



ROMÂNIA

MINISTERUL DEZVOLTĂRII, LUCRĂRILOR PUBLICE ȘI ADMINISTRAȚIEI
CONSILIUL TEHNIC PERMANENT PENTRU CONSTRUCȚII

AVIZ TEHNIC

În baza procesului-verbal al ședinței de avizare din data de 04 decembrie 2024, nr. 267570 al Comisiei tehnice de specialitate nr. 1 pentru avizarea agrementelor tehnice în construcții:

CONSILIUL TEHNIC PERMANENT PENTRU CONSTRUCȚII

AVIZEAZĂ FAVORABIL :

agrementul tehnic nr. 004-01/029-2024, elaborat de S.C. INSTITUTUL DE CERCETĂRI ÎN TRANSPORTURI - INCERTRANS S.A., pentru Procedeu de preparare a betonului și de executare a lucrărilor din betoane simple și armate cu Ciment Portland Compozit tip CEM II/B-M (S-LL) 42.5R (vrac), produs/e de HEIDELBERG MATERIALS ROMÂNIA S.A.

Prezentul AVIZ TEHNIC este valabil până la data de 25 octombrie 2026 și se poate prelungi în situația în care titularul face dovada menținerii aptitudinii de utilizare a obiectului agrementului tehnic, potrivit prevederilor referitoare la „condiții” din agrementul tehnic.

Agrementul tehnic este valabil până la data de 25 octombrie 2026, pentru titular, producător și distribuitorii din anexa la agrementul tehnic.

**PREȘEDINTE AL CONSILIULUI TEHNIC PERMANENT PENTRU
CONSTRUCȚII**

SUBSECRETAR DE STAT

Ioan Cristian HAIDUC

C

MINISTERUL DEZVOLTĂRII, LUCRĂRILOR PUBLICE ȘI ADMINISTRAȚIEI
CONSILIUL TEHNIC PERMANENT PENTRU CONSTRUCȚII



Agreement Tehnic
004-01/029-2024
modifică AT 004-01/025-2023

Procedeu de preparare a betonului și de executare a lucrărilor din betoane simple și armate cu Ciment Portland Compozit tip CEM II/B-M (S-LL) 42.5R (vrac)

Procedure for the preparation of concrete and of execution of plain and reinforced concrete works with Portland Cement Composite type CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (bulk)

Betonvorbereitungsverfahren für Beton und Ausführung von Roh- und Stahlbetonarbeiten mit

Portlandzement-Verbundwerkstoff Typ CEM II/B-M(S-LL) 42,5R (Schüttgut)

Procédure de préparation du béton et d'exécution d'ouvrages en béton ordinaire et armé avec du ciment Portland composite type CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (en gros)

PRODUCĂTOR:

HEIDELBERG MATERIALS ROMÂNIA S.A.

BUCUREȘTI, sector 1, șos. București-Ploiești, nr. 1 A, Bucharest
Business Park, clădirea C2, etaj 1-4, Tel: +40 21 311 59 76/ 75

TITULAR:

HEIDELBERG MATERIALS ROMÂNIA S.A.

BUCUREȘTI, sector 1, șos. București-Ploiești, nr. 1 A, Bucharest
Business Park, clădirea C2, etaj 1-4, Tel: +40 21 311 59 76/ 75

**ELABORATOR AGREMENT
TEHNIC**

**INSTITUTUL DE CERCETĂRI ÎN TRANSPORTURI-
INCERTRANS SA,**

BUCUREȘTI, Calea Griviței 393; sector 1

Tel: 021/ 3162337, email: incertrans@incertrans.ro

**GRUPA SPECIALIZATA NR. 1: ELEMENTE
STRUCTURALE ȘI FUNDATII**

*Prezentul agreement tehnic este valabil până la data de 25.10.2026 numai însoțit de
AVIZUL TEHNIC al CONSILIULUI TEHNIC PERMANENT PENTRU CONSTRUCȚII
și nu ține loc de certificat de calitate*

CONSILIUL TEHNIC PERMANENT PENTRU CONSTRUCȚII

Grupa specializată nr. 01 "ELEMENTE STRUCTURALE ȘI FUNDAȚII" din cadrul INCERTRANS S.A. analizând documentația de extindere de acord tehnic, prezentată de HEIDELBERG MATERIALS ROMÂNIA S.A. și înregistrată cu nr. 22 din 27.09.2024, referitoare la procedeul "Procedeu de preparare a betonului și de executare a lucrărilor din betoane simple și armate cu Ciment Portland Compozit tip CEM II/B-M (S-LL) 42.5R (vrac)" realizat de firma HEIDELBERG MATERIALS ROMÂNIA S.A., elaborează prezentul Acord Tehnic nr. 004-01/029-2024, care modifică AT 004-01/025-2023.

Modificarea adusă acordului AT 004-01/025-2023 constă în adăugarea unor teste suplimentare, rezultate și interpretări obținute pe betonul preparat cu cimentul CEM II/B-M (S-LL) 42.5R (vrac), având în compoziție minim 66% clincher Portland și maxim 14% componentă calcaroasă (LL) (cu ghips inclus). Fundamentarea modificării acordului AT 004-01/025-2023 conduce la fabricarea, introducerea pe piață și utilizarea în condiții de siguranță a unui ciment cu o amprentă scăzută de dioxid de carbon, oferind posibilitatea obținerii controlate a unor betoane sustenabile și durabile. Rezultatele obținute și prezentate în cadrul acestui acord pe betoanele preparate cu CEM II/B-M (S-LL) 42.5R (lot nr 3) confirmă durabilitatea betoanelor cu un ciment cu restricții/limitări compoziționale, în conformitate cu documentele tehnice românești aferente domeniului de referință.

1. DEFINIREA SUCCINTĂ

1.1. Descriere succintă

Procedeul descrie modul de producere și utilizare a betonului preparat cu ciment vrac tip Portland Compozit CEM II/B-M(S-LL) 42.5R ce include în compoziție clincher Portland limitat la minim 66 % și calcar (LL) limitat la un dozaj de maxim 14%, cu ghips inclus. Dozajul de ghips se controlează la fabricația cimentului prin limitarea conținutului de SO₃ conform cerințelor din SR EN 197-1/2011.

Conform Normativului NE 012/1-2022 cimentul uzual tip Portland Compozit CEM II/B-M(S-LL) 42.5R se poate folosi în compoziția betoanelor simple și armate în clasele de expunere X0, XC1, XC2 și XM1. Prin acordarea și respectarea acestui procedeu se extinde posibilitatea de utilizare în anumite clase de expunere „X”, în plus față de prevederile Normativului NE 012/1-2022, la acțiunea mediului înconjurător a betoanelor preparate cu

cimentul vrac CEM II/B-M(S-LL) 42.5R, după cum urmează:

- XC3 și XC4 (coroziunea oțelului beton indusă prin carbonatare)
- XD1 (coroziunea oțelului beton datorată clorurilor din sarea folosită pentru dezghețare)
- XS1 (coroziunea oțelului beton datorată clorurilor în zona litorală)
- XF1, XF2, XF3 și XF4 (atacul betonului din îngheț-dezgheț)
- XA1 (atacul betonului prin agresivitate chimică slabă)

Posibilitatea de extindere a utilizării în aceste clase de expunere a betonului preparat cu cimentul vrac CEM II/B-M(S-LL) 42.5R s-a demonstrat prin obținerea unor rezultate corespunzătoare privind durabilitatea acestuia conform NE 012/1-2022, Anexa J, ca urmare a încercărilor executate atât în laborator cât și "in situ"

(în poligon) pe elemente din beton la scară naturală.

Cimentul CEM II/B-M(S-LL) 42.5R este un ciment Portland compozit, produs conform SR EN 197-1:2011 de HEIDELBERG MATERIALS ROMÂNIA S.A. la fabricile de ciment Tașca (Bicaz), Chișcădaga (Deva) și Fieni având următoarea compoziție: clincher – Portland (K), zgură granulată de furnal (S), calcar (LL), componente auxiliare minore (între 0 și 5%) și ghips pentru reglarea timpului de priză.

Materialele componente utilizate la prepararea betoanelor (obișnuite și autocompactante) cu **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R** sunt următoarele:

- Ciment **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R**, comercializat vrac
- Agregate naturale de balastieră sau carieră sort 0/4, 4/8 și 8/16
- Aditivi
- Filer de calcar (dacă este cazul)
- Apă potabilă
- Fibre de oțel sau polimer pentru armarea dispersă (dacă este cazul)
- Pigmenți (dacă este cazul)

Betoanele preparate cu ciment **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R** corespund claselor de rezistență C8/10, C12/15, C16/20, C20/25, C25/30, C30/37, C35/45 și C40/50 conform cerințelor specificate în SR EN 206+A2:2021 și normativul NE 012-1/2022 - Normativ pentru producerea și executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat — Partea 1: Producerea betonului.

Caracteristicile betoanelor se stabilesc în proiect, în termeni de: clase minime de rezistență, rapoarte maxime A/C_{efective}, dozaje minime de ciment, clase de expunere (pentru durabilitate), clase de permeabilitate, grade de gelivitate etc.

Procedeul de preparare al betonului cu ciment **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R** ține seama de modul de comercializare a cimentului vrac, parcurgând etapele folosite în mod obișnuit în stațiile de betoane, la preparare și livrare pe șantier.

Procedeul se aplică doar în cadrul unor proiecte de executare (PT+DDE) întocmite de proiectanți autorizați și verificate la cerințele fundamentale legal aplicabile, de către verificatori de proiecte atestați.

Calitatea betonului la producere va fi verificată în mod continuu de către un laborator de încercări autorizat, prin aplicarea prevederilor din SR EN 206+A2:2021, NE 012-1/2022 și suplimentar, ale acestui acord tehnic.

Procedura tehnică de execuție a lucrărilor din betoane simple și armate cu Ciment Portland Compozit tip **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R** (vrac) va cuprinde etapele descrise în SR 13670:2010, NE 012-2/2022 și condițiile din prezentul acord tehnic.

1.2. Identificarea procedurii

Procedeul de preparare a betonului și de execuție a elementelor monolite și prefabricate se identifică prin:

- caracteristicile materialelor componente menționate în prezentul acord;
- caracteristicile betonului preparat cu ciment **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R** (vrac) și respectiv pus în operă;
- planul de eșantionare, testare și verificare a conformității materiilor prime și a producției betonului la locul de preparare, respectiv punere în operă;
- măsurile de tratare și protecție a betonului după punerea în operă;
- nivelul de exigență al supervizării (urmăririi în timp) de-a lungul duratei de viață proiectate a elementelor și structurilor.

Cimentul CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (vrac) se identifică pe baza documentului de livrare (avizului de însoțire a mărfii), declarației de performanță eliberată de producător precum și a certificatului de

constanță a performanței eliberat de Organismul de certificare notificat AEROQ.

2. AGREMENTUL TEHNIC

2.1. Domenii acceptate de utilizare în construcții

Procedeul se utilizează la lucrări de preparare și punere în operă a betonului simplu și armat preparat cu ciment CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (comercializat vrac), în elemente și structuri aparținând construcțiilor civile, industriale și agricole (agrozootehnice).

Pentru aceste tipuri de lucrări se utilizează betonul cu CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (vrac) atât în clasele de expunere prevăzute în proiect, pe baza prevederilor din normativul NE 012-1/2022 (clasele X0, XC1, XC2, XM1), cât și - în plus față de normativ - în clasele de expunere prezentate în prezentul procedeu agrementat, prin respectarea valorilor limită din tabelele prezentate, astfel:

- a) XC3 și XC4 (coroziunea oțelului beton indusă prin carbonatare), conform valorilor limită prezentată în tabelul nr. 1*
- b) XD1 (coroziunea oțelului beton datorată clorurilor din sarea folosită pentru dezghețare) conform valorilor limită prezentate în tabelul nr 2*
- c) XS1 (coroziunea oțelului beton datorată clorurilor în zona litorală) conform valorilor limită prezentate în tabelul nr 2*
- d) XF1, XF2, XF3 și XF4 (atacul betonului din îngheț-dezgheț) conform valorilor limită prezentate în tabelul nr 3*

e) XA1 (atacul betonului prin agresivitate chimică slabă) conform valorilor limită prezentate în tabelul nr 4

f) XM1 (atacul betonului prin abraziune mecanică), conform valorilor limită prezentate în tabelul nr 4

Categoria de lucrări la care se aplică procedeul sunt acele lucrări obișnuite de preparare și punere în operă a betonului (obișnuit și autocompactat) în elemente/structuri aparținând unor construcții civile, industriale și agricole (agrozootehnice) încadrabile în categoriile/clasele de importanță "C" și "D".

Procedeul agrementat nu se va folosi lucrări de preparare și punere în operă a betonului (obișnuit și autocompactat) în elemente/structuri aparținând unor construcții încadrabile în categoriile/clasele de importanță "A" și "B" și de consecințe "CC3".

Procedeul se aplică pe baza unui proiect de execuție întocmit cu respectarea Legii 10/1995 privind calitatea în construcții cu modificările și completările ulterioare și a reglementărilor tehnice aplicabile, în vigoare.

2.2. Precizări asupra procedurii

2.2.1. Aptitudinea de exploatare

Procedeul de preparare a betonului și de executare a lucrărilor din betoane simple și

armate cu Ciment Portland Compozit tip CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (vrac) se aplică în construcții, acesta îndeplinind cerințele fundamentale stabilite în Legea nr. 10/1995 republicată cu modificările și completările ulterioare, astfel:

• **Rezistență mecanică și stabilitate:**

Betonul preparat cu CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (vrac) și pus în operă conform acestui procedeu, contribuie la rezistența și stabilitatea elementelor/ structurilor, ca urmare a rezultatelor corespunzătoare (tabelele nr. 5...37) obținute în laborator și pe teren (în poligon) precum și prin respectarea condițiilor din prezentul acord tehnic.

Betoanele simple și armate realizate cu CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (vrac) îndeplinesc cerințele de rezistență și stabilitate, în condițiile respectării prevederilor proiectului tehnic aferent fiecărei lucrări, ale standardelor SR EN 206+A2:2021 și SR EN 13670:2010, a normativelor NE 012-1/2022 și NE 012-2/2022 aplicabile privind condițiile de calitate pentru prepararea și producerea betonului cu ciment vrac, transportarea, turnarea, finisarea, tratarea, protecția, decofrarea, recepția, urmărirea în timp precum și a condițiilor din prezentul acord tehnic.

• **Securitate la incendiu:**

*-procedeul nu influențează această cerință
-la executarea lucrărilor din betoane simple și armate se va ține cont de cerințele reglementărilor specifice acestei cerințe*

• **Igienă, sănătate și mediu**

Materiile prime care intră în compoziția betonului nu conțin rebuturi toxice. Se vor respecta cu strictețe instrucțiunile din fișele cu date de securitate și tehnice ale produselor.

Cimentul CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (vrac) (indiferent de fabrica producătoare) deține

Fișa cu date de securitate cod FDS-02, în conformitate cu Regulamentul (CE) nr. 1907/ 2006 (REACH) și Regulamentul (CE) nr. 1272/ 2008, cu modificările și completările ulterioare.

Filerul de calcar deține Fișa cu date de securitate cod FDS-04, în conformitate cu Regulamentul (CE) nr. 1907/2006 (REACH) și Regulamentul (CE) nr. 1272/ 2008, cu modificările și completările ulterioare.

La prepararea betonului, transportul și executarea lucrărilor se respectă minim următoarele reglementări tehnice și legislative:

- Normativul C300/1994 de prevenire și stingere a incendiilor pe durata de execuție a lucrărilor de construcții și instalații aferente acestuia;

- Legea nr. 319/2006, cu modificările și completările ulterioare privind Legea securității și sănătății în muncă;

-Legea nr 17/2023 pentru aprobarea Ordonanței de urgență nr. 92/2021 privind regimul deșeurilor si Ordonanței nr. 2/2021 privind depozitarea deșeurilor.

Pe toată durata lucrărilor se vor respecta prevederile fișelor cu date de securitate întocmite în conformitate cu Regulamentul (CE) nr. 1907/ 2006 (REACH) și Regulamentul (CE) nr. 1272/ 2008, cu modificările și completările ulterioare, care conțin inclusiv considerații privind eliminarea deșeurilor. Eliminarea deșeurilor trebuie făcută în conformitate cu legislația locală și națională.

Cimentul comercializat la vrac , din toate fabricile (Tașca, Chișcădaga, Fieni) va avea cu până la 30% mai puține emisii de CO₂ față de valoarea emisiilor directe din 2020.

HEIDELBERG MATERIALS ROMÂNIA S.A. a transmis probe de ciment CEM II/B-M(S-LL) 42.5R din cadrul fiecărei fabrici (Tașca, Chișcădaga, Fieni) prelevate de pe fluxul de producere, către Institutul National

de Cercetare Dezvoltare pentru Fizica și Inginerie Nucleară "Horia Hulubei", în vederea determinării concentrației de activitate a radionuclizilor ($Bq \cdot kg^{-1}$), rezultatele fiind prezentate în următorul tabel:

Proba CEM II/B-M(S-LL) 42.5R	Concentrația elementelor U, Th și K		
	U ($mg \cdot kg^{-1}$)	Th ($mg \cdot kg^{-1}$)	K ($g \cdot kg^{-1}$)
Fabrica de ciment <u>TASCA</u> RI 013/30.07.2024	$3,0 \pm 0,3$	$4,9 \pm 0,4$	$5,8 \pm 0,6$
Fabrica de ciment <u>CHISCĂDAGA</u> RI 008/30.07.2024	$2,9 \pm 0,7$	$4,9 \pm 0,4$	$7,5 \pm 0,6$
Fabrica de ciment <u>FIENI</u> RI 010/30.07.2024	$3,1 \pm 0,3$	$5,1 \pm 0,4$	$6,2 \pm 0,7$
Concentrațiile masice U, Th și K s-au determinat din concentrațiile de activitate ale ^{238}U , ^{232}Th și ^{40}K în probele analizate. Relațiile de corespondență masă-activitate: 1 mg U corespunde $12,357 Bq^{238}U$ 1 mg Th corespunde $4,069 Bq^{232}Th$ 1 mg K corespunde $0,03166 Bq^{40}K$			

Valorile indicelui concentrației activității se încadrează în limita impusă ($< 1 Bq/kg$) pentru radiațiile gamma emise de materialele de construcții, prin Ordinul 752/2018 pentru aprobarea Normelor privind cerințele de baza de securitate radiologica, prezentate în următorul tabel:

Proba CEM II/B-M(S-LL) 42.5R	Indicele concentrației activității (Bq/kg)
Fabrica de ciment <u>TASCA</u>	0,27
Fabrica de ciment <u>CHISCĂDAGA</u>	0,31
Fabrica de ciment <u>FIENI</u>	0,28

• Siguranță și accesibilitate în exploatare

- Procedul prezintă siguranță în exploatare dacă este aplicat conform reglementărilor tehnice în vigoare și prevederilor proiectului de execuție specific fiecărui element precum și fiecărei lucrări în parte.

Toate componentele (materiile prime) care intră în compoziția betonului sunt certificate

Agreement Tehnic nr. 004-01/029-2024

ca produse iar echipamentele tehnologice sunt apte de utilizare, fiind posibilă din punct de vedere tehnic și legal folosirea lor în domeniul construcțiilor.

