

Neharmonizované cementy v národní dodatkové normě ČSN P 73 2404

Vladimír Veselý

VÁPNO, CEMENT, EKOLOGIE 2023

Kongresový hotel Jezerka

17. 05. 2023

Obsah prezentace

- **Úod**
- **Rozšiřování portfolia druhů cementů**
- **Obecná použitelnost druhů cementů pro betony podle stupňů vlivu prostředí**
- **Implementace cementů dle EN 197-5 do ČSN P 73 2404 jako předpisu platného v místě použití betonu**
- **Závěr**

Úvod

Enviromentální politika

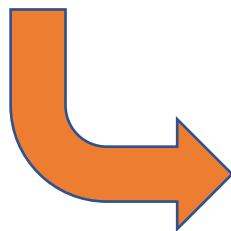
Snižování limitu pro
celkové emise CO₂

Regulační opatření
(legislativní / ekonomická)

Dostupnost základních
složek pro výrobu

Dostupnost základních
složek pro výrobu
cementu

- Vysokopecní
granulovaná struska
cca 5-7 let
- Elektrárenský popílek
cca 25 let



Změna druhů vyráběných cementů

- Redukce slínku
- Nové hlavní složky



Rozšiřování portfolia druhů cementu

Cement pro použití do betonu

standard	označení	rok	Hlavní typy	počet	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	norma		
ČSN EN	197-1	2001	CEM I	27																										harmonizovaná		
			CEM II																													
			CEM III																													
			CEM IV																													
			CEM V																													
	2012	CEM I,II,IV - SR	7																													
		CEM III - LH	3																													
		CEM III - SR-LH	2																													
	197-5	2021	CEM II/C-M	1																										neharmonizovaná		
			CEM VI-(S,P/V/L/LL)	4																												
197-6	2024 ?	CEM II/A-F	1																													
		CEM II A/M	3																													
Počet					27											39											44			48		

Implementovány
 prostřednictvím
 ČSN EN 206-2+A1
 a ČSN P 73 2404:2021

Dosud
 neimplementovány

Rozšiřování portfolia druhů cementu

Zjednodušený přehled druhů cementu

Hlavní druhy cementu		Obsah hlavních složek v % hmotnosti			Doplňující složky	Standard
		Slinek K	Jemný betonový recyklát	Dalších hlavní složky ¹⁾		
			F	S,D,P,QV,WW,T,L,LL		
CEM I	Portlandský cement	95 - 10	0	0	0 - 5	EN 197 - 1
CEM II/A-D	Portlandský cement směsný	90 - 94	0	6 - 10	0 - 5	
CEM II/A		80 - 94	0	6 - 20	0 - 5	
CEM II/A-M	Portlandský cement s jemným betonovým recyklátem	80 - 88	6 - 14	6 - 14	0 - 5	pr EN 191 - 6
CEM II/A-F		80 - 94	6 - 20	0	0 - 5	
CEM II/B	Portlandský cement směsný	65 - 79		21 - 35	0 - 5	EN 197 - 1
CEM II/B-F	Portlandský cement s jemným betonovým recyklátem	65 - 79	21 - 35	0	0 - 5	pr EN 191 - 6
CEM II/B-M		65 - 79	6 - 29	6 - 29	0 - 5	
CEM II/C		50 - 64		36 - 50	0-5	EN 197 - 5
CEM II/C-M	Portlandský cement s jemným betonovým recyklátem	50 - 64	6 - 20	16 - 44	0 - 5	pr EN 191 - 6
CEM III/A	Vysokopecní cement	35 - 64		36 - 65	0-5	197 - 1
CEM III/B		20 - 34		66-80	0-5	
CEM III/C		5 - 19		81-95	0-5	
CEM IV/A	Pucolánový cement	68 - 89		11-35	0-5	
CEM IV/B		45 - 64		36-55		
CEM V/B	Směsný cement	40 - 64		18-30	0-5	
CEM V/A		20 - 38		31-49	0-5	
CEM VI		35 - 49		31-59	0-5	197 - 5
CEM VI	Portlandský cement s jemným betonovým recyklátem	35 - 49	6 - 20	31 59		pr EN 191 - 6

