

- referinte la caracteristicile produsului:
 - numarul standardului de produs;
 - tipul si clasa produsului;
 - dimensiunea;
 - limita de curgere;
 - rezistenta la rupere;
 - alungirea la forta maxima si la rupere;
 - continutul de carbon echivalent pe otel lichid;
- date de identificare a sarjei/lotului/colacului sau legaturii. Prin tipul produsului se intelege forma suprafetei:
 - neted;
 - cu profil periodic sau amprentat, caracterizat prin factorul de profil.

Prin clasa produsului se intelege incadrarea in categoriile privind limita de curgere, raportul intre rezistenta la rupere si limita de curgere, alungirea (la forta maxima si la rupere) si sudabilitatea, conform specificatiei tehnice ST 009.

Marcarea, livrarea, transportul, manipularea si depozitarea produselor pentru armaturi trebuie sa se faca astfel, incat sa nu modifice caracteristicile acestora.

Produsele pentru armaturi trebuie depozitate separat pe tipuri, clase si diametre, in spatii amenajate si dotate corespunzator, astfel incat sa se asigure:

- evitarea conditiilor care favorizeaza corodarea armaturii, inclusiv prin ventilarea spatiilor;
- evitarea murdaririi acestora cu pamant sau alte substante;
- accesul si identificarea usoara a fiecarui sortiment.

Suprafata produselor pentru armaturi nu trebuie sa fie acoperita cu rugina neaderenta si nici cu substante care pot afecta negativ otelul, betonul sau aderenta intre ele.

In cazurile in care executantul nu poate aproviziona produsele conforme cu prevederile din proiect, modificarile privind tipul si clasa produselor se pot face numai cu acordul scris al proiectantului (dispozitie de santier, care face parte din proiect si intra in cartea tehnica a constructiei).

Trasabilitatea se refera la produsele utilizate efectiv in lucrare, precizandu-se elementele si pozitiile acestora in cazul care s-au utilizat alte produse decat cele prevazute initial in proiect, conform dispozitiei de santier.

8.1.5 Produsele pentru armaturi descrise mai sus, pot fi utilizate in urmatoarele conditii:

- a) corespund prevederilor din proiect in ceea ce priveste tipul si clasa produsului;
- b) au atestata conformitatea conform prevederilor legale;
- c) executantul efectueaza urmatoarele verificari:
 - caracteristici geometrice;
 - incercarea la tractiune (rezistenta la rupere, limita de curgere, alungirea dupa rupere);
 - incercarea la indoire simpla si incercarea la indoire-dezdoire. Incercarile se vor efectua pe cate 3 epruvete din fiecare lot si diametru, in laboratoare avand dotarea necesara.

In cazurile in care rezultatele determinarilor nu sunt corepunzatoare, executantul ia masurile necesare pentru aprovizionarea cu produse corespunzatoare.

5.3 TRANSPORT SI DEPOZITARE

Transportul otelurilor se va efectua in vagoane inchise sau autocamioane prevazute cu prelate; aceste vehicule vor fi in prealabil curatate de resturi care pot produce fenomene de coroziune sau murdarirea otelului.

Pentru colacii si tamburele prevazute cu ambalaje de protectie se va da o atentie deosebita la transport, manipulare si demanipulare, ambalajul sa nu fie deteriorat; daca s-a produs deteriorarea ambalajului se vor respecta in continuare prevederile pentru armatura neprotejata.

La transportul, manipularea si depozitarea otelurilor se vor lua masurile necesare pentru a se preveni:

- zgarierea, lovirea sau indoirea;
- murdarirea, suprafetelor cu pamant, materii grase, praf etc.;

- contactul cu materialul incandescent provenind de la operatia de sudura-taiere sau incalzirea de la flacara aparatelor de sudura.

Depozitarea se va face pe loturi si diametre in spatii amenajate si dotate corespunzator astfel incat sa se evite contactul cu materialele corozive.

De asemenea depozitarea se va face astfel incat sa asigure posibilitati de identificare usoara a fiecarui sortiment si diametru.

Barele din otel superior vor fi livrate in forma rectilinie si vor fi depozitate cat mai drept iar eventualele capete filetate se vor proteja in mod corespunzator.

5.4 CONFECTIONAREA ARMATURILOR

Fasonarea barelor, confectionarea si montarea carcaselor de armatura se va face in stricta conformitate cu prevederile proiectului.

Inainte de a trece la fasonarea armaturilor, antreprenorul va analiza prevederile proiectului, tinand seama de posibilitatile practice de montare si fixare a barelor precum si de aspectele tehnologice de betonare si compactare. Armaturile care se fasonaza trebuie sa fie curate si drepte; in acest scop se vor indeparta:

- eventualele impuritati de pe suprafata barelor;
- rugina, prin frecare cu perii de sarma in special in zonele in care barele urmeaza a fi innadite prin sudura.

