

**CAIET DE SARCINI PENTRU PENTRU EXECUȚIA  
ȘI CONTROLUL LUCRĂRILOR DE BETON ARMAT****1. LUCRĂRI DE TERASAMENTE****1.1. Lucrările de infrastructură.**

Se execută în conformitate cu prevederile studiului geotehnic, care stabilește stratificatia terenului, condițiile hidro-geologice și condițiile de fundare.

Constructorul va întocmi proiectul tehnologic de execuție care va cuprinde: planul de organizare de șantier; planul de lucrări pregătitoare executării fundațiilor propriu-zise; planul cu organizarea locului de muncă; lista mijloacelor (dispozitive de execuție a terasamentelor și fundațiilor); proiecte de sprijinire și de cofraje.

**1.2. Principala lucrare pregătitoare este materializarea cotei 0,00m față de care se măsoară toate cotele de nivel.**

La trasarea detaliilor de construcții se vor respecta prevederile îndrumătorului privind executarea trasării de detaliu în construcții, indicativ C 83-75.

Înainte de începerea lucrărilor de terasamente se verifică întreaga trasare pe teren, încheindu-se un proces verbal de trasare cu materializarea bornelor și cotei 0,00, între beneficiar și executant.

**1.3. Toleranțe admisibile.**

Conform STAS 9824/1-87 toleranțele admisibile la trasarea pe teren a construcțiilor sunt următoarele:  
Pentru lungimi:

| Toleranțe (cm)                     | Lungimi (m) |            |            |
|------------------------------------|-------------|------------|------------|
|                                    | 25m         | 50 m       | 100m       |
| Coordonate rectangulare de trasare | $\pm 2$ cm  | $\pm 2$ cm | $\pm 3$ cm |
| Laturi pe conturul de trasare      | $\pm 3$ cm  | $\pm 4$ cm | $\pm 5$ cm |

Pentru lungimi intermediare, toleranțele se stabilesc prin interpolare

- Poziția în plan orizontal a axelor fundațiilor  $\pm 1$  cm

Pentru lungimi intermediare, toleranțele se stabilesc prin interpolare

- Poziția în plan vertical a cotei de nivel  $\pm 1$  cm

În cazul în care aceste toleranțe sunt depășite, lucrările de terasamente, respectiv de fundații, nu pot fi continuate decât cu acordul scris al proiectantului.

Constructorul va examina fiecare zonă de săpătură, asigurând sprijinirea malurilor funcție de adâncimea și natura terenului, pentru a-i asigura stabilitatea.

**1.4. Verificarea calității terenului de fundare.**

Se face de către specialistul geotehnician care a elaborat studiul geotehnic și este atestat MTCT, conform Normativului pentru verificarea calității și recepția lucrărilor de construcții și instalații referențiat indicativ C56-85.

În acest sens după terminarea lucrărilor de săpătură va fi chemat specialistul geotehnician pentru verificarea terenului de fundație. Încheindu-se proces verbal de recepție - faza determinantă împreună cu specialistul beneficiarului și executantului lucrării.

În situația în care se constată diferențe între caracteristicile reale ale terenului și cele din studiul geotehnic, se vor stabili de către specialistul geotehnician măsurile ce trebuie luate.

Pe toată durata execuției lucrărilor de fundații este obligatorie monitorizarea geotehnică pentru a se dispune măsuri de adaptare a detaliilor de execuție ale fundațiilor în funcție de condițiile geotehnice întâlnite. Monitorizarea geotehnică trebuie efectuată de elaboratorul studiului geotehnic sau de un specialist atestat MTCT pentru domeniul Af. Raportul de monitorizare geotehnică a execuției va cuprinde note de sinteză privind în primul rând natura și caracteristicile geotehnice ale terenurilor întâlnite și compararea cu datele din studiul geotehnic, precum și note privind comportarea lucrării pe toată perioada de execuție. Întocmirea și verificarea documentațiilor geotehnice pentru construcții se vor realiza în conformitate cu prevederile ghidului GT 035/2002.

Pe parcursul executării lucrărilor de terasamente se vor lua măsurile corective necesare pentru asigurarea protecției muncii.

## 2. LUCRĂRI DE COFRAJE PENTRU BETON ARMAT

### 2.1. Alcătuirea cofrajelor.

Cofrajele pentru elementele din beton armat și susținerile lor trebuie să fie astfel alcătuite încât să îndeplinească următoarele condiții: să se asigure obținerea formei și dimensiunii prevăzute în proiect pentru elementele ce urmează a fi executate, să fie etanșe, astfel încât să nu permită pierderea lapelului de ciment, să fie stabile și rezistente sub acțiunea încărcărilor, să permită un mare număr de re folosiri, să fie prevăzute cu piese de asamblare de inventar.

Cofrajele din lemn se vor dimensiona în condițiile prevăzute în "Codul de practică pentru executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat, indicativ NE 012-2007".

Pentru reducerea aderenței dintre beton și cofraj, acestea se ung pe fețele ce vin în contact cu betonul înainte de fiecare folosire cu substanțe decofrante. Acestea se aplică prin pensule, trebuie să-și păstreze proprietățile neschimbate în condițiile climatice de execuție a lucrărilor și să nu atace betonul.

Eșafodajele de susținere a cofrajelor de planșee (plăci) sunt formate în general, din grinzi extensibile, rezemate pe popi de inventar, contravântuiți. Elementele eşafodajelor trebuie să prezinte suficientă rezistență și stabilitate pentru a putea prelua toate sarcinile provenite din greutatea cofrajului și a betonului proaspăt din plăci, a sculelor și dispozitivelor de lucru și a echipelor de muncitori, fiind verificate totodată pentru a prelua și solicitări orizontale din împingerea betonului din pereți, stâlpi și grinzi.

Lucrările de susținere/ eşafodaj se vor realiza și evalua de către ofertant conform tehnologiei proprii. Contravântuirile de pe cele două direcții perpendiculare trebuie să formeze triunghiuri nedeformabile, iar prinderile să nu dea excentricități importante în noduri.

Pot fi folosite ca elemente orizontale de contravântuiri tălpile continue de rezemare și grinzile de susținere, cu condiția ca prin detaliile de prindere adoptate să fie împiedicată deplasarea relativă între popi și aceste tălpi, respectiv grile.

### 2.2. Trasarea poziției cofrajului

Pentru turnarea fundațiilor din beton se realizează de-a lungul sârmelor întinse între repere materializate în acest scop pe balizele de colț sau intermediare ce au servit la trasarea lucrărilor de săpături.

Întrucât în timpul definitivării lucrărilor de cofrare, elementele cofrajului pot căpăta deplasări de la poziționarea inițială, este necesar ca, înaintea turnării betonului să se verifice corectitudinea poziției finale a acestora.

### 2.3. Abateri admisibile la montarea cofrajelor

Abaterile admisibile la montarea cofrajelor se referă la următoarele categorii de mărimi:

- dimensiuni ale spațiului cofrat;
- cote de nivel (pentru fundul cofrajului, înălțime de turnare a betonului etc);
- poziția axelor, în plan și pe înălțime (care include rectilinitatea și perpendicularitatea sau unghiul prevăzut după caz);
- forma suprafeței (care include planitatea și denivelarea locală, după caz);

Abaterile admisibile pentru dimensiuni, cote de nivel și poziția axelor, vor fi cele prevăzute pentru elementele respective.

Abaterile admisibile privind forma suprafeței se stabilesc astfel:

- pentru suprafețe cu formă deosebită (plăci sau pereți curbi etc), se prevăd în caietul de sarcini pentru realizarea proiectului tehnologic privind cofrajele respective;

- pentru celelalte situații (cofraje pentru suprafețe plane ale elementelor), abaterile admisibile se vor înscrie în clasele de toleranță astfel:

clasa TS,III pentru planitate (Anexa C NE012/2/2010);

clasa TN,I pentru denivelări locale (Anexa C NE012/2/2010);

#### 2.4. Montarea cofrajelor.

Operațiunile de montare a cofrajelor se vor succeda, de regulă, în următoarea ordine:

- curățirea și nivelarea locului de montaj;
- trasarea poziției cofrajelor; transportul și așezarea panourilor și a celorlalte materiale și elemente de inventar în apropierea locului de montaj;
- curățirea și ungerea panourilor; asamblarea și susținerea provizorie a acestora; verificarea poziției cofrajului pentru fiecare element de construcție, atât în plan orizontal cât și pe vertical și fixarea lor în poziție corectă;
- încheierea, legarea (blocarea) și sprijinirea definitivă a tuturor cofrajelor cu ajutorul dispozitivelor de montare (caloți, juguri, tiranți, zăvoare, propte, contravânturi, etc.);
- etanșarea rosturilor.

Mentținerea alinierii panourilor asamblate se obține cu ajutorul montanților și al riglelor de aliniere, respectiv al moazelor și cu ajutorul tiranților trecuți prin distanțieri. Asigurarea verticalității se va face prin propte, de preferință reglabile. Împingerea betonului proaspăt care acționează asupra panourilor de cofraj se preia prin elementele de sprijinire ale panourilor, montanți, respectiv moaze și prin tiranți de legătură realizați în general din oțel beton. În cadrul proiectului de cofraj se vor verifica prin calcul elementele de sprijinire și legătură din punct de vedere al rezistenței și al deformațiilor.

Cofrajele stâlpilor se alcătuiesc în general din panouri dispuse vertical. Trasarea bazei se face, de regulă, printr-o ramă de scândură. Pentru a se putea controla și curăța baza stâlpului se prevede o fereastră de vizitare.

Montarea elementelor de susținere a cofrajelor pentru planșee (plăci) se face în următoarea ordine:

- se trasează poziția elementelor verticale de susținere (popi) se amplasează elementele verticale de susținere și de contravântuire provizoriu;
- se montează și se fixează elementele orizontale ale eșafodajului (rigle, grinzi extensibile, etc.);
- se verifică poziția și dimensiunile efectuându-se corecturile necesare.

Strângerea definitivă a contravântuirilor se face după ultima verificare ce se efectuează după montarea cofrajelor.

Cofrajele din panouri se ung cu atenție înaintea montării armăturilor în scopul de a facilita operația de decofrare și a se mări prin acestea numărul de folosiri al panourilor.

Ungerea se face imediat după scoaterea cofrajului sau chiar în timpul montării lui. Pentru ungere se folosesc substanțe produse industriale în acest scop, care se aplică după decofrare și curățire, fiind interzisă folosirea motorinei sau a petrolului lampant, care degradează materialele lemnoase.

Pentru evitarea scurgerii laptelui de ciment prin rosturile dintr-o cofraje acestea vor fi etanșate cu ajutorul benzilor autoadezive.

La terminarea lucrărilor de cofraj se efectuează recepția finală de către o comisie formată din beneficiar (dirigintele de șantier) și constructor (șeful punctului de lucru, șeful de echipă). Comisia va efectua verificările prevăzute mai sus, precum și alte verificări prevăzute în "Fișele tehnologice", întocmite de către responsabilul tehnic cu execuția atestat MLPAT și în "Programul de control al calității" întocmit de către controlorul de calitate atestat MLPAT. Rezultatele recepției se consemnează într-un proces verbal de recepție.

La lucrările de cofrare cu panouri din placaj se vor respecta prevederile IM 007-96 "Norme specifice de protecția muncii pentru lucrări de cofraje, schele, cintre și eșafodaje", aprobat M.L.P.A.T. cu ordinul 74/N din 15.10.1996.

În timpul montajului și al depozitării panourilor de cofraj din materiale lemnoase și a celorlalte elemente din materiale combustibile, se vor respecta prevederile din "Normativul pentru proiectarea și executarea construcțiilor din punct de vedere al prevenirii incendiilor", precum și cele cuprinse în "Instrucțiuni pentru prevenirea incendiilor pe ramuri de producție".

## 2.5. Verificarea și recepția cofrajelor și susținerilor acestora

Verificarea cofrajelor și susținerilor acestora se efectuează:

- la terminarea lucrărilor de cofraje, pentru o etapă de lucru, când se efectuează și recepția cofrajelor;
- imediat înainte de punerea în operă a betonului în cofrajele respective, când se efectuează o nouă verificare;

Verificarea cofrajelor și susținerilor acestora se efectuează prin:

- examinare directă și măsuri simple;
- măsurări cu aparatură;

Prin măsurări se urmărește confirmarea încadrării în toleranțele prevăzute pentru montarea cofrajelor.

