

Plán programu zkoušení způsobilosti

ZČB 2016/2 Zkoušení čerstvého betonu (ZČB 12350)

13. 10. 2016

Areál betonárny TBG BETONMIX a.s.

Vinohradská 1188

618 00 Brno

Poskytovatel programů zkoušení způsobilosti při SZK FAST

Veveří 95

602 00 Brno

Koordinátor:	23. 10. 2015	Doc. Ing. Tomáš Vymazal, Ph.D.
Kontroloval:	23. 10. 2015	Ing. Petr Misák, Ph.D.
Schválil za PoZZ:	23. 10. 2015	Doc. Ing. Tomáš Vymazal, Ph.D.

Obsah

1.	Základní informace o programu zkoušení způsobilosti	3
2.	Realizace programu zkoušení způsobilosti.....	3
2.1	Specifikace a charakteristiky	3
2.2	Pokyny pro eliminaci hlavních zdrojů chyb	3
2.3	Průběh PrZZ.....	4
2.3.1	Informace účastníkům a časový harmonogram	4
2.3.2	Použitá statistická analýza.....	4
2.3.3	Numerický postup zjišťování odlehlých hodnot	4
2.4	Mandelovy statistiky.....	6
2.5	Výpočet odhadů rozptylů	6
2.5.1	Opakovatelnost a reprodukovatelnost.....	7
2.5.2	Vztažné hodnoty	7
2.5.3	Kritéria hodnocení výkonnosti	9
2.5.4	Osvědčení o účasti a Závěrečné zprávy o výsledcích experimentu shodnosti.....	9
3.	Odkazy	10
3.1	Přílohy.....	10
3.2	Interní související dokumenty a záznamy	10
3.3	Normy.....	10
3.4	Související externí dokumenty	10

1. Základní informace o programu zkoušení způsobilosti

Účelem PrZZ je porovnat a vyhodnotit výsledky zkoušek čerstvého betonu podle jednotlivých vybraných částí normy ČSN EN 12350 viz [9] až [19].

Cílem programu je poskytnout objektivní informace o měřících schopnostech účastníků PrZZ.

Tento PrZZ je pořádán 2x ročně ve spolupráci s firmou BETOTECH, s.r.o., Beroun 660, 266 01 Beroun, IČ: 25066153. BETOTECH, s.r.o. zajišťuje prostory pro pořádání a vzorek čerstvého betonu.

Základním kritériem účasti je včasná přihláška do programu, základním kritériem pro obdržení Osvědčení o účasti a Závěrečné zprávy o výsledcích experimentu shodnosti je včasné uhrazení vložného.

Důležité termíny:

- **Uzávěrka přihlášek:** 11. 10. 2016
- **Realizace:** 13. 10. 2016 od 9:30 do 14:00 (Sraz v 9:00)
- **Odeslání výsledků organizátorovi:** 31. 10. 2016
- **Vyhodnocení do:** 30. 11. 2016

2. Realizace programu zkoušení způsobilosti

2.1 Specifikace a charakteristiky

Pro tento PrZZ jsou přijímány přihlášky od zkušebních laboratoří, případně dalších subjektů, které o to projeví zájem.

Zpravidla je program realizován pro charakteristiky čerstvého betonu – viz **Tabulka 1**

Tabulka 1 Specifikace a charakteristiky PrZZ Čerstvý beton

Specifikace	Název	Specifikace dle ČSN EN 206-1	Jednotky	Počet stanovení
ČSN EN 12350-1 [9]	Odběr vzorků čerstvého betonu			
ČSN EN 12350-2 [10]	Zkouška sednutím	S3 – S4	mm	3
ČSN EN 12350-4 [11]	Stupeň zhutnitelnosti	C1 – C2	mm	3
ČSN EN 12350-5 [12]	Zkouška rozlitím	F3 – F4	mm	3
ČSN EN 12350-6 [13]	Objemová hmotnost	2000 - 2600	kg/m ³	3
ČSN EN 12350-7 [14]	Obsah vzduchu	5 ± 4	%	3
ČSN EN 12350-8 [15]	Zkouška rozlitím	SF2	mm	3
ČSN EN 12350-9 [16]	Zkouška V-nálevkou	VF2	s	3
ČSN EN 12350-10 [17]	Zkouška L-truhlíkem	PL1	-	3
ČSN EN 12350-11 [18]	Zkouška segregace	SR1	%	3
ČSN EN 12350-12 [19]	Zkouška J-kroužkem	10 (Schopnost průtoku PJ)	mm	3
		650 ± 50 (Roztečení SFj)	mm	3
		5 ± 3 (Doba výtoku f _{500j})	s	3