Dupa indepartarea ruginei, reducerea dimensiunilor sectiunii barei nu trebuie sa depaseasca abaterile limita la diametru prevazute in normativul NE 012.

Otelul beton livrat in colaci sau bare indoite trebuie sa fie indreptat inainte de a se proceda la taiere si fasonare, fara a se deterioara insa profilul. La intinderea cu troliul lungimea maxima nu va depasi 1mm/m.

Barele taiate si fasonate vor fi depozitate in pachete etichetate, in asa fel incat sa se evite confundarea lor si sa asigure pastrarea formei si curateniei lor pana in momentul montarii.

In cazul in care conditiile climatice locale pot favoriza corodarea otelurilor se recomanda montarea si betonarea armaturilor in maxim 15 zile de la fasonare.

Se interzice fasonarea armaturilor la temperaturi sub -10°C.

Barele cu profil periodic cu diametrul mai mare de 25 mm se vor fasona la cald.

La fasonarea si montarea armaturilor se va tine seama de prevederile constructive privind alcatuirea elementelor din beton armat cuprinse in normativul NE 012.

Fasonarea armaturii se poate efectua de catre executant (in ateliere proprii si/sau la fata locului, pe santier) sau prin comandarea acesteia, de catre executant, la un prelucrator specializat in fasonarea armaturii.

Fasonarea armaturii se efectueaza in conformitate cu prevederile legale in vigoare in ceea ce priveste echipamentul tehnologic utilizat si personalul care executa aceasta activitate.

In cazul fasonarii armaturii prin comanda la un prelucrator, se aplica urmatoarele conditii:

- a) executantul, care emite comanda, trebuie sa transmita prelucratorului toate datele din proiect privind armatura;
- b) incercarile produselor pentru armaturi, vor fi efectuate de cel care aprovizioneaza produsele si rapoartele de incercare cu rezultatele obtinute vor face parte din documentele care insotesc armatura fasonata;
- c) prelucratorul va insoti armatura fasonata de declaratia de conformitate care trebuie sa se refere la:
 - (i) certificatele de conformitate ale produselor utilizate, anexate in copie;
 - (ii) declaratia ca au fost respectate toate prevederile proiectului in ceea ce priveste: produsele utilizate, forma si dimensiunile armaturilor, precum si conditiile de fasonare;
- d) armatura fasonata va fi receptionata de executant, pe baza prevederilor din proiect, receptie care are in vedere si existenta documentelor si marcajelor privind trasabilitatea pentru produsele utilizate.

Armatura fasonata in atelier (la executant sau prelucrator) poate fi livrata, pentru montare, fie sub forma de elemente separate, fie asamblata in carcase.

In primul caz, elementele de acelasi tip vor fi depozitate in pachete separate, etichetate, astfel incat sa se evite confundarea lor si sa se asigure pastrarea formei si curateniei lor pana la montarea acestora.

In al doilea caz, depozitarea si manipularea vor trebui sa asigure indeformabilitatea, precum si starea de curatenie. Asamblarea in carcase va fi realizata in urmatoarele conditii:

- e) nu se va utiliza sudarea pentru fixarea elementelor intre ele;
- f) fixarea elementelor intre ele se face prin legarea cu sarma neagra, fiind interzisa utilizarea sarmei galvanizate care, prin atingerea cu armatura, poate forma pila electrica cu pericolul de coroziune care decurge din aceasta.

Fasonarea armaturii trebuie efectuata cu respectarea urmatoarelor conditii:

- g) fasonarea nu se executa la temperaturi sub - 10°C;
- h) fasonarea cu masina a barelor cu profil periodic, la masini cu doua viteze, se va face numai cu viteza mica;
- i) indoirea barelor se executa cu miscare lenta, cu viteza uniforma, fara socuri;
- j) diametrul dornurilor utilizate pentru indoirea barelor trebuie sa fie:
 - (i) pentru bare cu diametrul nominal mai mic sau egal cu 16 mm, de cel putin patru ori diametrul barei;
 - (ii) pentru bare cu diametrul nominal mai mare de 16 mm, de cel putin sapte ori diametrul barei;
- k) forma si dimensiunile ciocurilor de la capetele barelor vor fi conform prevederilor reglementarilor tehnice aplicabile si se vor preciza in proiect;
- l) razele de indoire pentru barele inclinate si pentru etrieri/agrafe vor fi, de asemenea, cele prevazute in reglementarile tehnice aplicabile, ele trebuind sa fie precizate in proiect.