Verificarea cofrajelor și susținerilor acestora prin observare directă și măsurări simple se referă la următoarele:

- compararea cu prevederile din proiectul tehnologic și/sau prevederile producătorului, în ceea ce privește:

alcătuirea de ansamblu: vizual;

tipurile de materiale și integritatea acestora: vizual, precum și analizarea documentelor privind calitatea acestora;

dimensiunile: prin măsurare;

îmbinările (elementele de fixare și contactul între elementele concurențe în îmbinare): vizual și, prin solicitare cu mâna, să nu aibă joc în îmbinare;

- așezarea corespunzătoare a elementelor/panourilor cofrajelor propriu-zise, față de baza de rezemare, precum și între ele: vizual-poziție și fără spații libere între ele;

- faptul că elementele de susținere sau legătură punctuală (popi, contravânturi înclinate, legături interioare etc) sunt fixate: prin solicitare cu mâna, să nu aibă joc; legăturile interioare sunt corect montate prin observare vizuală;

- starea de curățenie: vizual;

- aplicarea agenților de decofrare: vizual;
- dimensiunile, în cel puțin 2 secțiuni pentru fiecare element, precum și ale golurilor și poziția relativă a acestora: prin măsurare directă;
- trasarea înălțimii de turnare a betonului: prin măsurare directă față de fundul cofrajului, sau față de alte suprafețe existente;
- aspectul general al suprafeței care vine în contact cu betonul: vizual;

Verificările cofrajelor prin măsurători cu aparatură se referă la:

- cote de nivel pentru fundul cofrajului;
- axe, pentru spațiul cofrat și pentru goluri;
- înclinări, dacă este cazul;
- verificări în toate punctele și secțiunile, care sunt precizate de inginerul de structură, în cazul cofrajelor cu forme deosebite (plăci sau pereți curbi etc);

Neconformitățile, fie în ceea ce privește alcătuirea și montarea, fie în ceea ce privește depășirea toleranțelor (abatelor admisibile) la dimensiuni și/sau poziție, se consemnează și trebuie să fie rezolvate de constructor.

Pentru a preveni apariția unor neconformități, constructorul trebuie să asigure un control preliminar privind aprovizionarea, manipularea și depozitarea materialelor utilizate, precum și un control al instruirii personalului care va executa lucrările respective.

Verificarea cofrajelor și susținerilor acestora se face din nou, în intervalul de 24 de ore înainte de montarea armăturii, dacă este cazul, precum și înainte de punerea în operă a betonului, dacă între aceste operațiuni a trecut o perioadă mai lungă.

Această a doua verificare se efectuează prin observare directă și măsurări simple și, dacă se constată neconformități, și prin măsurări cu aparatură, după caz.

În cazurile în care constructorul lucrărilor de construcții aplică un sistem de management al calității, executarea și verificarea lucrărilor de cofraje și susțineri ale acestora trebuie efectuate conform prevederilor aplicabile ale acestui sistem (proceduri, instrucțiuni și înregistrări privind:

aprovizionarea, recepția, manipularea, depozitarea și trasabilitatea materialelor; executarea și verificarea lucrărilor; echipamentele de măsurare; calificarea personalului; tratarea neconformităților etc.).

Recepția cofrajelor și susținerilor acestora constă în consemnarea conformității lucrărilor, pe baza verificării efectuate la terminarea lucrărilor și a rezolvării eventualelor neconformități, printr-un proces verbal pentru recepția calitativă pe faze (pentru lucrări care devin ascunse), cu participarea reprezentantului clientului și, în cazul unor cofraje și/sau eșafodaje deosebite, pentru care inginerul de structură a întocmit caiete de sarcini, și cu participarea inginerului de structură.

## 2.6. Condiții prealabile și condiții necesare în timpul executării lucrărilor de cofraje și susținerilor acestora

Pentru executarea lucrărilor de cofraje și susținerile acestora, este necesară asigurarea condițiilor prealabile, precum și a celor necesare în timpul executării lucrărilor.

Condițiile prealabile se referă, în principal, la următoarele:

- existența, pe șantier, a proiectului, care trebuie să cuprindă toate datele necesare pentru executarea cofrajelor;

- existența, pe șantier, a proiectului tehnologic privind cofrajele și susținerile acestora, dacă este cazul;
- existența, dacă este cazul, a recepției lucrărilor de terasamente, când acestea sunt implicate;
- aprovizionarea și recepționarea cofrajelor și/sau eșafodajelor de inventar, complete, precum și a documentației tehnice privind utilizarea acestora sau, după caz, a tuturor materialelor necesare executării, ca unicat, pe șantier;

Condițiile care trebuie asigurate în timpul executării lucrărilor se referă, în principal, la următoarele:

- dotări tehnice specifice necesare pentru montarea sau, dacă este cazul, executarea și montarea cofrajelor și eșafodajelor pentru susținerea acestora (scule, dispozitive etc);
- facilități necesare, după caz, pentru montarea sau executarea și montarea cofrajelor și eșafodajelor (energie electrică, utilaje pentru ridicare și manipulare cu precizia necesară);
- personal calificat pentru montarea sau executarea și montarea cofrajelor și eșafodajelor;

#### 2.7. Pereți din beton armat căptușiți cu zidărie.

Tehnologia de realizare a pereților de beton armat căptușit cu zidărie va fi realizată după efectuarea, pe șantier, a elementelor de probă.

Principalele etape de realizare a pereților din beton armat sunt:

- Montarea armăturilor și/sau a armăturilor rigide (profile metalice);
- Realizarea pereților de zidărie. La realizarea acestora se va acorda o atenție deosebită următoarelor:

La zidirea cărămizilor nu se acceptă să cadă mortar în spațiul ce urmează a fi betonat sau pe armătură. În cazul în care, totuși, cade mortar pe barele de armătură acestea se vor curăța imediat. Dacă mortarul cade în spațiul ce se va betona atunci se va opri imediat zidirea și se va curăța. Se va folosi numai mortar de ciment (fără var) M100.

Rosturile vor avea o adâncime de 20mm.

În rosturile orizontale se vor monta, la fiecare 50cm pe verticală, câte două bare orizontale Ø8.

Pentru sprijinirea zidăriei la turnarea betonului se vor folosi metode specifice cofrajelor obișnuite (tiranți recuperabili în teci din PVC).

Înălțimea maximă a zidăriei va fi de 1,50-2,00m.

- Turnarea și vibrarea betonului la cel puțin 7 zile de la realizarea zidăriei.

#### 2.8. Demontarea cofrajelor.

La decofrarea elementelor verticale (pereți, stâlpi) ordinea operațiilor, în general, inversă celor indicate la montarea cofrajelor și anume: desfacerea zăvoarelor și scoaterea tiranților; scoaterea elementelor de susținere (montanți, rigle, moaze, caloți) scoaterea fururilor de compensare la pereți, montarea panourilor la pereți începând de la fururi, demontarea scândurilor de aliniere, respectiv a ramei de trasare.

### 3. LUCRĂRI DE ARMARE.

#### 3.1. Produse pentru armătură nepretensionată

Produsele pentru armătura nepretensionată, care fac obiectul prezentului caiet de sarcini, sunt produsele din oțel, neted, profilat sau amprentat, livrate ca atare sau sub formă de plase sau carcasi sudate, uzinate.

Produsele din oțel pentru armătura nepretensionată trebuie să fie în conformitate cu prevederile specificației tehnice ST 009, iar utilizarea lor trebuie să se conformeze prevederilor aplicabile din standardele seria SR EN 1992, SR EN 1994, SR EN 1996, SR EN 1998, împreună cu anexele naționale ale acestora și ale celor din ST 009.

Produsele din oțel pentru armătura nepretensionată trebuie să fie identificabile în ceea ce privește tipul și clasa produsului, asigurându-se trasabilitatea lor începând de la producător și până la punerea în operă. Pentru aceasta:

a) fiecare colac, fiecare legătură de bare sau plase sudate, fiecare carcasă sudată, trebuie să poarte o etichetă durabilă, bine atașată, care să conțină:

- denumirea producătorului;
- tipul și clasa produsului;
- numărul lotului și al colacului/legăturii;
- marcajul de conformitate;
- ștampila controlului de calitate;

b) documentele care însoțesc livrarea produselor trebuie să conțină cel puțin următoarele informații cuprinse în declarația de conformitate eliberată de producător, inclusiv o copie cuprinsă în acest document:

- numele și adresa producătorului;
- numărul certificatului de conformitate, atașat;
- referințe la caracteristicile produsului:
  - i. numărul standardului de produs;
  - ii. tipul și clasa produsului;
  - iii. dimensiunea;
  - iv. limita de curgere;
  - v. rezistența la rupere;
  - vi. alungirea la forță maximă și la rupere;
  - vii. conținutul de carbon echivalent pe oțel lichid;
- date de identificare a șarjei/lotului/colacului sau legăturii;

Prin tipul produsului se înțelege forma suprafeței:

- neted;
- cu profil periodic sau amprentat, caracterizat prin factorul de profil;

Prin clasa produsului se înțelege încadrarea în categoriile privind limita de curgere, raportul între rezistența la rupere și limita de curgere, alungirea (la forța maximă și la rupere) și sudabilitatea, conform specificației tehnice ST 009.

Marcarea, livrarea, transportul, manipularea și depozitarea produselor pentru armături trebuie să se facă astfel încât să nu modifice caracteristicile acestora. Produsele pentru armături trebuie depozitate separat pe tipuri, clase și diametre, în spații amenajate și dotate corespunzător, astfel încât să se asigure:

- evitarea condițiilor care favorizează corodarea armăturii, inclusiv prin ventilarea spațiilor;
- evitarea murdării acestora cu pământ sau alte substanțe;
- accesul și identificarea ușoară a fiecărui sortiment;

Suprafața produselor pentru armături nu trebuie să fie acoperită cu rugină neaderentă și nici cu substanțe care pot afecta negativ oțelul, betonul sau aderența între ele.

Inginerul de structură va preciza în proiect, tipul și clasa produselor care trebuie să fie utilizate, precum și diametrul și forma armăturilor, notate distinct și unitar în tot cuprinsul proiectului.

În cazurile în care constructorul nu poate aproviziona produsele conforme cu prevederile din proiect, modificările privind tipul și clasa produselor se pot face numai cu acordul scris al inginerului de structură (dispoziție de șantier, care face parte din proiect și intră în cartea tehnică a construcției).

Trasabilitatea se referă la produsele utilizate efectiv în lucrare, precizându-se elementele și pozițiile acestora în cazul care s-au utilizat alte produse decât cele prevăzute inițial în proiect, conform dispoziției de șantier.

Produsele pentru armături pot fi utilizate în următoarele condiții:

- corespund prevederilor din proiect în ceea ce privește tipul și clasa produsului;
- au atestatată conformitatea conform prevederilor legale;
- constructorul efectuează următoarele:

verificarea caracteristicilor geometrice;

încercarea la tracțiune (rezistența la rupere, limita de curgere, alungirea după rupere), încercarea la îndoire simplă și încercarea la îndoire-dezdoire.

Încercările se vor efectua pe câte 3 epruvete din fiecare lot și diametru, în laboratoare având dotarea necesară.

În cazurile în care rezultatele determinărilor nu sunt corespunzătoare, constructorul ia măsurile necesare pentru aprovizionarea cu produse corespunzătoare.

### 3.2. Pregătirea barelor.

Curățirea și îndreptarea barelor sunt operații care trebuie efectuate înaintea tăierii și fasonării acestora.

La curățire se vor îndepărta:

- pământul, urmele de ulei, vopsea sau alte impurități;
- rugină neaderentă care se desprinde prin lovire cu ciocanul;

- rugina aderentă, prin frecare cu peria de sârmă în zona de sudare a barelor care urmează să fie înădite prin sudură.

După îndepărtarea ruginei neaderente sau a ruginei aderente, reducerea dimensiunilor secțiunii barei nu trebuie să depășească abaterile limită la diametru prevăzute în Codul NE 012-2007 și anume:

- pentru bare cu  $d < 25$  mm abatere limită de 0,5 mm;

- pentru bare cu  $d > 25$  mm abatere limită de 0,75 mm.