Poznámka: 1) bez rozlišení jejich druhu

Obecná použitelnost druhů cementů pro betony podle stupňů vlivu prostředí

- **ČSN EN 197-1ed.2**
- **ČSN EN 197-5**

Výběr cementu, pokud jde o druh a/nebo pevnostní třídu, je třeba provádět podle požadavků na trvanlivost, podle stupňů vlivu prostředí a duhu konstrukce, v níž mají být použity, **podle příslušných norem (předpisů) pro beton a maltu platných v místě použití**

- **ČSN EN 206+A2**

Vhodnost cementu je obecně prokázána, pokud vyhoví požadavkům EN 197-1

Pokud specifikace betonu neuvádí podrobnosti, výrobce musí vybrat druhy a kategorie složek betonu z těch, jejichž vhodnost je prokázána v **předpisech platných v místě použití pro specifikované podmínky prostředí.**

ČSN P 73 2404

Obecná použitelnost druhů cementů pro betony podle stupňů vlivu prostředí

Současný stav – Současný postup dle ČSN EN 206+A2 a ČSN P 73 2404

Cementy dle ČSN EN 197-1

**Použití do betonu pro jednotlivé s.v.p. betonu
dle ČSN P 73 2404 - Tabulka F3**

X^{c)}

**Odolnost betonu
vůči s.v.p. musí být
ověřena výrobcem
betonu průkazní
zkouškou**

X

**Použitelný pro
daný stupeň
vlivu prostředí**

0

**Použití pro daný
stupeň vlivu
prostředí je
vyloučeno**

Obecná použitelnost druhů cementů pro betony podle stupňů vlivu prostředí

Současný stav – ČSN P 73 2404, Tabulka F3

Tabulka F.3 – Půžitelnost cementů pro stupně vlivu prostředí

Stupně vlivu prostředí																		
Cementy podle ČSN EN 197-1 ed. 2	bez nebezpečí koroze nebo narušení	koroze způsobená karbonatací				koroze způsobená chloridy (jinými než z mořské vody)			střídavé působení mrazu a rozmrazování				chemicky agresivní prostředí			obrus		
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3
CEM I	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x ^{a)}	x ^{a)}	x	x	x
CEM III/A,B-S	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x ^{a)}	x ^{a)}	x	x	x
CEM III/A-D	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x ^{a)}	x ^{a)}	x	x	x
CEM III/A,B-P,Q	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	x	0	x	x ^{a) b)}	x ^{a) b)}	x	x	x
CEM III/A-V	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x ^{a)}	x ^{a)}	x	x	x
CEM II/B-V	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x ^{c)}	x ^{c)}	x ^{c)}	x	x ^{a)}	x ^{a)}	x	x	x
CEM III/A-W	x	x	x	x	x	x	x	x	x ^{c)}	x ^{c)}	x ^{c)}	x ^{c)}	x	x ^{a)}	x ^{a)}	0	0	0
CEM II/B-W	x	x	x	x	x	x	x	x	x ^{c)}	x ^{c)}	x ^{c)}	x ^{c)}	x	x ^{a)}	x ^{a)}	0	0	0
CEM III/A,B-T	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x ^{a)}	x ^{a)}	x	x	x
CEM III/A-L	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x ^{c)}	x ^{c)}	x ^{c)}	0	0	0	x	x	x
CEM II/B-L	x	x	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CEM III/A-LL	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x ^{a) b)}	x ^{a) b)}	x	x	x
CEM II/B-LL	x	x	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CEM III/A-M	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x ^{c)}	x	x ^{c)}	x	x ^{a) b)}	x ^{a) b)}	x	x	x
CEM II/B-M	x	x	x	x	x ^{c)}	x ^{c)}	x ^{c)}	x ^{c)}	x ^{c)}	x ^{c)}	x ^{c)}	x ^{c)}	x ^{e)}	x ^{a) b) e)}	x ^{a) b) e)}	x	x ^{d)}	x ^{c)}
CEM III/A	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x ^{a)}	x ^{a)}	x	x	x
CEM III/B	x	x	x	x	x	x	x	x	x ^{c)}	x ^{c)}	x ^{c)}	x ^{c)}	x	x ^{a)}	x ^{a)}	x	x	x
CEM III/C	x	x	x	0	0	x	x	0	0	0	0	0	x	x ^{a)}	x ^{a)}	0	0	0
CEM IV/A,B	x	x	x	x ^{c)}	x ^{c)}	x ^{c)}	x ^{c)}	x ^{c)}	x ^{c)}	x ^{c)}	x ^{c)}	0	x	x ^{a)}	x ^{a)}	0	0	0
CEM V/A,B	x	x	x	x ^{c)}	x ^{c)}	x ^{c)}	x ^{c)}	x ^{c)}	x ^{c)}	x ^{c)}	x ^{c)}	0	x	x ^{a)}	x ^{a)}	0	0	0

