



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 **25 februarie 2026**, nr. **42231** al Comisiei tehnice de specialitate nr. 1 pentru avizarea agrementelor tehnice în construcții:

CONSILIUL TEHNIC PERMANENT PENTRU CONSTRUCȚII

AVIZEAZĂ FAVORABIL :

agrementul tehnic nr. **004-01/035-2026**, elaborat de S.C. **INSTITUTUL DE CERCETĂRI ÎN TRANSPORTURI - INCERTRANS S.A.**, pentru **Procedeu de preparare a betonului și de executare a lucrărilor din beton rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apă de mare, cu ciment de furnal tip CEM III/A 42,5N-LH, produs/e de HEIDELBERG MATERIALS ROMÂNIA S.A.**

Prezentul **AVIZ TEHNIC** este valabil până la data de **25 februarie 2028** 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 februarie 2029**, pentru titular, producător și distribuitorii din anexa la agrementul tehnic.

**PREȘEDINTE AL CONSILIULUI TEHNIC PERMANENT PENTRU
CONSTRUCȚII**

**SECRETAR DE STAT
KÖVÉR ORSOLYA-MÁRIA**

1/

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



Agreement Tehnic
004-01/035-2026

Procedeu de preparare a betonului și de executare a lucrărilor din beton rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apă de mare, cu ciment de furnal tip CEM III/A 42,5N-LH

Process for preparing concrete and performing concrete works resistant to various chemical, sulfate and seawater attacks, with blast furnace cement type CEM III/A 42.5N-LH

Verfahren zur Herstellung von Beton und zur Ausführung von Betonarbeiten, die gegen verschiedene chemische, Sulfat- und Meerwasserangriffe beständig sind, mit Hochofenzement Typ CEM III/A 42,5N-LH

Procédé de préparation et d'exécution de béton résistant aux agressions chimiques, sulfatées et marines, avec ciment de haut fourneau de type CEM III/A 42.5N-LH

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 SI FUNDAȚII**

Prezentul agreement tehnic este valabil până la data de 25.02.2029 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 solicitare agrement tehnic, prezentată de HEIDELBERG MATERIALS ROMÂNIA S.A. și înregistrată cu nr. 28 din 07.10.2025, referitoare la procedeul "Procedeu de preparare a betonului și de executare a lucrărilor din beton rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apă de mare, cu ciment de furnal tip CEM III/A 42,5N-LH" realizat de firma HEIDELBERG MATERIALS ROMÂNIA S.A. elaborează prezentul Agrement Tehnic nr. AT 004-01/035-2026 în conformitate cu actele normative aferente domeniului de referință valabile la această dată

1. DEFINIREA SUCCINTĂ

1.1. Descriere succintă

Prezentul agrement tehnic s-a elaborat pentru a aduce completări (condiții speciale, limitări și recomandări suplimentare) la prevederile tehnice aplicabile la locul de preparare/utilizare a betonului rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare, preparat cu ciment de furnal CEM III/A 42,5N-LH.

Procedeul descrie modul de producere și utilizare a betonului preparat cu ciment de furnal tip CEM III/A 42,5N-LH fabricat conform SR EN 197-1:2011 care are în compoziție clincher Portland, zgură de furnal, componente auxiliare minore și ghips.

Cimenturile de furnal CEM III/A 42,5N-LH sunt produse în fabricile de la Bicaz (Tașca), Deva (Chișcădaga) și Fieni, conform SR EN 197-1:2011 de către HEIDELBERG MATERIALS ROMÂNIA.

Cimentul este acceptat pentru utilizare în majoritatea claselor de expunere la acțiunea mediului înconjurător pe baza prevederilor Anexei F din NE 012/1:2022 și RTC 13/2024 în

corelație cu buna comportare a pietrei de ciment în diverse medii de expunere.

Există o largă experiență națională și europeană prin care se recunoaște capacitatea CEM III/A 42,5N-LH de a oferi betoane durabile la atacul chimic general dar nu este suficient documentat în reglementări modul de asigurare a durabilității betonului la agresiunea moderat sulfatică, a apei mării, acidă, a rețelelor de canalizare, de epurare precum și a mediului industrial foarte slab agresiv exercitat de gaze și solide.

Necesitatea elaborării prezentului agrement tehnic constă în prezentarea unui procedeu unitar și coerent de preparare a betonului cu proprietăți specificate precum și de executare a lucrărilor din betoane simple și armate, care oferă informații suplimentare utilizatorilor cimentului CEM III/A 42,5N-LH (vrac) produs în fabricile de la Tașca (Bicaz), Chișcădaga (Deva) și Fieni).

Prin respectarea acestora se asigură durabilitatea elementelor/structurilor din beton la agresiunea moderat și limitat sulfatică respectiv magneziană, a apei mării (Marea

Neagră), a rețelilor de canalizare, de epurare precum și a mediului industrial foarte slab agresiv exercitat de gaze și solide pentru o durată de viață proiectată de 50 de ani.

La proiectarea, producerea și punerea în operă a betonului cu ciment de furnal tip CEM III/A 42,5N-LH se va ține cont de următoarele condiții, limitări și cerințe speciale respectiv suplimentare:

1) valorile limită ale compoziției și proprietăților betonului în funcție de clasa de expunere (XA1, XA2, XA3, XA1b) și tipul de atac, fiind adăugate condiții speciale, limitări și recomandări suplimentare, de la caz la caz.

2) o metodă de preparare în stații specializate a betonului obișnuit cu un ciment de furnal cu căldură de hidratare redusă, tip CEM III/A 42,5N-LH (vrac).

3) o metodă de executare a lucrărilor de betoane simple și armate ce include tratarea și respectiv protecția lucrărilor executate, în vederea asigurării durabilității construcțiilor.

Observații:

* În cazul expunerii în clasa XA2 cu atac dat de ionii sulfat, de ionii de magneziu, de apa de mare (Marea Neagră), de lacurile cu un chimism pronunțat, de acizi din ape naturale sau soluri și CO₂ agresiv, se impun pe cuprinsul agrementului o serie de condiții compoziționale și recomandări.

* În cazul expunerii în clasa XA3 cu atac dat de ionii de amoniu, de magneziu, de acizi din ape naturale sau soluri și CO₂ agresiv, se impun pe cuprinsul agrementului o serie de condiții compoziționale mai severe și recomandări.

Atunci când temperatura apei depășește 25°C și prezintă un anumit dinamism, se recomandă protecția suplimentară a betonului expus oricărui atac chimic, acolo unde este posibil, prin aplicarea unor pelicule specializate, întreținute în mod corespunzător. Identificarea tipului de protecție precum și alte metode de protecție pot fi stabilite de către proiectant, pe bază de caiet de sarcini și conform prevederilor tehnice aplicabile.

Condițiile speciale, cerințele suplimentare, recomandările, limitările și valorile pentru stabilirea limitelor compozițiilor betonului preparat cu ciment CEM III/A 42,5N-LH (comercializat la vrac) au avut la bază efectuarea studiilor experimentale derulate la Universitatea Tehnică de Construcții București (Laboratorul Departamentului de Construcții din Beton Armat "DCBA") precum și la CEPROCIM, o parte din rezultate fiind prezentate în tabelele nr 12...21 din prezentul agrement. S-a urmărit determinarea consecințelor ușor cuantificabile (expansiuni, contracții etc.) precum și vizuale (fisurări, dizolvări etc.) ale expunerii unor prisme de mortar standard (conform SR EN 196-1) preparate cu cimentul CEM III/A 42,5N-LH (produs în toate fabricile Heidelberg Materials România S.A.) la agresivități chimice diverse, atacurile fiind mult accelerate (în mod controlat mai intense) față de situațiile întâlnite în natură.

Se vor respecta următoarele condiții speciale:

a) Valorile limită ale agresivităților chimice, compoziției și proprietăților betoanelor

a.1) Valorile limită ale compoziției și proprietăților betonului

corespunzătoare atacului sulfatic natural, din ape și soluri. Aceste valori limită se aplică și în contact cu apele uzate industriale și urbane din rețelele de canalizare și epurare, cu precauțiile necesare datorate caracterului dinamic al acestora. (Tabel nr 1).

a.2) Valorile limită ale compoziției și proprietăților betonului corespunzătoare atacului natural date de ionii de amoniu, din ape și soluri. Aceste valori limită se aplică și în contact cu apele uzate industriale și urbane din rețelele de canalizare și epurare, cu precauțiile necesare datorate caracterului dinamic al acestora. (Tabel nr 2)

a.3) Valorile limită ale compoziției și proprietăților betonului corespunzător atacului natural date de ionii de magneziu, din ape naturale. Aceste valori limită se aplică și în contact cu apele uzate industriale și urbane din rețelele de canalizare și epurare, cu precauțiile necesare datorate caracterului dinamic al acestora, acolo unde este cazul (Tabel nr 3).

a.4) Valorile limită ale compoziției și proprietăților betonului corespunzător atacului natural date de apa de mare (Marea Neagră) și a lacurilor cu chimism pronunțat (Tabel nr 4)

a.5) Valorile limită ale compoziției și proprietăților betonului corespunzător atacului natural dat de acizi, din ape naturale și soluri. (Tabel nr 5.)

a.6) Valorile limită ale compoziției și proprietăților betonului corespunzător atacului natural date de CO_2 agresiv, din ape naturale. (Tabel nr 6)

a.7) Valorile limită ale compoziției și proprietăților betonului coresp. atacului chimic industrial, dat de gaze (Tabel nr 7)

a.8) Valorile limită ale compoziției și proprietăților betonului corespunzător atacului chimic industrial, dat de agenți agresivi slab solubili în stare solidă, în interiorul construcțiilor (Tabel nr 8.)

a.9) Valorile limită ale compoziției și proprietăților betonului corespunzător atacului chimic industrial, dat de agenți agresivi slab solubili în stare solidă, în aer liber (Tabel nr 9.)

b) Condiții tehnice specifice pentru betoanele din construcțiile hidroedilitare (Tabelul nr 10.)

c) Cerințe suplimentare:

Pentru atacul sulfatic natural, din ape (maxim 2.000mg/l SO_4^{2-}) și soluri (maxim 2.500mg/kg SO_4^{2-}) unde nu există risc de acumulare de ioni de sulfat în beton datorită ciclurilor de uscare-umezire sau prin suucțiune capilară, precum și din anumite rețele hidroedilitare (maxim 1.000mg/l SO_4^{2-}) cu ape uzate industriale și urbane se respectă următoarele:

c.1) Se menține clasa minimă de rezistență a betonului C35/45 din Anexa F a NE 012/1:2022 și RTC 13/2024 însă se reduce raportul maxim A_{ef}/C de la 0,50 la 0,45 pe deplin posibil a fi respectat în practică pentru consistențe (S3) obișnuite ale betonului pompabil;

c.2) Se menține dozajul minim de ciment de 320 Kg/m³ beton din Anexa F a NE 012/1:2022 și RTC 13/2024;

c.3) Se recomandă majorarea duratei de tratare a betonului cu 1 zi față de prevederile NE 012/2:2022 și - pe cât

posibil - expunerea elementelor monolite și prefabricate la atacul moderat sulfatic la minim o lună de la punerea în operă.

În Anexa F a NE 012/1:2022 se face referire la utilizarea unui ciment rezistent la sulfați în clasele de expunere XA2 și XA3 cu atac sulfatic.

Se definește CEM III/A 42,5N-LH produs în fabricile Heidelberg Materials Romania drept un ciment moderat rezistent la sulfați ("MSR" - „Moderate Sulphat Resistant”), aplicabil în clasa de expunere XA2, cu condițiile și limitările anterior definite. Codificarea exclude oricare confuzie s-ar putea face cu un ciment rezistent la sulfați ("HSR" sau "SR").

Pentru atacul magnezian natural, din ape (maxim 3.500mg/l Mg^{2+}) și soluri (maxim 5.000mg/kg Mg^{2+}) unde nu există risc de acumulare de ioni de magneziu în beton datorită ciclurilor de uscare-umezire sau prin sucțiune capilară precum și din anumite rețele hidroedilitare cu ape uzate industriale și urbane, se respectă următoarele:

c.4) În XA2 se menține clasa minimă de rezistență a betonului din Anexa F a NE 012/1:2022 și RTC 13/2024 la C35/45 însă se reduce raportul maxim A_{ef}/C la 0,45 pe deplin posibil a fi respectat în practică pentru consistențe (S3) obișnuite ale betonului pompabil;

- Se menține dozajul minim de ciment de 320Kg/m³ beton din Anexa F a NE 012/1:2022 și RTC 13/2024;

c.5) În XA3 - cu limitările menționate privind concentrațiile de ioni de magneziu - se majorează clasa minimă de rezistență a betonului din Anexa F a NE 012/1:2022 și RTC 13/2024 la C40/50 și se reduce raportul maxim A_{ef}/C

la 0,40 pe deplin posibil a fi respectat în practică pentru consistențe (S3) obișnuite ale betonului pompabil;

- se menține dozajul minim de ciment de 360Kg/m³ beton din Anexa F a NE 012/1:2022 și RTC 13/2024.

c.6) Se fac următoarele recomandări ce pot fi preluate de proiectant și impuse prin caiete de sarcini, în cazul expunerii în clasele XA2 și XA3 cu atac magnezian seminificativ.

- se recomandă majorarea duratei de tratare a betonului cu 1 zi față de prevederile NE 012/2:2022 și - pe cât posibil - expunerea elementelor monolite și prefabricate la atacul magnezian la minim o lună de la punerea în operă.

- se recomandă protecția suplimentară a betonului expus acestui atac, în clasele de expunere XA2 și XA3, acolo unde este posibil, prin aplicarea unor pelicule specializate, întreținute în mod corespunzător. Identificarea tipului de protecție precum și alte metode de protecție pot fi stabilite de către proiectant, pe baza de caiet de sarcini.

Pentru atacul dat de ionii de amoniu, din ape naturale precum și din anumite rețele hidroedilitare cu ape uzate industriale și urbane, se respectă următoarele:

c7) Cimentul se poate considera acceptat pe baza prevederilor Anexei F din NE 012/1:2022 și RTC 13/2024 precum și în corelație cu buna comportare a pietrei de ciment în acest mediu de expunere, respectiv pe baza experienței naționale și europene convergente în a recunoaște capacitatea CEM III/A 42,5N-LH de a oferi rezistență la atacul amoniacal, prin o mai redusă pondere a hidroxidului de calciu în piatra de ciment și o redusă porozitate a acesteia.

Se face următoarea recomandare ce poate fi preluată de proiectant și impusă prin caiete de sarcini, în cazul expunerii în clasa XA3 la atacul amoniacal: Se recomandă protecția suplimentară a betonului expus acestui atac, acolo unde este posibil, prin aplicarea unor pelicule specializate, întreținute în mod corespunzător. Identificarea tipului de protecție precum și alte metode de protecție pot fi stabilite de către proiectant, pe baza de caiet de sarcini.

Pentru atacul dat de apa de mare (Marea Neagră) și a lacurilor cu chimism pronunțat, se respectă următoarele:

c.8) Doar aplicând procedeul agrementat, se poate comunica faptul că cimentul CEM III/A 42,5N-LH este un "ciment rezistent la apa de mare" din punct de vedere chimic pentru țărmlul național al Mării Negre sub rezerva efectuării de teste locale privind chimia apei în contact cu betonul. Acest tip de ciment poate fi utilizat până la o intensitate maximă a concentrației de ion sulfat (SO_4^{2-}) de 1.000 mg/l cumulată cu o intensitate maximă a concentrației de ion magneziu (Mg^{2+}) de 1.000 mg/l în apa Mării Negre precum și a lacurilor având un chimism pronunțat. Un studiu chimic local este necesar de fiecare dată și pentru fiecare obiectiv.

Se face următoarea recomandare ce poate fi preluată de proiectant și impusă prin caiete de sarcini, în cazul expunerii în clasa XA2 la atacul complex dat de apa de mare și a lacurilor cu chimism pronunțat: Se recomandă protecția suplimentară a betonului expus acestui atac, acolo unde este posibil, prin aplicarea unor pelicule specializate, întreținute în mod corespunzător.

Identificarea tipului de protecție precum și alte metode de protecție pot fi stabilite de către proiectant, pe baza de caiet de sarcini.

Pentru atacul acid, din ape naturale și soluri, se respectă următoarele:

c.9) Cimentul se poate considera acceptat pe baza prevederilor Anexei F din NE 012/1:2022 și RTC 13/2024 precum și în corelație cu buna comportare a pietrei de ciment în alte medii de expunere, respectiv pe baza experienței naționale și europene convergente în a recunoaște capacitatea CEM III/A 42,5N-LH de a oferi rezistență la atacul chimic general, în special acid, prin o mai redusă pondere a hidroxidului de calciu în piatra de ciment și o redusă porozitate a acesteia.