In cazul elementelor structurale, este interzisa utilizarea metodei de a fasona si monta barele de armatura in asteptare prin indoirea acestora si montarea in cofraj, pentru ca dupa decofrare acestea sa fie dezvelite, prin spargerea betonului in jurul lor, si sa fie indreptate.

In cazul in care executantul vrea sa aplice aceasta metoda la armarea elementelor nestructurale, va trebui sa obtina in prealabil acordul proiectantului care, prin dispozitia de santier, va preciza conditiile pentru aplicarea acestei metode.

BARE SAU PIESE IN ASTEPTARE sunt bare de armatura sau piese speciale (spre exemplu, tipuri de conectori), care ies din betonul unui element turnat (prefabricat sau in situ) in vederea inglobarii in betonul care se va turna adiacent suprafetei respective (la rosturile de lucru sau la imbinari prin monolitizare, spre exemplu), si care constituie armatura de continuitate.

5.5 MONTAREA ARMATURILOR

Montarea armaturii se efectueaza in urmatoarele conditii:

- a) receptionarea si verificarea cofrajelor in care se monteaza armatura imediat inaintea inceperii montarii armaturii;
- b) asigurarea conformitatii cu prevederile din proiect;
- c) asigurarea bunei desfasurari a punerii in opera a betonului;
- d) asigurarea pozitiei relative intre bare si fata de cofraj.

Verificarea cofrajelor imediat inainte de montarea armaturii trebuie sa asigure faptul ca acestea si-au mentinut conformitatea, constatata la receptie, mai ales in ceea ce priveste:

- e) stabilitatea si punerea sub efort a tuturor reazemelor punctuale (popi, contravantuiri, legaturi interioare etc.);
- f) forma si dimensiunile;
- g) etanseitatea;
- h) starea de curatenie.

Asigurarea conformitatii cu proiectul se refera la tipurile si clasele produselor utilizate, pozitia relativa a acestora, intre ele si fata de cofraj, precum si la pozitia si tipul innadirilor, cu incadrarea in tolerantele admisibile, care trebuie sa fie precizate in proiect.

Asigurarea bunei desfasurari a punerii in opera a betonului se refera la:

- i) crearea posibilitatii de circulatie a personalului implicat, in cazul in care armatura este montata pe suprafetele orizontale/inclinate mari;
- j) crearea, in cazul armaturilor dese la partea de sus a elementelor, la intervale de maximum 3,0 m, a unor spatii libere pentru patrunderea betonului sau a furtunelor prin care se descarca acesta;
- k) crearea spatiilor necesare patrunderii vibratorului, cu dimensiunile de minimum 2,5 ori diametrul acestuia, la intervale de maximum 5 ori inaltimea elementului.

Asigurarea pozitiei relative intre bare si fata de cofraj are in vedere:

- a) legarea armaturii la incrucisari;
- b) montarea de distantieri intre randurile de armaturi si fata de cofraj.

Legarea armaturii la incrucisari se realizeaza numai cu sarma neagra, fiind interzisa utilizarea sarmei zincate, precum si fixarea cu sudura. Se utilizeaza doua fire de sarma de 1,0...1,5 mm diametru. Legarea armaturii la incrucisari se va realiza astfel:

- 1) la retele de armaturi din placi:
 - fiecare incrucisare, pe doua randuri de incrucisari marginale, pe intregul contur;
 - restul incrucisarilor, in camp, se vor lega in sah, din doua in doua;
- 2) la grinzi si stalpi:
 - toate incrucisarile cu colturile etrierilor si cu ciocurile agrafelor;
 - incrucisarile cu portiunile drepte ale etrierilor vor fi legate in sah, din doua in doua;
 - barele inclinate se vor lega, in mod obligatoriu, de primii etrieri cu care se incruciseaza;
 - etrierii si agrafele montate inclinat, precum si fretele, se vor lega la toate incrucisarile cu barele longitudinale.

Distantierii intre randurile de armatura se vor monta in urmatoarele conditii:

- a) la retele de armaturi din placi:
 - distantierii vor fi sub forma de capre sau agrafe confectionate din bare din otel si legate de barele din cele doua retele intre care se monteaza, astfel incat sa fie rezistente si stabile la sollicitarile care apar la punerea in opera a betonului;
 - dispunerea distantierilor va fi de cel putin 1 buc/m² in campul retelelor la placi si pereti, si de cel putin 4 buc/m² la retelele placilor in consola;
- b) la armatura dispusa pe doua sau mai multe randuri (de regula, in grinzi) distantierii pot fi cupoane de bare din otel, cu diametrul corepunzator, montati la cel mult 2,0 m intre ei si legati de barele intre care sunt amplasati.