• Protecția împotriva zgomotului

- procedeul nu influențează această cerință.

• Economie de energie și izolare termică

- procedeul nu influențează această cerință.

• Utilizare sustenabilă a resurselor naturale

-procedeul influențează în mod benefic această cerință. Cimentul CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (vrac) conține componente principale (zgură de furnal, calcar) precum și componente auxiliare minore care înlocuiesc o parte din clincherul Portland, la a cărei fabricație se folosesc resurse naturale, în conformitate cu prevederile SR EN 197-1:2011.

2.2.2. Durabilitatea/fiabilitatea și întreținerea produsului

Pentru obținerea unei durabilități corespunzătoare a lucrărilor de construcții în care se folosesc betoane preparate cu ciment vrac CEM II/B-M(S-LL) 42.5R, trebuie îndeplinite prevederile tuturor reglementărilor tehnice aplicabile pentru producerea, punerea în operă, tratarea/protecția betonului și urmărirea acestuia în timp, pe durata de viață proiectată.

Asigurarea duratei de viață proiectată (de exploatare) a lucrărilor executate cu beton având în compoziție CEM II/B-M(S-LL) 42.5R depinde de următorii factori:

- stabilirea corectă a claselor de expunere aplicabile elementelor respective
- stabilirea corectă și respectarea valorilor limită reglementate la preparare, în special a raportului $A/C_{eficace}$
- calitatea produselor, materiilor prime și a materialelor utilizate pe șantier
- calitatea tehnologiei de preparare, a transportului și execuției (inclusiv

asigurarea grosimii minime a stratului de acoperire a armăturilor), a tratării și protecției betonului

- calitatea recepției și remedierea corespunzătoare a neconformităților constatate

- aplicarea la timp și de calitate a planurilor de inspecție și întreținere – pe durata de viață.

Durata de viață (de exploatare) se stabilește la proiectare. Durata de viață a structurilor din beton executate conform acestui procedeu este de maxim 50 de ani (categoriile 1, 2, 3 și 4 de durate de viață conform Eurocod 2).

2.2.3. Fabricația și controlul

Procedeu de preparare a betonului și de executare a lucrărilor din betoane simple și armate cu Cement Portland Compozit tip CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (vrac) se aplică în conformitate cu proiectele de execuție, caietele de sarcini, procedurile tehnice de execuție, standardele și normativele tehnice în vigoare, fiind documentat prin încercările de laborator și „in situ” (poligon) prezentate în acest acord tehnic respectiv documentația sa de referință.

Societatea **HEIDELBERG MATERIALS ROMÂNIA S.A.**, ca producător al cimentului Portland **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R**, are implementate următoarele sisteme:

- sistemul de management al calității, conform **SR EN ISO 9001**;
- sistemul de management de mediu, conform **SR EN ISO 14001**;
- sistemul de management al sănătății și securității în muncă, conform **SR ISO 45001**.

Cimentul CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (vrac) este produs în fabricile de ciment Tașca, Chișcădaga și Fieni care aparțin societății **HEIDELBERG MATERIALS ROMÂNIA S.A.**

Cimentul CEM II/B-M(S-LL) 42.5R este certificat în sistem I+ în conformitate cu **SR EN 197-1:2011**, de către Organismul de Certificare **AEROQ**, organism notificat în conformitate cu Regulamentul (UE) nr. 305/2011, care a emis Certificate de Constanță a Performanței pentru cimentul Portland Compozit **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R** conform **SR EN 197-1**, pentru fiecare fabrică de ciment, astfel:

- nr 1840-CPR-97/555/EC/0794-22/2023 **fabrica Tașca (Bicaz)**
- nr 1840-CPR-97/555/EC/0795-22/2023- **fabrica Chișcădaga (Deva)**
- nr 1840-CPR-97/555/EC/0798-22/2023- **fabrica Fieni.**

În cadrul laboratoarelor fabricilor de ciment aparținând **HEIDELBERG MATERIALS ROMÂNIA S.A.** se efectuează încercări pentru materii prime, semifabricate și produse finite, conform prevederilor „Planului de control pe flux”, specific fiecărei fabrici și se păstrează înregistrări privind încercările efectuate precum și rezultatele obținute. Pentru cimentul vrac **CEM II/ B-M (S-LL) 42,5 R** se efectuează încercări pentru toate caracteristicile prevăzute în standardul de produs **SR EN 197-1:2011** sau în alte standarde/reglementări relevante, la care se adaugă restricția compozițională privind dozajul de maxim 15% calcar, exclusiv ghipsul, cuprinsă în **NE 012/1:2022**.

Pentru fiecare lot de ciment **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R** fabricat, laboratorul fabricii emite un raport de încercare, care poate fi pus la dispoziția clientului, la solicitare.

Departamentul de Consultanță Tehnică a Clienților oferă consultanță tehnică privind utilizarea **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (vrac)** în conformitate cu acest acord tehnic și reglementările tehnice în vigoare, verifică (unde este cazul) caracteristicile tehnice ale

betonului conform normativelor aplicabile și proiectului de execuție și derulează încercări de durabilitate conform SR EN 206+A2:2021 respectiv NE 012-1:2022 în vederea documentării comportării în timp, a betoanelor, prin contracte de colaborare cu laboratoare autorizate.

2.2.3.1 Producerea betonului

Materiile prime utilizate la prepararea betoanelor sunt următoarele:

- ✓ Ciment CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (vrac), conform SR EN 197-1
- ✓ Agregate naturale de balastieră sau carieră sort 0/4, 4/8 și 8/16 conform SR EN 12620+A1 (nu se folosesc balastul natural sau sorturi de agregate recuperate, respectiv reciclate)
- ✓ Aditivi intens reducători de apă/superplastifianți precum și antrenori de aer (unde este cazul), conform SR EN 934-2+A1, respectând cu strictețe instrucțiunile producătorului;
- ✓ Aditiv modificator de vâscozitate în cazul betonului autocompactant, conform SR EN 934-2+A1, respectând cu strictețe instrucțiunile producătorului;
- ✓ Filer de calcar conform SR EN 13043 și SR EN 13043:2003/ AC:2004 (în cantitate limitată, doar în compoziția betonului autocompactant);
- ✓ Apă potabilă conform SR EN 1008. Nu se folosește apa reciclată sau recuperată;
- ✓ Fibre de oțel conform GP 075-2002 sau de polimer pentru armarea dispersă, conform SR EN 14889-1 (dacă este cazul);
- ✓ Pigmenți conform SR EN 12878 (dacă este cazul).

Depozitarea în stația de betoane a cimentului se face în silozuri individuale,

vizibil marcate cu tipul de ciment, bine hidroizolate, așa încât acesta să fie protejat împotriva umidității sau contaminării, fiind respectată conformitatea cu standardul SR EN 197-1:2011 și prezentul acord tehnic anterior utilizării. Cimentul CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (vrac) se utilizează doar în perioada de valabilitate, care este de 60 de zile de la data livrării menționată pe Avizul de Însoțire a Mărfii.

Pentru toate materialele (exclusiv apa) se solicită de la producători și se analizează instrucțiunile de utilizare precum și declarațiile de performanță, care se folosesc și se păstrează conform prevederilor în vigoare.

Se limitează conținutul în părți fine al agregatelor utilizabile după cum urmează:

-Nisipul 0/4mm va avea maxim 3% conținut în particule fine ($<0,063$ mm) fiind încadrabil în categoria „f₃” conform SR EN 12620+A1;

-Sorturile 4/8 și 8/16mm vor avea maxim 1,5% conținut în particule fine (argiloase/prăfoase) fiind încadrabile în categoria „f_{1,5}” conform SR EN 12620+A1.

În oricare moment după descărcarea din malaxor se pot efectua încercări de confirmare a raportului A/C_{eficace} și a dozajului de ciment pe betonul proaspăt, în conformitate cu prevederile SR CR 13902:2002.

Dozajele materialelor componente ale betonului diferă în funcție de clasa de rezistență a betonului, clasele de expunere, cerințele de durabilitate/ arhitecturale din proiect, precum și de condițiile meteorologice din perioada — producerii betoanelor simple și armate. Aceste dozaje se stabilesc într-un laborator autorizat funcție de materiile prime avute la dispoziție, fiind aplicabile SR EN 206+A2:2021 respectiv NE 012-1:2022

privind efectuarea încercărilor preliminarii (inițiale).

Utilizarea **CEM II/B-M(S-LL) 42,5R** în beton autocompactant, indiferent de clasa sa de rezistență la compresiune, va fi întotdeauna precedată de verificarea experimentală a unor compoziții preliminarii (inițiale) până la îndeplinirea termenului de 28 de zile, respectiv să fie stabilită cu certitudine clasa de rezistență la compresiune a acestuia.

Etapele principale ale preparării betonului sunt reglementate prin proceduri tehnice, elaborate de către producător, în funcție de sistemul propriu de calitate, certificat conform SR EN ISO 9001 (Manualul Calității), standardele și normativele aplicabile.

În compoziția betoanelor preparate cu **CEM II/B-M(S-LL) 42,5R** se folosesc obligatoriu aditivi conform prevederilor acestui acord, NE 012-1/2022 și SR EN 206+A2, respectându-se cu strictețe recomandările producătorilor din fișele tehnice ale produselor. În compoziția betoanelor preparate cu **CEM II/B-M(S-LL) 42,5R** nu se folosesc adaosuri de cenușă zburătoare (V), zgură măcinată (S) sau silice ultrafină (D). Este posibilă folosirea limitată cantitativ doar a filerului de calcar (ca produs certificat, standardizat) pentru betoane autocompactante sau, eventual, care devin aparente / decorative.

Betoanele preparate și puse în operă trebuie să respecte toate reglementările tehnice în vigoare, între care o relevanță deosebită o au NE 012-1/2022, NE 012-2/2022, SR EN 206+A2, SR EN 13670, NE 013/2002 și C16/1984.

Elementele/structurile pentru construcții unde se folosește beton preparat cu **CEM II/B-M(S-LL) 42,5R** (vrac) se execută în baza unui proiect de execuție (faza PT+DDE) care conține un plan de control,

calitate, verificări și încercări (PCCVT), verificat de către un vericator atestat MLPAT, de către societăți care au implementat, certificat și menținut un sistem de management al calității în conformitate cu SR EN ISO 9001, în conformitate cu prevederile NE 012/2:2022 (#12.1.2).

Calitatea betonului la preparare în stație va fi verificată în mod continuu de către un laborator de încercări autorizat, prin aplicarea prevederilor din SR EN 206+A2:2021 și NE 012-1/2022.

Cerințele și toleranțele echipamentului de dozare a materiilor prime vor respecta SR EN 206+A2:2021 și NE 012/1:2022. Echipamentele de laborator utilizate vor respecta toate prevederile standardelor și reglementărilor tehnice în vigoare, fiind verificate metrologic la data efectuării încercărilor.

Se va urmări permanent dozarea exactă a materialelor componente (ciment, agregate, filer de calcar, apă, aditivi etc.) și malaxarea omogenă a betonului în vederea asigurării stabilității compoziției betonului proaspăt (eliminarea riscului segregării sau mustirii în stare proaspătă) precum și a unei lucrabilități constante și suficiente punerii în operă.

2.2.3.2. Descrierea procedurii obișnuit de preparare a betonului pentru lucrări din betoane simple și armate cu ciment Portland compozit tip CEM II/B-M(S-LL) 42,5R (vrac)

Parametrii fluxului tehnologic de producere a betonului sunt stabiliți prin proceduri tehnice, elaborate de către producător, în funcție de sistemul propriu de calitate (Manualul Calității), caracteristicile stației și reglementările tehnice aplicabile. Întocmirea procedurii de preparare a șarjei betonului funcție de volumele amestecurilor preparate (capacitatea malaxorului stației) intră în sarcina producătorului de beton, cu

respectarea prevederilor legale, a propriului sistem al calității (Manualul Calității) implementat precum și a condițiilor din agreementul tehnic.

Depozitarea materialelor componente: Conform SR EN 206+A2:2021 (#9.6.2.1), materialele componente trebuie să fie depozitate astfel încât proprietățile lor să nu se modifice semnificativ, de exemplu, din cauza condițiilor climaterice, amestecării acestora sau a contaminării, astfel încât să fie menținută anterior utilizării conformitatea acestora cu standardul aplicabil. Compartimentele (silozurile, padocurile, recipientele etc.) de depozitare trebuie să fie clar și vizibil identificate pentru a se evita erori în aprovizionarea sau utilizarea materialelor componente. Este interzisă saturarea cu apă a sorturilor de agregate în padocuri, prin nedrenarea acesteia. Se vor respecta întocmai instrucțiunile furnizorilor de materiale componente.

Pentru toate materialele (exclusiv apa) se solicită de la producători, se obțin și se analizează instrucțiunile de utilizare precum și declarațiile de performanță, care se folosesc și se păstrează conform prevederilor în vigoare.

Se va urmări permanent dozarea exactă a materialelor componente (ciment, agregate, filer de calcar, apă, aditivi etc.) și malaxarea omogenă și suficientă a betonului în vederea asigurării stabilității compoziției betonului proaspăt (eliminarea riscului segregării sau mustirii în stare proaspătă) precum și a unei lucrabilități constante și suficiente punerii în operă.

Prepararea betonului: Prepararea (producerea) betonului se face în conformitate cu procedura de preparare a fiecărui producător, adaptată echipamentelor tehnologice folosite și parte a Manualului Calității implementat,

verificat și funcțional în stația de betoane în care se folosește **CEM II/B-M(S-LL) 42,5R**.

Etape aplicabile la prepararea și transportul (șarjei) betonului: O șarjă de beton conține mai multe amestecuri. Principalele etape care se aplică la prepararea și transportul (șarjei) betonului sunt:

- ✓ Dozarea exactă a componentelor, corespunzător clasei de beton comandate, pe amestecuri
- ✓ Prepararea amestecurilor de beton respectând cu strictețe raportul $A/C_{eficace}$ prescris (pentru fiecare amestec)
- ✓ Descărcarea amestecurilor din malaxorul stației și transportul șarjei la locul de punere în operă cu un camion automalaxor.

Se vor respecta cu strictețe instrucțiunile tehnice de utilizare ale instalației de malaxare, ale dozatoarelor și restului de echipamente aferente stației, precum și ale oricăror echipamente complexe tehnologic, inclusiv de laborator.

Faze tehnologice de producere a betonului (o șarjă de beton are unul sau mai multe amestecuri):

- Încărcarea (din padocuri) a buncărelor metalice cu sorturile necesare de agregate;
- Comandarea deschiderii dozatoarelor (descărcarea controlată, pe rând, a dozatoarelor sorturilor de agregate din buncărele metalice pe banda-cântar situată sub acestea);
- Cântărirea pe banda-cântar a sorturilor (acestea sunt ulterior deversate în buncărul skip-ului care le descarcă în malaxor);
- Extragerea cu schnek-ul („melcul”) de ciment (și filer în cazul betonului autocompactant) din silozul aferent.

Fiecare din acestea se cântărește și se descarcă în malaxor;

- *Dozarea controlată a unei părți din apa de amestecare, urmată de deversarea în malaxor;*
- *Inițierea malaxării, cu respectarea timpului minim de malaxare procedurat pentru această etapă;*
- *Dozarea controlată a aditivului/ aditivilor în cea de a doua parte a apei de amestecare, apoi deversarea acesteia în malaxor. Se continuă malaxarea urmărindu-se nedepășirea valorilor limită prestabilite și înscrierea în performanțele betonului conform comenzii. Dozarea aditivului/ aditivilor se va face în întregime în compoziția de beton, conform rețetei de preparare;*
- *Oprirea malaxării, efectuarea unor verificări vizuale rapide dpdv. compozițional (dozajul de ciment, raportul A/C) și descărcarea amestecului în camionul automalaxor.*

Ordinea de descărcare a materialelor componente în malaxor este agregate, adaos de filer (unde este cazul), ciment, apă + aditiv(i). Aditivii se adaugă direct în a doua parte a apei de adaos, nefiind acceptabilă adăugarea în amestecul uscat sau în prima parte a apei de adaos. Tipurile diferite de aditivi vor avea pompe separate, evitându-se contactul lor direct, prin aceeași instalație de dozare, cu alte substanțe chimice. În cazul utilizării combinației de aditiv de plastifiere și antrenare a aerului, se adaugă întâi aditivul antrenor de aer în compoziție. Durata de malaxare va fi de minim 60 secunde de la introducerea ultimului aditiv în amestec.

După dozarea tuturor componentelor betonului, acestea sunt omogenizate în malaxor respectând timpul minim reglementat de amestecare forțată.

Amestecul este descărcat în mijlocul de transport, completat cu alte amestecuri (după caz) și livrată beneficiarului sub formă de șarjă, în mijloace de transport specializate și cu toate documentele însoțitoare prevăzute de legislația aplicabilă.

Dozarea componentelor betonului se face exclusiv folosind cântare (instalații) verificate metrologic, având buletinele de verificare în termenul de valabilitate. Pentru efectuarea unor corecții privind conținutul de apă eficace adăugat în compoziția betonului funcție de umiditatea agregatelor, stația necesită senzori funcționali de determinare a acestui parametru.

Intră în responsabilitatea fiecărui producător de betoane îndeplinirea tuturor operațiunilor și procedurilor intern reglementate prin Manualul Calității atât pentru pregătirea stației în vederea preparării curente a betonului cât și pentru o staționare mai îndelungată (la sfârșitul zilei de lucru, peste week-end), în conformitate cu cartea tehnică a echipamentelor și reglementările tehnice în vigoare.

La producerea betonului se va acorda întotdeauna o atenție deosebită respectării dozajului minim de ciment și raportului A/C_{eficace} pentru fiecare amestec și șarjă (pe ansamblul său), respectiv asigurării duratei minime de malaxare după introducerea ultimului component. Se recomandă o verificare rapidă a raportului A/C_{eficace} în corelație cu consistența dorită, înainte de descărcarea în camionul automalaxor a oricărui amestec.

Important! Consistența comandată a betonului se referă la consistența acestuia la locul de punere în operă și nu la preparare („pe stație”). Conform NE 012/1:2022, la # 7.3.2.4., producătorul de beton stabilește consistența (clasa de consistență, timpul de

răspândire etc.) 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 obțină consistența comandată de constructor.

Intră în responsabilitatea producătorului de beton să stabilească proporția componentelor pentru diferite amestecuri (funcție de capacitatea malaxorului stației) precum și numărul de amestecuri pentru o șarjă de beton anume. Se respectă întotdeauna ordinea de introducere în malaxor a componentelor betonului pentru fiecare amestec preparat precum și timpul minim, reglementat, de malaxare urmărindu-se obținerea unui beton omogen compozițional, fără risc de mustire a apei, de segregare la punerea în operă sau de imposibilitate/dificultate a pompării, urmare a vâscozității excesive a betonului. Transportul betonului se va face cu autobetoniere curate pe interior, cu malaxare continuă (autoagitatoare).

Prepararea betonului pe timp friguros/călduros: În situații de preparare a betonului la temperaturi scăzute sau pe timp foarte călduros este utilă înregistrarea continuă a temperaturii betonului proaspăt care trebuie să rămână în intervalul +5...30°C după preparare și până la punerea în operă. Dacă temperatura betonului – confirmată prin măsurători și în oricare sens - depășește intervalul +5...30°C, se întrerup lucrările de preparare (respectiv utilizare) a betonului, anunțându-se în prealabil utilizatorul (în scris și cu suficient timp înainte, anticipându-se evoluția meteorologică).