### 3.3. Fasonarea barelor.

Conform normativului de execuție NE012-2/2010 Constructorul are obligația ca înainte de a trece la fasonarea armăturii să analizeze posibilitatea de a realiza armarea conform prevederilor din proiect (privind, în special, montarea și fixarea barelor, înădirea barelor, dar și turnarea și compactarea betonului) și să solicite, dacă este necesară, reexaminarea, împreună cu inginerul de structură, a prevederilor din proiect.

Fasonarea armăturii se poate efectua de către constructor (în atel ere proprii și/sau la fața locului, pe șantier) sau prin comandarea acesteia, de către constructor, la un prelucrător specializat în fasonarea armăturii.

Fasonarea armăturii se efectuează în conformitate cu prevederile legale în vigoare în ceea ce privește echipamentul tehnologic utilizat și personalul care execută această activitate.

În cazul fasonării armăturii prin comandă la un prelucrător, se aplică următoarele condiții:

- a) constructorul, care emite comanda, trebuie să transmită prelucrătorului toate datele din proiect privind armătura;
- b) încercările produselor pentru armături vor fi efectuate de cel care a provizionează produsele și rapoartele de încercare cu rezultatele obținute vor face parte din documentele care însoțesc armătura fasonată;
- c) prelucrătorul va însoți armătura fasonată de declarația de conformitate care trebuie să se refere la:

i. certificatele de conformitate ale produselor utilizate, anexate în copie

ii. declarația că au fost respectate toate prevederile proiectului în ceea ce privește: produsele utilizate, forma și dimensiunile armăturilor, precum și condițiile de fasonare;

- d) armătura fasonată va fi recepționată de constructor, pe baza prevederilor din proiect, recepție care are în vedere și existența cumentelor și marcajelor privind trasabilitatea pentru produsele utilizate;

Armătura fasonată în atelier (la constructor sau prelucrător) poate fi livrată, pentru montare, fie sub formă de elemente separate, fie asamblată în carcase.

În primul caz, elementele de același tip vor fi depozitate în pachete separate, etichetate, astfel încât să se evite confundarea lor și să se asigure păstrarea formei și curățeniei lor până la montarea acestora.

În al doilea caz, depozitarea și manipularea vor trebui să asigure indeformabilitatea, precum și starea de curățenie. Asamblarea în carcase va fi realizată în următoarele condiții:

- a) nu se va utiliza sudarea pentru fixarea elementelor între ele;

b) fixarea elementelor între ele se face prin legare cu sârmă neagră, fiind interzisă utilizarea sârmei galvanizate care, prin atingerea cu armătura, poate forma pilă electrică cu pericolul de coroziune care decurge din aceasta;

Fasonarea armăturii trebuie efectuată cu respectarea următoarelor condiții:

- a) fasonarea nu se execută la temperaturi sub  $-10^{\circ}\text{C}$ ;
  - b) fasonarea cu mașina a barelor cu profil periodic, la mașini cu două viteze, se va face numai cu viteza mică;
  - c) îndoirea barelor se execută cu mișcare lentă, cu viteză neuniformă, fără șocuri;
  - d) diametrul domurilor utilizate pentru îndoirea barelor trebuie să fie:
    - i. pentru bare cu diametrul nominal mai mic sau egal cu 16 mm, de cel puțin patru ori diametrul barei;
    - ii. pentru bare cu diametrul nominal mai mare de 16 mm, de cel puțin șapte ori diametrul barei;
  - e) forma și dimensiunile ciocurilor de la capetele barelor vor fi conform prevederilor tehnice aplicabile și sunt precizate în proiect;
  - f) razele de îndoire pentru barele înclinate și pentru etrieri/agrafe vor fi, de asemenea, cele prevăzute în reglementările tehnice aplicabile, ele trebuind să fie precizate în proiect;
- În cazul elementelor structurale, este interzisă utilizarea metodei de a fasona și monta barele de armătură în așteptare prin îndoirea acestora și montarea în cofraj, pentru ca după decofrare acestea să fie dezvelite, prin spargerea betonului în jurul lor, și să fie îndreptate.

În cazul în care constructorul vrea să aplice această metodă la armarea elementelor nestructurale, va trebui să obțină în prealabil acordul inginerului de structură care, prin dispoziția de șantier, va preciza condițiile pentru aplicarea acestei metode.

Bare sau piese în așteptare sunt bare de armătură sau piese speciale (spre exemplu, tipuri de conectori), care ies din betonul unui element turnat (prefabricat sau in situ) în vederea înglobării în betonul care se va turna adiacent suprafeței respective (la rosturile de lucru sau la îmbinări prin monolitizare, spre exemplu), și care constituie armătură de continuitate.

Clasele de toleranțe la fasonarea armăturii sunt următoarele:

- a) la dimensiuni (lungime de tăiere, dimensiuni totale și parțiale):
  - i. domeniul până la 1,0 m: TD,VII (Anexa C NE012/2/2010);
  - ii. domeniul peste 1,0 m: TD, IX (Anexa C NE012/2/2010);
- b) la rectilitate: TR,IV (Anexa C NE012/2/2010);
- c) la unghiuri: TU,II (Anexa C NE012/2/2010);

#### 3.4. Montarea armăturilor.

Montarea armăturii se efectuează în următoarele condiții:

- Cofrajele în care se montează armătura trebuie să fie recepționate și verificate imediat înaintea începerii montării armăturii. Verificarea trebuie să asigure că acestea și-au menținut conformitatea în ceea ce privește:

Stabilitatea și punerea sub efort a tuturor reazemelor punctuale.

Forma și dimensiunile;

Etanșeitatea;

Starea de curățenie.

- Asigurarea conformității cu prevederile din proiect. Se referă la tipurile și clasele produselor utilizate, poziția relativă a acestora, între ele și față de cofraj, precum și la poziția și tipul înădărilor, cu încadrarea în toleranțele admisibile.

- Asigurarea bunei desfășurări a punerii în operă a betonului. Se referă la:

Crearea posibilității de circulație a personalului implicat, în cazul în care armătura este montată pe suprafețe orizontale/inclinate mari;

Crearea, în cazul armăturilor dese la partea superioară, la intervale de maximum 3,00m, a unor spații libere pentru pătrunderea betonului sau a furtunelor prin care se descarcă acesta;

Crearea spațiilor necesare pătrunderii vibratorului, cu dimensiunile de minimum 2,5 ori diametrul acestuia, la intervale de maximum 5 ori înălțimea elementului. Crearea spațiilor libere se face fie prin amplasarea armăturii, în acord cu proiectantul, fie prin montarea unor bare în ultima etapă de turnare a betonului.

- Asigurarea poziției relative între bare și față de cofraj are în vedere:

Legarea armăturii la încrucișări;

### 3.5. Legarea armăturilor.

Trebuie efectuată la încrucișarea barelor, prin legături cu sârmă neagră sau prin sudură electrică prin puncte.

Când legarea se face cu sârmă se vor utiliza două fire de sârmă moale de 1,0 mm până la 1,5 mm diametru. Legarea armăturii se va face numai cu sârmă neagră, fiind interzisă utilizarea sârmei zincate.

Legarea armăturii se va face după cum urmează:

- La rețele de armături din plăci și pereți:

Fiecare încrucișare, pe două rânduri de încrucișări marginale, pe întreaga contur;

Restul încrucișărilor, în câmp, se vor lega în șah, din două în două;

- La rețelele de armături din plăci curbe subțiri, se vor lega toate încrucișările;

- La grinzi și stâlpi:

Toate încrucișările cu colțurile etrierilor și cu ciocurile agrafelor;

Incrucișările cu porțiunile drepte ale etrierilor pot fi legate în șah, din două în două;

Barele înclinate se vor lega, în mod obligatoriu, de primii etrieri cu care se încrucișează;

Etrieri și agrafele montate înclinat precum și fretele, se vor lega la toate încrucișările cu barele longitudinale.

După caz, pentru elementele la care armarea se face cu un număr mare de bare și/sau de diametru mare, se vor prevedea și alte tipuri de elemente de susținere temporare sau definitive. Aceste elemente vor fi de tip "confecție metalică" și se vor stabili de comun acord cu executantul după desemnarea acestuia.

În nodurile cu armături dese se va urmări dispunerea barelor astfel ca să permită și pătrunderea vibratorului.

### 3.6. Înnădirea barelor.

Înnădirea barelor de armătură se va realiza:

- prin suprapunere (pentru diametre mai mici de 25mm, dacă în proiect nu este specificat altfel);
- prin sudare electrică, în mediu normal sau de bioxid de carbon, cap la cap, în cochilie pentru diametre de 25mm sau mai mari.

Executarea înnădirilor prin sudură, inclusiv calificarea sudorilor, precum și verificarea calității acestora se vor face conform prevederilor reglementărilor tehnice specifice.

Înnădirile sudate se vor poansonă și verifica prin probe distructive, executate intercalat de același sudor și în aceleași condiții cu sudurile din operă, în proporție de 3% din numărul total al înnădirilor.

După caz, dar numai cu avizul proiectantului, se acceptă și alte metode de înnădire:

- înnădirea cu filet, normal sau conic;
- înnădirea cu manșon presat radial;

Utilizarea acestor metode de înnădire se va face pe baza prevederilor reglementărilor tehnice specifice.

Executarea lucrărilor se va face cu grijă pentru a nu introduce în cofraj pământ sau alte corpuri care ar dăuna calității betonului.

La executarea fundațiilor, pe stratul de beton de egalizare se așează barele fasonate conform proiectului, legându-se între ele și montând distanțieri pentru asigurarea stratului de acoperire cu beton.

Se introduc de asemenea mustățile pentru stâlpi sau pereți și se fixează de armătura fundației.

Montarea armăturilor va fi efectuată în pozițiile prevăzute în proiect asigurându-se menținerea acestor poziții și în timpul turnării betonului.

La montare se vor prevedea:

- cel puțin 3 distanțieri la fiecare mp de placă sau perete;
- cel puțin 1 distanțier la fiecare ml de stâlp.

Distanțieri pot fi confecționați din masă plastică sau prisme de mortar prevăzute cu câte o sârmă pentru a fi legate de armături.

Nu se acceptă înlocuirea armăturilor prevăzute în proiect decât cu acceptul proiectantului.

Stratul de acoperire cu beton a barelor din elementele de beton armat, are drept scop asigurarea protecției armăturii contra coroziunii și buna conlucrare a acesteia cu betonul. Dacă nu se specifică altceva pe planurile de armare, straturile minime de acoperire se vor realiza conform SR EN 1992-1-1:2004.

La terminarea montării armăturilor, datorită importanței deosebite a calității execuției acestora cât și a faptului că după turnarea betonului ele nu mai pot fi verificate cu mijloace simple, acestea vor fi obligatoriu recepționate, încheindu-se proces verbal de lucrări ascunse.

Verificările trebuie efectuate și însușite de către beneficiar (diriginta de șantier atestat MLPAT), executant (șeful de lucrare împreună cu responsabilul tehnic cu execuția atestat MLPAT) și trebuie să se refere la toate aspectele lucrării și anume:

- numărul, diametrul și poziția barelor în diferite secțiuni transversale, caracteristice elementului de structură;
- distanțele dintre etrieri, diametrul acestora și modul lor de fixare;
- lungimea porțiunilor de bară care depășesc reazemele sau care urmează a fi înglobate în elemente care se toarnă ulterior (mustăți);
- lungimea de suprapunere la înădări;
- numărul și calitatea legăturilor dintre bare;
- dispozitivele de susținere a poziției armăturilor în cursul betonării (așrafe, distanțieri etc.);
- modul de asigurare a grosimii stratului de acoperire cu beton a armăturii;

Aceste elemente se consemnează cronologic în procesele verbale de lucrări ascunse.

#### 3.7. Prevederi specifice elementelor de beton armat rigid.

Pentru armătura rigidă se vor respecta prevederile din "Caiet de sarcini pentru execuția și controlul execuției structurilor metalice" cu următoarele observații:

- Profilele metalice, tablele, conectorii nu se vopsesc.
- Sudarea conectorilor, inclusiv calificarea sudorilor, precum și verificarea calității acestora se vor face conform prevederilor reglementărilor tehnice specifice.

