

Ministerul Dezvoltării, Lucrărilor Publice și Administrației

Reglementarea tehnică "Normativ pentru producerea și executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat - Partea 1: Producerea betonului, indicativ NE 012/1-2022", din 11.01.2023

Parte integrantă din [Ordin 30/2023](#)

Va intra în vigoare la 19 aprilie 2023

Publicat în Monitorul Oficial, Partea I nr. 53bis din 19 ianuarie 2023. Formă aplicabilă din **19 aprilie 2023**.

Introducere

(1) Prezentul normativ reprezintă reglementarea tehnică pentru producerea betonului în România pentru structurile turnate in-situ și structurile prefabricate pentru clădiri și construcții ingineresti.

(2) Producerea betonului se realizează în conformitate cu prevederile prezentului normativ rezultat din revizuirea NE 012/1-2007 "Normativ pentru producerea betonului și executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat. Partea 1: Producerea betonului" având în principal ca bază standardul SR EN 206+A2: 2021 "Beton. Partea 1: Specificație, performanță, producție și conformitate".

(3) În cazul în care s-au efectuat completări/adaptări ale unor părți ale standardului, pentru facilitarea urmăririi și înțelegerii paragrafelor, s-a preluat integral textul, respectându-se numerotările din standard. Au fost considerate Anexele A, B, C (normativă), D, E, F (completată), G, H, K din standard și au fost introduse suplimentar Anexele I, J, L, M, N, O. Anexele J, L și M din normativ au alt conținut decât al celor din standard.

(4) În particular, următoarele puncte au făcut obiectul revizuirii normativului:

- a) adăugarea regulilor de aplicare pentru betonul armat dispers cu fibre și betonul cu agregate reciclate;
- b) revizuirea conceptului coeficientului k pentru cenușă și silice ultrafină și adăugarea unor noi reguli pentru zgura de furnal granulată;
- c) introducerea principiilor referitoare la conceptul de performanță pentru utilizarea adaosurilor, de exemplu conceptul de performanță echivalentă a betonului și conceptul de performanță echivalentă a combinațiilor;
- d) revizuirea și adăugarea de noi concepte pentru evaluarea conformității;
- e) includerea regulilor suplimentare pentru betonul autocompactant;
- f) includerea unor cerințe suplimentare pentru betonul utilizat la lucrări geotehnice ([Anexa D](#));
- g) includerea unor principii, concepte și metode referitoare la abordarea de performanță a durabilității ([Anexa J](#)).

(5) Contextul de aplicare a normativului în raport cu standardele și reglementările tehnice pentru producerea betonului (materiale componente, proiectare, execuție, metode de încercări etc.) este prezentat în Figura 1.

(6) Pentru aplicarea acestui normativ se utilizează standardele române, europene și internaționale la care se face referință (respectiv standardele române identice cu acestea).

(7) Acest normativ va fi aplicat, în condiții climatice și geografice specifice României și cu niveluri de protecție stabilite pe baza experienței actuale naționale și internaționale. Valorile limită impuse pentru compoziția și proprietățile betonului au fost introduse în prezentul normativ pentru a acoperi aceste situații.

(8) Acest normativ conține reguli de utilizare a materialelor componente care sunt acoperite de standarde, evaluări tehnice europene sau acorduri tehnice în construcții emise în România.

(9) Dacă betonul este conform valorilor specificate, se consideră că și în structură acesta satisface cerințele de durabilitate pentru utilizarea prevăzută în condițiile de mediu specificate în măsura în care:

a) clasele de expunere au fost corect selectate;

b) grosimea stratului de acoperire cu beton este cel puțin egală cu cea prevăzută în standarde de calcul relevante pentru condiții de mediu specifice, prezentate în SR EN 1992-1-1;

c) betonul a fost pus în operă corespunzător, compactat și tratat/protejat, în conformitate cu NE 012/2;

d) este realizată o întreținere corespunzătoare pe durata de viață a construcției.

(10) Conceptele bazate pe performanță sunt prezentate ca alternativă informativă la conceptul prescriptiv al valorilor limită.

(11) În cazul în care betonul este conform cu prezentul normativ, acesta satisface cerințele de bază ale materialelor care se utilizează în cele trei clase de execuție definite în NE 012/2.

Figura 1. Relațiile dintre standardul SR EN 206, normativul NE 012/1-2022 și standardele pentru proiectare și executare, standardele referitoare la materiale componente și standardele de încercări

1. Domeniu de aplicare

(1) Acest normativ se aplică pentru producerea betonului destinat structurilor turnate in-situ și structurilor prefabricate pentru clădiri și construcții ingineresti, pentru următoarele tipuri de beton:

- a) greu, ușor sau de densitate normală;
- b) gata de utilizare sau produs într-o fabrică de prefabricate;
- c) compactat sau autocompactant, în așa fel încât cantitatea de aer oclus, alta decât din aerul antrenat, să fie neglijabilă;
- d) preparat pe șantier utilizat numai în condițiile formulate în NE 012/2.

(2) Prezentul normativ specifică cerințele pentru:

- a) materialele componente ale betonului;
- b) proprietățile betonului proaspăt și întărit și verificarea lor;
- c) limitările impuse compoziției betonului;
- d) specificațiile betonului;
- e) livrarea betonului proaspăt;
- f) procedurile de control ale producției;
- g) criteriile de conformitate și evaluarea conformității;
- h) calificarea și experiența profesională a personalului implicat în producția și controlul producției de beton.

(3) Alte standarde europene referitoare la produse specifice, de exemplu produse prefabricate sau procese care intră în domeniul de aplicare a prezentului normativ, pot necesita sau permite derogări în raport cu prezentul document.

(4) Cerințe complementare sau diferite pot fi date în alte reglementări tehnice/standarde europene specifice, de exemplu:

a) beton rutier sau alte suprafețe circulabile (de exemplu, îmbrăcămînți rutiere din beton în conformitate cu SR EN 13877-1 și SR EN 13877-2);

b) tehnologii speciale (de exemplu, beton torcretat în conformitate cu SR EN 14487).

(5) Cerințe complementare sau modalități diferite de efectuare a încercărilor, sunt necesare, de exemplu pentru:

a) beton pentru structuri masive (de exemplu: baraje);

b) beton predozat;

c) beton cu dimensiunea D_{max} inferioară sau egală cu 4 mm (mortar);

d) beton autocompactant (BAC) ce conține agregate ușoare sau grele;

e) beton cu structura deschisă (de exemplu beton drenant).

(6) Acest normativ nu se aplică pentru:

a) beton celular;

b) beton spumat;

c) beton ușor cu masă volumică mai mică de 800 kg/m^3 ;

d) beton refractar.

(7) Acest normativ nu conține cerințe referitoare la sănătate și securitate, pentru protecția operatorilor în timpul producției și livrării betonului.

2. Documente de referință

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

- Legea [nr. 10/1995](#) privind calitatea în construcții, republicată,, cu modificările și completările ulterioare;

- H.G. [nr. 668/2017](#) privind stabilirea condițiilor pentru comercializarea produselor pentru construcții;

- H.G. [nr. 750/2017](#) pentru modificarea anexei [nr. 5](#) - Regulamentul privind agrementul tehnic pentru produse, procedee și echipamente noi în construcții - la H.G. [nr. 766/1997](#) pentru aprobarea unor regulamente privind calitatea în construcții.

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

(3) Acest normativ conține trimiteri la referințe date sau nedatate, prevederi din alte publicații. Aceste referințe sunt citate în locul corespunzător din text și publicațiile sunt enumerate mai jos.

(4) În cazul unei referințe 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 196-2	Metode de încercări ale cimenturilor. Partea 2: Analiza chimică a cimentului
2.	SR EN 197-1	Ciment - Partea 1: Compoziție, specificații și criterii de conformitate ale cimenturilor uzuale
3.	SR EN 197-5	Ciment. Partea 5: Ciment Portland compozit CEM II/C-M și Ciment compozit CEM VI
4.	SR EN 206+ A2:2021	Beton. Specificație, performanță, producție și conformitate
5.	prEN 206-100	Exposure resistance classes
6.	SR EN 450-1	Cenușă zburătoare pentru beton. Partea 1: Definiții, condiții și criterii de conformitate
7.	SR EN 933-1	Încercări pentru determinarea caracteristicilor geometrice ale agregatelor. Partea 1: Determinarea granulozității. Analiza granulometrică prin cernere
8.	SR EN 934-1	Aditivi pentru beton, mortar și pasta. Partea 1: Cerințe comune
9.	SR EN 934-2	Aditivi pentru beton, mortar și pasta. Partea 2: Aditivi pentru beton. Definiții, condiții, conformitate, marcare și etichetare
10.	SR EN 1008	Apa de preparare pentru beton - Specificații pentru prelevare, încercare și evaluare a aptitudinii de utilizare a apei, inclusiv a apelor recuperate din procese ale industriei de beton, ca apă de preparare pentru beton
11.	SR EN 1097-1	Încercări pentru determinarea caracteristicilor mecanice și fizice ale agregatelor. Partea 1: Determinarea rezistenței la uzură (micro- Deval)
12.	SR EN 1097-2	Încercări pentru determinarea caracteristicilor mecanice și fizice ale agregatelor. Partea 2: Metode pentru determinarea rezistenței la sfărâmare
13.	SR EN 1097-3	Încercări pentru determinarea caracteristicilor mecanice și fizice ale agregatelor. Partea 3: Metode pentru determinare masei volumice în vrac și a porozității intergranulare
14.	SR EN 1097-6	Încercări pentru determinarea caracteristicilor mecanice și fizice ale agregatelor Partea 6: Determinarea densității și a absorbției de apă a granulelor

15.	SR EN 1262	Agenți activi de suprafață. Determinarea valorii pH-ului soluțiilor sau dispersiilor.
16.	SR EN 1367-1	Încercări pentru determinarea caracteristicilor termice și de alterabilitate ale agregatelor. Partea 1: Determinarea rezistenței la îngheț-dezghet
17.	SR EN 1367-2	Încercări pentru determinarea caracteristicilor termice și de alterabilitate ale agregatelor. Partea 2: Încercarea cu sulfat de magneziu
18.	SR EN 1536	Execuția lucrurilor geotehnice speciale-Piloți forati
19.	SR EN 1538	Execuția lucrurilor geotehnice speciale-Pereți murați
20.	SR EN 1992	Eurocod 2: Proiectarea structurilor de beton. Standard pe părți
21.	pr EN 1992-1-1	Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules - Rules for buildings, bridges and civil engineering structures
22.	SR 3518	Încercări pe betoane. Determinarea rezistenței la îngheț-dezghet prin măsurarea variației rezistenței la compresiune și/sau modulului de elasticitate dinamic relativ
23.	SR EN 1262	Agenți activi de suprafață. Determinarea valorii pH-ului soluțiilor și dispersiilor
24.	SR ISO 7150-1	Calitatea apei Determinarea conținutului de amoniu. Partea 1: Metoda spectrometrică manuală
25.	SR EN ISO 7980	Calitatea apei. Determinarea conținutului de calciu și magneziu. Metoda prin spectrometrie de absorbție atomică
26.	STAS 10329	Puritatea aerului. Determinarea bioxidului de azot
27.	STAS 10812	Puritatea aerului. Determinarea amoniacului
28.	STAS 10814	Puritatea aerului. Determinarea hidrogenului sulfurat
29.	STAS 10943	Puritatea aerului. Determinarea conținutului de acid clorhidric
30.	STAS 10946	Puritatea aerului. Determinarea clorului
31.	SR EN 12350-1	Încercare pe beton proaspăt. Partea 1: Eșantionare
32.	SR EN 12350-2	Încercare pe beton proaspăt. Partea 2: Încercare de tasare
33.	SR EN 12350-3	Încercare pe beton proaspăt. Partea 3: Încercare Vebe
34.	SR EN 12350-4	Încercare pe beton proaspăt. Partea 4: Grad de compactare
35.	SR EN 12350-5	Încercare pe beton proaspăt. Partea 5: Încercare cu masa de răspândire

36.	SR EN 12350-6	Încercare pe beton proaspăt. Partea 6: Densitate
37.	SR EN 12350-7	Încercare pe beton proaspăt. Partea 7: Conținut de aer. Metode prin presiune
38.	SR EN 12350-8	Încercare pe beton proaspăt. Partea 8: Beton autocompactant. Încercarea la răspândire din tasare
39.	SR EN 12350-9	Încercare pe beton proaspăt. Partea 9: Beton autocompactant. Încercare cu pâlnia V
40.	SR EN 12350-10	Încercare pe beton proaspăt. Partea 10: Beton autocompactant. Încercare cu cutia L
41.	SR EN 12350-11	Încercare pe beton proaspăt. Partea 11: Beton autocompactant. Încercare de segregare pe sită
42.	SR EN 12350-12	Încercare pe beton proaspăt. Partea 12: Beton autocompactant. Încercare cu inelul J
43.	SR EN 12390-1	Încercare pe beton întărit. Partea 1: Formă, dimensiuni și alte cerințe pentru epruvete și tipare
44.	SR EN 12390-2	Încercare pe beton întărit. Partea 2: Pregătirea și păstrarea epruvetelor pentru încercări de rezistență
45.	SR EN 12390-3	Încercare pe beton întărit. Partea 3: Rezistența la compresiune a epruvetelor
46.	SR EN 12390-4	Încercare pe beton întărit. Partea 4: Rezistența la compresiune. Caracteristicile masinilor de încercare
47.	SR EN 12390-5	Încercare pe beton întărit. Partea 5: Rezistența la încovoiere a epruvetelor
48.	SR EN 12390-6	Încercare pe beton întărit. Partea 6: Rezistența la întindere prin despicare a epruvetelor
49.	SR EN 12390-7	Încercare pe beton întărit. Partea 7: Densitatea betonului întărit
50.	SR EN 12390-8	Încercare pe beton întărit. Partea 8: Adâncimea de patrundere a apei sub presiune
51.	SR CEN/TS 12390-9	Încercare pe beton întărit. Partea 9: Rezistență la îngheț-dezgheț cu ajutorul sărurilor de dezghețare. Exfoliere
52.	SR EN 12390-10	Încercări pe beton întărit. Partea 10: Determinarea rezistenței la carbonatare a betonului la nivelurile atmosferice de dioxid de carbon

53.	SR EN 12390-11	Încercări pe beton întărit. Partea 11: Determinarea rezistenței betonului la cloruri, difuzie unidirecțională
54.	SR EN 12390-12	Încercări pe beton întărit. Partea 12: Determinarea rezistenței la carbonatare a betonului. Metoda de carbonatare accelerată
55.	SR EN 12390-18	Încercări pe beton întărit - Partea 18: Determinarea coeficientului de migrare a clorurilor
56.	prEN 12390-19	Testing of hardened concrete- Part 19: Determination of resistivity
57.	SR EN 12504-1	Încercări pe beton în structuri. Partea 1: Carote. Prelevare, examinare și încercări la compresiune
58.	SR EN 12504-2	Încercări pe beton în structuri. Partea 2: Încercări nedestructive. Determinarea indicelui de recul
59.	SR EN 12504-3	Încercări pe beton în structuri. Partea 3: Determinarea forței de smulgere
60.	SR EN 12504-4	Încercări pe beton în structuri. Partea 4: Determinarea vitezei de propagare a ultrasunetelor
61.	SR EN 12620	Agregate pentru beton
62.	SR EN 12699	Execuția lucrărilor geotehnice speciale-Piloți de îndesare
63.	SR EN 12878	Pigmenți pentru colorarea materialelor de construcție pe bază de ciment și/sau var. Specificații și metode de încercare
64.	SR EN 13055	Agregate ușoare.
65.	SR EN 13242	Agregate din materiale nelegate sau legate hidraulic pentru utilizare în ingineria civilă și în construcții de drumuri
66.	SR EN 13263-1	Silice ultrafină pentru beton - Partea 1: Definiții, condiții și criterii de conformitate
67.	SR EN 13263-2	Silice ultrafină pentru beton - Partea 2: Evaluarea conformității
68.	SR EN 13369	Reguli comune pentru produse prefabricate de beton
69.	SR 13536	Evaluarea agresivității apei, solului și gazelor asupra betonului. Prelevarea și analizarea eșantioanelor de apă și sol.
70.	SR EN 13577	Atac chimic asupra betonului. Determinarea conținutului de dioxid de carbon agresiv din apă
71.	SR EN 13670	Execuția structurilor de beton.

72.	SR EN 13791	Evaluarea in-situ a rezistenței la compresiune betonului din structuri și din elemente prefabricate
73.	SR CR 13902	Metode de încercare pentru determinarea raportului apă/ciment în betonul proaspăt
74.	SR EN 14199	Execuția lucrărilor geotehnice speciale-Micropiloți
75.	SR EN 14216	Ciment. Compoziție, specificații și criterii de conformitate ale cimenturilor speciale cu căldură de hidratare foarte redusă
76.	SR EN 14488-7	Încercări pe beton care se aplică prin pulverizare. Partea 7. Conținutul de fibre al betonului armat cu fibre
77.	SR EN 14647	Ciment de aluminat de calciu. Compoziție, specificații și criterii de conformitate
78.	SR EN 14721	Metode de încercare pentru beton cu fibre metalice. Măsurarea conținutului de fibre din betonul proaspăt sau întărit
79.	SR EN 14889-1	Fibre pentru beton. Partea 1: Fibre de oțel. Definiții, specificații și conformitate
80.	SR EN 14889-2	Fibre pentru beton. Partea 2: Fibre de polimer. Definiții, specificații și conformitate
81.	SR EN 15167-1	Zgură granulată de furnal măcinată pentru utilizare în beton, mortar și pastă. Partea 1: Definiții, specificații și criterii de conformitate
82.	SR EN 15743	Ciment supersulfatat. Compoziție, specificații și criterii de conformitate
83.	SR ISO 16204	Durability - Service life design of concrete structures
84.	SR EN 16502	Metoda de încercare pentru determinarea gradului de aciditate al solului în conformitate cu Baumann Gully
85.	SR CEN/TR 16563	Principles of the equivalent durability procedure
86.	SR CEN/TR 16639	Use of k-value concept, equivalent concrete performance concept and equivalent performance of combinations concept
87.	SR EN 13535:2009	(ASTM C 173/C 173M) - Metode de încercare pentru determinarea conținutului de aer al betonului proaspăt, prin metoda volumetrică.

(6) Se utilizează cele mai recente ediții ale standardelor române de referință, împreună cu, după caz, 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/ cercetare prenormativă
1.	Instrucțiuni tehnice pentru protecția elementelor din beton armat și beton precomprimat supraterane în medii agresive naturale și industrial, Indicativ C 170-1987, aprobat prin Decizia președintelui Institutului Central de Cercetare, Proiectare și Directivare în Construcții nr. 41/1987, denumit în continuare în acest document normativ C 107
2.	Normativ pentru producerea și executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat. Partea 2: Executarea lucrărilor din beton, indicativ NE 012/2-2010, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și turismului nr. 2.514/2010, denumit în continuare în acest document normativ NE 012/2.
3.	Normativ privind evaluarea in situ a rezistenței betonului din construcțiile 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.
4.	Normativ privind calculul performanțelor termoenergetice ale elementelor de construcție ale clădirilor, Indicativ C 107/3 - din cadrul Reglementării tehnice "Normativ privind calculul termotehnic al elementelor de construcție ale clădirilor", indicativ C 107-2005, aprobată prin Ordinul ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului nr. 2.055/2005, cu modificările și completările ulterioare, denumit în continuare în acest document normativ C 107/3.
5.	Normativ pentru protecția anticorozivă a elementelor din beton ale suprastructurilor podurilor expuse factorilor climatici, noxelor și acțiunii fondanților chimici utilizați pe timp de iarnă, indicativ CD 139-2002, aprobat prin Decizia președintelui Administrației Naționale a Drumurilor din România nr. 240/2002, denumit în continuare în acest document normativ CD 139.

(8) Cercetările prenormative de referință utilizate în cadrul normativului sunt:

(a) cercetare prenormativă - Stabilirea, în funcție de domeniul de utilizare, a cerințelor pentru caracteristicile betonului determinate prin aplicarea standardelor europene armonizate. Metode bazate pe încercări, elaborată de Universitatea Tehnică de Construcții București în cadrul contractului nr. 448/2010, având ca beneficiar Ministerul Dezvoltării Regionale și Locuinței;

(b) cercetare prenormativă - Beton autocompactant, elaborată de Institutul de Cercetari 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 această reglementare tehnică se consultă împreună cu lista documentelor normative aflate în vigoare publicată de către autoritățile de reglementare de resort.

3. Termeni, definiții, simboluri și prescurtări

(1) Termenii, definițiile, simbolurile și prescurtările sunt cele prevăzute la art. 3 din SR EN 206+A2:2021.

3.1. Termeni și definiții

3.1.4. Beton întărit

3.1.4.5. Element masiv

Se consideră element masiv acel element a cărui cea mai mică dimensiune este de cel puțin 0,8 m sau cele cu grosimea de > 0,5 m, dacă volumul acestora depășește 100 m³.

4. Clasificare

(1) Clasificarea betonului se face conform prevederilor art. 4 din SR EN 206+A2:2021.

