



Európska organizácia pre technické posudzovanie
European Organisation for Technical Assessment

Európsky hodnotiaci
dokument

European Assessment
Document

EAD 260035-00-0301



Názov

Prírodný kalcinovaný puzolán ako prímies typu II do betónu

Názov anglického
originálu

Natural calcined pozzolana as type II addition for concrete

Dátum vydania
anglického originálu

Máj 2018

Dátum vydania
slovenského prekladu

November 2023

Preklad

Orgán technického posudzovania (TAB)
Technický a skúšobný ústav stavebný, n. o.
Studená 3, 821 04 Bratislava
e-mail: eta@tsus.sk, <http://www.tsus.sk>



Tento dokument
obsahuje

28 strán vrátane 2 príloh

Autorské práva

Preklad EAD do slovenského jazyka je duševným vlastníctvom MD SR a je voľne prístupný všetkým záujemcom na použitie

Referenčný názov a jazyk tohto EAD je angličtina. Použiteľné predpisy o autorských právach sú v dokumente, ktorý vypracovala a publikovala EOTA.

Tento európsky hodnotiaci dokument (EAD) sa vypracoval s prihliadnutím na aktuálne technické a vedecké poznatky v čase vydania a zverejnil sa v súlade s príslušnými ustanoveniami nariadenia (EÚ) č 305/2011 ako podklad na prípravu a vydávanie európskych technických posúdení (ETA).

OBSAH

	Strana
OBSAH	3
1 PREDMET EAD	4
1.1 Opis stavebného výrobku	4
1.2 Informácie o zamýšľanom použití stavebného výrobku	4
1.2.1 Zamýšľané použitie	4
1.2.2 Životnosť/Trvanlivosť	4
2 PODSTATNÉ VLASTNOSTI A PRÍSLUŠNÉ METÓDY A KRITÉRIÁ POSÚDENIA	6
2.1 Podstatné vlastnosti výrobku	6
2.2 Metódy a kritériá posúdenia parametrov výrobku súvisiacich s podstatnými vlastnosťami výrobku	7
2.2.1 Strata žíhaním	7
2.2.2 Obsah chloridov	7
2.2.3 Obsah síranov	7
2.2.4 Celkový obsah alkálií	7
2.2.5 Obsah rozpustných alkálií	7
2.2.6 Jemnosť mletia	7
2.2.7 Špecifický povrch	7
2.2.8 Index aktivity	8
2.2.9 Začiatok tuhnutia	8
2.2.10 Objemová stálosť	8
2.2.11 Puzolánová reaktivita (obsah reaktívneho SiO ₂)	8
2.2.12 Karbonatizácia betónu	8
2.2.13 Mrazuvzdornosť	10
2.2.14 Vhodnosť konceptu k-hodnoty	12
2.2.15 Odolnosť proti prieniku chloridov	13
3 POSÚDENIE A OVERENIE NEMENNOSTI PARAMETROV	14
3.1 Systémy posúdenia a overenia nemennosti parametrov	14
3.2. Úlohy výrobcu	14
3.3 Úlohy notifikovanej osoby	15
4 SÚVISIACE DOKUMENTY	16
PRÍLOHA A: SKÚŠANIE ODOLNOSTI PROTI PRIENIKU CHLORIDOV POMOCOU EXPERIMENTOV S NEUSTÁLENOU MIGRÁCIOU	17
PRÍLOHA B: VYHODNOTENIE ODOLNOSTI PROTI KARBONATIZÁCII - C_{DCR}	24

1 PREDMET EAD

1.1 Opis stavebného výrobku

Výrobok je prírodný kalcinovaný puzolán vulkanického pôvodu (definovaný pôvod), ktorý je jemne rozdelený a aktivovaný tepelnou úpravou (450 °C). V podstate pozostáva z SiO_2 a Al_2O_3 . Obsah reaktívneho SiO_2 , ako je definovaný a opísaný v EN 197-1, predstavuje aspoň 25 % hmotnosti (podľa EN 450-1).

Mineralogicky pozostáva puzolán najmä z minerálov zeolitu, alkalického živca, egrín-augitu a wollastonitu. Ďalšie zložky sú kalцит, götzenit, melanit, apatit a titanit.

Výrobok nie je zahrnutý v harmonizovanej Európskej norme (hEN).

Výrobca je zodpovedný prijať primerané opatrenia týkajúce sa balenia, prepravy, skladovania, údržby, výmeny a opráv výrobku a informovať svojich zákazníkov o tých opatreniach, ktoré považuje za nevyhnutné.

Predpokladá sa, že výrobok sa zabuduje podľa pokynov výrobcu alebo (ak takéto pokyny neexistujú) podľa bežnej praxe stavebných odborníkov.

Príslušné ustanovenia výrobcu, ktoré majú vplyv na vlastnosti výrobku, na ktorý sa vzťahuje tento európsky hodnotiaci dokument, sa musia pri stanovení parametrov vziať do úvahy a musia sa podrobne uviesť v ETA.

1.2 Informácie o zamýšľanom použití stavebného výrobku

1.2.1 Zamýšľané použitie

Výrobok je prímies typu II (puzolánový) na výrobu betónu, vrátane betónu liateho na mieste alebo prefabrikovaného konštrukčného betónu zodpovedajúceho Európskej norme EN 206.

Zamýšľané použitie „Prírodného kalcinovaného puzolánu ako prímiesi typu II“ je tiež použitie v maltách a zálievkach.

Odporúčaná najvyššia náhrada cementu „prírodným kalcinovaným puzolánom ako prímiesi typu II“ je 25 % hmotnosti. Maximálny obsah prímiesi, ktorý treba brať do úvahy, je 33 % hmotnosti z obsahu cementu.

Výrobok je určený na použitie v betóne so všetkými druhmi bežného cementu podľa EN 197-1. Je tiež určený na použitie s overeným konceptom k-hodnoty v betóne vyrobenom z Portlandského cementu CEM I a na požiadanie aj z ďalších druhov bežného cementu podľa EN 197-1.

Druhy cementu, pre ktoré sa overuje vhodnosť konceptu k-hodnoty sú CEM I, a na požiadanie ďalšie typy bežného cementu podľa EN 197-1. Koncept k-hodnoty sa môže použiť vo všetkých triedach vplyvu prostredia podľa EN 206 okrem XF2 a XF4.

1.2.2 Životnosť/Trvanlivosť

Metódy posudzovania zahrnuté alebo spomenuté v tomto EAD boli napísané na základe požiadavky výrobcu zohľadniť životnosť betónu obsahujúceho „prírodný kalcinovaný puzolán ako prímies typu II“ na zamýšľané použitie 50 rokov po zabudovaní za predpokladu, že betón obsahujúci „prírodný kalcinovaný puzolán ako prímies typu II“ je podrobený správne mu zabudovaniu (pozri 1.1). Tieto ustanovenia sú založené na súčasnom stave techniky a dostupných vedomostiach a skúsenostiach.

Pri posudzovaní výrobku sa berie do úvahy zamýšľané použitie predpokladané výrobcom. Skutočná životnosť pri bežných podmienkach používania môže byť omnoho dlhšia bez toho, aby došlo k výraznej degradácii ovplyvňujúcej základné požiadavky na stavby¹.

Uvedené údaje o životnosti stavebného výrobku sa nemôžu interpretovať ako záruka daná výrobcom výrobku alebo jeho zástupcom, ani záruka EOTA pri vypracúvaní tohto EAD, ani orgánom pre technické posudzovanie vydávajúcim ETA na základe tohto EAD, ale považuje sa len za prostriedok pre vyjadrenie očakávanej ekonomicky primeranej životnosti výrobku.

¹ Skutočná životnosť výrobku začleneného do konkrétnej stavby závisí od environmentálnych podmienok, ktorým je táto stavba vystavená, ako aj od konkrétnych podmienok návrhu, realizácie, použitia a údržby tejto stavby. Nemožno preto vylúčiť, že v niektorých prípadoch môže byť skutočná životnosť kratšia, ako sa uvádza vyššie.

2 PODSTATNÉ VLASTNOSTI A PRÍSLUŠNÉ METÓDY A KRITÉRIÁ POSÚDENIA

2.1 Podstatné vlastnosti výrobku

V tabuľke 1 sa uvádza, ako sa posudzujú parametre „prírodného kalcinovaného puzolánu ako prímеси typu II“ v súvislosti s podstatnými vlastnosťami.

Posudzovanie podľa odsekov 2.2.1 až 2.2.11 sa vykonáva na 5 telesách odobratých zo súčasnej výroby výrobku.

Vzorka z „prírodného kalcinovaného puzolánu ako prímеси typu II“ s najnižšou relatívnou pevnosťou v tlaku (pozri odsek 2.2.8) sa použije na posúdenie podľa odsekov 2.2.12 až 2.2.15.