### 4. BETOANE

#### 4.1. Prevederi generale

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

- să aprobe începerea turnării betonului pe baza verificării directe a următoarelor:
  - starea cofrajelor și/sau a gropilor sau terasamentelor în care se toarnă betonul;
  - starea armăturii;
  - starea tecilor/țevilor montate pentru realizarea canalelor pentru armătura pretensionată, dacă este cazul;
  - starea rosturilor de turnare, dacă este cazul;
- să verifice comanda pentru beton (la furnizori externi sau la stația proprie de preparare);
- să verifice faptul că sunt asigurate condițiile corespunzătoare pentru transportul betonului la locul de punere în operă, precum și mijloacele, facilitățile și personalul pentru punerea în operă a betonului, inclusiv cele necesare în caz de situații neprevăzute;

- să cunoască și să supravegheze modul de turnare și compactare a betonului (cu respectarea prevederilor privind rosturile de turnare), precum și prelevarea de probe pentru încercările pe beton proaspăt și beton întărit, cu întocmirea unei proceduri de punere în operă, dacă este cazul;

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

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

- în general se recomandă ca temperatura betonului proaspăt, înainte de turnare, să fie cuprinsă între 5°C și 30°C;
- în condițiile în care temperatura mediului în momentul turnării sau în timpul perioadei de întărire scade sub 5°C, se aplică prevederile din NE012-1/2007. Pământul, piatra, susținerile sau elementele structurale în contact cu betonul ce urmează a fi turnat trebuie să aibă o temperatură care să nu provoace înghețarea betonului înainte ca acesta să atingă rezistența necesară pentru a rezista la efectele înghețului;
- în cazul în care temperatura mediului depășește 30°C în momentul turnării sau în timpul perioadei de întărire este necesară utilizarea unor aditivi întârzieți de priză eficienți și luarea de măsuri suplimentare (de exemplu: stabilirea de către un laborator autorizat sau acreditarea unei tehnologii adecvate de preparare, transport, punere în operă și tratare a betonului);

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

Comanda pentru beton trebuie să fie conformă cu prevederile aplicabile din NE 012-1/2007.

Este obligatorie verificarea betonului la locul de turnare, pe probe.

Epruvetele confecționate vor fi păstrate astfel:

- epruvetele pentru verificarea clasei betonului pus în operă se păstrează în condițiile prevăzute în SR EN 12390-2;
- epruvetele de control pentru verificarea rezistențelor la compresiune la termene intermediare se păstrează în condiții similare betonului pus în operă;
- epruvetele pentru determinarea altor caracteristici ale betonului, dacă este cazul, se păstrează în condițiile prevăzute în standardele de încercare aplicabile;

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

- datele privind bonurile de livrare sau documentele echivalente în cazul producerii betonului de către constructor;
- locul unde a fost pus betonul în operă în lucrare;
- ora începerii și terminării turnării betonului;
- temperatura betonului proaspăt;
- probele de beton prelevate și epruvetele turnate, modul de identificare a acestora și rezultatele obținute la încercarea lor;
- măsurile adoptate pentru protecția betonului proaspăt turnat;
- eventualele evenimente intervenite (întreruperea turnării, intemperii etc);

- temperatura mediului ambiant;
- personalul care a supravegheat turnarea și compactarea betonului;

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

#### 4.2 Prepararea și transportul betonului.

Prepararea și verificarea caracteristicilor betonului se face corespunzător precizărilor din "Codul de practică pentru executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat, indicativ NE 012-2007",

Transportul betonului de lucrabilitate L3 și L4 (tasarea conului cu 5...9 cm, respectiv 10...15 cm) se face cu autoagitatoare iar a celor cu lucrabilitate L2 (tasarea conului cu 1...4 cm) cu autobasculantă cu benă amenajată corespunzător.

Transportul local al betonului se poate efectua cu bene, pompe, jgheaburi sau roabe.

Mijloacele de transport trebuie să fie etanșe pentru a nu permite pierderea laptelui de ciment.

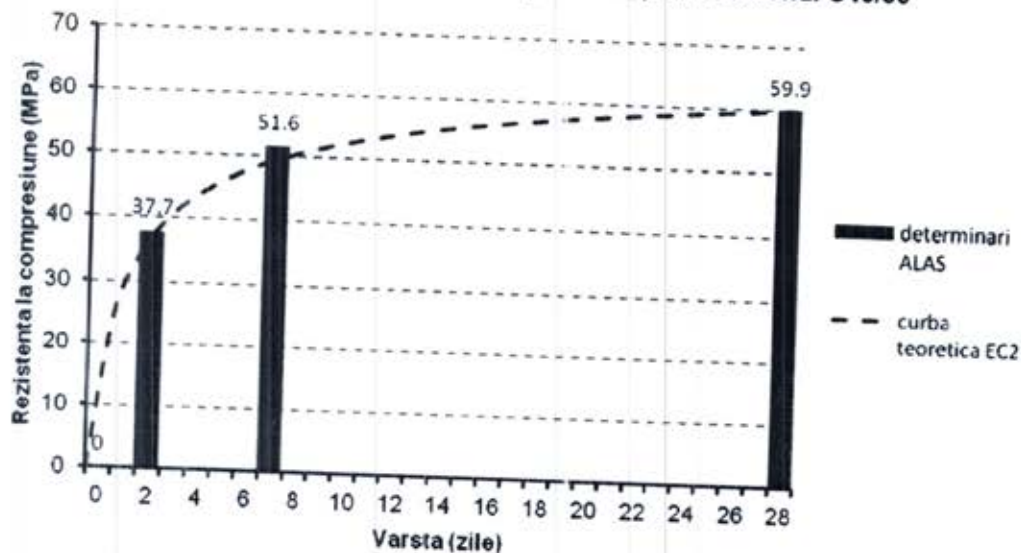
Pe timp de arșiță sau ploaie, suprafața liberă de beton trebuie să fie protejată astfel încât să se evite modificarea caracteristicilor betonului.

Durata de transport se consideră din momentul începerii încărcării mijlocului de transport și sfârșitul descărcării acestuia și nu poate depăși valorile de mai jos decât dacă se utilizează aditivi întârziețori:

| Temperatura betonului | Durata maximă de transport (minute) |                          |
|-----------------------|-------------------------------------|--------------------------|
|                       | Cimenturi de clasa 32,5             | Cimenturi de clasa >42,5 |
| - între 10°C și 30°C  | 50                                  | 35                       |
| - sub 10°C            | 70                                  | 50                       |

Ori de câte ori intervalul de timp dintre descărcarea și reîncărcarea cu beton a mijloacelor de transport depășește o oră, precum și la întreruperea lucrului, acestea vor fi curățate cu jet de apă. Rezistențele betonului la compresiune la o vârstă mai mică de 28 zile se pot estima conform capitolului 3.1.2 din SR EN 1992-1-1:2004. Pe graficul următor s-a reprezentat cu linie roșie variația rezistenței la compresiune conform SR EN 1992-1-1:2004, și cu bare verticale rezultatele obținute de producătorul de beton pe betonul pus în opera în radier.

Evolutia rezistentei la compresiune pentru betonul C40/50



## 4.3. Turnarea și compactarea betonului

Înainte de a se începe turnarea betonului se vor verifica:

- corespondența cotelor cofrajelor, atât în plan orizontal cât și pe verticală, cu cele din proiect;
- orizontalitatea și planeitatea cofrajelor;
- existența măsurilor pentru menținerea formei cofrajelor și pentru asigurarea etanșeității lor;
- măsurile pentru fixarea cofrajelor de elementele de susținere;
- rezistența și stabilitatea elementelor de susținere existente și corectă montare și fixare a susținerilor, existența panelor și a altor dispozitive de decofrare, a tălpilor pentru repartizarea presiunilor pe teren, etc.;

În cazul în care se constată nepotriviri față de proiect sau se apreciază ca neasigurată rezistența și stabilitatea susținerilor, se vor adopta măsuri corespunzătoare.

Înainte de a se începe betonarea, cofrajul și armăturile se vor curăța de eventuale corpuri străine, beton rămas de la turnarea precedentă, rugină neaderentă, etc. și se va proceda la închiderea ferestrelor de curățire.

În urma efectuării verificărilor și a măsurilor menționate mai sus, se va proceda la consemnarea celor constatate într-un proces verbal de lucrări ascunse. Dacă până la începutul betonării intervin unele evenimente de natură să modifice situația constatată (întreruperi, accidente etc.) se va proceda la o nouă verificare.

Înainte de turnarea betonului trebuie verificată funcționarea corectă a utilajelor de transport local și de compactare a betonului (vibratoare).

Se interzice începerea betonării înainte de efectuarea verificărilor și aplicarea măsurilor indicate în Codul NE 012-2007, capitolul 17.

Betonarea construcției va fi condusă nemijlocit de maistrul sau șeful punctului de lucru. Acesta va fi permanent la locul de turnare și va supraveghea comportarea și menținerea poziției inițiale a susținerilor cofrajelor și armăturilor și va lua măsuri

operative de remediere a oricăror deficiențe constatate. Atât deficiențele constatate cât și măsurile adoptate vor fi consemnate în condica de betonare.

Betonul trebuie să fie pus în lucrare în maximum 15 minute de la acucerea lui la locul de turnare. Punerea în lucrare se va face fără întrerupere. Dacă acest lucru nu este posibil se vor crea rosturi de lucru conform prevederilor normativului NE 012-2007.

La turnarea betonului trebuie respectate următoarele reguli generale:

- la locul de punere în lucrare, descărcarea betonului se va face în tene, pompe de beton sau jgheaburi, pentru a se evita alte manipulări;
- dacă betonul adus la locul de punere în lucrare nu este amestecat omogen, se va proceda la descărcarea și reamestecarea lui pe platforma special amenajată, fără a se adăuga însă apă;
- înălțimea de cădere liberă a betonului nu trebuie să fie mai mare de 1,5 m;
- turnarea betonului de înălțime mai mare de 1,5 m se va face prin tuburi alcătuite din tronsoane de formă tronconică;
- betonul trebuie să fie răspândit uniform și în grosime de cel mult 50 cm. Întinderea acestuia se face prin tragere cu grebla. Nu se admite azvârlirea cu lopata a betonului la o distanță mai mare de 1,50 m;
- se vor lua măsuri pentru a se evita deformarea sau deplasarea armăturilor față de poziția prevăzută în proiect, îndeosebi pentru armăturile dispuse la partea superioară a plăcilor în consolă; dacă totuși se vor produce asemenea defecte, ele vor fi corectate în timpul turnării;
- se va urmări cu atenție, înglobarea completă în beton a armăturilor respectându-se grosimea stratului de acoperire, în conformitate cu prevederile proiectului;
- nu este permisă ciocănirea sau scuturarea armăturii în timpul betonării și nici așezarea pe armături a vibratorului;
- betonarea se va face fără întrerupere, chiar și atunci când turnarea se face prin ferestre laterale;
- turnarea se va face în straturi orizontale de 30 ... 40 cm înălțime, acoperirea cu un strat nou trebuie să se facă înaintea începerii prizei cimentului din betonul stratului inferior.

Compactarea betonului se execută prin vibrație mecanică; în cazul imposibilității de continuare a compactării prin vibrație, defectarea vibratoarelor, întreruperi de curent electric, etc.), turnarea betonului se va continua până la poziția corespunzătoare pe rost, compactând manual betonul.

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

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

Se pot utiliza numai vibratoare omologate pentru care se folosesc caracteristicile tehnice și functionale și pentru care se găsesc prescripții de utilizare și întreținere. Personalul care efectuează vibrarea betonului trebuie să fie instruit în prealabil asupra modului de utilizare a procedurii pe care urmează să-l aplice.

Distanța dintre două puncte succesive de introducere a vibratorului de interior este de maximum 1,0 m. În cazurile în care nu este posibilă respectarea acestei distanțe (din cauza configurației armăturilor a unor piese înglobate sau alte cauze) se recomandă utilizarea concomitentă a mai multor vibratoare.

Grosimea stratului de beton supusă vibrării se recomandă să nu depășească  $\frac{3}{4}$  din lungimea capului vibrator (butelia); la compactarea unui nou strat, butelia trebuie să pătrundă 5...15 cm în stratul compactat anterior. Grosimea stratului de beton armat (înainte de compactare) trebuie să fie de 1,1 - 1,35 ori mai mare decât grosimea finală a stratului compactat în funcție de lucrabilitatea betonului.

Distanța între două poziții succesive de lucru ale zonelor vibratoare trebuie să fie astfel stabilită încât să fie asigurată acoperirea succesivă a întregii suprafețe de beton compactat.

Alegerea tipului de vibrare (mărimea capului vibratorului, forța perturbatoare și frecvența corespunzătoare a acestuia) se va face în funcție de dimensiunile elementelor și de posibilitățile de introducere a capului vibrator (butelia) printre barele de armătură.