	cement obecně použitelný
	cement použitelný na základě průkazných zkoušek betonu
	cement nelze pro daný s.v.p. použít

Implementace cementů dle EN 197-5 do ČSN P 73 2404 jako předpisu platného v místě použití betonu

Nově navrhovaný postup

**Cementy dle ČSN EN 197-1
ČSN P 73 2404
Tabulka F3.1**

**Cementy dle ČSN EN 197-5
a dle ČSN EN 197-1 se
třemi hlavními složkami
ČSN P 73 2404
Tabulka F3.2**

X

**Použitelný pro
daný stupeň vlivu
prostředí**

P

**Použitelnost cementu
do betonu vůči s.v.p.
musí být prokázána
výrobce cementu
příslušným postupem**

0

**Použití pro daný
stupeň vlivu prostředí
není obecně
prokázáno**

Tabulka F.3.1: Oblast použití cementů podle ČSN EN 197-1 pro výrobu betonu dle ČSN P 73 2404

[illegible]

Implementace cementů dle EN 197-5 do ČSN P 73 2404 jako předpisu platného v místě použití betonu

Tabulka F.3.2: Oblast použití cementů podle ČSN EN 197-1 (upřesnění pro cementy CEM II/A,B - M se třemi hlavními složkami) a cementy dle ČSN EN 197-5 pro výrobu betonu

Steň vlivu prostředí																					
Cementy podle ČSN EN 197-1 ed. 2 a ČSN EN 197-5	Obsahuje slínek a kombinaci dvou dalších uvedených hlavních složek	bez nebezpečí koroze nebo narušení	Koroze výztuže							Koroze betonu											Slučitelnost s předpínací výztuží
			Koroze způsobená karbonatací					Koroze vlivem chloridů, ne však z mořské vody		Působení mrazu a rozmrazování (mrazové cykly) s rozmrazovacími prostředky nebo bez nich				Chemické působení			Koroze vlivem mechanického působení (obrus)				
X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2 ^{a)}	XA3 ^{a)}	XM1	XM2	XM3				
CEM II/A-M	S-D; S-T; S-LL; D-T; D-LL; T-LL; S-V ^{f)} ; V-T ^{f)} ; V-LL ^{f)}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	S-P; D-P; D-V ^{f)} ; P-V ^{f)} ; P-T; P-LL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	P	X	P	X	X	X	X	X	X	X ^{c)}	
CEM II/B-M	S-D; S-T; D-T; S-V ^{f)} ; V-T ^{f)} ;	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	S-P; D-P; D-V ^{f)} ; P-T; P-V ^{f)} ;	X	X	X	X	X	X	X	X	X	P	X	P	X	X	X	X	X	X	X ^{c)}	
	S-LL ^{e)} ; V-LL ^{e)} ; T-LL ^{e)}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	P	P	P	X	X	X	X	X	X	X ^{c)}	
	S-LL; D-LL, P-LL; V-LL ^{f)} ; T-LL	X	X	X	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	X ^{c)}	
CEM II/C-M	S-V ^{d,f)}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	P	P	P	X	X	X	X	X	X	X ^{c)}	
	S-LL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	P	P	P	X	X ^{b)}	X ^{b)}	X	X	X	X ^{c)}	
	V ^{d,f)} -LL	X	X	X	P	P	X	P	P	X	P	P	P	X	X ^{b)}	X ^{b)}	P	P	P	X ^{c)}	
	S-W ^{d,f)}	X	X	X	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0	
	V ^{f)} -W ^{f)}	X	X	X	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0	
	W ^{d,f)} -LL	X	X	X	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0	
	V ^{d,f)} -Q, V ^{d,f)} -P, Q-LL, P-LL	X	X	X	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0	
CEM IV/B	(P ^{k)})	X	X	X	X	X	X	X	X	X	P	X	P	X	X	X	X	P	P	0	
CEM V/A,B	(S-P ^{l)})	X	X	X	X	X	X	X	X	X	P	X	P	X	X	X	X	P	P	0	
CEM VI	S-V ^{d)}	X	X	X	P	P	P	P	P	P	P	P	P	X	X	X	P	P	P	0	
	S-LL	X	X	X	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0	
	S-P	X	X	X	P	P	P	P	P	P	P	P	P	X	X	X	P	P	P	0	