Distantierii fata de cofraj asigura grosimea acoperirii cu beton a armaturii si, prin aceasta, au un rol esential in ceea ce priveste durabilitatea elementelor din beton armat.

Montarea distantierilor fata de cofraj se efectueaza in urmatoarele conditii:

- c) se interzice utilizarea ca distantieri fata de cofraj a cupoanelor din bare din otel;
- d) se pot utiliza urmatoarele tipuri de distantieri:
 - prisme din mortar de ciment, de dimensiuni corespunzatoare, prevazute cu mustati din sarma neagra pentru legarea pe barele de armatura;
 - confectionati special, din material plastic;
- e) amplasarea distantierilor fata de cofraj se va face astfel:
 - cel putin 2 buc/m² de placa sau perete;
 - cel putin 1 buc/m, in doua parti ale aceleiasi laturi, pe fiecare latura, la grinzi si stalpi.

Valoarea nominala a acoperirii cu beton (c_{nom}) trebuie prevazuta explicit in proiect, pentru fiecare categorie de elemente in parte (fundatii, grinzi, stalpi, placi, pereti etc.).

Clasele de toleranta la montarea armaturii sunt urmatoarele:

- a) la distantele dintre barele de armatura:
 - la fundatii: $T_{d,ix}$, dar nu mai mult de ± 10 mm;
 - la placi si pereti: $T_{D,viii}$, dar nu mai mult de ± 5 mm;
 - la stalpi si grinzi: $T_{D,viii}$, dar nu mai mult de ± 3 mm;
 - pentru etrieri, agrafe si frete: $T_{D,ix}$, dar nu mai mult de ± 10 mm;
- b) la acoperirea cu beton a armaturii, fata de dimensiunea nominala (c_{nom}), in functie de inaltimea elementului (h), abaterile admise sunt:
 - $h < 150$ mm: ± 10 mm;
 - $h = 400$ mm: $- 10$ mm ... $+15$ mm;
 - $h > 2500$ mm: $- 10$ mm ... $+20$ mm cu urmatoarele mentiuni:
 - pentru valori intermediare ale inaltimii se va interpola liniar;
 - la fundatii si elemente din beton in fundatii acoperirea poate fi sporita cu 15 mm.

5.6 INADIREA BARELOR DE ARMATURA

Innadiria barelor de armatura se poate realiza in urmatoarele moduri:

- a) prin petrecere;
- b) prin sudare;

Innadiria barelor de armatura prin petrecere se face conform prevederilor proiectului in ceea ce priveste:

- c) modul de realizare: cu spatiu intre bare sau prin juxtapunere si legare;
- d) pozitia innadirilor in elemente;
- e) lungimea de petrecere (l_{pa}), fata de care trebuie prevazuta abaterea admisibila negativa, dar nu mai mult de $-0,06 l_{pa}$.

Innadiria barelor de armatura prin sudura poate fi realizata, de regula, prin sudare electrica, in mediu normal sau de bioxid de carbon, in urmatoarele moduri:

- f) prin suprapunere;
- g) cu eclise;
- h) cap la cap cu topire intermediara;
- i) cap la cap, in cochilie;
- j) cap la cap, in semimanson de cupru.

Modul de innadire a barelor prin sudura va fi precizat in proiect, impreuna cu eventualele conditii specifice, precum si cu abaterile admisibile.

Executarea innadirilor prin sudura, inclusiv privind calificarea sudorilor, precum si verificarea calitatii innadirilor (abateri admisibile, defecte admisibile etc.) se vor face conform prevederilor reglementarilor tehnice specifice.

La realizarea innadirilor prin sudura se vor avea in vedere si urmatoarele:

- k) nu trebuie sa se efectueze suduri pe zonele indoite ale barelor, iar in apropierea acestora se vor respecta prevederile reglementarilor tehnice aplicabile;
- l) nu se permite utilizarea sudurii la armaturi din oteluri imbunatatite pe cale mecanica (spre exemplu, prin tragerea la rece), exceptie facand sudurile prin puncte la plase sudate executate industrial;
- m) se va cere avizul proiectantului pentru conditiile de sudare a innadirilor de continuitate intre doua bare colineare, ancorate de o parte si de alta a unui gol in beton, situate la distanta relativ mica una de alta.

5.7 VERIFICAREA SI RECEPTIA ARMATURILOR MONTATE

Verificarea si receptia armaturii montate se efectueaza:

- a) la terminarea lucrarilor de montare, pentru o etapa de lucru, cand se face si receptia lucrarilor;
- b) imediat inainte de punerea in opera a betonului, cand se efectueaza o noua verificare.

