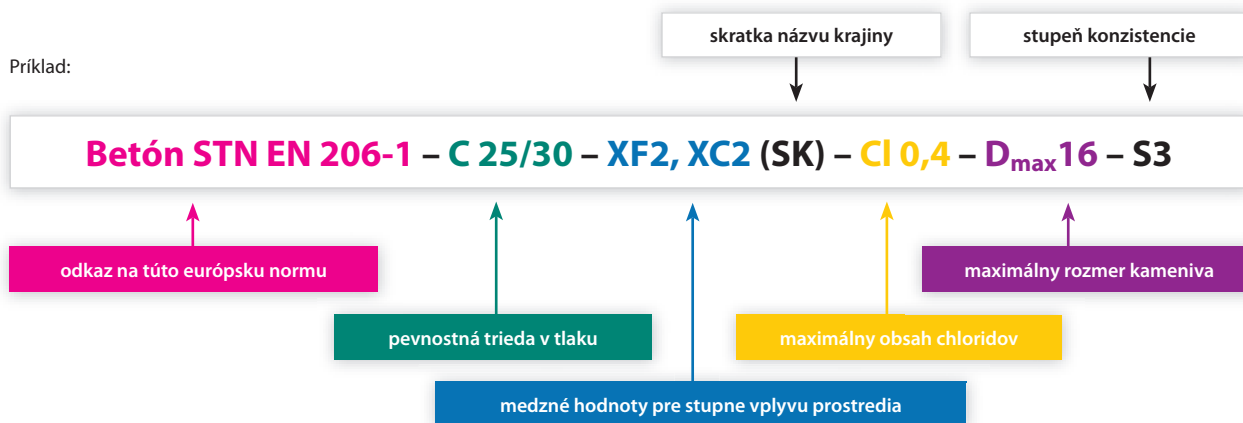


Príručka betonára zahŕňa dôležité informácie obsiahnuté v normách týkajúcich sa betónu, technológie betónu, jeho navrhovania a skúšania. Informácie sú prevzaté z noriem : STN EN 206-1:2002, z národnej prílohy Z1, STN EN 731210:2006

## Označovanie navrhovaného betónu



Príklad označenia navrhovaného betónu s dopĺňajúcou požiadavkou (odolnosť proti priesaku vody):

**Betón STN EN 206-1 – C 25/30 – XF2, XC2 (SK) – CI 0,4 – D<sub>max</sub>16 – S3 - max. priesak 50 mm podľa STN EN 12390-8**

## Prevodová tabuľka pevnostných tried betónu

Predchádzajúce normy		Slovenská norma:1986				Európska norma: 1. 7. 2004		
ČSN 73 2001	ČSN 73 1201	STN 73 2400, zmena b				STN ENV 206 – 1:2002		
trieda	trieda	trieda	Zaručená pevnosť R <sub>bg</sub>	Kontrolná pevnosť R <sub>b,cn</sub>	Horná medza priem. pevnosti R <sub>b,max</sub>	Trieda v tlaku	f <sub>ck,cyl</sub> (MPa)	f <sub>ck,cube</sub> kocková pevnosť (MPa)
		B 5	5,0	7,5	12,0			
B 105	0	B 7,5	7,5	10,5	16,0			
B 135	I	B 10	10,0	13,5	20,0	C 8/10	8	10
(B 170)	II	B 12,5	12,5	16,5	23,5			
B 170	II	B 15	15,0	19,5	27,0	C 12/15	12,0	15,0
B 250	III	B 20	20,0	25,0	33,0	C 16/20	16,0	20,0
(B 330)	IV	B 25	25,0	30,0	39,0	C 20/25	20,0	25,0
B 330	IV	B 30	30,0	35,0	45,0	C 25/30	25,0	30,0
B 400	—	B 35	35,0	40,0	50,0	C 30/37	30,0	37,0
—	V	B 40	40,0	45,0	56,0			
B 500	—	B 45	45,0	50,0	62,0	C 35/45	35,0	45,0
—	VI	B 50	50,0	55,0	67,0	C 40/50	40,0	50,0
B 600	—	B 55	55,0	60,0	73,0	C 45/55	45,0	55,0
—	—	B 60	60,0	65,0	nepredpisuje	C 50/60	50,0	60,0
						C 55/67	55	67
						C 60/75	60	75
						C 70/85	70	85
						C 80/95	80	95
						C 90/105	90	105
						C 100/115	100	115

### Teplota čerstvého betónu pri betonáži:

- teplota čerstvého betónu v čase dodania nesmie prekročiť **+ 30 °C**
- pri teplote vzduchu pod **-3 °C** musí byť teplota betónu pri dodaní najmenej **+ 10 °C**
- pri teplote **+ 5 °C až - 3 °C** nesmie poklesnúť teplota betónu pri dodaní pod **+ 5 °C**
- teplota betónu nesmie poklesnúť pod **+ 10 °C** ak je obsah cementu v betóne menší ako 240 kg na 1 m<sup>3</sup> betónu, alebo ak bol použitý cement s nízkym hydratačným teplom
- ak sa požaduje iná minimálna teplota betónu, alebo sa požaduje maximálna teplota, potom musí byť uvedená s dovolenými odchýlkami

### Výroba, ukladanie a odformovanie betónu v zimnom období

- betonáreň, ktorá vyrába betón v zimnom období musí byť vybavená teplomerom na meranie teploty v čerstvom betóne
- realizátor betonárskych prác musí zabezpečiť ochranu čerstvého betónu proti zamrznutiu (fúkajúce teplého vzduchu pod prikrytú betónovú plochu, zateplenie debnení) – až do doby, kedy nehrozí porušenie betónu vplyvom mrazu (cca. do 5 MPa)
- pri výrobe betónových konštrukcií pri teplotách pod **+ 10 °C** sa musí zohľadňovať čas zotrvania betónu v debnení
- na rýchlosť odformovania betónu vplyva hlavne:
  - teplota prostredia, foriem a betónu pri ukladaní a v priebehu tuhnutia
  - hrúbka betónovej konštrukcie
  - receptúra čerstvého betónu
  - použitie prísad a prímies