2.2 Pokyny pro eliminaci hlavních zdrojů chyb

Účastníci PrZZ jsou povinni:

- zacházet s položkami zkoušky způsobilosti stejným způsobem jako s většinou rutinně zkoušených vzorků,

- dodržovat pokyny pracovníka PoZZ, který je za realizaci PrZZ odpovědný, zejména co se týká vzorkování čerstvého betonu, jeho množství, druhu prováděné zkoušky, počtu stanovení výsledků a jejího načasování,
- uvádět nejistotu měření v souladu se svými dokumentovanými postupy, včetně odpovídajícího koeficientu rozšíření. Není-li dáno jinak, použijí účastníci koeficient rozšíření 2, což odpovídá hladině spolehlivosti přibližně 95%,
- dodržovat pravidla a zásady etického chování, BOZP a PO, používat výhradně elektrická zařízení a přístroje s platnou revizí,
- provádět likvidaci vzorků v souladu s pokyny pracovníka PoZZ a/nebo příslušného dodavatele a odpadovým hospodářstvím dodavatele,
- zaslat PoZZ výsledky zkoušení položek zkoušení způsobilosti včetně nejistot měření do stanoveného termínu, který účastníci obdrželi v tzv. potvrzujícím mailu.

2.3 Průběh PrZZ

2.3.1 Informace účastníkům a časový harmonogram

Veškeré další informace, formuláře, záznamy neuvedené v tomto dokumentu jsou aktuálně zveřejňovány na <http://www.fce.vutbr.cz/szk>.

2.3.2 Použitá statistická analýza

K popisu přesnosti metod měření se využívá termínů *správnost* a *shodnost*. Správnost se týká těsnosti shody mezi aritmetickým průměrem velkého počtu výsledků zkoušek a pravou nebo přijatou referenční hodnotou. Shodnost se týká těsnosti shody mezi výsledky zkoušek. Nutnost uvažování shodnosti vzniká ze skutečnosti, že zkoušky, o nichž se předpokládá, že jsou provedeny na stejném materiálu za stejných podmínek, neposkytují obecně stejné výsledky. Příčinou jsou náhodné chyby, kterým se nelze vyhnout. Tyto chyby jsou nedílnou součástí každého zkušební postupu a nelze je nikdy v plném rozsahu ovládat. Analýza experimentu shodnosti není zaměřena na zkoumání správnosti výsledků zkoušek, ale především na jejich shodnost. Výsledky se tedy posuzují vzájemně mezi sebou a nikoli vzhledem k nějaké referenční nebo pravdivé hodnotě.

Základem statistické analýzy je kritické zhodnocení údajů podle ČSN EN 5725-2 [2], tedy zjištění a ošetření podezřelých a odlehlých hodnot a dalších nepravidelností. Toto zhodnocení se provádí prostřednictvím Mandelových statistik (grafické zhodnocení) a především pomocí Grubbsových a Cochranových testů (numerické zhodnocení). Dalšími sledovanými statistickými parametry jsou mezilaboratorní rozptyl, rozptyl opakovatelnosti a reprodukovatelnosti a na ně navazující charakteristiky opakovatelnosti a reprodukovatelnosti. Výsledkem PrZZ je zhodnocení výkonnosti zúčastněných pracovišť podle ČSN EN ISO/IEC 17043 [2], které se skládá z určení vztažných hodnot a jejich nejistot (viz kapitola 4.4.5 PK) a následného porovnání s výsledky zkoušek účastníků PrZZ (viz kapitola 4.7.2 PK).

Předpokladem pro použití těchto metod je jednovrcholové rozdělení pravděpodobnosti naměřených dat. Dále označme p počet účastníků se laboratorii označených indexem $i = 1, \dots, p$, z nichž každá provedla n zkoušek.

