

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

37 502

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

C04B 14/04 (2006.01)
C04B 14/10 (2006.01)
C04B 14/28 (2006.01)
C04B 28/04 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2023-41410**
(22) Přihlášeno: **23.10.2023**
(47) Zapsáno: **20.11.2023**

- (73) Majitel:
České vysoké učení technické v Praze, Praha 6,
Dejvice, CZ
Skanska a.s., Praha 8, Karlín, CZ
Skanska Transbeton, s.r.o., Praha 9, Letňany, CZ
- (72) Původce:
prof. Ing. Jiří Němeček, Ph.D., DSc., Praha 7,
Holešovice, CZ
Ing. Pavel Trávníček, Ph.D., Holubice, Kozinec,
CZ
Ing. Jan Tichý, CSc., Praha 5, Stodůlky, CZ
Pavel Zelinka, Daskabát, CZ
- (74) Zástupce:
A. Holas & partner, Ing. Mgr. Hana Holasová,
Křížová 105/4, 603 00 Brno, Staré Brno

- (54) Název užitého vzoru:
**Směs pro redukci tlaků samozhutnitelných
betonů**

CZ 37502 U1

Směs pro redukci tlaků samozhutnitelných betonů

Oblast techniky

5

Technické řešení se týká směsi pro redukci tlaků samozhutnitelných betonů, rovněž označované zkráceně jako self-compacting concrete (SCC), které jsou vhodné zejména pro oblast tvarově náročných, vyšších betonových konstrukcí nad 3 metry výšky.

10

Dosavadní stav techniky

Za samozhutnitelný beton je označován takový beton, který při ukládce do bednění nevyžaduje dodatečné zhutňování například vibrací a je schopen plného vyplnění bednění a zhutnění pouze působením gravitačních sil. Jedná se zpravidla o beton nízké viskozity, s vysokým podílem jemných složek a ztekucujících přísad. Při pokládce směsi SCC vykazuje v tekutém stavu zvýšený tlak na bednění oproti standardní betonové směsi.

Naproti tomu standardní beton se vyznačuje nižší tekutostí, vyšší mírou provzdušnění a je nutné jej při pokládce vibrovat, aby bylo dosaženo jeho zhutnění a vyplnění celého objemu bednění, zvláště pak hůře přístupných míst, či míst s vysokým stupněm vyztužení.

Stále se zvyšující nároky na tvarovou komplexnost konstrukcí a architektonicky náročné pohledové plochy vedou k použití samozhutnitelných betonů. Ty poskytují patřičnou variabilitu, dobré probetonování složitých detailů s vysokým stupněm vyztužení, a dále poskytují časovou úsporu při betonáži díky vyloučení klasického ukládání směsi po vrstvách s mechanickým hutněním.

Současně je u SCC sledován výsledný efekt vyplnění bednění a kvality povrchu na základě kritéria takzvané pohledovosti. Za beton s dobrou pohledovostí se považuje ten, který vykazuje minimální variabilitu povrchu, minimální množství vzduchových pórů, nízký počet defektů, trhlin a podobně. O pohledovosti pojednává např. předpis Technická pravidla „Pohledový beton – Technická pravidla ČBS 03, 2. přepracované vydání, Praha, Česká republika, 2018“.

Ze spisu CZ 28119 U1 je známý například samozhutnitelný vysokohodnotný robustní beton, určený zejména pro výrobu subtilních dílců, obsahující 40 až 65 % obj. plniva a 35 až 60 % obj. pojivového tmelu, který sestává z 50 až 65 % obj. portlandského cementu, 3 až 10 % obj. alespoň jedné příměsi, 25 až 40 % obj. vody, 1 až 2 % obj. superplastifikátoru, přičemž alespoň jedna příměs je na bázi aluminosilikátu a má alespoň 95 % částic jemnějších než 18 μm , měrný povrch podle Blaina vyšší než 20000 m^2/kg a její objemová hmotnost činí 2500 až 2700 kg/m^3 . Tento beton může dále obsahovat až 1,5 % obj. vláken s max. délkou 30 mm, přičemž další příměs může být např. mletý vápenec, struska, popílek nebo kamenný filer.

Nevýhodou stávajících samozhutnitelných betonů díky jejich vysoké tekutosti je přitom oproti standardnímu betonu působení vyšším tlakem na stěnu bednění při betonáži. Tlak může již u běžně vysokých stěn dosáhnout vyšších desítek kPa, přičemž standardní maximální únosnost systémového bednění se pohybuje od 40 do 80 kPa.