4.1. Clase de expunere în funcție de acțiunile datorate mediului înconjurător

(1) Acțiunile datorate mediului înconjurător sunt clasificate în clase de expunere și sunt date în Tabelul 1 cu completări față de tabelul prezentat în standard. Exemplele sunt indicate cu titlu informativ.

(2) Întră în atribuțiile factorilor decizionali (proiectanți, executanți, verificatori de proiecte atestați etc.) verificarea și încadrarea corectă a elementelor/structurilor în clase de expunere la acțiunea mediului înconjurător în vederea stabilirii caracteristicilor betonului pentru asigurarea durabilității, respectiv a duratei de viață pentru elementele/structurile care-l încorporează. Producătorii de beton trebuie să asigure corespondența dintre clasele de expunere și criteriile privind compoziția betonului și să notifice eventualele neconcordanțe executantului.

(3) Încadrarea eronată sau neîncadrarea elementelor/structurilor de beton în clase de expunere la acțiunea mediului înconjurător are consecințe negative asupra durabilității elementelor/structurilor.

4.1.1. Semnificația claselor de expunere

(1) Clasele de expunere sunt definite în funcție de mecanismele de degradare avute în vedere pe durata de viață a betonului. Notația utilizată pentru identificarea acestor clase este formată din două litere și 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 Carbonation (Carbonatare)
- D de la Deicing Salt (Sare pentru dezgheț)
- S de la Seawater (Apă de mare)
- F de la Frost (Îngheț)
- A de la Aggressive environment (Mediu agresiv chimic)
- M de la Mechanical abrasion (Atac mecanic prin abraziune)

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

Nota 1:

Alegerea claselor de expunere depinde de cerințele în vigoare la locul unde betonul este utilizat. Această clasificare a expunerilor nu exclude luarea în considerare a unor condiții de mediu particulare existente la locul unde betonul este utilizat, sau aplicarea unor măsuri de protecție

suplimentare cum ar fi utilizarea de oțel 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 atenția cuvenită prevenirii apariției coroziunii electrochimice a oțelului beton cu consecințe negative asupra funcționalității elementelor/structurilor din beton armat și precomprimat.

(3) În cazul atacului chimic, determinarea agresivității apei, solului și 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 2;
- b) conțin alte substanțe agresive;
- c) solul sau apa sunt poluate chimic;
- d) prezintă o viteză de curgere a apei ridicată în combinație cu anumite substanțe chimice prezentate în Tabelul 2.

Tabelul 1. 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 și fără piese metalice înglobate. Toate expunerile, cu excepția cazurilor de îngheț-dezghet, de abraziune și de atac chimic. Pentru beton armat sau cu piese metalice înglobate: Foarte uscat	Beton la interiorul clădirilor unde conținutul de umiditate al aerului ambiant este foarte redus.
2 Coroziunea datorată carbonatării		
Când betonul care conține armături sau piese metalice înglobate, este expus la aer și umiditate, expunerea este clasificată în modul următor:		
Notă: Condițiile 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 ambientă. În acest caz, o clasificare fondată pe diferite medii ambiante poate fi acceptabilă. Situația nu poate fi aceeași dacă există o barieră între beton și mediul său înconjurător (acoperirea betonului cu un material de protecție).

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

3 Coroziunea datorată clorurilor având altă origine decât cea marină

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

Notă: În ceea ce privește condițiile de umiditate, a se vedea secțiunea 2 din acest tabel.

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

4 Coroziunea datorată clorurilor din apa de mare

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

XS1	Expunere la aerul ce	Structuri pe, sau în apropierea litoralului (agresivitatea
-----	----------------------	--

	vehiculează săruri	
	marine, însă nu sunt	atmosferică marină acționează asupra construcțiilor din
	în contact direct cu	beton, beton armat pe o distanță de 5 km de țărm).
	apa de mare	
XS2	Imersate în permanență	Elemente de structuri marine.
XS3	Zone de variație a nivelului mării, zone supuse stropirii sau ceței	Elemente de structuri marine.
5 Atac din îngheț-dezgheț cu sau fără agenți de dezghețare		
Când betonul este supus la un atac semnificativ datorat ciclurilor de îngheț-dezgheț, atunci când este umed, clasele de expunere sunt următoarele:		
XF1	Saturație moderată cu apă fără agenți de dezghețare	Suprafețe verticale ale betonului expuse la ploaie și la îngheț.
XF2	Saturație moderată cu apă, cu agenți de dezghețare	Suprafețe verticale ale betonului din lucrări rutiere expuse la îngheț și curenților de aer ce vehiculează agenți de dezghețare.
XF3	Saturație puternică cu apă, fără agenți de dezghețare	Suprafețe orizontale ale betonului expuse la ploaie și la îngheț.
XF4	Saturație puternică cu apă, cu agenți de dezghețare sau apă de mare/ape naturale conținând cloruri	Șosele și tabliere de pod expuse la agenți de dezghețare. Suprafețele verticale ale betonului expuse la îngheț și supuse direct stropirii cu agenți de dezghețare. Zonele structurilor marine expuse la îngheț și supuse stropirii cu agenți de dezghețare
6 Atac chimic		
Când betonul este expus la atac chimic, care survine din soluri naturale, ape de suprafață și ape subterane, clasificarea se face după cum se indică în Tabelul 2. Clasificarea apelor de mare depinde de localizarea geografică, în consecință se aplică clasificarea valabilă pe locul de utilizare a betonului.		
XA1	Mediu înconjurător cu agresivitate chimică slabă, conform Tabelului 2	
XA2	Mediu înconjurător cu agresivitate chimică	

	moderată, conform Tabelului 2	
XA3	Mediu înconjurător cu agresivitate chimică intensă, conform Tabelului 2	
7 Solicitarea mecanică a betonului prin uzură		
Dacă betonul este supus unor solicitări mecanice care produc uzura acestuia, atunci acest tip de expunere poate fi clasificat după cum urmează:		
XM1	Solicitare moderată de uzură	Elemente din incinte supuse la circulația vehiculelor echipate cu anvelope.
XM2	Solicitare intensă de uzură	Elemente din incinte industriale supuse la circulația stivuitoarelor echipate cu anvelope sau bandaje de cauciuc.
XM3	Solicitare foarte intensă de uzură	Elemente din incinte industriale supuse la circulația stivuitoarelor echipate cu bandaje de elastomeri/ metalice sau mașini cu șenile.

Nota 1:

Betonul poate fi supus la mai multe din acțiunile descrise în Tabelul 1, în acest caz, condițiile de mediu înconjurător la care el este supus, pot fi exprimate sub formă de combinații de clase de expunere. În Tabelul 1a se prezintă exemple de astfel de combinații. Părțile unui anumit element structural pot fi expuse la diferite acțiuni de mediu.

Nota 2:

Când betonul este expus la atac chimic care provine din atmosferă cu agenți agresivi în stare gazoasă și solidă, clasificarea se face după cum se indică în Anexa [nr. 1](#). În acest caz, cerințele privind materialele componente și betonul sunt prevăzute în documentul "Instrucțiuni tehnice pentru protecția elementelor din beton armat și beton precomprimat supraterane în medii agresive naturale și industriale", indicativ C 170.

Tabelul 1a. Combinații de clase de expunere

Expunere		Combinații de clase de expunere	
Descriere	Exemple	BNA ⁽¹⁾	BA ⁽²⁾ / BP ⁽³⁾

La interior	Interiorul clădirilor cu destinație de locuit sau birouri	X0	XC1
	Plăcile planșeelor parcajelor subterane în centre comerciale		XC4, XD3, XM1
La exterior			
Fără îngheț	Fundații sub nivelul de îngheț	X0	XC2
Cu îngheț dar fără contact cu ploaia	Garaje deschise acoperite, pasaje etc.	XF1	XC3 + XF1
Îngheț și contact cu ploaia	Elemente exterioare expuse la ploaie.	XF1	XC4+ XF1
Îngheț-dezgheț cu agenți de dezghețare	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 îngheț	Elemente exterioare ale construcțiilor 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	Pereții 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 și ape subterane naturale la o temperatură apă/sol cuprinsă între 5°C și 25°C și în cazurile în care viteza de scurgere a apei este suficient de mică pentru a fi considerată în condiții statice.

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

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

Tabelul 2. Valorile limită pentru clasele de expunere corespunzătoare la atacul chimic al solurilor naturale și apelor subterane

Caracteristici chimice	Metode de încercări de referință	XA1	XA2	XA3
Ape subterane				
SO ₄ ²⁻ , mg/l	SR EN 196-2	≥ 200 și ≤ 600	> 600 și ≤ 3000	> 3000 și ≤ 6000
pH	SR EN 1262	≤ 6,5 și ≥ 5,5	≤ 5,5 și ≤ 4,5	< 4,5 și ≥ 4,0
CO ₂ agresiv, în mg/l	SR EN 13577	≥ 15 și ≤ 40	> 40 și ≤ 100	> 100 până la saturație
NH ₄ ⁺ , mg/l	SR ISO 7150-1	≤ 15 și ≤ 30	> 30 și ≤ 60	> 60 și ≤ 100
Mg ₂ ⁺ , mg/l	SR EN ISO 7980	≥ 300 și ≤ 1000	> 1000 și ≤ 3000	> 3000 până la saturație
Sol				
SO ₄ ²⁻ , mg/l ^a total	SR EN 196-2 ^b	≥ 2000 și ≤ 3000 ^c	> 3000 ^c și ≤ 12000	> 12000 ^c și ≤ 24000
Aciditate în conformitate cu Baumann Gully, ml/kg	SR EN 16502	> 200	Nu sunt întâlnite în practică	
<p>^a Solurile argiloase a căror permeabilitate este inferioară valorii de 10⁻⁵ m/s, pot fi clasate într-o clasă inferioară.</p> <p>^b Metoda de încercare prevede extracția SO₄²⁻ cu acid clorhidric; alternativ este posibil de a proceda la această extracție cu apă, dacă aceasta este admisă la locul de utilizare a betonului.</p> <p>^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 sucțiune capilară.</p>				

Notă:

Valorile limită pentru clasele de expunere corespunzătoare atacului chimic a pământurilor naturale și apelor subterane indicate în Tabelul 2 se aplică și apelor supraterane staționare în contact cu suprafața betonului.

4.2. Clasificarea proprietăților betonului proaspăt

(1) Clasificarea proprietăților betonului proaspăt se face conform prevederilor art. 4.2 din SR EN 206+A2:2021.

4.3. Clasificarea proprietăților betonului întărit

(1) Clasificarea proprietăților betonului întărit se face conform prevederilor art. 4.3 din SR EN 206+A2:2021.

5. Cerințe pentru beton și metode de verificare

(1) Cerințele pentru beton și metodele de verificare sunt cele prevăzute la art. 5 din SR EN 206+A2:2021.

5.1. Cerințe de bază pentru materiale componente

(1) Cerințele de bază pentru materialele componente sunt cele prevăzute la art. 5.1 din SR EN 206+A2:2021 și anume: art. 5.1.2 pentru ciment, 5.1.3 pentru agregate, 5.1.4 pentru apă, 5.1.5 pentru aditivi, 5.1.6 pentru adaosuri și 5.1.7 pentru fibre.

5.1.1. Generalități

(1) În betonul produs în conformitate cu acest normativ se utilizează numai materiale componente cu aptitudinea de utilizare stabilită pentru cerințele specificate.

(2) Când nu există standarde europene pentru un material special care se referă la utilizarea acestui material component 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 sau standarde europene relevante.

(3) Materialele componente nu vor conține substanțe nocive în cantități care pot avea un efect dăunător asupra durabilității 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 aplicațiile prevăzute și pentru toate compozițiile de beton.

Nota 2:

Agrementele tehnice în construcții și Evaluările tehnice europene pentru materialele componente sau procedee stabilesc aptitudinea generală de utilizare în conformitate cu prezentul normativ. SR EN 206+A2:2021 nu este un standard european armonizat și regulile privind durabilitatea betonului sunt date în conformitate cu acest normativ. Pentru stabilirea unei aptitudini de utilizare particulare este necesar să se evalueze "procedeele"/materialul component în raport cu regulile privind asigurarea durabilității în conformitate cu acest normativ, Eurocodul 2 (SR EN 1992-1-1), SR EN 13670 și anexele lor naționale.

5.1.2. Ciment

(1) Aptitudinea generală de utilizare pentru cimenturi este stabilită conform SR EN 197-1.

(2) Aptitudinea de utilizare pentru betonul destinat structurilor masive (de exemplu barajele) poate fi stabilită pentru cimenturile speciale cu căldură de hidratare redusă sau foarte redusă, fabricate în conformitate cu SR EN 197-1 sau SR EN 14216.

(3) Aptitudinea de utilizare pentru betonul uzual fabricat cu cimenturi în conformitate cu standarde europene nearmonizate poate fi stabilită după acceptarea acestor standarde ca standarde de referință și definirea regulilor de proiectare, respectiv utilizare, în SR EN 1992, SR EN 13369 și SR EN 13670 cu anexele lor naționale, cu includerea rezultatelor experimentale conform [Anexei J](#).

(4) Aptitudinile de utilizare pentru cimenturile cu aluminat de calciu (în conformitate cu SR EN 14647) și pentru cimenturile supersulfatate (în conformitate cu SR EN 15743) pot fi stabilite prin reglementări naționale. Când se utilizează cimenturi în conformitate cu SR EN 14647 sau SR EN 15743, vehiculele de transport, silozurile, sistemele locale de transport sunt golite înainte de utilizarea acestor cimenturi și după utilizarea acestora.

Notă:

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 și executarea lucrărilor, a standardelor naționale elaborate având în vedere principii și proceduri recunoscute care sunt în conformitate cu prezentul normativ. Pentru toate cimenturile pentru care nu există experiență de utilizare în betoane în țară, introducerea acestora în reglementări se va face numai pe baza unor rezultate ale cercetărilor experimentale prin care să se demonstreze comportarea betoanelor la diferite tipuri de solicitări fizico-mecanice și de mediu, în conformitate cu acest normativ. Detalii sunt prezentate în [Anexa normativă J](#).

(5) Compatibilitatea aditivilor cu cimenturile utilizate se verifică prin încercări inițiale, conform Anexei A din SR EN 206+A2:2021.

5.2. Cerințe de bază pentru compoziția betonului

(1) Cerințele de bază pentru compoziția betonului sunt cele prevăzute la art. 5.2 din SR EN 206+A2:2021 și anume alegerea cimentului - art. 5.2.2, utilizarea agregatelor - art. 5.2.3, utilizarea apelor reciclate - art. 5.2.4, utilizarea adaosurilor - art. 5.2.5, utilizarea aditivilor - art. 5.2.6, utilizarea fibrelor - art. 5.2.7.

5.2.1. Generalități

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

(2) Când acestea nu sunt precizate în specificație, producătorul de beton selecționează tipurile și clasele de materiale componente dintre cele a căror aptitudine de utilizare este stabilită pentru condițiile de mediu specifice.

(3) Dacă nu există prescripții contrare (de exemplu, betonul drenant), compoziția betonului se stabilește astfel încât să fie asigurată o densitate maximă a scheletului mineral și să reducă la minimum fenomenele de segregare și de separare a apei din betonul proaspăt.

(4) În cazul betonului cu proprietăți specificate, valorile limită se specifică în termeni de valori minime sau maxime, iar în cazul betonului cu compoziția prescrisă, aceasta se specifică prin valori țintă.

Notă:

Proprietățile cerute ale betonului pentru utilizarea într-o structură, nu sunt atinse decât respectând reglementările tehnice și procedurile de punere în operă ale betonului proaspăt în șantier. De asemenea, suplimentar față de condițiile prevăzute în acest normativ este necesar ca, înainte de a elabora specificația betonului să fie luate în considerare cerințele referitoare la proiectare, transport, la punerea în operă, compactare, la tratarea inițială și ulterioară (a se vedea NE 012/2 sau alte standarde pertinente). Aceste cerințe sunt adesea independente. Dacă toate aceste cerințe sunt satisfăcute, diferențele dintre calitatea betonului din structură și cea a epruvetelor standardizate de încercat, sunt luate în considerație prin coeficientul parțial de siguranță al materialului definit pentru stările limită ultime (a se vedea SR EN 1992-1-1).

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

- a) agregatele naturale de masă volumică normală;
- b) adaosurile în pulbere cu condiția ca acestea să nu fie luate în considerație la calculul dozajului în ciment și al raportului apă/ciment;
- c) dozajul minim de ciment, în conformitate cu Tabelele F.1.1 și F.1.2 ([Anexa F](#));
- d) tipul cimentului, în conformitate cu Tabelele F.2.1, F.2.2, F.2.3 și F.2.4 ([Anexa F](#));
- e) aditivi;
- f) compozițiile ce îndeplinesc criteriile pentru efectuarea încercărilor inițiale descrise la A.5 din [Anexa A](#).

(5) Anexa D prezintă cerințe suplimentare pentru betonul utilizat în lucrări geotehnice.

5.2.2. Alegerea cimentului

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

- a) tehnologia de executare a lucrării;
- b) utilizarea finală a betonului;
- c) condițiile de tratare (de exemplu, tratarea termică);
- d) dimensiunile structurii (dezvoltarea căldurii de hidratare);
- e) agresiunile mediului înconjurător la care este expusă structura (a se vedea 4.1);
- f) reactivitatea potențială a agregatelor față de alcaliile din materialele componente.

Notă:

Anexa M (informativă) prezintă recomandări generale pentru alegerea unui anumit tip de ciment.

5.2.3. Utilizarea agregatelor

(1) Zone granulometrice recomandate pentru prepararea betonului sunt prezentate în figurile L.1, L.2, L.3, L.4, L.5 din [Anexa L](#) din normative, pentru diferite dimensiuni nominale maxime ale agregatelor 0/8, 0/16, 0/22, 0/32 și 0/63 mm. Zonele granulometrice recomandate pentru prepararea betonului autocompactant sunt prezentate în Cercetarea prenormativă "Beton autocompactant".

(2) În general, se folosesc agregate de balastieră, astfel încât dimensiunea maximă a granulelor de agregat să fie cel mult 1/6 din grosimea elementului de beton care se toarnă în cofraj glisant. În cazurile în care se utilizează agregate de concasare, 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.

5.2.5. Utilizarea adaosurilor

5.2.5.1. Generalități

(1) Cantitățile de adaosuri tip I și tip II, pentru a putea fi utilizate în beton, fac obiectul încercărilor inițiale (a se vedea [Anexa A](#)).

Notă:

Influența adaosurilor și asupra altor proprietăți decât rezistența se va verifica prin încercări (de exemplu privind durabilitatea, conform [Anexei J](#)).

(2) Adaosurile de tip II descrise la 5.1.6 din SR EN 206+A2: 2021 pot fi luate în calcul în compoziția betonului pentru determinarea dozajului de ciment și raportului A/C, în măsura în care aptitudinea lor de utilizare este stabilită pe baza conceptelor menționate la (3). Adaosurile de tip I și II, altele decât cele definite la 5.1.6 (2) pot fi luate în calcul dacă aptitudinea lor de utilizare a fost stabilită prin dispoziții la locul de utilizare.

(3) Sunt stabilite aptitudinea de utilizare, conceptul coeficientului k și principiile conceptelor de performanță echivalentă (concept de performanță echivalentă a betonului (ECPC), concept de performanță echivalentă a combinațiilor (EPCC)).

(4) Art. 5.2.5.2 furnizează valorile coeficientului k pentru cenușa zburătoare, pentru praful de silice și, de asemenea, recomandări pentru zgura granulată de furnal măcinată care sunt apte pentru o utilizare generală. Modificări ale regulilor de aplicare a conceptului coeficientului k date în 5.2.5.2.2, 5.2.5.2.3 și 5.2.5.2.4 pot fi făcute dacă aptitudinea de utilizare a fost stabilită (de exemplu, coeficienți k superiori, proporții crescute de adaosuri, amestecuri de adaosuri și de alte cimenturi), prin încercări.

(5) Conceptele de performanță echivalentă (a se vedea 5.2.5.3 și 5.2.5.4) pot fi aplicate pentru utilizarea adaosurilor când aptitudinea lor de utilizare a fost stabilită, prin încercări.

Notă:

Aptitudinea de utilizare menționată la (4) și (5) se va stabili în conformitate cu Anexa J.

(6) Principiile generale și condițiile suplimentare de aplicare ale conceptului coeficientului k și, de asemenea, principiile generale ale conceptului de performanță echivalentă a betonului sau a combinațiilor pentru utilizarea adaosurilor sunt date în paragrafele următoare.

Notă:

CEN/TR 16639 furnizează informații mai detaliate asupra acestor concepte.

(7) Utilizarea cenușilor ca adaosuri în betoane se face pe baza avizelor sanitare eliberate de organismele abilitate ale autorității de reglementare din domeniul sănătății și numai pe baza rezultatelor unor cercetări experimentale prin care să se demonstreze comportarea betonului expus în anumite medii specifice în ceea ce privește caracteristicile de rezistență și durabilitate în conformitate cu cerințele formulate în Anexa J din SR EN 206+A2:2021.