Lucrabilitatea betoanelor compactate prin vibrare internă se recomandă să fie L3 sau L4.

Durata de vibrare optimă din punct de vedere tehnico-economic se situează între durată minimă de 5 sec. și durată maximă de 30 sec. Prelungirea duratei de vibrare până la 50 sec. impuse de condiții speciale locale, nu este de natură să dăuneze calității betonului.

Semnele exterioare după care se recunoaște că vibrarea betonului s-a terminat, sunt următoarele:

- betonul nu se mai tasează;
- suprafața betonului devine orizontală și ușor lucioasă;
- încetează apariția bulelor de aer la suprafața betonului.

La turnarea betonului trebuie respectate următoarele reguli generale:

- cofrajele din lemn, betonul vechi sau zidăriile care sunt în contact cu betonul proaspăt, trebuie să fie udate cu apă atât cu 2...3 ore înainte cât și imediat de turnarea betonului, dar apa rămasă în denivelări trebuie să fie înlăturată;
- descărcarea betonului din mijlocul de transport, se face în bene, pompe, benzi transportoare, jgheaburi sau direct în cofraj;
- refuzarea betonului adus la locul de turnare și interzicerea punerii lui în operă, în condițiile în care nu se încadrează în limitele de consistență prevăzute sau prezintă segregări; se admite îmbunătățirea consistenței numai prin utilizarea unui aditiv superplastifiant cu respectarea prevederilor aplicabile din NE 012-1;
- înălțimea de cădere liberă a betonului nu trebuie să fie mai mare de 3,0 m în cazul elementelor cu lățime de maximum 1,0 m și 1,5 m în celelalte cazuri, inclusiv elemente de suprafață (plăci, fundații etc);
- turnarea betonului în elemente cofrate pe înălțimi mai mari de 3,0 m se face prin ferestre laterale sau prin intermediul unui furtun sau tub (alcătuit din tronsoane de formă tronconică), având capătul inferior situat la maximum 1,5 m de zona care se betonează;
- răspândirea uniformă a betonului în lungul elementului, urmărindu-se realizarea de straturi orizontale de maximum 50 cm înălțime și turnarea noului strat înainte de începerea prizei betonului turnat anterior;
- corectarea poziției armăturilor în timpul turnării, în condițiile în care se produce deformarea sau deplasarea acestora față de poziția prevăzută în proiect (îndeosebi pentru armăturile dispuse la partea superioară a plăcilor în consolă);
- urmărirea atentă a înglobării complete în beton a armăturii, cu respectarea grosimii acoperirii, în conformitate cu prevederile proiectului și ale reglementărilor tehnice în vigoare;
- nu este permisă ciocănirea sau scuturarea armăturii în timpul betonării și nici așezarea pe armături a vibratorului;

- urmărirea atentă a umplerii complete a secțiunii în zonele cu armături dese, prin îndesarea laterală a betonului cu ajutorul unor șipci sau vergele de oțel, concomitent cu vibrarea lui; în cazul în care aceste măsuri nu sunt eficiente, trebuie create posibilități de acces lateral, prin spații care să permită pătrunderea vibratorului în beton;
  - luarea de măsuri operative de remediere în cazul unor deplasări sau cedări ale poziției inițiale a cofrajelor și susținerilor acestora;
  - asigurarea desfășurării circulației lucrătorilor și mijloacelor de transport în timpul turnării pe podine astfel rezemate, încât să nu modifice poziția armăturii; este interzisă circulația directă pe armături sau pe zonele cu beton proaspăt;
  - turnarea se face continuu, până la rosturile de lucru prevăzute în proiect sau în procedura de executare;
  - durata maximă admisă a întreruperilor de turnare, pentru care nu este necesară luarea unor măsuri speciale la reluarea turnării, nu trebuie să depășească timpul de începere a prizei betonului; în lipsa unor determinări de laborator, aceasta se consideră de 2 ore de la prepararea betonului, în cazul cimenturilor cu adaosuri și 1,5 oră în cazul cimenturilor fără adaosuri;
  - reluarea turnării, în cazul când s-a produs o întrerupere de turnare de durată mai mare, numai după pregătirea suprafețelor rosturilor;
  - permiterea instalării podinilor pentru circulația lucrătorilor și mijloacelor de transport local al betonului pe planșeele betonate, precum și depozitarea pe acestea a unor schele, cofraje sau armături este permisă numai după 24 ... 48 ore, în funcție de temperatura mediului și de tipul de ciment utilizat (de exemplu 24 ore, dacă temperatura este de peste 20°C și se folosește ciment de tip I, având clasa mai mare de 32,5).
- Compactarea betonului trebuie realizată după cum urmează:
- betonul trebuie astfel compactat încât să conțină o cantitate minimă de aer occlus;
  - compactarea betonului este obligatorie și se poate face prin diferite procedee, în funcție de consistența betonului, tipul elementului etc.;
  - în afara cazului în care se stabilește o altă metodă, compactarea se efectuează cu vibrator de interior. Se admite compactarea manuală (cu maul, vergele sau șipci, în paralel, după caz, cu ciocănirea cofrajelor) în următoarele cazuri:
- introducerea în beton a vibratorului nu este posibilă din cauza dimensiunilor secțiunii sau desimii armăturii și nu se poate aplica eficient vibrarea externă;
- întreruperea funcționării vibratorului din diferite motive, caz în care punerea în operă trebuie să continue până la poziția corespunzătoare unui rost;
- este prevăzută prin reglementări speciale (beton fluid, beton monogranular, beton autocompactant);
- vibrarea se utilizează ca metodă de compactare și nu ca metodă de deplasare a betonului pe distanțe lungi, sau de prelungire a duratei de așteptare pe șantier înainte de turnare;
  - vibrarea cu vibratoare de adâncime sau de suprafață se aplică sistematic după turnare până la eliminarea aerului occlus. Se evită vibrațiile excesive care pot conduce la slăbirea rezistenței suprafeței sau la apariția segregării;
  - în mod normal, se recomandă ca grosimea stratului de beton turnat să fie mai mică decât înălțimea tijei vibratoare, asigurându-se sistematic vibrarea și revibrarea suprafeței stratului anterior;
  - în cazul în care structura conține cofraje pierdute, trebuie luată în considerare absorbția de energie a acestora, la selectarea metodei de compactare și la stabilirea consistenței betonului;

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

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

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

- betonul se compactează numai atât timp cât este lucrat.

Turnarea betonului în elemente verticale (stâlpi, diafragme, pereți) se face respectându-se următoarele prevederi suplimentare:

- în cazul elementelor cu înălțimea de maximum 3,0 m, dacă vibrația betonului nu este stânjenită de grosimea redusă a elementului sau de desimea armăturilor, se admite cofrarea tuturor fețelor pe întreaga înălțime și turnarea pe la partea superioară a elementului;

- în cazul în care se întrevăd dificultăți la compactarea betonului precum și în cazul elementelor cu înălțime mai mare de 3,0 m, se adoptă una din soluțiile:

cofrarea unei fețe pe maximum 1,0 m înălțime și completarea cofrajului pe măsura turnării;

turnarea și compactarea prin ferestrele laterale

- în cazul pereților de recipienti, cofrajul se montează pe una din fețe pe întreaga înălțime, iar pe cealaltă față, pe înălțime de maximum 1,0 m, completându-se pe măsura turnării;

- primul strat de beton trebuie să aibă o consistență la limita maximă admisă prin procedura de executare a lucrărilor și trebuie să nu depășească grosimea de 30 cm;

- nu se admit rosturi de lucru înclinate rezultate din curgerea liberă a betonului.

Turnarea betonului în grinzi și plăci se face respectându-se următoarele prevederi suplimentare:

- turnarea grinzilor și a plăcilor începe după 1...2 ore de la terminarea turnării stâlpilor sau pereților pe care reazemă, dacă procedura de executare a lucrărilor nu conține alte precizări;

- grinzile și plăcile care sunt în legătură se toarnă, de regulă, în același timp; se admite crearea unui rost de lucru la 1/5 ... 1/3 din deschiderea plăcii și turnarea ulterioară a acesteia;

- la turnarea plăcii se folosesc repere dispuse la distanțe de maximum 2,0 m, pentru a asigura respectarea grosimii plăcilor prevăzute în proiect

Turnarea betonului în structuri în cadre se face acordând o deosebită atenție zonelor de la noduri, pentru a asigura umplerea completă a acestora.

Turnarea betonului în elemente masive, respectiv a elementelor la care cea mai mică dimensiune este cel puțin egală cu 1,5 m, se face având în vedere aspectele particulare prezentate în continuare:

- adoptarea de măsuri speciale la stabilirea compoziției betonului și a tehnologiei de turnare, în vederea asigurării calității lucrării. În scopul reducerii eforturilor din temperatură și contracție, la stabilirea compoziției și preparării betonului se urmărește:

adoptarea unui tip de ciment cu căldură de hidratare redusă (corelat cu clasa betonului) și a unui dozaj cât mai scăzut, utilizând în acest scop un aditiv reducător de apă și agregate cu dimensiuni cât mai mari;

asigurarea unei temperaturi cât mai scăzute pentru betonul proaspăt, reducerea temperaturii agregatelor prin stropire artificială, utilizarea de apă rece, fulgi de gheață etc;

- turnarea betonului în elemente masive se face fie în strat continuu, fie în trepte, conform detaliilor din figura de mai jos. Aceste prevederi se aplică și în cazul elementelor cu grosimea de 0,8 ... 1,5 m, dacă volumul acestora depășește 100 m<sup>3</sup>;

- detalierea tehnologiei de turnare a betonului se face în mod obligatoriu, prin proceduri de executare a lucrărilor, ținând seama de:

capacitatea de turnare a betonului  $C_b$  exprimată în m<sup>3</sup>/h, respectiv cea mai mică dintre valorile capacității de preparare și a capacității de transport de la stație sau de la locul de preparare la cel de punere în operă;

durata de timp  $T_a$  maximă admisă pentru turnarea unui nou strat sau treaptă de beton;

grosimea stratului sau treptei, care nu poate depăși 50 cm;

numărul necesar de trepte suprapuse.

Durata de timp,  $T_a$ , se stabilește cu ajutorul relației:

$$T_a = T - T_t - T_s,$$

în care:

$T$  - durata de timp până la începerea prizei betonului;

$T_t$  - durata de transport, între terminarea încărcării mijlocului de transport al betonului

la stația de preparare și terminarea descărcării la locul de turnare;

$T_s$  - durata de staționare și de transport local, până la turnarea betonului.

Durata de timp  $T$ , până la începerea prizei betonului se determină de un laborator de specialitate autorizat. În lipsa unor asemenea determinări se pot avea în vedere valorile orientative prezentate în tabelul de mai jos:

| Beton                     | T (ore) pentru temperatura medie de: |               |         |
|---------------------------|--------------------------------------|---------------|---------|
|                           | < 10° C                              | 10° ... 20° C | > 20° C |
| Fără aditivi întârziatori | 3                                    | 2½            | 2       |
| Cu aditivi întârziatori   | 6                                    | 5             | 4       |

Grosimea stratului sau dimensiunile treptei (lățime - B, grosime - H) se stabilesc prin respectarea următoarelor condiții privind:

- grosimea stratului (H):

$$H \leq C_b \times T_a / B \times L$$

$$H \leq 50 \text{ cm}$$

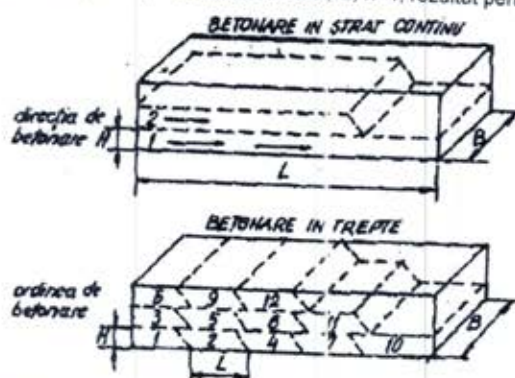
- dimensiunile treptei:

$$HxL \leq CbxTa / nxB$$

în care:

Cb și Ta – conform celor arătate mai înainte;

n – intervalul maxim de suprapunere a treptelor (în exemplul de mai jos, n=4, rezultat pentru treptele 8/4 și următoarele)



Turnarea betonului în elemente masive, în strat continuu, sau în trepte (direcția de turnare este de la stânga la dreapta)

Finisarea suprafeței prin netezire cu rigla sau mistria se efectuează la intervale și într-o manieră care să permită obținerea finisării specificate. La finisarea suprafeței nu trebuie să rămână lapte de ciment. În timpul finisării nu se adaugă apă, ciment, agenți de întărire a suprafeței sau alte materiale, decât în cazul în care se specifică altfel.