Tabuľka 1 – Podstatné vlastnosti výrobku a metódy a kritériá posúdenia parametrov výrobku súvisiacich s podstatnými vlastnosťami

Č.	Podstatná vlastnosť	Metóda posúdenia	Spôsob vyjadrenia parametra výrobku
Základná požiadavka na stavby 1: Mechanická odolnosť a stabilita			
1	Strata žiháním	2.2.1	Úroveň
2	Obsah chloridov	2.2.2	Úroveň
3	Obsah síranov	2.2.3	Úroveň
4	Celkový obsah alkálií	2.2.4	Úroveň
5	Obsah rozpustných alkálií	2.2.5	Úroveň
6	Jemnosť mletia	2.2.6	Úroveň
7	Špecifický povrch	2.2.7	Úroveň
8	Index aktivity	2.2.8	Úroveň
9	Začiatok tuhnutia	2.2.9	Podľa EN 450-1: ≤ dvakrát dlhšie ako začiatok tuhnutia 100 % (hmotnosti) skúšobnej cementovej pasty
10	Objemová stálosť	2.2.10	Podľa EN 450-1: zväčšenie ≤ 10 mm
11	Puzolánová reaktivita (Obsah reaktívneho SiO ₂)	2.2.11	Podľa EN 450-1: obsah reaktívneho SiO ₂ ≥ 25 % hmotnosti
12	Karbonatizácia betónu	2.2.12	Opis
13	Mrazuvzdornosť betónu	2.2.13	Metóda FT _{cube} : Úroveň Metóda FT _{CF} : Úroveň
14	Vhodnosť konceptu k-hodnoty	2.2.14	Opis
15	Odolnosť proti prieniku chloridov	2.2.15	Opis a úroveň (D _{mig})

2.2 Metódy a kritériá posúdenia parametrov výrobku súvisiacich s podstatnými vlastnosťami výrobku

Čo sa týka skúšobných metód podľa EN 196-2, pokiaľ nebude uvedené inak, pre rôzne vlastnosti podľa odsekov 2.2.1 až 2.2.5 a 2.2.11 sa použijú referenčné skúšobné metódy.

2.2.1 Strata žíhaním

Strata žíhaním sa stanoví metódou opísanou v EN 196-2 ale žíhaním po dobu 1 hodiny.

Strata žíhaním sa uvedie.

2.2.2 Obsah chloridov

Obsah chloridov, vyjadrený ako Cl^- , sa stanoví metódou opísanou v EN 196-2.

Obsah chloridov nesmie byť vyšší ako 0,10 % hmotnosti podľa EN 15167-1.

Ak je obsah Cl^- vyšší ako 0,10 % hmotnosti, horná hraničná hodnota sa uvedie.

2.2.3 Obsah síranov

Obsah síranov, vyjadrených ako SO_3 , sa stanoví metódou opísanou v EN 196-2.

Obsah síranov sa uvedie.

2.2.4 Celkový obsah alkálií

Celkový obsah alkálií sa stanoví metódou uvedenou v EN 196-2 a vypočíta sa ako Na_2O ekvivalent.

Celkový obsah alkálií, vypočítaný ako Na_2O ekvivalent, sa uvedie.

Rôzne národné ustanovenia prijali rozličné princípy, ale vo všeobecnosti len veľmi malý podiel alkálií v „prírodnom kalcinovanom puzoláne ako prímеси typu II“ sa považuje za prispievajúci k reakcii alkalického oxidu kremičitého, Správa CEN CR 1901:1995.

Pre obsah rozpustných alkálií pozri odsek 2.2.5.

2.2.5 Obsah rozpustných alkálií

Obsah rozpustných alkálií sa stanoví metódou opísanou v EN 196-2 okrem toho, že lúhovanie sa vykoná v súlade s EN 1744-1, sekcia 7. Obsah rozpustných alkálií sa vypočíta ako Na_2O ekvivalent.

Obsah rozpustných alkálií, vypočítaný ako Na_2O ekvivalent, sa uvedie.

2.2.6 Jemnosť mletia

Jemnosť mletia prímеси sa vyjadrí ako hmotnostný podiel prímеси, ktorý ostal počas mokrého preosievania na 0,045 mm site, v percentách a stanoví sa v súlade s EN 451-2.

Jemnosť mletia prímеси sa uvedie.

2.2.7 Špecifický povrch

Špecifický povrch sa stanoví v súlade s permeabilnou metódou uvedenou v EN 196-6.

Môžu sa použiť aj iné metódy ako vyššie uvedené, za predpokladu, že poskytnú rovnocenné výsledky v korelácii s výsledkami získanými referenčnou metódou.

Špecifický povrch sa uvedie.

2.2.8 Index aktivity

Index aktivity je pomer (v percentách) pevnosti v tlaku štandardných maltových trámcov, pripravených z 75 % hmotnosti skúšobného cementu a 25 % hmotnosti prímеси, k pevnosti v tlaku štandardných maltových trámcov pripravených zo 100 % skúšobného cementu, keď sú skúšané po rovnakej dobe zrenia.

Príprava štandardných maltových trámcov a stanovenie pevnosti v tlaku sa vykoná v súlade s EN 196-1.

POZNÁMKA: Pre skúšobný cement pozri EN 450-1, odsek 3.3.

Index aktivity po 7 dňoch a po 28 dňoch sa uvedie.

POZNÁMKA: Výsledok skúšok indexu aktivity nedáva žiadnu priamu informáciu o príspevku prímеси k pevnosti betónu, ani neobmedzuje použitie prímеси na zmiešavací pomer použitý v týchto skúškach.

2.2.9 Začiatok tuhnutia

Začiatok tuhnutia sa stanoví na cementovej paste pozostávajúcej s 25 % prímеси a 75 % skúšobného cementu (hmotnosti) v súlade s EN 196-3.

POZNÁMKA: Pre skúšobný cement pozri EN 450-1, odsek 3.3.

Začiatok tuhnutia je kratší ako dvojnásobok začiatku tuhnutia 100 % hmotnosti skúšobnej cementovej pasty podľa EN 450-1. Oba začiatky tuhnutia sa uvedú.

2.2.10 Objemová stálosť

Objemová stálosť sa stanoví skúškou v súlade s EN 196-3. Zväčšenie sa stanoví na cementovej paste pozostávajúcej z 30 % prímеси a 70 % skúšobného cementu (hmotnosti).

POZNÁMKA: Pre skúšobný cement pozri EN 450-1, odsek 3.3.

Zväčšenie nesmie byť vyššie ako 10 mm podľa EN 450-1 a uvedie sa.

POZNÁMKA: V dôsledku nízkej teploty tepelnej úpravy (450 °C) nie je prítomný voľný CaO, a to ani v prípade kalcinovaného puzolánu.

2.2.11 Puzolánová reaktivita (obsah reaktívneho SiO₂)

Obsah reaktívneho oxidu kremičitého je definovaný a opísaný v EN 197-1, odsek 3.2. Obsah reaktívneho SiO₂ sa stanoví metódou opísanou v EN 196-2.

Obsah reaktívneho oxidu kremičitého musí byť najmenej 25 % hmotnosti podľa EN 450-1 a uvedie sa.

2.2.12 Karbonatizácia betónu

Hĺbka karbonatizácie betónu s prímесou a bez prímеси sa meria podľa RILEM CPC 18.

EN 12390-10 po vydaní nahradí RILEM CPC 18 (EN 12390-10:2017).

Skúška hĺbky karbonatizácie sa vykoná na hranole (40 mm × 40 mm × 160 mm) s kamenivom podľa EN 12620.

Zloženia betónu sú uvedené nižšie:

	Betónové zmesi pre 3 telesá																			
betón Ia bez „prírodného kalcinovaného puzolánu ako prímеси typu II“	c = 450 g CEM I 32,5 R ¹ g = 1350 g kameniva ² w = 225 g vody $\left(\frac{w}{c} = 0,50\right)$																			
Betón Ib S „prírodným kalcinovaným puzolánom ako prímесou typu II“	c = 337,5 g CEM I 32,5 R ¹ p = 112,5 g prímеси ⁴ g = 1350 g kameniva ² m = ml prísady ³ w = (225 – m) g vody $\left(\frac{w+m}{c+p} = 0,50\right)$																			
1 Referenčný cement (CEM I 32,5 R) musí obsahovať menej ako 0,6 % hmotnosti alkálií, vypočítaných ako Na ₂ O ekvivalent.																				
2 Použije sa kamenivo podľa EN 12620 s nasledujúcou krivkou zrnitosti																				
<table><tr><td>Veľkosť [mm]</td><td>0,25</td><td>0,5</td><td>1</td><td>2</td><td>4</td><td>8</td></tr><tr><td>Zastúpenie [% hmotnosti]</td><td>8</td><td>21,5</td><td>36</td><td>46,5</td><td>67,5</td><td>100</td></tr></table>							Veľkosť [mm]	0,25	0,5	1	2	4	8	Zastúpenie [% hmotnosti]	8	21,5	36	46,5	67,5	100
Veľkosť [mm]	0,25	0,5	1	2	4	8														
Zastúpenie [% hmotnosti]	8	21,5	36	46,5	67,5	100														
3 Použije sa tekutá prísada typu „plastifikačná prísada“ podľa EN 934-2. Množstvo prísady sa prispôsobí skúške rozliatím (± 5 mm) podľa EN 1015-3 pre betón bez prímеси. Množstvo prísady nesmie prekročiť vyhovujúce dávkovanie.																				
4 Vzorka z „prírodného kalcinovaného puzolánu ako prímеси typu II“ s najnižšou relatívnou pevnosťou v tlaku sa odoberie, pozri odstavec 2.2.8																				

POZNÁMKA: Odporúčaná najvyššia náhrada cementu „prírodným kalcinovaným puzolánom ako prímеси II“ je 25 % hmotnosti.