5.2.5.2. Conceptul coeficient, k pentru cenuși zburătoare, silice ultrafină și zgură granulată de furnal măcinată

5.2.5.2.1. Generalități

(1) Conceptul coeficientului k este un concept prescriptiv. Acesta se bazează pe compararea performanțelor de durabilitate (sau rezistență, dacă este cazul, drept criteriu de aproximare a durabilității) a unui beton de referință ce conține un ciment tip "A" față de un beton la care o parte din cimentul de tip "A" este înlocuită printr-un adaos, în funcție de raportul apă/ciment și conținutul de apă.

(2) Conceptul coeficient k permite luarea în considerație a adaosurilor de tip II prin:

a) înlocuirea termenului "raport apă/ciment" cu "raport apă/(ciment + k x adaos)";

b) cantitatea de (ciment + k x adaos) nu este inferioară cerințelor de dozaj minim de ciment pentru clasa de expunere considerată (a se vedea 5.3.2).

(3) Regulile de aplicare ale conceptului coeficient k la cenuși volante, în conformitate cu SR EN 450-1, la silicea ultrafină, în conformitate cu SR EN 13263-1, și la zgura granulată de furnal măcinată conform SR EN 15167-1, utilizate împreună cu un ciment de tip CEM I, în conformitate cu SR EN 197-1, sunt definite în paragrafele următoare.

5.2.5.2.2. Conceptul coeficient k pentru cenuși zburătoare, în conformitate cu SR EN 450-1

(1) O valoare a coeficientului k de 0,4 este permisă pentru betonul preparat cu CEM I, în conformitate cu SR EN 197-1.

(2) În cazul utilizării unui ciment de tip CEM I, cantitatea maximă de cenușă zburătoare care poate fi utilizată respectă următoarea cerință:

cenușă zburătoare/ciment $\leq 0,33$ (în masă)

(3) Dacă se utilizează o cantitate mai mare de cenușă zburătoare, suplimentul nu se ia în considerare, nici pentru calculul raportului apă/(ciment + k x cenușă), și nici pentru stabilirea dozajului minim de ciment.

5.2.5.2.3. Conceptul coeficient k pentru silicea ultrafină de clasă 1, în conformitate cu SR EN 13263-1

(1) Valorile următoare ale lui k sunt permise, pentru un beton preparat cu ciment de tip CEM I (cu excepția cimenturilor cu silice ultrafină), în conformitate cu SR EN 197-1:

a) pentru un raport apă/ciment specificat $\leq 0,45$; k = 2,0

b) pentru un raport apă/ciment specificat $> 0,45$; k = 2,0, cu excepția claselor de expunere XC și XF, unde k = 1,0.

(2) Cantitatea maximă de silice ultrafină de clasa 1, ce poate fi luată în considerare, respectă cerința:

silice ultrafină/ciment $\leq 0,11$ (în masă)

(3) Dacă se utilizează o cantitate mai mare de silice ultrafină de clasă 1, suplimentul nu se va lua în considerare nici pentru calculul raportului apă/(ciment + k x silice ultrafină), nici pentru dozajul minim de ciment.

(4) Dozajul minim de ciment nu este redus cu mai mult de 30 kg/m³ față de cantitatea de ciment necesară pentru încadrarea în clasele de expunere corespunzătoare.

5.2.5.2.4. Coeficientul k pentru zgură granulată de furnal măcinată, în conformitate cu SR EN 15167-1

(1) Valoarea coeficientului k de 0,6 este recomandată pentru betonul cu zgură granulată măcinată în conformitate cu SR EN 15167-1, în cazul în care betonul este preparat cu CEM I în conformitate cu SR EN 197-1. Se convine ca dozajul maxim de zgură de furnal granulată măcinată să fie astfel încât raportul dintre zgură și ciment $\leq 1,0$ în masă. Dacă se adaugă o cantitate mai mare de zgură de furnal granulată și măcinată, cantitatea suplimentară nu va fi luată în considerare nici la calculul raportului apă/(ciment+ k x zgură) și nici pentru dozajul minim de ciment.

5.2.6. Utilizarea aditivilor

(1) Cantitatea totală de aditivi utilizați nu trebuie să depășească dozajul maxim recomandat de producătorul de aditivi și nu trebuie să fie mai mare de 50 g aditiv (așa cum au fost achiziționați) pe kg de ciment, cu excepția cazului când s-a determinat și s-a luat în considerare influența unui dozaj mai ridicat asupra performanțelor și durabilității betonului.

(2) Aditivii utilizați în cantitate mai mică de 2g/kg ciment trebuie dispersați într-o parte din apa de amestecare, cu excepția 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.

(3) Dacă cantitatea totală de aditiv lichid (în soluție), este mai mare de 3 l/m³ de beton, conținutul său de apă este luat în considerare la calculul raportului apă/ciment.

(4) Când sunt utilizați mai mulți aditivi, compatibilitatea lor este verificată în cadrul încercărilor inițiale.

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 inițiale.

(5) Betoanele se prepară cu aditivi. Condițiile de utilizare a aditivilor se stabilesc, în principal, în funcție de tipul betonului, tehnologie și condițiile de turnare, acestea fiind prezentate în Tabelul 2a.

Tabelul 2a. Condiții de utilizare a aditivilor

Nr. crt.	Tip beton, tehnologie și condiții de turnare	Aditiv recomandat	Observații
1	Betoane de rezistență având clasa cuprinsă între C8/10 și C25/30 inclusiv	Reducător de apă/Plastifiant	După caz: Intens reducător de apă/Superplastifiant
2	Betoane supuse la îngheț - dezgheț repetat	Antrenor de aer și un Reducător de apă/Plastifiant	
3	Betoane cu permeabilitate redusă	Reducător de apă/Plastifiant Impermeabilizator ¹⁾	După caz: - intens reducător de apă/superplastifiant
4	Betoane expuse în condiții de agresivitate intensă și foarte intensă	Reducător de apă/Plastifiant	După caz: - intens reducător de apă/superplastifiant
5	Betoane executate monolit având clasa \geq C30/37	Intens reducător de apă/Superplastifiant	
6	Betoane fluide	Intens reducător de apă/Superplastifiant/ Plastifiant	
7	Betoane masive Betoane turnate prin tehnologii speciale	(Reducător de apă/Plastifiant) Intens reducător de apă/superplastifiant + întârzietor de priză	
8	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).
9	Betoane turnate pe timp călduros	Întârzietor de priză +	Cu aplicarea obligatorie a

		plastifiant/superplastifiant	condițiilor de protecție conform NE 012/2
10	Betoane turnate pe timp friguros	Accelerator de întărire + plastifiant/superplastifiant	Cu aplicarea obligatorie a condițiilor de protecție a elementelor conform NE 012/2
11	Betoane cu rezistențe mari la termene scurte	Acceleratori de întărire/ superplastifianți	

Nota 1:

Utilizarea acestor aditivi se documentează, cu precizarea:

- a) condițiilor de expunere la umiditate a elementului/structurii;
- b) condițiilor suplimentare privind compoziția și producția betonului, impactul asupra proprietăților betonului proaspăt și 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.

5.2.8. Conținut de cloruri

(1) Pentru conținutul maxim de cloruri al agregatelor se recomandă încadrarea în următoarele limite:

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

(2) Conținutul de cloruri al unui beton, exprimat ca procent de masă al ionilor de cloruri față de masa cimentului, nu va depăși, pentru clasa selecționată, valorile date în Tabelul 15.

Tabelul 15. Conținutul maxim de clor din beton

Utilizarea betonului	Clasa de cloruria conținute	Conținutul maxim de Cl- raportat la masa cimentului
Beton care nu conține armături de oțel, sau alte piese metalice înglobate (cu excepția pieselor de ridicare rezistente la	Cl 1,0	1,0%

coroziune)			
Beton conținând armături de oțel sau piese metalice înglobate	Cl 0,20		0,20%
	Cl	0,40	0,40%
Beton conținând armături de precomprimare de oțel	Cl	0,10	0,10%
	Cl	0,20	0,20%
<p>^a Pentru o utilizare specifică a betonului, clasa de utilizare este în funcție de prevederile valabile la locul de utilizare a betonului.</p> <p>^b Când sunt utilizate adaosuri de tip II și sunt luate în calculul conținutului de ciment, atunci conținutul de cloruri este exprimat ca procent din masa ionilor clor față de masa de ciment plus masa totală a adaosurilor care sunt luate în considerare.</p>			

(3) Clorura de calciu și aditivii pe bază de cloruri nu se utilizează în betonul ce conține armături de oțel, armături de precomprimare de oțel, sau piese metalice înglobate.

(4) Metoda de determinare a conținutului de cloruri al materialelor componente este metoda de încercare corespunzătoare materialului component.

(5) Pentru a determina conținutul de cloruri din beton se calculează suma contribuțiilor materialelor componente, cu ajutorul uneia dintre metodele următoare sau prin combinarea lor:

a) calculul bazat pe conținutul maxim în cloruri al componentelor, dacă este stabilit prin standardul de produs sau cel declarat de către producător pentru fiecare dintre materialele componente;

b) calculul bazat pe conținutul de cloruri al materialelor componente, calculat lunar din suma mediilor ultimelor 25 determinări a conținutului de cloruri, majorat de 1,64 ori abaterea standard pentru fiecare constituent.

Notă:

Această ultimă metodă se aplică în special agregatelor extrase din mare, pentru cazurile în care valoarea maximă nu este standardizată sau declarată.

5.2.9. Temperatura betonului

(1) Temperatura betonului proaspăt trebuie să fie mai mare de 5°C în momentul livrării.

(2) Temperatura betonului proaspăt nu va depăși 30°C, se acceptă numai în cazuri speciale în care au fost luate măsuri pentru a se asigura că depășirea temperaturii peste 30°C nu va avea consecințe negative asupra calității betonului întărit (de exemplu, încercări prealabile prin utilizarea unui aditiv întârziator).

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

(4) La temperaturi ale aerului mai mici de - 3°C, temperatura betonului va fi mai mare de + 10°C. Se iau măsuri corespunzătoare de turnare pe timp friguros care constau în protejarea betonului împotriva înghețului. Este recomandată utilizarea cimenturilor cu degajare mare de căldură și/sau aditivi acceleratori de întărire și anti-îngheț.

(5) Nu se recomandă punerea în operă a betonului la temperaturi ale aerului situate sub - 10°C.

(6) În cazul în care este necesară o altă cerință referitoare la temperatura maximă sau minimă pentru betonul proaspăt, aceasta se va specifica dând, de asemenea, și toleranțele. Toate cerințele de răcire sau de încălzire artificială a betonului înaintea livrării se vor stabili de comun acord între producător și utilizator.

5.3. Cerințe referitoare la clasele de expunere

(1) Cerințele referitoare la clasele de expunere se aplică conform prevederilor art. 5.3 din SR EN 206+A2:2021.

5.3.1. Generalități

(1) Cerințele pentru ca betonul să reziste la agresiunile mediului înconjurător sunt date adesea în termeni de valori limită, pentru compoziția betonului și proprietățile stabilite ale betonului (a se vedea 5.3.2); alternative, exigențele pot rezulta din metode de concepție de performanță (a se vedea 5.3.3). Cerințele țin seama de durata de viață prevăzută pentru structură.

5.3.2. Valori limită pentru compoziția betonului

(1) Metodele specificate ale rezistenței la agresiunile mediului înconjurător sunt date în termeni de proprietăți stabilite pentru beton și de valori limită de compoziție.

Nota 1:

Având în vedere apariția unor standarde europene pentru încercări directe de performanță a betonului, precum și 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).

(2) Cerințele pentru fiecare clasă de expunere se specifică în termeni de:

a) tipuri și clase de materiale componente permise;

b) raport maxim apă/ciment;

c) conținut minim de ciment;

d) clasă minimă de rezistență la compresiune a betonului; și dacă este cazul:

e) conținut minim de aer din beton;

f) exigențe privind procedee tehnologice (de exemplu, șlefuirea sau acoperirea de protecție).

(3) Prevederile valabile la nivel național privind betonul sunt stabilite pe baza asigurării unei durate de viață de minimum 50 de ani, în condițiile de mentenanță stabilite prin proiect.

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

Nota 2:

În conformitate cu SR EN 206+A2: 2021, s-a stabilit ca raportul apă/ciment maxim să fie indicat prin creștere de 0,05 și conținutul minim de ciment prin creștere de 20 kg/m³. Cât privește

rezistența la compresiune, este recomandat să fie indicată în clase, conform Tabelului 12, pentru betonul greu și conform Tabelului 13, pentru betonul ușor. Tabelele F.1.1, F.1.2, F.2.1, F.2.2, F.2.3, F.2.4 ([Anexa F](#)) prezintă condițiile compoziționale, proprietățile betonului și utilizarea cimenturilor. Conținutul maxim de părți fine din beton este prezentat în Tabelele F.3.1 și F.3.2 din Anexa F.

Nota 3:

Pentru o durată de viață inferioară (de exemplu de 20 de ani) sau superioară (de exemplu de 100 de ani), pot fi necesare valori limită specificate mai puțin severe sau mai severe. Interpretări privind "Sfârșitul duratei de viață" și modalitatea de calibrare/validare a valorilor limită pentru compoziția betonului care sunt furnizate de dispoziții la locul de utilizare a betonului, sunt disponibile în ISO 16204. În acest caz sau pentru compozițiile specificate de beton, sau în condiții speciale în materie de protecție contra coroziunii, referitor la grosimea betonului ce acoperă armăturile (de exemplu, când grosimea este inferioară specificațiilor/prevederilor SR EN 1992-1-1 relativ la protecția contra coroziunii), se efectuează studii speciale de către elaboratorul specificației, pentru o construcție anume, sau mai general pentru prescripții naționale. Detalii sunt date în [Anexa J](#) (normativă).

(5) Dacă betonul este conform cu valorile limită specificate, se consideră că betonul din structură satisface cerințele de durabilitate în raport cu utilizarea preconizată luând în considerare condițiile de mediu înconjurător specifice, cu condiția ca:

- a) betonul să fie corect pus în operă, compactat și tratat/protejat conform prevederilor din NE 012/2;
- b) betonul ce acoperă armătura să aibă grosimea minimă impusă prin proiect/reglementarea de proiectare pentru condițiile de mediu înconjurător specifice, de exemplu SR EN 1992-1-1;
- c) clasa de expunere la mediul înconjurător să fie corect selectată;
- d) întreținerea preventivă să fie corect realizată.

5.3.3. Metode de concepție bazate pe performanțe

(1) Cerințele referitoare la clasele de expunere pot fi stabilite utilizând metode de concepție bazate pe performanță pentru durabilitate, în termeni de parametri de performanță (de exemplu, măsurarea exfolierii printr-o încercare de îngheț-dezghet). Detalii sunt prezentate în Anexa J (normativă).

Notă:

Cadrul pentru procedura durabilității echivalente a fost publicată ca CEN/TR 16563.

(2) Aplicarea metodelor bazate pe performanță permite utilizarea materialelor componente, în conformitate cu procedurile și în condițiile asigurării cerințelor de rezistență și durabilitate prezentate în normativ.

5.3.4. Cerințe pentru betonul turnat sub apă

(1) Betonul turnat sub apă are proprietăți speciale în stadiile proaspăt și întărit, are consistența necesară pentru a putea fi pus în operă ușor, o structură densă chiar și fără compactare și nu are segregări.

(2) În cazul betonului turnat sub apă pentru execuția unor elemente portante, raportul A/C va fi mai mic de 0,60. În cazul unor expuneri suplimentare agresive, de exemplu de tip XA, dozajul minim de ciment va fi de cel puțin 350 kg/m³, cu dimensiunea maximă a agregatelor de 32 mm.

5.4. Cerințe pentru betonul proaspăt

(1) În această reglementare tehnică se utilizează prevederile din SR EN 206+A2:2021 pentru cerințele referitoare la betonul proaspăt, art. 5.4.

(2) Art. de la 5.4 până la 5.4.2 inclusiv, din prezenta reglementare tehnică, cuprind prevederile menționate în articolele aferente din SR EN 206+A2:2021.

5.4.3. Conținut de aer

(1) Conținutul de aer al betonului se determină prin măsurare conform SR EN 12350-7, pentru beton de masă volumică normală și beton greu, respectiv în conformitate cu ASTM C 173, pentru beton ușor. Conținutul volumului de aer antrenat este prescris printr-o valoare minimă. Limita superioară pentru conținutul de aer este valoarea minimă specifică plus 4% în valoare absolută.

(2) Valorile minime ale volumului de aer antrenat (în conformitate cu [Anexa E](#), Tabelele F.1.1 și F.1.2) sunt prezentate în Tabelul 3a în funcție de dimensiunea maximă a agregatelor.

Tabelul 3a. Valori minime ale volumului de aer antrenat în funcție de dimensiunea maximă a agregatelor

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

5.5. Cerințe pentru betonul întărit

(1) Cerințele pentru betonul întărit se aplică conform prevederilor art. 5.5 din SR EN 206+A2:2021.

5.5.1. Rezistența

5.5.1.1. Generalități

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

(2) Pentru evaluarea rezistenței pot fi utilizate alte dimensiuni de epruvete și alte moduri de tratare, cu condiția ca relațiile stabilite cu valorile de referință să aibă o precizie suficientă și să fie documentate și înregistrate.

Notă:

În cazul determinării rezistenței betonului pe probe prelevate la locul de punere în operă din care se confecționează epruvete care sunt conservate în alte condiții de temperatură și umiditate decât cele descrise în SR EN 12390-2, rezultatele se pot utiliza numai pentru determinarea evoluției întăririi betonului și nu la controlul calității, în sensul atribuirii unei clase de beton.

5.5.1.2. Rezistența la compresiune

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

Nota 1:

Se pot utiliza și epruvete de alte dimensiuni, rezistențele la compresiune pot fi echivalate cu rezistența obținută pe cuburi de 150 mm pe baza unor relații de echivalență 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.

(2) Alegerea încercărilor pe cub sau pe cilindri pentru evaluarea rezistenței, se declară la timp de producător, înainte de livrare. Dacă se utilizează o metodă diferită, aceasta se stabilește de comun acord între elaboratorul specificației și producător.

(3) Dacă nu există prevederi contrarii, rezistența la compresiune se determină pe epruvete încercate la 28 zile. Pentru anumite utilizări poate fi necesar de a specifica rezistența la compresiune la termene mai scurte sau mai lungi de 28 zile (de exemplu, elemente structurale masive), sau după conservare în condiții speciale (de exemplu, tratarea termică). În toate cazurile încercările se vor efectua pe minimum 2 epruvete cubice.

(4) Rezistența caracteristică a betonului este egală sau superioară rezistenței la compresiune caracteristice minime, pentru clasa de rezistență specificată (a se vedea Tabelele 12 și 13), cu o marjă de siguranță definită.

(5) În situațiile probabile în care prin încercările de rezistență la compresiune se obțin valori care să nu caracterizeze în mod real rezistența, de exemplu pentru betonul având clasa de consistență C0, mai vârtos decât S1, sau betonul vacuumat, atunci metoda de încercare se modifică sau rezistența la compresiune se evaluează direct în structura existentă sau în elemente componente structurale.

Notă:

Evaluarea rezistenței în structuri sau în elemente de structură se realizează în conformitate cu normativul NP 137.

5.5.3. Rezistența la pătrunderea apei

(1) Când este determinată rezistența la pătrunderea apei pe epruvete, metoda (de exemplu, în conformitate cu SR EN 12390-8) și criteriile de conformitate, fac obiectul unui acord între elaboratorul specificației tehnice și producător.

(2) În absența unei metode de încercări agreată, rezistența la pătrunderea apei poate fi specificată indirect prin valori limită asupra compoziției betonului.

(3) Pentru lucrările care sunt supuse presiunii apei se adoptă una dintre clasele de permeabilitate exprimate prin P_x^y , realizate conform metodei descrise în NE012/2, Anexa K.

(4) Pentru clasele de permeabilitate uzuale se impune respectarea condițiilor privind raportul A/C, după cum urmează:

a) P_4^{10} raport A/C $\leq 0,60$;

b) P_8^{10} raport A/C $\leq 0,50$;

c) P_{12}^{10} raport A/C $\leq 0,45$.

5.5.5. Rezistența la uzură

(1) În cazul în care este necesar ca betonul să prezinte rezistență la uzură, cerințele referitoare la clasa de rezistență minimă, dozajul minim de ciment și raportul maxim A/C sunt corespunzătoare claselor XM1, XM2 și XM3 în conformitate cu art. 5.3.2.

(2) La prepararea betonului se utilizează agregate rezistente la uzură, verificările fiind efectuate în conformitate cu SR EN 1097-1 și SR EN 1097-2.

6. Specificația betonului

(1) Specificația betonului este conform prevederilor art. 6 din SR EN 206+A2:2021.

7. Livrarea betonului proaspăt

(1) Livrarea betonului proaspăt este conform prevederilor art. 7 din SR EN 206+ A2:2021.

7.1. Informații de la utilizatorul betonului pentru producător

(1) Utilizatorul va preciza, când emite comanda, date privind condițiile/cerințele specifice despre: punerea în operă, prelucrarea suprafeței, evoluția rezistențelor etc. pentru ca rețeta betonului să fie proiectată cu luarea în considerare a acestor informații.