Se face următoarea recomandare ce poate fi preluată de proiectant și impusă prin caiete de sarcini, în cazul expunerii în clasa XA3 la atacul dat de acizi: Se recomandă protecția suplimentară a betonului expus acestui atac, acolo unde este posibil, prin aplicarea unor pelicule specializate, întreținute în mod corespunzător. Identificarea tipului de protecție precum și alte metode de protecție pot fi stabilite de către proiectant, pe baza de caiet de sarcini.

Pentru atacul dat de CO₂ agresiv, din ape naturale, se respectă următoarele:

c.10) Cimentul se considera acceptat pe baza prevederilor Anexei F din NE 012/1:2022 și RTC 13/2024 coroborat cu buna comportare a pietrei de ciment în alte medii de expunere, respectiv pe baza experienței naționale și europene convergente în a recunoaște capacitatea

CEM III/A 42,5N-LH de a oferi o porozitate redusă a pietrei de ciment.

Se vor respecta prevederile în vigoare privind calculul grosimii stratului de acoperire conform Eurocodului 2 (SR EN 1992-1-1:2004) și Anexei sale naționale, respectarea acesteia pe șantier împreună cu măsurile de tratare și protecție deja reglementate. Indiferent de deschidere, fisurile apărute în betonul preparat cu **CEM III/A 42,5N-LH** și expus la CO₂ agresiv vor fi obligatoriu sigilate cu produse specializate.

Pentru atacul chimic industrial în clasa de agresivitate foarte slabă (XA1b), se respectă următoarele:

c.11) Cimentul se considera acceptat pe baza bunei comportări experimentale la diverse medii de atac acid, conform prevederilor Anexei F din NE 012/1:2022 și RTC 13/2024 precum și în corelație cu buna comportare a pietrei de ciment în alte medii de expunere, respectiv pe baza experienței naționale și europene convergente în a recunoaște capacitatea **CEM III/A 42,5N-LH** de a oferi rezistență la atacul chimic general.

Utilizarea corectă și reglementată a **CEM III/A 42,5N-LH** favorizează o structură densă și slab capilară a pietrei de ciment, limitând pătrunderea substanțelor chimic agresive - inclusiv a CO₂ - în beton, în special când acesta este saturat cu apă.

În concluzie, betonul – ca produs final, pus în operă – pentru a fi rezistent la agresiuni chimice diverse (inclusiv industriale), sulfatice și la apa de mare trebuie să prezinte o porozitate minimă a pietrei de ciment, aspect ce poate fi obținut prin folosirea unui ciment cu conținut ridicat de zgură ca adaos (așa

cum este **CEM III/A 42,5N-LH** care conține minim 36% zgură, conform SR EN 197-1:2011), prin creșterea clasei betonului (care se asociază cu un raport A/C_{ef} diminuat), doar prin reducerea raportului A/C_{ef} (acolo unde este posibil) precum și prin măsuri energice și eficiente, suplimentare, de tratare și protecție a betonului după punerea în operă.

Procedul se poate aplica la executarea elementelor / structurilor monolite și prefabricate din beton simplu și armat, obișnuite și masive expuse unei agresivități naturale limitate - în ape și soluri - precum și (selectiv) celei din domeniul industrial și al construcțiilor hidroedilitare aferente rețelelor de canalizare și stațiilor de epurare.

Agresivitatea chimică, analizată în cadrul agrementului, pe betoanele preparate cu ciment de furnal **CEM III/A 42,5N-LH** este cea provenită din cauze naturale - în ape și soluri - precum și (selectiv) cea din rețelele hidroedilitare respectiv din mediul industrial reprezentat de o serie de gaze și substanțe solide aflate în contact cu betonul.

1.2. Identificarea procedului

Procedul se va putea identifica prin:

- tipurile și caracteristicile materialelor componente ale betonului menționate în prezenta documentație de referință;
- nivelele de agresivitate chimică specifice fiecărei clase de expunere (XA1, XA2, XA3) și tip de agresivitate (ion, mediu) conținând și limitările impuse, conform acestui agrement;
- caracteristicile betonului preparat cu cimentul tip **CEM III/A 42,5N-LH** (vrac) și respectiv pus în operă, conforme cu prezentul agrement tehnic.

- planul de eșantionare, testare și verificare a conformității materiilor prime și a betonului ca material de construcție final, respectate la locul de preparare (stație), respectiv la locul de punere în operă, reglementat tehnic;
- măsurile de tratare și protecție a betonului după punerea în operă,

reglementate tehnic precum și prezentate în acest acord tehnic;

- nivelul de exigență al supervizării (urmăririi în timp) de-a lungul duratei de viață proiectate a elementelor și structurilor, reglementate tehnic (o relevanță deosebită având normativele P 130 / 2025 și NP 087 / 2003, după caz).

2. AGREMENTUL TEHNIC

2.1. Domenii acceptate de utilizare în construcții

Procedeul se poate aplica la lucrări de construcții din România, expuse la agresiuni chimice diverse (inclusiv industriale și din rețelele de canalizare), sulfatice și la apa de mare exclusiv prin folosirea cimentului de furnal CEM III/A 42,5N-LH (vrac).

Betoanele preparate cu cimenturi de furnal tip CEM III/A 42,5N-LH corespund claselor de rezistență C30/37, C35/45, C40/50 și superioare, conform cerințelor specificate în SR EN 206+A2:2021, normativul NE 012-1/2022, ghidului RTC 13/2024 și acordului tehnic pentru nivelele de agresivitate chimică avute în vedere. Clasa de rezistență C30/37 reprezintă clasa minimă de rezistență aplicabilă clasei de expunere XA1, conform Anexei F din NE 012-1/2022 și RTC 13/2024.

Prin respectarea procedurii se apreciază faptul că un ciment de furnal tip CEM III/A 42,5N-LH, fabricat conform SR EN 197-1:2011, poate fi utilizat în elemente/structuri pentru construcții civile, industriale, agricole, ale infrastructurii de transport, hidrotehnice și hidroedilitare (aferele rețelelor de canalizare și epurare) expuse la atacuri chimice diverse, sulfatice și la

apa de mare exploatare în: mediu natural slab (XA1) și limitat moderat agresiv sulfatic (XA2) cu anumite recomandări și precauții, ceea ce reprezintă o extindere limitată, în plus, față de prevederile Normativului NE 012/1-2022 și ghidului RTC 13/2024;

- ✓ mediu natural cu atac magnezian (XA1, XA2, XA3) cu anumite limitări, precauții și recomandări;
- ✓ mediu natural cu atac amoniacal (XA1, XA2, XA3) cu anumite recomandări;
- ✓ contact cu apa Mării Negre, putând fi considerat un ciment rezistent la apă marină, în limitele corespunzătoare clasei de expunere XA2 cu atac limitat sulfatic și magnezian, cu anumite precauții și recomandări;
- ✓ mediu natural cu atac acid (XA1, XA2, XA3) cu anumite recomandări;
- ✓ mediu natural cu atac dat de CO₂ agresiv (XA1, XA2, XA3) cu anumite precauții și recomandări;
- ✓ contact cu apa uzată industrială și urbană din rețelele de canalizare și epurare, inclusiv în contact cu elementele/structurile din beton ale stațiilor de epurare care se încadrează din punctul de vedere al agresivității chimice în limitele stabilite prin acest acord (HG 352/2005, anexele 2 și 3).

- ✓ **mediu industrial cu agresivitate foarte slabă**, corespunzătoare clasei de expunere "XA1b" (beton în contact indirect cu abur industrial, cu gaze agresive din grupa A și solide slab solubile);

Aceste lucrări includ elemente/structuri de beton pentru construcții civile, industriale, agricole, ale infrastructurii de transport, hidrotehnice și hidroedilitare (aferente rețelelor de canalizare și epurare) expuse la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare (Marea Neagră).

Procedeul se poate aplica la executarea elementelor/structurilor din beton având o durată de viață proiectată de maxim 50 de ani, încadrabile în nivelele maxime de agresivitate chimică stabilite în prezentul acord tehnic.

Procedeul nu se aplică betonului precomprimat sau a celui autocompactant.

2.2. **Aprecieri asupra procedurii**

2.2.1. **Aptitudinea de exploatare**

Procedeul de preparare a betonului și de executare a lucrărilor din beton rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apă de mare, cu ciment de furnal tip CEM III/A 42,5N-LH 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:**

- În prezent, prin Anexa F a normativului NE 012/1:2022, tipul de ciment CEM III/A 42,5N-LH are o aplicabilitate foarte extinsă în România, în clasele de expunere X0, XC1, XC2, XC3, XC4, XD1, XD2, XD3, XS1, XS2, XS3, XF1, XF2, XF3,

XF4, XM1, XM2, XM3, XA1, XA2, XA3. În Anexa F nu se face nicio mențiune privind utilizarea în medii industriale agresive XAb (definite conform Anexei I din NE 012/1:2022). Pe cuprinsul NE 012/1:2022 se mai menționează faptul că, în cazul expunerii betonului în zonele marine se utilizează cimenturi "rezistente la acțiunea apei de mare", fără ca acestea să fie definite cu exactitate.

Ca urmare a efectuării testelor extinse de durabilitate efectuate în diferite medii de atac chimic și prin interpretarea rezultatelor, se observă că acest tip de ciment - CEM III/A 42,5N-LH atinge anumite nivele de performanță, respectiv asigură cerințele fundamentale aplicabile construcțiilor.

Este necesară respectarea condițiilor compoziționale stabilite prin prezentul acord, așa cum sunt limitările impuse clasei de rezistență, dozajului minim de ciment, raportului maxim A/C_{ef}. Deosebit de importantă este respectarea grosimii stratului de acoperire.

- Alte condiții necesare a fi respectate se referă la unele aspecte tehnologice, legate de executarea lucrărilor pe șantier, așa cum sunt majorările duratei de tratare și protecție respectiv sigilările impuse tuturor rosturilor și fisurilor vizibile ale betonului expus în clasele XA1, XA2, XA3, XAb1 precum și la apa de mare, de exemplu.
- Mortarele de ciment conform EN 196-1 au fost testate la agresiuni chimice diverse, sulfatice, la apa marină artificială și naturală (apa Mării Negre) și s-au comportat bine în toate clasele de expunere simulate, raportat la criteriile de performanță

reglementate în **Anexa J a NE 012-1/2022** privind atacul sulfatic și buna practică europeană respectiv inginerescă. În aceste situații, prezentate în **agrement**, elementele/structurile pentru construcții sunt încadrabile la categoria duratei de viață proiectate "4" conform Eurocod 0 (SR EN 1990:2004), respectiv acestea vor avea o durată de viață proiectată de 50 de ani.

- **Betoanele realizate cu CEM III/A 42,5N-LH** 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, RTC 13/2024 și NE 012-2/2022 aplicabile privind condițiile de calitate pentru prepararea și producerea betonului rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apă de mare, transportarea, turnarea, finisarea, tratarea, protecția, decofrarea, recepția, urmărirea în timp precum și a condițiilor și recomandărilor din prezentul **agrement tehnic**.

• **Securitate la incendiu:**

-procedeul nu influențează această cerință

-la executarea lucrărilor din betoane rezistente la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apă de mare, 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 de furnal CEM III/A 42,5N-LH (indiferent de fabricile producătoare Tașca, Chișcădaga sau Fieni) deține Fișa cu date de securitate cod FDS-02/2023, ediția 2, revizia 2, 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;

Pentru protecția personală a lucrătorilor, trebuie să se respecte cerințele referitoare la normele metodologice de aplicare a legislației, securității și sănătății în muncă, conform **Legii nr. 319/2006** cu completările și modificările ulterioare;

Pentru prevenirea poluării solului și subsolului, la încheierea activităților de pe șantier se respectă:

- **Legea nr.17/2023** care aprobă **OUG nr.92 /2021** – privind regimul deșeurilor;
- **Ordonanța de urgență 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.

HEIDELBERG MATERIALS ROMÂNIA S.A. a transmis probe de ciment CEM III/A 42,5N-LH 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 III/A 42,5N-LH	Concentrația elementelor U, Th și K		
	U ($mg \cdot kg^{-1}$)	Th ($mg \cdot kg^{-1}$)	K ($\mu g \cdot kg^{-1}$)
Fabrica de ciment TASCA RI 029/15.05.2025	5,05 ± 0,3	7,22 ± 0,14	665,94 ± 25,20
Fabrica de ciment CHISCĂDAGA RI 028/15.05.2025	2,40 ± 0,25	4,94 ± 0,11	793,90 ± 29,13
Fabrica de ciment FIENI RI 035/15.05.2025	4,62 ± 0,32	6,80 ± 0,14	774,93 ± 0,29

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 radiologică, fiind prezentate în următorul tabel:

Proba CEM III/A 42,5N-LH	Indicele concentrației activității (Bq/kg)
Fabrica de ciment TASCA	0,41
Fabrica de ciment CHISCĂDAGA	0,29
Fabrica de ciment FIENI	0,46

• **Siguranță și accesibilitate în exploatare**

➤ Prin aplicarea procedurii agrementat, se poate comunica faptul că cimentul CEM III/A 42,5N-LH este un "ciment rezistent la apa de mare" din punct de vedere chimic (țărnul național al Mării Negre) sub rezerva efectuării de teste locale privind chimia apei în contact cu betonul, pentru fiecare obiectiv. Acest tip de ciment poate fi utilizat până la o intensitate maximă a concentrației de ion sulfat (SO_4^{2-}) de 1.000 mg/l cumulată cu o intensitate maximă a concentrației de ion magneziu (Mg^{2+}) de 1.000 mg/l în apa Mării Negre și al lacurilor având un chimism pronunțat.

➤ Se face următoarea recomandare ce poate fi preluată de proiectant și impusă prin caiete de sarcini, în cazul expunerii în clasa XA2 la atacul complex dat de apa de mare și a lacurilor cu chimism pronunțat: Se recomanda protecția suplimentară a betonului expus acestui atac, acolo unde este posibil, prin aplicarea unor pelicule specializate, întreținute în mod corespunzător. Identificarea tipului de protecție precum și alte metode de protecție pot fi stabilite de către proiectant, pe baza de caiet de sarcini.

➤ Domeniul de utilizare propus nu se aplică în aceleași condiții și față de apa Lacului Techirghiol (fiind mai agresivă în special efect al atacului magnezian) precum și a altor lacuri a caror apă nu se încadrează în clasa de expunere XA2.

➤ Întrucât nu se poate defini pentru țărnul Mării Negre o anumită tendință geografică privind valorile obținute pentru ionii agresivi este necesară efectuarea unui studiu chimic local de

fiecare dată și pentru fiecare obiectiv construit.

- *Procedeeul prezintă siguranță în exploatare dacă este aplicat conform reglementărilor tehnice în vigoare, prevederilor proiectului de execuție specific fiecărei lucrări în parte (conținând informațiile necesare executării fiecărui element turnat) și condițiile din prezentul acord tehnic.*
- *Toate componentele (materiile prime) care intră în compoziția betonului trebuie să fie certificate ca produse iar echipamentele tehnologice apte de utilizare, fiind posibilă din punct de vedere tehnic și legal folosirea lor în domeniul construcțiilor.*
- *Protecția împotriva zgomotului*
 - *procedeeul nu influențează această cerință.*
- *Economie de energie și izolare termică*
 - *procedeeul nu influențează această cerință.*
- *Utilizare sustenabilă a resurselor naturale*

Procedeeul propus spre acordare influențează în mod benefic această cerință.

În conformitate cu standardul SR EN 197-1, cimentul de furnal CEM III/A 42,5N-LH conține clincher și zgură de furnal ca și componente principale, componente auxiliare minore precum și ghips. Utilizarea zgurii de furnal în proporție de 36...65% și a componentelor auxiliare minore în proporție de max. 5% - exclusiv ghipsul – are un impact pozitiv în ceea ce privește utilizarea sustenabilă a resurselor naturale (calcar, argilă, marnă, etc.) care sunt - în diferite proporții - materiile prime de producere a clincherului Portland.

2.2.2. Durabilitatea / fiabilitatea și întreținerea produsului

Cimentul de furnal CEM III/A 42,5N-LH are deja, de o lungă perioadă de timp, prin NE 012-1/2022, RTC 13/2024 și buna practică europeană o largă acceptare, similară cu cea a cimentului Portland unitar (CEM I). Respectând valorile limită prezentate în Anexa F a NE 012-1/2022, betonului i se poate asigura o durată de viață proiectată de 50 de ani.

Pentru obținerea unei durabilități corespunzătoare a betonului lucrărilor de construcții expuse la agresivitatea chimică anterior descrisă, pe lângă cele prevăzute în prezentul acord tehnic trebuie respectate prevederile tuturor reglementărilor tehnice aplicabile pentru producerea, punerea în operă, tratarea/protecția betonului și urmărirea acestuia în timp, pe durata de viață proiectată de 50 de ani, prevăzută explicit prin Anexa F a NE 012-1/2022 și RTC 13/2024.