To vede zvláště u vysokých konstrukcí k nutnosti použití daleko masivnější bednicí konstrukce pro zamezení nadměrné deformace a překročení tak například požadavků investora na rovnost povrchu. Podcenění těchto tlaků může vést v krajním případě až k selhání bednicí konstrukce a jejímu kolapsu během betonáže. Boční tlak SCC na bednění je podstatně větší než tlak běžného betonu. Pro dimenzování konstrukce bednění se SCC často uvažuje jako ideální kapalina, kde působí maximální hydrostatický tlak. To vede k neefektivnímu návrhu, k větší spotřebě bednicího materiálu a celkovému zvýšení nákladů. Proto vzniká úsilí popsat lépe reologické chování SCC

směsí, vývoj bočních tlaků a způsob jejich měření a vyvinout technická řešení, jak tyto tlaky omezit pomocí modifikace betonové směsi a režimu betonáže.

5 Ve spisu CZ 35213 U1 o názvu Betonová směs pro samozhutnitelné betony je popsáno složení samozhutnitelného betonu s redukováným bočním tlakem na bednění, určeného pro vyšší konstrukce od 3 m. Podstata řešení spočívá v použití betonu obsahujícího na 1 m³ směsi 310 až 370 kg cementu, 1400 až 1600 kg kameniva, 170 až 230 kg jemně mletého vápence, 180 až 220 kg vody, 2 až 6 kg plastifikačních a/nebo superplastifikačních přísad, a navíc že na 1 m³ směsi dále obsahuje 15,5 až 37 kg kalcinovaných jílu jako aktivních mikrostrukturálních přísad, pomocí 10 kterých se dosahuje vzniku rané pevnosti a redukce bočních tlaků. Při použití uvedené směsi SCC a při současné úpravě režimu betonáže se dosahuje redukce bočních tlaků na úrovni 20 až 50 %.

15 Ve spisu CZ 36703 U1 o názvu Směs pro samozhutnitelný beton je popsáno složení samozhutnitelného betonu s redukováným bočním tlakem na bednění, též určeného pro vyšší konstrukce od 3 m. Podstata řešení spočívá v použití betonu obsahujícího na 1 m³ směsi 300 až 370 kg cementu, 170 až 230 kg jemně mletého vápence, 1400 až 1600 kg kameniva, až 3,8 kg přísady modifikující viskozitu, až 3 kg přísady pro udržení konzistence, 90 až 110 kg vody, až 6 kg superplastifikačních přísad a 93,7 až 119,4 kg nanojílové suspenze obsahující 1,7 až 3,4 kg tixotropní mikrostrukturální přísady nanojílu minerálu Sepiolit spolu s 2 až 6 kg 20 superplastifikačních přísad a 90 až 110 kg vody. Redukce tlaků je zde dosahována mikrostrukturální přísadou Sepiolitu, pomocí které se dosahuje vzniku rané pevnosti a redukce bočních tlaků. Při použití uvedené směsi SCC a při současné úpravě režimu betonáže se dosahuje redukce bočních tlaků na úrovni 28 až 70 %.

25 Reologické vlastnosti SCC, a s tím související tlaky na bednění, závisí na několika hlavních faktorech. Mezi ně patří: složení a materiálové vlastnosti betonové směsi (např. typ cementu, jemnozrnných příměsí, obsah vody, kameniva, přísad, viskozita, tixotropie), charakteristiky pokládky směsi (výška betonované konstrukce, rychlost betonáže, časové prodlevy, místo a výšková úroveň ukládky), charakteristiky bednění (rozměry, množství a tvar betonářské výztuže, 30 těsnost, povrch). Na základě vhodné kombinace těchto faktorů je maximální boční tlak na bednění nižší než hydrostatický.

Betonové směsi před pokládkou podstupují několik standardních zkoušek zpracovatelnosti, mezi které patří např. rozliv obráceného Abramsova kužele, zkouška v L-boxu a zkouška odlučivosti 35 vody filter-pressem. Tyto zkoušky poskytují praktickou pomůcku pro zhodnocení aktuální viskozity směsi a její odolnosti vůči tzv. krvácení a jsou použity pro snížení rizika nedostatečného vyplnění bednění a dosažení vyhovující pohledovosti. Nejsou však vodítkem pro současné snížení bočních tlaků směsi. Pro hodnocení míry tlaku není v současnosti zavedena standardizovaná laboratorní zkouška. Tlakové poměry je možné ověřit kombinací několika specializovaných 40 laboratorních zkoušek nebo polních měření na reálné konstrukci.