Druhy cementu, ktoré sa budú skúšať, závisia od aplikácie, napr.

- Ak sa žiadateľ prihlási na CEM I, skúšať sa bude CEM I
- Ak sa žiadateľ prihlási na CEM I, CEM II/A-LL a CEM II/B-M (T-LL), potom CEM II/A-LL a CEM II/B-M (T-LL) sa budú skúšať.

Telesá sa pripravujú podľa EN 196-1, okrem dodržania medzery ($3 \pm 1 \text{ mm}$) medzi miskou a čepeľou, ktorú nemožno dodržať pri triedení veľkosti piesku

Po vybratí z foriem je polovica telies ponorená vo vode (20 ± 2) °C po dobu 7 dní (súbor telies č.1) a druhá polovica je ponorená po dobu 28 dní (súbor telies č.2).

Následne sa telesá uskladnia v podmienkach 20/65 a okolitom obsahu CO₂ (zvyčajne 350 až 450 ppm).

Merania hĺbky karbonatizácie sa vykonávajú po 14, 28, 56, 98 a 140 dňoch pre účely vydania ETA. Odporúča sa pokračovať v skúškach na tých istých telesách po 1, 2 a 5 rokoch za účelom overenia výsledkov získaných po 140 dňoch a pre zlepšenie vedomostí.

Navyše sa stanoví pevnosť v tlaku podľa EN 196-1:

- Na súbore telies č.1 vo veku 35 dní (po 7 dňoch predskladnenia vo vode a 28 dňoch v podmienkach 20/65) a vo veku 147 dní (po 7 dňoch predskladnenia vo vode a 140 dňoch v podmienkach 20/65),
- Na súbore telies č.2 vo veku 35 dní (po 28 dňoch predskladnenia vo vode a 7 dňoch v podmienkach 20/65) a vo veku 168 dní (po 28 dňoch predskladnenia vo vode a 140 dňoch v podmienkach 20/65).

Hĺbka karbonatizácie, resp. rýchlosť karbonatizácie betónu s prísadou a bez nej sa porovná s údajmi podľa **Prílohy B**. Hĺbka karbonatizácie a rýchlosť karbonatizácie betónu s prísadou a bez nej budú uvedené pod alebo okolo hraničnej krivky.

Pozn. 1: Rýchlosť karbonatizácie v_c sa vypočíta lineárnou regresiou:

$$d_c = d_0 + v_c \cdot \sqrt{t_c} \quad \text{vyjadrené v mm}/\sqrt{\text{d}}$$

kde:

d_c = hĺbka karbonatizácie (mm)

t_c = doba karbonatizácie (dni)

v_c = rýchlosť karbonatizácie (mm/ $\sqrt{\text{d}}$)

d_0 = hĺbka karbonatizácie v čase $t = 0$; tento konkrétny parameter závisí na skladovaní a bude nižší pri neskoršom začiatku skúšky karbonatizácie

Alternatívne sa môžu skúšať betóny so zložením 2a (referenčný) a 2b (pozri 2.2.14)

Hĺbka karbonatizácie, resp. rýchlosť karbonatizácie sa vykreslia do diagramov podľa Prílohy B (diagramy v Prílohe B1 pre betón so zložením 1a a 1b, diagramy v Prílohe B2 pre betón so zložením 2a a 2b). Príslušné diagramy sa uvedú v ETA.

2.2.13 Mrazuvzdornosť

Metóda 1: Mrazuvzdornosť (kubický postup) - FT_{cube}

Mrazuvzdornosť betónu s prísadou sa stanoví podľa CEN/TS 12390-9 („kubickým postupom“).

Mrazuvzdornosť („kubický postup“) sa skúša na betóne so zložením 2a (referenčné) a 2b (pozri 2.2.14).

POZNÁMKA: Odporúčaná najvyššia náhrada cementu „prírodným kalcinovaným puzolánom ako prísada typu II“ je 25 % hmotnosti.

Odlupovanie sa meria po 10, 25, 50, 75 a 100 zmrazovacích a rozmrazovacích cykloch.

Pevnosť v tlaku betónu 2a a 2b sa potom stanoví podľa EN 12390-3 po 28 dňoch. Betónové telesá sa ponoria do vody po vybratí z foriem po dobu 7 dní. Následne sa telesá skladujú v bežných podmienkach 20/65.

Odlupovanie po 100 zmrazovacích a rozmrazovacích cykloch sa uvedie.

Metóda 2: Mrazuvzdornosť (CF-postup) – FT_{CF} (Referenčná metóda)

Mrazuvzdornosť betónu s prísadou a bez nej sa stanoví podľa CEN/TS 12390-9 („CF-postup“). Vnútorne poškodenie štruktúry sa stanoví podľa CEN/TR 15177.

Mrazuvzdornosť („CF-postup“) sa skúša na betónoch s nasledujúcim zložením:

	Zloženie na m ³ čerstvého betónu																
betón IIa bez „prírodného kalcinovaného puzolánu ako prímеси typu II“	c = 320 kg CEM I 32,5 R ¹ g = kg kameniva ² w = 160 kg vody $\left(\frac{w}{c} = 0,50\right)$																
Betón IIb S „prírodným kalcinovaným puzolánom ako prímесou typu II“	c = 240 kg CEM I 32,5 R ¹ p = 80 kg prímеси ³ g = kg kameniva ² m = ml prísady ⁴ w = (160 – m) g vody $\left(\frac{w+m}{c+p} = 0,50\right)$																
1 Referenčný cement (CEM I 32,5 R) musí obsahovať menej ako 0,6 % hmotnosti alkálií, vypočítaných ako Na ₂ O ekvivalent.																	
2 Použije sa kamenivo podľa EN 12620 s nasledujúcou krivkou zrnitosti:																	
<table><tr><td>Veľkosť [mm]</td><td>0,25</td><td>0,5</td><td>1</td><td>2</td><td>4</td><td>8</td><td>16</td></tr><tr><td>Zastúpenie [% hmotnosti]</td><td>8</td><td>14</td><td>22</td><td>32</td><td>46</td><td>68</td><td>100</td></tr></table>		Veľkosť [mm]	0,25	0,5	1	2	4	8	16	Zastúpenie [% hmotnosti]	8	14	22	32	46	68	100
Veľkosť [mm]	0,25	0,5	1	2	4	8	16										
Zastúpenie [% hmotnosti]	8	14	22	32	46	68	100										
3 Vzorka z „prírodného kalcinovaného puzolánu ako prímеси typu II“ s najnižšou relatívnou pevnosťou v tlaku sa odoberie, pozri odstavec 2.2.8																	
4 Použije sa tekutá prísada typu „plastifikačná prísada“ podľa EN 934-2. Čerstvý betón sa prispôsobí stupňu rozliatia F3 podľa EN 206-1.																	

POZNÁMKA: Odporúčaná najvyššia náhrada cementu „prírodným kalcinovaným puzolánom ako prímеси typu II“ je 25 % hmotnosti.

Pevnosť v tlaku betónu 2a a 2b sa potom stanoví podľa EN 12390-3 po 28 dňoch. Betónové telesá sa ponoria do vody po vybratí z foriem do veku 7 dní. Následne sa telesá skladujú v bežných podmienkach 20/65.

Relatívny dynamický modul pružnosti (RDM) a odlupovanie sa merajú po 0, 4, 10, 16, 22 a 28 zmrazovacích a rozmrazovacích cykloch.

Odlupovanie po 28 zmrazovacích a rozmrazovacích cykloch (CF-postup) a relatívny dynamický modul pružnosti (RDM) sa uvedú.

2.2.14 Vhodnosť konceptu k-hodnoty

Pevnosť v tlaku betónov s prísadou „prírodného kalcinovaného puzolánu ako prísady typu II“ a bez nej sa stanoví v rozsahu pomeru voda/spojivo.

Odporúčaná najvyššia náhrada cementu „prírodným kalcinovaným puzolánom ako prísadou typu II“ je 25 % hmotnosti.

Druhy cementu, pre ktoré sa vhodnosť konceptu k-hodnoty overuje, sú Portlandský cement CEM I a na požiadanie aj ďalšie druhy bežného cementu podľa 197-1.