Pentru producătorul de beton colaborarea cu utilizatorul betonului este foarte importantă, pentru a face (dacă este cazul, operativ) ajustările compoziționale necesare satisfacerii cerințelor comandate, în

principal a consistenței, la locul de punere în operă, funcție de durata de transport, condițiile meteo etc.

Betonul preparat este un beton cu proprietăți specificate, produs prin dozare de precizie ridicată, gata de utilizare în elemente/structuri. **CEM II/B-M(S-LL) 42,5R** (vrac) nu se folosește la prepararea betoanelor precomprimate sau a celor cu adaosuri, cu excepția filerului de calcar pe post de adaos corector de parte fină, cu impact asupra nuanței betonului aparent.

Alegerea materiilor prime (selectarea materialelor componente)

Pentru prepararea betonului sunt necesare următoarele materii prime, aprovizionate în cantități suficiente pentru obținerea volumelor avute în vedere o perioadă relevantă de timp:

- Ciment tip Portland compozit **CEM II/B-M(S-LL) 42,5R** (vrac), produs conform **SR EN 197-1:2011**, aflat în perioada de valabilitate;
- Aditiv/aditivi conform **SR EN 934-2+A1:2012** (folositi conform instructiunilor producătorilor), în termenul de valabilitate. Conform **NE 012/1:2022** (#5.2.6.5.) toate betoanele se prepara cu aditivi;
- Agregate cu densitate normală, de balastieră sau carieră, exclusiv naturale, conform **SR EN 12620+A1:2008** din clasele granulometrice 0-4, 4-8 și 8-16mm. În compozițiile de beton preparate în baza acestui agreement tehnic nu se folosesc balasturi naturale sau diferite sorturi de agregate recuperate/reciclate;
- Filer de calcar, produs conform **SR EN 13043** (în cantitate strict limitată, doar în compoziția betonului autocompactant, pe post de adaos corector de parte fină);

- Apa potabilă, din rețeaua de alimentare publică sau conform **SR EN 1008**;
- Fibre de otel sau polimer pentru armarea dispersă, conform **SR EN 14889-1, 2** (dacă este cazul). Dozajul, dimensiunea și tipul fibrei folosite se stabilesc de către proiectant și se adaugă împreună cu agregatele;
- Pigmenți, conform **SR EN 12878** etc. (dacă este cazul), folosiți în conformitate cu cerințele arhitecturale ale proiectului de execuție, pe baza de caiet de sarcini (procedura de utilizare) specifică.

În betonul autocompactant cu compoziție prescrisă preparat cu **CEM II/B-M(S-LL) 42,5R** se poate folosi exclusiv un adaos de Tip I - respectiv filer de calcar conform **SR EN 13043** - necesar pentru a efectua corecția de parte fină, unde este cazul, în vederea atingerii parametrilor specifici și/sau îndeplinirii unor criterii estetice pentru betonul aparent/decorativ. Utilizarea filerului de calcar în betonul autocompactant se face doar pe baza unor încercări initiale, ponderea limitându-se cantitativ conform reglementarilor tehnice în vigoare și fără ca aceasta utilizare să conducă la diminuarea dozajului de ciment impus de reglementari sau stabilit în cadrul încercărilor initiale.

Descrierea sumară a echipamentelor tehnologice pentru prepararea betonului

În principiu, o stație de betoane are următoarele echipamente tehnologice și dotări:

- Cântar(e) pentru verificări cantitative (în unități de masă) la aprovizionarea materiilor prime;
- Dispozitive de prelevare a materiilor prime, la aprovizionare;
- Siloz/silozuri pentru păstrarea cimentului și eventual a filerului de calcar;

- Padocuri pentru păstrarea sorturilor de agregate;
- Sisteme de benzi transportoare și de dozatoare;
- Instalație de aprovizionare, păstrare și dozare a apei și aditivului/aditivilor;
- Malaxoare (de diferite tipuri și capacități) pentru prepararea betonului;
- Cabină/calculator de comandă.

Producătorul asigură dotarea locului de preparare a betonului cu echipamentele necesare prelevării și testării materiilor prime, a betonului proaspăt și întărit de către personal instruit - apt profesional - în laboratoare având dotarea corespunzătoare. Întotdeauna, transportul probelor de la locul de preparare (sau punere în opera, unde este cazul) la laborator se face cu respectarea cerințelor reglementarilor tehnice în vigoare.

Verificarea betonului la prepararea în stație

La prepararea betonului, după terminarea malaxării, se încep seriile de prelevări și determinări într-un laborator autorizat, asupra betonului proaspăt, respectându-se standardul de eșantionare **SR EN 12350-1** și planul de eșantionare reglementat, efectuându-se următoarele încercări:

a) Încercări pe beton proaspăt

- Încadrarea în clase de consistență, conform **SR EN 12350-2**, 4, 5, 8 (se alege determinarea conform proiectului și comenzii de beton)
- Determinarea densității betonului, conform **SR EN 12350-6**
- Determinarea conținutului de aer, conform **SR EN 12350-7** (unde este cazul)
- Încadrarea în clase de proprietăți suplimentare pentru betoanele autocompactante, conform **SR EN 12350-8**, 9, 10, 11, 12 (se alege determinarea conform proiectului și comenzii de beton)

- *Determinări ale dozajului de ciment și raportului A/C_{efectiv} conform SR CR 13902:2002 (dacă este cazul)*
b) *Încercări pe beton întărit*
- *Determinarea rezistenței la compresiune la 2, 7, 28 și 56 zile, pe cuburi, conform SR EN 12390-3:2019. Valorile rezistenței la compresiune obținute la termenele de 2, 7 și 56 de zile sunt informative. Se recomandă efectuarea încercării de rezistență la compresiune la 2 zile*
- *Densitatea betonului conform SR EN 12390-7 și SR EN 12390-7:2019/AC:2021*
- *Adâncimea de pătrundere a apei sub presiune conform SR EN 12390-8:2019 (dacă este cazul)*
- *Rezistența la îngheț-dezgheț conform SR CEN/TS 12390-9:2017 și SR 3518:2009 (dacă este cazul)*

Alte încercări necesare asupra betonului proaspăt și întărit pot proveni din prevederile proiectului de execuție sau alte necesități tehnologice, stabilite pe șantier.

Durata de transport a betonului:

Transportul betonului către locul de punere în operă nu va depăși 45 minute ca durată de transport pentru beton uzual și 30 minute pentru betonul autocompactant. Este interzisă adăugarea de apă în beton, după descărcarea din malaxorul stației, pe timpul transportului sau la punerea în operă.

2.2.3.3 Execuția lucrărilor din betoane simple și armate cu Ciment Portland Compozit tip CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (vrac)

Procedeul tehnic de execuție a lucrărilor din betoane simple și armate cu Ciment Portland Compozit tip CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (vrac) cuprinde etapele descrise în NE 012-2/2022, SR EN 13670:2010 și condițiile din prezentul acord tehnic.

La punerea în operă a betonului se aplică prevederile din: NE 012-1/2022, NE 012-2/2022, SR EN 13670:2010, SR EN 206+A2/2021, C16/1984, NE 013/2002, GP 115/2011 precum și alte reglementări tehnice în vigoare la data utilizării. Procedeul se poate folosi la executarea elementelor / structurilor din beton simplu și armat care se încadrează în toate cele trei clase de execuție (1, 2 și 3) definite în NE 012-2/2022 (#5.3.3).

Principalele etape care se aplică la executarea lucrărilor din beton sunt:

- ✓ *Pregătirea cofrajelor anterior turnării, cu utilizarea unor agenți de decofrare*
- ✓ *Verificarea și recepția betonului pe șantier, anterior punerii în operă*
- ✓ *Menținerea actualizată a documentelor de recepție, a condiții de betoane, a documentației specifice șantierului etc. conform reglementărilor tehnice în vigoare*
- ✓ *Punerea în operă a betonului. Descărcarea betonului proaspăt se face direct în element sau în pompe staționare, apte tehnic să preia și să transporte betonul către locul de punere în operă fără a produce segregarea sau separarea apei (mustirea). Turnarea betonului se face în mod continuu, cu respectarea lucrărilor pregătitoare, a rosturilor de turnare precum și a măsurilor necesar a fi luate la întreruperea turnării. Betonul obișnuit se pune în operă întotdeauna prin vibrare, cu echipamente adecvate. Vibrarea betonului autocompactant va fi evitată pentru a nu provoca o segregare semnificativă a agregatelor groșiere.*
- ✓ *Finisarea suprafeței betonului*
- ✓ *Tratarea și protecția betonului, după turnare.*

Tratarea betonului presupune luarea pe șantier a unor măsuri adecvate imediat cum este posibil după turnare și finisare iar protecția presupune menținerea și eventual completarea respectivelor măsuri de tratare, stabilite pentru o perioadă suficientă de timp. Se va urmări împiedicarea eficientă a evaporării accelerate a apei de consistență din beton, a înghețului prematur precum și a contaminării cu substanțe dăunătoare.

✓ **Decofrarea betonului.**

Elementele structurale pot fi decofrate doar în cazul în care betonul are o rezistență suficientă pentru a putea prelua, integral sau parțial, după caz, solicitările pentru care acestea au fost proiectate.

Stabilirea termenului de decofrare funcție de nivelul atins de rezistența la compresiune se face pe părți de obiect, în conformitate cu prevederile NE 012/2:2022. Stabilirea rezistențelor la care au ajuns părțile de construcție, în vederea decofrării, se face prin încercarea distructivă a epruvetelor de control „LPO”, confecționate special în acest scop și păstrate pe șantier în condiții similare elementelor în cauză. În cazurile în care există dubii în legătură cu aceste rezultate, se recomandă încercări nedistructive asupra betonului din structură.

Cu condiția respectării reglementărilor tehnice în vigoare și a exigențelor agreementului tehnic, se recomandă valorile stabilite de #F.2.7. din NE 012/2:2022 ale rezistenței la compresiune la care betonul preparat cu **CEM II/B-M(S-LL) 42,5R** (vrac) se poate decofra, pentru compoziții cu mai mult de 350Kg ciment / m³ și raport $A/C_{eficace}$ maxim reglementat. Îndepărtarea popilor de siguranță se

face la termenele minime stabilite în proiect, conform prevederilor NE 012/2:2022.

Decofrarea se face astfel încât să se evite preluarea bruscă a încărcărilor de către elementele care se decofrează, precum și ruperea muchiilor betonului, degradarea materialului cofrajului respectiv a susținerii acestuia. Pentru betonul expus în clasele de expunere XD1 și XS1 se vor sigila toate fisurile vizibile la suprafața betonului, după decofrare, indiferent de deschiderea acestora.

Elementele/structurile din beton preparat cu ciment **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R** (vrac) se vor executa numai pe bază de proiect elaborat de către o unitate de proiectare specializată și verificat de către specialiști verficatori de proiecte atestați.

Pe șantier este necesară activitatea dirigintei de șantier precum și a responsabilului tehnic cu execuția, conform prevederilor legale în vigoare.

Grosimea stratului de acoperire cu beton a armăturilor se stabilește în conformitate cu prevederile reglementărilor tehnice în vigoare în vederea asigurării duratei de viață a elementelor/construcțiilor și se verifică posibilitatea respectării pe șantier, în cadrul unei faze determinante.

2.3. Condiții impuse procedurii agreementat

2.3.1. Catalogul de compoziții al stației („nomenclatorul“)

Betonul preparat cu ciment **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R** (vrac) este un beton cu proprietăți specificate și nu un beton cu compoziție prescrisă sau cu compoziție prescrisă printr-un standard.

Clasele/tipurile de betoane posibil a fi livrate din stație se regăsesc în catalogul de compoziții de beton al producătorului („nomenclatorul“), document cerut de NE

012/1:2022 (#7.2.2.) și public afișat în cabina de comandă.

Rapoartele A/C prezentate în acest procedeu se raportează la valori maxime (peste care nu se va trece în practica curentă), dozajul de apă luat în considerare fiind cel de apă eficientă (adică diferența dintre cantitatea totală de apă conținută în betonul proaspăt și cantitatea de apă absorbită de agregate, așa cum este definită aceasta în SR EN 206+A2).

În cazul utilizării cimentului **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R** (vrac) în compoziția betonului bazinelor de retenție a lichidelor se va folosi clasa minimă de rezistență C30/37, cu $A/C_{eficientă}$ sub 0.44, împreună cu aplicarea unor măsuri specializate, suplimentare, de peliculizare/etanșare pe suprafața expusă presiunii apei.

Betonul preparat cu **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R** (vrac) nu se utilizează la construirea de piscine și lucrări similare, adică acolo unde se produce contactul acestuia cu apa încărcată cu cloruri sub presiune hidrostatică.

Rețetele de beton se proiectează și se verifică din punctul de vedere al conformității pe baza cerințelor din proiectul tehnic și prevederilor din reglementările tehnice în vigoare (NE 012-1/2022 și SR EN 206+A2). Verificarea conformității betonului la recepția pe șantier se face în conformitate cu prevederile NE 012-2/2022 și SR EN 13670:2010.

Lucrările din betoane simple și armate cu Ciment Portland Compozit tip **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R** (vrac) se proiectează pe baza prevederilor din reglementările tehnice și standardele în vigoare, dintre care se pot enumera:

- NE 012-1:2022 Cod de practică pentru executarea lucrărilor din beton, beton armat

și beton precomprimat. Partea 1: Producerea betonului

- NE 012/2:2022 Normativ pentru producerea betonului și executarea lucrărilor din beton, beton armat, beton precomprimat - Partea 2: Executarea lucrărilor din beton

- SR EN 1990:2004 – **Eurocod 0** - Bazele proiectării structurilor și anexa sa națională SR EN 1990:2004/NA:2006

- SR EN 1992-1-1:2004 + SR EN 1992-1-1:2004/NB:2008 - **Eurocod 2** și anexa națională: Proiectarea structurilor de beton. Partea 1-1: Reguli generale și reguli pentru clădiri

- SR EN 1998-1:2004 + SR EN 1998-1:2004/NB:2008 - **Eurocod 8** și anexa națională: Proiectarea structurilor pentru rezistența la cutremur. Partea 1: Reguli generale, acțiuni seismice și reguli pentru clădiri.

- P100-1/2013: Codul de proiectare seismică - Partea I – Prevederi de proiectare pentru clădiri

- Reglementări tehnice specifice tipului de structură (CR 2-1-1.1-2005: Codul de proiectare a construcțiilor cu pereți structurali de beton armat, NP 007-1997 Cod de proiectare pentru structuri în cadre din beton armat etc.) și altele.

Conform reglementărilor tehnice în vigoare, proiectul va conține prevederi minim referitoare la:

- clasa minimă de rezistență la compresie a betonului, raportul maxim $A/C_{eficientă}$, dozajul minim de ciment, clasa de tasare, clasa de răspândire, diametrul maxim al granulei de agregat etc. precum și clasa de expunere sau o combinație de clase de expunere pentru fiecare element

- condiții suplimentare (dacă sunt relevante) pentru conținut de aer antrenat, grad de impermeabilitate, grad de gelivitate, dozaj de fibre etc. Dozajul, dimensiunea și

tipul fibrei se stabilesc de către proiectant, cu respectarea reglementărilor și acordurilor tehnice aplicabile. Introducerea fibrelor în beton se face doar cu acordul producătorului acestuia, la prepararea betonului sau pe șantier, printr-o procedură de lucru care să asigure uniformitatea distribuției în volumul de beton.

- condiții suplimentare față de cele din reglementările menționate privind aspectul suprafeței de beton aparent, șlefuirea mecanizată, peliculizarea, utilizarea unor pigmenți etc.

Dozajul, concentrația și tipul pigmentului se stabilesc de către arhitect și proiectant, cu respectarea reglementărilor, acordurilor tehnice aplicabile și a încercărilor preliminare privind aspectul betonului aparent și decorativ. Introducerea pigmentilor în beton se face doar cu acordul producătorului acestuia, printr-o procedură de lucru care să asigure uniformitatea distribuției în volumul de beton și omogenitatea culorii / aspectului.

2.3.2. Condiții de fabricare (producere a betonului)

Intervalul de clase de rezistență posibil a fi obținute acoperă marea majoritate a necesităților uzuale ale unui producător de beton care livrează pentru turnare în elemente monolite (către șantier) sau pentru elemente prefabricate. Clasa de beton C40/50 nu reprezintă o limitare superioară privind clasele de beton posibil a fi obținute.

Firma **HEIDELBERG MATERIALS ROMÂNIA S.A.** este responsabilă de menținerea performanțelor declarate în prezentul acord precum și la certificare pentru cimentul **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R** (vrac), produs în cele trei fabrici.

Rețetele de beton se proiectează pe baza cerințelor din documentația de execuție și a

prevederilor din reglementările tehnice aplicabile, în vigoare.

Betonul trebuie produs în conformitate cu cerințele **NE 012-1/2022, SR EN 206+A2** și condițiile din prezentul acord. Selecția materialelor componente și stabilirea compoziției betonului proiectat se face de către producătorul lucrărilor din betoane simple și armate, pe baza rețetelor de laborator stabilite și verificate de un laborator autorizat de către ISC.

La producerea betoanelor, producătorul va deține - pentru toate materialele componente utilizate - certificatele și declarațiile de performanță precum și oricare alte documente care atestă calitatea acestora (rapoarte de încercări eliberate de laboratoare autorizate, verificări în laboratoarele proprii etc.), conform prevederilor din normativele în vigoare și planului intern de control.

Dozajele efective ale materialelor componente utilizate la prepararea betoanelor se vor stabili pe bază de încercări, de către laboratoare specializate, autorizate.

Producătorul betoanelor cu ciment **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R** (vrac) este responsabil de asigurarea condițiilor de preparare în vederea respectării reglementărilor în vigoare și a condițiilor din proiect.

Conformitatea betonului preparat se verifică prin respectarea frecvenței de eșantionare și aplicarea criteriilor de conformitate reglementate de către **SR EN 206+A2:2021** și a **NE 012/1:2022**. Determinările de rezistență la compresiune la 2 zile au o valoare informativă, valorile putând fi comunicate utilizatorului betonului, la cerere.

2.3.3 Condiții de punere în operă

Executantul lucrărilor din betoane simple și armate cu ciment **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R** (utilizatorul betonului) trebuie să

poată face dovada la data efectuării lucrărilor că are implementat și certificat sistemul de management al calității conform **SR EN ISO 9001**, în baza unui certificat emis de un organism de certificare.

CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (vrac) nu se utilizează la prepararea betoanelor precomprimate însă se poate utiliza la prepararea betoanelor turnate sub apă sau pulverizate pe suprafețe verticale prin torcretare, cu respectarea reglementărilor tehnice aplicabile (**SR EN 14478-2** și **NE 012/2:2022**).

Controlul conformității betonului se face și la locul de punere în operă (pe șantier), pentru fiecare clasă de rezistență la compresiune/întindere precum și parte de obiect turnată, conform reglementărilor tehnice în vigoare.

Conformitatea betonului la locul de punere în operă se verifică prin respectarea frecvenței de eșantionare și aplicarea criteriilor de conformitate reglementate de către **NE 012/2:2022** (la #12.5.3.).

