

Průvodce EN 206:2013



Srpen 2014

DOPLŇKY		
ČÍSLO	DATUM	DOPLNĚNÍ ODSTAVCE
1	9. ledna 2014	7.1
2	Květen 2014	Úvod, nový odstavec 6. Nová kapitola 7, změna číslování dalších kapitol. Nový odstavec 10.4. Revize 12.3 pro odstranění duplicit v novém odstavci 7.

Doporučení zde uvedená jsou míněna jen jako všeobecný návod a proto při použití ve spojení s nějakou specifickou aplikací by měly být uvažována s ohledem na všechny okolnosti takového použití. Ačkoli přípravě tohoto Průvodce byla věnována veškerá péče, ERMCO ani její členové, úředníci a agenti nepřijímají odpovědnost za nedbalost a jiné chyby.

Publikace ERMCO jsou čas od času aktualizovány a čtenáři by se měli ujistit, že mají poslední verzi.

Český překlad a poznámky: Michal Števíla, Svaz výrobců betonu ČR. Případné chyby a nejasnosti padají na hlavu překladatele. Můžete je nahlásit na svb@svb.cz.

Průvodce EN 206:2013	1
1. Úvod	4
2. Rozsah EN 206	4
3. Předpisy platné v místě použití, ETA a národní technická posouzení	5
3.1 Předpisy platné v místě použití	5
3.2 Právní požadavky	5
3.3 Evropská a národní technická posouzení	5
4. Velikost kameniva (definice D_{upper}, D_{lower} a D_{max})	6
5. Ustanovení o kamenivu	7
6. Použití více cementů v jednom betonu	8
7. Základní požadavky na složení betonu	8
8. Používání přísad	9
8.1 Koncepte k-hodnoty v EN 206	9
8.2 Jiné koncepte k-hodnoty	10
8.3 Aplikace koncepte "podle vlastností"	10
9. Úpravy čerstvého betonu po hlavním míchacím procesu	11
10. Posuzování shody a řízení výroby	12
10.1 Posouzení shody konzistence	12
10.2 Výrobní den	14
10.3 Kritéria potvrzující členství v souboru	14
10.4 Metoda C	14
10.5 Posouzení shody vláknobetonu včetně specifikace podle vlastností	16
10.6 Tolerance dávkování	16
11. Testování identity	17
12. Příloha D	18
12.1 Druhy cementu	18
12.2 Kamenivo	18
12.3 Návrh složení betonu	18
12.4 Maximální vodní součinitel	19
12.5 Čerstvý beton	19
13. Literatura	19
Příloha A: Opodstatnění tolerancí daných Tabulkou 2	21

1. Úvod

Tento Průvodce byl připraven ERMCO (Evropský svaz výrobců transportbetonu) s hlavním cílem poskytnout svým členům vodítko pro používání EN 206:2013. Poskytované informace však budou zajímavé i pro všechny ostatní uživatele EN 206. ERMCO se aktivně účastnila revize EN 206, tudíž všechny diskuse, kompromisy a interpretace jednotlivých ustanovení jsou známé členům komisí, ne však širšímu členstvu ERMCO a ostatním uživatelům EN 206. Jedním z cílů Průvodce je zajistit širší povědomost a dostupnost těchto informací pro všechny ty, kteří se budou v budoucnosti zabývat další revizí EN 206.

Cílem Průvodce je poskytnutí základních informací a vodítka k interpretaci a aplikaci vybraných ustanovení, která se v EN 206 mění. V několika případech také vysvětluje, jak interpretovat ustanovení, která se nezměnila.

Od prvního vydání EN 206-1 v roce 2000 [1] došlo jen k velmi málo změnám a ty spočívaly hlavně v opravách a ujasněních textu a aktualizací odkazů na nové evropské normy. To byla záměrná politika CEN/TC104/SC1: Beton – specifikace, vlastnosti, výroba a shoda (Evropské komise pro technickou normalizaci zodpovědnou za EN 206), aby se zajistila určitá doba pro získání zkušeností před zavedením významných změn. V roce 2005 se, po jejím pětiletém užívání, zjistilo, že zkušenosti s EN 206-1 nejsou ještě dostatečné, a rozhodlo se o prodloužení období před její revizí o dalších pět let. Následně se, v roce 2010, dohodlo, že doba pro revizi již nazrála, ale změny by měly být pokud možno minimální.

V roce 2010 byla publikována nová část EN 206 (Část 9) [2] o samozhutnitelném betonu. Ještě před jejím vydáním rozhodla CEN/TC104/SC1 o tom, že při revizi EN 206-1, bude Část 9 spojena s Částí 1 v nové EN 206.

CEN/TC104/SC1 také rozhodla, že za určitou dobu po vydání Části 9 (SCC) budou posouzeny metody zkoušení samozhutnitelného betonu používané v praxi, aby se zjistilo, zda je rozsah zkoušek standardizovaný na evropské úrovni nutno rozšířit a zda je nutno zavést další třídy vlastností do některé budoucí verze EN 206. Zdálo se, že je předčasné podnikat takové úpravy už pro revizi EN 206:2013, a že tento úkol by měl být naplněn až před další pětiletou revizí EN 206. Obsah bývalé Části 9 je nyní beze změn v nové EN 206:2013 [3].

Z důvodu vydání verze EN 12620 v květnu 2013 (viz kapitola 5) musí být EN 206 před jejím vydáním v zemích CEN, s výjimkou Dánska a Velké Británie, opravena. Protože termín vydání EN 206 v roce 2013 zůstává nezměněn, stejně jako termín jejího zavedení, musí Dánsko a Velká Británie vydat EN 206 s vyznačenými opravami. Je otázkou, zda-li země, které EN 206 nevydaly, v budoucnosti označí zmíněné opravy.

Během editačních prací byla řada „Poznámek“ přemístěna z jejich původního umístění do nové Přílohy L: „Další informace, týkající se určitých článků“. Důvodem je, že podle redakčních pravidel CENU (viz CEN/TC104/SC1-N807) nemají „Poznámky“ obsahovat požadavky, ani dávat doporučení nebo povolení. Alternativou bylo zahrnout „Poznámky“ do normativního textu. To by ale významně změnilo jejich status a pravděpodobně by to vyvolalo negativní ohlasy. Proto nebyla tato možnost přijata. Při příští revizi by bylo vhodné tyto „Poznámky“ jednotlivě posoudit, maj-li být přesunuty do normativního textu, nebo být ponechány v Příloze L.

Tam, kde je citována EN 206, je míněn text EN 206:2013.

2. Rozsah EN 206

Není obecná shoda o přesném rozsahu EN 206. Existuje shoda na tom, že EN 206 pokrývá beton pro konstrukce projektované podle EN 1992-1-1 a beton pro prefabrikáty. Není shoda na tom, jak dalece pokrývá druhý konec trhu s betonem, tj. jiný, než konstrukční beton. Nebylo by realistické předpokládat, že EN 206 (nebo jiná technická norma) se bude používat pro malé domovní/domácí práce, kde se beton vyrábí na místě mícháním lopatou nebo malou míchačkou.

EN 206 je jediná evropská technická norma pro výrobu betonu a mnohá její ustanovení by měla platit pro každou výrobu betonu. V EN 206, ustanovení (5) a (6) jsou vyjmenovány příklady aplikací EN 206, ve kterých by bylo vhodné uplatnit další požadavky. Tento seznam by bylo možno rozšířit tak, aby pokryl výrobu materiálů s hydraulickými pojivky v souladu s EN 14227 [4] a potěrové materiály na bázi cementu podle EN 13813 [5].

Nejasnou „šedou“ oblastí, vzhledem k rozsahu platnosti EN 206, je beton vyráběný na staveništích na malých a středně velkých stavbách domů a dále nekonstrukční prefabrikáty. Dokonce i termíny „konstrukční“ a „nekonstrukční“ bývají interpretovány různě. Je úsek betonového zdiva konstrukční nebo nekonstrukční prvek? Někdo věří, že konstrukční, jiní, že nekonstrukční.

EN 206 je, a měla by zůstat, jedinou evropskou normou pro výrobu betonu. Technická pravidla pro výrobu betonu by měla být stejná bez ohledu na to, zda je dodáván jako transportbeton, vyráběn na staveništi nebo používán v prefabrikovaných prvcích.

3. Předpisy platné v místě použití, ETA a národní technická posouzení

3.1 Předpisy platné v místě použití

EN 206-1 obsahovala řadu ustanovení vztahujících se k „předpisům platným v místě použití“ nebo nějaké variaci tohoto výrazu. Revize EN 206 tento počet ještě zvyšuje. CEN/TC104/SC1 rozhodl, že s výjimkou případů specifické potřeby jiného výrazu, se bude důsledně užívat fráze „předpisy platné v místě použití“. Nová Příloha M, „Pokyny k předpisům platným v místě použití“, obsahuje seznam všech těchto předpisů a povolení. V některých případech je důležité doplnit EN 206 národními předpisy, např. pro odolnost vůči alkalicko-křemičité reakci (ASR). V ostatních případech však může každý národní normalizační úřad prostě aplikovat požadavky EN 206, a nepřidávat další, např. na tolerance dávkování. Národní úpravy norem, jinde než je uvedeno v Příloze M, nejsou povoleny. Aspekty, které nepokrývá EN 206, mohou být popsány národními předpisy, např. doba dopravy; odolnost vůči alkalicko-uhličitanové reakci, předpisy pro síranovou odolnost v kombinaci s tekoucí spodní vodou.

„Předpisy platné v místě použití“ byly v EN 206 definovány jako „národní předpisy uvedené v národní předmluvě“ nebo „národním příloha“ k této normě nebo jako „doplňková norma“ k EN 206 platná v místě použití betonu. Národní předmluva nemusí předpisy opisovat, může jen uvést, kde se najdou (číslo, název apod.).

3.2 Právní požadavky

V některých evropských zemích jsou požadavky na beton stanoveny vyhláškami a jinými právními dokumenty. Taková nařízení a právní požadavky mají vyšší status než evropská norma. Je zbytečné, aby evropská norma říkala, že máte jednat v souladu s těmito zákony: to je předem jasné dané. Proto definice „předpisů platných v místě použití“ nezmiňuje právní předpisy, ale požaduje, aby se výrobce řídil těmi, které platí v místě uvádění betonu na trh.