Implementace cementů dle EN 197-5 do ČSN P 73 2404 jako předpisu platného v místě použití betonu

P - Použití pro daný stupeň vlivu prostředí je možné pouze na základě příslušného schválení a to tkak, že výrobce/dodavatel předloží příslušný doklad – **schválení / certifikát konkrétního výrobku** pro konkrétní stupeň (stupně) vlivu prostředí dle tabulky F.3.1 nebo F.3.2 vydaný k tomu oprávněnou osobou



ČSN P 73 2404 Z1 Příloha N 3

„Systém prokazování shody použití směsných cementů pro konkrétní stupně vlivu prostředí“

Implementace cementů dle EN 197-5 do ČSN P 73 2404 jako předpisu platného v místě použití betonu

ČSN P 73 2404 Z1 Příloha N 3

N3.1 Obecně

N3.2 Zkušební postupy

N3.3 Metoda a složení betonu

3.3.1 Metoda porovnání výsledků zkoušek dle N3.4
s výsledky zkoušek na referenčním betonu

3.3.2 Metoda porovnání výsledků zkoušek dle N3.4
s požadovanými hodnotami

3.3.3 Složení betonu, počty zkušebních těles

N3.4 Rozsah zkoušek betonu pro jednotlivé s.v.p.

N3.5 Posuzování shody s referenčním betonem nebo s definovanými hodnotami.

N3.6 Dokumentace

N3.7 Systém hodnocení shody

Implementace cementů dle EN 197-5 do ČSN P 73 2404 jako předpisu platného v místě použití betonu

N3.2 Zkušební postupy

ČSN EN 12390 - Zkoušení ztvrdlého betonu

Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles

Část 7: Objemová hmotnost ztvrdlého betonu

Část 8: Hloubka průsaku tlakovou vodou

Část 10: Stanovení odolnosti betonu proti karbonataci při atmosférické koncentraci oxidu uhličitého

Část 11: Stanovení odolnosti betonu proti chloridům, jednosměrná difuze

Část 12: Stanovení odolnosti betonu proti karbonataci – Metoda zrychlené karbonatace

Část 18: Stanovení koeficientu migrace chloridů

ČSN EN 14630 Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí, zasažených karbonatací v zatvrdlém betonu pomocí fenolftaleinové metody

ČSN 73 1322 Stanovení mrazuvzdornosti betonu

ČSN 73 1326 Stanovení odolnosti povrchu cementového betonu proti působení vody a chemických rozmrazovacích látek

Měření permeability (propustnosti) povrchu betonu nedestruktivní metodou Torrent Permeability Tester viz kapitola N3.8 (nestandardizovaná metoda)

Implementace cementů dle EN 197-5 do ČSN P 73 2404 jako předpisu platného v místě použití betonu

Rozsah zkoušek betonu pro jednotlivé s.v.p.