Verificarea conformității (calității) betonului pus în operă nu se face pe probele prelevate pentru verificarea evoluției rezistenței la compresiune la locul de punere în operă („LPO”), acestea fiind utile doar pentru stabilirea termenului de decofrare.

Anterior primei recepții a betonului se pregătesc din timp toate tiparele pentru prelevarea acestuia de la locul de punere în operă, pentru verificarea conformității, precum și pentru asigurarea probelor „LPO” (care rămân pe șantier) din ziua respectivă. Se asigură atât la producător cât și la utilizatorul betonului (pe șantier) modul de arhivare a documentelor - comanda pentru beton, bonul de livrare/avizul de însoțire a mărfii etc.

Conform **NE 012/2022** în cazul betonului cu proprietăți specificate (comandat în stație) valorile limită se specifică în termeni de

valori minime sau maxime, prezentate în tabelele nr 1, 2, 3 și 4.

La turnarea betonului realizat cu cimentul **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (vrac)**, se vor respecta prevederile din procedurile de execuție ale producătorului, elaborate pe baza prevederilor din reglementările tehnice aplicabile, standardele de produs și caietele de sarcini aparținând proiectului.

Executantul lucrării (utilizatorul betonului) trebuie să ia toate măsurile necesare pe șantier așa încât comanda, transportul, recepția, punerea în operă, tratarea, protecția și decofrarea betonului preparat cu **CEM II/B-M(S-LL) 42,5R (vrac)** să se facă fără sincope, în conformitate cu prevederile proiectului de execuție (PT + DDE), respectând tehnologia de execuție stabilită și reglementările tehnice în vigoare. Se vor respecta operațiunile preliminare executării lucrărilor de betonare obișnuită care sunt descrise la #8.2. din **NE 012/2:2022**.

Înainte de trecerea la executarea lucrărilor se va verifica prezența în proiectul / specificația de execuție a informațiilor incluse în Tabelul AII.1 din **NE 012/2:2022**, o atenție deosebită trebuind acordată secțiunii de execuție a lucrărilor cu elemente prefabricate.

Executantul lucrării va aduce la cunostința proiectantului eventuala lipsă din proiect a Planului de Control Calitate, Verificări și Încercări („PCCVI”) și va întreprinde toate măsurile necesare pentru ca valoarea grosimii stratului de acoperire să fie stabilită de către proiectant și aplicată, ca atare, în cadrul lucrărilor. Pe șantier - înainte de comandarea betonului - se va acorda o importanță deosebită acestei verificări, rezultatele necorespunzătoare conducând la măsuri imediate de corecție iar cele corespunzătoare consemnându-se

într-un proces verbal de lucrări care devin ascunse.

Grosimea stratului de acoperire cu beton a armăturilor: Grosimea stratului de acoperire cu beton a armăturilor se stabilește în conformitate cu prevederile reglementărilor tehnice în vigoare în vederea asigurării duratei de viață a elementelor/construcțiilor și se verifică posibilitatea respectării pe șantier, în cadrul unei faze determinante. Aceasta cerință este esențială pentru asigurarea duratei de viață proiectate a elementelor/construcțiilor.

Pe timp friguros sau canicular se monitorizează temperatura betonului livrat și pus în operă, urmărindu-se respectarea reglementărilor tehnice în vigoare cu privire la temperatura betonului care trebuie să fie între 5 și 30°C. Pe șantier se va reduce la minim timpul de așteptare anterior pompării/ descărcării, în special pe timp friguros și canicular.

Cu suficient timp înainte de livrarea primei șarje de beton, obligatoriu, se face aprovizionarea șantierului cu produse de protecție a suprafeței betonului proaspăt contra evaporării apei respectiv de prevenire a înghețului, așa cum sunt saltele, rogojini, folii de polietilenă etc., pentru turnările pe timp friguros. Acolo unde se impune se dotează șantierul cu tumuri de aer cald pentru a asigura condițiile optime de întărire a betonului pe timp friguros, în conformitate cu prevederile reglementărilor tehnice în vigoare. Conținutul cadru al comenzii pentru beton va respecta Anexa L din NE 01/2:2022.

La turnarea betonului (uzual și autocompactant) preparat cu CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (vrac) se vor respecta următoarele reguli:

a) Cofrajele, betonul vechi sau zidăriile existente (care vor intra în contact cu betonul proaspăt) se udă cu apă atât cu

2..3 ore înainte cât și imediat înainte de turnarea betonului însă apa rămasă în denivelări trebuie să fie înlăturată.

- b) Înălțimea de cădere a betonului obișnuit va fi mai redusă de 1,0 m în cazul turnării tuturor elementelor iar în cazul betonului autocompactant va fi mai redusă de 50 cm.
- c) Se asigură răspândirea uniformă a betonului în lungul elementului, urmărindu-se realizarea de straturi orizontale de maxim 40 cm înălțime. Turnarea noului strat se face înainte de începerea prizei betonului turnat anterior
- d) Nu este permisă ciocănirea/lovirea sau scuturarea armăturii în timpul betonării și nici așezarea pe armături a vibratorului
- e) Se asigură respectarea strictă a grosimii acoperirii armăturii cu beton, în conformitate cu prevederile proiectului și ale reglementărilor în vigoare. Se verifică existența unui număr suficient, reglementat, de distanțieri
- f) Se urmărește umplerea completă a secțiunii în zonele cu armături dese.
- g) Se interzice circulația pe armături sau pe zonele cu beton proaspăt de către lucrători și mijloacele de transport
- h) Turnarea betonului se face continuu, până la rosturile de lucru prevăzute în proiect sau în procedura de executare a lucrărilor
- i) Durata maximă admisă a întreruperilor de turnare nu va depăși timpul de începere a prizei betonului. În lipsa unor determinări de laborator, aceasta se consideră maxim 1 oră de la punerea în operă a betonului cu CEM II/B-M(S-LL) 42.5R.
- j) Reluarea turnării, în cazul unei întreruperi de turnare mai mare de o

oră, se face numai după pregătirea suprafețelor rosturilor.

La turnarea betonului obișnuit în elemente verticale (stâlpi, diafragme, pereți) se vor respecta următoarele prevederi suplimentare:

- În cazul elementelor cu înălțimea de maxim 3,0 m, dacă vibrarea betonului nu este stârnjenită de grosimea redusă a elementului sau de desimea armăturilor, se admite cofrarea tuturor fețelor pe întreaga înălțime și turnarea pe la partea superioară a elementului.
- În cazul în care se întrevăd dificultăți la compactarea betonului precum și în cazul elementelor cu înălțime mai mare de 3,0 m se adoptă una din soluțiile:
 - cofrarea unei fețe pe maxim 1.0 m înălțime și completarea cofrajului pe măsura turnării
 - turnarea și compactarea prin ferestrele laterale
- în cazul pereților de recipienti, cofrajul se montează pe una din fețe pe întreaga înălțime, iar pe cealaltă față, pe înălțimea de maxim 1.0 m, completându-se cu cofraj pe măsura turnării
- primul strat de beton are o consistență la limita maximă admisă prin procedura de executare a lucrărilor și nu va depăși grosimea de 30 cm
- nu se admit rosturi de lucru înclinate rezultate din curgerea liberă a betonului.

La turnarea betonului în grinzi și plăci se vor respecta următoarele prevederi suplimentare:

- turnarea grinzilor și a plăcilor începe după 1...2 ore de la terminarea turnării stâlpilor sau pereților pe care reazemă, dacă procedura de execuție a lucrărilor nu conține alte precizări
- grinziile și plăcile care sunt în legătură se toarnă, de regulă, în același timp; se admite crearea unui

rost de lucru de 1/5...1/3 din deschiderea plăcii și turnarea ulterioară a acesteia

- la turnarea plăcii se folosesc repere dispuse la distanțe de maxim 2.0 m pentru a asigura respectarea grosimii prevazute în proiect.

Protejarea betonului împotriva temperaturilor ridicate: În timpul perioadei de timp călduros, când temperatura depășește 30 °C, se vor lua măsuri suplimentare de protecție pentru menținerea proprietăților betonului proaspăt la turnare sau în timpul perioadei de întărire, în vederea prevenirii pierderii accelerate a apei de consistență, aplicându-se prevederile NE 012/1-2022 și NE 012/2-2022. Temperatura betonului la punerea în operă nu va depăși +30°C.

Protejarea betonului împotriva temperaturilor scăzute: În cazul temperaturilor scăzute, sub +5 °C, se vor lua măsuri suplimentare de protecție pentru a conserva căldura de hidratare degajată în timpul întăririi betonului și pentru a evita fisurarea din diferențele mari de temperatură între element și mediul înconjurător, aplicându-se prevederile NE 012/1-2022 și NE 012/2-2022, respectiv C16/1984. Temperatura betonului la punerea în operă nu va scădea sub +5°C.

Decofrarea. Cu condiția respectării reglementărilor tehnice în vigoare se recomandă următoarele valori ale rezistenței la compresiune la care betonul preparat cu **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R** (vrac) se poate decofra:

- Părțile laterale ale cofrajelor se pot îndepărta după ce betonul a atins o rezistență la compresiune de minim 2.5 N/mm², astfel încât să nu fie deteriorate fețele și muchiile elementelor
- Cofrajele fețelor interioare la plăci și grinzi se pot îndepărta, menținând sau

remontând popii de siguranță, numai în condițiile în care rezistența la compresiune a betonului a atins, față de clasă, următoarele procente:

- 70% pentru elemente cu deschidere de maxim 6.0m
- 85% pentru elemente cu deschidere mai mare de 6.0m

În acest sens verificarea rezistenței la compresiune la termenul de 7 zile, pe probe prelevate la locul de punere în operă (probele „LPO”) și menținute pe șantier, furnizează informații importante luării deciziei.

Îndepărtarea popilor de siguranță se face la termenele minime stabilite în proiect.

2.3.4 Condiții privind verificarea betonului după decofrare

În termen de 24 de ore de la decofrarea oricărei părți de construcție se face o inspecție detaliată a tuturor elementelor de rezistență ale structurii, încheindu-se un proces-verbal în care se vor consemna calitatea lucrărilor, precum și eventuale defecte constatate. Este interzisă efectuarea de remedieri înainte de efectuarea acestei examinări consemnate în procesul verbal.

La decofrare este obligatorie semnalarea către proiectant a oricărei deficiențe/neconformități observate, așa cum sunt de exemplu fisurile, crăpăturile, dezaxările, segregările etc.

Fisurile apărute în betonul preparat cu CEM IIB-M(S-LL) 42,5R și exploatat în clasele de expunere XD1 și XS1 vor fi obligatoriu sigilate cu produse specializate (Deschiderea admisibilă a fisurilor $W_{max}=0mm$).

În mod reglementat tehnic de către Eurocodul 2, deschiderea fisurilor în betoane se limitează așa încât să nu aducă prejudicii funcționării și durabilității elementului / structurii sau să conducă la un aspect necorespunzător, neplăcut, al

acestora, după caz. În cazul betoanelor platformelor industriale, apariția unor fisuri sau crăpături, indiferent de deschidere, va trebui să conducă la sigilarea / colmatarea / etanșarea eficientă și durabilă a acestora, pe întreaga lungime și adâncime, cu consemnarea în scriptele aferente a măsurilor luate.

În cazul în care verificările identifică neconformități, cu acordul proiectantului sunt întreprinse acțiuni adecvate pentru a se asigura că acestea sunt îndepărtate și situația nu se va repeta.

2.3.5 Condiții de control al calității lucrărilor pe timpul execuției acestora, de recepție și urmărire în timp

Documentația întocmită cu înregistrările din timpul execuției va respecta SR EN 13670:2010 și NE 012/2:2022. La finalizarea lucrărilor se vor întocmi referate de verificare în conformitate cu prevederile reglementărilor tehnice în vigoare.

Controlul calității lucrărilor în timpul executării, la recepție precum și post-execuție va respecta suita de principii și prevederi generale, prevăzute de SR EN 13670:2010, NE 012/2:2022 precum și a celor cu privire la urmărirea în timp a construcțiilor, adaptate la specificul lucrării.

Pentru asigurarea duratei de viață proiectate, nivelul de exigență al supervizării (urmăririi în timp) de-a lungul duratei de viață (serviciu) a structurii, în special în prima parte a acesteia, este foarte important. O inspecție corespunzătoare din punct de vedere tehnic și suficient de detaliată, funcție de gradul (categoria) de importanță al structurii, efectuată de-a lungul perioadei de serviciu va oferi proprietarului posibilitatea de a aplica operativ măsuri eficiente de întreținere, dacă este cazul.

Concluzii-Apreciere globală

Utilizarea procedurii "Procedeu de preparare a betonului și de executare a lucrărilor din betoane simple și armate cu Ciment Portland Compozit tip CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (vrac)" în domeniile de utilizare acceptate este apreciată favorabil, în condițiile specifice din România, dacă se respectă prevederile și condițiile prezentului acord.

Condiții

- Calitatea procedurii și metoda de aplicare, au fost examinate și găsite satisfăcătoare și trebuie menținute la acest standard pe toată durata de valabilitate a acestui acord.
- Acordând acest acord, CONSILIUL TEHNIC PERMANENT PENTRU CONSTRUCȚII, nu se implică în prezența și/sau absența drepturilor legale ale firmei de a comercializa, monta sau întreține produsul.
- Orice recomandare relativ la folosirea în condiții de siguranță a acestui produs, procedeu sau echipament, care este conținută sau se referă la acest acord tehnic, reprezintă cerințe minime necesare la punerea sa în operă.
- INCERTRANS BUCUREȘTI răspunde de exactitatea datelor înscrise în Acordul Tehnic și de testele care au stat la baza acestor date. Acordul nu îi absolvă pe furnizori și/sau pe utilizatori de responsabilitățile ce le revin conform reglementărilor legale în vigoare.
- Verificarea menținerii aptitudinii de utilizare a procedurii va fi realizată conform programului stabilit de INCERTRANS SA prin contractul de supraveghere.
- Acțiunile cuprinse în program și modul lor de realizare vor respecta actele

Acord Tehnic nr. 004-01/029-2024

normative și reglementările tehnice în vigoare.

- INCERTRANS BUCUREȘTI va informa CONSILIUL TEHNIC PERMANENT PENTRU CONSTRUCȚII despre rezultatul supravegheților, iar dacă acestea nu dovedesc menținerea aptitudinii de utilizare, va solicita CTPC declanșarea acțiunii de suspendare a acordului tehnic.
- Suspendarea se declanșează și în cazul constatării prin controale, de către organisme abilitate, a nerespectării menținerii constante a condițiilor de fabricație și utilizare ale produsului.
- În cazul în care titularul de acord tehnic nu se conformează acestor prevederi, se va declanșa procedura de retragere a acordului tehnic.
- Acord tehnic elaborat anterior:
004-01/025-2023
Valabilitate: 25.10.2026

Valabilitatea acordului tehnic este:
25.10.2026

Prelungirea valabilității avizului tehnic trebuie solicitată cu cel puțin trei luni înainte de data expirării acestuia.

În cazul neprelungerii valabilității avizului tehnic, acordul tehnic se anulează de la sine.

Modificarea/Extinderea acordului tehnic se va face cu respectarea termenului de valabilitate inițial.

Pentru Grupa Specializată nr. 01

Președinte GS 01
ing. Costel GHEORGHE

DIRECTOR GENERAL
FLAVIUS CLADOVEANU

3. REMARCI COMPLEMENTARE ALE GRUPEI DE SPECIALITATE

Grupa specializată nr. 01 "ELEMENTE STRUCTURALE ȘI FUNDAȚII" din INCERTRANS SA București a evaluat dosarul privind extinderea acordului tehnic și rezultatele încercărilor de laborator, concluzionând următoarele:

- ◆ Utilizarea procedurii de preparare a betonului cu ciment Portland Compozit tip **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R** (vrac) pentru executarea elementelor și structurilor de construcții din beton simplu și armat încadrabile în categoriile/clasele de importanță "C" și "D", categoria 4 de durată de viață de maxim 50 de ani, și în lucrările încadrabile în clasele de fiabilitate "RC1" și "RC2" cu respectarea tuturor prevederilor tehnice în vigoare, inclusiv privind calculul grosimii stratului de acoperire cu beton a armăturilor.
- ◆ în perioada de valabilitate a prezentului acord tehnic, titularul trebuie să asigure urmărirea comportării în exploatare a unor lucrări din betoane simple și armate executate cu ciment Portland Compozit tip **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R** (vrac) obținute prin procedeu acordat, datele obținute urmând a fi prezentate la elaboratorul acordului tehnic, în scopul concluzionării asupra comportării acestora în condiții reale de exploatare.
- ◆ orice modificare a tehnologiei acordate, de schimbare a materialelor componente care vor conduce la modificări ale caracteristicilor, se vor aduce la cunoștința elaboratorului de acord tehnic
- ◆ acordul tehnic este un document neutru, elaborat de un organism neutru față de producător.
- ◆ Urmare a testării tehnice a cimentului **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R** (lot 3), având o amprentă mai redusă de CO₂ prin comparație cu cel care face obiectul acordului 004-01/025-2023 s-au obținut noi confirmări experimentale ale durabilității betoanelor preparate. La fabricarea **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R** (lot 3), s-au folosit componentele prevăzute în standardele de produs, fiind respectată limitarea suplimentară asupra conținutului de calcar de max 15 %, exclusiv gipsul.

Compoziția cadru a cimentului CEM II/B-M(S-LL) 42.5R , ce include gipsul
Determinările au fost efectuate în conformitate cu SR CEN/TR 196-4

Component	Clincher Portland	Componenta calcaroasă
Dozaj limită	Minim 66%	Maxim 14%
În ceea ce privește compoziția cimentului, pentru rezultate individuale sunt permise abateri maxime de -2% față de valoarea de referință inferioară și de +2% față de valoarea de referință superioară, conform SR EN 197-1:2011 (#9.3), valorile de referință fiind prezentate în tabelul 1 din SR EN 197-1:2011.		

Compoziția cadru a nucleului cimentului CEM II/B-M(S-LL) 42.5R, ce nu include gipsul
Determinările au fost efectuate în conformitate cu SR CEN/TR 196-4

Component	Clincher Portland	Componenta calcaroasă
Dozaj limită	Minim 69%	Maxim 15%
În ceea ce privește compoziția cimentului, pentru rezultate individuale sunt permise abateri maxime de -2% față de valoarea de referință inferioară și de +2% față de valoarea de referință superioară, conform SR EN 197-1:2011 (#9.3), valorile de referință fiind prezentate în tabelul 1 din SR EN 197-1:2011. Dozajul cumulat de componentă calcaroasă nu va depăși 15%. În cadrul acestor valori maxime de 15%, dozajul de CKD, ca și component auxiliar minor, va fi limitat la maxim 5% în conformitate cu prevederile SR EN 197-1:2011.		