2.3.3 Numerický postup zjišťování odlehlých hodnot

Ke zjišťování odlehlých hodnot se používají dva základní statistické testy. Prvním z nich je Cochranův test, který je testem vnitrolaboratorních variabilit (je-li počet měření jedné veličiny v jedné laboratoři > 2) a používá se jako první. Pokud tento test označí výsledky jedné z laboratorii jako odlehlé, musí se laboratoř vyřadit a test zopakovat. Druhý test (Grubbsův) je předně testem mezilaboratorní variability a lze ho rovněž použít, když Cochranův test vzbudí podezření, zda vysoké vnitrolaboratorní rozptýlení lze připsat na vrub pouze jednoho z výsledků zkoušek. Oba tyto testy předpokládají vyváženost experimentu, tedy mělo by platit, že počet zkoušek v jedné laboratoři pro stanovení jedné veličiny je konstantní.

Při zjišťování vybočujících nebo odlehlých hodnot mohou nastat tři případy:

- Je-li testová statistika menší než 5% kritická hodnota nebo je-li této hodnotě rovna, považuje se testovaná entita za *správnou*;
- Je-li testová statistika větší než 5% kritická hodnota a menší než 1% kritická hodnota nebo je-li této hodnotě rovna, nazve se testovaná entita *vybočující*;
- Je-li testová statistika větší než 1% kritická hodnota, nazve se testovaná entita *odlehlou* hodnotou.

Cochranův test

Cochranova statistika C je dána vztahem:

$$C = \frac{s_{\max}^2}{\sum_{i=1}^p s_i^2}, \quad (1)$$

kde s_{\max} je největší výběrová směrodatná odchylka, s_i jsou výběrové směrodatné odchylky stanovené na základě výsledků ve všech laboratořích a p je počet účastnících se laboratoří v experimentu.

Výběrová směrodatná odchylka se stanovuje ze vztahu:

$$s_i = \sqrt{\frac{1}{n_i - 1} \sum_{k=1}^{n_i} (y_k - \bar{y}_i)^2}, \quad (2)$$

kde n_i je počet výsledků zkoušek stanovení jedné veličiny v i -té laboratoři, y_k je k -tá hodnota a \bar{y}_i je aritmetický průměr hodnot změřených v i -té laboratoři. Jsou-li pro sledovanou veličinu naměřeny pouze dva výsledky, je možné použít zjednodušeného vztahu:

$$s_i = \frac{|y_1 - y_2|}{\sqrt{2}}. \quad (3)$$

Grubbsův test – jedno odlehlé pozorování

Z dané množiny údajů x_i pro $i = 1, 2, \dots, p$, uspořádané vzestupně podle velikosti, se pro určení použitím Grubbsova testu, zda je největší pozorování odlehlou hodnotou, vypočte Grubbsova statistika G_p :

$$G_p = \frac{x_p - \bar{x}}{s}, \quad (4)$$

přičemž

$$\bar{x} = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p x_i \quad (5)$$

je aritmetický průměr sledovaného znaku. Sledovaným znakem může být průměrná hodnota určované veličiny v rámci laboratoře.

Dále je

$$s = \sqrt{\frac{1}{p-1} \sum_{i=1}^p (x_i - \bar{x})^2} \quad (6)$$

výběrová směrodatná odchylka sledovaného znaku, tedy v tomto případě směrodatná odchylka počítána přes všechny laboratoře.

Pro test významnosti nejmenšího pozorování se vypočte testová statistika:

$$G_1 = \frac{\bar{x} - x_1}{s}. \quad (7)$$

2.4 Mandelovy statistiky

Pro zjišťování konzistence dat se užívají dvě základní míry, nazývané Mandelovy statistiky h a k . Běžně se tyto míry používají pro grafické hodnocení laboratoří podobně jako popis variability.

Mezilaboratorní statistika konzistence h

Pro každou laboratoř se vyhodnotí mezilaboratorní statistika konzistence h podle vzorce:

$$h_i = \frac{\bar{y}_i - \bar{\bar{y}}}{\sqrt{\frac{1}{p-1} \sum_{i=1}^p (\bar{y}_i - \bar{\bar{y}})^2}}, \quad (8)$$

kde \bar{y}_i je aritmetický průměr hodnot naměřených v i -té laboratoři, $\bar{\bar{y}}$ je aritmetický průměr všech hodnot a p je počet laboratoří. Hodnoty statistik h_i se zakreslily do grafů.

Vnitrolaboratorní statistika konzistence k

Vnitrolaboratorní statistika konzistence k se vypočítá podle vztahu:

$$k_i = \frac{s_i \sqrt{p}}{\sqrt{\sum_{i=1}^p s_i^2}}, \quad (9)$$

kde s_i je výběrová směrodatná odchylka hodnot naměřených v i -té laboratoři. Stejně jako statistika h se hodnoty k vynášejí do grafů.