(2) Utilizatorul se pune de acord cu producătorul asupra:

a) datei, orei și ritmului livrării;

și dacă este necesar, să informeze producătorul asupra:

b) distanțelor de transport;

c) temperatura betonului proaspăt, în funcție de dimensiunea minimă a secțiunii elementului;

d) gabariturii, accesului, transporturilor speciale pe șantier;

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

f) volumului autobetonierelor, pentru a se putea respecta programul de punere în operă a betonului;

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

7.2. Informații de la producătorul de beton pentru utilizator

(1) Informațiile următoare sunt furnizate de producător, la cerere, pentru betoanele cu performanțe specificate:

- a) tipul și clasa de rezistență a cimentului și tipul de agregate;
- b) tipul de aditivi, tipul și conținutul aproximativ de adaosuri, dacă este cazul;
- c) descrierea fibrelor în conformitate cu SR EN 14889-1 și SR EN 14889-2 și dozajul, dacă este cazul;
- d) descrierea fibrelor în conformitate cu SR EN 14889-1 și SR EN 14889-2, dacă sunt specificate prin clase de performanță ale betonului armat dispers;
- e) raportul apă efecace/ciment specificat;
- f) rezultate ale încercărilor efectuate recent, pentru acest beton, de exemplu: cele de control al producției sau încercări inițiale;
- g) evoluția rezistenței;
- h) sursa materialelor componente;
- i) pentru betonul la care, cu acordul producătorului, se adaugă fibre, adaosuri sau aditivi pe șantier, clasa de consistență sau consistența prevăzută înainte și după adăugarea aditivilor, fibrelor sau adaosurilor;
- j) D_{max} .

(2) În cazul betonului gata de utilizare, informațiile pot fi furnizate, când ele sunt cerute, prin referință la catalogul de compoziții de beton al producătorului unde se găsesc informații detaliate referitor la clasele de rezistență, clasele de consistență, densitatea și alte date utile.

(3) Pentru determinarea duratei de tratare, informațiile referitoare la creșterea rezistenței betonului pot fi date sub forma indicatorilor din Tabelul 16, sau sub forma unei curbe de evoluție a rezistenței la 20°C între 2 zile și 28 zile.

(4) Date informative sunt prezentate în [Anexa N](#).

Tabelul 16 . Evoluția rezistenței betonului la 20 °C

Evoluția rezistenței	Estimarea raportului rezistențelor f_{cm2}/f_{cm28}
Rapidă	$\geq 0,5$
Medie	$\geq 0,3$ și $< 0,5$
Lentă	$\geq 0,15$ și $< 0,3$

Foarte lentă	< 0,15
--------------	--------

(5) Raportul rezistențelor indică evoluția rezistenței, corespunzătoare raportului dintre rezistența medie la compresiune la 2 zile (f_{cm2}) și rezistența medie la compresiune la 28 zile (f_{cm28}), determinate prin încercările inițiale sau pe baza performanțelor cunoscute ale unui beton având compoziție comparabilă. Pentru aceste încercări inițiale, epruvetele destinate determinării rezistenței sunt prelevate, confecționate, tratate și încercate în conformitate cu SR EN 12350-1, SR EN 12390-1, SR EN 12390-2 și SR EN 12390-3. Pentru estimarea rezistențelor la alte termene pot fi utilizate relațiile din SR EN 1992-1-1.

(6) Producătorul informează utilizatorul despre riscurile asupra sănătății la care se expune manipulând betonul proaspăt, în conformitate cu prevederile în vigoare la locul unde este utilizat betonul proaspăt (elaborarea fișei de securitate pentru beton proaspăt).

Nota 1:

Informațiile sunt furnizate în fișa cu date de securitate pentru beton proaspăt, conform prevederilor Regulamentului (UE) nr. 2020/878 de modificare a Regulamentului (CE) [nr. 1907/2006](#) (REACH), respectiv conform Regulamentului (CE) [nr. 1272/2008](#) (CLP).

7.3. Bon de livrare/ aviz de însoțire a mărfii pentru betonul gata de utilizare

(1) La livrarea betonului, producătorul emite utilizatorului un bon de livrare/aviz de însoțire a mărfii pentru fiecare cantitate de beton livrată pe care sunt imprimate, ștampilate sau înscrise cel puțin informațiile următoare:

- a) numele operatorului economic care produce betonul gata de utilizare;
- b) numărul de serie al bonului de livrare/avizului de însoțire a mărfii;
- c) data și ora de încărcare, aceasta înseamnă momentul primului contact între ciment și apă;
- d) durata maximă de transport pentru care nu se modifică performanțele și caracteristicile betonului comandat;
- e) numărul autovehiculului sau identificarea vehiculului;
- f) numele cumpărătorului;
- g) numele și localizarea șantierului;
- h) detalii sau referințe privind specificațiile, de exemplu numărul de cod, numărul de comandă;
- i) cantitatea de beton în metri cubi;
- j) declarația de conformitate cu referințe la specificații și la standardul SR EN 206 +A2:2021;
- k) numele sau marca organismului de certificare, dacă este cazul;
- l) ora exactă de sosire a betonului pe șantier;
- m) ora exactă de începere a descărcării;
- n) ora exactă de terminare a descărcării.

(2) În plus, bonul de livrare/avizul de însoțire a mărfii furnizează următoarele detalii:

a) pentru betonul cu proprietăți specificate:

1. clasa de rezistență;
2. clasa de expunere (clasele de expunere sau categoriile de beton în conformitate cu Tabelul 1 și [Anexa F](#) cu indicarea combinațiilor de clase de expunere);

3. clasa de conținut de cloruri;
 4. clasa de consistență sau valoarea specificată (producătorul stabilește tasarea betonului proaspăt care trebuie obținută la stația de betoane, astfel încât la locul de punere în operă, ținând seama de condițiile de mediu și de durata totală de transport, să se realizeze tasarea prevăzută de constructor);
 5. valorile limită de compoziție a betonului, când sunt specificate;
 6. tipul și clasa de rezistență a cimentului, când sunt specificate;
 7. tipul aditivilor și adaosurilor, dacă sunt specificate;
 8. tipul și conținutul de fibre sau clasa de performanță a betonului armat dispers cu fibre, dacă este cazul;
 9. proprietățile speciale, dacă au fost cerute;
 10. D_{max} ;
 11. pentru betonul ușor sau betonul greu, clasa de densitate sau densitatea țintă.
- b) pentru betonul având compoziția prescrisă:
1. detalii referitoare la compoziție, de exemplu dozajul de ciment și dacă este cerut, tipul de aditiv;
 2. fie raportul apă/ciment țintă, fie consistența în termeni de clasă sau de valori țintă, în funcție de cum se specifică;
 3. D_{max} ;
 4. tipul și dozajul de fibre, dacă este cazul.
- (3) În cazul unui beton având compoziția prescrisă într-un standard, informațiile care sunt date vor fi conforme cu prevederile din standardul corespondent.
- (4) În cazul în care se adaugă aditiv pe șantier se va specifica în copiile bonului de livrare/avizului de însoțire a mărfii: ora exactă la care s-a adăugat aditivul, tipul aditivului, cantitatea adăugată, volumul de beton din malaxor și timpul de amestecare, precum și persoana (nume și prenume) responsabilă de adăugarea aditivului.
- 7.4. Informații la livrare pentru betonul preparat pe șantier
- (1) În cazul betonului preparat pe șantier este important a utiliza informațiile corespunzătoare, precum cele cerute în 7.3 pentru bonul de livrare/avizul de însoțire a mărfii, pentru șantiere mari când sunt utilizate mai multe tipuri de beton, sau când producătorul de beton nu este cel responsabil de punerea sa în operă.
- 7.5. Modificări ale compoziției după amestecarea principală înainte de descărcare
- (1) În general, nu este permisă schimbarea proporțiilor compoziției după amestecarea principală.
- (2) Adaosul de apă este interzis la livrare.
- (3) În anumite cazuri speciale, se admite adăugarea de aditivi, adaosuri, pigmenți și fibre dacă:
- a) această operațiune se efectuează sub responsabilitatea producătorului sau în cazul existenței unui acord de preluare a responsabilității, de către constructor (de exemplu, pentru adăugarea de aditivi de impermeabilizare sau de fibre în șantier);
 - b) consistența și valorile limită nu sunt conforme cu valorile specificate, și

c) există o procedură consemnată în scris pentru efectuarea acestei operațiuni într-o modalitate sigură în cadrul controlului producției.

(4) În cazurile speciale în care este necesară adăugarea de aditivi pentru corectarea consistenței betonului, acest lucru se va realiza de către reprezentantul producătorului, cu respectarea cantității maxime admise în fișa produsului, fără a avea efecte negative asupra omogenității amestecului și proprietăților betonului întărit.

(5) În cazul adăugării aditivului de impermeabilizare, fibrelor sau pigmentilor în șantier, este necesară prelevarea de probe înainte și după introducerea acestora în beton, de către executantul lucrării. Producătorul betonului nu răspunde de calitatea betonului cu impermeabilizant, fibre sau pigmenti decât dacă acestea au fost utilizate la elaborarea rețetei.

(6) În toate cazurile, cantitățile de aditivi, pigmenti sau fibre adăugate în autobetonieră sunt consemnate în bonul de livrare/avizul de însoțire a mărfii. Pentru amestecarea complementară, a se vedea 9.8.

Notă:

Dacă pe șantier aditivii, adaosurile, pigmentii și fibrele sunt adăugate în beton în autobetonieră fără autorizarea/supravegherea personalului cu atribuții în verificarea calității producătorului de beton numit de management și cantitatea este superioară cantității permise în specificația betonului, este necesar ca fiecare amestec sau șarjă de beton să fie înregistrat ca necoform pe bonul de livrare/avizul de însoțire a mărfii. Partea care a autorizat aceste suplimentări este responsabilă de consecințe și înregistrată pe bonul de livrare/avizul de însoțire a mărfii.

8. Controlul conformității și criteriile de conformitate

(1) Controlul conformității și criteriile de conformitate sunt cele prezentate la art. 8 din SR EN 206+A2:2021.

8.2. Control de conformitate al betonului cu proprietăți specificate 8.2.1.2. Plan de eșantionare și încercări

(1) Probele de beton sunt selecționate obligatoriu și prelevate în conformitate cu SR EN 12350-1. Eșantionarea este efectuată pentru o compoziție de beton individual sau pentru fiecare familie de betoane produs în condiții dovedite ca fiind uniforme. Frecvența minimă de eșantionare și de încercare a betonului este în conformitate cu Tabelul 17, alegând frecvența care dă cel mai mare număr de probe, pentru producțiile inițială sau continuă, după caz.

(2) Fără a se schimba cerințele privind eșantionarea definită la 8.1, probele sunt prelevate sub responsabilitatea producătorului, după adăugarea cantităților suplimentare de aditivi, pigmenti sau fibre în beton (dacă acestea se adaugă în stația de betoane). Prelevările de probe efectuate înainte de adăugarea plastifiantilor sau superplastifiantilor, pentru ajustarea consistenței (a se vedea 7.5) sunt permise sub rezerva că, prin încercări inițiale, s-a demonstrat că plastifiantul/superplastifiantul, în doza utilizată, nu are efecte negative asupra rezistenței betonului.

(3) Rezultatele încercărilor se obțin ca media rezultatelor încercărilor la aceeași vârstă pe minimum două epruvete provenind din aceeași probă.

(4) Când împrăștierea rezultatelor încercărilor, obținute pe cel puțin două epruvete confecționate din aceeași probă, este mai mare de 15% față de medie, aceste rezultate nu se iau în

considerare, cu excepția cazului în care concluziile unei investigații foarte aprofundate permit găsirea unei explicații valabile, astfel încât să nu se țină seama de una din valorile încercărilor.

8.4. Acțiuni întreprinse în caz de neconformitate a produsului

(1) Următoarele măsuri se vor lua de către producător în caz de neconformitate:

a) verificarea rezultatelor încercărilor și, în cazul în care se constată neconformitatea, trebuie luate măsuri imediate pentru eliminarea erorilor;

b) dacă neconformitatea este confirmată, de exemplu prin repetarea încercărilor, se vor întreprinde acțiuni corective, precum revizuirea de către conducere a procedurilor de control al producției;

c) când se confirmă neconformitatea cu specificația care nu a fost evidențiată în momentul livrării, se avertizează elaboratorul specificației și utilizatorul pentru a evita toate pagubele consecutive;

d) se consemnează în scris acțiunile privitoare la punctele precedente.

(2) Dacă neconformitatea betonului rezultă dintr-un adaos de aditiv pe șantier, neautorizat de producător (a se vedea 7.5) acesta nu este obligat să ia măsuri.

Nota 1:

Dacă producătorul a semnalat o neconformitate a betonului sau dacă rezultatele încercărilor nu demonstrează conformitatea cu cerințele, se vor efectua încercări suplimentare în conformitate cu normativul NP 137 și standardele de încercări aferente (SR EN 12504-1, pe carote prelevate din structură sau o combinație de încercări pe carote și/sau încercări nedistructive pe structură sau elemente, de exemplu în conformitate cu SR EN 12504-2 sau SR EN 12404-3). Prevederile pentru evaluarea rezistenței în structură sau în elementele componente ale structurii sunt date în normativul NP 137, corelat cu prevederile din SR EN 13791.

9. Controlul producției

(1) Controlul producției se efectuează conform prevederilor art. 9 din SR EN 206+ A2:2021.

(2) Art. de la 9.1 până la 9.5 inclusiv, din prezentul normativ, cuprind prevederile menționate în articolele aferente din SR EN 206+A2:2021.

9.6. Personal, echipament și instalații

9.6.1. Personal

(1) Cunoștințele, instruirea și experiența personalului implicat în producția și controlul producției sunt adaptate la tipul de beton, de exemplu, beton de înaltă rezistență, beton ușor.

(2) Înregistrările corespunzătoare referitoare la instruirea și la experiența personalului implicat în producție și controlul producției sunt ținute la zi.

Notă:

Pentru fiecare stație de betoane, producătorul de beton este necesar să numească un responsabil calificat pentru controlul producției. Cerințele privind calificarea și experiența profesională a responsabilului pentru controlul producției sunt prezentate în Anexa O. Responsabilul pentru controlul producției este necesar să aibă cunoștințe suficiente în domeniul betonului și al reglementărilor specifice și să poată proba acest lucru. Personalul angajat în controlul producției este angrenat într-un program de formare continuă în domeniile fabricării,

controlului și încercării betonului (instruirea se face la cel mult trei ani sau ori de câte ori este necesar).

(3) Art. de la 9.6.2 până la 9.8 inclusiv, din prezentul normativ, cuprind prevederile menționate în articolele aferente din SR EN 206+A2:2021.

9.9. Proceduri de control al producției

(1) Materialele componente, echipamentele, procedurile de producție a betonului sunt controlate în ceea ce privește conformitatea cu specificațiile și cerințele din prezentul normativ. Controlul trebuie să permită detectarea schimbărilor semnificative susceptibile de a influența caracteristicile betonului, în vederea întreprinderii unei acțiuni corective adecvate.

(2) Procedura ce urmează a fi implementată pentru a asigura aprovizionarea, depozitarea și utilizarea corectă a materialelor componente conține următoarele puncte:

- a) verificarea ca materialele livrate să corespundă comenzii;
- b) verificarea că materialele sunt descărcate și amplasate corect;
- c) evitarea descărcării materialelor care sunt cu claritate neconforme;
- d) depozitarea materialelor astfel încât să se reducă la minimum riscul contaminării sau deteriorării;
- e) păstrarea înregistrărilor livrării;
- f) efectuarea de încercări asupra livrărilor suspecte pentru toate caracteristicile pentru care există îndoieli asupra conformității cu un anumit standard;
- g) verificarea conținutului de apă a agregatelor.

Nota 1:

Tipul și frecvența inspecțiilor și încercărilor materialelor componente sunt cele date în Tabelul 4a. S-a considerat că, producătorii de materiale componente ale betonului efectuează un control corect al producției și că, materialele constituente sunt livrate cu declarație de performanță/conformitate, în funcție de specificațiile corespunzătoare (standarde de produs, agremente tehnice etc.). În caz contrar, producătorul de beton va verifica conformitatea materialelor cu standardele/agrementele corespondente.

Tabelul 4a - Controlul materialelor componente

Nr.	Materialul component	Inspekția/încercarea	Scop	Frecvența minimă
1	Cimentul ^a	Inspekția bonului de livrare/avizului de însoțire a	Asigurarea dacă livrarea este conformă cu comanda și	La fiecare livrare

		mărfii ^d înainte de descărcare	sursa este corectă	
2	Agregate	Inspekția bonului de livrare/avizului de însoțire a mărfii ^{b,d} înainte de descărcare	Asigurarea dacă expediția este conformă cu comanda și sursa este corectă	La fiecare livrare
3		Inspekția granulozității înainte de descărcare	Comparare a granulometriei, a formei și impurităților cu aspectul normal	La fiecare livrare, când livrarea este pe bandă transportoare, cu periodicitate în funcție de condițiile locale sau de livrare
4		Încercare prin cernere conform SR EN 933-1	Evaluare a conformității cu granulometria standardizată sau cu altă granulometrie convenită	La prima livrare provenind dintr-o nouă sursă, când informațiile furnizorului nu sunt disponibile. În caz de dubiu după examenul vizual. Periodic în funcție de condițiile locale sau de livrare ^e .
5		Încercare pentru controlul impurităților	Evaluare a prezenței și a cantității de impurități	La prima livrare provenind dintr-o nouă sursă, când informațiile de la furnizor nu sunt disponibile. În caz de dubiu după examenul vizual. Cu periodicitate în funcție de condițiile locale sau de livrare.
6		Încercare de absorbție a apei SR EN 1097-6	Evaluare a conținutului de apă eficace din beton a se vedea 5.4.2	La prima livrare provenind dintr-o nouă sursă, când informațiile de la furnizor nu sunt disponibile. În caz de dubiu după examenul vizual.
7	Controlul suplimentar al	Încercare conform SR EN 1097-3	Măsurare a pierderii densității în vrac	La prima livrare provenind dintr-o nouă sursă, când

	agregatelor ușoare sau grele			informațiile de la furnizor nu sunt disponibile. În caz de dubiu după examenul vizual. Cu periodicitate în funcție de condițiile locale sau de livrare ^e .
8	Aditivi ^c	Inspecția bonului de livrare/avizului de însoțire a mărfii și a etichetei aplicate pe ambalaj ^d înainte de descărcare	Asigurare dacă expediția este conformă cu comanda și marcarea este originală	La fiecare livrare
9		Încercări de identificare conform SR EN 934-2, de exemplu densitatea, infraroșu etc.	Pentru comparație cu informațiile furnizate de producător	În caz de dubiu
10		Inspecția bonului de livrare/avizului de	Asigurarea dacă expediția este conformă	La fiecare livrare
11	Adaosuri ^c pulverulente în grămadă	Însoțire a mărfii ^d înainte de descărcare Încercare de pierdere la calcinare a cenușii volante	cu comanda și sursa este corectă Pentru identificarea schimbărilor conținutului de cărbune care poate afecta proprietățile betonului cu aer antrenat	La fiecare livrare pentru betonul cu aer antrenat, când această informație nu este disponibilă de la furnizor.
12	Adaosuri în suspensie ^c	Inspecția bonului de livrare/avizului de însoțire a mărfii ^d înainte de descărcare	Asigurarea dacă expediția este conformă cu comanda și sursa este corectă	La fiecare livrare
13		Încercare pentru determinarea densității	Asigurarea conformității	La fiecare livrare și periodic în timpul producției de beton.
14	Apa	Încercare conform SR EN 1008	Asigurare că apa nu conține constituenți nocivi	La prima utilizare a unei ape nepotabile de la o sursă nouă În caz de dubiu.
^a Pentru efectuarea de încercări în caz de dubiu etc. este recomandabil de a preleva o probă pe săptămână sau				

la fiecare 100 tone aprovizionate/tip de ciment și a o păstra în conformitate cu standardele în vigoare. Proba prelevată va fi de minimum 5Kg.

^b Bonul de livrare/avizul de însoțire a mărfii sau fișa tehnică a produsului conține informații asupra conținutului maxim de cloruri și este indicată analiza datelor privitor la reacția alcalii-silice conform dispozițiilor valabile la locul de utilizare.

^c Se recomandă prelevarea de aditiv (cantitatea prelevată depinde de tipul de aditiv, în mod curent se va preleva 1 litru pentru aditivii lichizi) la fiecare livrare și conservarea acestora conform standardelor în vigoare.

^d Bonul de livrare/avizul de însoțire a mărfii conține sau este însoțit de o declarație/certificat de conformitate, conform cerințelor din standardul sau specificația corespunzătoare. Dacă aceste documente sunt publice se va face referire la aceasta în bonul de livrare/avizul de însoțire a mărfii cu direcționarea utilizatorului către locul de unde pot fi obținute, inclusiv sub formă electronică.

^e Aceasta nu este necesară când controlul producției de agregate este certificat.

(3) În Tabelul 5a se formulează prevederi suplimentare față de Tabelul 4a - Controlul materialelor componente referitoare la betoanele de înaltă rezistență.