Verificarea armaturii montate se efectueaza prin examinare directa si masurari simple, care se refera la urmatoarele:

- a) tipul, clasa si trasabilitatea produselor: prin observare vizuala si confruntare cu documentele privind produsele respective;
- b) diametrele si incadrarea in tolerante privind dimensiunile si pozitiile: prin masurare directa, in cel putin doua sectiuni, in fiecare zona in care armarea difera, o atentie deosebita fiind acordata distantei fata de cofraj (acoperirea cu beton);
- c) pozitia si aspectul innadirilor: prin observare vizuala si masurare directa, cu urmatoarele precizari:
 - pentru imbinari sudate sau realizate prin alte metode, executate in atelier (de catre executant sau prelucrator), se vor lua in considerare documentele de receptie care trebuie sa fie intocmite la atelier;
 - pentru imbinari executate la fata locului, se vor lua in considerare documentele de receptie intocmite de executant, dupa realizarea innadirilor respective;
- d) legarea armaturii la incrucisari si existenta distantierilor, prin observare vizuala si apreciere, inclusiv prin solicitare manuala, a stabilitatii carcasi de armatura si a fixarii distantierilor;
- e) starea armaturii, prin observare vizuala si masurare, dupa caz, privind:
 - curatenia: suprafata armaturii nu trebuie sa fie acoperita de materii care impiedica aderenta (pamant, substante grase etc.);
 - starea de corodare, pentru care se aplica urmatoarele conditii:
 - se accepta starea existenta in cazurile in care armatura prezinta:
 - rugina superficiala neaderenta (brun-roscata), care se curata usor prin stergere
 - rugina superficiala aderenta (brun-roscata sau neagra), cu aspect mat, rugos, care nu se desprinde prin lovire;
 - se masoara adancimea zonelor cu coroziune localizata (puncte,pete) sau cu rugina in straturi care se desprind prin lovire, dupa curatarea ruginii, urmand ca:
 - in cazul in care reducerea sectiunii este mai mica decat cea corespunzatoare abaterilor limita admisibile negative pentru diametrul armaturii, sa se poata accepta starea existenta, cu avizul proiectantului;
 - in cazul in care reducerea sectiunii este mai mare, sa se refuze receptia armaturii.

Evaluarea starii armaturii in cazurile in care aceasta prezinta coroziune localizata sau in straturi, prin masurarea reducerii sectiunii, trebuie efectuata in zonele in care coroziunea este vizibil avansata, in cel putin trei sectiuni ale fiecarei bare de armatura.

In cazuri de dubii privind verificarea armaturii montate conform celor aratate mai inainte, se vor prevedea masuri pentru a se clarifica situatia, iar pentru neconformitati se va dispune remedierea lor.

Pentru a evita aparitia neconformitatilor este recomandata verificarea armaturilor la fasonarea acestora, inainte de montare.

O atentie deosebita va fi acordata verificarii armaturii din zonele de ancorare a armaturilor.

Receptia armaturii montate reprezinta confirmarea conformitatii acesteia cu proiectul si prevederile reglementarilor tehnice aplicabile, pe baza verificarii efectuate, prin incheierea procesului verbal de receptie calitativa pe faze (pentru lucrari care devin ascunse), cu participarea reprezentantului beneficiarului lucrarii; in cazul receptiei armaturii elementelor structurale, si cu participarea proiectantului.

In cazurile in care executantul lucrarilor de constructii aplica un sistem de management al calitatii, la baza procesului verbal de receptie calitativa pe faze a lucrarilor de confectionare si montare a armaturii nepretensionate vor sta documentele aplicabile ale acestui sistem, la care se va face trimitere (proceduri, instructiuni si inregistrari privind: aprovizionarea, receptia, manipularea, depozitarea si trasabilitatea materialelor; executarea si verificarea lucrarilor; echipamentele de masurare; calificarea personalului; tratarea neconformitatilor etc.).

Conditii prelabile, precum si cele necesare pentru fasonarea si montarea armaturii sunt, in principal, urmatoarele:

- (a) existenta pe santier, a proiectului, cu toate datele necesare, mentionate in prezentul capitol;
- (b) asigurarea conditiilor pentru realizarea fasonarii armaturii prin comanda la prelucrator, daca este cazul;
- (c) existenta datelor si conditiilor pentru executarea innadirilor cu alte procedee decat prin petrecere, daca este cazul;

- (d) existenta documentelor de receptie a lucrarilor de cofraje si sprijiniri;
- (e) asigurarea conditiilor specifice executarii lucrarilor.

CAPITOLUL 6 B E T O A N E

6.1 PREVEDERI GENERALE

Prezentul capitol trateaza conditiile tehnice generale necesare la proiectarea si executia elementelor sau structurilor din beton simplu, beton armat si beton precomprimat pentru poduri.

