



PŘÍRUČKA PRACOVNÍKA S BETONEM

www.zapa.cz



Obsah:

Úvod	2
Předpisy a normy platné pro výrobu betonu	2
ČSN EN 206: Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda (73 2403)	4
ČSN EN 206 Tabulka F.1 Doporučené mezní hodnoty pro složení a vlastnosti betonu	7
Cementový potěr dle PN 03/2005:	11
ANHYSCREED®	13
ZAPA SLIM®	14
ČSN EN 998-2: Specifikace malt pro zdivo – Část 2: Malty pro zdění	15
ČSN EN 14487-1: Stříkaný beton – Část 1: Definice, specifikace a shoda	16
ČSN EN 1536: Provádění speciálních geotechnických prací – vrtané piloty (ČSN 73 1031)	17
Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací, kapitola 18. Beton pro konstrukce (TKP 18:2016)	18
ČSN EN 13877-2: Cementobetonové kryty Část 2: Funkční požadavky (ČSN 73 6150)	19
ČSN 73 6124-1: Stavba vozovek – Vrstvy ze směsí stmelovaných hydraulickými pojivy – Část 1: Provádění a kontrola shody	20
ČSN 73 6124-2: Stavba vozovek – Vrstvy ze směsí stmelovaných hydraulickými pojivy – Část 2: Mezerovitý beton	21
ČSN 73 6126-1: Stavba vozovek - Nestmelené vrstvy – Část 1: Provádění a kontrola shody	22
ČSN 73 6127-1,4: Stavba vozovek – Prolévané vrstvy	23
SCC – Self Compacting Concrete	25
QCC – Quick Clever Concrete	26
Bílá vana	27
Nekonstrukční betony pro dlažby	28
Složky pro výrobu betonu	29
Výroba betonu	33
Kontrola výroby betonu	33
Zkoušky čerstvého betonu, četnost odběr vzorků	34
Použitá a doporučená literatura (kromě výše uvedených norem)	36
Výrobní kapacity betonáren	37
Přehled techniky	39



Úvod

S materiály na bázi hydraulických pojiv se setkáváme již od starověku. Jednalo se zejména o směsi vápna a rozdrčených cihel nebo sopečného tufu.

Od počátku 19. století byla rozvíjena výroba tzv. Portlandského cementu, jehož název vyplýval z toho, že cement svou pevností a šedou barvou připomínal oblíbený portlandský vápenec.

S rozvojem výroby hydraulických pojiv se vyvíjí i použití betonu, který umožňuje plnit nové, do té doby těžko řešitelné úkoly. V první polovině 19. století se jedná o vodní stavby všeho druhu a zakládání objektů v oblastech se spodní vodou. Ojediněle se začínají objevovat i další stavby, jako jsou obytné vily, dělnické domy, hospodářské budovy a mosty. Dalším významným mezníkem bylo propracování způsobu vyztužování betonu a rozvoj železobetonu. Od roku 1900 dochází k zásadnímu ústupu nedůvěry odborníků i veřejnosti k železobetonu a k jeho prudkému rozvoji.

Předpisy a normy platné pro výrobu betonu

Z hlediska legislativních požadavků můžeme výrobky rozdělit do dvou skupin:

1. Nestanovené výrobky
2. Stanovené výrobky podle zákona č. 22/1997 Sb. v platném znění

Ad 1) Jedná se v podstatě o všechny výrobky, které nejsou uvedené v příslušných nařízeních vlády vztahujících se k zákonu č. 22/1997 Sb. Dá se říci, že není jednotný právní názor jakým způsobem dokládat kvalitu těchto výrobků. Pro tyto výrobky je v případě potřeby vydáváno **Prohlášení výrobce** s odkazem na zákon č. 102/2001 Sb. o obecné bezpečnosti výrobků. Jedná se o následující výrobky:

- beton C-/5 a C-/7,5 podle TN SVB 01-2014,
- C8/10 podle ČSN EN 206,
- beton B12,5 podle TN SVB ČR 01-2004,
- cementové potěry CP5, CP7,5, CP10, CP12,5, CP15, CP20, CP25, CP30, CP35, CP37 podle PN 03/2005,
- směsi stmelené cementem a popílkem C1,5/2,0, C3/4, C6/8, C9/12 C12/16 podle ČSN EN 14 227-3,
- směsi stmelené cementem C1,5/2,0, C3/4, C5/6, C8/10, C12/16 podle ČSN EN 14 227-1,
- mezerovitý beton MCB podle ČSN 73 6124-1

Ad 2) V roce 1997 vstoupil v platnost zákon č. 22/1997 Sb., který upravuje:

1. *“způsob stanovování technických požadavků na výrobky (tzv. stanovené výrobky), které by mohly ohrozit zdraví nebo bezpečnost osob, majetek nebo přírodní prostředí“*
2. *„práva a povinnosti osob, které uvádějí tyto výrobky na trh“.*

Z tohoto zákona vyplývá povinnost výrobců „uvést na trh výrobky jen po posouzení shody jejich vlastností s požadavky na bezpečnost stanovených tímto zákonem a technickými předpisy“.



Tento zákon doplňují nařízení vlády platná vždy pro určitý obor. Pro stavební výrobky je to v současné době platné **nařízení vlády č. 163/2002 sb. ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb.**, které uvádí mimo jiné následující skupiny výrobků:

- „beton pevnostních tříd C12/15 (B15) a vyšší“,
- „lehký beton pro nosné konstrukce“

Jako postup posuzování shody pro beton je stanovena certifikace systému řízení výroby podle § 6 (případně je možné postupovat podle § 5 – certifikace výrobku). V tom případě musí tzv. autorizovaná osoba (např. TZÚS, STAVCERT, QUALIFORM) prověřit systém řízení výroby a vydat certifikát. Na základě dokladů vydaných autorizovanou osobou potom výrobce vydává **prohlášení o shodě**.

Na výrobky vyráběné podle tzv. harmonizovaných norem (jedná o převzaté evropské normy s přílohou ZA uvádějící systém prokazování shody) se vztahuje NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) č. 305/2011 v platném znění a je na ně vydáváno prohlášení o vlastnostech pro stavební výrobek (výrobky se označují CE, jedná se např. o zdící malty).

Technickými předpisy ve smyslu zákona č. 22/1997 Sb. jsou **České technické normy**. „Norma je dokument vytvořený podle tohoto zákona a označený písemným označením ČSN. Poskytuje pro obecné a opakované používání pravidla, směrnice nebo charakteristiky činností nebo jejich výsledků zaměřené na dosažení optimálního stupně uspořádání ve vymezených souvislostech“.



ČSN EN 206: Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda (73 2403)

„Tato norma platí pro betony pro konstrukce betonované na staveništi, montované konstrukce a pro prefabrikované konstrukční dílce pozemních a inženýrských staveb. Beton může být vyráběn na staveništi, dodáván jako transportbeton nebo vyráběn ve výrobně betonových výrobků. Tato norma předepisuje požadavky pro:

- složky betonu,
- vlastnosti čerstvého a ztvrdlého betonu a jejich ověřování,
- mezní hodnoty složení betonu
- specifikaci betonu
- dodávání čerstvého betonu
- postupy řízení výroby
- kritéria shody a hodnocení shody“.

Požadavky na činnosti prováděné na stavbě (jedná se zejména o přejímání, bednění, ukládání, ošetřování a kontrolu), které byly ve výše zmiňovaných normách také uvedeny, tato norma neobsahuje. V návaznosti na ČSN EN 206 jsou tyto požadavky uvedeny v **ČSN EN 13670: Provádění betonových konstrukcí**.

Tabulka 1 – porovnání pevnostních tříd betonu

ČSN 732400	TN SVB ČR 01-2004	ČSN P 73 2404 (TN SVB 01-2014)	ČSN EN 206
(B3,5)			
B5		C-/5	
B7,5		C-/7,5	
B10		C8/10	C8/10
B12,5	B12,5		
(B13,5)			
B15		C12/15	C12/15
B20		C16/20	C16/20
B25		C20/25	C20/25
(B28)			
B30		C25/30	C25/30
B35			
		C30/37	C30/37
B40			
B45		C35/45	C35/45
B50		C40/50	C40/50
B55		C45/55	C45/55
B60		C50/60	C50/60
		C55/67	C55/67
		C60/75	C60/75
		C70/85	C70/85
		C80/95	C80/95
		C90/105	C90/105
		C100/115	C100/115

ČSN 73 2400: již neplatná norma, třídy uvedené v závorkách jsou informativní

TN SVB 01-2004: Technická norma Svazu výrobců betonu ČR

TN SVB 01-2014: Technická norma Svazu výrobců betonu ČR podle zrušené ČSN EN 206-1 včetně jejích změn Z3, Z4 a Národní přílohy

ČSN EN 206: od třídy C55/67 se jedná o vysokopevnostní betony



V lednu 2016 vstoupila v platnost ČSN P 73 2404 jako doplňková norma k výše uvedené normě ČSN EN 206. Z hlediska komunikace s odběratelem jsou podstatné následující skutečnosti:

- zavádí pevnostní třídy C-/5 a C-/7,5
- původní přílohu F.1 (doporučené mezní hodnoty pro složení a vlastnosti betonu) rozděluje a rozšiřuje na :
 1. Tabulku F.1.1 – Mezní hodnoty pro složení a vlastnosti betonu platné v České republice (předpokládaná životnost 50 let)
 2. Tabulku F.1.2 - Mezní hodnoty pro složení a vlastnosti betonu platné v ČR pro dopravní a jiné významné stavby (předpokládaná životnost 100 let)
 3. Tabulku F.2 - Mezní hodnoty pro složení a vlastnosti betonu v prostředí s pohyblivým mechanickým zatížením (obrusem)

Běžné typové receptury splňují požadavky Tabulky NA.F.1, případně F.3. ve smyslu normy TN SVB 01-2014 jsou také označovány na dodacích listech, např:

C25/30 XF2 (CZ,F.1) CI 0,20 D_{max} 22 S3

kde

XF2 je stupeň vlivu prostředí

CI 0,2 je kategorie obsahu chloridů

Dmax22 je velikost maximální frakce kameniva v mm,

S3 je stupeň konzistence

V případě požadavku na výrobu betonu podle tabulky F.1.2 z ČSN P 73 2404 (která prakticky kopíruje náročné požadavky TKP 18, viz dále) je nutné receptury zadávat jako zákaznické a je nutné prověřit uvedení požadovaných tříd a stupňů vlivu prostředí v příloze certifikátu systému řízení výroby (týká se zejména provzdušněných betonů XF1 – 4).