3.3 Evropská a národní technická posouzení

Další položky vynechané v seznamu předpisů platných v místě použití jsou Evropská technická posouzení (ETA) v rámci Předpisů pro stavební výrobky [6] a národní technická schválení/posudky (NTA). V Evropské unii má ETA stejný status jako harmonizovaná evropská norma; obě jsou evropské technické specifikace, které mohou podporovat označení výrobků značkou CE.

EN 206 vyžaduje, aby měly složky betonu stanovenou vhodnost, a ta může být určena buď EN 206, nebo předpisy platnými v místě použití, nebo ETA, nebo národním technickým schválením odvolávajícím se na EN 206. Hlavní rozdíl je v tom, že ETA platí kdekoli v Evropské unii, zatímco národní technické schválení (NTA) pouze v zemi, kde bylo zavedeno a v těch zemích, které mají zavedeno vzájemné uznávání NTA. ETA pokrývají inovativní výrobky specifických výrobců mimo rozsah norem. Z pohledu Evropské komise mají ETA stejný status jako evropské normy a používají se jako technický základ pro označování výrobků značkou CE.

Aby mělo skutečnou hodnotu, musí technické schválení, ETA nebo NTA, pokrývat jak požadavky na samotný výrobek, tak i pravidla pro jeho použití. Bez pravidel pro použití výrobku přímo v technickém schválení by docházelo ke zpoždění několika, ne-li mnoha let, než by pravidla pro použití byla uplatněna v EN 206 nebo v pravidlech platných v místě použití. Není úkolem EN ani národních úřadů pro normalizaci určovat pravidla použití pro specifické výrobky. Normy pro beton stanovují pravidla pro použití základních složek. Je zde však jeden problém.

Součástí posouzení každého „výrobku“ v ETA je i posouzení jeho vlivu na trvanlivost. EN 206 není normou harmonizovanou a požadavky na trvanlivost jsou dány pravidly platnými v místě použití, která jsou v různých zemích různá. Ustanovení EN 206, odstavec 5.1.1 (2) POZNÁMKA 2 na to upozorňuje.

I když je poměrně snadné stanovit obecnou vhodnost nějaké složky betonu, znamená to jen, že je složka vhodná pro některé betony pokryté EN 206¹. Praxe je však taková, že bez stanovení specifické vhodnosti² se produkt nezačne

¹ Např. vhodnost popílku do betonu je prokázána, odpovídá-li popílek ČSN EN 450. To ale neznamená, že je vhodný pro betony do všech

používat. Pragmatickým řešením tohoto problému je, aby specifická vhodnost byla zavedena jako součást technického posouzení ETA/NTA s ohledem na národní požadavky, které schválí příslušný normalizační úřad. Na příklad, pro karbonátovou odolnost je nutno prokázat, že „výrobek“ (složka betonu), při použití v betonu definovaným způsobem, tvoří množství karbonátů v betonu, které spadá do intervalu v současnosti pro beton přijatelných hodnot. Tyto intervaly nejsou ve všech členských zemích EU stejné, a proto může být deklarace vhodnosti použití platná jen v některých z nich.

Beton podle EN 206 může obsahovat složku pokrytou ETA nebo NTA, používanou ve shodě s pravidly používání uvedených v příslušném ETA/NTA ale musí to být deklarováno v dokumentaci. Například beton vyhovující (NSB) EN 206 se složkou (xx), která vyhovuje a je používána ve shodě s ETA xxx. Pro přehlednost by mělo být plánované použití složky vyhovující ETA/NTA oznámeno ihned při nabídce dodávky betonu.

POZNÁMKA: Některé delegace CEN/TC104/SC1 chtěly omezit ETA na specifikaci výrobku a použít „ustanovení platná v místě použití“ k určení pravidel pro jeho používání. Tento přístup není přijatelný pro Evropskou komisi a pro EOTA, protože by vedl ke zpomalení a zpoždění trvajícím celé roky v používání složky vyhovující ETA. Shora popsany postup určení specifické vhodnosti poskytuje rozumné vyvážení mezi ochranou uživatelů a povolováním inovací.

V okamžiku, kdy národní úřad pro technickou normalizaci formuluje ustanovení platná v místě použití, musí uvážit každou položku v Příloze M. Pro některé je nutné stanovit národní předpisy, např. pro odolnost vůči alkalicko-křemičité reakci, ale jiné mohou být prostě převzaty členským státem CEN.

4. Velikost kameniva (definice D_{lower} , D_{upper} a D_{max})

Dříve byl život poměrně jednoduchý, specifikátor určil maximální velikost zrna kameniva a beton, až na řídke výjimky, tuto velikost kameniva obsahoval. Pokud se velikost kameniva zmenšuje, roste objem cementového tmelu. V zájmu výrobce je tedy dodávat beton s maximální specifikovanou velikostí kameniva. Přesto je nyní obvyklé dodávat beton s menší velikostí zrn kameniva než je ta specifikovaná, zejména, jde-li o samozhutnitelný beton. Takový beton pak nemusí být dostatečně „provázán“ kamenivem tak, aby nabyl pevnosti ve smyku předpokládaných při návrhu. Tento problém je řešen novou EN 206 a zpřesněním definice velikosti kameniva.

Maximální velikost kameniva je určena vzdálenostmi mezi výztuží a minimální šířkou betonovaných prvků nebo jejich částí. V různých částech Evropy jsou typické různé maximální velikosti zrn kameniva: 32 mm nebo 22mm nebo dokonce 20 mm. To je známo jako „dg“ v Eurokódu EN 1992-1-1 [7]. EN 206 to nazývá „ D_{upper} “ a definuje jako „největší hodnotu D v nejhrubší frakci kameniva, která je povolena specifikací betonu“, kde D je horní velikost síta.

V EN 1992-1-1 vychází smykové chování kameniva normální hmotnosti z „provázanosti“ kameniva a ta je funkcí jeho velikosti a pevnosti. Přestože se počítá s přenosem smykových napětí pomocí výztuže, předpokládá se, že přenesení asi 20 % smykové síly zajistí „provázanost“ kameniva. Proto EN 206 vyžaduje také specifikaci „ D_{lower} “, definovanou jako „nejmenší hodnota D v nejhrubší frakci kameniva, povolená specifikací betonu“. V současné době není v EN 1992-1-1 žádné vodítko, jaká hodnota by měla být pro „ D_{lower} “ stanovena.

Zdá se, že panuje shoda, že hodnota 16 mm pro „ D_{lower} “ zajistí „provázanost“ kameniva, pokud bude kamenivo dost pevné na to, aby se nedrtilo v bodech kontaktu. Ovšem specifikace této hodnoty (D_{lower}) může vést ke značným obtížím v případě samozhutnitelného betonu, který se často dodává s hodnotami D_{max} 8 nebo 10 mm. Vliv těchto velikostí na dosažení „provázanosti“ kameniva je dosud otevřenou otázkou, která vyžaduje další zkoumání pro stanovení jakýchkoli dalších limitů velikosti nebo pevnosti kameniva.

U betonu s lehkým kamenivem se nebere v úvahu „provázanost“ kameniva pro přenesení smykových napětí³.

Výrobce má volnost vybrat pro beton D_{upper} , D_{lower} nebo jinou hodnotu mezi nimi a uvést ji v dodacím listu jako D_{max} , kterou EN 206 definuje jako „maximální jmenovitou horní mez frakce kameniva použité v betonu“. Termíny D_{upper} a D_{lower} slouží jen pro používání specifikátorem, termín D_{max} jen pro používání výrobcem. Pokud se po zavedení EN 206 budou nadále vyskytovat specifikace jen s D_{max} , je třeba mít za to, že to znamená D_{upper} , a že specifikátor nspecifikoval hodnotu D_{lower} . Hodnotu D_{max} by měl výrobce deklarovat podle EN 206. Příklad je na obrázku 1.

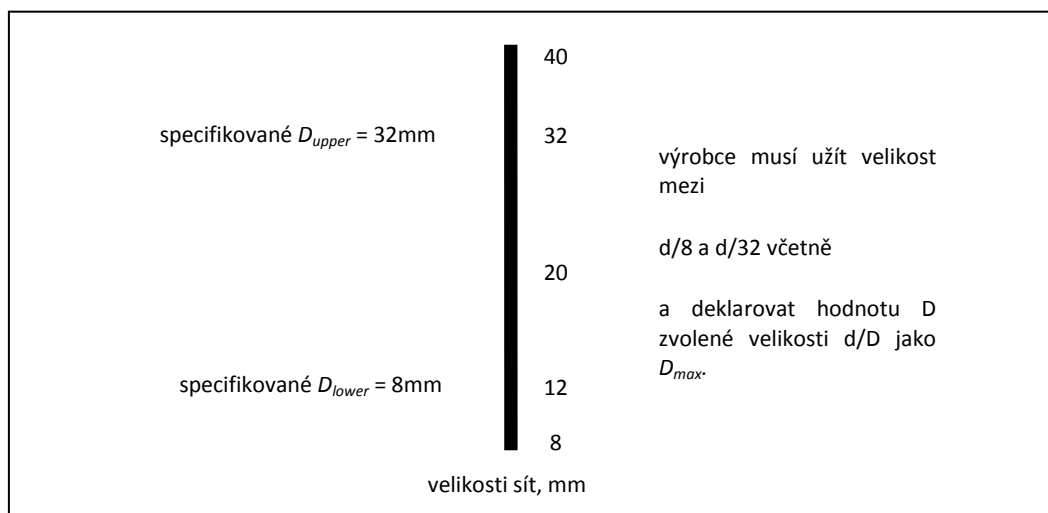
vlivů prostředí. Pozn. překladatele.

² *Např. vhodnosti konkrétního popílku pro beton do konkrétního prostředí. Pozn. překladatele.*

³ *Neboli, v případě lehkého betonu není nutné stanovovat D_{dolni} z důvodu zabezpečení smykových pevností betonu. Pozn. překladatele.*

EN 12620 [8] povoluje podíl materiálu většího než D_{max} v objemu 10 % ža 20 % a je tedy třeba očekávat a počítat s tím, že v betonu budou částice kameniva větší, než D_{max} deklarované ukazujících výrobcem.