Úkolem nyní předkládaného technického řešení je proto návrh takového složení betonové směsi pro samozhutnitelné betony, které splňují náročná kritéria SCC a současně poskytují redukované 45 boční tlaky na bednění, což ve svém výsledku znamená efektivnější a levnější návrh bednění, možnost jeho opakovatelného použití, nižší technologické nároky a úspory stavebních nákladů.

Podstata technického řešení

50 Tento úkol je do značné míry vyřešen návrhem směsi pro redukcí tlaků samozhutnitelných betonů podle technického řešení, obsahující cement, jemně mletý vápenec, kamenivo, vodu a přísady, která na 1 m³ směsi obsahuje 310 až 360 kg cementu, 200 až 230 kg jemně mletého vápence, 1450 až 1650 kg kameniva, až 2,5 kg přísady pro udržení konzistence, 90 až 110 kg vody, až 1 kg superplastifikačních přísad, 1 až 34 kg kalcinovaných jílu jako aktivních mikrostrukturálních 55 přísad a 91 až 120 kg nanojílové suspenze, přičemž nanojílová suspenze obsahuje až 2,55 kg

tixotropní mikrostrukturální přísady nanojilu minerálu Sepiolit, až 1 kg přísady modifikující viskozitu, 2 až 3 kg superplastifikačních přísad a 90 až 110 kg vody.

- 5 Cementem může být jak portlandský cement, tak i směsný cement, přičemž tato směs může obsahovat i přísadu modifikující viskozitu případně i přísadu pro udržení konzistence. Směs obsahuje optimální kombinaci dvou mikrostrukturálních přísad (metakaolin a nanojíl), což ve výsledku vede k současnému dosažení velmi významné redukce tlaků při zachování velmi dobré až výborné pohledovosti, čehož by nebylo možné dosáhnout při použití pouze jedné z přísad.
- 10 Ve směsi obsažené kalcinované jíly, takzvané metakaoliny, se vyrábí řízenou tepelnou úpravou jílovců a plavených kaolinů stabilního chemického složení. Jedná se o vysoce aktivní pucolánovou přísadu s dobrou kompatibilitou s cementovým tmelem, která se aktivně zapojuje do hydratačních procesů na mikroúrovni cementového kompozitu. V České republice existují lokality s kvalitní a cenově dostupnou touto surovinou.
- 15 Nanojily jsou přírodní minerální látky získávané povrchovou těžbou v několika Evropských i mimoevropských lokalitách. Pro účely rychlého nárůstu pevnosti směsi v tekutém stavu a snížení tlaku na bednění se podle předkládaného technického řešení osvědčily mikroskopicky vláknité nanojilové struktury minerálu Sepiolit. Nanojíl Sepiolit se vyznačuje malou velikostí částic
- 20 s velkým specifickým povrchem, vysokým poměrem délka/šířka částic a hydrofilním charakterem. Tvar částic a hydrofilnost výrazně ovlivňuje reologické vlastnosti betonové směsi již při malých dávkách v řádu desetin hmotnostního procenta vůči cementu. V betonové směsi nanojíl tvoří částečnou náhradu cementu. Jedná se o látku s nízkou pucolánovou aktivitou, avšak s dobrou kompatibilitou s cementovým tmelem. Při dávce nanojilu odpovídající 0,5 % hmotnosti cementu
- 25 dochází k dobré účinnosti na redukci tlaků a získá se výborná pohledovost při příznivé ceně směsi. Při dávce nanojilu odpovídající 0,75 % hmotnosti cementu dochází k vysoké účinnosti na redukci tlaků a získá se vyhovující pohledovost při vyšší ceně.
- 30 Aplikace mikrostrukturálních přísad typu metakaolin nebo nanojíl má za cíl zvýšit tixotropní vlastnosti směsi a ranou pevnost směsi při zachování technologických požadavků na zpracovatelnost směsi a dosažení velmi dobré výsledné pohledovosti. Kombinace protichůdných požadavků vyžaduje optimální kombinaci dávkování přísad.
- 35 Tixotropie SCC je stav, kdy tekutá směs při pohybu vykazuje minimální viskozitu v rozsahu běžného SCC, avšak po uložení do bednění a prostorové stabilizaci dojde ve směsi k mikrostrukturální modifikaci a okamžitému nárůstu rané pevnosti. Naopak běžně používané SCC postrádají tixotropní efekt, a proto u nich nenastává vzhledem k jejich tekutosti žádná nebo minimální redukce bočních tlaků.
- 40 Bylo zjištěno, že aplikací kalcinovaných jílovců jakožto částečné náhrady cementu ve směsi SCC, vede díky jejich hydratační aktivitě k rozvoji tixotropních vlastností. Stejně tak mikrovláknitý charakter nanojilové přísady umožňuje vznik rané pevnosti betonu a rozvoji tixotropních vlastností. Předkládané technické řešení vede k nalezení optimální kombinace obou přísad pro minimalizaci tlaku na bednění a dosažení nejlepší možné pohledovosti.
- 45 Hlavní výhodou betonové směsi pro samozhutnitelné betony podle technického řešení je efektivní a výrazné snížení bočních tlaků až o 70 % při zachování pracovního postupu ukládání směsi jako pro běžné SCC a výrazně lepší kvalita výsledné pohledovosti povrchu, přičemž betonáž lze provádět bez vibrací a za použití standardních prvků bednění s maximální nominální únosností
- 50 60 kPa bez nutnosti jejího zesilování. Další její výhodou je i možné snížení obsahu cementu v závislosti na obsahu metakaolinu a nanojílů. Kromě pohledových konstrukcí lze počítat s využitím této směsi i pro běžné konstrukční betony, jelikož kvalita výsledných konstrukcí je lepší a betonáž výrazně rychlejší s úsporou jak lidské práce, tak i provozních nákladů.

