
- in cazul armaturilor dispuse pe mai multe randuri, minim 1 buc/2 m intre doua randuri consecutive.

Fixarea (prinderea) barelor intre ele se va realiza astfel:

- la placi si pereti se vor fixa toate incrucisarile pe primele doua randuri marginale, pe tot conturul; restul incrucisarilor din mijlocul retelelor se vor fixa din doua in doua, in ambele sensuri (in "sah");
- la grinzi vor fi fixate toate incrucisarile barelor longitudinale cu etrierii, la colturile acestora sau cu agrafele; restul barelor longitudinale intermediare se vor fixa de

etrieri in "sah" iar in cazul barelor inclinate, acestea se vor fixa obligatoriu si de primul etrier cu care se incruciseaza;
- la stalpi, este de preferat sa se fixeze toate incrucisarile barelor longitudinale cu etrierii sau cu agrafele; se accepta ca barele longitudinale intermediare (nu cele de la colturi) sa se fixeze de etrieri in "sah";
- in cazul folosirii fretelor, acestea se vor fixa de toate barele longitudinale cu care se incruciseaza.

Este de preferat ca fixarea barelor la incrucisarea lor sa se realizeze prin sudare in puncte (astfel, carcasele sau plasele obtinute au o mai mare rigiditate iar consumul de manopera se reduce substantial);

Este recomandabil ca armaturile sa fie realizate industrializat (in ateliere specializate) urmand ca pe santier sa se realizeze numai montarea acestora (astfel, se realizeaza o calitate mai buna si o crestere a productivitatii).

1.11.2 Armarea placilor si radierelor

- se masoara si se traseaza cu creta pe cofraj sau pe betonul de egalizare pozitia barelor prevazute la

partea inferioara;
- se aduc barele prevazute la partea inferioara si se aseaza la pozitie;
- •e realizeaza fixarea barelor;
- se aduc si se aseaza la pozitie barele prevazute la partea superioara;
- se realizeaza fixarea barelor; in cazul radierelor plasa superioara se realizeaza dupa aceleasi reguli ca si cea inferioara;
- se pozitioneaza distantierii pentru plasa inferioara si apoi pentru cea superioara.

1.11.3 Armarea grinzilor

- se traseaza cu creta pe una din laturile cofrajului pozitia etrierilor;
- se introduc etrierii in cofraj la un capat al acestuia;
- se introduc barele longitudinale drepte prevazute la partea inferioara si se fixeaza de etrieri;
- se introduc barele inclinate si se fixeaza de etrieri;
- se monteaza distantierii prevazuti la partea inferioara a carcasei;
- se introduc barele prevazute la partea superioara si se fixeaza in etrieri;
- se monteaza si se fixeaza agrafele (daca este cazul);
- se monteaza distantierii prevazuti pe fetele laterale;
- armarea grinzilor se executa totdeauna dupa terminarea armarii stalpilor si peretilor;
- daca sunt prevazute mustati (pentru stalpi, pereti etc.) sau alte piese inglobate acestea se vor fixa foarte bine de armatura grinzilor si se vor lua toate masurile pentru ca pe parcursul turnarii si compactarii betonului sa nu se deformeze pe

orizontala sau/si in plan vertical (cazul fundatiilor continue sau izolate armate, cuzinetilor etc);
- daca este posibil, se recomanda sa se execute initial numai cofrarea fundului si a unei laterale, urmand ca dupa realizarea armarii sa se execute cofrajul si pentru cealalta laterala.

1.11.4 Armarea peretilor

- dupa executarea cofrajului uneia din fete, se traseaza cu creta pe interiorul acestuia pozitia barelor verticale si orizontale; se monteaza barele verticale prevazute la capetele peretelui, respectiv si cateva bare verticale intermediare si se fixeaza de mustatile de la partea inferioara;
- se monteaza cateva bare orizontale si se fixeaza de barele verticale montate;
- se aduc si se monteaza toate barele verticale si se fixeaza de mustatile de la partea inferioara;
- se aduc barele orizontale si se fixeaza de cele verticale conform prevederilor tehnice mentionate la pct. 1.9.1;
- se monteaza distantierii;
- se realizeaza cofrarea fetei ramase libere;
- daca armatura este realizata din doua sau mai multe randuri de plase, se realizeaza la inceput plasa cea mai apropiata de cofraj si apoi celelalte, succesiv spre latura libera;
- daca exista cutii sau rame pentru goluri acestea se monteaza inainte de inceperea lucrarilor de armare.