Shoda D_{max} je založena na výrobních záznamech, že kamenivo s hodnotami d/D_{max} je složkou dávkovanou do betonu. Procedura pro testování identity není definována, obvykle ani není nutná. Ve výjimečné situaci, kdy chce uživatel provést test identity, by měla být procedura založena na mokřém prosévání a vzít v úvahu povolené množství zrn nadměrné velikosti.



Obr.1: Příklad vztahů mezi různými definicemi velikosti kameniva

5. Ustanovení o kamenivu

V roce 2012 byla revidovaná EN 12620 poslána k formálnímu hlasování v rámci „Unique Acceptance Procedure“ (UAP) a byla schválena. Po hlasování byly v dokumentu provedeny změny, z nichž některé byly technického charakteru. Tato norma pak byla CENem vydána v květnu 2013⁴. Avšak konflikty opravené verze s některými jinými normami o kamenivu vedly CEN k rozhodnutí zkontrolovat všechny vydané normy o kamenivu. Na základě toho pak CEN rozhodl, že by všechny publikované normy o kamenivu měly být opraveny zpět do podoby, jaké měly při schvalování v rámci UAP. Pokud by se toto aplikovalo na EN 12620:2013, způsobilo by to technické chyby, protože změny provedené po hlasování v rámci UAP opravovaly skutečné chyby. Po tomto zjištění CEN zrušil EN 12620 z května 2013.

Z těchto důvodů Komise necitovala verzi EN 12620 z roku 2013 ve svém věstníku⁵ a proto je označování kameniva značkou CE i nadále založeno na verzi EN 12620 z roku 2002, včetně dodatků z roku 2008⁶. Tato situace potrvá do vydání nové verze EN 12620 vyhovující Nařízení o stavebních výrobcích (CPR), což bude patrně počátkem roku 2015⁷. Každý výrobce betonu, který požaduje kameniva se značkou CE, musí používat verzi EN 12620 z roku 2008, dokud nová verze nebude vydána a citována ve věstníku.

Jednou z obtíží při přípravě EN 206 bylo souběžné revidování normy pro kamenivo. Starosti působilo to, že norma pro „kamenivo do betonu“ zahrnuje zvětšený rozsah materiálů, pro které mohou, ale nemusí být deklarovány různé úrovně různých charakteristik, a tyto materiály by pak byly kamenivem vyhovujícím EN 12620 [8]. Avšak takto deklarované kamenivo nemusí být vhodné pro některé, nebo žádné betony podle EN 206. Důvodem je, že CEN/TC 154 (Evropská

⁴ Tím je míněna anglická, německá a francouzská verze. ČSN EN 12620 byla vydána v prosinci 2013 a z důvodů uvedených zde zrušena k 1.4.2014. Pozn. překladatele.

⁵ Official Journal. Pozn. překladatele.

⁶ ČSN EN 12620 + A1 Kamenivo do betonu, 11. 2008, ČNI. Pozn. překladatele.

⁷ Anglická, německá a francouzská verze. Pozn. překladatele.

normalizační komise odpovědná za normy pro kamenivo) chtěla jednu společnou normu pro kameniva pro jakákoliv/všechna použití. Protože se tento záměr ukázal být nereálným, rozhodl se CEN, přijmout základní text pokrývající všechna kameniva a pro každou aplikaci (např. pro beton) označit šedým odstínem ty třídy, které jsou považovány za nevhodné. Pro specifikátora tak vznikla matoucí situace, kdy norma nazvaná „Kamenivo do betonu“ obsahovala kategorie pro beton nevhodné. Protože ale byla tato verze normy odvolána, není to nyní problém.

Poučení specifikátoři, kteří se podívají na existující verzi EN 12620, vědí, že tato norma pokrývá kameniva pro použití ve všech betonech, avšak v některých případech nemusí specifikace „kamenivo musí vyhovovat normě EN 12620“ stačit a mohou chtít přidat do svých specifikací omezení na kategorie a materiály, které mohou být použity do jejich betonu. Protože to různí specifikátoři budou dělat různě, znamená to pro výrobce betonu administrativní a logistický problém, zejména když specifikátor chce vždy to, co považuje za „nejlepší“. Aby se předešlo tomuto zmatku, měly by předpisy platné v místě použití definovat kameniva vhodná pro prostý, vyztužený a přepjatý beton.

Nová Příloha E poskytuje vodítko na vhodné kategorie přírodního kameniva, vzduchem chlazené vysokopecní strusky, lehkého kameniva a hrubého recyklovaná kameniva. Rovněž obsahuje doporučení pro použití recyklovaného kameniva v betonu.

6. Použití více cementů v jednom betonu

Ustanovení 5.2.2 EN 206 „Výběr cementu“ se nezměnilo, ale je vhodné uvést jisté vodítko pro jeho aplikaci. Začíná slovy „Cement musí být vybrán“. V angličtině⁸ to může znamenat jeden cement nebo i více cementů. V překladech do dalších jazyků, např. do francouzštiny, však přibývá člen, a pak to striktně znamená jednotné číslo. Ve veřejné diskusi návrhu ovšem zněly požadavky, aby se ujasnilo, že beton může obsahovat více než jeden cement. Rychle se zjistilo, že míchání cementů do betonu se praktikuje v mnoha členských státech CEN. Kombinace cementů, které mohou být použity v betonu, jsou různé a bylo jasné, že jednoduše povolit míchání bez kontrol k vyloučení nežádoucích výsledků není technicky rozumné. V tomto pozdním stadiu revidování EN 206 nebyl čas stanovit, co by mělo a co by nemělo být povoleno a najít kompromis, který by byl hlasováním schválen.

Původní text 5.2.2 EN 206 zůstal tedy nezměněn, ale CENT/TC104/SC1 schválila, že beton podle EN 206 může obsahovat kombinaci cementů, pokud tato kombinace vyhovuje předpisům platným v místě použití.

Kombinace dvou cementů v jednom betonu není variací koncepce ekvivalentních kombinací (EPCC) v případě, že se použijí dva cementy místo jednoho cementu a přiměsí, protože není žádné další testování takového betonu nebo kombinace obou cementů. Dodací list a ostatní dokumentace musí být srozumitelné a udávat relativní podíly použitých dvou cementů, např. 40 % CEM I a 60 % CEM III/B.

7. Základní požadavky na složení betonu

Jedna změna v EN 206 se týká odstavce 5.2.1, kde je poznámka z EN 206-1 s doporučením na minimalizaci segregace a krvácení betonu přesunuta do hlavního textu. Text zůstává nezměněn, jedná se tudíž stále o doporučení a ne o požadavek, ale výrobci by si měli být vědomi, že to někteří specifikátoři mohou vidět jinak.

Přestože je dobrou a běžnou praxí minimalizovat segregaci a krvácení betonu v rámci toho, co bylo specifikováno, bylo by zároveň zcela nerealistické věřit tomu, že všechny betony dodávané podle EN 206 mají „minimalizovanou“ segregaci a krvácení. Anglický výkladový slovník definuje „minimalizaci“ jako zmenšení na nejmenší možné množství. V případě betonu je to tedy nulové krvácení a segregace.

I když jde o doporučení, namítalo ERMCO, že je subjektivní a extrémní a vezme-li se doslova, většina betonů dodávaných v Evropě mu nevyhoví, protože většina betonů alespoň trochu krvácí.

Protože je v EN 206 toto doporučení uvedeno, doporučuje ERMCO, aby bylo interpretováno v kontextu specifikace betonu a tam, kde je nutné minimalizovat segregaci a krvácení betonu brát za rozhodující parametry na složení betonu specifikované (kvantifikované) požadavky včetně zkušebních metod nebo vhodné limity (vysoký obsah pojiva a nízký vodní součinitel) uvedené ve specifikaci betonu, jak je to například popsáno v Příloze D, odstavci D.3.1 (1).

⁸ Tzn. v originálním znění. Pozn. překladatele

8. Používání přísad

Nejvýznamnější změny mezi EN 206-1:2010 a EN 206 jsou v ustanoveních o používání příměsí. Nejdůležitější jsou:

- byla definována koncepce k -hodnoty;
- koncepce k -hodnoty byla rozšířena tak, aby pokryla používání vysokopecní granulované strusky;
- pravidla pro aplikaci koncepce k -hodnoty byla rozšířena, takže teď zahrnuje cementy CEM I a CEM II/A⁹;
- byly přidány dva principy k používání příměsí (ECPC, EPCC).

Principy koncepcí posuzování podle vlastností (ECPC, EPCC) a způsob jejich použití v praxi jsou popsány v CEN/TR 16563 [10]. Důsledky těchto změn jsou popsány v následujících odstavcích.

8.1 Koncepce k -hodnoty v EN 206

K -hodnota je v EN 206 specifikována jen pro trvanlivost a nemá nic společného s dosažením specifikované pevnosti betonu.

Pojem k -hodnoty popsán v EN 206 je založen na pokusu reprodukovat trvanlivostní vlastnosti betonu, který obsahuje jen nominovaný „Cement A“, což je normálně cement CEM I. Tento přístup nereflexuje skutečnost, že většina národních specifikací povoluje široký sortiment typů cementu, všechny se stejnými požadavky na maximální vodní součinitel w/c a maximální obsah cementu [9]. Specifikátoři očekávají, že se beton obsahující příměs (popílek nebo vysokopecní granulovanou strusku), bude co do trvanlivosti chovat podobně, jako beton obsahující cement, který sám obsahuje daný materiál (popílek nebo vysokopecní granulovanou strusku) a ne jako beton se samotným „Cementem A“.

Je třeba si uvědomit, že používání příměsí posílí některé aspekty trvanlivosti „Cementu A“, ale jiné naopak oslabí. Tato relativita v chování se bere v úvahu v pravidlech pro aplikaci křemičitého úletu (ustanovení 5.2.5.2.3 EN 206), ale ne pro jiné příměsi.