Tabelul 5a. Controlul materialelor componente pentru betoanele de înaltă rezistență

Nr.	Materialul component	Inspecție/Încercare	Scop	Frecvența minimă
1	Ciment	Inspecția bonului de livrare/avizului de însoțire a mărfii înainte de descărcare, (a se vedea și Tabelul 4a) Probe martor, de minimum 5 Kg, prelevate și păstrate de producătorul de ciment. Probe martor de ciment vor fi păstrate și de către producătorul de beton. În caz de litigiu se vor efectua încercările: - Apa de consistență normală SR EN 196-3	Asigurarea dacă livrarea este conformă cu comanda și sursa este corectă Păstrare până la termenele de încercare Respectarea cerințelor stabilite	La fiecare livrare

		- Finețe de măcinare SR EN 196-6 - Conținutul de sulfați SR EN 196-2		
4	Agregate	Încercări prin cernere conform SR EN 933-1 sau conform informațiilor furnizorului privind agregatele	Verificarea conformității cu granulozitatea convenită	La fiecare livrare, dacă agregatele nu fac obiectul unor toleranțe restrânse și nu beneficiază de o certificare a controlului producției.
8	Aditivi	Densitate	Respectarea cerințelor	La fiecare livrare
		Probe martor, de minimum 1 litru	Păstrare până la termenele de încercare	
9a	Aditivi ^a	Determinarea substanței uscate	Pentru compararea cu valoarea declarată prin fișa tehnică	Prima livrare, în afară de cazul când rezultatele încercărilor sunt date de către furnizor. În caz de dubiu.
9b		Măsurarea densității	Compararea cu densitatea nominală	La fiecare livrare
11	Adaosuri în vrac	Măsurarea pierderii la calcinare conform SR EN 196-2	Pentru identificarea schimbărilor conținutului în carbon cu efect asupra proprietăților betonului proaspăt	La fiecare livrare, în afară de cazurile când rezultatele încercărilor sunt date de furnizor.
a Este recomandată prelevarea și păstrarea eșantioanelor de la fiecare livrare.				

Nota 1:

Numerele atribuite liniilor din Tabelul 4a corespund liniilor din Tabelul 5a în care ele reamplasează sau modifică prescripțiile echivalente.

Nota 2:

Informații complementare asupra controlului producției pentru betoanele de înaltă rezistență pot fi obținute din literatura pertinentă, de exemplu: Buletinul de informare CEB 197.

(4) Pentru betonul întărit se întocmește planul de control al producției și al proprietăților betonului, pe baza prevederilor prezentului normativ. Acest plan stabilește în detaliu încercările, frecvența minimă, limitele, norma care impune și norma (standardul) după care se face încercarea, echipamentele, înregistrările, responsabilii, astfel încât să fie asigurat controlul

calității betonului, conform Tabelelor 29 sau 7a (pentru betonul de înaltă rezistență). Totodată, se stabilesc măsurile ce se întreprind în cazul sesizării unor abateri de la valorile prescrise, precum termenele și persoanele responsabile de aducerea la îndeplinire a acestor măsuri.

Nota 3:

Este esențial pentru producerea unui beton autocompactant de calitate constantă să se dispună de materiale constituente cu proprietăți stabile. Aceste proprietăți pot necesita un control mai frecvent decât în cazul betonului obișnuit.

(5) Dacă un producător de beton produce propriile agregate, acesta se consideră producător de agregate și se conformează aspectelor tehnice corespunzătoare standardului european de agregate.

(6) Controlul echipamentelor asigură că dispozitivele de stocare, echipamentele de dozare în masă și în volume, aparatele de amestecare, măsurare și de comandă (permițând de exemplu măsurarea continuă a conținutului în apă al sorturilor de agregate) sunt conforme cu cerințele din prezentul normativ și sunt într-o stare de bună funcționare. Frecvența inspecțiilor și a încercărilor pentru echipamentele în perioadele de utilizare este dată în Tabelul 28.

(7) Stațiile de beton, echipamentul și mijloacele de transport sunt supuse unui sistem de întreținere planificată și sunt menținute în condiții de funcționare eficientă, astfel încât să nu afecteze caracteristicile și cantitatea de beton.

(8) Caracteristicile betonului cu proprietăți specificate sunt verificate în raport cu cerințele specificate în Tabelul 29.

(9) Compoziția betonului cu compoziție prescrisă, precum și consistența și temperatura sa, dacă sunt specificate, sunt controlate în raport cu cerințele din Tabelul 29 (rândurile aplicabile betonului cu compoziție prescrisă).

(10) Controlul include producția, transportul și descărcarea.

(11) Pentru anumite betoane, pot fi necesare cerințe suplimentare pentru controlul producției. Aceste cerințe nu sunt definite în acest standard. Dacă contractul specifică anumite cerințe particulare pentru beton, controlul producției include acțiuni corespunzătoare în plus față de cele menționate în Tabelul 29.

(12) Acțiunile prevăzute în Tabelele 28 și 29 pot fi adaptate la condițiile specifice la locul de producție și înlocuite prin altele care asigură un nivel echivalent de control al producției.

Tabelul 28. Controlul echipamentului

Nr.	Echipament	Inspecția/ Încercarea	Scop	Frecvența minimă
-----	------------	-----------------------	------	------------------

1	Depozite la sol, bunkere etc.	Inspecție vizuală	Asigurarea conformității cu cerințele	O dată pe săptămână
2	Echipamentul de cântărire	Inspecția vizuală a funcționării	Asigurarea funcționării în condiții de curățenie și a funcționării corecte a echipamentului de cântărire	Zilnic
3		Încercarea echipamentului de cântărire	Asigurarea exactității conform 9.6.2.2	La instalare. Periodic ^a . În caz de dubiu.
4	Dozatoarele de aditivi (inclusiv cele montate pe autobetoniere)	Inspecție vizuală a funcționării	Asigurarea funcționarea în condiții de curățenie și a funcționării corecte a dozatorului	Pentru fiecare aditiv la primul amestec al zilei
5		Încercarea echipamentului și realizarea unei descărcări complete	Asigurarea exactității conform 9.6.2.2	La instalare. Periodic ^a după instalare. În caz de dubiu.
6	Echipamentul de măsurare continuă a conținutului de apă a agregatelor	Compararea cantității reale cu valorile înregistrate pe umidometru	Asigurarea exactității	La instalare. Periodica după instalare. În caz de dubiu.
7	Sistemul de dozare	Inspecție vizuală	Asigurarea că echipamentul funcționează corect	Zilnic
8		Compararea (prin metode adecvate conform sistemului de dozare utilizat) masei reale măsurată a componentelor prezentă în amestec cu masa țintă, și în caz de înregistrare automată a înregistrărilor cu valorile	Pentru asigurarea cerințelor de la 9.7	La instalare. În caz de dubiu. Periodica după instalare.

		programate		
9	Aparatura de încercări	Etalonare sau calibrare conform normelor naționale sau europene corespunzătoare	Verificarea conformității	Periodic ^a . Pentru aparatele de încercare a rezistenței, minim o dată pe an.
10	Malaxoare (inclusiv autobetonierele)	Examen vizual	Verificarea gradului de uzură a echipamentului de amestecare	Periodic ^a
^a Frecvența este în funcție de tipul materialului, de sensibilitatea sa în funcționare și de condițiile de producție a stației. Frecvența va fi identificată de către producător, prin documente sau proceduri interne.				

(13) În Tabelul 6a se formulează prevederi suplimentare referitoare la betoanele de înaltă rezistență.

Tabelul 6a. Controlul echipamentelor pentru betoanele de înaltă rezistență

Nr	Echipament	Inspecție /Încercare	Scop	Frecvența minimă
1	Depozite la sol, buncăre etc.	Examen vizual	Asigurarea conformității cu cerințele	Zilnic
3a	Echipament de cântărire pentru ciment, granulometrie	Verificarea exactității de cântărire	Asigurarea exactității conform 9.6.2.2	În fiecare zi înainte de prepararea betonului
5	Dozatoarele de aditivi	Verificarea exactității	Obținerea cantităților exacte de aditivi	În fiecare zi înainte de prepararea betonului
6a	Contor de apă	Compararea între cantitatea reală cu valorile afișate de contor	Asigurarea exactității conform 9.6.2.2	În fiecare zi înainte de prepararea betonului
7	Echipamentul de măsurare continuă a conținutului de apă din	Compararea conținutului real cu valoarea afișată	Verificarea exactității	În momentul instalării. Săptămânal după instalare.

	agregate			În caz de dubiu.
9	Sistemul de dozare	Compararea printr-o metodă adecvată a conformității sistemului de dozare utilizat cu valorilor măsurate ale componentelor din amestec sau cu valorile specificate și în cazul dozării automate, de asemenea cu valorile înregistrate	Verificarea toleranțelor de dozaj conform Tabelului 27	În momentul primei instalări. În caz de dubiu la instalările următoare. În fiecare lună după instalare.
10	Aparatura de încercare de laborator	Controlul funcționării	Verificarea conformității	În fiecare zi înainte de prepararea betonului
11a	Dispozitivele de amestecare			În fiecare zi înainte de prepararea betonului
11b	Autobetoniere	Verificare vizuală	Fără apă de spălare în interior	Înainte de fiecare încărcare

Nota 4:

Numerele atribuite liniilor din Tabelul 6a corespund liniilor din Tabelul 28 în care ele reamplasează sau modifică prescripțiile echivalente.

Tabelul 29. Controlul procedurilor de producție și al proprietăților betonului

Nr.	Tip de încercare	Inspecția/ Încercarea	Scop	Frecvența minimă
1	Proprietățile betonului cu proprietăți specificate	Încercări inițiale (a se vedea Anexa A)	Pentru a demonstra că proprietățile specificate sunt obținute prin compoziția propusă cu o marjă de siguranță adecvată	Înainte de a utiliza o nouă compoziție de beton

2	Umiditatea nisipului	Sistem de măsurare continuă, încercări de uscare sau echivalente	Determinarea masei uscate a agregatelor și cantității de apă adăugate	Zilnic pentru o verificare discontinuă. Frecvența cerută pentru încercări poate să fie în funcție de condițiile locale și atmosferice.
3	Umiditatea pietrișului	Încercări de uscare sau echivalente	Determinarea masei uscate a agregatelor și apei ce se adăugă	În funcție de condițiile locale și atmosferice
4	Conținutul de apă al betonului proaspăt	Verificarea cantității de apă de amestec adăugată ^b	Obținerea de date pentru raportul apă/ciment	Fiecare amestec sau șarjă
5	Conținutul de cloruri al betonului	Determinare inițială prin calcul	Asigurare că nu este depășit conținutul maxim de cloruri	La efectuarea încercărilor inițiale În cazul creșterii conținutului de cloruri al materialelor componente
6	Consistența	Examen vizual	Comparare cu un beton cu aspect normal	Fiecare amestec sau șarjă
7		Încercarea de consistență în conformitate cu: SR EN 12350-2 sau SR EN 12350-4 sau SR EN 12350-5	Evaluarea obținerii valorilor consistenței specificate și detectarea eventualelor variații ale conținutului de apă	Când consistența este specificată, conform Tabelului 17 pentru rezistența la compresiune. La încercările privind conținutul de aer. În caz de dubiu după examenul vizual.
8		Încercarea de consistență în conformitate cu SR EN 12350-8		Cel puțin o dată pe zi. Când se determină rezistența la compresiune (aceeași frecvență). Când se determină conținutul de aer. În caz de dubiu după inspecția vizuală.
9	Vâscozitatea betonului	SR EN 12350-8 sau SR EN 12350-9	Evaluarea atingerii valorii declarate a consistenței	Când se efectuează încercările inițiale. Înainte de utilizarea unei noi compoziții de beton.
10	Abilitatea de trecere	SR EN 12350-10 sau SR EN 12350-12		În cazul schimbării materialelor componente.
11	Rezistența la segregare	SR EN 12350-11		În caz de dubiu după efectuarea inspecției vizuale sau testului de tasare

12	Densitatea betonului proaspăt	Determinarea densității conform SR EN 12350-6	Pentru betonul ușor sau greu, pentru supervizarea amestecurilor și controlul densității	Zilnic
13	Conținutul de ciment al betonului proaspăt	Verificarea cantității de ciment utilizatb	Verificarea conținutului de ciment și obținerea de date privind ra-portul apă/ciment	Fiecare amestec sau șarjă
14	Conținutul de adaosuri în betonul proaspăt	Verificarea cantității de adaosuri adăugateb	Verificarea conținutului de adaosuri și obținerea de date pentru raportul apă/ciment (a se vedea 5.4.2)	Fiecare amestec sau șarjă
15	Conținutul de aditivi al betonului proaspăt	Verificarea masei sau a volumului de aditiv adăugatb	Verificarea conținutului de aditiv	Fiecare amestec sau șarjă
16	Raportul apă/ciment în betonul proaspăt	Prin calcul sau printr-o metodă de încercare (a se vedea 5.4.2.)	Evaluarea obținerii raportului apă/ciment specificat	Zilnic dacă este specificat
17	Conținutul de aer al betonului proaspăt dacă este specificat	Încercare conform SR EN 12350-7, pentru betonul de densitate normală și betonul greu și ASTM C 173 pentru betonul ușor	Evaluarea obținerii conținutului specificat de aer antrenat	Pentru betoanele conținând aer antrenat: primele amestecuri sau șarje din fiecare producție zilnică, până la stabilizarea valorilor
18	Temperatur a betonului proaspăt	Măsurarea temperaturii	Evaluarea obținerii temperaturii minime de 5 °C sau a valorii specificate	În caz de dubiu: Când temperatura este specificată: - periodic, după caz; - fiecare amestec sau șarjă când temperatura este aproape de limită.
19	Densitatea betonului întărit	Încercare conform SR	Pentru evaluarea obținerii densității	Când densitatea este specificată, la fel de frecvent ca pentru rezistența la

	ușor sau greu	EN 12390-7a	specificate	compresiune
20	Încercări de rezistență la compresiune pe epruvete confecționate în tipare	Încercare conform SR EN 12390-3 ^a	Pentru evaluarea obținerii rezistenței specificate	Când rezistența la compresiune a betonului este specificată, la fel de frecvent ca și pentru controlul de conformitate, a se vedea 8.1 și 8.2.1

^a Pot, de asemenea, să fie încercate în condiții de saturare, dacă este stabilită o relație sigură cu densitatea determinată după uscare în etuvă.

^b Când nu este utilizat echipamentul de înregistrare și când toleranțele de cântărire pentru amestecuri sau șarje sunt depășite, cantitățile cântărite se înregistrează în registrul de producție. Se recomandă utilizarea de echipamente cu înregistrare automată. Pentru determinarea mării raportului A/C și a dozajului de ciment se pot folosi și metode prevăzute de SR CR 13902.

(14) În Tabelul 7a se formulează prevederi suplimentare referitoare la betoanele de înaltă rezistență.

Tabelul 7a. Controlul procedurilor de preparare beton și al caracteristicilor betonului de înaltă rezistență

Nr.	Tip de încercare	Inspecția/Încercarea	Scop	Frecvența minimă
2	Conținutul de apă al nisipului	Verificarea continuă a umidității nisipului	Stabilirea masei agregatelor și a cantității de apă adăugate	Zilnic înaintea preparării betonului
3	Conținutul de apă al pietrișului	Încercări de uscare sau echivalente	Pentru determinarea masei agregatelor și a cantității de apă adăugate	Zilnic. Încercări mai mult sau mai puțin frecvente pot fi cerute în funcție de condițiile locale și atmosferice.
4a	Conținutul de apă al betonului proaspăt	Verificarea cantității de apă ^a adăugate	Respectarea valorilor maxime stabilite	La fiecare confecționare a corpurilor de probă pentru verificarea rezistenței dar cel mult de 3 ori pe

				zi.
7	Consistența betonului proaspăt	Verificare conform SR EN 12350-5	Evaluarea obținerii valorilor consistenței specificate și detectarea eventualelor variații ale conținutului apei	La fiecare șarjă
13	Dozajul de ciment al betonului proaspăt	Înregistrarea cantității de ciment adăugate	Verificarea dozajului de ciment și pentru obținerea datelor necesare calculului raportului apă/ciment	Fiecare amestec
14	Conținutul de adaosuri al betonului proaspăt	Înregistrarea cantității de adaosuri adăugate	Verificarea conținutului de adaosuri	Fiecare amestec
20	Încercarea de rezistență la compresiune	Verificare conform SR EN 12390-3	Evaluarea obținerii rezistenței specificate	Din diferite autobetoniere, dar cel puțin 3 probe la 50 m ³
21	Caracteristicile de malaxare	Verificare vizuală	Respectarea parametrilor	Înainte de fiecare amestecări
<p>^a Pentru betonul de înaltă rezistență este recomandată o înregistrare automată a cântărilor. Se recomandă utilizarea de echipamente cu înregistrare automată. Pentru determinarea mărimii raportului A/C și a dozajului de ciment se pot folosi și metode prevăzute de către SR CR 13902</p>				

Nota 5:

Numerele atribuite liniilor din Tabelul 7a corespund liniilor din Tabelul 29 în care ele reamplasează sau modifică prescripțiile echivalente.

10. Evaluarea conformității

(1) Evaluarea conformității se efectuează conform prevederilor art. 10 din SR EN 206+ A2:2021.

10.1. Generalități

(1) Producătorul este responsabil de evaluarea conformității în condițiile specificate ale betonului.

Pentru aceasta producătorul efectuează operațiile următoare:

a) încercări inițiale, când sunt cerute (a se vedea 9.5 și [Anexa A](#));

b) controlul producției (a se vedea capitolul 9), inclusiv controlul de conformitate (a se vedea capitolul 8).

(2) Recomandarea de a se recurge la organisme de inspecție și de certificare acreditate pentru inspecția controlului producției și certificarea sa de conformitate depinde de nivelul de cerințe de performanță, de modul de producție și de marja de siguranță a compoziției.

(3) În general, inspecția și certificarea controlului de producție de către organisme de inspecție și de certificare acreditate este recomandată. Aceasta nu este considerată ca necesară pentru betonul având compoziția prescrisă într-un standard cu o foarte mare marjă de siguranță pentru compoziție (a se vedea A.5).

(4) Pentru produsele prefabricate din beton simplu sau armat, cerințele și prevederile lege referitoare la evaluarea conformității sunt date în specificații tehnice adecvate (standarde de produs sau agremente tehnice).

(5) Inspecția pentru controlul producției și certificarea conformității controlului producției se efectuează de organisme de inspecție și certificare acreditate în conformitate cu legislația în vigoare sau recunoscute, apte pentru a certifica conformitatea cu prezentul normativ.

10.2. Evaluare, supraveghere și certificare a controlului de producție

(1) Dacă este cerut printr-un contract, fie prin prevederi valabile la locul de utilizare a betonului, controlul producției va fi evaluat și supravegheat printr-un organism de inspecție acreditat și apoi certificat de către un organism de certificare acreditat, atunci se aplică prevederile pentru evaluare, supraveghere și certificare prezentate în [Anexa C](#).

(2) Regulile indicate în Anexa C "Prevederi pentru evaluarea, supravegherea și certificarea controlului producției din SR EN 206+A2:2021" sunt normative pe teritoriul României.

(3) În cazul livrării betonului la lucrări de execuție finanțate din fonduri publice este obligatorie certificarea controlului producției în fabrică de către un organism de certificare produse acreditat de un organism național de acreditare.

11. Proiectarea și notarea betonului cu proprietăți specificate

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

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

în care:

A_{ef} cantitatea orientativă de apă eficace, care depinde, în principal, de clasa de beton, tasare, tipul și dimensiunea maximă a agregatelor, tipul cimentului și tipul de aditiv utilizat, (litri);

D dozajul minim de ciment impus pentru o clasă de beton încadrată într-o anumită clasă de expunere (Tabelele F.1.1 și F.1.2, [Anexa F](#)), (kg/m^3);

A/C raportul maxim apă eficace/ciment impus pentru o clasă de beton încadrată într-o anumită clasă de expunere (Tabelele F.1.1 și F.1.2, [Anexa F](#)).

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

în care:

p_c densitatea cimentului (kg/dm^3)

p_{ag} densitatea aparentă a agregatelor (kg/dm^3)

P procentul de aer antrenat și oclus (dm^3/m^3)

c) cantitățile de agregate pe sorturi se stabilesc în conformitate cu Anexa L, în funcție de dimensiunea maximă a agregatelor.

(2) În cazul în care caracteristicile esențiale ale betonului proiectat se furnizează într-o formă prescurtată, se aplică următorul format:

a) referință la standardul european SR EN 206 +A2:2021;

b) clasa de rezistență la compresiune: clasa de rezistență așa cum este definită în Tabelele 12 și 13, de exemplu C25/30;

c) clasa (clasele) de expunere: clasa simbolizată conform Tabelului 1. Dacă betonul este exportat, clasa de expunere va fi urmată de prescurtarea numelui țării¹⁾ care a formulat prevederile pentru valorile limită, compoziția betonului și caracteristicile sale sau seturi de condiții, de exemplu XD2 (RO) când se aplică prevederile date de România;

¹⁾ În acord cu codul internațional recunoscut pentru plăcile de înmatriculare ale vehiculelor. Abrevierea numelui țării, alte informații referitoare la alte prevederi pot fi adăugate.

d) conținutul maxim de cloruri: clasa definită în 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 Tabelul 14 sau valoarea specificată, de exemplu D 1,8;

g) consistența: prin clase așa cum este definită în 4.2.1 sau valoarea țintă.

