Normativ pentru execuția elementelor prefabricate din beton, beton armat și beton precomprimat

Indicativ NE 013-2026

Redactarea a – II - a

Beneficiar:
Ministerul Dezvoltării, Lucrărilor Publice și Administrației

- Noiembrie 2025-

Redactarea II

CUPRINS

Introducere 6
1. Domeniu de aplicare 8
2. Documente de referinţă **9**
3. Termeni, definiţii, simboluri şi abrevieri **13**
3.1 General 13
3.2 Dimensiuni 17
3.3 Toleranţe 17
3.4 Durabilitate 17
3.5 Proprietăți mecanice 18
3.6 Simboluri și abrevieri 20

4. Specificații privind producerea elementelor prefabricate **23**
4.1 Materiale componente 23
4.1.1 Generalităţi 23
4.1.2 Ciment 24
4.1.3 Agregate 24
4.1.4 Apă de amestecare 24
4.1.5 Aditivi 24
4.1.6 Adaosuri (inclusiv filere minerale și pigmenți) 25
4.1.7 Fibre 25
4.1.8 Armături pentru beton armat 25
4.1.9 Armături preîntinse (armături pentru precomprimarea betonului) 25
4.1.10 Inserții și conectori 26
4.2 Producerea betonului 26
4.2.1 Cerinţe de bază pentru compoziţia betonului 26
4.2.1.1 Alegerea cimentului 27
4.2.1.2 Alegerea agregatelor 27
4.2.1.3 Alegerea aditivilor 28
4.2.1.4 Valori limită pentru compoziţia betonului 29
4.2.1.5 Metode de concepţie bazate pe performanţe 30
4.2.1.6 Cerinţe pentru betonul proaspăt 31
4.2.1.7 Cerințe de rezistență pentru betonul întărit 31
4.2.1.8 Proiectarea compoziției betonului 32
4.2.1.9 Cerințe suplimentare pentru betonul întărit 35
4.3 Armarea elementelor prefabricate din beton armat 36
4.4 Turnarea și compactarea betonului 36
4.5 Tratarea betonului 36
4.6 Armarea și precomprimarea elementelor prefabricate 36
4.6.1 Întinderea armăturilor și transferul eforturilor la beton 37
4.7 Pierderi de tensiune 37
4.7.1 Pierderi instantanee de tensiune 37
4.7.2 Pierderi de tensiune dependente de timp 38

5. Specificații privind elementele prefabricate **38**
5.1 Proprietăți geometrice 38
5.1.1 Toleranțe 38
5.1.2 Dimensiuni minime și detalii 38
5.1.3 Caracteristicile suprafeței 39

Redactarea II

5.2 Caracteristici mecanice 39
5.2.1 Determinarea rezistenței la compresiune a betonului din elementul prefabricat 39
5.2.1.1 Rezistența structurală directă 39
5.2.1.2 Rezistența structurală indirectă 39
5.2.2 Verificarea rezistenței mecanice a elementului prefabricat 40
5.2.2.1 Verificare prin calcul 40
5.2.2.2 Verificare prin calcul și încercări 41
5.2.2.3 Verificare prin testare 41
5.2.2.4 Factori de siguranță 41
5.3 Situații tranzitorii 41
5.4 Rezistența și reacția la foc 41
5.5 Proprietăți acustice 41
5.6 Proprietăți termice 41
5.7 Durabilitatea elementului prefabricat 41
5.7.1 Integritatea suprafeței produsului finit 42
5.7.2 Acoperirea minimă cu beton a armăturii pentru asigurarea protecției armăturii 42
5.7.3 Absorbția apei pe probe de beton extrase din elementul prefabricat 43
5.7.4 Rezistența la coroziune electrochimică a armăturilor de oțel beton 44
5.7.5 Rezistența betonului la coroziunea biogenă 44
5.8 Alte specificații 44
5.8.1 Siguranța la manipulare 44
5.8.2 Siguranța la utilizare 44
5.8.3 Greutatea proprie 44

6. Evaluarea și verificarea constanței performanței 44
6.1 Considerații generale 44
6.1.1 Demonstrarea conformității 44
6.1.2 Evaluarea constanței performanței 44
6.1.3 Familii de produse 44
6.2 Evaluarea performanței 44
6.3 Controlul producției în fabrică 45

7. Marcaj 45

8. Documentația tehnică 45

Anexa A (normativă) Cerințe pentru armături 46
A1. Armături pentru beton armat 46
A2. Armături preîntinse (armături pentru precomprimarea betonului) 47

Anexa B (normativă) Clase de expunere 48

Anexa C (normativă) Compoziţia granulometrică a agregatelor utilizate la prepararea betonului 52

Anexa D (normativă) Valori pentru limitele compoziţiilor betonului 55

Anexa E (normativă) Clase pentru betonul proaspăt 63
E1. Clase de consistență 63
E2. Clase pentru proprietăți suplimentare ale betonului autocompactant 64

Anexa F (normativă) Clase de rezistență pentru betonul întărit 66
F1. Clase de rezistență pentru betoane cu densitate normală și betoane grele 66

Redactarea II

F2. Clase de rezistență și ductilitate pentru betonul armat dispers cu fibre din otel 67

Anexa G (informativă) Evaluarea rezistenței la compresiune a betonului prin aplicarea metodei maturității **68**
G1. Considerații generale 68
G2. Descriere 68
G3. Cerințe privind aparatura 70
G4. Procedura pentru calibrarea rețetei 70
G5. Procedura pentru evaluare rezistenței elementelor prefabricate 72
G6. Interpretarea rezultatelor 72

ANEXA H (informativă) Aplicarea metodelor nedistructive (indirecte) **73**
H1. Corelarea între rezultatele obtinute distructiv și nedistructiv 73
H2. Estimarea rezistenței caracteristice in-situ pentru o anumită zonă de încercare 73
H3. Testele tip screening utilizând o relație generală sau specifică cu o procedură de aplicare a unei încercări indirecte 74

Redactarea II

Redactarea II

Redactarea II

Introducere

(1) Prezentul Normativ reprezintă reglementarea tehnică pentru execuția produselor si elementelor prefabricate din beton, beton armat și beton precomprimat în România pentru clădiri şi construcţii inginereşti.

(2) Execuția produselor și elementelor prefabricate din beton se realizează în conformitate cu prevederile prezentului Normativ rezultat din revizuirea și completarea NE 013-2002 "Cod de practică pentru execuția elementelor prefabricate din beton, beton armat și beton precomprimat", având în principal ca bază standardul SR EN 13369-2023 "Reguli comune pentru produse prefabricate din beton".

(3) Prevederile prezentului Normativ au la bază următoarele premise conform reglementărilor legale:
a) existenţa unui standard pentru produsul prefabricat și a proiectului elementului prefabricat elaborat și verificat;
b) execuția produselor și elementelor prefabricate se realizează:
   (i) cu personal având calificarea necesară si, după caz, autorizat sau atestat;
   (ii) cu produse care sunt conforme cu prevederile din proiect, reglementările tehnice aplicabile și reglementările legislative;
   (iii) în conformitate cu standardul de produs sau proiectul, cu cerinţele și criteriile de performanţă prevăzute în prezentul Normativ și, după caz, în alte reglementări tehnice aplicabile;
c) mașinile, utilajele și echipamentele utilizate sunt conforme cu prevederile legale aplicabile;
d) cunoașterea și punerea în aplicare, la execuția produselor și elementelor, a prevederilor legale privind igiena și protecţia muncii, precum și a celor privind prevenirea și stingerea incendiilor.

(4) Prezentul Normativ se aplică având în vedere respectarea regulilor specifice din normativele și standardele în vigoare referitoare la: proiectarea elementelor și structurilor din beton, beton armat și beton precomprimat, materialele componente betonului și metodele de testare, producerea betonului și metodele de testare ale betonului proaspăt și întărit, execuția structurilor din beton și evaluarea rezistenței betonului din structuri (Figura 1).

(5) În cazul în care s-au efectuat completări/ adaptări ale unor părţi ale standardului SR EN 13369-2023, din cuprinsul acestuia sau din Anexe, pentru facilitarea urmăririi și înțelegerii paragrafelor, s-a preluat integral textul, respectându-se numerotările din standard. Au fost considerate și s-au făcut trimiteri către toate anexele din standard, care nu au fost reproduse în Normativ, respectiv Anexele D, F (normative), A, B, C, E, G, H, I, J, K, L, M (informative) și au fost introduse suplimentar în prezentul Normativ Anexele A, B, C, D, E, F (normative) G, H (informative) care au alt conținut decât al celor din standard, având aceeași notație.

(6) În particular, următoarele puncte au făcut obiectul revizuirii și completării normativului:
a) actualizarea și completarea documentelor de referință, termenilor, definiţiilor, simbolurilor şi abrevierilor;
b) materialele componente betonului și domeniile de utilizare ale acestora în funcție de tipul de beton, simplu, armat sau precomprimat și respectiv clasele de expunere;
c) cerințele și criteriile de performanță, metodele de testare și de evaluare a conformității care au fost tratate în mod independent dar unitar pentru materialele componente betonului, beton și produsul finit, elementul prefabricat;

Redactare II

d) introducerea principiilor moderne de proiectare și asigurare ale durabilității betonului referitoare la conceptul de performanţă echivalentă a betonului şi introducerea claselor de rezistență la acțiunea mediului;
e) prezentarea mai detaliată a modului de comportare și realizare al elementelor din beton precomprimat, inclusiv în ceea ce privește pierderile de tensiune;
f) procedurile de tratare a betonului, inclusiv cea termică;
g) evaluarea rezistenței la compresiune a betonului din elementele prefabricate prin aplicarea metodei maturității;
h) modalitățile de aplicare a metodelor indirecte pentru evaluarea rezistenței la compresiune a betonului din elementele prefabricate;
i) detalierea modului de întocmire a documentațiilor tehnice și a efectuării inspecțiilor.

(7) Pentru aplicarea acestui Normativ se utilizează standardele române, europene şi internaţionale la care se face referinţă (respectiv standardele române identice cu acestea).

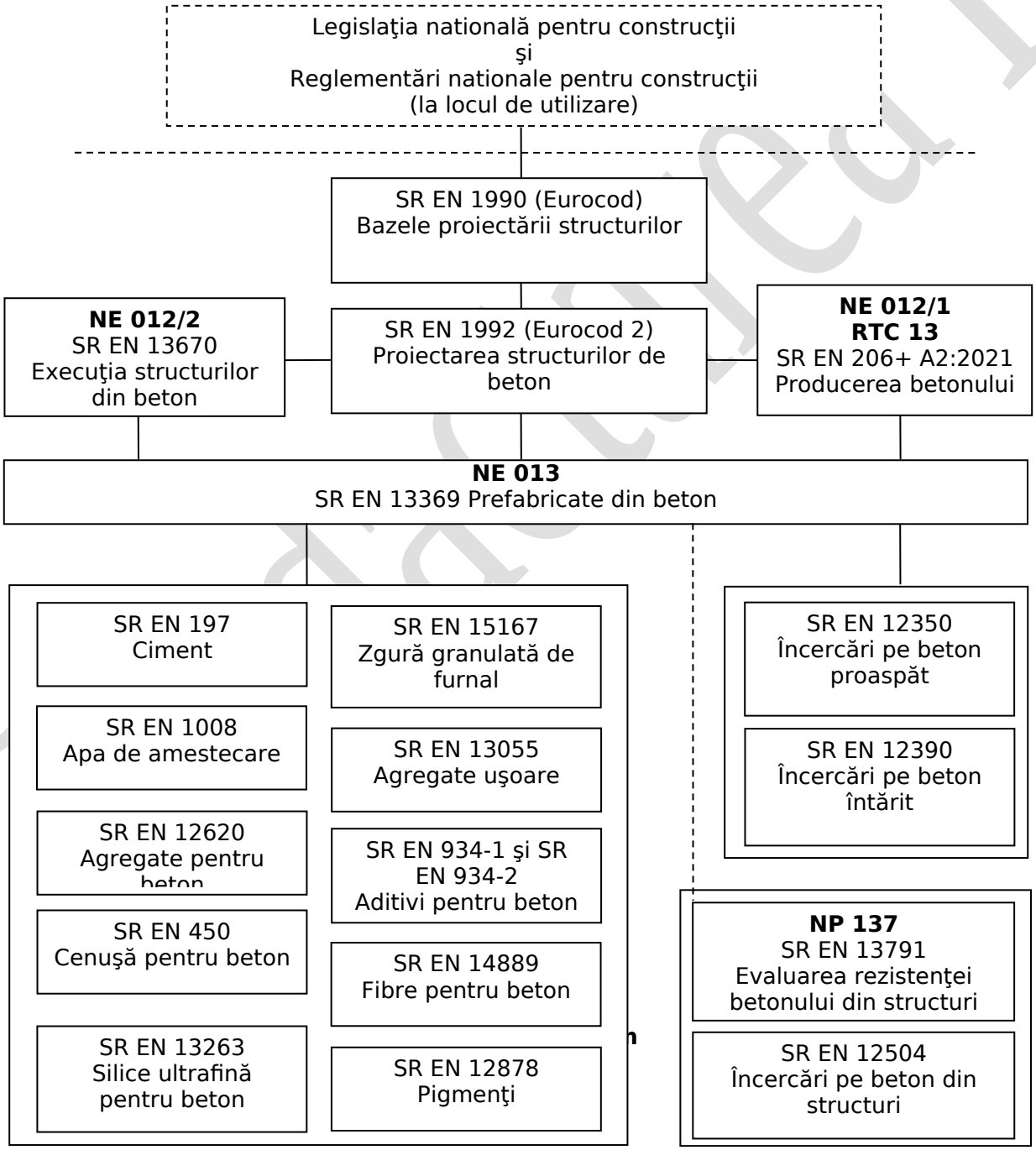
(8) Acest Normativ va fi aplicat, în condiţii climatice şi geografice specifice României şi cu niveluri de protecţie stabilite pe baza experienţiei actuale naţionale și internaţionale. Valorile limită impuse pentru compoziţia şi proprietăţile betonului au fost introduse în prezentul Normativ pentru a acoperi aceste situaţii.

(9) Acest Normativ conţine reguli de utilizare a materialelor componente care sunt acoperite de standarde, evaluări tehnice europene sau agremente tehnice în construcții emise în România.

(10) Dacă betonul este conform valorilor specificate, se consideră că şi în elementele şi produsele prefabricate acesta satisface cerinţele de durabilitate pentru utilizarea prevazută în condiţiile de mediu specificate în măsura în care:
a) clasele de expunere au fost corect selectate;
b) grosimea stratului de acoperire cu beton este cel puţin egală cu cea prevazută în standarde de calcul relevante pentru condiţii de mediu specifice, prezentate în SR EN 1992-1-1:2024;
c) betonul a fost produs în conformitate cu NE 012/1;
d) betonul a fost pus în operă corespunzător, compactat şi tratat/protejat, în conformitate cu prezentul Normativ și acolo unde este cazul cu NE 012/2;
e) este realizată o întreţinere corespunzătoare pe durata de viaţă a construcţiei.
f) este stabilit și indeplinit un program de urmărire curentă sau specială în timp, după caz, pe baza unui document tehnic elaborat de proiectant, în conformitate cu P 130/2025.

(11) Conceptele bazate pe performanţă sunt prezentate ca fiind de bază, conceptul prescriptiv al valorilor limită reprezentând o alternativă acceptată, pe baza prevederilor din NE 012/1.

Revizuire II


Legislaţia naţională pentru construcţii
şi
Reglementări naţionale pentru construcţii
(la locul de utilizare)
SR EN 1990 (Eurocod)
Bazele proiectării structurilor
NE 012/2
SR EN 13670
Execuţia structurilor din beton
SR EN 1992 (Eurocod 2)
Proiectarea structurilor de beton
NE 012/1
RTC 13
SR EN 206+ A2:2021
Producerea betonului
NE 013
SR EN 13369 Prefabricate din beton
SR EN 197
Ciment
SR EN 1008
Apa de amestecare
SR EN 12620
Agregate pentru beton
SR EN 450
Cenuşă pentru beton
SR EN 13263
Silice ultrafină pentru beton
SR EN 15167
Zgură granulată de furnal
SR EN 13055
Agregate uşoare
SR EN 934-1 şi SR EN 934-2
Aditivi pentru beton
SR EN 14889
Fibre pentru beton
SR EN 12878
Pigmenţi
SR EN 12350
Încercări pe beton proaspăt
SR EN 12390
Încercări pe beton întărit
NP 137
SR EN 13791
Evaluarea rezistenţei betonului din structuri
SR EN 12504
Încercări pe beton din structuri

Varianta II

Figura 1. Relaţiile dintre standardul SR EN 13369, Normativul NE 013 şi standardele pentru proiectare şi execuție, standardele referitoare la materiale componente, standardele de încercări, normativele şi ghidurile naționale

1. Domeniu de aplicare

(1) Acest Normativ se aplică pentru fabricarea produselor prefabricate și execuția elementelor prefabricate din beton simplu, beton armat și beton precomprimat pentru clădiri şi construcţii inginereşti.

(2) Acest Normativ se aplică pentru următoarele tipuri de beton :

a) produs într-o fabrică de prefabricate;

b) produs în poligoane din șantiere, dacă procesul de fabricație este protejat împotriva condițiilor meteo nefavorabile și controlat conform prevederilor acestui Normativ ;

c) produs intr-o stație de betoane și livrat către o fabrica de prefabricate;

d) greu, uşor sau de densitate normală;

e) beton care are în componență agregate naturale, recuperate prin spalare / concasare și reciclate;

f) beton armat dispers cu fibre metalice și polimerice;

g) compactat sau autocompactant, în aşa fel încât cantitatea de aer oclus, alta decât din aerul antrenat, să fie neglijabilă;

(3) Prezentul Normativ specifică cerinţele pentru:

a) materialele componente ale betonului;

b) otel pentru beton armat și precomprimat precum și alte tipuri de piese metalice înglobate;

c) specificaţiile betonului și armăturilor:

- compoziția betonului;
- producerea betonului;
- proprietăţile betonului, metode de testare;
- proprietățile armăturilor pentru beton armat și precomprimat, metode de testare ;
- evaluarea și verificarea constanței performanțelor betonului ;
- punerea în operă a betonului.

d) specificaţiile elementului prefabricat :

- metode de tratare a betonului produselor și elementelor prefabricate;
- măsurarea caracteristicilor geometrice ale elementului prefabricat, toleranțe ;
- caracteristici particulare ale elementelor din beton precomprimat, valorile eforturilor unitare de pretensionare inițiale și de scurtă durată, rezistența betonului la transfer, valori maxime admise ale eforturilor de compresiune în beton, pierderi de tensiune ;
- caracteristicile elementului prefabricat, metode de testare;
- evaluarea și verificarea constanței performanțelor elementului sau produsului prefabricat.

e) documentația tehnică;

f) proceduri/ scheme de inspecții.

(4) Alte standarde române sau europene referitoare la produse, elemente prefabricate sau procese care intră în domeniul de aplicare al prezentului Normativ, pot necesita sau permite derogări în raport cu prezentul document.

(5) Acest Normativ nu se aplică pentru:

a) beton armat dispers cu fibre de sticlă;

b) beton cu agregate ușoare cu structura deschisă.

Redactarea II

(6)Acest Normativ nu conţine cerinţe referitoare la sănătate şi securitate, pentru protecţia operatorilor în timpul executării, manipulării, transportului și punerii în operă a produselor și elementelor prefabricate din beton.

2. Documente de referinţă

(1) Documentele de referinţă minim aplicabile cu caracter legislativ sunt prezentate în continuare:

- Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcţii, republicată, cu modificările și completările ulterioare;
- Hotărârea Guvernului nr. 668/2017 privind stabilirea condiţiilor pentru comercializarea produselor pentru construcţii;
- Hotărârea Guvernului nr. 750/2017 pentru modificarea anexei nr. 5 - Regulamentul privind agrementul tehnic pentru produse, procedee şi echipamente noi în construcţii - la Hotărârea Guvernului nr. 766/1997 pentru aprobarea unor regulamente privind calitatea în construcţii.

(2) Documentele prezentate în continuare sunt indispensabile pentru aplicarea acestui Normativ. Pentru referinţele datate, se aplică numai ediţia citată. Pentru referinţele nedatate, se aplică ultima ediţie a documentului la care se face referire (inclusiv erate şi amendamente), cu excepția standardelor armonizate, caz în care trebuie aplicată ediția citată în Jurnalul Oficial al Uniunii Europene (JOUE).

(3) Acest Normativ conţine trimiteri la referinţe datate sau nedatate și prevederi din alte publicaţii. Aceste referinţe sunt citate în locul corespunzător din text şi publicaţiile sunt enumerate mai jos.

(4) În cazul unei referinţe la un proiect de standard european, prevederile naționale pot fi aplicate până când acesta este disponibil în forma finală.

(5) Standardele naționale de referință sunt prezentate în continuare.

Nr. Crt.	Indicativ	Titlu
1.	SR EN 196-1	Metode de încercare ciment – Partea 1: Determinarea rezistenţei
2.	SR EN 196-2	Metode de încercări ale cimenturilor. Partea 2: Analiza chimică a cimentului
3.	SR EN 197-1	Ciment – Partea 1: Compoziţie, specificaţii şi criterii de conformitate ale cimenturilor uzuale
4.	SR EN 197-5	Ciment. Partea 5: Ciment Portland compozit CEM II/C-M și Ciment compozit CEM VI
5.	SR EN 197-6	Ciment. Partea 6: Ciment cu materiale de construcții reciclate
6.	SR EN 206+ A2:2021	Beton. Specificaţie, performanţă, producţie şi conformitate
7.	SR EN 450-1	Cenuşă zburătoare pentru beton. Partea 1: Definiţii, condiţii şi criterii de conformitate
8.	SR EN 933-1	Încercări pentru determinarea caracteristicilor geometrice ale agregatelor. Partea 1: Determinarea granulozităţii. Analiza granulometrică prin cernere
9.	SR EN 934-1	Aditivi pentru beton, mortar și pastă. Partea 1: Cerinţe comune
10.	SR EN 934-2	Aditivi pentru beton, mortar si pasta. Partea 2: Aditivi pentru beton. Definiţii, condiţii, conformitate, marcare şi etichetare
11.	SR EN 12878	Pigmenți pentru colorarea materialelor de construcție pe bază de ciment și/sau var – Specificații și metode de încercare.
12.	SR EN 1008	Apa de preparare pentru beton – Specificaţii pentru prelevare, încercare şi evaluare a aptitudinii de utilizare a apei, inclusiv a apelor recuperate din procese ale industriei de beton, ca apă de preparare pentru beton
13.	SR EN 1097-6	Încercări pentru determinarea caracteristicilor mecanice și fizice ale agregatelor Partea 6: Determinarea densității și a absorbției de apă a granulelor

Redactarea II

Nr. Crt.	Indicativ	Titlu
14.	SR EN 1262	Agenţi activi de suprafaţă. Determinarea valorii pH-ului soluţiilor sau dispersiilor.
15.	SR EN 1367-1	Încercări pentru determinarea caracteristicilor termice şi de alterabilitate ale agregatelor. Partea 1: Determinarea rezistenţei la îngheţ-dezgheţ
16.	SR EN 1367-2	Încercări pentru determinarea caracteristicilor termice şi de alterabilitate ale agregatelor. Partea 2: Încercarea cu sulfat de magneziu
17.	SR EN 1992-1-1:2004	Eurocod 2: Proiectarea structurilor de beton Partea 1-1: Reguli generale şi reguli pentru clădiri
18.	SR EN 1992-2:2006	Eurocod 2: Proiectarea structurilor de beton Partea 2: Poduri de beton. Proiectare şi prevederi constructive.
19.	SR EN 1992-1-1:2024	Eurocod 2: Proiectarea structurilor de beton Partea 1-1: Reguli generale și reguli pentru clădiri, poduri și structuri de inginerie civilă
20.	SR ISO 7150-1	Calitatea apei Determinarea conţinutului de amoniu. Partea 1: Metoda spectrometrică manuală
21.	SR EN ISO 7980	Calitatea apei. Determinarea conţinutului de calciu şi magneziu. Metoda prin spectrometrie de absorbţie atomică
22.	SR EN ISO 12696	Protecţia catodică a oţelului în beton
23.	SR EN 12350-1	Încercare pe beton proaspăt – Partea 1: Eşantionare şi aparatură uzuală
24.	SR EN 12350-2	Încercare pe beton proaspăt – Partea 2: Încercarea de tasare
25.	SR EN 12350-4	Încercare pe beton proaspăt. Partea 4: Grad de compactare
26.	SR EN 12350-5	Încercare pe beton proaspăt. Partea 5: Încercare cu masa de răspândire
27.	SR EN 12350-8	Încercare pe beton proaspăt. Partea 8: Beton autocompactant. Încercarea la răspândire din tasare
28.	SR EN 12350-9	Încercare pe beton proaspăt. Partea 9: Beton autocompactant. Încercare cu pâlnia V
29.	SR EN 12350-10	Încercare pe beton proaspăt. Partea 10: Beton autocompactant. Încercare cu cutia L
30.	SR EN 12350-11	Încercare pe beton proaspăt. Partea 11: Beton autocompactant. Încercare de segregare pe sită
31.	SR EN 12350-12	Încercare pe beton proaspăt. Partea 12: Beton autocompactant. Încercare cu inelul J
32.	SR EN 12390-1	Încercare pe beton întărit. Partea 1: Formă, dimensiuni şi alte cerinţe pentru epruvete şi tipare
33.	SR EN 12390-2	Încercare pe beton întărit. Partea 2: Pregătirea şi păstrarea epruvetelor pentru încercări de rezistenţă
34.	SR EN 12390-3	Încercare pe beton întărit. Partea 3: Rezistenţa la compresiune a epruvetelor
35.	SR EN 12390-5	Încercare pe beton întarit. Partea 5: Rezistenta la încovoiere a epruvetelor
36.	SR EN 12390-6	Încercare pe beton întarit. Partea 6: Rezistenta la întindere prin despicare a epruvetelor
37.	SR EN 12390-7	Încercare pe beton întărit. Partea 7: Densitatea betonului întărit
38.	SR EN 14651	Metode de încercare a betonului cu fibre metalice. Măsurarea rezistenţei la tracţiune prin încovoiere (limita de proporţionalitate (LOP), rezistenţa reziduală)
39.	SR EN 10080	Oţeluri pentru armarea betonului. Oţeluri sudabile pentru beton armat. Generalităţi
40.	SR EN ISO 17660-1	Sudare. Sudarea oţelului beton. Partea 1: Îmbinări sudate care transmit încărcări
41.	SR 438-1	Produse din oțel pentru armarea betonului Partea 1: Oțel beton laminat la cald. Mărci și condiții tehnice de calitate
42.	prEN 10138-1	Prestressing steels - Part 1: Wire
43.	prEN 10138-2	Prestressing steels - Part 2: Strand
44.	prEN 10138-3	Prestressing steels - Part 3: Bar

Reglementat

Nr. Crt.	Indicativ	Titlu
45.	SR CEN/TR 15739	Produse prefabricate din beton. Suprafețe din beton. Elemente de identificare
46.	SR EN 12504-1	Încercări pe beton în structuri. Partea 1: Carote. Prelevare, examinare şi încercări la compresiune
47.	SR EN 12504-2	Încercări pe beton în structuri. Partea 2: Încercări nedistructive. Determinarea indicelui de recul
48.	SR EN 12504-4	Încercări pe beton în structuri. Partea 4: Încercări nedistructive. Determinarea vitezei de propagare a ultrasunetelor
49.	SR EN 12620	Agregate pentru beton
50.	SR EN 13055	Agregate uşoare.
51.	SR EN 13263-1	Silice ultrafină pentru beton – Partea 1: Definiţii, condiţii şi criterii de conformitate
52.	SR EN 13369:2023	Reguli comune pentru produse prefabricate de beton
53.	SR 13536	Evaluarea agresivităţii apei, solului şi gazelor asupra betonului. Prelevarea şi analizarea eşantioanelor de apă şi sol.
54.	SR EN 13577	Atac chimic asupra betonului. Determinarea conţinutului de dioxid de carbon agresiv din apă
55.	SR EN 13670	Execuţia structurilor de beton.
56.	SR EN 13791	Evaluarea in-situ a rezistenţei la compresiune betonului din structuri şi din elemente prefabricate
57.	ASTM C 1074	Standard Practice for Estimating Concrete Strength by the Maturity Method
58.	SR EN 15167-1	Zgură granulată de furnal măcinată pentru utilizare în beton, mortar şi pastă. Partea 1: Definiţii, specificaţii şi criterii de conformitate
59.	SR ISO 16204	Durabilitate – Durata de viață proiectată a structurilor din beton
60.	CEN/TR 16563	Principles of the equivalent durability procedure

(6) Se utilizează cele mai recente ediții ale standardelor române de referință împreună, după caz, cu anexele naționale, amendamentele și eratele publicate de către organismul național de standardizare.

