

Technické kvalitativní podmínky staveb státních drah

Kapitola 17 BETON PRO KONSTRUKCE

Vydání: duben 2022

Účinnost od 1. června 2022

Nahrazení předchozího znění kapitoly

Datem účinnosti tohoto dokumentu se nahrazuje kapitola 17 - Beton pro konstrukce schválená dne 27.03.2013 účinná od 01.05.2013.

Schváleno pod č.j. 21798/2022-SŽ-GŘ-O13
dne 5. dubna 2022

Bc. Jiří Svoboda, MBA v. r.
Generální ředitel

**Technické kvalitativní podmínky
Kapitola 17 - Beton pro konstrukce**

Zpracovatel: doc. Ing. Jiří Brožovský, CSc.
prof. Ing. Rudolf Hela, CSc.

Gestorský útvar: Správa železnic, státní organizace
Generální ředitelství
Odbor traťového hospodářství
Praha
www.spravazeleznic.cz

Gestor: Ing. Tomáš Šlais

Vydání: duben 2022

Náklad: vydáno pouze v elektronické podobě (PDF), formát (A4)

© Správa železnic, státní organizace, rok 2022

Tento dokument je duševním vlastnictvím státní organizace Správa železnic, na které se vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů. Státní organizace Správa železnic je v uvedené souvislosti rovněž vykonavatelem majetkových práv. Tento dokument smí fyzická osoba použít pouze pro svou osobní potřebu, právnická osoba pro svou vlastní vnitřní potřebu. Poskytování tohoto dokumentu nebo jeho části v jakékoliv formě nebo jakýmkoliv způsobem třetí osobě je bez svolení státní organizace Správa železnic zakázáno.

OBSAH

	Strana
SEZNAM ZKRATEK.....	6
17.1 ÚVOD	7
17.1.1 Všeobecně.....	7
17.1.1.1 Pojmy a ustanovení.....	7
17.1.1.2 Výklad TKP kapitoly 17	7
17.1.1.3 Základní technické předpisy	7
17.1.1.4 Rozsah platnosti	7
17.1.1.5 Životnost betonu a konstrukcí	7
17.1.2 Legislativní požadavky na beton.....	8
17.1.2.1 Požadavky zákona č. 22/1997 Sb. a souvisejícího nařízení vlády č. 163/2002 Sb.....	8
17.1.3 Systém řízení výroby betonu.....	8
17.2 POPIS A KVALITA STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ.....	8
17.2.1 Požadavky na základní složky betonu	8
17.2.1.1 Všeobecně	8
17.2.1.2 Cement	9
17.2.1.3 Kamenivo	9
17.2.1.4 Záměsová voda	10
17.2.1.5 Přísady	10
17.2.1.6 Příměsi	10
17.2.1.7 Vlákna	11
17.2.2 Požadavky na beton	11
17.2.2.1 Všeobecně	11
17.2.2.2 Požadavky na složení betonů.....	11
17.2.3 Požadavky na zajištění čerpatelnosti betonu.....	16
17.2.4 Požadavky na samozhutnitelné betony (SCC).....	16
17.2.4.1 Definice	16
17.2.4.2 Všeobecně	16
17.2.4.3 Složky samozhutnitelného betonu	17
17.2.4.4 Složení samozhutnitelného betonu	17
17.2.4.5 Požadavky na vlastnosti samozhutnitelných betonů	17
17.2.5 Požadavky na pohledové betony (PB)	18
17.2.5.1 Definice	18
17.2.5.2 Požadavky na pohledový beton	18
17.2.5.3 Složky a složení pohledového betonu.....	18
17.2.6 Požadavky na betony pro speciální geotechnické práce	19
17.2.6.1 Všeobecně	19
17.2.6.2 Složky betonu.....	19
17.2.6.3 Složení betonu.....	19
17.2.6.4 Požadavky na vlastnosti čerstvého betonu	20
17.2.7 Požadavky na vysokopevnostní betony (HSC)	20
17.2.7.1 Všeobecně	20
17.2.7.2 Složky betonu.....	20
17.2.7.3 Složení betonu.....	21
17.2.7.4 Požadavky na výrobu HSC.....	21
17.2.8 Požadavky na nekonstrukční betony (n)	21
17.2.8.1 Všeobecně	21
17.2.8.2 Požadavky na nekonstrukční betony	21
17.2.9 Požadavky na mezerovitý (drenázní) beton (MCB).....	22
17.2.9.1 Všeobecně	22
17.2.9.2 Složky a složení mezerovitého betonu	22
17.2.9.3 Požadavky na mezerovitý beton.....	23
17.2.9.4 Zkušební postupy při průkazních a kontrolních zkouškách mezerovitého betonu	24
17.2.10 Polymerní malty a polymerní betony.....	25
17.2.10.1 Všeobecně	25
17.2.10.2 Požadavky na polymerní malty a polymerní betony	25
17.2.11 Betony pro masivní konstrukce	26

17.2.11.1	Požadavky na složky a složení	26
17.2.12	Vláknobetony	26
17.2.13	Ultravysokopevnostní betony	26
17.2.14	Specifikace typového betonu.....	27
17.2.14.1	Všeobecně	27
17.2.14.2	Čerstvý beton.....	27
17.2.14.3	Ztvrdlý beton	28
17.2.14.4	Příklad označování betonů.....	28
17.3	TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRACÍ.....	36
17.3.1	Doprava	37
17.3.2	Ukládání a zhutňování čerstvého betonu	38
17.3.2.1	Všeobecně	38
17.3.2.2	Ukládání a zhutňování běžně vibrovaného betonu	38
17.3.2.3	Ukládání čerstvého betonu za nízkých a záporných teplot.....	39
17.3.2.4	Ukládání čerstvého betonu v horkém a suchém prostředí	40
17.3.2.5	Ukládání samozhutnitelného betonu	40
17.3.2.6	Ukládání a hutnění pohledového betonu.....	40
17.3.2.7	Ukládání a hutnění mezerovitého betonu.....	41
17.3.2.8	Ukládání betonu pro speciální geotechnické práce	41
17.3.3	Ošetřování betonu	42
17.3.3.1	Všeobecně	42
17.3.3.2	Definice vnějších podmínek při ošetřování betonu	42
17.3.3.3	Ošetřování betonu za normálních podmínek	43
17.3.3.4	Ošetřování betonu za nízkých a záporných teplot	43
17.3.3.5	Ošetřování betonu v horkém a suchém prostředí	44
17.3.3.6	Specifika ošetřování některých betonů.....	44
17.4	PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY	45
17.4.1	Oprávnění k průkazním zkouškám.....	45
17.4.2	Provádění průkazních zkoušek	45
17.4.3	Vyhodnocení výsledků průkazních zkoušek betonu	46
17.4.4	Kontrolní postupy	48
17.4.5	Odhylky obsahu složek betonu od receptury stanovené při průkazní zkoušce	49
17.5	ODEBÍRÁNÍ VZORKŮ A KONTROLNÍ ZKOUŠKY.....	49
17.5.1	Oprávnění ke kontrolním zkouškám.....	49
17.5.1.1	Kontrolní zkoušky na betonárně	49
17.5.1.2	Kontrolní zkoušky na stavbě.....	49
17.5.2	Kontrolní zkoušky prováděné výrobcem betonu.....	49
17.5.3	Kontrolní zkoušky prováděné na stavbě.....	50
17.5.3.1	Typy a četnost kontrolních zkoušek	50
17.5.3.2	Záznam o kontrolních zkouškách čerstvého betonu na stavbě.....	50
17.5.3.3	Kritéria hodnocení shody při kontrolních zkouškách	50
17.6	PŘÍPUTNÉ ODCHYLY, MÍRA OPOTŘEBENÍ, ZÁRUKY.....	54
17.7	KLIMATICKÁ OMEZENÍ	55
17.8	ODSOUHLASENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ	55
17.8.1	Podklady pro odsouhlení betonárny před zahájením prací	55
17.8.2	Přejímká betonu	55
17.8.3	Doklady o kvalitě složek betonu	56
17.8.4	Doklady o kvalitě betonu	56
17.8.5	Doklady o kvalitě betonu předkládané zhotovitelem.....	56
17.9	OVĚŘOVÁNÍ KVALITY BETONU ZABUDOVANÉHO V KONSTRUKCÍCH A DÍLCÍCH	57
17.9.1	Oprávnění ke kontrolním zkouškám.....	57
17.9.2	Nedestruktivní zkoušky betonu a dílců zabudovaných v konstrukci	57
17.9.3	Zkoušky vlastnosti betonu na vzorcích vyjmoutých z konstrukce	59
17.10	EKOLOGIE.....	60
17.11	BEZPEČNOST PRÁCE A TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ, POŽÁRNÍ OCHRANA	60
17.12	SOUVISEJÍCÍ NORMY A PŘEDPISY.....	60
17.13	PŘÍKLADY ZKOUŠEK ČERSTVÉHO BETONU.....	61
17.13.1	Obyčejný beton	61
17.13.2	Samozhutnitelné betony - SCC	61

PŘÍLOHA A (INFORMATIVNÍ) DOPORUČENÁ PÁSMA ZRNITOSTI PRO OBYČEJNÉ BETONY.....	66
PŘÍLOHA B (INFORMATIVNÍ) DOPORUČENÁ PÁSMA ZRNITOSTI PRO ČERPATELNÉ BETONY.....	69
PŘÍLOHA C (INFORMATIVNÍ) DOPORUČENÉ PÁSMO ZRNITOSTI PRO MEZEROVITÝ BETON	70
PŘÍLOHA D (INFORMATIVNÍ) DOPORUČENÁ PÁSMA ZRNITOSTI PRO SAMOZHUTNITELNÉ BETONY.....	71
PŘÍLOHA E (INFORMATIVNÍ) VLÁKNOBETON	72
PŘÍLOHA F (INFORMATIVNÍ) POHLEDOVÉ BETONY.....	73
PŘÍLOHA G (INFORMATIVNÍ) ULTRAVYSOKOPEVNOSTNÍ BETONY (UHSC).....	87
PŘÍLOHA H (NORMATIVNÍ) ZKOUŠKA STANOVENÍ FILTRAČNÍ STABILITY ČERSTVÉHO BETONU	89
PŘÍLOHA I (NORMATIVNÍ) STANOVENÍ OBJEMOVÝCH ZMĚN BETONU (SMRŠTĚNÍ A BOBTNÁNÍ) – MODIFIKOVANÁ METODA PODLE ÖNORM B3329	91
PŘÍLOHA J (NORMATIVNÍ) STANOVENÍ STATICKÉHO MODULU PRUŽNOSTI Z DYNAMICKÉHO MODULU PRUŽNOSTI V TLAKU ZE ZKOUŠENÍ ULTRAZVUKOVOU IMPULSOVOU METODOU.....	93
PŘÍLOHA K (INFORMATIVNÍ) ZÁZNAM O KONTROLNÍCH ZKOUŠKÁCH ČERSTVÉHO BETONU PŘI PŘEJMCE NA STAVBĚ	96
PŘÍLOHA L (NORMATIVNÍ) ZKOUŠKA MRAZUVZDORNOSTI NEKONSTRUKČNÍCH BETONŮ	97
PŘÍLOHA M (NORMATIVNÍ) MEZNÍ HODNOTY PRO STUPNĚ CHEMICKÉHO PŮSOBENÍ ROSTLÉ ZEMINY A PODzemní VODY.....	99
PŘÍLOHA N (INFORMATIVNÍ) KONTROLNÍ A ZKUŠEBNÍ PLÁN (KZP) BETONÁŽE	100
PŘÍLOHA O (INFORMATIVNÍ) TECHNOLOGICKÝ PŘEDPIS BETONÁŽE.....	104

Seznam zkratek

AZL	akreditovaná zkušební laboratoř
D_{max}	maximální jmenovitá horní mez frakce kameniva
D_{lower}	nejmenší velikost D horního síta pro nejhrubší frakci kameniva betonu přípustná podle specifikace betonu
D_{upper}	největší velikost D horního síta pro nejhrubší frakci kameniva betonu přípustná podle specifikace betonu
ČSN	česká technická norma
ČSN P	česká technická norma
eDAP	elektronická knihovna dokumentů a předpisů
EN	evropská technická norma
HSC	vysokopevnostní beton (high strength concrete)
UHSC	ultravysokopevnostní beton (ultra high strength concrete)
ISO	mezinárodní technická norma
KZ	kontrolní zkouška
KZP	kontrolní a zkušební plán
MCB	mezerovitý beton
n	nekonstrukční betony
PB	pohledový beton
PD	projektová dokumentace
PZ	průkazní zkouška
SCC	samožhutnitelný beton (self compacting concrete)
SŘV	systém řízení výroby
SŽ	Správa železnic, státní organizace
TDS	technický dozor stavebníka
TP	technické podmínky
TKP	technické kvalitativní podmínky staveb státních drah
TePř	technologický předpis
ZTP	zvláštní technické podmínky

17.1 ÚVOD

17.1.1 VŠEOBECNĚ

17.1.1.1 Pojmy a ustanovení

Pro tuto kapitolu platí všechny pojmy, ustanovení, požadavky a údaje uvedené v kapitole 1 TKP - Všeobecně, ČSN EN 206+A2, ČSN P 73 2404 a ČSN EN 13670 v aktuálním znění.

- a) *Objednatel betonu*: objednatelem betonu může být zhotovitel stavby nebo jeho podzhotovitel.
- b) *Výrobce betonu*: osoba nebo organizace vyrábějící čerstvý beton, která má příslušná oprávnění k jeho výrobě.
- c) *Podmínky prostředí*: podmínky, které působí na výrobu, dopravu a zpracování čerstvého betonu a na tuhnutí a tvrdnutí betonu.

17.1.1.2 Výklad TKP kapitoly 17

- (1) Tato kapitola se musí vykládat a chápat ve smyslu ustanovení, definic, pokynů a doporučení uvedených v TKP Kapitola 1 - Všeobecně. Současně je třeba dodržovat platné české technické normy.
- (2) Informativní a doporučující ustanovení ČSN EN 206+A2, ČSN P 73 2404, ČSN 73 6131 a ČSN EN 13670 je nutno považovat za závazná pokud TKP, TP nebo zadávací podmínky nestanoví jinak.
- (3) V případě rozporu mezi TKP, českými technickými normami základními i souvisejícími jsou rozhodující kritéria a ustanovení TKP.

17.1.1.3 Základní technické předpisy

- (1) Pro výrobu betonů od třídy C 8/10 platí ustanovení ČSN EN 206+A2, od třídy C -/5 a C -/7,5 platí ustanovení ČSN P 73 2404.
- (2) Pro výrobu nekonstrukčních betonů platí ustanovení ČSN 73 6131 a této kapitoly TKP.
- (3) Požadavky na beton jsou kodifikovány v ustanovení ČSN EN 206+A2, ČSN P 73 2404.
- (4) Pro provádění stříkaného betonu platí ustanovení ČSN EN 14487-1 a ČSN EN 14487-2 a TKP kapitola 20 - Tunely.
- (5) Všichni účastníci stavebních prací jsou povinni respektovat ustanovení všech souvisejících platných ČSN, pokud nejsou v rozporu s výše uvedenými normami.

17.1.1.4 Rozsah platnosti

- (1) Požadavky uvedené v této kapitole TKP platí pro obyčejný beton, který má po vysušení objemovou hmotnost v rozmezí 2000 kg/m³ – 2600 kg/m³.
- (2) Tato kapitola TKP platí i pro betony pro speciální geotechnické práce, čerpatevný, mezerovitý drenážní beton, vysokopevnostní a ultravysokopevnostní a nekonstrukční betony.
- (3) Ustanovení této kapitoly TKP mohou být použita i pro těžký nebo lehký beton v souladu s ustanoveními ČSN EN 206+A2, ČSN P 73 2404 a jsou pro konkrétní případy řešeny v TePř.

17.1.1.5 Životnost betonu a konstrukcí

- (1) Návrhová životnost betonových staveb je stanovena v TKP kapitola 18 – Betonové mosty a konstrukce v příloze A.

17.1.2 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY NA BETON

17.1.2.1 Požadavky zákona č. 22/1997 Sb. a souvisejícího nařízení vlády č. 163/2002 Sb.

V souladu s požadavky zákona č. 22/1997 Sb. v platném znění a nařízení vlády č. 163/2002 Sb. v platném znění je výrobce povinen prokazovat shodu u vybraných stavebních výrobků. Přehled těchto výrobků je uveden v příloze č. 2 tohoto nařízení vlády.

Betony třídy C 12/15 a vyšší:

- (1) V souladu s požadavky Nařízení vlády č. 163/2002 Sb. v platném znění musí být u betonů třídy C 12/15 a vyšších tříd prokazována shoda postupem uvedeným v § 6 tohoto nařízení vlády, tj. posouzení systému řízení autorizovanou osobou (nelze nahrazovat certifikátem systému managementu dle ČSN EN ISO 9001:2016). Systém prokázání shody dle § 6 nařízení vlády č. 163/2002 Sb. v platném znění může být nahrazen jeho vyšším stupněm, tj. posouzením shody dle § 5 – certifikace výrobku podle toho nařízení vlády.
- (2) Vyšším stupněm systému řízení výroby betonu je u výrobce zavedený a certifikovaný systém managementu kvality dle ČSN EN 9001:2016. Průkazem o zavedeném systému managementu kvality v prováděcí organizaci je certifikát vydaný certifikačním orgánem pro výrobu transportního betonu. Platnost certifikátu na systém managementu kvality je časově omezena a musí být periodicky obnovována.
- (3) Na základě dokladu o posouzení systému řízení výroby autorizovanou osobou vydává výrobce prohlášení o shodě.

17.1.3 SYSTÉM ŘÍZENÍ VÝROBY BETONU

Výrobce betonu vyrábějící beton dle ČSN EN 206+A2 a ČSN P 73 2404 musí mít zavedený systém řízení výroby minimálně v rozsahu uvedeném příloze 3 nařízení vlády 163/2002 Sb. v platném znění a kap. 9 ČSN EN 206+A2 a kap. 9 ČSN P 73 2404. O souladu systému řízení výroby s požadavky nařízení vlády a příslušných norem vydává autorizovaná osoba certifikát systému řízení výroby. Autorizovaná osoba pravidelně dozoruje zavedený systém řízení výroby.

Tyto požadavky se vztahují i na nekonstrukční betony.

Požadavek na systém řízení výroby ve smyslu ustanovení ČSN EN 206+A2, ČSN P 73 2404 a nařízení vlády č. 163/2002 Sb. v platném znění je povinný u výrobců betonu třídy C 12/15 a vyšší. U betonů tříd C 8/10 a nižší není striktně vyžadován.

17.2 POPIS A KVALITA STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ

17.2.1 POŽADAVKY NA ZÁKLADNÍ SLOŽKY BETONU

17.2.1.1 Všeobecně

- (1) Výrobce betonu musí používat materiály, na které dodavatel vydal doklad v souladu s požadavky Nařízení evropského parlamentu a rady (EU) č. 305/2011 v platném znění nebo Nařízení vlády 163/2002 Sb. v platném znění.
- (2) Konkrétně se jedná o tyto dokumenty:
 - *Prohlášení o vlastnostech*, jestliže prokazování shody se provádí dle Nařízení evropského parlamentu a rady (EU) č. 305/2011 v platném znění.
 - *Prohlášení o shodě*, jestliže prokazování shody se provádí dle Nařízení vlády 163/2002 Sb. v platném znění.

17.2.1.2 Cement

- (1) Cement musí splňovat požadavky ČSN EN 197 – 1 ed. 2, v případě speciálních cementů nezahrnutých v této normě požadavky příslušné evropské, národní normy či podnikové normy výrobce.
- (2) U cementů mimo rámec ČSN EN 197 – 1 ed. 2 či jiných platných technických norem musí být vydáno autorizovanou osobou stavebně technické osvědčení na výrobek ve smyslu § 2 nařízení vlády č. 163/2002 Sb. v platném znění, kterým se osvědčuje vhodnost technických vlastností výrobku ve vztahu k úloze výrobku ve stavbě.
- (3) Druhy cementů použitelné pro jednotlivé druhy betonů dle stupně vlivu agresivity prostředí (SVP) viz Tabulka 1 této kapitoly TKP.

Tabulka 1 – Druhy cementů použitelné pro betony vystavených různým stupněm vlivu prostředí

Druh betonu	Druh cementu
betony pro betonové a železobetonové konstrukce a výrobky bez nebezpečí koroze a narušení (stupeň X0)	CEM I portlandský cement, CEM II portlandský cement směsný, CEM III vysokopevní,
betony pro betonové a železobetonové konstrukce a výrobky s vlivem prostředí (stupeň XC1 až XC4)	CEM I portlandský cement, CEM II portlandský cement směsný, CEM III vysokopevní,
betony pro betonové a železobetonové konstrukce a výrobky s vlivem prostředí (stupeň XD1 až XD3)	CEM I portlandský cement, CEM II portlandský cement směsný, CEM III vysokopevní,
betony pro betonové a železobetonové konstrukce a výrobky s vlivem prostředí (stupeň XF1 a XF3)	CEM I portlandský cement, CEM II portlandský cement směsný
betony pro betonové a železobetonové konstrukce a výrobky s vlivem prostředí (stupeň XF2 a XF4)	CEM I portlandský cement, CEM II portlandský cement směsný
betony pro betonové a železobetonové konstrukce a výrobky s vlivem prostředí (stupeň XA1)	CEM II portlandský cement směsný struskový nebo popílkový, CEM III vysokopevní
betony pro betonové a železobetonové konstrukce a výrobky s vlivem prostředí (stupeň XA2 až XA3)	CEM II portlandský cement směsný struskový nebo popílkový, CEM III vysokopevní, (pro všechny typy chemického působení dle tabulky 2 ČSN EN 206+A2 kromě působení v síranovém prostředí) Pro síranové prostředí síranovzdorný cement např. CEM III/B 32,5 N-LH/SR

- (4) *Betony pro předpínané konstrukce* - CEM I portlandský cement
- (5) *Betony pro masivní betonové a železobetonové konstrukce* - Cement s nízkým vývinem hydratačního tepla, např. CEM III-B dle ČSN EN 197-1 ed.2, ČSN EN 14216 ed.2
- (6) Pro speciální konstrukce stanovuje požadavky na cement dokumentace, pokud nejsou specifikovány v této kapitole nebo v ostatních kapitolách TKP, které pojednávají o jednotlivých konstrukcích, příp. v TePř.

17.2.1.3 Kamenivo

- (1) Pro dodávání hutného kameniva do betonu platí požadavky uvedené ČSN EN 12620+A1.

- (2) Požadavky na hutné kamenivo pro výrobu betonu jsou uvedeny v čl. 5.1.3. a 5.2.3 ČSN EN 206+A2 a v čl. 5.1.3 a 5.2.3 ČSN P 73 2404.
- (3) Pro betony s předpokládanou životností konstrukce 100 let musí kamenivo splňovat požadavky uvedené v Tabulce F.1.2 Přílohy F ČSN P 73 2404.
- (4) Kamenivo obsahující formy SiO₂ reagující na působení alkálií nesmí být použito pro výrobu betonu. Výrobce betonu musí předložit důkazní materiál o tom, že používané kamenivo nevykazuje pozitivní reakci s alkáliemi. Postupuje se v souladu s ustanovením čl. 5.2.3.5 ČSN EN 206+A2 a čl. 5.2.3.5 ČSN P 73 2404.
- (5) Pro použití regenerovaného kameniva platí ustanovení čl. 5.2.3.3 ČSN EN 206+A2.
- (6) Pro použití recyklovaného o kameniva platí ustanovení čl. 5.2.3.4 ČSN EN 206+A2.
- (7) Recyklované kamenivo z betonu lze použít pro nekonstrukční betony a obyčejné betony do pevnostní třídy C 16/20.
- (8) Směs kameniva široké frakce větší než 0/8 mm, která splňuje požadavky ČSN EN 12620+A1 lze použít pro betony do pevnostní třídy C 12/15 a nižší.
- (9) Drobné kamenivo do betonů pro konstrukce, které jsou vystaveny vlivu prostředí XF1 až XF4 dle ČSN EN 206+A2 nesmí obsahovat více než 1 % hmotnostní slídy; maximální obsah odplavitelných částic (propad sítem 0,063 mm) nesmí přesáhnout 1,5 %.

17.2.1.4 Záměsová voda

- (1) Záměsová voda pro výrobu betonu musí splňovat požadavky ČSN EN 1008.
- (2) Použití recyklované vody se řídí ustanoveními čl. 5.2.4 ČSN EN 206+A2 a čl. 5.2.4 ČSN P 73 2404.
- (3) Pro výrobu betonů, které budou vystaveny vlivu prostředí XF1–XF4 a pro pohledové betony, nesmí být jako záměsová voda použita recyklovaná voda.

17.2.1.5 Přísady

- (1) Pro přísady do betonu platí ustanovení ČSN EN 206+A2, ČSN P 73 2404 a ČSN EN 934-2+A1 event. ČSN EN 934-1 (přísady, které nepokrývá ČSN EN 934-2+A1).
- (2) Vhodnost použití případ event. kombinace případ musí být doložena průkazními zkouškami (viz čl. 17.4 této kapitoly TKP) a výsledky kontrolních zkoušek z výroby za poslední 3 měsíce. Při výrobě betonů je třeba preferovat odzkoušené a v praxi ověřené přísady.
- (3) Zásady pro používání případ jsou uvedeny v čl. 5.2.6 ČSN EN 206+A2 a čl. 5.2.6 ČSN P 73 2404.
- (4) Při používání případ je nezbytné zajistit přesnost a způsob dávkování. Dávka přísady nesmí překročit hodnotu doporučenou výrobcem.
- (5) Pro zpomalení tuhnutí a prodloužení doby zpracovatelnosti čerstvého betonu lze užít případ zpomalující tuhnutí, pokud je to specifikováno v dokumentaci stavby nebo to vyžaduje technologie betonáže. Při používání plastifikačních případ je třeba vzít v úvahu jejich vedlejší účinky na vlastnosti čerstvého betonu (zpomalení, urychlení počátku tuhnutí či provzdušnění čerstvého betonu) v závislosti na klimatických podmínkách.

17.2.1.6 Příměsi

- (1) Používání příměsí se řídí ustanoveními čl. 5.1.6 a čl. 5.2.5 ČSN EN 206+A2 a čl. 5.1.6 a 5.2.5 ČSN P 73 2404.
- (2) Příměsi musí splňovat požadavky příslušných materiálových norem, konkrétně:
 - popílek: ČSN EN 450-1,
 - křemičitý úlet: ČSN EN 13263-1+A1,

- mletá granulovaná vysokopevní struska: ČSN EN 15167-1,
 - jemně mletý vápenec: ČSN 72 1220,
 - fillery z kameniva: ČSN EN 12620+A1.
- (3) Použití příměsí ovlivňuje požadavky na dávku záměsové vody nezbytnou k dosažení požadované konzistence, a proto je použití příměsí obvykle kombinováno s použitím plastifikačních přísad.
- (4) Příměsi se mohou přidávat do betonu v takovém množství, které neovlivní nepříznivě trvanlivost betonu a negativně neovlivní korozi ocelové výztuže. V případě použití kombinace více typů aktivních příměsí jako částečné náhrady cementu musí být průkazními zkouškami prokázány všechny potřebné ekvivalentní vlastnosti betonu (zejména trvanlivost pro jednotlivé stupně agresivity prostředí) dle jeho specifikace při srovnání s referenčním betonem vyrobeným bez příměsí.
- (5) Pro stanovení vodního součinitele je možné započítat část hmotnosti jednotlivých příměsí s využitím tzv. k -hodnoty. Postupuje se dle čl. 5.2.5.2 ČSN EN 206+A2. Pro příměsi, kde není stanovena k -hodnota nebo v případě použití příměsí prokazatelně vyšší aktivity je možné experimentálně stanovit k -hodnotu pro tuto příměs či směs příměsí a následně tuto hodnotu použít pro výpočet vodního součinitele.

17.2.1.7 Vlákna

- (1) Používání vláken se řídí ustanoveními čl. 5.1.7 a čl. 5.2.7 ČSN EN 206+A2.
- (2) Vlákna musí splňovat požadavky příslušných materiálových norem, konkrétně:
- ocelová vlákna: ČSN EN 14889-1,
 - polymerová vlákna: ČSN EN 14889-2.

17.2.2 POŽADAVKY NA BETON

17.2.2.1 Všeobecně

- (1) V tomto článku jsou uvedeny požadavky vztahující se na obyčejné betony i na ostatní typy betonů.
- (2) Další specifické požadavky na ostatní typy betonů jsou uvedeny v samostatných článcích této kapitoly TKP konkrétně v čl. 17.2.4 až 17.2.9.
- (3) Základní požadavky na beton pro danou konstrukci musí být specifikovány v projektové dokumentaci. Kompletní specifikace musí být uvedena v technologickém předpisu zpracovaném zhotovitelem stavby. Jedná se o požadavky z hlediska:
- zpracování a ukládání čerstvého betonu,
 - pevnostních parametrů,
 - trvanlivosti,
 - vlivu na výztuž,
 - další požadavky.

17.2.2.2 Požadavky na složení betonů

- (1) Složení betonů musí respektovat požadavky uvedené v ČSN EN 206+A2 a ČSN P 73 2404, požadavky z hlediska zpracování (konzistence, rychlosť tuhnutí) a v případě, že se jedná o požadavky v této normě nespecifikované, tak platí ustanovení příslušného článku této kapitoly TKP a projektové dokumentace.
- (2) *Cement* – musí splňovat požadavky pro daný stupeň vlivu prostředí - viz Tabulka 1 této kapitoly TKP a pro daný druh betonu viz č. 17.2.1.2 této kapitoly TKP.

- (3) *Kamenivo* – musí splňovat požadavky pro daný stupeň vlivu prostředí a daný druh betonu viz čl. 17.2.1.3 této kapitoly TKP.
- Složení směsi kameniva - křivka zrnitosti může být plynulá nebo přetržitá s definovanou maximální jmenovitou horní mezí frakcí kameniva, která se stanoví podle ČSN EN 206+A2 čl. 5.2.3.1 a Přílohy F.
 - Pro obyčejné betony s hutným kamenivem jsou doporučené křivky zrnitosti pro maximální jmenovitou horní mez frakce kameniva D_{max} 4 mm – 8 mm – 11 mm – 16 mm – 22 mm – 32 mm viz Obr. A.1 až A.6 Příloha A této kapitoly TKP.
 - Směs kameniva pro betony třídy C 20/25 a vyšších musí obsahovat minimálně jednu frakci drobného kameniva a minimálně dvě frakce hrubého kameniva, u betonu tříd nižších lze použít směs kameniva z jedné frakce drobného a jedné frakce hrubého kameniva.
 - Maximální velikost zrna kameniva D_{max} pro železobetonové konstrukce musí vycházet z požadavků konkrétní projektové dokumentace s ohledem na uspořádání využití konstrukce (zejména světlá vzdálenost prutů výztuže) a jejího krytí.
 - Při betonování hustě využitých konstrukcí musí být před betonáží ověřena schopnost čerstvého betonu vyplnit celý objem konstrukce s ohledem na zvolenou maximální velikost zrna kameniva. Současně musí být zohledněn tvarový index zrn hrubého kameniva.
- (4) *Záměsová voda* - musí splňovat požadavky uvedené v čl. 17.2.1.4 této kapitoly TKP. V celkové dávce vody se musí zohlednit množství vody obsažené v tekutých přísladách při jejich dávkování vyšším než 3 l/m³ betonu. Při výrobě je nezbytné zohlednit i vodu obsaženou ve vlhkém kamenivu, především drobném.
- (5) *Přísady* - musí odpovídat požadavkům uvedeným v čl. 17.2.1.5 této kapitoly TKP. Množství přísady nesmí překročit doporučenou dávku výrobcem. Dávka přísady se dávkuje v procentech z hmotnosti cementu a v receptuře uvádí v kg/m³ betonu.
- (6) *Příměsi* - musí odpovídat požadavkům uvedeným v čl. 17.2.1.6 této kapitoly TKP.
- (7) *Celkový obsah jemných podílů v betonu* - jemné podíly v betonu tvoří cement, příměsi a jemné podíly drobného kameniva pod 0,25 mm. V případě zvýšených a konkretizovaných požadavků na negativní objemové změny (smrštění) betonu je nutné objem jemných podílů včetně dávek cementů experimentálně ověřit rozšířenými průkazními zkouškami.
- Doporučený obsah jemných částic pro různé typy betonů a maximální jmenovitou horní mez frakce kameniva D_{max} viz Tabulka 2 této kapitoly TKP.
- (8) Beton musí být navržen tak, aby nedocházelo k jeho rozměšování, segregaci těžších složek, k vystupování vody na povrch betonu v konstrukci (pocení, krvácení betonu) a bylo dosaženo maximální hutnosti.
- (9) Složení betonů musí být ověřeno průkazními zkouškami (podrobně viz čl. 17.4 této kapitoly TKP).
- (10) Doporučené požadavky na minimální třídu betonu, limitní hodnoty vodního součinitele, množství cementu, mrazuvzdornost kameniva v betonu dané třídy a pro daný stupeň vlivu prostředí pro betony s předpokládanou životností 50 let viz Tabulka 3 této kapitoly TKP; pro betony s předpokládanou životností 100 let jsou tyto požadavky závazné viz Tabulka 4 této kapitoly TKP.