Tabulka 2 – doporučený převod zvláštních nároků pevnostních tříd na stupně vlivu prostředí

TN SVB ČR 01-2004 (ČSN 73 2400)		ČSN EN 206 TN SVB 1-2014 + ČSN P 73 2400						
pevnostní třída	zvláštní nároky	pevnostní třída	stupeň vlivu prostředí					
			bez nebezpečí koroze	koroze způsobená karbonatací	koroze způsobená chloridy	působení mrazu a rozmraz.	chemicky agresivní prostředí	obrus
B5	obyčejný	C-/5	-	-	-	-	-	-
B7,5	obyčejný	C-/7,5	-	-	-	-	-	-
B10	obyčejný	C8/10	-	-	-	-	-	-
B12,5 B15	obyčejný	C12/15	X0	-	-	-	-	-
B20	obyčejný	C16/20	X0	XC1	-	-	-	-
	V4	C20/25	-	-	-	-	-	-
B25	obyčejný		X0	XC1-2	-	-	-	-
	V4		-	-	-	-	-	-
	V8	C25/30	-	-	-	-	-	-
B30	obyčejný		X0	XC1-3(4)	-	-	XA1-2	-
	V4		-	XC4	XD2	-	XA1-2	-
	V8		-	XC4	XD2	-	XA1-2	-
	T50,T100		-	-	-	XF1-3(2)	-	XM1-2
B35 B40	obyčejný	C30/37	X0	XC1-4	-	-	-	XM1-2
	V4		-	XC2-4	XD1-2(3)	-	XA1-2	XM1-2
	V8		-	XC3-4	XD1-2(3)	-	XA1-2	XM1-2
	T50,T100		-	-	-	XF1-4	-	XM1-2
B45	obyčejný	C35/45	X0	XC1-4	-	-	-	XM1-3
	V4		-	XC2-4	XD1-3	-	XA1-3	XM1-3
	V8		-	XC3-4	XD1-3	-	XA1-3	XM1-3
	T50,T100		-	-	-	XF1-4	-	XM1-3

Poznámka: vlastnosti ztvrdlého betonu jsou ověřovány kontrolními zkouškami krychelné pevnosti v tlaku a dále ve smyslu ČSN EN 206 (platné od 1.7.2014) kontrolními zkouškami hloubky průsaku tlakovou vodou podle ČSN EN 12390-8 a odolnosti povrchu betonu proti působení vody a chemických rozmrazovacích látek podle ČSN 73 1326. Požadované hodnoty uvádí tabulky NA.F.1 a F.2. Tabulka F.1.2 potom uvádí náročnější požadavky pro stavby s předpokládanou životností 100 let.


ČSN EN 206 Tabulka F.1 Doporučené mezní hodnoty pro složení a vlastnosti betonu

Stupně vlivu prostředí			Maximální w/c ^{c)}	Minimální pevnostní třída	Minimální obsah cementu ^{c)} (kg/m ³)	
Bez nebezpečí koroze nebo narušení		X0	pro beton bez výztuže nebo zabudovaných kovových vložek. Všechny vlivy s výjimkou zmrazování a rozmrazování, obrusu nebo chemicky agresivního prostředí. Pro beton s výztuží nebo se zabudovanými kovovými vložkami: Velmi suché	-	C12/15	-
Koroze způsobená karbonatací		XC1	Suché nebo stále mokré	0,65	C20/25	260
		XC2	Mokré, občas suché	0,6	C25/30	280
		XC3	Středně mokré, vlhké	0,55	C30/37	280
		XC4	Střídavě mokré a suché	0,5	C30/37	300
Koroze způsobená chloridy	z mořské vody	XS1	Vystaven slanému vzduchu, ale ne v přímém styku s mořskou vodou	0,5	C30/37	300
		XS2	Trvale ponořen ve vodě.	0,45	C35/45	320
		XS3	Smáčený a ostříkovaný přílivem.	0,45	C35/45	340
	jiné chloridy než z mořské vody	XD1	Středně mokré, vlhké.	0,55	C30/37	300
		XD2	Mokré, občas suché.	0,55	C30/37	300
		XD3	Střídavě mokré a suché.	0,45	C35/45	320
Působení mrazu a rozmrazování		XF1	Mírně nasycen vodou bez rozmrazovacích prostředků.	0,55	C30/37	300
		XF2 ^{a)}	Mírně nasycen vodou s rozmrazovacími prostředky.	0,55	C25/30	300
		XF3 ^{a)}	Značně nasycen vodou bez rozmrazovacích prostředků.	0,5	C30/37	320
		XF4 ^{a)}	Značně nasycen vodou s rozmrazovacími prostředky nebo mořskou vodou.	0,45	C30/37	340
Chemicky agresivní prostředí		XA1	Slabě agresivní chemické prostředí.	0,55	C30/37	300
		XA2 ^{b)}	Středně agresivní chemické prostředí.	0,5	C30/37	320
		XA3 ^{b)}	Vysoce agresivní chemické prostředí.	0,45	C35/45	360

^{a)} Minimální obsah vzduchu je 4 %, pokud není beton provzdušněn, mají se vlastnosti betonu zkoušet podle příslušné zkušební metody ve srovnání s betonem, u kterého byla prokázána odolnost proti mrazu a rozmrazování (mrazovým cyklům), pro příslušný stupeň vlivu prostředí.

^{b)} Pokud množství síranů vyvolává stupeň vlivu prostředí XA2 a XA3, je nezbytné použít síranovzdorný cement podle EN 197-1 nebo příslušné národní normy.

^{c)} pokud se používá koncepce *k*-hodnoty, pak se maximální w/c upraví podle 5.2.5.2.



Mezní hodnoty pro stupně chemického působení rostlé zeminy a podzemní vody

Chemická charakteristika	Referenční zkušební metoda	XA1	XA2	XA3
Podzemní voda				
SO ²⁻ ₄ mg/litr	EN 196-2	≥ 200 a ≤ 600	> 600 a ≤ 3000	> 3000 a ≤ 6000
PH	ISO 4316	≤ 6,5 a ≥ 5,5	< 5,5 a ≥ 4,5	< 4,5 a ≥ 4,0
CO ₂ mg/litr agresivní	EN 13577	≥ 15 a ≤ 40	> 40 a ≤ 100	> 100 až do nasycení
NH ⁺ ₄ mg/litr	ISO 7150-1	≥ 15 a ≤ 30	> 30 a ≤ 60	> 60 a ≤ 100
Mg ²⁺ mg/litr	ISO 7980	≥ 300 a ≤ 1000	> 1000 a ≤ 3 000	> 3 000 až do nasycení
Rostlá zemina				
SO ²⁻ ₄ mg/kg ^{a)} celkem	EN 196-2 ^{b)}	≥ 2000 a ≤ 3000 ^{c)}	> 3000 ^{c)} a ≤ 12000	> 12000 a ≤ 24000
Kyselost ml/kg	prEN 16502	> 200	v praxi se nepoužívá	

^{a)} Jílovité zeminy s propustností menší než 10⁻⁵ m/s se přiřadí do nižšího stupně.

^{b)} Zkušební metoda předepisuje vyluhování SO²⁻₄ kyselinou solnou. Jestliže jsou k dispozici zkušenosti v místě užití betonu, lze alternativně použít vyluhování vodou.

^{c)} V případě nebezpečí hromadění síranových iontů v betonu při střídavém vysoušení a zvlhčování nebo v důsledku kapilárního sání se mezní hodnota 3 000 mg/kg musí zmenšit na 2 000 mg/kg.

Klasifikace konzistence

Stupeň	Zkouška sednutím podle EN 12350-2 mm	Stupeň	Zhutnitelnost zkoušená podle EN 12350-4	Stupeň	Rozlití zkoušené podle EN 12350-5	Stupeň	Sednutí-rozlitím ^{c)} zkoušené podle EN 12350-8
S1	10 až 40	C0 ^{a)}	≥ 1,46	F1 ^{a)}	< 340	SF1	550 až 650
S2	50 až 90	C1	1,45 až 1,26	F2	350 až 410	SF2	660 až 750
S3	100 až 150	C2	1,25 až 1,11	F3	420 až 480	SF3	760 až 850
S4	160 až 210	C3	1,10 až 1,04	F4	490 až 550		
S5 ^{a)}	≥ 220	C4 ^{b)}	< 1,04	F5	560 až 620		
				F6 ^{a)}	> 630		
^{a)} Viz poznámka ke čl. 5.4.1 ^{b)} C4 se používá pouze pro lehký beton ^{c)} SCC beton, klasifikace není použitelná pro beton s Dmax větší než 40 mm							



Třídy pevnosti v tlaku obyčejného a těžkého betonu

Třída pevnosti v tlaku	Minimální charakteristická válcová pevnost $f_{ck, cyl}$ N/mm ²	Minimální charakteristická krychelná pevnost $f_{ck, cube}$ N/mm ²
C 8/10	8	10
C 12/15	12	15
C 16/20	16	20
C 20/25	20	25
C 25/30	25	30
C 30/37	30	37
C 35/45	35	45
C 40/50	40	50
C 45/55	45	55
C 50/60	50	60
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

Třídy pevnosti v tlaku lehkého betonu

Třída pevnosti v tlaku	Minimální charakteristická válcová pevnost $f_{ck, cyl}$ N/mm ²	Minimální charakteristická krychelná pevnost $f_{ck, cube}$ N/mm ²
LC 8/9	8	9
LC 12/13	12	13
LC 16/18	16	18
LC 20/22	20	22
LC 25/28	25	28
LC 30/33	30	33
LC 35/38	35	38
LC 40/44	40	44
LC 45/50	45	50
LC 50/55	50	55
LC 55/60	55	60
LC 60/66	60	66
LC 70/77	70	77
LC 80/88	80	88



Klasifikace lehkého betonu podle objemové hmotnosti

Třída objemové hmotnosti	D 1,0	D 1,2	D 1,4	D 1,6	D 1,8	D 2,0
Rozsah objemové hmotnosti zkoušené podle EN 12390-7	$\geq 800 \text{ a}$	$> 1\,000 \text{ a}$	$> 1\,200 \text{ a}$	$> 1\,400 \text{ a}$	$> 1\,600 \text{ a}$	$> 1\,800 \text{ a}$
kg/m³	$\leq 1\,000$	$\leq 1\,200$	$\leq 1\,400$	$\leq 1\,600$	$\leq 1\,800$	$\leq 2\,000$



Cementový potěr dle PN 03/2005:

Podle této podnikové normy jsou vyráběny cementové potěry s označením **CP**. I když se jedná velmi rozšířené materiály je z hlediska jejich označování, platných předpisů a prokazování shody situace značně nepřehledná. Následující text uvádí přehled situace zpracovaný v únoru 2008 a aktualizovaný k současnému datu.