## Stupne spracovateľnosti pre jednotlivé metódy podľa čl. 4.2.1. STN EN 206-1:

### Metóda sadnutia kužela

Stupeň	Sadnutie (mm)
S 1	10 – 40
S 2	50 – 90
S 3	100 – 150
S 4	160 – 210
S 5	≥ 220

### Metóda prístroja VeBe

Stupeň	VeBe (sek.)
V 0	≥ 31
V 1	21 – 30
V 2	11 – 20
V 3	6 – 10
V 4	3 – 5

### Metóda rozliatia

Stupeň	Priemer rozliatia (mm)
F 1	≤ 340
F 2	350 – 410
F 3	420 – 480
F 4	490 – 550
F 5	560 – 620
F 6	≥ 630

### Metóda zhutnenia

Stupeň	Index zhutnenia
C 0	≥ 1,46
C 1	1,26 – 1,45
C 2	1,11 – 1,25
C 3	1,04 – 1,10

### Spracovateľnosť čerstvého betónu

Skúškou sa stanovuje vhodnosť zloženia betónovej zmesi pre jej dopravu, formovanie a hutnenie, alebo sa ňou kontroluje dodržanie predpísanej hodnoty spracovateľnosti čerstvého betónu. Skúša sa podľa noriem STN EN 12 350 časti 2-5.

Spracovateľnosť čerstvého betónu sa určuje predovšetkým nasledovnými metódami, určenými pre nižšie uvedené rozsahy ich najvhodnejšieho použitia:

- **metódou sadnutia kužela**, v rozsahu sadnutia 10 – 210 mm
- **metódou prístroja VeBe**, v rozsahu doby vibrácie 5 – 30 s
- **metódou rozliatia**, v rozsahu 340 – 620 mm
- **metódou zhutnenia**, v rozsahu miery zhutnenia 1,04 – 1,46

Pre hodnotenie betónu s vysokou spracovateľnosťou sa prednostne používa skúška rozliatím.

Pokiaľ je spracovateľnosť betónovej zmesi predpísaná číselnou hodnotou, za vyhovujúci výsledok skúšky sa považuje hodnota spracovateľnosti, ktorá sa od predpísanej hodnoty nelíši viac než:

- a) ± 10 mm pri sadnutí kužela do 40 mm
- b) ± 20 mm pri sadnutí kužela 50 až 90 mm
- c) ± 30 mm pri sadnutí kužela ≥ 100 mm
- d) ± 1 s pri VeBe ≤ 5 s
- e) ± 2 s pri VeBe 6 až 10 s
- f) ± 3 s pri VeBe ≥ 11 s
- g) ± 30 mm pri použití metódy rozliatia kužela
- h) ± 0,05 pri zhutniteľnosti ≤ 1,10
- i) ± 0,08 pri zhutniteľnosti 1,11 až 1,25
- j) ± 0,10 pri zhutniteľnosti ≥ 1,26

### Ošetrovanie skúšobných telies

Podľa normy STN EN 12390-2:

Výroba a príprava skúšobných telies na skúšky pevnosti sa po výrobe skúšobných telies:

- a) **Skúšobné telesá sa ponechajú vo forme najmenej po dobu 16 hodín, ale nie dlhšie ako 3 dni, pričom je nutné zabrániť otrasom, vibráciám a vysušeniu, pri teplote 20 °C ± 5 °C (alebo 25 °C ± 5 °C v teplých klimatických podmienkach).**
- b) **Po vybratí z formy sa skúšobné telesá ošetrojú až do doby tesne pred skúšaním vo vode o teplote 20 °C ± 2 °C, alebo v miestnosti o teplote 20 °C ± 2 °C a relatívnej vlhkosti ≥ 95 %.**
- c) **Spôsoby ošetrovania odlišné od uvedených v b), majú dávať podmienky rovnaké ako v b)**

Poznámka 1: V prípade pochybností je referenčnou metódou ošetrovanie vo vode

Poznámka 2: Udržiavanie a meranie vysokej vlhkosti ≥ 95 % pri teplote 20 °C ± 2 °C nie je jednoduché. Pravidelnou kontrolou povrchu skúšobných telies šetrovaných v miestnosti sa musí overovať, či sú stále mokré.

### Preprava skúšobných telies

Pri všetkých etapách prepravy je nutné zabrániť strate vlhkosti a odchýlkám od požadovanej teploty, napr. uložením zatvrdnutých skúšobných telies do mokrého piesku, mokrych pilín, obalením mokrou tkaninou alebo vloženie do plastových sáčkov naplnených vodou.

### Odber vzoriek a posúdenie výsledkov

Vzorky betónu musia byť náhodne vybrané a odobraté v súlade s STN EN 12350 – 1.

Vzorky musia byť odobraté vždy po prípadnom pridaní vody alebo prísady so zodpovednosťou výrobcu, avšak odber vzoriek pred pridaním plastifikátora alebo stekujúcej prísady na úpravu konzistencie je možný za predpokladu, že pri preukaznej skúške nebol zistený negatívny vplyv použitého množstva plastifikátora alebo stekujúcej prísady na pevnosť betónu.

Pri ľahkom betóne sa odber vzoriek musí vykonať v mieste použitia betónu.

Výsledok skúšky sa musí získať z jednotlivého skúšobného telesa, alebo ako priemer výsledkov skúšok, pokiaľ dve alebo viac telies zhotovených z jednej vzorky sú skúšané v rovnakom čase.

Pokiaľ dve alebo viacej skúšobných telies sú zhotovené z jednej vzorky a rozptyl výsledkov je väčší ako 15 % od priemeru, potom musia byť výsledky zamietnuté, pokiaľ sa preskúmaním nezistí prijateľný dôvod pre zamietnutie jednotlivých hodnôt skúšky.

Najmenšia frekvencia odberov vzoriek a skúšok betónu musí byť podľa uvedenej tabuľky pri frekvencii, ktorá dáva najväčší počet vzoriek pre počiatčnú, resp. pre priebežnú výrobu.