1.11.5 Armarea stalpilor

- se introduc etrierii in jurul mustatilor la partea inferioara;
- se aduc si se monteaza barele longitudinale care se fixeaza de mustatile respective;
- se marcheaza cu creta pe una din bare, pozitiile etrierilor;
- se ridica etrierii si se fixeaza de barele longitudinale;
- se monteaza cofrajul pe trei laturi si se fixeaza distantierii;
- se monteaza sipcile de colt;
- se monteaza cofrajul si pe cea de-a patra latura

1.12 Montarea armturilor sub forma de plase si carcase

1.12.1. Asamblarea otelului beton in carcase

Carcasele se realizeaza din bare din otel-beton si din plase sudate; se pot asambla in ateliere centralizate sau in apropierea locului de montaj;

Realizarea carcaselor pentru elemente liniare: grinzi, stalpi,

- se aseaza pe capre barele din partea de jos a grinzii sau de pe una din laturi in cazul stalpilor;
- se traseaza pe una din barele longitudinale marginale pozitia etrierilor conform proiectului dupa care se introduc etrierii si se leaga la colturi de barele longitudinale si in camp de barele intermediare;
- se roteste carcasa cu 180°, elementul ramanand rezemat pe suporti, astfel ca barele longitudinale montate sa ramana la partea de jos;
- se monteaza restul de bare longitudinale drepte, sau inclinate si se leaga cu etrieri;
- se introduc etrierii de capat peste barele longitudinale si se leaga, obtinandu-se carcasa finita, care se transporta si se depoziteaza corespunzator in vederea montajului.

1.12.2. Prevederi generale pentru montarea carcaselor

Armaturile asamblate in forma de carcase se monteaza cu mijloace mecanizate de ridicat, dotate cu dispozitive adecvate pentru prinderea carcaselor din pozitii care sa impiedice deteriorarea sau deformarea acestora.

Masuri initiale care trebuie luate:

- elementul de cofraj in partea prevazuta pentru introducerea carcasei trebuie lasat deschis;
- conducatorul punctului de lucru impreuna cu fierarul betonist si cu dulgherul vor stabili fazele de montare si incheiere a cofrajului (prin fisa tehnologica de executie a cofrajelor);
- zonele de constructii din preajma traiectoriei carcasei in timpul ridicarii si montarii vor fi degajate de orice materiale;
- verificarea corespondentei dintre dimensiunile cofrajelor si cele reale ale carcasei;
- in timpul pastrarii si la asezarea in cofraje carcasele se manevreaza cu grija spre a se evita deformarea.

1.12.3. Montarea carcaselor de stalpi

Carcasele se depoziteaza pe indicative in ordinea in care vor fi montate pe platforma de lucru folosind stelaje

Inainte de montare se verifica toate cotele conform proiectului, inclusiv ale mustatilor si eventuala corectare a cestora si introducerea etrierilor si trasarea cu creta a pozitiei.

Montarea consta in:
- se agata carcasa la partea ei superioara in cel putin doua puncte in dispozitivul de manipulare (agatare) si se ridica cu macaraua la locul de montaj;
- se coboara incet, dirijandu-se manual, pana ce se aseaza pe pozitie;
- se leaga barele longitudinale de mustati si se leaga etrierii de sus in jos;

- in situatia in care cofrajul nu se inchide imediat, carcasa se va ancora pe 3 directii (daca este cazul).

1.12.4 Montarea carcaselor de grinzi

Se fixeaza distantierii inferiori si laterali.

Se agata in carligele unui dispozitiv de manipulare de tip grinda compensatoare (pentru a evita deformarile) si se ridica la locul de montaj.

Se aseaza in cofraj cu dirijare manuala (se va acorda atentie speciala la capete, pentru intrepatrunderea corecta cu mustatile lasate pentru stalpi).

Dupa ridicarea in acelasi mod a celorlalte carcase care intra cu un capat pe acelasi stalp, se monteaza etrierii stalpului in zona nodului;

Se introduc si se leaga la pozitia din proiect calaretii, verificandu- se in final pozitia carcasei in cofraj.

1.12.5 Montarea plaselor sudate

La sol, cu introducerea ulterioara in cofraj, astfel putandu-se realiza in paralel atat cofrajul cat si armatura asigurandu-se o productivitate ridicata:

- se realizeaza o carcasa completa, pentru un planseu intreg sau pentru o parte de planseu, asezandu-se plasa inferioara si apoi pe distantieri plasa superioara, toate elementele fiind bine fixate intre ele;
- se ridica la pozitia de montaj cu ajutorul unui dispozitiv compensator cu care se prinde carcasa din mai multe puncte pentru a se evita deformarea excesiva a acesteia.
- Prin asezarea direct in cofraj a acestora, plasa cu plasa, intr-o ordine care sa permita montajul succesiv; aceasta metoda diminueaza productivitatea muncii dar limiteaza posibilitatea aparitiei erorilor de montaj.
- Plasele sudate care reazema la ambele capete pe grinzi marginale se pot monta fie prin curbare si introducerea pe reazeme in cazul plaselor flexibile, fie prin translatie in cazul plaselor rigide.