Na betonárnách jsou běžně vyráběny čerstvé cementové potěry (cementové malty, pískové betony, cementové mazaniny, atd.). Pro jejich výrobu jsou používány stejné složky jako pro výrobu betonu, neobsahují pouze frakce hrubého kameniva (prakticky jediné z tohoto důvodu nemohou být vyráběny a označovány podle norem pro beton (viz ČSN EN 206-1, definice 3.1.1 – *beton: materiál ze směsi cementu, hrubého a drobného kameniva,.....*). Změna ČSN EN 206-1 Z4 uvádí pouze čl. 5.3.6 *Cementová malta (jemnozrnný beton s D_{max} 4 mm) pro zmonolitnění prefabrikátů. Obsah cementu třídy alespoň 32,5 musí být alespoň 400 kg/m³.*

Potěry jsou používány pro nejrůznější vnější i vnitřní použití (zásypy, podkladní vrstvy, vyrovnávací vrstvy podlah, lože pro dlažbu a obrubníky, alternativně pro najíždění čerpadel, atd.). Vyráběné množství je poměrně vysoké (např. na betonárně Kačerov bylo v roce 2007 vyrobeno 17 242 m³, tj. 6,7 % celkové výroby. Poměry podle konzistencí byly: suchá – 12 %, S1 – 57 %, S2 – 12 %, S3 – 7 %, S3(-čerpatelná) – 12 %).

Označování potěrů je velmi nejednotné a různé společnosti používají různé normy a předpisy, viz tabulka:

výrobce	norma	rozsah tříd	poznámky
ZAPA beton	PN 03/2005	CP5, CP7,5, CP10, CP12,5, CP15, CP20, CP25, CP30, CP35, CP37	Třídy srovnatelné s betonem. Znění normy je zjednodušený a upravený text ČSN EN 206-1.
FRISCHBETON	PTN - F - 03/11	CP7, CP10, CP15, CP20, CP25, CP30	
Českomoravský beton	ČB MC 01-2006	MC5, MC7,5, MC10, MC12,5, MC15, MC20, MC25, MC30	
CANDRMK Lišov	PN 01/2004	C-/7,5, C8/10, C-/12,5, C12/15, C16/20, C20/25, C25/30	X0 !
ČR Beton Bohemia	PN 01	C12/15, C16/20, C20/25, C25/30, C30/37, C35/45, C40/50, C45/55 !!	X0 !
KÁMEN Zbraslav SKANSKA Transbeton	TN SVB ČR 02/2006	P100, P150, P200, P250, P300, P350, P400, P450, P500	Název normy Potěry na bázi cementu pro venkovní prostředí. Výrobek: cementová mazanina?!. Označování podle obsahu pojiva
STAPPA mix	TD 01-2009	CP200, CP300, CP350, CP400, CP500	Mazanina se zaručeným množstvím cementu
LIAS Vintřov	?	C7 – C30	Potěry se zaručenou pevností
OSBET		P150, P250, P300, P350, P400, P500	
CEMEX BETON UNION Plzeň	ČSN EN 13813	CT5, CT7, CT12, CT16, CT20, CT25, CT30	Norma uvádí třídy do C80

Nejčastějším druhem reklamace u potěrů je jejich nedostatečná soudržnost, zejména z důvodu nedostatečného ztuhnutí vzhledem ke konzistenci (týká se suchých směsí až konzistence S2), případně z důvodu dlouhé doby zpracování. Z těchto důvodů je v cenících ZAPA a dalších dokumentech uváděno, že výrobce neručí za kvalitu po zpracování. Pro potěry byl také vydán technický list s uvedením těchto skutečností.



Označování cementových potěrů (mazanin) podle obsahu pojiva (např. P300) je výhodné pro výrobce (ručí pouze za složení a nedeklaruje konečné parametry), ale může být problematické pro odběratele, protože při stejném označení může dostat směs s naprosto rozdílnými parametry (je deklarováno pouze množství, ale ne druh pojiva, resp. Třída cementu).

Cementové potěry nejsou uvedeny v Seznamu výrobků s vyznačením postupů posouzení shody, který je přílohou k nařízení vlády č. 163/2002 Sb.

Jedině u potěrů podle ČSN EN 13813 je možné (nutné) posouzení shody provádět ve smyslu NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) č. 305/2011 v platném znění, protože norma je harmonizovaná a obsahuje přílohu ZA. Pro tyto výrobky s označením CE je potom nutné vydávat prohlášení o vlastnostech.

ČSN EN 13813 (72 2481) Potěrové materiály a podlahové potěry – Potěrové materiály – Vlastnosti a požadavky

Základní údaje:

- Norma je platná od listopadu 2003
- Předmět normy: „*určuje požadavky na potěrová materiály určené k použití ve **vnitřních stavebních podlahových konstrukcích***“
- Platí pro potěry s různými druhy pojiv, cementové potěrové materiály se označují CT
- U cementových potěrů se ověřuje pevnost v tlaku a v tahu za ohybu, v případě určení pro povrchy odolné otěrům je nutné provádět jednu ze tří uvedených zkoušek odolnosti
- Pevnost se zkouší na trámečcích 160 x 40 x 40 mm uložených ve vlhkém prostředí (ne vodní uložení!) po 28 dnech
- Norma nestanovuje přesnou četnost kontrolních zkoušek

Z popisu normy je patrné, že i když se jmenuje „*Potěrové materiály a podlahové potěry...*“ řeší **pouze** materiály pro vnitřní podlahové konstrukce. V případě výroby potěrů podle této normy na betonárně by tedy bylo nutné (potřebné) vyrábět další skupinu potěrů pro vnější použití (obecně může být vnímáno, že materiály určené pouze pro vnitřní použití jsou z hlediska trvanlivosti méně odolné než materiály pro venkovní použití). Toto rozdělování by mohlo přinášet problémy ve vztahu k odběratelům, protože velké množství potěrů je vyráběno v suché nebo zavlhle konzistenci a dopravováno externími dopravci (z hlediska objednávky vstupuje dopravce mezi výrobce a objednatele – zpracovatele a velmi často „neví, co chce“).

Z dosavadních zkušeností také vyplývá, že povědomost o existenci normy je zatím minimální (objednávky specifikující označení CT se prakticky nevyskytují). Z dostupných podkladů stavebních materiálů je patrné, že norma je využívána zejména pro suché, balené materiály nebo anhydritové potěry (např. prohlášení o vlastnostech na cementové potěrové materiály pod názvy „betonové potěry BP-20, BP-30 (BUILDING SP) nebo MFC Level 300 (MFC MORFICO) podle ČSN EN 13813.

V roce 2008 jsme na běžně vyráběných potěrech prováděli ověření pevnosti v tlaku a pevnost v tahu za ohybu na trámečcích (počáteční zkoušky ve smyslu čl. 6.2 ČSN EN 13813) pro konzistence S2 a vyšší. Na základě zjištěných výsledků je možné v případě potřeby vydávat evropské prohlášení o shodě (systém prokazování shody 4, podle ZA.3.3 pouze úkoly výrobce, není nutná spolupráce s autorizovanou osobou).

Ověření vlastností potěrů podle evropské normy bylo vhodné také v souvislosti s vydáním **ČSN 74 4505 Podlahy – společná ustanovení**. Tato norma stanovuje že „podlahové potěry musí odpovídat požadavkům ČSN EN 13813“ a pro určitá použití předepisuje minimální třídy pevnosti v tahu za ohybu (např. u plovoucích potěrů třídy F4, F5).



ANHYSCREED® je tekutý potěr na bázi síranu vápenatého se samonivelačním efektem, vyráběný v souladu s ČSN EN 13813. Je vyráběn ve třech pevnostních třídách (pevnost v tlaku 20, 25 a 30 MPa). Užívá se jako potěr spojený s podkladem, potěr na oddělovací vrstvě, plovoucí potěr nebo jako potěr pro podlahové vytápění.

ANHYSCREED® je obchodní název, značení podle normy je následující

CA-C20-F4 Pevnost v tlaku/tahu: 20/4 MPa

CA-C25-F4 Pevnost v tlaku/tahu: 25/4 MPa

CA-C30-F5 Pevnost v tlaku/tahu: 30/5 MPa

Použití

ANHYSCREED® se používá se v podlahách uvnitř budov s výjimkou trvale vlhkých prostor (garáže, sauny), na WC a v koupelnách je možné jej použít za projektantem navržených podmínek. Aplikuje se především v rodinných domech, administrativních, obchodních a veřejných budovách, představuje ideální podklad pro všechny typy krytin (koberce, laminátové a dřevěné podlahy, dlažba).

Výhody

Rychlost - tekutost potěru a jeho samonivelační schopnost umožňuje rychlou pokládku, denně lze takto realizovat až 1000 m² podlahy. Podlaha je po 1-3 dnech pochozí, po 5 dnech je možné podlahu lehce zatížit. Po 7 dnech je možné při pozvolném náběhu teplot vysušování potěru podlahovým topením.