### Minimálna frekvencia odberov vzoriek na posúdenie zhody

Výroba	Minimálna frekvencia odberov			
	Prvých 50 m <sup>3</sup> výroby	Následná výroba po prvých 50 m <sup>3</sup> vyrobeného betónu <sup>a)</sup>		
		Betón s certifikátom vnútropodnikovej kontroly		Betón bez certifikátu vnútropodnikovej kontroly
Počiatočná (do získania najmenej 35 výsl. skúšok)	3 vzorky (rozumie sa 3 výsledky skúšok)	Betón pevnostnej triedy < C 55/67	Betón pevnostnej triedy ≥ C 55/67 a všetky pevnostné triedy ľahkého betónu	
Priebežná <sup>b)</sup> (ak je k dispozícii najmenej 35 výsl. skúšok)	–			

a) Odber vzoriek sa musí rozložiť rovnomerne počas výroby a na každých 25 m<sup>3</sup> betónu sa nemá odobrať viac ako 1 vzorka. Pri počiatčnej výrobe, kedy množstvo vyrobeného betónu jednotlivého zloženia nepresiahne počas týždňa 25 m<sup>3</sup> postačuje odobrať 1 vzorku.

b) Ak je smerodajná odchýlka S<sub>15</sub> z posledných 15 výsledkov skúšok väčšia ako 1,37 σ, frekvencia odberov vzoriek sa musí zvýšiť tak, ako sa požaduje pre počiatčnú výrobu až do opätovného získania 35 výsledkov skúšok

## Klasifikácia prostredia podľa povahy pôsobenej agresivity:

X0	Bez nebezpečenstva korózie alebo porušenia
XC	Korózia výstuže vplyvom karbonatácie
XD	Korózia výstuže vplyvom chloridov, nie však z morskej vody
XS	Korózia výstuže vplyvom chloridov z morskej vody
XF	Striedavé pôsobenie mrazu a rozmrazovania s rozmrazovacími prostriedkami alebo bez nich
XA	Korózia betónu vplyvom chemického pôsobenia

## Stupne vplyvu prostredia

Označenie stupňa	Popis prostredia	Informatívne príklady výskytu stupňa vplyvu prostredia												
<b>1 Bez nebezpečenstva korózie alebo porušenia</b>														
X0	pre betón bez výstuže alebo zabudovaných kovových prvkov: - všetky vplyvy s výnimkou striedavého pôsobenia mrazu a rozmrazovania alebo chemicky agresívneho prostredia pre betón s výstužou alebo so zabudovanými kovovými vložkami vo veľmi suchom prostredí	betón vnútri budov s veľmi nízkou* vlhkosťou vzduchu; betón základov bez výstuže v prostredí bez vplyvu mrazu												
<b>2 Korózia výstuže vplyvom karbonatácie</b>														
Ak betón obsahujúci výstuž alebo iné zabudované kovové prvky je vystavený ovzdušiu a vlhkosti, potom sa stupeň vplyvu prostredia určuje takto: <i>Poznámka</i> Vlhkostné podmienky sa vzťahujú na situáciu vnútri krycej vrstvy výstuže alebo iných zabudovaných kovových prvkov, ale v mnohých prípadoch sa môžu podmienky v krycej vrstve považovať za rovnaké ako v okolitom prostredí. V takýchto prípadoch môže byť primerané stanoviť vplyv podľa okolitého prostredia, nie však vtedy ak je betón oddelený od okolitého prostredia (napr. izolačnou vrstvou).														
XC1	suché alebo stále mokré	betón vnútri budov s nízkou vlhkosťou** vzduchu; betón trvale ponorený vo vode;												
XC2	mokré, občas suché	povrch betónu vystavený dlhodobému pôsobeniu vody alebo vysokej**** vlhkosti vzduchu; časti vodných nádrží; väčšina základových prvkov budov; vnútorné priestory s vysokou vlhkosťou vzduchu (napr. kuchyne na hromadné stravovanie, kúpeľne, veľké práčovne, priestory krytých bazénov a maštalí)												
XC3	stredne mokré, vlhké	betón vnútri budov so strednou*** vlhkosťou vzduchu; vonkajší betón chránený proti dažďu; časti stavieb, ku ktorým má často alebo stále prístup vonkajší vzduch (napr. otvorené haly)												
XC4	striedavo mokré a suché	povrchy betónov v styku s vodou, ktoré nie sú zahrnuté v stupni vplyvu prostredia XC2 a XC3; časti stavieb priamo vystavené zrážkam alebo vlhkosti												
<b>3 Korózia výstuže vplyvom chloridov, nie však z morskej vody</b>														
Ak betón s výstužou alebo inými zabudovanými prvkami prichádza do styku s vodou obsahujúcou chloridy, vrátane rozmrazovacích látok s výnimkou morskej vody, potom musí byť vplyv prostredia odstupňovaný takto:														
XD1	stredne mokré, vlhké	povrchy betónov vystavené chloridom rozptýleným vo vzduchu; samostatné garáže												
XD2	mokré, občas suché	plavecké bazény; betón vystavený pôsobeniu priemyselných vôd, ktoré obsahujú chloridy												
XD3	striedavo mokré a suché													
<p><i>Poznámka 1.</i> Informatívne delenie prostredia podľa priemernej dlhodobej relatívnej vlhkosti vzduchu:</p> <table> <tr> <td>relatívna vlhkosť vzduchu:</td> <td>* veľmi nízka</td> <td>≤ 30 %</td> </tr> <tr> <td></td> <td>** nízka</td> <td>30 % až 60 %</td> </tr> <tr> <td></td> <td>*** stredná</td> <td>60 % až 85 %</td> </tr> <tr> <td></td> <td>**** vysoká</td> <td>≥ 85 %</td> </tr> </table> <p><i>Poznámka 2.</i> Pri stupňoch vplyvu prostredia XC..., XD..., XS..., je možné nahradiť každý nižší stupeň vplyvu vyšším stupňom vplyvu prostredia. Pri stupni vplyvu prostredia XA... je toto možné len v tom prípade, ak ide o tú istú chemickú charakteristiku podľa tabuľky 2 STN EN 206-1. Pri stupni vplyvu prostredia XF... je možné nahradiť stupeň vplyvu prostredia XF1 stupňom XF3 a stupeň vplyvu prostredia XF2 nahradiť stupňom XF4.</p> <p><i>Poznámka 3.</i> Tá istá stavebná konštrukcia môže byť vystavená pôsobeniu viacerých druhov prostredí, v tom prípade musí betón spĺňať požiadavky na všetky stupne vplyvu prostredia a bude ich obsahovať aj označenie betónu</p>			relatívna vlhkosť vzduchu:	* veľmi nízka	≤ 30 %		** nízka	30 % až 60 %		*** stredná	60 % až 85 %		**** vysoká	≥ 85 %
relatívna vlhkosť vzduchu:	* veľmi nízka	≤ 30 %												
	** nízka	30 % až 60 %												
	*** stredná	60 % až 85 %												
	**** vysoká	≥ 85 %												
<b>4 Korózia výstuže vplyvom chloridov z morskej vody</b>														
Ak betón s výstužou alebo inými zabudovanými prvkami prichádza do styku s chloridmi z morskej vody alebo slaným vzduchom z morskej vody, potom musí byť vplyv prostredia odstupňovaný takto:														
XS1	vystavený slanému vzduchu, ale nie v priamom styku s morskou vodou	stavby blízko morského pobrežia alebo na pobreží												
XS2	trvalo ponorený vo vode	časti stavieb v mori												
XS3	zmáčaný a ostrekovaný prílivom	časti stavieb v mori												
<b>5 Striedavé pôsobenie mrazu a rozmrazovania s rozmrazovacími prostriedkami alebo bez nich</b>														
Ak je mokrá betón vystavený pôsobeniu mrazu a rozmrazovaniu (mrazovým cyklom), musí byť vplyv prostredia odstupňovaný takto:														
XF1	mierne nasýtený vodou bez rozmrazovacích prostriedkov	vonkajšie zvislé časti stavieb vystavené dažďu a mrazu (priečelia budov, stĺpy), nie príliš zmáčané časti stavieb												