Tabulka 2 – Obsah jemných částic v betonech různých typů

Typ betonu	Obsah jemných částic do 0,25 mm v kg/m³				
	D_{max}	8 mm	16 mm	22 mm	32 mm
čerpatelný (beton s požadavkem na čerpatelnost)	těžené kamenivo	520	≥ 460	≥ 410	≥ 400
	drcené kamenivo	≥ 600	≥ 490	≥ 440	-
samozhutnitelný		≥ 550	≥ 500	≥ 475	-
pohledový		≥ 575	≥ 550	≥ 525	-
vysokopevnostní		max. 625	max. 600	max. 560	-

Tabulka 3 – Doporučené limitní požadavky na vybrané složky betonu, požadavky na minimální třídy betonu dle stupně vlivu prostředí - předpokládaná životnost 50 let

CHARAKTERISTIKA STUPNĚ VLIVU PROSTŘEDÍ	BEZ NEBEZPEČÍ KOROZE	KOROZE ZPŮSOBENÁ KARBONATACÍ				KOROZE CHLORIDY JINÝMI NEŽ Z MOŘSKÉ VODY			PŮSOBENÍ MRAZU A ROZMRAZOVÁNÍ				CHEMICKÝ AGRESIVNÍ PROSTŘEDNÍ		
Stupeň vlivu prostředí dle ČSN EN 206+A2 a ČSN P 73 2404	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
I. POŽADAVKY NA TŘÍDU BETONU															
Minimální třída betonu (pro obyčejné a těžké betony)	Dle PD	C 16/20	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 25/30	C 25/30	C 30/37 ¹⁾	C 25/30	C 25/30	C 25/30	C 30/37	C 25/30	C 25/30	C 30/37
II. Požadavky na složení betonu															
Maximální vodní součinitel	--	0,65	0,60	0,55	0,50	0,55	0,50	0,45	0,55 ²⁾	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Minimální obsah cementu [kg/m ³]	--	260	280	280	300	300	300	320	300	300 ⁴⁾	320 ⁴⁾	340 ⁴⁾	300	320	360
Zvláštní požadavky na cement	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Cement podle Tabulky 1 této kapitoly TKP
Požadavky na kamenivo	--	--	--	--	--	--	--	--	Dostatečně mrazuvzdorné dle 12620+A1				--	--	--
Mrazuvzdornost kameniva dle ČSN EN 12620 +A1									F2	F2	F1	F1			

¹⁾ Pokud se vyskytuje pouze vliv XD3 a XF je vyloučen, lze použít minimální třídu betonu C 25/30.²⁾ Pro nosné konstrukce mostů se připouští vodní součinitel max. 0,5.³⁾ Pevnosti v tlaku odpovídající C 30/37 lze předepsat v případě použití síranovzdorných cementů a směsných cementů až po 90 dnech tvrdnutí.⁴⁾ Nepřipouští se použití popílku.

Tabulka 4 – Závazné limitní požadavky na vybrané složky betonu, požadavky na minimální třídy betonu dle stupně vlivu prostředí - předpokládaná životnost 100 let

CHARAKTERISTIKA STUPNĚ VLIVU PROSTŘEDÍ	BEZ NEBEZPEČÍ KOROZE	KOROZE ZPŮSOBENÁ KARBONATACÍ				KOROZE CHLORIDY JINÝMI NEŽ Z MOŘSKÉ VODY				PŮSOBENÍ MRAZU A ROZMRAZOVÁNÍ				CHEMICKÝ AGRESIVNÍ PROSTŘEDNÍ		
		XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
Stupeň vlivu prostředí dle ČSN EN 206+A2 a ČSN P 73 2404	X0															
I. POŽADAVKY NA TŘÍDU BETONU																
Minimální třída betonu (pro obyčejné a těžké betony)	Dle PD	C 20/25	C 25/30	C 25/30	C 30/37	C 25/30	C 25/30	C 30/37 ¹⁾	C 25/30	C 25/30	C 25/30	C 30/37	C 25/30	C 25/30	C 30/37	C 30/37 ³⁾
II. Požadavky na složení betonu																
Maximální vodní součinitel	--	0,65	0,60	0,55	0,50	0,55	0,50	0,45	0,55 ²⁾	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	
Minimální obsah cementu [kg/m ³]	--	260	280	280	300	300	300	320	300	300 ⁴⁾	320 ⁴⁾	340 ⁴⁾	300	320	360	
Zvláštní požadavky na cement	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Cement podle Tabulky 1 této kapitoly TKP	
Požadavky na kamenivo	--	--	--	--	--	--	--	--	Dostatečně mrazuvzdorné dle 12620+A1				--	--	--	
Mrazuvzdornost kameniva dle ČSN EN 12620 +A1									F2	F2	F1	F1				

¹⁾ Pokud se vyskytuje pouze vliv XD3 a XF je vyloučen, lze použít minimální třídu betonu C 25/30.

²⁾ Pro nosné konstrukce mostů se připouští vodní součinitel max. 0,5.

³⁾ Pevnosti v tlaku odpovídající C 30/37 lze předepsat v případě použití síranovzdorných cementů a směsných cementů až po 90 dnech tvrdnutí.

⁴⁾ Nepřipouští se použití popílku.

17.2.3 POŽADAVKY NA ZAJIŠTĚNÍ ČERPATELNOSTI BETONU

Pro zajištění dobré čerpatelnosti betonu se doporučuje:

- Používat křivku zrnitosti kameniva, která leží v doporučeném pásmu zrnitostí podle Obr. B.1 (maximální jmenovitá horní mez frakce kameniva $D_{max}=16$ mm) a Obr. B.2 ($D_{max}=22$ mm) Přílohy B této kapitoly TKP.
- Zajistit, aby největší rozměr zrna kameniva byl maximálně 1/3 průměru potrubí, kterým je beton čerpán. V návrhu křivek zrnitosti směsi kameniva je nutné zohlednit tvarový index zrn hrubého kameniva nad 11 mm.
- Použít takové množství cementu, aby spolu s příměsemi a jemnými podíly v kamenivu byla dosažena hodnota viz Tabulka 2 této kapitoly TKP. Při menším množství jemných podílů se zvětšuje možnost ucpání potrubí, při větším se snižuje pohyblivost čerstvého betonu a zvyšuje tlak v čerpadle.
- Tvarový index hrubého kameniva frakce 8/16 resp. 11/22 mm, by neměl být vyšší než 18 %. Pro hrubé frakce je vhodnější užití těžených kameniv.
- Modul zrnitosti podle použitého hrubého zrnu je důležitým kritériem hodnocení čerpatelnosti čerstvého betonu. Při hrubém zrnu $D_{max}=16$ mm nesmí být modul zrnitosti větší než 4,3; pro $D_{max}=22$ mm pak 4,8.
- Při použití plastifikačních příslušenství, které mívají omezenou dobu účinnosti (účinnost musí být uvedena výrobcem příslušenství a ověřena při průkazní zkoušce a provozním ověřením před betonáží za předpokládaných klimatických podmínek), je nutno přidat tyto příslušenství do betonu až těsně před jeho uložením nebo volit jiné ověřené opatření (např. kombinace dvou plastifikačních příslušenství, rozdělení dávky apod.). Tím se plně využije plastifikační účinek příslušenství. Beton musí být následně v autodomíchávači dobře promíchán (doba míchání minimálně 5 min. za zvýšených otáček bubnu). Tento postup je možný pouze na základě souhlasu TDS a musí být ověřen poloprovozní zkouškou, provedenou v místě ukládání betonu za účasti technologa dodavatele betonu.
- Při použití provzdušňovacích příslušenství při provzdušnění čerstvého betonu do 5 % lze snížit obsah jemných podílů o 10 kg/m³.

17.2.4 POŽADAVKY NA SAMOZHUTNITELNÉ BETONY (SCC)

17.2.4.1 Definice

- (1) Samozhutnitelný beton je vícesložkový kompozitní silikátový systém, jehož hlavními složkami jsou portlandský cement, drobné kamenivo, hrubé kamenivo o vysoké pevnosti a vedlejšími složkami jsou jemné podíly do 0,25 mm o vysokém specifickém povrchu, látky upravující viskozitu a odměšování vody – superplastifikační a stabilizační příslušenství.
- (2) Pro samozhutnitelné betony je charakteristická vysoká tekutost a pohyblivost čerstvého betonu, která umožňuje jejich ukládání do konstrukce s minimálním nebo žádným zhutněním. Vysoká tekutost, pohyblivost a odolnost proti rozměšování čerstvého betonu umožňuje dokonalé vyplnění bednění i složitých tvarů.
- (3) Vysoká tekutost čerstvého betonu a vysoká odolnost proti segregaci je dosahována přidáním vhodné superplastifikační příslušenství, jemných podílů, limitovaným objemem hrubého kameniva v jednotce betonu a nízkým vodním součinitelem.

17.2.4.2 Všeobecně

- (1) Pro průkazní a kontrolní zkoušky, specifikaci betonu včetně požadavků na dopravu a ukládání čerstvého betonu platí příslušné články této kapitoly TKP není-li v čl. 17.2.4.2 až 17.2.4.5 uvedeno jinak.

- (2) Označování – výrobce betonu je povinen uvést před třídou betonu zkratku SCC (např. **SCC – C 30/37**).
- (3) Výrobce je povinen předložit certifikát systému řízení výroby, přičemž je nutné, aby obsahoval ustanovení týkající se SCC.

17.2.4.3 Složky samozhutnitelného betonu

- (1) *Cementy* – doporučuje se cement portlandský CEM I.
- (2) *Kamenivo* – optimální je použití kameniva s $D_{max}=16$ mm (při použití těženého hrubého kameniva s tvarovým indexem menším než 15 % je možná i frakce $D_{max}=22$ mm, směs kameniva by měla vyhovovat plynulé křivce zrnitosti např. podle Fullera).
- (3) Tvarový index hrubého kameniva by neměl být vyšší než 18 %.
- (4) *Záměsová voda* – voda pro výrobu betonu musí splňovat požadavky ČSN EN 1008. Nesmí být použita voda recyklovaná či regenerovaná voda.
- (5) *Přísady* – jsou používány superplastifikační přísady na bázi polykarboxylátů či polykarboxylesterů s redukcí záměsové vody min. 25 %, případně stabilizační přísady, které slouží k zamezení segregace či bleedingu čerstvého betonu při dopravě a ukládání.
- (6) *Příměsi* – do samozhutnitelných betonů se používají jemnozrnné příměsi velikosti pod 0,25 mm. Používání příměsí se řídí ustanoveními čl. 5.1.6 a čl. 5.2.5 ČSN EN 206+A2 a ČSN P 73 2404. Používají se minerální moučky, jemně mleté vápence, vysokoteplotní popílky, křemičité úlety, jemně mleté vysokopevní granulované strusky.

17.2.4.4 Složení samozhutnitelného betonu

- (1) *Obsah jemných podílů* – jemné podíly zahrnují cement a anorganické jemnozrnné aktivní či pasivní příměsi. Jejich množství závisí na maximální jmenovité horní mezi frakce kameniva. Obsah jemných podílů pro nejčastěji používané maximální jmenovité horní meze frakce kameniva je uveden v Tabulce 2 této kapitoly TKP.
- (2) *Množství cementového tmele* – přebytek cementového tmele v betonu se má pohybovat v rozmezí 1,05 až 1,30 z objemu mezer ve směsi kameniva. Do objemu cementového tmele je třeba zahrnout kromě objemu cementu i objem jemných částic pod 0,25 mm.
- (3) *Složení směsi kameniva* – maximální jmenovitá horní mez frakce kameniva vychází z požadavků projektové dokumentace či technologického předpisu. Pro samozhutnitelné betony se požaduje plynulá křivka zrnitosti. Doporučený obor zrnitosti kameniva pro SCC je znázorněn na Obr. D.1 a D.2 Přílohy D této kapitoly TKP.
- (4) Typ a množství přísad musí být ověřeno při průkazních zkouškách. Nesmí být překročena limitní dávka doporučená výrobcem.

17.2.4.5 Požadavky na vlastnosti samozhutnitelných betonů

- (1) Požadavky na minimální třídu betonu, množství cementu, mrazuvzdornost kameniva v betonu dané třídy a pro daný stupeň vlivu prostředí jsou uvedeny v Tabulce 3 a 4 této kapitoly TKP.
- (2) Je nutné ověřit kompatibilitu systému cement – přísada(y) – příměsi zejména z hlediska odolnosti proti krvácení, segregaci či falešnému tuhnutí betonu. Krvácení (tzv. *bleeding*) betonu je sedimentace cementových zrn ve vodné suspenzi společně s kamenivem, přičemž se na povrchu čerstvého betonu vytvoří vrstva relativně čisté vody.
- (3) Jsou-li na samozhutnitelný beton kladený jiné specifické požadavky na vlastnosti v čerstvém stavu jako např. průchod silně vyztuženými oblastmi, či odolnost proti segregaci, tak je nutné předepsat další zkoušky včetně jejich klasifikace dle kap. 4.2.2 ČSN EN 206+A2.

17.2.5 POŽADAVKY NA POHLEDOVÉ BETONY (PB)

17.2.5.1 Definice

- (1) Jako pohledový beton jsou označovány viditelné povrchy monolitické betonové konstrukce nebo prefabrikovaného betonového dílce, u kterých je požadován specifický, předem definovaný vzhled tohoto povrchu.
- (2) Specifickým, předem definovaným vzhledem se rozumí soubor viditelných znaků (zpravidla geometrický tvar, struktura a textura povrchu, barva), které vyjadřují autorský záměr projektanta, popř. architekta v souladu s požadavky investora vycházejícími z dohodnutého technického předpisu. Pohledový beton může mít obecně velmi různorodý vzhled, a to zejména při použití zvláštních bednění, při použití čerstvého betonu speciálního složení, nebo v důsledku použití speciálních technologií dodatečné úpravy povrchu.
- (3) Označování – výrobce betonu je povinen uvést před třídou betonu zkratku PB (např. **PB1 – C 30/37**).

17.2.5.2 Požadavky na pohledový beton

- (1) Specifikace pohledového betonu je soubor kritérií definující vlastnosti pohledového betonu stanovený s odkazem na dokument Technická pravidla ČBS 03 - Pohledový beton.
- (2) Specifikace pohledového betonu musí být uvedena v PD (zadávací dokumentace stavby).
- (3) Vlastnosti a specifikace pohledového betonu musí být předem definované jako nutný podklad pro plánování, výběrové řízení a provedení konstrukcí z pohledového betonu.
- (4) Klasifikace pohledového betonu je Technickými pravidly ČBS 03 zavedena v podobě 5 tříd pohledového betonu (PB0 až PB3 a PBS). Základní požadavky na jednotlivé třídy pohledového betonu viz Tabulka F.1 Přílohy F této kapitoly TKP. Další návaznosti a upřesnění jsou uvedené v TP ČBS 03.
- (5) Pokud se nedodrží některá z uvedených kritérií, pak je odstranění závad povinné tehdy, pokud má takové nedodržení za následek ztrátu celkového dojmu ze vzhledu pohledového betonu, který byl odsouhlasen před zahájením díla.
- (6) Celkový dojem vzhledu pohledového betonu se posuzuje z odstupu odpovídajícího vzdálenosti, z níž budou na povrch předmětné betonové konstrukce obvykle pohlížet její následní uživatelé. Samotné posuzování nesmí probíhat krátce po odbednění, ale vždy s časovým odstupem, aby posuzované konstrukce byly vyzrálé s přibližně stejnou vlhkostí.
- (7) Ke specifikaci základních požadavků – viz Tabulka F.1 Přílohy F této kapitoly TKP mohou v jednotlivých případech posloužit i referenční stavby. K přesnému stanovení kritérií jsou ale vždy vhodnější zkušební konstrukce uznané jako referenční, provedené přímo na příslušné stavbě.
- (8) Pro pohledový beton třídy PB3 a PBS je nezbytné zhotovit zkušební plochy a zajistit, aby jejich posuzování bylo provedeno smluvními partnery a došlo mezi nimi ke shodě na reálně dosažitelném vzhledu.

17.2.5.3 Složky a složení pohledového betonu

- (1) Doporučeno používat taková složení betonu, která při menších rozptylech kvality, množství vstupních materiálů a homogenity jejich zamíchání nevyvolávají podstatné změny vzhledu pohledových ploch.
- (2) *Obsah jemných částic do 0,25 mm* – doporučený obsah pro standardní vibrované betony s maximální velikostí zrna kameniva 22 mm – viz Tabulka 2 této kapitoly TKP.

- (3) *Vodní součinitel* – maximální hodnota vodního součinitele je 0,54. Při kolísání hodnoty vodního součinitele o více než $\pm 0,02$ může docházet k odchylkám v barevném odstínu betonu.
- (4) *Kamenivo* – používání recyklovaného ani regenerovaného kameniva je nepřípustné.
- (5) *Zámesová voda* – používání recyklované (např. kalové) vody je nepřípustné.
- (6) *Příměsi* – nedoporučuje se použití elektrárenských popílků.
- (7) *Složky betonu* – při provádění jednotlivých samostatných celků z pohledového betonu není dovoleno měnit druh ani lokalitu cementu a kameniv.
- (8) *Konzistence čerstvého betonu* – musí být stanovena před zahájením betonáže s ohledem na použitou technologii ukládání a hutnění.
- (9) Doporučená konzistence měřená sednutím kužele by měla být v rozmezí S3 až S4. Konzistence by se při dodávce čerstvého betonu neměla lišit o více než ± 20 mm od dohodnuté hodnoty.
- (10) K požadovaným standardním zkouškám konzistence pro třídy pohledového betonu PBS, popřípadě i PB3 dle Přílohy F této kapitoly TKP jsou nutné doplňující zkoušky, např. k určení krvácení betonu (bleedingu) a sedimentace.
- (11) Každá změna vstupních materiálů a každá změna složení betonové směsi se obvykle projeví na vzhledu a hlavně barevném odstínu pohledových ploch.

17.2.6 POŽADAVKY NA BETONY PRO SPECIÁLNÍ GEOTECHNICKÉ PRÁCE

17.2.6.1 Všeobecně

- (1) V tomto článku TKP jsou specifikovány požadavky na betony pro speciální geotechnické práce, konkrétně se jedná o piloty prováděné dle ČSN EN 1536+A1, ČSN EN 12699, ČSN EN 14199 a podzemní stěny prováděné dle ČSN EN 1538+A1.

17.2.6.2 Složky betonu

- (1) *Cement* – použijí se cementy dle bodu (2) čl. D.2.1 Přílohy D ČSN EN 206+A2 – musí splňovat požadavky ČSN EN 197-1 ed.2.
- (2) *Kamenivo* – těžené přírodní kamenivo nedrcené či drcené, lomové drcené s plynulou křivkou zrnitosti;
 - D_{upper} nesmí být větší než je uvedeno v bodu (2) čl. D.2 Přílohy D ČSN EN 206+A2.

17.2.6.3 Složení betonu

- (1) *Složení betonu* – musí splňovat požadavky uvedené v bodu (1) čl. D.3.1 Přílohy D ČSN EN 206+A2.
- (2) *Minimální obsah jemných částic a minimální obsah cementu* – musí být 450 kg/m^3 .
 - Dávku cementu je možno snížit při použití aktivních příměsí II. typu při prokázání jejich indexu aktivity průkazními zkouškami.
 - V průkazních zkouškách musí být jednoznačně prokázáno, že hmotnostní množství nahrazeného cementu je nahrazeno ekvivalentní dávkou aktivních příměsí s ohledem na jejich experimentálně ověřený index aktivity.
- (3) *Vodní součinitel* – nesmí být větší než je předepsaná hodnota pro danou pevnostní třídu v Tabulce 3 a 4 této kapitoly TKP nebo nesmí překročit hodnotu 0,55 (*uvažuje se vždy nižší hodnota vodního součinitele obou kritérií*).

17.2.6.4 Požadavky na vlastnosti čerstvého betonu

(1) *Konzistence čerstvého betonu*

- Hodnoty konzistence pro betony ukládaných v různých prostředích musí splňovat požadavky uvedené v Tabulce D.3 Přílohy D ČSN EN 206+A2.
- Maximální odchylka od požadovaných hodnot konzistence čerstvého betonu je ± 30 mm.
- Doporučuje se stanovení času pro udržení stejné konzistence od zamíchání směsi do jejího uložení. Konzistenci je nutné modifikovat superplastifikačními přísadami, je vhodné využít thixotropie betonu, které některé typy iniciují.

(2) *Filtrační stabilita čerstvého betonu*

- Pro betony pro speciální geotechnické práce (piloty) musí být předepsaná hodnota filtrační stability čerstvého betonu.
- Zkouší se postupem dle Přílohy H této kapitoly TKP.
- Filtrační stabilita čerstvého betonu se prokazuje jak při průkazných zkouškách, tak i při kontrolních zkouškách – četnost každý den betonáže 1 zkouška čerstvého betonu.
- Požadovaná hodnota filtrační stability:
 - a) $V_{FV,1000} \leq 34 \text{ dm}^3/\text{m}^3$ (betonáž pilot do suchého prostředí nebo pro betonáž pilot do vody hloubky < 15 m).
 - b) $V_{FV,1000} \leq 28 \text{ dm}^3/\text{m}^3$ (betonáž pilot do vody hloubky ≥ 15 m).

17.2.7 POŽADAVKY NA VYSOKOPEVNOSTNÍ BETONY (HSC)

17.2.7.1 Všeobecně

- (1) Vysokopevnostní betony jsou betony pevnostní třídy C 55/67 až C 110/115 viz Tabulka 12 ČSN EN 206+A2.
- (2) Výroba je ovlivněna požadavkem větší přesnosti dávkování, nutností delšího míchání a dalšími specifickými vlastnostmi. V důsledku jiného složení HSC proti běžným betonům je odlišné i chování čerstvé směsi, které je nutno respektovat při provádění monolitických konstrukcí.

17.2.7.2 Složky betonu

- (1) *Cement* – CEM I 42,5 R nebo CEM I 52,5 R – musí splňovat požadavky ČSN EN 197-1 ed.2.
- (2) *Kamenivo* – přírodní hutné kamenivo, splňující požadavky ČSN EN 12620+A1 a požadavky pro daný stupeň vlivu prostředí; pro výrobu nesmí být použito recyklované ani regenerované kamenivo.
- (3) Hrubé kamenivo se doporučuje drcené do $D_{max}=16$ mm, tvarový index max. 18 %. Křivky zrnitosti směsi kameniva dle EMPA I nebo EMPA II.
- (4) *Příměsi* – pro výrobu vysokopevnostních betonů se používají tyto příměsi:
 - jemně mletá vysokopevnostní struska s měrným povrchem dle Blaina minimálně 400 m^2/kg ;
 - křemičitý úlet (mikrosilika) s minimálním obsahem amorfного SiO_2 90 %, v množství do 15 % z hmotnosti cementu. Při tomto dávkování je nutné ověřit dopad na pH betonu.
- (5) *Přísady* – musí se použít superplastifikační přísady s minimální redukcí záměsové vody 28 %, bez negativního dopadu na sekundární provzdušnění betonu a zajišťující konstantní zpracovatelnost po dobu minimálně 60 minut.

- Použité superplastifikační přísady musí být kompatibilní s použitým cementem.
 - Lze použít i další typy přísad např. zpomalující; jejich použitelnost musí být ověřena průkazními zkouškami.
- (6) Zářešová voda – musí splňovat požadavky ČSN EN 1008; nesmí být použita recyklovaná zářešová voda.

17.2.7.3 Složení betonu

- (1) *Složení betonu* – musí splňovat požadavky uvedené v ČSN EN 206+A2, Příloha D, čl. D.3.1, bod (1).
- (2) *Obsah cementu* – 450 až 580 kg/m³.
- (3) *Obsah jemných částic* – viz Tabulka 2 této kapitoly TKP.
- (4) *Vodní součinitel* – musí se pohybovat v rozmezí 0,28 až 0,38.

17.2.7.4 Požadavky na výrobu HSC

- (1) Výroba je ovlivněna požadavkem větší přesnosti dávkování, nutností delšího míchání a dalšími specifickými vlastnostmi.
- (2) V důsledku jiného složení HSC proti běžným betonům je odlišné i chování čerstvé směsi, které je nutno respektovat při provádění monolitických konstrukcí. Jedná se zejména o použití intenzivnějších vibrátorů vzhledem k lepivosti směsi či částečné tixotropii.
- (3) Před zahájením betonáže je nutné ověřit doby zpracovatelnosti vzhledem k aktuálním teplotním podmínkám.
- (4) Při teplotách prostředí nad 25 °C je nutné experimentálně předem ověřit vývoj a maximální teplotu betonu v konstrukci, která nesmí překročit 65 °C.
- (5) V případě striktního požadavku na eliminaci vzniku smršťovacích trhlin je nutné předem stanovit hodnoty smršťování ve stáří 28 a 60 dnů a projednat je s projektantem konstrukce.

17.2.8 POŽADAVKY NA NEKONSTRUKČNÍ BETONY (n)

17.2.8.1 Všeobecně

- (1) Nekonstrukční betony jsou prosté betony, které nejsou v bezprostředním kontaktu s přímými vlivy prostřední (jsou překryty konstrukcí o minimální tloušťce 80 mm); třída betonu označovaná dle ČSN EN 206+A2 se doplňuje o označení písmenem „n“ za třídu pevnosti betonu (např. C 16/20 n).
- (2) Nekonstrukční betony jsou dodávány na stavbu zpravidla v zavlhlé konzistenci (S1) s ohledem na požadovaný způsob ukládání čerstvého betonu bez použití čerpadel.

17.2.8.2 Požadavky na nekonstrukční betony

- (1) U nekonstrukčních betonů, které jsou v prostředí s vlivem mrazu, se stanoví následující požadavky na mrazuvzdornost:
 - T25: pro betony málo nasycené vodou (míru vlivu prostředí je však nutno zohlednit s ohledem na propustnost, sklon konstrukce, drenážní schopnost podkladních vrstev apod.).
 - T50: pro betony nasycené vodou.
 - Pro betony, které nejsou vystaveny působení mrazu, se požadavek na mrazuvzdornost nestanovuje.
 - Příklad označování nekonstrukčního betonu vystaveného působení mrazu např.: C 16/20 n (T25) nebo C 20/25 n (T50).

- (2) Odolnost nekonstrukčních betonů vůči zmrazování a rozmrazování:
- Postup zkoušení: modifikovaný postup dle ČSN 73 1322 – viz Příloha L této kapitoly TKP.
 - Počet zkušebních cyklů: 25 nebo 50.
 - Kritérium hodnocení: koeficient mrazuvzdornosti vypočítaný z pevnosti v tahu za ohybu nebo v přičném tahu musí být roven nebo větší než 0,75.
- (3) Jiné vlastnosti nekonstrukčních betonů:
- Jiné vlastnosti nekonstrukčních betonů viz Tabulka F.1.2 Přílohy F ČSN P 73 2404 nejsou vzhledem k odlišné konzistenci čerstvého betonu, jeho způsobu použití a způsob hutnění betonu stanoveny.
- (4) Požadavky na nekonstrukční betony pro jednotlivé typy konstrukcí z hlediska požadované pevnostní třídy betonu a mrazuvzdornosti betonu viz Tabulka 5 této kapitoly TKP.

Tabulka 5 – Požadavky na nekonstrukční betony pro jednotlivé typy konstrukcí

Typ konstrukce	Třída betonu	Příklad části staveb
podkladní betony pod vrchní konstrukční vrstvy s malým sklonem ($\leq 10\%$) v dosahu vlivu mrazu	C 20/25 n (T50)	podkladní betony dlažeb zpevnění koryt, podkladní betony dlažeb mostních pilířů a líce opěr, lože pro odvodňovací prvky („žlabovky“)
podkladní betony pod vrchní konstrukční vrstvy s větším sklonem ($> 10\%$) v dosahu vlivu mrazu	C 16/20 n (T25)	podkladní betony dlažeb zpevnění svahů násypových kuželů, podkladní betony pod konstrukci obslužných schodišť atd.
podkladní a výplňové betony bez zvláštních požadavků	C 8/10 n	podkladní a výplňové betony bez vlivu mrazu (např. lože kanalizací a drenáží, přechodové klíny)

17.2.9 POŽADAVKY NA MEZEROVITÝ (DRENÁZNÍ) BETON (MCB)

17.2.9.1 Všeobecně

- (1) Pro mezerovité (drenázní) betony obecně platí ustanovení ČSN 73 6124-2. Mezerovité betony vyráběné podle této ČSN lze použít i pro jiný účel než jako podkladní vrstva vozovky.
- (2) Pokud se použije mezerovitý (drenázní) beton k drenázním a ochranným výplním za rubem zdí a mostních opěr, k vyplnění liniových drenáží apod. platí ustanovení následujících článků.

17.2.9.2 Složky a složení mezerovitého betonu

- (1) Složky mezerovitého betonu musí splňovat požadavky uvedené v čl. 17.2.1 této kapitoly TKP.
- (2) Požadavky na složky mezerovitého betonu a na jeho složení viz Tabulka 6 této kapitoly TKP.
- (3) Doporučený obor zrnitostí pro mezerovitý beton – viz Obr. C.1 Přílohy C této kapitoly TKP.

Tabulka 6 – Složky a složení mezerovitého betonu

POŽADAVKY NA SLOŽKY MEZEROVITÉHO BETONU	
Složka	Požadavek
Pojivo	Cement CEM I, CEM II, CEM III splňující požadavky ČSN EN 197-1 ed.2
Kamenivo	Musí splňovat požadavky uvedené v Tabulce 1 v ČSN 73 6124-2.
Voda (záměsová a ošetřovací)	Musí splňovat požadavky ČSN EN 1008.
Přísady	Podle návrhu v průkazních zkouškách - plastifikační a provzdušňovací přísady musí splňovat požadavky ČSN EN 934-2+A1.
ORIENTAČNÍ SLOŽENÍ MEZEROVITÉHO BETONU	
Složka	Množství na 1m³ betonu
Portlandský cement CEM I	220 kg
Maximální jmenovitá horní mez frakce kameniva	32 mm
Obor zrnitostí kameniva	Viz obrázek C.1 Přílohy C této kapitoly TKP
Voda (záměsová a ošetřovací)	90 kg ¹
Vodní součinitel	Maximálně 0,5
Přísady	Typ a množství podle návrhu v průkazních zkouškách (<i>nesmí být překročeno množství doporučené výrobce</i>)

¹ Informativní hodnota

17.2.9.3 Požadavky na mezerovitý beton

- (1) Požadavky na parametry mezerovitého betonu, způsob jejich hodnocení a četnosti kontrolních zkoušek viz Tabulka 7 této kapitoly TKP.

Tabulka 7 – Požadavky na mezerovitý beton pro PZ a KZ

PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY		
Hodnocený parametr	Požadovaná hodnota	Způsob hodnocení
Mezerovitost čerstvého betonu [%]	Min. 20	Nesmí být nižší než požadovaná hodnota
Vodní součinitel	Max. 0,5	Nesmí být vyšší než požadovaná hodnota
Konzistence	Min. V2	11 – 20 s VeBe
Obsah vzduchu ¹	Min. 5 %	Nesmí být nižší než požadovaná hodnota
Mrazuvzdornost ¹	Maximální pokles pevnosti v tlaku o 15 % po 75 cyklech na krychlích s délkom hrany 150 mm	Pokles pevnosti v tlaku na vzorcích vystavených účinkům mrazu ve srovnání s betonem zrajícím v normálních podmínkách (na zkušební sadě sestávající ze 3 vzorků)

Pevnost v tlaku [MPa] ve stáří 28 dní	Minimálně 8	Žádná hodnota v sadě z minimálně 3 vzorků nesmí být nižší než požadovaná hodnota	
Objemová hmotnost ztvrdlého betonu	Dosažená průměrná hodnota	---	
^{1) V případě, že beton bude vystaven cyklickému zmrazování a rozmrazování}			
KONTROLNÍ ZKOUŠKY			
Hodnocený parametr	Požadovaná hodnota	Způsob hodnocení	Četnost
Mezerovitost čerstvého betonu [%]	Min. 20	Může se lišit od požadované hodnoty maximálně o $\pm 3\%$ ve srovnání s hodnotou zjištěnou při PZ	1 zkouška na stavbu nebo na každých 100 m ³ , další v případě pochybnosti
Konzistence	Dle průkazních zkoušek	Největší přípustná odchylka od spodní meze -4 s a +6 s od horní meze	1x denně, další v případě pochybnosti
Obsah vzduchu ¹	Min. 5 %	Nesmí být nižší než požadovaná hodnota	2 x denně, další v případě pochybnosti
Mrazuvzdornost ¹	Maximální pokles pevnosti v tlaku o 15 % po 50 cyklech na krychlích s délkou hrany 150 mm	Pokles pevnosti v tlaku na vzorcích vystavených účinkům mrazu ve srovnání s betonem zrajícím v normálních podmínkách (zkušební sadě z 3 vzorků)	1 zkouška na stavbu nebo na každých 300 m ³ , další v případě pochybnosti
Pevnost v tlaku [MPa] ve stáří 28 dní	Průměr minimálně 8	Průměrná hodnota v sadě z 3 vzorků nesmí být nižší než požadovaná hodnota, jednotlivá může být minimálně 7,3	3 zkušební tělesa zkouška na stavbu nebo na každých 100 m ³ , další v případě pochybnosti
Objemová hmotnost ztvrdlého betonu	Dosažená průměrná hodnota při průkazních zkouškách	Může se lišit od požadované hodnoty maximálně o $\pm 5\%$ ve srovnání s hodnotou zjištěnou při PZ	3 zkoušky na stavbu nebo na každých 100 m ³ , další v případě pochybnosti

^{1) V případě, že beton bude vystaven cyklickému zmrazování a rozmrazování}

17.2.9.4 Zkušební postupy při průkazních a kontrolních zkouškách mezerovitého betonu

- (1) Oprávnění k provádění průkazních a kontrolních zkoušek – viz čl. 17.4 a 17.5 této kapitoly TKP.
- (2) Postupy pro zkoušení parametrů čerstvého a ztvrdlého betonu MCB – viz Tabulka 8 této kapitoly TKP.

Tabulka 8 – Zkušební postupy zjišťování parametrů čerstvého a ztvrdlého betonu MCB

Sledovaný parametr	Zkušební předpis
a) Čerstvý beton	
Odběr vzorků	ČSN EN 12350-1
Obsah vzduchu (na maltě bez hrubého kameniva)	ČSN EN 12350-7
Konzistence metodou VeBe	ČSN EN 12350-3
b) Ztvrdlý beton	
Výroba zkušebních těles	ČSN EN 12390-1, 2
Objemová hmotnost	ČSN EN 12390-7
Pevnost v tlaku <i>(Zkušební těleso krychle s délkou hrany 150 mm nebo na vývrtech o d=L=150 mm; pro D_{max}=22 mm lze použít vývrty d=L=100 mm)</i>	- ČSN 12390-3 - Výroba zkušebních těles dle ČSN 73 6124-2 (Příloha A)
Mrazuvzdornost	ČSN 73 1322
Mezerovitost	ČSN 736124-2 (Příloha A)

17.2.10 POLYMERNÍ MALTY A POLYMERNÍ BETONY**17.2.10.1 Všeobecně**

- (1) Polymerní malty a polymerní betony jsou makromolekulární látky a plniva, které tvrdnou polymerizační reakcí (dříve plastmalty a plastbetony).
- (2) Polymerní malty a polymerní betony jsou používány především pro osazení a podlévání mostních ložisek, kotvení výzvužných ocelových prutů, osazení zábradlí, lokální úpravy (vyrovánky) podkladů mostovek před pokládkou vodotěsné izolace atp.
- (3) Pro tyto účely jsou používány komerčně vyráběné polymerní malty a polymerní betony.
- (4) Důvodem je:
 - zjednodušení cyklu přípravy výroby (veškeré podklady pro prokázání souladu technických vlastností s příslušnou technickou normou i dokumenty nezbytné pro uvedení výrobku na trh zajišťuje výrobce, který musí mít certifikovaný a dozorovaný systém řízení výroby);
 - výběr provádí projektant na základě jím požadovaných parametrů polymerní malty nebo polymerního betonu,
 - zjednodušení přípravy, především eliminace případných chyb při dávkování jednotlivých složek.