Úspora materiálu – minimální tloušťka ANHYSCREED® je 35 mm, u cementových potěrů činí 50 mm.

Nižší nároky na organizaci prací – ANHYSCREED® je dovezen hotový domíchávačem a přečerpán čerpadlem, není nutno řešit připojení vody, elektřinu, silo, popřípadě návoz palet atd...

Tekutost – ANHYSCREED® dokonale obteče trubky podlahového topení, výsledkem je stejnorodá struktura obsahující minimum vzduchových pórů.

Tepelná vodivost - dochází k rychlejšímu prohřátí anhydritové podlahy v porovnání s cementovým potěrem, ANHYSCREED® se prohřeje za zhruba poloviční dobu.

Pro pokládku měkkých podlahových krytin (PVC, marmoleum) je nutno povrch podlahy přestěrkovat!

Před výrobou a po výrobě ANHYSCREEDu je nutné umýt míchačku!



Obr. 1: Ukládání ANHYSCREEDu



Obr. 2: Hutnění a srovnávání vrstvy ANHYSCREEDu



ZAPA SLIM® je tekutý cementový potěr se samonivelačním účinkem určený pro tenkovrstvé vnitřní podlahy jako alternativa k anhydritu (odolá vlhkosti a rychleji vysychá) a je vyráběn podle normy ČSN EN 13813: *Potěrové materiály a podlahové potěry – Potěrové materiály – Vlastnosti a požadavky*.

ZAPA SLIM® je obchodní označení produktu, označení dle normy vypadá pro jednotlivé pevnostní třídy takto:

CT-C20-F4 Pevnost v tlaku/tahu: 20/4 MPa

CT-C25-F5 Pevnost v tlaku/tahu: 25/5 MPa

CT-C30-F6 Pevnost v tlaku/tahu: 30/6 MPa

Složení je následující: cement, vápenec, kamenivo 0/4 a 4/8, plastifikátor, superplastifikátor, protismršťující přísada, voda.

Zkušebními vzorky jsou trámečky o velikosti 40x40x160 mm. Konzistence deklarovaná v TL je 220 – 260 mm (zkouší se na Haegermannově kuželu). Doba zpracovatelnosti je 180 min.



Obr.: 3 Rozlití Haegermannova kužele



Obr.: 4 Ukládání ZAPA Slim

Aplikován může být jako:

Potěr spojený s podkladní vrstvou:

tloušťka min. 40 mm

Potěr na oddělovací vrstvě:

tloušťka min. 45 – 65 mm (dle uvažovaného zatížení a použité pevnostní třídy)

Potěr na podlahové topení:

tloušťka min. 40 mm nad topení

Největším rizikem u tenkovrstvých potěrů na bázi cementu je vznik trhlin a zvedání rohů. Oba tyto problémy jsou způsobeny smršťováním během hydratace a rozdílným vysycháním dolní a horní vrstvy konstrukce. Z toho důvodu je nutné dodržovat velikosti dilatačních celků a co nejdříve položit finální podlahovou krytinu, která zabrání dalšímu vysychání.

- Max. dilatační úsek je obdélník 50 m² při max. poměru stran 3:1
- Zakrýt podlahovou krytinou do 2 měsíců
- Pokud se plánuje zakrýt podlahovou krytinou po více jak měsíci, musí být během prvních 10 dnů povrch ošetřen ochranným nástřikem

Pro pokládku měkkých podlahových krytin (PVC, marmoleum) je nutno povrch podlahy přestěrkovat.



ČSN EN 998-2: Specifikace malt pro zdivo – Část 2: Malty pro zdění

„Tato norma určuje požadavky na průmyslově vyráběné malty pro zdění (pro ukládání, spojování a spárování), pro používání ve zděných stěnách, pilířích a příčkách (např. lícové a omítané zdivo, zatížené a nezatížené zděné konstrukce pro stavby a stavebnictví).“

Podle této normy jsou na betonárnách vyráběny čerstvé zdící malty tříd **M2,5, M5 a M10**. Jsou vyráběny z cementu, popílku, drobného kameniva (0/4) a přísad s kombinovanou funkcí (provzdušňovací a zpomalovací). Pro zdící malty je vydán technický list a prohlášení o vlastnostech.



Obr.: 5 Doprava čerstvé malty na staveniště



Obr.: 6 Vaničky naplněné čerstvou maltou



ČSN EN 14487-1: Stříkaný beton – Část 1: Definice, specifikace a shoda

„Tato norma platí pro stříkaný beton používaný pro opravu a modernizaci konstrukcí, pro nové konstrukce a zpevňování terénu.“

Historie stříkaného betonu se začala datovat od počátku 20. Století. Za vynálezce technologie stříkání betonu je považován Američan Carl Akeley (1864 – 1926), který tento způsob nanášení materiálu na formu poprvé použil ve Field Museum of Natural History v Chicagu při tvorbě modelů zvířat pro vědecké účely. Později metodu použil pro opravu starých budov. V roce 1911 nechal novou metodu patentovat jako stříkaný beton. K významnému rozšíření přispělo vynalezení torkretovacího stroje.

Výhody stříkaného betonu jsou:

- Dokonalé přilnutí stříkaného materiálu k podkladu
- Spolehlivé vyplnění všech trhlin a nerovností podkladu
- Vysoká pevnost hotového betonu v tlaku a v tahu za ohybu
- Vysoká počáteční pevnost betonu

Stříkané betony se v zásadě označují podle ČSN EN 206, tj. pevnostní třídou, stupněm vlivu prostředí a maximální frakcí kameniva, zpravidla se vyrábějí s frakcí do 8 mm. Stříkané betony jsou aplikovány dvěma základními způsoby:

- **Suchou cestou:** z betonárny je dodávána suchá směs (vlhkost kameniva by neměla přesahovat 6 %), v trysce stříkacího stroje se směs mísí s vodou a urychlovačem.
- **Mokrou cestou:** z betonárny je dodávána tekutá směs se superplastifikační přísadou, v trysce stříkacího stroje se směs mísí pouze s urychlovačem.

U stříkaných betonů je důležitým parametrem nárůst pevnosti mladého betonu (tj. pevnosti do 24 hodin od nastříkání), třídy rané pevnosti se označují J1, J2 a J3. Tyto třídy tedy výrazně ovlivňují dávky cementu ve stříkaném betonu (kromě požadované konečné pevnosti). Výroba stříkaných betonů (zejména mokrou cestou) vyžaduje úzkou spolupráci s odběratelem, zejména z důvodu kompatibility použitých přísad (superplastifikátoru na betonárně a urychlovače na stavbě) a při provádění průkazných zkoušek.



Obr.: 7 Torketování stěny



Obr.: 8 Stříkaná šachta



ČSN EN 1536: Provádění speciálních geotechnických prací – vrtané piloty (ČSN 73 1031)

ČSN EN 1538: Provádění speciálních geotechnických prací – podzemní stěny (ČSN 73 1061)

Tyto normy uvádějí doplňkové údaje zejména z hlediska složení (minimální obsah cementu, max. vodní součinitel, minimální podíl jemné frakce pod 0,125 mm) a vlastností čerstvého betonu (zejména konzistence) pro piloty a podzemní stěny. Uvedené údaje jsou dobrým příkladem nutnosti přesné specifikace betonu odběratelem, protože běžné typové receptury na betonárnách nemusí výše uvedené požadavky splňovat a je nutno je řešit individuálně.



Obr.: 9 Vrtačka na piloty



Obr.: 10 Zalitá pilota



Obr.: 11 Podzemní stěna



Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací, kapitola 18. Beton pro konstrukce (TKP 18:2016)

Tento předpis je platný ve znění z ledna 2016 vydaném Odborem pozemních komunikací Ministerstva dopravy. Z hlediska betonu vychází zejména z ČSN EN 206. Obsahuje velké množství zpřísňujících požadavků na vybavení a provoz betonáren, složení betonů, kontrolu, atd. Přílohou TKP 18 je metodický pokyn pro provádění průkazných zkoušek konstrukčních betonů tříd C12/15 a vyšších. Velmi závažná jsou také ustanovení ohledně zadání průkazných zkoušek, která uvádějí povinnosti a vztahy mezi:

- objednatelem stavby (ŘSD ČR),
- zhotovitelem betonové konstrukce,
- výrobcem betonu,
- zpracovatelem průkazných zkoušek.

Betony pro stavby Ředitelství silnic a dálnic ČR (dálnice, obchvaty, mosty, silnice I. a II. třídy) vyráběné dle TKP 18 MD ČR, musejí být tzv. PZ (průkazní zkoušky platnost 2 roky), které se musejí schválit na oddělení KKS ŘSD, jsou zde jiné požadavky než na obyčejné betony a **MN jsou vyšší!**



Obr.: 12 Dálniční most

Podobným předpisem jako TKP 18 jsou **Technické kvalitativní podmínky staveb českých drah, kapitola 17. Beton pro konstrukce.**

POZOR – na většině betonáren nejsou materiály vhodné pro dodávky na stavby ŘSD – vždy je nutné konzultovat dodávky s technoložem



ČSN EN 13877-2: Cementobetonové kryty Část 2: Funkční požadavky (ČSN 73 6150)

(související normy: ČSN EN 13877-1 Část 1: Materiály, ČSN 73 6123-1 Stavba vozovek – Cementobetonové kryty Část 1: Provádění a kontrola shody, TKP6:2015)

„Tato evropská norma platí pro cementobetonové kryty betonované na místě a hutněné vibrací. Zabývá se rovněž podkladním betonem a kryty na mostech. Je určena pro cementobetonové kryty silnic, dálnic a letišť, chodníků, cyklistických stezek, skladovacích ploch, všeobecně všech cementobetonových krytů zatěžovaných dopravou.“

Tato norma nahradila původní ČSN 73 6123: Cementobetonové kryty, podle které byly CB označovány: CB L (pro letiště), CB I (dálnice a rychlostní komunikace), CB II až CB IV (ostatní silnice až parkoviště).