Princip daný pro pojem k -hodnoty je logický, pokud předpisy platné v místě použití povolují jen „Cement A“ v rámci hodnot pro mezního složení betonu. Avšak Technická zpráva 15868 CEN [9] ukazuje, že členské státy CEN obvykle povolují široký sortiment typů cementů v rámci téhož rozsahu mezních hodnot. Důsledek tohoto přístupu nejlépe ilustruje příklad. V expoziční třídě XS3 je typickým požadavkem vodní součinitel w/c s hodnotou maximálně 0,45 a obsah cementu minimálně 340 kg/m³. Předpokládejme, že jsou použity příměsi, a že se požadované konzistence dosahuje s těmito mezními hodnotami:

Použijeme CEM I. Množství vody je 153 litrů (0,45 x 340). Jestliže se rozhodneme zlepšit odolnost vůči chloridům tím, že 50 % CEM I nahradíme struskou¹⁰, určí se obsah pojiva se započítáním pomocí k -hodnoty a její doporučenou 0,6 takto:

$$0,45 = 153 / (\text{hmotnost cementu} + 0,6 \text{ hmotnosti strusky})$$

$$\text{hmotnost CEM I} + 0,6 \text{ hmotnosti strusky} = 340 \text{ kg/m}^3.$$

Při 50 % nahrazení cementu struskou jsou hmotnosti cementu a strusky stejné, takže směs bude obsahovat 212,5 kg CEM I (340/1,6) a 212,5 kg strusky. Celkový obsah pojiva je 425 kg/m³. To představuje nárůst o 85 kg/m³. Kdyby se místo přidání strusky do míchačky použil cement CEM III/A (stejně složení pojiva), mezní hodnoty by byly opět 0,45 a 340.

Toto je důsledek aplikace k -hodnoty pro strusku s hodnotou 0,6. Zvýšené riziko trhlin od tepla v mladém betonu u velkých prvků, i růst nákladů znamenají, že koncepce k -hodnoty pro strusku s hodnotou 0,6 se patrně nebude v praxi používat.

⁹ Tím je míněna zejména Tabulka F.1 EN 206. Pozn. překladatele.

¹⁰ Je míněno míchání cementu a příměsí na betonárně, ne v cementárně. Pozn. překladatele.

To představuje další komplikaci pro některé členy CENU, které mění mezní hodnoty složení betonu podle typu cementu. Tyto státy musí určit, zda platí mezní hodnoty složení betonu pro „Cement A“, nebo nějaké jiné. Doporučení v CEN/TR16563 [10] je, že pokud se část „Cementu A“ nahradí příměsí, pak by se měly použít mezní hodnoty složení betonu, které by se použily pro „Cement A“. Tento přístup nepřisuzuje používání příměsí žádné výhody oproti používání „Cementu A“.

8.2 Jiné koncepce *k*-hodnoty

EN 206 nepopisuje jiné koncepce *k*-hodnot. Rakousko a Finsko v současnosti používají koncepci *k*-hodnoty založenou na podobnosti vlastností betonu s příměsí a betonu s cementem, který obsahuje jako hlavní složku tutéž příměs.

Je otázkou diskuse, zda jsou jiné koncepce *k*-hodnoty přípustné podle EN 206. Ustanovení článku 5.2.5.1 (4) povoluje odlišná pravidla ale ne jiné koncepce *k*-hodnot¹¹. Protože ale mnohé jiné koncepce *k*-hodnot mají solidní technický základ, bylo by dobré, aby byly nadále používány v rámci pravidel platných v místě použití. Ustanovení 5.2.5.1 (4) umožňuje, aby Národní úřady pro technickou normalizaci definovaly jiné *k*-hodnoty, než jsou stanoveny pro popílek a křemičité úlety a doporučené pro strusku, a není pravděpodobné, že jejich počínání zpochybní Evropská normalizační komise CEN/TC104/SC1, i když je jejich výběr založen na odlišné koncepci *k*-hodnot.

8.3 Aplikace koncepce „podle vlastností“

Principy používání příměsí „podle vlastností“ se staly součástí EN 206, ale pravidla pro jejich používání ne. Další vodítka pro používání těchto koncepcí a příklady ze současné praxe jsou v CEN/TR 16563 [10]. Několik pravidel pro používání přísad bylo navrženo CEN/TC104/SC1/TGS: „Používání přísad“, ale nebyla přijata. Požadavky na používání zásad ekvivalentních vlastností jsou uvedeny v EN 206, ustanovení 5.2.5.1 (6) a ty jsou: „tam, kde vhodnost byla prokázána“. Je to doplněno POZNÁMKOU s odvoláním na Přílohu L, která doporučuje, že by vhodnost měla být prokazována podle předpisů platných v místě použití.

Používání předpisů platných v místě použití je sice nejčastější způsob prokazování vhodnosti, ale ne jediný. Specifickou vhodnost může pro určitý výrobek ustanovit například ETA (viz kapitola 3). Lze také říci, že pravidlo, které bylo standardizováno v jiném členském státě CEN a má prokázanou historii praktického použití, má tím již „prokázanou vhodnost“. Proto místo vynalézání nových pravidel mohou Národní úřady pro normalizaci¹² nebo výrobci betonu prostě přijmout jedno nebo více z již existujících pravidel¹³. Národní úřady pro normalizaci jsou oprávněny modifikovat existující pravidlo a vytvořit z něj nové. Výrobci betonu k tomu oprávnění nejsou a ani k tomu, aby používali kombinaci pravidel, jelikož takové „hybridy“ nemají prokázanou vhodnost použití. Jestliže výrobce betonu přijme určité existující pravidlo pro „prokázání vhodnosti“, musí je přijmout celé, včetně případných požadavků na certifikaci.

Principy koncepcí „podle vlastností“ uvedené v EN 206 zahrnují existující pravidla pro jejich aplikace (protože tyto zásady byly v EN 206 navrženy tak, aby existující pravidla již zahrnovala) a tato pravidla mohou být nadále používána bez dalších úprav. CEN/TR 16563 [10] popisuje podrobnosti těchto pravidel.

8.3.1 Koncepce ekvivalentních vlastností betonu (Equivalent concrete performance concept - ECPC)

Koncepce ekvivalentních vlastností betonu (ECPC) (EN 206 článek 5.2.5.3) požaduje, aby pravidla pro její aplikace zahrnovaly i zkoušky trvanlivosti kandidátského betonu a referenčního betonu, prokazující jejich ekvivalenci. Se zásadami ECPC se mohou měnit mezní poměry, např. vodní součinitel *w/c*, opravňují-li k tomu výsledky zkoušek. Jedinou zemí s dobře propracovaným a používaným ECPC je Holandsko.

8.3.2 Koncepce ekvivalentních kombinací (Equivalent performance of combinations concept - EPCC)

Filozofie v pozadí EPCC je přijetí zásady, že každý beton, vyrobený z cementu vyhovujícího normám pro cement a splňujícího požadavky na trvanlivost platné v místě použití, bude mít adekvátní trvanlivost. Jestliže kritéria pro kombinaci splňují podobné požadavky, pak takto vyrobený beton bude také mít adekvátní trvanlivost, pokud splňuje

¹¹ Tzn. jiné koncepce *k*-hodnot postavené na jiných předpokladech a principech.

¹² V ČR je to Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ). Pozn. překladatele.

¹³ platných a prověřených v jiných zemích. Pozn. překladatele.

ekvivalentní kritéria pro beton stanovená pravidly platnými v místě použití pro daný typ cementu, tj. s maximálním poměrem W/C nahrazeným maximálním poměrem W/(C+A) a minimálním obsahem cementu „C“ nahrazeným minimálním obsahem (C+A), kde „C“ je cement a „A“ je příměs. V tomto případě není referencí specifický zdroj cementu, ale soubor kritérií podobných těm, která se používají pro definování cementu.

Na druhé straně, pravidla pro aplikaci Koncepce ekvivalentních kombinací (EPCC) (EN 206, článek 5.2.5.4) vyžadují, aby kombinace cementu a příměsi dosahovala daných kritérií a aby beton dosahoval specifikovaných požadavků na pevnost. Prosím povšimněte si, že tato kombinace cementu a příměsi neexistuje jako samostatný produkt a nejde tedy o „cement“, protože cement vyhovující evropské normě¹⁴ je výrobek uváděný na trh. Zde jsou složky kombinace – cement a příměs – dva výrobky uvedené na trh s označením CE, zatímco kombinace těchto materiálů není výrobkem podle CPR [6]. Aplikace EPCC nedovoluje měnit mezní hodnoty dané v předpisech platných v místě použití.

8.3.3 Nová pravidla pro aplikace

Jestliže chce Národní úřad pro normalizaci¹⁵ vyvinout svá vlastní pravidla pro aplikace, bylo by rozumné založit je na nějaké již existující proceduře, u které je zaznamenáno a prokázáno dobré fungování v praxi. CEN/TR 16563 [10] obsahuje podrobnější informace o národních postupech. Pravidla pro aplikace používaná v Holandsku tvoří jediný dobře zavedený ECPC systém. Tři další země, Irsko, Portugalsko a Velká Británie, mají jiná pravidla aplikací pro EPCC. Pravidlo aplikace používané ve Velké Británii je součástí britských norem již přes 30 let, široce se používá v celé zemi a má velmi. Pozdější pravidla pro aplikace používaná v Irsku a v Portugalsku se vyvíjela dále než tento starší originál a mají rovněž úspěšné záznamy o jejich fungování.

9. Úpravy čerstvého betonu po hlavním míchacím procesu

EN 206 v článku 7.5 povoluje ve zvláštních případech přidávat přísady, pigmenty, vlákna nebo vodu, pokud:

- je to na odpovědnosti výrobce;
- konzistence a mezní hodnoty složení betonu budou i nadále odpovídat specifikovaným hodnotám;
- existuje postup k provedení této úpravy bezpečným způsobem dokumentovaný v systému řízení výroby; a
- je-li přidána voda, musí se provést kontrola shody na vzorku konečného produktu.

Ve všech případech musí být množství přísady, pigmentu, vláken nebo vody přidané do automíchače (autodomíchače) zaznamenáno na dodacím listu. Co obsahuje „kontrola shody“ po novém míchání, není definováno. Zkoušku konzistence potvrzující, že záměs je v mezích specifikace, lze považovat za přiměřený průkaz.