(7) Reglementările tehnice de referință sunt prezentate în continuare.

Nr. crt.	Reglementare tehnică
1.	Normativ pentru producerea şi executarea lucrărilor din beton, beton armat şi beton precomprimat. Partea 1: Producerea betonului, indicativ NE 012/1-2022, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării, lucrărilor publice și administrației nr. 30/2023, denumit în continuare în acest document normativ NE 012/1.
2.	Normativ pentru producerea şi executarea lucrărilor din beton, beton armat şi beton precomprimat. Partea 2: Executarea lucrărilor din beton, indicativ NE 012/2-2022, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării, lucrărilor publice și administrației nr. 28/2023, denumit în continuare în acest document normativ NE 012/2.
3.	Ghid informativ privind stabilirea compoziției betonului în funcție de nivelurile de performanță ale betonului, indicativ RTC 13-2024 aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării, lucrărilor publice și administrației nr. 2.748/2024, denumit în continuare în acest document Ghid RTC 13-2024.
4.	Normativ privind evaluarea in situ a rezistenţei betonului din construcţiile existente, indicativ NP 137-2014, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 2.395/2014, denumit în continuare în acest document normativ NP 137.
5.	Specificaţie tehnică privind produse din oţel utilizate ca armături: cerinţe şi criterii de performanţă, indicativ ST 009-2011, aprobată prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și turismului nr. 683/2012, denumită în continuare în acest document specificație tehnică ST 009
6.	Cod de proiectare seismică – partea I – Prevederi de proiectare pentru clădiri, indicativ P 100-1/2025
7.	Instrucţiuni tehnice pentru protecţia elementelor din beton armat şi beton precomprimat supraterane în medii agresive naturale şi industriale, indicativ C 170/1987

Finalized

8.	Normativ pentru protecţia anticorozivă a elementelor din beton ale suprastructurilor podurilor expuse factorilor climatici, noxelor şi acţiunii fondanţilor chimici utilizaţi pe timp de iarnă, indicativ CD 139/2022
9.	Normativ privind urmărirea comportării în exploatare a construcțiilor, indicativ P 130-2025

(8) Cercetarea prenormativă de referință utilizată în cadrul Normativului este: Beton autocompactant, elaborată de Institutul de Cercetări Pentru Echipamente și Tehnologii în Construcții în cadrul contractului nr. 435/2009, având ca beneficiar Ministerul Dezvoltării Regionale și Turismului.

(9) Reglementările tehnice de referință citate în acest Normativ se consultă împreună cu lista documentelor normative aflate în vigoare publicată de către autoritățile de reglementare de resort.

Redactarea II

3. Termeni, definiţii, simboluri şi abrevieri

3.1 General

3.1.1

element prefabricat din beton

element executat în fabrică sau pe șantier, pe baza unui proiect, din beton turnat și întărit într-un alt loc decât poziția finală a acestuia în structură

3.1.2

produs prefabricat din beton

produs executat din beton în conformitate cu un standard de produs printr-un proces industrial în cadrul unui sistem de control al producției în fabrică și protejat de condițiile meteorologice în timpul producției

3.1.3

acoperire, beton

distanța dintre suprafața unei bare de armătură sau a unei armături pretensionate (inclusiv agrafele, etrierii și armăturile de suprafață, dacă este cazul) și cea mai apropiată suprafață de beton

3.1.4

acoperire, minimă

valoarea minimă a acoperirii cu beton, prevăzută pentru a asigura (i) transmiterea în siguranță a forțelor de aderență, (ii) protecția oțelului împotriva coroziunii (durabilitate), (iii) rezistența corespunzătoare la foc

3.1.5

acoperire, nominală

valoarea specificată a acoperirii cu beton, definită ca fiind o acoperire minimă plus o toleranță în proiectare pentru abatere

3.1.6

familie de betoane

grup de compoziții ale betonului, pentru care a fost stabilită și documentată o relație de încredere între proprietățile relevante

3.1.7

oțel carbon

oțel sudabil nealiat pentru beton armat

3.1.8

ansamblu de pretensionare

- în tehnologia de realizare prin pretensionare, ansamblul de pretensionare este un element individual de armătură de pretensionare;

- în tehnologia de realizare prin post-tensionare, ansamblul de pretensionare este un ansamblu complet format din ancoraje, oțel pentru precomprimare (toron, sârmă, bară) și teacă cu strat protector pentru aplicațiile in sistemul cu armături neaderente sau teci injectate pentru aplicațiile în sistemul cu armături aderente

Redactarea II

3.1.9

armătură

ansamblu de bare și/sau ansambluri de pretensionare, preîntinse (armătură pentru precomprimarea betonului) sau nu (armătură pasivă), înglobate în elementele din beton, care, dacă nu se specifică altfel, sunt realizate din oțel aderent la beton

3.1.10

armătură profilată

armătură cu cel puțin două rânduri de nervuri, care sunt distribuite uniform pe întreaga lungime

3.1.11

armătură amprentată

armătură cu cel puțin două rânduri de amprente, care sunt distribuite uniform pe întreaga lungime

3.1.12

armătură pasivă

armătură care nu este pretensionată, în cazul în care, dacă nu se specifică altfel, este realizată din armătură obișnuită

3.1.13

pretensionare

proces prin care ansamblurile de pretensionare sunt solicitate înainte și rămân solicitate în timpul înglobării acestora în betonul turnat

3.1.14

armătură pretensionată (armatura pentru precomprimarea betonului)

armătură realizată din toroane, sârme sau bare supuse unui proces de preîntindere, realizată din oțel pentru precomprimare

3.1.15

beton

material format prin amestecarea cimentului, nisipului, pietrișului apei și a aditivilor, care poate conține adaosuri și/sau fibre, ale cărui proprietăți se dezvoltă prin hidratarea cimentului

3.1.16

conținut de apă eficace

diferența dintre cantitatea totală de apă conținută în betonul proaspăt și cantitatea de apă absorbită de agregate

3.1.17

aer antrenat

bule de aer microscopice, încorporate intenționat în beton în timpul amestecării agenților tensioactivi; bulele sunt practic sferice iar diametrul lor este cuprins, în general, între 10 µm și 300 µm

3.1.18

aer oclus

goluri de aer în beton, care nu sunt produse intenționat

Redactarea II

3.1.19

beton proaspăt

beton complet amestecat și aflat încă într-un stadiu care îi permite compactarea prin metoda aleasă

3.1.20

abilitate de trecere

aptitudinea betonului proaspăt de a curge prin zone strâmte, inclusiv prin spațiile dintre barele de armătură, fără segregare sau blocare

3.1.21

rezistența la segregare

capacitatea betonului proaspăt de a păstra o compoziție omogenă

3.1.22

răspândire din tasare

diametrul mediu de răspândire a betonului proaspăt obținut cu un con standardizat

3.1.23

raport apă/ciment

raport de masă dintre conținutul de apă eficace și cantitatea de ciment din betonul proaspăt

3.1.24

beton întărit

beton în stare solidă și care a dobândit o rezistență semnificativă

3.1.25

beton ușor

beton a cărui densitate, după uscarea în etuvă, este egală sau mai mare de 800 kg/m^3, dar mai mică sau egală cu 2 000 kg/m^3

3.1.26

beton greu

beton a cărui densitate, după uscarea în etuvă, este mai mare de 2 600 kg/m^3

3.1.27

beton cu densitate normală

beton a cărui densitate, după uscarea în etuvă, este mai mare de 2 000 kg/m^3, dar mai mică sau egală cu 2 600 kg/m^3

3.1.28

beton autocompactant

beton care poate să curgă și să se compacteze sub propria greutate, capabil să umple cofrajul cu armătura, canalele, tecile, menținându-și omogenitatea

3.1.29

pulberi (părți fine)

Material cu dimensiunea particulei sub 0,125 mm.

Notă: Acesta include cimentul și fracția granulară sub 0,125 mm de adaos (filer) și de nisip.

Redactarea II

3.1.30

pasta

Partea din beton care include pulberea, apa, aditivul și aerul.

3.1.31

beton armat cu fibre de oțel (SFRC)

beton la care fibrele de oțel sunt incluse în matricea betonului pentru a obține rezistența reziduală după fisurare

3.1.32

clasă de rezistență reziduală beton armat cu fibre de oțel (SC)

clasificare care definește răspunsul unui SFRC dincolo de deformația specifică de fisurare a betonului. Această clasă definește rezistența betonului SFRC fără bare de armătură suplimentare sau pretensionare suplimentară

3.1.33

clasă de ductilitate beton armat cu fibre de oțel

clasificare definită de raportul dintre rezistențele reziduale la încovoiere la $CMOD_1$ și $CMOD_3$

3.1.34

agregat

material mineral granular natural, artificial, recuperat sau reciclat, apt să fie utilizat în beton

3.1.35

agregat recuperat prin concasare

agregat care nu a fost folosit înainte în construcții, obținut prin concasarea betonului întărit

3.1.36

agregat reciclat

agregat rezultat din prelucrarea materialului anorganic folosit anterior în construcții

3.1.37

adaos

material mineral fin divizat, utilizat în beton pentru îmbunătățirea anumitor proprietăți sau pentru a-i conferi proprietăți speciale

3.1.38

aditiv

produs adăugat în beton în timpul procesului de amestecare, în cantități mici în raport cu masa cimentului, pentru modificarea proprietăților betonului proaspăt sau întărit. În cadrul încercărilor inițiale, efectuate conform Anexei A din SR EN 206+A2:2021, se pot face teste privind verificarea performanței utilizării unui anumit tip de aditiv în beton, conform SR EN 934-2. Verificarea compatibilității în cadrul unei compoziții de beton se face doar în cazul utilizării a doi sau mai mulți aditivi

3.1.39

Redactarea II

ciment

material mineral fin măcinat care, prin amestecare cu apa, formează o pastă, care face priză și se întărește prin efectul reacțiilor și proceselor de hidratare și care, după întărire, își păstrează rezistența chiar și sub apă

3.1.40

fibre polimerice

elemente drepte sau deformate din material extrudat, orientat și tăiat, care sunt corespunzătoare pentru a fi amestecate în mod omogen în beton

3.1.41

fibre de oțel

elemente drepte sau deformate, care provin din sârme de oțel trase la rece, table tăiate drepte sau deformate, fibre extrase din topitură, fibre trase la rece și fibre laminate din blocuri de oțel, care pot fi amestecate în mod omogen în beton

3.1.42

contracție, la uscare

contracția, suplimentară față de contracția de bază, care apare în beton atunci când există un transfer de umiditate cu mediul înconjurător

3.1.43

curgere lentă, la uscare

curgere lentă, suplimentar față de curgerea lentă de bază, care apare în beton atunci când există un transfer de umiditate cu mediul înconjurător; curgerea lentă totală este suma curgerii lente de bază și a curgerii lente la uscare

3.1.44

produs tip

ansamblu de niveluri sau clase de performanță reprezentative pentru un produs de construcții, corespunzător caracteristicilor sale, fabricat conform unui proces de fabricație specific, utilizând o combinație dată de materii prime sau de alte elemente

3.1.45

specificație a betonului

cumulare finală a cerințelor tehnice documentate, din punct de vedere al performanței sau al compoziției

3.2 Dimensiuni

3.2.1

dimensiuni principale

Lungime, lățime, adâncime sau grosime

3.2.2

dimensiuni nominale

dimensiunea declarată în documentația tehnică și vizată la fabricație

3.3 Toleranțe

3.3.1

Redactarea II

toleranţă
suma valorilor absolute ale abaterii admise superioare și inferioare

Redactarea II

3.3.2

abatere

diferența dintre o dimensiune reală masurată și dimensiunea nominală corespunzătoare

3.4 Durabilitate

3.4.1

durabilitate

capacitatea unui element sau produs prefabricat din beton de a satisface, cu întreținerea anticipată, performanța de proiectare, cerinţele pe parcursul duratei de viață proiectată sub influenţa acţiunilor de mediu aşteptate

3.4.2

durata de viață proiectată

perioadă presupusă pentru care o structură sau o parte a acesteia urmează să fie utilizată în scopul propus, cu întreținere anticipată dar fără a fi necesare reparații majore

3.4.3

clase de rezistență la expunere ERC

clase pentru definirea rezistenței betonului împotriva coroziunii induse de carbonatare (XRC) sau cloruri (XRDS) și deteriorării cauzate de atacul îngheț/dezgheț (XRF)

3.4.4

acțiuni datorate mediului înconjurător

acțiuni fizice și chimice la care este supus betonul, care produc efecte asupra betonului, armăturilor sau pieselor metalice înglobate, și care nu sunt considerate încărcări pentru proiectarea structurală, în această categorie pot intra și acțiunile mediului care produc coroziuni electrochimice asupra armăturilor sau pieselor metalice înglobate respectiv biogene asupra betonului

3.4.5

condiţiile de mediu din unitatea de producție

condiţii higrotermice din fabrică care au ca rezultat efecte asupra procesului de întărire a betonului

3.5 Proprietăți mecanice

3.5.1

rezistența potențială

rezistența la compresiune a betonului obtinută din încercări pe probe cubice sau cilindrice turnate și tratate în condiţii de laborator în conformitate cu SR EN 12390-2

3.5.2

metoda maturității

metoda care poate fi aplicată pentru estimarea rezistenței betonului, și care se bazează pe ipoteza că betoanele având aceleași materiale componente și aceeași compoziție, ating rezistențe egale la valori egale ale indicelui/ factorului de maturitate

3.5.3

Redactarea II

relația rezistență-maturitate
relația empirică dintre rezistența betonului și indicele / factorul de maturitate, obținută în laborator prin calibrarea unei rețete utilizate la realizarea elementelor din beton, beton armat sau beton precomprimat.

3.5.4
rezistența structurală

- rezistența structurală directă, rezistența la compresiune a betonului obtinută din încercările pe epruvete (carote sau prisme tăiate) prelevate din produsul prefabricat din beton,

- rezistența structurală indirectă, rezistența la compresiune a betonului obținută din încercări pe epruvete turnate și menținute în aceleași condiții de mediu ca și produsul prefabricat

3.5.5
rezistență caracteristică
valoare a rezistenței sub care se așteaptă să se situeze maximum 5 % din rezultatele tuturor determinărilor de rezistență posibile, efectuate pentru volumul de beton considerat

3.5.6
clasă de rezistență la compresiune (C)
clasificare cuprinzând tipul de beton (greu, ușor și cu densitate normală), reprezentând rezistența caracteristică minimă pe cilindri (150 mm diametru, 300 mm înălțime) și rezistența caracteristică minimă pe cuburi (cu latura de 150 mm)

3.5.7
evaluarea conformității
examinarea sistematică a gradului de satisfacere de către un produs a cerințelor specificate

3.5.8
încercare de identificare
încercare pentru a determina dacă amestecurile sau șarjele specifice aparțin unei populații conforme

3.5.9
încercare inițială
încercare (încercări) de verificare, înainte de începerea producției, a modului în care un beton nou sau o familie nouă de betoane trebuie să fie formulat (formulată) pentru a satisface toate cerințele specificate, în stare proaspătă precum și în stare întărită

3.5.10
verificare
confirmare prin examinare de dovezi obiective a satisfacerii cerințelor specificate

3.5.11
urmărire curentă
activitate de urmărire a comportării construcțiilor care constă în observarea și înregistrarea unor aspecte, fenomene și parametri ce pot semnala modificări ale capacității construcției de a îndeplini cerințele fundamentale aplicabile, stabilite prin proiecte, în conformitate cu P130/2025.

Redactarea II

3.5.12

urmărire specială

activitate de urmărire a comportării construcțiilor care constă în măsurarea, înregistrarea, prelucrarea și interpretarea sistematică a valorilor parametrilor ce definesc măsura în care construcțiile își menține cerințele fundamentale stabilite prin proiecte, în conformitate cu P130/2025.

3.6 Simboluri și abrevieri

X0	Clasă de expunere pentru lipsa riscului de coroziune sau atac
De la XC1 până la XC4	Clasă de expunere pentru riscul de coroziune prin carbonatare
De la XD1 până la XD3	Clase de expunere pentru riscul de coroziune prin cloruri, altele decât cele din apa de mare
De la XS1 până la XS3	Clase de expunere pentru riscul la coroziune prin cloruri din apa de mare
De la XF1 până la XF4	Clase de expunere pentru riscul de atac prin îngheț-dezgheț
De la XA1 până la XA3	Clase de expunere pentru riscul de atac chimic
De la S1 până la S5	Clase de consistență exprimate prin tasare
De la C0 până la C4	Clase de consistență exprimate prin gradul de compactare
De la F1 până la F6	Clase de consistență exprimate prin diametrul răspândirii
De la SF1 până la SF3	Clase de consistență exprimate prin răspândirea din tasare
VS1, VS2	Clase de vâscozitate aparentă pentru încercarea t_{500}
VF1, VF2	Clase de vâscozitate aparentă pentru încercarea t_v (curgere prin pâlnia în V)
t_{500}	Timpul de curgere, în secunde, pentru a atinge o răspândire de 500 mm printr-un test de rapandire din tasare-
t_v	Timpul de curgere, în secunde, pentru încercarea cu pâlnia în V
PL1, PL2	Clase de abilitate de trecere pentru încercarea cu cutia L
PJ1, PJ2	Clase de abilitate la trecere prin încercarea de curgere cu inelul J
SR1, SR2	Clase de rezistență la segregare
C.../...	Clase de rezistență la compresiune pentru betoanele cu densitate normală și grele
LC.../...	Clase de rezistență la compresiune pentru betoanele ușoare
SC...	Clase de rezistență și ductilitate pentru betonul armat dispers cu fibre din otel
SCC	Beton autocompactant
SFRC	Beton armat dispers cu fibre de oțel
f_{ck}	Rezistența caracteristică la compresiune a betonului

Redactarea II

	Notă: Atunci când acest simbol este utilizat în acest standard, acesta se aplică atât $f_{ck,cyl}$, cât și $f_{ck,cube}$.
$f_{ck,cyl}$	Rezistența caracteristică la compresiune a betonului, determinată prin încercări pe epruvete cilindrice
$f_{ck,cube}$	Rezistența caracteristică la compresiune a betonului, determinată prin încercări pe epruvete cubice
f_{cm}	Rezistența medie la compresiune a betonului NOTĂ: Atunci când acest simbol este utilizat, acesta se aplică atât la $f_{cm,cyl}$, cât și la $f_{cm,cube}$.
f_{ci}	Rezultat al încercării individuale de rezistență la compresiune a betonului
Cl, ...	Clasă de cloruri
De la D1,0 până la D2,0	Clasă de densitate pentru betonul ușor
D	Dimensiune superioară pentru sita unui agregat de clasă definită d / D NOTĂ: SR EN 12620 permite ca un procent definit din masa de agregate să fie mai mare ca ”D”.
D_{inf}	Cea mai mică valoare a lui D pentru agregatele cu dimensiunea cea mai mare în beton, permisă prin specificația betonului
D_{sup}	Cea mai mare valoare a lui D pentru agregatele cu dimensiunea cea mai mare în beton, permisă prin specificația betonului
D_{max}	Valoare declarată a lui D pentru agregatele cu dimensiunea cea mai mare utilizată efectiv în beton
CEM...	Tip de ciment conform SR EN 197-1, SR EN 197-5 sau SR EN 197-6
σ	Estimarea abaterii standard a unei populații
s_n	Abaterea standard a n rezultate consecutive ale încercărilor
n	Număr
A_{ef}/C	Raportul maxim apă eficace/ciment
D_{cim}	Dozajul minim de ciment (kg/dm^3)
ρ_c	Densitatea cimentului (kg/dm^3)
ρ_{ag}	Densitatea aparentă a agregatelor (kg/m^3)
P	Procentul de aer antrenat şi oclus (dm^3/m^3)
Ag	Cantitatea de agregate în stare uscată (kg)
$\sigma_{p,max}$	Efort unitar maxim de întindere aplicat armăturii
$\sigma_{p,m}(x,0)$	Efort unitar maxim după transferul pretensionării spre ancoraj
f_{pk}	Valoare caracteristică a rezistenței la întindere a oțelului pentru precomprimare
$f_{0.1k}$	Valoarea caracteristică a limitei de curgere convenționale la 0,1 % a oțelulului pentru precomprimare
$f_{cm}(t)$	Valoare medie a rezistenței la compresiune a betonului la vârsta t NOTĂ: Atunci când acest simbol este utilizat, acesta se aplică atât la $f_{cm}(t)_{,cyl}$, cât și la $f_{cm}(t)_{,cube}$.
$f_{cm,p}$	Rezistență minimă la compresiune a betonului la transferul forței de pretensionare

Redactare II

$\Delta\sigma_{p,i}(x)$	Pierderile instantanee de tensiune
$\Delta\sigma_{p,\mu}(x)$	Pierderi de tensiune datorate frecării dintre oțelul pentru precomprimare și teacă sau dispozitivele de deviere
$\Delta\sigma_{pr}$	Pierderi datorate relaxării armăturii de precomprimare pe perioada dintre tensionarea armăturilor și precomprimarea betonului
η	Coeficient in valoare de 0,85 care reprezinta raportul intre rezistența structurală și rezistența potențială
$c_{min,dur}$	Acoperire minimă cu beton *c* pentru a îndeplini cerințele de durabilitate
ERC	Clase de rezistență la expunere
XRC	Clase ce caracterizează rezistența împotriva coroziunii induse de carbonatare
XRDS	Clase ce caracterizează rezistența împotriva coroziunii induse de pătrunderea clorurilor
XRF	Clase ce caracterizează rezistența la actiunea de inghet-dezghet
$\Delta_{cmin,30}$	Reducere a acoperirii minime pentru structuri cu durata de viață proiectată de 30 ani
$\Delta_{cmin,exc}$	Reducere a acoperirii minime pentru o compactare superioară sau tratare
$\Delta_{cmin,p}$	Acoperire minimă suplimentară pentru ansambluri de pretensionare
f_p	Rezistență reală la întindere a oțelului pentru precomprimare
f_{pd}	Valoare de proiectare a limitei de curgere a oțelului pentru precomprimare
f_{pk}	Valoare caracteristică a rezistenței la întindere a oțelului pentru precomprimare
f_y	Limită de curgere a armăturii
f_{yd}	Valoare de proiectare a limitei de curgere a armăturii
f_{yk}	Valoare caracteristică a limitei de curgere a armăturii sau, în cazul în care fenomenul de curgere nu este prezent, valoarea caracteristică a limitei de curgere convențională la 0,2 %
f_t	Rezistență la întindere a armăturii
$E_{c,eff}$	Valoare efectivă a modulului de elasticitate al betonului, care ține cont de deformațiile datorate curgerii lente
E_{cm}	Modulul secant de elasticitate al betonului
$E_{c,28}$	Modulul secant de elasticitate al betonului la vârsta de 28 de zile
E_p	Valoare de proiectare a modulului de elasticitate al oțelului pentru precomprimare
ε_{ud}	Deformație de proiectare a oțelului pentru armare și pentru precomprimare la încărcarea maximă
ε_{uk}	Deformație caracteristică a oțelului pentru armare și pentru precomprimare la încărcarea maximă
ε_{yd}	Valoare de proiectare a deformației la limita de curgere a armăturii
$CMOD_1$	= 0,5 mm este deschiderea fisurii (CMOD) pentru care este determinată valoarea caracteristică a rezistenței reziduale la încovoiere, $f_{R,1k}$ (definită în SR EN 14651).
$CMOD_3$	= 2,5 mm este deschiderea fisurii (CMOD) pentru care este determinată valoarea caracteristică a rezistenței reziduale la

Rectorat II

	încovoiere, $f_{R,3k}$ (definită în SR EN 14651).
$f_{R,1k}$	Valoare caracteristică a rezistenței reziduale la încovoiere la $CMOD_1$ = 0,5 mm reprezentând clasa de rezistență reziduală
$f_{R,3k}$	Valoare caracteristică a rezistenței reziduale la încovoiere la $CMOD_3$ = 2,5 mm reprezentând clasa de performanță
$\mathbf{M_{NS}}$	Indicele/factorul de maturitate, calculat utilizând funcția de maturitate NURSE SAUL
$\mathbf{M_A}$	Indicele/factorul de maturitate, calculat utilizând funcția de maturitate ARRHENIUS
Δt	Interval de timp, în zile sau ore
$T_{a,n}$	Temperatura medie a betonului în intervalul de timp Δt, în °C (în cazul aplicării funcției de maturitate NURSE - SAUL)
T_o	Temperatura de referință, în °C (în cazul aplicării funcției de maturitate NURSE - SAUL)
t_e	Vârsta echivalentă la temperatura de referință, în zile sau ore considerându-se dezvoltarea rezistenței ca funcție ARRHENIUS de maturitate exponențială de temperatură
Q	Raportul dintre energia de activare E si constanta universală R a gazelor egală cu 8.314 J/mol-K, în Kelvin
$T_{a,a}$	Temperatura medie a betonului în intervalul de timp Δt, în Kelvin (în cazul aplicării funcției de maturitate ARRHENIUS)
T_s	Temperatura de referință, în Kelvin (în cazul aplicării funcției de maturitate ARRHENIUS);
s_c	Abaterea standard reziduală care este o măsură a răspândirii rezistențelor obținute pe carote în jurul curbei de regresie
s_e	Abaterea standard a tuturor valorilor rezistențelor care este o măsură a răspândirii rezistenței carotelor în jurul valorii medii
n	Numărul de perechi de rezultate utilizat pentru stabilirea curbei de calibrare
m	Numărul de valori al rezistențelor estimate
s	Abaterea standard
n_{eff}	Numărul efectiv de grade de libertate asociat cu abaterea standard s
$f_{c,m(m)is}$	Rezistența medie la compresiune in-situ a elementului
$f_{c,is,reg}$	Valoarea obținută prin aplicarea unei încercări indirecte trasformată în rezistența la compresiune echivalentă in-situ a elementului folosind o ecuație de regresie
$f_{ck,is}$	Rezistența caracteristică la compresiune in-situ a elementului
k_n	Factor de cuantilă caracteristică
$f_{c,is,lowest}$	Cea mai mică valoare a rezistenței la compresiune in-situ a elementului
M	Marja

4. Specificații privind producerea elementelor și produselor prefabricate

4.1 Materiale componente

4.1.1 Generalităţi

Redactia II

(1)În betonul produs în conformitate cu acest Normativ se utilizează numai materiale componente cu aptitudinea de utilizare stabilită pentru cerinţele specificate care respectă normativele, standardele în vigoare sau agremente tehnice naționale sau europene, acolo unde este cazul.