◆ În urma testării acestui nou tip de ciment CEM II/B-M(S-LL) 42.5R, cu restricții compoziționale s-au acumulat informații și rezultate experimentale pe baza cărora s-a propus modificarea acordului:

- Modificări compoziționale privind cimentul CEM II/B-M(S-LL) 42.5R cu respectarea standardului SR EN 197-1 în cadrul procedurii de preparare și executare a lucrărilor descrise în prezentul acord
- Modificări și clarificări compoziționale, respectiv tehnologice privind prepararea și punerea în operă a betonului preparat cu acest tip de ciment
- Reducerea amplitudinii măsurilor tehnologice privind utilizarea cimentului în betoane expuse la îngheț-dezgheț în clasa de expunere XF3. Se propune extinderea posibilității de utilizare a cimentului în clasa de expunere XF3 și în compoziții de beton fără utilizarea unui aditiv antrenor de aer.
- Se detaliază suplimentar o serie de măsuri tehnologice privind prepararea, transportul, punerea în operă, tratarea și protecția betonului preparat cu CEM II/B-M(S-LL) 42.5R pe timp friguros și calduros.

◆ Betoanele armate expuse la carbonatare (XC1, XC2, XC3, XC4): în cazul betoanelor expuse la acțiunea CO₂ atmosferic (XC) pentru toate clasele de rezistență la compresiune inferioare C35/30 (inclusiv) se propune majorarea duratei de tratare reglementate cu 2 zile iar pentru cele superioare C25/30 se propune majorarea duratei de tratare reglementate cu 1 zi, cu efecte benefice asupra durabilității.

Valori limită pentru compoziția și proprietățile betonului pentru clasele de expunere
X0, XC1, XC2, XC3, XC4- Coroziunea oțelului beton indusă prin carbonatare -

Tabel nr. 1

Valori limită	Clase de expunere la acțiunea mediului înconjurător				
	Fără risc	Coroziunea oțelului beton indusă prin carbonatare			
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4
Raport maxim A/C _{ef} (*)	-	0,65	0,60	0,44	
Clasa minimă de rezistență	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	
Dozaj minim de ciment	-	260 Kg/m ³	280 Kg/m ³	340 Kg/m ³	
Clasa de tratare	1	2	3	3 sau 4, conform deciziei proiectantului și funcție de anumite aplicații	
Tratarea betonului	Minim 1 zi	Pentru betoane de clasă ≥ C25/30 durata de tratare se majorează față de valorile reglementate cu o zi. Pentru betoane de clasa inferioară C25/30, durata de tratare se majorează cu două zile.			

(*) Observație: În raportul A/C se ia în considerare conținutul de apă eficace, adică de apă care reacționează efectiv cu cimentul.

Note: Se va acorda o atenție deosebită calculului grosimii stratului de acoperire cu beton a armăturilor și aplicării acestuia pe șantiere. Alte condiții tehnologice suplimentare se regăsesc pe cuprinsul documentației de referință.

- ◆ **Betoanele expuse la riscul de degradare prin îngheț-dezgheț (XF1, XF2, XF3, XF4):** în compoziția betoanelor expuse la riscul de degradare prin îngheț-dezgheț se folosesc exclusiv agregate rezistente la acest atac, încadrabile în categoriile (F, MS) de rezistență conform SR EN 12620+A1, SR EN 12367-1, SR EN 12367-2. Cementul CEM II/B-M(S-LL) 42.5R se poate folosi în tot timpul anului și pe tot cuprinsul teritoriului național, atât cîn zone blânde, moderate cât și severe, conform Anexei J a normativului NE 012/1:2022

Valori limită pentru compoziția și proprietățile betonului cu clasele de expunere XF1, XF2, XF3, XF4

- Atacul betonului din îngheț-dezgheț -

Tabel nr. 3

Valori limită și condiții	Clase de expunere la acțiunea mediului înconjurător					
	Atacul betonului din îngheț-dezgheț					
	XF1	XF2		XF3		XF4 (**)
Raport maxim A/C _{ef} (*)	0,50	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45
Clasa minimă de rezistență	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C35/45	C35/45
Dozaj minim de ciment	300 Kg/m ³	300 Kg/m ³	320 Kg/m ³	320 Kg/m ³		340 Kg/m ³
Conținut minim de aer antrenat	-	4%	-	4%	-	4%
Alte condiții privind agregatele	Agregate rezistente la îngheț-dezgheț conform SR EN 12620+A1, SR EN 1367-1, SR EN 1367-2, încadrabile în categoriile de mai jos, definite conform SR EN 1367-2					
	F ₄	MS ₂₅		F ₂		MS ₁₈
Alte condiții (***)	-					Șlefuire și peliculizare

(*) Observație: În raportul A/C se ia în considerare conținutul de apă eficientă, adică de apă care reacționează efectiv cu cimentul.

(**) În clasa de expunere XF4, măsurile suplimentare de asigurare a durabilității propuse sunt utilizarea exclusivă a clasei de rezistență a betonului C35/45 cu raport A/C_{ef} < 0,45 și minim 340 Kg ciment/m³, cu folosirea unui aditiv de antrenare a aerului și asociată cu folosirea șlefuirii mecanice conform CD 139 ("elicopterizare") urmată de aplicarea unor măsuri de reducere a porozității de suprafață (hidrolizare), prin aplicarea corectă a unor pellicule specializate, corect și la timp întreținute.

(***) Alte condiții tehnologice suplimentare se regăsesc pe cuprinsul documentației de referință.

- ◆ **Betoanele armate expuse la riscul de difuzie a ionilor de clor din diferite surse (XD1, XS1):** în cazul betoanelor uzuale expuse la XD1 și XS1 (beton vertical, fără contact direct cu apa sărată) li se va limita deschiderea admisibilă a fisurilor în exploatare la zero. Orice fisură vizibilă apărută după turnare/decofrare va fi sigilată imediat cu adezivi, paste sau rășini epoxidice specializate. Se va majora durata de tratare a betonului expus la cu încă 1 zi față de valorile reglementate.

Acest tip de ciment nu se folosește în betoane autocompactante încadrabile în clasele de expunere XD1 și XS1 și la construirea de piscine sau lucrări similare expuse în XD2, XD3, XS2, XS3 unde se produce contactul acestuia cu apă încărcată cu cloruri (inclusiv apa de mare) sub presiune hidrostatică și nici la producerea betoanelor rutiere (BcR)

Valori limită pentru compoziția și proprietățile betonului pentru clasele de expunere XD1 și XS1- Coroziunea oțelului beton datorată clorurilor -

Tabel nr. 2

Valori limită	Clase de expunere la acțiunea mediului înconjurător care poate produce coroziunea oțelului beton datorată clorurilor	
	Cloruri din sarea folosită pentru dezghețare (XD1)	Cloruri în zona litorală (XS1)
Raport maxim A/C_{ef} (*)	0,55	0,50
Clasa minimă de rezistență	C30/37	C35/45
Dozaj minim de ciment	300 Kg/m ³	300 Kg/m ³
Cerințe speciale	Se sigilează cu produse specializate orice fisură vizibilă	

(*) Observație: În raportul A/C se ia în considerare conținutul de apă eficace, adică de apă care reacționează efectiv cu cimentul.

Notă: Se va acorda o atenție deosebită calculului grosimii stratului de acoperire și aplicării acestuia pe șantier. Alte condiții tehnologice suplimentare se regăsesc pe cuprinsul documentației de referință.

- **Betoanele armate expuse la riscul de degradare prin abraziune mecanică (XM1):** în betoanele expuse la riscul de degradare prin abraziune mecanică (XM1, solicitare moderată de uzură) în conformitate cu SR EN 206+A2 și normativul NE 012/1:2022 (anexa F) se poate folosi CEM II/B-M(S-LL) 42.5R în îmbrăcăminți ale unor platforme industriale, cu respectarea prevederilor naționale pentru betoane rutiere.

Valori limită pentru compoziția și proprietățile betonului pentru clasa XM1

Tabel nr. 4

Valori limită și condiții	Clasa de expunere la acțiunea mediului înconjurător
	Atacul de abraziune a betonului prin solicitare moderată de uzură, dată de pneuri (XM1)
Raport maxim A/C _{ef} (*)	0,55
Clasa minimă de rezistență	C30/37
Dozaj minim de ciment	300 Kg/m ³
(*) Observație: În raportul A/C se ia în considerare conținutul de apă eficientă, adică de apă care reacționează efectiv cu cimentul. Se pot folosi metode ce conferă suprafeței expuse a betonului proprietăți superioare de impermeabilizare/durificare. Alte condiții tehnologice suplimentare se regăsesc pe cuprinsul documentației de referință.	

- **Betoanele expuse la riscul de degradare prin agresivitate chimică (XA1):** în betoanele expuse la riscul de degradare prin agresivitate chimică (XA1) se pot folosi betoane preparate cu cimentul CEM II/B-M(S-LL) 42.5R cu excepția atacului acid. În condiții de agresivitate chimică statică, betonul preparat cu CEM II/B-M(S-LL) 42.5R se poate folosi în mediu slab sulfatic, cu agresivitate slabă dată de ioni de amoniu, de magneziu precum și a CO₂ natural, agresiv. Cu acest tip de ciment se pot executa fundații în zona litorală a Mării Negre, în contact cu apa de mare care se menține în

limitele impuse clasei de expunere XA1, exclusiv în regim static. Se recomandă protecția suplimentară a betonului expus atacului chimic staționar, acolo unde este posibil, prin aplicarea unei pelicule specializate, întreținute în mod corespunzător. Betonul preparat cu CEM II/B-M(S-LL) 42.5R nu se folosește în contact cu ape curgătoare, chimic agresive, în elemente așa cum sunt șanțurile, bazinele, pereele și digurile de protecție.

Valori limită pentru compoziția și proprietățile betonului pentru clasa XA1

Tabel nr. 5

Valori limită și condiții	Clase de expunere la acțiunea mediului înconjurător
	Atacul chimic a betonului prin agresivitate chimică slabă (XA1)
Raport maxim A/C _{ef} (*)	0,55
Clasa minimă de rezistență	C30/37
Dozaj minim de ciment	300 Kg/m ³
(*) Observație: În raportul A/C se ia în considerare conținutul de apă eficace, adică de apă care reacționează efectiv cu cimentul.	
Alte condiții tehnologice suplimentare se regăsesc pe cuprinsul documentației de referință.	

REZULTATELE ÎNCERCĂRILOR DE LABORATOR

Studiile experimentale și rapoartele de încercări au fost puse la dispoziție de **HEIDELBERG MATERIALS ROMÂNIA S.A.**, iar **INCERTRANS SA** își însușește încercările prezentate în tabelele de mai jos și efectuate de următoarele laboratoare autorizate:

- Laboratorul de Cercetare și Încercări al Departamentului de Construcții din Beton Armat, din cadrul UTCB, laborator de grad I cu nr. autorizație 3607
 - Laboratorul de Analize și Încercări în activitatea de construcții - Departament Construcții din Beton Armat, din cadrul UTCB, laborator de grad I cu nr. autorizație 3815
 - Laboratorul de încercări produse pentru construcții și analize deșeuri combustibile-CEPROCIM, laborator acreditat RENAR, certificat de acreditare LI 109
- În cadrul acestor laboratoare au fost executate o serie de teste și studii experimentale complexe și de durată, pentru verificarea durabilității betoanelor preparate cu **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R** (lot 3) efectuată în laboratoarele prezentate mai sus. Au fost testate loturi experimentale de **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R** din fabricile Tașca (Bicaz), Chișcădaga (Deva) și Fieni în diferite compoziții destinate unei serii obișnuite de aplicații în domeniul betonului structural.
 - Pentru efectuarea unor comparații necesare caracterizării comportării betoanelor preparate cu **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R** au fost testate și loturi de cimenturi **CEM II/A-M(S-LL) 42.5R**, din toate fabricile.

Aceasta comparație între **CEM II/A-M(S-LL) 42.5R** și **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R** a fost necesară în acele situații în care nu sunt stabilite (prin reglementări tehnice) criterii de performanță (așa cum este cazul contracției, porozității, absorbției și permeabilității).

- S-au proiectat compoziții de beton (obișnuit și autocompactant) care au fost verificate atât în stare proaspătă cât și întărită urmărindu-se testarea unor compoziții lucrabile ce pot fi puse ușor în operă pe șantier.

Programul experimental a avut în vedere compararea caracteristicilor betoanelor realizate cu **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R** comparativ cu cele ale betoanelor realizate cu **CEM II/A-M(S-LL) 42.5R** în vederea demonstrării performanțelor în clasele de expunere solicitate prin Anexa "J" din Normativul 012/1-2022, astfel:

a) CEM II/A-M(S-LL) 42.5R

- Durabilitatea betoanelor
- Carbonatarea naturală a betoanelor
- Evoluția adâncimii de carbonatare accelerată a betoanelor
- Carbonatarea "in situ" a betoanelor
- Rezistența la îngheț-dezgheț a betoanelor

b) CEM II/B-M(S-LL) 42.5R

- Durabilitatea betoanelor
- Carbonatarea naturală a betoanelor
- Evoluția adâncimii de carbonatare accelerată a betoanelor
- Carbonatarea "in situ" a betoanelor
- Rezistența la îngheț-dezgheț a betoanelor
- Durabilitatea la atac chimic a betoanelor:
 - determinarea rezistenței la atacul sulfatului de sodiu, ionilor de amoniu, sulfatului de magneziu, apei de mare artificială și la atacul apei Mării Negre,
 - determinarea variației de masă și a rezistenței mortarelor imersate în soluție slab acidă

Laboratoarele de încercări au executat teste asupra betoanelor preparate cu **CEM II/A-M(S-LL) 42.5R** și **CEM II/B-M(S-LL) 42.5R** astfel:

a) Teste asupra betoanelor (mortarelor, după caz) în laborator

- Determinări pe beton proaspăt
- Determinarea rezistenței la compresiune la diferite termene
- Determinarea expansiunii/contracției plastice
- Determinarea contracției timpurii, la uscare și a contracției împiedicate pe elemente subțiri de tip placă
- Determinarea adâncimii de carbonatare la diferite termene, asociată cu determinarea rezistenței la compresiune
- Determinarea porozității, absorbției și a adâncimii de pătrundere a apei sub presiune
- Determinarea adâncimii de difuzie a clorurilor
- Determinarea rezistenței la îngheț-dezgheț

- *Determinarea comportării la atac chimic*

- b) Teste asupra betoanelor în poligon („in situ”) la diferite termene de încercare (60 zile, 90 zile, 180 zile, 365 zile) pe elemente de tip stâlpi din beton armat de clase C25/30, C30/37, C35/45 dispuse în poligonul amenajat în București-sector 2, în mediu urban (clasa de expunere XC4)*
- *Determinarea adâncimii de carbonatare la diferite termene pe elemente de beton armat expuse în stare naturală*
 - *Urmărirea vizuală a stării suprafețelor expuse*

REZULTATE OBȚINUTE

Determinarea rezistențelor la compresiune obținute cu CEM II/A-M(S-LL) 42.5R și CEM II/B-M(S-LL) 42.5R fabricate la Bicăz, Deva și Fieni

lot 1 și lot 2- parametrii compoziționali similari (dozaj de ciment, rapoarte A/C etc)

lot 3- parametrii compoziționali cu rapoarte A/C reduse, obținute pentru un dozaj de 1...1,2 % (din masa de ciment) aditiv de plastifiere de generație superioară, clasa de consistență S3

Tabel nr. 6

#	Tip de ciment	Cod	Clasa prescrisă	Dozaj de ciment	A/C	Rezistența la compresiune [MPa]			f _{cm2} / f _{cm28} ("r")	f _{cm7} / f _{cm28}
						2 zile	7 zile	28 zile		
1	CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Bicăz	234	C20/25	280	0.60	22.10	31.30	35.00	0.63	0.89
2	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT1	325	C20/25	280	0.55	22.10	35.90	44.30	0.50	0.81
3	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT2	468	C20/25	280	0.55	23.80	33.00	40.90	0.58	0.81
4	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT3	562	C20/25	280	0.53	22.80	30.70	39.70	0.57	0.77
5	CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Bicăz	235	C25/30	340	0.47	32.40	38.80	44.80	0.72	0.87
6	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT1	326	C25/30	340	0.48	24.10	41.70	49.40	0.49	0.84
7	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT2	469	C25/30	320	0.49	28.10	39.50	47.60	0.59	0.83
8	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT3	563	C25/30	320	0.48	27.70	35.80	44.10	0.63	0.81
9	CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Bicăz	236	C30/37	380	0.43	35.40	41.30	47.90	0.74	0.86
10	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT1	327	C30/37	380	0.44	29.10	46.10	53.90	0.54	0.86
11	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT2	470	C30/37	340	0.46	32.50	41.30	50.70	0.64	0.81
12	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT3	564	C30/37	340	0.45	29.20	37.50	47.90	0.61	0.78
13	CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Bicăz	238	C35/45	440	0.39	38.90	44.70	50.60	0.77	0.88
14	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT1	329	C35/45	440	0.42	33.00	49.00	56.00	0.59	0.88
15	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT2	471	C35/45	380	0.43	33.40	42.60	52.10	0.64	0.82
16	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT3	580	C35/45	380	0.43	32.90	42.00	51.10	0.64	0.82

Tabel nr. 7

#	Tip de ciment	Cod	Clasa prescrisă	Dozaj de ciment	A/C	Rezistența la compresiune [MPa]			fcm2 / fcm28 ("r")	fcm7 / fcm28
						2 zile	7 zile	28 zile		
1	CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Deva	262	C20/25	280	0.56	24.20	35.80	41.90	0.58	0.85
2	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT1	353	C20/25	280	0.52	27.00	36.00	42.90	0.63	0.84
3	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT2	448	C20/25	280	0.53	24.80	36.70	43.60	0.57	0.84
4	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT3	559	C20/25	280	0.53	26.60	33.30	39.10	0.68	0.85
5	CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Deva	261	C25/30	340	0.48	29.00	40.90	47.70	0.61	0.86
6	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT1	354	C25/30	340	0.47	32.50	41.90	48.90	0.66	0.86
7	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT2	449	C25/30	320	0.48	33.00	43.80	51.90	0.64	0.84
8	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT3	560	C25/30	320	0.48	29.40	36.10	43.00	0.68	0.84
9	CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Deva	260	C30/37	380	0.44	34.10	42.70	50.50	0.68	0.85
10	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT1	357	C30/37	380	0.44	33.80	44.40	51.50	0.66	0.86
11	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT2	450	C30/37	340	0.45	35.40	46.40	53.30	0.66	0.87
12	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT3	561	C30/37	340	0.46	31.00	38.20	45.50	0.68	0.84
13	CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Deva	263	C35/45	440	0.39	39.30	48.00	55.00	0.71	0.87
14	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT1	360	C35/45	440	0.42	36.00	46.20	53.30	0.68	0.87
15	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT2	451	C35/45	380	0.43	36.60	48.60	55.40	0.66	0.88
16	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT3	566	C35/45	380	0.44	33.30	40.30	51.50	0.65	0.78

Tabel nr. 8

#	Tip de ciment	Cod	Clasa prescrisă	Dozaj de ciment	A/C	Rezistența la compresiune [MPa]			fcm2 / fcm28 ("r")	fcm7 / fcm28
						2 zile	7 zile	28 zile		
1	CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Fieni	282	C20/25	280	0.53	25.90	36.90	46.20	0.56	0.80
2	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT1	303	C20/25	280	0.54	24.10	39.30	48.80	0.49	0.81
3	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT2	401	C20/25	280	0.58	22.50	35.90	46.80	0.48	0.77
4	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT3	533	C20/25	280	0.54	25.80	37.70	46.60	0.55	0.81
5	CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Fieni	283	C25/30	340	0.46	32.90	43.80	53.90	0.61	0.81
6	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT1	304	C25/30	340	0.46	26.20	43.90	54.20	0.48	0.81
7	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT2	402	C25/30	320	0.47	26.10	39.60	50.00	0.52	0.79
8	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT3	534	C25/30	320	0.47	27.70	42.80	51.30	0.54	0.83
9	CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Fieni	284	C30/37	380	0.43	34.10	45.00	55.80	0.61	0.81
10	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT1	305	C30/37	380	0.43	29.10	47.40	56.10	0.52	0.84
11	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT2	403	C30/37	340	0.45	28.20	42.30	51.50	0.55	0.82
12	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT3	535	C30/37	340	0.44	31.00	45.40	56.20	0.55	0.81
13	CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Fieni	286	C35/45	380	0.40	37.10	50.10	57.90	0.64	0.87
14	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT1	310	C35/45	440	0.41	34.60	51.00	59.10	0.59	0.86
15	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT2	404	C35/45	380	0.42	32.20	46.20	55.30	0.58	0.84
16	CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT3	536	C35/45	380	0.42	36.10	48.00	57.40	0.63	0.84

- ✓ În urma testării se observă capacitatea ridicată a CEM II/A-M(S-LL) (lot 3) cu rezistențe la compresiune de peste 50 MPa la 28 zile ceea ce poate corespunde unei clase superioare chiar C35/45.
- ✓ Prin valorile raportului "r" obținute, evoluția betonului preparat cu CEM II/B-M(S-LL) 42,5R (lot 3, indiferent de fabrica producătoare) îl încadrează la clasa de evoluție a rezistenței la compresiune "rapidă". Pentru o compoziție de beton, „r” reprezintă raportul între rezistența la compresiune la 2 și la 28 de zile ($r = f_{cm2} / f_{cm28}$).