17.2.10.2 Požadavky na polymerní malty a polymerní betony

- (1) Požadavky na polymerní malty a jejich použití jsou uvedeny v:
 - ČSN EN 1504-3:2006 Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí
 - Definice, požadavky, kontrola kvality a hodnocení shody - Část 3: Opravy se statickou funkcí a bez statické funkce;
 - ČSN EN 1504-6:2007 Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí
 - Definice, požadavky, kontrola kvality a hodnocení shody - Část 6: Kotvení výzvužných ocelových prutů.

- (2) V závislosti na účelu využívání konstrukce mohou být stanoveny doplňující požadavky vztahující se např. k bludným proudům.
- (3) V případě polymerních betonů musí tyto splňovat požadavky uvedené v normách - viz bod (1).
- (4) Výrobcem předkládané dokumenty:
 - prohlášení o vlastnostech,
 - technický list,
 - bezpečnostní list.
- (5) Činnosti při dodání, přípravě a použití:
 - kontrola dodaných výrobků se specifikací v technické dokumentaci a uvedené doby použitelnosti;
 - zajištění skladování v souladu s podmínkami uvedenými výrobcem,
 - příprava polymerní malty/polymerního betonu a její aplikace za podmínek stanovených výrobcem (provedení penetrace dle použitého systému a návodu výrobce, teplota prostředí, teplota podkladu),
 - ověření stavu podkladu (čistota, vlhkost a teplota) + případná úprava stavu podkladu,
 - při pracích je nezbytné dodržovat zásady bezpečnosti práce a ochrany životního prostředí uvedené v bezpečnostních a technických listech výrobce,
 - v případě pochybnosti o kvalitě se provádí kontrolní zkoušky.

17.2.11 BETONY PRO MASIVNÍ KONSTRUKCE

17.2.11.1 Požadavky na složky a složení

- (1) Složení betonu pro masivní konstrukce (definice masivní konstrukce viz TKP kapitola 18) se v maximální možné míře podřizuje snížení hydratačního tepla a zejména omezení maximální teploty v mase betonu v průběhu hydratace. Maximální teplota v konstrukci nemá bez provedení zvláštních opatření přesáhnout 70°C . Gradient nárůstu teploty betonu nesmí překročit $15^{\circ}\text{C}/\text{hod}$, při chladnutí betonu by pokles teplot neměl být větší než $10^{\circ}\text{C}/\text{hod}$. Pro návrh konstrukce se doporučuje využívat 60 či 90 denní návrhové pevnosti betonu.
- (2) Je nutné používat cementů s nízkým hydratačním teplem, u kterých je množství hydratačního tepla uvolněné za 28 dnů nižší než 300 kJ/kg a za 7 dnů nižší než 280 kJ/kg . Doporučuje se využít směsných cementů s minimálním množstvím slinku, pevnostní třídy 32,5 a minimalizovat jejich dávky. Pro zajištění potřebné pevnosti je vhodné využívat aktivní příměsi II.
- (3) Volí se co největší maximální zrno kameniva, pokud to konstrukce zejména její využitění dovoluje.
- (4) Při teplotách prostředí nad 25°C se doporučuje využívání zpomalovacích přísad. Mezní předepsané teploty čerstvého betonu při ukládání viz Tabulka 9 této kapitoly TKP.

17.2.12 VLÁKNOBETONY

- (1) Informace k vláknobetonům viz Příloha E této kapitoly TKP.

17.2.13 ULTRAVYSOKOPEVNOSTNÍ BETONY

- (1) Informace k ultravysokopevnostním betonům viz Příloha G této kapitoly TKP.

17.2.14 SPECIFIKACE TYPOVÉHO BETONU

17.2.14.1 Všeobecně

- (1) Jednoznačná specifikace typového betonu dle ČSN EN 206+A2 a ČSN P 73 2404 musí být uvedena v projektové dokumentaci.
- (2) Základní požadavky na typový beton dle ČSN EN 206+A2, čl. 6.2.2, bod (1) a dle ČSN P 73 2404, čl. 6.2.2 se vždy uvedou v PD (zadávací dokumentace stavby). V případě potřeby uvede projektant doplňující požadavky dle ČSN EN 206+A2, čl. 6.2.3. Důraz je kladen především na odolnost proti průsaku vody a mrazuvzdornost.
- (3) Specifikace betonu se dále doplní v průběhu přípravy stavby, především o požadavek na stupeň konzistence, případně o další požadavky vyvolané například způsobem ukládání betonu atd. viz ČSN EN 206+A2, čl. 6.2.2, bod (4) a ČSN P 73 2404, čl. 6.2.2, bod i.
- (4) Základní specifikace z hlediska limitních požadavků na vybrané složky betonu v návaznosti na stupeň vlivu prostředí je dána tabulkou viz Tabulka 3 (předpokládaná životnost 50 let) a Tabulka 4 (předpokládaná životnost 100 let) této kapitoly TKP.
- (5) Beton musí splňovat také požadavky uvedené v čl. 17.2.2.2 této kapitoly TKP.

17.2.14.2 Čerstvý beton

- (1) *Vodní součinitel* - limitní hodnoty vodního součinitele pro beton podle vlivu prostředí – viz Tabulka 3 (předpokládaná životnost 50 let) a Tabulka 4 (předpokládaná životnost 100 let) této kapitoly TKP.
- (2) *Konzistence* - klasifikace konzistence pro obyčejné betony dle ČSN EN 206+A2, čl. 4.2.1 a Tabulka 3 až 6 a pro samozhutnitelné betony dle ČSN EN 206+A2, čl. 4.2.2 a Tabulka 7 až 11. Pro zajištění náležitého zhutnění betonu monolitických konstrukcí na staveniště a dílců ve výrobně a k dosažení předepsaných vlastností betonu je možno použít pouze takový stupeň konzistence, který je prokázán průkazní zkouškou a je předepsán technologickým předpisem (TePř).
- (3) Projektová dokumentace stavby nebo TePř mohou předepsat hodnoty konzistence v závislosti na konkrétních podmínkách betonáže, přitom však hodnota vodního součinitele viz Tabulka 3 (předpokládaná životnost 50 let) a Tabulka 4 (předpokládaná životnost 100 let) této kapitoly TKP nesmí být překročena.
- (4) *Obsah vzduchu* - předepsaná hodnota pro betony se stupněm vlivu prostředí XF2-XF4, viz Tabulka 10 a 13 této kapitoly TKP .
- (5) *Teplota čerstvého betonu* - požadavky na teplotu čerstvého betonu dle klimatických podmínek prostředí při jeho dodání na staveniště a při jeho tuhnutí viz Tabulka 9 této kapitoly TKP.

Tabulka 9 – Požadavky na teplotu čerstvého betonu při dodání a při jeho tuhnutí v závislosti na klimatických podmínkách

Teplotní klimatické podmínky		Minimální teplota prostředí	Maximální teplota prostředí	Mezní teplota betonu
Normální klimatické podmínky		+5 °C	+25 °C	max. +30 °C
Nízké a záporné teploty		-10 °C	+5 °C	min. +10 °C
Horké a suché prostředí	masivní konstrukce	+20 °C	+30 °C	max. +25 °C
	ostatní konstrukce	+25 °C	+35 °C	max. +30 °C

17.2.14.3 Ztvrdlý beton

- (1) Obecně jsou požadavky na vlastnosti ztvrdlého betonu uvedeny v ČSN EN 206+A2 a ČSN P 73 2404.
- (2) Požadavky na ztvrdlý beton musí být jednoznačně uvedeny v projektové dokumentaci či jiné zadávací dokumentaci.
- (3) Základní parametry betonu:
 - Pevnostní třída betonu.
 - Stupeň vlivu prostředí (X0, XC1-XC4, XD1-XD3, XF1-XF4, XA1-XA3), vybrané stupně vlivu prostředí zahrnují i požadavky na hloubku průsaku vody, mrazuvzdornost a odolnost proti vodě a chemickým rozmrazovacím látkám; bližší specifikace pro předpokládanou životnost konstrukce 50 let – viz Tabulka 11 a 14 této kapitoly TKP, pro předpokládanou životnost konstrukce 100 let viz Tabulka 12 a 15 této kapitoly TKP.
 - Kategorie obsahu chloridů (Cl 1,0 – Cl 0,2).
- (4) Doplňkové parametry betonu:
 - *Statický modul pružnosti* – předepsaná hodnota pro třídy betonu dle ČSN EN 206+A2 viz Tabulka 16 této kapitoly TKP.
 - *Pevnost v prostém tahu* – předepsaná hodnota pro třídy betonu dle ČSN EN 206+A2 viz Tabulka 16 této kapitoly TKP.
 - *Pevnost v tahu za ohybu* – předepsaná hodnota v PD či jiném předpisu.
 - *Pevnost v příčném tahu* – předepsaná hodnota v PD či jiném předpisu.
 - *Vývin tepla během hydratace* – rozmezí doporučených hodnot je nutno u masivních konstrukcí ověřit výpočtem před zahájením betonáže.
 - *Smrštění* – pro konstrukce, kde nesmí vzniknout smršťovací trhliny šířky více než 0,3 mm by nemělo překročit 0,5 mm/m za 28 dnů normálního zrání.
 - *Pevnost v tlaku betonu ve stáří menším než 28 dní* (např. termín odbednění, uvedení konstrukce do provozu) – požadavek PD či jiného předpisu.
 - *Dosažení pevnostní třídy ve stáří betonu 60 resp. 90 dní* – požadavek PD či jiného předpisu.
 - *Objemová hmotnost* – předepsaná hodnota v PD či jiném předpisu.

17.2.14.4 Příklad označování betonů

(1) **Obyčejné a vysokopevnostní betony** (předpokládaná životnost konstrukce 100 let)

Příklad označení betonu:

C 30/37 – XC4, XF3 (F.1.2) – Cl 0,4 – D_{max}16 – S3

C 30/37 – pevnostní třída betonu

XC4 – koroze vlivem karbonatace (*střídavě mokré a suché prostředí*)

XF3 – koroze vlivem působení mrazu a rozmrazování s rozmrazovacími prostředky a bez nich (*značně nasycen vodou bez rozmrazovacích prostředků*) – maximální průsak 20 mm pro SVP (viz Tabulka 15 této kapitoly TKP)

Cl 0,4 – maximální obsah chloridů v betonu (*beton s ocelovou výztuží nebo jinými kovovými vložkami*)

D_{max}16 – velikost maximálního zrna kameniva v betonu

S3 – konzistence betonu podle sednutí kužele

(2) ***Samožhutnitelné betony*** (předpokládaná životnost konstrukce 50 let)
Příklad označení betonu:

SCC – C 25/30 – XC4, XF3 (F.1.1) – Cl 0,4 – D_{max}22 – SF2 – VS1 – PJ1

SCC – samozhutnitelný beton (self compacting concrete)

C 25/30 – pevnostní třída betonu

XC4 – koroze vlivem karbonatace (střídavě mokré a suché prostředí)

XF3 – koroze vlivem působení mrazu a rozmrazování s rozmrazovacími prostředky a bez nich (značně nasycen vodou bez rozmrazovacích prostředků) – maximální průsak 35 mm pro SVP (viz Tabulka 14 této kapitoly TKP)

Cl 0,4 – maximální obsah chloridů v betonu (beton s ocelovou výztuží nebo jinými kovovými vložkami)

D_{max}22 – velikost maximálního zrnu kameniva v betonu

SF2 – třída rozlití kužele

VS1 – třída viskozity t₅₀₀

PJ1 – schopnost průtoku J-kroužkem

(3) ***Mezerovitý beton***

Příklad označení betonu:

MCB, 200 mm

Mezerovitý beton v tloušťce 200 mm

(4) ***Pohledový beton*** (předpokládaná životnost konstrukce 100 let)

Příklad označení betonu:

PB1 – C 30/37 – XC4, XF3 (F.1.2) – Cl 0,4 – D_{max}16 – S3

PB1 – třída 1 pohledového betonu

C 30/37 – pevnostní třída betonu

XC4 – koroze vlivem karbonatace (střídavě mokré a suché prostředí)

XF3 – koroze vlivem působení mrazu a rozmrazování s rozmrazovacími prostředky a bez nich (značně nasycen vodou bez rozmrazovacích prostředků) – maximální průsak 20 mm pro SVP (viz Tabulka 15 této kapitoly TKP)

Cl 0,4 – maximální obsah chloridů v betonu (beton s ocelovou výztuží nebo jinými kovovými vložkami)

D_{max}16 – velikost maximálního zrnu kameniva v betonu

S3 – konzistence betonu podle sednutí kužele

(5) ***Nekonstrukční beton***

Příklad označení betonu:

C 20/25 n (T50)

C 20/25 – pevnostní třída betonu

n – nekonstrukční beton

(T50) – odolnost vůči zmrazování a rozmrazování; počet zkušebních cyklů 50

Tabulka 10 – Požadavky na pevnost v tlaku a hodnoty základních parametrů čerstvého betonu při průkazných zkouškách pro jednotlivé druhy betonu

I. POŽADAVKY NA PEVNOST V TLAKU PRO DANOU TŘÍDU BETONU (předpokládané používané třídy betonu)															
Třída betonu	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
	8/10	12/15	16/20	20/25	30/37	35/45	40/50	45/55	50/60	55/67	60/75				
<i>Minimální charakteristická válcová pevnost $f_{ck,cyl}$ [MPa]</i>	8	12	16	20	30	35	40	45	50	55	60				
<i>Minimální charakteristická krychelná pevnost $f_{ck,cube}$ [MPa]</i>	10	15	20	25	37	45	50	55	60	67	75				
Požadovaná pevnost v tlaku při průkazných zkouškách [MPa]	$f_{ck} + 7$			$f_{ck} + 8$			$f_{ck} + 10$								
II. POŽADAVKY NA VYBRANÉ CHARAKTERISTIKY ČERSTVÉHO PŘI PRŮKAZNÍCH ZKOUŠKÁCH V ZÁVISLOSTI NA STUPNI VLIVU PROSTŘEDÍ															
Stupeň vlivu prostředí dle ČSN EN 206+A2 a ČSN P 73 2404	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Konzistence	Odchyly od stanovené konzistence dle Tabulky 21 ČSN EN 206+A2														
Minimální obsah vzdachu [%]	$D_{max} = 8 \text{ mm}$	--	--	--	--	--	--	--	4,0¹	4,5¹	5,0¹	5,5¹	--	--	--
	$D_{max} = 16 \text{ mm}$	--	--	--	--	--	--	--	3,0¹	3,5¹	4,0¹	4,5¹	--	--	--
	$D_{max} = 22-32 \text{ mm}$	--	--	--	--	--	--	--	2,5¹	3,0¹	3,5¹	4,0¹	--	--	--

¹ Beton nemusí být provzdušněn na uvedenou hodnotu v případě, že bude prokázána odolnost proti mrazu a rozmrazování (mrazovým cyklům), odolnost proti vodě a chemickým rozmrazovacím látkám pro příslušný stupeň vlivu prostředí. Jestliže neprovzdušněný beton tato kritéria při průkazných zkouškách nesplní, musí být provzdušněn.

Tabulka 11 – Požadavky na hodnoty základních parametrů ztvrdlého betonu při průkazných zkouškách pro jednotlivé druhy betonu – předpokládaná životnost 50 let

III. POŽADAVKY NA VYBRANÉ CHARAKTERISTIKY ZTVRDLÉHO BETONU PŘI PRŮKAZNÍCH ZKOUŠKÁCH V ZÁVISLOSTI NA STUPNI VLIVU PROSTŘEDÍ															
Stupeň vlivu prostředí dle ČSN EN 206+A2 a ČSN P 73 2404	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Stupeň mrazuvzdornosti	--	--	--	--	--	--	--	--	T75	--	T100	--	--	--	--
Počet cyklů při PZ	--	--	--	--	--	--	--	--	100	--	125	--			
Odolnost povrchu betonu proti vodě a CHRL² – počet cyklů	--	--	--	--	--	--	--	--	--	75	---	100	--	--	--
Maximální odpad [g/m ²] po předepsaném počtu cyklů	--	--	--	--	--	--	--	--	---	1250	---	1000	--	--	--
Počet zkušebních cyklů při PZ	--	--	--	--	--	--	--	--	--	100	--	125	--	--	--
Maximální průsak vody při zkoušce podle ČSN EN 12390-8 [mm]³	--	--	--	--	40	--	40	28	40	40	28	28	40	28	16

² Není povinným parametrem – předepisuje se dle konkrétních podmínek exploatace konstrukce. Zkouška se provádí metodou A dle ČSN 73 1326.

³ Platí pro objekty v přímém styku s vodou, není-li v dokumentaci stavby nebo v ZTP stanoveno jinak. Nezkouší se u provzdušněného betonu.

Tabulka 12 – Požadavky na hodnoty základních parametrů ztvrdlého betonu při průkazných zkouškách pro jednotlivé druhy betonu – předpokládaná životnost 100 let

III. POŽADAVKY NA VYBRANÉ CHARAKTERISTIKY ZTVRDLÉHO BETONU PŘI PRŮKAZNÍCH ZKOUŠKÁCH V ZÁVISLOSTI NA STUPNI VLIVU PROSTŘEDÍ															
Štupeň vlivu prostředí dle ČSN EN 206+A2 a ČSN P 73 2404	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
<i>Min. obsah mikropórů A₃₀₀ ve ztvrdlém betonu při zkoušce dle ČSN EN 480-11 [%]</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	1,2	1,6	2,0				
<i>Maximální součinitel rozložení vzduchových pórů (L) při zkoušce dle ČSN EN 480-11 [mm]</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	0,19	0,18	0,15				
<i>Maximální průsak vody při zkoušce podle ČSN EN 12390-8 [mm]</i>	--	--	--	40	40	40	40	16	40	28	16	16	40	28	16
<i>Stupeň mrazuvzdornosti</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	T100	--	T150	--	--	--	--
Počet cyklů při PZ	--	--	--	--	--	--	--	--	125	--	175	--			
<i>Odolnost povrchu betonu proti vodě a CHRL⁴ – počet cyklů</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	100	---	100	--	--	--	--
Maximální odpad [g/m ²] po předepsaném počtu cyklů	--	--	--	--	--	--	--	--	1250	--	1000	--	--	--	--
Počet zkušebních cyklů při PZ	--	--	--	--	--	--	--	--	125	--	125	--	--	--	--

⁴ Není povinným parametrem – předepisuje se dle konkrétních podmínek exploatace konstrukce. Zkouška se provádí metodou A dle ČSN 73 1326.

Tabulka 13 – Požadavky na pevnosti a hodnoty základních parametrů čerstvého betonu při kontrolních zkouškách pro jednotlivé druhy betonu

I. POŽADAVKY NA PEVNOST V TLAKU PRO DANOU TŘÍDU BETONU (předpokládané používané třídy betonu)															
Třída betonu	C 8/10	C 12/15	C 16/20	C 20/25	C 30/37	C 35/45	C 40/50	C 45/55	C 50/60	C 55/67	C 60/75				
<i>Minimální charakteristická válcová pevnost $f_{ck,cyl}$ [MPa]</i>	8	12	16	20	30	35	40	45	50	55	60				
<i>Minimální charakteristická krychelná pevnost $f_{ck,cube}$ [MPa]</i>	10	15	20	25	37	45	50	55	60	67	75				
Požadovaná pevnost v tlaku při kontrolních zkouškách	Hodnota vypočítaná dle čl. 8.2.1.3. ČSN EN 206 a čl. 8.2.1.4 ČSN P 73 2404 [MPa] (vysokopevnostní betony jsou od třídy C 55/67)														
II. POŽADAVKY NA VYBRANÉ CHARAKTERISTIKY ČERSTVÉHO BETONU PŘI KONTROLNÍCH ZKOUŠKÁCH V ZÁVISLOSTI NA STUPNI VLIVU PROSTŘEDÍ															
Stupeň vlivu prostředí dle ČSN EN 206+A2 a ČSN P 73 2404	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Konzistence	Odchyly od stanovené konzistence dle Tabulky 21 ČSN EN 206+A2														
<i>Minimální obsah vzduchu [%]</i>	$D_{max} = 8 \text{ mm}$	--	--	--	--	--	--	--	4,0⁵⁾	4,5⁵⁾	5,0⁵⁾	5,5⁵⁾	--	--	--
	$D_{max} = 16 \text{ mm}$	--	--	--	--	--	--	--	3,0⁵⁾	3,5⁵⁾	4,0⁵⁾	4,5⁵⁾	--	--	--
	$D_{max} = 22-32 \text{ mm}$	--	--	--	--	--	--	--	2,5⁵⁾	3,0⁵⁾	3,5⁵⁾	4,0⁵⁾	--	--	--

⁵ Beton nemusí být provzdušněn na uvedenou hodnotu v případě, že bude prokázána odolnost proti mrazu a rozmrzování (mrazovým cyklům), odolnost proti vodě a chemickým rozmrzovacím látkám pro příslušný stupeň vlivu prostředí. Jestliže neprovzdušněný beton tato kritéria při průkazních zkouškách nesplní, musí být provzdušněn.

Tabulka 14 – Požadavky na hodnoty základních parametrů ztvrdlého betonu při kontrolních zkouškách pro jednotlivé druhy betonu – předpokládaná životnost 50 let

III. POŽADAVKY NA VYBRANÉ CHARAKTERISTIKY ZTVRDLÉHO BETONU PŘI KONTROLNÍCH ZKOUŠKÁCH V ZÁVISLOSTI NA STUPNI VLIVU PROSTŘEDÍ															
Stupeň vlivu prostředí dle ČSN EN 206+A2 a ČSN P 73 2404	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Stupeň mrazuvzdornosti	--	--	--	--	--	--	--	--	T75	--	T100	--	--	--	--
Počet cyklů při KZ	--	--	--	--	--	--	--	--	75	--	100	--			
Odolnost povrchu betonu proti vodě a CHRL⁶ – počet cyklů	--	--	--	--	--	--	--	--	--	75	---	100	--	--	--
Maximální odpad [g/m ²] po předepsaném počtu cyklů	--	--	--	--	--	--	--	--	---	1250	---	1000	--	--	--
Počet zkušebních cyklů při KZ	--	--	--	--	--	--	--	--	--	75	--	100	--	--	--
Maximální průsak vody při zkoušce podle ČSN EN 12390-8 [mm]⁷	--	--	--	--	50	--	50	35	50	50	35	35	50	35	20

⁶ Není povinným parametrem – předepisuje se dle konkrétních podmínek exploatace konstrukce. Zkouška se provádí metodou A dle ČSN 73 1326.

⁷ Platí pro objekty v přímém styku s vodou, není-li v dokumentaci stavby nebo v ZTP stanoveno jinak. Nezkouší se u provzdušněného betonu.

Tabulka 15 – Požadavky na hodnoty základních parametrů ztvrdlého betonu při kontrolních zkouškách pro jednotlivé druhy betonu – předpokládaná životnost 100 let

III. POŽADAVKY NA VYBRANÉ CHARAKTERISTIKY ZTVRDLÉHO BETONU PŘI PRŮKAZNÍCH ZKOUŠKÁCH V ZÁVISLOSTI NA STUPNI VLIVU PROSTŘEDÍ															
Stupeň vlivu prostředí dle ČSN EN 206+A2 a ČSN P 73 2404	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Min. obsah mikropórů A_{300} ve ztvrdlém betonu při zkoušce dle ČSN EN 480-11 [%]	--	--	--	--	--	--	--	--	1,0	1,4	1,8				
Maximální součinitel rozložení vzduchových pórů (L) při zkoušce dle ČSN EN 480-11 [mm]	--	--	--	--	--	--	--	--	0,20	0,20	0,16				
Maximální průsak vody při zkoušce podle ČSN EN 12390-8 [mm]	--	--	--	50	50	50	50	20	50	35	20	20	50	35	20
Stupeň mrazuvzdornosti	--	--	--	--	--	--	--	--	T100	--	T150	--	--	--	--
Počet cyklů při KZ	--	--	--	--	--	--	--	--	100	--	150	--			
Odolnost povrchu betonu proti vodě a CHRL⁸ – počet cyklů	--	--	--	--	--	--	--	--	--	100	---	100	--	--	--
Maximální odpad [g/m ²] po předepsaném počtu cyklů	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1250	--	1000	--	--	--
Počet zkušebních cyklů při KZ	--	--	--	--	--	--	--	--	--	100	--	100	--	--	--

⁸ Není povinným parametrem – předepisuje se dle konkrétních podmínek exploatace konstrukce. Zkouška se provádí metodou A dle ČSN 73 1326.

Tabulka 16 – Hodnoty statického modulu pružnosti v tlaku a pevnosti v prostém tahu ztvrdlého betonu

Parametr	Pevnostní třída betonu											
	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 40/50	C 45/55	C 50/60	C 55/67	C 60/75	C 70/85	C 80/95	C 90/105
Statický modul pružnosti (sečnový) E_{cm} [GPa] ¹	28	30	33	34	35	36	37	38	39	41	42	44
Statický modul pružnosti [GPa] E_{cm} ²	26,2	28	29,7	31,4	33	34,5	36	37,5	38,9	41,7	44,4	46
Charakteristická pevnost betonu v prostém tahu f_{ctk} (PZ)	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	5,5	5,7	6	6,3	6,6
Průměrná hodnota pevnosti betonu v prostém tahu f_{ctm} (KZ)	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5

¹ ČSN EN 1992-1- ed.2 - norma udává hodnoty směrného modulu pružnosti E_{cm} , definovaného sečnovou hodnotou vztahem:

$$E_{cm} = 22 \left(\frac{f_{cm}}{10} \right)^{0,3}$$

kde: E_{cm} je sečnový modul pružnosti v GPa a f_{cm} průměrná válcová pevnost v tlaku v MPa odvozená z pevnosti betonu $f_{ck,cube}$:

$$f_{cm} = f_{ck} + 8$$

² fib Model Code 2010 – stanovuje hodnotu modulu pružnosti tečnovou hodnotou.

Poznámka:
Vzhledem k rozdílnostem empiricky stanovených hodnot statických modulů pružnosti je nutné u náročných staveb nepoužívat hodnoty statických modulů pružnosti pouze z přepočtu podle EC2, ale provést praktické laboratorní stanovení v rámci rozšířených průkazních zkoušek na zkušebních tělesech podle ČSN EN 12390-13.

17.3 TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRACÍ

- (1) Požadavky na dopravu, ukládání a ošetřování betonu specifikuje ČSN EN 13670 a ustanovení této kapitoly TKP.
- (2) Technologický postup betonáže (dále jen postup betonáže) je nezbytnou součástí Technologického předpisu (TePř) betonáže pro vybrané objekty či konstrukce.
- (3) TePř betonáže se povinně zpracovává pro betonáže konstrukcí staveb s předpokládanou životností 100 let, konstrukcí o objemu přesahujícím 300 m³ nebo pro technicky náročné konstrukce o menším objemu.
- (4) TePř betonáže zpracovává zhotovitel stavby a musí ho předložit technickému dozoru stavebníka k odsouhlasení.
- (5) Bez odsouhlaseného TePř betonáže nesmí být zahájena betonáž.

- (6) TePř betonáže je závazný pro pracovníky zhotovitele i jeho podzhotovitele, jestliže se podílí na betonáži konstrukcí.
- (7) Obsah TePř betonáže viz Příloha O této kapitoly TKP.

17.3.1 DOPRAVA

- (1) Doprava čerstvého betonu na místo zpracování musí splňovat tyto podmínky:
 - nesmí dojít k rozmlíšení betonu,
 - nesmí dojít k výraznému bleedingu (krvácení betonu),
 - nesmí dojít ke ztrátě některé složky betonu,
 - beton se nesmí znečistit, znehodnotit deštěm, namrznutím;
 - nesmí dojít ke zhorení zpracovatelnosti čerstvého betonu,
 - doprava musí být ukončena před počátkem tuhnutí betonu.
- (2) Primární doprava na místo zpracování se provádí autodomíchávači. V případě použití nákladních vozidel se sklopními korbami (*zpravidla pro mezerovitý beton*) se doporučuje přikrytí korby plachtou. Při přepravě čerstvého betonu musí být vždy dodržovány technické podmínky pro přepravníky čerstvého betonu.
- (3) Maximální přípustná doba trvání dopravy čerstvého betonu závisí především na složení betonu a povětrnostních podmínkách. Doba dopravy čerstvého betonu musí být v souladu s požadavky viz Tabulka 17 této kapitoly TKP, přičemž nesmí být současně překročena mezní teplota čerstvého betonu viz Tabulka 9 této kapitoly TKP.

Tabulka 17 – Maximální doba dopravy čerstvého betonu

Čerstvý beton z cementu	Teplota prostředí [°C]	Maximální doba dopravy [min]
portlandský cement, portlandský cement směsný, cement vysokopevní, síranuvzdorný cement, pevnostní třídy nižší než 42,5	0 - 25	110
	> 25	60
	< 0	60
portlandský cement, portlandský cement směsný, cement vysokopevní, síranuvzdorný cement, pevnostní třídy 42,5 a vyšší	0 - 25	90
	> 25	45
	< 0	45

- (4) Ve výjimečných případech může být doba dopravy čerstvého betonu i delší, za předpokladu použití zpomalující přísady ověřené průkazními zkouškami. I v tomto případě musí být však v TePř betonáže stanovena maximální doba dopravy.
- (5) Obsluha (obvykle řidič) přepravníku na čerstvý beton musí mít základní znalosti technologických zásad a norem platných pro výrobu a přepravu betonu. Kvalifikačním předpokladem je zkouška pro obsluhu výroby a dopravy čerstvého betonu dle vyhlášky č. 77/1965 Sb. a ČSN EN 206+A2 a ČSN EN 13670.
- (6) Obsluha přepravníku přebírá odpovědnost za kvalitu přepravovaného betonu od okamžiku naplnění přepravníku až do předání na stavbě. Řidič přepravníku je povinen znát základní

kvalitativní ukazatele přepravovaného betonu, dodržovat nejkratší předepsanou trasu a s výjimkou zastávek vynucených dopravní situací nikde nezastavovat. Časová lhůta stanovená v dopravním předpisu pro předání čerstvého betonu ke zpracování nesmí být překročena. Přepravník na čerstvý beton musí být připraven k plnění v dobrém technickém stavu, prázdný a čistý. Přepravovaný beton nesmí být znehodnocen zbytkovou vodou, naftou, olejem, únikem cementového tmelu nebo nadmerným ochlazením.

- (7) Dodatečně přidávat vodu pro technologické účely, přísady či rozptýlenou výztuž může řidič jen v případech schválených odpovědným technologem a s příslušným záznamem v dodacím listu. Musí být stanoveno množství vody, přísady resp. rozptýlené výztuže, časová lhůta a počet otáček bubnu po přidání těchto složek k čerstvému betonu (doba míchání).
- (8) Ředit svévolně čerstvý beton dodáváním další záměsové vody či doplňovat některou ze složek betonu je zakázáno.
- (9) Dodavatel betonu musí zajistit dostatečnou kapacitu přepravních zařízení k zajištění nepřetržitých dodávek v požadované rychlosti. Rychlosť dodávky čerstvého betonu během betonování musí být taková, aby byla zajištěna řádná manipulace s čerstvým betonem v požadovaném čase, jeho uložení i hutnění.

17.3.2 UKLÁDÁNÍ A ZHUTŇOVÁNÍ ČERSTVÉHO BETONU

17.3.2.1 Všeobecně

- (1) Ukládání a zhutňování čerstvého betonu musí být prováděno za přítomnosti kvalifikovaného pracovníka zhotovitele dle ustanovení čl. 8.4 ČSN EN 13670 a přílohy F ČSN EN 13670.
- (2) Pro vybrané druhy betonu jsou doplňující požadavky uvedeny v čl. 17.3.2.5 až 17.3.2.8 této kapitoly TKP.
- (3) Pro ukládání za zvláštních klimatických podmínek platí podmínky uvedené v čl. 17.3.2.3 a 17.3.2.4 této kapitoly TKP. Při ukládání za zvláštních klimatických podmínek je nutno sledovat teplotu prostředí, zhutňování čerstvého betonu i povrchu uloženého betonu a podle potřeby i teplotu ošetřovací vody a relativní vlhkost vzduchu.

17.3.2.2 Ukládání a zhutňování běžně vibrovaného betonu

- (1) Čerstvý beton musí být ukládán na místo určení plynule v souvislých a co možno vodorovných vrstvách, jejichž tloušťka závisí na způsobu zhutňování; přitom musí být pracovním postupem zajištěno dokonalé spojení jednotlivých vrstev; přemísťování již uložené vrstvy pomocí vibrátoru nebo samospádem se nedovoluje.
- (2) Úprava konzistence čerstvého betonu na staveništi přidáním vody není povolena. Celkové množství záměsové vody podle předepsané receptury nesmí být překročeno. Je možná pouze úprava konzistence přidáním plastifikačních přísad.
- (3) Časový úsek mezi dokončením přípravy bednění a zahájením betonáže má být co nejkratší. Při ukládání je nutno zabránit rozmíšení betonu, např. použitím čerpacích hadic, betonovacích nohavic nebo žlabů.
- (4) Při betonování musí být bednění řádně vyplněno betonem (zejména nutno zamezit vzniku štěrkových hnízd) a nesmí dojít k rozměšování čerstvého betonu, zvláště v místech křížení a husté výztuže.
- (5) Teplota čerstvého betonu při ukládání musí vyhovovat požadavkům uvedeným v Tabulce 9 této kapitoly TKP.