Asigurarea duratei de viață proiectată (de exploatare) a lucrărilor executate cu beton, expuse la agresivități chimice diverse și având în compoziție cimentul de furnal CEM III/A 42,5N-LH depinde decisiv de următorii factori:

- *stabilirea corectă a claselor de expunere (XA1, XA2, XA3, XA1b) aplicabile elementelor respective, pe baza rezultatelor de laborator obținute în urma unui studiu local specific, întocmit cu respectarea SR 13536:2009*
- *Verificarea rezultatelor obținute raportat la limitările de agresivitate chimică stabilite prin acest acord. Analizarea eșantioanelor de apă, gaze, solide și sol se face*

conform standardelor de cerințe/metodă de determinare prevăzute în **SR EN 206+A1:2021**, **NE 012-1/2022** și **RTC 13/2024** și alte reglementări specifice, aplicabile;

- stabilirea corectă și respectarea valorilor limită reglementate la preparare, în special a raportului $A/C_{eficace}$, pentru betonul produs și pus în operă ;
- respectarea cerințelor reglementate privind calitatea produselor, materiilor prime și a materialelor utilizate la prepararea betonului precum și pe șantier, la tratarea, protecția și peliculizarea acestuia;
- respectarea cerințelor reglementate privind tehnologia de preparare, a transportului și execuției (inclusiv asigurarea grosimii minime a stratului de acoperire a armăturilor, pentru agresiunea CO_2), a tratării și protecției betonului;
- respectarea cerințelor reglementate privind calitatea și exigența recepției precum și remedierea corespunzătoare a neconformităților constatate;
- menținerea nivelului maxim de agresivitate chimică luat în considerație la proiectare, pe durata de viață;
- aplicarea la timp și de calitate a planurilor de inspecție și întreținere – pe durata de viață proiectată, adică respectarea normativelor **P130/2025** și **NP 087/2003** în vigoare, după caz.

Durata de viață (de exploatare) se stabilește la proiectare.

Durata de viață a structurilor din beton executate conform acestui procedeu 50 de

ani (categoria 4 de durate de viață conform Eurocod 0 - **SR EN 1990:2004**). Această durată de viață este limitată prin respectarea Anexelor F și J din **NE 012-1/2022**, respectiv **RTC 13/2024**.

2.2.3. Fabricația și controlul betonului

2.2.3.1. Generalități

Procedeul de preparare a betonului și de executare a lucrărilor din beton rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apă de mare, cu ciment de furnal tip **CEM III/A 42,5N-LH** (comercializat la 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 prezentate în acest acord tehnic respectiv în documentația sa de referință.

Societatea **HEIDELBERG MATERIALS ROMÂNIA S.A.**, ca producător al cimentului de furnal tip **CEM III/A 42,5N-LH**, are implementate și certificate următoarele sisteme de management, de către Organismul de Certificare **AEROQ București**:

-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 tip **CEM III/A 42,5N-LH** este produs în fabricile de ciment Tașca (Bicaz), Chișcădaga (Deva) și Fieni care aparțin societății **HEIDELBERG MATERIALS ROMÂNIA S.A.**

Cimentul de furnal **CEM III/A 42,5N-LH** este certificat în sistem I+ în conformitate cu **SR EN 197-1:2011**, de către

Organismul de Certificare **AEROQ**, care a emis Certificatele de Constanță a Performanței pentru cimentul de furnal **CEM III/A 42,5N-LH** conform **SR EN 197-1**, pentru fiecare fabrică de ciment, astfel:

- nr 1840-CPR-97/555/EC/0394-11/2023 fabrica **Taşca**
- nr 1840-CPR-97/555/EC/0389-11/2023-fabrica **Chişcădaga**
- nr 1840-CPR-97/555/EC/0833-23/2023 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 de furnal **CEM III/A 42,5N-LH (vrac)** se efectuează încercări pentru toate caracteristicile prevăzute în standardul de produs **SR EN 197-1:2011**. Pentru fiecare lot de ciment 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 cimentului de furnal **CEM III/A 42,5N-LH (vrac)** în conformitate cu prevederile prezentului agrement 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** și **RTC 13/2024** în vederea documentării comportării în timp, a betoanelor, prin

contracte de colaborare cu laboratoare autorizate.

2.2.3.2. Materiile prime utilizate la prepararea betoanelor rezistente la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare sunt următoarele:

- **Ciment de furnal tip CEM III/A 42,5N-LH (vrac)**, produs conform **SR EN 197-1:2011**, aflat în perioada de valabilitate;
- **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.
- **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;
- **Alți aditivi** (de la caz la caz, de exemplu de impermeabilizare, de accelerare sau întârziere a prizei), conform **agrementelor tehnice specifice**;
- **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;
- **Pigmenți**, conform **SR EN 12878** etc. (dacă este cazul), folositi în conformitate cu cerințele arhitecturale ale proiectului de execuție, pe baza de caiet de sarcini (procedura de utilizare) specifică.

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

Controlul materialelor componente se va face conform NE 012/1:2022 (Tabelul 4a și Tabelul 5a). Observațiile vizuale la recepția materiilor prime la locul de producere a betonului pot fi însoțite de fotografii cu caracter tehnic. În compozițiile de beton preparate în baza acestui agrement tehnic nu se folosesc adaosuri (filer de calcar, cenușă, zgură măcinată) și nici balasturi naturale sau diferite sorturi de agregate recuperate/reciclate;

Se va urmări permanent dozarea exactă a materialelor componente (ciment, agregate, apă, aditivi, fibre, pigmenți) și malaxarea omogenă și suficientă a betonului în malaxorul stației 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.

2.2.3.3. Clasa minimă de rezistență la compresiune a betonului rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare

Betoanele preparate cu cimenturi de furnal tip CEM III/A 42,5N-LH corespund claselor de rezistență C30/37, C35/45, C40/50 și superioare, conform cerințelor specificate în SR EN 206+A2:2021, normativul NE 012-1/2022 și prezentului agrement tehnic pentru nivelele de agresivitate chimică avute în vedere. Clasa de rezistență C30/37

reprezintă clasa minimă de rezistență aplicabilă clasei de expunere XA1, conform Anexei F din NE 012-1/2022.

Clasa minimă de rezistență a betonului este stabilită conform acestui agrement tehnic, funcție de nivelul de agresivitate chimică, având un raport maxim A/C_{ef} corespunzător și un dozaj minim de ciment reglementat prin prezentul document.

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), tipuri de cimenturi aplicabile, clase de permeabilitate P etc. O anumită relevanță în acest context o are normativul NP 133/2022.

2.2.3.4. Nomenclatorul stației de betoane

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 (la loc vizibil) în cabina de comandă. În cadrul acestuia se vor regăsi, marcate distinct, betoanele rezistente la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare preparate cu cimentul CEM III/A 42,5N-LH (vrac), conform prezentului agrement tehnic.

- 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 opera sau de imposibilitate/dificultate a pompării, urmare a vâscozității excesive.

2.2.3.5. Stabilirea compoziției betonului rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare

Compoziția ("rețeta") betonului preparat cu CEM III/A 42,5N-LH va respecta prevederile SR EN 206+A2:2021, NE 012/1:2022 și RTC 13/2024 cu ajustări conform agrementului tehnic, cel puțin în ceea ce privește:

- Reducerea raportului maxim $A/C_{eficace}$ la preparare;
- Majorarea dozajului minim de ciment;
- Creșterea clasei de rezistență la compresiune;

Urmare a acestor ajustări compoziționale și a restului de măsuri reglementate prin agrementul tehnic, betonul preparat cu CEM III/A 42,5N-LH va putea fi utilizat în diferite clase de expunere la acțiunea mediului inconjurător – natural și industrial - agresiv chimic, în mod suplimentar față de prevederile Anexelor F și I din NE 012/1:2022, respectiv și RTC 13/2024.

În compoziția betoanelor preparate cu CEM III/A 42,5N-LH nu se folosesc adaosuri de filer de calcar, cenusa zburătoare (V), zgura macinată (S) sau silice ultrafina (D). Se pot folosi fibre de oțel în conformitate cu GP 075-2002 (Ghid pentru stabilirea criteriilor de performanță și a compozițiilor pentru betoanele armate dispers cu fibre metalice), respectând SR EN 206+A2:2021, NE 012/1:2022 și RTC

13/2024. De asemenea, se pot folosi aditivi de impermeabilizare sau fibre de polimer (ca produse agrementate tehnic) în conformitate cu prevederile producătorului și agrementului tehnic asociat. Dozarea fibrelor face obiectul unei proceduri specifice în stația de betoane sau la locul de punere în opera pentru a se preveni acumularea necontrolată („arici”).

Utilizarea pigmentilor (ca produse agrementate tehnic) în compoziția betoanelor decorative se va face cu multa precauție privind dozarea în malaxor, pe baza unei proceduri de utilizare și pe baza de încercări inițiale care să confirme omogenitatea culorii obținute respectiv măsurile tehnologice necesare a fi luate pentru pastrarea acestora în cazul producției continue.

2.2.3.6. Producerea betonului (faze)

La producerea betonului rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare se vor respecta integral prevederile SR EN 206+A2:2021, RTC 13/2024, NP 133/2022 și NE 012/1:2022 împreună cu cele ale prezentului agrement tehnic. Controlul procedurilor de producție și al proprietăților betonului va respecta Tabelul 29 din NE 012/1:2022.

De o deosebită importanță sunt considerate specificațiile tehnice (cartea tehnică) aferente tipului de stație de betoane exploatat, care ar trebui să fie disponibile operatorului în cabina de comandă, în limba română.

Pentru asigurarea omogenității, consistenței și calității betonului, supravegherea continuă a ecranelor și acționarea la timp a dispozitivelor de comandă sunt deosebit de importante.

Se va limita drastic – în oricare situație – introducerea în exces a apei în amestecuri, adică majorarea raportului $A/C_{eficace}$. Acesta nu trebuie să depășească, în nicio situație și pentru fiecare amestec, valorile limita reglementate pentru $A/C_{eficace}$ care sunt preluate în catalogul de compoziții („nomenclatorul”) al producătorului de beton pentru cimentul CEM III/A 42,5N-LH.

La prepararea betonului (rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare) pe stație se respectă următoarele faze tehnologice (cadru) pentru prepararea unui amestec (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 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 cimentului cu schnek-ul („melcul”) din silozul aferent. Acesta se cântărește și se descarcă în malaxor;
- Dozarea controlată a unei parti din apa de amestecare, urmată de deversarea în malaxor;
- Malaxarea, cu respectarea timpului minim de malaxare procedurat;
- 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

înscrisura 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 rapide dpdv. compozițional (dozajul de ciment, raportul $A/C_{eficace}$) și descărcarea amestecului în autobetonieră (camion autoagitator).

Ordinea de descărcare a materialelor componente în malaxor este ~50% din agregate, ~50% din apă, cimentul, restul de agregate, restul de 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 introducerea în contact direct prin aceeași instalație de dozare cu alte substanțe. În cazul utilizării combinației de aditiv de plastifiere și antrenare a aerului (acolo unde este cazul), 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. La dozarea aditivului de impermeabilizare se vor respecta instrucțiunile producătorului.

După dozarea componentelor betonului, acestea sunt omogenizate în malaxor respectând timpul minim reglementat de amestecare forțată. Compoziția este descărcată în mijlocul de transport (autobetonieră „autoagitoare”) și livrată beneficiarului sub formă de șarjă cu toate documentele însoțitoare prevăzute de legislația aplicabilă.

Intră în responsabilitatea fiecărui producător de betoane îndeplinirea tuturor operațiunilor și procedurilor intern reglementate atât pentru pregătirea

stației în vederea preparării primului amestec al zilei de lucru cât și pentru o staționare mai îndelungată (la sfârșitul zilei de lucru, peste week-end, peste iarnă), în conformitate cu cartea tehnică a echipamentelor și reglementările tehnice în vigoare.

La producerea betonului se va acorda întotdeauna o atenție deosebită respectării dozajului 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 mijlocul de transport a oricarui amestec.

2.2.3.7. Controlul producției de beton rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare, a conformității acestuia și criteriile de conformitate

Stația de betoane (ca echipament de producere a betonului rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare) va trebui să fie aptă din punct de vedere tehnologic să producă betoane de calitate - omogene compozițional și din punctul de vedere al parametrilor - care respectă prevederile SR EN 206+A2:2021, RTC 13/2024 și NE 012/1:2022 împreună cu cele ale prezentului agrement tehnic. Controlul (inspecția) echipamentului de producere a betonului se va face conform NE 012/1:2022 (Tabelul 28 și Tabelul 6a).

Toate betoanele ce se prepara, indiferent de tip și clasa de rezistență, trebuie supuse controlului producției, sub responsabilitatea producătorului.

Calitatea betonului rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare la preparare 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 respectiv RTC 13/2024.

Conform SR EN 206+A2:2021 (#9.1.2.) și NE 012/1:2022, controlul producției cuprinde toate măsurile necesare pentru menținerea proprietăților betonului în conformitate cu cerințele specificate. Acest control include:

- Selectarea materialelor componente;
- Stabilirea compoziției betonului;
- Producția betonului;
- Efectuarea inspecțiilor și încercărilor;
- Utilizarea rezultatelor încercărilor asupra materialelor componente, betonului proaspăt și întărit;
- Etalonarea echipamentului;
- Inspecția echipamentului utilizat la transportul betonului proaspăt (dacă este cazul);
- Controlul conformității pentru care prevederile sunt date la articolul 8 din SR EN 206+A2:2021.

Alte cerințe privind controlul producției sunt descrise în SR EN 206+A2:2021, RTC 13/2024 respectiv NE 012/1:2022 și trebuie respectate. Toate cerințele trebuie considerate ținând seama de modul și volumul producției, de tipul lucrării, de echipamentele speciale ce sunt utilizate, de procedurile și regulile în vigoare la locul de producere și de utilizare a betonului. Cerințe suplimentare pot fi necesare în funcție de situația specială la locul de producere sau de cerințele specifice ale anumitor structuri sau ale elementelor structurale speciale.

Conform **SR EN 206+A2:2021** (#8.1.), controlul conformitatii este parte integranta din controlul productiei. Se vor menține date înregistrate și alte documente conform **NE 012/1:2022** (Tabelul 25).

Criterii de conformitate

La prepararea betonului rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare, după terminarea completă a malaxării, se încep seriile de prelevări și determinări într-un laborator autorizat, asupra betonului proaspăt și întărit, respectându-se standardul de eșantionare **SR EN 12350-1** și planul de eșantionare din **NE 012/1:2022**, efectuându-se minim următoarele încercări:

A. Încercări pe beton proaspăt

- Consistență, conform **SR EN 12350-2**
- Densitatea betonului, conform **SR EN 12350-6**
- Dozaj de fibre, pigmenți, conform specificațiilor
- Determinarea conținutului de aer, conform **SR EN 12350-7**, conform specificațiilor
- Alte încercări, prevăzute de reglementările tehnice în vigoare și prevederile proiectului, inclusiv cele pentru determinarea raportului $A/C_{eficace}$ și a dozajului de ciment, dacă este cazul.

B. Încercări pe beton întărit

- Determinarea rezistenței la compresiune la 2, 7 și 28 zile, pe cuburi, conform **SR EN 12390-3**
- Densitatea betonului conform **SR EN 12390-7**
- Alte încercări, prevăzute de reglementările tehnice în vigoare și prevederile proiectului

Conformitatea betonului preparat se verifică prin aplicarea criteriilor de **Acord Tehnic nr. 004-01/035-2026**

conformitate reglementate de către **NE 012/1:2022** la capitolul 8.

De o deosebită importanță sunt încercările rezistenței la compresiune la 2 și 7 zile, raportate la cea de la 28 de zile, care oferă informații privind durata de tratare și decofrare, conform **NE 012/1:2022**.

Observațiile vizuale - efectuate de personal cu experiența în activitatea de laborator - la prelevarea probelor de beton în stație prin care se verifică amestecarea completă, faptul ca betonul este omogen, suficient de consistent/vârtos și că nu separă apa trebuie confirmate întotdeauna prin încercări standardizate de laborator, în baza planului de eșantionare/prelevare la locul de preparare și încercare, afișat vizibil și parte a procedurii de preparare.

Transportul betonului

Transportul betonului rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare se va face exclusiv cu autobetoniere curate pe interior, cu amestecare continuă (autoagitatoare). Transportul betonului către locul de punere în operă nu va depăși 45 minute ca durată totală de transport, în tot acest interval malaxându-se continuu betonul.

Sub responsabilitatea laboratorului producătorului de beton acest timp de transport poate fi majorat pe baza experienței sale profesionale, pe bază de rezultate ale unor încercări.

Timpul de așteptare pe șantier va fi redus la minim în special în perioade friguroase sau caniculare, iar pe timpul staționării se va malaxa continuu betonul. Este interzisă adăugarea de apă în beton, după descărcarea din malaxorul stației sau pe timpul transportului.

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 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. La locul de punere în operă este cu desăvârșire interzisă adăugarea de apă în autobetonieră în vederea modificării consistenței.

Proiectantul poate dispune – în stația de betoane precum și pe șantier – prelevarea și verificarea intermediară a rezistenței la compresiune la oricare alte termene, nu doar la 2, 7 și 28 de zile.