Determinarea contracției timpurii la 24 ore - comparativ CEM II/A-M(S-LL) 42,5R și CEM II/B-M(S-LL) 42,5R (loturile 1, 2 și 3) pentru diferite clase de beton

Tabel nr. 9

Nr.	Fabrica	Tip de ciment	Clasa beton	Contracție
1	Bicaz	CEM II/A-M(S-LL) 42,5R	C20/25	0,1207
2		CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - lot #1		0,2385
3		CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - lot #2		0,2730
4		CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - lot #3		0,2286
5	Deva	CEM II/A-M(S-LL) 42,5R		0,3439
6		CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - lot #1		0,3379
7		CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - lot #2		0,3477
8		CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - lot #3		0,1910
9	Fieni	CEM II/A-M(S-LL) 42,5R		0,2712
10		CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - lot #1		0,2495
11		CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - lot #2		0,3787
12		CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - lot #3		0,2253

Tabel nr. 10

Nr.	Fabrica	Tip de ciment	Clasa beton	Contracție [mm/m]
1	Bicaz	CEM II/A-M(S-LL) 42,5R	C25/30	0,3140
2		CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - lot #1		0,2751
3		CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - lot #2		0,3012
4		CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - lot #3		0,2925
5	Deva	CEM II/A-M(S-LL) 42,5R		0,4116
6		CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - lot #1		0,3730
7		CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - lot #2		0,3618
8		CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - lot #3		0,3591
9	Fieni	CEM II/A-M(S-LL) 42,5R		0,4277
10		CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - lot #1		0,4282
11		CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - lot #2		0,4339
12		CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - lot #3		0,2992

Tabel nr. 11

Nr.	Fabrica	Tip de ciment	Clasa beton	Contracție [mm/m]
1	Bicaz	CEM II/A-M(S-LL) 42,5R	C30/37	0,5507
2		CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - lot #1		0,4056
3		CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - lot #2		0,4243
4		CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - lot #3		0,3731
5	Deva	CEM II/A-M(S-LL) 42,5R		0,6410
6		CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - lot #1		0,4453
7		CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - lot #2		0,4764
8		CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - lot #3		0,3974
9	Fieni	CEM II/A-M(S-LL) 42,5R		0,6258
10		CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - lot #1		0,6192
11		CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - lot #2		0,5826
12		CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - lot #3		0,3033

- ✓ Betoanele având în compoziție cimenturi produse de aceleași fabrici nu se înregistrează diferențe notabile ale contracțiilor plastice (timpurii) în primele 24 ore de la turnare, pentru cele două tipuri de cimenturi analizate, în clasele de beton structural menționate.
- ✓ Compararea rezultatelor obținute ne prezintă un risc redus de fisurare din contracția plastică (timpurie) la utilizarea CEM II/B-M(S-LL) 42.5R prin comparație cu CEM II/A-M(S-LL) 42.5R chiar și pentru clasa de beton cea mai ridicată testată (C30/37, beton structural).

**Determinarea porozității și absorbției pentru betoane preparate cu
CEM II/A-M(S-LL) 42.5R și CEM II/B-M(S-LL) 42.5R**

Tabel nr. 12

		Clasa betonului					
		C20/25	C25/30	C30/37	C20/25	C25/30	C30/37
Tip ciment	Fabrica	Porozitatea la masă ct. [%]			Absorbție la masă ct. [%]		
CEM II/A-M(S-LL) 42,5R	Bicaz	4,59	4,45	4,11	1,97	1,89	1,73
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – lot 1		6,00	4,39	4,34	2,58	1,85	1,84
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – lot 2		6,31	5,26	4,86	2,73	2,25	2,07
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – lot 3		5,57	5,25	4,96	2,38	2,24	2,12
CEM II/A-M(S-LL) 42,5R	Deva	4,97	4,03	3,88	2,08	1,68	1,62
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – lot 1		5,89	5,34	4,15	2,54	2,27	1,74
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – lot 2		5,87	5,03	4,36	2,53	2,12	1,96
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – lot 3		6,52	5,71	5,58	2,78	2,45	2,30
CEM II/A-M(S-LL) 42,5R	Fieni	5,31	4,69	4,53	2,23	1,95	1,86
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – lot 1		5,81	4,99	4,57	2,46	2,10	1,94
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – lot 2		5,31	4,80	4,13	2,25	2,04	1,76
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – lot 3		6,03	4,97	4,67	2,58	2,12	1,98

- ✓ Determinarea și compararea porozității respectiv a absorbției pentru betoanele preparate cu cele două tipuri de cimenturi este importantă întrucât cele două caracteristici -care țin de microstructura pietrei de ciment -au o influență majoră asupra durabilității. Diferențele reduse, respectiv valorile apropiate între porozități și absorbțiile betoanelor de clasă C25/30, respectiv C30/37, preparate cu CEM II/A-M (S-LL) 42.5R, CEM II/B-M (S-LL) 42.5R (lot 1 și lot 2) și CEM II/B-M (S-LL) 42.5R (lot 3) prezintă elemente specifice unei durabilități similare, așteptate în exploatare, respectiv a aceleiași durate de viață.

Determinarea adâncimii de pătrundere a apei la presiunea de 5 barr pentru betoane preparate cu CEM II/A-M(S-LL) 42.5R și CEM II/B-M(S-LL) 42.5R

Tabel nr. 13

		Clasa betonului		
		C20/25	C25/30	C30/37
Tip ciment	Fabrica	Adâncime de pătrundere apă [cm]		
CEM II/A-M(S-LL) 42,5R	Bicaz	2,48	1,89	1,74
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – lot #1		3,08	1,93	1,50
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – lot #2		3,01	2,05	1,92
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – lot #3		2,51	1,99	1,72
CEM II/A-M(S-LL) 42,5R	Deva	2,21	1,76	0,98
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – lot #1		2,53	1,78	1,36
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – lot #2		2,10	1,98	1,81
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – lot #3		2,52	2,32	1,95
CEM II/A-M(S-LL) 42,5R	Fieni	2,18	1,74	1,04
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – lot #1		3,00	1,87	1,28
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R-lot #2		2,41	1,46	1,19
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – lot #3		2,37	1,68	1,32

- În cazul utilizării CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (lot 3) în betonul bazinelor de retenție a lichidelor (de ex fosse) se impune folosirea clasei minime de rezistență C30/37 cu A/C_{eficace} de maxim 0,44 împreună cu aplicarea unor măsuri suplimentare de peliculizare/etanșare pe suprafața expusă presiunii hidrostatice. Betonul preparat cu CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (lot 3) nu se utilizează la construirea de piscine sau lucrări similare expuse în XD2, XD3, XS2, XS3 unde se produce contactul acestuia cu apa încărcată în cloruri.

Determinarea clasei de rezistență „XRC” la carbonatare prin intermediul adâncimii de carbonatare măsurate la 365 zile pe elemente menținute în camera specială de carbonatare, în condiții controlate
- clasa de rezistență C30/37 –

- ✓ Au fost testate în camera specială o serie de clase uzuale de beton preparate cu loturi de CEM II/A-M(S-LL) 42.5R (toate fabricile), CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (lot 1 și lot 2) și CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (lot 3) pentru comparații privind adâncimea de carbonatare la anumite termene (rata carbonatare), rezultatele obținute încadrând cimenturile în diferite clase de carbonatare (XRC) definite conform anexei J din NE 012/1-2022, tab J2.

Tabel nr. 14

Tip de ciment	Loc de dispunere	Codificare	Clasa prescrisa	Dozaj de ciment	A/C	Adâncime de carbonatare (mm)			Rata carbonatare (mm/ano,5)	XRC
						CAMERA (referința)				
						90 zile	180 zile	365 zile		
CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Bicăz	CAMERA	294	C20/25	280	0,60	2,90	3,86	5,24	5,40	N/a
CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Bicăz	CAMERA	235	C25/30	340	0,47	1,59	2,20	3,54	3,37	XRC 7
CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Bicăz	CAMERA	236	C30/37	380	0,43	1,02	1,85	2,91	2,71	XRC 5
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT1	CAMERA	325	C20/25	280	0,55	2,65	3,80	4,90	5,11	N/a
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT1	CAMERA	326	C25/30	320	0,48	2,00	2,99	3,94	4,01	N/a
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT1	CAMERA	327	C30/37	340	0,44	1,68	2,43	3,29	3,35	XRC 6
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT2	CAMERA	468	C20/25	280	0,55	2,96	4,22	5,89	5,90	N/a
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT2	CAMERA	468	C25/30	320	0,49	2,24	3,23	4,59	4,60	N/a
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT2	CAMERA	469	C30/37	340	0,46	1,79	2,76	3,57	3,76	XRC 7
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT3	CAMERA	562	C20/25	280	0,53	2,81	4,37	6,13	6,10	N/a
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT3	CAMERA	563	C25/30	320	0,48	2,54	3,21	4,79	4,80	N/a
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT3	CAMERA	564	C30/37	340	0,45	2,08	2,68	4,00	4,00	XRC 7
CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Deva	CAMERA	262	C20/25	280	0,56	1,93	2,63	3,51	3,63	XRC 7
CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Deva	CAMERA	261	C25/30	320	0,48	1,09	2,26	3,05	2,97	XRC 6
CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Deva	CAMERA	260	C30/37	340	0,44	0,72	1,62	2,34	2,21	XRC 5
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT1	CAMERA	559	C20/25	280	0,52	2,36	2,82	4,28	4,27	N/a
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT1	CAMERA	554	C25/30	320	0,47	1,77	2,51	3,86	3,74	XRC 7
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT1	CAMERA	557	C30/37	340	0,44	1,50	2,29	3,52	3,38	XRC 6
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT2	CAMERA	448	C20/25	280	0,53	2,23	3,14	4,34	4,40	N/a
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT2	CAMERA	449	C25/30	320	0,48	1,95	2,78	3,64	3,77	XRC 7
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT2	CAMERA	450	C30/37	340	0,45	1,68	2,57	3,32	3,43	XRC 7
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT3	CAMERA	559	C20/25	280	0,58	2,95	3,86	5,76	5,70	N/a
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT3	CAMERA	560	C25/30	320	0,48	2,26	3,05	4,73	4,60	N/a
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT3	CAMERA	561	C30/37	340	0,46	1,92	2,66	4,05	3,90	XRC 7
CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Fieni	CAMERA	282	C20/25	280	0,59	2,21	2,84	3,72	3,91	XRC 7
CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Fieni	CAMERA	283	C25/30	320	0,46	1,87	2,21	3,34	3,34	XRC 6
CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Fieni	CAMERA	284	C30/37	340	0,43	1,28	1,92	2,84	2,77	XRC 5
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT2	CAMERA	401	C20/25	280	0,58	2,43	3,57	4,82	4,91	N/a
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT2	CAMERA	402	C25/30	320	0,47	2,08	2,76	3,83	3,91	XRC 7
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT2	CAMERA	403	C30/37	340	0,45	1,48	2,47	3,43	3,39	XRC 6
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT3	CAMERA	593	C20/25	280	0,54	2,55	3,76	5,19	5,2	N/a
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT3	CAMERA	594	C25/30	320	0,47	2,40	3,34	4,32	4,5	N/a
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT3	CAMERA	595	C30/37	340	0,44	2,07	2,82	3,88	3,9	XRC 7

- Urmare rezultatelor obținute (tabel nr 14) compozițiile de beton corespunzătoare clasei C 30/37- preparate cu ambele tipuri de cimenturi (toate fabricile, toate loturile) ofera o incadrare in calasa de rezistenta la carbonatare "XRC", conform tab J.2. Anexa J - anexa F-normativ NE 012/1-2022
- Pentru CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (lot 3) incadrarea în clasa de rezistentă XRC7 este posibilă daca raportul A/C este de maxim 0,44 iar dozajul minim de ciment este de 340 kg/m³, pentru toate fabricile. Clasa de rezistenta la compresiune a betonului minim necesara incadrarii in "XR7" este C 30/37 fiind corespunzatoare clasei minime de rezistenta la compresiune conform clasei de expunere "XC4" din anexa F-normativ NE 012/1-2022.

Determinarea adâncimii de carbonatare măsurate la 90, 180, 365 zile pe elemente menținute în mediu exterior protejat, zona urbană București

Au fost testate o serie de clase de betoane (C20/25...C35/45) preparate cu CEM II/A-M(S-LL) 42.5R (toate fabricile) și CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (toate fabricile) - pentru comparații în ceea ce privește adâncimea/rata de carbonatare - în mediu exterior (zonă adăpostită de precipitații, cu umiditatea atmosferică obișnuită, XC1).

Tabel nr. 15

Tip de ciment	Loc de dispunere	Codificare	Clasa prescrie	Dozaj de ciment	A/C	Adâncime de carbonatare [mm]			Rata carbonatare [mm/an0,5]	XRC
						EXTERIOR, PROTEJAT				
						90 zile	180 zile	365 zile		
CEM III/A-M(S-LL) 42,5R Bicaz	XC1	243	C20/25	280	0,6	2,25	3,13	5,06	4,02	Na
CEM III/A-M(S-LL) 42,5R Bicaz	XC1	237	C25/30	340	0,47	1,41	2,18	3,43	3,25	XRC 6
CEM III/A-M(S-LL) 42,5R Bicaz	XC1	242	C30/37	380	0,43	0,91	1,92	2,72	2,60	XRC 5
CEM III/A-M(S-LL) 42,5R Bicaz	XC1	247	C35/45	440	0,39	0,34	0,81	2,26	1,71	XRC 3
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicaz-LOT1	XC1	325	C20/25	280	0,55	3,52	3,69	5,02	5,09	Na
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicaz-LOT1	XC1	328	C25/30	320	0,48	2,07	2,69	4,15	4,07	XRC 7
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicaz-LOT1	XC1	331	C30/37	340	0,44	1,74	2,28	3,69	3,54	XRC 6
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicaz-LOT1	XC1	342	C35/45	380	0,42	1,69	2,37	3,13	3,21	XRC 6
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicaz-LOT2	XC1	468	C20/25	280	0,55	3,13	4,12	5,98	6,00	Na
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicaz-LOT2	XC1	476	C25/30	320	0,49	2,44	3,63	4,87	4,80	Na
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicaz-LOT2	XC1	481	C30/37	340	0,46	2,00	2,79	4,06	4,00	XRC 7
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicaz-LOT2	XC1	479	C35/45	380	0,43	1,69	2,44	3,21	3,30	XRC 6
CEM III/A-M(S-LL) 42,5R Deva	XC1	262	C20/25	280	0,56	1,81	2,42	3,56	3,54	XRC 6
CEM III/A-M(S-LL) 42,5R Deva	XC1	266	C25/30	320	0,48	1,28	2,13	2,82	2,90	XRC 5
CEM III/A-M(S-LL) 42,5R Deva	XC1	267	C30/37	340	0,44	1,00	1,85	2,37	2,38	XRC 4
CEM III/A-M(S-LL) 42,5R Deva	XC1	264	C35/45	400	0,39	0,36	0,94	1,47	1,33	XRC 2
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT1	XC1	353	C20/25	280	0,52	2,27	2,88	4,37	4,32	Na
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT1	XC1	368	C25/30	320	0,47	3,13	2,65	3,84	3,84	XRC 7
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT1	XC1	371	C30/37	340	0,44	1,69	2,32	3,55	3,46	XRC 6
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT1	XC1	379	C35/45	380	0,42	1,55	2,22	3,19	3,17	XRC 5
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT2	XC1	448	C20/25	280	0,63	2,62	3,63	4,80	5,00	Na
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT2	XC1	454	C25/30	320	0,48	2,15	3,20	4,21	4,30	Na
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT2	XC1	461	C30/37	340	0,45	2,00	2,68	4,00	4,00	XRC 7
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT2	XC1	467	C35/45	380	0,43	1,81	2,40	3,67	3,80	XRC 6
CEM III/A-M(S-LL) 42,5R Fieni	XC1	282	C20/25	280	0,53	2,09	2,86	4,10	4,10	XRC 7
CEM III/A-M(S-LL) 42,5R Fieni	XC1	294	C25/30	320	0,46	1,79	2,48	3,12	3,30	XRC 6
CEM III/A-M(S-LL) 42,5R Fieni	XC1	302	C30/37	340	0,43	1,39	1,98	3,02	2,93	XRC 5
CEM III/A-M(S-LL) 42,5R Fieni	XC1	287	C35/45	400	0,4	1,15	1,27	1,64	1,79	XRC 3
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT1	XC1	303	C20/25	280	0,54	2,43	3,22	4,26	4,44	Na
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT1	XC1	309	C25/30	320	0,46	2,12	2,57	3,66	3,68	XRC 6
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT1	XC1	307	C30/37	340	0,43	1,77	2,66	2,82	3,25	XRC 6
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT1	XC1	318	C35/45	380	0,41	1,84	2,34	2,92	3,15	XRC 6
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT2	XC1	401	C20/25	280	0,58	2,89	3,64	4,88	5,10	Na
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT2	XC1	407	C25/30	320	0,47	2,22	2,82	4,08	4,10	XRC 7
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT2	XC1	416	C30/37	340	0,45	1,76	2,71	3,89	3,80	XRC 6
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT2	XC1	420	C35/45	400	0,42	1,54	2,42	3,13	3,20	XRC 6
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT3	XC1	533	C20/25	280	0,54	2,52	3,61	5,14	5,10	Na
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT3	XC1	541	C25/30	320	0,47	2,28	3,24	4,44	4,50	Na
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT3	XC1	547	C30/37	340	0,44	2,13	2,99	3,81	4,00	XRC 7
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT3	XC1	553	C35/45	380	0,42	1,87	2,48	3,35	3,50	XRC 6

Pentru betoanele preparate cu CEM II/B-M(S-LL) 42,5R, compozițiile de beton corespunzătoare clasei C30/37 oferă o încadrare (acoperitoare) în clasa de rezistență la carbonatare "XRC5" dacă raportul A/C este de maxim 0,43 iar dozajul minim de ciment este de 340 kg/m³, pentru fabricile Deva și Fieni, respectiv de 380 kg/m³, pentru fabrica Bicaz.