Zloženia betónu sú uvedené nižšie:

	Betón					
	1a	1b	2a	2b	3a	3b
Cement	340 kg/m ³	255 kg/m ³	320 kg/m ³	240 kg/m ³	290 kg/m ³	217,5 kg/m ³
Prísas	–	85 kg/m ³	–	80 kg/m ³	–	72,5 kg/m ³
Voda	170 kg/m ³		192 kg/m ³		217,5 kg/m ³	
Pomer voda/cement	0,50	0,67	0,60	0,80	0,75	1,00
Pomer voda/spojivo		0,50		0,60		0,75

Použijú sa nasledujúce cementy:

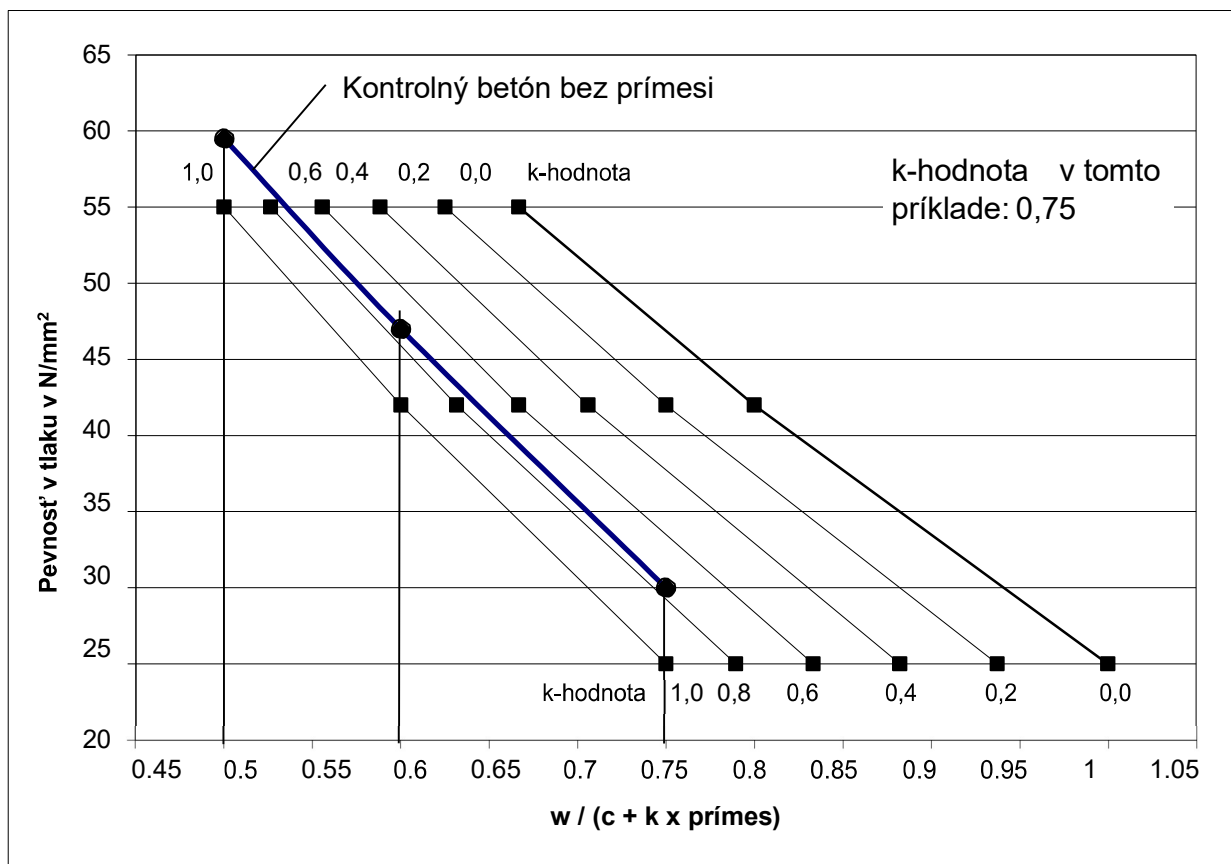
- Portlandský cement CEM I 32,5 R s Na₂O ekvivalentom ≤ 0,6 % hmotnosti
- Portlandský cement CEM I 32,5 R s Na₂O ekvivalentom 0,8 až 0,9 % hmotnosti
- Portlandský cement CEM I 32,5 R s Na₂O ekvivalentom ≥ 1,2 % hmotnosti

Doplňujúce bežné druhy cementu požadované žiadateľom:

- Portlandský vápencový cement CEM II/A-LL 32,5 R
- Portlandský kompozitný cement CEM II/B-M (T-LL) 42,5 N
- ...

Pevnosť v tlaku betónu sa stanoví podľa EN 12390-3 po 2, 7, 28 a 90 dňoch.

k-hodnota sa odvodí zo vzťahu medzi pevnosťou v tlaku a pomerom voda/cement (w/c, resp. w/(c + k × prísas)). Nasledujúci obrázok zobrazuje princíp takého odvodenia s príkladom.



k-hodnota je odvodená z pevnosti v tlaku betónu s prímiesou „prírodného kalcinovaného puzolánu ako prímiesi typu II“ a bez nej. Pevnosti v tlaku a k-hodnoty sa uvedú.

POZNÁMKA: Platnosť k-hodnoty vzhľadom na trvanlivosť je overená v 2.2.12 a 2.2.13, kde sa skúšajú karbonatizácia a mrazuvzdornosť betónu pre k = 1,0.

2.2.15 Odolnosť proti prieniku chloridov

Odolnosť proti prieniku chlóru betónu s „prírodným kalcinovaným puzolánom ako prímiesou typu II“ sa stanoví v súlade so skúšobnou metódou uvedenou v **Prílohe A**.

Odolnosť proti prieniku chlóru sa skúša na betóne so zložením IIa a IIb (pozri odsek 2.2.13).

Koeficient migrácie chlóru betónu (D_{mig}) s „prírodným kalcinovaným puzolánom ako prímiesou typu II“ sa porovná s koeficientom migrácie chlóru referenčného betónu vo veku 35 a 97 dní.

Koeficient migrácie chlóru D_{mig} sa uvedie v ETA.

3 POSÚDENIE A OVERENIE NEMENNOSTI PARAMETROV

3.1 Systémy posúdenia a overenia nemennosti parametrov

Európsky právny predpis platný pre výrobky pokryté týmto EAD je: Rozhodnutie 1999/469/EC

Systém je: **1+**

3.2. Úlohy výrobcu

Základné body činností, ktoré má vykonať výrobca výrobku v procese posudzovania a overovania nemennosti parametrov, sú uvedené v tabuľke 2.

Tabuľka 2 – Kontrolný plán výrobcu; základné body

Č.	Predmet/druh kontroly	Skúšobná alebo kontrolná metóda	Prípadné kritéria	Min. počet vzoriek	Minimálny počet kontrol
Riadenie výroby (FPC) [vrátane skúšania vzoriek odobratých z výroby v súlade s predpísaným plánom skúšok]					
1	Strata žíhaním	2.2.1	Pozri kontrolný plán	1	1/deň
2	Obsah chloridov	2.2.2		1	1/mesiac
3	Obsah síranov	2.2.3		1	1/mesiac
4	Jemnosť mletia	2.2.6		1	1/deň
5	Špecifický povrch	2.2.7		1	1/deň
6	Index aktivity	2.2.8		1	2/mesiac

3.3 Úlohy notifikovanej osoby

Základné body činností, ktoré má vykonať notifikovaná osoba v procese posudzovania a overovania nemennosti parametrov sú uvedené v tabuľke 3.

Tabuľka 3 – Kontrolný plán notifikovanej osoby; základné body

Č.	Predmet/druh kontroly	Skúšobná alebo kontrolná metóda	Prípadné kritéria	Min. počet vzoriek	Minimálny počet kontrol
Počiatočná inšpekcia miesta výroby a systému riadenia výroby					
1	V zmysle EN 450-2				
Priebežný dohľad, posúdenie a hodnotenie systému riadenia výroby					
2	V zmysle EN 450-2				1/rok
Kontrolné skúšanie vzoriek odobratých notifikovaným certifikačným orgánom na výrobky vo výrobní alebo v skladovacích priestoroch					
3	Strata žíhaním	2.2.1	Pozri kontrolný plán	1	6/rok
4	Obsah chloridov	2.2.2		1	6/rok
5	Obsah síranov	2.2.3		1	6/rok
6	Jemnosť mletia	2.2.6		1	6/rok
7	Špecifický povrch	2.2.7		1	6/rok
8	Index aktivity	2.2.8		1	6/rok

4 SÚVISIACE DOKUMENTY

Pokiaľ v zozname noriem nie je uvedený dátum vydania, myslí sa tým aktuálna verzia normy platná v čase vydania európskeho technického posúdenia.