De asemenea se vor avea in vedere reglementarile cuprinse in "Normativ pentru executarea lucrarilor din beton si beton armat" indicativ NE 012/1-2007 - Normativ pentru producerea betonului, CP 012/1-2007 - Codul de practica pentru producerea betonului si NE 012/2-2010 - Normativ pentru executarea lucrarilor din beton si SR EN 206/1/2002.

Clasele de betoane sunt stabilite pe baza rezistentei caracteristice a betonului, care este rezistenta la compresiune la 28 zile, masurata pe cilindrii de 150mm diametru si 300mm inaltime.

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

Pentru corelarea cu "marcile" de betoane se prezinta in tabel echivalenta dintre clase si marci de betoane in elementele de rezistenta ale infrastructurilor si suprastructurilor de poduri.

Clasa betonului	Marca betonului
1	2
C 8/10 (Bc 10)	B 150
C 12/15 (Bc 15)	B 200
C 16/20 (Bc 20)	B 250
* (C 28/22,5) (Bc 22,5)	B 300
C 25/30 (Bc 30)	B 400
C 28/35 (Bc 35)	B 450
C 32/40 (Bc 40)	B 500
C 40/50 (Bc 50)	B 600

C 50/60 (Bc 60)

B 700

Observatie:

*C 28/22,5 – reprezinta o clasa intermediara pentru echivalarea cu marca B 300.

In functie de actiunile datorate mediului inconjurator, betoanele sunt clasificate in clase de expunere si sunt prezentate in tabelul de mai jos. Standardul SR EN 206-1 defineste diferite clase de expunere in functie de mecanismele de degradare ale betonului.

Alegerea claselor de expunere depinde de cerintele in vigoare la locul unde betonul este utilizat. Aceasta clasificare de expuneri nu exclude luarea in considerare a conditiilor particulare existente la locul unde betonul este utilizat, sau aplicarea de masuri de protectie precum utilizarea de otel inoxidabil sau alt metal rezistent la coroziune, si utilizarea de acoperiri protectoare pentru beton sau armaturi.

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

Clase de expunere

<i>Denumirea clasei</i>	<i>Descrierea mediului inconjurator</i>	<i>Alegerea claselor de expunere</i>
1. Nici un risc de coroziune sau atac		
X0	Beton simplu si fara piese metalice inglobate. Toate expunerile, cu exceptia cazurilor de inghet-dezghet, de abraziune si de atac chimic	Beton de umplutura / egalizare
2. Coroziunea datorata carbonarii		
XC1	Uscat sau permanent umed	Beton in interiorul cladirilor unde gradul de umiditate a mediului ambiant este redus (inclusiv bucatariile, baile si spalatoriile cladirilor de locuit) Beton imersat permanent in apa
XC2	Umed, rareori uscat	Suprafete de beton in contact cu apa pe termen lung (de exemplu elemente ale rezervoarelor de apa) Un mare numar de fundatii
XC3	Umiditate moderata	Beton in interiorul cladirilor unde umiditatea mediului ambiant este medie sau ridicata (bucatarii, bai, spalatorii profesionale altele decat cele ale cladirilor de locuit) Beton la exterior, insa la adăpost de intemperii (elemente la care aerul din exterior are acces constant sau des, de exemplu : hale deschise)
XC4	Alternanta umiditate - uscare	Suprafete supuse contactului cu apa, dar care nu intra in clasa de expunere XC2 (elemente exterioare expuse intemperiilor)
3. Coroziunea datorata clorurilor avand alta origine decat cea marina		
XD1	Umiditate moderata	Suprafete de beton expuse la cloruri transportate de curenti de aer (de exemplu suprafetele expuse agentilor de dezghetare de pe suprafata carosabila, pulverizati si transportati de curentii de aer, etc.)
XD2	Umed, rar uscat	Piscine, rezervoare Beton expus apelor industriale continand cloruri