ANEXA A (normativă)

Încercări inițiale

(1) În acest normativ se aplică prevederile Anexei A din SR EN 206 +A2:2021.

ANEXA B (normativă)

Încercări de identificare pentru rezistența la compresiune

(1) În acest normativ se aplică prevederile Anexei B din SR EN 206 +A2:2021.

ANEXA C (normativă)

Dispoziții pentru evaluarea, supravegherea și certificarea controlului producției

(1) În acest normativ se aplică prevederile Anexei C din SR EN 206 +A2:2021.

ANEXA D (normativă)

Cerințe suplimentare pentru specificația și conformitatea betonului pentru lucrări geotehnice speciale

(1) În acest normativ se aplică prevederile Anexei D din SR EN 206 +A2:2021.

ANEXA E (informativă)

Recomandări privind utilizarea agregatelor

(1) În acest normativ se aplică prevederile Anexei E din SR EN 206 +A2:2021.

ANEXA F (normativă)

Valori pentru limitele compozițiilor betonului

(1) Această anexă furnizează valorile limită ale compoziției și proprietăților betonului în funcție de clasa de expunere conform 5.3.2.

(2) Tabelele F.1.1 și F.1.2 prezintă valorile limită ale compoziției și proprietăților betonului în funcție de clasa de expunere bazate pe ipoteza unei durate de viață și întreținere a structurii prevăzute de 50 ani. Valorile din Tabelele F.1.1 și F.1.2 corespund diferitelor tipuri de cimenturi și agregatelor ale căror dimensiuni maxime sunt cuprinse între 20 și 32 mm.

(3) În Tabelele F.2.1, F.2.2, F.2.3 și F.2.4 se prezintă domenii și exemple de utilizare a unor tipuri de cimenturi fabricate conform SR EN 197-1 și SR EN 197-5 pentru diferite clase (combinații de clase) de expunere.

(4) Pentru extinderea domeniilor de aplicare ale cimenturilor sau stabilirea acestora, se aplică prevederile Anexei J.

(5) Se admite utilizarea în clasa X0 a cimenturilor noi, pentru care nu există experiență în aplicare, cu impunerea condiției minime de clasa de beton C16/20.

(6) Tabelele F.3.1 și F.3.2 furnizează conținutul maxim admis de părți fine în betonul preparat cu diferite dimensiuni ale granulelor agregatelor.

Tabelul F.1.1. Valorile limită pentru compoziția și proprietățile betonului pentru clasele de expunere X0, XC, XD și 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
Raport maxim apă /ciment ^b	-	0,65	0,60	0,55	0,50	0,55	0,50	0,45	0,50	0,45	0,45
Clasa minimă de rezistență	C12/15	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
Conținut minim de aer antrenat (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alte condiții	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

^{a)} Pentru elemente masive (conform definiției de la art. 3.1.4.5) se folosește un ciment cu caldură de hidratare redusă LH.

^{b)} Se consideră apa eficientă (a se vedea definiția dată în SR EN 206+A2:2021 la pct. 3.1.3.4). Când este aplicat conceptul valorii k, raportul maxim apă/ciment și dozajul minim de ciment se modifică în conformitate cu 5.2.5.2.

Tabelul F.1.2. Valorile limită pentru compoziția și proprietățile betonului pentru clasele de expunere XF, XA și XM

	Clasele de expunere												
	Atac îngheț-dezgheț						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 rezistență	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/4 5	C35/4 5
Dozaj minim de ciment (kg/m ³)	300	300	320	320	320	340 d	300	320	360	300	300	320	320
Conținut minim de aer antrenat (%)	-	4,0 ^a	-	4,0 ^a	-	4,0 ^a	-	-	-	-	-	-	-
Alte condiții	Agregate rezistente la îngheț-dezgheț conform SR EN 12620, SR EN 1367-1 și SR EN 1367-2							Ciment rezistent la sulfat			Tratarea supra-feței beto-nului ^b		

^{a)} Conținutul de aer antrenat se stabilește în funcție de dimensiunea maximă a granulei în conformitate cu 5.4.3. Dacă betonul nu conține aer antrenat cu intenție, atunci performanța betonului se măsoară conform unei metode de încercări adecvate, în comparație cu un beton pentru care a fost stabilită rezistența la îngheț-dezgheț pentru clasa de expunere corespunzătoare.

^{b)} Prin metode ce conferă suprafeței proprietăți superioare de impermeabilizare/durificare, de exemplu tratare prin vacuumare.

^{c)} Când prezența de SO₄²⁻ conduce la o clasă de expunere XA2 și XA3 este esențial să fie utilizat un ciment rezistent la sulfat (a se vedea și tabelele F.2).

^{d)} În cazul expunerii în zonele marine se utilizează cimenturi rezistente la acțiunea apei de mare (combinațiile specifice ale claselor de expunere).

^{e)} Se consideră apa eficace (a se vedea definiția dată în SR EN 206 la pct. 3.1.3.4). Când este aplicat conceptul valorii k, raportul maxim apă ciment și dozajul minim de ciment se modifică în conformitate cu 5.2.5.2.

Tabelul F.2.1. Domenii de utilizare pentru cimenturi conform standardelor SR EN 197-1 și SR EN 206+A2:2021^a

	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 tabelor F.2.2 și F.2.4									
	B		Se utilizează în conformitate cu prevederile tabelor F.2.2 și F.2.4									
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.

O Nu se aplică (din lipsa experienței naționale).

a) Prezentul tabel prezintă domeniile de utilizare a unor cimenturi fabricate în conformitate cu SR EN 197-1. Condițiile de utilizare a cimenturilor sunt formulate la 5.1.2.

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

c) Când prezența de SO₄ conduce la o clasă de expunere XA2 și XA3 este esențial să fie utilizat un ciment rezistent la sulfați în conformitate cu 2- SR EN 197-1

d) Se poate aplica, pe baza demonstrării performanțelor în conformitate cu Anexa normativă J

e) Se poate aplica pentru anumite expuneri pe baza demonstrării performanțelor în conformitate cu Anexa normativă J

Tabelul F.2.2 - Domenii de utilizare pentru cimenturi de tip CEM II M, IV, V și VI conform standardelor cu SR EN 197-1 și SR EN 197-5

Tip ciment	Clasele de expunere		
	Niciun risc de	Coroziunea oțelului beton	Coroziunea oțelului beton datorată

				coroziune sau atac chimic	indusă prin carbonatare					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		
CEM II	M	C ^b	S-V; S-LL; V-LL	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O		
CEM IVA ^b				X	O	O	O	O	O	O	O	O	O		
CEM IVB ^b				X	O	O	O	O	O	O	O	O	O		
CEM VA ^b				X	O	O	O	O	O	O	O	O	O		
CEM VB ^b				X	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		

Tip ciment				Clasele de expunere										
				Atac îngheț-dezgeț				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	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	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 experienței naționale)

C Aplicare condiționată de demonstrarea performanțelor conform Anexei normative J.

a) Când prezența de SO₄²⁻ conduce la o clasă de expunere XA2 și XA3 este esențial să fie utilizat un ciment rezistent la sulfat în 2- conformitate cu SR EN 197-1

b) Se poate aplica pentru alte expuneri pe baza demonstrării performanțelor în conformitate cu Anexa normativă J

c) Se poate aplica pentru beton cu aer antrenat

d) Pentru aplicații specifice se tratează suprafața betonului prin acoperire cu pelicule de protecție sau șlefuire mecanică în conformitate cu CD 139

e) Se pot utiliza pe baza demonstrării performanțelor în conformitate cu Anexa normativă J. În cazul în care procentul de calcar (exclusiv ghips) depășește 15% LL, cimenturile trebuie să îndeplinească toate criteriile de performanță pentru rezistența la îngheț-dezghet, metodele ST și CT aplicabile.

Tabelul F.2.3. Exemple de utilizare a unor tipuri de cimenturi pentru diferite combinații de clase de expunere

Component / Construcție	Clase de expunere relevante pentru proiectare	CEM I	CEM II				CEM III
			S A-LL A-V	V2 A- L ³	B-LL B-L	A-M B-M	
Beton simplu (nearmat)	X0	X	X	X	X	Se	X

Elemente protejate împotriva înghețului (în interior sau în apă)	XC1, XC2, XC3, XC4	X	X	X	X5	utilizează în conformitate cu prevederile tabelului F.2.4	X
Elemente exterioare	XC, XF1	X	X	X	O		X
Construcții hidrotehnice	XC, XF3	X	X	X	O		X
Elemente exterioare supuse la îngheț-dezgeț și agenți de dezghețare	XC, XD, XF2, XF4	X	X	O	O		X ¹
Structuri marine	XC, XS, XF2, XF4	X	X	O	O		X ¹
Atac chimic ⁴	XA	X	X	X	O		X
Zone cu trafic	XF4, XM	X	X	O	O		X ¹
Abraziune fără îngheț-dezgeț	XM	X	X	X	O		X

X Se poate aplica; O Nu se aplică (din lipsa experienței naționale)

1) Pentru expunere în clasa XF4: se va utiliza, în cazul demonstrării comportării corespunzătoare a betonului aflat supus acțiunilor de îngheț-dezgeț și agenți de dezghețare sau apa de mare / lacuri sărate, numai CEM III/ A cu clasa de rezistență $\geq 42,5$ sau $\geq 32,5$ R cu zgură în cantitate ≤ 50 % din masă.

2) CEM II/B-V nu se va utiliza pentru clasa de expunere XF3.

3) Nu se utilizează pentru clasele de expunere XF1 și XF3.

4) În caz de atac chimic sulfatic peste clasa de expunere XA1 este obligatorie utilizarea cimenturilor rezistente la sulfați. Pentru CEM III A a se vedea Tabelul F.2.1 și Anexa J.

5) Nu se utilizează pentru clasele de expunere XC3 și XC4, decât în cazul demonstrării performanțelor conform Anexei J.

Tabelul F.2.4. Exemple privind utilizarea cimenturilor de tip CEM II-M (funcție de componența principalilor constituenți), fabricate în conformitate cu standardul SR EN 197-1

Component / Construcție	CEM II-M
-------------------------	----------

	Clase de expunere relevante pentru proiectare	A	S-LL S-V	A	V-LL	B	S-V	B	S-LL V-LL
Beton simplu (nearmat)	X0	X		X		X		X	
Elemente protejate împotriva înghețului (în interior sau în apă)	XC1, XC2, XC3, XC4	X		X		X		C3	
Elemente exterioare	XC, XF1	X		X		X		C3	
Construcții hidrotehnice	XC, XF3	X		X		C		C4	
Elemente exterioare supuse la îngheț-dezgheț și agenți de dezghețare	XC, XD, XF2, XF4	X		0		C		C4	
Structuri marine	XC, XS, XF2, XF4	X		X		0		0	
Atac chimic ¹	XA	X		X		X		0	
Zone cu trafic	XF4, XM	X2		0		0		0	
Abraziune fără îngheț	XM	X		X		X		0	

X Se poate aplica. 0 Nu se aplică (din lipsa experienței naționale).

C Aplicare condiționată de demonstrarea performanțelor conform Anexei normative J.

¹⁾ În caz de atac chimic sulfatic, peste clasa de expunere XA1 se utilizează ciment rezistent la sulfați (a se vedea Tabelele F.2.1 și F.2.3.)

²⁾ Nu este permisă utilizarea pentru beton de drumuri.

³⁾ Se poate utiliza pentru clasele de expunere XC3, XC4 și XF1, pe baza demonstrării performanțelor în conformitate cu Anexa normativă

J. A se vedea și Tabelul F.2.2

⁴⁾ Se poate utiliza pentru clasele de expunere XC3, XC4, XF2, XF3 și XF4 pe baza demonstrării performanțelor în conformitate cu Anexa normativă J. A se vedea și Tabelul F.2.2.

Tabelul F.3.1. Conținutul maxim admis de părți fine în betonul preparat cu agregate având dimensiunea granulelor cuprinsă de la 16 mm până la 63 mm pentru betoane de clasă $\leq C50/60$ și $LC \leq 50/55$

Dozaj ciment (kg/m ³)	Conținut maxim în părți fine (kg/m ³) < 0,125 mm
≤ 300	400
300 ... 400	Dozaj de ciment + 100
≥ 400	500

Tabelul F.3.2. Conținutul maxim admis de părți fine în betonul preparat cu agregate având dimensiunea granulelor cuprinsă de la 16 mm până la 63 mm pentru betoane de clasă > C50/60 și LC> 50/55

Dozaj ciment (kg/m ³)	Conținut maxim în părți fine (kg/m ³) < 0,125 mm
≤ 400	500
400...450	Dozaj de ciment + 100
450... 500	550
≥ 500	600

ANEXA G (informativă)

Recomandări privind cerințele betonului autocompactant în stare proaspătă

(1) În acest normativ se aplică prevederile Anexei G din SR EN 206+A2:2021.

ANEXA H (informativă)

Reguli de aplicare a metodei C de la 8.2.1.3

(1) În acest normativ se aplică prevederile Anexei H din SR EN 206+A2:2021.

ANEXA I (normativă)

Clasificarea mediilor atmosferice agresive asupra elementelor din beton armat și beton precomprimat supraterane

(1) Determinarea agresivității apei, solului și gazelor asupra betonului se va face conform SR 13536. Mediile agresive atmosferice luate în considerare în prezentul normativ se clasifică în patru clase de agresivitate asupra elementelor din beton armat și beton precomprimat:

- a) XA 1b - medii cu agresivitate foarte slabă;
- b) XA 2b - medii cu agresivitate slabă;
- c) XA 3b - medii cu agresivitate medie;
- d) XA 4b - medii cu agresivitate puternică.

(2) Clasa de agresivitate se stabilește în funcție de starea fizică și natura factorilor agresivi. Agenții agresivi pot fi în stare:

- a) gazoasă (gaze agresive de diferite feluri, ceață provenită din condensul vaporilor ce apar în urma variației umidității sau datorită caracteristicilor de exploatare a instalațiilor tehnologice);
- b) solidă (săruri, cenuși, praf, pământ etc.)

(3) Clasa de agresivitate a mediilor atmosferice cu agenți agresivi în stare gazoasă se stabilește în funcție de umiditatea relativă a aerului, de temperatura mediului și de caracteristica gazelor agresive, conform Tabelului I.1.

Tabelul I.1. Determinarea clasei de agresivitate a mediilor atmosferice cu agenți agresivi în stare gazoasă funcție de umiditatea relativă a aerului, de temperatura mediului și de caracteristica gazelor agresive

Clasa de agresivitate a mediului	Umiditatea relativă a aerului, %	Temperatura mediului, 0C	Caracteristica gazelor agresive (Tabelul I.2)
XA 1b	61 ...75	max.50	fără gaze agresive

	≤ 60	max.50	gaze agresive din grupa A
XA 2b	> 75	max.50	fără gaze agresive
	61 ... 75	max.50	gaze agresive din grupa A
	≤ 60	max.50	gaze agresive din grupa B
XA 3b	> 75	max.50	gaze agresive din grupa A
	61 ... 75	max.50	gaze agresive din grupa B
	≤ 60	max.50	gaze agresive din grupa C
XA 4b	> 75	max.50	gaze agresive din grupa B
	61 ... 75	max.50	gaze agresive din grupa C

(4) La stabilirea clasei de agresivitate a mediului în stare gazoasă se vor avea în vedere următoarele:

a) la temperaturi ale mediului cuprinse între 500 C și 800 C, clasa de agresivitate din Tabelul I.1 se mărește cu o clasă;

b) în cazul în care pe suprafața elementelor de construcții este posibilă formarea condensului, agresivitatea se mărește cu o clasă, dacă mediul conține gaze agresive;

c) în cazul în care concentrațiile de gaze agresive sunt mai mari decât la gazele din grupa C și umiditatea relativă a aerului este mai mică decât 60%, mediile respective se consideră în clasa XA 4b;

d) în cazul în care gazele agresive sunt din grupa C și umiditatea relativă a aerului este mai mare de 75%, în cazurile în care după aplicarea corecțiilor precizate la punctele a), b) și c) rezultă o clasă de agresivitate mai mare de XA 4b, precum și în cazul în care concentrațiile de gaze agresive sunt mai mari decât la gazele din grupa C și umiditatea relativă a aerului este mai mare de 60%, mediile respective se consideră cazuri speciale și se analizează fiecare în parte;

e) în cazul prezenței mai multor gaze agresive din grupe diferite, clasa de agresivitate se stabilește pentru gazul cel mai agresiv.

(5) Încadrarea gazelor agresive în grupele A, B și C specificate în Tabelul I.1 se face conform Tabelului I.2.

Tabelul I.2 - Încadrarea gazelor agresive

Grupa de concentrație a gazelor agresive	Denumirea gazului agresiv	Formula chimică	Concentrația gazelor agresive, mg/m ³ aer
Grupa A	Bioxid de sulf	SO ²	< 0,10
	Hidrogen sulfurat	H ₂ S	< 0,01
	Acid fluorhidric	HF	< 0,02
	Clor	Cl ₂	< 0,05
	Acid clorhidric	HCl	< 0,05
	Oxizi de azot	NO, NO ₂	< 0,05
	Amoniac	NH ₃	< 0,10
Grupa B	Bioxid de sulf	SO ₂	0,1 ... 5,0
	Hidrogen sulfurat	H ₂ S	0,01 ... 0,5
	Acid fluorhidric	HF	0,02 ... 0,5
	Clor	Cl ₂	0,05 ... 0,5
	Acid clorhidric	HCl	0,05 ... 1,0
	Oxizi de azot	NO, NO ₂	0,05 ... 1,0
	Amoniac	NH ₃	0,1 ... 5,0
Grupa C	Bioxid de sulf	SO ₂	5,1 ... 50,0
	Hidrogen sulfurat	H ₂ S	0,51 ... 5,0
	Acid fluorhidric	HF	0,51 ... 5,0
	Clor	Cl ₂	0,51 ... 2,0
	Acid clorhidric	HCl	1,1 ... 10,0
	Oxizi de azot	NO, NO ₂	1,1 ... 10,0
	Amoniac	NH ₃	5,1 ... 50,0

Observație: Determinarea concentrației se face pentru:

- a) bioxid de sulf, conform SR ISO 4221;
- b) hidrogen sulfurat, conform STAS 10814;
- c) acid fluorhidric, conform reglementărilor tehnice specifice;

- d) clor gazos, conform STAS 10946;
- e) acid clorhidric, conform STAS 10943;
- f) oxizi de azot, conform STAS 10329;
- g) amoniac, conform STAS 10812.

(6) Clasa de agresivitate a mediilor atmosferice cu agenți agresivi în stare solidă se stabilește în funcție de umiditatea relativă a aerului și caracteristica solidului, conform Tabelului I.3, în interiorul construcțiilor și Tabelul I.4 în aer liber.

(7) Caracteristica solidului se consideră în conformitate cu Tabelul I.5.

Tabelul I.3. Determinarea clasei de agresivitate a mediilor atmosferice cu agenți agresivi în stare solidă în funcție de umiditatea relativă a aerului și de caracteristica solidului, în interiorul construcțiilor

Clasa de agresivitate a mediului	Umiditatea relativă a aerului, %	Caracteristica solidului ⁽¹⁾
XA 1b	61 ... 75	slab solubil
	≤ 60	ușor solubil - puțin higroscopic
XA 2b	> 75	slab solubil
	61 ... 75	ușor solubil - puțin higroscopic
	≤ 60	ușor solubil - higroscopic
XA 3b	> 75	ușor solubil - puțin higroscopic
	61 ... 75	ușor solubil - higroscopic
XA 4b	> 75	ușor solubil - higroscopic

⁽¹⁾ Mediile cu solide cu agresivitate ridicată, notate cu asterisc în Tabelul I.5, conferă mediului clasa de agresivitate XA 4b, indiferent de caracteristica solidului respectiv și de umiditatea relativă a aerului.