EN 196-1	Metódy skúšania cementu. Časť 1: Stanovenie pevnosti
EN 196-2	Metódy skúšania cementu. Časť 2: Chemický rozbor cementu
EN 196-3	Metódy skúšania cementu. Časť 3: Stanovenie času tuhnutia a objemovej stálosti
EN 196-6	Metódy skúšania cementu. Časť 6: Stanovenie jemnosti mletia
EN 197-1	Cement. Časť 1: Zloženie, špecifikácie a kritériá na preukazovanie zhody cementov na všeobecné použitie
EN 206	Betón. Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda
EN 450-1	Popolček do betónu. Časť 1: Definície, špecifikácie a kritériá zhody
EN 450-2	Popolček do betónu. Časť 2: Hodnotenie zhody
EN 451-2	Metóda skúšania popolčeka. Časť 2: Stanovenie jemnosti mokrým preosievaním
EN 934-2	Prísady do betónu, mált a zálievok. Časť 2: Prísady do betónu. Definície, požiadavky, zhoda, označovanie a etiketovanie (Konsolidovaný text)
EN 1015-3	Metódy skúšania mált na murovanie. Časť 3: Stanovenie konzistencie čerstvej malty (pomocou rozlievacieho stolíka)
EN 1744-1	Skúšky na stanovenie chemických vlastností kameniva. Časť 1: Chemická analýza
EN 12390-2	Skúšanie zatvrdnutého betónu. Časť 2: Výroba a príprava skúšobných telies na skúšky pevnosti
EN 12390-3	Skúšanie zatvrdnutého betónu. Časť 3: Pevnosť v tlaku skúšobných telies
EN 12390-10	Skúšanie zatvrdnutého betónu. Časť 10: Stanovenie odolnosti betónu proti karbonatizácii pri atmosférických úrovniach oxidu uhličitého
EN 12620	Kamenivo do betónu (Konsolidovaný text)
EN 15167-1	Mletá granulovaná vysokopecná troska na použitie do betónu, mált a injektážnych mált. Časť 1: Definície, požiadavky a kritériá zhody
CEN/TR 15177	Skúšanie odolnosti proti zmrazovaniu a rozmrazovaniu betónu. Poškodenie vnútornej štruktúry
CEN/TS 12390-9	Skúšanie zatvrdnutého betónu. Časť 9: Odolnosť proti zmrazovaniu a rozmrazovaniu s rozmrazovacími soľami. Rozsah odlupovania
CEN CR 1901:1995	Regionálne špecifikácie a odporúčania na zabránenie škodlivým alkalicko-kremičitým reakciám v betóne
RILEM CPC 18	Meranie hĺbky karbonatizácie zatvrdnutého betónu, Materiály a konštrukcie, roč. 21, December 1998

PRÍLOHA A: SKÚŠANIE ODOLNOSTI PROTI PRIENIKU CHLORIDOV POMOCOU EXPERIMENTOV S NEUSTÁLENOU MIGRÁCIOU

A.1 Súvisiace dokumenty

EN 12390-2 Skúšanie zatvrdnutého betónu. Časť 2: Výroba a príprava skúšobných telies na skúšky pevnosti

A.2 Predmet

Tento postup je určený na stanovenie koeficientu migrácie chlóru v betóne, malte alebo opravných materiálov na báze cementu pomocou experimentov s neustálenou migráciou.

A.3 Oblasť použitia

Metóda je použiteľná na zatvrdnuté vzorky odliate v laboratóriu alebo vyvŕtané na stavbách. Koeficient migrácie chlóru stanovený touto metódou je mierou odporu skúšaného materiálu proti prieniku chlóru. Tento koeficient neustálenej migrácie nemôže byť priamo porovnávaný s difúziivitou chlóru zistenou inými metódami, ako skúška ponorením v neustálenom stave alebo skúška ustálenou migráciou.

A.4 Skúšobná metóda

A.4.1 Princíp

Vonkajšie elektrické napätie sa priloží osovo cez vzorku a núti okolité ióny chlóru migrovať do vzorky. Po určitej dobe skúšky sa vzorka osovo rozreže a na jednu z odrezaných častí sa nastrieka roztok dusičnanu strieborného. Hĺbka prieniku chlóru sa potom zmeria z viditeľného bieleho zrážania chloridu strieborného a z tejto hĺbky môže byť následne vypočítaný koeficient migrácie chlóru.

A.4.2 Činidlá a prístroje

A.4.2.1 Činidlá

- Destilovaná alebo deionizovaná voda.
- Hydroxid vápenatý: $\text{Ca}(\text{OH})_2$, technickej kvality.
- Chlorid sodný: NaCl , chemickej kvality.
- Hydroxid sodný: NaOH , chemickej kvality.
- Dusičnan strieborný: AgNO_3 , chemickej kvality.

A.4.2.2 Prístroje

- Vodou chladená diamantová píla
- Migračné zariadenie: Jedno prevedenie (pozri A.1) obsahuje nasledovné súčasti:
 - Manžeta zo silikónovej gumy: vnútorný/vonkajší priemer 100/115 mm, dĺžka približne 150 mm.
 - Svorka: priemer v rozsahu 105 ~ 115 mm, šírka 20 mm, z nehrdzavejúcej ocele (pozri Obrázok A.2).
 - Katolytová nádrž: plastová nádoba, 370 × 270 × 280 mm (dĺžka × šírka × výška).
 - Plastová podpera: (pozri Obrázok A.3).
 - Katóda: platňa z nehrdzavejúcej ocele (pozri Obrázok A.3), s hrúbkou okolo 0,5 mm.
 - Anóda: Mriežka alebo platňa s otvormi z nehrdzavejúcej ocele (pozri Obrázok A.4), s hrúbkou okolo 0,5 mmIné prevedenia sú prijateľné za predpokladu, že teplotu vzorky a roztokov je možné počas skúšky udržať v rozsahu od 20 do 25 °C.
- Zdroj napájania: schopný dodať 0 ~ 60 V jednosmerného regulovaného napätia s presnosťou $\pm 0,1$ V.

- Ampérmeter: schopný merať prúd s presnosťou ± 1 mA.
- Teplomer alebo termočlánok s odčítacím zariadením schopný merať s presnosťou ± 1 °C.
- Akékoľvek zariadenie vhodné na rozrezanie vzorky.
- Rozprašovač.
- Posuvné meradlo s presnosťou $\pm 0,1$ mm.
- Pravítko s najmenším dielikom 1 mm.

A.4.3 Príprava skúšobných telies

V súlade s EN 12390-2 sa z každého betónu vyrobí šesť valcov s priemerom 100 mm a dĺžkou 200 mm.

Telesá sa uskladnia na 24 hodín vo forme pri 20 °C a relatívnej vlhkosti vzduchu > 95 %. Po vybratí z foriem sa telesá uskladnia ponorením do vody pri 20 ± 5 °C až do skúšky. Vo veku 28 dní, resp. 90 dní, sa 3 telesá z každého betónu vyberú z vody.

Zo stredu každého valca sa vyreže plát hrubý 50 ± 2 mm. Hrúbka každého plátu sa meria posuvným meradlom a odčíta sa na 0,1 mm.

Poznámka 1: výraz „vyreže“ v tomto prípade znamená rezanie kolmo na os jadra alebo valca pomocou vodou chladenej diamantovej píly.

Pláty sa skladujú ponorené vo vode až do skúšky. Skúška začína, keď sú telesá staré 35 dní a 97 dní.

A.4.4 Skúšobný postup

A.4.4.1 Katolyt a anolyt

Katolyt je roztok NaCl s koncentráciou 10 % hmotnosti vo vode z vodovodu (100 g NaCl v 900 g vody, približne 2 N) a anolyt je roztok s koncentráciou 0,3 N NaOH v destilovanej alebo deionizovanej vode (približne 12 g NaOH na 1 liter vody). Roztoky sa skladujú v teplote 20 – 25 °C.

A.4.4.2 Teplota

Počas skúšky sa telesá aj roztoky udržiavajú v rozsahu teplôt 20 – 25 °C.

A.4.4.3 Príprava skúšky

- Naplňte katolytovú nádrž približne 12 litrami 10% roztoku NaCl.
- Gumenú manžetu nasadíte na vzorku tak, ako je zobrazené na Obrázku A.4 a zabezpečte dvomi svorkami. Pokiaľ zakrivený povrch telesa nie je hladký alebo sú na ňom iné poškodenia, ktoré by spôsobovali značné pretekánie, naneste vrstvu silikónového tmelu na zlepšenie tesnosti.
- Umiestnite teleso na plastovú podperu v katolytovej nádrži (pozri Obrázok A.1).
- Naplňte manžetu nad telesom 300 ml anolytového roztoku (0,3 N NaOH).
- Ponorte anódu do anolytového roztoku.
- Pripojte katódu na záporný pól a anódu na kladný pól zdroja.

A.4.4.4 Skúška migrácie

- Zapnite zdroj s prednastaveným napätím 30 V a zaznamenajte počiatočný prúd cez každé teleso.
- Ak je to potrebné, upravte napätie (ako je zobrazené v Tabuľke A.1). Po úprave znovu zaznamenajte počiatočnú hodnotu prúdu.
- Zaznamenajte počiatočnú teplotu každého anolytového roztoku teplomerom alebo termočlánkom.
- Zvoľte vhodnú dobu skúšky na základe počiatočného prúdu (pozri Tabuľku A.1).
- Zaznamenajte výsledný prúd a teplotu pred ukončením skúšky.