Tyto předpisy uznávají, že za uvedených kontrolovaných podmínek není špatnou praxí přidávat vodu do betonu na staveništi. Tam kde jsou tolerance konzistence velmi malé a dojezdová doba na staveništi proměnlivá, např. kvůli občasným dopravním zácpám, jsou pro dosažení požadovaných vlastností na místě dodání zásadní kontrolní postupy.

Účelem dokumentovaného postupu je povolit:

- doplnění části účinné vody na místě dodání, která se při hlavním míchání nenadávkuje celá;
- úpravu konzistence dodávané směsi do specifikovaných mezí, je-li tato nižší, a pokud není způsobena přílišným zpožděním na místě dodání nebo při dopravě na místo dodání;
- nahrazení vody absorbované kamenivem nebo ztracené odpařením, až do okamžiku, kdy začíná tuhnutí betonu.

Omezí-li se úpravy na obnovení specifikované třídy sednutí, a jsou-li provedeny během schválené čekací doby, zůstává

¹⁴ ČSN EN 197-1 ed. 2. Pozn. překladatele.

¹⁵ V ČR je to Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ). Pozn. překladatele.

výrobce plně odpovědný za to, že beton dosáhne specifikované třídy pevnosti v tlaku a splní hodnotu maximálního vodního součinitele.

Každá postup by měl obsahovat následující kroky:

- postup pro bezpečný přístup k míchačce pro přidání vody nebo přísady;
- jasné, písemně stvržené povolené maximum pro přidávanou vodu nebo přísadu, pro splnění specifikovaného maxima vodního součinitele;
- prokázanou kompatibilitu případně přidávané příměsi s betonem;
- jasný, písemně stvržený povolený maximální čas od přidání cementu ke kamenivu pro úpravu konzistence (nebo, je-li kamenivo suché, maximální čas od přidání vody do cementu);
- jasný, písemně stvržený minimální čas pro nové (opakované) míchání;
- jasnou, písemně stvrženou cílovou konzistenci po novém (opakovaném) míchání;
- jasnou, písemně stvrženou maximální konzistenci po novém (opakovaném) míchání.

Protože vznikají zpoždění na místě dodání betonu, stává se, že dodavatel stavby chce použít výše popsany postup k eliminaci zpoždění způsobeného jeho činností. Postup však vyžaduje, aby výrobce zůstal odpovědný za kvalitu betonu a protože může jít o záležitosti dodavatele stavby, např. o zvýšení nákladů zdržením vozidel na stavbě, mohou být tyto postupy použity pouze se souhlasem výrobce betonu.

EN 206 v článku 7.5 nepovoluje přidávat vlákna do betonu na odpovědnost uživatele (odběratele). Vše, co bylo výše uvedeno, se vztahuje na vlákna přidávaná na odpovědnosti výrobce betonu. Tam, kde uživatel (odběratel) betonu přidal vlákna na staveništi na svou odpovědnost, je výrobce betonu odpovědný pouze za kvalitu betonu před přidáním vláken. Někteří výrobci betonu nepovolují uživatelům přidávat vlákna na staveništi z bezpečnostních a zdravotních důvodů. V případech, kdy jsou vlákna nebo jiné složky přidávány do čerstvého betonu na odpovědnost uživatele (odběratele) betonu, by měl specifikátor vyžadovat rutinní testy identity betonu, protože výrobce betonu prokazuje shodu betonu před přidáním složek na odpovědnost uživatele na staveništi. Doporučuje se, aby výrobce betonu, který provádí posouzení shody dodávek betonu, provedl i test identity před přidáním dalších složek na staveništi, aby v případě sporu o kvalitě mohla být správně stanovena odpovědnost.

Jestliže se přísady, pigmenty, vlákna nebo voda přidávají do betonu v automíchači/autodomíchači až na staveništi bez souhlasu/dohledu pracovníků výrobce betonu odpovědných za kvalitu, je dodávka betonu „neshodná“ a za následky má odpovědnost zákazník (odběratel betonu). Přidá-li se více vody, než povoluje postup úpravy na staveništi, je dodávka betonu „neshodná“. Přidání vody podle instrukcí specifikátora lze považovat za změnu specifikace, je však často příčinou nestandardních vlastností betonu a NENÍ EN 206 povoleno.

10. Posuzování shody a řízení výroby

10.1 Posouzení shody konzistence

Názorem ERMCO je, že dodávka betonu je přijata nebo odmítnuta podle jeho konzistence v okamžiku dodání, a proto vše, co je potřeba, jsou jednoduché limity pro stupně konzistence nebo tolerance pro její určenou hodnotu. V EN 206-1:2000 byly limity pro stupně konzistencí uvedeny v Tabulkách 3 až 6, a jejich povolené odchylky pak v Tabulce 18. Složitost tohoto přístupu vedla k častým diskusím o tom, co je v EN 206-1 povoleno. CEN/TC104/SC1 nepřijal návrh spojit tyto hodnoty do jedné limit, protože by to mohlo být považováno za změnu limit stupňů, a proto ponechal limity stupňů a jejich odchylky oddělené.

10.1.1 Tolerance pro konzistenci specifikované stupněm

Limity stupňů zůstaly nezměněny, ale některé změny nastaly v povolených odchylkách u jednotlivých stupňů (EN 206, Tabulka 21: *Posuzování shody pro stupně konzistence, vlastností SCC, obsahu vzduchu a homogenity rozložení vláken v čerstvém betonu v místě dodání*). Byly redukovány horní limity stupňů sednutí a stupňů zhutnitelnosti a u stupňů rozlití byly redukovány dolní i horní limity. Tato úprava kombinovaných limitů je v rozporu s tím, že to nyní platí pro každou záměs. Dříve mohlo být pouze 15 % výsledků mimo limity stupňů třídy. Pro limity stupňů sednutí-rozlitím nejsou povoleny žádné odchylky. Tabulka 1 shrnuje limity shody pro konzistenci specifikované stupněm a testované na vzorku z počátku výroby.

10.1.2 Tolerance pro konzistenci specifikovanou určenou hodnotou

Významnější změny v tolerancích konzistence jsou u konzistence specifikované určenou hodnotou. Byl vysloven názor, že určené hodnoty se specifikují ve zvláštních případech a tam, kde je potřebná jemnější tolerance. Bylo a dosud je povoleno, ve zvláštních případech, specifikovat jemnější tolerance, než uvádí EN 206, a je na výrobci betonu, aby se rozhodl, zda chce takovou zakázku přijmout. Nicméně EN 206 má nyní tolerance určených hodnot (EN 206, Tabulka 23), které jsou jemnější než tolerance ve stupních konzistence.

Zatímco některé tolerance uvedené v EN 206 Tabulce 23: *Kritéria shody pro mezní hodnoty konzistence a viskozity* jsou jiné než původní v EN 206-1:2000, Tabulce 11. Hlavní změnou je to, že již nejsou povoleny žádné odchylky od těchto tolerancí. V důsledku toho jsou ale některé z tolerancí určených hodnot menší než dosažitelná přesnost zkušebních postupů!

Příklad: Zkouška rozlitím. Pro určenou hodnotu rozlití 555 mm má zkouška (EN 1235-5) hodnotu opakovatelnosti (r) 69 mm a hodnotu reprodukovatelnosti 91 mm. To se porovnává s tolerancemi ± 40 mm v Tabulce 23 EN 206, a ± 30 mm v odstavci D.3.4 (3) EN 206. Takových tolerancí není možno dosáhnout při běžné výrobě. EN 206 Tabulka 23 a odstavec D.3.4 (3) neurčují, zda tyto tolerance platí pro reprezentativní vzorek nebo pro vzorek odebraný z počátku výroby. Předpisy platné v místě použití by měly stanovit, platí-li tyto tolerance pro reprezentativní vzorky, a pokud ano, pak definovat další povolené odchylky pro zkoušku na vzorku odebraném z počátku výroby.

Tabulka 23 EN 206. povoluje předpisům platným v místě použití definovat jiné tolerance. Mělo by se uvážit využití tohoto ustanovení pro zvětšení tolerancí pro zkoušku rozlitím na hodnoty respektující přesnost zkoušky.

Tabulka 1. Limity stupňů konzistence vzorků odebraných na místě z počáteční výroby		
Třída konzistence ^{A)}	Kritéria shody podle zkoušek z počátku výroby (původní limity podle EN 206-1:2000 jsou uvedeny v závorkách)	
	Spodní limit	Horní limit
Třídy konzistence sednutím podle EN 12350-2		
Třída sednutí S1	0 mm (0)	60 mm (70)
Třída sednutí S2	30 mm (30)	110 mm (120)
Třída sednutí S3	80 mm (80)	170 mm (180)
Třída sednutí S4	140 mm (140)	230 mm (240)
Třídy konzistence sednutí-rozlitím podle EN 12350-8		
Třída sednutí-rozlitím SF1	550 mm (550)	650 mm (650)
Třída sednutí-rozlitím SF2	660 mm (660)	750 mm (750)
Třída sednutí-rozlitím SF3	760 mm (760)	850 mm (750)
Třídy konzistence rozlitím podle EN 12350-5		
Třída rozlití F2	330 mm (320)	430 mm (450)
Třída rozlití F3	400 mm (390)	500 mm (520)
Třída rozlití F4	470 mm (460)	570 mm (590)
Třída rozlití F5	540 mm (530)	640 mm (660)
Třídy stupňů zhutnitelnosti podle EN 12350-4		
Třída stupně zhutnitelnosti C1	1,22 (1,21)	1,49 (1,52)
Třída stupně zhutnitelnosti C2	1,07 (1,06)	1,29 (1,32)
Třída stupně zhutnitelnosti C3	1,00 (0,99)	1,14 (1,17)

Třída stupně zhutnitelnosti C4 ^{B)}	< 1,00 (< 0,99)	-
A) Třídy mimo doporučená rozpětí (viz EN 206, 5.4.1) nejsou uvedeny.		
B) Pouze pro lehké betony.		