Současné rozdělení je následující:

TYP	Pevnost v tlaku	Odolnost proti CHRL	Použití
CB I	C30/37	1000 g.m ⁻² /100 cyklů	Dálnice, letiště, rychlostní komunikace, silnice I. třídy
CB II	C30/37	1000 g.m ⁻² /75 cyklů	Silnice II. a III. Třídy, parkoviště, místní komunikace
CB III	C25/30	Nepředepisuje se	Obslužné a místní komunikace, parkoviště, dočasné a účelové komunikace

Norma předepisuje zpřísnující požadavky na kamenivo! a cement, ale i parametry ztvrdlého betonu. Protože požadavky na tyto betony nejsou časté a podmínky jejich výroby a kontroly jsou náročné, máme pro CB certifikáty systému řízení výroby jen na několika provozovnách. Jako alternativu lze použít betony vyhovující stupni agresivity prostředí XF4 s minimální pevnostní třídou C30/37.

CB I - používá se speciální silniční cement, v současné době se vyrábí výhradně dvouvrstvý s horní obrusnou vrstvou z vymetaného betonu (kamenivo 4-8 s tvarovým indexem Si 15!, konzistence S1-S2, odvoz sklopkou).



Obr.: 13 Pokládka dvouvrstvého CB I



ČSN 73 6124-1: Stavba vozovek – Vrstvy ze směsí stmelených hydraulickými pojivy – Část 1: Provádění a kontrola shody

„Tato norma stanovuje požadavky na provádění a kontrolu konstrukčních vrstev pozemních komunikací, letištních a jiných dopravních ploch ze směsí stmelených hydraulickými pojivy vyrobených podle ČSN EN 14227-1, 2, 3, 5 nebo za určitých podmínek podle ČSN EN 14227-10, 12, 13 a 14.“

Vydání této normy v březnu 2008 poměrně značně zkomplikovalo požadavky na směsi vyráběné do té doby pod označením **KSC I** a **KSC II** (kamenivo stmelené cementem) podle ČSN 73 6124 a **SC I** a **SC II** (cementové stabilizace I. a II. třídy) podle ČSN 73 6125. Jedná se o směsi kameniva, cementu a popílku, dodávané v zvlhlém stavu a určené zejména pro zpracování válcováním do podkladních vrstev komunikací. Tyto normy jsou již neplatné!

Od roku 2009 jsou v běžném sortimentu tyto směsi označovány podle **ČSN EN 14 227-3 Směsi stmelené hydraulickými pojivy – Specifikace – Část 3: Směsi stmelené popílkem** (toto označení znamená, že popílek není součástí cementu, hydraulickým pojivem ve směsi je samozřejmě cement) a podle **ČSN EN 14 227-1 Směsi stmelené hydraulickými pojivy – Specifikace – Část 1: Směsi stmelené cementem**. V souladu s přílohou A1, tabulka A.1 – Přiřazení původních názvů technologií ke třídám pevnosti je nové značení směsí následující:

Staré označení	Směsi stmelené popílkem ČSN EN 14227-3	Směsi stmelené cementem ČSN EN 14227-1
PB I	C _{18/24}	C _{20/25}
PB II	C _{15/20}	C _{16/20}
VB I	C _{12/16}	C _{12/16}
KSC I	C _{9/12}	C _{8/10}
KSC II	C _{6/8}	C _{5/6}
SC I	C _{3/4}	C _{3/4}
SC II	C _{1,5/2}	C _{1,5/2}

Názvosloví:

PB – podkladový beton

VB – válcovaný beton

KSC – kamenivo zpevněné cementem

MCB – mezerovitý beton

S – stabilizace cementem

Pro stavby ŘSD nutné schválení PZI, odvoz sklopkou



Obr.: 14 Kontrolní těleso KSC



Obr.: 15 Ukládání KSC



ČSN 73 6124-2: Stavba vozovek – Vrstvy ze směsí stmelených hydraulickými pojivy – Část 2: Mezerovitý beton

„Tato norma stanovuje požadavky na provádění a kontrolu drenážních vrstev a výplní při výstavbě pozemních komunikací, letištních a jiných dopravních ploch z mezerovitého betonu.“

Mezerovitý beton je vyráběn pod označením MCB. Je možné se setkat také s názvem „drenážní beton“.

„Mezerovitý beton je vrstva vytvořená ze stejnozrnného cementového betonu s velkým objemem mezer vyrobeného z frakcí hrubého kameniva, drobného kameniva, cementu, vody a případně přísad; kostru tvoří frakce hrubého kameniva, drobné kamenivo, cement, voda a přísady tvoří maltu pro obalení a spojení jednotlivých zrn kostry z hrubého kameniva“.



Obr.: 16 Kontrolní zkušební těleso MCB



ČSN 73 6126-1: Stavba vozovek - Nestmelené vrstvy – Část 1: Provádění a kontrola shody

„Tato norma stanovuje požadavky na provádění a kontrolu konstrukčních vrstev pozemních komunikací, letištních a jiných dopravních ploch z nestmelených směsí vyrobených podle ČSN EN 13285.“

Podle této normy lze na betonárnách v zásadě vyrábět MZK (mechanicky zpevněné kamenivo – minerální beton). Problémem je nutnost použití drobné drcené frakce kameniva, která se pro výrobu betonu nepoužívá. Vhodnější je výroba na speciálních zařízeních umístěných na staveništi případně ve výrobně drceného kameniva (v lomu). V případě výroby se MZK dodává ve vlhkém stavu vhodném pro dosažení maximálního zhutnění na stavbě.

MZK – směs kameniva a vody, na běžných betonárnách obtížně vyrobitelná (na betonárnách s hvězdicovou skládkou nevyrobitelná!), používá se speciální lomový písek, máme na to speciální míchačku (vyplatí se od cca 10 000 m³), odvoz sklopkou. Nutná konzultace s technologem!



Obr.: 17 Stabilní míchací centrum na MZK



Obr.: 18 Pokládka MZK



ČSN 73 6127-1,4: Stavba vozovek – Prolévané vrstvy –
Část 1: Vrstva ze štěrku částečně vyplněného cementovou maltou
Část 4: Kamenivo zpevněné popelkovou suspenzí

„Tyto normy stanovují požadavky na provádění a kontrolu konstrukčních vrstev pozemních komunikací, letištních a jiných dopravních ploch ze štěrku částečně vyplněného cementovou maltou (ŠCM) a z kameniva zpevněného popelkovou suspenzí (KAPS).“

Podle této normy lze na betonárnách v zásadě vyrábět cementové malty nebo popílkové suspenze použitelné k prolévání kamenných koster výše uvedených technologií. Z důvodu minimálních požadavků odběratelů nejsou uvedeny v běžném sortimentu, případné požadavky je nutno řešit individuálně. Směs KAPS nevyrábíme, místo toho nabízíme CPS (cementopopílkovou suspenzi).

ŠCM – stěrk **částečně** vyplněný cementovou maltou, dodáváme cementovou maltu, kterou se **částečně** vyplní (do hloubky cca 5-8 cm) kamenná kostra, konzistence Abrams 130 ± 20 mm.



Obr.: 15 Rozprostírání ŠCM



Obr.: 16 Hotová vrstva ŠCM



Cementopopílková suspenze (CPS) – směs cementu, popílku a vody vyráběné dle PN 1/2009 – slouží k zalévání starých šachet a potrubí (**velká spotřeba popílku!**), konzistence tekutá, případně speciální použití na zpevňování cest (např. technologie KAPS-LE)

Technologie	Kvalitativní třída	Značka
Cementopopílkové suspenze	I	CPS I
	II	CPS II
	III	CPS III

Parametr	Cementopopílková suspenze CPS	
Pevnost v tlaku ¹⁾ $R_{T,28,(60),(90)}$ MPa	I	3,5
	II	2
	III	0,5

¹⁾ Zkouší se na krychli o hraně 150 mm podle ČSN EN 12390-3.



Obr.: 21 Potrubí zalité CPS



Obr.: 22 Potrubí zalité CPS



SCC – Self Compacting Concrete

Samozhutnitelný beton, vyšší podíl jemných částí (cement, popílek, struska, vápenec, odprašky...), vysoká dávka plastifikační přísady, může být i provzdušněný, může být stabilizační přísada – je velmi náchylný na množství vody a přísady – může se rozměšovat, vyrábíme s Dmax8 a Dmax16 od třídy C25/30, konzistence SF1-SF3, vhodný pro konstrukce silně vyztužené, bez možnosti vibrace, důležitý je způsob ukládání, pozor na vysoký tlak v bednění! MN jsou individuální dle požadavků zákazníka.



Obr.: 23 Ukládání SCC



Obr.: 24 Zpracování SCC



Obr.: 25 Stěna z SCC



QCC – Quick Clever Concrete - rychlý chytrý beton

Jde o betonovou směs, která se blíží samozhutnitelnému betonu (SCC beton) ovšem její výhodou je, že není tak citlivá na obsah vody a vyznačuje se mnohem nižší lepivostí, čímž se výrazně zlepšuje její zpracovatelnost.

Tento lehce zpracovatelný beton vyniká vysokou tekutostí a snadným uložením do konstrukce. Konzistence směsi je SF1, vyrábět se dá všude, kde jsou materiály struska a popílek.

Vyrábíme ho ve dvou třídách:

C 16/20 X0 (CZ.F.1) Dmax 16 SF1

C 20/25 X0 (CZ.F.1) Dmax 16 SF1



Obr.: 26 a Obr.: 27 Stanovení konzistence sednutí-rozlítím směsi QCC



Obr.: 28 a Obr.: 29 Ukládání QCC



Bílá vana

Speciálně navržená směs pro zajištění minimálního smrštění a trhlin a maximální vodotěsnosti konstrukce, beton je silně vyztužený, minimální tloušťka konstrukce musí být 300 mm, může být i provzdušněný, navrhuje se od C25/30 výše, **pevnost** se z důvodu pomalé hydratace garantuje **po 60 (90) dnech**, konzistence S4 a výše (výjimečně S3) – beton musí být dokonale z vibrovaný, omezení teploty betonu, teploty vzduchu, doba ošetřování je delší, používá se místo klasické černé izolace (asfaltové pásy a nátěry), MN individuální



Obr.: 22 Bílá vana - silně vyztužená konstrukce



Obr.: 23 Těsnění pracovních spár



Nekonstrukční betony pro dlažby

C16/20 n XF1 Dmax8, C20/25 n XF3 Dmax8, MC25 XF4 Dmax4 – jsou betony vyráběné podle ČSN 73 61 31 – jsou primárně určené pro lože obrubníků a dlažeb a jejich spárování, jsou u nich nižší nároky oproti konstrukčním betonům, konzistence S1 - odvoz sklopkou, **pro stavby ŘSD musejí být opět schválené PZ**, platnost 2 roky.