- (6) Čerstvý beton musí být ukládán tak, aby nedošlo k posunu nebo přetvoření výztuže, popř. bednění.
- (7) Čerstvý beton nesmí být ukládán volným pádem z výšky přesahující:
 - obyčejné betony – 1,5 m;
 - vysokopevnostní betony – 1,5 m;
 - pohledové betony – 1,0 m.
- (8) Beton je třeba ukládat plynule a hutnit ho ve stejně vysokých vrstvách, doporučená výška vrstev je $\leq 0,5$ m a závisí na výkonu použitého ponorného vibrátoru. Čerstvý beton musí mít takovou konzistenci, aby se po pomalém vytahování vibrátoru povrch betonu uzavřel a nezůstal žádný otvor. Pokud se betonuje ve více vrstvách „čerstvý na čerstvý“, pak od druhé vrstvy je třeba vibrátor zasunout do dříve zhutněné vrstvy na hloubku 100 až 150 mm a po krátkém prodlení ho pomalu vytahovat.
- (9) Pokud se beton ukládá např. do vysokých stěn bez přerušení betonáže, musí vibrátor zůstávat ponořený v betonu a současně s ukládáním být tažen vzhůru. U skloněné plochy je třeba s hutněním začít v oblasti větší tloušťky vrstvy. Provzdušněný beton smí být hutněn jen po nezbytně nutné době, která je třeba k vytvoření uzavřené struktury a k vypuzení větších vzduchových bublin. Dlouhá intenzivní vibrace způsobí segregaci hrubých složek betonu, nadměrné krvácení a změnu barevnosti povrchu.
- (10) Betonové konstrukce vystavené při betonování otřesům nebo chvění, zejména ze sousedních provozů, je dovoleno betonovat jen při zvláštních opatřeních uvedených v projektové dokumentaci nebo v technologickém předpisu betonáže.
- (11) Způsob hutnění, jeho doba a zpracovatelnost čerstvého betonu se volí tak, aby ve všech částech konstrukce bylo dosaženo stejnoměrného a řádného zhutnění betonu a nedocházelo k rozměšování čerstvého betonu.
- (12) Ukládání další vrstvy betonové směsi na předchozí, dosud nezhutněnou vrstvu betonu, se nedovoluje.
- (13) Při používání ponorných vibrátorů nesmí být vpichy umístěny vícekrát do stejného místa a vzdálenost sousedních ponorů nesmí převyšovat 1,4 násobek viditelného poloměru účinnosti vibrátoru. Tloušťka zhutňované vrstvy betonové směsi nesmí převyšovat 1,25 násobek délky pracovní části (hlavice) ponorného vibrátoru. Při zhutňování musí vibrátor proniknout do předchozí vrstvy do hloubky 50 až 100 mm.
- (14) Při zhutňování povrchovými vibrátory se postupuje v pruzích tak, aby se plochy účinnosti vibrátorů překrývaly o 100 až 200 mm.

17.3.2.3 Ukládání čerstvého betonu za nízkých a záporných teplot

- (1) Bednění a výztuž musí být před betonováním očištěny od sněhu a námrazků. Povrch podkladu, na který se betonuje, musí mít teplotu nejméně $+1$ °C.
- (2) Teplota čerstvého betonu nesmí klesnout před uložením do bednění pod $+10$ °C a musí být taková, aby na začátku tuhnutí byla teplota čerstvého betonu rovna:
 - nejméně $+5$ °C,
 - při uteplování betonu a při betonování podle zvláštních požadavků projektové dokumentace nebo TePř nejméně hodnotě stanovené tepelným výpočtem. Uteplování spočívá v tepelné izolaci a využití hydratačního tepla betonu.
- (3) Spřažené betonové konstrukce mají být před zmonolitněním spolehlivě prohřány na teplotu nejméně $+5$ °C a tuto teplotu je třeba udržovat až do dosažení potřebné pevnosti.
- (4) Při betonování masivních monolitických konstrukcí po vrstvách se musí postupovat tak, aby teplota povrchu uložené vrstvy betonu neklesla před jejím překrytím další vrstvou

pod +5 °C. Teplotní gradient mezi ukládanými vrstvami může být max. 15 °C. Nastalo-li při betonování porušení některých částí konstrukce mrazem, lze v betonování pokračovat až po jejich odstranění, přičemž se musí zajistit dokonalé spojení betonu nového s betonem starším.

17.3.2.4 Ukládání čerstvého betonu v horkém a suchém prostředí

- (1) K betonování v podmínkách s vyššími teplotami je nutno použít vhodnou betonovou směs, jejíž teplota od vysypání z míchačky na betonárnu až do uložení do konstrukce nesmí být vyšší, než je uvedeno v Tabulce 9 této kapitoly TKP.
- (2) Postup betonáže a velikost pracovních záběrů musí být předem navrženy a ověřeny tak, aby nedošlo ke škodlivému odpařování záměsové vody z čerstvého betonu vlivem vnější teploty, nízké relativní vlhkosti vzduchu a jeho proudění.
- (3) Objeví-li se na povrchu čerstvého betonu trhliny vlivem rychlého vysychání a plastického sedání, je možno je odstranit povrchovou vibrací, avšak ne později než 1 hodinu od zamíchání (výroby) čerstvého betonu.

17.3.2.5 Ukládání samozhutnitelného betonu

- (1) Pro ukládání samozhutnitelného betonu musí být zpracován pracovní postup pro konkrétní betonování, jestliže není zpracováván TePř betonáže.
- (2) Z důvodu vysokého potenciálního tlaku na bednění při ukládání SCC je nezbytné, aby bylo bednění dostatečně pevné a tuhé a řádně upevněné, aby se zabránilo jakémukoliv jeho pohybu nebo nežádoucím deformacím.
- (3) Je nezbytné stanovit největší časový interval mezi následujícími vrstvami betonu, tento by neměl být překračován.
- (4) Samozhutnitelný beton má být uložen jediným plynulým litím, aby rychlosť tečení odpovídala rychlosti ukládání.
- (5) Volný pád a vodorovné tečení betonu mají být omezeny, aby se zabránilo jakémukoliv narušení kvality a homogenity betonu.
- (6) Čerstvý beton nesmí být ukládán volným pádem z výšky přesahující 1,0 m.
- (7) Při zhutňování, pokud je prováděno, nesmí dojít k převibrování čerstvého betonu (dojde k rozmísení směsi). Zhutňování, pokud je prováděno, může být prováděno pouze za přítomnosti technologa a nesmí dojít k rozmísení čerstvého betonu a ke krvácení betonu na povrchu konstrukce (bleedingu).

17.3.2.6 Ukládání a hutnění pohledového betonu

- (1) Beton musí mít takové složení, aby v čerstvém stavu jeho konzistence a velikost zrn kameniva vyhovovaly postupu betonáže a tvaru betonovaného dílu, aby při hutnění čerstvý beton nesegregoval, nesedimentoval, aby se z něj neodlučovala voda (bleeding).
- (2) Beton nesmí změnit své složení a konzistenci při dopravě a dalším zpracování.
- (3) Před prováděním je nutné vždy vypracovat TePř betonáže.
- (4) Před vlastní betonáží se musí provést kontrola výztuže, navazujících pracovních spár, bednění a zabetonovávaných prvků.
- (5) Před každou betonáží je nutné ověřit podstatné aspekty technického provedení povrchu a konstrukce bednění:
 - Před každým nasazením bednění je třeba zkontolovat jeho čistotu a použitelnost (zda není zdeformované, poškozené či znečištěné).

- Před každým použitím bednění je třeba zkontrolovat připevnění pláště bednění, stav pláště bednění, příp. i stav všech dalších prvků bednění, které se dostanou do kontaktu s povrchem betonu (převýšení bednicích desek nad rámem, kvalitu vyspravení škrábanců, děr po hřebících a vrutech, dříve opravovaná místa atd.).
 - Průchody spínacích prvků pláštěm bednění je třeba řádně utěsnit, aby se zabránilo vytékání cementového mléka a vzniku nehomogenního povrchu.
 - Kotvení bednicích prvků k předchozí, již vybetonované části konstrukce, je třeba provést řádně, mj. ho utěsnit pomocí lišt, těsnicích pásků a ke spojování dílců bednění použít seřizovacích příložek.
 - Na jedné betonované části konstrukce nelze kombinovat použité a nové bednicí desky, desky s různými typy povrchů, desky s různou vlhkostí pláště, ani desky různých výrobců. Tyto kombinace způsobují nežádoucí odchylky v textuře a v zabarvení pohledového betonu.
 - Před betonáží je nutno řádně očištěné plochy bednění opatřit vhodným odbedňovacím prostředkem.
 - Bednění s již naneseným odbedňovacím prostředkem je nutné chránit před znečištěním při ukládání výztuže a dalších pracích na bednění.
 - V případě použití samozhutnitelných betonů je příprava bednění velmi důležitá, protože SCC věrně reprodukuje povrch formy, zkopíruje i všechny defekty povrchu.
- (6) Pokud se betonuje ve více vrstvách „čerstvý na čerstvý“, tak se doporučuje provedení referenční plochy za daných klimatických podmínek.
- (7) Pohledové betony tříd PB2, PB3 a PBS se doporučují realizovat při rozmezí teploty prostředí mezi +5 až +28 °C.
- (8) Nejlepších výsledků u pohledového betonu je možné dosáhnout při okolní teplotě od cca +10 do +25 °C. Tuto okolnost je nutno zohlednit při plánování stavby. Za jiných teplot je třeba nadefinovat přesné požadavky na realizaci a tyto odsouhlasit všemi zúčastněnými stranami.

17.3.2.7 Ukládání a hutnění mezerovitého betonu

- (1) Optimální průměrná denní teplota pro pokládku je +5 °C až +20 °C. V případě, že teplota při pokládce klesne pod +5 °C nebo je vyšší než +20 °C je třeba provést zvláštní opatření dle schváleného Technologického předpisu betonáže.
- (2) Při teplotách pod 0 °C nebo nad 30 °C nebo při silném nebo dlouhotrvajícím dešti se nesmí mezerovitý beton ukládat.
- (3) Beton se ukládá ručně nebo pomocí mechanismů, např. grejdrů, finišerů pro pokládku asfaltových směsí nebo také finišery pro pokládku cementobetonových krytů s vyloučením hutnění ponornými vibrátory. Dohutnění vrstvy se provádí pomocí hutnících válců bez vibrace, s povrchovou vibrací nebo pomocí přiložných vibrátorů. Uložení betonu je možné také pouhým urovnáním do požadovaného tvaru bez „uzavření“ povrchové vrstvy a to zejména v případech použití jako drenážní vrstvy např. v přechodových oblastech za opěrami mostů, trativedlů, podélných drenáží atd.
- (4) Ukládání betonu musí být provedeno v co nejkratší době od zamíchání bez dodatečného přidávání vody.
- (5) Zhutňování musí být ukončeno do 3 hodin od zamíchání betonu.

17.3.2.8 Ukládání betonu pro speciální geotechnické práce

- (1) Pro ukládání betonu pro speciální geotechnické práce musí být zpracován TePř betonáže.

(2) Postup ukládání se řídí ustanovením:

- vrtané piloty – čl. 8.4 ČSN EN 1536+A1,
- podzemní stěny – čl. 8.8 ČSN EN 1538+A1,
- ražené piloty – čl. 8.7 ČSN EN 12699,
- mikropiloty – čl. 8.9 ČSN EN 14199.

17.3.3 OŠETŘOVÁNÍ BETONU

17.3.3.1 Všeobecně

- (1) Ošetřování betonu musí být prováděno proškoleným pracovníkem zhotovitele, a to postupy uvedenými v čl. 8.5 a v příloze F ČSN EN 13670.
- (2) V případě potřeby je možno provádět tepelně ošetřování betonu (proteplování, ohřev) pro urychlení jeho tuhnutí a tvrdnutí.
- (3) Čerstvý beton nesmí být vystaven nárazům a otřesům do dosažení pevnosti 10 MPa a dalším škodlivým účinkům jako silnému ochlazení, ohřátí nebo vysušení, nejméně 7 dní.
- (4) Proti působení dešťové, proudící nebo agresivní vody musí být čerstvý beton chráněn.

17.3.3.2 Definice vnějších podmínek při ošetřování betonu

- (1) *Normální podmínky* – vnější podmínky s těmito teplotami:
 - Průměrná denní teplota je nejvíše +20 °C a nejméně
 - a) +5 °C pro betony s portlandskými cementy,
 - b) +8 °C pro betony se směsnými cementy.
 - Nejnižší teplota ve dne i v noci nesmí klesnout pod 0 °C.
 - Nejvyšší teplota nepřekročí +30 °C.
- (2) *Podmínky s nízkými teplotami* – prostředí, jehož průměrná denní teplota v průběhu alespoň 3 po sobě jdoucích dnů je nižší než:
 - +5 °C pro betony s portlandskými cementy,
 - +8 °C pro betony se směsnými cementy.
 Přičemž nejnižší denní nebo noční teplota neklesne pod 0 °C.
- (3) *Podmínky se zápornými teplotami* – prostředí, jehož teplota klesne pod 0 °C.
- (4) *Podmínky s vyššími teplotami* – prostředí, jehož:
 - průměrná denní teplota v průběhu alespoň 3 po sobě jdoucích dnů je vyšší než +20 °C
 - teplota přesáhne +30 °C.
- (5) *Průměrná denní teplota* – teplota vnějšího vzduchu prostřední stanovená dle vztahu

$$t_m = \frac{t_7 + t_{13} + t_{21}}{4}$$

kde:

t_7 , t_{13} , t_{21} – teploty vzduchu v °C změřené v 7, 13 a 21 hodin.

17.3.3.3 Ošetřování betonu za normálních podmínek

(1) Při ošetřování betonu se musí dodržet následující:

- Odkryté plochy tuhnoucího a tvrdnoucího betonu je nezbytné chránit před vyplavováním cementu z čerstvého betonu a před mechanickým nebo chemickým poškozením.
- Uložený beton se musí stále udržovat ve vlhkém stavu nejméně po dobu:
 - a) 7 dní – při použití cementu portlandského nebo struskoportlandského,
 - b) 14 dní – při použití cementu vysokopevného a při použití betonové směsi a příměsi s latentní hydraulicitou (např. popílku), pokud není doba ošetřování předepsána jinou normou nebo v projektové dokumentaci.
- Udržování ve vlhkém stavu ploch betonu nekrytých bedněním se musí zajistit vhodnými prostředky, např. použitím ochranných krytů nebo vlhčením.
- V případě použití ochranných krytů jako bariéry proti odpařování vody lze použít např. plastové fólie (transparentní nebo světlé barvy) nebo hmot pro ošetřování povrchu čerstvého betonu a výztuže.

Tomuto způsobu ošetření je třeba dát přednost před vlhčením u betonu v těchto případech:

- a) Beton má být brzy po výrobě vystaven účinkům mrazu.
- b) Nelze-li zajistit, že voda pro ošetřování betonu musí mít teplotu nejvýše o 10 °C nižší než je teplota povrchu betonové konstrukce.
- c) Nelze dodržet maximální dovolený teplotní gradient mezi teplotou uvnitř a na povrchu betonu.
- V případě vlhčení (kropením, zaplavováním) se musí započít ihned, jakmile beton ztvrdí natolik, že nedochází k vyplavování cementu. Při teplotě prostředí pod +5 °C se vlhčení betonu provádět nemusí.
- Voda pro ošetřování betonu musí vychovovat ČSN EN 1008 a její teplota smí být nejvýše o 10 °C nižší než je teplota povrchu betonové konstrukce, pokud není prokázána neškodnost většího teplotního rozdílu.
- Umělé vysoušení povrchu tvrdnoucího betonu se smí provádět až v době, kdy beton dosáhne krychelné pevnosti odpovídající třídě betonu předepsané v PD. Způsob sušení musí být zvolen tak, aby nebyly zhoršeny předepsané vlastnosti betonu a betonové konstrukce.

17.3.3.4 Ošetřování betonu za nízkých a záporných teplot

(1) Při tuhnutí a tvrdnutí betonu v podmínkách s nízkými a zápornými teplotami se musí dodržet následující:

- Konstrukce se neprodleně po ukončení betonáže musí přikrýt a ošetřovat tak, aby teplota povrchu betonu neklesla pod +5 °C po dobu nejméně 72 hodin, nebo nebyla vystavena působení mrazu, dokud krychlená pevnost betonu, stanovená na zkušebních tělesech odebraných z betonu pří betonáží konstrukce nebo nedestruktivními zkouškami, z kterékoliv zkoušky připadající, popř. z kteréhokoliv zkušebního místa připadajícího na hodnocený celek betonu nedosáhne u betonu třídy:
 - a) **C 8/10 a nižší** – minimální krychelné pevnosti 4,0 MPa;
 - b) **C 12/15 až C 16/20** – minimální krychelné pevnosti 6,0 MPa;
 - c) **C 20/25 a vyšší** – minimální krychelné pevnosti 8,0 MPa.

- Tepelný odpor krytu konstrukce nesmí být nižší než tepelný odpor bednění; je třeba dbát na stejnoměrné vychládání konstrukce (tenčí části musí být izolovány více než masivnější části).
- Voda potřebná k ošetřování betonu při teplotě prostředí nižší než +10 °C nesmí mít teplotu nižší než +5 °C.
- Při teplotě prostředí pod +5 °C se beton nesmí vodou kropit, vlhčit ani zaplavovat, a je třeba zabránit působení deště a sněhu na povrch betonu. Doporučuje se použít vhodný tepelně izolační materiál např. tepelně izolační fólie.

17.3.3.5 Ošetřování betonu v horkém a suchém prostředí

- (1) Při tuhnutí a tvrdnutí betonu v podmínkách s nízkými a zápornými teplotami se musí dodržet následující:
- Ihned po vybetonování konstrukce je nutno přistoupit k ochraně čerstvého betonu před působením slunečního záření a škodlivého vlivu větru (nadměrné vysoušení povrchu). Přitom musí být odkryté plochy betonu chráněny před mechanickým poškozením nebo před vyplavováním cementu (v případech rizika možných dešťových srážek).
 - Jakmile beton ztvrdne, musí se ihned přistoupit k dalšímu ošetřování podle čl. 17.3.3.3 odrážka třetí až šestá této kapitoly TKP, aby povrch betonu byl stále ve vlhkém stavu.
 - Ošetřování je možno skončit nejdříve v době, ve které krychelná pevnost betonu stanovená na zkušebních tělesech odebraných z čerstvého betonu při betonáži konstrukce nebo nedestruktivními zkouškami provedenými na ošetřované konstrukci dosáhne alespoň 70 % charakteristické hodnoty krychelné pevnosti betonu pro danou pevnostní třídu.

17.3.3.6 Specifika ošetřování některých betonů

17.3.3.6.1 Vysokopevnostní betony

- (1) Ošetřování těchto betonů se musí věnovat zvláštní pozornost. Zásadní je zabránění oslunění a působení větru po odbednění min. po dobu 7 dnů, aby se zabránilo rychlému odpařování záměsové vody z povrchových vrstev a tím zpomalení hydratace a vzniku trhlinek. Při vysokých dávkách cementu je nutné při teplotách nad 25 °C zajistit chlazení betonu nebo jeho složek, aby teplota uvnitř konstrukce nepřesáhla 65 °C.

17.3.3.6.2 Pohledové betony

- (1) Pokud je ve zvláštních případech (podmínkou je teplota prostředí >5 °C) uvažováno s odbedněním již po 36 hodinách, je vhodné účinnost následného ošetření betonu prokázat zkouškou na zkušební konstrukci. Časová prodleva mezi odbedněním pohledového betonu a začátkem účinnosti opatření pro následné ošetřování (např. těsné zakrytí stěny stavebními plachtami) nesmí překročit 1 hodinu. Při realizaci pohledového betonu je vhodné zajistit od betonáže až do doby odbednění teplotu prostředí nad 10 °C. Důsledkem nedodržení tohoto ustanovení může být rozdílná barevnost povrchu.
- (2) Pro betony musí být zajištěno stále stejně prováděné následné ošetřování. Pro ošetřování je dovoleno použít jen takových tekutých prostředků, u kterých bylo předešlými praktickými zkouškami prokázáno, že jejich aplikace nemá vliv a výslednou barvu na vzhled pohledového betonu. Pokud se pro následné ošetřování použijí fólie, je nutno zajistit, aby se v čerstvém betonu neotiskly použité pomocné prostředky, např. latě.
- (3) Svislé pohledové plochy je nutno chránit před znečištěním rzí, např. od propojovací výztuže. Je nutno také zabránit znečištění již dříve dokončených pohledových ploch vytékajícím cementovým mlékem nebo maltou při následné betonáži. Případné znečištění je nutno odstranit v čerstvém stavu pomocí vody.

- (4) Teplota ošetřovací vody by měla být co nejbližší teplotě ošetřované konstrukce. Dochází-li v průběhu zrání betonu, např. z důvodu špatného ošetřování, k nadměrnému odpařování zámesové vody, dochází k nadměrnému smršťování, které je provázeno vznikem nežádoucích trhlin. Ošetřování vodou lze s výhodou nahradit zakrytím povrchu pohledového betonu neprodyšnou fólií, nebo provedením nástřiku parotěsné látky, která beton v raném stádiu několika kritických dní ochrání, než se postupně odpaří či deštěm smyje.

17.3.3.6.3 Samozhutnitelný beton

- (1) Díky zvýšenému obsahu jemných částic a následně těsnější hustotě má mikrostruktura SCC větší kohezi, než mikrostruktura obyčejných betonů. Tím se omezuje migrace a ztráta vody během raných stádií tuhnutí a tvrdnutí. Z tohoto důvodu jsou SCC méně citlivé na ošetřování, čerstvý SCC může mít samoošetřující vlastnosti. Za extrémních podmínek je ovšem nutné dodržet stejná pravidla jako u obyčejných betonů.

17.3.3.6.4 Mezerovitý beton

- (1) Zrající beton je nezbytné udržovat nejméně po 7 dní ve vlhkém stavu; beton musí být chráněn před znečištěním, aby nedošlo ke snížení jeho drenážní schopnosti. Položená vrstva mezerovitého betonu nemá být ponechána v průběhu zimních měsíců bez překrytí další vrstvou.

17.3.3.6.5 Betony pro speciální geotechnické práce

- (1) Při venkovní teplotě menší než +3 °C s klesající tendencí teploty, se musí hlavy čerstvě vybetonovaných pilot chránit před účinkem mrazu.

17.4 PRŮKAZNÍ ZKOUŠKY

17.4.1 OPRÁVNĚNÍ K PRŮKAZNÍM ZKOUŠKÁM

- (1) Veškeré průkazní zkoušky betonů musí provádět zkušební laboratoř s akreditací od Českého institutu pro akreditaci, o.p.s. Výrobce musí předložit investorovi nebo objednateli betonu, podle toho kdo průkazní zkoušky objednává, osvědčení o akreditaci laboratoře, která průkazní zkoušky bude provádět nebo již provedla.
- (2) Jsou-li před zahájením výroby betonu pro realizaci stavby prováděny průkazní zkoušky a další zkoušky pro zabezpečení výroby požadovaného betonu, může investor určit zkušební laboratoř, která průkazní zkoušky bude provádět. Toto ustanovení musí být součástí smluvního vztahu mezi výrobcem betonu a objednatelem betonu.

17.4.2 PROVÁDĚNÍ PRŮKAZNÍCH ZKOUŠEK

- (1) Průkazní zkoušky se provádí v souladu s ustanoveními ČSN EN 206+A2 a ČSN P 73 2404. Rozsah zkoušených parametrů při průkazních zkouškách musí odpovídat deklaraci betonu (třída betonu, stupeň vlivu prostředí, případně další deklarované vlastnosti).
- (2) Průkazní zkoušky jsou u betonů třídy C 12/15 a vyšší jedním z podkladů pro certifikaci systému řízení dle nařízení vlády č. 163/2002 Sb. v platné znění. Tyto zkoušky sami o sobě neopravňují výrobce uvést na trh uvedené druhy betonu - viz ustanovení nařízení vlády č. 163/2002 Sb. v platné znění. Betony třídy C 12/15 a vyšší podléhají posouzení ve smyslu § 6 tohoto nařízení vlády.
- (3) V případě betonů C 10/12,5 a nižších tříd, musí dodávaný beton obsahovat složky uvedené v průkazních zkouškách. Protokol o průkazních zkouškách nesmí být starší více jak 6 měsíců, nebyl-li tento beton vyráběn v posledních 12 měsících. Výrobce musí doložit výsledky kontrolních zkoušek, byl-li tento beton vyráběn, za období posledních 3 měsíců.

- (4) V případě, že pro výrobu betonu bude vybrán dodavatel, který daný beton nevyrábí, je třeba jednání o výrobě zahájit v dostatečném předstihu – u betonů se stupněm vlivu prostředí X0, XC1 a XC2 min. 4 měsíce, u ostatních betonů min. 6 měsíců před zahájením dodávky betonu. Důvodem je, aby výrobce mohl provést veškeré zkoušky a u betonů třídy C 12/15 a vyšší i řízení související s certifikací systému řízení pro daný výrobek.
- (5) Průkazní zkoušky musí být provedeny znovu, jestliže dojde k podstatné změně složek betonu nebo specifikovaných požadavků, které byly podkladem pro předchozí průkazní zkoušky. Za podstatnou se považuje změna zdroje/původu vstupních materiálů nebo změna druhu používaných materiálů při zachování zdroje/původu.
- (6) Za podstatnou změnu se nepovažuje úprava konzistence o jeden stupeň snížením obsahu vody, nebo na vyšší stupeň konzistence zvýšením dávky používané ztekucující přísady při zachování původní dávky vody v betonu.
- (7) V případě specifických požadavků na beton musí výrobce doložit dodatek k průkazním zkouškám, ve kterém je uvedeno dosažení požadovaného parametru (např. filtrační stabilita čerstvého betonu, modul pružnosti, pevnost v prostém tahu).
- (8) V případě požadavku na pevnosti event. moduly pružnosti betonu v kratším časovém úseku než 28 dní, musí objednatel tento požadavek předat výrobci betonu s předstihem, aby tento byl schopen zajistit dodatek k průkazním zkouškám pro požadovaný druh betonu.
- (9) Požadované parametry pro jednotlivé druhy betonu, které je třeba prokázat při průkazních zkouškách, viz Tabulka 10 až 12 této kapitoly TKP.
- (10) Pro výběr cementu pro chemické agresivní prostředí XA2 a XA3 je nezbytné mít k dispozici chemický rozbor vody resp. výluhu z rostlé zeminy pro určení typu a koncentrace chemické agresivní látky. Pro zařazení do příslušného stupně vlivu prostředí se využijí kritéria viz Tabulka M.1 Přílohy M této kapitoly TKP (převzatá Tabulka 2 z ČSN EN 206+A2).

17.4.3 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PRŮKAZNÍCH ZKOUŠEK BETONU

- (1) Při prokazování shody parametrů betonu s předepsanými požadavky se vyhodnocení provádí dle předepsaných kritérií viz Tabulka 18 této kapitoly TKP.

Tabulka 18 – Způsoby hodnocení jednotlivých parametrů při průkazních zkouškách betonu

Parametr betonu	Způsob prokazování shody	
A. ZÁKLADNÍ PARAMETRY BETONU		
Konzistence, pohyblivost a segregace čerstvého betonu	Musí splňovat požadavky pro předepsaný stupeň.	
Obsah vzduchu v čerstvém provzdušněném betonu	Hodnota obsah vzduchu v čerstvém provzdušněném betonu se od požadované hodnoty může lišit o 0 % až +2,0 %.	
Pevnost betonu v tlaku	Musí být rovna nebo větší než požadovaná pro danou třídu při průkazních zkouškách – viz příloha A ČSN EN 206+A2 a příloha A ČSN P 73 2404.	
Objemová hmotnost	Průměrná hodnota se může pohybovat v intervalu + 30 kg/m ³ až - 20 kg/m ³ od požadované hodnoty.	
Mrazuvzdornost	Pro požadovaný počet cyklů musí být součinitel mrazuvzdornosti roven nebo větší než 0,75.	
Obsah mikropór A ₃₀₀ ve ztvrdlém betonu	Musí být dosažena minimální požadovaná hodnota pro daný stupeň vlivu prostředí – viz Tabulka 12 této kapitoly TKP.	
Součinitel rozložení vzduchových pórů (L)	Nesmí být překročena maximální hodnota pro daný stupeň vlivu prostředí – viz Tabulka 12 této kapitoly TKP.	
Hloubka průsaku tlakovou vodou	Nesmí být překročena požadovaná hodnota hloubky průsaku pro danou předpokládanou životnost – viz Tabulka 11 a 12 této kapitoly TKP.	
Obsah chloridů	Nesmí být překročena požadovaná hodnota.	
B. DOPLŇKOVÉ PARAMETRY BETONU		
Odolnost povrchu proti účinkům vody a chemických rozmrazovacích látek ¹	Pro požadovaný počet cyklů nesmí být překročena požadovaná hodnota odpadu pro daný stupeň vlivu prostředí danou předpokládanou životnost – viz Tabulka 11 a 12 této kapitoly TKP.	
Filtrační stabilita čerstvého betonu ¹	betonáž pilot do vody hloubky $\geq 15 \text{ m}$	$V_{FV,1000} \leq 28 \text{ dm}^3/\text{m}^3$.
	betonáž pilot do suchého prostředí nebo do vody hloubky $< 15 \text{ m}$	$V_{FV,1000} \leq 34 \text{ dm}^3/\text{m}^3$.
Pevnost v prostém tahu ¹	Průměrná hodnota musí odpovídat hodnotě f_{ctk} pro danou pevnostní třídu viz Tabulka 16 této kapitoly TKP (sada 3 vzorků); jednotlivá hodnota v sadě $f_{ctm\ nejmenší} \geq f_{ctk} - 0,5 \text{ MPa}$	
Pevnost v příčném tahu ¹	Musí být minimálně o 1 MPa vyšší, než je požadovaná hodnota; jednotlivá hodnota $f_{cti,sp} \geq f_{ctk,sp} - 0,5 \text{ MPa}$.	
Statický modul pružnosti betonu v tlaku ¹	Průměrná hodnota modulu pružnosti pro danou pevnostní třídu, viz Tabulka 16 to kapitoly TKP, musí být $\geq E_{cm} + 1 \text{ [GPa]}$ a jednotlivá hodnota modulu pružnosti nesmí být nižší o více než 3 GPa (sada 3 vzorků).	
Dynamický modul pružnosti betonu z měření nedestruktivní ultrazvukovou impulsovou metodou ^{1) 2) 3)}	--	
Smrštění betonu ¹⁾	Musí být maximálně rovno požadované hodnotě.	

¹ V případě, že tento parametr je předepsán objednatelem.² Stanovuje se těsně před zkouškou statického modulu pro výpočet zmenšovacího koef. K_U .³ Postup stanovení zmenšovacího koeficientu K_U – viz Příloha J této kapitoly TKP.

17.4.4 KONTROLNÍ POSTUPY

- (1) Postupy pro zkoušení parametrů čerstvého a ztvrdlého betonu viz Tabulka 19 této kapitoly TKP.

Tabulka 19 – Způsoby zkoušení jednotlivých parametrů betonu

Sledovaný parametr	Zkušební předpis	
a) Čerstvý beton		
Odběr vzorků	ČSN EN 12350-1	
Vodní součinitel	ČSN EN 206+A2 (čl. 5.4.2)	
Konzistence (<i>obyčejné betony</i>)	sednutím rozlitím	ČSN EN 12350-2 ČSN EN 12350-5
Konzistence (<i>samožhutnitelné betony</i>)	sednutí rozlitím V-nálevkou L-truhlíkem	ČSN EN 12350-8 ČSN EN 12350-9 ČSN EN 12350-10
Segregace (<i>samožhutnitelné betony</i>)	segregace při prosévání	ČSN EN 12350-11
Pohyblivost (<i>samožhutnitelné betony</i>)	J-kroužkem	ČSN EN 12350-12
Obsah vzduchu		ČSN EN 12350-7
Filtrační stabilita čerstvého betonu		Postup viz Příloha H této kapitoly TKP
b) Ztvrdlý beton		
Výroba zkušebních těles	ČSN EN 12390-1, 2	
Objemová hmotnost	ČSN EN 12390-7	
Pevnost v tlaku	ČSN 12390-3	
Pevnost v tahu za ohybu	ČSN EN 12390-5	
Pevnost v příčném tahu	ČSN EN 12390-6	
Pevnost v prostém tahu	ČSN 73 1318 (<i>zkouška na trámcích průřez 100 x 100 mm, válec průměr 100 mm s délkou minimálně dvojnásobek příčného rozměru</i>)	
Mrazuvzdornost	ČSN 73 1322	
Obsah mikropór A ₃₀₀ ve ztvrdlém betonu	ČSN EN 480-11	
Součinitel rozložení vzduchových pórů (L)	ČSN EN 480-11	
Hloubka průsaku tlakovou vodou	ČSN EN 12390-8	
Odolnost povrchu betonu proti působení vody a chemických rozmrazovacích látek	ČSN 73 1326 (metoda A)	
Modul pružnosti	ČSN ISO 1920-10	
Dynamický modul pružnosti	ČSN EN 12504-4 a Příloha J této kapitoly TKP - pro stanovení zmenšovacího koeficientu K _U	
Smrštění betonu	Postup viz Příloha I této kapitoly TKP	

17.4.5 ODCHYLKY OBSAHU SLOŽEK BETONU OD RECEPTURY STANOVENÉ PŘI PRŮKAZNÍ ZKOUŠCE

- (1) Platí ustanovení čl. 9.5.1 ČSN P 73 2404.

17.5 ODEBÍRÁNÍ VZORKŮ A KONTROLNÍ ZKOUŠKY

17.5.1 OPRÁVNĚNÍ KE KONTROLNÍM ZKOUŠKÁM

17.5.1.1 Kontrolní zkoušky na betonárně

- (1) Kontrolní zkoušky ztvrdlého betonu musí pro výrobce betonu provádět zkušební laboratoř s akreditací od Českého institutu pro akreditaci, o.p.s. Výrobce a/nebo dodavatel musí mít k dispozici od této laboratoře platné osvědčení o akreditaci laboratoře vč. přílohy, která specifikuje rozsah oprávněných zkoušek.
- (2) Kontrolní zkoušky čerstvého betonu, odběr vzorků betonu a výrobu zkušebních těles u výrobce betonu může provádět pouze zaškolený pracovník. Zařízení pro zkoušky musí odpovídat požadavkům příslušných českých technických norem a požadavkům na metrologii, jedná-li se o měřidla a zkušební zařízení. Metrologické zabezpečení měřidel se provádí v souladu s ustanovením Zákona o metrologii v platném znění.