A.4.4.5 Meranie hĺbky prieniku chlóru

- Rozložte teleso opačným postupom ako v A.4.4.3. Drevená tyč je často nápomocná pri odstraňovaní gumenej manžety z telesa.
- Opláchnite teleso vodou z vodovodu.
- Utrite prebytočnú vodu z povrchu telesa.
- Rozrežte teleso osovo na dve časti. Na meranie hĺbky prieniku vyberte časť, ktorá má odrezaný povrch kolmejší ku podstavám a ponechajte druhú časť na analýzu obsahu chlóru (voliteľné).
- Nastriekajte roztok dusičnanu strieborného s koncentráciou 0,1 M na čerstvo odrezaný povrch.
- Keď je biely chlorid strieborný vyzrážaný na odrezanom povrchu jasne viditeľný (približne po 15 minútach), merajte hĺbku prieniku, pomocou posuvného meradla a vhodného pravítka, od stredu k obojmu krajom v intervaloch 10 mm (pozri Obrázok A.5) na získanie siedmych hĺbok (poznámky 2, 3 a 4). Hĺbka prieniku sa meria s presnosťou 0,1 mm.

Poznámka 2: Ak je čelo prieniku, ktoré sa má merať, zjavne blokované kamenivom, presuňte meranie na najbližšie miesto, kde takéto blokovanie kamenivom nie je alebo, ak existuje viac ako päť platných meraní, túto hĺbku ignorujte

Poznámka 3: Ak je v telese výrazná vada spôsobujúca, že je čelo prieniku výrazne väčšie voči priemeru, ignorujte túto stranu ako ukazovateľ hĺbky, ale zaznamenajte a oznámte stav.

Poznámka 4: Aby sa predišlo okrajovému javu v dôsledku nerovnomerného nasýtenia alebo možného presakovania, nerobte žiadne merania hĺbky prieniku v oblasti menej ako 10 mm od okraja (pozri Obrázok A.5).

A.5 Vyjadrenie výsledkov

A.5.1 Výsledky skúšok

Výpočet koeficientu neustálenej migrácie z Rovnice (1):

$$D_{\text{nssm}} = \frac{RT}{zFE} \cdot \frac{x_d - \alpha \sqrt{x_d}}{t} \quad (1)$$

Kde:

$$E = \frac{U - 2}{L} \quad (2)$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{RT}{zFE}} \cdot \text{erf}^{-1} \left(1 - \frac{2c_d}{c_0} \right) \quad (3)$$

D_{nssm} : koeficient neustálenej migrácie, m^2/s ;

z : absolútna hodnota valencie iónov, pre chlór $z = 1$;

F : Faradayova konštanta, $F = 9,648 \times 10^4 \text{ J}/(\text{V} \cdot \text{mol})$;

U : Absolútna hodnota použitého napätia, V ;

R : plynová konštanta, $R = 8,314 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol})$;

T : priemerná hodnota počiatočnej a výslednej teploty anolytového roztoku, K ;

- L: hrúbka telesa, m;
 x_d : priemerná hodnota hĺbky prieniku, m;
 t : doba skúšky, sekundy;
 erf^{-1} : inverzná chybová funkcia;
 c_d : koncentrácia chlóru, pri ktorej sa zmení farba, $c_d \approx 0,07$ N pre OPC betón;
 c_0 : koncentrácia chlóru v katolytovom roztoku, $c_0 \approx 2$ N.

Keďže $\text{erf}^{-1}\left(1 - \frac{2 \cdot 0,07}{2}\right) = 1,28$, môže sa použiť nasledujúca zjednodušená rovnica:

$$D_{\text{nssm}} = \frac{0,0239(273 + T)L}{(U - 2)t} \left(x_d - \sqrt{\frac{(273 + T)Lx_d}{U - 2}} \right) \quad (4)$$

Kde:

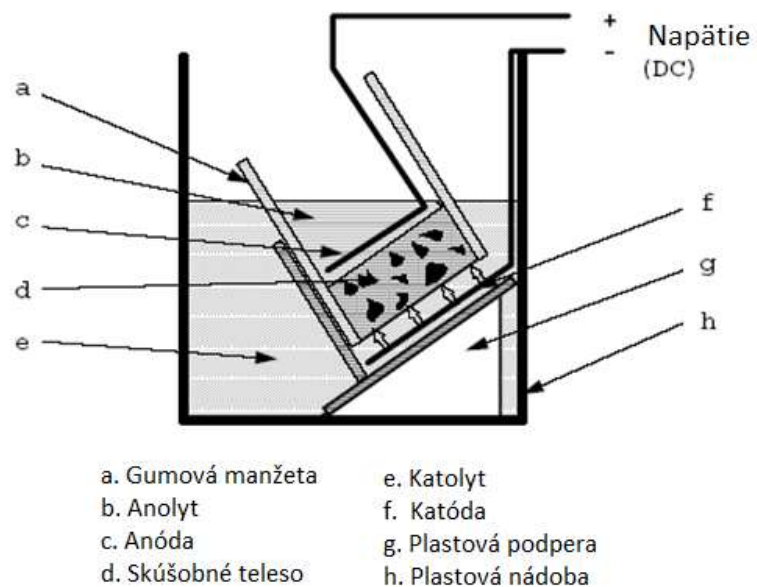
- D_{nssm} : koeficient neustálenej migrácie, $\times 10^{-12}$ m²/s;
 U : absolútna hodnota použitého napätia, V;
 T : priemerná hodnota z počiatočnej a výslednej teploty v anolytovom roztoku, °C;
 L : hrúbka telesa, mm;
 x_d : priemerná hodnota hĺbky prieniku, mm;
 t : doba skúšky, hodiny;

A.6 Dodatok

Tabuľka A.1: skúšobné napätie a doba pre betónové telesá s bežným obsahom spojiva

Počiatočný prúd L30V (pri 30 V)	Použité napätie U (po úprave)	Možný nový počiatočný prúd I_0	Doba skúšky t
mA	V	mA	Hodina
$I_0 < 5$	60	$I_0 < 10$	96
$5 \leq I_0 < 10$	60	$10 \leq I_0 < 20$	48
$10 \leq I_0 < 15$	60	$20 \leq I_0 < 30$	24
$15 \leq I_0 < 20$	50	$25 \leq I_0 < 35$	24
$20 \leq I_0 < 30$	40	$25 \leq I_0 < 40$	24
$30 \leq I_0 < 40$	35	$35 \leq I_0 < 50$	24
$40 \leq I_0 < 60$	30	$40 \leq I_0 < 60$	24
$60 \leq I_0 < 90$	25	$50 \leq I_0 < 75$	24
$90 \leq I_0 < 120$	20	$60 \leq I_0 < 80$	24
$120 \leq I_0 < 180$	15	$60 \leq I_0 < 90$	24
$180 \leq I_0 < 360$	10	$60 \leq I_0 < 120$	24
$I_0 \geq 360$	10	$I_0 \geq 120$	6

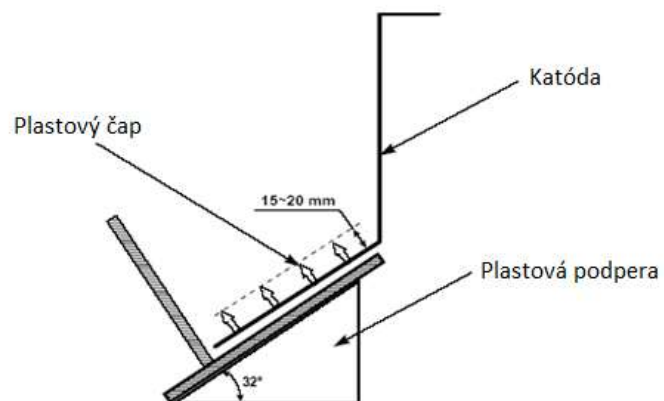
Poznámka: Pre telesá s obsahom špeciálneho spojiva, ako sú opravné malty alebo injektážne malty, aby sa mohla použiť hore uvedená tabuľka je potrebné nameraný prúd korigovať vynásobením faktorom (približne rovným pomeru obsahu bežného spojiva ku obsahu skutočného spojiva).