Obr.: 24 Dlažba pod mostem



Složky pro výrobu betonu

Cement

Cement je hydraulická maltovina (tzn. maltovina schopná tvrdnutí pod vodou) vznikající pálením vhodných surovin (vápence a jílu) při teplotách kolem 1450 0C. K vzniklému „portlandskému slínku“ se přidávají další korekční suroviny a příměsi (sádrovec, struska, popílek, atd. podle druhu požadovaného cementu) a směs se mele na jemný prášek.

V současné době je cement vyráběn podle **ČSN EN 197-1 ed. 2** (72 2101) Cement-Část 1: Složení, specifikace a kritéria shody cementů pro obecné použití platné od dubna 2012. Základní druhy cementů jsou:

CEM I	Portlandský cement
CEM II	Portlandský cement směsný
CEM III	Vysokopecní cement
CEM IV	Pucolánový cement
CEM V	Směsný cement

Další dělení druhů cementu dle obsahu hlavních a doplňujících složek uvádí tabulka 1 výše uvedené normy.

Změna oproti původní normě, která platila souběžně do 31.3.2002 je v označování cementů s normálními počátečními pevnostmi. Například dříve označený CEM II/B-S 32,5 je dle nové normy CEM II/B-S 32,5 **N**. Značení cementů s vysokými počátečními pevnostmi je stejné (např. CEM I 42,5 **R**).

Pevnostní třídy cementu uvedené v této normě jsou:

32,5

42,5

52,5

chybí třída 22,5 uváděná dříve v národním dodatku.

Síranovzdorné cementy jsou v současné době v ČR vyráběny podle ČSN EN 197-1 ed.2. Má se zato, že cementy síranovzdorné vzhledem ke svému záměrně zvolenému složení, mají dlouhodobou odolnost v chemicky agresivních prostředích zahrnutých v tabulce F.1 ČSN EN 206. Cementy jsou označovány zkratkou SV, např. **CEM III SV 32,5 R**.

Síranovzdorné cementy jsou ovšem nadále vyráběny a označovány podle podnikových norem, např. **CEM III/A 32,5 R – svc** z cementárny Mokrá.

Dalším příkladem speciálního cementu vyráběného dle podnikové normy může být **silniční portlandský cement SC 7**.

Starší označení druhů (např. SPC, PC, VPC) a tříd cementů (např. 250, 325, 425) již není vhodné používat.

Obecně platí, že čím je vyšší pevnostní třída cementu a čím méně obsahuje příměsí, tím rychleji probíhá jeho tvrdnutí a tuhnutí a cement je vhodný např. do konstrukcí s požadavky na krátké odbedňovací lhůty nebo pro zimní betonáže. Naopak cementy nižších tříd s vysokým obsahem příměsí tuhnou a tvrdnou pomaleji a jsou vhodné např. pro masivní konstrukce nebo do chemicky agresivního prostředí.

Současná výroba cementu je stále více environmentálně i energeticky náročnější a je rovněž zatížena povinností snižovat emise skleníkových plynů z výpalu slínku. Z těchto důvodů probíhá trend omezování výroby a používání portlandských cementů (s vysokým obsahem slínku) a naopak prosazování směsných cementů (obsahujících jako hlavní složky zejména vysokopecní strusku, vápenec a popílek, např. CEM II/A-M 42,5R z Čížkovic).



Kamenivo

Pro kamenivo do betonu platí od listopadu 2008 **ČSN EN 12620+A1: Kamenivo do betonu**. Kamenivo se dělí do následujících skupin:

Podle velikosti částic:

- **drobné kamenivo** (písek) – nejčastěji jsou používány frakce 0 – 2 a 0 – 4 (frakce udává rozmezí velikosti částic v mm)
- **hrubé kamenivo** – nejčastěji frakce 4 – 8, 8 – 16, 11 – 22, 16 - 22
- široké frakce (např. 0 – 22, 0 – 32 jsou označovány jako **štěrkopísek** nebo **štěrkodrt'**, jejich použití do betonu není v zásadě možné)

Podle druhu:

- těžené
- těžené předrcené
- drcené

Podle původu:

- **umělé** (nejčastěji lehčené a pórovité kamenivo, např. Liapor, dříve keramzit)
- **přírodní**

Poměrně zásadní změnou oproti předchozím normám (zejména ČSN 72 1512) je, že výrobní norma na kamenivo neurčuje požadované parametry. Ty jsou nově uvedeny v tabulce F.2 změny Z3 podle jednotlivých stupňů vlivu prostředí.

Při běžné výrobě je pro odběratele betonu rozhodující zejména maximální frakce použitého kameniva v závislosti na typu konstrukce a způsobu zpracování (tenkostěnné nebo masivní konstrukce, vyrovnávací potěrové vrstvy, hustota výztuže, způsob vibrace).

U staveb pozemních komunikací podle TKP 18 je kladen zvláštní důraz na **odolnost kameniva proti alkalicko křemičité reakci**.

Porušení betonu v důsledku reakce alkálií s kamenivem v betonu bylo poprvé popsáno v USA (Kalifornii) v roce 1940, kde se objevily trhliny na betonovém krytu dálnice. Tento způsob porušení betonu se následně objevil v celé řadě zemí po celém světě. Zmiňovaný problém postihuje zejména konstrukce mostů, přehrad a hrází, vozovek apod. Této problematice je věnován rozsáhlý výzkum a jsou pravidelně pořádány mezinárodní konference.

V bývalém Československu nebyla tomuto tématu věnována patřičná pozornost, přestože byly k dispozici určité varující výsledky, zejména chemických zkoušek kameniva.

V České republice byl první případ porušení betonu v důsledku alkalické reakce zaznamenán v roce 1998 (betonový kryt dálnice D11). Od této doby je tomuto problému věnována intenzivní pozornost, hlavně ze strany Ředitelství silnic a dálnic ČR (ŘSD ČR).

Podstatou porušení betonu je průběh složitých fyzikálně chemických reakcí mezi částicemi reaktivního oxidu křemičitého (SiO_2) obsaženého v kamenivu a alkalickými roztoky obsaženými ve struktuře betonu. Produktem těchto reakcí je neomezeně botnající alkalicko-křemičitý gel (botnání je vstup kapaliny do pevné látky nebo gelu). V důsledku toho dochází k objemovým změnám betonu, postupným změnám fyzikálních vlastností betonu (snížení pevnosti v tlaku i tahu, snížení modulu pružnosti). Může dojít až naprosté destrukci betonové konstrukce. Doba nezbytná pro podstatné porušení konstrukcí závisí na řadě faktorů, zejména na obsahu alkálií, množství a druhu reaktivního kameniva. Nezbytnou podmínkou průběhu reakcí je také přísun vlhkosti do betonu. Ze zahraničních pozorování vyplývá, že vznik trhlín je obvykle pozorovatelný ve stáří betonu 1 až 5 let.

Z předcházejícího popisu vyplývá, že průběh škodlivých reakcí je z hlediska použitých materiálů závislý na celkovém obsahu alkálií, které jsou do betonu vnášeny všemi jeho složkami (cement, kamenivo, přísady a příměsi a voda) a na obsahu kameniva náchylnému k těmto reakcím.



Voda

Voda používaná pro výrobu betonu musí v současné době vyhovovat požadavkům ČSN EN 1008 (73 2028): Záměsová voda do betonu – Specifikace pro odběr vzorků, zkoušení a posouzení vhodnosti vody, včetně vody získané při recyklaci v betonárně, jako záměsové vody do betonu.

„*Jakost záměsové vody při výrobě betonu může ovlivnit dobu tuhnutí, vývoj pevnosti betonu a ochranu výztuže proti korozi*“. Pokud je používána pitná voda považuje se za vyhovující.

Příměsi

Jako příměsi do betonu se označují jemnozrnné pevné látky, které ovlivňují vlastnosti betonu v čerstvém i ztuhlém stavu. U čerstvého betonu se jedná zejména o konzistenci a zpracovatelnost a u ztuhlého betonu o pevnost, hutnost, trvanlivost, odolnost proti chemicky agresivnímu prostředí, atd. Jedná se zejména o mletou strusku, vápenec, kamenné moučky a popílek.

Využíván je černouhelný nebo hnědouhelný popílek z elektrostatických odlučovačů tepelných elektráren a tepláren. Podmínkou tohoto využití je, aby vyhovoval **ČSN EN 450-1:2013 (72 2064): Popílek do betonu. Část 1: Definice, specifikace a kritéria shody**.

Hlavním důvodem používání popílků je nesporně ekonomický přínos, nezanedbatelný je ovšem i pozitivní vliv na vlastnosti betonu.

Obecně není vhodné používat popílek do provzdušněných betonů.

Příměs	Pucolánové vlastnosti	Zvýšení odolnosti proti agresivnímu prostředí	Zlepšení čerpatelnosti	Zpomalení tuhnutí a tvrdnutí betonu
Popílek	Ano	Ano	Ano	Ano
Struska	Ano	Ano	Ano	Ano
Křemičité úlety	Ano	Ano	Ano	Ano
Vápenec	Ne	Ne	Ano	Ne
Kamenná moučka	Ne	Ne	Ano	Ne

Přísady

Obecným účelem dávkování přísad je zlepšení vlastností čerstvého nebo ztuhlého betonu nebo získání zcela nových vlastností (např. provzdušněné nebo samozhutnitelné betony). Nejrozšířenější oblastí je používání plastifikačních, případně superplastifikačních přísad, umožňující snížení obsahu záměsové vody a tím úsporu cementu. Dávkování přísad se liší podle požadavků, typu, účinnosti, atd., mělo by být ověřeno průkazní zkouškou. Podle platné ČSN by nemělo být vyšší než 5 % hmotnostních z obsahu cementu.