2.2.4 Punerea betonului în operă

2.2.4.1. Generalități

Elementele/structurile pentru construcții unde se folosește betonul preparat cu CEM III/A 42,5N-LH (vrac) se execută - în baza unui proiect de execuție (faza PT + DDE) verificat de către un verificator atestat MLPAT - de către societăți comerciale având implementat și menținut un sistem de management al calitatii în conformitate cu exigențele SR EN ISO 9001, în conformitate cu NE 012/2:2022-# 12.1.2.

Executantul lucrării (utilizatorul betonului rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare) trebuie să poată dovedi la data efectuării lucrărilor existența în vigoare și funcționalitatea sistemului intern de management al calității la realizarea lucrărilor de construcții, conform SR EN

ISO 9001, în conformitate cu prevederile NE 012/2:2022 - # 12.1.2.

La punerea în operă a betonului se aplică prevederile din NE 012-1/2022, NE 012-2/2022, SR EN 13670, SR EN 206+A2, NP 133/2022, C16/1984, NE 013/2002, GP 115/2011, C170/1984 precum și alte reglementări tehnice în vigoare la data utilizării.

Procedura tehnică de execuție a lucrărilor din betoane simple și armate cu ciment de furnal tip CEM III/A 42,5N-LH cuprinde în principal etapele descrise în NE 012-2/2022, SR EN 13670:2010 și condițiile din prezentul acord tehnic, privind majorarea duratei de tratare și protecție a betonului respectiv protecția prin peliculizare și expunerea betonului suficient maturizat la agresiunea cjimică, acolo unde este posibil (de exemplu în prefabricate).

Proiectul de executare a lucrărilor (PT+DDE) va include “Programul de control al calității lucrărilor în fazele determinante” aplicabil, care va conține obligatoriu verificarea grosimii stratului de acoperire cu beton a armăturilor care este o operațiune tehnologică foarte importantă pentru asigurarea durabilității elementelor/structurilor de beton, indiferent de tipul cimentului utilizat.

Executantul lucrării va aduce la cunoștința proiectantului eventuala lipsă a acestei etape din “Programul de control al calității lucrărilor în fazele determinante” 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 rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare - 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.

Procedeeul agrementat se poate aplica 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 la #5.3.3. (Controlul execuției).

2.2.4.2. Controlul la punerea în operă a calității betonului rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare, precum și a conformității acestuia prin criterii de conformitate

Controlul calității lucrărilor în timpul executării precum și post-execuție va respecta principiile și prevederile generale, prevăzute de SR EN 13670:2010, NE 012/2:2022 precum și cu privire la urmărirea în timp a construcțiilor (P130/2025), adaptate la specificul lucrării.

Prelevarea probelor de beton și criterii de conformitate

La punerea în operă a betonului rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare se încep seriile de prelevări și determinări într-un laborator autorizat, asupra betonului proaspăt și întărit, respectându-se standardul de eșantionare SR EN 12350-1 și planul de eșantionare din NE 012/2:2022 (Anexa J), efectuându-se minim următoarele încercări:

- A. Încercări pe beton proaspăt**
- Consistență, conform SR EN 12350-2

- Densitatea betonului, conform SR EN 12350-6
- Determinarea conținutului de aer, conform SR EN 12350-7, conform specificațiilor
- Alte încercări, prevăzute de reglementările tehnice în vigoare și prevederile proiectului, inclusiv cele pentru determinarea raportului $A/C_{eficace}$ și a dozajului de ciment, dacă este cazul. De o deosebită importanță sunt încercările rezistenței la compresiune la 2 și 7 zile, raportate la cea de la 28 de zile, care oferă informații privind durata de tratare și decofrare, conform NE 012/2:2022.

B. Încercări pe beton întărit

- Determinarea rezistenței la compresiune la 2, 7 și 28 zile, pe cuburi, conform SR EN 12390-3
- Densitatea betonului conform SR EN 12390-7
- Alte încercări, prevăzute de reglementările tehnice în vigoare și prevederile proiectului

Conformitatea betonului preparat se verifică prin aplicarea criteriilor de conformitate reglementate de către NE 012/2:2022 la #12.5.3.

2.2.4.3. Principalele etape care se aplică la executarea lucrărilor din beton

Principalele etape care se aplică la executarea lucrărilor din beton rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare sunt:

- ✓ Pregătirea cofrajelor anterior turnării, cu utilizarea unor agenți de decofrare
- ✓ Verificarea și recepția betonului pe șantier, anterior punerii în operă. Prelevarea probelor.

- ✓ Menținerea actualizată a documentelor de recepție, a condițiilor 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, în bob-uri (bene) sau în pompe, 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 necesare a fi luate la întreruperea turnării. Este interzisă adăugarea de apă în beton la punerea în operă.
- ✓ Betonul obișnuit se pune în operă întotdeauna prin vibrație, cu echipamente adecvate.
- ✓ 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 completarea respectivelor măsuri de tratare, stabilite pentru o perioadă suficientă de timp. Se va urmări împiedicarea evaporării accelerate a apei de consistență din beton, a înghețului prematur și a contaminării cu substanțe dăunătoare. Prezentul agrement tehnic prevede durate mai mari de tratare și protecție a betonului de care să se țină seama.
- ✓ Decofrarea betonului. Decofrarea se face astfel încât să se evite preluarea bruscă a încărcărilor de către elementele care se decofrează, precum și ruperea muchiilor betonului sau

degradarea materialului cofrajului, respectiv a susținerii acestuia.

2.2.4.4. Descărcarea betonului din mijlocul de transport se poate face în bene, pompe stationare, benzi transportoare, jgheaburi sau direct în cofrajele pregătite în prealabil. Se va limita înălțimea de descărcare (cădere) precum și suprafața de răspândire pe orizontală a betonului pentru a evita efectele adverse asupra omogenității, în special pentru betonul ce urmează a fi șlefuit mecanic. Betonul se va turna de la înălțimea maximă reglementată de 1,0m. În situația în care betonul urmează a fi șlefuit mecanic (prin elicopterizare, de exemplu) se va reduce înălțimea maximă de turnare la max. 75 cm.

Betonul se pune în opera întotdeauna cu vibrație. La turnarea betonului structural în cadre se va acorda o deosebită atenție vibrării zonelor de la noduri, pentru a asigura umplerea completă a acestora.

2.2.4.5. Prepararea betonului pe timp friguros/calduros: În situații de preparare a betonului la temperaturi scăzute sau pe timp foarte calduros este utilă înregistrarea continuă a temperaturii betonului proaspăt care trebuie să rămână în intervalul +5...30°C după preparare și până la punerea în opera. Dacă temperatura betonului – confirmată prin măsuratori 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).

Punerea în opera a betonului platformelor industriale preparat cu CEM III/A 42,5N-LH se face exclusiv în

sistemul de cofraje fixe, cu luarea în considerare a măsurilor constructive de siguranță privind asigurarea durabilității, acolo unde este cazul (mediu exterior). Înainte de începerea lucrărilor, executantul este obligat să realizeze un sector experimental de minim 30 m lungime și cu o singura banda, care sa includa executarea a cel puțin 4 rosturi de contracție, pentru stabilirea ritmului optim de taiere a acestora.

Tratarea betonului presupune luarea pe șantier a unor masuri imediat după turnare iar protecția presupune completarea respectivelor masuri - de tratare - cu altele, stabilite pentru o perioada suficienta de timp și decise functie de o serie de factori, între care temperatura și viteza curenților de aer sunt dominanți.

Tratarea și protecția betonului, în perioada imediata de după turnare, au scopul de a asigura atingerea caracteristicilor impuse pentru betonul respectiv, în funcție de domeniul de utilizare și de condițiile de mediu din perioada turnării. Pentru betonul supus agresiunii chimice pe durata de viață, aceste măsuri sunt deosebit de importante pentru asigurarea durabilității.

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 și în timpul perioadei de întărire, în vederea prevenirii pierderii accelerate a apei de consistență. 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 elementul cu grosime mai mare (fără ca acesta să fie considerat masiv) 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 betonului. Termenē de decofrare

Elementele structurale pot fi decofrate doar în cazul în care betonul are o rezistentă suficientă pentru a putea prelua, integral sau parțial, după caz, solicitările pentru care acestea au fost proiectate. Se va acorda o atenție deosebită elementelor de construcție care, după decofrare, suportă aproape întreaga solicitare prevăzută prin calcul. Conform NE 012/2:2022 nu este permisă îndepărtarea popilor de siguranță ai unui planșeu aflat imediat sub altul care se cofrează, se monteaza armaturile sau la care se toarnă betonul.

Cu condiția respectării reglementarilor tehnice în vigoare și a exigențelor agrementului tehnic, se recomandă valorile stabilite de #F.2.7. al NE 012/2:2022 ale rezistenței la compresiune la care betonul preparat cu CEM III/A 42,5N-LH se poate decofra, pentru compoziții cu mai mult de 350Kg ciment / m³ și raport A/C_{eficace} reglementat în consecință. Îndepărtarea popilor de siguranță se face la termenele stabilite în proiect conform prevederilor NE 012/2:2022

Toate etapele de proiectare, preparare, punere în operă și verificare a calității betonului rezistent la atacuri chimice

diverse, sulfatice și la apă de mare, cu ciment de furnal tip CEM III/A 42,5N-LH au la bază și prevederi din reglementările tehnice și standardele în vigoare, dintre care se pot enumera:

- NE 012-1:2022 Normativ pentru executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat. Partea 1: Producerea betonului
- RTC 13/2024 - Ghid informativ privind stabilirea compoziției betonului în funcție de nivelurile de performanță ale betonului
- NE 012/2:2022 Normativ pentru producerea betonului și executarea lucrărilor din beton, beton armat, beton precomprimat - Partea 2: Executarea lucrărilor din beton
- NP 133-2022 Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare a localităților (volumele I, II și III)
- SR EN 1990:2004 – Eurocod 0 - Bazele proiectării structurilor
- SR EN 1990:2004/A1:2006/AC:2010 – Eurocod - Bazele proiectării structurilor
- SR EN 1990:2004/NA:2006 – Eurocod 0. Bazele proiectării structurilor. Anexa națională.
- SR EN 1992-1-1:2004 – Eurocod 2 – Proiectarea structurilor din beton. Partea 1-1: Reguli generale și reguli pentru cladiri. Cladiri
- SR EN 1992-1-1:2004/AC:2008 – Eurocod 2 – Proiectarea structurilor din beton. Partea 1-1: Reguli generale și reguli pentru cladiri - Erata. Cladiri
- SR EN 1992-1-1:2004/AC:2012 – Eurocod 2 – Proiectarea structurilor din beton. Partea 1-1: Reguli generale

și reguli pentru cladiri - Amendament. Cladiri

- SR EN 1992-1-1:2004/NB:2008 – Eurocod 2 – Proiectarea structurilor din beton. Cladiri. Anexa Națională
- SR EN 1990:2004/A1:2006 – Eurocod – Bazele proiectării structurilor – Poduri
- SR EN 1990:2004/A1:2006/NA:2009 – Eurocod: Bazele proiectării structurilor podurilor de sosea, pasarele și poduri de cale ferată. Anexa națională.
- SR EN 1992-2:2006 – Eurocod 2 – Proiectarea structurilor din beton. Partea 2: Poduri din beton – proiectare și prevederi constructive. Poduri.
- SR EN 1992-2:2006/AC:2009 – Eurocod 2 – Proiectarea structurilor din beton. Partea 2: Poduri din beton – proiectare și prevederi constructive. Poduri. Erata
- SR EN 1992-2:2006/NA:2009 – Eurocod 2 – Proiectarea structurilor din beton. Partea 2: Poduri din beton – proiectare și prevederi constructive. Poduri. Anexa națională.
- SR EN 1992-3:2007 – Eurocod 2: Proiectarea structurilor din beton. Partea 3: Silozuri și rezervoare
- SR EN 1992-3:2007/NA 2008 – Eurocod 2: Proiectarea structurilor din beton. Partea 3: Silozuri și rezervoare. Anexa națională

2.3. Caietul de prescripții tehnice

2.3.1. Condiții de concepție

Firma HEIDELBERG MATERIALS ROMÂNIA S.A. este responsabilă de menținerea performanțelor declarate în prezentul agreement precum și la certificare pentru cimentul CEM III/A

42,5N-LH (vrac), produs în toate cele trei fabrici.

Betonul trebuie produs în conformitate cu cerințele NE 012-1/2022, SR EN 206+A2, RTC 13/2024 și condițiile din prezentul acord. Selecția materialelor componente și implementarea în producție (pe stație) a compoziției betonului proiectat se face de către producătorul acestui, pe baza rețetelor de laborator stabilite și verificate de un laborator autorizat de către ISC.

2.3.2. Condiții de fabricare (producere) a betonului și de punere în operă

Betonul rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare, preparat și pus în operă conform acestei documentații, este un beton cu proprietăți specificate.

Procedeul de preparare al betonului cu ciment de furnal tip CEM III/A 42,5N-LH 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. 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, RTC 13/2024, reglementărilor tehnice în vigoare și precum și suplimentar din prezentul acord tehnic. Procedura tehnică de execuție a lucrărilor din betoane simple și armate, rezistente la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare cu ciment de furnal tip CEM III/A 42,5N-LH (vrac) va cuprinde etapele descrise în SR 13670:2010, NE 012-2/2022 și restul de reglementări tehnice în vigoare precum și condițiile din prezentul acord tehnic.

2.3.2.1. Limitele compozițiilor betonului preparat cu CEM III/A 42,5N-LH

În cadrul acordului sunt prezentate o serie de cerințe și valori limită pentru compoziția și proprietățile betonului în funcție de clasele de expunere «XA1», «XA2», «XA3» și «XA1b» în care CEM III/A 42,5N-LH (vrac) se propune a fi utilizat, în ipoteza unei durate de viață și întreținere a structurii prevăzute de maxim 50 ani (acoperind astfel categoriile 1, 2, 3 și selectiv 4 de durate de viață proiectate conform Eurocod 2) precum și a preparării betonului în trei sorturi ($D_{max}=16\text{mm}$).

Respectarea acestor valori limită nu exclude luarea tuturor măsurilor reglementate și dispuse prin acordul tehnic privind executarea lucrărilor, aplicarea unor măsuri suplimentare de protecție, tratare, șlefuire, protejare prin peliculizare etc. respectiv de limitare a deschiderii fisurilor (sigilare). Sunt prezentate și o serie de exigențe suplimentare celor reglementate tehnic cu dorința de a fi asigurată, cu o marja suficientă de siguranță, durabilitatea elementelor/structurilor turnate. Conform SR EN 206+A2:2021 - art. 5.2.1.4. - în cazul betonului rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare, având proprietăți specificate (comandat în stație), valorile limită se specifică în termeni de valori minime sau maxime prezentate în prezentul acord.

Observație: La prepararea betonului, în nicio situație nu este permisă depășirea valorilor limită prezentate, respectiv a valorii raportului $A/C_{eficace}$ maxim, a dozajului minim de ciment, a clasei minime de rezistență la compresiune pentru beton precum și a restului de caracteristici impuse.

2.3.2.2. Limitele agresivității chimice în care poate fi exploatat betonul preparat cu CEM III/A 42,5N-LH, pe durata de viață proiectată

În cadrul agrementului sunt prezentate anumite limitări ale nivelului de agresivitate chimică în care acest tip de ciment (pentru valorile limită ale compozițiilor prezentate) poate fi folosit pentru atacul sulfatic, magnezian, dat de apa de mare naturală și a lacurilor cu un chimism pronunțat.

Verificarea de fiecare dată, pentru fiecare amplasament, a nivelului de agresivitate chimică este obligatorie și trebuie să preceadă etapa de proiectare propriuzisă.

2.3.2.3. Limitarea conținutului în părți fine al agregatelor

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

- Nisipul 0/4mm va avea maxim 3% conținut în particule fine (argiloase/prăfoase) 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;

Aceste categorii de calitate pot fi verificate cu ușurință de către producătorul de betoane în Declarația de Performanță emisă de producătorul agregatelor.

2.3.2.4. Verificarea limitelor privind raportul A/C_{eficace} și dozajul de ciment

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 statia de betoane în care se folosește CEM III/A 42,5N-LH.

În oricare moment după descărcarea din malaxorul stației precum și la locul de punere în operă 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.

2.3.2.5. Stabilirea limitelor compoziției betonului rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare

Compoziția (“rețeta”) betonului preparat cu CEM III/A 42,5N-LH va respecta prevederile SR EN 206+A2:2021 , NE 012/1:2022, cu ajustari (conform agrementului tehnic) cel puțin în ceea ce privește:

- Reducerea raportului maxim A/C_{eficace} la preparare;
- Majorarea dozajului minim de ciment;
- Majorarea clasei de rezistență la compresiune.

Urmare a acestor ajustari compoziționale și a restului de măsuri reglementate, betonul preparat cu CEM III/A 42,5N-LH va putea fi utilizat (limitat, conform agrementului tehnic) în diferite clase de expunere la acțiunea mediului inconjurator – natural și industrial - agresiv chimic, în mod suplimentar fata de prevederile NE 012/1:2022 și RTC 13/2024.