Zkušební metoda	Stupně vlivu prostředí													
	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2 ^{a)}	XA3 ^{a)}
ČSN EN 12390-3 Pevnost v tlaku zkušebních těles	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
ČSN EN 12390-7 Objemová hmotnost ztvrdlého betonu	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
ČSN EN 12390-8 Hloubka průsaku tlakovou vodou	ne	ne	ano ²⁾	ano	ano ²⁾	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
ČSN EN 12390-10 Stanovení odolnosti betonu proti karbonataci při atmosférické koncentraci oxidu uhličitého	ano ¹⁾	ano ¹⁾	ano ¹⁾	ano ¹⁾	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne
ČSN EN 12390-11 Stanovení odolnosti betonu proti chloridům, jednosměrná difuze	ne	ne	ne	ne	ano ³⁾	ano ³⁾	ano ³⁾	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne
ČSN EN 12390-12 Stanovení odolnosti betonu proti karbonataci – Metoda zrychlené karbonatace	ano ¹⁾	ano ¹⁾	ano ¹⁾	ano ¹⁾	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne
ČSN EN 12390-18 Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 18: Stanovení koeficientu migrace chloridů	ne	ne	ne	ne	ano ³⁾	ano ³⁾	ano ³⁾	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne
ČSN 73 1322 Stanovení mrazuvzdornosti betonu	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ano	ne	ano	ne	ne	ne	ne
ČSN 73 1326 Stanovení odolnosti povrchu cementového betonu proti působení vody a ch. r.l.	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ano ²⁾	ano	ano ²⁾	ano	ne	ne	ne
Měření permeability (propustnosti) povrchu betonu nedestruktivní metodou Torrent Permeability Tester ⁴⁾	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne

Implementace cementů dle EN 197-5 do ČSN P 73 2404 jako předpisu platného v místě použití betonu

Kritéria shody - metoda porovnáním s referenčním betonem

Tabulka N3.4 Kritéria shody pro posuzování použitelnosti beton s posuzovaným druhem směsného cementu (R_p) a referenčním betonem (R_b)

Vlastnost	Zkušební metoda	Hodnota zjištěná na referenčním betonu R_b (průměr ze 3 těles)	Hodnota zjištěná na posuzovaném betonu R_p (průměr ze 3 těles)	Kriterium shody	Maximální přípustná odchylka	
					-	+
Pevnost v tlaku zkušebních těles	ČSN EN 12390-3	$f_{ck} R_b$	$f_{ck} R_p$	nestanoveno	Nehodnotí se	Nehodnotí se
Objemová hmotnost ztuhlého betonu	ČSN EN 12390-7	$\rho_h R_b$	$\rho_h R_p$	nestanoveno	Nehodnotí se	Nehodnotí se
Hloubka průsaku tlakovou vodou	ČSN EN 12390-8	R_b [mm]	R_p [mm]	$R_p \leq R_b$	Nehodnotí se	+5%
Hloubka karbonatace ³⁾	ČSN EN 12390-10 ČSN EN 12390-12 ČSN EN 14630	R_b [mm]	R_p [mm]	$R_p \leq R_b$	Nehodnotí se	+10%
Rychlost karbonatace ¹⁾³⁾	ČSN EN 12390-10 ČSN EN 12390-12	$k_c R_b$	$k_c R_p$	$k_c R_p \leq k_c R_b$	Nehodnotí se	+10%
Koeficient nestabilní difuze chloridů D_{nss}	ČSN EN 12390-11	$D_{nss} R_b$	$D_{nss} R_p$	$D_{nss} R_p \leq D_{nss} R_b$	Nehodnotí se	+10%
Koeficient migrace chloridů M_{nss}	ČSN EN 12390-18	$M_{nss} R_b$	$M_{nss} R_p$	$M_{nss} R_p \leq M_{nss} R_b$	Nehodnotí se	+10%
Součinitel mrazuvzdornosti S_m	ČSN 73 1322	$S_m R_b$	$S_m R_p$	$S_m R_p \geq S_m R_b$	-3%	Nehodnotí se
Odolnost betonu proti působení vlivu ch.r.l. ²⁾ odpad v [g/m ²]	ČSN 73 1326	[g/m ²] R_b	[g/m ²] R_p	[g/m ²] $R_p \leq$ [g/m ²] R_b	Nehodnotí se	+20 %
Měření permeability (propustnosti) povrchu betonu nedestruktivní metodou Torrent Permeability Tester ⁴⁾	Kapitola N7	k_T [$\times 10^{-16}$ m ²] R_b	k_T [$\times 10^{-16}$ m ²] R_p	$k_T R_b \geq k_T R_p$	0,1	0,1