XD3	Alternanta umiditate - uscare	Elemente ale podurilor, ziduri de sprijin, expuse stropirii apei continand cloruri Sosele, dalele parcajelor de stationare a vehiculelor
4. Coroziunea datorata clorurilor din apa de mare		
XS1	Expunere la aerul ce vehiculeaza saruri marine, inasa nu sunt in contact direct cu apa de mare	Structuri pe sau in apropierea litoralului (agresivitatea atmosferica marina actioneaza asupra constructiilor din beton, beton armat pe o distanta de circa 5 km de tarm)
XS2	Imersate in permanenta	Elemente de structuri marine
XS3	Zone de amaraj, zone supuse stropirii sau cetei	Elemente de structuri marine
5. Atac din inghet-dezghet cu sau fara agenti de dezghetare		
XF1	Saturatie moderata cu apa fara agenti de dezghetare	Suprafete verticale ale betonului expuse la ploaie si la inghet
XF2	Saturatie moderata cu apa, cu agenti de dezghetare	Suprafete verticale ale betonului din lucrari rutiere expuse la inghet si curentilor de aer ce vehiculeaza agenti de dezghetare
XF3	Saturatie puternica cu apa, fara agenti de dezghetare	Suprafete orizontale ale betonului expuse la ploaie si la inghet
XF4	Saturatie puternica cu apa, cu agenti de dezghetare sau apa de mare	Sosele si tabliere de pod expuse la agenti de dezghetare Suprafetele verticale ale betonului expuse la inghet si supuse direct stropirii cu agenti de dezghetare Zonele structurilor marine expuse la inghet si supuse stropirii cu agenti de dezghetare
6. Atac chimic		
XA1	Mediu inconjurator cu agresivitate chimica slaba	
XA2	Mediu inconjurator cu agresivitate chimica moderata	
XA3	Mediu inconjurator cu agresivitate chimica intensa	
7. Solicitarea mecanica a betonului prin uzura		
XM1	Solicitare moderata de uzura	Elemente din incinte industriale supuse la circulatia vehiculelor echipate cu anvelope
XM2	Solicitare intensa de uzura	Elemente din incinte industriale supuse la circulatia stivuitoarelor echipate cu anvelope sau bandaje de cauciuc
XM3	Solicitare foarte intensa de uzura	Elemente din incinte industriale supuse la circulatia stivuitoarelor echipate cu bandaje de elastomeri / metalice sau masini cu senile

6.2 MATERIALE UTILIZATE LA PREPARAREA BETOANELOR

Ciment

Cimenturile vor satisface cerintele din standardele nationale de produs sau din standardele profesionale.

Tip ciment			Clasele de expunere										
			Nici un risc de coroziune sau atac chimic	Coroziune indusa prin carbonatare				Coroziune datorata clorurilor					
								Cloruri din alte surse decat apa de mare			Cloruri din apa de mare		
CEM I			XO	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XS1	XS2	XS3
SR I			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
CD 40			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
I A 52, 5c			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
CEM II	A/B	S	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	H II A	S	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	A/B	V	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	A	LL	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	B		x	x	0	0	0	0	0	0	0	0	
	A	L	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	B		x	x	0	0	0	0	0	0	0	0	
	A	M	Se utilizeaza in conformitate cu prevederile tabelor F.2.2 si F.2.4 din CP 012-1/2007										
	B		Se utilizeaza in conformitate cu prevederile tabelor F.2.2 si F.2.4 din CP 012-1/2007										
CEM III	A		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
CEM I			XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2C	XA3C	XM1	XM2	XM3	
SR I			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
CD 40			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
I A 52,5 c*			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
CEM II	A/B	S	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	H II A	S	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	A	V	x	0	x	0	x	x	x	x	x	x	
	B		x	0	0	0	x	x	x	x	x	x	
	A	LL	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	B		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	A	L	0	0	0	0	x	x	x	x	x	x	
	B		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	A	M	Se utilizeaza in conformitate cu prevederile tabelor F.2.2 si F.2.4 din CP 012-1/2007										
B	Se utilizeaza in conformitate cu prevederile tabelor F.2.2 si F.2.4 din CP 012-1/2007												
CEM III			x	x	x	xb	x	x	x	x	x	x	

Cimenturile uzuale, conform SR EN 197-1:2002, sunt grupate in cinci tipuri principale de ciment dupa cum urmeaza:

- CEM I Ciment Portland
- CEM II Ciment Portland compozit
- CEM III Ciment de furnal
- CEM IV Ciment puzzolanic
- CEM V Ciment compozit

Sortimentele uzuale de cimenturi, caracterizarea acestora, precum si domeniul si conditiile de utilizare sunt precizate in Anexa M din "Codul de practica pentru producerea betonului" indicativ CP 012/1-2007 si NE 013-02.

Cimenturile folosite trebuie sa satisfaca conditiile aratate in tabelul de mai jos:

Clasa	Rezistenta la compresiune N/mm ²			
	Rezistenta initiala	Rezistenta standard		Stabilitate

	2 zile	7 zile	28 zile	Timpul initial de priza (mm)	(mm)
32.5N	-	≥ 16	≥ 32.5 ≤ 52.5	≥ 60	≤ 10
32.5 R	≥ 10	-			
42.5N	≥ 10	-	≥ 42.5 ≤ 62.5		
42.5 R	≥ 20	-		≥ 60	≤ 10
52.5N	≥ 20	-	≥ 52.5 -		
52.5 R	≥ 30	-			

Dimensiuni de utilizare pentru cimenturi conform standardelor SR EN 197-1, SR 3011, STAS 10092, SR 7055 si SR EN 206-1.