#### 4.4. Rosturi de lucru (de betonare).

În măsura în care este posibil, se vor evita rosturile de lucru organizându-se execuția astfel încât betonarea să se facă fără întreruperi. În cazul în care rostul de lucru nu poate fi evitat, acesta se va prevedea vertical, la o distanță de circa 1,00 m de marginea stâlpului, realizat cu tablă expandată sau cofraje cu sicane, dispunându-se armături suplimentare și eventual benzi de etanșare.

Rosturile de lucru vor fi realizate ținându-se seama de următoarele reguli:

- durata maximă admisă a întreruperilor de betoane pentru care nu este necesară luarea unor măsuri speciale la reluarea turnării, nu trebuie să depășească momentul de începere a prizei cimentului folosit. În lipsa unor determinări de laborator, acest moment se va considera la 2 ore de la prepararea betonului, în cazul cimenturilor cu adaosuri și respectiv 1,5 ore în cazul cimentului fără adaos;

- suprafața rostului de lucru va fi bine curățată, îndepărtându-se betonul ce nu a fost bine compactat și poșgișta de lapte de ciment și oricare alte impurități.

- în rosturile verticale care nu au fost realizate cu tablă expandată, suprafața acestora se va prelucra prin șpăuire.

- imediat, înainte de turnarea betonului proaspăt, suprafața rosturilor va fi spălată cu apă după regula "betonul trebuie să fie saturat dar suprafața zvântată".

Reluarea turnării în continuarea rosturilor de lucru este permisă numai după pregătirea suprafețelor acestora în modul următor (Codul NE 012-2007, capitolul 13).

Executantul va prezenta spre avizare proiectantului un proiect tehnologic, în care va indica poziția rosturilor de lucru, tehnologia de turnare și modul de tratare al rosturilor.

Cofrajele de lemn și betonul vechi vor fi bine udate cu apă înainte de turnare.

La 2-3 ore după turnarea betonului, acesta va fi din nou udat cu apă.

#### 4.5. Tratarea și protecția betonului după turnare.

Tratarea și protecția betonului, în perioada de după turnare, au scopul de a asigura atingerea caracteristicilor cerute pentru betonul respectiv, în funcție de domeniul de utilizare și de condițiile de mediu din această perioadă.

Caracteristicile avute în vedere sunt:

- rezistențele și deformările betonului;
- evitarea efectului contracției betonului, a producerii fisurilor și, după caz, impermeabilitatea;
- durabilitatea, în funcție de clasele de expunere. Aceste caracteristici sunt determinate, din punctul de vedere al tratării și protecției betonului, de:

împiedicarea evaporării apei din beton;

evitarea, după caz, a acțiunilor mecanice dăunătoare (vibrații, impact etc.), a înghețului sau a contaminării cu substanțe dăunătoare (uleiuri, agenți agresivi etc.).

Prevederile privind tratarea și protecția betonului nu se referă la:

- tratarea termică accelerată prin încălzire internă sau externă care, dacă este cazul, trebuie să facă obiectul unor prevederi speciale;
- aplicarea unor produse care se înglobează în stratul de suprafață al betonului pentru a-i conferi proprietăți speciale (de exemplu, sclivisire);
- tratarea suprafeței văzute pentru a-i conferi un aspect deosebit (de exemplu, agregate monogranulare aparente).

Principalele date necesare pentru aplicarea metodelor de tratare și protecție a betonului sunt:

- stabilirea, pe baza cunoașterii domeniului de utilizare, a condițiilor specifice privind unele caracteristici ale betonului și, după caz, a suprafeței acestuia (lipsa fisurilor, duritate, porozitate, impermeabilitate etc.);
- cunoașterea comportării betonului utilizat, în ceea ce privește evoluția rezistenței în timp, în funcție de tipurile de ciment, agregate și aditivi, precum și caracteristici ale betonului proaspăt (raport A/C, temperatură etc.), în perioada de întărire și cea după întărire;
- cunoașterea influenței condițiilor de mediu (temperatură, umiditate, viteza curenților de aer în contact cu betonul etc.) asupra comportării betonului respectiv în perioada de întărire și cea după întărire;
- cunoașterea mijloacelor și produselor care se pot utiliza, pentru tratarea și protecția betonului, în funcție de tipul betonului și de condițiile de mediu preconizate.

Pentru protecția betonului se utilizează, de regulă, următoarele metode, separat sau combinat:

- păstrarea cofrajului în poziție;
- acoperirea suprafeței betonului cu folii impermeabile la vapori, fixate la margini și la îmbinări pentru a preveni uscarea;
- amplasarea de învelitori umede pe suprafață și protejarea acestora împotriva uscării;

- menținerea unei suprafețe umede de beton, prin udare cu apă;
- aplicarea unui produs de tratare corespunzător

Utilizarea produselor de tratare pentru protecție la îmbinările constructive, pe suprafețele ce urmează a fi tratate sau pe suprafețele pe care este necesară aderarea altui material, este permisă numai dacă acestea sunt îndepărtate complet înainte de următoarea operație, sau dacă se dovedește că nu au nici un efect negativ asupra operațiilor ulterioare.

La stabilirea duratei de tratare și de protecție a betonului trebuie să fie avuți în vedere următorii parametri:

- condițiile de mediu din perioada de exploatare a construcției exprimate prin clasele de expunere stabilite în NE 012-1. În acest sens, se deosebesc două situații:

construcții aflate în clasele de expunere X0 sau XC1;

construcții aflate în alte clase de expunere.

- sensibilitatea betonului la tratare, în funcție de compoziție. Cele mai importante caracteristici ale compoziției betonului, care influențează durata tratării betonului, sunt: raportul apă/ciment (A/C), tipul și clasa cimentului, tipul și proporția aditivilor. Betonul cu un conținut redus de apă (raport A/C mic) și care are în compoziție cimenturi cu rezistență inițială mare (R) atinge un anumit nivel de impermeabilitate mult mai rapid decât betonul preparat cu un raport A/C ridicat și cu cimenturi cu rezistență inițială uzuală (N), rezultând durate ale tratării diferite. De asemenea, având în vedere că, în funcție de clasa de expunere, betoanele preparate cu cimenturi de tip II - V compozite sunt mai sensibile la carbonatare decât betoanele preparate cu cimenturi Portland de tip I, în cazul utilizării aceluiași raport A/C, se recomandă prelungirea duratei de tratare pentru primul caz.

- procentul din valoarea caracteristică a rezistenței la compresiune la 28 zile, la care trebuie să ajungă rezistența betonului în perioada de tratare. Pentru acest procent sunt stabilite trei clase: 35 %, 50 % și 70 %.

- viteza de dezvoltare a rezistenței betonului, care poate fi stabilită în funcție de:

raportul (r) dintre valoarea medie a rezistenței la compresiune după 2 zile ( $f_{cm2}$ ) și valoarea medie a rezistenței la compresiune după 28 zile ( $f_{cm28}$ ), determinate prin încercări inițiale sau bazate pe performanțele cunoscute ale unui beton cu compoziție similară (a se vedea NE 012-1).

- condițiile de mediu în timpul tratării: temperatura și expunerea directă a soare, umiditatea, viteza vântului sau curenților de aer, după caz.

Durata de tratare a betonului se determină după cum urmează, pentru:

- elemente nestructurale, pentru care nu se pun condiții privind tratarea: perioada minimă de tratare trebuie să fie de 12 ore, cu condiția ca priza să nu dureze mai mult de 5 ore și temperatura la suprafața betonului să nu fie sub 5°C;
- elemente structurale din construcții ce urmează a fi supuse doar condițiilor din clasele de expunere X0 sau XC1, dacă prin proiect nu se prevede altfel: conform condițiilor pentru atingerea a 35% din valoarea caracteristică a rezistenței la compresiune la 28 zile, prevăzute în tabelul 1;
- elemente structurale din construcții ce urmează a fi expuse unor condiții corespunzătoare altor clase de expunere decât X0 sau XC1, astfel:

dacă acestea nu sunt supuse altor condiții prevăzute în proiect: conform condițiilor pentru atingerea a 50% din valoarea caracteristică a rezistenței la compresiune la 28 zile, prevăzute în tabelul 2;

dacă acestea sunt supuse unor condiții prevăzute în proiect (de exemplu rezervoarele pentru lichide): conform condițiilor pentru atingerea a 70% din valoarea caracteristică a rezistenței la compresiune la 28 zile, prevăzute în tabelul 3.

Tabelul 1

| Temperatura la suprafața betonului <sup>(1)</sup><br>(t), °C | Perioada minimă de tratare, zile  |                            |                            |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                                                              | Evoluția rezistenței betonului, r |                            |                            |
|                                                              | rapidă<br>(r ≥ 0,50)              | medie<br>(0,50 > r ≥ 0,30) | lentă<br>(0,30 > r ≥ 0,15) |
| t ≥ 25                                                       | 1,0                               | 1,5                        | 2,5                        |
| 25 > t ≥ 15                                                  | 1,0                               | 2,5                        | 5                          |
| 15 > t ≥ 10                                                  | 1,5                               | 4                          | 8                          |
| 10 > t ≥ 5 <sup>(2)</sup>                                    | 2,0                               | 5                          | 11                         |

<sup>(1)</sup> Temperaturile sunt cele măsurate ziua, la ora 12  
<sup>(2)</sup> Pentru temperaturi sub 5 °C, durata se prelungește cu o perioadă egală cu timpul cât acestea au valori sub 5 °C

Tabelul 2

| Temperatura la suprafața betonului <sup>(1)</sup><br>(t), °C | Perioada minimă de tratare, zile  |                            |                            |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                                                              | Evoluția rezistenței betonului, r |                            |                            |
|                                                              | rapidă<br>(r ≥ 0,50)              | medie<br>(0,50 > r ≥ 0,30) | lentă<br>(0,30 > r ≥ 0,15) |
| t ≥ 25                                                       | 1,5                               | 2,5                        | 3,5                        |
| 25 > t ≥ 15                                                  | 2,0                               | 4                          | 7                          |
| 15 > t ≥ 10                                                  | 2,5                               | 7                          | 12                         |
| 10 > t ≥ 5 <sup>(2)</sup>                                    | 3,5                               | 9                          | 18                         |

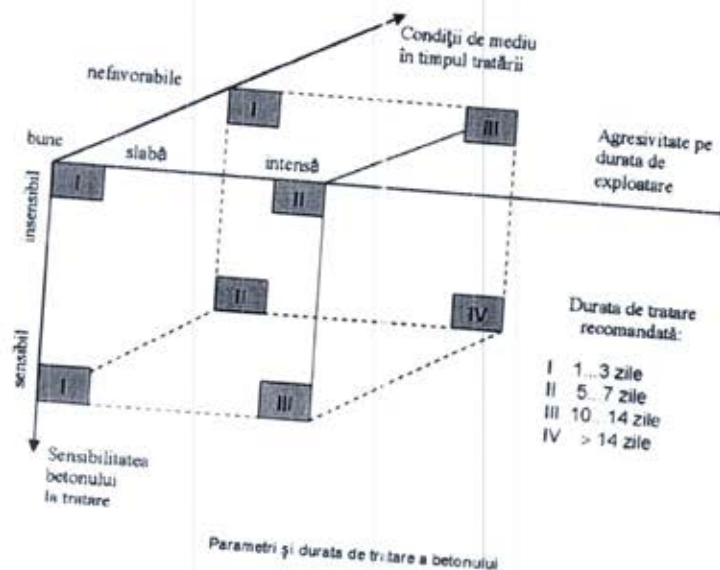
<sup>(1)</sup> Temperaturile sunt cele măsurate ziua, la ora 12  
<sup>(2)</sup> Pentru temperaturi sub 5 °C, durata se prelungește cu o perioadă egală cu timpul cât acestea au valori sub 5 °C

Tabelul 3

| Temperatura la suprafața betonului <sup>(1)</sup><br>(t), °C | Perioada minimă de tratare, zile  |                            |                            |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                                                              | Evoluția rezistenței betonului, r |                            |                            |
|                                                              | rapidă<br>(r ≥ 0,50)              | medie<br>(0,50 > r ≥ 0,30) | lentă<br>(0,30 > r ≥ 0,15) |
| t ≥ 25                                                       | 3                                 | 5                          | 6                          |
| 25 > t ≥ 15                                                  | 5                                 | 9                          | 12                         |
| 15 > t ≥ 10                                                  | 7                                 | 13                         | 21                         |
| 10 > t ≥ 5 <sup>(2)</sup>                                    | 9                                 | 18                         | 30                         |

<sup>(1)</sup> Temperaturile sunt cele măsurate ziua, la ora 12  
<sup>(2)</sup> Pentru temperaturi sub 5 °C, durata se prelungește cu o perioadă egală cu timpul cât acestea au valori sub 5 °C

În cazul în care parametrii care determină durata tratării nu pot fi cunoscuți în detaliu, se recomandă aplicarea indicațiilor din figura de mai jos.