Tabulka 1. Limity stupňů konzistence vzorků odebraných na místě z počáteční výroby

10.2 Pracovní den

Termín „pracovní den“ se používá v EN 206 v Tabulce 17: *Minimální četnost odběrů vzorků pro posouzení shody*. Na definici pracovního dne se nepodařilo nalézt shodu. Přestože bylo dosaženo určité shody mezi členy ERMCO, nepodařilo se to v CEN/TC104/SC1. Část problému je v tom, že EN 206 pokrývá širokou oblast druhů výrobních závodů. To, co je možné ve velkém závodě s vlastními technikami pracujícími na plný úvazek, není možné tam, kde jeden technik pracuje pro několik betonáren.

Předpisy platné v místě použití by měly definovat význam „pracovního dne“. ERMCO doporučuje, aby byla přijata následující definice:

„Den, kdy bylo vyrobeno 25 m³ nebo více betonu z dané skupiny (souboru) betonů a/nebo jiného jednotlivého betonu. V případech, kdy výroba v jednom dni nedosáhne 25 m³, je pracovní den:

- buď den v období, ve kterém se celkem vyrobilo 25 m³, nebo více betonů z dané skupiny (souboru) a/nebo jiného jednotlivého betonu, počítáno od předchozího dne výroby nebo od počátku výroby;

nebo, jde-li o kratší čas,

- kdy byla celková výroba betonů skupiny nebo jiného jednotlivého betonu v období 30 dnů menší než 25 m³, je „pracovním dnem“ den, kdy byl znovu vyroben beton této skupiny nebo jiný jednotlivý beton.

10.3 Kritéria potvrzující členství v souboru

Jak v Metodě B, tak i v Metodě C musí být vztahy mezi členy souboru pro ověření shody stanoveny v průběhu průkazných zkoušek souboru betonů. Tabulka 18 EN 206 *Potvrzující kritéria pro členy souboru betonů* byla rozšířena tak, aby pokryla vyšší počet výsledků zkoušek pro jeden beton v souboru. Jestliže je pro člena souboru k dispozici 15 nebo víc výsledků zkoušek, musí být členství v souboru ověřeno pomocí kritéria shody střední pevnosti pro jednotlivý beton ($f_{cm} \geq f_{ck} + 1,48\sigma$). Problémem je, že při práci se souborem betonů se známá odhadovaná standardní odchylka týká souboru a ta je obvykle vyšší standardní odchylka než pro jednotlivý beton, který je ověřován pomocí kritéria z Tabulky 18 EN 206. Hodnota σ citovaná v uvedeném kritériu EN 206 se týká individuálního betonu. V CEN/TC/SC1 bylo schváleno, že je povoleno používat buď odhadovanou standardní odchylku pro soubor betonů, nebo odhadnout standardní odchylku jednotlivého betonu jako rovnou standardní odchylce s_n testovaného vzorku, stanovenou z 15 nebo více získaných výsledků.

Kritérium pro členství v souboru betonů je použitelné pouze tehdy, použije-li se pro ověření shody Metoda B. Použitím Metody C se objeví nesprávné vztahy mezi členy souboru při výrobě bez kontroly a velkých standardních odchylek.

10.4 Ověření změny standardní odchylky při použití Metody B

V případech, kdy se pro prokázání shody použije Metoda B, je potřeba ověřit změnu standardní odchylky. Místo jedné rovnice uvedené v odstavci 8.2.1.3 EN 206-1:

$$0,63 \sigma \leq s_{15} \leq 1,37 \sigma$$

je v Tabulce 19 EN 206 uvedeno množství limitů v závislosti na dostupném počtu výsledků zkoušek, pro ověření toho, že se standardní odchylka nezměnila. Původní hodnoty v EN 206-1 byly vhodné pro případy s 15 výsledky zkoušek, ale při rostoucím počtu zkoušek spodní limity rostly a horní klesaly. Přestože jsou změny limitů relativně malé, jsou stejné limity používány pro skupinu výsledků zkoušek. Stručně řečeno: dané limity použít na nejnižší číslo z výsledků zkoušek ve skupině.

$$0,68 \sigma \leq s_{20} \leq 1,31 \sigma$$

$$0,71 \sigma \leq s_{24} \leq 1,29 \sigma$$

Tak malé rozdíly nejsou důležité a v důsledku toho Tabulka 19 EN 206 uvádí stejné limity pro skupinu od 20 do 24 výsledků zkoušek. Tabulka 19 EN 206 končí na hodnotě 35 výsledků zkoušek, ale vyhodnocení většího počtu výsledků zkoušek může být rovněž potřebné. Z tohoto důvodu uvádí tabulka, která je normativní, poznámku vedoucí k rovnici na řádku 16 informativní Přílohy L. Tak jak je navržena, není tato rovnice úplně korektní, protože „sigma“ (aktuální standardní odchylka) by neměla být menší než druhá odmocnina CEN si je vědom této chyby, která bude v budoucnosti opravena. Protože Tabulka 19 EN 206 je normativní, nemůže být rovnice v Příloze L použita pro počet výsledků zkoušek menší než 35, ale pro větší počet je její použití požadováno. Pokud budeme hledat tabulkovou druhou mocninu χ^2 (např. na internetu), může se stát, že hodnoty alfa (α) nejsou definovány, nebo že jsou „nad pravděpodobností kvantilu“ a ne „pod pravděpodobností kvantilu“. V takovém případě je potřeba změnit dvě χ^2 . Potřeba této změny musí být jasná při výpočtu hodnot.

Jednoduše řečeno, je zde 95% pravděpodobnost, že hodnota σ bude mezi limity, nebo 5% pravděpodobnost nesprávně požadovaných změn hodnot σ .

Pro ty, kteří nechtějí počítat zmíněné hodnoty, uvádí Tabulka 2 rozšíření hodnot Tabulky 19 EN 206.

Tabulka 2: Rozšíření Tabulky 19 EN 206 Hodnoty pro ověřování směrodatné odchylky	
Počet výsledků zkoušek, n	Meze pro s_n
36 až 40	$0,78\sigma \leq s_n \leq 1,22\sigma$
41 až 50	$0,80\sigma \leq s_n \leq 1,20\sigma$
51 až 60	$0,82\sigma \leq s_n \leq 1,18\sigma$
61 až 70	$0,83\sigma \leq s_n \leq 1,17\sigma$
71 až 80	$0,85\sigma \leq s_n \leq 1,15\sigma$

Tabulka 2: Rozšíření Tabulky 19 EN 206 Hodnoty pro ověřování směrodatné odchylky

10.5 Metoda C

Jednou z nejvýznamnějších změn v EN 206 je zavedení používání kontrolních grafů jako alternativní metody pro posuzování shody - *Metody C*. CUSUM grafy se úspěšně používají ve výrobě transportbetonu a Shewhartovy grafy při výrobě prefabrikátů více než 30 let. CPR [6] požaduje, aby výrobní normy měly postupy pro posuzování a ověřování stálosti vlastností (AVCP¹⁶) a Metoda C je lepším způsobem této kontroly u betonu. Kontrolní grafy detekují reálné změny od normální variability v čase, což umožňuje výrobcům provést příslušné malé změny složení směsi mnohem dříve, než beton ztratí shodu, zejména se střední pevností. Pokud je tento systém správně nastaven a používán, je téměř nulové riziko, že beton bude neshodný se střední pevností. S CUSUM grafy je riziko neshody jednotlivých záměsí omezeno na velikost, která je asi tři standardní odchylky pod střední hodnotou.

Ustanovení 8.3 EN 206 uvádí zásady, které se musí dodržovat, používá-li k prokazování shody této metody a EN 206, Příloha H uvádí některá pravidla pro její používání. Zásady používání CUSUM jsou založeny na britských zkušenostech delších než 30 let. Předpisy platné v místě použití smějí přidávat další pravidla, ale tato pravidla musí splňovat zásady stanovené kapitolou 8.3 EN 206. Každý výrobce může použít buď pravidel daných Přílohou H EN 206, nebo pravidel uvedených v národní příloze.

Používání Metody C je založeno na principu, že výrobce může dělat malé změny ve složení směsi, pokud kontrolní systém indikuje, že se nedosáhne cílových hodnot. Specifikace typového betonu vyžaduje specifikaci třídy pevnosti v tlaku a mezních hodnot ve složení betonu, např. maximálního vodního součinitele a minimálního obsahu cementu. Proto by výrobci neměli být omezováni v provádění zmíněných změn, pokud zmíněné složení stále vyhovuje specifikaci. ERMCO má informace, že v některých případech místní specifikace nedovolují, aby se jednou schválené složení betonu měnilo.

¹⁶ AVCP - assessment and verification of the constancy of performance. Pozn. překladatele.

Takový přístup znemožňuje nebo přinejmenším zpomaluje provádět včas zásahy proti možné neshodě pevnosti v tlaku.

Používání Metody C bude pro mnohé novinkou a proto ERMCO [11] a CEN [12] nabízejí stejné návody. Výhody používání Metody C časem ocení uživatelé i výrobci betonu. Neshoda betonu není v zájmu ani uživatelů ani výrobců (možná, že prospěch z toho mají komerční zkušebny!). Kontrola výroby betonu k zajištění shody střední pevnosti by měla být cílem každého výrobce betonu a EN 206 teď poskytuje nástroje k jeho dosažení.

10.6 Posouzení shody vláknobetonu včetně specifikace podle vlastností

Další změnou v EN 206 je zavedení kritérií shody pro vláknobeton, pro který je specifikován typ a obsah vláken. V těchto případech musí být ve specifikaci uvedeno i minimální množství vláken. Vyžaduje se, aby většina záměsí obsahovala toto minimální množství, ale je povoleno, aby omezený počet výsledků měl až o 5 % méně ocelových a až o 10 % méně polymerových vláken (viz EN 206, Tabulka 22: *Posuzování shody pro obsah vláken, objemovou hmotnost, maximální vodní součinitel a minimální obsah cementu*). Každá záměs s nižším obsahem vláken je neshodná. Počet záměsí, které mohou být pod specifikovaným minimem, ale ještě v rámci povolené odchylky je dán EN 206, Tabulka 24: *Přejímací čísla pro kritéria shody uvedená v Tabulce 22*. Je nepravděpodobné, tak, jako tomu bylo v případě konzistence u EN 206-1, že by nějaký výrobce ohlásil neshodu všeho dodaného betonu, jakmile počet (horších) záměsí překročí stanovený přijatelný počet. Za těchto okolností se očekává, že výrobce zvýší obsah vláken tak, aby další výroba splňovala dané přijatelné počty.