Označenie stupňa	Popis prostredia	Informatívne príklady výskytu stupňa vplyvu prostredia
XF2	mierne nasýtený vodou s rozmrazovacími prostriedkami	vonkajšie zvislé časti stavieb vystavené mrazu a rozmrazovacím prostriedkom rozptýleným vo vzduchu, ktoré nie sú priamo v styku s postrekom rozmrazovacími prostriedkami (napr. časti protihlukových stien, oporných múrov), a ktoré nie sú zahrnuté v XF4
XF3	značne nasýtený vodou bez rozmrazovacích prostriedkov	vonkajšie časti stavieb vystavené dažďu a mrazu; vonkajšie časti stavieb často zmáčané vodou a vystavené mrazu; otvorené nádrže na vodu; časti stavieb s kolísaním vodnej hladiny sladkej vody; prelivové časti vodných stavieb
XF4	značne nasýtený vodou s rozmrazovacími prostriedkami	časti stavieb priamo vystavené rozmrazovacím prostriedkom a mrazu; stavebné konštrukcie v blízkosti komunikácií vystavené priamemu postreku rozmrazovacími látkami (napr. obrubníky, odvodňovacie žľaby); nádrže v blízkosti komunikácií, betónové zvodidlá
<b>6 Korózia betónu vplyvom chemického pôsobenia</b>		
Ak je betón vystavený chemickému pôsobeniu zeminy a podzemnej vody a odpadových vôd, musí byť odstupňovaný vplyv prostredia takto:		
<b>Poznámka 1.</b> Na stanovenie príslušných vplyvov môže byť potrebná zvláštna štúdia, ak: <ul style="list-style-type: none"> <li>– hodnoty prekračujú medzné hodnoty uvedené v tabuľke 2 STN EN 206-1;</li> <li>– sú prítomné iné chemikálie;</li> <li>– zemina alebo voda je chemicky znečistená;</li> <li>– je vysoká rýchlosť prúdenia vody v kombinácii s chemikáliami podľa tabuľky 2 STN EN 206-1</li> </ul>		
<b>Poznámka 2.</b> Pri stupni vplyvu prostredia XA3, ak hodnoty prekračujú medzné hodnoty uvedené v tabuľke 2 STN EN 206-1, za prítomnosti iných agresívnych chemikálií, pri chemicky znečistených podlahách alebo vodách, pri vyššej rýchlosti tečúcej vody s obsahom chemikálií podľa tabuľky 2 STN EN 206-1 sú požiadavky na betón alebo ochranné opatrenia stanovené v článku 5.3.4.		
XA1	slabo agresívne chemické prostredie	nádrže čistiarní odpadových vôd, žumpy, septiky, základy stavieb
XA2	stredne agresívne chemické prostredie	časti stavieb v pôdach agresívnych voči betónu, základy stavieb
XA3	silno agresívne chemické prostredie	priemyselné čistiarne odpadových vôd s chemicky agresívnymi vodami, silážne jamy a krmné žľaby v poľnohospodárstve, chladiace veže s odvodom dymových spalín

## Odporúčané medzné hodnoty zloženia a vlastností betónu

P. č.	Stupeň vplyvu prostredia	Bez nebezp. korózie alebo narušenia	Korózia výstuže betónu							Korózia betónu								
			Korózia spôsobená karbonatáciou				Korózia spôsobená chloridmi			Pôsobenie mrazu a rozmrazovania				Chemicky agresívne prostredie				
			XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2 <sup>b)</sup>	XF3	XF4 <sup>b)</sup>	XA1	XA2	XA3		
1	Maximálny vodný súčiniteľ	–	0,65	0,60	0,55	0,50	0,55	0,50	0,45	0,60	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45		
2	Minimálna pevnostná trieda	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37 <sup>d)</sup>	C30/37 <sup>d)</sup>	C35/45 <sup>d)</sup>		
3	Minimálny obsah cementu v kg/m <sup>3</sup>	–	260	280	280	300	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360		
4	Iné požiadavky	Minimálny obsah vzduchu	–	–	–	–	–	–	–	a)				–	–	–		
		Mrazuvzdornosť kameniva podľa STN EN 1367–1 alebo STN EN 1367–2	–	–	–	–	–	–	–	–	F2	MS <sub>25</sub>	F1	MS <sub>18</sub>	–	–	–	
		Mrazuvzdornosť betónu podľa STN 73 1322 Koefficient mrazuvzdornosti > 0,85 pri počte cyklov:	–	–	–	–	–	–	–	–	25	50	100	150	–	–	–	
		Odolnosť povrchu betónu proti pôsob. vody a chem. rozmraz. látok podľa STN 73 1326	Stupeň porušenia 2 – slabo narušený pri počte cyklov:	–	–	–	–	–	–	–	–	–	50	–	100 <sup>f)</sup>	–	–	–
			Stupeň porušenia 3 – narušený pri počte cyklov:	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	150 <sup>f)</sup>	–	–	–
		Maximálny priesak vody stanovený podľa STN EN 12390–8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	50 mm						
		Maximálna nasiakavosť betónu stanovená podľa STN 73 1316	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	max. 4% hmotnostné			
Druh ochrany	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	primárna <sup>g)</sup>	primárna <sup>g)</sup>	+ sekundárna <sup>g)</sup>		