Tabelul I.4. Determinarea clasei de agresivitate a mediilor atmosferice cu

**agenți agresivi în stare solidă în funcție de umiditatea relativă a aerului
și de caracteristica solidului, în aer liber**

Clasa de agresivitate a mediului	Umiditatea relativă a aerului, %	Caracteristica solidului ⁽¹⁾
XA 1b	≤ 60	slab solubil
XA 2b	61 ... 75	slab solubil
	≤ 60	ușor solubil - puțin higroscopic
XA 3b	> 75	slab solubil
	61 ... 75	ușor solubil - puțin higroscopic
	≤ 60	ușor solubil - higroscopic
XA 4b	> 75	ușor solubil - higroscopic
	61 ... 75	ușor solubil - higroscopic
<p>(¹) Mediile cu solide cu agresivitate ridicată, notate cu asterisc în tabelul I.5, conferă mediului clasa de agresivitate XA 4b, indiferent de caracteristica solidului respectiv și de umiditatea relativă a aerului.</p>		

Tabelul I.5. Caracteristica solidului

Denumirea agentului agresiv în stare solidă	Caracteristica solidului
Praf de siliciu Carbonat de calciu Carbonat de bariu Carbonat de plumb Oxid de fier Hidroxid de fier	slab solubil

Oxid de aluminiu Hidroxid de aluminiu	
Clorură de sodiu Clorură de potasiu Clorură de amoniu*) Sulfat de sodiu*) Sulfat de potasiu*) Sulfat de amoniu*) Sulfat de calciu*) Azotat de sodiu*) Azotat de potasiu*) Azotat de bariu Azotat de plumb Azotat de magneziu Cromat/bicromat de sodiu*) Cromat/bicromat de potasiu*) Cromat/bicromat de amoniu*) Carbonat de sodiu Carbonat de potasiu Hidroxid de calciu Hidroxid de magneziu Hidroxid de bariu	ușor solubil - puțin higroscopic
Fluorură de calciu Clorură de calciu Fluorură de magneziu Fluorură de aluminiu Fluorură de zinc Fluorură de fier Sulfat de magneziu*) Sulfat de mangan Sulfat de zinc Sulfat de fier*) Azotat de amoniu*) Fosfați primari Fosfat secundar de sodiu Hidroxid de sodiu*) Hidroxid de potasiu*)	ușor solubil - higroscopic
(*) Solide cu agresivitate ridicată față de beton.	

Metode bazate pe performanțele pentru durabilitate

J.1. Introducere

(1) Această anexă prezintă conceptul și principiile aplicabile pentru materiale componente/compoziții de beton bazate pe performanțe cu privire la durabilitate la care s-a făcut referire la art. 5.3.3.

(2) Metodele pot fi utilizate în cazul în care este necesară testarea unor materiale noi, de exemplu cimenturi, adaosuri sau betoane cu proprietăți sau compoziții specificate, pentru care nu există experiență de utilizare în România pentru a fi utilizate în anumite domenii/ medii de expunere sau pentru a le extinde domeniile de utilizare.

(3) Aplicarea metodelor se va face în laboratoare autorizate/acreditate și cu experiență în aplicarea unor astfel de metode.

J.2. Definiții

(1) Această variantă consideră cantitativ fiecare din mecanismele de deteriorare, durata de viață a elementelor sau a structurii.

(2) Aceste metode se pot baza pe date obținute pornind de la o metodă de încercări de performanță stabilită pentru mecanismul studiat, sau pe utilizarea de modele predictive verificate.

J.3. Aplicații și recomandări generale

(1) Acțiunile agresive pot fi tratate printr-o abordare prescriptivă și/sau de performanță, de exemplu: rezistența la îngheț-dezghet, la atacul sulfatic, la coroziune din carbonatare sau datorită clorurilor.

(2) Se prezintă la art. J.3.1. criteriile de evaluare pentru fiecare clasă de expunere la îngheț-dezghet, cu și fără agenți de dezghetare, având compoziții fixe de beton, caracterizate în principal prin dozaj de ciment și raport A/C. Compozițiile de beton care prevăd utilizarea aerului antrenat se referă la satisfacerea cerințelor de durabilitate pentru compoziții cu antrenor de aer, prevăzute în clasele de expunere XF2, XF3 și XF4 din Tabelul F.1.2. Compozițiile de beton care nu prevăd utilizarea aerului antrenat se referă la satisfacerea cerințelor de durabilitate pentru compoziții fără antrenor de aer, prevăzute în clasele de expunere XF1, XF2 și XF3 din Tabelul F.1.2.

(3) La art. J.3.2. se prezintă criteriile de evaluare pentru atacul sulfatic, pe prisme de mortar de 40x40x160 mm conform SR EN 196-1, iar la art. J.3.3. încadrarea betonului în clase de rezistență la diferite acțiuni ale mediului (carbonatare și migrare/difuzie cloruri).

J.3.1. Propuneri de criterii de evaluare pentru rezistența la îngheț-dezghet cu și fără agenți de dezghetare

(1) Criteriile prezentate sunt practicate pe plan european și se regăsesc la nivelul unor cercetări experimentale și/sau ale unor cercetări naționale prenormative în vederea evaluării

performanțelor unor cimenturi și a studierii posibilității utilizării acestora în diferite medii de expunere la îngheț-dezghet.

(2) Metodele de încercare utilizate, sunt standardizate la nivel european și național și sunt prezentate în SR CEN/TS 12390-9: Încercare pe beton întărit. Partea 9: Rezistența la îngheț-dezghet cu ajutorul sărurilor de dezghetare. Exfoliere.

(3) Aceste criterii se referă la posibilitatea de utilizare a unor cimenturi în betoane expuse la îngheț-dezghet, utilizând compoziții fixe (dozaj de ciment și raport apa/ciment obținut prin utilizarea aditivilor).

J.3.1.1. Criterii de evaluare a rezistenței la îngheț-dezghet prin exfoliere

J.3.1.1.1. Teste pe cuburi de beton de 100x100x100 mm, metoda CT

(C1) Pentru clasa de expunere XF1 (dozaj de ciment 300 kg/m³ și raport A/C = 0,6): cantitatea de material exfoliat determină o reducere mai mică de 5% a masei probei de beton după aplicarea a 56 de cicluri și respectiv mai mică de 10% după 100 de cicluri.

(C2) Pentru clasa de expunere XF3 (dozaj de ciment 300 kg/m³ și raport A/C = 0,6): cantitatea de material exfoliat determină o reducere mai mică de 3% a masei probei de beton după aplicarea a 56 de cicluri și respectiv mai mică de 5% după 100 de cicluri.

J.3.1.1.2. Teste pe fâșii de beton de 50x150x150 mm, metoda ST

(S1) Pentru clasa de expunere XF1 (dozaj de ciment 320 kg/m³ și raport A/C = 0,5): cantitatea de material exfoliat este mai mică de 1,3Kg/m² după 56 de cicluri.

(S2) Pentru clasa de expunere XF2 (dozaj de ciment 320 kg/m³ și raport A/C = 0,5, aer antrenat): cantitatea de material exfoliat este mai mică de 1,3Kg/m² după 56 de cicluri de îngheț-dezghet și agenți de dezghetare.

(S3) Pentru clasa de expunere XF3 (dozaj de ciment 320 kg/m³ și raport A/C = 0,5): cantitatea de material exfoliat este mai mică de 1Kg/m² după 56 de cicluri.

(S4) Pentru clasa de expunere XF3 (dozaj de ciment 320 kg/m³ și raport A/C = 0,5, aer antrenat): cantitatea de material exfoliat este mai mică de 1Kg/m² după 56 de cicluri.

(S5) Pentru clasa de expunere XF4 (dozaj de ciment 320 kg/m³ și raport A/C = 0,5, aer antrenat): cantitatea de material exfoliat este mai mică de 1Kg/m² după 56 de cicluri de îngheț-dezghet și agenți de dezghetare.

Notă:

În general, cu excepțiile indicate în Tabelul F.2.2, criteriile de referință pentru evaluarea rezistenței la îngheț-dezghet prin exfoliere se consideră cele obținute prin aplicarea metodei ST. Criteriile obținute prin aplicarea metodei CT vor avea un caracter informativ. În toate cazurile în care nu se îndeplinesc criteriile de performanță pentru o clasă de expunere, cimentul nu se utilizează pentru clasa superioară.

(1) În ceea ce privește corespondența dintre clasele de rezistență specifice la îngheț-dezghet (Tabelul J.1) și cele de expunere XF există mai multe criterii. În acest caz, pentru teste se vor utiliza compozițiile corespunzătoare fiecărei aplicații (care intră în responsabilitatea producătorului de beton), condiția fiind ca cimentul să fi trecut criteriile prezentate la punctul J.3.1.1. (care intră în responsabilitatea producătorului de ciment).

(2) Rezistența adecvată împotriva acțiunii de îngheț-dezghet pentru betoanele moderat saturate (clasele de expunere XF1 și XF2) poate fi obținută prescriptiv, prin utilizarea unui beton având compoziția în conformitate cu acest normativ. Durabilitatea adecvată împotriva acțiunii de îngheț-dezghet a betonului expus la umiditate (clasele de expunere XF3 și XF4) poate fi asumată prin selectarea clasei RF adecvate conform Tabelului J.1 cu privire la condițiile climatice la locul de amplasare și la durata de serviciu proiectată (L) a structurii.

Tabelul J.1. Criterii și clase de rezistență la îngheț-dezghet (aplicabile claselor de expunere XF3 și XF4)

Deteriorarea betonului		
Rezistența la îngheț - dezghet		
RFW H ¹ (Rezistență ridicată)	RFW M ¹ (Rezistență moderată)	RFW L ¹ (Rezistență scăzută)
$m_{56} < 0,5 \text{ kg/m}^2$	$m_{56} < 1,0 \text{ kg/m}^2$	$m_{56} < 2,0 \text{ kg/m}^2$
RFD H ² (Rezistență ridicată)	RFD M ² (Rezistență moderată)	RFD L ² (Rezistență scăzută)
$m_{56} < 0,5 \text{ kg/m}^2$	$m_{56} < 1,0 \text{ kg/m}^2$	$m_{56} < 2,0 \text{ kg/m}^2$
¹ Testate conform metodei ST - SR CEN / TS 12390-9 cu apă ² Testate conform metodei ST - SR CEN / TS 12390-9 cu soluție de sare m_{56} - cantitatea de material exfoliat (kg/m ²) după 56 de cicluri de îngheț-dezghet		
Clasa de expunere		
	XF3	XF4
lerni blânde ¹ și L < 100	RFW L RFW M	RFD L RFD M
lerni blânde ¹ și L ≥ 100		
lerni moderate ² și L < 100	RFW M RFW H	RFD M RFD H
lerni moderate ² și L ≥ 100		
lerni severe ³	RFW H	RFD H

¹ Puține cicluri de îngheț pe an, temperaturi rareori sub -5 °C. (zona I din Figura J.1)

² Câteva cicluri de îngheț pe an, temperaturi rareori sub -10 °C (zona II din Figura J.1)

³ Multe cicluri de îngheț pe an, temperaturi ocazional sub -20 °C (zonele III...V din Figura J.1)

L = durata de serviciu proiectată

Notă:

Zonarea climatică a României pentru perioada de iarnă este prevăzută în Anexa D a normativului C107 Partea 3 - Normativ privind calculul performanțelor termoenergetice ale elementelor de construcție ale clădirilor.

Figura J.1. Zonarea climatică a României

(3) Observații:

1. Standardul european SR CEN/TS 12390-9 prin care se determină cantitatea de material exfoliat, poate oferi informații utile în aprecierea sensibilității unui anumit tip de ciment la acțiunea de îngheț-dezgeț.

2. Aplicarea criteriilor existente pe plan european și a metodelor propuse pe plan național poate conduce la definirea domeniilor de utilizare a diferitelor tipuri de cimenturi și de încadrare în diferite clase de expunere de tip XF.

3. Cantitatea de material exfoliat este influențată puternic de dozajul de ciment și raportul A/C al probelor, astfel că, nu este indicat să se facă evaluări ale sensibilității unui ciment la acțiunea de îngheț-dezghet dacă nu se respectă compoziția prescrisă pentru aplicarea criteriilor.

4. Încercările se realizează în laboratoare cu experiență în efectuarea încercării la îngheț-dezghet, conform standardelor de încercare menționate, dovedite prin autorizări/ acreditări.

5. Încercările se reiau o dată la 2 ani sau când apar schimbări majore ale compoziției cimenturilor (în toleranțele specificate în SR EN 197-1). În primii 2 ani, încercările se vor realiza la fiecare 6 luni, pentru compozițiile impuse, acestea fiind în responsabilitatea producătorului de ciment.

6. Încercările pentru determinarea rezistenței la îngheț-dezghet prin aplicarea standardului SR 3518 vor avea doar un caracter de evaluare preliminară, nefiind corelate cu clasele de expunere XF.

J.3.2. Criterii de evaluare pentru rezistența la atacul sulfatic

(1) Criteriile prezentate sunt practicate pe plan european și se regăsesc la nivelul unor cercetări experimentale și/sau ale unor cercetări naționale prenormative în vederea evaluării performanțelor unor cimenturi și a studierii posibilității utilizării acestora în diferite medii de expunere la atacul sulfatic.

(2) Metoda de încercare utilizată este prezentată în Cercetarea prenormativă "Stabilirea, în funcție de domeniul de utilizare, a cerințelor pentru caracteristicile betonului determinate prin aplicarea standardelor europene armonizate". Metoda constă în determinarea expansiunii unor probe prismatice de 40 mm x 40 mm x 160 mm prevazute cu ploturi la capete, menținute în soluție sulfatică. Aceste probe sunt preparate și păstrate în conformitate cu prevederile standardului SR EN 196-1. Probele se păstrează inițial în apă 28 de zile după care se măsoară expansiunea cu un ceas comparator de precizie 0,005 mm. Probele se introduc apoi în soluții sulfatice corespunzătoare fiecărei clase de expunere și se măsoară expansiunea la diferite perioade de timp, luându-se ca reper expansiunea la 28 de zile. Măsurarea expansiunii pentru fiecare tip de încercare se face pe 3 serii de câte 3 prisme de mortar.

(3) Criterii de evaluare pentru rezistența la atacul sulfatic al betonului:

(A.1) Pentru încadrarea în clasa de expunere XA2:

Valoarea expansiunii probelor de mortar trebuie să fie mai mică de 0,5 mm/m după 90 de zile, respectiv 0,8 mm/m după 180 de zile de menținere într-o soluție de 2,37% Na₂SO₄. Valorile expansiunilor se compară cu cele obținute pentru cimenturi rezistente la sulfați, diferențele dintre valorile obținute trebuie să fie mai mici de 20%, pentru ambele termene de încercare.

(A.2) Pentru încadrarea în clasa de expunere XA3:

Valoarea expansiunii probelor de mortar trebuie să fie mai mică de 0,5 mm/m, după 90 de zile, respectiv 0,8 mm/m după 180 de zile de menținere într-o soluție 4,4% Na₂SO₄. Valorile expansiunilor se compară cu cele obținute pentru cimenturi rezistente la sulfați, diferențele dintre valorile obținute trebuie să fie mai mici de 10%, pentru ambele termene de încercare.

(4) Observații:

1. Metoda privind măsurarea expansiunii la diferite termene a probelor menținute în medii cu agresiune sulfatică este o metodă rapidă și suficient de sensibilă pentru a putea diferenția rezistența cimenturilor la atacul sulfatic de diferite intensități.

2. Aplicarea criteriilor de evaluare absolute pentru un anumit tip de ciment (experimental), cel puțin la nivelul valorilor acceptate în prezent la nivel european (probele de mortar preparate cu diferite tipuri de cimenturi au o valoare a expansiunii mai mică de 0,5 mm/m după 90 de zile de expunere, respectiv 0,8 mm/m după 180 de zile) este completată cu compararea rezultatelor obținute pe mortarele preparate cu cimentul experimental cu cele obținute pentru cel puțin un ciment recunoscut ca fiind rezistent la sulfați prin standardul de produs SR EN 197-1:

CEM ISR 0 ($C_3A = 0$)

CEM ISR 3 ($C_3A \leq 3\%$)

CEM ISR 5 ($C_3A \leq 5\%$)

CEM III/BSR S

CEM III/CSR S

CEM IV ASR P

CEM IV BSR P

3. Astfel, analiza privind utilizarea unui anumit tip de ciment în medii cu agresivitate sulfatică se face cu multă prudență, pe baza rezultatelor obținute pentru cimentul respectiv (utilizând teste și criterii de evaluare standardizate privind expansiunea, în unele cazuri prelungind durata de expunere) și a rezultatelor obținute în aceleași condiții utilizând cimenturi rezistente la sulfați.

4. Aplicarea metodei, precum și a criteriilor indicate în literatura tehnică de specialitate pentru diferite sortimente de cimenturi a scos în evidență faptul că aceste criterii sunt uneori prea permissive. Din acest motiv aceste criterii pot fi utilizate (ca și criterii absolute) numai în cazul acceptării utilizării cimenturilor în clasa de expunere XA1, iar pentru clasele XA2 și XA3, în mod obligatoriu, se vor compara rezultatele cu ale unui ciment rezistent la sulfați, nepermițându-se valori ale expansiunii mai mari de 20% pentru cimentul "experimental" în clasa XA2, respectiv 10% în clasa XA3.

5. Încercările se efectuează în laboratoare cu experiență în domeniul încercărilor de durabilitate dovedite prin autorizări/acreditări.

6. Încercările se reiau o dată la 2 ani sau când apar schimbări majore ale compoziției cimenturilor (în toleranțele specificate în SR EN 197-1). În primii 2 ani, încercările se vor realiza la fiecare 6 luni, pentru cimenturile care nu sunt certificate ca rezistente la sulfați SR, acestea fiind în responsabilitatea producătorului de ciment.

J.3.3. Încadrarea betonului în clase de rezistență la diferite acțiuni ale mediului (carbonatare și migrare/difuzie cloruri)

(1) Eurocodul 2 (SR EN 1992-1-1) va introduce o nouă metodă de specificare a rezistenței la coroziune a armăturii. Aceste noi clase de rezistență la expunere (ERC) pot fi îndeplinite prin testare sau pot fi considerate valori limită și alte cerințe date în dispozițiile valabile în locul de utilizare. Această parte a Anexei definește performanța prin testare cerută de aceste clase și

cerințele pentru conformitate, inclusiv testarea inițială de tip. Pentru rezistența la coroziune indusă de carbonatare sunt prevăzute opt clase, iar pentru rezistența la coroziunea indusă de cloruri sunt prevăzute zece clase. Clasele de rezistență la expunere (ERC) vor înlocui clasele de expunere XC, XS și XD corespunzătoare, betonul neputând fi specificat prin ambele clase.

(2) Anexa descrie criteriile de performanță și de conformitate ale betonului la clasele de rezistență la expunere specificate. Toate materialele componente betonului sunt conforme cu prezentul normativ.

(3) Referințe normative:

- SR EN 12390-10 Încercări pe beton întărit - Partea 10: Determinarea rezistenței la carbonatare a betonului la nivelul atmosferice de dioxid de carbon;
- SR EN 12390-11, Încercări pe beton întărit - Partea 11: Determinarea rezistenței la cloruri a betonului, difuzie unidirecțională;
- SR EN 12390-12, Încercări pe beton întărit - Partea 12: Determinarea rezistenței la carbonatare a betonului - Metoda carbonatării accelerate;
- SR EN 12390-18, Încercări pe beton întărit - Partea 18: Determinarea coeficientului de migrare a clorurilor;
- prEN 12390-19, Încercări pe beton întărit - Partea 19: Determinarea rezistivității electrice.

(4) Clasa de rezistență la expunere (ERC) reprezintă o abreviere pentru un set de cerințe de performanță pentru beton care trebuie să reziste la tipul de expunere definit de clasa de expunere, atingând durata de viață în contextul respectării acoperirii cu beton a armăturii din Eurocodul 2.

(5) Pentru clasele XRC (clasa de rezistență la coroziunea indusă de carbonatare, care este definită ca fiind grosimea stratului de beton carbonatat (mm) după 50 de ani de expunere în clasa de expunere XC3, cu o probabilitate de depășire de 10%) și XRDS (clasa de rezistență la coroziunea indusă de acțiunea clorurilor care este definită ca fiind grosimea stratului de beton (mm) având o concentrație de clor de 0,6% cu o probabilitate de depășire de 10%, după 50 de ani de expunere în clasa XS3) se vor prezenta în versiunile naționale ale tabelelor din EN 1992, valori ale acestor ERC-uri coroborate cu durata de viață proiectată și acoperirea minimă (valori orientative sunt prezentate în Tabelele J3 și J6).

(6) Cerințele pentru ca betonul să satisfacă ERC specificate, sunt date în termeni de conformitate cu valorile limită pentru compoziția betonului și proprietățile betonului, sau de conformitate cu criteriile bazate pe testare.

(7) Cerințele pentru clasele de rezistență la expunere, în termeni ce se referă la compoziția betonului, se specifică în funcție de:

- a) tipurile și clasele de materiale componente permise;
- b) raportul maxim apă/ciment;
- c) conținutul minim de ciment;
- d) clasa minimă de rezistență la compresiune; și acolo unde este cazul,

e) conținutul minim de aer al betonului.

(8) Cu excepția cazului în care se specifică altfel, proporțiile amestecului trebuie să fie cele care dau consistența țintă sau, dacă este specificată sau presupusă o clasă de consistență, valoarea medie în intervalul permis pentru clasa de consistență.

(9) Încercările inițiale de tip se efectuează pe:

a) cel puțin trei amestecuri reprezentative prelevate din: diferite șarje de beton produse la cel puțin o săptămână distanță; sau diferite loturi de beton dintr-o fabrică de prefabricate produse la cel puțin o săptămână distanță; sau,

b) cel puțin trei loturi separate de beton preparate în laborator, formate din constituenți reprezentativi.