Tabulka 22 se odvolává na ustanovení 5.4.4, které říká, že posuzování probíhá na základě výrobních záznamů, tedy bez jiných předepsaných testů.

Tabulka 21 EN 206: *Posuzování shody pro stupně konzistence, vlastnosti SCC, obsahu vzduchu a homogenity rozložení vláken v čerstvém betonu v místě dodání* obsahuje rovněž požadavek na homogenitu zamíchání vláken do betonu, ale pouze pro případ, kdy míchání vláken probíhá v automícháči (autodomíchávači). Pokud se vlákna míchají v centrální míchačce na betonárně, stačí průkazní zkoušky k potvrzení, že míchací proces dosahuje odpovídající homogenity a další zkoušení se nevyžaduje.

EN 206 hovoří a odkazuje se na třídy vlastností vláknobetonu, ale nedefinuje tyto třídy, ani příslušné zkušební metody. Jednoduše říká, že v případě tříd vlastností vláknobetonu je potřeba třídy, zkušební metody a kritéria shody specifikovat.

V revizi Eurocode 2 [7], na které nedávno začaly práce, je plánováno zařazení ustanovení pro navrhování strukturálního vláknobetonu. Je pravděpodobné, že to povede k definici tříd vlastností vláknobetonu. Jakmile bude známo, jakým směrem se půjde, bude CEN/TC104/SC4 informována, aby mohla standardizovat zkušební metody a navrhnout kritéria shody pro třídy vlastností vláknobetonu.

10.7 Tolerance dávkování

EN 206, článek 9.7 uvádí tolerance dávkování pro záměsí velikosti 1 m³ a větší. Nově je zde ustanovení umožňující předpisům platným v místě použití nahradit dávkovací tolerance uvedené v Tabulce 27 EN 206. Je však potřeba poznamenat, že žádné změny dávkovacích tolerancí v systému řízení výroby nestojí nad požadavky shody na minimální obsah cementu a maximální vodní součinitel.

Pro dávky menší než 1 m³ nejsou v EN 206 uvedeny žádné požadavky na tolerance dávkování. Předpisy platné v místě použití by je měly požadavky zavést. Pokud předpisy platné v místě použití tyto požadavky nezavedou, mohou si je stanovit výrobci betonu podle svého uvážení. Alternativou k zavedení tolerancí pro malé záměsí je zavést minimální velikost záměsí jako určitý díl kapacity míchačky.

Tabulka 3: Tolerance pro složky betonu při míchání ^{A)}	
Složky	Tolerance pro záměs ^{B)} , která je větší
Cement & příměsi v množství > 5% z hmotnosti cementu	± 3% nebo (-5 kg + 20 kg)
Kamenivo celkem	± 3% nebo (± 50 kg)
Voda a příměsi ve formě suspenze	± 3% nebo (-5 kg + 3 kg)
Přísady a příměsi v množství ≤ 5% z hmotnosti cementu	± 5% nebo ± 0,01 kg
Kovová vlákna	± 3% nebo ± 1 kg
Polymerová vlákna	± 5% nebo ± 0,5 kg
<p>A) Minimální velikost dávky má být 0,5 m³.</p> <p>B) Použitím těchto tolerancí na záměs může výrobce upravit chybu dávkování, pokud je dodávka složena z více než jedné záměsi.</p>	

Tabulka 3: Tolerance pro složky betonu při míchání

Pokud se mají použít tolerance, doporučují se hodnoty uvedené v Tabulce 3, které jsou kompromisem mezi existujícími národními požadavky. Tabulka 3 přebírá procentuální meze z Tabulky 27 EN 206, a přidává numerické meze pro pokrytí malých záměsů. Zavádí se rovněž minimální velikost záměsi 0,5 m³. Technické opodstatnění těchto tolerancí je uvedeno v Příloze A.

Alternativou k Tabulce 3 by bylo mít stanovenou minimální záměs jako určitý díl kapacity míchačky, řekněme 50 %. Tento přístup je jednoduchý a může se aplikovat na míchačky všech velikostí.

11. Zkoušení identity

Rozsah zkoušek identity v Příloze B EN 206 je rozšířen oproti EN 206-1 tak, aby odpovídal praxi na mnoha místech.

Konzistence a obsah vzduchu: Kritéria pro testy identity jsou stanovena se stejnými limity jako u průkazů shody.

Viskozita, schopnost průtoku a odolnost proti segregaci: Původně se zamýšlelo provádět testy identity těchto vlastností, ale nakonec se tyto požadavky v uveřejněném návrhu neobjevily. V případech, kdy se provádějí testy identity pro viskozitu, schopnost průtoku a odolnosti proti segregaci specifikované stupni (třídami), použijí se limity podle Tabulek 7 až 11 EN 206. Odchyly od těchto limit nejsou povoleny (viz EN 206, Tabulka 21: *Posuzování shody pro stupně konzistence, vlastnosti SCC, obsahu vzduchu a homogenity rozložení vláken v čerstvém betonu v místě dodání*). Je-li viskozita specifikována určeno hodnotou, platí tolerance podle EN 206, Tabulky 23: *Kritéria shody pro mezní hodnoty konzistence a viskozity*. Je však ještě třeba vzít v úvahu, zda tyto tolerance platí pro reprezentativní vzorek nebo vzorek odebraný na místě (viz odst. [10.1.2](#) tohoto Průvodce).

Homogenita vláknobetonu: Dále se nově zavádějí kritéria pro zkoušení identity homogenity vláknobetonu. Tato zkouška se týká hlavně vláknobetonu, který byl namíchán v automíchači¹⁷. K dispozici jsou evropské zkušební metody pro drátkobeton a pro polymer-vláknobeton třídy II, ale ne pro polymer-vláknobeton tříd 1a a 1b. Průzkum provedený CEN/TC104/SC1/TGS ukázal, že je malá šance vbrzku dosáhnout shody na evropském zkušebním postupu vhodném pro čerstvý beton. Proto byl problém se specifikací metody vhodný pro tyto typy vláken ponechán na „předpisech platných v místě použití“.

¹⁷ V ČR se doposud používají výhradně autodomíchače. Pozn. překladatele.

12. Příloha D

Příloha D o dodatečných požadavcích na beton určený pro speciální geotechnické práce (vrtané piloty, podzemní stěny, na místě odlévané posuvné piloty a mikropiloty) je úplně nová. Cílem bylo včlenit do EN 206 existující požadavky na beton z norem zpracovávaných CEN/TC288. Tyto požadavky se mohou zdát velmi konzervativními, ale uvedené prvky se nacházejí pod zemí a nelze je snadno kontrolovat. Tato Příloha navíc se vyznačuje tím, že to je a zůstane společným textem CEN/TC104 a CEN/TC288.

Většina ustanovení v této Příloze obsahuje požadavky/informace o tom, co je zapotřebí specifikovat pro výrobce betonu podle ustanovení 6 EN 206.

12.1 Druhy cementu

Ustanovení D.2.1 EN uvádí seznam cementů u kterých je prokázána vhodnost pro použití v geotechnických pracích popsanych v příloze D. Předpisy platné v místě použití mohou tento seznam doplnit o další cementy, u kterých je rovněž prokázána vhodnost použití pro tyto aplikace. Jestliže specifikace betonu neobsahuje typ cementu, a to by neměla, pokud to není mimořádně důležité, může výrobce betonu vybrat jakýkoliv cement ze seznamu v odstavci D.2.1 EN 206, nebo v předpisech platných v místě použití, pokud je vybraný cement povolen předpisy platnými v místě použití pro specifikovaný stupeň vlivu prostředí. Na příklad: pro stupeň vlivu prostředí XA3 musí být cement odolný vůči síranům a to znamená, že některé cementy uvedené v D.2.1 EN 206 nebudou vyhovovat se specifikovaným požadavkům.

12.2 Kamenivo

Pro každý beton musí být specifikováno D_{upper} a D_{lower} . Odstavec D.2.2 EN 206 popisuje požadavky pro specifikátora, který má vybrat a poté specifikovat D_{upper} . Protože minimální obsah cementu a minimální obsah jemných částic kameniva souvisí s velikostí kameniva, je důležité specifikovat D_{lower} . EN 12620 není příliš dobrou pomůckou k vysvětlení toho, co tyto velikosti sítí znamenají a povolují. Naštěstí velikosti 8 mm, 16 mm a 32 mm jsou společné pro tři sady velikostí sítí, ale v jedné sadě je velikost síta 20 mm a v jiné sadě 22 mm. Z praktických a ekonomických důvodů by D_{upper} a D_{lower} měly být velikosti kameniva skladované výrobcem betonu. U těchto speciálních aplikací¹⁸ se může stát, že D_{upper} a D_{lower} budou mít tutéž hodnotu, je-li pro beton požadována jedna specifická velikost kameniva. Jestliže je pro podzemní stěnu stanoven interval mezi D_{upper} a D_{lower} a zároveň je specifikováno minimální množství cementu, měl by výrobce v Tabulce D.2 ověřit, zda se specifikovaný minimální obsah cementu rovná nebo je větší než hodnota daná tabulkou pro hodnotu D_{max} . Je-li menší než tato hodnota, měl by výrobce ověřit, zda specifikátor chce shodu se specifikovanou minimální hodnotou nebo s hodnotou z Tabulky D.2.

EN 206, D.2.2 uvádí následující: *Aby se zabránilo segregaci, kamenivo by mělo mít plynulou křivku zrnitosti a přírodní (nedrcená) zrna.* Toto je preference a ne požadavek na výrobce. Protože nadměrně vločkovité (ploché) kamenivo není příliš vhodné pro tyto aplikace, bylo by žádoucí specifikovat meze pro vločkovitost kameniva pomocí indexu plochosti nebo tvarového Indexu v EN 12620 [8]. V současnosti to však není požadavkem Přílohy D v EN 206.

12.3 Návrh složení betonu

Interpretace ustanovení 5.1.2 EN 206 z pohledu ERMCO:

(3) Pokud není stanoveno jinak, má být beton navržen tak, aby byla minimalizována segregace a odlučování vody z betonu..

je uvedena v [kapitole 7](#) tohoto dokumentu. Nakládání s tímto doporučením je vysvětleno v odstavci D.3 EN 206.