(2)Când nu există standarde europene pentru un material care se utilizează în beton, în conformitate cu acest Normativ, sau când un standard european existent nu tratează un astfel de material, aptitudinea de utilizare poate fi stabilită prin:

a) evaluare tehnică europeană care se referă, în special, la utilizarea materialului component în beton, în conformitate cu standardul SR EN 206+A2:2021;
b) agrement tehnic în construcții, referitor la utilizarea materialului component în beton, în conformitate cu prezentul Normativ și/sau standarde europene relevante;

Notă: Agrementele tehnice vor fi elaborate numai pe baza unor rezultate ale cercetărilor experimentale, efectuate în laboratoare independente autorizate/acreditate.

c) în cazul cimenturilor se vor avea în vedere prevederile punctului 4.1.2 al prezentului Normativ.

(3)Materialele componente nu vor conţine substanţe nocive în cantităţi care pot avea un efect dăunător asupra durabilităţii betonului sau provoacă coroziunea armăturilor și trebuie să fie potrivite pentru utilizarea preconizată – prepararea betonului.

Nota 1: Atunci când aptitudinea de utilizare a unui material component a fost stabilită, aceasta nu semnifică faptul că poate fi utilizat în toate aplicaţiile prevăzute şi pentru toate compoziţiile de beton.

Nota 2: Agrementele tehnice în construcții și Evaluările tehnice europene pentru materialele componente sau procedee stabilesc aptitudinea generală de utilizare și nu trebuie să conțină prevederi în contradicție cu prevederile prezentului Normativ. Pentru stabilirea unei aptitudini de utilizare particulare este necesar să se evalueze „procedeul”/materialul component în raport cu regulile privind asigurarea durabilităţii în conformitate cu acest Normativ, Eurocodul 2 (SR EN 1992-1-1:2024) și anexa națională, NE 012/1, RTC-13 și NE 012/2.

4.1.2 Ciment

(1)Cimenturile folosite la prepararea betonului utilizat la elemente prefabricate și/sau produse prefabricate din beton trebuie să îndeplinească cerințele din standardul de referință SR EN 197-1 aplicabil sau din standardele europene aplicabile, SR EN 197-5, SR EN 197-6.–

(2) Aptitudinea de utilizare în elemente și produse prefabricate pentru betonul uzual fabricat cu cimenturi în conformitate cu standarde europene nearmonizate (de ex. SR EN 197-5, SR EN 197-6) poate fi stabilită după acceptarea acestor standarde ca standarde de referință și definirea regulilor de proiectare, respectiv utilizare, din SR EN 1992-1-1:2024 și anexa națională, SR EN 13369 și prezentul Normativ, SR EN 13670 și NE 012/1, cu includerea rezultatelor experimentale conform Anexei J din NE 012/1.

Notă: Pentru toate cimenturile pentru care nu există experienţă de utilizare în betoane în ţară, utilizarea acestora se va face numai pe baza unor rezultate ale cercetărilor experimentale, efectuate în laboratoare independente, autorizate/acreditate și cu experienta în aplicarea metodelor de durabilitate prin care să se demonstreze comportarea corespunzătoare a betoanelor la diferite tipuri de solicitări fizico-mecanice şi de mediu, în conformitate cu Anexa normativă J din NE 012/1.

(3) În betoane precomprimate este interzisă utilizarea amestecurilor a două sau mai multor tipuri de ciment sau a cimenturilor de la mai mulți producători într-un același element.

(4) Atunci când se folosesc mai mulți aditivi, compatibilitatea acestora se verifică prin încercări iniţiale, conform Anexei A din SR EN 206+A2:2021.

4.1.3. Agregate

Proiect

(1) Agregatele naturale cu densitate normală, agregatele grele, precum și zgura de furnal răcită în aer, vor fi conforme cu prevederile SR EN 12620 și respectiv cu prevederile SR EN 13055 pentru agregate usoare;

(2) Agregatele recuperate prin concasare și agregatele reciclate pentru a fi utilizate in beton, amestecate cu agregate naturale, nu trebuie să modifice evoluția prizei și întăririi betonului și nici să diminueze durabilitatea elementului sau produsului prefabricat din beton.

(3) Cerințele pentru utilizarea în beton a agregatelor recuperate prin concasare și a agregatelor reciclate se consideră în conformitate cu punctul 4.1.2.2 din SR EN 13369, cu SR EN 206+A2:2021, Anexa E pentru agregatele reciclate având dimensiunea granulei, d ≥ 4 mm și respectiv cu Anexa N din SR EN 1992-1-1:2024.

4.1.4 Apa de amestecare

(1) Apa de amestecare va respecta prevederile și cerințele din SR EN 1008.

4.1.5 Aditivi

(1) Aditivii vor respecta prevederile și cerințele standardului SR EN 934-2.
(2) Aditivii care nu sunt menționați în SR EN 934-2 trebuie să fie conform cerințelor generale din SR EN 934-1 și a prevederilor agrementelor tehnice în vigoare.

Notă: SR EN 934-1 prezintă cerințele generale corespunzătoare în Tabelul 1, art. 5 și art. 6.

4.1.6 Adaosuri (inclusiv filere minerale și pigmenți)

(1) Aptitudinea generală de utilizare ca adaos de tip I este stabilită pentru:
a. filere, în conformitate cu SR EN 12620 sau SR EN 13055 ;
b. pigmenți, în conformitate cu SR EN 12878; pentru betonul armat, numai pigmenții din categoria B sunt apți pentru utilizare.

(2) Aptitudinea generală de utilizare ca adaosuri de tip II este stabilită pentru:
a. cenușă zburătoare, în conformitate cu SR EN 450-1;
b. silicea ultrafină, în conformitate cu SR EN 13263-1;
c. zgura granulată de furnal măcinată, în conformitate cu SR EN 15167-1.

(3) Aptitudinea de utilizare in elemente prefabricate, pentru adaosurile de tip II, trebuie stabilită pe baza rezultatelor experimentale conform Anexei J din NE 012/1.

Notă: Utilizarea acestora se va face numai pe baza unor rezultate ale cercetărilor experimentale, efectuate în laboratoare independente, autorizate/acreditate cu experiență in aplicarea metodelor de durabilitate, prin care să se demonstreze comportarea corespunzătoare a betoanelor la diferite tipuri de solicitări fizico-mecanice şi de mediu, în conformitate cu Anexa normativă J din NE 012/1.

4.1.7 Fibre

(1) Aptitudinea generală de utilizare este stabilită pentru:
a. fibrele din oțel, în conformitate cu SR EN 14889-1;
b. fibrele din polimeri, în conformitate cu SR EN 14889-2.

4.1.8 Armături pentru beton armat

(1) Caracteristicile armăturilor pentru beton armat (bare profilate și amprentate, inclusiv bare derulate, carcase și plase sudate, grinzi cu zăbrele), inclusiv a celor inoxidabile sunt specificate în SR EN 1992-1-1:2024 art. 5.2 și Anexa C a standardului și vor fi determinate în conformitate cu SR EN 10080;

Rețeaua II

(2) Se vor avea în vedere, acolo unde se impun, și prevederile reglementărilor naționale SR 438-1, ST 009 și P100-1 sau ale unor agremente tehnice naționale sau europene.

(3) Armăturile pentru execuția produselor și elementelor prefabricate din beton armat trebuie să satisfacă cerințele prezentate în Anexa (normativă) A a prezentului Normativ.

(4) Barele derulate trebuie verificate în ceea ce privește proprietățile de rezistență și ductilitate pentru a asigura o încredere suficientă în proprietățile armăturii după derulare, în conformitate cu reglementările naționale în vigoare, cerințe suplimentare pot fi necesare în ceea ce privește îndeplinirea performanțelor legate de coeficientul de profil f_R (inclusiv efectuarea unor teste specifice de determinare a aderenței beton armătură) și de rezistența la oboseală, acolo unde se impun.

(5) Nu este indicată utilizarea armăturilor derulate de diametru mai mare de 20 mm.

4.1.9 Armături preîntinse (armături pentru precomprimarea betonului)

(1) Caracteristicile armăturilor preîntinse (toroane, sârme sau bare) sunt specificate în SR EN 1992-1-1: 2024 art. 5.3 și Anexa C a standardului și vor fi determinate în conformitate cu EN 10138-1, EN 10138-2 și EN 10138-3.

(2) Se vor avea în vedere si prevederile ST 009 sau ale unor agremente tehnice nationale sau europene in vigoare.

(3) Armăturile pentru execuția produselor și elementelor prefabricate din beton precomprimat trebuie să satisfacă cerințele prezentate în Anexa A (normativă) a prezentului Normativ.

4.1.10 Inserții și conectori

(1) Cerinţele de bază pentru inserții și conectori sunt cele prevăzute la art. 4.1.5 din SR 13369.

4.2 Producerea betonului

4.2.1 Cerinţe de bază pentru compoziţia betonului

(1) Cerinţele de bază pentru compoziția betonului sunt cele prevăzute in RTC 13, precum și la art. 5.2 din SR EN 206+A2:2021 şi anume alegerea cimentului – art. 5.2.2, utilizarea agregatelor – art. 5.2.3, utilizarea apelor recuperate – art. 5.2.4, utilizarea adaosurilor – art. 5.2.5, utilizarea aditivilor – art. 5.2.6, utilizarea fibrelor – art. 5.2.7, conținutul de cloruri - art. 5.2.8., avându-se în vedere și condițiile suplimentare precizate în acest Normativ.

(2) Atunci când betonul este specificat de către producător (beton cu proprietăți specificate), cerințele de bază (SR EN 206+A2:2021, art. 6.2.2) sunt date în documentația de proiectare, iar specificațiile suplimentare (SR EN 206+A2:2021, art. 6.2.3) sunt incluse numai când este relevant.

(3)Compoziţia betonului şi materialele componente pentru betonul cu proprietăţi specificate sau cu compoziţia prescrisă sunt alese astfel încât să satisfacă cerinţele specificate pentru betonul proaspăt, (inclusiv consistenţa sau alte proprietăți particulare în cazul betonului autocompactant) şi întărit, densitatea, rezistenţa, durabilitatea, protecţia contra coroziunii a armăturilor și pieselor din oţel înglobate, și în cazuri particulare, în special pentru betonul precomprimat, modulul de deformație, contracția, curgerea lentă ţinând seama de procedeele de producţie şi metoda prin care se intenţionează să se execute elementele sau produsele prefabricate din beton.

Redactare I

(4)Producătorul de beton selecţionează tipurile şi clasele de materiale componente dintre cele a căror aptitudine de utilizare este stabilită pentru condiţiile de mediu specifice.

(5)Compoziţia betonului se stabilește astfel încât să fie asigurată o densitate maximă a scheletului mineral şi să reducă la minimum fenomenele de segregare şi de separare a apei din betonul proaspăt.

(6)În cazul betonului cu proprietăţi specificate, valorile limită se specifică în termeni de valori minime sau maxime, iar în cazul betonului cu compoziţia prescrisă, aceasta se specifică prin valori ţintă.

Nota 1: Proprietăţile cerute ale betonului pentru utilizarea într-un element prefabricat, nu sunt atinse decât respectând reglementările tehnice şi procedurile de punere în operă ale betonului. De asemenea, suplimentar faţă de condiţiile prevăzute în acest Normativ este necesar ca, înainte de a elabora specificaţia betonului să fie luate în considerare cerinţele specifice referitoare la proiectare, la punerea în operă, compactare, la tratarea iniţială şi ulterioară (a se vedea art. 4.2.1.2, 4.2.1.3 și 4.2.1.4 din SR EN 13369). Aceste cerinţe sunt adesea independente. Dacă toate aceste cerinţe sunt satisfăcute, diferenţele dintre calitatea betonului din elementul prefabricat şi cea a epruvetelor standardizate de încercat, sunt luate în considerare prin coeficientul parţial de siguranţă al materialului definit pentru stările limită ultime (a se vedea SR EN 1992-1-1: 2024).

Nota 2: Prepararea betonului în unităţile de prefabricate se va face în staţii de beton având controlul producției certificat conform NE012/1. Verificarea calității betonului se face printr-un laborator autorizat de Inspectoratul de Stat în Construcții.

Redactare finală

4.2.1.1 Alegerea cimentului

(1) Cimentul se va alege dintre cele a căror aptitudine de utilizare este stabilită, luând în considerare, în principal:

a) tipul elementului prefabricat, din beton simplu, armat sau precomprimat;
b) utilizarea finală a betonului;
c) condiţiile de tratare (de exemplu, tratarea termică);
d) agresiunile mediului înconjurător la care este expusă structura, încadrarea într-o clasă/combinație de clase de expunere (a se vedea Anexele B și D ale prezentului Normativ) cu luarea în considerare și a riscurilor de coroziune electrochimică a armăturilor, respectiv de coroziune biogenă a betonului, acolo unde este cazul;
e) reactivitatea potenţială a agregatelor faţă de alcaliile din materialele componente.

(2) Alegerea cimentului în funcție de tipul de prefabricat, se va face în conformitate cu Tabelul 4.1, pe baza prevederilor standardului de produs, respectiv ale proiectului având în vedere specificațiile Anexei D:

Tabelul 4.1. Alegerea cimentului pentru produse și elemente prefabricate

Produse prefabricate (având la bază un standard de produs)		Condiții suplimentare
Beton simplu	Tipuri de ciment corespunzătoare claselor de expunere (Tabelele D2.1 și D2.2)	fără condiții suplimentare
Beton armat	Tipuri de ciment corespunzătoare claselor de expunere (Tabelele D2.1 și D2.2)	fără condiții suplimentare
Elemente prefabricate (având la baza un proiect)		
Beton armat	Ciment Portland CEM I Cimenturi Portland cu adaosuri, de tip CEM II/A	fără condiții suplimentare
	Tipuri de ciment corespunzătoare claselor de expunere (Tabelele D2.1 și D2.2)[1)]	pe baza demonstrării, acolo unde se impune, a performanțelor de rezistență și durabilitate (conform Anexei J din NE012/1)
Beton precomprimat	Ciment Portland CEM I Ciment Portland compozit de tip CEM II/A cu excepția celor de tip CEM II/A-M	fără condiții suplimentare pe baza demonstrării comportării corespunzătoare în ceea ce privește rezistența, modulul de deformație și deformațiile din contracție și curgerea lentă

NOTA[1)]: Utilizarea acestor tipuri de cimenturi pentru elementele prefabricate din beton armat se face pe baza unor agremente tehnice elaborate în condițiile formulate la punctul 4.1.1 (2) b) în funcție de tipul de elementului structural.

4.2.1.2 Alegerea agregatelor

(1) Tipul și categoriile de agregate, mai ales granulozitatea, aplatizarea, rezistența la îngheț-dezgheț, rezistența la abraziune, conținutul lor de părți fine, conținutul de cloruri trebuie să fie selectate luând în considerare:

a. tipul elementului prefabricat;
b. utilizarea preconizată a betonului;
c. performanțele betonului, în principal rezistența la compresiune;
d. condițiile de mediu înconjurător la care va fi expus betonul;
e. toate cerințele aplicabile agregatelor aparente și agregatelor pentru betonul decorativ.

Redactarea II

(2) D_{max} trebuie să fie ≥ D_{inf} și ≤ D_{sup}, iar D_{inf} ≥ 8 mm.

(3) Zonele granulometrice recomandate pentru prepararea betonului sunt prezentate în figurile C1, C2, C3, C4, C5 ale Anexei C a prezentului Normativ, pentru diferite dimensiuni nominale maxime ale agregatelor 0/8, 0/16, 0/22,4 (22), 0/31,5 (32) şi 0/63 mm. Recomandări pentru prepararea betonului autocompactant sunt prezentate în Cercetarea prenormativă „Beton autocompactant”.

(4) În cazurile în care se utilizează agregate concasate, granulozitatea agregatului total se înscrie în zona imediat superioară (cu conținut mai ridicat în părți fine) celei indicate în mod normal la dozajul de ciment respectiv.

(5) Se vor considera cerinţele de bază pentru utilizarea în beton a agregatelor recuperate prin concasare și a agregatelor reciclate prevăzute la art. 4.1.2.2 din SR EN 13369, în SR EN 206+A2:2021, Anexa E și repectiv în Anexa N din SR EN 1992-1-1:2024 pentru agregatele reciclate având dimensiunea granulei, d ≥ 4 mm.

(6) În cazul în care aspectul betonului proaspăt este corespunzator și nu influențează negativ execuția produselor sau elementelor prefabricate, se pot admite abateri de la curbele recomandate în Anexa C a prezentului Normativ, numai în condițiile verificării și atingerii nivelurilor de performanță cerute ale caracteristicilor betonului proaspăt și întărit.

4.2.1.3 Alegerea aditivilor

(1) Betoanele se prepară cu aditivi. Condiţiile de utilizare a aditivilor se stabilesc, în principal, în funcție de tipul betonului, tehnologia şi condiţiile de turnare, acestea fiind prezentate în Tabelul 4.2.

(2) Cantitatea totală de aditivi utilizaţi nu trebuie să depăşească dozajul maxim indicat de producătorul de aditivi şi se recomandă să nu fie mai mare de 50 g aditiv per kg de ciment, cu excepţia cazului când s-au efectuat determinări și s-a luat în considerare influenţa unui dozaj mai ridicat asupra caracteristicilor betonului proaspăt și întărit.

(3) Aditivii utilizaţi în cantitate mai mică de 2g/kg ciment trebuie dispersaţi într-o parte din apa de amestecare, cu excepţia aditivilor care nu pot fi dispersați omogen (de exemplu, pentru că formează un gel). În acest caz vor fi utilizate alte metode de adăugare în beton.

(4) Dacă cantitatea totală de aditiv lichid (în soluţie), este mai mare de 3 l/m^3 de beton, conţinutul său de apă este luat în considerare la calculul raportului apă/ciment.

(5) Când sunt utilizaţi mai mulţi aditivi, compatibilitatea lor este verificată în cadrul încercărilor iniţiale.

> Notă: Dacă încercarea de compatibilitate pentru aditivul antrenor de aer combinat cu alte tipuri de aditivi nu a fost efectuată de furnizorul de aditivi, este necesar ca această încercare să fie efectuată în cadrul încercărilor iniţiale. Verificarea va fi facută în baza SR EN 480-1 de către laboratorul producătorului de betoane sau un laborator desemnat de acesta.

Redactare II

Redactarea II

Tabelul 4.2. Condiţii de utilizare a aditivilor

Nr. crt.	Tip beton, tehnologie şi condiţii de turnare	Aditiv recomandat	Observaţii
1	Betoane de rezistenţă având clasa cuprinsă între C12/15 şi C25/30 inclusiv	Reducător de apă/ Plastifiant	După caz: - intens reducător de apă/ Superplastifiant
2	Betoane supuse la îngheţ – dezgheţ repetat	Antrenor de aer şi un Reducător de apă/ Plastifiant	După caz: - intens reducător de apă/ Superplastifiant
3	Betoane cu permeabilitate redusă	Intens reducător de apă/ Superplastifiant Impermeabilizator[1)]	După caz (în funcţie de expunere): -de impermeabilizare
4	Betoane expuse în condiţii de agresivitate intensă şi foarte intensă	Intens reducător de apă/ Superlastifiant	
5	Betoane fluide având clasa ≥ C30/37	Intens reducător de apă/ Superplastifiant	După caz: -antrenori de aer; -acceleratori de întărire; -întârzietori de priză -reducători de contracții
6	Betoane autocompactante	Intens reducător de apă/ Superplastifiant	După caz: -intens reducător de apă/ superplastifiant+ aditivi de modificare a vâscozității -antrenori de aer; -acceleratori de întărire; -întârzietori de priză.
7	Betoane cu rezistenţe mari la termene scurte	Superplastifianţi	După caz: -acceleratori de întărire
8	Betoane semiumede având clasa ≥ C30/37	Reducător de apă/ Plastifiant	După caz: -intens reducător de apă/ superplastifiant -antrenori de aer -acceleratori de întărire

Nota 1: Utilizarea acestor aditivi se documentează, cu precizarea:

a) condiţiilor de expunere la umiditate a elementului/structurii;
b) condiţiilor suplimentare privind compoziţia şi producţia betonului, impactul asupra proprietăţilor betonului proaspăt şi întărit.

Nota 2: În cazul utilizării unui aditiv având două sau trei funcțiuni (de exemplu, superplastifiant și accelerator), certificarea și documentația aferentă produsului includ verificarea tuturor proprietăților declarate. Verificarea va fi în sarcina producătorului de beton sau a unui laborator desemnat de acesta, având la bază documentațiile tehnice înaintate de producătorul de aditiv.

4.2.1.4 Valori limită pentru compoziţia betonului

(1) Cerinţele pentru ca betonul să reziste la agresiunile mediului înconjurător sunt date adesea în termeni de valori limită, pentru compoziţia betonului şi proprietăţile stabilite ale betonului; alternativ, exigenţele pot rezulta din metode de bazate pe performanţă (a se vedea 4.2.1.5). Cerinţele ţin seama de durata de viaţă proiectată pentru element/structură.

(2) Având în vedere apariţia unor standarde europene pentru încercări directe de performanţă a betonului, precum şi necesitatea de a avea o abordare uniformă privind rezistența betonului la agresivitatea mediului înconjurător prin utilizarea unor diferite materiale componente betonului în conformitate cu acest Normativ, cerințele referitoare la clasele de expunere pot fi detaliate prin criterii de performanță. Detalii sunt prezentate în Anexa J (normativă) a NE 012/1.

Redactia II

(3) Cerinţele pentru fiecare clasă de expunere se specifică în termeni de:

a) tipuri de materiale componente;
b) raport maxim apă eficace/ciment;
c) conţinut minim de ciment;
d) clasă minimă de rezistenţă la compresiune a betonului;

şi dacă este cazul:

e) conţinut minim de aer din beton;
f) exigențe privind procedee tehnologice (de exemplu, șlefuirea sau acoperirea de protecție).

(4) Prevederile valabile la nivel naţional privind betonul se stabilesc pe baza asigurării unei durate de viaţă stabilite prin proiect (proiectate).

(5) În cazul unor combinații de clase de expunere se vor considera cerințele cele mai exigente dintre cele indicate pentru fiecare clasă.

(6) În conformitate cu SR EN 206+A2:2021, s-a stabilit ca raportul apă eficace/ciment maxim să fie indicat prin creştere de 0,05 şi conţinutul minim de ciment prin creştere de 20 kg/m^3. În ceea ce priveşte rezistenţa la compresiune, este recomandat să fie indicată în clase, conform Anexei F a prezentului Normativ, Tabelul F1.1, pentru betonul greu şi Tabelul F1.2, pentru betonul uşor. Anexa D a Normativului prezintă condiţiile compoziţionale, proprietăţile betonului, alegerea cimenturilor în funcție de tipul elementelor realizate din beton simplu, armat și precomprimat și conţinutul maxim de părţi fine din beton.

(7) Pentru o durată de viaţă inferioară (de exemplu de 30 de ani) sau superioară (de exemplu de 100 de ani), pot fi necesare valori limită specificate mai puţin severe sau mai severe. Interpretări privind “Sfârşitul duratei de viaţă“ şi modalitatea de calibrare/ validare a valorilor limită pentru compoziţia betonului care sunt furnizate prin dispoziţii la locul de utilizare a betonului, sunt disponibile în ISO 16204. În acest caz sau pentru compoziţiile specificate de beton, sau în condiţii speciale în materie de protecţie contra coroziunii, de exemplu referitor la grosimea betonului ce acoperă armăturile (când grosimea este inferioară specificaţiilor/ prevederilor din SR EN 1992-1-1:2024 relativ la protecţia contra coroziunii), se efectuează studii speciale de către elaboratorul specificaţiei, pentru o construcţie anume, sau mai general pentru reglementări tehnice naţionale. Detalii sunt date în Anexa J din NE 012/1.