- 1) Pokud je požadována
- 2) Je možné zvolit metodu A nebo C
- 3) Je možné zvolit jednu z uvedených metod

Implementace cementů dle EN 197-5 do ČSN P 73 2404 jako předpisu platného v místě použití betonu

Kritéria shody - metoda porovnání se stanovenými hodnotami

N3.5 Kritéria pro posuzování shody zjištěných hodnot na betonu s definovanými hodnotami

Vlastnost	Zkušební metoda	Požadovaná hodnotahodnota	Požadovaná hodnota zjištěná na betonu s posuzovaným cementem R_p	Kritérium shody	Maximální přípustná odchylka	
					-	+
Pevnost v tlaku zkušebních těles	ČSN EN 12390-3	$f_{ck}^{1)}$	$f_{ck} R_p$	nestanoveno	Nehodnotí se	Nehodnotí se
Objemová hmotnost ztvrdlého betonu	ČSN EN 12390-7	$kg.m^{-3}$	R_p	nestanoveno	Nehodnotí se	Nehodnotí se
Maximální hloubka průsaku tlakovou vodou	ČSN EN 12390-8	$[mm]^a)$	$[mm]^a)$	$R_p \leq R_b$	Nehodnotí se	+5%
Maximální průměrná rychlosti karbonatace $mm/\sqrt{rok}$	ČSN EN 12390-10	$mm/\sqrt{rok}^b)$	$mm/\sqrt{rok}^b)$	$R_p \leq R_b$	Nehodnotí se	+10%
Koeficient nestabilní difuze chloridů D_{nss}	ČSN EN 12390-11	$D_{nss} R_b^b)$	$D_{nss} R_p^b)$	$D_{nss} R_p \leq D_{nss} R_b$	Nehodnotí se	+10%
Koeficient migrace chloridů M_{nss}	ČSN EN 12390-18	$M_{nss} R_b$	$M_{nss} R_p$	$M_{nss} R_p \leq M_{nss} R_b$	Nehodnotí se	+10%
Minimální součinitel mrazuvzdornosti SM	ČSN 73 1322	min 75%	75%	$SM R_p \geq 75\%$	0%	Nehodnotí se
Odolnost betonu proti působení vlivu ch.r.l. ²⁾ odpad v $[g/m^2]$	ČSN 73 1326	max. $g.m^{-2}^a)$	$g.m^{-2}^a)$	$[g/m^2] R_p \leq [g/m^2] R_b$	Nehodnotí se	+20 %
součinitel vzduchové propustnosti k_T	Kapitola N3.8	$k_T [x10^{-16} m^2]$	0,1	$R_p \leq 0,1$	Nehodnotí se	+20 %

a) Hodnoty pro jednotlivé stupně vlivu prostředí jsou určeny dle tabulky F1.1 (životnost betonu 50 let) a F1.2 (životnost betonu 100 let) ČSN P 73 2404

b) Dle tabulky N3.6

Implementace cementů dle EN 197-5 do ČSN P 73 2404 jako předpisu platného v místě použití betonu

Při návrhu složení betonu s posuzovaným druhem směsného cementu (R_p) je možné s výhodou navrhnout složení tohoto betonu s nižšími hodnotami maximálního vodního součinitele w/c (**doporučuje se snižovat hodnotu w/c vždy v krocích o minimální hodnotu 0,05**)