17.5.1.2 Kontrolní zkoušky na stavbě

- (1) Kontrolní zkoušky na stavbě provádí zkušební laboratoř s platným osvědčením o akreditaci od Českého institutu pro akreditaci, o.p.s. Kontrolní zkoušky prostřednictvím zkušební laboratoře zajišťuje zhotovitel stavby.
- (2) Kontrolní postupy zkoušení jednotlivých parametrů čerstvého a ztvrdlého betonu viz Tabulka 19 této kapitoly TKP.

17.5.2 KONTROLNÍ ZKOUŠKY PROVÁDĚNÉ VÝROBCEM BETONU

- (1) *Odběr vzorků betonu pro výrobu zkušebních těles* – provádí se v souladu s ustanoveními ČSN EN 12350-1.
- (2) *Výroba zkušebních těles* – zkušební tělesa jsou vyráběna v souladu s ustanoveními ČSN EN 12390-2 a ošetřována v souladu s požadavky této normy, event. s požadavky příslušné zkušební normy. Rozměry zkušebních těles musí odpovídat požadavkům příslušné zkušební normy. Pro zkoušky jsou přednostně využívány předepsané základní rozměry zkušebních těles.
- (3) Výrobce betonu musí před zahájením výroby betonu zpracovaný a schválený kontrolní a zkušební plán. Pro betony tříd dle ČSN EN 206+A2 a ČSN P 73 2404 musí zajistit provádění kontrolních zkoušek minimálně v rozsahu stanoveném v uvedených normách.
- (4) U betonů tříd nižších než C 12/15 musí být provedena minimálně jedna zkouška na každých i započatých 200 m³, minimálně však 3 zkoušky za 1 měsíc. U těchto betonů se hodnotí krychelná pevnost dle kritéria uvedeného v Tabulce 13 této kapitoly TKP a pro hodnocení shody betonů pevnostních tříd C -/5 a C -/7,5 platí kritéria uvedená v ČSN P 73 2404, čl. 8.2.1.5.
- (5) Parametry pro hodnocení krychelné pevnosti betonu dané třídy při kontrolních zkouškách – viz Tabulka 13 této kapitoly TKP.
- (6) Výrobce musí vést písemné, jednoznačně identifikovatelné záznamy o kontrolních zkouškách čerstvého betonu (konzistence, obsah vzduchu atd.). Na požádání je povinen poskytnout tyto záznamy o dodávaném betonu objednateli.

- (7) Protokoly o kontrolních zkouškách ztvrdlého betonu musí být k dispozici u výrobce.
- (8) Požadované hodnoty zkoušených parametrů při kontrolních zkouškách vychází z ustanovení ČSN EN 206+A2, ČSN P 73 2404 a této kapitoly TKP. Hodnoty parametrů, které nejsou jednoznačně stanoveny v ČSN EN 206+A2, ČSN P 73 2404 viz Tabulka 16 této kapitoly TKP.

17.5.3 KONTROLNÍ ZKOUŠKY PROVÁDĚNÉ NA STAVBĚ

- (1) Zhotovitel stavby musí mít před zahájením stavby zpracovaný kontrolní a zkušební plán stavby, který mimo jiné specifikuje i požadavky na kontrolu dodávaného betonu – KZP betonáže (vzor viz Příloha N této kapitoly TKP).
- (2) Rozsah a druh zkoušek musí splňovat požadavky ČSN EN 206+A2, ČSN P 73 2404, ČSN EN 13670, zadávací dokumentace a požadavky této kapitoly TKP. Rozsah a typ zkoušek musí zohledňovat technologii provádění a druh konstrukce tak, aby byly dostatečné podklady pro posouzení shody dodaného betonu se zadanými požadavky.
- (3) Požadované parametry pro jednotlivé druhy betonu, které je třeba prokázat při kontrolních zkouškách při provádění viz Tabulka 13 až 15 této kapitoly TKP.
- (4) Odběr vzorků betonu pro výrobu zkušebních těles se provádí v souladu s ustanoveními ČSN EN 12350-1.
- (5) Výroba zkušebních těles – zkušební tělesa musí být vyrobena v souladu s ustanoveními ČSN EN 12390-2 a ošetřována v souladu s požadavky této normy event. s požadavky příslušné zkušební normy. Rozměry zkušebních těles musí odpovídat požadavkům příslušné zkušební normy. Pro zkoušky jsou využívány předepsané základní rozměry zkušebních těles.

17.5.3.1 Typy a četnost kontrolních zkoušek

- (1) Typy a minimální četnost základních zkoušek prováděných na stavbě viz Tabulka 20 této kapitoly TKP. Četnost zkoušek může být individuálně zvýšena dle charakteru dané konstrukce a harmonogramu betonáže. Četnosti nezahrnují výsledky zkoušek prováděné betonárnou v rámci své kontroly výroby.
- (2) V případě zkoušení dalších parametrů (objemová hmotnost, pevnost v tahu za ohybu, v tahu, příčném tahu, modulu pružnosti, odolnosti proti obrusu apod.) je četnost stanovena v kontrolním a zkušebním plánu (KZP) betonáže.
- (3) Odběr vzorků betonu pro zkoušky je třeba rovnoměrně rozložit na celý betonovaný objem konstrukce nebo její části.

17.5.3.2 Záznam o kontrolních zkouškách čerstvého betonu na stavbě

- (1) Vzor záznamu o kontrolních zkouškách čerstvého betonu při přejímce na stavbě viz Příloha K této kapitoly TKP.

17.5.3.3 Kritéria hodnocení shody při kontrolních zkouškách

- (1) Kritéria hodnocených parametrů a postupy při hodnocení shody při kontrolních zkouškách viz Tabulka 21 této kapitoly TKP.

Tabulka 20 – Typy a minimální četnost zkoušek na stavbě

I. ČERSTVÝ BETON						
TŘÍDA BETONU	C 12/15 – C 20/25	C 25/30 – C 50/60	C 55/67 – C 100/115*			
Konzistence **	První a druhá denní dodávka a následně každá pátá dodávka, v případě pochybnosti se četnost zvyšuje.	<ul style="list-style-type: none"> - První a druhá denní dodávka a následně každá třetí dodávka, v případě pochybnosti se četnost zvyšuje. - V případě ukládání betonu současně v několika místech se provádí kontrola ve všech místech ukládání betonu ve výše uvedené četnosti. 	<ul style="list-style-type: none"> - Každá denní dodávka. - V případě ukládání betonu současně v několika místech se provádí kontrola ve všech místech ukládání betonu ve výše uvedené četnosti. 			
Obsah vzduchu	----	<ul style="list-style-type: none"> - První dodávka měření a následně každá třetí dodávka, v případě pochybnosti se četnost zvyšuje. - V případě ukládání betonu současně v několika místech se provádí kontrola ve všech místech ukládání betonu ve výše uvedené četnosti. 	<ul style="list-style-type: none"> - První a druhá denní dodávka a následně každá druhá dodávka, v případě pochybnosti se četnost zvyšuje. - V případě ukládání betonu současně v několika místech se provádí kontrola ve všech místech ukládání betonu ve výše uvedené četnosti. 			
Teplota betonu	Teplota betonu se zjišťuje vždy při zahájení betonáže a při provádění každé zkoušky konzistence.					
II. ZTVRDLÝ BETON ***						
Pevnost betonu v tlaku						
Třída betonu	C 12/15 – C 20/25	C 25/30 – C 50/60	C 55/67 – C 100/115 *)			
Objem betonu do 50 m ³	min. 3 zkušební tělesa	min. 3 zkušební tělesa	min. 3 zkušební tělesa			
Objem betonu do 100 m ³	min. 3 zkušební tělesa	min. 6 zkušebních těles	min. 6 zkušebních těles			
Objem betonu do 300 m ³	min. 6 zkušebních těles	min. 9 zkušebních těles	min. 9 zkušebních těles			
Objem betonu do 600 m ³	min. 9 zkušebních těles	min. 12 zkušebních těles	min. 15 zkušebních těles			
Objem betonu nad 600 m ³	min. 9 zkušebních těles	min. 15 zkušebních těles	min. 21 zkušebních těles			

Pevnost betonu v prostém tahu¹				
Objem betonu do 300 m ³	min. 3 zkušební tělesa	min. 6 zkušebních těles	min. 9 zkušebních těles	
Objem betonu do 600 m ³	min. 6 zkušebních těles	min. 9 zkušebních těles	min. 12 zkušebních těles	
Objem betonu nad 600 m ³	min. 9 zkušebních těles	min. 9 zkušebních těles	min. 15 zkušebních těles	
Vlastnost	Objem betonu do 100 m ³	Objem betonu do 300 m ³	Objem betonu 301- 600 m ³	Objem betonu nad 600 m ³
Stupeň mrazuvzdornosti³	v případě pochybnosti nebo dle požadavku TDS	min. 1 zkouška	min. 1 zkouška	min. 2 zkoušky
Hloubka průsaku tlakovou vodou²	v případě pochybnosti nebo dle požadavku TDS	min. 1 zkouška	min. 1 zkouška	min. 2 zkoušky
Obsah mikroskopického vzduchu A₃₀₀ a součinitel prostorového rozložení pórů L	--	v případě pochybnosti nebo dle požadavku TDS	min. 1 zkouška	min. 2 zkoušky
Obsah vzduchu ve ztvrdlém betonu	--	v případě pochybnosti nebo dle požadavku TDS	min. 1 zkouška	min. 2 zkoušky
Odolnost povrchu proti účinkům vody a chemických rozmrazovacích látek²	min. 1 zkouška	min. 2 zkoušky	min. 3 zkoušky	min. 3 zkoušky
Statický modul pružnosti v tlaku^{2, 4, 5}	1 zkouška	min. 1 zkouška	min. 1 zkouška	min. 2 zkoušky

* Uvedené četnosti jsou doporučené i pro UHSC; v případě potřeby jejich zvýšení, je požadovaná četnost uvedena v zadávací dokumentaci a kontrolním a zkušebním plánu betonáže.

** Uvedené četnosti zkoušek čerstvého betonu pro třídy C 55/67 – C 100/115 jsou doporučené i pro SCC, nezávisle na pevnostní třídě SCC.

*** Četnosti pro neuvedené parametry jsou v souladu s příslušnými ustanoveními ČSN EN 206+A2 a ČSN P 73 2404.

¹ Betony se specifikovaným požadavkem na pevnost v prostém tahu.

² Zkouší se na sadě sestávající z 3 zkušebních těles.

³ Zkouší se na sadě sestávající z 3 zkušebních těles pro vystavení cyklickému zmrazování a 3 zkušebních těles jako referenční nezmrazované vzorky.

⁴ Betony se specifikovaným požadavkem na modul pružnosti.

⁵ Betony pevnostní třídy C 20/25 a vyšší.

Tabulka 21 – Kritéria pro hodnocení shody betonu při kontrolních zkouškách vzorků betonu odebraného na stavbě

Parametr betonu	Způsob hodnocení shody	
Konzistence a vlastnosti SCC	Odchylka od předepsané hodnoty může být v rozsahu tolerancí viz Tabulka 21 ČSN EN 206+A2.	
Obsah vzduchu v čerstvém provzdušněném betonu	Hodnota obsah vzduchu v čerstvém provzdušněném betonu se od požadované hodnoty může lišit o 0 % až +2,5 %.	
Pevnost v tlaku pro třídy betonu dle ČSN EN 206+A2, ČSN P 73 2404	Pro hodnocení shody obyčejných betonů platí kritéria viz Tabulka B.1 čl. B.3 Přílohy B ČSN EN 206+A2. Pro hodnocení shody vysokopevnostních betonů platí kritéria uvedená v čl. 8.2.1.4 ČSN P 73 2404.	
Objemová hmotnost	Průměrná hodnota se může odlišovat o - 20 kg/m ³ až + 30 kg/m ³ od požadované hodnoty.	
Mrazuvzdornost	Pro požadovaný počet cyklů musí být součinitel mrazuvzdornosti roven nebo větší než 0,75.	
Obsah mikropór A ₃₀₀ ve ztvrdlém betonu	Musí být dosažena minimální požadovaná hodnota pro daný stupeň vlivu prostředí – viz Tabulka 15 této kapitoly TKP.	
Součinitel rozložení vzduchových pór (L)	Nesmí být překročena maximální hodnota pro daný stupeň vlivu prostředí – viz Tabulka 15 této kapitoly TKP.	
Hloubka průsaku tlakovou vodou	Nesmí být překročena požadovaná hodnota hloubky průsaku pro danou předpokládanou životnost – viz Tabulka 14 a 15 této kapitoly TKP.	
Obsah chloridů	Pro daný způsob použití betonu nesmí být překročena maximální hodnota - viz Tabulka 15 v ČSN EN 206+A2. Nesmí být překročena požadovaná hodnota.	
Odolnost povrchu proti účinkům vody a chemických rozmrazovacích látek ¹	Pro požadovaný počet cyklů nesmí být překročena požadovaná hodnota odpadu pro daný stupeň vlivu prostředí a danou předpokládanou životnost – viz Tabulka 14 a 15 této kapitoly TKP.	
Filtrační stabilita čerstvého betonu ¹	betonáž pilot do vody hloubky $\geq 15 \text{ m}$	$V_{FV,1000} \leq 28 \text{ dm}^3/\text{m}^3$.
	betonáž pilot do suchého prostředí nebo do vody hloubky $< 15 \text{ m}$	$V_{FV,1000} \leq 34 \text{ dm}^3/\text{m}^3$.
Pevnost v prostém tahu ¹	Průměrná hodnota musí odpovídat hodnotě f_{ctm} pro danou pevnostní třídu viz Tabulka 16 (sada 3 vzorků). Jednotlivá hodnota v sadě $f_{ctm} \text{ nejmenší} \geq f_{ctk} - 0,5 \text{ MPa}$.	
Pevnost v příčném tahu ¹	viz čl. 8.2.2.3 a Tabulka 21 (řádek Počáteční výroba) v ČSN EN 206+A2.	
Statický modul pružnosti betonu v tlaku ¹	Zjištěná hodnota modulu pružnosti může být nižší o 5 % ve srovnání s projektem požadovanou hodnotou, resp. stanovenou pro PZ a jednotlivá hodnota může být nižší o 3 GPa od požadované.	
Dynamický modul pružnosti betonu z měření nedestruktivní ultrazvuk. impulsovou metodou ^{1, 2, 3}	--	
Smrštění betonu ¹	Smrštění betonu stanovené v daném čase ve formátech o rozměrech 100×60×1000 mm s posuvným čelem ihned po zhubnění může být max. o 10 % vyšší, než je stanoveno v PZ.	

¹ V případě, že tento parametr je předepsán objednatelem.² Stanovuje se těsně před zkouškou statického modulu pro výpočet zmenšovacího koef. K_u .³ Postup stanovení zmenšovacího koeficientu K_u – viz Příloha J této kapitoly TKP.

17.6 PŘÍPUSTNÉ ODCHYLKY, MÍRA OPOTŘEBENÍ, ZÁRUKY

- (1) Povolené odchylky parametrů čerstvého a ztvrdlého betonu viz Tabulka 22 této kapitoly TKP.
- (2) Záruční doby všeobecně stanoví kapitola 1 TKP. Po celou záruční dobu je třeba sledovat celkový stav objektů a jakákoli zjištění zakládající důvod k zahájení reklamačního řízení musí být investorem bez zbytečného odkladu písemně oznámeno zhotoviteli stavby.

Tabulka 22 – Přípustné odchylky pro parametry čerstvého a ztvrdlého betonu

Parametr betonu	Informační zdroje
Konzistence betonu	Pro výrobu betonu - viz Tabulka 23 ČSN EN 206+A2. V místě uložení betonu - viz Tabulka 21 ČSN EN 206+A2.
Obsah vzduchu v čerstvém betonu	Obsah vzduchu v čerstvém betonu při kontrolních zkouškách i zkoušce na stavbě se od požadované může lišit o 0 % až 2,5 %.
Vodní součinitel, obsah cementu	Pro vodní součinitel a obsah cementu platí kritéria viz Tabulka 3 a 4 této kapitoly TKP a největší přípustné odchylky viz Tabulka 22 ČSN EN 206+A2 a Tabulka 22.1 ČSN P 73 2404.
Obsah chloridů	Pro obsah chloridů v betonu pro jednotlivé kategorie platí požadavky viz Tabulka 3 ČSN P 73 2404.
Pevnost v tlaku	Pro hodnocení shody obyčejných betonů platí kritéria viz Tabulka B.1 čl. B.3 Přílohy B ČSN EN 206+A2. Pro hodnocení shody vysokopevnostních betonů platí kritéria uvedená v čl. 8.2.1.4 ČSN P 73 2404. Pro hodnocení shody betonů pevnostních tříd C -/5 a C -/7,5 platí kritéria uvedená v čl. 8.2.1.5 ČSN P 73 2404.
Mrazuvzdornost betonu	Pro požadovaný počet zkušebních cyklů, viz Tabulka 11 a 12 (pro průkazní zkoušky) a Tabulka 14 a 15 (pro kontrolní zkoušky) této kapitoly TKP, musí být součinitel mrazuvzdornosti $\geq 0,75$. Největší přípustná odchylka jednotlivého výsledku zkoušky musí splnit požadavky viz Tabulka 22.1 ČSN P 73 2404.
Obsah mikropór A_{300} ve ztvrdlém betonu, a součinitel rozložení vzduchových pórů (L)	Obsah mikroskopického vzduchu A_{300} a součinitel prostorového rozložení pórů L musí splňovat požadavky viz Tabulka 12 (pro průkazní zkoušky) a Tabulka 15 (pro kontrolní zkoušky) této kapitoly TKP. Největší přípustná odchylka jednotlivého výsledku zkoušky musí splnit požadavky viz Tabulka 22.1 ČSN P 73 2404.
Hloubka průsaku tlakovou vodou	Max. hodnoty hloubky průsaku tlakovou vodou viz Tabulka 11 a 12 (pro průkazní zkoušky) a Tabulka 14 a 15 (pro kontrolní zkoušky) této kapitoly TKP. Největší přípustná odchylka jednotlivého výsledku zkoušky musí splnit požadavky viz Tabulka 22.1 ČSN P 73 2404.
Pevnost v prostém tahu	Přípustné odchylky viz Tabulka 18 (pro průkazní zkoušky) a Tabulka 21 (pro kontrolní zkoušky) této kapitoly TKP.
Statický modul pružnosti	Přípustné odchylky viz Tabulka 18 (pro průkazní zkoušky) a Tabulka 21 (pro kontrolní zkoušky) této kapitoly TKP.
Ostatní parametry betonu	Pro ostatní parametry platí tolerance a kritéria shody viz Tabulka 21 až 23 ČSN EN 206+A2 a Tabulka 22.1 ČSN P 73 2404.

17.7 KLIMATICKÁ OMEZENÍ

- (1) Obecné požadavky betonování za zvláštních klimatických podmínek jsou uvedeny v ČSN EN 13670 a v čl. 17.3 této kapitoly TKP.
- (2) Při betonování, kdy lze předpokládat, že teplota vnějšího prostředí dle předpovědi počasí bude nižší než 0 °C nebo bude vyšší než +30 °C je nezbytné zpracovat pro provádění betonování Technologický předpis, který musí zahrnovat jednak opatření při vlastním betonování, jednak opatření na ochranu a ošetřování uloženého betonu s ohledem na zvláštnosti konstrukce, technologie betonování, beton a jeho složení, teplotu betonu a technická opatření (např. vyhřívání, zateplení, ochranu proti dešti, intenzivnímu slunečnímu záření apod.). Tato opatření musí zabezpečit, že beton v konstrukci bude splňovat stanovené požadavky v plném rozsahu.

17.8 ODSOUHLASENÍ A PŘEVZETÍ PRACÍ

17.8.1 PODKLADY PRO ODSOUHLASENÍ BETONÁRNY PŘED ZAHÁJENÍM PRACÍ

- (1) Výrobce betonu musí předložit a doložit:
 - platný certifikát systému řízení výroby včetně přílohy kde jsou specifikovány pevnostní třídy betonu a příslušné stupně vlivu prostředí pro které je vystaven certifikát systému řízení výroby vydaný autorizovanou osobou.
 - doklady o kvalitě složek betonu – viz čl. 17.8.3 této kapitoly TKP,
 - průkazní zkoušky na poptávané druhy betonu,
 - aktuální prohlášení o shodě na beton,
 - doklad o výrobě požadovaného druhu betonu v předcházejících 6 měsících (pokud jeho výroba již probíhala),
 - schopnost vyrobit a dodat požadované množství betonu ve stanoveném časovém úseku.
- (2) Výrobce betonu musí na požádání předložit:
 - doklady prokazující způsobilost pracovníků k výrobě a přepravě betonu (průkaz strojníka),
 - kopii zprávy z inspekce systému řízení výroby provedenou autorizovanou osobou,
 - protokoly o výsledcích předchozích kontrolních zkoušek pro poptávaný druh betonu.

17.8.2 PŘEJÍMKÁ BETONU

- (1) Pro posouzení odpovědnosti za kvalitu čerstvého betonu je rozhodující místo přejímky betonu.
- (2) Při přepravě přepravními prostředky zabezpečenými odběratelem betonu je místem přejímky výrobna betonu.
- (3) Při přepravě prostředky, které zabezpečuje výrobce betonu, je místo předávky betonu odběrateli stavba.
- (4) Místo předání betonu je vždy určeno v objednávce nebo smlouvě.
- (5) K dodávce betonu výrobce vystavuje dodací list, který musí splňovat minimálně náležitosti dle čl. 7.3 ČSN EN 206+A2.

17.8.3 DOKLADY O KVALITĚ SLOŽEK BETONU

- (1) Výrobce betonu musí povinně předložit:
 - prohlášení o vlastnostech nebo o shodě na používané složky betonu (v závislosti do kterého nařízení pro prokazování shody náleží),
 - u kameniva obsahující formy SiO₂ reagující na působení alkálií výsledek zkoušky na reaktivnost kameniva s alkáliemi,
 - u záměsové vody, výsledky chemického rozboru ne starší než 1 rok, nejedná-li se o vodu z vodovodního řadu splňující parametry na pitnou vodu.
- (2) Výrobce betonu musí na požádání předložit:
 - certifikáty od dodavatele cementu, kameniva, příasad a příměsí;
 - výsledky kontrolních zkoušek dodavatele cementu a kameniva za poslední 3 měsíce,
 - obsah chloridů v cementu,
 - výsledky zkoušek příasad a příměsí od výrobce ne starší než 1 rok,
 - dodací listy složek betonů z období odběru betonu (pro ověření zda nedošlo ke změně zdrojů oproti průkazním zkouškám),
 - recepturu betonu, včetně záměsových listů k požadované dodávce.

17.8.4 DOKLADY O KVALITĚ BETONU

- (1) Výrobce betonu musí povinně předložit:
 - dodací list dle čl. 7.3 ČSN EN 206+A2,
 - aktuální prohlášení o shodě na dodávaný beton - betony třídy C 12/15 a vyšší,
 - platný certifikát systému řízení výroby,
 - protokol s výsledky kontrolních zkoušek dodávaného ztvrdlého betonu - betony třídy C 12/15 a vyšší,
 - protokol o průkazních zkouškách, a to i na betony třídy C 10/12,5 a nižší;
 - protokol s výsledky kontrolních zkoušek z období dodávání betonu - betony třídy C 8/10 a nižší,
 - průkazní zkoušky nebo dodatek k průkazním zkouškám, výsledky kontrolních zkoušek pro specifické požadavky objednatele na beton (*požadavek např. na statický modul pružnosti, pevnost v prostém tahu, smrštění betonu atd.*).
- (2) Výrobce betonu musí na požádání předložit:
 - platný certifikát systému managementu kvality, *má-li tento systém zaveden a certifikován*; rozhodujícím je platný certifikát systému řízení výroby.

17.8.5 DOKLADY O KVALITĚ BETONU PŘEDKLÁDANÉ ZHOTOVITELEM

- (1) Zhotovitel díla musí povinně předložit:
 - platný certifikát systému řízení výroby,
 - aktuální prohlášení o shodě na dodávaný beton pro betony třídy C 12/15 a vyšší,
 - dodací list betonu dle čl. 7.3 ČSN EN 206+A2,
 - záznam o kontrole teploty betonu v místě přejímky betonu – formulář viz Příloha K této kapitoly TKP,
 - záznam o zkoušce konzistence v místě přejímky betonu - formulář viz Příloha K této kapitoly TKP,

- záznam o stanovení obsahu vzduchu v čerstvém betonu v místě přejímky betonu – formulář viz Příloha K této kapitoly TKP (*byl-li dodáván provzdušněný beton*),
- protokoly o zkouškách ztvrdlého betonu na zkušebních tělesech odebraných na stavbě,
- vyhodnocení kontrolních zkoušek jakosti čerstvého a ztvrdlého betonu – formulář viz Příloha B TKP kapitola 18.

17.9 OVĚŘOVÁNÍ KVALITY BETONU ZABUDOVARANÉHO V KONSTRUKCÍCH A DÍLCÍCH

- (1) Cílem ověřování kvality zabudovaného betonu je zjistit, zda tento dosahuje požadovaných parametrů. Zkoušení se provádí buď v rámci předepsaných kontrol, nebo v případě pochybnosti o kvalitě zabudovaného betonu.
- (2) Tyto zkoušky se mohou provádět přímo na konstrukci nedestruktivními metodami zkoušení nebo na vzorcích betonu vyjmutých z konstrukce. Zpravidla se jedná o válcová zkušební tělesa vyjmutá z konstrukcí. V této části TKP jsou popsány zkušební metody kodifikované v českých technických normách.

17.9.1 OPRÁVNĚNÍ KE KONTROLNÍM ZKOUŠKÁM

- (1) Nedestruktivní zkoušky konstrukcí a materiálů je oprávněna provádět osoba nebo zkušební laboratoř s akreditací, ve které jsou zaměstnány osoby s certifikátem způsobilosti v oboru nedestruktivního zkoušení ve stavebnictví, resp. v oboru radiodefektoskopie.
- (2) Zkoušky zkušebních těles vyjmutých z konstrukce je oprávněna provádět zkušební laboratoř s akreditací od Českého institutu pro akreditaci o.p.s.

17.9.2 NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY BETONU A DÍLCŮ ZABUDOVARANÝCH V KONSTRUKCI

- (1) Nedestruktivní zkoušení betonových konstrukcí se provádí v souladu s ustanoveními ČSN 73 2011 a souvisejícími normami. V ČSN 73 2011 jsou uvedeny jednotlivé zkušební postupy, rozsahy zkoušení a způsob vyhodnocení.
- (2) Zjištěvané parametry, nedestruktivní metody, zkušební postupy a postupy pro vyhodnocení jsou uvedeny v Tabulce 23 této kapitoly TKP.

Tabulka 23 – Parametry zjištěvané nedestruktivními zkouškami při ověřování kvality konstrukcí – metody a rozsah jejich použití

A. PEVNOST V TLAKU		
Metoda	Zkušební postup	Vyhodnocení
Tvrdoměrné metody zkoušení	ČSN 73 1373	ČSN 73 1373 a ČSN 73 2011
Ultrazvuková impulsová metoda (stanovení rychlosti šíření ultrazvukového impulsu)	ČSN EN 12504-4 a ČSN 73 1371	ČSN 73 1371
Stanovení síly na vytržení	ČSN EN 12504-3	ČSN EN 13791

- Pevnost betonu v tlaku s nezaručenou přesností – pevnost v tlaku určená z parametru nedestruktivního zkoušení pomocí obecného kalibračního vztahu, zjištěné pevnosti mají pouze informativní charakter.
- Upřesněná pevnost v tlaku – při destruktivních zkouškách pevnosti betonu v tlaku na zkušebních tělesech vyrobených pro kontrolní zkoušky se před destruktivní zkouškou provedou nedestruktivní zkoušky a postupem dle ČSN 73 1370 se stanoví upřesňující součinitel, kterým se přepočítají zjištěné pevnosti betonu v tlaku nedestruktivní zkouškou.
- Upřesněná pevnost v tlaku – po nedestruktivní zkoušce betonu na konstrukci se v tomto místě odebere jádrový vývrt (průměr 50 mm – 150 mm dle tloušťky konstrukce a maximálního zrna kameniva tak, aby z něj bylo možno připravit válcové zkušební těleso s poměrem výšky k průměru minimálně 1) na kterém se stanoví pevnost v tlaku destruktivně a postupem dle ČSN 73 1370 se vypočítá upřesňující součinitel, kterým se přepočítají pevnosti betonu v tlaku zjištěné nedestruktivní zkouškou.
- Nejčastěji se k témtoto zkouškám používají odrazové tvrdoměry (Schmidtovy tvrdoměry). Špičákové metody jsou vhodné pro betony s pevnostmi do 15 MPa.

Stanovení pevnostní třídy betonu dle ČSN EN 206+A2 resp. ČSN P 73 2404

Postup dle ČSN 73 2011 resp. ČSN 73 0038 - při posuzování konstr. z hlediska spolehlivosti.

B. STEJNORODOST BETONU

Metoda	Zkušební postup	Vyhodnocení
Tvrnost betonu zjištěná odrazovým tvrdoměrem	ČSN EN 12504-2	ČSN EN 12504-2
Pevnost betonu v tlaku z nedestruktivních zkoušek	ČSN 73 1373	ČSN 73 2011
Rychlosť šíření ultrazvukového impulsu	ČSN EN 12504-4	ČSN 73 2011

C. DYNAMICKÝ MODUL PRUŽNOSTI V TLAKU

Metoda	Zkušební postup	Vyhodnocení
Ultrazvuková impulsová metoda ^{1, 2}	ČSN EN 12504-4 a Příloha J této kapitoly TKP	Příloha J této kapitoly TKP

¹ Při zkoušení betonu v konstrukci nutno odebrat vzorek jakéhokoliv tvaru pro stanovení objemové hmotnosti – váhová metoda.

² Z dynamických modulů pružnosti lze vypočítat statický modul pružnosti betonu postupem – viz Příloha J této kapitoly TKP.

D. VYZTUŽENÍ KONSTRUKCE /DÍLCE

Metoda	Zkušební postup	Vyhodnocení
Elektromagnetická	ČSN 73 2011	ČSN 73 2011
Radiografie	ČSN 73 1376	ČSN 73 1376

E. DEFEKTY A VADY

Metoda	Zkušební postup	Vyhodnocení
Ultrazvuková impulsová metoda	ČSN EN 12504-4	ČSN EN 12504-4
Radiografie	ČSN 73 1376	ČSN 73 1376

17.9.3 ZKOUŠKY VLASTNOSTÍ BETONU NA VZORCÍCH VYJMUTÝCH Z KONSTRUKCE

- (1) Zjišťované parametry, použité metody, zkušební postupy a postupy pro vyhodnocení jsou uvedeny v Tabulce 24 této kapitoly TKP.
- (2) Tyto zkoušky se provádějí nejčastěji na válcových zkušebních tělesech připravených z jádrových vývrtů vyjmoutých z konstrukce (průměr 50 – 150 mm dle tloušťky konstrukce a maximálního zrna kameniva) tak, aby z nich bylo možno připravit válcové zkušební těleso s poměrem výšky k průměru minimálně 1.

Tabulka 24 – Parametry zjišťované na vzorcích betonu vyjmoutých z konstrukcí – metody a rozsah jejich použití

A. ZÁKLADNÍ ZKOUŠKY		
Metoda	Zkušební postup	Vyhodnocení
Pevnost betonu v tlaku	ČSN EN 12504-1	ČSN EN 12390-3
Pevnostní třída betonu dle ČSN EN 206+A2 resp. ČSN P 73 2404	-	ČSN EN 13791 ČSN 73 0038 - při posuzování konstrukce z hlediska spolehlivosti
Objemová hmotnost	ČSN EN 12390-7	Porovnání s hodnotami z kontrolních zkoušek.

B. DOPLŇKOVÉ ZKOUŠKY		
Metoda	Zkušební postup	Vyhodnocení
Pevnost v prostém tahu	ČSN 73 1318 – zkouška na válcích připravených z vývrtů odebraných z konstrukce- průměr 100 mm se štíhlostním poměrem $L/d=1$ až 2 – minimální počet zkušebních těles 3 ks	Průměrná hodnota musí být minimálně rovna $0,9 \times f_{ctm}$ pro danou pevnostní třídu viz Tabulka 16 této kapitoly TKP a jednotlivá hodnota nesmí být nižší o více než 0,3 MPa.
Pevnost v příčném tahu	ČSN EN 12390-6	ČSN EN 206+A2
Odolnost povrchu proti účinkům vody a chemických rozmrazovacích látek	ČSN 73 1326	Pro požadovaný počet cyklů nesmí být překročena požadovaná hodnota odpadu – viz Tabulka 14 (předpokládaná životnost 50 let) a Tabulka 15 (předpokládaná životnost 100 let) této kapitoly TKP.
Mrazuvzdornost	ČSN 73 1322 ČSN EN 12390-6	Pro požadovaný počet cyklů musí být součinitel mrazuvzdornosti roven nebo větší než je požadovaná hodnota; stanovuje se z pevnosti v příčném tahu.
Odolnost proti průsaku vody	ČSN EN 12390-8	Nesmí být překročena požadovaná hodnota hloubky průsaku.

Statický modul pružnosti betonu v tlaku	ČSN ISO 1920-10	Zjištěná hodnota modulu pružnosti může být nižší o 5 % ve srovnání s hodnotou požadovanou, resp. stanovenou v PZ a jednotlivá hodnota může být nižší o 3 GPa od požadované (sada 3 zkušebních těles).
Statický modul pružnosti betonu v tlaku <i>(vypočítaný z dynamického modulu pružnosti v tlaku)</i>	ČSN EN 12504-4 a Příloha J této kapitoly TKP	Zjištěná hodnota modulu pružnosti může být nižší maximálně o 5 % ve srovnání s hodnotou požadovanou, resp. stanovenou v PZ a jednotlivá hodnota může být nižší o 3 GPa od požadované (min. 3 zkušební tělesa).

17.10 EKOLOGIE

- (1) Problematika odpadů a ochrany životního prostředí je řešena v kapitolách TKP pojednávajících o příslušných konstrukcích.