(8) Dacă betonul este conform cu valorile limită specificate, se consideră că betonul din elementul prefabricat satisface cerinţele de durabilitate în raport cu utilizarea preconizată luând în considerare condiţiile de mediu înconjurător specifice, cu condiţia ca:

a) betonul să fie corect pus în operă, compactat şi tratat/ protejat conform prevederilor din SR EN 13369, SR EN 13670 și NE 012/2;
b) betonul ce acoperă armătura să aibă grosimea minimă impusă prin proiect/reglementarea de proiectare pentru condiţiile de mediu înconjurător specifice, de exemplu SR EN 1992-1-1: 2024;
c) clasa de expunere la mediul înconjurător să fie corect selectată;
d) manipularea, depozitarea, transportul și montarea să se efectueze conform prevederilor din proiect;
e) întreţinerea preventivă să fie corect realizată;
f) urmărirea în timp sa fie cea reglementată.

4.2.1.5 Metode de concepţie bazate pe performanţe

(1) Cerinţele pentru beton referitoare la asigurarea durabilității în funcție de clasele de expunere pot fi stabilite utilizând metode de concepţie bazate pe performanţă pentru

Regional

durabilitate, în termeni de parametri de performanţă (de exemplu, măsurarea exfolierii printr-o încercare de îngheţ-dezgheţ, stabilirea claselor de rezistență la diferite tipuri de expunere (ERC)) sau aplicând procedura performanței echivalente. Detalii sunt prezentate în Anexa J (normativă) din NE 012/1 și RTC 13 pentru o durată de viață proiectată de 50 de ani.

Notă: Cadrul pentru procedura durabilităţii echivalente a fost publicată ca CEN/TR 16563.

(2) Aplicarea metodelor bazate pe performanţă permite utilizarea materialelor componente, în conformitate cu procedurile şi în condiţiile asigurării cerinţelor de rezistenţă şi durabilitate prezentate în Normativ în vederea asigurării aceleiași durate de viață, indiferent de materialele componente utilizate la prepararea betonului, inclusiv a adaosurilor din compoziția betonului.

4.2.1.6 Cerinţe pentru betonul proaspăt

(1) În acest Normativ se utilizează prevederile referitoare la clasificarea betonului proaspăt din SR EN 206+A2:2021 art. 4.2., prezentate în Anexa E (normativă) a prezentului Normativ (clasele de tasare ale betonului vibrat și respectiv clasele speciale ale betonului autocompactant).

(2) În acest Normativ se utilizează prevederile din SR EN 206+A2:2021 pentru cerinţele referitoare la betonul proaspăt, art. 5.4.

(3) Valorile minime ale volumului de aer antrenat (în conformitate cu Anexa D (normativă) a prezentului Normativ, Tabelele D.1.1 şi D.1.2) sunt prezentate în Tabelul 4.3 în funcţie de dimensiunea maximă a agregatelor.

Tabelul 4.3. Valori minime ale volumului de aer antrenat în funcţie de dimensiunea maximă a agregatelor

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

4.2.1.7 Cerințe de rezistență pentru betonul întărit

4.2.1.7.1 Rezistența la compresiune

(1) Acest articol are ca obiect rezistența la compresiune a betonului preparat în stația de betoane, verificată la turnarea produselor sau elementelor prefabricate, definită ca rezistența potențială a betonului, rezistența betonului din elementul prefabricat se va trata la articolul 5.2 al Normativului.

(2) Rezistenţa se determină, pe baza încercărilor efectuate pe cuburi de 150 mm sau pe cilindri de 150 mm/300 mm conform SR EN 12390-1, confecţionate şi tratate în conformitate cu SR EN 12390-2, din probele prelevate conform SR EN 12350-1.

(3) În cazul produselor prefabricate, la care condițiile privind rezistenţa sunt impuse pentru produsul final (de exemplu pavele) se aplica prevederile din standardul de produs.

(4) Rezistenţa la compresiune este simbolizată $f_{c,cub}$, când este determinată pe epruvete cubice şi este simbolizată $f_{c,cil}$ când este determinată pe epruvete cilindrice conform SR EN 12390-3.

Redactare II

Nota 1: Se pot utiliza şi epruvete de alte dimensiuni, rezistenţele la compresiune pot fi echivalate cu rezistenţa obţinută pe cuburi de 150 mm pe baza unor relaţii de echivalenţă adecvate, fără ca rezultatele să fie utilizate pentru determinarea clasei betonului.

Nota 2: Se recomandă ca echipamentele de încercare să fie dotate astfel încât să poată înregistra automat rezultatele obținute prin încercarea la compresiune a epruvetelor, cu posibilitatea emiterii de documente.

Nota 3 : Încercările pot fi efectuate înainte de 28 de zile pentru a verifica atingerea rezistenței potențiale la anumite termene, fără ca rezultatele să fie utilizate pentru determinarea clasei betonului. Încercările pot fi efectuate și după termenul de 28 de zile, până la 91 de zile, în conformitate cu prevederile proiectului care va preciza termenul, scopul precum și modul de interpretare a rezultatelor acestor încercări, în vederea definirii clasei de rezistență la compresiune in conformitate cu SR EN 1992-1-1.

(5) În acest Normativ se utilizează prevederile referitoare la clasificarea betonului din SR EN 206+A2:2021, art.4.3.1, prezentată în Anexa F (normativă) a prezentului Normativ, iar pentru determinarea rezistenței potențiale a betonului se vor aplica prevederile art. 5.5.1.1 si 5.5.1.2 din SR EN 206+A2:2021.

(6) În scopuri de proiectare, clasele de rezistență sunt date până la C90/105 pentru betonul normal și greu și până la LC 80/88 pentru betonul ușor (Anexa F a prezentului Normativ).

(7) Pentru elemente din beton prefabricat precomprimat, clasa minimă de rezistență a betonului va fi C30/37 pentru beton cu greutate normală, interpretarea și aplicarea tabelelor D1.1, D1.2, D2.1, D2.2 de la Anexa D făcându-se în consecință. În cazul elementelor prefabricate din beton armat, clasa minimă pentru beton cu greutate normală va fi C20/25.

(8) Rezistențele minime pe faze tehnologice (decofrare, transfer, livrare) se vor stabili prin proiect și vor respecta prevederile incluse in SR EN 1992-1-1: 2024.

(9) În cazurile în care în proiect nu se specifică clar condițiile pentru aceste faze, rezistențele minime orientative pe faze tehnologice care se vor lua în considerare, numai cu înștiintarea și acordul proiectantului, sunt cele precizate în Tabelul 4.4.

Tabelul 4.4. Rezistențele minime pe faze tehnologice

Rezistențele la compresiune pe faze			
Clasa betonului	Rezistența la decofrare, elemente din beton armat	Rezistența la livrare, elemente din beton armat	Rezistența la transfer, elemente din beton precomprimat
C20/25	14,0/16,5	18,5/23,0	
C25/30	17,5/20,0	23,0/28,0	
C30/37	20,0/23,5	28,5/35,0	27,5/33,5
C35/45	22,5/27,5	31,5/40,5	30,0/38,5
C40/50	25,0/30,0	35,0/43,5	34,0/42,0
C45/55	27,5/32,5	38,5/47,0	37,5/45,5
C50/60	30,0/35,0	42,0/51,5	41,5/50,0
C55/67	32,5/38,5	45,5/55,5	45,0/54,5
C60/75	35,0/42,5	50,0/61,0	49,0/61,0
C70/85	40,0/47,5	56,0/68,5	57,0/69,0
C80/95	45,0/52,5	64,0/75,5	65,0/77,0
C90/105	50,0/57,5	71,0/83,0	73,5/85,5
C100/115	55,0/62,5	82,0/90,0	85,5/93,5

4.2.1.7.2 Rezistența la întindere

(1) În acest Normativ se utilizează prevederile referitoare la determinarea rezistenței la întindere în conformitate cu SR EN 13369 art. 4.2.2.3.

(2) Atunci când trebuie determinată rezistența la tracțiune prin despicare a betonului, aceasta trebuie determinată la 28 de zile în conformitate cu SR EN 12390-6.

Nota 1: Rezistența caracteristică la tracțiune prin despicare trebuie să fie egală sau mai mare decât rezistența caracteristică la tracțiune prin despicare specificată, in conformitate cu art. 8.2.2.3 din SR EN 206+A2:2021.

Nota 2: Aceeași abordare poate fi utilizată atunci când trebuie determinată rezistența la încovoiere în conformitate cu standardul de încercare SR EN 12390-5.

(3) Rezistența la întindere din încovoiere a betonului armat dispers cu fibre metalice se determină în conformitate cu SR EN 14651 pentru încadrarea betonului în clase ale betonului prezentate în Anexa F (normativă) a prezentului Normativ.

4.2.1.8 Proiectarea compoziției betonului

(1) Pentru stabilirea compoziției betonului se parcurg următoarele etape:

a) determinarea cantității orientative de apă eficace (A_{ef}) se evaluează aplicând relația:

$$A_{ef} = D_{cim} \frac{A_{ef}}{C} = A' + Ad - A_{WA24} =$$

$$A_t - A_{WA24}$$

în care:

A_{ef} cantitatea orientativă de apă eficace, care depinde, în principal, de clasa de rezistență a betonului, tasare, tipul și dimensiunea maximă a agregatelor, tipul cimentului și tipul/eficiența aditivului/aditivilor utilizati, (litri) ;

A' cantitatea de apă de amestecare / preparare (litri) ;

Ad cantitatea totală de aditiv, dacă aceasta este mai mare de 3 litri ;

D_{cim} dozajul minim de ciment impus pentru o clasă de beton încadrată într-o anumită clasă de expunere (Tabelele D.1.1 și D.1.2, Anexa D (normativă) a prezentului Normativ), (kg/m^3) sau dozajul stabilit pe baza experientei producatorului de prefabricate, superior sau egal celui minim;

A_{ef}/C raportul maxim apă eficace/ciment impus pentru o clasă de beton încadrată într-o anumită clasă de expunere (Tabelele D.1.1 și D.1.2, Anexa D (normativă) a prezentului Normativ);

A_{WA24} apa absorbită de agregate;

A_t cantitatea totală de apă (inclusiv cantitatea de aditiv, dacă aceasta este mai mare de 3 litri)

b) determinarea cantității de agregate în stare uscată Ag (kg) se evaluează aplicând relația:

$$Ag = \rho_{ag}(1000 - D_{cim} / \rho_c - A_{ef} - P) \quad (1)$$

în care:

ρ_c densitatea (masa volumică reală) a cimentului (între 2,9 – 3,1 kg/dm^3 în funcție de tipul de ciment)

Nota: Densitatea cimentului utilizată la elaborarea rețetei trebuie solicitată la producătorul acestuia.

Reactia II

ρ_{ag} masa volumetrică reală a agregatelor (kg/dm^3) determinată în conformitate cu SR EN 1097-6.

P procentul de aer oclus (dm^3/m^3) egal cu 2% (respectiv 20 dm^3/m^3). În cazul în care se utilizează aditivi antrenori de aer, P se va considera orientativ egal cu 4% (respectiv 40 dm^3/m^3) sau corespunzător cantității determinate de aer antrenat.

c) cantitățile de agregate pe sorturi se stabilesc pe baza curbelor granulometrice în conformitate cu Anexa C (normativă) a prezentului Normativ, în funcție de dimensiunea maximă a agregatelor.

(2) Caracteristicile esenţiale ale betonului se furnizează prin proiect într-o formă prescurtată, în următorul format:

a) referinţă la normativul NE012/1 și standardul european SR EN 206+A2:2021;
b) clasa de rezistenţă la compresiune: clasa de rezistenţă aşa cum este definită în Tabelele F1.1 şi F1.2, de exemplu C25/30, Anexa F (normativă) a prezentului Normativ;
c) clasa (clasele) de expunere: clasa simbolizată conform Anexei B (normativă) a prezentului Normativ. Dacă produsul sau elementul prefabricat este exportat, clasa de expunere va fi urmată de prescurtarea numelui ţării care a formulat prevederile pentru valorile limită, compoziţia betonului şi caracteristicile sale sau seturi de condiţii, de exemplu XD2 (RO) când se aplică prevederile date de România;
d) conţinutul maxim de cloruri: clasa definită în SR EN 206+A2:2021 Tabelul 15, de exemplu Cl 0,20;
e) dimensiunea maximă nominală a agregatului, valoarea D_{max}; de exemplu D_{max} 22;
f) densitatea, în cazul betonului ușor: specificarea clasei simbolizate în SR EN 206+A2:2021, Tabelul 14 sau valoarea specificată, de exemplu D 1,8;
g) consistenţa: prin clase aşa cum este definită în Anexa E (normativă) a prezentului Normativ sau valoarea ţintă.

(3) Detalii privind aplicarea practică pentru proiectarea reţetei sunt prezentate în Ghidul RTC 13, Capitolul 7.

(4) În cazul proiectării betonului autocompactant se vor avea în vedere prevederile cercetării prenormative “Beton autocompactant” și alte documente relevante astfel încât să fie îndeplinite toate cerințele betonului proaspăt și întărit. Cerințele de bază pentru proiectarea compoziției sunt indicate în Tabelul 4.5 :

Tabelul 4.5 Cerințe de bază pentru betonul autocompactant

Constituent	Domeniul tipic în masă (kg/m^3)	Domeniul tipic în volum (l/m^3)
Pastă fină (pulbere)	380-600	-
Pastă	-	300-380
Apă	150-210	150-210
Agregat grosier	750-1000	270-360
Agregat fin (nisip)	48-55% din greutatea totală a agregatului	48-55% din volumul total al agregatului
Raport apă/ pulbere în vol.	-	0,85-1,10

(5) În cazul betonului armat dispers datorită faptului că adăugarea fibrelor are un efect negativ asupra lucrabilității, sunt necesare măsuri suplimentare pentru asigurarea punerii în operă. Acestea țin între altele de alegerea distribuției granulometrice potrivite și a cantității de aditiv superplastifiant. Adaptările amestecurilor sunt necesare, în principal, în cazurile:

- când fibrele sunt utilizate în betonul având o clasă de rezistență la compresiune scăzută, cererea de pastă de ciment fiind de obicei crescută;

Retras

- suprafața suplimentară a fibrelor poate necesita un conținut mai mare de mortar pentru a reduce riscul unui beton greu de finisat;
- acoperirea de suprafață a fibrelor poate influența proprietățile betonului proaspăt, în principal conținutul de aer, fiind necesară evaluarea amestecului în acest stadiu.

(6) Pentru a asigura consistența adecvată a betonului cu fibre, se recomandă în general :

a. un conținut de agregat fin mai mare decât cel al unui amestec echivalent fără fibre;
b. reducerea conținutului de agregate grosiere;
c. utilizarea unei curbe granulometrice continue ;
d. mărirea dozajului de plastifiant sau superplastifiant;
e. limitarea dimensiunii maxime a agregatului la lungimea fibrei utilizate.

(7) În cazul în care este necesară proiectarea unor betoane de înaltă rezistență (având clasa de rezistență la compresiune mai mare de C50/60), compoziția betonului poate conține:

a. cimenturi de tip CEM I sau CEM II/A cu rezistențe initiale și finale mari, 52.5 R ;
b. agregate minerale din roci dure naturale concasate, recomandabil de carieră;
c. adaosuri minerale fine, foarte fine sau ultrafine, utilizarea silicei ultrafine este, în cele mai multe cazuri, esențială mai ales în cazul necesității atingerii unor rezistențe foarte mari și se folosește în conformitate cu prevederile din SR EN 206+A2:2021, art. 5.2.5.2.3.
d. aditivi superplastifianţi precum și alte tipuri de aditivi, dacă este cazul.
e. apă.
f. fibre, dacă este cazul.

Redactare II

4.2.1.9 Cerințe suplimentare pentru betonul întărit

4.2.1.9.1 Modulul de elasticitate

(1) Atunci când este relevant, modulul de elasticitate se va determina experimental în special în cazul betonului autocompactant sau în cazul utilizării la prepararea betonului a unei dimensiuni maxime a agregatului < 16 mm;

4.2.1.9.2 Contracția și curgerea lentă a betonului

(1) Pentru betonul ușor, contracția la uscare va fi determinată de producător în conformitate cu art. 4.2.2.4 din SR EN 13369, avându-se în vedere prevederile SR EN 1992-1-1:2024, Anexa M, atât pentru contracție, cât și pentru curgerea lentă.

(2) Pentru betonul de greutate normală, determinarea experimentală a contracției și curgerii lente este necesară în cazul utilizării în elementele prefabricate din beton precomprimat a unor cimenturi de tip CEM II/A, în conformitate cu Anexa D (normativă) a prezentului Normativ, atât pentru betonul compactat obișnuit, cât și în cazul utilizării betonului autocompactant.

(3) În cazul elementelor supuse tratării termice se vor avea în vedere prevederile SR EN 1992-1-1:2024, art. 13.3.2.

4.2.1.9.3 Densitatea betonului

(1) Dacă este necesar, densitatea în stare uscată va fi determinată în conformitate cu SR EN 12390-7.

(2) Determinarea densității epruvetelor utilizate la încercarea la compresiune (prin cântărire), este recomandată, de exemplu, pentru constatarea eventualelor abateri/neuniformități.

4.2.1.9.4 Durabilitatea betonului

(1) Următoarele specificații se referă la betonul utilizat pentru realizarea elementelor prefabricate structurale pentru asigurarea unei durate de viață proiectată conformă cu SR EN 1992-1-1:2024, NE 012/1 și RTC 13.

(2) Durabilitatea elementelor prefabricate din beton este asigurată dacă se iau în vedere cel puțin următoarele cerințe minime pentru beton:

a. conținut adecvat de ciment (în conformitate cu Anexa D (normativă) a prezentului Normativ);
b. raportul maxim apă eficace/ciment (în conformitate cu Anexa D (normativă) a prezentului Normativ);
c. conținutul maxim de cloruri (în conformitate cu art. 4.2.1.8 (2) al prezentului Normativ);
d. clasa de rezistență minimă a betonului (în conformitate cu art. 4.2.1.7 și cu Anexa D (normativă) a prezentului Normativ);

și, după caz :

e. conținutul maxim de alcalii (în conformitate cu art. 4.2.1.1 (e) al prezentului Normativ);
f. conținutul de aer (în conformitate cu art. 4.2.1, Tabelul 4.3 al prezentului Normativ);
g. absorbția de apă (în conformitate cu art. 4.2.1.9.4.1 al prezentului Normativ).

Proiectare I

(3) Acolo unde se impun, se vor aplica cerințele referitoare la asigurarea durabilității betonului prin criterii de performanță în conformitate cu prevederile prezentate în Anexa J (normativă) a NE 012/1 și în Ghidul RTC 13.

4.2.1.9.4.1 Absorbția apei pe probe de beton

(1) În cazul verificării unor cerințe de durabilitate, absorbția de apă se poate determina în conformitate cu SR EN 13369, Anexa F, pe probe turnate din betonul utilizat în element, probe menținute în condiții similare de mediu cu elementul prefabricat, respectiv direct pe elementul prefabricat sau din probe extrase din elementul prefabricat în conformitate cu art. 5.7.3 al prezentului Normativ.

4.3 Armarea elementelor prefabricate din beton armat

(1) Armătura pentru elemente prefabricate din beton armat cu rol structural, care este derulată, îndreptată, îndoită sau sudată în fabrică, trebuie să-și mențină proprietățile în conformitate cu articolul 4.1.8 după aceste prelucrări.

(2) Îmbinările prin sudură ale barelor de armătură pot fi aplicate numai atunci când este stabilită și documentată sudabilitatea oțelului.

(3) Sudarea barelor de armătură trebuie să fie proiectată și detaliată, iar sudurile trebuie să fie detaliate în specificația de execuție.

(4) Atunci când încărcarea este predominant statică, se recomandă ca sudarea să fie efectuată în conformitate cu SR EN ISO 17660-1.

(5) Indicații privind operațiunile de sudare sunt date în SR EN 1992-1-1:2004, art. 3.2.5.

(6) În acest Normativ se vor aplica prevederile pentru armături și piese înglobate, precum și pentru operațiunile de armare ale elementelor din beton armat în conformitate cu NE 012/2.

4.4 Cerințe minime privind turnarea și compactarea betonului

(1) Betonul va fi turnat și compactat în cofraje/tipare, care vor respecta prevederile relevante din SR EN 13670 și NE 012/2, Capitolul 6 și Anexa C.

(2) Betonul va fi turnat și compactat astfel încât să nu conțină o cantitate apreciabilă de aer (oclus), în afară de aerul antrenat (de exemplu, pentru a obține rezistența necesară la îngheț) pentru a evita segregarea și pentru a asigura înglobarea corespunzătoare a armăturii.

(3) Se vor avea în vedere regulile specifice prezentate în NE 012/2, articolul 9.4 și Anexa F.

4.5 Tratarea betonului

(1) Se vor aplica art. 4.2.1.3 si 4.2.1.4 din SR EN 13369 și prevederile din proiect/caietul de sarcini.

4.6 Armarea și precomprimarea elementelor prefabricate

(1) În această reglementare se vor aplica prevederile privind precomprimarea din NE 012/2, Capitolul 8 și Anexa E, inclusiv în ceea ce privește precomprimarea prin postîntindere.

Reactarea II

4.6.1 Întinderea armăturilor și transferul eforturilor la beton

(1) Forța maximă de precomprimare inițială aplicată elementului prefabricat trebuie să nu provoace:

a. fisuri longitudinale, ruperi, despicări, zdrobiri locale ale betonului;
b. deformații instantanee sau din curgere lentă excesive.

(2) Se recomandă ca eforturile unitare de pretensionare inițiale și de scurtă durată, specificate de proiectant să fie limitate la valorile furnizate în Tabelul 4.6 sau să fie convenite pentru un proiect specific de către părțile relevante.

Tabelul 4.6. Limite ale valorilor eforturilor unitare de pretensionare de scurtă durată

Efort unitar limitat	Limită a efortului unitar
Efort unitar maxim de întindere aplicat armăturii[a], $\sigma_{p,max}$ (Clasa 2)	$\leq 0{,}8 f_{pk}$
	$\leq 0{,}9 f_{p0,1k}$
Supratensionare[b] (de exemplu în cazul dezvoltării unei forțe de frecare neașteptat de mari) (Clasa 1)	$\leq 0{,}95 f_{p0,1k}$
Efort unitar maxim după transferul pretensionării spre ancoraj[c], $\sigma_{p,m}(x,0)$	$\leq 0{,}75 f_{pk}$
	$\leq 0{,}85 f_{p0,1k}$

[a] Forța de tensionare poate fi măsurată cu o exactitate de ±10 % pentru o singură armatură/forță din valoarea finală a forței de pretensionare și de ±5 % pentru forța totală.

[b] Supratensionarea este permisă numai dacă forța de tensionare poate fi măsurată cu o exactitate de ±5 % pentru o singură armatură/ forță din valoarea finală a forței de pretensionare.

[c] Efortul unitar ulterior transferului la ancoraj este determinat prin scăderea pierderilor instantanee (a se vedea SR EN 1992-1-1:2024 art. 7.6.3) din efortul inițial aplicat la extremitatea activă.

(3) La transferul forței de pretensionare, betonul va avea o rezistență minimă la compresiune $f_{cm,p}$ stabilită de proiectant și care va fi de minimum 1,50 ori mai mare decât efortul maxim de compresiune în beton și nu mai puțin de 25 MPa (rezistența determinată pe cub).

(4) Prin proiectare efortul de compresiune în betonul din structură datorat forţei de precomprimare precum şi altor încărcări ce acţionează în timpul tensionării sau al pierderilor de tensiune se limitează la $0{,}40 f_{cm}(t_0)$. Atunci când efortul unitar de compresiune la vârsta t_0 depășește valoarea $0{,}40 f_{cm}(t_0)$ în combinația cvasipermanentă de acțiuni, se recomandă luarea în considerare a neliniarității curgerii lente. În astfel de cazuri, coeficientul de curgere lentă teoretic, neliniar, se va determina în conformitate cu Anexa B din SR EN 1992-1-1:2024. A se vedea și nota de la art. 4.7.2.

4.7 Pierderi de tensiune

4.7.1 Pierderi instantanee de tensiune

(1) Prin proiectare se determină pierderile instantanee $\Delta\sigma_{p,i(x)}$ și se recomandă ca următoarele influențe să fie luate în considerare pentru pretensionare și post-tensionare, dacă este cazul:

a. în timpul procesului de tensionare: pierderi datorate frecării dintre oțelul pentru precomprimare și teacă sau dispozitivele de deviere $\Delta\sigma_{p,\mu(x)}$ în conformitate cu art.7.6.3.2 din SR EN 1992-1-1:2024;

Redactarea II

b. în timpul procesului de tensionare: pierderi de tensiune în ancoraj (de exemplu, lunecarea în ancoraje) în conformitate cu art. 7.6.3.3 din SR EN 1992-1-1:2024 și art. 4.2.3.2.5 din SR EN 13369;

c. la transferul pretensionării către beton: pierderi datorate deformării instantanee a betonului, a se vedea 7.6.3.4 din SR EN 1992-1-1:2024;

d. pierderi datorate relaxării armăturii de precomprimare pe perioada dintre tensionarea armăturilor și precomprimarea betonului $\Delta\sigma_{pr}$ (dacă este cazul), a se vedea Anexa B, art. B.9 din SR EN 1992-1-1:2024. În cazul tratării termice, pierderile datorate contracției și relaxării sunt modificate și se recomandă ca acestea să fie evaluate în consecință; de asemenea, se recomandă să se ia în considerare efectul termic direct (a se vedea 13.4.2 din SR EN 1992-1-1:2024).

(2) Se vor avea în vedere și considerații generale privind pierderile de tensiune care sunt prezentate în SR EN 13369, Anexa H.

4.7.2 Pierderi de tensiune dependente de timp

(1) În cazul elementelor prefabricate din beton precomprimat, la proiectare, trebuie să se ia în considerare și pierderile de tensiune dependente de timp.

(2) Se recomandă ca pierderile dependente de timp să fie calculate luând în considerare următoarele două cazuri de reducere a efortului unitar:
a) reducerea deformației specifice a betonului având drept cauze fenomenele de curgere lentă și contracție, sub acțiunea încărcărilor cvasipermanente și
b) reducerea efortului unitar în oțel datorită relaxării la întindere (a se vedea Anexa B, art. B.9 din SR EN 1992-1-1:2024).