Pentru betoanele preparate cu CEM II/B-M(S-LL) 42,5R (Fieni lot 3), compoziția de beton corespunzătoare clasei C30/37 oferă o încadrare completă în clasa de rezistență la carbonatare "XRC7" dacă raportul A/C este de maxim 0,44 iar dozajul minim de ciment este de 340 kg/m³. Prin aceste rezultate se confirmă o bună rezistență a betoanelor preparate la pătrunderea CO₂.

Pentru betoanele preparate cu CEM II/B-M(S-LL) 42,5R (Fieni lot 3), compozițiile de beton corespunzătoare clasei C35/45 oferă o încadrare (acoperitoare) în clasa de rezistență la carbonatare "XRC6" dacă raportul A/C este de maxim 0,42 iar dozajul minim de ciment este de 380 kg/m³.

Determinarea adâncimii de carbonatare măsurate la 60, 90, 180, 365 zile pe elemente menținute în mediu interior (condiții controlate, laborator, umiditate redusă 60%)

Au fost testate o serie de clase de betoane (C20/25...C35/45) preparate cu CEM II/A-M(S-LL) 42.5R (toate fabricile) și CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (toate fabricile) – pentru posibilitatea verificării adâncimilor de carbonatare în condițiile în care betonul este menținut în atmosferă la umiditatea de 60 % porii capilari ai acestuia fiind deschiși.

Tabel nr. 16

Tip de ciment	Loc de dispunere	Codificare	Clasa prescrisă	Dozaj de ciment	A/C	Adâncime de carbonatare (mm)			
						[ÎN CONȚINUTUL LABORATOR XC1]			
						60 zile	90 zile	180 zile	365 zile
CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Bicăz	XC1	234	C20/25	280	0.60	2.66	3.26	5.15	6.41
CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Bicăz	XC1	235	C25/30	340	0.47	0.53	2.19	2.65	3.85
CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Bicăz	XC1	236	C30/37	380	0.43	0.29	1.91	2.21	3.33
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT1	XC1	325	C20/25	280	0.55	2.13	2.73	4.00	5.65
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT1	XC1	326	C25/30	320	0.48	1.97	2.46	3.43	4.33
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT1	XC1	327	C30/37	340	0.44	1.76	2.00	2.89	3.58
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT2	XC1	468	C20/25	280	0.55	2.63	3.07	4.40	6.06
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT2	XC1	469	C25/30	320	0.49	2.18	2.57	3.66	4.86
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT2	XC1	470	C30/37	340	0.46	1.42	2.03	2.90	4.21
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT3	XC1	562	C20/25	280	0.53	2.21	3.13	4.86	6.45
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT3	XC1	563	C25/30	320	0.48	1.92	2.65	3.38	5.34
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Bicăz-LOT3	XC1	564	C30/37	340	0.45	1.76	1.94	2.61	4.31
CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Deva	XC1	262	C20/25	280	0.56	0.71	1.96	3.13	4.17
CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Deva	XC1	261	C25/30	320	0.48	0.56	1.30	2.61	3.47
CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Deva	XC1	260	C30/37	340	0.44	0.45	1.21	2.28	2.84
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT1	XC1	353	C20/25	280	0.52	1.84	2.45	3.15	5.03
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT1	XC1	354	C25/30	320	0.47	1.76	1.99	2.85	4.04
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT1	XC1	357	C30/37	340	0.44	1.55	1.88	2.68	3.75
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT2	XC1	448	C20/25	280	0.53	1.97	2.53	3.74	4.53
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT2	XC1	449	C25/30	320	0.48	1.89	2.08	3.05	3.74
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT2	XC1	450	C30/37	340	0.45	1.69	2.00	2.84	3.43
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT3	XC1	559	C20/25	280	0.53	2.62	3.53	4.64	6.56
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT3	XC1	560	C25/30	320	0.48	2.24	2.64	3.28	5.26
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Deva-LOT3	XC1	561	C30/37	340	0.46	1.35	2.10	2.72	3.95
CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Fieni	XC1	282	C20/25	280	0.53	2.25	2.60	3.45	4.25
CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Fieni	XC1	283	C25/30	320	0.46	1.21	1.70	2.71	3.61
CEM II/A-M(S-LL) 42,5R Fieni	XC1	284	C30/37	340	0.43	1.12	1.59	2.01	3.33
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT2	XC1	401	C20/25	280	0.58	2.06	2.69	3.83	5.25
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT2	XC1	402	C25/30	320	0.47	1.65	2.09	3.05	4.04
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT2	XC1	403	C30/37	340	0.45	1.12	1.70	2.72	3.70
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT3	XC1	533	C20/25	280	0.54	2.35	2.68	4.01	5.57
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT3	XC1	534	C25/30	320	0.47	1.77	2.52	3.44	4.57
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R Fieni-LOT3	XC1	535	C30/37	340	0.44	1.57	2.15	2.73	3.80

- În cadrul acestui mediu de menținere nu se face o încadrare în clase de rezistență la acțiunea carbonatării, încercarea comparativă are doar o valoare de confirmare (sau nu) a unui compartiment similar pentru cele două tipuri de ciment CEM II/A-M(S-LL) 42.5R și CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (loturile 1, 2 și 3)

Determinarea adâncimilor de carbonatare ("in situ", mediu natural) pe elemente de tip stâlp (20x20x200 cm) din beton armat de clase C25/30, C30/37 și C35/45 dispuse în poligonul amenajat în București, Sector 2, în mediu urban (XC4)

Tabel nr. 17

Tip de ciment	Fabrica	Rețeta	Cod stâlp	Clasa beton	A/C	Doza) ciment [Kg/m3]	Adâncimi de carbonatare [mm]				
							60 zile	90 zile	180 zile	365 zile	2 ani
A-M	Bicaz	RH4	237	C25/30	0.47	340	1.02	1.42	2.28	2.40	N/a
A-M	Deva		266		0.48	320	1.14	1.31	1.76	2.18	N/a
A-M	Fieni		294		0.46		1.18	1.64	2.38	2.94	N/a
B-M-#1	Bicaz		328		0.48		2.00	2.63	2.79	2.96	N/a
B-M-#1	Deva		368		0.47		1.21	2.31	3.20	3.61	N/a
B-M-#1	Fieni-#1		309		0.46		1.51	2.00	2.65	2.88	N/a
B-M-#2	Fieni		407		0.47		0.57	2.55	3.28	4.30	4.79
B-M-#3	Fieni		541		0.47		1.34	2.28	3.26	4.24	N/a
A-M	Bicaz	RH5	242	C30/37	0.43	380	0.92	1.43	1.93	2.03	N/a
A-M	Deva		267		0.44	340	0.80	0.97	1.50	1.81	N/a
A-M	Fieni		302		0.43		1.01	1.31	1.85	2.43	N/a
B-M-#1	Bicaz		331		0.44		1.73	2.11	2.36	2.47	N/a
B-M-#1	Deva		371		0.44		1.16	1.98	2.91	3.34	N/a
B-M-#1	Fieni-#1		307		0.43		1.29	1.78	2.45	2.68	N/a
B-M-#2	Fieni	RH5	416		0.45	340	0.84	2.19	3.05	3.55	3.93
B-M-#3	Fieni	RH5	547		0.44	340	1.09	1.93	2.56	3.69	N/a
A-M	Bicaz	RH10	247	C35/45	0.39	440	0.56	1.09	1.85	2.05	N/a
A-M	Deva		264		0.39	400	0.45	0.95	1.11	1.30	N/a
A-M	Fieni		287		0.4	380	0.97	1.08	1.45	1.76	N/a
B-M-#1	Bicaz		342		0.42	380	1.46	1.86	1.98	2.18	N/a
B-M-#1	Deva		379		0.42	380	1.07	1.84	2.34	2.97	N/a
B-M-#1	Fieni		318		0.41	380	1.00	1.51	1.82	0.83	N/a
B-M-#2	Fieni		420		0.42	380	0.75	1.63	2.56	2.71	3.41
B-M-#3	Fieni		553		0.42	380	0.90	1.31	2.36	2.98	N/a

Legenda: „A-M” = CEM II/A-M(S-LL) 42,5R

„B-M” = CEM II/B-M(S-LL) 42,5R („B-M” Fieni-#1 este CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – lotul #1)

Centralizarea adâncimilor de carbonatare la 1 an pentru betoane de clasa 25/30 în diferite medii de expunere (camera de carbonatare, mediu exterior protejat, mediu interior și poligon” in situ”)

Tabel nr. 18

Nr. crt.	Tip de ciment	Fabrica	Clasa beton	365 zile camera	365 zile exterior	365 zile interior	365 zile poligon
1	A-M	Bicaz	C25/30	3.54	3.43	3.85	2.40
2	A-M	Deva		3.05	2.92	3.47	2.18
3	A-M	Fieni		3.34	3.12	3.61	2.94
4	B-M-#1	Bicaz		3.94	4.15	4.33	2.96
5	B-M-#1	Deva		3.86	3.84	4.04	3.61
6	B-M-#1	Fieni		3.49	3.55	3.77	2.88
7	B-M-#2	Bicaz		4.59	4.67	4.86	
8	B-M-#2	Deva		3.64	4.21	3.74	
9	B-M-#2	Fieni		3.83	4.09	4.04	
12	B-M-#3	Fieni		4.32	4.44	4.57	4.24

Legenda: „A-M” este CEM II/A-M(S-LL) 42,5R, „B-M” este CEM II/B-M(S-LL) 42,5R

Centralizarea adâncimilor de carbonatare la 1 an pentru betoane de clasa 30/37 în diferite medii de expunere (camera de carbonatare, mediu exterior protejat, mediu interior și poligon "in situ")

Tabel nr. 19

Nr. crt.	Tip de ciment	Fabrica	Clasa beton	365 zile camera	365 zile exterior	365 zile interior	365 zile poligon
1	A-M	Bicaz	C30/37	2.91	2.72	3.33	2.09
2	A-M	Deva		2.34	2.37	2.84	1.81
3	A-M	Fieni		2.84	3.02	3.33	2.43
4	B-M-#1	Bicaz		3.29	3.69	3.58	2.47
5	B-M-#1	Deva		3.52	3.55	3.75	3.34
6	B-M-#1	Fieni		3.30	2.92	3.71	2.68
7	B-M-#2	Bicaz		3.57	4.06	4.21	
8	B-M-#2	Deva		3.32	4.00	3.43	
9	B-M-#2	Fieni		3.43	3.89	3.70	
12	B-M-#3	Fieni		3.88	3.81	3.80	3.69

Legenda: „A-M” este CEM II/A-M(S-LL) 42,5R „B-M” este CEM II/B-M(S-LL) 42,5R

- ✓ Comparând în cadrul aceleiași clase de beton (C25/30 sau C30/37) valorile adâncimilor de carbonatare obținute în poligon pentru cele două tipuri de ciment se observă valori ușor mai ridicate pentru elementele aferente cimentului CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (lot 3).
- ✓ Comparația a avut ca scop demonstrarea extinderii posibilităților de utilizare a cimentului CEM II/B-M(S-LL) 42.5R în clasele de expunere "XC1, XC2, XC3 și XC4", cu grosimile de acoperire cu beton a armăturii, cu valorile maxim admisibile ale deschiderii fisurilor și luarea tuturor măsurilor de tratare și protecție pe șantier reglementate și anterior stabilite pentru reducerea porozității betonului.

Măsuri suplimentare privind tratarea betonului preparat cu CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (lot 3) în clasele de expunere "XC1, XC2, XC3 și XC4", funcție de clasele de tratare

Tabel nr. 20

Clasa tratare	Descriere sumară	Cerințe suplimentare față de NE 012/2:2022 și SR EN 13670:2010
1	Elemente nestructurale, pentru care nu se pun condiții privind tratarea	Perioada minimă de tratare se majorează de la 12 ore la 24 de ore (1 zi) pentru betonul de clasa peste C25/30 (inclusiv) și la 48 de ore (2 zile) pentru betonul de clasa inferioară C25/30.
2 (35% ⁶⁵)	Elemente structurale încadrabile în XO sau XC1	Pentru betoane de clasa $\geq$ C25/30 durata de tratare se majorează față de valorile reglementate cu o zi. Pentru betoane de clasa inferioară C25/30, durata de tratare se majorează cu două zile.
3 (50% ⁶⁶)	Elemente structurale încadrabile în alte clase de expunere decât XO sau XC1	
4 (70% ⁶⁷)	Elemente structurale încadrabile în alte clase de expunere decât XO sau XC1 prin decizia proiectantului (de exemplu rezervoare pentru lichide).	

Observație: Aceste măsuri suplimentare privind tratarea betonului preparat cu CEM II/B-M(S-LL) 42,5R (lot #3) se transmit bineînțeles și betonului expus în clasele de expunere XD1, XD2, XD3, XS1, XS2, XS3, după caz.

Valori limita pentru compozitia si proprietatile betonului pentru clasele de expunere "XO" si "XC" si incadrarea in clasele de tratare

Tabel nr. 21

	Niciun risc de coroziune sau atac chimic	Coroziunea oțelului beton îndusă prin carbonatare « XC »			
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4
Raport maxim apă /ciment ⁶⁸	-	0,65	0,60	0,44	0,44
Clasa minimă de rezistență	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37
Dozaj minim de ciment (kg/m³)	260	260	280	340	340
Clasa de tratare	1	2	3	Clasa de tratare 3 sau 4 conform deciziei proiectantului și funcție de anumite aplicații	
Tratarea betonului	Minim 1 zi	Pentru betoane de clasă ≥ C25/30 durata de tratare se majorează față de valorile reglementate cu o zi. Pentru betoane de clasa inferioară C25/30, durata de tratare se majorează cu două zile.			

Determinarea adâncimilor de penetrare a ionilor de clor în microbetoane preparate cu CEM II/A-M(S-LL) 42.5R și CEM II/B-M(S-LL) 42.5R

Testarea adâncimii de difuzie s-a făcut pe epruvete cilindrice de microbeton cu $D_{max}=8mm$, vibrat manual, corespunzătoare claselor de rezistență C30/37 și C35/45 la un termen relevant (28 zile).

Adâncimea de pătrundere prin difuzie la 28 zile a ionilor de clor pentru microbetoane preparate cu CEM II/A-S 32.5R și CEM II/B-M(S-LL) 32.5R

Tabel nr. 22

Nr. crt.	Fabrica producătoare / Tipul cimentului		Clasa betonului	
			C30/37	C35/45
	Adâncimea medie de difuzie pe zona centrală la 28 de zile [mm]			
1	Bicaz	CEM II/A-M(S-LL) 42.5R	12.30	11.27
2	Deva	CEM II/A-M(S-LL) 42.5R	11.50	9.57
3	Fieni	CEM II/A-M(S-LL) 42.5R	11.80	9.94
4	Bicaz	CEM II/B-M(S-LL) 42.5R - LOT #1	8.63	6.74
5	Bicaz	CEM II/B-M(S-LL) 42.5R - LOT #2	10.84	9.84
6	Deva	CEM II/B-M(S-LL) 42.5R - LOT #1	8.60	7.61
7	Deva	CEM II/B-M(S-LL) 42.5R - LOT #2	7.87	7.09
8	Fieni	CEM II/B-M(S-LL) 42.5R - LOT #2	10.78	9.12
9	Bicaz	CEM II/B-M(S-LL) 42.5R - LOT 3	11.99	8.84
10	Deva	CEM II/B-M(S-LL) 42.5R - LOT 3	11.53	8.79
11	Fieni	CEM II/B-M(S-LL) 42.5R - LOT 3	13.12	11.20

- ✓ Urmare a rezultatelor testelor, nu se va utiliza CEM II/B-M(S-LL) 42.5R- la betoane autocompactante, care au o mai mare cantitate de piatră de ciment (vulnerabilă la difuzia ionilor de clor), exploatate în clasele de expunere XD1 și XS1 .
- ✓ CEM II/B-M(S-LL) 42.5R - (lot 3) se va utiliza doar la betoane obișnuite exploatate în clasele de expunere XD1 și XS1

Determinarea rezistenței la îngheț-dezgheț

Rezistența la îngheț-dezgheț a fost evaluată prin intermediul metodelor prevăzute de următoarele reglementări:

- SR 3518 (determinări de îngheț-dezgheț la 50, 100 și 150 cicluri de îngheț-dezgheț urmărindu-se comportarea betonului saturat cu apă (XF3) și aplicându-se criteriile prevăzute de acest standard național
- SR CEN/TS 12390-9 asociată cu aplicarea criteriilor prevăzute de NE 012/1-2022 (Anexa J) - prin cele două metode "cube test" și "slab test" prevăzute la Anexa J din normativul NE 012/1:2022

Determinarea pierderii de rezistență la compresiune după 50 de cicluri (G50) pentru CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (loturile 1,2 și 3 prin metoda distructivă prevăzută de SR 3518

Tabel nr. 23

Tipul cimentului – Fabrica - lot	Parametri Beton			Pierdere de rezistență la compresiune [%]
	Dozaj CEM	A/C	Aer (%)	G 50
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - Bicz	320	0,48	N/a	5,20 (*)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - Bicz (aer antrenat)	320	0,44	6,1	7,40 (**)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – Deva – lot 1	320	0,47	N/a	6,20 (*)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - Deva – lot 1 (aer antrenat)	320	0,47	6,3	7,20 (**)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - Fieni (lot 2)	320	0,47	N/a	5,80 (*)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - Fieni (aer antrenat) (lot 2)	320	0,45	6,0	6,90 (**)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – Bicz (lot #3)	320	0,48	N/a	8,60 (*)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - Bicz (aer antrenat) (lot #3)	320	0,47	5,9	9,30 (**)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – Deva (lot #3)	320	0,48	N/a	8,30 (*)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - Deva (aer antrenat) (lot #3)	320	0,47	5,9	9,30 (**)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – Fieni (lot #3)	320	0,47	N/a	7,40 (*)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - Fieni (aer antrenat) (lot #3)	30	0,46	6,0	8,00 (**)

(*) – testare în apă (**) – testare în soluție salină (apa + 4% NaCl)

Determinarea pierderii de rezistență la compresiune după 50 de cicluri (G50) pentru CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (loturile 1,2 și 3 prin metoda distructivă prevăzută de SR 3518)

Tabel nr. 24

Tipul cimentului – Fabrica - lot	Parametri Beton			Pierdere de rezistență la compresiune [%]
	Doza CEM	A/C	Aer (%)	G 100
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - Bicăz	340	0,44	N/a	7,9 (*)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - Bicăz (aer antrenat)	360	0,42	6	9,3 (**)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – Deva – lot 1	340	0,44	N/a	8,7 (*)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – Deva - lot 1 (aer antrenat)	360	0,43	6,1	10,4 (**)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - Fieni (lot 2)	340	0,45	N/a	7,2 (*)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - Fieni (aer antrenat) (lot 2)	360	0,43	5,9	8,6 (**)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – Bicăz (lot #3)	340	0,45	N/a	9,60
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - Bicăz (aer antrenat) (lot #3)	360	0,42	5,80	10,00
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – Deva (lot #3)	340	0,46	N/a	9,70
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - Deva (aer antrenat) (lot #3)	360	0,44	5,80	10,20
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – Fieni (lot #3)	340	0,44	N/a	7,70
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - Fieni (aer antrenat) (lot #3)	360	0,43	5,90	9,20

(*) – testare în apă (**) – testare în soluție salină (apa + 4% NaCl)

Tabel nr. 25

Tipul cimentului – Fabrica - lot	Parametri beton			Pierdere de rezistență la compresiune [%]
	Doza CEM	A/C	Aer (%)	G 150
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - Bicăz	380	0,42	N/a	9,0 (*)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - Bicăz (aer antrenat)	460	0,35	5,8	10,9 (**)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – Deva – lot 1	380	0,42	N/a	10,8 (*)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - Deva – lot 1 (aer antrenat)	460	0,39	5,9	12,3 (**)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - Fieni (lot 2)	380	0,42	N/a	8,9 (*)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - Fieni (aer antrenat) (lot 2)	460	0,38	5,9	9,0 (**)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – Bicăz (lot #3)	380	0,43	N/a	11,40 (*)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - Bicăz (aer antrenat) (lot #3)	460	0,37	5,5	13,00 (**)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – Deva (lot #3)	380	0,44	N/a	10,50 (*)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - Deva (aer antrenat) (lot #3)	460	0,37	5,5	10,80 (**)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R – Fieni (lot #3)	380	0,42	N/a	9,60 (*)
CEM II/B-M(S-LL) 42,5R - Fieni (aer antrenat) (lot #3)	460	0,38	5,7	10,20 (**)

(*) – testare în apă (**) – testare în soluție salină (apă + 4% NaCl)

- Se observă că indiferent de numărul de cicluri de îngheț-dezgheț aplicate (50, 100 și 150) este asigurată respectarea criteriului de performanță (SR 3518) privind nivelul maxim de reducere a rezistenței la compresiune care trebuie să fie mai mic de 25%, astfel încât betonul preparat cu CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (loturile 1, 2 și 3) să fie considerat rezistent la îngheț la numărul respectiv de cicluri.