În compoziția betoanelor preparate cu CEM III/A 42,5N-LH nu se folosesc adaosuri de filer de calcar, cenusa zburatoare (V), zgura macinata (S) sau silice ultrafina (D).

Prescurtarea (codificarea) betonului rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare - cu proprietati specificate și preparat cu CEM III/A 42,5N-LH (vrac) - se va face conform NE 012/1/2022 și #11 din SR EN 206+A2:2021.

Prescurtarea (codificarea) cimentului CEM III/A 42,5N-LH rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare va putea fi "MSR" („Moderate Sulphat Resistant”). Această codificare exclude oricare confuzie s-ar putea face cu un ciment rezistent la sulfați ("HSR" sau "SR").

2.3.2.6. Condiții impuse stației de betoane

Stația de betoane (ca echipament de producere a betonului rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare) va trebui să fie aptă din punct de vedere tehnologic să producă betoane de calitate - omogene compozițional și din punctul de vedere al parametrilor - care respectă prevederile SR EN 206+A2:2021, RTC 13/2024 și NE 012/1:2022 împreună cu cele ale prezentului agrement tehnic.

Controlul (inspecția) echipamentului de producere a betonului se va face conform NE 012/1:2022 (Tabelul 28 și Tabelul 6a).

Controlul echipamentelor se va face în conformitate cu prevederile SR EN 206+A2:2021 (în special Tabelul 28) iar controlul procedurilor de producție și al proprietatilor betonului se va face conform SR EN 206+A2:2021 (în special Tabelele 29 și 7a).

Întreg procedeul de producere a betonului rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare trebuie să fie certificat în conformitate cu

prevederile ISO 9001:2015 fiind implementat, funcțional și respectat un Manual al Calității.

2.3.2.7. Condiții impuse la punerea în operă a betonului rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare

Prin prezentul agrement tehnic se impun anumite cerințe privind punerea în operă, de care trebuie să se țină seama, privind durata de tratare și protecție a betonului. Aceste cerințe se referă la majorarea recomandată a duratei de tratare a betonului cu 1 zi, raportat la prevederile NE 012/2:2022.

2.3.2.8. Factori (condiții) de care depinde asigurarea duratei de viață proiectate pentru betonul rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare

Asigurarea duratei de viață proiectată (de exploatare) a lucrărilor executate cu beton având în compoziție CEM III/A 42,5N-LH (vrac) depinde de următorii factori:

- stabilirea corectă a claselor de expunere (XA, XAb1) aplicabile elementelor respective (proiectarea durabilității), cu restricțiile impuse pentru concentrația diversilor ioni agresivi
- stabilirea corectă a grosimii stratului de acoperire și respectarea acesteia pe șantier
- stabilirea corectă și respectarea valorilor limită reglementate la preparare, controlul raportului $A/C_{eficace}$

- calitatea materiilor prime din compozitia betonului precum și a altor materiale utilizate pe șantier
- corectitudinea tehnologiei de preparare, a transportului și execuției (inclusiv asigurarea grosimii minime a stratului de acoperire a armăturilor), a tratării și protecției betonului, inclusiv prin respectarea NP 133/2022
- calitatea și exigența recepției și remedierea corespunzătoare a neconformităților constatate
- aplicarea la timp și de calitate a planurilor de inspecție și întreținere pe durata de viață, conform normativului P130/2025.

Betoanele rezistente la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apa de mare – în toate etapele de proiectare, preparare și punere în operă - trebuie să respecte toate reglementările tehnice în vigoare și prevederile prezentului acord tehnic.

Concluzii

Apreciere globală

Utilizarea procedurii "Procedeu de preparare a betonului și de executare a lucrărilor din beton rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apă de mare, cu ciment de furnal tip CEM III/A 42,5N-LH" în domeniile de utilizare acceptate este apreciată favorabil, în condițiile specifice din România, dacă se respectă prevederile și condițiile prezentului acord tehnic.

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 tehnic.

- Acordând acest acord tehnic, **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 tehnic 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 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 agrement tehnic nu se conformează acestor prevederi, se va declanșa procedura de retragere a agrementului tehnic.

Valabilitatea agrementului tehnic este:

25.02.2029

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

În cazul neprelungirii valabilității avizului tehnic, agrementul tehnic se anulează de la sine.

Modificarea/Extinderea agrementului 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 INCERTANS SA București a evaluat dosarul privind elaborarea agrementului tehnic și rezultatele încercărilor de laborator, concluzionând următoarele:

- ❖ În cadrul Laboratoarelor Universității Tehnice de Construcții București („UTCB”/ „DCBA”) și CEPROCIM S.A. au fost realizate diferite teste (accelerate și la viteze naturale) de laborator urmărindu-se performanțele cimentului CEM III/A 42,5N-LH în urma testării prismelor de mortar standard (SR EN 196-1) în contact direct cu agentul chimic coroziv (lichid), în diferite concentrații, anumite perioade de timp.
- ❖ Pentru fundamentarea elaborării prezentului agrement tehnic au fost făcute diferite teste și cercetări experimentale pe mortare standard (preparate conform SR EN 196-1) conform prevederilor NE 012/1:2022 (Anexa J) și bunei practici, având în vedere că doar piatra de ciment este direct afectată de atacul chimic, sulfatic, nu și granulele mari de agregat (dacă se respectă prevederile tehnice în vigoare pentru acestea). Acest mod de a verifica durabilitatea la atacul chimic prezintă un mare avantaj, întrucât trecând de la o compoziție la o altă compoziție de serii de prisme testate în medii chimic agresive bine controlate există o singură variabilă, respectiv doar tipul de ciment folosit. Particularitatea testării pe mortare standard (SR EN 196-1) și nu pe betoane devine astfel simplă și sugestivă, atât în condițiile în care este utilizată abordarea de performanță (verificarea unor criterii de performanță

reglementate) cât și abordarea veche, conservatoare, comparativă (comportare ciment "de referință" vs. comportare ciment „standard”).

- ❖ Prin efectuarea programelor experimentale, s-a urmărit modelarea situațiilor în care elementele/structurile ajung să fie exploatate în realitate, utilizându-se metode standardizate sau nu de testare accelerată, având concentrații mai mari de substanță activă decât se poate găsi în mod obișnuit în natură. Testarea mortarului prin contactul direct cu substanța agresivă sub formă lichidă este mult acoperitoare față de testarea prin contact cu substanța agresivă sub formă gazoasă (concentrație foarte mică în clasa XAb1) sau solidă (slab solubilă).
- ❖ Pentru verificarea durabilității la atacul sulfatic slab (XA1) și moderat (XA2) în Anexa J din NE 012-1:2022 sunt prevăzute diverse concentrații de substanță de atac și criterii de performanță.
- ❖ Pentru verificarea durabilității la restul atacurilor (ioni de amoniu, ioni de magneziu, apa de mare artificială / apa de mare naturală și acid) interpretarea rezultatelor are la bază, în principal, o abordare care presupune:
 - comparația comportării cimenturilor "candidat" vs. "de referință", menținute aceeași perioadă de timp (între momentele de măsurare) în aceleași concentrații (mari) de soluții de atac (corespunzătoare XA1, XA2, XA3, după caz);
 - comparația comportării cimenturilor "candidat" menținute în soluția de atac vs. menținute în apă potabilă, considerată mediu neagresiv dpdv. chimic;
 - analizarea vizuală a suprafețelor, urmărind apariția fisurilor, dizolvărilor precum și a oricăror urme de degradare chimică.
- ❖ 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 CEM III/A 42,5N-LH (vrac) obținute prin procedeul agrementat, 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 agrementate, 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.

CONDIȚII SPECIALE ȘI RECOMANDĂRI SUPLIMENTARE
aplicate la prepararea/utilizarea betonului rezistent la atacuri chimice diverse,
sulfatice și la apa de mare, preparat cu ciment de furnal CEM III/A 42,5N-LH

Tabel nr 1. Valorile limită ale compoziției și proprietăților betonului coresp. atacului sulfatic natural, din ape și soluri. Aceste valori limită se aplică și în contact cu apele uzate industriale și urbane din rețelele de canalizare și epurare, cu precauțiile necesare datorate caracterului dinamic al acestora.

Descriere clasa de expunere	Atac sulfatic slab		Atac sulfatic moderat
	XA1	XA2 (*)	
Raport maxim A_{ef}/C	0,55	0,45	Doar aplicând procedeul agrementat, se poate comunica faptul că cimentul CEM III/A 42,5N-LH este un ciment moderat rezistent la sulfați ("MSR"). Limitele din punct de vedere chimic ale agresivității sulfatice până la care cimentul poate fi utilizat exced pe cele corespunzătoare clasei de expunere XA1 și sunt propuse administrativ de producătorul acestuia, pe baza rezultatelor experimentale obținute în corelație cu prevederile reglementărilor tehnice aplicabile și buna practică inginerescă. Se reduce intensitatea maximă a concentrației de ion sulfat (SO_4^{2-}) până a care acest tip de ciment poate fi utilizat la 2.000 mg/l în ape naturale și la 2.500 mg/Kg în soluri în care nu există risc de acumulare de ioni de sulfat în beton datorită cicurilor de uscare-umezire sau prin sucțiune capilară. Se reduce intensitatea maximă a concentrației de ion sulfat (SO_4^{2-}) până a care acest tip de ciment poate fi utilizat la 1.000 mg/l în ape uzate industriale și urbane din rețelele de canalizare și epurare.
Clasa minimă de rezistență	C30/37	C35/45	
Dozaj minim de ciment (Kg/m ³ beton)	300	320	

(*) - Condiții/cerințe suplimentare:

- Se menține clasa minimă de rezistență a betonului C35/45 din Anexa F a NE 012/1:2022 și RTC 13/2024 însă se reduce raportul maxim A_{ef}/C de la 0,50 la 0,45 pe deplin posibil a fi respectat în practică pentru consistențe (S3) obișnuite ale betonului pompabil.
- Se menține dozajul minim de ciment de 320Kg/m³ beton din Anexa F a NE 012/1:2022 și RTC 13/2024.
- Se recomandă majorarea duratei de tratare a betonului cu 1 zi față de prevederile NE 012/2:2022 și - pe cât posibil - expunerea elementelor monolite și prefabricate la atacul sulfatic la minim o lună de la punerea în operă.

Recomandare generală : Se recomandă protecția suplimentară a betonului expus acestui atac, acolo unde este posibil, prin aplicarea unor pelicule specializate, întreținute în mod corespunzător. Identificarea tipului de protecție precum și alte metode de protecție pot fi stabilite de către proiectant, pe baza de caiet de sarcini.

Tabel nr 2. Valorile limită ale compoziției și proprietăților betonului coresp. atacului natural date de ionii de amoniu, din ape și soluri. Aceste valori limită se aplică și în contact cu apele uzate industriale și urbane din rețelele de canalizare și epurare, cu precauțiile necesare datorate caracterului dinamic al acestora.

Descriere clasa de expunere	Atac slab			Atac moderat			Atac intens		
	XA1	XA2	XA3	XA1	XA2	XA3	XA1	XA2	XA3
Raport maxim A_{ef}/C	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Clasa minimă de rezistență	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C35/45	C35/45
Dozaj minim de ciment (Kg/m ³ beton)	300	320	360	300	320	360	300	320	360

Recomandare : Se recomandă protecția suplimentară a betonului expus acestui atac în clasa XA3, acolo unde este posibil, prin aplicarea unor pelicule specializate, întreținute în mod corespunzător. Identificarea tipului de protecție precum și alte metode de protecție pot fi stabilite de către proiectant, pe baza de caiet de sarcini.

Tabel nr 3. Valorile limită ale compoziției și proprietăților betonului corespunzător atacului natural date de ionii de magneziu, din ape naturale. Aceste valori limită se aplică și în contact cu apele uzate industriale și urbane din rețelele de canalizare și epurare, cu precauțiile necesare datorate caracterului dinamic al acestora, acolo unde este cazul.

Descriere clasa de expunere	Atac slab	Atac moderat	Atac intens	
	XA1	XA2(*)	XA3(**)	
Raport maxim A_e/C	0,55	0,45	0,40	Se reduce intensitatea maximă a concentrației de ion magneziu (Mg^{2+}) până a care acest tip de ciment poate fi utilizat la 3.500 mg/l în ape naturale. În soluri, acest tip de ciment poate fi utilizat până la o intensitate maximă a concentrației de ion magneziu (Mg^{2+}) de 5.000 mg/Kg în soluri în care nu există risc de acumulare de ioni de magneziu în beton datorită ciclurilor de uscare-umezire sau prin suptume capilară.
Clasa minimă de rezistență	C30/37	C35/45	C40/50	
Dozaj minim de ciment (Kg/m^3 beton)	300	320	360	

(*) - Condiții/cerințe suplimentare:

- Se menține clasa minimă de rezistență a betonului C35/45 din Anexa F a NE 012/1:2022 și RTC 13/2024 însă se reduce raportul maxim A_e/C de la 0,50 la 0,45 pe deplin posibil a fi respectat în practică pentru consistențe (S3) obișnuite ale betonului pompabil.

- Se menține dozajul minim de ciment de 320Kg/m³ beton din Anexa F a NE 012/1:2022 și RTC 13/2024.

- Se recomandă majorarea duratei de tratare a betonului cu 1 zi față de prevederile NE 012/2:2022 și pe cât posibil - expunerea elementelor monolite și prefabricate la atacul magnezian la minim o lună de la punerea în operă.

(**) - Condiții/cerințe suplimentare:

- Se majorează clasa minimă de rezistență a betonului la C40/50 din Anexa F a NE 012/1:2022 și RTC 13/2024 și se reduce raportul maxim A_e/C la 0,40 pe deplin posibil a fi respectat în practică pentru consistențe (S3) obișnuite ale betonului pompabil.

- Se menține dozajul minim de ciment de 360Kg/m³ beton din Anexa F a NE 012/1:2022 și RTC 13/2024.

- Se recomandă majorarea duratei de tratare a betonului cu 1 zi față de prevederile NE 012/2:2022 și pe cât posibil - expunerea elementelor monolite și prefabricate la atacul magnezian la minim o lună de la punerea în operă.

Recomandare generală : Se recomandă protecția suplimentară a betonului expus acestui atac, în clasele de expunere XA2 și XA3, acolo unde este posibil, prin aplicarea unor pelicule specializate, întreținute în mod corespunzător. Identificarea tipului de protecție precum și alte metode de protecție pot fi stabilite de către proiectant, pe baza de caiet de sarcini.

Tabel nr. 4. Valorile limită ale compoziției și proprietăților betonului corespunzător atacului natural date de apa de mare (Marea Neagră) și a lacurilor cu chimism pronunțat

Descriere clasa de expunere	Atac slab		Atac moderat	
	XA1		XA2	
Raport maxim A_e/C	0,55	0,50	Doar aplicând procedeul agrementat, se poate comunica faptul că cimentul CEM III/A 42,5N-LH este un "ciment rezistent la apa de mare" cu referire la țărnul național al Mării Negre. Acest tip de ciment poate fi utilizat până la o intensitate maximă a concentrației de ion sulfat (SO_4^{2-}) de 1.000 mg/l cumulată cu o intensitate maximă a concentrației de ion magneziu (Mg^{2+}) de 1.000 mg/l în apa Mării Negre și al lacurilor având un chimism pronunțat. Un studiu chimic local este necesar de fiecare dată și pentru fiecare obiectiv.	
Clasa minimă de rezistență	C30/37	C35/45		
Dozaj minim de ciment (Kg/m ³ beton)	300	320		

Recomandare generală : Se recomandă protecția suplimentară a betonului expus acestui atac, în clasa de expunere XA2, acolo unde este posibil, prin aplicarea unor pelicule specializate, întreținute în mod corespunzător. Identificarea tipului de protecție precum și alte metode de protecție pot fi stabilite de către proiectant, pe baza de caiet de sarcini.

Tabel nr 5. Valorile limită ale compoziției și proprietăților betonului corespunzător atacului natural dat de acizi, din ape naturale și soluri

Descriere clasa de expunere	Atac slab	Atac moderat	Atac intens
	XA1	XA2	XA3
Raport maxim A_e/C	0,55	0,50	0,45
Clasa minimă de rezistență	C30/37	C35/45	C35/45
Dozaj minim de ciment (Kg/m ³ beton)	300	320	360

Recomandare generală : Se recomandă protecția suplimentară a betonului expus acestui atac, în clasele de expunere XA2 și XA3, acolo unde este posibil, prin aplicarea unor pelicule specializate, întreținute în mod corespunzător. Identificarea tipului de protecție precum și alte metode de protecție pot fi stabilite de către proiectant, pe baza de caiet de sarcini.

Tabel nr 6. Valorile limită ale compoziției și proprietăților betonului corespunzător atacului natural date de CO₂ agresiv, din ape naturale.