(3) Este permis ca interacțiunea dintre relaxarea oțelului pentru precomprimare și deformația betonului datorate curgerii lente și contracției să fie luate în considerare, în general, prin aplicarea unui coeficient de reducere de 0,8 asupra efortului unitar calculat din relaxare.

Notă : Aplicabile elementelor de beton precomprimat sunt limitările eforturilor de compresiune în beton: la $0{,}6f_{ck}$ (este permis ca efortul unitar de compresiune σ_c să fie crescut la $0{,}66f_{ck}$ dacă acoperirea este mărită cu 10 mm sau se asigură confinare prin armătură transversală), sub încărcări totale de exploatare (combinaţia caracteristică), în medii de expunere XD, XF sau XS, şi la $0{,}45f_{ck}$ sub încărcări de lungă durată (combinaţia cvasipermanentă). Prima condiţie urmăreşte evitarea fisurării longitudinale, în timp ce a doua condiţie urmăreşte limitarea deformaţiilor de curgere lentă.

5. Specificații privind elementele prefabricate

5.1 Proprietăți geometrice

5.1.1 Toleranțe

(1) În acest Normativ se vor aplica prevederile privind toleranțele în conformitate cu SR EN 13369, art. 4.3.1.1.

(2) Prevederile pentru stabilirea grosimii stratului de acoperire cu beton al armăturilor sunt prezentate la art. 5.7 al prezentului Normativ.

5.1.2 Dimensiuni minime și detalii

Redactia II

(1) În acest Normativ se vor aplica prevederile privind toleranțele în conformitate cu SR EN 13369, art. 4.3.1.2.

(2) Regulile privind dimensiunile minime și alcătuirea detaliilor în conformitate cu SR EN 1992-1-1:2024 se vor aplica la proiectare și vor fi respectate în execuție.

(3) Pentru detalii legate de metodele de măsurare se vor aplica prevederile în conformitate cu SR EN 13369, art. 5.2.

Redactarea II

5.1.3 Caracteristicile suprafeței

(1) În acest Normativ se vor aplica prevederile privind caracteristicile suprafeței în conformitate cu SR EN 13369, art. 4.3.2.

(2) La proiectare se vor avea în vedere regulile privind transferul de forfecare de-a lungul unei interfețe date, cum ar fi o interfață între două betoane turnate în momente diferite, de exemplu între un element prefabricat și un beton turnat monolit, în conformitate cu art. 8.2.6 din SR EN 1992-1-1:2024. Referința include, pentru producătorul elementelor prefabricate, prevederi privind rugozitatea interfețelor.

(3) Pentru identificarea caracteristicilor de finisare a suprafeței se aplică SR CEN/TR 15739.

(4) Pentru detalii legate de metodele de determinare a caracteristicilor suprafeței se vor aplica prevederile SR EN 13369, art. 5.2.

(5) Pentru aplicaţii specifice se poate trata suprafaţa betonului prin acoperire cu pelicule de protecţie sau șlefuire mecanică în conformitate cu CD 139, cu prevederile proiectului și ale prezentului Normativ.

5.2 Caracteristici mecanice

5.2.1 Determinarea rezistenței la compresiune a betonului din elementul prefabricat

(1) Rezistența la compresiune pentru verificarea clasei de rezistență a betonului este definită la art. 5.2.2 și se poate determina pe baza rezistenței potențiale (art. 4.2.1.7.1) sau a rezistenței structurale.

(2) Producătorul poate determina rezistența structurală directă sau rezistența structurală indirectă. În caz de litigiu se utilizează rezistența structurală directă.

5.2.1.1 Rezistența structurală directă

(1) Pentru controlul calității betonului, determinarea rezistenței structurale directe poate fi aleasă de producător ca alternativă la determinarea rezistenței potențiale. Se vor aplica prevederile Anexei B din SR EN 13369.

(2) Rezistența structurală directă la compresiune poate fi determinată în conformitate cu SR EN 12504-1 pe carote extrase din elementul structural. Este permisă aplicarea încercărilor nedistructive efectuate asupra elementului prefabricat în conformitate cu SR EN 12504-2, cu condiția stabilirii unei corelații cu rezultatele unor încercări distructive pe probe de beton, în conformitate cu SR EN 13791.

5.2.1.2 Rezistența structurală indirectă

(1) Pentru procesele de producție stabilizate, aplicate pe o perioadă îndelungată de timp, fiind acumulată o experiență tehnologică suficientă, în care compoziția betonului și metodele de întărire nu sunt modificate, rezistența structurală indirectă la compresiune poate fi evaluată pe probe realizate din beton întărit și menținut în condiții de fabrică, cât mai aproape de produsul prefabricat din beton, cu condiția efectuării, în cazul în care se solicită de către proiectant, a unor teste inițiale care stabilesc corelația cu rezistența structurală directă. Se vor aplica prevederile Anexei B din SR EN 13369.

(2) Factorii de conversie pentru relația dintre rezistența structurală indirectă și rezistența structurală directă se stabilesc în cadrul încercărilor inițiale. În funcție de forma și/sau dimensiunea specimenelor care trebuie luate în considerare, acest factor de conversie poate include un factor de conversie de formă și/sau dimensiune.

(3) Pentru situații tranzitorii în timpul producției, una din funcțiile de maturitate NURSE-SAUL sau ARRHENIUS pot fi utilizate pentru a determina indirect rezistența structurală a betonului dacă în timpul calibrării (testării inițiale) și monitorizării calibrării (testării

Publicare II

continue) a fost stabilită – prin intermediul factorului/ indicelui de maturitate ($\mathbf{M_{NS}}$ sau $\mathbf{M_A}$) - o corelație între rezistența, temperatura și vârsta acestuia. Detalii privind aplicarea acestor funcții sunt prezentate în Anexa G (informativă) din prezentul Normativ.

(4) Prin rezistența structurală a betonului se înțelege de cele mai multe ori rezistența la compresiune, metoda putându-se folosi însă și pentru determinarea indirectă a rezistenței la întindere, unde aceasta este necesară din punct de vedere tehnologic sau structural.

(5) Relația dintre rezistența structurală și rezistența potențială prezentată la art. 4.2.1.7.1 se stabilește prin împărțirea rezistenței structurale cu η = 0,85.

(6) Când în urma testării rezultă că verificarea conformității cu metodele prezentate pentru determinarea rezistenței potentiale, rezistenței structurale directe prin aplicarea încercărilor nedistructive (5.2.1.1 (2)) și indirecte nu este îndeplinită, prefabricatele produse în ziua corespunzătoare vor fi supuse unei evaluări directe. Această evaluare trebuie făcută prin testarea rezistenței structurale directe pe carote extrase din produsele prefabricate. Se vor aplica prevederile Anexei B din SR EN 13369.

5.2.2 Verificarea rezistenței mecanice a elementelor și produselor prefabricate

(1) Clasa de rezistență la compresiune a betonului va fi declarată;

(2) Determinarea rezistenței la compresiune a betonului din elementele prefabricate pentru stabilirea clasei de rezistență a betonului se va realiza conform SR EN 12390-3:

a. pe specimene turnate în conformitate cu SR EN 12390-1 și SR EN 12390-2 (rezistența potentială);
b. sau pe carote în conformitate cu SR EN 12504-1 (rezistența structurală directă).

(3) În cazul produselor prefabricate rezistența se determină pe epruvete sau pe produsul finit, conform prevederilor standardului de produs.

(4) Pentru determinarea rezistenței structurale directe nu se aplică condițiile de mentinere din SR EN 12390-2.

(5) Diferitele forme și dimensiuni ale epruvetelor dau valori diferite pentru rezistența betonului. Astfel, se vor aplica factori de formă corespunzători pentru a obține rezistențe echivalente cilindrice sau cubice în conformitate cu SR EN 13369 art. 5.1.1 și SR EN 13791. Pentru alte forme și dimensiuni ale epruvetelor, factorii de conversie se stabilesc prin testarea inițială conform SR EN 206+A2:2021, art.5.5.1.1.

(6) Rezistența mecanică poate fi verificată și declarată pe baza încercării inițiale de tip și în timpul controlului producției din fabrică asupra produsului finit;

(7) Pentru a demonstra durabilitatea produsului finit, în afară de declararea clasei de rezistență la compresiune, trebuie specificați și alți parametri relevanti, precizați în proiect – în cazul elementelor prefabricate – sau în standardul de produs – în cazul produselor prefabricate (se vor avea în vedere prevederile art. 5.7).

(8) Toate proprietățile structurale relevante ale elementului / produsului vor fi luate în considerare la proiectare, atât la starea limită ultimă cât și la starea limtă de serviciu.

(9) Pentru pierderile de tensiune, se vor avea în vedere prevederile art. 4.6.

(10) Rezistența mecanică a elementului prefabricat va putea fi verificată prin aplicarea următoarelor metode :

a. prin calcul (în conformitate cu art. 5.2.2.1);
b. prin calcul și încercări (în conformitate cu art. 5.2.2.2);
c. prin încercări (în conformitate cu art. 5.2.2.3).

Redactare I

5.2.2.1 Verificare prin calcul

(1) Valorile de proiectare ale rezistenței mecanice obținute prin calcul se verifică în conformitate cu prevederile specifice din SR EN 1992-1-1:2024 și cu regulile complementare date în aceasta și în standardele de produs, după caz.

Redactarea II

5.2.2.2 Verificare prin calcul și încercări

(1) Testarea elementelor prefabricate este necesară pentru a completa verificarea prin calcul în cazul aplicării unor reguli de proiectare/ modelări structurale speciale neacoperite în totalitate de prevederile art. 5.2.2.1 sau ori de câte ori proiectantul, executantul sau beneficiarul consideră necesar.

(2) În aceste cazuri, este necesară testarea fizică pe un număr redus de elemente la scară naturală înainte de începerea producției pentru a verifica fiabilitatea modelului de proiectare utilizat pentru calcul (încercări inițiale de tip). Testele vor fi efectuate, pe baza unui proiect de încercare, prin aplicarea încărcărilor până la starea limită ultimă stabilită prin proiectul de execuție.

5.2.2.3 Verificare prin încercare

(1) În cazul verificării prin încercare, valorile declarate se verifică prin testarea directă a rezistenței efectuată pe elementele prefabricate, aplicând criterii statistice adecvate.

5.2.2.4 Factori de siguranță

(1) La proiectarea elementelor prefabricate se vor aplica prevederile pentru factorii de siguranță parțiali pentru materiale, prevăzuți în SR EN 1990, SR EN 1992-1-1:2024 și din SR EN 13369, Anexa C.

5.3 Situații tranzitorii

(1) În acest Normativ se vor considera situațiile tranzitorii prevăzute în SR EN 13369 art. 4.3.3.6, precum și regulile privind execuția structurilor din elemente prefabricate în conformitate cu NE 012/2. Rezistențele betonului corespunzătoare diverselor situații tranzitorii vor fi stabilite prin proiect, iar verificarea îndeplinirii lor se va face experimental în conformitate cu prevederile prezentului Normativ. Pentru etapele tranzitorii (de ex. decofrare, transfer, manipulare, transport, depozitare, livrare, montare) proiectul va include prevederi distincte (rezistențe, scheme de manipulare și rezemare etc.). Se vor avea, de asemenea, în vedere prevederile articolului 4.2.1.7.1, paragrafele (8) și (9).

5.4 Rezistența și reacția la foc

(1) În acest Normativ se vor aplica prevederile pentru rezistența și reacția la foc din SR EN 13369 art.4.3.4, SR EN 206+A2:2021 (art. 5.5.4) și SR EN 1992-1-2:2024. Eurocod 2: Proiectarea structurilor de beton. Partea 1-2: Calculul comportării la foc.

5.5 Proprietăți acustice

(1) În acest Normativ se vor aplica prevederile pentru proprietățile acustice din SR EN 13369 art. 4.3.5.

5.6 Proprietăți termice

(1) În acest Normativ se vor aplica prevederile pentru proprietățile termice din SR EN 13369 art. 4.3.6.

5.7 Durabilitatea elementului prefabricat

(1) Următoarele specificații se referă la elementele prefabricate pentru asigurarea unei durate de viață conformă cu SR EN 1992-1-1: 2024, suplimentar față de cerințele formulate la art. 4.2.1.9.4 pentru beton.

(2) Durabilitatea elementelor prefabricate din beton este asigurată dacă se au în vedere cel puțin următoarele cerințe minime:

a. protecția betonului nou turnat împotriva uscării (în conformitate cu art. 4.5 al prezentului Normativ);
b. rezistența minimă a betonului (în conformitate cu art. 4.2.1.4 și 4.2.1.7 ale prezentului Normativ);

Proiectul I

c. acoperirea minimă și calitatea betonului (în conformitate cu art. 5.7.2 al prezentului Normativ);

și, după caz:

d. hidratarea accelerată prin tratare termică (în conformitate cu art. 4.5 al prezentului Normativ)
e. prevederile specifice pentru a asigura integritatea suprafeței produsului finit (în conformitate cu art. 5.7.1 al prezentului Normativ);
f. absorbția de apă (în conformitate cu articolul 5.7.3 al prezentului Normativ).

(3) În cazul produselor din beton nestructural sau când durata de viață proiectată a elementelor prefabricate este mai scurtă sau mai lungă decât valoarea corespunzătoare din SR EN 1992-1-1: 2024, specificațiile de durabilitate pot fi adaptate domeniului specific de aplicare.

5.7.1 Integritatea suprafeței produsului finit

(1) Atunci când este relevant, rezistența la suprafață a betonului împotriva proceselor de deteriorare, cum ar fi cele datorate unor anumite reacții chimice, sau a unor procese fizice de îngheț-dezgheț, abraziune mecanică etc. se asigură prin prevederi corespunzătoare pe baza normativului CD 139, cerințelor din proiect/ caiete de sarcini.

(2) Se recomandă în aceste cazuri aplicarea metodelor de performanță, a procedurii durabilității echivalente, în conformitate cu prevederile pentru asigurarea rezistenței la suprafață a betonului din SR EN 13369 art. 4.3.7.2 și 4.3.7.5.

5.7.2 Acoperirea minimă cu beton a armăturii pentru asigurarea protecției armăturii

(1) Determinarea acoperirilor minime cu beton $c_{min,dur}$ care depind de durata de viață proiectată, de clasa de expunere și de clasa de rezistență la expunere (ERC) sunt prezentate în Tabelul 5.1 și respectiv Tabelul 5.2 și corespund prevederilor standardului SR EN 1992-1-1: 2024. Aceasta este considerată metoda de bază.

Tabelul 5.1. Acoperire minimă cu beton $c_{min,dur}$ pentru armături din oțel carbon — Carbonatare

ERC	Clasa de expunere (carbonatare)							
	XC1		XC2		XC3		XC4	
	Durata de viață proiectată (ani)							
	50	100	50	100	50	100	50	100
XRC 0,5	10	10	10	10	10	10	10	10
XRC 1	10	10	10	10	10	15	10	15
XRC 2	10	15	10	15	15	25	15	25
XRC 3	10	15	15	20	20	30	20	30
XRC 4	10	20	15	25	25	35	25	40
XRC 5	15	25	20	30	25	45	30	45
XRC 6	15	25	25	35	35	55	40	55
XRC 7	15	30	25	40	40	60	45	60

Nota 1: Clasele XRC pentru rezistența împotriva coroziunii induse de carbonatare sunt deduse pe baza adâncimii de carbonatare [mm] (valoare caracteristică a fractilului de 90 %) presupusă a fi obținută după 50 ani în condiții de referință (400 ppm CO_2 într-un mediu constant de 65 %-*RH* și la 20°C). Valoarea indicată prin XRC este exprimată ca viteză de carbonatare [mm/√(ani)].

Nota 2: Valorile recomandate ale acoperirii minime cu beton $c_{min,dur}$ presupun execuția și tratarea în conformitate cu SR EN 13670, ambele cel puțin de clasa 2.

Nota 3: Acoperirile minime pot fi majorate printr-un factor de securitate suplimentar $\Delta c_{dur,\gamma}$, luând în considerare cerințe speciale (de exemplu, condiții de mediu extreme).

Redactare II

Tabelul 5.2. Acoperire minimă cu beton $c_{min,dur}$ pentru armături din oțel carbon — Cloruri

ERC	Clasa de expunere (cloruri)											
	XS1		XS2		XS3		XD1		XD2		XD3	
	Durata de viață proiectată (ani)						Durata de viață proiectată (ani)					
	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100
XRDS 0,5	20	20	20	30	30	40	20	20	20	30	30	40
XRDS 1	20	25	25	35	35	45	20	25	25	35	35	45
XRDS 1,5	25	30	30	40	40	50	25	30	30	40	40	50
XRDS 2	25	30	35	45	45	55	25	30	35	45	45	55
XRDS 3	30	35	40	50	55	65	30	35	40	50	55	65
XRDS 4	30	40	50	60	60	80	30	40	50	60	60	80
XRDS 5	35	45	60	70	70	—	35	45	60	70	70	—
XRDS 6	40	50	65	80	—	—	40	50	65	80	—	—
XRDS 8	45	55	75	—	—	—	45	55	75	—	—	—
XRDS 10	50	65	80	—	—	—	50	65	80	—	—	—

Nota 1: Clasele XRDS pentru rezistența împotriva coroziunii induse de pătrunderea clorurilor sunt deduse pe baza adâncimii de pătrundere a clorurilor [mm] (valoare caracteristică a fractilului de 90 %), corespunzătoare unei concentrații de cloruri de referință (0,6 % din masa de liant (ciment + adaosuri de tip II)), presupusă a fi obținută după 50 de ani pe un beton expus la o pătrundere unilaterală a apei de mare de referință (30 g/l NaCl) la 20°C. Valoarea indicată prin XRDS este exprimată ca un coeficient de difuzie [10^{-13} m²/s].
Nota 2: Valorile recomandate ale acoperirii minime cu beton $c_{min,dur}$ presupun execuția și tratarea în conformitate cu SR EN 13670, ambele cel puțin de clasa 2.
Nota 3: Acoperirile minime pot fi majorate printr-un factor de securitate suplimentar $\Delta c_{dur,\gamma}$, luând în considerare cerințe speciale (de exemplu, condiții de mediu extreme).

(2) Pentru structurile temporare sau cele cu o durată de viață proiectată de 30 de ani sau mai redusă, reducerea acoperirii este $-\Delta_{cmin,30} \leq 5$ mm față de durata de viață proiectată de 50 de ani, în conformitate cu Tabelele 5.1 și 5.2.

(3) Este permis ca valorile pentru $c_{min,dur}$ furnizate în Tabelele 5.1 și 5.2 să fie reduse, $-\Delta_{cmin,exc} \leq 5$ mm în următoarele condiții de execuție:

a) o mai bună compactare a betonului poate fi asigurată de caracteristicile geometrice, de punerea în operă și de tratare (de exemplu, elemente cu geometrie de placă cu poziții ale armăturilor neafectate de procesul de execuție);
b) sau tratarea respectă cel puțin clasa 3 de tratare din SR EN 13670.

(4) Pentru armăturile de precomprimare, pretensionate sau post-tensionate, se recomandă ca valorile de acoperire din Tabelele 5.1 și 5.2 să fie majorate cu $\Delta_{cmin,}p = +$ 10 mm, cu excepția cazurilor în care sistemele de post-tensionare interne aderente sunt prevăzute cu un nivel de protecție 2 sau 3 și armăturile neaderente interioare sunt amplasate în teci rezistente la coroziune în conformitate cu SR EN 1992-1-1:2024.

(5) Rezistența împotriva coroziunii oțelului se poate obține ca abordare alternativă prin respectarea principiilor de la art. 4.1 din SR EN 1992-1-1:2004. Pentru produsele prefabricate din beton destinate duratei normale de viață proiectate (50 de ani), în SR EN 13369, Anexa A se recomandă utilizarea valorilor minime ale acoperiririi cu beton a armăturii, conform Tabelului A.1, cu condiția ca un control special al calității producţiei din fabrică definit în NE 012/2 la art. 7.5.(5) să fie efectuat în conformitate cu art. 6.3 din SR EN 13369. Valorile acoperirilor din Tabelul A.1 se bazează pe prevederi preluate direct din SR EN 1992-1-1:2004 și SR EN 206+A2:2021. Valorile calculate utilizând

această metodă nu se vor situa sub cele deteminate cu metoda de bază în conformitate cu 5.7.2 (1).

(6) Rezistența la coroziune poate fi obținută și prin protecția armăturii sau prin utilizarea oțelului inoxidabil.

5.7.3 Absorbția apei pe probe de beton extrase din elementul prefabricat

(1) În cazul verificării unor cerințe de durabilitate, absorbția de apă se poate determina în conformitate cu SR EN 13369, Anexa F, pe probe tăiate sau carotate din elementele prefabricate.

5.7.4 Rezistența la coroziune electrochimică a armăturilor de oțel beton

Rezistența la coroziune electrochimică a armăturilor de oțel beton poate fi obținută prin aplicarea SR EN ISO 12696:2022 (Protecţia catodică a oţelului în beton).

5.7.5 Rezistența betonului la coroziunea biogenă

Rezistența betonului la coroziunea biogenă se obține prin aceleași măsuri compoziționale ca și la atacul chimic slab, însoțite de aplicarea unor pelicule rezistente la atacul acid (acolo unde este cazul) și efectuarea la timp a lucrărilor de întreținere.

5.8 Alte specificații

5.8.1 Siguranța la manipulare

(1) În prezentul Normativ se vor aplica prevederile privind siguranța la manipulare a elementelor prefabricate din beton din SR EN 13369 art.4.3.8.1 și SR EN 13670 art. 9.4 și 9.5.

5.8.2 Siguranța la utilizare

(1) În prezentul Normativ se vor aplica prevederile privind siguranța la utilizare a elementelor și produselor prefabricate din beton în conformitate cu SR EN 13369 art. 4.3.8.2.

5.8.3 Greutatea proprie

(1) În prezentul Normativ se vor aplica prevederile privind declararea greutății proprii a elementelor prefabricate din beton din SR EN 13369 art. 4.3.8.3, aplicându-se metodele prezentate la art. 5.3 din SR EN 13369.

6. Evaluarea și verificarea constanței performanței

6.1 Considerații generale

(1) În prezentul Normativ se vor aplica prevederile privind evaluarea și verificarea constanței performanței în conformitate cu SR EN 13369 art. 6.

(2) În cazul produselor prefabricate, atribuirea sarcinilor pentru producător și pentru organismul notificat în atribuirea marcajului CE este definită în Anexa ZA relevantă a standardului de produs. Anumite sarcini descrise în acest Normativ pot sa nu fie relevante pentru marcajul CE.

6.1.1 Demonstrarea conformității

(1) Conformitatea produselor din beton cu specificațiile relevante ale standardului de produs și cu
performanțele declarate de producător trebuie demonstrate prin:

a. determinarea tipului de produs ;
b. controlul producției în fabrică.

Redactarea II

(2) Producătorul trebuie să dispună de mijloacele necesare efectuării controlului și își asumă responsabilitatea pentru conformitatea produsului cu performanța (performanțele) declarată(e).

6.1.2 Evaluarea constanței performanței

(1) În prezentul Normativ se vor aplica prevederile privind evaluarea și verificarea constanței performanței în conformitate cu SR EN 13369 art. 6.1.3 care constă în evaluarea controlului productiei în fabrică și evaluarea performanței.

6.1.3 Familii de produse

(1) În prezentul Normativ se vor aplica prevederile de performanță privind familiile de produse în conformitate cu SR EN 13369 art. 6.1.4.

6.2 Evaluarea performanței

(1) În prezentul Normativ se vor aplica prevederile privind evaluarea performanței în conformitate cu SR EN 13369 art. 6.2.

6.3 Controlul producției în fabrică

(1) În prezentul Normativ se vor aplica prevederile privind controlul producției în fabrică în conformitate cu SR EN 13369 art. 6.3.

(2) În ceea ce privește criteriile de conformitate pentru evaluarea rezistenței la compresiune a betonului pentru faza inițială, înainte de atingerea perioadei minime de producție specificate în SR EN 13369 art. 6.3.8.1, evaluarea se va baza pe criteriile date în formulele :

(2.1) Pentru rezistența individuală :

a. Pentru clasele de beton C12/15 și C16/20, în cazul elementelor din beton simplu, fiecare valoare individuală f_{ci} va satisface următoarele criterii:

C12/15: ($f_{ci} \geq f_{ck}$-2)
C16/20: ($f_{ci} \geq f_{ck}$-3)

b. Pentru celelalte clase de rezistență criteriul va fi:

($f_{ci} \geq f_{ck}$-4)

(2.2) Rezistența medie f_{cm} va trebui să satisfacă criteriul $f_{cm} \geq f_{ck}$+4 MPa, indiferent de clasa de rezistență.

în care :

f_{ci} este rezultatul individual al rezistenței la compresiune a betonului;
f_{cm} este rezistența medie la compresiune a betonului;
f_{ck} este valoarea caracteristică a rezistenței la compresiune a betonului.

(3) Aceleași criterii vor fi aplicate în cazul unor producții ocazionale necontinue;

(4) Evaluarea conformității rezistenței betonului în perioada de producție continuă poate fi efectuată folosind o schemă de control în conformitate cu specificațiile din SR EN 206+ A2: 2021.

(5) Orice metodă de testare indirectă pentru determinarea rezistentei betonului la compresiune, de exemplu metoda indicilor de recul și/sau metoda vitezei ultrasunetului poate fi utilizată cu condiția stabilirii și menținerii unei corelații sigure cu metoda directă distructivă, care este de referință. În Anexa H, informativă a Normativului se prezintă o metodă de stabilire a unei corelații între metodele directe și indirecte.

(6) Anexa B a SR EN 13369 prezintă detalii legate de evaluarea conformității rezistenței la compresiune a betonului.

(7) În cazul elementelor prefabricate determinarea rezistenței structurale prin extragerea și încercarea carotelor se va aplica doar în cazuri speciale (documentate în proiect, inclusiv în ceea ce privește metodele de reparare) și în cazul elementelor

Redactia II

neconforme din punct de vedere al neîndeplinirii clasei potențiale sau al defectelor de suprafață neacceptate conform Anexei G din SR EN 13369.

7. Marcaj

(1) În prezentul Normativ se vor aplica prevederile privind marcajul în conformitate cu SR EN 13369 art.7.

8. Documentația tehnică

(1) În prezentul Normativ se vor aplica prevederile privind documentația tehnică în conformitate cu SR EN 13369 art. 8.