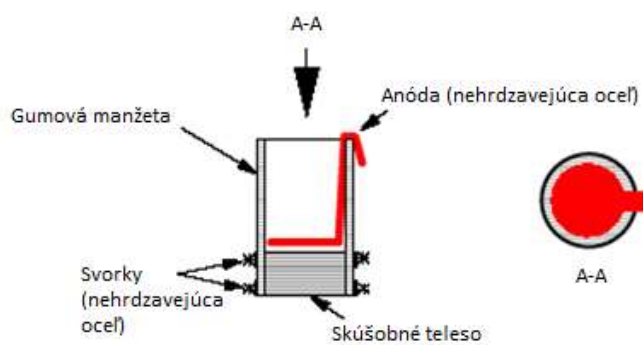
Obrázok A.1 – Usporiadanie migračného zariadenia



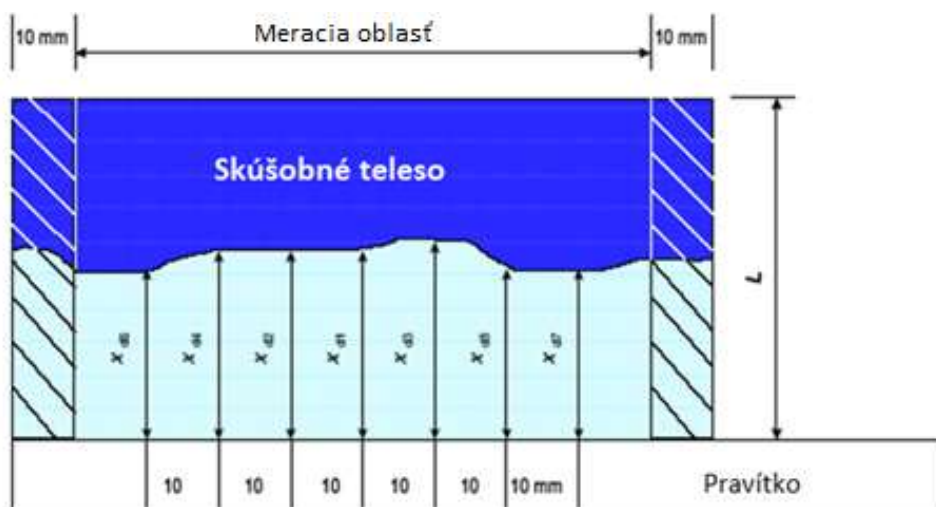
Obrázok A.2 – Svorka z nehrdzavejúcej ocele



Obrázok A.3 – Plastová podpera a katóda



Obrázok A.4 – Zostava gumovej manžety so vzorkou, svorkami a anódou



Obrázok A.5 – Príklad merania hĺbky prieniku chlóru

PRÍLOHA B: VYHODNOTENIE ODOLNOSTI PROTI KARBONATIZÁCII – C_{DCR}

B.1 Údaje pre betón so zložením Ia a Ib

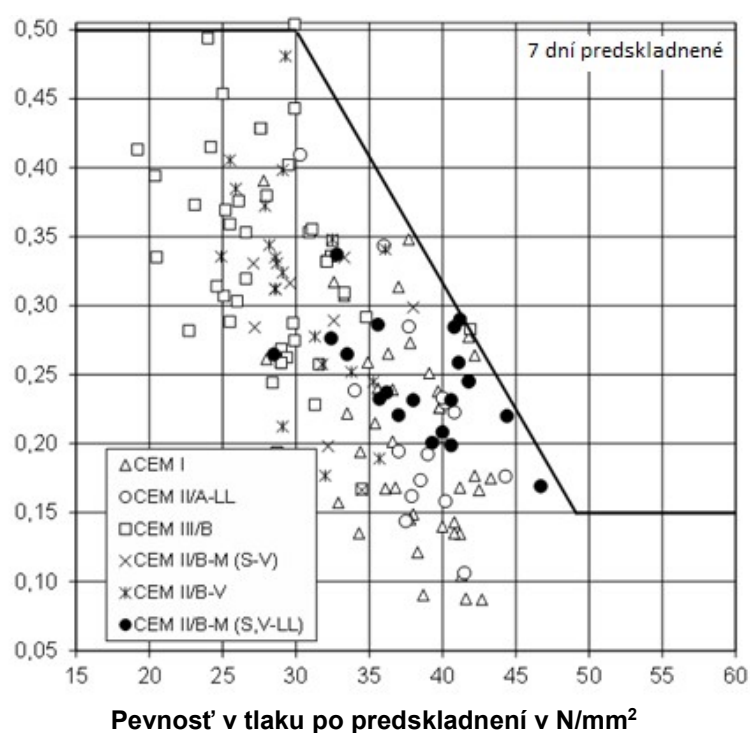
Skúška karbonatizácie na betóne s pomerom voda/cement 0,50 – 7 dní predskladnené

	f _c v N/mm ²			Hĺbka karbonatizácie v mm								F _{c,p-0,5} v N ^{0,5} × mm	Rýchlosť karb. v mm	
	Predskl. 7 dní	35 dní	140 dní sklad.	14 dní	28 dní	56 dní	98 dní	140 dní	1 rok	2 roky	5 rokov		V _{c,140d}	V _{c,5r}
CEM II/B-M (S, V-LL)														
min	28,5	51,2	50,8	0,2	0,4	1,0	1,5	1,8	3,1	3,7	6,8	0,146	0,169	0,147
max	46,7	66,2	71,0	1,6	1,8	2,7	3,2	3,6	4,7	6,0	10,1	0,187	0,337	0,243
priemer	38,1	56,6	60,2	0,7	1,0	1,6	2,1	2,7	4,0	5,2	8,6	0,163	0,246	0,203
s	4,3	4,0	6,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	1,3	1,1	0,010	0,039	0,032
CEM II/A-LL (C 80 %; LL 20 %)														
min	30,3	36,1	31,6	0,0	0,2	0,6	1,0	1,3	2,3	4,2	7,0	0,150	0,106	0,173
max	44,3	64,3	63,7	1,0	1,7	2,6	3,5	4,1	6,0	7,8	12,9	0,182	0,409	0,290
priemer	38,3	54,0	55,0	0,5	0,9	1,5	2,0	2,3	3,8	5,8	9,0	0,162	0,218	0,217
s	3,3	6,2	7,4	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	1,0	1,0	1,5	0,007	0,079	0,031
CEM II/B-M (S-V) (C 65 %; S 15 %; V 20 %)														
min	27,1	45,6	45,8	0,0	0,2	1,0	1,4	2,1	3,7	4,9	7,2	0,162	0,166	0,178
max	38,0	58,8	64,7	1,3	1,8	2,7	3,2	4,0	6,5	8,3	14,3	0,192	0,335	0,327
priemer	31,8	50,9	55,3	0,6	1,1	1,8	2,3	2,9	4,7	6,3	9,5	0,178	0,277	0,226
s	3,7	4,7	6,0	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	1,1	1,4	2,3	0,010	0,062	0,049
CEM II/B-V (C 70 %; V 30 %)														
min	24,9	40,7	43,3	0,0	0,1	0,5	1,0	1,5	3,5	5,3	8,0	0,166	0,177	0,179
max	36,1	60,9	64,5	1,7	2,4	3,2	4,5	4,8	8,6	9,6	14,3	0,200	0,481	0,318
priemer	30,1	48,4	51,9	1,1	1,7	2,5	3,1	3,7	5,4	7,2	10,6	0,183	0,316	0,240
s	3,2	5,0	5,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,3	1,3	1,7	0,010	0,075	0,036
CEM III/B														
min	19,2	35,3	36,6	0,1	0,9	1,5	1,5	2,0	3,1	5,5	7,5	0,154	0,167	0,178
max	41,9	62,0	67,6	1,8	2,6	3,5	4,2	5,0	8,0	10,5	17,1	0,228	0,504	0,394
priemer	28,3	49,1	52,4	0,9	1,5	2,3	3,0	3,6	5,5	7,6	11,5	0,190	0,330	0,269
s	4,3	5,3	5,8	0,4	0,4	0,5	0,7	0,7	1,1	1,4	2,4	0,015	0,079	0,055
CEM I														
min	27,8	45,5	46,6	0,0	0,1	0,1	0,3	0,8	2,0	3,2	5,0	0,152	0,087	0,121
max	43,3	63,0	64,0	1,4	1,8	2,2	3,2	3,6	6,2	7,8	9,9	0,190	0,391	0,247
priemer	37,2	56,1	58,1	0,5	0,8	1,3	1,7	2,2	3,4	4,7	6,9	0,165	0,202	0,164
s	4,2	3,7	3,9	0,3	0,4	0,5	0,7	0,7	0,9	1,0	1,4	0,010	0,072	0,030

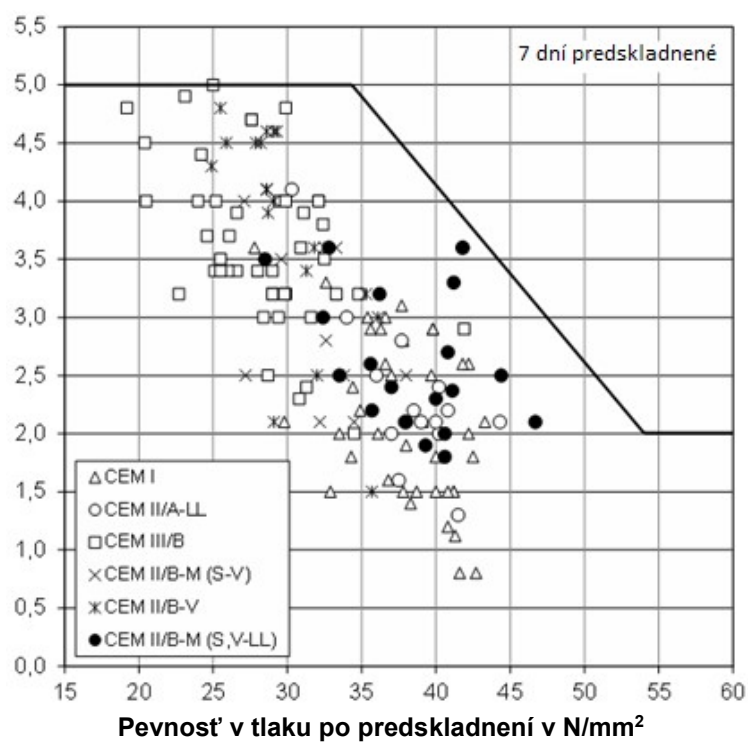
Skúška karbonatizácie na betóne s pomerom voda/cement 0,50 – 28 dní predskladnené