Descriere clasa de expunere	Atac slab	Atac moderat	Atac intens
	XA1	XA2	XA3
Raport maxim A_e/C	0,55	0,50	0,45
Clasa minimă de rezistență	C30/37	C35/45	C35/45
Dozaj minim de ciment (Kg/m ³ beton)	300	320	360

Este suficient să fie respectate reglementările în vigoare privind calculul grosimii stratului de acoperire conform Eurocodului 2 (SR EN 1992-1-1:2004) și Anexei sale naționale, respectarea acestuia pe șantier împreună cu măsurile de tratare și protecție deja reglementate. Indiferent de deschidere, fisurile aparute în betonul preparat cu CEM III/A 42,5N-LH și exploatat în clasele de expunere XA1, XA2, XA3 și XA1b vor fi obligatoriu sigilate cu produse specializate.

Tabel nr 7. Valorile limită ale compoziției și proprietăților betonului coresp. atacului chimic industrial, dat de gaze

Descriere clasa de expunere	Descrierea mediului înconjurător	
	Umiditate 61...75%, max. 50°C	Umiditate sub 60%, max. 50°C
	Mediu fără gaze	Mediu cu gaze din grupa A
Raport maxim A_{ef}/C	0,55	
Clasa minimă de rezistență	C30/37	
Dozaj minim de ciment (Kg/m ³ beton)	300	

Tabel nr 8. Valorile limită ale compoziției și proprietăților betonului corespunzător atacului chimic industrial, dat de agenți agresivi slab solubili în stare solidă, în interiorul construcțiilor

Descriere clasa de expunere	Descrierea mediului înconjurător	
	Umiditate 61...75%, max. 50°C	Umiditate sub 60%, max. 50°C
	Agenți agresivi slab solubili	Agenți agresivi ușor solubili – puțin higroscopici
Raport maxim A_{ef}/C	0,55	
Clasa minimă de rezistență	C30/37	
Dozaj minim de ciment (Kg/m ³ beton)	300	

Tabel nr 9. Valorile limită ale compoziției și proprietăților betonului corespunzător atacului chimic industrial, dat de agenți agresivi slab solubili în stare solidă, în aer liber

Descriere clasa de expunere	Descrierea mediului înconjurător	
	Umiditate 61...75%	Umiditate sub 60%
	Agenți agresivi slab solubili	
Raport maxim A_{ef}/C	0,55	
Clasa minimă de rezistență	C30/37	
Dozaj minim de ciment (Kg/m ³ beton)	300	

Funcție de condițiile (clasele) de agresivitate chimică, pentru betoanele din construcțiile hidroedilitare se vor respecta prevederile Tabelului 2.2. din normativul NP 133-3, reprodus în continuare, funcție de înălțimea coloanei de apă.

Tabelul nr 10. Condiții tehnice pentru betoanele din construcțiile hidroedilitare (preluare din NP 133-3).

Înălțimea coloanei de apă	Condiții tehnice	Condiții de agresivitate	
		Fară agresivitate/ Agresivitate slabă	Agresivitate intensă/ Agresivitate foarte intensă
≤ 4 m	Grad de impermeabilitate	P ₄	P ₈
	Raport A/C maxim	0,6	0,5
	Clasa minimă de beton	C30/37	C35/45
4 ÷ 12 m	Grad de impermeabilitate	P ₈	P ₁₂

Înălțimea coloanei de apă	Condiții tehnice	Condiții de agresivitate	
		Fară agresivitate/ Agresivitate slabă	Agresivitate intensă/ Agresivitate foarte intensă
	Raport A/C maxim	0,5	0,45
	Clasa minimă de beton	C35/45	C35/45
	Grad de impermeabilitate	P ₁₂	P ₁₂
>12 m	Raport A/C maxim	0,45	0,45
	Clasa minimă de beton	C35/45	C45/50

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, nr. autorizație 3607
- Laboratorul de încercări produse pentru construcții și analize deșeuri combustibile-CEPROCIM, laborator acreditat RENAR, certificat de acreditare LI 109.

Încercările privind determinarea comportării cimenturilor la atacul sulfatic au fost făcute în regim neacreditat.

- În cadrul acestor laboratoare au fost executate o serie de teste și studii experimentale complexe și de durată, pentru verificarea durabilității betoanelor preparate cu cimentul de furnal CEM III/A 42,5N-LH. Au fost testate loturi experimentale de CEM III/A 42,5N-LH din fabricile Tașca (Bicaz), Chișcădaga (Deva), și Fieni precum și ale altei fabrici europene de ciment aparținând Heidelberg Materials Group, în diferite compoziții.

❖ Au fost efectuate următoarele teste:

- Teste cu cimenturi „candidate” produse în România: au fost testate diferite loturi de CEM III/A 42,5N-LH din producția curentă a fabricilor Tașca (Bicaz), Chișcădaga (Deva) și Fieni.
- Teste cu cimenturi „de referință,” („REF”) ale altei fabrici europene de ciment aparținând Heidelberg Materials Group („Fabrica HM”): Pentru caracterizarea comportării cimenturilor de furnal CEM III/A 42,5N-LH din fabricile Tașca (Bicaz), Chișcădaga (Deva) și Fieni au fost testate și loturi de cimenturi declarate a fi cu rezistență la sulfati de la o fabrică din Europa aparținând Heidelberg Materials Group, respectiv CEM I 42,5R-SR 5 și CEM III/A 42,5N-LH.
- Testarea în paralel a cimenturilor produse în România și a CEM I 42,5R-SR 5 respectiv CEM III/A 42,5N-LH de la o altă fabrică din Europa a Heidelberg Materials Group („Fabrica HM”) a fost necesară pentru a fundamenta și comparativ (direct) domeniile de utilizare propuse în prezentul acord, în plus față de aplicarea unor criterii de performanță recent apărute (2023) în Anexa J a NE 012-1:2022.
- S-au preparat serii de câte trei prisme (4x4x16cm) din mortare standard (SR EN 196-1), cu cimenturile „de referință” și „candidate”, care au fost supuse unei serii de atacuri chimice, încadrabile - acolo unde este posibil - în cele trei clase de agresivitate (XA1, XA2, XA3), prezentate în următorul tabel.

Tabelul nr 11. Identificarea substanțelor de atac în cadrul programelor experimentale

Tipul de atac	Substanța de atac folosită în diferite concentrații / proporții	Observații
Atac sulfatic slab (XA1), moderat (XA2) și intens/agresiv (XA3)	Sulfat de sodiu (Na_2SO_4)	Test accelerat
Atacul ionilor de amoniu slab (XA1), moderat (XA2) și intens/agresiv (XA3)	Azotat de amoniu (NH_4NO_3)	Test accelerat
Atacul ionilor de magneziu slab (XA1), moderat (XA2) și intens/agresiv (XA3)	Sulfat de magneziu ($\text{MgSO}_4 \cdot x \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	Test accelerat
Atacul apei de mare artificiale	Combinatie de $\text{NaCl} + \text{MgCl}_2 \cdot x \cdot 6\text{H}_2\text{O} + \text{MgSO}_4 \cdot x \cdot 7\text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4 \cdot x \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{KHCO}_3$	Test accelerat (prEN 196-X)
Atacul apei de mare naturale (Marea Neagră)	pH=7,93, " CO_2 ", Combinație de ioni de " SO_4^{2-} ", " NH_4^+ ", " Mg^{2+} "	Test la viteză naturală (apă prelevată din zona Mangalia ¹)

❖ În cadrul programelor de testare experimentală s-au folosit probe de ciment CEM III/A 42,5N-LH (ciment aflat pe fluxul de producție „vrac” la fabricile din Bicaz, Deva și Fieni). Toate probele de ciment de furnal au avut caracteristicile fizico-mecanice și chimice în conformitate cu prevederile SR EN 197-1:2011. În continuare se prezintă valorile rezistențelor la compresiune ale cimenturilor de furnal testate, determinarea fiind făcută conform seriei de standarde SR EN 196.

Tabelul nr 12. Valorile rezistențelor la compresiune [MPa] ale cimenturilor de furnal testate, conform rapoartelor de încercare emise de fabricile producătoare și/sau laboratorul independent CEPROCIM. (ND = nedeterminată)

Tip de ciment	Fabrica	Lot	Raport de încercare / data	Rezistența la compresiune [MPa] la termenul de încercare				
				2 zile	7 zile	14 zile	28 zile	56 zile
CEM III/A 42,5N-LH	Bicaz (Tașca)	552	552/2020	18,9	Nedet	Nedet	46,5	Nedet
	Deva (Chișcădaga)	436	436/2020	16,7	Nedet	Nedet	45,4	Nedet
	Fieni	P2	P2/2023	16,8	Nedet	Nedet	47,0	Nedet
	Bicaz (Tașca)	10	246/2022	17,5	30,8	40,0	52,9	Nedet
	Deva (Chișcădaga)	18	247/2022	16,7	29,7	38,3	49,0	Nedet
	Fabrica HM (REF)	1	12/2021	17,3	26,9	38,2	49,5	Nedet
	Fabrica HM (REF)	2	524/2022	15,9	23,8	34,4	47,0	56,1
CEM I 42,5R-SR5	Fabrica HM (REF)	1	12/2021	30,2	40,7	45,1	50,5	Nedet
	Fabrica HM (REF)	2	525/2022	25,4	40,0	45,3	51,3	54,9

Notă: Nedet – valoare nedeterminată

a) TESTAREA LA ATAC SULFATIC

Prin metoda de testare folosită (Anexa J din NE 012/1:2022 s-a determinat direct rezistența pietrei de ciment preparate cu diferite tipuri de cimenturi la atac sulfatic prin măsurarea expansiunii (alungirii) unor prisme standard de mortar 40x40x160mm menținute suficient timp într-o soluție de sulfat de sodiu (Na_2SO_4).

Prismele de mortar au fost preparate în conformitate cu SR EN 196-1, menținute 24 de ore în atmosferă controlată, decofrate și apoi păstrate în apă până la 28 de zile.

După vârsta de 28 de zile, prismele au fost introduse în următoarele soluții de atac:

- Soluție slab sulfatică având 8,75 g/l SO_4^{2-} (soluție 1,29% Na_2SO_4) considerată corespunzătoare pentru modelarea accelerată a expunerii în clasa XA1 (agresivitate slabă);

- Soluție moderat sulfatică având 16 mg/l SO_4^{2-} (soluție 2,37% Na_2SO_4) considerată corespunzătoare pentru modelarea accelerată a expunerii în clasa XA2 (agresivitate moderată); A fost folosită apa potabilă pentru efectuarea unor măsurători de referință (mediu natural obișnuit). Pentru o bună caracterizare a comportării prismelor de mortar, acestea au fost menținute în soluția de atac până la vârsta de 1 an.

a.1) Atac slab sulfatic în XA1

Tabelul nr 13. Expansiuni măsurate în mediu slab sulfatic (XA1)

Nr. crt.	Tip de ciment	Fabrica	Mediu	Cod	Expansiuni (mm/m)				
					28 zile	60 zile	90 zile	180 zile	365 zile
1	CEM III/A 42,5N-LH	Bicaz	APA	3AB-APA	0.12	0.14	0.16	0.21	0.23
2	CEM III/A 42,5N-LH	Bicaz	XA1	3AB-XA1	0.15	0.16	0.19	0.24	0.28
3	CEM III/A 42,5N-LH	Deva	APA	3AD-APA	0.11	0.12	0.14	0.18	0.22
4	CEM III/A 42,5N-LH	Deva	XA1	3AD-XA1	0.11	0.14	0.16	0.21	0.26
5	CEM III/A 42,5N-LH	Fieni	APA	3AF-APA	0.12	0.00	0.14	0.15	0.16
6	CEM III/A 42,5N-LH	Fieni	XA1	3AF-XA1	0.15	0.00	0.19	0.22	0.23
7	CEM III/A 42,5N-LH	REF	APA	REF#1-APA	0.10	0.11	0.12	0.16	0.21
8	CEM III/A 42,5N-LH	REF	XA1	REF#1-XA1	0.11	0.13	0.14	0.19	0.24
9	CEM I 42,5R-SR5	REF	APA	REF#2-APA	0.08	0.09	0.13	0.17	0.22
10	CEM I 42,5R-SR5	REF	XA1	REF#2-XA1	0.10	0.12	0.15	0.20	0.25

a.2) Atac moderat sulfatic în XA2

Tabelul nr 14. Expansiuni măsurate în mediu slab sulfatic (XA2)

Nr. crt.	Tip de ciment	Fabrica	Mediu	Cod	Expansiuni (mm/m)					Obs.
					28 zile	60 zile	90 zile	180 zile	365 zile	
1	CEM III/A 42,5N-LH	Bicaz	APA	3AB-APA	0.12	0.14	0.16	0.21	0.23	
2	CEM III/A 42,5N-LH	Bicaz	XA2	3AB-XA2	0.16	0.17	0.22	0.29	0.34	
3	CEM III/A 42,5N-LH	Deva	APA	3AD-APA	0.11	0.12	0.14	0.18	0.22	
4	CEM III/A 42,5N-LH	Deva	XA2	3AD-XA2	0.16	0.17	0.19	0.26	0.34	
5	CEM III/A 42,5N-LH	Fieni	APA	3AF-APA	0.12	0.00	0.14	0.15	0.16	
6	CEM III/A 42,5N-LH	Fieni	XA2	3AF-XA2 (*)	0.14	0.00	0.20	0.24	0.27	3 serii
7	Limitele maxime ale criteriului de performanță				N/a	N/a	0.50	0.80	N/a	
8	CEM III/A 42,5N-LH	REF	APA	REF#1-APA	0.10	0.11	0.12	0.16	0.21	
9	CEM III/A 42,5N-LH	REF	XA2	REF#1-XA2	0.12	0.14	0.16	0.22	0.27	
10	CEM I 42,5R-SR5	REF	APA	REF#2-APA	0.08	0.09	0.13	0.17	0.22	
11	CEM I 42,5R-SR5	REF	XA2	REF#2-XA2	0.14	0.15	0.18	0.23	0.28	

CONCLUZII: Valorile expansiunilor la termene mici (28, 60 de zile) sunt comparabile, neprezentând o inițiere bruscă a unor fenomene de degradare structurală (prin expansiune) a prismelor.

Nicio valoare a expansiunilor la termenul înaintat suplimentar (365 de zile) nu depășește limita de 0,5mm/m. Se observă valori foarte reduse ale contracțiilor și expansiunilor, favorabile considerării unei durabilități corespunzătoare a pietrei de ciment în mediile sulfatice testate.

După 365 de zile, vizual, prismele menținute în soluția de atac sulfatic (XA1, XA2) se prezintă corespunzător, fără fisuri, dizolvări etc. Aceasta este o bună premisă pentru un comportament corespunzător și în clasa de expunere XA1b, cu betonul în contact cu o substanță agresivă din această categorie care poate conține dioxid de sulf, hidrogen sulfurat etc.

Pentru atacul sulfatic slab (XA1), în Anexa J din NE 012/1:2022 nu este prevăzut un criteriu de performanță, cimentul putându-se considera acceptat chiar pe baza prevederilor Anexei F din NE 012/1:2022 și RTC 13/2024, respectiv pe baza experienței naționale și europene convergente în a recunoaște capacitatea CEM III/A 42,5N-LH de a oferi rezistență la atacul chimic general, slab sulfatic.

Pentru atacul sulfatic moderat (XA2), în Anexa J din NE 012/1:2022 este prevăzut un criteriu de performanță. Pentru concentrația de soluție de atac specifică acestei clase se observă respectarea pragurilor (0,5mm la 90 de zile / 0,8mm la 180 de zile) criteriilor de performanță cu o marjă mare de siguranță atât de cimenturile candidat cât și de cele de referință.

Expansiunile cimenturilor "candidat" depășesc – pe alocuri - expansiunile cimenturilor "de referință".

Sunt în consecință necesare o serie de condiții/cerințe suplimentare, detaliate în cele ce urmează:

- Se menține clasa minimă de rezistență a betonului C35/45 din Anexa F a NE 012/1:2022 și RTC 13/2024 însă se reduce raportul maxim A_{ef}/C de la 0,50 la 0,45, ce este pe deplin posibil a fi respectat în practică pentru lucrabilități obișnuite ale betonului;
- Se menține dozajul minim de ciment de 320Kg/m³ beton;
- Se reduce intensitatea maximă a concentrației de ion sulfat până a care acest tip de ciment poate fi utilizat la 2000 mg/l (în ape naturale) și la 2500 mg/Kg (în soluri în care nu există risc de acumulare de ioni de sulfat în beton datorită ciclurilor de uscare-umezire, sau prin sucțiune capilară);

Se fac următoarele recomandări ce pot fi preluate de proiectant și impuse prin caiete de sarcini, în cazul expunerii în clasa XA2 cu atac sulfatic:

- majorarea duratei de tratare a betonului cu 1 zi;
- expunerea elementelor monolite și prefabricate la atacul sulfatic la minim o lună de la turnare;
- se recomandă protecția suplimentară a betonului expus acestui atac, acolo unde este posibil, prin aplicarea unor pelicule specializate, întreținute în mod corespunzător. Identificarea tipului de protecție precum și alte metode de protecție pot fi stabilite de către proiectant, pe baza de caiet de sarcini.