Redactarea II

ANEXA A

(normativă)

Cerințe pentru armături

A1. Armături pentru beton armat

(1) Proprietățile specificate ale armăturii care sunt necesare pentru proiectare și execuție trebuie să includă cel puțin:

a. clasa de rezistență în conformitate cu Tabelul A1;
b. clasa de ductilitate în conformitate cu Tabelul A2;
c. diametrul sau dimensiunea;
d. aptitudinea de îndoire și îndoire-dezdoire.

Tabelul A1. Clase de rezistență ale armăturilor

Proprietăți figurate în diagrama efort unitar-deformație specifică (Figura A1)	Clasa de rezistență a armăturii					
	B400	B450	B500	B550	B600	B700
Valoarea caracteristică a lui f_{yk} (MPa)	400	450	500	550	600	700

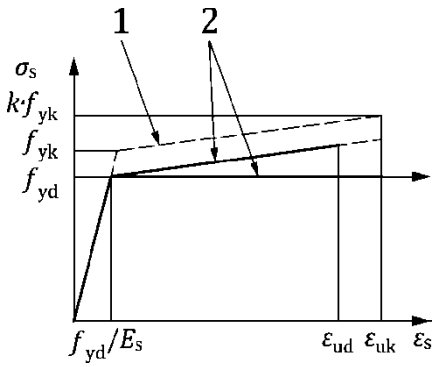
Tabelul A2. Clase de ductilitate ale armăturilor

Proprietăți figurate în diagrama efort unitar-deformație specifică (Figura A1)	Clasa de ductilitate a armăturii		
	A	B	C
Valoarea caracteristică a lui $k = (f_t/f_y)_k$	1,05	1,08	de la 1,15 până la 1,35
Valoarea caracteristică a deformației la forță maximă ε_{uk}	2,5%	5,0%	7,5%

Nota 1: SR EN 10080 specifică limita de curgere la întindere R_e ca valoare caracteristică bazată pe nivelul de calitate pe termen lung al producției. În schimb, f_{yk} este limita de curgere caracteristică bazată numai pe armătura utilizată într-o anumită structură. Nu există o relație directă între f_{yk} și caracteristica R_e sau $R_{p0,2}$. Cu toate acestea, pe baza metodelor de evaluare și verificare, limita de curgere R_e furnizată în SR EN 10080 poate fi considerată ca f_{yk}.

Nota 2: Precizări suplimentare legate de caracteristicile de rezistență și durabilitate ale armăturilor pentru beton armat sunt prezentate în Anexa C a SR EN 1992-1-1:2024.

Nota 3: Recomandări privind barele și sârmele amprentate sunt date în Anexa J a SR EN 13369.



Legendă

1 diagramă nominală de referință
2 diagrame de proiectare

Redactarea II

Figura A1. Diagrame efort unitar-deformație specifică pentru armături din oțel carbon (pentru întindere și compresiune)

Redactarea II

A2. Armături preîntinse (armături pentru precomprimarea betonului)

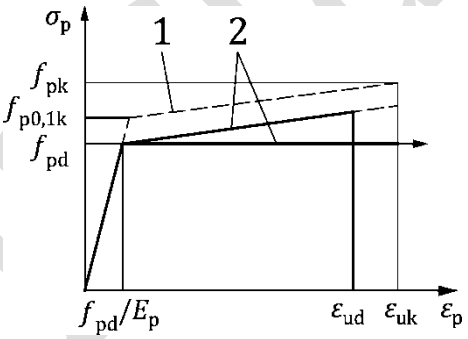
(1) Proprietățile specificate ale oțelului pentru precomprimare care sunt necesare pentru proiectarea și execuția elementelor din beton precomprimat trebuie să includă cel puțin:

a. clasa de rezistență în conformitate cu Tabelul A3;
b. tip de produs: sârmă, toron sau bară;
c. diametrul sau dimensiunea.

Tabelul A3. Clase de rezistență ale oțelului pentru precomprimare

Proprietăți figurate în diagrama efort unitar-deformație specifică (Figura A.2) (valori caracteristice)	(a) Sârme[a]			
	Y1570	Y1670	Y1770	Y1860
Limita de curgere convențională $f_{p0,1k}$ (MPa)	1 380	1 470	1 550	1 650
Rezistența la întindere f_{pk} (MPa)	1 570	1 670	1 770	1 860
	(b) Toroane[a]			
	Y1770	Y1860	Y1960	Y2060
Limita de curgere convențională $f_{p0,1k}$ (MPa)	1 560	1 640	1 740	1 830
Rezistența la întindere f_{pk} (MPa)	1 770	1 860	1 960	2 060
	(c) Bare[a]			
	Y1030	Y1050	Y1100	Y1230
Limita de curgere convențională $f_{p0,1k}$ (MPa)	835	950	900	1 080
Rezistența la întindere f_{pk} (MPa)	1 030	1 050	1 100	1 230
Nota[a)]: În toate clasele de rezistență, valoarea raportului eforturilor unitare $k = (f_p/f_{p0,1})_k \geq 1,1$ și deformația caracteristică la forță maximă $\varepsilon_{uk} = 3,5$ %.				

Nota 1: Precizări suplimentare legate de caracteristicile armăturilor pentru precomprimare sunt prezentate în Anexa C a SR EN 1992-1-1:2024.



Legendă

1 diagramă nominală de referință
2 diagrame de proiectare

Figura A2. Diagrame efort unitar-deformație specifică pentru oțelul pentru precomprimare (doar pentru întindere)

Redactare

ANEXA B

(normativă)

Clase de expunere

(1) Clasele de expunere sunt definite în funcţie de mecanismele de degradare avute în vedere pe durata de viață proiectată a betonului. Notaţia utilizată pentru identificarea acestor clase este formată din două litere şi o cifră.

(2) Prima literă este X (de la eXposure în limba engleză) urmată de o alta care se referă la mecanismul de degradare considerat, astfel:

- C de la **C**arbonation (Carbonatare)
- D de la **D**eicing Salt (Sare pentru dezgheţ)
- S de la **S**eawater (Apă de mare)
- F de la **F**rost (Îngheţ)
- A de la **A**ggressive environment (Mediu agresiv chimic)
- M de la **M**echanical abrasion (Atac mecanic prin abraziune)

A doua literă este urmată de o cifră care se referă la nivelul de umiditate (pentru XC, XD, XS, XF) sau nivelul de agresivitate (pentru XA, XM).

Nota 1: Alegerea claselor de expunere depinde de cerinţele în vigoare la locul unde betonul este utilizat. Această clasificare a expunerilor nu exclude luarea în considerare a unor condiţii de mediu particulare existente la locul unde betonul este utilizat, sau aplicarea unor măsuri de protecţie suplimentare cum ar fi utilizarea de oţel inoxidabil sau alt metal rezistent la coroziune și/sau utilizarea de acoperiri protectoare pentru beton sau armături.

Nota 2: Ori de câte ori este cazul, se va acorda atenţia cuvenită prevenirii apariției coroziunii electrochimice a oțelului beton și/sau biogene a betonului cu consecințe negative asupra functionalităţii elementelor/ structurilor din beton armat şi precomprimat.

(3) În cazul atacului chimic, determinarea agresivităţii apei, solului şi gazelor asupra betonului se va face conform SR 13536. Pot fi necesare studii particulare pentru determinarea claselor de expunere adecvate în cazul în care:

a) nu se încadrează în limitele Tabelului B3;
b) conţin alte substanţe agresive;
c) solul sau apa sunt poluate chimic;
d) prezintă o viteză ridicată de curgere a apei în combinaţie cu anumite substanţe chimice prezentate în Tabelul B3.

Tabelul B1. Clase de expunere

Denumirea clasei	Descrierea mediului înconjurător	Exemple informative ilustrând alegerea claselor de expunere
1. Niciun risc de coroziune sau atac		
X0	Beton simplu şi fără piese metalice înglobate. Toate expunerile, cu excepţia cazurilor de îngheţ-dezgheţ, de abraziune şi de atac chimic. Pentru beton armat sau cu piese metalice înglobate: Foarte uscat	Beton la interiorul clădirilor unde conţinutul de umiditate al aerului ambiant este foarte redus.
2. Coroziunea datorată carbonatării		

Proiect

Denumirea clasei	Descrierea mediului înconjurător	Exemple informative ilustrând alegerea claselor de expunere
Când betonul care conţine armături sau piese metalice înglobate, este expus la aer şi umiditate, expunerea este clasificată în modul următor: Notă: Condiţiile de umiditate luate în considerare sunt cele din betonul ce acoperă armăturile sau piesele metalice înglobate, dar în numeroase cazuri, această umiditate poate fi considerată că reflectă umiditatea ambiantă. În acest caz, o clasificare fondată pe diferite medii ambiante poate fi acceptabilă. Situaţia nu poate fi aceeaşi dacă există o barieră între beton şi mediul său înconjurător (acoperirea betonului cu un material de protecţie).		
XC1	Uscat sau permanent umed	Beton în interiorul clădirilor unde gradul de umiditate a mediului ambiant este redus (inclusiv bucătăriile, băile şi spălătoriile clădirilor de locuit). Beton imersat permanent în apă.
XC2	Umed, rareori uscat	Suprafeţe de beton în contact cu apa pe termen lung (de exemplu elemente ale rezervoarelor de apă). Un mare număr de fundaţii.
XC3	Umiditate moderată	Beton în interiorul clădirilor unde umiditatea mediului ambiant este medie sau ridicată (bucătării, băi, spălătorii profesionale altele decât cele ale clădirilor de locuit). Beton la exterior, însă la adăpost de intemperii (elemente la care aerul din exterior are acces constant sau des, de exemplu: hale deschise).
XC4	Alternanţă umiditate - uscare	Suprafeţe supuse contactului cu apa, dar care nu intră în clasa de expunere XC2 (elemente exterioare expuse intemperiilor).
3. Coroziunea datorată clorurilor având altă origine decât cea marină		
Când betonul care conţine armături sau piese metalice înglobate, este în contact cu apa având altă origine decât cea marină, lacuri sărate conţinând cloruri, inclusiv din sărurile pentru dezgheţare, clasele de expunere sunt după cum urmează: Notă: În ceea ce priveşte condiţiile de umiditate, a se vedea secţiunea 2 din acest tabel.		
XD1	Umiditate moderată	Suprafeţe de beton expuse la cloruri transportate de curenţi de aer (de exemplu suprafeţele expuse agenţilor de dezgheţare de pe suprafaţa carosabilă, pulverizaţi şi transportaţi de curenţii de aer, la garaje etc.).
XD2	Umed, rar uscat	Piscine, rezervoare. Beton expus apelor industriale conţinând cloruri.
XD3	Alternanţă umiditate - uscare	Elemente ale podurilor, ziduri de sprijin, expuse stropirii apei conţinând cloruri. Şosele, dalele parcajelor de staţionare a vehiculelor.
4. Coroziunea datorată clorurilor din apa de mare		
Când betonul care conţine armături sau piese metalice înglobate, este pus în contact cu cloruri din apa de mare, sau expus acţiunii aerului ce vehiculează săruri marine, clasele de expunere sunt următoarele:		
XS1	Expunere la aerul ce vehiculează săruri marine, însă nu sunt în contact direct cu apa de mare	Structuri pe, sau în apropierea litoralului (agresivitatea atmosferică marină acţionează asupra construcţiilor din beton, beton armat pe o distanţă de 5 km de ţărm).
XS2	Imersate în permanenţă	Elemente de structuri marine.
XS3	Zone de variaţie a nivelului mării, zone supuse stropirii sau ceţei	Elemente de structuri marine.
5. Atac din îngheţ-dezgheţ cu sau fără agenţi de dezgheţare		
Când betonul este supus la un atac semnificativ datorat ciclurilor de îngheţ-dezgheţ, atunci când este umed, clasele de expunere sunt următoarele:		

Proiect

Denumirea clasei	Descrierea mediului înconjurător	Exemple informative ilustrând alegerea claselor de expunere
XF1	Saturaţie moderată cu apă fără agenţi de dezgheţare	Suprafeţe verticale ale betonului expuse la ploaie şi la îngheţ.
XF2	Saturaţie moderată cu apă, cu agenţi de dezgheţare	Suprafeţe verticale ale betonului din lucrări rutiere expuse la îngheţ şi curenţilor de aer ce vehiculează agenţi de dezgheţare.
XF3	Saturaţie puternică cu apă, fără agenţi de dezgheţare	Suprafeţe orizontale ale betonului expuse la ploaie şi la îngheţ.
XF4	Saturaţie puternică cu apă, cu agenţi de dezgheţare sau apă de mare/ape naturale conținând cloruri	Şosele şi tabliere de pod expuse la agenţi de dezgheţare. Suprafeţele verticale ale betonului expuse la îngheţ şi supuse direct stropirii cu agenţi de dezgheţare. Zonele structurilor marine expuse la îngheţ şi supuse stropirii cu agenţi de dezgheţare
6. Atac chimic		
Când betonul este expus la atac chimic, care survine din soluri naturale, ape de suprafaţă şi ape subterane, clasificarea se face după cum se indică în Tabelul B3. Clasificarea apelor de mare depinde de localizarea geografică, în consecinţă se aplică clasificarea valabilă pe locul de utilizare a betonului.		
XA1	Mediu înconjurător cu agresivitate chimică slabă, conform Tabelului B3	
XA2	Mediu înconjurător cu agresivitate chimică moderată, conform Tabelului B3	
XA3	Mediu înconjurător cu agresivitate chimică intensă, conform Tabelului B3	
7. Solicitarea mecanică a betonului prin uzură		
Dacă betonul este supus unor solicitări mecanice care produc uzura acestuia, atunci acest tip de expunere poate fi clasificat după cum urmează:		
XM1	Solicitare moderată de uzură	Elemente din incinte supuse la circulaţia vehiculelor echipate cu anvelope.
XM2	Solicitare intensă de uzură	Elemente din incinte industriale supuse la circulaţia stivuitoarelor echipate cu anvelope sau bandaje de cauciuc.
XM3	Solicitare foarte intensă de uzură	Elemente din incinte industriale supuse la circulaţia stivuitoarelor echipate cu bandaje de elastomeri/ metalice sau maşini cu şenile.

Nota 1: Betonul poate fi supus la mai multe din acţiunile descrise în Tabelul B1, în acest caz, condiţiile de mediu înconjurător la care el este supus, pot fi exprimate sub formă de combinaţii de clase de expunere. În Tabelul B2 se prezintă exemple de astfel de combinaţii. Părţile unui anumit element structural pot fi expuse la diferite acţiuni de mediu.
Nota 2: Când betonul este expus la atac chimic care provine din atmosferă cu agenţi agresivi în stare gazoasă şi solidă, clasificarea se face după cum se indică în Anexa I din NE 012/1. În acest caz, cerinţele privind materialele componente şi betonul sunt prevăzute în documentul „Instrucţiuni tehnice pentru protecţia elementelor din beton armat şi beton precomprimat supraterane în medii agresive naturale şi industriale”, indicativ C 170.

Tabelul B2. Combinaţii de clase de expunere

Expunere		Combinaţii de clase de expunere	
Descriere	Exemple	BNA (1)	BA (2) / BP (3)
La interior	Interiorul clădirilor cu destinaţie de locuit sau birouri	X0	XC1

Proiectarea I

Expunere		Combinaţii de clase de expunere	
	Plăcile planșeelor parcajelor subterane în centre comerciale		XC4, XD3, XM1
La exterior			
Fără îngheţ	Fundaţii sub nivelul de îngheţ	X0	XC2
Cu îngheţ dar fără contact cu ploaia	Garaje deschise acoperite, pasaje etc.	XF1	XC3 + XF1
Îngheţ şi contact cu ploaia	Elemente exterioare expuse la ploaie.	XF1	XC4+ XF1
Îngheţ-dezgheţ cu agenţi de dezgheţare	Elemente ale infrastructurii rutiere orizontale.	XM2+XF4	XM2+ XD3+ XF4+XC4
	Verticale (în zona de stropire)	XF4	XF4+ XD3+ XC4
Mediu marin			
Fără contact cu apa de mare (aerul marin până la 5 km de coastă)			
Cu îngheţ	Elemente exterioare ale construcţiilor expuse ploii în zonele litorale	XF2	XC4+ XS1+ XF2
În contact cu apa de mare			
Imersate	Elemente structurale sub apă	XA1 (XA2)	XC1+ XS2+ XA1 (XA2)
Elemente supuse stropirii	Pereţii cheiurilor	XF4+ XA2 (XA1)	XC4+ XS3+ XF4+ XA2 (XA1)
[1)] Beton nearmat [2)] Beton armat [3)] Beton precomprimat			

(4)Mediile înconjurătoare chimic agresive, clasificate mai jos, sunt bazate pe soluri şi ape subterane naturale la o temperatură apă/ sol cuprinsă între 5^0C şi 25^0C şi în cazurile în care viteza de scurgere a apei este suficient de mică pentru a fi considerată în condiţii statice.

(5)Alegerea claselor se face în raport de caracteristicile chimice ce conduc la agresiunea cea mai intensă.

(6)Când cel puţin două caracteristici agresive conduc la aceeaşi clasă, mediul înconjurător se clasifică în categoria imediat superioară, dacă un studiu specific nu a demonstrat că aceasta nu este necesară.

Tabelul B3. Valorile limită pentru clasele de expunere corespunzătoare la atacul chimic al solurilor naturale şi apelor subterane

Caracteristici chimice	Metode de încercări de referinţă	XA1	XA2	XA3
Ape subterane				
SO_4^{2-}, mg/l	SR EN 196-2	≥ 200 şi ≤ 600	> 600 şi ≤ 3000	> 3000 şi ≤ 6000
pH	SR EN 1262	≤ 6,5 şi ≥ 5,5	≤ 5,5 şi ≥ 4,5	< 4,5 şi ≥ 4,0
CO_2 agresiv, în mg/l	SR EN 13577	≥ 15 şi ≤ 40	> 40 şi ≤ 100	> 100 până la saturaţie
NH_4^+, mg/l	SR ISO 7150-1	≥ 15 şi ≤ 30	> 30 şi ≤ 60	> 60 şi ≤ 100
Mg_2^+, mg/l	SR EN ISO 7980	≥ 300 şi ≤ 1000	> 1000 şi ≤ 3000	> 3000 până la saturaţie
Sol				
SO_4^{2-}, mg/l[a] total	SR EN 196-2[b]	≥ 2000 şi ≤ 3000[c]	>3000[c] şi ≤ 12000	>12000[c] şi ≤24000

Reglementare II

Caracteristici chimice	Metode de încercări de referinţă	XA1	XA2	XA3
Aciditate în conformitate cu Baumann Gully, ml/kg	SR EN 16502	> 200	Nu sunt întâlnite în practică	
[a] Solurile argiloase a căror permeabilitate este inferioară valorii de 10^{-5} m/s, pot fi clasate într-o clasă inferioară. [b] Metoda de încercare prevede extracţia SO_4^{2-} cu acid clorhidric; alternativ este posibil de a proceda la această extracţie cu apă, dacă aceasta este admisă la locul de utilizare a betonului. [c] Limita de 3000 mg/kg se reduce la 2000 mg/kg în caz de risc de acumulare de ioni de sulfat în beton datorită ciclurilor uscare-umezire, sau prin sucţiune capilară.				

Notă: Valorile limită pentru clasele de expunere corespunzătoare atacului chimic a pământurilor naturale şi apelor subterane indicate în Tabelul B3 se aplică şi apelor supraterane staționare în contact cu suprafaţa betonului.

Redactarea II

Anexa C

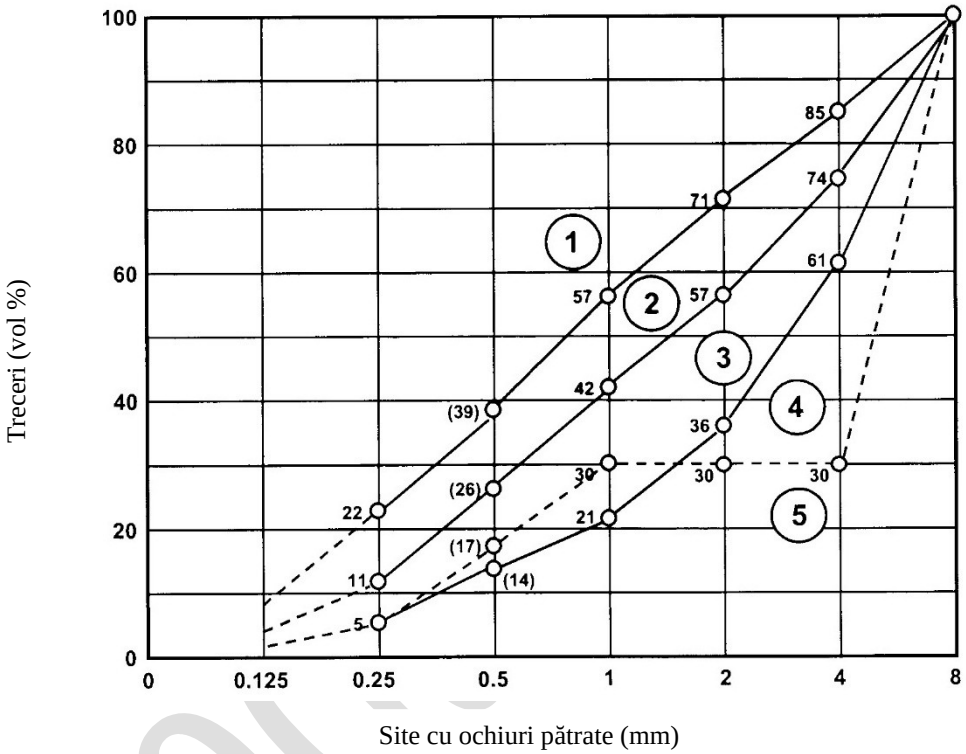
(normativă)

Compoziţia granulometrică a agregatelor utilizate la prepararea betonului

(1) Compoziţia granulometrică a agregatelor care se utilizează la prepararea betoanelor este descrisă prin procentul de volum al agregatului trecut prin sitele cu ochiuri pătrate cu dimensiuni de 0,125 mm, 0,25 mm, 0,5 mm, 1 mm, 2 mm, 4 mm, 8 mm, 16 mm, 22,4 (22) mm, respectiv 31,5 (32) mm şi 63 mm.

(2) Compoziţiile granulometrice ale agregatelor individuale sau compuse sunt determinate având în vedere SR EN 933-1.

(3) Figurile de la C1 până la C5 prezintă zonele de granulozitate în funcţie de dimensiunea maximă a agregatelor.