Poznámka: důležitým parametrem složení betonu je **vodní součinitel**, $v/c = \text{množství vody} / \text{množství cementu}$. Při dané konzistenci má beton s nižším vodním součinitelem vyšší pevnost a vyšší trvanlivost, viz. požadavky na maximální v/c v ČSN EN 206. Z uvedeného vyplývá také velmi negativní vliv na beton zvýšením v/c při nedodržení požadované konzistence na betonárně případně ředění betonu vodou na stavbě.

Pro přísady do betonu platí v současné době řada evropských norem **ČSN EN 934 (72 2326): Přísady do betonu, malty a injektážní malty**.

Jak již bylo uvedeno, patrně nejrozšířenější je používání plastifikačních přísad na bázi lignosulfonanu s mírným zpomalujícím účinkem.



V současné době je velmi intenzivně rozvíjena oblast tzv. „hyperplastifikátorů“ na bázi polykarboxylátů původně používaných zejména pro výrobu **samozhutnitelných** betonů (zkratka z angličtiny SCC = self compacting concrete, u nás někdy SZB). Tyto přísady ovšem postupně nahrazují běžné superplastifikátory např. na bázi naftalensulfonátu nebo melaminu.

Přísady na bázi polykarboxylátů jsou odmítány některými firmami provádějícími průmyslové podlahy, zejména u podlah se vsypem, z důvodu poněkud odlišného chování čerstvého betonu (velmi nízké odlučování vody na povrchu betonu, „houpání“ při leštění, atd.)

Samozhutnitelné betony jsou vysoce tekuté betony určené zejména pro složité, tenkostěnné konstrukce s hustou výztuží, kde není možné beton zpracovat klasickou vibrací. SCC beton obsahuje výrazně vyšší podíl jemných částic (cement, popílek, drobné kamenivo), nejčastěji se používá s maximální frakcí do 8 a 16 mm. Z těchto důvodů je také vhodný pro konstrukce s požadavky na pohledovost. Výroba SCC vyžaduje zvýšené požadavky na rovnoměrnou kvalitu vstupních složek a kontrolu čerstvého betonu. Z hlediska norem a předpisů nejsou požadavky na výrobu SCC ještě dostatečně propracovány.

Výjimečně jsou používány tzv. **expanzní přísady**, zabraňující smršťování betonu v průběhu jeho tvrdnutí, při kvalitním ošetřování (udržování betonu ve vlhku) může dojít i k mírné expanzi (rozepnutí) betonu. Obvyklým důvodem použití těchto příměsí je zabránění vzniku smršťovacích trhlin, často při dobetonování různých částí konstrukcí.

Vlákna, drátky

Další materiály, které mohou být v případě požadavku používány při výrobě betonu, jsou zejména **polypropylénová vlákna a ocelové drátky**.

Polypropylénová vlákna (nejčastěji délky 12 mm) zabraňují vzniku smršťovacích trhlin v raném stadiu tuhnutí a tvrdnutí betonu. Po ztvrdnutí betonu jeho vlastnosti již prakticky neovlivňují. Nejčastěji se používají u jemnozrnných potěrů a vodotěsných betonů. Dávkování se pohybuje v rozmezí 0,6 až 0,9 kg/m³. Vlákna jsou dodávána v rozpustných sáčkích a dávkuje se nejčastěji do autodomíchávače.

Ocelové drátky (tzv. rozptýlená výztuž) se používají nejčastěji do průmyslových podlah. Zcela nebo částečně nahrazují klasické síťové výztuže a ve ztvrdlém betonu příznivě působí zejména na pevnost v tahu za ohybu. Dávkování se nejčastěji pohybuje v rozmezí 20 až 40 kg/m³ a je možné buď do míchačky nebo autodomíchávače. Způsob a doba míchání má zásadní vliv na homogenitu **drátkobetonu** (negativním jevem je vznik tzv. „ježků“). Dávkování drátků je zpravidla nutné zohlednit v receptuře betonu (zvýšení dávky drobného kameniva, zejména u čerpatelných betonů).

Všechny výše uvedené složky betonu jsou na betonárnách kontrolovány podle Kontrolního a zkušebního plánu, který je souvisejícím dokumentem **Příručky kvality**. Na všechny uvedené složky betonu (kromě vody) se vztahují požadavky zákona č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky.



Výroba betonu

Výroba betonu probíhá na betonárnách v míchacích centrech (míchačkách) jejichž úroveň může být velmi rozdílná. Při sjednávání zakázek na výrobu betonu je nutné zohlednit zejména:

- kapacitu betonárny, která je dána zejména velikostí míchačky a udává se hodinovým výkonem v m³,
- počet používaných frakcí kameniva,
- možnost použití popílku, případně více druhů cementu
- uzpůsobení betonárny pro zimní provoz
- celkový technický stav betonárny
- existence záložní betonárny

Veškeré procesy probíhající při výrobě na betonárnách jsou popsány v **Příručce jakosti a souvisejících dokumentech systému jakosti**.

Receptury jsou na betonárnách uloženy v dispečerském programu betonárny. Každá receptura je jednoznačně identifikována Kódem označování receptur ZAPA.

Kontrola výroby betonu

Zkoušky čerstvého a ztvrdlého betonu prováděné běžně na betonárně uvádí tabulka 3, která je součástí Kontrolního a zkušebního plánu jednotlivých betonáren, který je zpracován podle požadavků ČSN EN 206.

Vyhodnocení zkoušek ztvrdlého betonu (zejména pevnosti betonu v tlaku) je odběratelům betonu dokládáno **Souhrnnými protokoly o výsledcích kontrolních zkoušek**, v kterých je hodnoceným obdobím kalendářní měsíc. Celková výroba na betonárně je hodnocena podle požadavků ČSN EN 206.

Zkoušky ztvrdlého betonu je možné také provádět na tělesech vyrobených z čerstvého betonu odebraného na stavbě, kde je ovšem nutné klást důraz na dodržování normových požadavků na způsob výroby a uložení těchto těles (v praxi je dodržování těchto požadavků poměrně problematické). Pro takto odebraná tělesa uvádí platné normy také způsob vyhodnocení.

Hodnocení betonu na základě odběru vzorků z konstrukce (zejména jádrových vývrtů) je již značně sporné. Tato problematika je uvedena ve **Stanovisko k posuzování a vyhodnocování kvality ztvrdlého betonu na tělesech vyjmutých z konstrukce** Doc. Dohnálka zpracovanému pro ZAPA beton a.s. v roce 2001.

V červnu 2007 vstoupila v platnost **ČSN EN 13791 Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a v prefabrikovaných betonových dílcích**. „*Tato norma uvádí způsoby pro stanovení pevnosti betonu v tlaku v konstrukci a v prefabrikovaných betonových dílcích. Zkoušení v konstrukci uvažuje vliv jak materiálů, tak i provádění (hutnění, ošetřování)*“. Norma zavádí „poměr charakteristické pevnosti betonu v konstrukci k charakteristické pevnosti betonu normových těles“ 0,85. Velmi zjednodušeně lze tedy říci, že hodnoty pevnosti zjištěné v konstrukci až o 15 % nižší než charakteristická pevnost jsou vyhovující.

Nedestruktivní zkoušky Schmidovým tvrdoměrem na konstrukcích je nutno považovat spíše za orientační, časté využití mají zejména v zimním období pro stanovení nárůstu pevnosti betonu v konstrukci a možnosti jeho odbednění.



Zkoušky čerstvého betonu, četnost odběru vzorků

Činnost	Četnost zkoušek		Dle požadavku
MĚŘENÍ TEPLOTY VZDUCHU	KAŽDÝ DEN (MINIMÁLNÍ A MAXIMÁLNÍ TEPLOTA)		ČSN EN 206, technolog
MĚŘENÍ TEPLOTY BETONU ČI POTĚRU	VŽDY PŘI VÝROBĚ ZKUŠEBNÍCH TĚLES, VŽDY PŘI STANOVENÍ KONZISTENCE, VŽDY PŘI STANOVENÍ OBSAHU VZDUCHU (U BETONU)		
STANOVENÍ KONZISTENCE (ZKOUŠKA SEDNUTÍM)	VŽDY PŘI VÝROBĚ ZKUŠEBNÍCH TĚLES, VŽDY PŘI STANOVENÍ OBSAHU VZDUCHU (U BETONU), VŽDY V PŘÍPADĚ POCHYBNOSTÍ PO VIZUÁLNÍ INSPEKCI		ČSN EN 206, tab. 29
STANOVENÍ OBJEMOVÉ HMOTNOSTI ČERSTVÉHO BETONU ČI POTĚRU	SOUČASNĚ PŘI VÝROBĚ ZKUŠEBNÍCH TĚLES		odběratel, technolog
VÝROBA TĚLES PRO ZKOUŠKY PEVNOSTI V TLAKU (platí pro beton podle ČSN EN 206, TN SVB 01-2014,B 12,5 podle TN SVB ČR 01-2004)	TŘÍDA BETONU	POČET TĚLES (ZKOUŠEK) PRO BETON STEJNÉ TŘÍDY	
	Počáteční výroba, všechny třídy	3ks na prvních 50m³ betonu, 1ks na každých (i započatých) 200m³ betonu, minimálně 2ks za týden	ČSN EN 206 čl. 8.2.1 tab. 17 TN SVB ČR 01-2014 čl. 8.2.1 tab. 13
	Průběžná výroba, všechny třídy (dosažení průběžné výroby určuje technolog)	1ks na každých (i započatých) 400m³ betonu minimálně 1ks za týden	TN SVB ČR 01-2004 čl. 8.2.1 tab. 8
VÝROBA TĚLES PRO ZKOUŠKY PRŮSAKU TLAKOVOU VODOU	všechny třídy XC4, XD2-3, XA1-3	3ks na každých 1000 m³ betonu, min. 1 x za rok	TN SVB ČR 01-2014
		3ks v případě požadavku odběratele, po domluvě s technologem	