Observație: Cimentul CEM III/A 42,5N-LH produs la fabricile Tașca (Bicaz), Chișcădaga (Deva) și Fieni, poate fi considerat un ciment cu rezistență moderată la atacul sulfatic („MSR”), limitat ca amploare conform acestui acord tehnic.

b) REZISTENȚA LA ATACUL DAT DE IONII DE AMONIU (XA1, XA2, XA3)

b.1) Atac slab dat de ionii de amoniu în XA1

Tabel nr 15. Valorile absolute ale expansiunilor masurate pe mortare standard la diferite termene de încercare. Atac dat de ionii de amoniu corespunzător clasei de expunere XA1.

Nr. crt.	Tip de ciment	Fabrica	Mediu	Cod	Expansiuni (mm/m)				
					28 zile	60 zile	90 zile	180 zile	365 zile
1	CEM III/A 42,5N-LH	Bicaz	APA	3AB-APA	0.12	0.14	0.16	0.21	0.23
2	CEM III/A 42,5N-LH	Bicaz	XA1	3AB-XA1	0.17	0.18	0.25	0.29	0.34
3	CEM III/A 42,5N-LH	Deva	APA	3AD-APA	0.11	0.12	0.14	0.18	0.22
4	CEM III/A 42,5N-LH	Deva	XA1	3AD-XA1	0.14	0.16	0.19	0.25	0.30
5	CEM III/A 42,5N-LH	Fieni	APA	3AF-APA	0.12	Nedet	0.14	0.15	0.16
6	CEM III/A 42,5N-LH	Fieni	XA1	3AF-XA1	0.15	Nedet	0.20	0.25	0.29
7	CEM III/A 42,5N-LH	REF	APA	REF#1-APA	0.10	0.11	0.12	0.16	0.21
8	CEM III/A 42,5N-LH	REF	XA1	REF#1-XA1	0.14	0.16	0.17	0.23	0.20
9	CEM I 42,5R-SR5	REF	APA	REF#2-APA	0.08	0.09	0.13	0.17	0.22
10	CEM I 42,5R-SR5	REF	XA1	REF#2-XA1	0.14	0.16	0.18	0.24	0.27

Notă: Nedet – valoare nedeterminată

b.2) Atac moderat dat de ionii de amoniu în XA2

Tabel nr 16. Valorile absolute ale expansiunilor masurate pe mortare standard la diferite termene de încercare. Atac dat de ionii de amoniu corespunzător clasei de expunere XA2.

Nr. crt.	Tip de ciment	Fabrica	Mediu	Cod	Expansiuni (mm/m)				
					28 zile	60 zile	90 zile	180 zile	365 zile
1	CEM III/A 42,5N-LH	Bicaz	APA	3AB-APA	0.12	0.14	0.16	0.21	0.23
2	CEM III/A 42,5N-LH	Bicaz	XA2	3AB-XA2	0.23	0.25	0.33	0.40	0.45
3	CEM III/A 42,5N-LH	Deva	APA	3AD-APA	0.11	0.12	0.14	0.18	0.22
4	CEM III/A 42,5N-LH	Deva	XA2	3AD-XA2	0.17	0.22	0.25	0.31	0.43
5	CEM III/A 42,5N-LH	Fieni	APA	3AF-APA	0.12	Nedet	0.14	0.15	0.16
6	CEM III/A 42,5N-LH	Fieni	XA2	3AF-XA2	0.18	Nedet	0.25	0.30	0.35
7	CEM III/A 42,5N-LH	REF	APA	REF#1-APA	0.10	0.11	0.12	0.16	0.21
8	CEM III/A 42,5N-LH	REF	XA2	REF#1-XA2	0.16	0.18	0.21	0.27	0.34
9	CEM I 42,5R-SR5	REF	APA	REF#2-APA	0.08	0.09	0.13	0.17	0.22
10	CEM I 42,5R-SR5	REF	XA2	REF#2-XA2	0.18	0.19	0.22	0.29	0.33

Notă: Nedet – valoare nedeterminată

b.3) Atac intens dat de ionii de amoniu în XA3

Tabel nr 17. Valorile absolute ale expansiunilor masurate pe mortare standard la diferite termene de încercare. Atac dat de ionii de amoniu corespunzător clasei de expunere XA3.

Nr. crt.	Tip de ciment	Fabrica	Mediu	Cod	Expansiuni (mm/m)				
					28 zile	60 zile	90 zile	180 zile	365 zile
1	CEM III/A 42,5N-LH	Bicaz	APA	3AB-APA	0.12	0.14	0.16	0.21	0.23
2	CEM III/A 42,5N-LH	Bicaz	XA3	3AB-XA3	0.27	0.29	0.38	0.47	0.53
3	CEM III/A 42,5N-LH	Deva	APA	3AD-APA	0.11	0.12	0.14	0.18	0.22
4	CEM III/A 42,5N-LH	Deva	XA3	3AD-XA3	0.23	0.28	0.32	0.40	0.50
5	CEM III/A 42,5N-LH	Fieni	APA	3AF-APA	0.12	Nedet	0.14	0.15	0.16
6	CEM III/A 42,5N-LH	Fieni	XA3	3AF-XA3	0.23	Nedet	0.30	0.37	0.43
7	CEM III/A 42,5N-LH	REF	APA	REF#1-APA	0.10	0.11	0.12	0.16	0.21
8	CEM III/A 42,5N-LH	REF	XA3	REF#1-XA3	0.20	0.23	0.26	0.33	0.37
9	CEM I 42,5R-SR5	REF	APA	REF#2-APA	0.08	0.09	0.13	0.17	0.22
10	CEM I 42,5R-SR5	REF	XA3	REF#2-XA3	0.22	0.25	0.28	0.36	0.38

Notă: Nedet – valoare nedeterminată

CONCLUZII :

- Valorile expansiunilor la termene mici (28, 60 de zile) sunt comparabile, neprezentând o inițiere bruscă a unor fenomene de degradare structurală (prin expansiune) a prismelor. Nicio valoare a expansiunilor la termenul înaintat suplimentar (365 de zile) nu depășește limita de 0,5mm/m. După 365 de zile, vizual, prismele menținute în soluția de atac dat de ionii de amoniu (XA1, XA2, XA3) se prezintă corespunzător, fără fisuri, dizolvări etc. Aceasta este o bună premisă pentru un comportament corespunzător și în clasa de expunere XA1b, cu betonul în contact cu o substanță agresivă din această categorie care poate conține oxizi de azot, amoniac etc.
- Cimenturile de furnal CEM III/A 42,5N-LH „candidate” pot fi considerate rezistente la acest tip de atac, prin prisma valorilor expansiunilor reduse întâlnite, inclusiv comparativ/orientativ cu valorile expansiunilor cimenturilor de referință.
- Pentru atacul slab dat de ionii de amoniu (XA1), în Anexa J din NE 012/1:2022 nu este prevăzut un criteriu de performanță, cimentul putându-se considera acceptat pe baza prevederilor Anexei F din NE 012/1:2022 și RTC 13/2024, respectiv pe baza experienței naționale și europene convergente în a recunoaște capacitatea CEM III/A 42,5N-LH de a oferi rezistență la atacul chimic general, prin porozitatea redusă (specifică) a pietrei de ciment.
- Pentru atacul moderat dat de ionii de amoniu (XA2), în Anexa J din NE 012/1:2022 nu este prevăzut un criteriu de performanță. Pentru concentrația de soluție de atac specifică acestei clase se observă respectarea pragurilor (0,5mm la 90 de zile / 0,8mm la 180 de zile) criteriilor de performanță de la atacul sulfatic cu o marjă mare de siguranță atât în cazul cimenturilor candidat cât și al celor de referință.
- Pentru atacul intens dat de ionii de amoniu (XA3), în Anexa J din NE 012/1:2022 nu este prevăzut un criteriu de performanță. Pentru concentrația de soluție de atac specifică acestei clase se observă respectarea pragurilor (0,5mm la 90 de zile / 0,8mm la 180 de zile) criteriilor de performanță de la atacul sulfatic cu o marjă mare de siguranță atât în cazul cimenturilor candidat cât și al celor de referință. Cimentul se poate considera acceptat pe baza prevederilor Anexei F din NE 012/1:2022 și RTC 13/2024 și în corelație cu buna comportare a pietrei de ciment în alte medii de expunere, respectiv pe baza experienței naționale și europene convergente în a

recunoaște capacitatea CEM III/A 42,5N-LH de a oferi rezistență la atacul chimic general, prin porozitatea redusă (specifică) a pietrei de ciment.

Recomandare:

Se recomandă protecția suplimentară a betonului expus acestui atac, acolo unde este posibil, prin aplicarea unor pelicule specializate, întreținute în mod corespunzător. Identificarea tipului de protecție precum și alte metode de protecție pot fi stabilite de către proiectant, pe bază de caiet de sarcini.

Această recomandare poate fi preluată de proiectant și impusă prin caiete de sarcini, în cazul expunerii în clasa XA3 cu atac dat de ionii de amoniu, în special când temperatura apei depășește 25°C existând și un anumit dinamism.:

C) TESTAREA LA ATACUL IONILOR DE MAGNEZIU

Atacul dat de ionii de magneziu (Mg^{2+}) asupra betonului este o formă severă de agresiune chimică, ce duce la degradarea pietrei de ciment și – în consecință – la pierderea durabilității betonului. Atacul are ca și efect negativ apariția degradărilor fizice prin fisurare, expansiuni, levigări etc. Întrucât ionii de magneziu afectează în mod direct compușii de hidratare (hidroxidul de calciu, silicații etc.) din piatra de ciment care devine friabilă, scăzând și pH-ul betonului în contact cu soluția de atac.

S-au efectuat măsurători ale expansiunii prismelor de mortar menținute în mediu slab, moderat și intens dat de atacul ionilor de magneziu la termenele de 28, 60, 90, 180 și 365 zile. Măsurătorile s-au extins și către termenul de 365 de zile, cu dorința de a caracteriza mai bine fenomenele accelerate de atac chimic și a compara – și la acest termen – valorile obținute pe cimenturile de referință și candidate.

c.1) Atac slab dat de ionii de magneziu în XA1

Tabel nr 18. Valorile absolute ale expansiunilor masurate pe mortare standard la diferite termene de încercare. Atac dat de ionii de magneziu corespunzător clasei de expunere XA1.

Nr. crt.	Tip de ciment	Fabrica	Mediu	Cod	Expansiuni (mm/m)				
					28 zile	60 zile	90 zile	180 zile	365 zile
1	CEM III/A 42,5N-LH	Bicaz	APA	3AB-APA	0.12	0.14	0.16	0.21	0.23
2	CEM III/A 42,5N-LH	Bicaz	XA1	3AB-XA1	0.17	0.19	0.24	0.31	0.36
3	CEM III/A 42,5N-LH	Deva	APA	3AD-APA	0.11	0.12	0.14	0.18	0.22
4	CEM III/A 42,5N-LH	Deva	XA1	3AD-XA1	0.15	0.17	0.19	0.26	0.35
5	CEM III/A 42,5N-LH	Fieni	APA	3AF-APA	0.12	Nedet	0.14	0.15	0.16
6	CEM III/A 42,5N-LH	Fieni	XA1	3AF-XA1	0.13	Nedet	0.20	0.28	0.31
7	CEM III/A 42,5N-LH	REF	APA	REF#1-APA	0.10	0.11	0.12	0.16	0.21
8	CEM III/A 42,5N-LH	REF	XA1	REF#1-XA1	0.13	0.15	0.17	0.24	0.33
9	CEM I 42,5R-SR5	REF	APA	REF#2-APA	0.08	0.09	0.13	0.17	0.22
10	CEM I 42,5R-SR5	REF	XA1	REF#2-XA1	0.15	0.17	0.18	0.23	0.31

Notă: Nedet – valoare nedeterminată

c.2) Atac moderat dat de ionii de magneziu în XA2

Tabel nr 19. Valorile absolute ale expansiunilor masurate pe mortare standard la diferite termene de încercare. Atac dat de ionii de magneziu corespunzător clasei de expunere XA2.

Nr. crt.	Tip de ciment	Fabrica	Mediu	Cod	Expansiuni (mm/m)				
					28 zile	60 zile	90 zile	180 zile	365 zile
1	CEM III/A 42,5N-LH	Bicaz	APA	3AB-APA	0.12	0.14	0.16	0.21	0.23
2	CEM III/A 42,5N-LH	Bicaz	XA2	3AB-XA2	0.19	0.20	0.27	0.36	0.40
3	CEM III/A 42,5N-LH	Deva	APA	3AD-APA	0.11	0.12	0.14	0.18	0.22
4	CEM III/A 42,5N-LH	Deva	XA2	3AD-XA2	0.20	0.17	0.20	0.28	0.39
5	CEM III/A 42,5N-LH	Fieni	APA	3AF-APA	0.12	Nedet	0.14	0.15	0.16
6	CEM III/A 42,5N-LH	Fieni	XA2	3AF-XA2	0.15	Nedet	0.23	0.32	0.35
7	CEM III/A 42,5N-LH	REF	APA	REF#1-APA	0.10	0.11	0.12	0.16	0.21
8	CEM III/A 42,5N-LH	REF	XA2	REF#1-XA2	0.15	0.17	0.18	0.25	0.35
9	CEM I 42,5R-SR5	REF	APA	REF#2-APA	0.08	0.09	0.13	0.17	0.22
10	CEM I 42,5R-SR5	REF	XA2	REF#2-XA2	0.15	0.17	0.19	0.28	0.35

Notă: Nedet – valoare nedeterminată

c.3) Atac intens dat de ionii de magneziu în XA3

Tabel nr 20. Valorile absolute ale expansiunilor masurate pe mortare standard la diferite termene de încercare. Atac dat de ionii de magneziu corespunzător clasei de expunere XA3.

Nr. crt.	Tip de ciment	Fabrica	Mediu	Cod	Expansiuni (mm/m)				
					28 zile	60 zile	90 zile	180 zile	365 zile
1	CEM III/A 42,5N-LH	Bicaz	APA	3AB-APA	0.12	0.14	0.16	0.21	0.23
2	CEM III/A 42,5N-LH	Bicaz	XA3	3AB-XA3	0.24	0.25	0.33	0.44	0.49
3	CEM III/A 42,5N-LH	Deva	APA	3AD-APA	0.11	0.12	0.14	0.18	0.22
4	CEM III/A 42,5N-LH	Deva	XA3	3AD-XA3	0.22	0.24	0.28	0.38	0.46
5	CEM III/A 42,5N-LH	Fieni	APA	3AF-APA	0.12	Nedet	0.14	0.15	0.16
6	CEM III/A 42,5N-LH	Fieni	XA3	3AF-XA3	0.17	Nedet	0.26	0.36	0.40
7	CEM III/A 42,5N-LH	REF	APA	REF#1-APA	0.10	0.11	0.12	0.16	0.21
8	CEM III/A 42,5N-LH	REF	XA3	REF#1-XA3	0.16	0.18	0.21	0.30	0.39
9	CEM I 42,5R-SR5	REF	APA	REF#2-APA	0.08	0.09	0.13	0.17	0.22
10	CEM I 42,5R-SR5	REF	XA3	REF#2-XA3	0.16	0.18	0.23	0.32	0.38

Notă: Nedet – valoare nedeterminată

CONCLUZII :

- Nu există criterii de performanță recunoscute în NE 012/1:2022 (Anexa J) privind acceptarea cimenturilor în clasele de expunere XA1, XA2, XA3 cu atac dat de ionii de magneziu. Prin urmare comparația directă făcută între valorile expansiunilor obținute cu diferite tipuri de cimenturi menținute în apă sau în soluția de atac este valoroasă.

Valorile expansiunilor la termene mici (28, 60 de zile) sunt comparabile, neprezentând o inițiere bruscă a unor fenomene de degradare structurală (prin expansiune) a prismelor. Nicio valoare a expansiunilor la termenul înaintat suplimentar (365 de zile) nu depășește limita de 0,5mm/m. După 365 de zile, vizual, prismele menținute în soluția de atac dat de ionii de magneziu (XA1, XA2, XA3) se prezintă corespunzător, fără fisuri, dizolvări etc. Aceasta este o bună premisă pentru un comportament corespunzător și în clasa de expunere XA1b, cu betonul în contact cu o substanță agresivă din această categorie care poate conține (chiar și accidental) magneziu etc.

Cimentul de furnal CEM III/A 42,5N-LH poate fi considerat rezistent la acest tip de atac, prin prisma valorilor expansiunilor reduse întâlnite, inclusiv comparativ cu valorile expansiunilor cimenturilor de referință, necesitând însă unele măsuri de precauție.