Parametr	Stupně vlivu prostředí													
	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2 ^{a)}	XA3 ^{a)}
Maximální vodní součinitel w/c	0,65	0,60	0,55	0,50	0,55	0,55	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Minimální obsah cementu [kg/m ³]	260	280	280	300	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360

Implementace cementů dle EN 197-5 do ČSN P 73 2404 jako předpisu platného v místě použití betonu

Working Draft 10 - EN 206 Part 100 Exposure Resistance Classes

- změna definice a značení obsahu pojiva a vodního
součinitele

w/c → **w/b**

- podrobné dělení s.v.p. podle hodnot

XC → **XRC** 0,5 - 7

XD, XS → **XRDS** 0,05 – 1,0

XF → **XRF**

XA → **XRA**

- limitní hodnoty součinitele w/b ve vztahu s.v.p. – cement
- minimální doporučené krytí výztuže ve vztahu k s.v.p.

Implementace cementů dle EN 197-5 do ČSN P 73 2404 jako předpisu platného v místě použití betonu

• Stanovené hodnoty

Working Draft 10 - EN 206 Part 100 Exposure Resistance Classes

Tabulka N3.6 Požadované hodnoty pro odolnost betonu proti karbonataci a difuzi chloridů

N3.6.1 — <u>Kriteria</u> odolnosti betonu stupňů vlivu prostředí XRC měřené v komoře dle metody EN 12390-10		N3.6.2 — Maximální střední hodnota difuze vylučující účinky stárnutí pro třídy XRDS dle metody EN 12390-11 Difúzní zkouška	
Maximální průměrná rychlost karbonace mm/ $\sqrt{\text{roků}}$		Maximální průměrný koeficient difuze po 28 dnech, pro různé faktory stárnutí $\times 10^{-12} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	
XRC třída		XRDS0,5	0,05
XRC0,5	0,3	XRDS1	0,10
XRC1	0,6	XRDS1,5	0,15
XRC2	1,1	XRDS2	0,20
XRC3	1,7	XRDS3	0,30
XRC4	2,2	XRDS4	0,40
XRC5	2,8	XRDS5	0,50
XRC6	3,4	XRDS6	0,60
XRC7	4,0	XRDS8	0,80
		XRDS10	1,0

Třídy XRC 0,5 – 7 a XRDS 0,5 – 10  krytí výztuže

Implementace cementů dle EN 197-5 do ČSN P 73 2404 jako předpisu platného v místě použití betonu

• Hodnoty krytí výztuže (návazně na XRC a XRDS)

EN 1992:2025, Eurocode 2 – Design of concrete structures

ERC	Exposure class (carbonation)							
	XC1		XC2		XC3		XC4	
	Design service life (years)							
	50	100	50	100	50	100	50	100
XRC 0,5	10	10	10	10	10	10	10	10
XRC 1	10	10	10	10	10	15	10	15
XRC 2	10	15	10	15	15	25	15	25
XRC 3	10	15	15	20	20	30	20	30
XRC 4	10	20	15	25	25	35	25	40
XRC 5	15	25	20	30	25	45	30	45
XRC 6	15	25	25	35	35	55	40	55
XRC 7	15	30	25	40	40	60	45	60

NOTE 1 The designation of XRC classes for resistance against corrosion induced by carbonation is derived from the carbonation depth [mm] (characteristic value 90 % fractile) assumed to be obtained after 50 years under reference conditions (400 ppm CO₂ in a constant 65 %-RH environment and at 20 °C). XRC has the dimension of a carbonation rate [mm/√(years)].

NOTE 2 The recommended minimum concrete cover values $c_{min,dur}$ assume execution and curing according to EN 13670 with at least **execution class 2 and curing class 2**.

NOTE 3 The minimum covers can be increased by an additional safety element Δc_{dur} considering special requirements (e.g. more extreme environmental conditions).