Exemple de utilizare a unor tipuri de cimenturi pentru diferite combinatii de clase de expunere

Exemple de utilizare a unor tipuri de cimenturi pentru diferite combinatii de clase de expunere										
Component/ Constructie	Clase de expunere relevante pentru proiectare	CEM I	SR I	CD 40	I A 52,5 c	CEM II				CEM III
						S T D A-LL H II A S	V A-L P/Q	B-LL B-L	A-M B-M	
Beton simplu (nearmat)	X 0	x	x	x	x	x	x	x	Se utilizeaza in conformitate cu prevederile tabelului F. 2.4	x
Elemente protejate impotriva inghetului (in interior sau in apa)	XC1, XC2, XC3, XC4	x	x	x	x	x	x	x5		x
Elemente exterioare	XC, XF1	x	x	x	x	x	x	0		x
Constructii hidrotehnice	XC, XF3	x	x	x	x	x	x	0		x
Elemente exterioare supuse la inghet – dezghet si agenti de dezghetare	XC, XD, XF2, XF4	x	x	x	x	x	0	0		x1
Structuri marine	XC, XS, XF2, XF4	x	x	x	x	x	0	0		x1
Atac chimic ⁴	XA	x	x	x	x	x	x	0		x
Zone de trafic	XF4, XM	x	x	x	x	x	0	0		x1
Abraziune fara inghet- dezghet	XM	x	x	x	x	x	x	0		x
1) Pentru expunere in clasa XF4: se va utilize, in cazul demonstrarii comportarii corespunzatoare a betonului aflat supus actiunilor de inghet-dezghet si agenti de dezghetare sau apa de mare, numai CEM II/A cu clasa de rezistenta ≥ 42.5 sau $\geq 32,5$ R cu zgura in cantitate $\leq 50\%$ din masa 2) CEM II/B-V nu se va utilize pentru clasa de expunere XF3 3) Nu se utilizeaza pentru clasele de expunere XF1 si XF2 4) In caz de atac chimic sulfatic peste clasa de expunere XA1 este obligatoriu utilizarea cimenturilor rezistente la sulfati 5) Nu se utilizeaza pentru clasele de expunere XC3 si XC 4										

Exemple privind utilizarea cimenturilor de tip CEM II-M (functie de componenta principalilor constitienti), fabricate in conformitate cu standardul SREN 197-1

Component / Constructie	CEM II-M
-------------------------	----------

	Clase de expunere relevante pentru proiectare	A	S-D S-T S-LL D-T D-LL T-LL	A	S-P s-v D-P D-V P-V P-T P-LL V-TV-LL S-P D-P P-T	B	s-v D-V P-V V-T	B	S-LL D-LL P-LL V-LL T-LL
Beton simplu (nearmat)	XO	X			X		X	X	
Elemente protejate impotriva inghetului	XC1.XC2,	X			X		X	x3)	
Elemente exterioare	XC, XF1	X			X		X	0	
Constructii hidrotehnice	XC, XF3	X			X		0	0	
Elemente exterioare supuse la inghet-dezghet si agenti de dezghetare	XC, XD, XF2, XF4	X			0		0	0	
Structuri marine	XC, XS,	X			X		0	0	
Atac chimic ¹⁾	XA	X			X		X	0	
Zone cu trafic	XF4, XM	x ²⁾			0		0	0	
Abraziune fara inghet	XM	X			X		X	0	
X Se poate aplica. 0 Nu se aplica, in caz de atac chimic sulfatic, peste clasa de expunere XA1 se va utiliza ciment rezistent la									

Valorile limita pentru compozitia si proprietatile betonului pentru clasele de expunere XO, XC, XD si XC

	Clase de expunere										
	Nici un risc de coroziune sau atac chimic	Coroziune indusa prin carbonatare				Coroziune datorata clorurilor					
						Cloruri din alte surse decat apa de mare			Cloruri din apa de mare		
	X0a)	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XS1	XS2	XS3
Raport maxim apa/ciment	-	0,65	0,60	0,60	0,50	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Clasa minima de rezistenta	C8/10	C16/20	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C35/45	C35/45
Dozaj minim de ciment (kg/m3)	-	260	260	280	300	300	320b	320b	300	320b	320b
Continut minim de aer antrenat (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alte conditii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

a) Pentru beton fara armatura sau piese metalice inglobate.

b) La turnarea elementelor masive se recomanda cimenturile cu caldura redusa de hidratare. Pentru elemente masive (grosimea elementelor mai mare de 80 cm) trebuie sa adopte un dozaj de ciment de 300 kg/m3