<sup>a)</sup> Minimálny obsah vzduchu v čerstvom betóne s použitím prevzdušňovacej prísady musí spĺňať podmienky STN 73 1210 čl. 4.4.7

<sup>b)</sup> Primesi druhu II sa môžu použiť, nesmú sa však započítať do obsahu cementu a pri výpočte vodného súčiniteľa


<sup>c)</sup> Hodnoty sú odporúčané, minimálna pevnostná trieda je C16/20

<sup>d)</sup> Primárna ochrana betónu je vo zvýšení odolnosti betónu úpravou jeho zloženia alebo štruktúry pred vyhotovením konštrukcie alebo v priebehu jej vyhotovenia. Odporúčané opatrenia na primárnu ochranu betónu sú uvedené v tabuľke F. 2.

<sup>e)</sup> Sekundárna ochrana betónu je v obmedzení alebo vylúčení pôsobenia zeminy a/alebo vody na betónovú konštrukciu po jej vyhotovení

<sup>f)</sup> Pre stupeň vplyvu prostredia XF4 sa odolnosť povrchu betónu proti pôsobeniu vody a chemických rozmrazovacích látok stanoví buď pre stupeň 2 pri počte cyklov 100, alebo pre stupeň 3 pri počte cyklov 150

 Hodnoty platia vždy

 Hodnoty môžu byť doplnkovo špecifikované

## Odporúčané opatrenia na primárnu ochranu betónu pri korózii betónu vplyvom chemicky agresívneho prostredia ( XA ...)

		Druh chemickej agresivity zeminy a/alebo vody														
		Síranová agresivita			Horečnatá agresivita			Kyslá agresivita			Uhlíčitá agresivita			Amónna agresivita		
Stupeň vplyvu prostredia a) b) c)		XA1	XA2	XA3	XA1	XA2	XA3	XA1	XA2	XA3	XA1	XA2	XA3	XA1	XA2	XA3
1	Podmienky pôsobenia zeminy a/alebo vody	Platí pre agresívnu zeminu a vodu s teplotou od +5 °C do +25 °C, pôsobiacu na konštrukciu viac ako 50 rokov a menej ako 100 rokov. Pri pôsobení vody platí pre veľmi miernu rýchlosť vody, ktorá sa blíži nehybnému stavu.														
2	Minimálna hrúbka konštrukcie	Pre prostý betón 300 mm														
3	Použitý druh cementu	Cement s miernou síranovzdornosťou f)	Cement s vysokou síranovzdornosťou g)	Cement s vysokou síranovzdornosťou g)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	Použitá prísada alebo prímies d) e)	Popolček alebo jemne mletá vysokopecná troska	Kremičitý úlet alebo mletý zeolit	Kremičitý úlet alebo mletý zeolit, prevzdušňujúca prísada s účinkom podľa STN 73 1210 čl. 4.4.7	—	—	Kremičitý úlet	—	Železná prímies alebo mletý zeolit, príp. kombinácia zeolit s kremičitým úletom	—	—	—	—	—	—	Kremičitý úlet a plastifikačná prísada

a) Stupeň vplyvu prostredia (zeminy a/alebo vody) sa určí podľa tabuľky 2 normy STN EN 206-1: 2002

b) Stupeň vplyvu sa zvýši o 1 stupeň, ak:

- teplota zeminy alebo vody je vyššia ako +25 °C, avšak nižšia ako +50 °C;
- je predpokladaná prevádzková životnosť konštrukcie vyššia ako 100 rokov;
- je rýchlosť vody vyššia ako 2 m.s<sup>-1</sup>;
- na konštrukciu pôsobí súčasne zemina a/alebo voda s dvoma alebo viacerými chemickými charakteristikami rovnakého stupňa;
- ak zemina a/alebo voda pôsobí na predpätú betónovú konštrukciu

c) Stupeň vplyvu prostredia (zeminy a/alebo vody) sa zníži o 1 stupeň, ak je konštrukcia osadená v ílovitých zeminách s priepustnosťou menšou ako 10<sup>-5</sup> m.s<sup>-1</sup>

d) Prísady a prímies musia spĺňať požiadavky článku 5 normy STN EN 206-1: 2002

e) Pri dodržaní hodnôt riadkov 1, 2, 3 uvedených v tabuľke F. 1 ako medzných hodnôt a druhu cementu podľa riadku 3 tabuľky F. 2 a súčasným splnení kritérií riadku 4 tabuľky F. 1 nie je potrebné použitie prísad a prímies

f) Za cement s miernou síranovzdornosťou sa považuje portlandský cement s obsahom C<sub>3</sub>A v slínku menším ako 8 % hmotnostných

g) Za cement s vysokou síranovzdornosťou sa považuje portlandský cement s obsahom C<sub>3</sub>A menším ako 3,5 % hmotnostných