Figure A.1. Eurocode 2 Table 6.3 [NDP]

ERC	Exposure class (chlorides)											
	XS1		XS2		XS3		XD1		XD2		XD3	
	Design service life (years)						Design service life (years)					
	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100
XRDS 0,5	20	20	20	30	30	40	20	20	20	30	30	40
XRDS 1	20	25	25	35	35	45	20	25	25	35	35	45
XRDS 1,5	25	30	30	40	40	50	25	30	30	40	40	50
XRDS 2	25	30	35	45	45	55	25	30	35	45	45	55
XRDS 3	30	35	40	50	55	65	30	35	40	50	55	65
XRDS 4	30	40	50	60	60	80	30	40	50	60	60	80
XRDS 5	35	45	60	70	70	—	35	45	60	70	70	—
XRDS 6	40	50	65	80	—	—	40	50	65	80	—	—
XRDS 8	45	55	75	—	—	—	45	55	75	—	—	—
XRDS 10	50	65	80	—	—	—	50	65	80	—	—	—

NOTE 1 The designation of XRDS classes for resistance against corrosion induced by chloride ingress is derived from the depth of chlorides penetration [mm] (characteristic value 90 % fractile), corresponding to a reference chlorides concentration (0,6 % by mass of binder (cement + type II additions)), assumed to be obtained after 50 years on a concrete exposed to one-sided penetration of reference seawater (30 g/l NaCl) at 20 °C. The XRDS designation value has the dimension of a diffusion coefficient [10⁻¹³ m²/s].

NOTE 2 The recommended minimum concrete cover values $c_{min,dur}$ assume execution and curing according to EN 13670 with at least execution class 2 and curing class 2.

NOTE 3 The minimum covers can be increased by an additional safety element $\Delta c_{dur,y}$ considering special requirements (e. g. more extreme environmental conditions).

Figure A.2. Eurocode 2 Table 6.3 [NDP]

Implementace cementů dle EN 197-5 do ČSN P 73 2404 jako předpisu platného v místě použití betonu

Doba trvání zkoušek novými postupy

měsíce

ČSN EN 12390 Zkoušení ztvrdlého betonu – Část

**10: Stanovení odolnosti betonu proti karbonataci
při atmosférické koncentraci oxidu uhličitého**

1 + 12 (24)

**12: Stanovení odolnosti betonu proti karbonataci
– Metoda zrychlené karbonatace**

1 + 4

**11: Stanovení odolnosti betonu proti chloridům,
jednosměrná difuze**

1 + 4

18: Stanovení koeficientu migrace chloridů

1 + 0,4 (7d)

Implementace cementů dle EN 197-5 do ČSN P 73 2404 jako předpisu platného v místě použití betonu

Výhody a rizika ČSN P 73 2404

Výhody

- Zkouší se odolnost betonu konkrétního cementu (nezkouší se beton na každé betonárně)
- Obecné použití cementu se pro ČR deklaruje 1 certifikátem
- Možnost získání parametrů pro stanovení odlišných mezních hodnot w/c nebo obsahu cementu

Rizika

- Nové zkušební postupy nejsou dosud v ČR zavedeny
- Náhradní zkušební postupy jsou vhodné jen pro metodu porovnání výsledků s referenčním betonem
- Některé postupy vyžadují delší čas k jejich provedení
- Nové standardy EN 1992 a EN 206, nejsou vydány

Závěr

Rozšiřování portfolia nových směsných cementů je dáno:

- Stanovenými enviromentálními cíli
- Regulačními opatřeními jak legislativními, tak ekonomickými

Použití konkrétních cementů do betonů pro konkrétní druhy prostředí je ponecháno na předpisech v místě použití betonu

Není na co čekat

Závěr

Poděkování

Autor děkuje kolektivu odborných pracovníků

Svazu Výrobců Betonu ČR

a

Svazu Výrobců Cementu ČR,

zejména pak Ing. Janu Gemrichovi,

**za průběžnou spolupráci při tvorbě systému a návrhů
normativních dokumentů.**

**DĚKUJI
VÁM
ZA
POZORNOST**