Odstavec D.3 EN 206, požaduje, aby specifikace brala v úvahu:

- potřebu vysoké odolnosti proti segregaci;
- potřebu přiměřené plasticity a dobré soudržnosti;
- potřebu dobrého tečení;

¹⁸ Speciální geotechnické práce. Pozn. překladatele.

- potřebu dobrého zhutnění vlastní váhou;
- potřebu dostatečné zpracovatelnosti během ukládání včetně odstranění jakýkoli dočasných pažnic

Pro specifikátora je nepřijatelné pouze jednoduše přenést tyto nejasné požadavky na výrobce betonu. Některé z těchto požadavků jsou subjektivní a politikou ERMCO je nepřijímat specifikace betonu, které obsahují subjektivní požadavky. Některé z těchto charakteristik mohou být a měly by být specifikovány kvantitativním způsobem. Na příklad *potřeba dobrého tečení* může být specifikována stupněm konzistence. *Potřeba dostatečné zpracovatelnosti během ukládání* může být specifikována stupněm konzistence po daném počtu hodin po vyrobení dávky. Viskozita, odolnost proti segregaci a schopnost průtoku by mohly být specifikovány pomocí kategorií daných EN 206 pro samozhutnitelný beton.

Přesto i dále zůstávají některé subjektivní požadavky a řešením je ustanovení EN 206 D.3.1 (2) *Navrhované složení betonu musí být před vlastní výrobou odsouhlaseno*. Příloha D neříká, jak se složení betonu schvaluje. Procedura použitá ke schválení složení betonu by mohla být založena na předchozím úspěšném použití navrhovaného složení betonu, na pozorování laboratorních pokusných vzorků, na základě zkušební betonáže v plném měřítku, nebo na detailním přehledu návrhů složení betonu.

Přijetí návrhu směsi pak znamená přijetí ne-quantitativních (subjektivních) požadavků na beton. Kvantitativní požadavky, konzistence, pevnost v tlaku atd., jsou ověřovány v průběhu výroby pomocí kritérií shody uvedených v EN 206.

12.4 Maximální vodní součinitel

Maximální vodní součinitel je nižší z hodnot daná v předpisech platných v místě použití pro specifikované stupně vlivu prostředí, a hodnoty 0,60. Hodnota 0,6 se zdá být vysokou pro betony, které mají mít charakteristiky popsané v EN 206, D.3.1.

12.5 Čerstvý beton

EN 206 odstavec D.3.4 požaduje, aby byla konzistence specifikována určenou hodnotou. Doporučené hodnoty jsou dány pro rozlití a sednutí, ale ne pro sednutí-rozlitím. Vezmeme-li v úvahu požadavky na rozlití pro tyto betony, je specifikace konzistence pomocí sednutí-rozlitím dobrým přístupem. Když byla ale koncipována Příloha D, nebylo dosaženo shody na tom, jaké určené hodnoty by se měly doporučit. ERMCO by mělo shromažďovat informace o tom, jaké hodnoty sednutí-rozlitím se specifikují v praxi (a tam, kde jsou známé, zda byly úspěšné) s cílem zavést doporučené hodnoty do příští revize EN 206.

Je potřeba poznamenat, že tolerance pro určené hodnoty rozlití jsou nižší, než v Tabulce 23 EN 206: *Kritéria shody pro mezní hodnoty konzistence a viskozity* a významně menší, než je přesnost zkoušky. Problémy spojené s těmito tolerancemi jsou popsány v odstavci [10.1.2](#) tohoto Průvodce.

13. Literatura

- [1] EUROPEAN STANDARDIZATION COMMITTEE, Concrete - Part 1: Specification, performance, production and conformity, EN 206-1, 2000. V České Republice ČSN EN 206-1 Beton - Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda.
- [2] EUROPEAN STANDARDIZATION COMMITTEE, Concrete - Part 9: Additional rules for self compacting concrete, EN 206-9, 2010. V České Republice ČSN EN 206-9 Beton - Část 9: Doplněková pravidla pro samozhutnitelný beton (SCC).
- [3] EUROPEAN STANDARDIZATION COMMITTEE, Concrete - Specification, performance, production and conformity, EN 206, 2013. V České Republice ČSN EN 206 Beton - Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda, vyjde v červnu 2014.
- [4] EUROPEAN STANDARDIZATION COMMITTEE, Hydraulically bound mixtures - Specifications (In 14 Parts), EN 14227. V České Republice ČSN EN 14227 Směsi stmelené hydraulickými pojivy - Specifikace (pouze 10 částí), 2008 – 2013.
- [5] EUROPEAN STANDARDIZATION COMMITTEE, Screed material and floor screeds - Screed material - Properties and requirements, EN 13813, 2002. V České Republice ČSN EN 13813 Potěrové materiály

a podlahové potěry - Potěrové materiály - Vlastnosti a požadavky, 2003.

- [6] COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, The Construction Products Regulation (EU) No 305/2011 adopted on the 9 March 2011. V České Republice NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) č. 305/2011 ze dne 9. března 2011, kterým se stanoví harmonizované podmínky pro uvádění stavebních výrobků na trh a kterým se zrušuje směrnice Rady 89/106/EHS.
- [7] EUROPEAN STANDARDIZATION COMMITTEE, Eurocode 2. Design of concrete structures. General – Common rules for building and civil engineering structures, EN 1992-1-1, 2004. V České Republice ČSN EN 1992-1-1 *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, 2006.*
- [8] EUROPEAN STANDARDIZATION COMMITTEE, Aggregates for concrete, EN 12620. V České Republice ČSN EN 12620 *Kamenivo do betonu.*
- [9] EUROPEAN STANDARDIZATION COMMITTEE, Survey of national requirements used in conjunction with EN 206-1:2000, CEN Technical Report 15868, 2009.
- [10] EUROPEAN STANDARDIZATION COMMITTEE, Use of k-value concept, Equivalent Concrete Performance Concept and Equivalent Performance of Combinations Concept, CEN Technical Report 16563, 2013.
- [11] GIBB, I and HARRISON T A, Use of control charts in the production of concrete, October 2010. Volně ke stažení z webu ERMCO.
- [12] EUROPEAN STANDARDIZATION COMMITTEE, Use of control charts in the production of concrete, CEN Technical Report 16369, 2012.

Příloha A: Opodstatnění tolerancí daných Tabulkou 3

A.1 Úvod

Technické opodstatnění těchto tolerancí je založeno na následující úvaze. Určená hodnota w/c je o 0,02 nižší než je specifikovaná maximální hodnota w/c . Tolerance v kombinovaném horším případě by neměly vést ke vzrůstu vodního součinitele w/c o více než 0,04. Kombinovaný horší případ je když:

- množství kameniva je na maximální kladné mezi,
- cement a příměsi na maximální negativní toleranci;
- voda je na maximální kladné toleranci;
- velikost dávky je na svém minimu.

K otestování kritéria nezvyšování poměru w/c o více než 0,04 byl vybrán konstrukční beton blízko spodního konce škály. Ten obsahuje:

- cement 300 kg/m³ (relativní hustota 3,12),
- vodu 180 kg/m³ (relativní hustota 1,0),
- kamenivo 1940 kg/m³ (relativní hustota 2,7).

Výsledný objem má 995 litrů, zbývajících 5 litrů do jednoho metru kubického tvoří zachycený vzduch.

A.2 Dopad existujících mezí v Tabulce 27 EN 206, na vodní součinitel

Byl vybrán objem jednoho kubického metru. Nepříznivé odchylky povedou k následujícím změnám výsledného objemu:

- +3 % kameniva zvětší výsledný objem o 21,6 litru;
- -3 % cementu zmenší výsledný objem o 2,9 litru;
- +3 % vody zvětší výsledný objem o 5,4 litru.

Výsledný objem záměsi s těmito odchylkami složení bude mít 1024 litrů.

S těmito nepříznivými tolerancemi je obsah cementu 291 kg a obsah vody 185,4 kg (v objemu 1024 litrů), což dává poměr w/c 0,64. Tento výpočet ukazuje, že tolerance v Tabulce 27 EN 206 pravděpodobně nepovedou k odchylkám vodního součinitele větším, než 0,04.

Procentuální meze z Tabulky 27 EN 206 jsou začleněny do Tabulky 3¹⁹. Při objemu 1 m³ jsou to kontrolní limity uvedené v Tabulce 3, a tudíž Tabulka 3 nezavádí pro záměsi velikosti 1 m³ nebo větší žádné změny proti existující Tabulce 27 EN 206.

Ve výpočtu byl obsah cementu snížen na 284 kg/m³, vodní součinitel je tu však důležitějším parametrem.

A.3 Dopad numerických mezí v Tabulce 3

Mezi jedním kubickým metrem a 0,5 kubického metru, což je limitní velikost záměsi, se mění kontrolní tolerance z procentuálních hodnot na numerické. Horší případ nastává, má-li záměs velikost 0,5 m³ a aplikují se numerické tolerance.

Tolerance uvedené v Tabulce 3 vedou k následujícím změnám výsledného objemu:

¹⁹ Tohoto průvodce. Pozn. překladatele.

- +50 kg kameniva (o hustotě 2,7) zvýší objem asi o 18,5 litru;
- -5 kg cementu sníží objem asi o 1,6 litru;
- +3 kg vody zvýší objem o 3 litry.

Výsledný objem změněné směsi bude 520 litrů (cílová velikost dávky byla 0,5 m³).

Složení směsi pro záměs 0,5 m³ je 150 kg cementu a 90 kg vody. S uvážením nepříznivých tolerancí je obsah cementu 145 kg a obsah vody 93 kg (s objemem 0,52 m³), což dává poměr w/c 0,64.

Tyto tolerance tedy splňují kritérium nezvyšování vodního součinitele o více než 0,04 a i v horším případě je jejich dopad na vodní součinitel stejný jaký uvádí Tabulka 27 EN 206.

Tento příklad má poněkud horší dopad na obsah cementu, který klesl na 279 kg/m³, ale vliv na vodní součinitele mnohem důležitější pro trvanlivost a ten je stejný jako tolerance uvedené Tabulkou 27 EN 206.