1.13 Stratul de acoperire cu beton

Pentru protectia armaturii contra coroziunii si pentru buna conlucrare a acesteia cu betonul, este necesar sa se realizeze un strat de acoperire a armaturilor; sunt recomandate valorile din tabelul 1.8 (conform NE 012-2007).

Tabel 1.8 Grosimea minima a stratului de acoperire cu beton:

Elementul	Grosimea minimă nominală a stratului de acoperire [mm]	Observaţii
Plăci cu grosimea:		Dacă înălţimea este <500 mm şi diametrul armăturii d≤16 mm, grosimea minimă este de 20 mm
< 100 mm	10	
≥ 100 mm	15	
Grinzi cu înălţimea		
< 250 mm	15	
≥ 250 mm	25	
Stâlpi	25	-
Fundaţii cu strat de egalizare-armăturile de la faţa inferioară	35	-
Fundaţii, stâlpi, grinzi în contact cu pământul	50	Pentru feţele laterale ale elementelor min. 45 mm; se poate reduce la 25 mm prin executarea ulterioară a unei tencuieli cu mortar MI00, în grosime de min 20 mm sau a unei hidroizolaţii
Etrieri sau armături transversale din carcase sudate	15	-
Armături din profile laminate	50	-

Armaturile inclinate cu d≥16 mm se recomanda sa aiba o acoperire laterala de beton cu grosimea de minim 2d.

Se prevad grosimi sporite pentru:

- elemente care sunt supuse direct actiunii intemperiilor, neprotejate de tencuieli (+10 mm).

1.14 Controlul calitatii lucrarilor de armaturi

La terminarea montarii armaturilor se va verifica:

a) tipul otelului, numarul, diametrul, pozitia si modul de fasonare a barelor;
b) modul de fixare a barelor intre ele;
c) lungimea portiunilor de bare care depasesc reazemele sau care urmeaza a fi inglobate in elemente care se toarna ulterior;
d) pozitia innadirilor si lungimile de petrecere ale barelor;
e) calitatea sudurilor si a legaturilor cu sarma;
f) numarul si calitatea legaturilor dintre bare;
g) dispozitivele de mentinere a pozitiei armaturilor in cursul betonarii;
h) modul de asigurare a grosimii stratului de acoperire cu beton si dimensiunile acestuia;
i) pozitia, modul de fixare si dimensiunile pieselor inglobate in beton.

Constatarile in urma acestor verificari se consemneaza in:

a) proces-verbal pentru verificarea calitatii lucrarilor ce devin ascunse, semnat de executant si beneficiar sau

b) proces-verbal de autorizare a continuarii executiei lucrarilor (acordarea fazei determinante) daca verificarea este trecuta ca faza determinanta in PCCVI; este obligatorie participarea: beneficiarului, proiectantului, executantului si a organelor Inspectoratului de Stat in Constructii care, in functie de rezultatul controlului va autoriza sau nu continuarea lucrarilor.

In procesele-verbale se vor preciza concret verificarile si masuratorile efectuate, abaterile constatate iar dupa caz, incadrarea in tolerantele admisibile fata de proiect.
In tabelul 3.9 sunt prezentate abaterile limita la fasonarea si montarea armaturilor, in conformitate cu NE 012 - 2007 ANEXA II.2

Tabel 1.9 Abateri limita la armaturi (conform NE 012-2007 ANEXA II.2)

Element	**Abateri în mm**							
	Dist. între axele barelor	**Grosime strat acoperire**	**Lungimi parţiale sau totale faţă de proiect**			**Lung. petrecere la înnădire prin sudare**	**Poziţia înnădirii**	**Observaţii**
			<1m	**1 ... 10 m**	**>10 m**			
Fundaţii	± 10	+ 10	± 5	± 20	± 30	≠ 3 d	50	La îmbinări şi înnădiri sudate cf. C 28 - 83
Pereţi	±5	+ 3						
Stâlpi grinzi	±3	+ 3						
Plăci	±5	+ 2						
Între etrieri şi pasul fretelor	± 10	-						

Intocmit,
ing. Osan Mihaela

Societatea J31/297/2021 TESSERACT MODEL S.R.L. C.U.I. 44290135 Sat Câmpia, Jud. Sălaj

CALIN-GRIGORE-RADU MIRCEA

Digitally signed by CALIN-GRIGORE-RADU MIRCEA
Reason: Verificator de proiecte cerința A1, Seria B, Nr. 07142
Date: 2024.07.05 08:59:53 +03'00'