Rezultate obținute pe compozitii fixe de beton cu CEM II/B-M(S-LL) 42.5R, fără aer antrenat, fără agenți de dezghețare –
Încercarea "slab test" corespunzătoare clasei de expunere XF1

Tabel nr. 26

Fabrica – lot	Seria	Dozaaj ciment / A/C	56 de cicluri		100 de cicluri	Observații privind valoarea „S _n ” la 100 de cicluri
			„S _n ” [Kg/m ²]	Criteriu	„S _n ” [Kg/m ²]	
Bicaz – lot 1	323	320 / 0,5	0,18	Max. 1,3 Kg/m ²	0,43	Valoare foarte redusă
Bicaz – lot 2	491		0,19		N/a	Nedeterminată
Deva – lot 2-331 (#)	489		0,19		N/a	
Deva – lot 2-540 (##)	499		0,25		N/a	
Fieni – lot 2	399		0,17		0,42	Valoare foarte redusă
Fieni – lot *	428		0,27		N/a	Nedeterminată
Bicaz – lot 3	554		0,49		N/a	
1 - Deva – lot 3	543		0,44		N/a	
2 - Deva – lot 3	545		0,16		N/a	
Fieni – lot 3	531		0,47		N/a	

(#) – aditiv SikaPlast 331 (##) – aditiv Sika BV 540 * - lot măcinat în data de 10.09.2021

(**) - valoarea exfolierii la 100 de cicluri este informativă, nefiind definit un criteriu în reglementare.

Rezultate obținute pe compozitii fixe de beton cu CEM II/B-M(S-LL) 42.5R, cu aer antrenat
Încercarea "slab test" corespunzătoare clasei de expunere XF2

Tabel nr. 27

Fabrica - lot	Seria	Dozaaj ciment / A/C (a)	56 de cicluri		100 de cicluri	Observații privind valoarea „S _n ” la 100 de cicluri
			„S _n ” [Kg/m ²]	Criteriu	„S _n ” [Kg/m ²]	
Bicaz – lot 1	324	320 / 0,5 / a	0,24	Max. 1,3 Kg/m ²	0,47	Valoare foarte redusă
Bicaz – lot 2	492ag		0,43		N/a	Nedeterminată
Deva – lot 1	362		0,56		0,60	Valoare foarte redusă
Deva – lot 2-331 (#)	490ag		0,30		N/a	Nedeterminată
Deva – lot 2-540 (##)	500ag		0,93		N/a	
Fieni – lot 2	400		0,22		0,45	Valoare foarte redusă
Fieni – lot *	429ag		0,46		N/a	Nedeterminată
Bicaz – lot 3	555ag		0,52		N/a	
1 - Deva – lot 3	544ag		0,42		N/a	
2 - Deva – lot 3	546ag		0,21		N/a	
Fieni – lot 3	532ag		0,54		N/a	
Bicaz – lot 3	597(a)		0,62		N/a	
Deva – lot 3	595(a)		0,49		N/a	
Fieni – lot 3	593(a)		0,60		N/a	

(#) – aditiv SikaPlast 331 (##) – aditiv Sika BV 540 a, (a) – compoziție cu aer antrenat

* - lot măcinat în data de 10.09.2021 « ag » - testare în soluție cu agenți de dezghețare (NaCl)

(**) - valoarea exfolierii la 100 de cicluri este informativă, nefiind definit un criteriu în reglementare.

Rezultate obținute pe compozitii fixe de beton cu CEM II/B-M(S-LL) 42.5R, fără aer antrenat, fără agenți de dezghețare –

Încercarea "slab test" corespunzătoare clasei de expunere XF3

Tabel nr. 28

Fabrica - lot	Seria	Dozaj ciment / A/C	56 de cicluri		100 de cicluri	Observații privind valoarea „S _n ” la 100 de cicluri
			„S _n ” [Kg/m ²]	Criteriu « S3 »	„S _n ” [Kg/m ²]	
Bicaz – lot 1	323	320 / 0,5	0,18	max. 1,0 Kg/m ²	0,43	Valoare foarte redusă
Bicaz – lot 2	491		0,19		N/a	Nedeterminată
Deva – lot 2-331 (#)	489		0,19			
Deva – lot 2-540 (##)	499		0,25		0,42	Valoare foarte redusă
Fieni – lot 2	399		0,17			
Fieni – lot *	428		0,27		N/a	Nedeterminată
Bicaz – lot 3	554		0,49			
1 - Deva – lot 3	543		0,44			
2 - Deva – lot 3	545		0,16			
Fieni – lot 3	531		0,47			

(#) – aditiv SikaPlast 331 (##) – aditiv Sika BV 540 * - lot măcinat în data de 10.09.2021
 (***) - valoarea exfolierii la 100 de cicluri este informativă, nefiind definit un criteriu în reglementare.

Rezultate obținute pe compozitii fixe de beton cu CEM II/B-M(S-LL) 42.5R, cu aer antrenat, fără agenți de dezghețare –

Încercarea "slab test" corespunzătoare clasei de expunere XF3

Tabel nr. 29

Fabrica - lot	Seria	Dozaj ciment / A/C	56 de cicluri		Observații
			„S _n ” [Kg/m ²]	Criteriu « S4 »	
Bicaz – lot 3	555aer	320 / 0,5 / a	0,34	max. 1,0 Kg/m ²	Testarea se face în apă fără agenți de dezghețare, corespunzător XF3. Criteriu satisfăcut cu o marjă mare de siguranță.
1 - Deva – lot 3	544aer		0,32		
2 - Deva – lot 3	546aer		0,12		
Fieni – lot 3	532aer		0,35		
Bicaz – lot 3	597(a)		0,40		
Fieni – lot 3	593(a)		0,39		

aer, a, (a) – compoziție cu aer antrenat

**Rezultate obținute pe compozitii fixe de beton cu CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (lot 1, 2 și 3),
cu aer antrenat**

Încercarea "slab test" corespunzătoare clasei de expunere XF4

Tabel nr. 30

Fabrica - lot	Seria	Dozaj ciment / A/C (a)	56 de cicluri		100 de cicluri	Observații privind valoarea „S _n ” la 100 de cicluri
			„S _n ” [Kg/m ²]	Criteriu	„S _n ” [Kg/m ²]	
Bicaz – lot 1	324	320 / 0,5 / a (slab test)	0,24	Max. 1,0 Kg/m ²	N/a	Valoare nedeterminată
Bicaz – lot 2	492ag		0,43		0,47	Valoare foarte redusă
Deva – lot 1	362		0,56		0,60	Valoare foarte redusă
Deva – lot 2-331 (#)	490ag		0,30		N/a	Valoare nedeterminată
Deva – lot 2-540 (##)	500ag		0,93			
Fieni – lot 2	400		0,22		0,45	Valoare foarte redusă
Fieni – lot *	429ag		0,46		N/a	Valoare nedeterminată
Bicaz – lot 3	555ag		0,52			
1 - Deva – lot 3	544ag		0,42			
2 - Deva – lot 3	546ag		0,21			
Fieni – lot 3	532ag		0,64			
Bicaz – lot 3	597a		0,62			
Deva – lot 3	595a		0,49			
Fieni – lot 3	593a		0,60			

* - lot macinat în data de 10.09.2021

(#) – aditiv SikaPlast 331 (##) – aditiv Sika BV 540

(**) - Valoarea exfolierii la 100 de cicluri este informativă, nefiind definit un criteriu în reglementare.

« ag » - testare în soluție cu agenți de dezghețare (NaCl)

a, (a) – compoziție cu aer antrenat

- Urmare a rezultatelor obținute, coroborate cu prevederile tab J.1. din NE 012/1: 2022 se iau măsurile suplimentare descrise în tabelul de mai sus. Astfel, respectând măsurile suplimentare de asigurare a durabilității, cimentul CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (lot 3) poate fi folosit pe tot cuprinsul teritoriului național, pentru zone cu ierni blande, moderate și severe. Se restrânge durata de viață proiectată la $L \leq 50$ de ani urmare a modului de comercializare.

Sinteza rezultatelor obținute în urma testării conform SR CEN /TS 12390-9 -metoda SLAB TEST

Tabel nr. 31

Clasa de expunere și Criteriu / Fabrica	XF1	XF2	XF3		XF4	
	SLAB (S1)	SLAB (S2)	SLAB (S3)	SLAB (S4), compoziții cu aer antrenat	SLAB (S5), compoziții cu aer antrenat	
Bicaz – lot 1	Da	Da	Da, « RFW H »	-	Da, « RFD H »	Măsurile suplimentare de asigurare a durabilității propuse sunt utilizarea exclusivă a clasei de rezistență a betonului C35/45 cu raport A/C < 0,45 și minim 340 Kg ciment/m ³ , cu folosirea unui aditiv de antrenare a aerului și asociată cu folosirea șlefuirii mecanice conform CD 139 ("elicoptizare") urmată de aplicarea unor măsuri de reducere a porozității de suprafață (hidrozolare), prin aplicarea corectă a unor pelicule specializate, corect și la timp întreținute.
Bicaz – lot 2	Da	Da	Da, « RFW H »	-	Da, « RFD H »	
Deva – lot 2 – 331	Da	Da	Da, « RFW H »	-	Da, « RFD H »	
Deva – lot 2 - 540	Da	Da	Da, « RFW H »	-	Da, « RFD M »	
Fieni – lot 2	Da	Da	Da, « RFW H »	-	Da, « RFD H »	
Fieni – lot *	Da	Da	Da, « RFW H »	-	Da, « RFD H »	
Bicaz – lot 3	Da	Da	-	Da, « RFW H »	Da, « RFD M »	
					Da, « RFD M »	
	Da	Da	-	Da, « RFW H »	Da, « RFD H »	
Deva – lot 3	Da	Da	-	Da, « RFW H »	Da, « RFD H »	
	Da	Da	-	Da, « RFW H »	Da, « RFD H »	
	-	-	-	-	Da, « RFD H »	
Fieni – lot 3	Da	Da	-	Da, « RFW H »	Da, « RFD M »	
					Da, « RFD M »	

* - lot măcinat în data de 10.09.2021

**Rezultate obținute pe compozitii variabile de beton cu CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (lot 1, 2 și 3),
Încercarea "cube test" -criteriu de performanță C1**

Tabel nr. 32

Fabrica	Seria	Dozaj de ciment, A/C	Pierdere de masă de beton după „n” de cicluri			
			n = 56	Criteriu (XF1) (*)	n = 100	Criteriu (XF1) (*)
Bicaz	320	280 / 0,55	2,25 %	Maxim 5%	4,73 %	Maxim 10%
	321	320 / 0,48	1,11 %		2,27 %	
	322	340 / 0,44	0,62 %		1,31 %	
Deva – lot 1	353	280 / 0,52	3,09 %		4,79 %	
	354	320 / 0,47	2,14 %		3,15 %	
	357	340 / 0,44	1,11 %		1,80 %	
Fieni – lot 2	401	280 / 0,58	1,72 %		2,92 %	
	402	320 / 0,47	0,67 %		1,19 %	
	403	340 / 0,45	0,41 %		0,74 %	
Bicaz – lot #3	562	280 / 0,53	2,17 %		Nu a fost testat la n = 100	
	563	320 / 0,48	1,79 %			
	564	340 / 0,45	0,81 %			
Deva – lot #3	559	280 / 0,53	2,83 %			
	560	320 / 0,48	2,09 %			
	561	340 / 0,46	1,19 %			
Fieni – lot #3	533	280 / 0,54	4,91 %			
	534	320 / 0,47	0,85 %			
	535	340 / 0,44	0,45 %			

(*) Criteriile sunt stabilite pentru compozitii fixe, cu un dozaj minim de ciment 300 kg/m³ și raport maxim A/C = 0,6

- Se observă satisfacerea limitei de performanță corespunzătoare clasei de expunere XF1 la 56 cicluri, pentru toate cimenturile CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (inclusiv lot 3) și compozițiile testate, fără nici o altă măsură de siguranță în afara celor reglementate coroborat cu performanțele testării până la 150 cicluri (G150)

**Rezultate obținute pe compozitii variabile de beton cu CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (lot 1, 2 și 3),
Încercarea "cube test" -criteriu de performanță C2**

Tabel nr. 33

Fabrica	Seria	Dozaj de ciment, A/C	Pierdere de masă de beton după „n” de cicluri			
			n = 56	Criteriu (XF1) (*)	n = 100	Criteriu (XF1) (*)
Bicaz	320	280 / 0,55	2,25 %	Maxim 5%	4,73 %	Maxim 10%
	321	320 / 0,48	1,11 %		2,27 %	
	322	340 / 0,44	0,62 %		1,31 %	
Deva – lot 1	353	280 / 0,52	3,09 %		4,79 %	
	354	320 / 0,47	2,14 %		3,15 %	
	357	340 / 0,44	1,11 %		1,80 %	
Fieni – lot 2	401	280 / 0,58	1,72 %		2,92 %	
	402	320 / 0,47	0,67 %		1,19 %	
	403	340 / 0,45	0,41 %		0,74 %	
Bicaz – lot #3	562	280 / 0,53	2,17 %		Nu a fost testat la n = 100	
	563	320 / 0,48	1,79 %			
	564	340 / 0,45	0,81 %			
Deva – lot #3	559	280 / 0,53	2,83 %			
	560	320 / 0,48	2,09 %			
	561	340 / 0,46	1,19 %			
Fieni – lot #3	533	280 / 0,54	4,91 %			
	534	320 / 0,47	0,85 %			
	535	340 / 0,44	0,45 %			

(*) Criteriile sunt stabilite pentru compozitii fixe, cu un dozaj minim de ciment 300 kg/m³ și raport maxim A/C = 0,6

- Se observă satisfacerea criteriului de performanță C2 corespunzătoare clasei de expunere XF3 la 56 clicuri, pentru toate cimenturile CEM II/B-M(S-LL) 42.5R testate.

Utilizarea cimentului CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (lot 3)

Tabel nr. 34

Valori limită și condiții	Clase de expunere la acțiunea mediului înconjurător					
	Atacul betonului din îngheț-dezgheț					
	XF1	XF2		XF3		XF4 (**)
Raport maxim A/C (*)	0,50	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45
Clasa minimă de rezistență	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C35/45	C35/45
Doza minimă de ciment	300 Kg/m ³	300 Kg/m ³	320 Kg/m ³	300 Kg/m ³	320 Kg/m ³	340 Kg/m ³
Conținut minim de aer antrenat	-	4%	-	4%	-	4%
Alte condiții privind agregatele	Agregate rezistente la îngheț-dezgheț conform SR EN 12620+A1, SR EN 1367-1, SR EN 1367-2, încadrabile în categoriile de mai jos, definite conform SR EN 1367-2					
	F ₄	MS ₂₅		F ₂		MS ₁₈
Alte condiții (***)	-					Șlefuire și peliculizare

(*) Observație: în raportul A/C se ia în considerare conținutul de apă eficientă, adică de apă care reacționează efectiv cu cimentul.

(**) În clasa de expunere XF4, măsurile suplimentare de asigurare a durabilității propuse sunt utilizarea exclusivă a clasei de rezistență a betonului C35/45 cu raport A/C_{ef} < 0,45 și minim 340 Kg ciment/m³, cu folosirea unui aditiv de antrenare a aerului și asociată cu folosirea șlefuirii mecanice conform CD 139 ("elicopterizare") urmată de aplicarea unor măsuri de reducere a porozității de suprafață (hidroizolare), prin aplicarea corectă a unor pelicule specializate, corect și la timp întreținute.

(***) Alte condiții tehnologice suplimentare se regăsesc pe cuprinsul documentației de referință.

4. ANEXE

Extrase semnificative din procesul verbal al ședinței de deliberare a Grupei specializate nr. 01 "ELEMENTE STRUCTURALE SI FUNDATII"

Procesul verbal nr. 029 din 21.10.2024

Grupa specializată nr. 01 alcătuită din:

Președinte: ing Costel GHEORGHE

Raportor de specialitate: ing. Monica COSTEI

- *Agrementul Tehnic întocmit cuprinde punctele reglementate de Procedura de acord tehnic și a fost elaborat în conformitate cu actele normative aferente domeniului de referință valabile la această dată.*

- Analizând cererea nr. 22 din 27.09.2024 de extindere a agrementului tehnic 004-01/025-2023, dosarul tehnic prezentat de **HEIDELBERG MATERIALS ROMÂNIA S.A.**, rezultatele încercărilor executate în laboratoare de specialitate și în poligon „in situ” pe elemente și prezentul agrement tehnic, Grupa specializată nr. 01 propune:
- ✓ Aprobarea de către CTPC a Agrementului Tehnic nr. 004-01/029-2024 care extinde AT 004-01/025-2023-„Procedeu de preparare a betonului și de executare a lucrărilor din betoane simple și armate cu Ciment Portland Compozit tip CEM II/B-M(S-LL) 42.5R (vrac)” cu termen de valabilitate 25.10.2026.

Raportorul grupei specializate nr. 01
ing. Monica COSTEI

Președinte:
ing. Costel GHEORGHE