## Použitelnosť cementov pre stupne vplyvu prostredia

Cementy podľa STN EN 197-1	Bez nebezpeč. korózie alebo narušenia	Korózia výstuže betónu							Korózia betónu						Zlúčiteľnosť s predpínacou výstužou	
		Korózia spôsobená karbonatizáciou				Korózia spôsobená chloridmi, ktoré nepochádzajú z mor. vody			Pôsobenie mrazu a rozmrazovanie			Agresívne chemické prostredie				
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1		XA2 <sup>2)3)</sup>
CEM I	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
CEM II/A, B-S	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0
CEM II/A-D	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0
CEM II/A, B-P,Q	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	x	0	x	x	x	0
CEM II/A-V	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	x	0	x	x	x	0
CEM II/B-V	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	x	0	x	x	x	0
CEM II/A-W	x	x	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CEM II/B-W	x	x	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CEM II/A, B-T	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0
CEM II/A-LL	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	0
CEM II/B-LL	x	x	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CEM II/A-L	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	0	0	0	0	0
CEM II/B-L	x	x	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CEM II/A-M	x	x	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CEM II/B-M	x	x	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CEM III/A	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x <sup>1)</sup>	x	x	x	0
CEM III/B	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0
CEM III/C	x	0	x	0	0	0	x	0	0	0	0	0	x	x	x	0
CEM IV/A	x	0	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CEM IV/B	x	0	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CEM V/A	x	0	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CEM V/B	x	0	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

X použiteľnosť pre daný stupeň vplyvu prostredia

0 použitie pre daný stupeň vplyvu prostredia je vylúčené

1) trieda pevnosti cementu  $\geq 42,5$  alebo 32,5 R s obsahom vysokopecnej trosky do 50 % hmotnostných

2) pri chemickom pôsobení síranov musí byť pri stupni vplyvu XA2 a XA3 použitý cement s vysokou síranovzdornosťou podľa poznámky g) v tab. A

3) ak je stupeň XA2 a XA3 vyvolaný agresívnym CO<sub>2</sub>, použije sa zmesový cement, ktorý vo funkcii hlavnej zložky neobsahuje vápenc

## Vodotesný betón a betóny osobitných vlastností STN 73 1210

### Vodotesný betón

– betón ktorý ma pri skúške vodotesnosti podľa STN EN 12390-8 maximálnu hodnotu priesaku každého telesa 50 mm alebo menšiu

### Betón osobitných vlastností

– označuje sa v skratkách ako navrhovaný betón, v ktorom sú špecifikované všetky základné požiadavky podľa čl. 6.2.2 normy STN EN 206-1 (odkaz na normu 206-1, pevnostná trieda, stupeň vplyvu prostredia, max. frakcia kameniva, obsah chloridov, konzistencia).

Osobitné vlastnosti sú doplnené v označení slovne, ako dopĺňujúce požiadavky podľa čl. 6.2.3 normy STN EN 206-1.

### Príklad označovania betónu

Betón s požiadavkou na vodotesnosť, nevystužený, s požadovaným nízkym hydratačným teplom, s charakteristickou 56-dňovou kockovou pevnosťou C25/30, s minimálnym zrnom kameniva 32 mm a konzistenciou V2:

**Betón STN EN 206-1 – C25/30-XC2(SK) – CI 1,0 – D<sub>max</sub>32 – V2**

- maximálny priesak vody 50 mm podľa STN EN 12390-8
- betón s nízkym hydratačným teplom
- charakteristická pevnosť v tlaku predpísaná po 56 dňoch

### Vodotesnosť betónu sa požaduje na zabezpečenie:

- použiteľnosti vodotesných konštrukcií
- trvanlivosti konštrukcií odolných vo vzťahu k stupňom vplyvu prostredia podľa STN EN 206-1

Betón sa považuje za vodotesný, ktorý ma pri skúške vodotesnosti podľa STN EN 12390-8 maximálnu hodnotu priesaku každého telesa 50 mm alebo menšiu. Vodný súčiniteľ nesmie byť väčší ako 0,55; pre húževnatý betón 0,45.

Požaduje sa, aby betón masivných konštrukcií spĺňal podmienku vodotesnosti najmenej do hĺbky 2 m z každej strany vystavenej vodnému tlaku.

### Spojivá pre vodostavebný betón a betón osobitných vlastností

- CEM II/A-S a CEM II/B-S sú vhodné pre betóny so zvýšenou odolnosťou proti korózii
- CEM III/A, B,C sú vhodné pre masívne a stredne masívne konštrukcie
- CEM I je vhodný v podmienkach zimnej betonáže a pre tenkostenné betóny odolné proti vplyvom pôsobenia mrazu a rozmrazovania
- prímies II druhu sa môže započítať do obsahu cementu podľa STN EN 206-1

## Odporúčaný podiel jemných častíc vo vodostavebnom betóne a betóne osobitných vlastností

Podiel jemných častíc v betóne (cement+ kamenivo do 0,063 mm+prímies) sa musí obmedziť na nevyhnutnú mieru na zabezpečenie požadovanej vodotesnosti a vlastností čerstvého betónu.

Veľkosť najväčšieho zrna kameniva v mm	8	16	22	32	63	90
Obsah jemných častíc v 1 m <sup>3</sup> hotového betónu v kg <sup>1)</sup>	525	450	420	400	325	300

<sup>1)</sup> Pri prevzdušnenom betóne možno predpokladať, že každé 1 % vzduchu nahrádza 15 kg jemných častíc v 1 m<sup>3</sup> betónu

## Obsah cementu vo vodostavebnom betóne a betóne osobitných vlastností

Najmenší obsah cementu uvádza tabuľka F1 normy STN EN 206-1. Obsah cementu na základe preukazných skúšok by nemal presiahnuť pre tenkostenné konštrukcie 400 kg.m<sup>3</sup> a pre masívne konštrukcie 320 kg.m<sup>3</sup>.

## Obsah vzduchu v čerstvom betóne (prevzdušnenom prísadami)

Pri použití prevzdušňovacej prísady sa požaduje, aby najmenší obsah vzduchu v čerstvom betóne v čase dodania zodpovedal hodnotám v uverenej tab.