Temperatura suprafeței betonului nu trebuie să scadă sub  $0^{\circ}\text{C}$  înainte ca suprafața betonului să atingă o rezistență care poate suporta înghețul fără efecte negative (de regulă, în cazul în care rezistența atinsă de beton,  $f_c$ , este mai mare de 5 N/mm<sup>2</sup>).

#### 4.6. Turnarea betoanelor pe timp friguros.

Se vor respecta prevederile din Normativele C 16-84 și NE 012-200<sup>+</sup>.

Măsurile specifice ce se adoptă în perioada de timp friguros se vor stabili ținând seama de:

- regimul termoclimatic real existent pe șantier pe timpul preparării, transportului, turnării și protejării betonului;
- dimensiunile și masivitatea sau subțirimea elementelor ce se betonează;
- gradul de expunere a lucrărilor ca suprafață și durată la acțiunea timpului friguros în cursul întăririi betonului;
- intensitatea prezumată a frigului în perioada respectivă.

La executarea pe timp friguros a betoanelor de orice fel este necesar să se exercite un control permanent și deosebit de exigent din partea conducătorului tehnic al lucrării, responsabilului CTC atestat MLPAT și al beneficiarului (dirigintele de șantier atestat MLPAT). În procesele verbale de lucrări ascunse se vor menționa măsurile adoptate pentru protecția lucrărilor și constatările privind eficiența acestora.

#### 5. DECOFRAREA

Elementele pot fi decofrate în momentul în care betonul are o rezistență suficientă pentru a putea prelua integral sau parțial, după caz sarcinile pentru care au fost proiectate. Trebuie acordată o atenție deosebită elementelor de construcție, care după decofrare suportă aproape întreaga sarcină prevăzută în calcul.

Părțile laterale ale cofrajelor se pot îndepărta după ce betonul a atins o rezistență de minimum 2,5 N/mm<sup>2</sup> astfel încât fețele și muchiile elementelor să nu fie deteriorate.

Stabilirea rezistențelor la care au ajuns părțile de construcție în vederea decofrării se face prin încercarea epruvetelor de control, pe faze, confecționate în acest scop și păstrate în condiții similare elementelor în cauza conform STAS 1275-88. La aprecierea rezultatelor obținute pe epruvete de control trebuie să se țină seama de faptul că poate exista o diferență între

aceste rezultate și rezistența reală a betonului din element (evoluția diferită a căldurii în beton în cele două situații, tratarea betonului, etc.). În cazurile în care există dubii în legătură cu aceste rezultate, se recomandă încercări nedistructive. În tabelul următor se prezintă recomandări cu privire la termenele minime de decofrare ale fețelor laterale funcție de temperatura mediului și viteza de dezvoltare a rezistenței betonului.

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

Dacă în timpul întăririi betonului temperatura se situează sub +50 C atunci se recomandă ca durata minimă de decofrare să se prelungească cu aproximativ durata înghețului.

În cursul operației de decofrare se vor respecta următoarele reguli :

- desfășurarea operației va fi supravegheată direct de către conducatorul punctului de lucru în cazul în care se constată defecte de turnare (goluri, zone segregate) care pot afecta stabilitatea construcției decofrate, se va sista demontarea elementelor de susținere până la aplicarea măsurilor de remediere sau consolidare;
- susținerile cofrajelor se vor desface începând din zona centrală a deschiderii elementelor și continuând simetric către reazeme;
- decofrarea se va face astfel încât să se evite preluarea bruscă a încărcărilor de către elementele care se decofrează, ruperea muchiilor betonului sau degradarea materialului cofrajului și susținerilor. În termen de 24 ore de la decofrarea oricărei părți de construcție se va proceda, de către conducatorul punctului de lucru, reprezentantul investitorului și de către proiectant (dacă acesta a solicitat să fie convocat), la o examinare amănunțită a tuturor elementelor de rezistență ale structurii, încheindu-se un proces-verbal în care se vor consemna calitatea lucrărilor precum și eventuale defecte constatate. Este interzisă efectuarea de remedieri înainte de aceasta examinare.

## 6. ABATERI ADMISIBILE.

### 6.1. Abateri limită la dimensiunile elementelor executate monolit

Lungimi (deschideri, lumini) ale grinzilor plăcilor pereților:

- până la 3,0 m  $\pm$  16 mm
- 3,0...6,0 m  $\pm$  20 mm
- peste 6,0 m  $\pm$  25 mm

Dimensiunea secțiunii transversale:

- grosimea pereților și plăcilor
- până la 10 cm inclusiv  $\pm$  3 mm
- peste 10 cm  $\pm$  5 mm
- lățimea și înălțimea secțiunii grinzilor și stâlpilor
- până 50 mm  $\pm$  5 mm
- peste 50 cm  $\pm$  8 mm

- fundații

dimens. în plan  $\pm 20$  mm

înălțimea

până la 2,0 m  $\pm 20$  mmpeste 2,0 m  $\pm 30$  mm

## 6.2. Abateri limită la forma dată muchiilor și suprafețelor

- pentru 1,0 m lungime de muchie respectiv 1 mp de suprafață 4mm

- pentru lungimea totală a muchiilor respectiv de suprafață totală, cu latura ce mai mare L (indiferent de tipul elementului)

L  $\leq 3,0$  m  $\pm 10$  mm3,0 < L  $\leq 9,0$  m  $\pm 12$  mm9,0 < L  $\leq 18,0$  m  $\pm 16$  mmL > 18,0 m  $\pm 20$  mm

Observație: Prin abatere de la forma dată se înțelege distanța maximă dintre profilul efectiv și profilul adiacent de forma dată (proiectată) în limitele lungimii, respectiv a suprafeței de referință.

Nota: Valorile de mai sus sunt aplicabile în cazurile curente. Pentru anumite categorii de lucrări, prescripțiile tehnice pot indica valori diferite.

## 6.3. Abaterile limită la înclinarea muchiilor și fețelor față de prevederile proiectului

|                                                         | Înclinarea muchiei/ suprafeței față de |            | Pozitia obligată în proiect |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------|-----------------------------|
|                                                         | Verticală                              | Orizontală |                             |
| - pe 1,0 m lungime sau 1,0 mp de suprafață              | 3mm                                    | 5mm        | 5mm                         |
| - pe toată lungimea sau pe toată suprafața elementului: |                                        |            |                             |
| o stâlpi, pereți, fundații                              | 16mm                                   | 20mm       | 16mm                        |
| o grinzi                                                | 9mm                                    | 10mm       | 10mm                        |
| o fețele superioare ale peretilor diafragmelor          | -                                      | 10mm       | 10mm                        |
| o plăci de planșeu sau de acoperis                      | -                                      | 10         | 10mm                        |
| Abateri limită de poziție                               |                                        |            |                             |

|                                                                                                                                                             |      |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|
| - axe în plan orizontal                                                                                                                                     |      |       |
| o pentru fundatii                                                                                                                                           | 10mm | 10mm  |
| o pentru stâlpi, grinzi, pereti                                                                                                                             | 10mm | 10mm  |
| - cote de nivel                                                                                                                                             |      |       |
| o fundatii de structuri                                                                                                                                     |      | 10mm  |
| o plăci, grinzi cu deschidere până la 6,0 m                                                                                                                 |      | 10mm  |
| o idem, cu deschideri peste 6,0 m                                                                                                                           |      | 10mm  |
| o reazeme intermediare la construcții etajate                                                                                                               |      | 10mm  |
| Abateri limită la suprafețele de rezemare                                                                                                                   |      |       |
| - pentru lungimea de rezemare a elementelor prefabricate                                                                                                    |      |       |
| o elemente de planșeu și acoperiș cu deschideri                                                                                                             |      |       |
| ▪ ≤6,0 m                                                                                                                                                    |      | 10mm  |
| ▪ >6,0 m                                                                                                                                                    |      | 15mm  |
| o la grinzi, pereti                                                                                                                                         |      | 20mm  |
| o deschideri peste 6,0 m                                                                                                                                    |      | 15mm  |
| o la stâlpi (construcții etajate)                                                                                                                           |      | 10mm  |
| - pentru exactitatea suprafeței de rezemare la elementele prefabricate de lățime                                                                            |      | 1,0mm |
| o până la 0,3 m                                                                                                                                             |      | 2,0mm |
| o 0,30...0,90 m                                                                                                                                             |      | 3,0mm |
| o 0,91...3,0 m                                                                                                                                              |      | 4,0mm |
| o >3,01 m                                                                                                                                                   |      |       |
| Pentru înclinarea suprafețelor de rezemare și paralelismul fețelor de contact față de prevederile proiectului (pe cele două direcții ortogonale principale) |      |       |
|                                                                                                                                                             |      | 2%    |

## 6.4. Abateri limită specifice elementelor prefabricate.

Pentru dimensiunile elementelor se aplică clasele de toleranță, precizate în proiect și STAS 6657/189.

## 6.5. Abateri limită la armături pentru beton armat.

- la lungimea segmentelor barei și la lungimea totală din proiect

sub 1,0m ±10mm

între 1,0 și 10,00m ±20mm

peste 10,0m ±30mm

- lungimea de petrecere a barelor, la înădări prin suprapunere

(față de prevederile proiectului sau ale prescripțiilor tehnice) 0 mm

- la poziția înădărilor (față de proiect)

distanțe între axele barelor (față de proiect și de prescripțiile tehnice)

la grinzi și stâlpi ±3mm

la plăci și pereti ±5mm

la fundații ±10mm

între etrieri și pasul fretelor ±10mm

- La îmbinări și înădiri sudate conform instrucțiunilor tehnice C28-83.

6.6. Defecte limită ale betonului monolit, inclusiv monolitizările din îmbinările elementelor prefabricate.

- Rupturi și știrbituri la colțuri

până la fața exterioră a armăturilor principale

până la fața interioară a armăturilor principale - cel mult una max. 5 cm, lung. de 1m

cu adâncimea mai mare decât cele precedente și de maximum 1/4 din dimensiunea cea mai mică a secțiunii - cel mult una de maximum 2 cm lungime de 1,0 m

cu adâncimi mai mari decât 1/4 din dimensiunea cea mai mică a secțiunii - nu se admit

- Segregări și lipsuri de secțiune, vizibile sau nu la fața elementului

până la fața exterioră a armăturii principale - maximum 400 cmp la 1,0 mp

până la fața interioară a armăturilor principale - cel mult una de max. 30 cmp la 1,0 mp

cu adâncimi mai mari decât cele precedente, dar până la max. 1/4 din adâncimea cea mai mică a secțiunii;

la planșee și acoperișuri max. 20cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>

la fundații masive max. 20cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>

la grinzi, stâlpi, buiandrugi max. 5cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>

pereți (diafragme) la clădiri max. 10cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>

- Fisuri

pentru elementele încărcate cu mai puțin decât încărcarea de exploatare nu se admit decât fisuri superficiale de contracție cu adâncimea maximă până la fața exterioră a armăturii principale;

pentru elementele cu încărcări de exploatare numai în limitele prescrise de STAS10102/75;

nu se admit armături de rezistență tăiate sau întrerupte ca urmare a spargerilor de beton;

spargeri ale betonului după întărirea lui, se pot face numai în limitele prevăzute la defecțiuni;

Observații: Defectele admise și menționate mai sus, se vor remedia prin închiderea cu mortar de ciment, eventual cu adezivi de rășină epoxidică. În cazul unor defecte mai mari soluția se va stabili de către proiectant și numai în scris.