17.11 BEZPEČNOST PRÁCE A TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ, POŽÁRNÍ OCHRANA

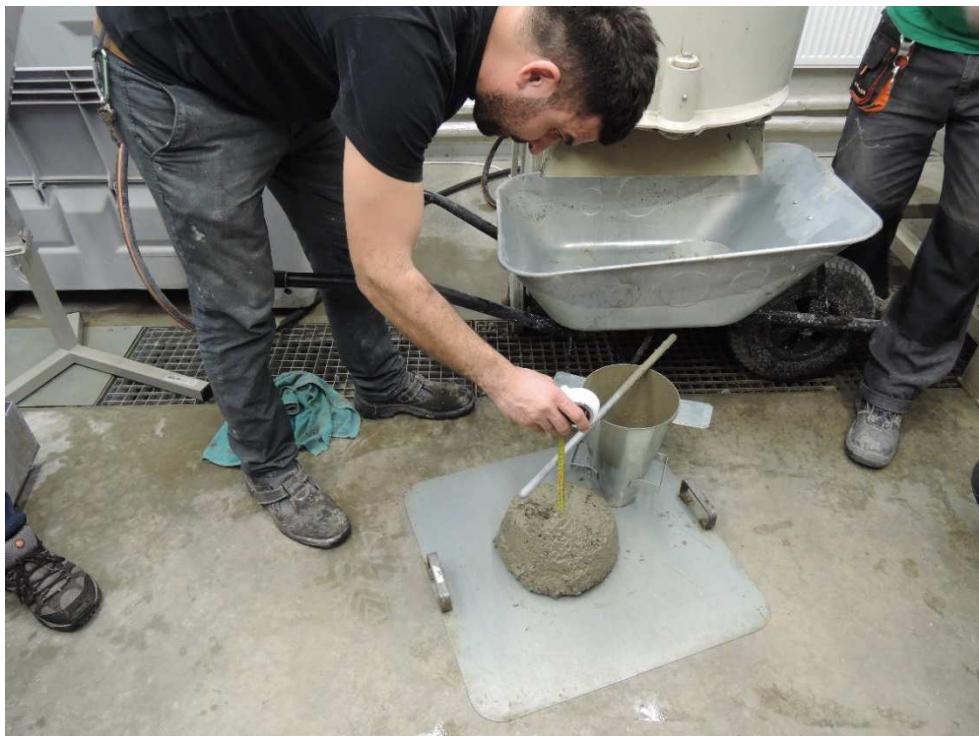
- (1) Požadavky na bezpečnost práce a technických zařízení jakož i na požární ochranu obecně stanoví kapitola 1 TKP. Pro náročné nebo atypické technologické operace je zhotovitel povinen zpracovat zvláštní podmínky pro bezpečnost a hygienu práce.

17.12 SOUVISEJÍCÍ NORMY A PŘEDPISY

- (1) Seznam souvisejících právních předpisů, českých technických norem a vnitřních předpisů SŽ je uveden v příloze A Kapitoly 1 TKP.

17.13 PŘÍKLADY ZKOUŠEK ČERSTVÉHO BETONU

17.13.1 OBYČEJNÝ BETON



(1) Obr. 1 – Sednutí kužele - správné zhutnění, rovnoměrně sednutý kužel

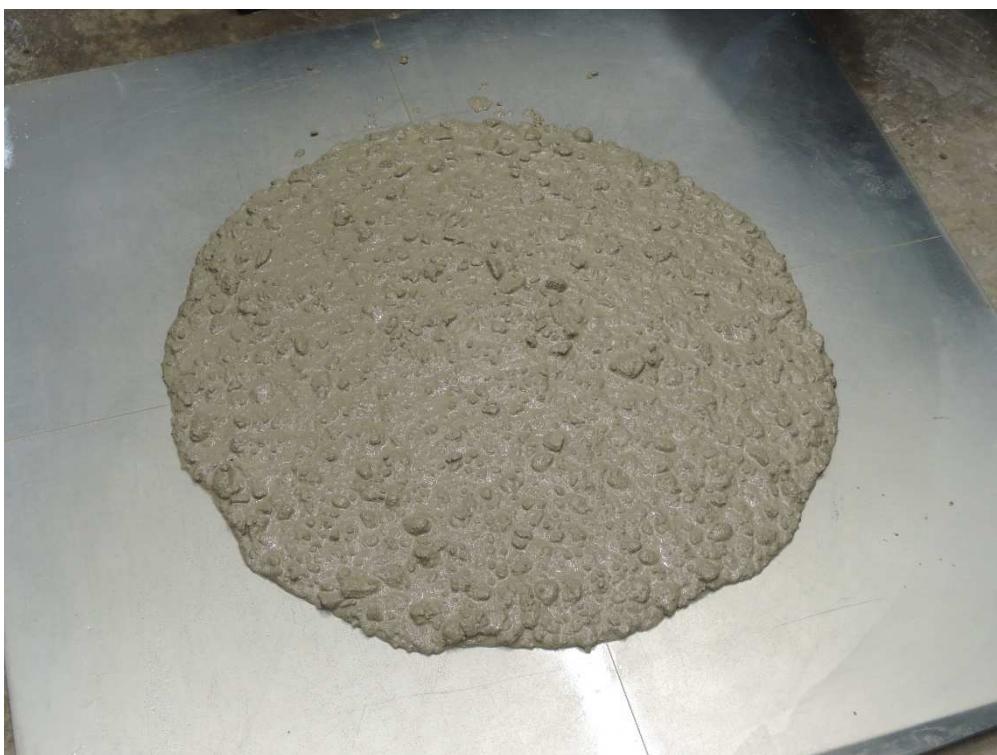
17.13.2 SAMOZHUTNITELNÉ BETONY - SCC



(2) Obr. 2 – Zkouška rozlití směsi SCC metodou obráceného kužele (dále jen Zkouška rozlití SCC)



(3) **Obr. 3 – Zkouška rozlití SCC – správně** navržená směs



(4) **Obr. 4 – Zkouška rozlití SCC – správně** navržená směs, bez náznaku bleedingu, segregace, rozlití 560 mm - směs bude málo pohyblivá



(5) **Obr. 5 – Zkouška rozlití SCC - nesprávně** navržená směs, zjevná náchylnost směsi k bleedingu



(6) **Obr. 6 – Zkouška rozlití SCC - nesprávně** navržená směs, vysoká náchylnost k bleedingu (po obvodu vystupuje cementové mléko) a segregaci (shluky hrubých zrn kameniva)



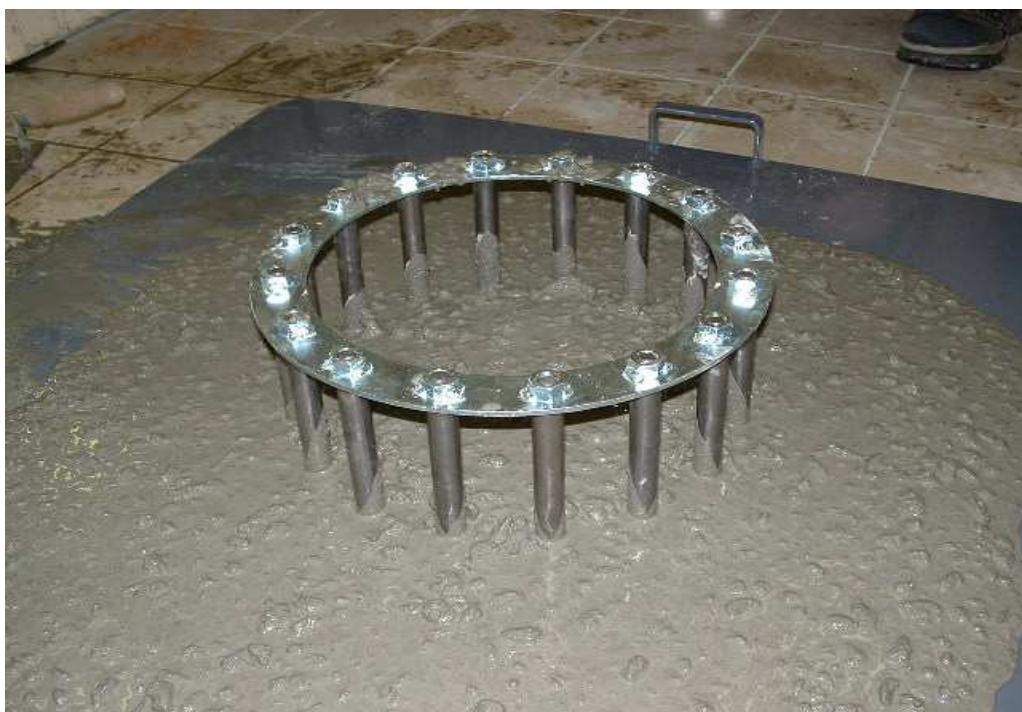
(7) Obr. 7 – Zkouška SCC L-truhlíkem – správně navržená směs, bez blokace, bleedingu a segregace hrubých zrn



(8) Obr. 8 – Zkouška SCC L-truhlíkem – nesprávně navržená směs, blokace při použití nevhodné délky ocelových vláken



(9) **Obr. 9 – Zkouška SCC L-truhlíkem – nesprávně** navržená směs, vysoká náchylnost k bleedingu a segregaci (na povrchu pouze cementové mléko bez kameniva)



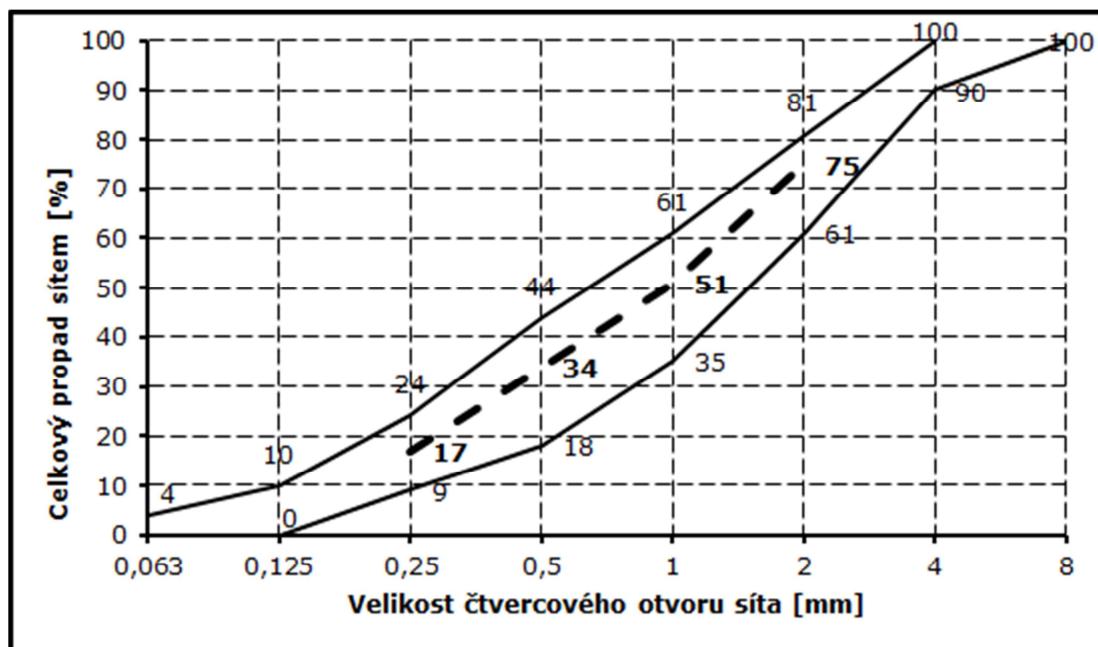
(10) **Obr. 10 – Zkouška SCC J-kroužkem – správně** navržená směs, bez blokace a segregace u výztuže (skelet J-kroužku)

Příloha A (informativní)

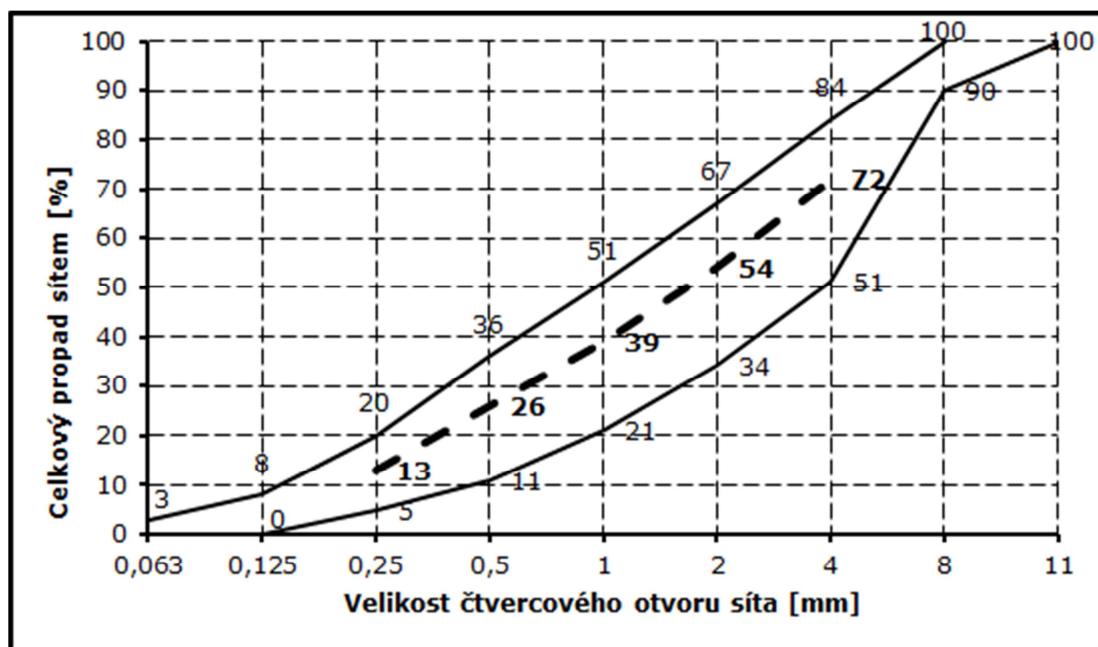
Doporučená pásma zrnitosti pro obyčejné betony

A.1 Obrázky s doporučenými pásmi zrnitosti

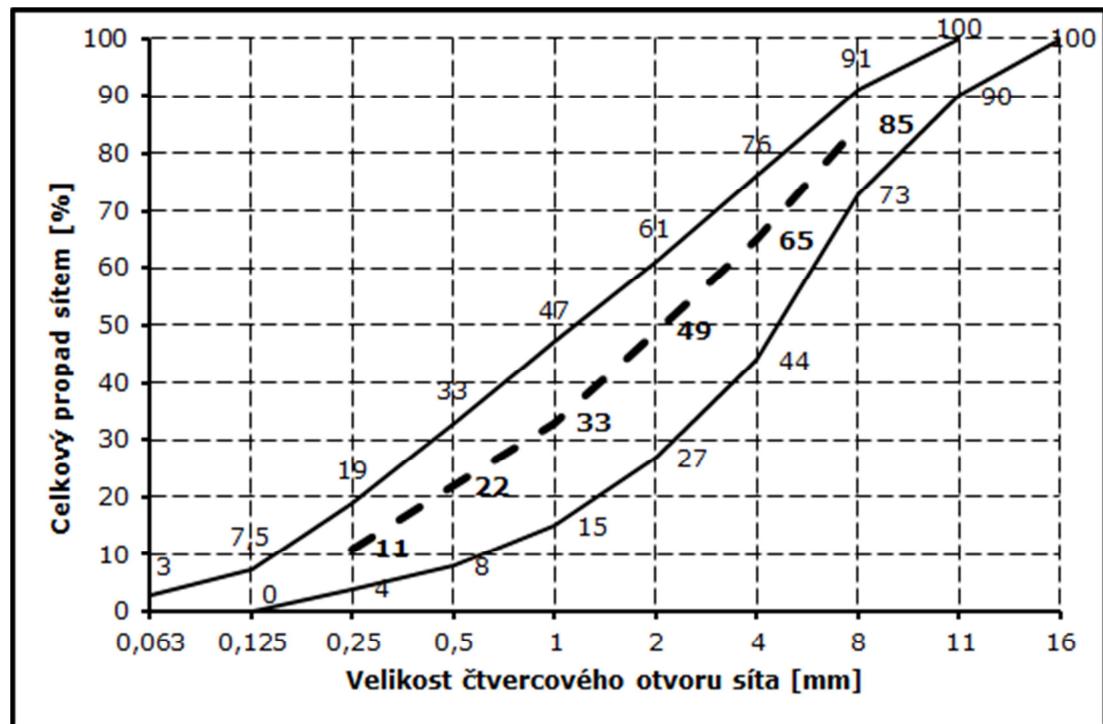
Doporučené pásmo zrnitosti směsi kameniva pro obyčejné betony s maximální jmenovitou horní mezí frakce kameniva $D_{max} = 4$ mm viz Obr. A.1, pro $D_{max} = 8$ mm viz Obr. A.2, pro $D_{max} = 11$ mm viz Obr. A.3, pro $D_{max} = 16$ mm viz Obr. A.4, pro $D_{max} = 22$ mm viz Obr. A.5 a pro $D_{max} = 32$ mm viz Obr. A.6.



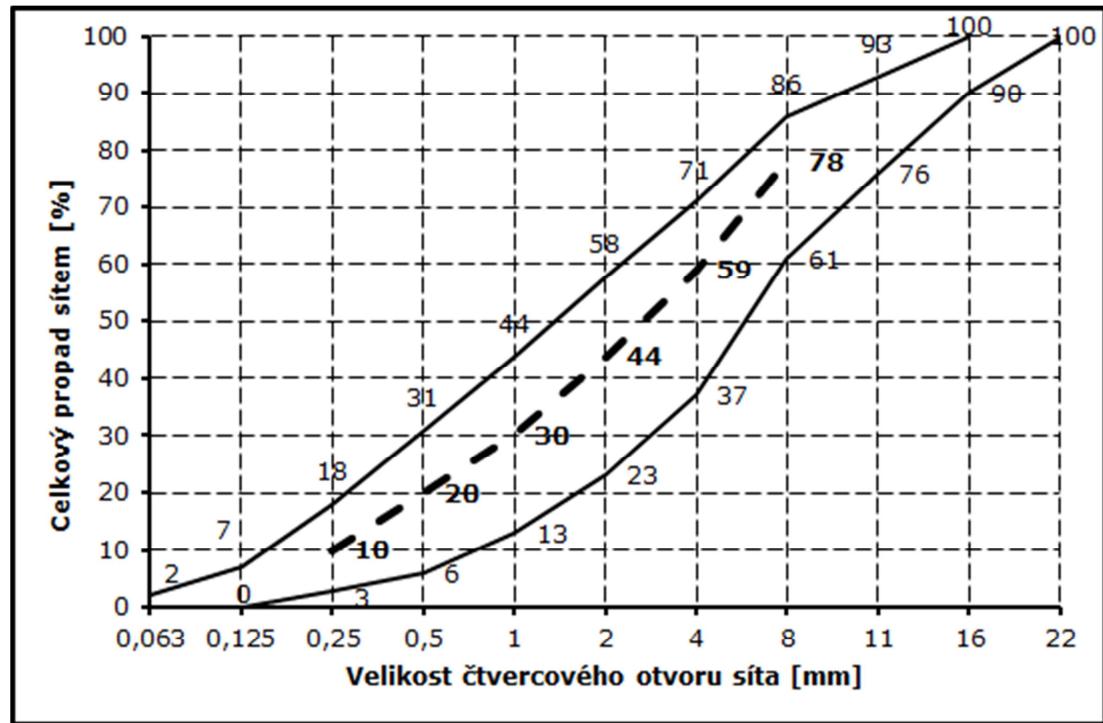
(11) Obr. A.1 – Pásma doporučených zrnitostí kameniva pro beton s $D_{max}=4$ mm



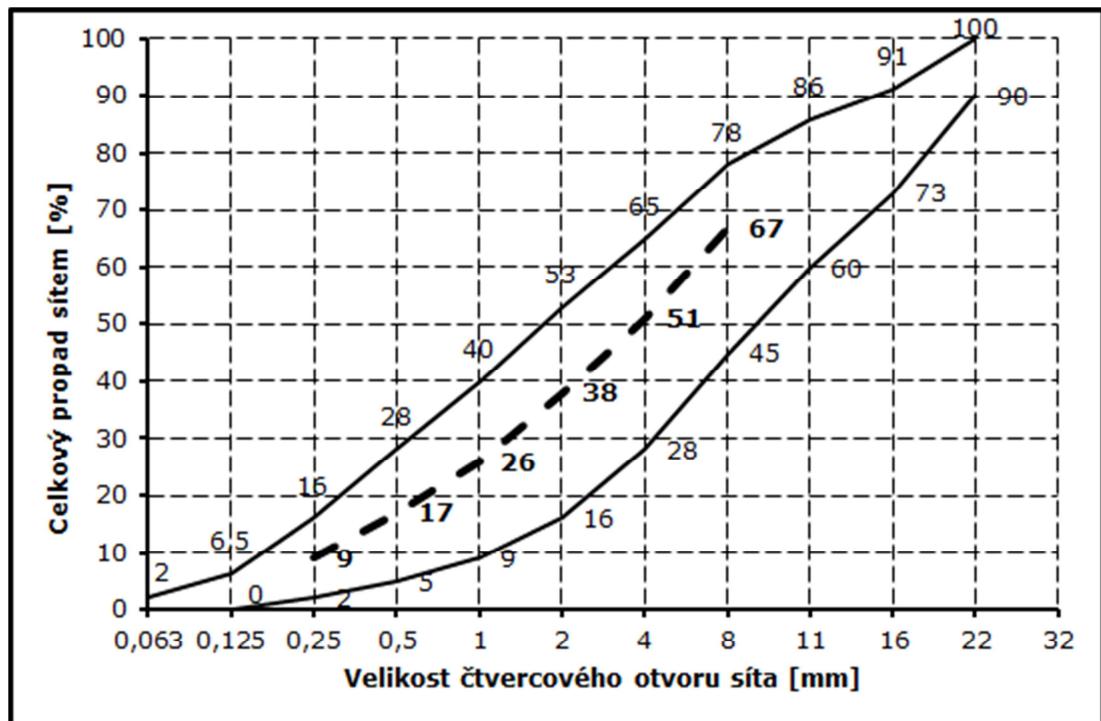
(12) Obr. A.2 – Pásma doporučených zrnitostí kameniva pro beton s $D_{max} = 8$ mm



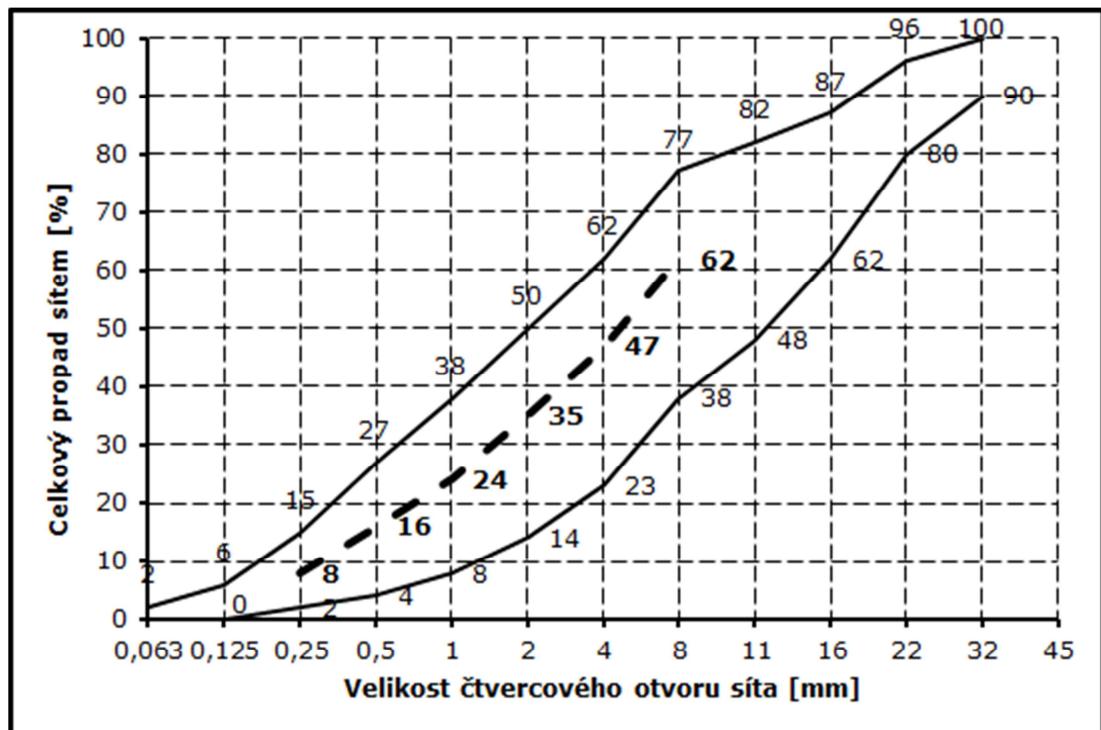
(13) Obr. A.3 – Pásmo doporučených zrnitostí kameniva pro beton s $D_{\max} = 11$ mm



(14) Obr. A.4 – Pásmo doporučených zrnitostí kameniva pro beton s $D_{\max} = 16$ mm



(15) Obr. A.5 – Pásma doporučených zrnitostí kameniva pro beton s $D_{\max} = 22$ mm



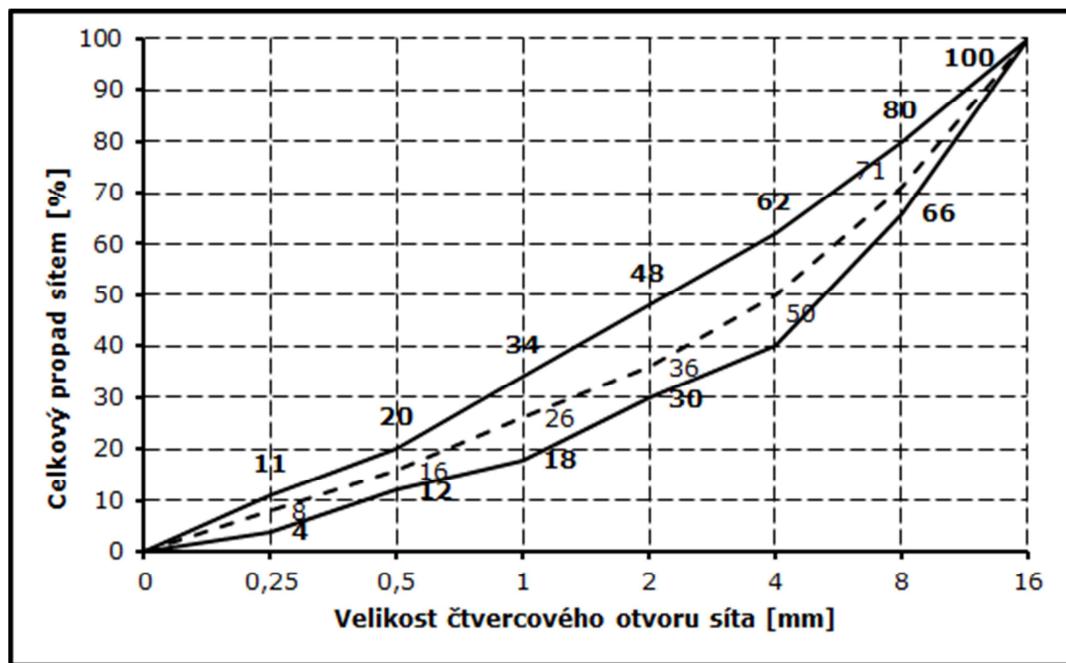
(16) Obr. A.6 – Pásma doporučených zrnitostí kameniva pro beton s $D_{\max} = 32$ mm

Příloha B (informativní)

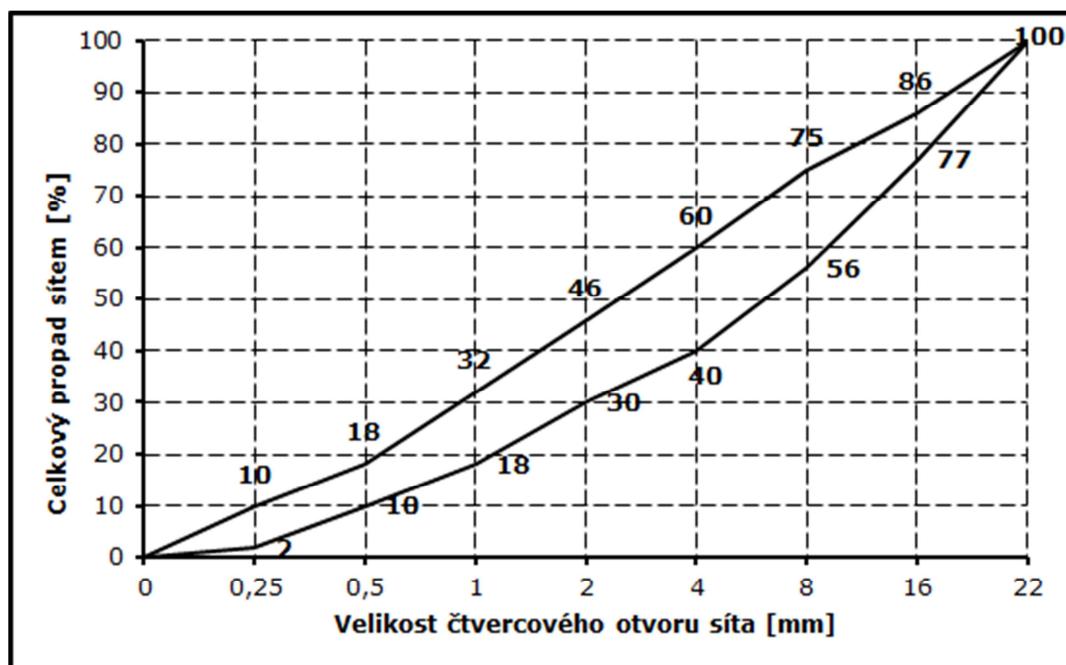
Doporučená pásma zrnitosti pro čerpateľné betony

B.1 Obrázky s doporučenými pásmi zrnitosti

Doporučené pásmo zrnitosti směsi kameniva pro čerpateľné betony s maximální jmenovitou horní mezí frakce kameniva $D_{max} = 16$ mm viz Obr. B.1, pro $D_{max} = 22$ mm viz Obr. B.2.



(17) Obr. B.1 – Pásma doporučených zrnitostí kameniva pro čerpateľný beton s $D_{max} = 16$ mm



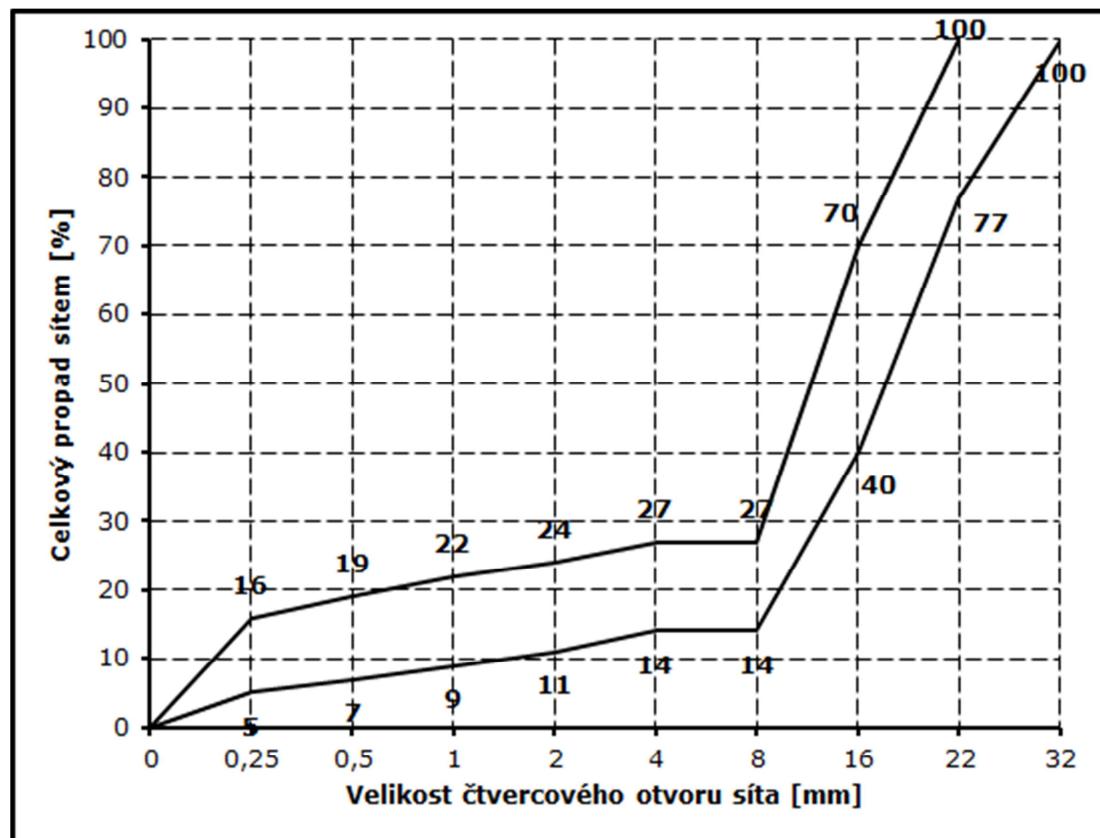
(18) Obr. B.2 – Pásma doporučených zrnitostí kameniva pro čerpateľný beton s $D_{max} = 22$ mm

Příloha C (informativní)

Doporučené pásmo zrnitosti pro mezerovitý beton

C.1 Obrázek s doporučeným pásmem zrnitosti

Doporučené pásmo zrnitosti směsi kameniva pro mezerovité betony viz Obr. C.1.