Veľkosť najväčšieho zrna kameniva v mm		16	22	32	63	90
Najmenší obsah vzduchu v %	Výsledky skúšok 1. podľa STN EN 12350-7	4,5	4,0	4,0	3,5	3,5
	Jednotlivé hodnoty skúšok	4,0	3,5	3,5	3,0	3,0
Najväčší obsah vzduchu v %	Výsledky skúšok 1. podľa STN EN 12350-7	5,5	5,0	5,0	4,0	4,0

<sup>1)</sup> Výsledok skúšky je aritmetický priemer najmenej dvoch meraní obsahu vzduchu na tej istej vzorke čerstvého betónu

## Základné technické požiadavky na vodostavebný betón

Hrúbka konštrukcie	Poloha betónu vzhľadom na vodnú hladinu	Pevnosť v tlaku <sup>1)</sup>	Vodotesnosť <sup>2)</sup>	Odolnosť proti chem. agresívnemu prostrediu	Mrazu-vzdornosť <sup>3)</sup>	Húževnatosť <sup>4)</sup>
Tenkostenný betón h ≤ 0,6	stále ponorený	x	x	x	—	x
	striedavo ponorený	x	x	v	x	x
	vynorený	x	—	—	—	—
Hrubostenný betón h 0,6 < h < 1,0	stále ponorený	x	x	x	—	x
	striedavo ponorený	x	x	x	x	x
	vynorený	x	—	—	—	—
Strednomasívny betón 1,0 ≤ h ≤ 2,0	stále ponorený	x	x	x	—	—
	striedavo ponorený	x	x	x	x	—
	vynorený	x	—	—	—	—
Masívny betón h > 2,0	obalový	x	x	x	—	—
		x	x	x	—	—
		x	x	—	—	—
	jadrový	x	—	—	—	—

X vlastnosti sa požadujú

— vlastnosti sa nepožadujú

<sup>1)</sup> pevnosťou betónu v tlaku sa zabezpečuje aj odolnosť betónu proti obrusovaniu splaveninami unášanými prúdiacou vodou

<sup>2)</sup> na dosiahnutie trvanlivosti betónu vo vlhkom, ale chemicky neagresívnom prostredí bez mrazu ( stupeň vplyvu prostredia X0 podľa STN EN 206-1/Z1 (269) sa nepožaduje vodotesný betón, ak sa vodotesnosť nevyžaduje z hľadiska použiteľnosti konštrukcie

<sup>3)</sup> mrazuvzdornosť betónu sa zabezpečuje výrobou vodotesného a prevzdušneného betónu z mrazuvzdorného kameniva

<sup>4)</sup> húževnatosť sa požaduje len pri betóne, ktorý nahrádza kamenný obklad, opancierovanie a pod.



## Plánované skúšky vo výrobní betónu

P. č.	Skúšaná vlastnosť	Jeden výsledok skúšky zodpovedá množstvu spracovaného materiálu uvedenému v tabuľke									
		Druh betónu									
		Vodotesný		Odolný proti korózii vplyvom chemického pôsobenia		Odolný proti vplyvom striedavého pôsobenia mrazu a rozmrazovania, s rozmrazovacími prostriedkami alebo bez nich		Húževnatý betón		S nízkym hydratačným teplom	
Cement v tonách <sup>1)2)</sup>											
1	Začiatok a čas tuhnutia podľa STN EN 196-3	500	500	500	500	500	500	500	500	500	2-krát za týždeň počas výroby betónu
2	Objemová stálosť podľa STN EN 196-3	500	500	500	500	500	500	500	500	500	2-krát za týždeň počas výroby betónu
Kamenivo v tonách: D – drobné kamenivo, H – hrubé kamenivo <sup>1)2)</sup>											
		D	H	D	H	D	H	D	H	D	H
3	Zrornosť podľa STN EN 1744-1	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
4	Obsah humusu podľa STN EN 1744-1	500		500		500		500		500	
5	Odolnosť proti rozdrobovaniu a obrusovaniu podľa STN EN 1744-1									2-krát za týž. počas výroby betónu	
Čerstvý betón v m <sup>3</sup>											
6	Stanovenie konzistencie	Riadi sa ustanoveniami STN EN 260-1									
7	Vodný súčiniteľ	Riadi sa ustanoveniami STN EN 260-1									
8	Obsah vzduchu podľa STN EN 12350-7 <sup>3)</sup>	Riadi sa ustanoveniami STN EN 260-1									
9	Objem. hmotnosť podľa STN EN 12350-6	Najmenej raz za deň počas výroby									
Zatvrdnutý betón v m <sup>3</sup>											
10	Objemová hmotnosť podľa STN EN 12390-7	Riadi sa ustanoveniami STN EN 260-1, vždy pri skúške pevnosti v tlaku									
11	Pevnosť v tlaku podľa STN EN 12390-3	Riadi sa ustanoveniami STN EN 260-1									
12	Pevnosť v prieč. ťahu podľa STN EN 12390-6	Riadi sa ustanoveniami STN EN 260-1									
13	Max. priesak vody podľa STN EN 12390-8	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000
14	Mrazuvzdornosť podľa STN 73 1322							predpíše KSP			
15	Odolnosť povrchu betónu proti pôsobeniu vody a chemických rozmrazovacích látok podľa STN 73 1326							predpíše KSP			
16	Nasiakavosť betónu podľa STN 73 1316		2 000								
17	Obrusovzdornosť betónu podľa STN 73 1324								3 000		
<p><sup>1)</sup> vstupné zložky musia vyhovovať jednotlivým technickým špecifikáciám platným pre každú zložku v zmysle STN EN 206-1 a tejto normy</p> <p><sup>2)</sup> rozsah skúšok vstupných zložiek betónu je pre výrobcu zložky stanovený v jednotlivých platných technických špecifikáciách uvedených v STN EN 206-1</p> <p><sup>3)</sup> len ak sa použije prevzdušňujúca prísada</p>											