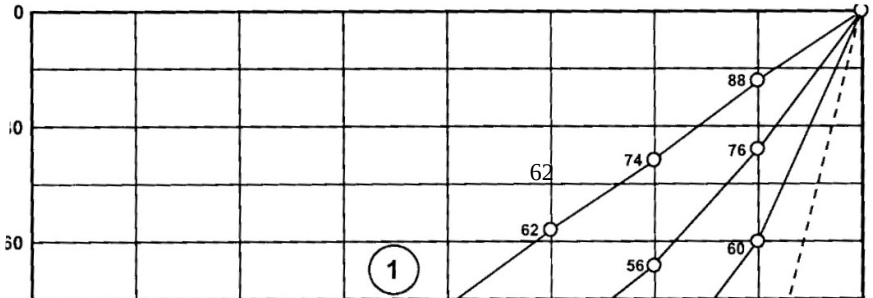


Site cu ochiuri pătrate (mm)

Legendă

① defavorabilă
② utilizabilă
③ favorabilă
④ favorabilă pentru compoziţie granulometrică discontinuă
⑤ defavorabilă

Figura C1. Zone de granulozitate pentru dimensiunea maximă a agregatelor de 8 mm



Trec
eri
(vol
%)

Site cu ochiuri pătrate (mm)

Legendă

① defavorabilă

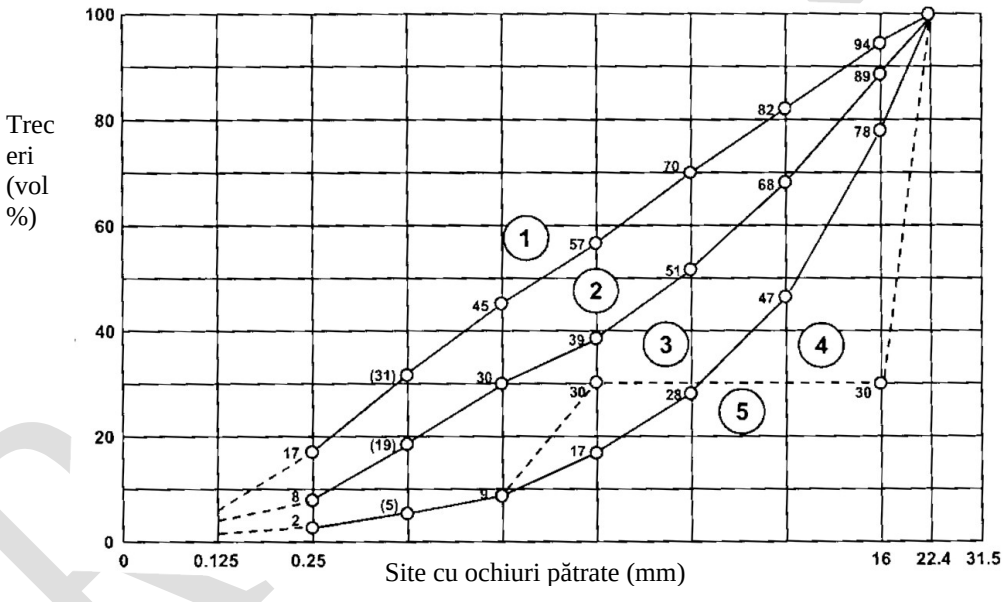
② utilizabilă

③ favorabilă

④ favorabilă pentru compoziţie granulometrică discontinuă

⑤ defavorabilă

Figura C2. Zone de granulozitate pentru dimensiunea maximă a agregatelor de 16 mm



Site cu ochiuri pătrate (mm)

Legendă

① defavorabilă

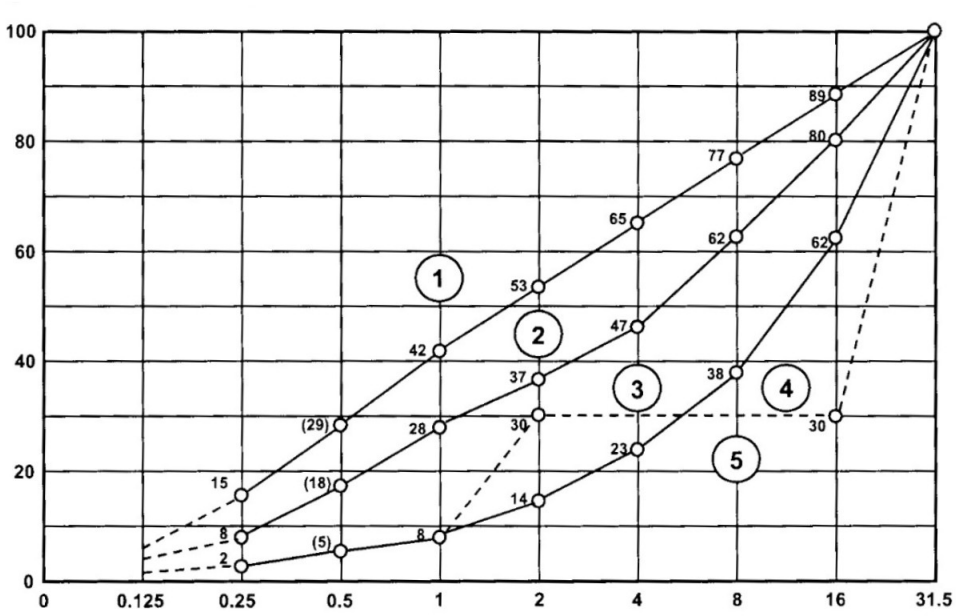
② utilizabilă

③ favorabilă

④ favorabilă pentru compoziţie granulometrică discontinuă

⑤ defavorabilă

Figura C3. Zone de granulozitate pentru dimensiunea maximă a agregatelor de 22,4 (22) mm



Legendă :

① defavorabilă

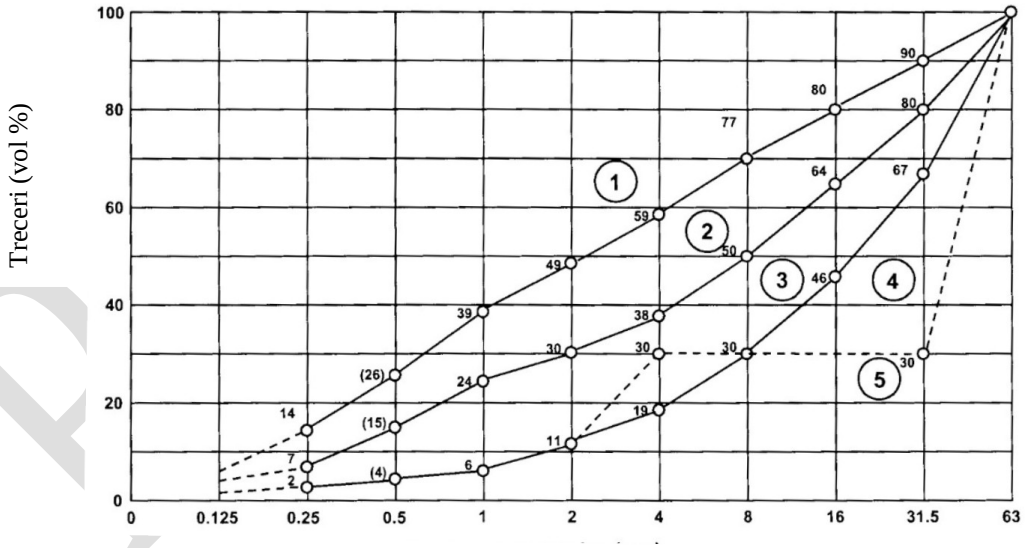
② utilizabilă

③ favorabilă

④ favorabilă pentru compoziţie granulometrică discontinuă

⑤ defavorabilă

Figura C4. Zone de granulozitate pentru dimensiunea maximă a agregatelor de 31,5 (32) mm



Legendă:

① defavorabilă

② utilizabilă

③ favorabilă

④ favorabilă pentru compoziţie granulometrică discontinuă

⑤ defavorabilă

Figura C5. Zone de granulozitate pentru dimensiunea maximă a agregatelor de 63 mm

Anexa D

(normativă)

Valori pentru limitele compoziţiilor betonului

(1) Această Anexă furnizează valorile limită ale compoziţiei şi proprietăţilor betonului în funcţie de clasa de expunere conform 4.2.1.4.

(2) Tabelele D1.1 şi D1.2 prezintă valorile limită ale compoziţiei şi proprietăţilor betonului în funcţie de clasa de expunere bazate pe ipoteza unei durate de viaţă şi întreţinere a structurii prevăzute de 50 ani. Valorile din Tabelele D1.1 şi D1.2 corespund diferitelor tipuri de cimenturi şi agregatelor ale căror dimensiuni maxime sunt cuprinse între 20 şi 31,5 (32) mm.

(3) În Tabelele D2.1 și D2.2 se prezintă domenii şi exemple de utilizare a unor tipuri de cimenturi fabricate conform SR EN 197-1 şi SR EN 197-5 pentru diferite clase de expunere.

(4) Pentru extinderea domeniilor de aplicare ale cimenturilor sau stabilirea acestora, se aplică prevederile Anexei J din NE 012/1. Pentru alte cimenturi care nu sunt cuprinse în SR EN 197-1 aptitudinea generală de utilizare se face pe baza prevederilor altor standarde europene de cimenturi în vigoare, privind proiectarea şi executarea lucrărilor, a standardelor naţionale elaborate având în vedere principii şi proceduri recunoscute care sunt în conformitate cu prezentul normativ. Pentru toate cimenturile pentru care nu există experienţă de utilizare în betoane în ţară, introducerea acestora în reglementări se va face numai pe baza unor rezultate ale cercetărilor experimentale efectuate în laboratoare autorizate independente prin care să se demonstreze comportarea betoanelor la diferite tipuri de solicitări fizico-mecanice şi de mediu, în conformitate cu acest Normativ.

(5) Tabelele D3.1 și D3.2 furnizează conţinutul maxim admis de părţi fine în betonul preparat cu diferite dimensiuni maxime D_{max} ale granulelor agregatelor.

Redacția II

Redactarea II

Tabelul D1.1. Valorile limită pentru compoziţia şi proprietăţile betonului pentru clasele de expunere X0, XC, XD şi XS

	Clasele de expunere										
	Niciun risc de coroziune sau atac chimic	Coroziunea oțelului beton indusă prin carbonatare				Coroziunea oțelului beton datorată clorurilor					
						Cloruri din alte surse decât apa de mare			Cloruri din apa de mare		
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XS1	XS2	XS3
Raport maxim apă /ciment[a]	-	0,65	0,60	0,55	0,50	0,55	0,50	0,45	0,50	0,45	0,45
Clasa minimă de rezistenţă	C12/15[b]	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C35/45	C35/45
Dozaj minim de ciment (kg/m^3)	-	260	280	280	300	300	300[a]	320[a]	300	320[a]	340[a]
Conţinut minim de aer antrenat (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alte condiţii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[a)] Se consideră apa eficace (a se vedea definiţia dată în SR EN 206+A2:2021 la pct. 3.1.3.4). Când este aplicat conceptul valorii k, raportul maxim apă/ciment şi dozajul minim de ciment se modifică în conformitate cu 5.2.5.2 din SR EN 206+A2:2021

[b)] În cazul elementelor din beton simplu

NOTĂ: Pentru produse prefabricate, în cazul betoanelor semiumede sau cu tasare redusă, cu agregate ≥ 16mm, se admite reducerea dozajului de ciment cu până la 10%, în condițiile verificării îndeplinirii cerințelor de performanță precizate în standardele de produs.

Redacțional

Tabelul D1.2. Valorile limită pentru compoziţia şi proprietăţile betonului pentru clasele de expunere XF, XA și XM

	Clasele de expunere												
	Atac îngheţ-dezgheţ						Atac chimic			Atac mecanic			
	XF1	XF2		XF3		XF4	XA1	XA2[c]	XA3[c]	XM1	XM2		XM3
Raport maxim apă /ciment [e]	0,50	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,55	0,55	0,45	0,45
Clasa minimă de rezistenţă	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45
Dozaj minim de ciment (kg/m^3)	300	300	320	320	320	340 [d]	300	320	360	300	300	320	320
Conţinut minim de aer antrenat (%)	-	4,0[a]	-	4,0[a]	-	4,0[a]	-	-	-	-	-	-	-
Alte condiţii	Agregate rezistente la îngheţ-dezgheţ conform SR EN 12620, SR EN 1367-1 şi SR EN 1367-2							Ciment rezistent la sulfaţi			Tratarea suprafeţei betonului[b]		

[a)] Conţinutul de aer antrenat se stabileşte în funcţie de dimensiunea maximă a granulei în conformitate cu 4.2.1.6. Dacă betonul nu conţine aer antrenat cu intenţie, atunci performanţa betonului se măsoară conform unei metode de încercări adecvate, în comparaţie cu un beton pentru care a fost stabilită rezistenţa la îngheţ-dezgheţ pentru clasa de expunere corespunzătoare.

[b)] Prin metode ce conferă suprafeţei proprietăţi superioare de impermeabilizare/durificare, de exemplu tratare prin vacuumare.

[c)] Când prezenţa de SO_4^{2-} conduce la o clasă de expunere XA2 şi XA3 este esenţial să fie utilizat un ciment rezistent la sulfaţi (a se vedea și Tabelele D2.1, D2.2).

[d)] În cazul expunerii în zonele marine se utilizează cimenturi rezistente la acţiunea apei de mare (combinaţiile specifice ale claselor de expunere).

[e)] Se consideră apa eficace (a se vedea definiția dată la art. 3.1.16). Când este aplicat conceptul valorii k, raportul maxim apă ciment şi dozajul minim de ciment se modifică în conformitate cu art. 5.2.5.2 din SR EN 206+A2:2021

NOTĂ: Pentru produse prefabricate, în cazul betoanelor semiumede sau cu tasare redusă, cu agregate ≥ 16mm, se admite reducerea dozajului de ciment cu până la 10%, în condițiile verificării îndeplinirii cerințelor de performanță precizate în standardele de produs.

Regist

Tabelul D2.1. Domenii de utilizare pentru cimenturi conform standardelor SR EN 197-1, SR EN 206+A2:2021[a] și normativului NE012/1

Tip ciment			Clasele de expunere										
			Niciun risc de coroziune sau atac chimic	Coroziunea oțelului beton indusă prin carbonatare				Coroziunea oțelului beton datorată clorurilor					
								Cloruri din alte surse decât apa de mare			Cloruri din apa de mare		
			XO	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XS1	XS2	XS3
CEM I			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
	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	X	O	O	O	O	O	O	O	O
	A	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	B		X	X	X	O	O	O	O	O	O	O	O
	A	M	Se utilizează în conformitate cu prevederile Tabelului D2.2										
	B		Se utilizează în conformitate cu prevederile Tabelului D2.2										
CEM III	A		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CEM III	B[e]		X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
CEM III	C[e]		X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O

Redacta

Tabelul D2.1 (continuare) [a]

Tip ciment			Clasele de expunere									
			Atac îngheţ-dezgheţ				Atac chimic			Atac mecanic		
			XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2[c]	XA3[c]	XM1	XM2	XM3
CEM I			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
	A	V	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	B		X	O	O	O	X	X	X	X	X	X
	A	LL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	B		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
	A	L	O	O	O	O	X	X	X	X	X	X
	B		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
	A	M	Se utilizează în conformitate cu prevederile tabelului D2.2									
	B		Se utilizează în conformitate cu prevederile tabelului D2.2									
CEM III	A		X	X	X	X[b]	X	X[d]	X[d]	X	X	X
CEM III	B[e]		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O

X Se poate aplica.

0 Nu se aplică (din lipsa experienţei naţionale).

[a)] Prezentul tabel prezintă domeniile de utilizare a unor cimenturi fabricate în conformitate cu SR EN 197-1. Condiţiile de utilizare a cimenturilor sunt formulate la 4.1.2.

[b)] Se utilizează CEM III/A având clasa de rezistență ≥ 42,5 cu zgură în cantitate ≤ 50 % din masă, exclusiv ghipsul, în cazul demonstrării comportării corespunzătoare la acţiunile de îngheţ-dezgheţ şi agenţi de dezgheţare sau apa de mare / lacuri sărate.

[c)] Când prezenţa de SO_4^{2-} conduce la o clasă de expunere XA2 şi XA3 este esenţial să fie utilizat un ciment rezistent la sulfaţi, definit în conformitate cu SR EN 197-1

[d)] Se poate aplica, pe baza demonstrării performanțelor în conformitate cu Anexa normativă J din NE 012/1

[e)] Se poate aplica, pentru anumite clase de expunere, pe baza demonstrării performanțelor în conformitate cu Anexa (normativă) J din NE 012/1

Nota 1: Pentru realizarea elementelor și produselor prefabricate se vor avea în vedere prevederile Tabelului 4.1 din prezentul Normativ.

Nota 2: Pentru realizarea elementelor prefabricate din beton precomprimat se utilizează numai cimenturile de tip CEM I și respectiv CEM II/A în cazul demonstrării unei comportări corespunzătoare a betonului în ceea ce privește caracteristicile de rezistență, deformații instantanee, respectiv din contracție și curgere lentă.

Reglementare

Tabelul D2.2. Domenii de utilizare pentru cimenturi de tip CEM II M, IV, V şi VI conform standardelor SR EN 197-1 şi SR EN 197-5

Tip ciment				Clasele de expunere											
				Niciun risc de coroziune sau atac chimic	Coroziunea oțelului beton indusă prin carbonatare				Coroziunea oțelului beton datorată clorurilor						
									Cloruri din alte surse decât apa de mare			Cloruri din apa de mare			
				XO	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XS1	XS2	XS3
CEM II	M	A	S-LL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
			S-V; V-LL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		B	S-V	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
			S-LL; V-LL	X	X	X	C	C	C	O	O	O	O	O
CEM II	M	B	S-V-LL	X	C	C	O	O	O	O	O	O	O	O
CEM II	M	C[b]	S-V; S-LL; V-LL	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
CEM IVA[b]				X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
CEM IVB[b]				X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
CEM VA[b]				X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
CEM VB[b]				X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
CEM VI[b]			S-V; S-LL; V-LL	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O

Redacta

Tabelul D2.2. (continuare)

Tip ciment				Clasele de expunere									
				Atac îngheţ-dezgheţ				Atac chimic			Atac mecanic		
				XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2[a]	XA3[a]	XM1	XM2	XM3
CEM II	M	A	S-LL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
			S-V ; V-LL	X	C	X	C	X	X	X	X	X	X
		B	S-V	X	C	C	C	X	X	X	X	X	X
			S-LL; V-LL	C[e]	C[e]	C[c; e]	C[d; e]	O	O	O	X	O	O
CEM II	M	B	S-V-LL	C[c; e]	C[c; e]	O	O	O	O	O	O	O	O
CEM II	M	C[b]	S-V; S-LL; V-LL	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
CEM IVA[b]				O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
CEM IVB[b]				O	O	O	O	X	X	X	O	O	O
CEM VA[b]				O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
CEM VB[b]				O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
CEM VI[b]			S-V; S-LL; V-LL	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O

X Se poate aplica; O Nu se aplică (din lipsa experienţei naționale)
C Aplicare condiționată de demonstrarea performanţelor conform Anexei normative J din NE 012/1.
a) Când prezenţa de SO_4^{2-} conduce la o clasă de expunere XA2 şi XA3 este esenţial să fie utilizat un ciment rezistent la sulfaţi, definit în conformitate cu SR EN 197-1
b) Se poate aplica pentru alte clase de expunere pe baza demonstrării performanțelor în conformitate cu Anexa (normativă) J din NE 012/1
c) Se poate aplica pentru beton cu aer antrenat
d) Pentru aplicaţii specifice se tratează suprafaţa betonului prin acoperire cu pelicule de protecţie sau șlefuire mecanică în conformitate cu CD 139
e) Se pot utiliza pe baza demonstrării performanţelor în conformitate cu Anexa (normativă) J din NE 012/1. În cazul în care procentul de calcar (exclusiv ghips) depășește 15% LL, cimenturile trebuie să îndeplinească toate criteriile de performanţă pentru rezistenţa la ingheţ-dezgheţ, metodele slab test și cube test aplicabile.

Nota 1: Pentru realizarea elementelor și produselor prefabricate se vor avea în vedere prevederile Tabelului 4.1 din prezentul Normativ.
Nota 2: În cazul utilizării altor tipuri de cimenturi fabricate în conformitate cu SR EN 197-1, SR EN 197-5 și SR EN 197-6, domeniile de utilizare pentru produsele prefabricate se stabilesc pe baza demonstrării performanțelor în conformitate cu Anexa normativă J din NE 012/1.

Refa

Tabelul D3.1. Conţinutul maxim admis de părţi fine în betonul preparat cu agregate având dimensiunea maximă D_{max} a granulelor cuprinsă de la 16 mm până la 63 mm pentru betoane de clasă ≤ C50/60 şi LC ≤ 50/55

Dozaj ciment (kg/m³)	Conţinut maxim în părţi fine (kg/m³) < 0,125 mm
≤ 300	400
300 ···400	550
≥ 400	600

Tabelul D3.2. Conţinutul maxim admis de părţi fine în betonul preparat cu agregate având dimensiunea maximă D_{max} a granulelor cuprinsă de la 16 mm până la 63 mm pentru betoane de clasă > C50/60 şi LC> 50/55

Dozaj ciment (kg/m³)	Conţinut maxim în părţi fine (kg/m³) < 0,125 mm
≤400	500
400···450	Dozaj de ciment + 100
450···500	Dozaj de ciment + 100
≥ 500	600

Nota: Prin continutul de părți fine se întelege aportul adus de fiecare din componentele solide ale betonului (ciment, agregate, adaosuri), având dimensiunea particulei < 0,125 mm.

Redactare

ANEXA E

(normativă)

Clase pentru betonul proaspăt

E1. Clase de consistență

(1) Tabelele E1, E2, E3 și E4 se aplică atunci când betonul este clasificat în funcție de consistența sa. În cazul betonului autocompactant, se aplică numai clasele din Tabelul E4.

(2) Consistența poate fi specificată, de asemenea, printr-o valoare țintă cu toleranțele indicate în Tabelul 23 din SR EN 206+A2:2021.

Nota 1: Nu există o relație directă între clasele de consistență din Tabelele E1 până la E4. Pentru betonul semi-umed, adică betonul cu un conținut redus de apă, proiectat pentru a fi compactat printr-un procedeu special, consistența nu este clasificată. Pentru un astfel de beton consistența poate fi specificată prin încercarea VE-BE conform SR EN 12350-3.

Tabelul E1. Clase de tasare

Clasă	Tasare, încercare în conformitate cu SR EN 12350-2 (mm)
S1	de la 10 până la 40
S2	de la 50 până la 90
S3	de la 100 până la 150
S4	de la 160 până la 210
S5[a]	≥ 220
[a] A se vedea Nota 1 de la art 5.4.1 din SR EN 206+A2:2021.	

Tabelul E2. Clase de compactare

Clasă	Indice de compactare, încercare în conformitate cu SR EN 12350-4
C0[a]	≥ 1,46
C1	de la 1,45 până la 1,26
C2	de la 1,25 până la 1,11
C3	de la 1,10 până la 1,04
C4[b]	< 1,04
[a] A se vedea Nota 1 de la art. 5.4.1 din SR EN 206+A2:2021 [b] C4 se aplică numai betonului ușor	

Tabelul E3. Clase de răspândire

Clasă	Diametrul răspândirii, încercare în conformitate cu SR EN 12350-5 (mm)
F1[a]	≤ 340
F2	de la 350 până la 410
F3	de la 420 până la 480
F4	de la 490 până la 550
F5	de la 560 până la 620
F6[a]	≥ 630
[a]A se vedea Nota 1 de la art. 5.4.1 din SR EN 206+A2:2021	

Redactarea II

Tabelul E4. Clase de răspândire din tasare

Clasă	Răspândire[a], încercare în conformitate cu SR EN 12350-8 (mm)
SF1	de la 550 până la 650
SF2	de la 660 până la 750
SF3	de la 760 până la 850
a) Clasificarea nu se aplică betonului cu D_{max} mai mare de 40 mm	

E2. Clase pentru proprietăți suplimentare ale betonului autocompactant

(1) Atunci când betonul autocompactant este clasificat în funcție de vâscozitatea sa, de abilitatea de trecere sau de rezistența la segregare (încercare de stabilitate cu sita), se aplică Tabelele de la E5 până la E9.

(2) Vâscozitatea aparentă poate fi specificată, de asemenea, printr-o valoare țintă, cu toleranțele din Tabelul 23 din SR EN 206+A2:2021.

(3) Abilitatea de trecere poate fi specificată, de asemenea, printr-o valoare minimă, atunci când încercarea se efectuează prin metoda cutiei L, sau printr-o valoare maximă, atunci când este determinată prin metoda inelului J.

(4) Rezistența la segregare poate fi specificată, de asemenea, printr-o valoare maximă.

Tabelul E5. Clase de vâscozitate – t_{500}

Clasă	t_{500}[a], încercare în conformitate cu SR EN 12350-8 (s)
VS1	< 2,0
VS2	≥ 2,0
a) Clasificarea nu se aplică betonului cu D_{max} mai mare de 40 mm	

Tabelul E6. Clase de vâscozitate aparentă – t_v

Clasă	t_v[a], încercare în conformitate cu SR EN 12350-9 (s)
VF1	< 9,0
VF2	de la 9,0 până la 25,0
a) Clasificarea nu se aplică betonului cu D_{max} mai mare de 22,4 mm	

Nota 1: Clasele definite în Tabelele E5 și E6 sunt similare, dar nu sunt corelate exact.

Tabelul E7. Clase de abilitate de trecere – cutia L

Clasă	Coeficient de umplere a cutiei L, încercare în conformitate cu SR EN 12350-10
PL1	≥ 0,80 cu 2 armături
PL2	≥ 0,80 cu 3 armături

Redactarea II

Tabelul E8. Clase de abilitate la trecere – Inel J

Clasă	Pasul inelului J[a], încercare în conformitate cu SR EN 12350-12 (mm)
PJ1	≤ 10 cu 12 armături
PJ2	≤ 10 cu 16 armături
a) Clasificarea nu se aplică betonului cu dimensiunea maximă a agregatului mai mare de 40 mm	

Nota 2: Clasele definite în Tabelele E7 și E8 sunt similare, dar nu sunt corelate exact.

Tabelul E9. Clase de rezistență la segregare

Clasă	Porțiune segregată[a], încercare în conformitate cu SR EN 12350-11 (%)
SR1	≤ 20
SR2	≤ 15
a) Clasificarea nu se aplică betonului cu D_{max} mai mare de 40 mm	

Redactarea II

ANEXA F

(normativă)

Clase de rezistență pentru betonul întărit

F1. Clase de rezistență pentru betoane cu densitate normală și betoane grele

Rezistența la compresiune

(1) Rezistența caracteristică la compresiune la 28 de zile, măsurată pe cilindri cu diametrul de 150 mm și înălțimea ($f_{ck,cil}$) de 300 mm, sau rezistența caracteristică la compresiune la 28 de zile, măsurată pe cuburi cu latura de 150 mm ($f_{ck,cub}$), în conformitate cu SR EN 12390-3.
(2) Încercările pot fi efectuate și după termenul de 28 de zile, până la 91 de zile, în conformitate cu prevederile proiectului care va preciza termenul, scopul precum și modul de interpretare a rezultatelor acestor încercări, în vederea definirii clasei de rezistență la compresiune în conformitate cu SR EN 1992-1-1.

Tabelul F1.1. Clase de rezistență la compresiune pentru betoanele cu densitate normală și betoanele grele

Clasa de rezistență la compresiune	Rezistența caracteristică minimă pe cilindri $f_{ck,cyl}$ (N/mm^2)	Rezistența caracteristică minimă pe cuburi $f_{ck,cube}$ (N/mm^2)
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

Redactarea I

Tabelul F1.2. Clase de rezistență la compresiune pentru betoanele ușoare

Clasa de rezistență la compresiune	Rezistența caracteristică minimă pe cilindri $f_{ck,cyl}$ (N/mm^2)	Rezistența caracteristică minimă pe cuburi [a] $f_{ck,cube}$ (N/mm^2)
LC12/13	12	13
LC16/18	16	18
LC20/22	20	22
LC25/28	25	28
LC30/33	30	33
LC35/38	35	38
LC40/44	40	44
LC45/50	45	50
LC50/55	50	55
LC55/60	55	60
LC60/66	60	66
LC70/77	70	77
LC80/88	80	88

a) Alte valori pot fi utilizate dacă relația acestora cu rezistența pe cilindri este stabilită și documentată.

F2. Clase de rezistență și ductilitate pentru betonul armat dispers cu fibre din oțel

(1) Rezistențele reziduale caracteristice $f_{R,1k}$ și $f_{R,3k}$ pentru betonul armat cu fibre de oțel trebuie să fie determinate în conformitate cu SR EN 14651. Acestea trebuie să fie clasificate atât în clasele de rezistență SC (1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0), cât și în clasele de ductilitate de la a) până la e), în conformitate cu Tabelul F2.

Nota 1: Clasificarea se face în conformitate cu valorile $f_{R,1k}$ și $f_{R,3k}$. Selectarea clasei de rezistență se obține prin compararea valorii lui $f_{R,1k}$, determinată experimental, cu limitele care definesc clasele de rezistență, specificate în paranteze. Clasa de ductilitate, desemnată printr-o literă, este selectată prin compararea $f_{R,3k}$ determinată experimental cu valorile din Tabelul F2.

Nota 2: $f_{R,1k}$ și $f_{R,3k}$ care urmează să fie utilizate pentru proiectare corespund valorilor obținute conform clasificării în clasa de rezistență și, respectiv, clasa de ductilitate în conformitate cu Tabelul F2.