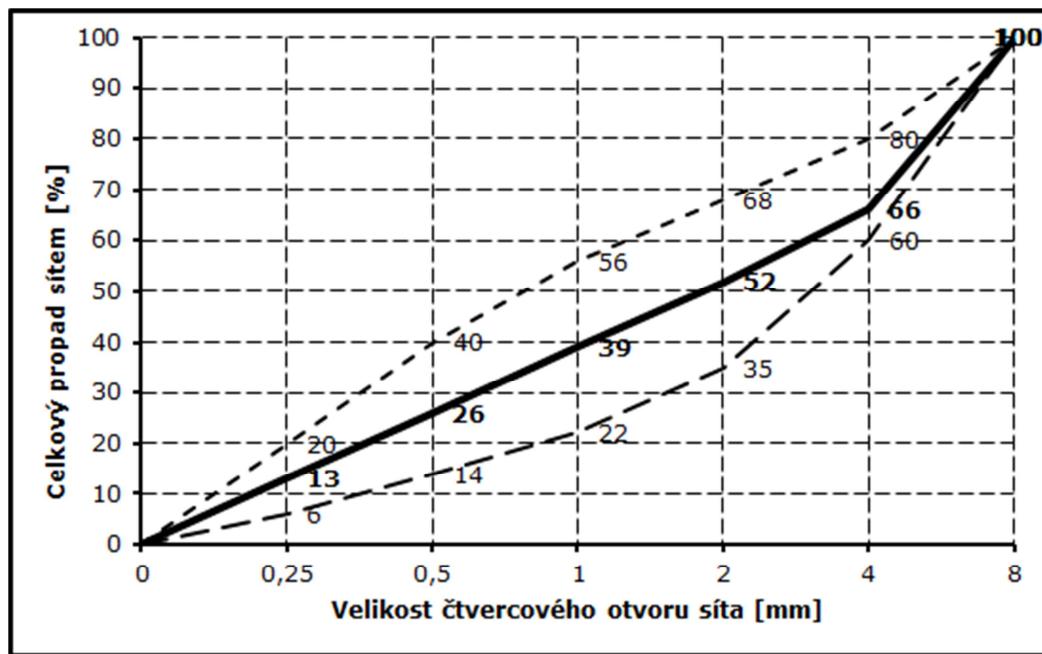
(19) Obr. C.1 – Doporučené pásmo zrnitosti pro mezerovitý beton

Příloha D (informativní)

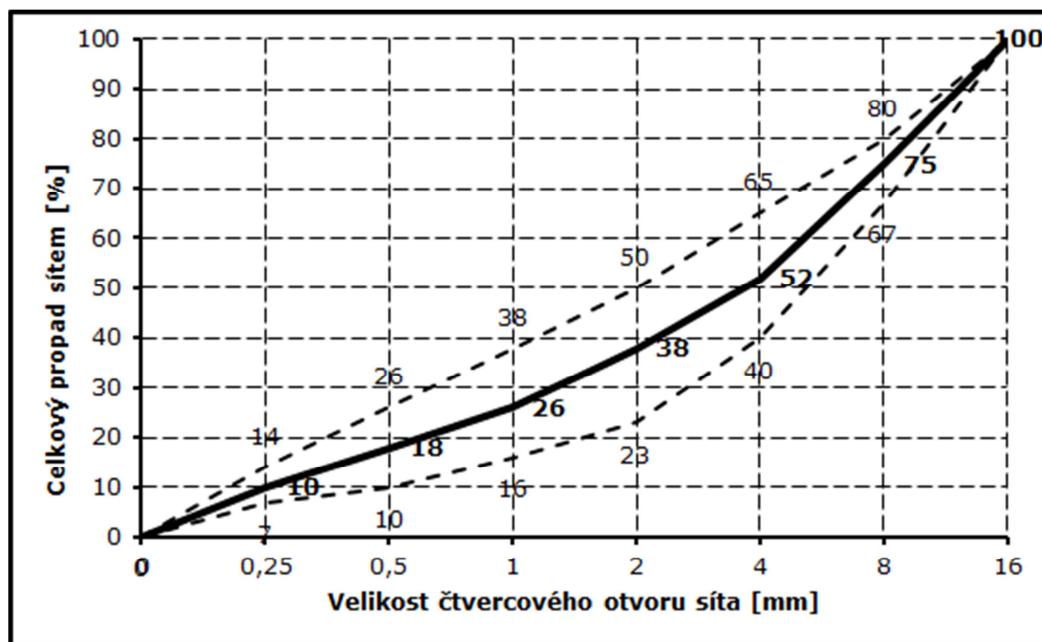
Doporučená pásma zrnitosti pro samozhutnitelné betony

D.1 Obrázky s doporučenými pásmi zrnitosti

Doporučené pásmo zrnitosti směsi kameniva pro samozhutnitelné betony s maximální jmenovitou horní mezí frakce kameniva $D_{max} = 8$ mm je uvedeno v Obr. D.1 a pro $D_{max} = 16$ mm v Obr. D.2.



(20) Obr. D.1 – Pásma doporučených zrnitostí kameniva pro samozhutnitelný beton s $D_{max} = 8$ mm



(21) Obr. D.2 – Pásma doporučených zrnitostí kameniva pro samozhutnitelný beton s $D_{max} = 16$ mm

Příloha E (informativní)

Vláknobeton

E.1 Definice vláknobetonu

Vláknobeton je beton podle ustanovení ČSN EN 206+A2, jehož základní struktura je doplněna vlákny, která mohou být z libovolného materiálu, libovolných tvarů a rozměrů; vlákna musí tvořit takový podíl (objemový stupeň ztužení vlákny), aby vznikl homogenní vláknobeton, který umožní zlepšit alespoň některou z fyzikálně mechanických vlastností původního betonu.

E.2 Vlákna do betonu

Do vláknobetonu se používají tyto typy vláken:

- ocelová vlákna: ČSN EN 14889-1,
- polymerová vlákna: ČSN EN 14889-2,
- skleněná vlákna.

E.3 Návrh a výroba vláknobetonu

Při návrhu a výrobě betonu s vlákny je třeba nejen zvolit vhodný typ a materiál vlákna, jeho optimální množství, ale také odpovídajícím způsobem zvládnout technologii výroby.

Pro výrobu a dodávaní vláknobetonu platí ČSN P 73 2450 a ČSN EN 206+A2, pro zkoušení čerstvého vláknobetonu platí ČSN P 73 2451 a pro zkoušení ztvrdlého vláknobetonu platí ČSN P 73 2452. Požadavky na vlákna do betonu jsou stanovena v ČSN EN 14889-1 a ČSN EN 14889-2.

Při dávkování vláken do míchaček či autodomíchavačů je nutné zabezpečit jejich dokonalé rozmíchání. Doporučuje se použít mechanických rozdružovačů a při dávkování do autodomíchavačů pak pneumatické dopravy. Dále je nutné adekvátně prodloužit dobu míchání, aby se v betonu nevyskytovaly shluky vláken. Toto platí zejména pro ocelová vlákna délka 25 až 60 mm. Je nutné kontrolovat hmotnostní dávkování vláken předepsaných statickými výpočty.

Stupeň konzistence předepsaný pro beton s vlákny v zadávací dokumentaci se považuje za stupeň konzistence betonu, který již obsahuje předepsané množství vláken.

Poznámka:

Je nutné uvažovat s vlivem vláken na konzistenci čerstvého betonu:

Dávka ocelových vláken 25 kg/m³ délky 50 mm a průměru 0,8 mm sníží konzistenci o cca 60 až 90 mm sednutí kuželes, tj. v podstatě o 1 stupeň.

E.4 Sklovláknobetony

Za hutné betony lze považovat v souladu s ČSN EN 1169 i sklovláknobetony, tj. materiál skládající se ze základní matrice tvořené hydraulickým pojivem, který je vyztužený skelnými vlákny.

Použité materiály musí být navzájem slučitelné. Pro betony s pojivem portlandský cement jsou určena skleněná AV vlákna, která jsou odolná vůči alkalickému prostředí. Tato vlastnost musí být doložena zkouškou v rámci průkazních zkoušek sklovláknobetonu.

Pokyny pro výrobu sklovláknobetonu a všeobecná pravidla pro jeho výrobní kontrolu jsou uvedena v ČSN EN 1169.

Zkušební metody pro zkoušení sklovláknobetonu jsou uvedena v ČSN EN 1170 (část 1 až část 8).

Příloha F (informativní)

Pohledové betony

Požadavky na pohledové betony – viz Tabulka F.1.

Druhy pláštů bednění včetně specifikace jejich parametrů – viz Tabulka F.2.

Příklady použití separačních prostředků pro jednotlivé typy materiálu bednění – viz Tabulka F.3.

Tabulka F.1 – Třídy pohledového betonu doplňková specifikace

Třída pohledového betonu	Příklady použití	Požadavky na údaje v projektové dokumentaci	Struktura povrchu betonu	Pórovitost ⁵	Rovinnost povrchu betonu	Řešení pracovních spár
PB0	betonové plochy bez zvláštních architektonických nebo technických požadavků	nejsou předepsány	není předepsána	není předepsána	– rovinnost je stanovena normou ČSN EN 13670	– výron cementového tmeli z pracovních spár je přípustný do šířky 15 mm a hloubky 10 mm – přesazení povrchu dvou betonových pracovních záběrů je přípustné do 15 mm
PB1	betonové plochy s nízkými požadavky na vzhled, <i>např. stěny garáží, sklepů, opěrné stěny</i>	údaje k rozměrům díla, <i>např. minimální průřezy, sklon¹, krytí výztuže, tolerance, rovinnost, popis spár, druh betonu (pevnostní třída, stupeň vlivu prostředí)</i>	pravidelný a usporádaný otisk bednění, spínacího rastru a spínacích otvorů podle volby zhotoviteli	plocha pórů max. 1,2 % testovaného povrchu	– pro povrhy ve styku s bedněním je pod 2 m latí povolena odchylka 9 mm	– cementový tmel na předchozím pracovním záběru musí být včas odstraněn – lichoběžníkové lišty nebo podobné prvky mohou být v pracovních nebo dilatačních spárách použity dle dohody

Třída pohledového betonu	Příklady použití	Požadavky na údaje v projektové dokumentaci	Struktura povrchu betonu	Pórovitost ⁵	Rovinnost povrchu betonu	Řešení pracovních spár
PB2	betonové plochy s vyššími požadavky na vzhled, např. běžné dopravní plochy a budovy	k požadavkům PB1 navíc: způsob ukládání betonu, těsnost spár s bednění, způsob hutnění, využití	k požadavkům PB1 navíc: provedení podle zadání a specifikace projektanta	plocha póru max. 0,9 % testovaného povrchu	– rovinnost je stanovena normou ČSN EN 13670 – pro povrhy ve styku s bedněním je pod 2 m latí povolena odchylka 9 mm	– výron cementového tmel z pracovních spár je přípustný do šířky 10 mm a hloubky 5 mm – přesazení povrchu dvou betonových pracovních záběrů je přípustné do 10 mm – cementový tmel na předchozím pracovním záběru musí být včas odstraněn – použití lichoběžníkových lišt nebo podobných prvků pro utěsnění pracovních nebo dilatačních spár je doporučeno

Třída pohledového betonu	Příklady použití	Požadavky na údaje v projektové dokumentaci	Struktura povrchu betonu	Pórovitost ⁵	Rovinnost povrchu betonu	Řešení pracovních spár
PB3	pohledové betony s velmi vysokými požadavky na vzhled, např. exponované fasády, stěny, kulturní a občanské stavby	k požadavkům PB2 navíc: poloha pracovních spár a vkládaných dílů, detaily bednění, časový plán betonáží, např. časové rezervy pro špatné počasí)	uspořádání podle projektem definovaného systému bednění ² , např. předepsané velikosti bednicích dílců, spínacích míst a betonovaných pracovních záběrů	plocha pórů max. 0,6 % testovaného povrchu	– rovinnost je stanovena normou ČSN EN 13670, hodnoty zpřísňeny o 1/3 – pro povrchy ve styku s bedněním je pod 2 m latí povolena odchylka 6 mm	– výron cementového tmeli z pracovních spár je přípustný do šířky 10 mm a hloubky 5 mm – přesazení povrchu dvou betonových pracovních záběrů je přípustné do 5 mm – cementový tmel na předchozím pracovním záběru musí být včas odstraněn – použití lichoběžníkových lišt nebo podobných prvků pro utěsnění pracovních nebo dilatačních spár je nutné, pokud není těsnost zajištěna jinak
PBS	architektonicky exponované plochy zvláštního významu např. reprezentativní stavby	Veškeré detailní požadavky musí být určeny PD. Při extrémně vysokých požadavcích na výsledný vzhled je nutno zvážit proveditelnost takové konstrukce.				

Třída pohledového betonu	Spoj bednících dílců	Styk pláště bednění ⁵	Způsob upevnění pláště bednění	Stav pláště bednění	Separacní prostředky	Zkušební konstrukce	Tým pro pohledový beton
PB0	není předepsán	není předepsán	není předepsán	není předepsán		není předepsána	
PB1	<ul style="list-style-type: none"> – v místě spoje bednících dílců je přípustný výron cementového tmele do šířky 15 mm a hloubky 10 mm, – přesazení ve spoji dílců je přípustné do 10 mm, – přípustný je otřep do výšky 5 mm 	<ul style="list-style-type: none"> – dotyk pláště bednění bez zvláštních opatření (<i>např. podle systému bednění</i>) s obvyklým výronem cementového tmele, – přesazení okrajů pláště bednění je přípustné do 5 mm 	<ul style="list-style-type: none"> – přípustné jsou otisky od systémového upevnění zepředu s max. 3 mm hlubokými nebo vyčnívajícími otisky v povrchu betonu (viz Obr. F.1 a) a F.1 b) 	přípustné jsou otisky v povrchu betonu (viz Obr. F.6) způsobené vícenásobným použitím bednění, případným přesahem nebo zapuštěním pláště bednění přes rám až do 2 mm, odbornými systémovými opravami pláště bednění, škrábanci v pláště bednění až do hloubky 3 mm a šířky 5 mm, dírami po hřebících a šroubech v povrchu pláště bednění, zbytky betonu a cementového tmele v prohlubeninách, pokud je dosahováno dohodnutého betonového povrchu	vhodnost separačního prostředku je nutno posoudit v závislosti na použitém plásti bednění viz Tabulka F.3	doporučena	není předepsán

Třída pohledového betonu	Spoj bednících dílců	Styk pláště bednění ⁵	Způsob upevnění pláště bednění	Stav pláště bednění	Separacní prostředky	Zkušební konstrukce	Tým pro pohledový beton
PB2	<ul style="list-style-type: none"> – nahromadění hrubých zrn není přípustné, – v místě spoje bednících dílců je přípustný výron cementového tmele do šířky 10 mm a hloubky 5 mm, – přesazení ve spoji dílců je přípustné do 5 mm, – přípustný je otřep do výšky 3 mm 	<ul style="list-style-type: none"> – dotyk pláště bednění se zvláštními opatřeními (např. nový plášť, těsnící pásek) s malým výronem cementového tmele, – přesazení okrajů pláště bednění je přípustné do 3 mm 	<ul style="list-style-type: none"> – přípustné jsou otisky od systémového upevnění zepředu s max. 3 mm hlubokými nebo vyčnívajícími otisky v povrchu betonu (viz Obr. F.1 a) a F.1 b) 	přípustné jsou otisky v povrchu betonu (viz Obr. F.7) způsobené vícenásobným použitím bednění, případným přesahem nebo zapuštěním pláště bednění přes rám až do 1 mm nebo zapuštěním do 2 mm, odbornými systémovými opravami pláště bednění, škrábanci v pláště bednění až do hloubky 2 mm a šířky 2 mm, dírami po hřebících a šroubech až do průměru 5 mm v povrchu pláště bednění, nabobtnáním v oblasti ukotvení a hran pláště bednění, zbytky betonu a cementového tmele v prohlubeninách, pokud je dosahováno dohodnutého betonového povrchu	<p>vhodnost separačního prostředku je nutno posoudit v závislosti na použitém pláště bednění viz Tabulka F.3</p>	doporučena	doporučen

Třída pohledového betonu	Spoj bednících dílců	Styk pláště bednění ⁵	Způsob upevnění pláště bednění	Stav pláště bednění	Separacní prostředky	Zkušební konstrukce	Tým pro pohledový beton
PB3	<ul style="list-style-type: none"> – nahromadění hrubých zrn není přípustné, – v místě spoje bednících dílců je přípustný výron cementového tmele do šířky 10 mm a hloubky 5 mm, – přesazení ve spoji dílců je přípustné do 3 mm – otřep není přípustný 		<ul style="list-style-type: none"> – upevnění pláště bednění je nutno dohodnout např. přesahující, zapuštěné, neviditelné, zvýrazněné apod. (viz Obr. F.1 c) 	<ul style="list-style-type: none"> – přípustné jsou otisky v povrchu betonu způsobené normálním otěrem při vícenásobném použití, případným přesahem (zапуštěníм) pláště bednění přes rám až do 1 mm nebo zapuštěním do 2 mm, – nepřípustné jsou otisky v betonovém povrchu způsobené opravenými místy pláště bednění, škrábanci, dírami po hřebících a šroubech 	vhodnost separačního prostředku je nutno posoudit v závislosti na použitém pláště bednění – viz Tabulka F.3 a následně je ověřit přímo na stavbě	předepsána	předepsán
PBS	<p>Veškeré detailní požadavky musí být určeny projektem. Při extrémně vysokých požadavcích na výsledný vzhled je nutno zvážit proveditelnost takové konstrukce</p>						

PB0 až PB3, PBS	Barva povrchu betonu⁴ C (C1 nebo C2 nebo C3)	C1 barva betonu, která vyplýne z použité betonové směsi a druhu cementu
		C2 beton barvený přídavnými látkami a pigmenty, definice barvy proběhne na základě referenčních povrchů nebo vzorků výrobce apod. schválením projektanta
		C3 stejné jako C2, ale za použití bílého cementu, zvolené zrnitosti kameniva a dalších opatření s uvedením těchto opatření v technické zprávě
	Vzhled hran H (H1 nebo H2)	H1 stražená hrana, např. pomocí trojhranných lišt
		H2⁶ ostrá hrana
	Uzavření spínacích otvorů U (U1 nebo U2 nebo U3)	U1 distanční trubky, kónusy a záslepky otvorů obvyklé na trhu nebo uzávěr maltou zahloubený tmelený podle volby zhotovitele
		U2 distanční trubky, kónusy a záslepky otvorů z platu, betonu, z vláknitého cementu apod. podle zadání a specifikace projektanta (viz Obr. F.2)
		U3 atypické výrobky na zakázku (viz Obr. F.2)
	Spínací místo S (S1 nebo S2 nebo S3)	S1 spínací místo bez zvláštních opatření, např. podle systému bednění s obvyklým vytékáním cementového tmele
		S2 spínací místo se zvláštními opatřeními, které je nutno stanovit, např. těsnící kroužek, s malým vytékáním cementového tmele
		S3⁸ žádná viditelná spínací místa díky konstrukci bednění bez spínání
PB1 až PB3, PBS (pro PB0 nejsou uvedené požadavky předepsány)	Systém bednění B (B1 nebo B2 nebo B3)	B1 systémové rámové bednění: vzhled betonu s pravidelnými otisky rámu v rastru výrobce; spínací místa a plášť bednění jsou dány systémem (viz Obr. F.3)
		B2 systémové nosníkové bednění: vzhled betonu bez otisku rámu; spínací místa a plášť bednění lze do jisté míry volit (viz Obr. F.4)
		B3⁷ atypické bednění: vzhled betonu je volitelný podle možností bednění, které je přizpůsobené a zvlášť vyrobené pro daný díl, podle počtu a pozice spínacích míst v mezích technických možností (viz Obr. F.5)
	Textura T (T1 nebo T2)	T1 podle zvoleného typu bednícího systému zhotovitele
		T2⁸ podle specifikace v projektu, příp. podle Tabulka F.2 (příklady viz Obr. F.6 a F.7)
	Řešení závěsných míst pro betonáz následných výškových taktů Z (Z0 nebo Z1 nebo Z2)	Z0 bez závěsných míst
		Z1 provedení a uspořádání závěsných míst odpovídají použitému systému podle volby zhotovitele, uspořádání a vzhled se smí lišit od spínacích míst
		Z2 uspořádání a vzhled musí odpovídat spínacím místům

¹ Šikmé plochy, příp. šikmě stěnové konstrukce a sloupy jsou díly, které mají sklon od kolmice více než 15 ° a vytváří se zásadně s protibedněním. V takovém případě se nedá zamezit vzniku pórů na vrchní straně. Dále se nedá zjistit dodržení shodného odstínu barvy. Ze strany projektanta je nutno tyto skutečnosti zohlednit.

² Výkres sestavy bednění obsahuje zobrazení uvedených požadavků na jednom nebo více pracovních záběrech charakterizující celkové dílo. Tento výkres musí být součástí projektové dokumentace.

³ Pórovitost je plocha pórů s průměrem od 1 do 15 mm na zkušební ploše 500 x 500 mm. Posouzení pórovitosti se stanovuje nejméně na dvou reprezentativních zkušebních plochách. Jako zkušební plocha je zvolena optimální reprezentativní část povrchu betonu.

⁴ Vliv barevných pigmentů na vlastnosti čerstvého a ztvrdlého betonu je nutno ověřit na zkušební konstrukci.

⁵ Všechna uvedená opatření platí také pro délkové dorovnání v sestavách bednění, mezikusy a doplňkové povrchy.

⁶ Nesražených, ostrých hran bez menších úlomků nebo bez výronů cementového tmele není možno dosáhnout s jistotou. Ostré hrany je nutno po celou dobu výstavby chránit.

⁷ Je nutno posoudit možnou proveditelnost. U bednění stěn od určité výšky je nutno počítat se značnými vícenáklady kvůli použití speciálních dočasných konstrukcí.

⁸ Nelze (nebo lze jen velmi omezeně) v kombinaci s B1.

Tabulka F.2 – Druhy pláštů bednění, jejich vlastnosti a vliv na povrch betonu

Savost povrchu	Označení	Druh pláště bednění (materiál, úprava)	Typické znaky vytvořené plochy betonu	Možné vlivy na povrch betonu, příklady použití
více savý až nejsavější ↓	1a ¹	hrubá prkna z pily	kresba struktury dřeva, tmavé zbarvení, po větším počtu obrátek barva postupně světlejší	dřevěná vlákna uvízlá v povrchu betonu, nízká pórovitost, možné poškození dřevním cukrem, odprýskávání pískových zrn, rozdíly v barevnosti
	1b	prkna hoblovaná	jemná kresba struktury dřeva, světlejší zbarvení než u 1a	možné poškození dřevním cukrem, odprýskávání pískových zrn, rozdíly v barevnosti, normální tvorba pórů
	1c	prkna s drážkou	plastický otisk struktury prken včetně spojů/spár mezi nimi, zbarvení jako 1b	zpravidla odpadnou výrony/otřepy na spojích prken, normální tvorba pórů
	2	drenážní vložka	sítovitý povrch, rovnometerná textura, tmavé zbarvení	povrch nemá vizuálně rozpoznatelné pory, nebezpečí otisku záhybů textilie
	3 ²	dřevotřískové desky, např. překližka povrchově neupravená	povrch lehce hrubý, tmavý, lehce skvrnitý, silně savý	nízká tvorba pórů

Savost povrchu	Označení	Druh pláště bednění (materiál, úprava)	Typické znaky vytvořené plochy betonu	Možné vlivy na povrch betonu, příklady použití
↓ nejméně savý až nesavý	4	třívrstvé desky, dřevo z jehličnanů povrchově zušlechtěné, broušené	dnes „klasický“ vzhled povrchu betonu vytvořeného bednícími deskami, lehce znatelná struktura dřeva, barva betonu zpočátku tmavá, při dalších obrátkách postupně světlejší	s počtem obrátek vzrůstá tvorba pórů vlivem upínání kapilár v dřevní hmotě
	5	třívrstvé desky, dřevo z jehličnanů kartáčované nebo pískovaném lakované	plastický otisk struktury desek včetně spojů mezi nimi, světlé zbarvení	normální tvorba pórů ⁴
	6	překližka, povrch upravený fenolovou pryskyřicí	dnes „klasický“ vzhled povrchu betonu vytvořeného dílcí rámového bednění, povrch hladký, světlý, bez jasněji patrné textury	normální tvorba pórů ⁴
	7	bednící prvky z plastu, příp. z papírové lepenky potažené plastem	povrch hladký, světlý	zpravidla není třeba užít separačních prostředků, tvorba malého množství pórů, ovšem větší velikosti
	8	pryžové matrice	povrch podle typu matrice hladký až silně strukturovaný, světlý	nutno pečlivě těsnit spoje matric, tvorba pórů závisí na typu matrice
	9	desky z plastu, vrstvené desky s plastovým povrchem, fólie	hladký povrch, světlý, bez jasněji patrné textury	normální tvorba pórů ⁴
	10 ³	ocelový plech, hliníkový plech s povlakem	hladký povrch, světlý, bez jasněji patrné textury	značná tvorba pórů, nebezpečí vzniku skvrn od rzi

¹ Při použití nového bednícího pláště z povrchově neupraveného dřeva hrozí chemická reakce mezi dřevem a betonem (výluh cukru). Před prvním použitím pro pohledový beton je nutno takový pláště upravit vhodným separačním prostředkem, příp. je předem natřít cementovým mlékem, nebo je nejprve použít pro méně exponované povrhy betonu.

² Silně savé povrhy bednění je nutno před betonáží vhodně upravit, např. natřít cementovým mlékem.

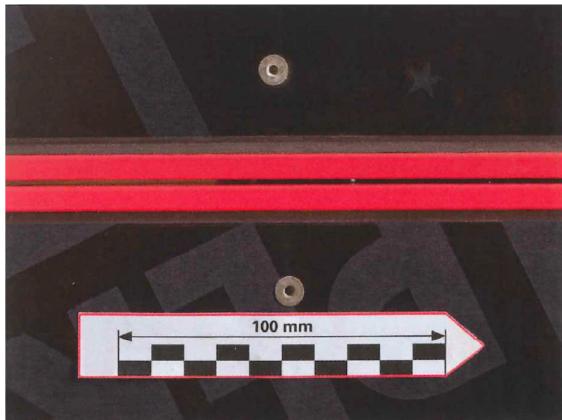
³ Hliníkové díly bez povrchové úpravy nelze jako bednění použít, neboť hrozí alkalická reakce s betonem.

⁴ Tvorba pórů závisí na použitém separačním prostředku, jeho dávkování a dalších vlivech.

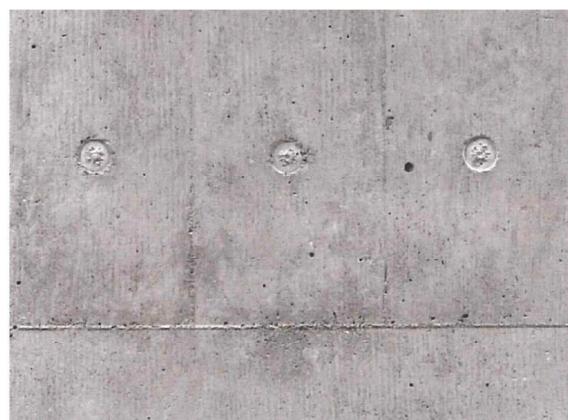
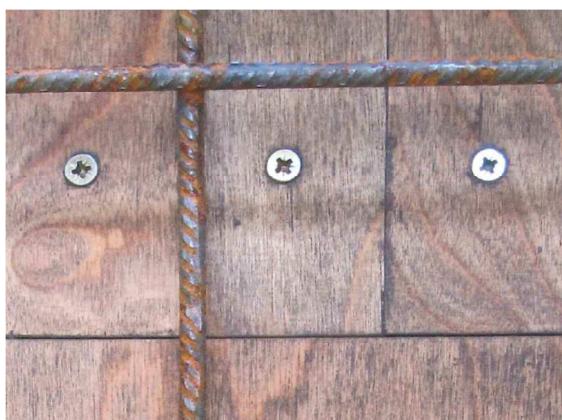
Tabulka F.3 – Příklady použití separačních prostředků

Druh pláště bednění	Označení druhu pláště bednění Dle Tab. F.2	Druh separačního prostředku				
		Separační oleje			Ostatní prostředky	
		Syntetické parafinové a minerální oleje bez rozpouštědla s nízkou viskozitou	Syntetické parafinové a minerální oleje a rozpouštědlem s nízkou viskozitou	Oleje na bednění s vyšší viskozitou	Separační emulse z rostlinných a minerálních olejů	Separační prostředky na bázi vosku a pasty
<i>Hrubá prkna z pily, prkna hoblovaná s drážkou, dřevotřískové desky, překližka povrchově neupravená</i>	1a až 1c, 3	N	N	A	N	A
<i>Třískové desky, dřevo z jehličnanů povrchově zušlechtěné, broušené</i>	4	B	B	B	N	B
<i>Třískové desky, dřevo z jehličnanů kartáčované nebo písčované, lakované a překližka, povrch upravený fenolovou pryskyřicí</i>	5 a 6	A	A	N	0	0
<i>Pryžové matrice</i>	8	0	N	N	0	0
<i>Bednící prvky z plastu, příp. z papírové lepenky potažené plastem, desky z plastu, vrstvené desky s plastovým povrchem, fólie</i>	7 a 9	A	B	N	A	0
<i>Ocelový plech, hliníkový plech s povlakem</i>	10	A	A	N	0	0

A – velmi vhodné; **B** – vhodné; **N** – nevhodné; **0** – lze použít pouze po praktickém ověření na bednícím materiálu



a) z pohledové strany u rámového bednění (vlevo bednění / vpravo povrch betonu)



b) z pohledové strany u nosníkového nebo atypického bednění
(vlevo bednění / vpravo povrch betonu)



c) ze zadní strany (vlevo bednění / vpravo povrch betonu)

(22) **Obr. F.1 – Upevnění pláště bednění**



(23) Obr. F.2 – Různé způsoby uzavření spínacích otvorů



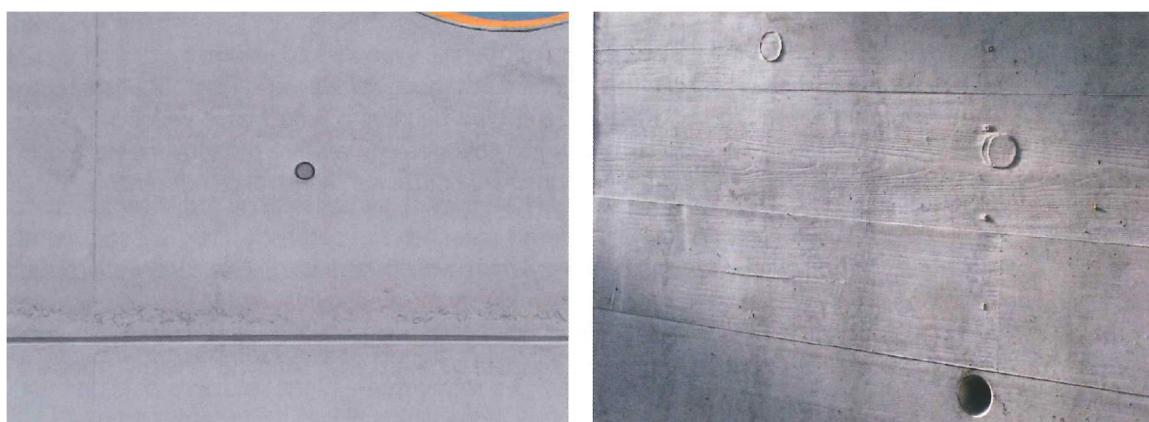
(24) Obr. F.3 – Rámové bednění



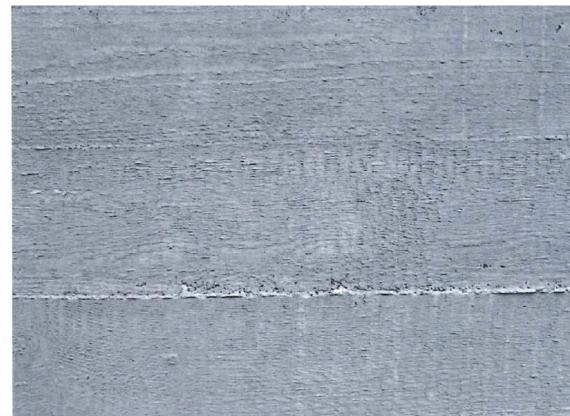
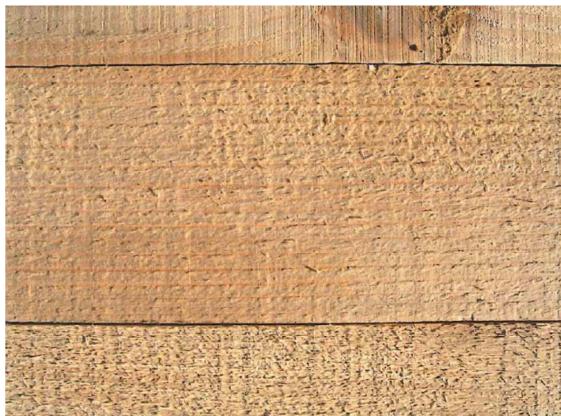
(25) **Obr. F.4 – Nosníkové bednění**



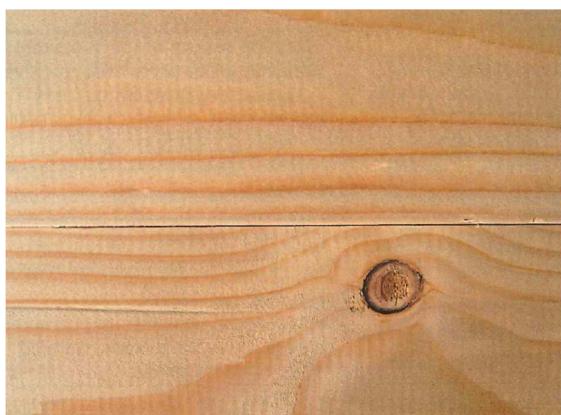
(26) **Obr. F.5 – Atypické bednění**



(27) **Obr. F.6 – Textura povrchu**



a) hrubá prkna z pily



b) prkna hoblovaná



c) prkna s drážkou

(28) **Obr. F.7 – Pláště bednění a jejich otisky na povrchu betonu**

Příloha G (informativní)

Ultravysokopevnostní betony (UHSC)

G.1 Definice ultravysokopevnostního betonu

- Ultravysokopevnostní betony jsou betony pevnostních tříd vyšších než C 110 (*charakterizováno válcovou pevností*).
- Pevnostní třídy UHSC pro obyčejné a těžké betony viz Tabulka G.1.