## Chemicky agresívne prostredie

Medzné hodnoty pre stupne chemického pôsobenia zeminu a podzemných vôd				
Klasifikácia chemického prostredia platí pre zeminu a podzemné vody pri teplote vody / zeminu v rozmedzí +5 °C až +25 °C a pre veľmi miernu rýchlosť vody blížiacu sa k nehybnému stavu. Pre odstupňovanie je určujúca najvyššia hodnota jednotlivých chemických charakteristík. Pokiaľ dve alebo viac chemických charakteristík sú rovnakého stupňa, potom je nutné použiť najbližší vyšší stupeň, pokiaľ zvláštna štúdia pre tento špecifický prípad nepreukáže, že to nie je nutné.				
Chemická charakteristika	Referenčná skúšobná metóda	XA1	XA2	XA3
<b>Podzemná voda</b>				
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg / liter	EN 196 – 2	≥ 200 a ≤ 600	≥ 600 a ≤ 3 000	≥ 3 000 a ≤ 6 000
pH	ISO 4316	≤ 6,5 a ≥ 5,5	≤ 5,5 a ≥ 4,5	≤ 4,5 a ≥ 4,0
CO <sub>2</sub> mg / liter agresívny	prEN 13577:1999	≥ 15 a ≤ 40	≥ 40 a ≤ 100	≥ 100 až do nasitenia
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg / liter	ISO 7150-1 alebo ISO 7150-2	≥ 15 a ≤ 30	≥ 30 a ≤ 60	≥ 60 a ≥ 100
Mg <sup>2+</sup> mg / liter	ISO 7980	≥ 300 a ≤ 1 000	≥ 1 000 a ≤ 3 000	≥ 3 000 až do nasitenia
<b>Zemina</b>				
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg / kg <sup>d)</sup> celkom	EN 196-2 <sup>e)</sup>	≥ 2 000 a ≤ 3 000	≥ 3 000 a ≤ 12 000	≥ 12 000 a ≥ 24 000
Kyselosť ml / kg	DIN 4030-2	> 200 Baumann-Gully	v praxi sa nepoužíva	
<sup>d)</sup> Ílovité zeminu s priepustnosťou menšou ako 10 <sup>-5</sup> m / s sa priradia do nižšieho stupňa <sup>e)</sup> Skúšobná metóda predpisuje vyluhovanie SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> kyselinou chlorovodíkovou. Ak sú k dispozícii skúsenosti v mieste použitia betónu, možno alternatívne použiť vyluhovanie vodou <sup>f)</sup> Medzná hodnota 3 000 mg / kg v prípade nebezpečenstva hromadenia síranových iónov v etone pri striedavom vysušaní a zvlhčovaní alebo v dôsledku kapilárneho sania				

## Obsah chloridov v betóne

Podľa STN EN 206 – 1/Z1: 2004 obsah chloridov v betóne vyjadrený percentuálnym podielom chloridových iónov k hmotnosti cementu nesmie prekročiť hodnoty zvolenej kategórie v nižšie uvedenej tabuľke.

Použitie betónu	Kategórie obsahu chloridov	Maximálny obsah chloridov k hmotnosti cementu <sup>a)</sup>
Bez ocelevej výstuže alebo iných kovových prvkov, s výnimkou závesných hákov odolných proti korózii	Cl 1,0	1,0 %
S ocelovou výstužou alebo inými kovovými prvkami	Cl 0,4	0,4 %
S predpätou ocelovou výstužou	Cl 0,1	0,1 %

<sup>a)</sup> Ak sa používajú prímеси druhu II, ktoré sa berú do úvahy pre obsah cementu, potom sa obsah chloridov vyjadruje ako percentuálny podiel chloridových iónov k hmotnosti cementu a celkovej hmotnosti prímеси, ktoré sa berú do úvahy

Pri stanovení obsahu chloridov v betóne je celková hodnota súčtom obsahu chloridov v jednotlivých zložkách betónu.

Chlorid vápenatý a prísady na báze chloridov sa nemôžu používať do betónov s ocelovou výstužou, s predpätou ocelovou výstužou a s inými kovovými vložkami.

## Minimálna doba ošetrovania betónu

		Minimálna doba ošetrovania betónu v dňoch <sup>g)</sup>			
Vývoj pevnosti betónu	Odhad fcm,2 / fcm,28	Povrchová teplota u v °C			
		u ≥ 25	25 > u ≥ 15	15 > u ≥ 10	10 > u ≥ 5 <sup>h)</sup>
rýchly	0,5	1	1	2	3
stredný	≥ 0,3 až < 0,5	2	2	4	6
pomalý	≥ 0,15 až < 0,3	2	4	7	10
veľmi pomalý	< 0,15	3	5	10	15

**Poznámky:**  
 – Ošetrovanie betónu upravuje STN P ENV 13670-1  
 – Betón sa môže považovať za mrazuvzdorný, ak je jeho pevnosť väčšia ako 5 MPa  
<sup>g)</sup> pri spracovateľnosti viac ako 5 hodín sa doba ošetrovania betónu primerane predlžuje  
<sup>h)</sup> pri teplotách pod +5 °C sa doba ošetrovania betónu predlží o dobu, počas ktorej bola teplota pod +5 °C

## Najčastejšie používané normy na betonárni:

STN EN 206 – 1	Betón. Časť 1: Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda
STN EN 206 – 1/Z1	Betón. Časť 1: Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda. Zmena 1
STN EN 12350-1	Skúšanie čerstvého betónu. Časť 1: Odber vzoriek
STN EN 12350-2	Skúšanie čerstvého betónu. Časť 2: Skúšanie sadnutím
STN EN 12350-6	Skúšanie čerstvého betónu. Časť 6: Objemová hmotnosť čerstvého betónu
STN EN 12350-7	Skúšanie čerstvého betónu. Časť 7: Obsah vzduchu. Tlakové metódy
STN EN 12390-1	Skúšanie zatvrdnutého betónu. Časť 1: Tvar, rozmery a iné požiadavky na skúšobné telesá
STN EN 12390-2	Skúšanie zatvrdnutého betónu. Časť 2: Výroba a príprava skúšobných telies na skúšky pevnosti.
STN EN 1008	Zámesová voda do betónu
STN EN 12620	Kamenivo do betónu
STN 73 1210	Vodotesný betón a trvanlivý betón osobitných vlastností
STN 73 6123	Stavba vozoviek. Cementobetónové kryty
STN 73 6124	Stavba vozoviek. Kamenivo stmelené hydraulickým spojivom
STN 73 6125	Stavba vozoviek. Stabilizované podklady