- Pentru atacul slab dat de ionii de magneziu (XA1), în Anexa J din NE 012/1:2022 nu este prevăzut un criteriu de performanță, cimentul putându-se considera acceptat pe baza prevederilor Anexei F din NE 012/1:2022 și RTC 13/2024, respectiv pe baza experienței naționale și europene convergente în a recunoaște capacitatea CEM III/A 42,5N-LH de a oferi rezistență la atacul chimic general.
- Pentru atacul moderat dat de ionii de magneziu (XA2), în Anexa J din NE 012/1:2022 nu este prevăzut un criteriu de performanță. Pentru concentrația de soluție de atac specifică acestei clase se observă respectarea pragurilor (0,5mm la 90 de zile / 0,8mm la 180 de zile) criteriilor de performanță de la atacul sulfatic cu o marjă mare de siguranță atât în cazul cimenturilor candidat cât și al celor de referință.

Sunt necesare următoarele condiții speciale (suplimentare):

- 1) Se menține clasa minimă de rezistență a betonului C35/45 din Anexa F a NE 012/1:2022 și RTC 13/2024 însă se reduce raportul maxim A_{ef}/C de la 0,50 la 0,45 pe deplin posibil a fi respectat în practică pentru consistențe (S3) obișnuite ale betonului pompabil;
- 2) Se menține dozajul minim de ciment de 320Kg/m³ beton din Anexa F a NE 012/1:2022 și RTC 13/2024;
- 3) Se recomandă majorarea duratei de tratare a betonului cu 1 zi față de prevederile NE 012/2:2022 și - pe cât posibil - expunerea elementelor monolite și prefabricate la atacul magnezian la minim o lună de la punerea în operă.

- Pentru atacul intens dat de ionii de magneziu (XA3), în Anexa J din NE 012/1:2022 nu este prevăzut un criteriu de performanță. Pentru concentrația de soluție de atac specifică acestei clase se observă respectarea pragurilor (0,5mm la 90 de zile / 0,8mm la 180 de zile) criteriilor de performanță de la atacul sulfatic cu o marjă mare de siguranță atât de cimenturile candidat cât și de cele de referință.

Sunt necesare însă unele condiții/cerințe suplimentare:

- 1) Se reduce intensitatea maximă a concentrației de ion magneziu (Mg^{2+}) până a care acest tip de ciment poate fi utilizat la 3.500 mg/l în ape naturale. În soluri, acest tip de ciment poate fi utilizat până la o intensitate maximă a concentrației de ion magneziu (Mg^{2+}) de 5.000 mg/Kg în soluri în care nu există risc de acumulare de ioni de magneziu în beton datorită ciclurilor de uscare-umezire sau prin sucțiune capilară;
- 2) Se majorează clasa minimă de rezistență a betonului la C40/50 din Anexa F a NE 012/1:2022 și RTC 13/2024 și se reduce raportul maxim A_{ef}/C la 0,40 pe deplin posibil a fi respectat în practică pentru consistențe (S3) obișnuite ale betonului pompabil;
- 3) Se menține dozajul minim de ciment de 360Kg/m³ beton din Anexa F a NE 012/1:2022 și RTC 13/2024;

- 4) Se recomandă majorarea duratei de tratare a betonului cu 1 zi față de prevederile NE 012/2:2022 și - pe cât posibil - expunerea elementelor monolite și prefabricate la atacul magnezian la minim o lună de la punerea în operă.

RECOMANDARE:

Se recomandă protecția suplimentară a betonului expus acestui atac, în clasele de expunere XA2 și XA3, acolo unde este posibil, prin aplicarea unor pelicule specializate, întreținute în mod corespunzător. Identificarea tipului de protecție precum și alte metode de protecție pot fi stabilite de către proiectant, pe baza de caiet de sarcini.

d) TESTAREA CIMENTURILOR ÎN APA DE MARE NATURALĂ ȘI ARTIFICIALĂ

Prin metoda de testare folosită – conformă în principiu cu prENV 196-X – se determină rezistența pietrei de ciment preparate cu CEM III/A 42,5N-LH și cimenturile de referință („REF”) la atacul complex prin măsurarea expansiunii (alungirii) unor prisme de mortar 40x40x160mm menținute în apa de mare naturală (prelevată de la sudul litoralului național – Mangalia) și artificială (prENV 196-X).

Prismele de mortar au fost preparate în conformitate cu SR EN 196-1, menținute 24 de ore în atmosferă umedă, decofrate și apoi păstrate în apă până la 28 de zile. După vârsta de 28 de zile, probele au fost introduse în apa de mare naturală și artificială fiind menținute în soluția de atac în condiții statice.

S-au efectuat măsurători ale expansiunii probelor de mortar menținute în soluții la 28 zile, 60 zile, 90 zile, 180 zile și 365 zile. După măsurarea expansiunilor la vârsta de 1 an, prismele de mortar au fost încercate la întindere prin încovoiere în conformitate cu SR EN 196-1, valorile având caracter mai mult informativ ca semnificație tehnică.

Tabel nr 21. Valorile absolute ale expansiunilor masurate pe mortare standard la diferite termene de încercare. Atac dat de apa de mare artificială (cod „prEN SEA”) și naturală (cod „M. Neagră”, prelevare zona Mangalia)

Nr. crt.	Tip de ciment	Fabrica	Mediu	Cod	Expansiuni (mm/m)				
					28 zile	60 zile	90 zile	180 zile	365 zile
1	CEM III/A 42,5N-LH	Bicaz	APA	3AB-APA	0.12	0.14	0.16	0.21	0.23
2	CEM III/A 42,5N-LH	Bicaz	„prEN SEA”	3AB-SEA	0.24	0.27	0.34	0.41	0.60
3	CEM III/A 42,5N-LH	Bicaz	„M. Neagră”	3AB-MN	0.25	0.28	0.35	0.45	0.50
4	CEM III/A 42,5N-LH	Deva	APA	3AD-APA	0.11	0.12	0.14	0.18	0.22
5	CEM III/A 42,5N-LH	Deva	„prEN SEA”	3AD-SEA	0.20	0.26	0.30	0.40	0.55
6	CEM III/A 42,5N-LH	Deva	„M. Neagră”	3AD-MN	0.23	0.28	0.33	0.45	0.48
7	CEM III/A 42,5N-LH	Fieni	APA	3AF-APA	0.12	Nedet	0.14	0.15	0.16
8	CEM III/A 42,5N-LH	Fieni	„prEN SEA”	3AF-SEA	0.23	Nedet	0.30	0.37	0.42
9	CEM III/A 42,5N-LH	Fieni	„M. Neagră”	3AF-MN	0.23	Nedet	0.32	0.39	0.44
10	CEM III/A 42,5N-LH	REF	APA	REF#1-APA	0.10	0.11	0.12	0.16	0.21
11	CEM III/A 42,5N-LH	REF	„prEN SEA”	REF#1-SEA	0.18	0.21	0.22	0.30	0.47
12	CEM III/A 42,5N-LH	REF	„M. Neagră”	REF#1-MN	0.19	0.22	0.24	0.32	0.41
13	CEM I 42,5R-SR5	REF	APA	REF#2-APA	0.08	0.09	0.13	0.17	0.22
14	CEM I 42,5R-SR5	REF	„prEN SEA”	REF#2-SEA	0.19	0.22	0.24	0.32	0.47
15	CEM I 42,5R-SR5	REF	„M. Neagră”	REF#2-MN	0.21	0.23	0.25	0.33	0.42

Notă: Nedet – valoare nedeterminată

CONCLUZII:

Nu există criteriile de performanță recunoscute în NE 012/1:2022 (Anexa J) privind acceptarea cimenturilor în apa mării și nici a lacurilor cu chimism pronunțat.

Valorile expansiunilor la termene mici (28, 60 de zile) sunt comparabile, neprezentând o inițiere bruscă a unor fenomene de degradare structurală (prin expansiune) a prismelor.

După 365 de zile, vizual, prismele menținute în soluțiile de atac se prezintă corespunzător, fără fisuri, dizolvări etc. Aceasta este o bună premisă pentru un comportament corespunzător și în clasa de expunere XA1b, cu betonul în contact cu o substanță agresivă care poate conține aceleași substanțe ca și apa mării etc.

- Pentru atacul specific dat de apa de mare (încadrabilă în XA1) și a lacurilor cu chimism pronunțat (încadrabilă în XA1), în Anexa J din NE 012/1:2022 nu este prevăzut un criteriu de performanță, cimentul putându-se considera acceptat pe baza prevederilor Anexei F din NE 012/1:2022 și RTC 13/2024, respectiv pe baza experienței naționale și europene convergente în a recunoaște capacitatea CEM III/A 42,5N-LH de a oferi rezistență la atacul chimic general.
- Pentru atacul specific dat de apa de mare (încadrabilă în XA2) și a lacurilor cu chimism pronunțat (încadrabilă în XA2), în Anexa J din NE 012/1:2022 nu este prevăzut un criteriu de performanță, cimentul putându-se considera acceptat pe baza prevederilor Anexei F din NE 012/1:2022 și RTC 13/2024, respectiv pe baza experienței naționale și europene convergente în a recunoaște capacitatea CEM III/A 42,5N-LH de a oferi rezistență la atacul chimic general.
- Pentru concentrația de soluție de atac specifică acestui atac natural se observă respectarea pragurilor (0,5mm la 90 de zile / 0,8mm la 180 de zile) criteriilor de performanță de la atacul sulfatic cu o marjă mare de siguranță atât de cimenturile candidat cât și de cele de referință.

Ca urmare a rezultatelor obținute se poate comunica faptul că cimentul CEM III/A 42,5N-LH este un "ciment rezistent la apa de mare" (cu referire la țărnul național al Mării Negre) sub rezerva efectuării de teste locale privind chimia apei în contact cu betonul. Acest tip de ciment poate fi utilizat până la o intensitate maximă a concentrației de ion sulfat (SO_4^{2-}) de 1.000 mg/l cumulată cu o intensitate maximă a concentrației de ion magneziu (Mg^{2+}) de 1.000 mg/l în apa Mării Negre și al lacurilor având un chimism pronunțat.

Un studiu chimic local este necesar de fiecare dată și pentru fiecare obiectiv.

RECOMANDARE:

Se recomandă protecția suplimentară a betonului expus acestui atac, acolo unde este posibil, prin aplicarea unor pelicule specializate, întreținute în mod corespunzător. Identificarea tipului de protecție precum și alte metode de protecție pot fi stabilite de către proiectant, pe baza de caiet de sarcini.

Această recomandare poate fi preluată de proiectant și impusă prin caiete de sarcini, în cazul expunerii în clasa XA2 la atacul complex dat de apa de mare și a lacurilor cu chimism pronunțat. =

Domeniul de utilizare propus nu se aplică în aceleași condiții și față de țărnul Lacului Techirghiol precum și al altor lacuri a caror apă nu se încadrează în clasa de expunere XA2, fiind mai agresivă în special efect al atacului magnezian.

Întrucât nu se poate defini o anumită tendință geografică – de la nord la sud privind litoralul național al Mării Negre - privind valorile obținute pentru ionii agresivi este necesară efectuarea unui studiu chimic local de fiecare dată și pentru fiecare obiectiv construit.

e) TESTAREA LA ATACUL ACID

Acidul acetic (CH_3COOH) prezent în soluția de atac este un acid organic slab, care reacționează cu compușii de hidatare prezenți în piatra de ciment, pentru a forma săruri de calciu și aluminiu (acetat de calciu) solubile în apă. Acesta reacție are un efect negativ asupra pietrei de ciment și conduce la creșterea porozității și reducerea rezistenței mecanice, funcție de intensitatea atacului și timpul de expunere.

Metodele de testare folosite pentru evaluarea durabilității prismelor au fost doar vizuale, urmărindu-se efectele cunoscute și așteptate asupra mortarelor ale atacului acid, respectiv exfolieri și dizolvări ale pietrei de ciment în care hidroxidul de calciu (bazic) este elementul cel mai vulnerabil al matricii.

S-au efectuat evaluări vizuale ale probelor de mortar (fata de probele martor, păstrate în apă) menținute în mediul respectiv timp de 28 zile, 60 zile, 90 zile, 180 zile și 365 zile.

Au fost preparate prisme standard (conform SR EN 196-1) de mortar folosind CEM III/A 42,5N-LH (toate fabricile) și de referință ("REF") în conformitate cu SR EN 196-1. Prismele au fost menținute 24 de ore în atmosferă umedă, au fost decofrate și apoi pastrate în apă până la 28 de zile.

Dupa vârsta de 28 de zile, probele au fost introduse în mediul acid (soluție de acid acetic) cu

* pH = 4,5 dat de acidul acetic, reprezentând modelarea accelerată a expunerii în clasa XA1

* pH = 3,5 dat de acidul acetic, reprezentând modelarea accelerată a expunerii în clasa XA2

* pH = 3,0 dat de acidul acetic, reprezentând modelarea accelerată a expunerii în clasa XA3.

CONCLUZII:

▪ Nu există criterii de performanță recunoscute în NE 012/1 :2022 (Anexa J) privind acceptarea cimenturilor în clasele de expunere XA1, XA2, XA3 cu atac acid.

Urmare comparației vizuale directe făcută între aspectele prismelor preparate cu diferite tipuri de cimenturi – menținute în apă potabilă sau în soluțiile de atac nu s-au observat apariția unor fenomene de degradare structurală (prin dizolvare) a prismelor, indiferent de concentrația soluțiilor de atac. După 365 de zile, vizual, prismele menținute în soluția de atac dat de acidul acetic (XA1, XA2, XA3) se prezintă corespunzător, fără fisuri, dizolvări etc. Aceasta este o bună premisă pentru un comportament corespunzător și în clasa de expunere XA1b, cu betonul în contact cu o substanță agresivă din această categorie care poate conține (gaz) un acid fluorhidric, clorhidric etc.

Cimentul de furnal CEM III/A 42,5N-LH poate fi considerat rezistent la acest tip de atac prin prisma observării aspectului suprafețelor prismelor, inclusiv comparativ cu aspectul suprafețelor prismelor menținute în apă potabilă.

▪ Pentru atacul slab dat de acizii naturali (XA1), în Anexa J din NE 012/1:2022 nu este prevăzut un criteriu de performanță, cimentul putându-se considera acceptat pe baza prevederilor Anexei F din NE 012/1:2022 și RTC 13/2024, respectiv pe baza experienței naționale și europene convergente în a recunoaște capacitatea CEM III/A 42,5N-LH de a oferi rezistență la atacul chimic general, în special acid, prin o mai redusă pondere a hidroxidului de calciu în piatra de ciment și o redusă porozitate a acesteia.

▪ Pentru atacul moderat dat de acizii naturali (XA2) și (XA3), în Anexa J din NE 012/1:2022 nu este prevăzut un criteriu de performanță.

▪ Cimentul se poate considera acceptat pe baza prevederilor Anexei F din NE 012/1:2022 și RTC 13/2024 precum și în corelație cu buna comportare a pietrei de ciment în alte medii de expunere, respectiv pe baza experienței naționale și europene în a recunoaște capacitatea CEM III/A 42,5N-LH de a oferi rezistență la atacul chimic general, în special acid, prin o mai redusă pondere a hidroxidului de calciu în piatra de ciment și o redusă porozitate a acesteia.

RECOMANDARE:

Se recomandă protecția suplimentară a betonului expus acestui atac, acolo unde este posibil, prin aplicarea unor pelicule specializate, întreținute în mod corespunzător. Identificarea tipului de protecție precum și alte metode de protecție pot fi stabilite de către proiectant, pe baza de caiet de sarcini. Această recomandare poate fi preluată de proiectant și impusă prin caiete de sarcini, în cazul expunerii în clasa XA3 la atacul dat de acizi.

Pentru atacul chimic industrial în această clasă de agresivitate foarte slabă (XA1b), în NE 012/1:2022 nu este prevăzut un criteriu de performanță. Cimentul se însă considera acceptat pe baza prevederilor Anexei F din NE 012/1:2022 și RTC 13/2024 și în corelație cu buna comportare a pietrei de ciment în alte medii de expunere, respectiv pe baza experienței naționale și europene convergente în a recunoaște capacitatea CEM III/A 42,5N-LH de a oferi rezistență la atacul chimic general, în special acid.

4. ANEXE

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

Procesul verbal nr. 035 din 26.01.2026

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 agrement tehnic și a fost elaborat în conformitate cu actele normative aferente domeniului de referință valabile la această dată.*
 - *Analizând cererea nr. 28 din 07.10.2025 de elaborare agrement tehnic, dosarul tehnic prezentat de HEIDELBERG MATERIALS ROMÂNIA S.A, rezultatele încercărilor executate în laboratoare de specialitate și prezentul agrement tehnic, Grupa specializată nr. 01 propune:*
- ✓ *Aprobarea de către CTPC a Agrementului Tehnic nr. 004-01/035-2026- Procedeu de preparare a betonului și de executare a lucrărilor din beton rezistent la atacuri chimice diverse, sulfatice și la apă de mare, cu ciment de furnal tip CEM III/A 42,5N-LH” cu termen de valabilitate 25.02.2029.*
- ✓

*Raportorul grupei specializate nr. 1
ing. Monica COSTEI*



*Președinte:
ing. Costel GHEORGHE*