## 7. EVALUAREA REZISTENȚEI LA COMPRESIUNE A BETONULUI PUS ÎN OPERA

### 7.1. Prelevare carote

Pentru extragerea carotelor se vor folosi carotiere specializate (care vor fi fixate ferm pe poziție pe durata extragerii). Prelevarea se va efectua la distanța de îmbinările armăturilor, marginile elementelor de beton și în locuri fără armături metalice sau care prezintă puține armături metalice. Trebuie să fie evitată pe cât posibil prelevarea carotelor din armături. Se asigură că epruvetele utilizate pentru determinarea rezistenței la compresie nu conțin nici o armătură. Pentru evitarea tăierii armăturilor se vor folosi obligatoriu tahometre pentru determinarea poziției exacte a barelor. Se va folosi ca normativ

de referință pentru extragerea carotelor SR EN 12504-1 Încercări pe beton în structuri Partea 1: Carote – prelevare, examinare și încercări la compresiune.

## 7.2. Principiu

Epruvetele sunt încărcate până la cedare la compresiune în mașina de încercare, conform SR EN 12390-4. Se înregistrează sarcina maximă la care a rezistat epruveta și se calculează rezistența la compresiune a betonului.

## 7.3. Epruvete de încercat

Epruveta de încercat (carota) trebuie să fie un cilindru cu diametrul de 100mm și înălțime de 100mm care să îndeplinească condițiile din SR EN 12350-1, SR-EN 12390-1, SR EN 12390-2, SR EN 12504-1. Vârsta minimă a betonului testat este de 28 de zile. Deoarece trebuie redusă mărimea carotei prin tăiere este necesar ca suprafețele portante să fie pregătite prin una dintre metodele următoare:

- polizare;
- mortar cu ciment de aluminat de calciu;
- mixtura cu sulf;
- cutie cu nisip.

După prelucrare epruveta trebuie să se încadreze în toleranțele admisibile conform SR EN 12390-1 punctul 4.3.3:

- Toleranța la diametru  $\pm 0,5\%$ ;
- Toleranța la planeitatea suprafețelor portante  $\pm 0,0006d$  (adică  $\pm 0,06\text{mm}$  pentru epruveta cu diametrul de 100mm);
- Toleranța la perpendicularitate  $\pm 0,5\text{mm}$ ;
- Toleranța la înălțime  $\pm 5\%$  din înălțimea epruvetei ( $\pm 5\text{mm}$  pentru epruveta cu diametrul de 100mm și înălțimea de 100mm)

Având în vedere toleranțele restrictive ce trebuiesc îndeplinite se impune ca suprafața portantă să fie prelucrată prin acoperire.

## 7.4. Metoda mixturii cu sulf.

Conform SR EN 13791:2007 anexa A punctul 3.4. straturile subțiri din mortar sau din sulf nu influențează semnificativ rezistența la compresiune.

Înainte de acoperire se asigură că suprafața epruvetei care trebuie acoperită este uscată, curată și că toate particulele libere au fost îndepărtate.

Acoperirea trebuie să fie cât mai subțire posibil și nu trebuie să fie mai mare de 5 mm grosime, cu toate că se admit abateri locale mici.

Amestecurile de acoperire pe bază de sulf sunt în general acceptate. Ca alternativă, materialul de acoperire poate fi alcătuit dintr-un amestec constând din părți egale de masă sulf și nisip siicios fiind (majoritatea amestecului care trece prin sita de țesătură de sârmă de 250  $\mu\text{m}$  este reținut pe sita de țesătură de sârmă de 125  $\mu\text{m}$  conform ISO 3310-1). Se poate adăuga o proporție mică de până la 2 % negru de fum.

Se încălzește amestecul până la temperatura recomandată de furnizor sau până la o temperatură unde, sub agitare continuă, se atinge consistența dorită.

Amestecul este agitat continuu pentru a asigura omogenitatea sa și pentru a evita depunerea de sediment la baza vasului de topire.

Nota 1: Dacă trebuie să se facă repetat operații de acoperire, este recomandabil să se utilizeze două vase de topire cu reglare termostatică.

Nota 2: Nivelul amestecului în vasul de topire nu trebuie lăsat să scadă prea mult, deoarece există un risc crescut de producere a vaporilor de sulf care pot lua foc.

Atenționare: Trebuie să se utilizeze un sistem de evacuare a gazelor în timpul întregului proces de topire, pentru a asigura extragerea completă a vaporilor de sulf, care sunt mai grei decât aerul. Trebuie să se aibă grijă să se asigure ca temperatura amestecului să fie menținută în domeniul specificat, pentru a reduce riscul poluării.

Partea inferioară a epruvetei, menținută pe verticală într-un bazin cu amestec de sulf topit pe o placă orizontală/cofraj. Se lasă amestecul să se întărească, înaintea repetării procedurii pentru celălalt capăt. Se utilizează o ramă de acoperire pentru a se asigura că ambele suprafețe sunt paralele și ulei mineral ca decofrant pentru plăci/cofraje.

Nota 3: Poate fi necesar să se elimine surplusul de material de acoperire de pe muchiile epruvetei.

Se verifică epruveta pentru a se asigura că materialul de acoperire a aderat la ambele capete ale epruvetei. Dacă stratul acoperitor sună a gol, acesta se îndepărtează și se repetă operația de acoperire.

Se lasă în repaus 30 minute de la operația de acoperire până la încercarea de compresiune pe epruvetă.

#### 7.5. Pregătirea și poziționarea epruvetei

Se șterg toate suprafețele portante ale mașinii de încercat și se îndepărtează orice resturi sau alte materiale străine de pe suprafețele epruvetei înainte de a fi în contact cu platanele.

Nu trebuie să se utilizeze altceva între epruvetă și platanele mașinii de încercat decât platane auxiliare și blocuri de spațiere (a se vedea SR EN 12390-4).

Se șterge excesul de umezeală de pe suprafața epruvetei înainte de a o așeza în mașina de încercare.

Se centrează epruveta față de platanul inferior cu o exactitate de 1% din diametrul desemnat al epruvetei cilindrice.

Dacă se folosesc plăci auxiliare, acestea se aliniază față de partea de sus și de jos a epruvetei.

#### 7.6. Încărcare

Se alege o viteză constantă de încărcare în domeniul  $(0,6 \pm 0,2)$  MPa/s. După aplicarea sarcinii inițiale, care trebuie să depășească aproximativ 30% din sarcina de rupere, se aplică sarcina pe epruveta fără șoc și se crește continuu la viteza aleasă constantă  $\pm 10\%$  până când epruveta nu poate suporta o sarcină mai mare.

Atunci când se utilizează mașini de încercare controlate manual, se corectează orice tendință de scădere a vitezei de încărcare selectată pe măsură ce se apropie cedarea epruvetei, prin ajustarea corespunzătoare a comenzilor.

Se înregistrează sarcina maximă indicată.

#### 7.7. Evaluarea tipului de cedare

Exemple de cedare a epruvetei care arată că încercările s-au realizat în mod satisfactor sunt indicate în SR EN 12390-3:2009 figura 1 (pentru cuburi).

Dacă cedarea este nesatisfăcătoare, acest lucru trebuie să fie înregistrat cu referire la aspectul epruvetei conform figurii 2 din SR EN 12390-3:2009.

Cedarea nesatisfăcătoare a epruvetei poate fi cauzată de:

- Atenție insuficientă la efectuarea încercării;
- O defecțiune a mașinii de încercat.

#### 7.8. Raport de încercare.

Raportul de încercare trebuie să conțină:

- identificarea epruvetei de încercat;
- dimensiunile desemnate ale epruvetei ;
- detaliile ajustării prin polizare/ acoperire;
- data încercării;
- sarcina maximă la cedare, în kN;
- rezistența la compresiune a epruvetei, rotunjită până la cel mai apropiat 0,1MPa;
- cedarea nesatisfăcătoare (dacă este cazul) și dacă este nesatisfăcătoare, tipul cel mai apropiat;
- orice abatere de la metoda standard de încercare;
- o declarație de la persoana responsabilă din punct de vedere tehnic pentru încercare, că încercarea s-a efectuat conform SR EN 12390-3:2009;

Raportul de încercare mai poate să conțină:

- masa epruvetei;
- densitatea aparentă a epruvetei, rotunjită până la cel mai apropiat 10kg/m<sup>3</sup>;
- starea epruvetei la recepție;
- condițiile de conservare până la recepție
- timpul încercării;
- vârsta epruvetei în momentul încercării.

#### 7.9. Evaluarea rezistenței caracteristice la compresiune prin încercarea carotelor.

Rezistența caracteristică la compresiune in-situ se evaluează conform SR EN 13791:2007 utilizând abordarea A (punctul 7.3.2 SR EN 13791:2007). Rezistența caracteristică la compresiune in-situ nu trebuie să fie mai mică de 43MPa corespunzătoare clasei de beton C40/50 (tabelul 1). Conform SR EN 13791:2007 "încercarea unei carote de lungime egală și un diametru nominal de 100mm indică o valoare a rezistenței echivalente cu valoarea rezistenței unui cub de 150mm". Rezistența caracteristică la compresiune in-situ reprezintă valoarea rezistenței la compresiune in-situ, sub care se pot situa

5% din populația tuturor rezultatelor determinărilor de rezistență posibile ale volumului de beton considerat (SR EN 13791:2007).

#### 7.10 Evaluarea rezistenței caracteristice la compresiune prin metode indirecte.

Încercările indirecte furnizează alternative la încercările pe carote pentru evaluarea rezistenței la compresiune in situ a betonului dintr-o structură sau pot suplimenta datele obținute dintr-un număr limitat de carote.

Metodele indirecte sunt de natură nedistructivă sau semidistructivă. Metodele indirecte pot fi folosite după validarea cu încercările pe carote în următoarele moduri:

- Separat;
- Combinație de metode indirecte;
- Combinație de metode indirecte și metode directe (carote).

La încercarea cu o metoda indirectă se măsoară altă proprietate decât rezistența. Prin urmare este necesară utilizarea unei relații între rezultatele încercării indirecte și rezistența la compresiune a carotelor.

Se vor respecta cu strictețe prevederile normativului SR EN 13791:2007 capitolul 8.

#### 8. OBLIGAȚII SPECIALE ALE BENEFICIARULUI

În mod suplimentar față de aspectele tehnice la care s-a făcut referire mai înainte este necesar să se menționeze, în atenția beneficiarului lucrării, că are următoarele obligații legale:

- Să nu înceapă execuția lucrărilor mai înainte de a obține autorizația de construcție prevăzută de Legea nr. 50/1991;
- Să recurgă la serviciile unui executant care are angajat un responsabil tehnic cu execuția, atestat în condițiile Hotărârii Guvernului nr. 925 / 1995, și care să verifice și să avizeze fișele și proiectele tehnologice de execuție ale lucrărilor, procedurile de realizare a lucrărilor, planurile de verificare a execuției, proiectele de organizare a execuției lucrărilor, precum și programele de realizare a construcțiilor;
- Să asigure urmărirea execuției lucrărilor de către un diriginte de șantier atestat legal, angajat în acest scop, sau să solicite atestarea acestuia pentru tipul de lucrări pe care le presupune realizarea construcției proiectate;
- Să solicite, la recepția lucrărilor, predarea de către executant a Cărții construcției și să asigure pe parcursul existenței construcției urmărirea curentă a acesteia în conformitate cu prevederile Hotărârii Guvernului nr. 261 / 1994. Se menționează că în sensul acestui act normativ categoria de importanță a construcției este C (normală);
- În conformitate cu prevederile art. 2 din Legea nr. 10 / 1995 construcția se încadrează în categoria celor al căror proiect este obligatoriu a se supune verificării tehnice. În această situație este necesar ca beneficiarul să asigure verificarea proiectului de rezistență de către un inginer verficator de proiecte autorizat și atestat în domeniile A1 și A2;
- Să anunțe Inspekția de Stat în Construcții înainte de începerea lucrărilor pentru luarea în evidență și să pună la dispoziția acesteia Programul de control al execuției lucrărilor;
- Să asigure recepția lucrărilor, la terminarea acestora, conform prevederilor Hotărârii Guvernului nr. 273/1994.

La execuție se vor lua toate măsurile impuse de normele privind tehnica securității muncii, norme care trebuie să fie menționate în mod expres în proiectul tehnologic de execuție.

Intocmit,

Ing. Sorin Rosca