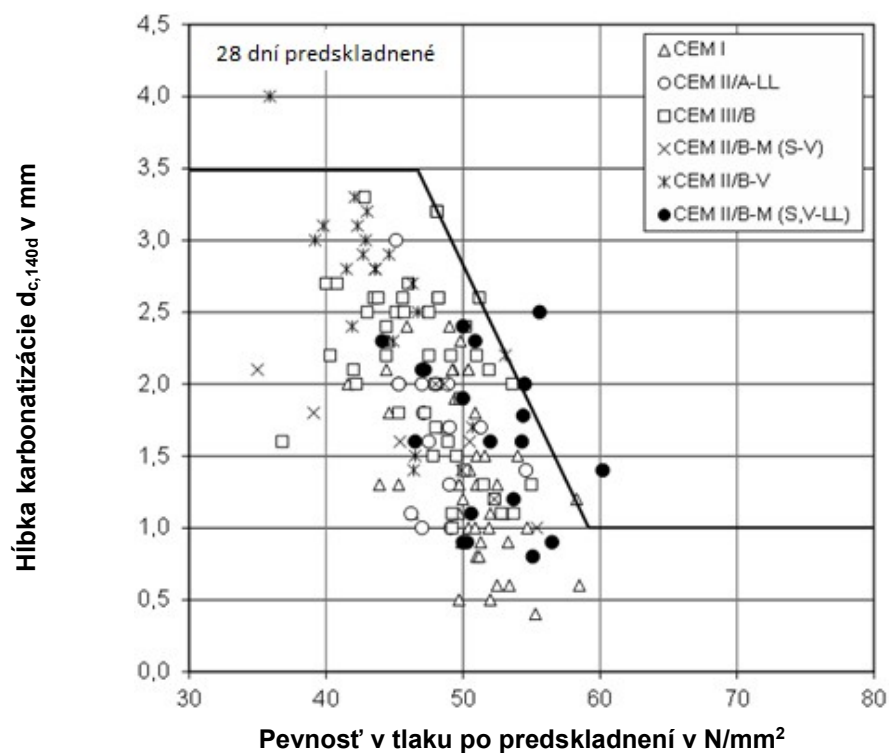
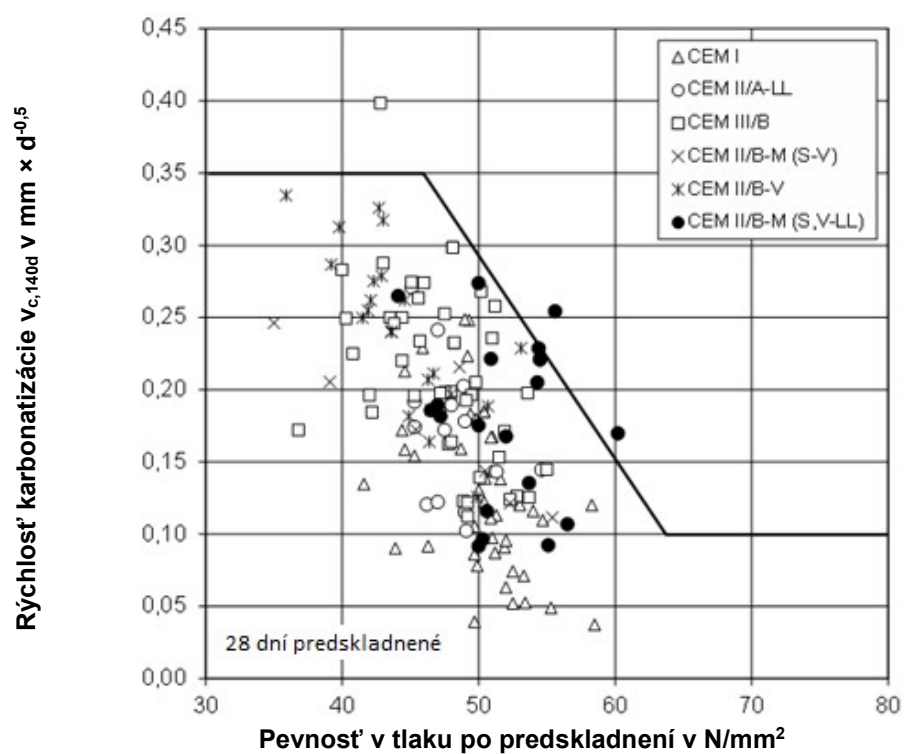
	f _c v N/mm ²			Hĺbka karbonatizácie v mm								F _{Cp-0,5} v N ^{0,5} x mm	Rýchlosť karb. v mm	
	Predskl. 28 dní	35 dní	140 dní sklad.	14 dní	28 dní	56 dní	98 dní	140 dní	1 rok	2 roky	5 rokov		V _{c,140d}	V _{c,5r}
CEM II/B-M (S, V-LL)														
min	44,1	50,6	61,2	0,0	0,2	0,3	0,5	0,8	1,8	4,0	4,9	0,129	0,092	0,130
max	60,2	67,6	76,4	0,7	1,0	1,5	2,2	2,5	3,6	5,1	9,9	0,151	0,274	0,247
priemer	51,7	58,9	67,2	0,3	0,5	0,9	1,4	1,7	2,5	4,4	7,6	0,139	0,182	0,187
s	4,0	27,0	30,6	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	1,4	0,005	0,062	0,031
CEM II/A-LL (C 80 %; LL 20 %)														
min	45,1	52,5	60,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,0	2,0	3,0	6,0	0,135	0,102	0,157
max	54,6	67,8	67,3	0,8	1,2	1,5	2,4	3,0	4,2	6,1	9,6	0,149	0,271	0,221
priemer	48,0	58,2	62,9	0,3	0,6	0,9	1,3	1,7	3,2	4,7	7,7	0,144	0,170	0,192
s	2,5	3,7	2,4	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,9	0,004	0,047	0,017
CEM II/B-M (S-V) (C 65 %; S 15 %; V 20 %)														
min	35,0	48,3	59,8	0,0	0,0	0,1	0,3	1,0	2,0	2,5	4,4	0,134	0,112	0,109
max	55,4	65,3	73,1	0,4	0,7	1,4	1,8	2,1	3,3	4,5	8,6	0,169	0,246	0,204
priemer	46,8	58,7	65,8	0,2	0,5	0,9	1,3	1,7	2,7	3,6	6,4	0,147	0,177	0,154
s	6,8	5,5	4,2	0,2	0,2	0,4	0,5	0,4	0,5	0,7	1,4	0,012	0,048	0,032
CEM II/B-V (C 70 %; V 30 %)														
min	35,9	45,6	53,2	0,0	0,1	0,5	0,7	1,4	2,4	3,7	5,9	0,137	0,126	0,144
max	53,1	62,5	69,9	1,1	1,9	2,4	3,1	4,0	5,2	6,9	11,3	0,167	0,335	0,253
priemer	44,2	55,4	61,0	0,6	1,0	1,6	2,2	2,6	4,0	5,5	8,3	0,151	0,244	0,195
s	4,0	4,4	4,6	0,3	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,4	0,007	0,056	0,028
CEM III/B														
min	36,8	43,6	56,9	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0	2,0	2,9	5,0	0,135	0,112	0,122
max	55,0	63,6	73,0	0,8	1,3	1,9	3,0	3,3	5,4	7,8	11,5	0,165	0,399	0,279
priemer	47,3	55,2	64,7	0,4	0,7	1,2	1,7	2,1	3,4	5,1	7,9	0,146	0,212	0,193
s	4,1	4,6	4,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,9	1,1	1,6	0,007	0,061	0,038
CEM I														
min	41,6	51,9	59,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	1,0	2,2	3,6	0,131	0,037	0,090
max	58,5	71,3	72,6	1,0	1,1	1,6	2,2	2,4	3,5	4,7	7,8	0,155	0,249	0,177
priemer	50,3	60,3	66,0	0,3	0,5	0,8	1,1	1,4	2,3	3,3	5,2	0,141	0,128	0,126
s	3,5	4,1	3,3	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	0,005	0,056	0,022

Rýchlosť karbonatizácie $v_{c,140d}$ v mm $\times d^{-0,5}$



Hĺbka karbonatizácie $d_{c,140d}$ v mm





B.2 Údaje pre betón so zložením 2a a 2b