Tabelul F2. Clase de rezistență și ductilitate pentru betonul armat dispers cu fibre metalice (MPa)

Clase de ductilitate	Clase de rezistență *SC* ($f_{R,1k} \geq SC$)												Relații analitice
	1,0	**1,5**	**2,0**	**2,5**	**3,0**	**3,5**	**4,0**	**4,5**	**5,0**	**6,0**	**7,0**	**8,0**	
a	0,5	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	3,0	3,5	4,0	$f_{R,3k} \geq 0,5SC$
b	0,7	1,1	1,4	1,8	2,1	2,5	2,8	3,2	3,5	4,2	4,9	5,6	$f_{R,3k} \geq 0,7SC$
c	0,9	1,4	1,8	2,3	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	5,4	6,3	7,2	$f_{R,3k} \geq 0,9SC$
d	1,1	1,7	2,2	2,8	3,3	3,9	4,4	5,0	5,5	6,6	7,7	8,8	$f_{R,3k} \geq 1,1SC$
e	1,3	2,0	2,6	3,3	3,9	4,6	5,2	5,9	6,5	7,8	9,1	10,4	$f_{R,3k} \geq 1,3SC$

Redactia II

Anexa G

(informativă)

Evaluarea rezistenței la compresiune a betonului prin aplicarea metodei maturității

G1. Considerații generale

(1) Această Anexă prezintă modul de evaluare a rezistenței betonului prin aplicarea metodei maturității, descrisă în conformitate cu ASTM C 1074.

(2) Această metodă implică stabilirea în laborator a relației rezistență la compresiune - factor/ indice de maturitate - timp pentru o anumită compoziție de beton (calibrarea rețetei). Prin înregistrarea evoluției temperaturii betonului în elementul supus evaluării (din șantier sau hala de fabricație) se poate evalua rezistența la compresiune în timp, la anumite termene.

(3) Metoda poate fi utilizată pentru evaluarea rezistenței la compresiune a betonului din elementele prefabricate, inclusiv pentru stabilirea termenelor de efectuare a unor faze tehnologice specifice cum ar fi: decofrarea elementelor, taierea cablurilor pretensionate sau post-tensionarea cablurilor, transportul în zona de depozitare, încărcarea elementelor în mijloacele de transport etc.

G2. Descrierea metodei

(1) După calibrarea rețetei, metoda constă în înregistrarea evoluției temperaturii și calculul indicelui/ factorului de maturitate al betonului în elementul supus evaluării rezistenței, din momentul turnării betonului și până la atingerea nivelului prescris (al indicelui/factorului de maturitate) pentru rezistența la compresiune (ca prag necesar a fi atins pentru anumite etape de execuție a elementului).

(2) Istoricul temperaturii în element este înregistrat și transformat în indice/factor de maturitate al betonului, în funcție de echipamentul de monitorizare utilizat prin aplicarea relației/funcției de maturitate NURSE-SAUL sau ARRHENIUS.

(3) Pentru calculul indicelui/factorului de maturitate, cunoscând istoricul temperaturii măsurate a betonului se poate aplica una din următoarele două funcții NURSE-SAUL sau ARRHENIUS. În mod practic funcția NURSE-SAUL, detaliată în această Anexa, este mai simplă și mai frecvent utilizată (fiind corespunzătoare unui număr mare de aplicații) însă funcția ARRHENIUS este mai precisă:

i. Funcția de maturitate NURSE - SAUL poate fi utilizată pentru a calcula factorul temperatură-timp (indicele/factorul de maturitate, M_{NS}) aplicând relația G1, considerându-se dezvoltarea rezistenței betonului ca funcție liniară de temperatură:

$$M_{NS} = \sum (T_{a,n} - To) \cdot \Delta t \qquad (G1)$$

unde:

- M_{NS} = factorul temperatura-timp (indicele/factorul de maturitate) la vârsta t, în °C-zile sau °C-ore;
- Δt = interval de timp, în zile sau ore;
- $T_{a,n}$ = temperatura medie a betonului în intervalul de timp Δt, în °C;
- To = temperatura de referință, în °C.

Reactarea II

(4) Indicele/factorul de maturitate, exprimat ca factor temperatură – timp în°C-zile sau°C-ore, are semnificația grafică a unei arii, conform Figurii G1. Pentru valori ale temperaturii sub temperatura de referință (To), aria corespunzătoare nu se ia în considerare.

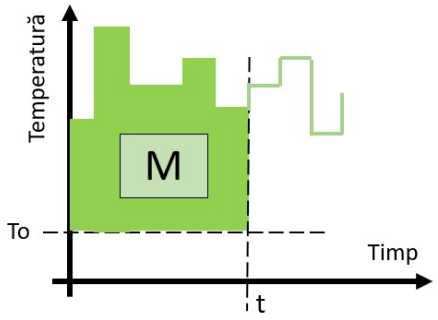


Figura G1. Indicele/ factorul de maturitate exprimat ca factor temperatură – timp în°C-zile sau°C-ore

(5) Prin aplicarea metodei maturității folosind funcția de maturitate NURSE-SAUL se urmărește stabilirea unei relații liniare între indicele/factorul de maturitate „M_{NS}” și rezistența la compresiune a betonului astfel încât, în oricare moment după turnarea betonului, pe baza evoluției indicelui/ factorului de maturitate „M_{NS}” din șantier să poată fi stabilită rezistența la compresiune a betonului (Figura G2).

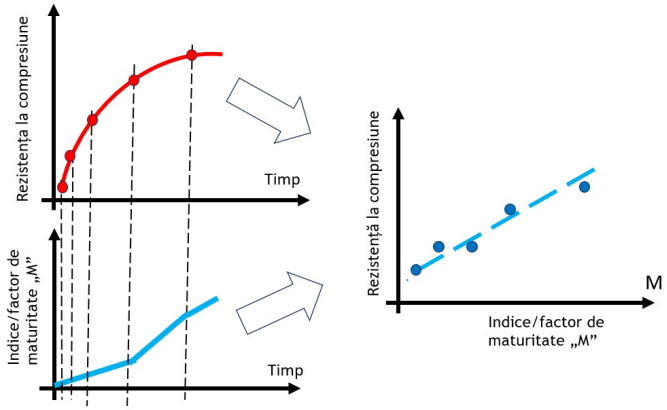


Figura G2. Stabilirea relației liniare între indicele/ factorul de maturitate „M_{NS}” și rezistența la compresiune a betonului

ii. Funcția de maturitate ARRHENIUS poate fi utilizată pentru a calcula vârsta echivalentă, t_e la o temperatură specificată aplicând relația G2, considerându-se dezvoltarea rezistenței ca funcție exponentială de temperatură:

$$t_e=\sum e^{-Q\left(\frac{1}{Ta,a}-\frac{1}{Ts}\right)}\cdot \Delta t \qquad \text{(G2)}$$

unde:

1. t_e = vârsta echivalentă a betonului la temperatura de referință, T_s în zile sau ore;
2. Q = E/R reprezintă raportul între energia de activare E și constanta universală R a gazelor egală cu 8.314 J/mol-K, în Kelvin ;

3. $T_{a,a}$ = temperatura medie a betonului în intervalul de timp Δt, în Kelvin;
4. T_s = temperatura de referință, în Kelvin;
5. Δt = interval de timp, în zile sau ore;

(5) Indicele/factorul de maturitate MA este exprimat ca vârsta echivalentă (t_e) a betonului la temperatura de referință (T_s).

(6) Echipamentele pentru măsurarea indicelui/factorului de maturitate pot include aplicarea uneia dintre aceste funcții (NURSE - SAUL / ARRHENIUS) sau a ambelor funcții. În cazul în care ambele funcții sunt disponibile, se va utiliza aceeași funcție, la calibrarea rețetei (efectuarea testării inițiale), la monitorizarea calibrării (efectuarea testării continue) cât și la recalibrare, dacă este cazul.

(7) Măsurătorile de temperatură efectuate în elementul prefabricat de beton se vor face pe tot timpul aplicării metodei cu același tip de senzori, schimbarea tipului senzorilor necesitând verificări suplimentare privind exactitatea relațiilor matematice stabilite și aplicate.

(8) După calibrarea efectuată în laborator pentru compoziția de beton ce va fi utilizată, se introduc datele (indicele/factorul de maturitate și alte date solicitate) în programul de calcul al echipamentului utilizat, putându-se astfel trece la evaluarea indirectă, pe șantier sau în hala de fabricație, a rezistenței la compresiune a betonului din elementul prefabricat.

(9) Precizia determinării rezistenței la compresiune evaluate depinde în primul rând de modalitatea de realizare a calibrării (testării inițiale) rețetei în laborator, respectiv de gradul de detaliere al acesteia. Cu cât crește (se îndesește) numărul termenelor la care se fac încercările (în special pe termen scurt), iar condițiile de mediu în care se păstrează probele sunt mai variate și controlate, cu atât estimarea rezistenței indicelui/ factorului de maturitate va fi mai exactă.

G3. Cerințe privind aparatura

(1) Echipamentul de monitorizare (senzorii), care efectuează pe șantier sau în hală înregistrarea temperaturii betonului în funcție de timp, și respectiv calculul indicelui/ factorului de maturitate, conform ecuațiilor G1 sau G2, va asigura corespondenta necesară cu înregistrările efectuate la calibrarea (testarea inițială în laborator), monitorizarea calibrării (testarea continuă) precum și la recalibrarea rețetei de beton utilizate, dacă este cazul.

(2) Pentru urmărirea evoluției parametrilor esențiali, softul echipamentului va asigura prezentarea grafică în timp real a evoluțiilor temperaturii, indicelui/ factorului de maturitate, maturității și rezistenței la compresiune a betonului din elementul prefabricat. Se recomandă obținerea și arhivarea de înregistrări electronice și scrise specifice pentru fiecare compoziție de beton și element prefabricat, identificate distinct.

(3) Intervalul de timp la care se înregistrează temperatura în cadrul aplicării acestei metode se recomandă a fi de maximum 15 min. Dispozitivul de înregistrare a temperaturii trebuie să asigure o precizie de maxim ±1°C.

G4. Procedura pentru calibrarea rețetei de beton în laborator (efectuarea testării inițiale), testarea continuă și recalibrarea

(1) Se recomandă să se efectueze în laborator încercări de rezistență la compresiune la cel puțin 5 termene, pentru care se vor utiliza minimum 15 epruvete (care se constituie într-un set), de obicei cubice. Materialele utilizate la preparare, precum și proporțiile amestecului betonului din probe trebuie să fie aceleași cu cele ale betonului utilizat (pe șantier sau în hală) la execuția

elementului prefabricat pentru care se va evalua rezistența la compresiune. Dacă sunt necesare două sarje de beton pentru a asigura numărul necesar de epruvete/set, se recomandă confecționarea unui număr egal de epruvete din fiecare sarjă și încercarea, la aceleași termene, a minimum o epruvetă din fiecare sarjă, pentru comparație. Se alege funcția (NURSE - SAUL sau ARRHENIUS) cu care se va aplica metoda maturității.

(2) După ce epruvetele (setului) sunt turnate, se introduc senzori de temperatură/termocuple în centrul a cel puțin 2 cuburi. După introducerea senzorului, se bate ușor partea laterală a cofrajului cu un ciocan de cauciuc sau cu o tijă de compactare, astfel încât betonul proaspăt să vină în contact cu senzorul, după care se conectează senzorii la un echipament care să respecte cerințele prezentate la articolul G3.

(3) Se toarnă două seturi de epruvete de beton. Un set se va păstra în condiții controlate de laborator (temperatura (20 ± 2)°C și umiditatea de 65%), iar celălalt set în condiții de temperatură și umiditate similare condițiilor reale (în șantier sau hala de fabricație) de expunere ale elementului prefabricat ce urmează a fi monitorizat.

(4) Termenele la care se încearcă epruvetele ambelor seturi sunt aceleași și se stabilesc pentru calibrare în funcție de etapele pentru care urmează a fi monitorizată rezistența la compresiune (decofrare, transfer, livrare etc.). Se va efectua încercarea la cel puțin 5 termene, cu asigurarea obținerii de informații în special pentru termenele scurte (până la 7 zile).

(5) Pentru definirea cât mai exactă a relației dintre rezistența la compresiune și indicele/ factorul de maturitate, termenele de încercare a rezistenței pentru setul de probe din laborator se recomandă a fi mai dese în prima perioadă după turnare, acestea putând fi la 6, 12, 18, 24, 36, 48, 72 de ore etc., funcție de necesități, în special pentru betonul precomprimat cu armătură preîntinsă.

(6) Înregistrarea temperaturii în incintele de menținere a seturilor de probe trebuie făcută suficient de des așa încât să existe o bună evaluare a istoricului termic anterior calculului indicelui/ factorului de maturitate.

(7) Se încearcă cel puțin două probe la fiecare termen și se calculează rezistența medie la compresiune. Dacă între una din valorile rezistențelor individuale la compresiune ale celor două probe și valoarea medie a celor două este o diferență mai mare de 10% față de rezistența medie la compresiune calculată, se încearcă un al treilea cub și se calculează media celor trei rezultate. Dacă se constată că una din valorile obținute se datorează unei probe ce prezintă vizual defecte evidente, se exclude rezultatul corespunzător acesteia la calculul mediei.

(8) Având în vedere dezvoltarea rapidă a rezistenței la compresiune, primul termen de încercare se stabilește la un moment cât mai apropiat după priza finală a betonului. Determinarea momentului de priză finală a betonului se poate face vizual, cu penetrometrul sau prin metode nedistructive.

(9) La fiecare termen se înregistrează ora încercării și vârsta betonului, se calculează și se înregistrează indicele/ factorul de maturitate al betonului.

(10) Utilizând funcția de maturitate NURSE - SAUL, indicele/ factorul de maturitate “MNS” este exprimat ca factor temperatură – timp, iar utilizând funcția de maturitate ARRHENIUS, indicele/ factorul de maturitate “MA” este exprimat ca vârstă echivalentă a betonului la temperatura de referință.

Redactare II

(11) Echipamentele specializate de monitorizare a temperaturii, de regulă, asigură și măsurarea temperaturii mediului înconjurător precum și calculul maturității betonului.

(12) Pe baza informațiilor obținute pe fiecare set de probe (menținut în laborator și în condiții reale) se reprezintă grafic și se compară evoluția rezistenței medii la compresiune ca funcție a valorii indicelui/ factorului de maturitate, în laborator și în condiții reale.

(13) Monitorizarea calibrării unei rețete de beton (sau efectuarea testării continue) înseamnă verificarea în timp (de exemplu pentru minimum 15 termene, număr de valori care poate oferi o prelucrare statistică) și în condiții reale (pe șantier) a corectitudinii relației stabilite între evoluția unei rezistențe și timp.

(14) Verificarea se poate face pe un număr mai redus de probe de beton, de obicei cubice, testate distructiv doar la termenele relevante pentru procesul tehnologic.

(15) Recalibrarea (retestarea inițială) unei rețete de beton se face în momentul schimbării compoziției, urmărind restabilirea/ reconfirmarea și monitorizarea (retestarea continuă) relației dintre rezistența unui beton cu compoziție schimbată și timp.

(16) Se va acorda o deosebită atenție modului de stabilire a relației rezistență-maturitate, calibrării rețetei, monitorizării calibrării și recalibrării în toate situațiile, cu responsabilitate, pe baza unei proceduri de lucru, în special în cazul betonului precomprimat cu armătură preîntinsă.

G5. Procedura pentru evaluarea rezistenței elementelor prefabricate (pe șantier sau în hala de fabricație)

(1) Este efectuată calibrarea relației dintre rezistența la compresiune și indicele/ factorul de maturitate sau de vârsta echivalentă la temperatura de referință, după caz, pentru compoziția de beton ce urmează a fi utilizată.

(2) Se amplasează senzorii de temperatură (termocuple) în interiorul elementului care urmează să fie realizat, înainte de turnarea betonului, în zonele alese (prin proiect, cu acordul proiectantului) pentru determinarea temperaturii maxime, precum și în alte poziții relevante pentru elementele respective (de ex. în apropierea suprafeței elementului), pentru a avea informații despre diferențele de temperatură dintre interiorul elementului și suprafața acestuia, precum și dintre suprafața elementului și mediul înconjurător. Temperatura mediului înconjurător, din imediata apropiere a betonului, se monitorizează în mod continuu, pe toată perioada aplicării metodei.

(3) Senzorii de temperatură se plasează astfel încât să fie complet înglobați în beton și să nu fie în contact direct cu barele de armătură sau alte elemente metalice. Se vor lua în considerare și recomandările producătorului echipamentelor de monitorizare.

(4) După conectarea senzorilor la echipamentele de determinare a maturității se setează parametrii privind calibrarea rețetei de beton utilizate în programul echipamentului utilizat.

(5) Pentru evaluarea rezistenței betonului din elemente prefabricate având valori relativ apropiate ale celor trei dimensiuni se recomandă utilizarea mai multor puncte de măsurare a temperaturii în element.

Redactarea II

(6) Înainte de efectuarea unor operațiuni, cum ar fi transferul, îndepărtarea cofrajelor, tăierea armăturilor preîntinse sau post-tensionarea, sau ori de câte ori se specifică prin proiect, este recomandată și încercarea probelor de beton, în cadrul activității de testare inițială și continuă.

G6. Considerații finale

(1) Metoda maturității este utilizată pentru a estima rezistența betonului în elementele prefabricate, avându-se în vedere diferențele dintre rezistența la compresiune a cuburilor prelevate și cea a elementului respectiv (datorate în primul rând dimensiunilor diferite care influențează, prin diferențele de degajare de căldură, evoluția rezistenței la compresiune).

(2) Precizia rezistenței la compresiune estimate depinde de mai mulți factori, cum ar fi modalitatea în care a fost efectuată calibrarea rețetei, variațiile calității materialelor componente ale betonului și a dozării acestora, etc.

Redactarea II

ANEXA H

(informativă)

Aplicarea metodelor nedistructive (indirecte)

H1. Corelarea dintre rezultatele obținute distructiv și nedistructiv

(1) Este indicat ca înainte de a extrage carote să se efectueze încercări nedistructive sau, în general, cum sunt ele denumite în SR EN 13791, încercări indirecte. Rezultatele obținute vor putea fi utilizate pentru localizarea zonelor din care se vor extrage carotele. Se recomandă să se obțină cel puțin 10 perechi de rezultate ale încercărilor, iar carotele să acopere toată gama de rezultate obținute prin aplicarea testelor indirecte, incluzând extremele. Rezultatele obținute pe carote vor fi utilizate pentru obținerea unor rezistențe la compresiune in-situ ($f_{c,is}$), iar rezultatele obținute prin aplicarea încercărilor indirecte vor fi trecute ca valori pe axa X, în timp ce rezultatele obținute pe carote și care reprezintă rezistențele $f_{c,is}$ vor fi trecute pe axa Y. Cea mai bună regresie liniară prin punctele obținute va fi considerată și analizată ca rezonabilă pentru betonul evaluat (tip, vârstă, etc.). În SR EN 13791 se precizează că pentru a se dezvolta o relație corespunzătoare, sunt suficiente și 8 perechi de rezultate, iar recomandarea de a utiliza 10 rezultate provine din faptul că este posibil ca anumite rezultate să se situeze în afara unui interval valabil, avându-se în vedere analize specifice de tip Grubb. În standardul SR EN 13791 nu se precizează ce se înțelege printr-o corelare adecvată chiar dacă, în principal, se face referire la acesta. Se dau însă anumite indicații legate de stabilirea valabilității intervalelor legate de ecuațiile liniare de regresie. Astfel, atunci când se determină valorile rezultate din ecuațiile de regresie, acestea nu vor fi extrapolate mai mult de 4 MPa la ambele extremități ale relației demonstrate.

(2) Ecuațiile de regresie pot fi utilizate pentru a estima rezistența la compresiune prin aplicarea metodelor indirecte, dar pot fi utilizate, de asemenea, pentru estimarea rezistenței într-o anumită zonă de încercare, așa cum se va prezenta în continuare.

H2. Estimarea rezistenței caracteristice in-situ pentru o anumită zonă de încercare

(1) Rezistența medie la compresiune se calculează utilizând următoarea formulă:

$$f_{c,m(m)is} = \Sigma \left(f_{c,is,reg} \right) / m \qquad \text{(H1)}$$

(2) Abaterea standard a rezistenței in-situ a zonei de încercare se determină aplicând relația:

$$s = \sqrt{s_c^2 + s_e^2} \qquad \text{(H2)}$$

în care:

$$s_e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m} \left(f_{c,is,reg} - f_{c,m(m)is} \right)^2}{m - 1}} \qquad \text{(H3)}$$

și

Redactia.ro

$$s_c = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \left(f_{c,is} - f_{c,is,reg} \right)^2}{n - 2}} \qquad \text{(H4)}$$

unde :

s_c – abaterea standard reziduală care este o măsură a răspândirii rezistențelor obținute pe carote în jurul curbei de regresie

s_e – abaterea standard a tuturor valorilor rezistențelor care este o măsură a răspândirii rezistenței carotelor în jurul valorii medii

n – numărul de perechi de rezultate utilizat pentru stabilirea curbei de calibrare

m – numărul de valori al rezistențelor estimate.

NOTA : Formulele sunt valabile numai când corelația are doi parametri, de exemplu ($y = a + b \cdot x$) sau ($\ln y = a + b \cdot \ln x$). În alte cazuri, termenul ($n - 2$) se înlocuiește cu ($n - p$), unde *p* este numărul de parametrii din formulă. Valoarea lui s_c care se ia în considerare va fi cea mai mare dintre cea calculată și 2 MPa.

(3) Numărul efectiv de grade de libertate asociat cu abaterea standard *s* se calculează cu formula:

$$n_{\text{eff}} = \frac{\left[s_c^2 + s_e^2 \right]^2}{\frac{s_c^4}{n - 2} + \frac{s_e^4}{m - 1}} \qquad \text{(H5)}$$

(4) Pentru a estima rezistența caracteristică se utilizează formulele (H6) și (H7) și se consideră cea mai mică valoare obținută dintre:

$$f_{ck,is} = f_{c,m(n)is} - k_n s \qquad \text{(H6)}$$

$$f_{ck,is} = f_{c,is,lowest} + M \qquad \text{(H7)}$$

în care valoarea lui k_n se determină pe baza valorilor din Tabelul H1,

Tabelul H1. Valorile coeficientului k_n utilizate în formula (H6)

n_{eff}+1	8	10	12	16	20	30	∞
k_n	2,00	1,92	1,87	1,81	1,76	1,73	1,64

iar marja *M* se determină în conformitate cu Tabelul H2.

Tabelul H2. Valoarea marjei *M* utilizată în formula (H7)

Valoarea $f_{c,is,lowest}$ (MPa)	Marja M (MPa)
≥ 20	4
≥ 16 < 20	3
≥ 12 < 16	2
< 12	1

H.3 Testele tip screening utilizând o relație generală sau specifică cu o procedură de aplicare a unei încercări indirecte

Redactarea II

(1) Această metodă este, în general, utilizată numai pentru estimarea uniformității compoziției betonului într-o zonă de încercare pentru a determina, de exemplu, variabilitatea rezistenței, pentru a identifica zonele cu rezistență mai scăzută și, de asemenea, pentru a indica dacă a fost sau nu atinsă rezistența specificată la compresiune a betonului, dar nu poate fi aplicată pentru determinarea clasei de rezistență a betonului. În Tabelele H3 și H4 se prezintă relațiile dintre valorile indicilor de recul și clasele de rezistență la compresiune.
(2) Dacă criteriile prezentate în Tabelele H3 și H4 nu sunt îndeplinite, aceasta nu înseamnă că automat betonul nu se încadrează în clasa de rezistență prescrisă.
(3) Există diverse metode de stabilire a unei relații între rezistența betonului și valorile măsurate ale indicilor de recul sau ale vitezei ultrasunetelor. O astfel de procedură, preluată din Anexa națională din Germania a standardului EN 13791: 2006, este indicată în SR EN 13791. Indicii de recul obținuți pentru toate pozițiile de încercare ale zonei sunt utilizați pentru determinarea medianei unei zone de încercare, considerând că sunt îndeplinite următoarele condiții:

- betonul este de greutate normală ;
- nu s-au utilizat cofraje cu permeabilitate controlată și nu s-a tratat suprafața ;
- s-au utilizat echipamente de tip sclerometre având o energie de impact de 2,207 Nm, pentru măsurarea distanței de recul (R), a diferenței de energie sau a vitezei (Q) ;
- numărul minim de rezultate obținute va fi de 9, iar încercările se vor efectua în conformitate cu SR EN 12504-2 ;
- adâncimea de carbonatare nu depășește 5 mm.

(4) În Tabelele H3 și H4 sunt prezentate propunerile din standardul SR EN 13791.

Tabelul H3. Indicele de recul bazat pe distanța de recul (tip R) asociat cu rezistența la compresiune în conformitate cu SR EN 206+A2:2021 pentru clasele de rezistență ale betonului de greutate normală

Cea mai mică valoare a indicelui de recul	Mediana indicilor de recul	Clasa de rezistență la compresiune în conformitate cu SR EN 206+A2:2021[a]
≥ 26	≥ 30	C8/10
≥ 30	≥ 33	C12/15
≥ 32	≥ 35	C16/20
≥ 35	≥ 38	C20/25
≥ 37	≥ 40	C25/30
≥ 40	≥ 43	C30/37
≥ 44	≥ 47	C35/45
≥ 46	≥ 49	C40/50
≥ 48	≥ 51	C45/55
≥ 50	≥ 53	C50/60
≥ 53	≥ 57	C55/67
≥ 57	≥ 60	C60/75
≥ 62	≥ 65	C70/85
≥ 66	≥ 69	C80/95
Nota [a)] 90% din rezultate se găsesc peste această valoare (fractil 10%)		

Tabelul H4. Indicele de recul bazat pe diferența de energie sau viteză (tip Q) asociat cu rezistența la compresiune în conformitate cu SR EN 206+A2:2021 pentru clasele de rezistență ale betonului de greutate normală

Redactare II

Cea mai mică valoare a indicelui de recul	Mediana indicilor de recul	Clasa de rezistență la compresiune în conformitate cu SR EN 206+A2:2021[a]
≥ 25	≥ 34	C8/10
≥ 29	≥ 40	C12/15
≥ 36	≥ 45	C16/20
≥ 42	≥ 49	C20/25
≥ 46	≥ 52	C25/30
≥ 51	≥ 56	C30/37
≥ 56	≥ 60	C35/45
≥ 58	≥ 62	C40/50
≥ 60	≥ 64	C45/55
≥ 62	≥ 66	C50/60
≥ 64	≥ 68	C55/67
≥ 66	≥ 71	C60/75
≥ 69	≥ 73	C70/85
≥ 71	≥ 75	C80/95
Nota [a)] 90% din rezultate se găsesc peste această valoare (fractil 10%)		

Redactarea II