Tabulka G.1 – Pevnostní třídy UHSC

Pevnostní třída UHSC	Minimální charakteristická válcová pevnost $f_{ck,cyl}$ [N/mm ²]
C 110	110
C 120	120
C 130	130
C 140	140
C 150	150
C 160	160
C 170	170

POZNÁMKA:

- Referenčním tělesem je válec o výšce 200 mm a průměru 100 mm, zakoncovaný broušením.
- Pro kontrolní zkoušky se mohou použít krychle o hraně 100 mm, ale poměr mezi krychelnou a válcovou pevností se musí stanovit při průkazních zkouškách pro daný druh UHSC.

G.2 Ostatní parametry UHSC

- Pevnost v tahu za ohybu – minimálně 12 MPa.
- Pevnost v prostém tahu - běžně 6 – 11 MPa.
- Vysoká odolnost proti agresivnímu prostředí, hutná struktura cementového kamene a tranzitní zóny, bez pórů.

G.3 Složky UHSC

- *Cement* – CEM I 52,5 N nebo CEM I 52,5 R – musí splňovat požadavky normy ČSN EN 197-1 ed.2.
- *Kamenivo* – frakce 0/4 mm pouze těžené z vody, s maximálním obsahem odplavitelných částic pod 0,063 mm do 1 %, hrubé kamenivo do 22 mm pouze drcené prané.
- *Příměsi* – pro výrobu ultravysokopevnostních betonů se používají tyto příměsi:
 - a) křemičité úlety (mikrosiliká),
 - b) jemně mletá vysokopevná granulovaná struska s měrným povrchem min. 400 m²/kg.

- *Přísady* – musí se použít superplastifikační přísady s minimální redukcí záměsové vody 28 %, bez negativního dopadu na sekundární provzdušnění betonu a zajišťující konstantní zpracovatelnost minimálně 60 minut.
Použité superplastifikační přísady na bázi polykarboxylátů musí být kompatibilní s použitým cementem.
- *Záměsová voda* – musí splňovat požadavky ČSN EN 1008; nesmí být použita recyklovaná záměsová voda.

G.4 Požadavky na složení UHSC

- Minimální obsah cementu – 550 kg/m³.
- Minimální obsah jemných částic – 650 kg/m³.
- Vodní součinitel – musí se pohybovat v rozmezí 0,18 až 0,30.

G.5 Požadavky na výrobu, ukládání a ošetřování UHSC

G.5.1 Požadavky na výrobu:

- Výroba je ovlivněna požadavkem větší přesnosti dávkování, nutností delšího míchání a dalšími specifickými vlastnostmi.
- Nutno použít míchací zařízení s nuceným oběhem a vysokou a intenzitou míchání.
- Doba míchání je 8 až 15 minut.
- Je nutné dodržení ověřeného sledu dávkování jednotlivých složek podle technologického postupu.
- V důsledku jiného složení UHSC proti běžným betonům je odlišné i chování čerstvého betonu, zejména pokles konzistence v čase nad 60 minut od zamíchání.

G.5.2 Ukládání čerstvého UHSC:

- Před zahájením betonáže je nutné ověřit doby zpracovatelnosti vzhledem k teplotním podmínkám.
- Při teplotách prostředí nad 25 °C je nutné experimentálně předem ověřit vývoj a maximální teplotu v konstrukci, která nesmí překročit 50 °C.

G.5.3 Ošetřování UHSC :

- Doba ošetřování vodou musí být minimálně 10 dnů.

Příloha H (normativní)

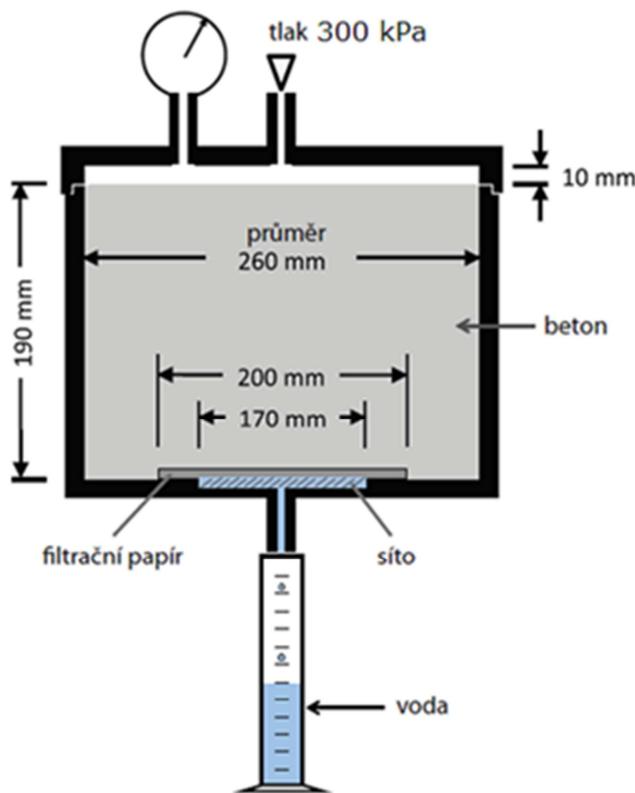
Zkouška stanovení filtrační stability čerstvého betonu

H.1 Princip metody

Zkouška simuluje schopnost betonu zadržovat vodu při působení hydrostatického tlaku a stanovuje množství vody, které projde filtrem ve zkušebním zařízení za určitý časový úsek.

H.2 Zkušební zařízení a pomůcky

- a) Zkušební zařízení sestává z nádoby o vnitřním průměru 260 mm a výšce 190 mm. Ve středu dna nádoby je otvor o průměru 170 mm, na který navazuje vývod o vnitřním průměru 12 mm pro odvod vytlačené vody. Nad otvorem ve dně nádoby je centricky umístěno síto s o průměru 170 mm s velikostí oka 2 mm; na síťce je umístěn filtrační papír o průměru 200 mm. Nádoba je opatřena víkem s manometrem a přívodem pro stlačený vzduch. Mezi spodním lícem víka a horní hranou nádoby je mezera 10 mm. Zařízení je znázorněno na Obr. H.1.



(29) Obr. H.1 Zařízení pro stanovení filtrační stability čerstvého betonu

- b) Zařízení na vyvození tlaku vzduchu.
c) Manometr s rozsahem 0 – 500 kPa s dělením po 10 kPa.
d) Skleněný odměrný válec třídy A o objemu 1000 ml s dělením po 2,5 ml.
e) Stopky s rozsahem 0 až 30 minut /10 s.
f) Hrubý filtrační papír.
g) Nádoba na odebraný beton.
h) Gumová palička, lopatka, srovnávací pravítka.

H.3 Postup zkoušení

- Odběr čerstvého betonu se provádí v souladu s ČSN EN 12350-1.
- Pro zkoušku se odeberete 15 dm³ čerstvého betonu, který se před naplněním nádoby zkušebního zařízení promíchá, aby byla zajištěna jeho homogenita.
- Nádoba se plní ve dvou vrstvách až po její horní okraj čerstvým betonem o objemu 10 dm³; každá vrstva se zhubnou poklepem po boku nádoby gumovou palicí; následně se horní plocha betonu zarovná, aby byla v úrovni bočních stěn nádoby.
- Na nádobu se osadí a upevní víko, tak aby nedocházelo k úniku přiváděného tlakového vzduchu.
- Pod spodní vývod nádoby se umístí odměrný válec.
- Připojí se zařízení se stlačeným vzduchem a tlak vzduchu se nastaví tak, aby dosahoval hodnoty 300 ± 30 kPa.
- Po dosažení požadované hodnoty tlakového vzduchu se spustí měřič času; doba působení tlakového vzduchu je 15 minut.
- Po 15 minutách se zkouška ukončí a odstraní se odměrný válec.

H.4 Výsledek zkoušky

- Výsledkem zkoušky je množství vody $V_{FV,10}$, které se po zkoušce zadrží ve válci.
- Výsledek zkoušky se zaokrouhlí na nejbližších 5 ml.
- Výsledek zkoušky pro objem betonu 10 dm³ se přepočítá na objem 1 m³ čerstvého betonu dle vztahu:

$$V_{F,1000} = V_{FV,10} \cdot 0,1$$

kde:

$V_{FV,1000}$ – objem odfiltrované vody přepočítaný na 1 m³

$V_{FV,10}$ – objem odfiltrované vody v odměrném válci v ml

Příloha I (normativní)

Stanovení objemových změn betonu (smrštění a bobtnání) – modifikovaná metoda podle ÖNORM B3329

I.1 Všeobecně

Postup pro stanovení objemových změn betonu (smrštění a bobtnání) vychází z ÖNORM B 3329:2009 Vergussmörtel - Anforderungen und Prüfmethoden (Malty - Požadavky a zkušební metody), kapitola 7.3.1 (Bobtnání a smrštění).

I.2 Princip metody

Zkouška spočívá ve zjišťování délkových změn čerstvého a ztvrdlého betonu zjišťovaných pomocí tenzometrických snímačů délky napojených na posuvné čelo formy, které je trnem zakotveno v čerstvém betonu. Zjišťují se délkové změny betonu ihned po zhutnění ve stanovených časových intervalech oproti počáteční délce zkušebního tělesa.

Použitelnost metody – zkouška je vhodná pro všechny druhy betonů s velikostí maximálního zrna kameniva až 22 mm.

I.3 Zkušební zařízení a pomůcky

- a) Sestava zařízení pro měření objemových změn Schleibinger – jedná se o sestavu ocelových nerezových U-forem o vnitřním průřezu 60 x 100 mm a měřící délce 1000 mm s posuvným čelem, osazených elektronickým snímačem délky. Digitální snímač délky je pomocí sběrnice dat připojen k PC s měřicím softwarem, pomocí něhož jsou zaznamenány a uloženy objemové změny v μm . Přesnost snímače délkových změn je 1 μm .
- b) Zařízení pro výrobu betonu - míchačka pro výrobu betonu o objemu 75 dm^3 s nuceným oběhem.
- c) Pomůcky a zařízení pro odběr betonu dle ČSN EN 12350-1.
- d) Pomůcky pro výrobu zkušebních těles dle ČSN EN 12390-2.
- e) Vibrační stůl s minimální frekvencí 40Hz (2400 kmitů za minutu).
- f) Teploměr s přesností $\pm 1^\circ\text{C}$.

I.4 Zkušební vzorky a postup zkoušení

Beton se vyrábí v míchačce s nuceným mícháním dle určeného složení v množství o 15 % větším, než je souhrnný objem zkušebních forem, které mají být plněny.

Odebere se potřebné množství betonu pro naplnění speciálních forem s osazeným digitálním snímačem délky na posuvném čelu formy, beton se zhutní na vibračním stole (výjimkou jsou samozhutnitelné betony).

Zkušební sestavy se umístí do normového prostředí s teplotou $T=20^\circ\text{C}$ a relativní vlhkostí $\varphi=65\%$.

Digitální snímače délky jsou připojeny pomocí sběrnice dat k záznamovému software počítače, nastaví se na počáteční hodnotu a průběžně se měří délkové změny až do konce požadovaného časového intervalu, nejčastěji minimálně po dobu 7, 28 nebo 90 dní od zamíchání betonu.

I.5 Vyhodnocení výsledků měření

Výstupem z měření je změna délky ε_q , která se vypočítá ze vztahu:

$$\varepsilon_q = (\Delta l / L) [\%]$$

kde:

Δl – změna délky v daném časovém úseku [μm]

L – délka měřící základny [mm]

Výsledek měření se vyjádří na 1 %.

Příloha J (normativní)

Stanovení statického modulu pružnosti z dynamického modulu pružnosti v tlaku ze zkoušení ultrazvukovou impulsovou metodou

J.1 Podstata zkoušení

Na zkušebních tělesech pro stanovení statického modulu pružnosti v tlaku, zpravidla hranoly čtvercového průřezu s rozměrem 100 x 100 x 400 mm, se před zkouškou ve zkušebním lisu stanoví dynamický modul pružnosti v tlaku z měření ultrazvukovou impulsovou metodou a pro daný beton vypočítá se zmenšovací koeficient κ_u .

Koeficient κ_u lze využít pro určení statického modulu pružnosti z dynamického modulu pružnosti stanoveného ultrazvukovou impulsovou metodou na jiných zkušebních tělesech nebo na konstrukci, jestliže nejmenší rozměr vyšetřované části konstrukce je 100 mm.

J.2 Zkušební tělesa

Zkušební tělesa pro stanovení zmenšovacího koeficientu κ_u jsou hranoly čtvercového průřezu s rozměrem 100 x 100 x 400 mm;

Pro stanovení dynamického modulu pružnosti v tlaku bez zkoušky statického modulu pružnosti v tlaku lze využít tato zkušební tělesa:

- krychle s délkou hrany 150 mm (určené ke stanovení pevnosti v tlaku),
- vývrty odebrané z vyšetřované konstrukce (určených ke stanovení pevnosti v tlaku) s průměrem minimálně 100 mm a minimálním poměrem délky k průměru L/d=1.

J.3 Ošetřování zkušebních těles

Pro ošetřování zkušebních těles platí ustanovení čl. 5.5.1 a 5.5.2. ČSN EN 12390-2.

J.4 Statický modul pružnosti v tlaku

Postupuje se v souladu s ustanoveními v ČSN ISO 1920-10.

J.5 Dynamický modul pružnosti v tlaku

Při stanovení rychlosti šíření ultrazvukového impulsu se postupuje v souladu s ustanoveními ČSN EN 12504-4.

Pro stanovení dynamického modulu pružnosti v tlaku na zkušebních tělesech pro stanovení statického modulu pružnosti (hranoly 100 x 100 x 400 mm) se použijí sondy s vlastní frekvencí 54 kHz a vyšší. Pro daný beton a daný tvar zkušebních těles musí být použity vždy sondy o stejné vlastní frekvenci.

Pro stanovení dynamického modulu pružnosti v tlaku na zkušebních krychlích s délkou hrany 150 mm a válcových zkušebních tělesech upravených z vývrtů odebraných z vyšetřované konstrukce (minimální průměr 100 mm a minimální poměr délky k průměru L/d=1) se použijí sondy s vlastní frekvencí 54 kHz.

Měření na betonu zabudovaném v konstrukci se provádí sondami s vlastní frekvencí 54 kHz.

Zkušební zařízení musí splňovat požadavky čl. 5 ČSN EN 12504-4.

J.5.1 Postup měření

Měření se provádí přímým prozvučováním, tj. sondy se umístí na zkušebním tělese nebo na konstrukci proti sobě, měření se provádí po délce zkušebního tělesa.

Měření je třeba provádět na vzorcích o stejném vlhkostním stavu, případná změna vlhkosti značně ovlivní výsledky měření.

Pro dosažení dobré akustické vazby se doporučuje používat např. lékařský indiferentní gel pro UZ, vazelinu, modelinu.

Postup pro stanovení délky měřící základny a pro vlastní měření je uveden v čl. 6.1.3 až 6.1.5 ČSN EN 12504-4.

Měřením se zjišťuje čas, který uplyne při průběhu impulsu měřící základnou.

J.5.2 Stanovení rychlosti šíření ultrazvukového impulsu

Rychlosť šíření ultrazvukového impulsu V se vypočítá ze vztahu:

$$V = \frac{L}{T}$$

kde:

V – rychlosť šíření ultrazvukového impulsu [km/s]

L – délka měřící základny [mm]

T – čas, který uplyne při průběhu impulsu měřící základnou [μs].

Zjištěná rychlosť se vyjádří na nejbližší 0,01 km/s.

J.5.3 Stanovení dynamického modulu pružnosti v tlaku E_{CU}

Dynamický modul pružnosti v tlaku E_{CU} pro každé zkušební těleso se vypočítá ze vztahu:

$$E_{CU} = V^2 \cdot D$$

kde:

E_{CU} – dynamický modul pružnosti v tlaku [GPa]

V – rychlosť šíření ultrazvukového impulsu [km/s]

D – objemová hmotnost ztvrdlého betonu v době zkoušení (zjišťuje se postupem dle ČSN EN 12390-7) [kg/m^3]

Zjištěná hodnota se vyjádří v GPa na 3 platné číslice.

J.5.4 Stanovení zmenšovací koeficientu κ_U

Zmenšovací koeficient κ_U se vypočítá ze souboru hodnot statických a dynamických modulů pružnosti v tlaku pro daný beton zjištěných na zkušebních tělesech při průkazních a kontrolních zkouškách.

Nejmenší počet zkušebních těles pro stanovení zmenšovacího koeficientu κ_U je 6.

Zmenšovací koeficient κ_U se vypočítá ze vztahu:

$$\kappa_U = \frac{\sum_{i=1}^n E_{c,i}}{\sum_{i=1}^n E_{cu,i}}$$

kde:

κ_U – zmenšovací koeficient při stanovení dynamického modulu pružnosti ultrazvukovou impulsovou metodou [-]

$E_{c,i}$ – jednotlivé hodnoty statického modulu pružnosti v tlaku v hodnoceném souboru [GPa]

$E_{cu,i}$ – jednotlivé hodnoty dynamického modulu pružnosti v tlaku v hodnoceném souboru [GPa]

n – počet zkušebních těles v hodnoceném souboru [-]

Σ – součet hodnot statického modulu pružnosti v tlaku resp. dynamického modulu pružnosti v tlaku v hodnoceném souboru [GPa]

Zjištěná hodnota zmenšovacího koeficientu se vyjádří na nejbližší 0,001.

Zjištěná hodnota zmenšovacího koeficientu platí pouze pro danou recepturu betonu – nelze ho použít pro jiný beton, než pro které byl stanoven.

J.5.5 Určení statického modulu pružnosti z dynamického modulu pružnosti v tlaku

Statický modul pružnosti v tlaku se vypočítá z dynamického modulu pružnosti v tlaku dle vztahu:

$$E_{c,uz} = E_{CU} \cdot \kappa_U$$

kde:

$E_{c,uz}$ – statický modul pružnosti v tlaku vypočítaný z dynamického modulu pružnosti v tlaku [GPa]

E_{CU} – hodnota dynamického modulu pružnosti v tlaku ze zkoušení ultrazvukovou impulsovou metodou [GPa]

κ_U – zmenšovací koeficient při stanovení dynamického modulu pružnosti ultrazvukovou impulsovou metodou [-]

Zjištěná hodnota se vyjádří v GPa na 3 platné číslice.

Příloha K (informativní)

Příloha K (informativní)

Záznam o kontrolních zkouškách čerstvého betonu při přejímce na stavbě

Tabulka K.1 – Záznam o kontrolních zkouškách čerstvého betonu při přejímce na stavbě

Příloha L (normativní)

Zkouška mrazuvzdornosti nekonstrukčních betonů

L.1 Všeobecně

Postup pro stanovení mrazuvzdornosti nekonstrukčních betonů vychází z ČSN 73 1322.

L.2 Princip metody

Zkouška spočívá ve střídavém zmrazování a rozmrazování betonu nasyceného vodou počtem předepsaných cyklů, v daném případě se jedná o 25 nebo 50 cyklů.

L.3 Zkušební zařízení a pomůcky

- a) Zařízení s prostorem a regulovanou teplotou do -20°C takových rozměrů, aby zkušební tělesa vyplňovala nejvýše třetinu objemu a s možností zaplnění vodou pro jejich rozmrazování tak, aby úroveň vodní hladiny byla minimálně 50 mm nad horní plochou zkušebních těles. Dále s možností regulace teploty pro rozmrazování v rozmezí $+15^{\circ}\text{C}$ až $+22^{\circ}\text{C}$.
- b) Zařízení a pomůcky pro stanovení pevnosti v příčném tahu dle ČSN EN 12390-6.
- c) Pomůcky pro odběr betonu dle ČSN EN 12350-1.
- d) Pomůcky pro výrobu zkušebních těles dle ČSN EN 12390-2.
- e) Zařízení a pomůcky pro stanovení objemové hmotnosti dle ČSN EN 12390-7.
- f) Vodní uložení pro vzorky před zkouškou s teplotou $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$.
- g) Zařízení pro výrobu betonu - míchačka pro výrobu betonu s nuceným oběhem.
- h) Vibrační stůl s minimální frekvencí 40 Hz (2400 kmitů za minutu).

L.4 Zkušební vzorky a postup zkoušení

Pro zkoušku mrazuvzdornosti se použijí zkušební tělesa ve tvaru krychle s délkou hrany 150 mm (alternativně možno i 100 mm).

Pro průkazní i kontrolní zkoušky musí být použita zkušební tělesa stejných rozměrů.

Pro zkoušku mrazuvzdornosti se vytvoří 6 zkušebních těles – 3 srovnávací, která jsou uložena ve vodě dle ČSN EN 12390-2 do ukončení stanoveného počtu zmrazovacích cyklů a 3 zkušební tělesa, která budou vystavena působení střídavému zmrazování a rozmrazování.

Postup zkoušení mrazuvzdornosti – viz čl. 7 a 8 ČSN 73 1322.

Po ukončení stanoveného počtu zmrazovacích cyklů je postup následující:

- *Srovnávací zkušební tělesa* – vzorky se povrchově osuší a zjistí se rozměry a objemová hmotnost postupem dle ČSN EN 12390-7 a následně se provede stanovení pevnosti v příčném tahu postupem dle ČSN EN 12390-6.
- *Zkušební tělesa vystavená působení střídavému zmrazování a rozmrazování* – vzorky se povrchově osuší a zjistí se rozměry a objemová hmotnost postupem dle ČSN EN 12390-7 a následně se provede stanovení pevnosti v příčném tahu postupem dle ČSN EN 12390-6.

L.5 Vyhodnocení výsledků zkoušky

Pro každou sadu vzorků (srovnávací, zmrazované) se vypočítá aritmetický průměr pevnosti v příčném tahu, který se zaokrouhlí na nejbližších 0,05 MPa.

Vypočítá se koeficient mrazuvzdornosti K_{mraz} ze vztahu:

$$K_{mraz} = \frac{f_{ct,i}}{f_{ct,0}} \cdot 100 \quad [\%]$$

kde:

K_{mraz} – koeficient mrazuvzdornosti [%]

$f_{ct,i}$ – aritmetický průměr pevnosti v příčném tahu sady vzorků po i-zmrazovacích cyklech; i=25 nebo 50 cyklů [MPa]

$f_{ct,0}$ – aritmetický průměr pevnosti v příčném tahu sady srovnávacích vzorků [MPa]

Koeficient mrazuvzdornosti se vyjádří na dvě desetinná místa.

Beton je hodnocen jako mrazuvzdorný jestliže $K_{mraz} \geq 75 \%$.

Příloha M (normativní)

Mezní hodnoty pro stupně chemického působení rostlé zeminy a podzemní vody

Tabulka M.1 – Mezní hodnoty pro stupně chemického působení rostlé zeminy a podzemní vody jsou uvedeny v tabulce (převzato z ČSN EN 206+A2)

Chemická charakteristika	Jednotky	Referenční zkušební metoda	XA1	XA2	XA3
PODZEMNÍ VODA					
<i>SO₄²⁻</i>	mg/litr	ČSN EN 196-2	≥200 a ≤600	>600 a ≤3 000	>3 000 a ≤6 000
<i>pH</i>	-	ISO 4316	≤6,5 a ≥5,5	<5,5 a ≥4,5	<4,5 a ≥4,0
<i>CO₂ agresivní</i>	mg/litr	ČSN EN 13577	≥15 a ≤40	>40 a ≤100	>100 až do nasycení
<i>NH⁺⁴</i>	mg/litr	ČSN ISO 7150-1	≥15 a ≤30	>30 a ≤60	>60 a ≤100
<i>Mg²⁺</i>	mg/litr	ČSN ISO 7980	≥300 a ≤1 000	>1 000 a ≤3 000	>3 000 až do nasycení
ROSTLÁ ZEMINA					
<i>SO₄²⁻ celkem^a</i>	mg/kg	ČSN EN 196-2 ^b	≥2 000 a ≤3 000 ^c	>3 000 ^c a ≤12 000	>12 000 a ≤24 000
<i>Kyselost podle Baumann Gully</i>	ml/kg	ČSN EN 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 síranů 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.

Příloha N (informativní)

Kontrolní a zkušební plán (KZP) betonáže

N.1 Všeobecně

KZP se povinně zpracovává pro betonáže konstrukcí o objemu přesahujícím 300 m^3 a pro stavby s předpokládanou životností 100 let. V ostatních případech rozhoduje o zpracování KZP technický dozor stavebníka.

Pokud KZP není zpracován, musí být kontroly prováděny minimálně v rozsahu viz Tabulka 20 této kapitoly TKP, jestliže v zadávací dokumentaci není stanoveno jinak.

Kontrolní a zkušební plán betonáže může být vyhotoven formou samostatného dokumentu nebo součástí technologického předpisu betonáže či kontrolního a zkušebního plánu stavby.

N.2 Vzor kontrolního a zkušebního plánu betonáže

Vzor kontrolního a zkušebního plánu betonáže viz Tabulka N.1.

Tabulka N.1 – Kontrolní a zkušební plán (KZP) betonáže

Dodavatel stavby:				
KONTROLNÍ A ZKUŠEBNÍ PLÁN BETONÁŽE		č.		
Akce:				
Zpracoval: (jméno a podpis)		Zpracoval: (jméno a podpis)		
<i>Datum vydání:</i>		<i>Datum schválení:</i>		
Druh kontroly / zkoušky	Účel kontroly / zkoušky	Provádí	Termín nebo četnost	Záznam o kontrole
ČINNOSTI PŘED ZAHÁJENÍM ODBĚRU BETONU				
Kontrola certifikátu systému řízení výroby betonárny	Prověření platnosti a oprávnění dodávat požadovaný beton	TDS	Před zahájením odběru betonu	-
Kontrola prohlášení o shodě na betony	Prověření zda odpovídá platným právním předpisům a normám	TDS	Před zahájením odběru betonu	-
ČINNOSTI PŘI DODÁNÍ BETONU NA STAVBU				
I. KONTROLA ČERSTVÉHO BETONU				
Kontrola do dodacího listu betonu	Prověření shody s objednávkou	Odběratel betonu	Každá dodávky	Potvrzený dodací list pracovníkem objednatele

Druh kontroly / zkoušky	Účel kontroly / zkoušky	Provádí	Termín nebo četnost	Záznam o kontrole
Teplota betonu	Kontrola teploty betonu zda v daných klimatických podmírkách odpovídá požadavkům viz Tabulka 9 TKP kapitola 17	Pověřená akreditovaná zkušební laboratoř (AZL)	Minimální četnost viz Tabulka 20 TKP kapitola 17 nebo zvýšená dle požadavků v zadávací dokumentaci	Formulář viz Příloha K TKP kapitola 17
Zkouška konzistence	Kontrola shody s požadavkem zadání	Pověřená AZL	Minimální četnost viz Tabulka 20 TKP kapitola 17 nebo zvýšená dle požadavků v zadávací dokumentace	Formulář viz Příloha K TKP kapitola 17
Stanovení obsahu vzduchu v čerstvém betonu	Kontrola shody s požadavkem zadání	Pověřená AZL	Minimální četnost viz Tabulka 20 TKP kapitola 17 nebo zvýšená dle požadavků v zadávací dokumentace	Formulář viz Příloha K TKP kapitola 17
Odběr vzorků čerstvého betonu	Výroba zkušebních těles pro zkoušky ztvrdlého betonu	Pověřená AZL	Minimální četnost viz Tabulka 20 TKP kapitola 17 nebo zvýšená dle požadavků v zadávací dokumentaci	Záznam o odběru vzorků AZL
II. KONTROLA ZTVRDLÉHO BETONU				
Zkoušky základních event. doplňkových parametrů ztvrdlého betonu	Podklad pro prověření shody s požadavky viz Tabulka 13 až 16 a 21 TKP kapitola 17	Pověřená AZL	Každá dodávka	Protokol o zkoušce vydaný AZL
Vyhodnocení výsledků kontrolních zkoušek	Prověření shody s požadavky uvedenými viz Tabulka 13 až 16 a 21 TKP kapitola 17	Pověřená AZL, zhotovitel	Každá dodávka	Vyhodnocení jakosti betonu - formulář viz Příloha B TKP kapitola 18; předává se TDS
III. KONTROLA BETONÁŽE A OŠETŘOVÁNÍ BETONU				
Teplota prostředí	Podmínky pro betonáž	TDS	Před zahájením betonáže, v 14:00, případně každých dalších 5 hodin	Stavební deník
Kontrola bednění a podpěrného lešení	Prověření shody s TKP kapitola 17 a 18, ČSN EN 13670, PD	TDS	Před betonáží	Stavební deník

Druh kontroly / zkoušky	Účel kontroly / zkoušky	Provádí	Termín nebo četnost	Záznam o kontrole
Kontrola vložek a zabetonovaných prvků	Prověření shody s TKP kapitola 18, ČSN EN 13670, PD	TDS	Před betonáží	Stavební deník
Kontrola pracovní spáry	Prověření shody s TKP kapitola 18, ČSN EN 13670, PD	TDS	Před betonáží	Stavební deník
Kontrola výztuže	Prověření shody s TKP kapitola 18, ČSN EN 13670, PD	TDS	Před betonáží	Stavební deník
Kontrola ukládání a zhutňování	Prověření shody s požadavky TKP kapitola 17, ČSN EN 13670, PD	TDS	Při betonáži	Stavební deník
Kontrola ošetřování a ochrany betonu	Prověření shody s požadavky TKP kapitola 17, ČSN EN 13670, PD	TDS	Po betonáži	Stavební deník
Kontrola pevnosti před odbedněním, geometrie, vzhledu povrchu	Prověření shody s požadavky TKP kapitola 17, ČSN EN 13670, PD	TDS, AZL	Po betonáži	Stavební deník

Příloha O (informativní)

Technologický předpis betonáže

O.1 Všeobecně

Technologický předpis (TePř) betonáže zpracovává zhotovitel stavby (resp. zhotovitel objektu).

Povinně se zpracovává na betonáže konstrukcí pro stavby s předpokládanou životností 100 let, konstrukce o objemu přesahujícím 300 m³ nebo pro technicky náročné konstrukce o menším objemu.

Rozsah obsahu TePř betonáže může objednatel upravit v závislosti na typu na rozsahu stavby.

TePř betonáže musí být předložen technickému dozoru stavebníka k odsouhlasení.

Bez odsouhlaseného TePř betonáže nesmí být zahájena betonáž.

TePř betonáže je závazný pro pracovníky zhotovitele i jeho podzhotovitele, jestliže se podílí na betonáži konstrukcí.

O.2 Obsah Technologického předpisu betonáže

- a) *Titulní list* – označení TePř betonáže, identifikace stavby a objektu, datum vydání, jméno a podpis zpracovatele, datum schválení a jméno a podpis pracovníka, který provedl schválení, počet stran.
- b) *Úvod* – identifikace zhotovitele stavby a podzhotovitelů vč. zodpovědných pracovníků, přehled profesí a dokladů jejich způsobilosti, je-li to předpisy vyžadováno. Základní údaje o stavebním objektu / objektech - odkaz na příslušnou zadávací a projektovou dokumentaci.
- c) *Požadavky na jednotlivé materiály* – základní charakteristiky betonu, oceli, systém předpětí, objem zabudovávaného betonu, údaje o betonu (pevnostní třídy, stupně vlivu prostředí a receptury) požadavky kvalitu povrchu betonu a kvalitu povrchu.
- d) *Popis postupu betonáže*:
 - Konkrétní postupy pro zajištění požadavků příslušných předpisů při práci za předpokládaných klimatických podmínek a případná klimatická omezení.
 - Předpokládané teploty betonu a jejich vývoj v čase po uložení do konstrukce; u konstrukcí kde je limitován vývoj hydratačního tepla je nutno doložit výpočet.
 - Údaje o opatřeních při náhlé změně klimatických podmínek, např. ochrana a ošetřování povrchu čerstvého betonu při náhlém dešti nebo mrazu.
 - V případě betonování za nízkých teplot uvést přehled všech zimních opatření (ve výrobně betonu, na stavbě), totéž platí i pro betonáže za vysokých teplot.
 - Typ použitého bednění a nasazení bednění, uspořádání výztuže a druh a použití distančních prvků.
 - Postup betonáže včetně časových odstupů mezi prováděním jednotlivých částí, celkovou dobu betonáže při zohlednění klimatických podmínek; směr betonáže, tloušťka a počet vrstev betonu, jejich jednotlivé kubatury, max. doba přerušení betonáže; uvádí se opatření v případě, že stanovené časové postupy jsou překročeny.
 - Harmonogram dopravy betonu – dopravní vzdálenost, počet přepravníků, předpokládaná doba přepravy, počet autodomíchavačů či jiných přepravníků betonu.
 - Způsob ukládání a hutnění – zařízení pro ukládání betonu, typy hutních zařízení.
 - Popis postupu při vytváření pracovních, smršťovacích, dilatačních spár vč. postupu jejich ošetřování, osazení waterstopů v čerstvém betonu.
 - Popis postupu sledování posunů bednění před betonáží, během ní a po ní, vyhodnocování výsledků měření.

- Údaje o době a způsobu ošetřování.
 - Informace o době ponechání konstrukce v bednění z důvodu statických nebo pro nepřekročení předepsaného teplotního gradientu v betonu (rozdíl teploty uvnitř a na povrchu betonu) v zimním období.
 - Způsob opravy vadných míst v mladém betonu.
- e) *Kontroly betonáže a povolené odchylky předepsaných parametrů:*
- Četnost a způsob kontroly během betonáže, odkaz na kontrolní a zkušební plán betonáže.
 - Uvádí se konkrétní hodnoty tolerancí a odchylek dle ČSN EN 206+A2, ČSN P 73 2404 a ustanovení této kapitoly TKP, případně dle projektové či jiné dokumentace jsou-li tam také předepsány, včetně specifikace zda se jedná o normové hodnoty nebo požadované jiným předpisem, např. projektovou dokumentací, jinou kapitolou TKP.
- f) *Bezpečnost a ochrana zdraví při práci.*
- g) *Ochrana životního prostředí.*
- h) *Související normy a předpisy.*

Ověřovací doložka konverze dokumentu

Ověřuji pod pořadovým číslem **2649628**, že tento dokument, který vznikl převedením vstupu v listinné podobě do podoby elektronické, skládající se z **105** listů, se doslovně shoduje s obsahem vstupu.

Ověřující osoba: **Tomáš ŠLAIS**

Vystavil: **Správa železnic, státní organizace**

Datum: **25.04.2022 13:34:15**



b7cc652c-e69f-4da9-bc44-0d91360b5d30