Prohlídka grafů hodnot h a k může naznačovat, že u určitých laboratoří se ukazuje podstatně odlišné uspořádání výsledků než u ostatních studovaných laboratoří. Je to důsledkem trvale velkého a/nebo malého rozptylu výsledků nebo extrémních průměrů výsledků napříč úrovněmi.

2.5 Výpočet odhadů rozptylů

Po vyřazení odlehlých hodnot (laboratoří) je možné přikročit k výpočtu základních charakteristik variability, a to rozptylu opakovatelnosti, mezilaboratorního rozptylu a rozptylu reprodukovatelnosti. Tyto charakteristiky se uvádějí ve formě směrodatných odchylek, tedy po odmocnění. Výhodou je stejný fyzikální rozměr charakteristiky variability a sledované veličiny.

Rozptyl opakovatelnosti

$$s_r^2 = \frac{\sum_{i=1}^p (n_i - 1) s_i^2}{\sum_{i=1}^p (n_i - 1)} \quad (10)$$

Mezilaboratorní rozptyl

$$s_L^2 = \frac{s_d^2 - s_r^2}{\bar{n}}, \quad (11)$$

kde

$$s_d^2 = \frac{1}{p-1} \sum_{i=1}^p n_i (\bar{y}_i - \bar{\bar{y}})^2 = \frac{1}{p-1} \left[\sum_{i=1}^p n_i (\bar{y}_i)^2 - (\bar{\bar{y}})^2 \sum_{i=1}^p n_i \right] \quad (12)$$

a

$$\bar{\bar{n}}_i = \frac{1}{p-1} \left[\sum_{i=1}^p n_i - \frac{\sum_{i=1}^p n_i^2}{\sum_{i=1}^p n_i} \right]. \quad (13)$$

Rozptyl reprodukovatelnosti

$$s_R^2 = s_r^2 + s_L^2, \quad (14)$$

kde s_r^2 je rozptyl opakovatelnosti a s_L^2 je mezilaboratorní rozptyl.

2.5.1 Opakovatelnost a reprodukovatelnost

Opakovatelnost vyjadřuje, že rozdíl mezi dvěma výsledky zkoušek z téhož vzorku, provedených stejným pracovníkem, na tomtéž zařízení, v nejkratším možném časovém intervalu nebude překračovat hodnotu opakovatelnosti r v průměru ne více než jednou ve 20 případech při běžném a správném provádění metody.

Hodnota opakovatelnosti je vyjádřena vztahem:

$$r = 2,8 \cdot s_r, \quad (15)$$

kde $s_r = \sqrt{s_r^2}$ je směrodatná odchylka opakovatelnosti.

Reprodukovatelnost vyjadřuje, že výsledky zkoušek na tomtéž vzorku, získané v nejkratším možném časovém intervalu dvěma pracovníky, kteří použili každý své zařízení, se nebudou lišit hodnotou reprodukovatelnosti R v průměru ne více než jednou ve 20 případech při běžném a správném provádění metody.

Hodnota reprodukovatelnosti je vyjádřena vztahem:

$$R = 2,8 \cdot s_R, \quad (16)$$

kde $s_R = \sqrt{s_R^2}$, je směrodatná odchylka reprodukovatelnosti.

2.5.2 Vztažné hodnoty

PoZZ zajistí stanovení vztažné hodnoty X a její nejistoty pro každý PrZZ. Vztažné hodnoty jsou vždy účastníkům PrZZ sdělovány až při dodání výsledků PrZZ a to tak, aby účastníci nemohli získat žádnou výhodu z jejich předčasného zveřejnění.

Vztažné hodnoty PoZZ stanovuje jako konsenzuální hodnotu účastníků podle přílohy B normy ČSN EN ISO/IEC 17043 [2] za použití statistických metod popsanych v ISO 13528 [7] a ČSN ISO 5725-5 [6]. Vztažná hodnota X je tedy určena jako robustní odhad hodnoty průměru x^* (Algoritmus A uvedený v [7] a [4]):