VÝROBA TĚLES PRO ZKOUŠKY MRAZUVZDORNOSTI	všechny třídy T50, T100	6ks v případě požadavku odběratele, po domluvě s technologem	ČSN 73 1322
STANOVENÍ OBSAHU VZDUCHU	provzdušněné XF1-4	1x při první denní záměsi, 1x při výrobě zkušebních těles, minimálně 3x denně	TN SVB ČR 01-2014 ČSN EN 206 tab. 29
VÝROBA TĚLES PRO ZKOUŠKY ODOLNOSTI POVRCHU BETONU PROTI PŮSOBENÍ VODY A CHRL	provzdušněné XF1-4	1-3ks v případě požadavku odběratele, po domluvě s technologem	TN SVB ČR 01-2014 tab. 17
VÝROBA TĚLES PRO ZKOUŠKY STANOVENÍ SOUČinitele PROSTOROVÉHO ROZLOŽENÍ VZDUCHOVÝCH PÓRŮ A OBSAHU MIKROSKOPICKÉHO VZDUCHU	provzdušněné XF1-4	2ks na každých 10 000 m³ betonu, min. 1 x za 2 roky	TN SVB ČR 01-2014 tab. 17
VÝROBA TĚLES PRO ZKOUŠKY PEVNOSTI V TLAKU (platí pro potěry dle PN 03/2005)	Všechny třídy	1 zkouška na každých (i započatých) 1000 m³ potěru	PN 03/2005 Jednou zkouškou se rozumí odběr jedné krychle o hraně 150 mm



Text uvedený v uvozovkách kurzívou je doslovným přepisem z norem, předpisů atd.

Použitá a doporučená literatura (kromě výše uvedených norem):

- Svaz výrobců betonu ČR: Za betonem do Evropy, Praha 1998
- Svaz výrobců betonu ČR: Speciální betony, Praha 2001
- Svaz výrobců betonu ČR: Betonárny a životní prostředí, Praha 1999
- Seidlerová Irena, Dohnálek Jiří: Dějiny betonového stavitelství v českých zemích do konce 19. století, Praha 1999
- Dohnálek Jiří: Stanovisko k posuzování a vyhodnocování kvality zatvrdlého betonu na tělesech vyjmutých z konstrukce, Praha, prosinec 2001
- ZAPA beton a.s.: Dokumenty systému managementu kvality



Výrobní kapacity betonáren

Ověřený hodinový výkon		běžné betony	provzdušněné betony + CB	stabilizace (KSC, MZK)	lité potěry (anhy, slim)	Cemento-popílkové suspenze
7501	Kačerov	160	120	160	40	60
7502	Kladno	90	60	70	50	40
7503	Kolín	80	60	90	-	70
7504	Hradec Králové	40	30	40	-	25
7505	Písnice	64	56	50	30	33
7506	Hulín	70	50	70	36	25
7507	Olomouc - Holice	100	60	120	-	30
7508	Vyškov	40	32	32	20	20
7509	Přerov II.	70	50	70	42	30
7510	Středokluky	42	32	40	25	25
7511	Prostějov	60	45	60/50	neděláme	25
7512	Moravská Třebová	40	30	45	25	15
7514	Holubice	65-70	50	60	40	45
7515	Šenov u NJ	38	27	38		15
7516	Olomouc - Rataje	15	7	15	-	6
7517	Plzeň	40	30	40	20	20
7518	Tábor	65	45	65	-	45
7520	Neratovice	76	71	65	35	35
7521	Ostrava - Hrabová	38	27	38/20	10	15
7522	Strážnice	35	30	30		10
7523	Mladá Boleslav	75	55	75	-	50
7524	Svitavy	35	30	35/35		15
7525	Hranice II.	60	50	84/?		28
7526	Slaný	45	35	40	25	25
7527	Stráž pod Ralskem	32	25	30	20	30
7528	Brandýs nad Labem	45	35	45	-	25
7530	Šumperk	40	30	40	25	15
7531	Liberec	70	55	55	-	70
7532	České Budějovice	65	45	65	-	45
7533	Hodonín II.	40	40	40/40	16	16
7534	Havlíčkův Brod II.	40	35	40/ 0	0	30
7535	Horoměřice	80	55	70	50	35
7536	Benešov	35	18	40	-	20
7537	Vysoké Mýto	43	37	40	-	15
7538	Frýdek - Místek	75	45	75/40		30
7539	Ostrava - Heřmanice	35	27	37/20		15
7540	Říčany	80	60	90	-	70
7541	Chotěboř	45	35	50/ 0	30	30
7542	Nové Město na Mor.	45	35	50/ 0	0	30
7543	Dolní Dunajovice	20	-	22	-	-
7544	Polička	40	30	40	25	15
7545	Suchdol nad Odrou	75	40	75/40	20	30



Ověřený hodinový výkon		běžné betony	provzdušněné betony + CB	stabilizace (KSC, MZK)	lité potěry (anhy, slim)	Cemento-popílkové suspenze
7546	Zlín II.	25	18	18/18	neděláme	8
7547	Ždírec	18	15	20/ 0	0	0
7548	Hlinsko	15	14	18/ 0	0	0
7549	Aš	84	60	70	-	35
7550	Lanškroun	25	20	30		15
7551	Litvínov	80	55	70	-	35
7552	Pohořelice u Brna	35	27	33/25	neděláme	35
7553	Slušovice	18	14	13.10	neděláme	5
7554	Staré Město II	65	50	70/70	50	50
7555	Vlašim	45	30	50	-	40
7556	Ústí nad Orlicí	15	12	15	-	10
7691	Brno	80	55-60	70/60	45-50	27
7696	Zábřeh	45	30	40	-	18



Základní data techniky v majetku oblasti Čechy

čerpadla	24/20 m	28/24 m	31/27 m	32/28 m	34/30 m	36/32 m	38/34 m	39/42 m	42/38 m	46/42 m	52/48 m	mixpumpa PUMI 24/20	mixpumpa BERTA 16/12
počet (ks)	1	1	2	1	3	1	2	1	1	1	1	7	1
dosah do výšky(m)	24	28	31	32	34	36	38	39	42	46	52	24	16
dosah do délky (m)	20	24	27	28	30	32	34	35	38	42	48	20	12
možnost přidavného potrubí, hadice ANO / NE	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
délka vozu (m)	10,045	9,360	10,800	10,115	10,730	11,310	12,350	10,700	11,195	11,936	14,380	9,538	9,017
šíře vozu (m)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
výška vozu (m)	3,900	3,832	4,000	3,900	3,800 - 3,955	3,920	3,840 - 3,950	3,840	4,000	3,950	4,000	3,850 4,000	3,932
šířka rozpatkování - přední patky (m)	4,700	5,960	6,300	6,300	6,210	6,300	6,300	7,940	8,000	8,300	10,400	4,000	nepatkuje se
šířka rozpatkování - zadní patky (m)	2,400	3,600	6,300	6,300	5,700	6,500	6,500	6,400	8,000	8,300	10,200	2,300	nepatkuje se
zatížení na podpěry přední/zadní (kN)	140/90	180/170	180/195	175/140	175/140	180/185	195/200	180/180	225/225	270/270	350/350	180/125	x
váha čerpadla (kg)	24 700	21 520	28 000	29 500	26 000	26 000	26 000	28 000	34 000	35 500	49 000	32 000	32 000
výkon - kolik m ³ /hod (max. teoretický výkon)	90	90	140	160	150	140-160	160	163	160	163	160	56	51
počet náprav	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	5	x	x

Stabilní čerpadla 3x výkon 45m³/hod rozměry: 2m na 4m

Objem

autodomčávače	7 m ³	9 m ³
počet (ks)	22	20
výška(m)	3,632 - 3,800	3,791 - 4,000
šířka (m)	2,500	2,500
hmotnost celková (kg)	26 000	32 000
hmotnost pohotovostní (kg)	13 080 - 13 750	13 700 - 15 350
objem přepr. zboží (m ³)	5,33 - 5,62	6,81 - 7,96

Základní data techniky v majetku oblasti Morava

čerpadla	24/20 m	28/24 m	31/27 m	34/30 m	36/32 m	38/34 m	42/38 m	46/42 m	mixpumpa PUMI 24/20
počet (ks)	2	2	1	1	1	1	1	2	2
dosah do výšky(m)	24	28	31	34	36	38	42	46	24
dosah do délky (m)	20	24	27	30	32	34	38	42	20
možnost přidavného potrubí, hadice ANO / NE	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
délka vozu (m)	10,045	9,360	10,800	10,730	11,310	12,350	11,195	11,936	9,538
šíře vozu (m)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
výška vozu (m)	3,900	3,832	4,000	3,800 - 3,955	3,920	3,840 - 3,950	4,000	3,950	3,850 4,000
šířka rozpatkování - přední patky (m)	4,700	5,960	6,300	6,210	6,300	6,300	8,000	8,300	4,000
šířka rozpatkování - zadní patky (m)	2,400	3,600	6,300	5,700	6,500	6,500	8,000	8,300	2,300
zatížení na podpěry přední/zadní (kN)	140/90	180/170	180/195	175/140	180/185	195/200	225/225	270/270	180/125
váha čerpadla (kg)	24 700	21 520	28 000	26 000	26 000	26 000	34 000	35 500	32 000
výkon - kolik m ³ /hod (max. teoretický výkon)	90	90	140	150	140-160	160	160	163	56
počet náprav	3	3	3	3	3	3	4	4	x

Objem

autodomčávače	7 m ³	9 m ³
počet (ks)	5	27
výška(m)	3,632 - 3,800	3,791 - 4,000
šířka (m)	2,500	2,500
hmotnost celková (kg)	26 000	32 000
hmotnost pohotovostní (kg)	13 080 - 13 750	13 700 - 15 350
objem přepr. zboží (m ³)	5,33 - 5,62	6,81 - 7,96