(10) Încercarea inițială de tip (IIT) poate fi efectuată de către un producător (primă parte), sau furnizorul de ciment sau aditivi, client sau utilizator (a doua parte), fiind certificată de către o parte independentă (terță parte). Înregistrările IIT, inclusiv tipul constituentului, sursa și proporțiile, precum și orice rezultate ale testelor pot fi responsabilitatea oricărei părți. Testele de rutină sau suplimentare ale betonului pot fi, de asemenea, efectuate de către orice parte. Atunci când testarea este efectuată de producător, aceasta poate face parte din controlul producției din fabrică. Înregistrările producției de beton ERC sunt disponibile producătorului pentru verificare și, dacă este cazul, organismelor de terță parte de evaluare a conformității. Înregistrările ERC de producție de beton pot fi puse la dispoziție pentru supraveghere/evaluare de către a doua parte, acolo unde este specificat.

(11) Înregistrările de eșantionare, materialele constitutive, proporțiile, amestecarea betonului, pregătirea eșantionului, tratarea și testarea sunt disponibile pentru inspecție de către orice parte autorizată. În cazul în care testarea inițială de tip este efectuată de producător, partea autorizată poate fi o parte terță de evaluare a conformității, o a doua parte sau combinații ale ambelor, în funcție de specificația proiectului sau de prevederile valabile la locul de utilizare.

(12) Având în vedere importanța IIT, încercările se realizează în laboratoare cu experiență în efectuarea acestora, dovedite prin autorizări/acreditări.

(13) Ulterior încercărilor inițiale de tip sunt necesare verificări periodice; înregistrarea și analiza rezultatelor se pot face pe mai multe niveluri: nivelul 1 care să includă verificări curente asociate claselor de expunere (condiții de compoziție beton), nivelul 2 în care se efectuează și măsurători de rezistivitate (opțional) și nivelul 3 care presupune verificarea prin testele prevazute la încercările inițiale de tip. Reconfirmarea valorilor testelor inițiale se va face continuu pentru nivel 1, la un interval de un an pentru nivel 2, la un interval de trei ani pentru nivel 3.

(14) În cazul în care măsurătorile de rezistivitate sunt necesare sau urmează să fie utilizate ca parametru de control, rezistivitatea de referință se determină folosind aceleași loturi ca cele utilizate pentru stabilirea proporțiilor de amestec, iar încercările se vor efectua la aceeași frecvență cu rezistența la compresiune.

(15) Pentru încadrarea în diferite clase de rezistență la carbonatare se pot aplica diferite metode, cea de referință fiind dată în SR EN 12390-10. Informativ, în conformitate cu prEN 206-100,

criteriile de conformitate pentru încadrarea în clasele de rezistență la acțiunea carbonatării sunt prezentate în Tabelul J.2.

Tabelul J.2. Criterii de conformitate pentru încadrarea în clasele de rezistență la acțiunea carbonatării

Clase de rezistență la expunere XRC	SR EN 12390-10 (camera climatică)	SR EN 12390-12 (carbonatare accelerată)	SR EN 12390-10 (exterior adăpostit)
	Maximul valorii medii (mm/ani ^{0,5})	Maximul valorii medii (mm/zile ^{0,5})	Maximul valorii medii (mm/ani ^{0,5})
XRC 0,5	0,3	0,15	0,7
XRC 1	0,6	0,25	1,1
XRC 2	1,1	0,5	1,7
XRC 3	1,7	0,8	2,1
XRC 4	2,2	1,1	2,5
XRC 5	2,8	1,3	3,2
XRC 6	3,4	1,6	3,8
XRC 7	4,0	1,9	4,2

(16) În funcție de încadrarea în clasele de rezistență la carbonatare XRC și respectiv de expunere XC se prezintă informativ, în conformitate cu prEN 1992-1-1 grosimile stratului de acoperire cu beton în funcție de durata de viață (Tabelul J.3).

Tabelul J.3. Adâncimea stratului de acoperire cu beton c_{min,dur} - carbonatare

Clase de rezistență la expunere XRC	Clasa expunere XC							
	XC1		XC2		XC3		XC4	
	Durata de viață (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:

Desemnarea claselor XRC pentru rezistența la coroziune indusă de carbonatare este derivată din adâncimea de carbonatare [mm] (valoare caracteristică 90 % fractil) presupusă a fi obținută după 50 de ani în condiții de referință (400 ppm CO₂ într-un mediu constant cu umiditate de 65% și temperatură 20°C). XRC are ca dimensiune viteza de carbonatare [$\text{mm}/\sqrt{(\text{ani})}$].

Nota 2:

Valorile minime recomandate de acoperire a betonului $c_{min,dur}$ presupun executarea și tratarea/protecția în conformitate cu NE 012/2, cel puțin Clasa de execuție 2 și Clasa de tratare 2 (Anexa N).

Nota 3:

Acoperirile minime pot fi mărite printr-un element suplimentar de siguranță $\Delta c_{dur,y}$ având în vedere cerințe speciale (de exemplu, condiții de mediu extreme).

(17) Pentru încadrarea în diferite clase de rezistență la acțiunea clorurilor se pot aplica diferite metode, criteriile de conformitate fiind date, informativ, în conformitate cu prEN 206-100, în Tabelul J.4 pentru aplicarea metodei în conformitate cu SR EN 12390-18, pentru diferite valori ale factorului de îmbătrânire α .

(18) Factorul de îmbătrânire poate fi determinat:

a) prin testarea la mai multe vârste și considerarea pantei variației coeficientului de difuzie în timp sau a valorii la vârsta maximă de testare conform SR EN 12390-11 sau,

b) aplicarea Ecuației (3) sau (4).

(19) Pentru betoane care conțin CEM I, zgură (S) și/sau cenușă zburătoare silicioasă (V) cu sau fără silice ultrafină (D) și betoane realizate cu cimenturi care conțin doar aceste componente ca constituenți principali:

Pentru betoanele care conțin doar CEM II/A-D sau CEM I și silice ultrafină:

unde multiplicatorul dintre termenii aflați între paranteze este proporția celui de-al doilea sau al treilea component principal al cimentului sau adaosul de liant.

Tabelul J.4. Criterii de conformitate pentru încadrarea în clasele de rezistență la acțiunea clorurilor - coeficientul de migrare

Clase de rezistență la expunere XRDS	Maximul valorilor medii			
	Coeficientul de migrare a clorului la 90 de zile x 10 ⁻¹² m ² /s			
	$\alpha \geq 0,3$	$\alpha \geq 0,4$	$\alpha \geq 0,5$	$\alpha \geq 0,6$
XRDS 0,5	0,5	0,9	1,5	2,5
XRDS 1	0,9	1,5	2,6	4,3
XRDS 1,5	1,2	2,0	3,5	5,9
XRDS 2	1,5	2,5	4,2	7,2
XRDS 3	2,0	3,5	5,9	10,0
XRDS 4	2,5	4,2	7,1	12,1
XRDS 5	3,0	5,0	8,5	14,5
XRDS 6	3,4	5,8	9,8	16,7

XRDS 8	4,4	7,4	12,2	21,3
XRDS 10	5,3	8,9	12,6	25,8

(20) Pentru încadrarea în diferite clase de rezistență la acțiunea clorurilor se pot aplica diferite metode, criteriile de conformitate fiind date, informativ, în conformitate cu prEN 206-100, în Tabelul J.5 pentru aplicarea metodei în conformitate cu SR EN 12390-11.

Tabelul J.5. Criterii de conformitate pentru încadrarea în clasele de rezistență la acțiunea clorurilor - coeficientul de difuzie

Clase de rezistență la expunere XRDS	Maximul valorilor medii			
	Coeficientului de difuzie a clorului x 10 ⁻¹² m ² /s			
	$\alpha \geq 0,3$	$\alpha \geq 0,4$	$\alpha \geq 0,5$	$\alpha \geq 0,6$
XRDS 0,5	0,23	0,44	0,84	1,61
XRDS 1	0,46	0,88	1,69	3,23
XRDS 1,5	0,69	1,32	2,53	4,84
XRDS 2	0,93	1,77	3,37	6,46
XRDS 3	1,38	2,65	5,07	9,68
XRDS 4	1,85	3,53	6,75	12,91
XRDS 5	2,31	4,42	8,44	16,14
XRDS 6	2,77	5,30	10,13	19,37
XRDS 8	3,70	7,06	13,51	25,82
XRDS 10	4,62	8,83	16,88	32,28

(21) În funcție de încadrarea în clasele de rezistență la acțiunea clorurilor XRDS și respectiv de expunere XS/XD se prezintă informativ, în conformitate cu prEN 1992-1-1, grosimile stratului de acoperire cu beton în funcție de durata de viață (Tabelul J.6).

Tabelul J.6. Grosimea stratului de acoperire cu beton $c_{min,dur}$ - cloruri

Clase de rezistență la expunere XRDS	Clasa expunere XS/XD											
	XS1		XS2		XS3		XD1		XD2		XD3	
	Durata de viață (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:

Desemnarea claselor XRDS pentru rezistența la coroziune indusă de pătrunderea clorurilor este derivată din adâncimea de penetrare a clorurilor [mm] (valoare caracteristică 90 % fractil), corespunzătoare unei concentrații de cloruri de referință (0,6 % din masa liantului + adaosuri de tip II), presupusă a fi obținută după 50 de ani pe un beton expus la penetrarea unilaterală a apei de mare de referință (30 g/l NaCl) la 20°C. XRDS are ca dimensiune coeficientul de difuzie 10^{-13} m²/s.

Nota 2:

Valorile minime recomandate de acoperire a betonului $c_{min,dur}$ presupun executarea și tratarea/protecția în conformitate cu NE 012/2, cel puțin Clasa de execuție 2 și Clasa de tratare 2 (Anexa N).

Nota 3:

Acoperirile minime pot fi mărite printr-un element suplimentar de siguranță $\Delta_{cdur,y}$ având în vedere cerințe speciale (de exemplu, condiții de mediu extreme).

J.3.4. Considerații finale

(1) Aceste tipuri de încercări pot fi utilizate, de exemplu, în cazul testării unor cimenturi pentru care nu există experiență de utilizare în România, furnizând niveluri de performanță care pot fi comparate ulterior cu cele ale unor cimenturi de referință (pentru care există date experimentale), astfel încât să se obțină aceleași niveluri de performanță prin adaptarea compoziției. În acest mod se pot completa și extinde domeniile de utilizare ale unor cimenturi. Aceasta se poate face prin prevederea unor cerințe de compoziție diferite (îmbunătățite) ale betonului, de exemplu ale rapoartelor maxime A/C, dozajelor minime etc. față de cele indicate în Tabelele F.2 pentru cimenturile de referință. Astfel, se pot obține performanțe similare cu cele ale betoanelor preparate cu cimenturi pentru care există experiență națională sau internațională în utilizarea în diferite medii de expunere.

ANEXA K (informativă)

Famiile de betoane

(1) În acest normativ se aplică prevederile Anexei K din SR EN 206+A2:2021.

ANEXA L (normativă)

Compoziția granulometrică a agregatelor utilizate la prepararea betonului

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

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

(3) Figurile de la L.1 până la L.5 prezintă zonele de granulozitate în funcție de dimensiunea maximă a agregatelor.

Figura L.1 - Zone de granulozitate pentru dimensiunea maximă a agregatelor de 8 mm

Figura L.2 - Zone de granulozitate pentru dimensiunea maximă a agregatelor de 16 mm

Figura L.3 - Zone de granulozitate pentru dimensiunea maximă a agregatelor de 22 mm

Figura L.4 - Zone de granulozitate pentru dimensiunea maximă a agregatelor de 32 mm

Figura L.5 – Zone de granulozitate pentru dimensiunea maximă a agregatelor de 63 mm

ANEXA M (informativă)

Recomandări generale pentru alegerea tipului de ciment

- (1) Această anexă prezintă recomandări privind alegerea tipurilor de cimenturi în funcție de temperatura la punerea în operă a betonului. Alegerea cimenturilor funcție de o anumită aplicație și mediu de expunere se face având în vedere recomandările prezentate în Anexa F (normativă).
- (2) Această anexă completează articolul 5.2.2 al acestui normativ în ceea ce privește alegerea tipului de ciment luând în considerație execuția lucrării și dimensiunile elementelor.
- (3) Cimentul se alege având în vedere condițiile de executare (lucrări executate în condiții normale, lucrări executate pe timp friguros, călduros, turnări în elemente masive).
- (4) Tabelul M.1 prezintă anumite caracteristici ale unor cimenturi, în conformitate cu SR EN 197-1 și standardele naționale, cu indicarea unor aptitudini de utilizare și a unor domenii în care utilizarea este contraindicată.

Tabelul M.1. Caracteristici ale unor tipuri de cimenturi

Tip ciment	Sensibilitatea la frig	Degajare de căldură	Utilizare* Preferențială	Contraindicații	Observații particulare
CEM I 52,5R CEM II/A 52,5N sau R	Insensibil	Ridică	Structuri monolite si prefabricate Betonare pe timp frigos	Betoane masive**, mortare, șape	Destinat în special structurilor prefabricate; Pe timp călduros se vor lua măsuri speciale.
CEM I 42,5 R	Insensibil	Ridică	Structuri monolite si prefabricate Betonare pe timp frigos	Betoane masive**, mortare, șape	
CEM II A 32,5 N sau R	Puțin sensibil	Redusă	Beton, beton armat		
CEM II A 42,5 N sau R	Puțin sensibil	Medie	Beton, beton armat		
CEM II B 32,5 N sau R	Sensibil	Redusă	Beton, beton armat		Necesită o tratare prelungită
CEM II B 42,5 N sau R	Sensibil	Redusă	Beton, beton armat		Necesită o tratare prelungită
CEM III A 32,5R	Foarte sensibil	Redusă	Beton, beton armat Betonare pe timp călduros.	Betonare pe timp frigos	Necesită o tratare prelungită
<p>* În conformitate cu tabelele F.1.1, F.1.2, F.2.1, F.2.2, F.2.3, F.2.4 din Anexa F.</p> <p>** La turnarea elementelor masive (conform definiției de la art.3.1.4.5) se folosește un ciment cu căldură de hidratare redusă LH.</p>					

(5) Tabelele M.1.1, M.2.1 și M.2.2 prezintă, în completare, recomandări generale privind alegerea tipului de ciment în funcție de condițiile climatice la punerea în operă.

M.1. Condiții normale

(1) Când temperatura la punerea în operă, înainte de decofrare și/sau la punerea în serviciu se încadrează în intervalul de la 5°C până la 25°C, betonul nu este destinat să fie în contact cu agenți agresivi (sulfați, săruri de dezghețare etc.) și elementele din beton au dimensiuni normale, cimenturile se pot utiliza conform tabelului M.1.1, în funcție de atingerea rezistenței la compresiune la vârsta de 28 zile.

Tabelul M.1.1. Indicarea tipului de ciment în funcție de atingerea rezistenței la 28 zile

Clasa de rezistență	CEM I	CEM II A	CEM II B	CEM III A
32,5 N sau R		Viteza medie de atingere a rezistenței la 28 zile (beton de clasă până la C25/30)	Viteza medie de atingere a rezistenței la 28 zile (beton de clasă până la C25/30)	Viteza medie de atingere a rezistenței la 28 zile (beton de clasă până la C25/30)
42,5 N sau R	Viteză mare de atingere a rezistenței la 28 zile (beton de clasă de peste C25/30)	Viteză mare de atingere a rezistenței la 28 zile (beton de clasă de peste C 25/30)	Viteză mare de atingere a rezistenței la 28 zile (beton de clasă de peste C 25/30)	Viteza medie de atingere a rezistenței la 28 zile (beton de clasă > C25/30)
52,5 N sau R	Viteză foarte mare de atingere a rezistenței la 28 zile	Viteză foarte mare de atingere a rezistenței la 28 zile		

M.2. Condiții speciale

M.2.1. Turnare pe timp friguros (< + 5 °C)

Tabelul M.2.1 - Recomandări de utilizare a cimenturilor pentru turnarea betonului pe timp friguros

Clasa de rezistență	CEM I	CEM II A	CEM II B	CEM III A
32,5N sau 32,5R		Recomandabil	Puțin recomandabil	Puțin recomandabil
42,5N sau 42,5R	Foarte recomandabil 1)	Recomandabil	Recomandabil	Aplicabil cu luarea de măsuri suplimentare

52,5N sau 52,5R	Foarte recomandabil 1)	Foarte recomandabil 1)		
1) A se vedea art. 9.5 "Tratare și protecție" și Anexa F a NE 012/2.				

M.2.2. Turnare pe timp călduros (>+ 25°C)

Tabelul M.2.2. Recomandări de utilizare a cimenturilor pentru turnarea betonului pe timp călduros

Clasa de rezistență	CEM I	CEM II A	CEM II B	CEM III A
42,5N sau 32,5R		Recomandabil	Foarte recomandabil 1)	Foarte recomandabil 1)
42,5 R	Puțin recomandabil	Recomandabil	Recomandabil	Foarte recomandabil 1)
52,5N sau 52,5R	Puțin recomandabil	Recomandabil, cu luarea de măsuri suplimentare		
1) A se vedea art. 9.5 "Tratare și protecție" și Anexa F a NE 012/2.				

ANEXA N (normativă)

Tratarea betonului în funcție de evoluția rezistenței betonului

(1) Evoluția rezistenței descrie raportul dintre valoarea rezistenței medii la compresiune la vârsta de 2 zile și respectiv 28 zile (determinată în conformitate cu încercările inițiale sau cu betoane de compoziție comparabilă).

(2) Această anexă nu se referă la tratări speciale care se aplică elementelor prefabricate.

(3) Durata tratării betonului se stabilește în funcție de evoluția rezistenței betonului, temperatura suprafeței betonului și procentul de atingere al rezistenței suprafeței betonului față de rezistența caracteristică a acestuia și este specificată în NE 012/2. În Tabelul N.1 se prezintă un exemplu de stabilire a duratei minime de tratare pentru clasa de tratare 2, care se efectuează pentru elementele/construcțiile obișnuite aflate în clasele de expunere X0 și XC1.

**Tabelul N.1. Perioada minimă de întărire pentru clasa de tratare 2
(corespunzând unei rezistențe la compresiune a zonei de suprafață de
35% din rezistența caracteristică specificată)**

Temperatura suprafeței betonului (t), °C	Perioada minimă de tratare, în zile ^a		
	Evoluția rezistenței betonului ^{c, d} $(f_{cm2}/f_{cm28}) = r$		
	Rapid $r \geq 0,50$	Mediu $0,50 > r \geq 0,30$	lent $0,30 > r \geq 0,15$
$t \geq 25$	1,0	1,5	2,5
$25 > t \geq 15$	1,0	2,5	5
$15 > t \geq 10$	1,5	4	8
$10 > t \geq 5^b$	2,0	5	11

^a Plus perioada în cazul în care timpul de priză depășește 5 h.

^b Pentru temperaturi sub 5°C, durata trebuie prelungită cu o perioadă egală cu perioada în care s-au înregistrat temperaturi mai mici de 5°C.

^c Dezvoltarea rezistenței betonului reprezintă raportul dintre valoarea medie a rezistenței la compresiune după 2 zile și valoarea medie a rezistenței la compresiune după 28 zile determinate prin încercări inițiale sau bazate pe performanțele cunoscute ale unui beton cu compoziție similară.

^d Pentru betoanele cu dezvoltare foarte lentă a rezistențelor se dau cerințe speciale în specificațiile de execuție.

ANEXA O (normativă)

Cerințe minime privind calificarea și experiența profesională a responsabilului pentru controlul producției

(1) Responsabilul pentru controlul producției trebuie să aibă cunoștințele necesare în domeniul producerii betonului și al standardelor specifice materialelor componente și betonului pentru a asigura controlul producției în ceea ce privește:

a) materialele componente, inclusiv selectarea acestora:

- recepționarea, depozitarea și gospodărirea materialelor componente: agregate, ciment, aditivi, apă (când nu se utilizează o sursă de apă potabilă), în vederea asigurării caracteristicilor calitative impuse;

- aplicarea, după caz, a măsurilor ce se impun pentru pregătirea agregatelor: sortare, spălare, încălzirea sau răcirea componentelor betonului.

b) proiectarea și producerea betonului:

- respectarea caracteristicilor sortimentului de beton comandat.

c) inspecțiile, încercările și utilizarea rezultatelor acestora pentru materialele componente, pentru betonul proaspăt și întărit și pentru echipamente;

d) inspecția echipamentului de transport a betonului proaspăt:

- efectuarea, în condiții corespunzătoare, a transportului betonului.

e) procedurile privind evaluarea conformității.

(2) Responsabilul pentru controlul producției va fi absolvent de studii superioare în domeniul construcțiilor sau materialelor de construcții și nu va îndeplini alte funcții care ar putea fi incompatibile cu atribuțiile și responsabilitățile acestui post. În cazul stațiilor de betoane de capacitate sub 35 mc/oră se poate accepta și o pregătire profesională de maestru/ tehnician constructor. Experiența profesională în producerea betonului va fi de minimum 3 ani pentru maestru/tehnician constructor și de minimum 2 ani pentru inginer/inginer colegiu (subinginer).

(3) Personalul implicat în activitatea de control al producției trebuie să participe la un program de formare profesională continuă.