Vypočtou se počáteční hodnoty x^* a s^* (robustní směrodatná odchylka) jako

$$x^* = \text{medián hodnot } x_i \ (i = 1, 2, \dots, p),$$

$$s^* = 1,483 \times \text{medián hodnot } |x_i - x^*|.$$

Hodnoty x^* a s^* se upraví následovně. Vypočte se $\varphi = 1,5 s^*$. Pro každou hodnotu x_i ($i = 1, 2, \dots, p$) se vypočte

$$x_i^* = \begin{cases} x^* - \varphi, \text{ jestliže } x_i < x^* - \varphi, \\ x^* + \varphi, \text{ jestliže } x_i < x^* + \varphi, \\ x_i \text{ v ostatních případech.} \end{cases} \quad (17)$$

Vypočtou se nové hodnoty x^* a s^* ze vztahů:

$$x^* = \sum_{i=1}^p x_i^* / p, \quad (18)$$

$$s^* = 1,134 \sqrt{\sum_{i=1}^p (x_i^* - x^*)^2 / (p-1)}. \quad (19)$$

Robustní odhady se se odvozují iterací, dokud nejsou změny odhadů od jednoho výpočtu k dalšímu malé.

Standardní nejistota u_x takto stanovené vztažné hodnoty se určuje podle vztahu:

$$u_x = 1,25 \times s^* / \sqrt{p}, \quad (20)$$

kde s^* je robustní směrodatná odchylka stanovená výše popsaným algoritmem.

V případě malého počtu účastníků PrZZ stanovuje PoZZ vztažné hodnoty jako konsenzuální hodnoty získané od expertních účastníků, kteří prokázali kompetenci ke stanovení měřené veličiny, která je předmětem zkoušky.

Při nízkém počtu účastníků ($4 \leq p \leq 20$) může PoZZ dále zvážit využití tzv. **Hornova postupu** pro stanovení vztažných hodnot. Tento postup spočívá ve stanovení tzv. pivotů, na jejichž základě se určí odhad polohy a variability. Nejdříve se provede vzestupné seřazení posuzovaných dat. Dolní pivot se poté určí ze vztahu:

$$x_D = x_{(H)}, \quad (21)$$

kde H je pořadový index daný rovnicí $H = \frac{\text{int}\left(\frac{p+1}{2}\right)}{2}$ nebo $H = \frac{\text{int}\left(\frac{p+1}{2} + 1\right)}{2}$.

Horní pivot se poté určí ze vztahu

$$x_H = x_{(p+1-H)}. \quad (22)$$

Vztažná hodnota je prostřednictvím Hornova postupu určena jako odhad polohy, tedy tzv. pivotová polosuma:

$$x^* = \frac{x_D + x_H}{2}. \quad (23)$$

Odhad variability se stanovuje jako tzv. pivotové rozpětí

$$R_L = x_H - x_D \quad (24)$$

a nejistota takto určené vztažné hodnoty jako 95% intervalový odhad střední hodnoty:

$$u_x = R_L \cdot t_{L,0,95}(p), \quad (25)$$

kde $t_{L,1-\alpha}(p)$ je $1-\alpha$ kvantil rozdělení T_L s p stupni volnosti.

2.5.3 Kritéria hodnocení výkonnosti

Výsledky zkoušek se musí pro interpretaci a porovnání se stanovenými cíli převést na tzv. výkonnostní statistiky. Účelem je vyjádřit odchylku od vztažné hodnoty takovým způsobem, který umožňuje porovnání s kritérii výkonnosti. Podle normy ČSN EN ISO/IEC 17043 [2] se výkonnost účastníků se pracovišť hodnotí podle tzv. **z-score a ζ -score (zeta-score)**.

Pro každou neodlehlou laboratoř se z-score vypočte podle vztahu:

$$z_i = \frac{|\bar{x}_i - x^*|}{s^*}, \quad (26)$$

kde x^* je robustní odhad hodnoty průměru s^* je robustní směrodatná odchylka.

ζ -score (zeta-score) se vypočítá pomocí rovnice:

$$\zeta_i = \frac{|\bar{x}_i - x^*|}{\sqrt{u_i^2 + u_x^2}}, \quad (27)$$

kde u_x je standardní nejistota vztažné hodnoty a u_i je standardní kombinovaná nejistota i -té laboratoře. Standardní kombinované nejistoty měření lze získat dělením rozšířené nejistoty U koeficientem rozšíření k , který má pro normální rozdělení pravděpodobnosti hodnotu $k = 2$. Pokud účastník nevedl rozšířenou nejistotu měření na protokolu o výsledcích zkoušek, nebylo možné ζ -score určit. Více o nejistotách měření lze nalézt v dokumentu [8].

Pro z-score a ζ -score (pro jednoduchost je uvedeno pouze z-score) platí následující stupnice:

$ z \leq 2$	ukazuje, že výkonnost laboratoře je vyhovující ;
$2 < z \leq 3$	ukazuje, že výkonnost laboratoře je problematická a vytváří varovný podnět;
$3 < z $	ukazuje, že výkonnost laboratoře je nevyhovující a vytváří podnět k akci.

2.5.4 Osvědčení o účasti a Závěrečné zprávy o výsledcích experimentu shodnosti

PoZZ poskytuje odborný komentář týkající se hodnocení výkonnosti účastníků v závěrečné zprávě a v rámci vzdělávacích kurzů, které pořádá. V závěrečné zprávě je zachována anonymita účastníků PrZZ. Jednotliví účastníci, resp. jejich výsledky zkoušek, zde vystupují pod identifikačním číslem. Nedílnou součástí závěrečné zprávy je osvědčení o účasti v programu mezilaboratorních porovnávacích zkoušek testu způsobilosti, které je pro každého účastníka jedinečné a je zde uvedeno identifikační označení účastníka.

3. Odkazy

3.1 Přílohy

Příloha 1 Záznam z měření

3.2 Interní související dokumenty a záznamy

- [1] Příručka kvality PoZZ SZK FAST VUT v Brně

3.3 Normy

- [2] ČSN EN ISO/IEC 17043: Posuzování shody - Všeobecné požadavky na zkoušení způsobilosti, ČNI 2010.
- [3] ČSN ISO 5725-1: Přesnost (správnost a shodnost) metod a výsledků měření – Část 1: Obecné zásady a definice, ČNI 1997.
- [4] ČSN ISO 5725-2: Přesnost (správnost a shodnost) metod a výsledků měření – Část 1: Základní metoda pro stanovení opakovatelnosti a reprodukovatelnosti normalizované metody měření, ČNI 1997.
- [5] ČSN ISO 3534-1: Statistika. Slovník a značky – Část 1: Pravděpodobnost a obecné statistické termíny, ČNI 1994.
- [6] ČSN ISO 5725-5: Přesnost (správnost a shodnost) metod a výsledků měření – Část 5: Alternativní metody pro stanovení shodnosti normalizované metody měření, ČNI 1999.
- [7] ISO 13528 Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons, ISO 2005.
- [8] EA 4/02: Vyjadřování nejistot měření při kalibracích, 2000.
- [9] ČSN EN 12350-1 Zkoušení čerstvého betonu - Část 1: Odběr vzorků, ÚNMZ, 2009
- [10] ČSN EN 12350-2 Zkoušení čerstvého betonu - Část 2: Zkouška sednutí, ÚNMZ, 2009
- [11] ČSN EN 12350-4 Zkoušení čerstvého betonu - Část 4: Stupeň zhutnitelnosti, ÚNMZ, 2009
- [12] ČSN EN 12350-5 Zkoušení čerstvého betonu - Část 5: Zkouška rozlitím, ÚNMZ, 2009
- [13] ČSN EN 12350-6 Zkoušení čerstvého betonu - Část 6: Objemová hmotnost, ÚNMZ, 2009
- [14] ČSN EN 12350-7 Zkoušení čerstvého betonu - Část 7: Obsah vzduchu - Tlakové metody, ÚNMZ, 2009
- [15] ČSN EN 12350 - Část 8: Zkoušení čerstvého betonu - Část 8: Samozhutnitelný beton - Zkouška sednutí-rozlitím, ÚNMZ, 2010
- [16] ČSN EN 12350 - Část 9: Samozhutnitelný beton - Zkouška V-nálevkou, ÚNMZ, 2010
- [17] ČSN EN 12350 - Část 10: Samozhutnitelný beton - Zkouška L-truhlíkem, ÚNMZ, 2010
- [18] ČSN EN 12350 - část 11: Samozhutnitelný beton - Zkouška segregace při prosévání, ÚNMZ 2010
- [19] ČSN EN 12350 - Část 12: Samozhutnitelný beton - Zkouška J-kroužkem, ÚNMZ, 2010

3.4 Související externí dokumenty

- [20] MPA 20 - 01 - . . k aplikaci ČSN EN ISO/IEC 17043 Posuzování shody – Všeobecné požadavky na zkoušení způsobilosti v akreditačním systému České republiky.