Příklady uskutečnění technického řešení

V následujících třech příkladech jsou popsána příkladná uskutečnění technického řešení s výsledky vztaženými k referenční směsi z běžného betonu. V Tab. 1a je uvedeno složení referenční směsi. Tab. 1b obsahuje dosažené technologické parametry směsi. Jako referenční směs byla zvolena běžná betonová směs ukládaná do bednění prostřednictvím vibrace.

Betonové směsi SCC pro příkladná řešení byly vyrobeny v betonárně následujícím postupem. Většinu složek směsi jsou granulární materiály, které je možné dávkovat v suchém stavu. Jedná se zejména o kamenivo, cement a metakaolin. Nanojíl je dodáván v práškové formě, avšak vzhledem k nízkému podílu ve směsi je pro jeho důslednou homogenizaci nutné předchozí rozmísení. Z nanojilu, vody a superplastifikátoru byla nejprve připravena nanojilová suspenze. Při přípravě nanojilové suspenze bylo nutné rozmíchat práškový nanojíl ve vodě a vytvořit suspenzi bez aglomerátů částic. Pro míchání se použila mechanická a/nebo ultrazvuková energie dostatečná k rozrušení aglomerátů. Poté byly zhomogenizovány suché složky směsi a smíchány se záměsovou vodou, ostatními přísadami a nanojilovou suspenzí. Byly odebrány vzorky čerstvé betonové směsi pro zkoušky konzistence, zkoušku L-box a zkoušku odlučitelnosti vody a dále vzorky čerstvé betonové směsi pro budoucí zkoušky krychlené tlakové pevnosti po 28 dnech a hloubky průsaku tlakovou vodou. Čerstvá betonová směs byla transportována na stavbu v autodomíchávači. Zde byla pomocí betonářských bádí ukládána do stěn ze systémového bednění o tloušťce 25 cm, minimální výšce 3,3 m, a s osazenou betonářskou výztuží. Betonáž probíhala tak, aby se maximálně využilo tixotropního efektu směsi pro samozhutnitelné betony podle technického řešení. Níže popsaný časový režim betonáže umožnil dostatečnou časovou prodlevu pro růst rané pevnosti a pokles bočních tlaků. Pro využití tixotropie bylo zapotřebí vytvoření ustáleného stavu, kdy směs neproudí a kdy na ni nepůsobí další mechanické vlivy. Toho bylo dosaženo technologickou přestávkou při betonáži, kdy betonová směs se bez použití vibrace ukládala postupně ve vrstvách určité výšky v rozmezí 0,3 až 0,8 m a mezi ukládáním jednotlivých vrstev byla vytvořena časová prodleva v délce 5 až 15 minut, kdy byla směs rovněž bez vibrace ponechána v klidu a současně nedocházelo k vysychání a zavadnutí povrchu směsi, aby bylo možné na položenou vrstvu navázat s betonáží další vrstvy bez viditelné pracovní spáry. Pro zajištění zvýšené pohledovosti byla směs ukládána kontrolovaným vypouštěním pro zpomalení směsi před uložením a z čehož nejvyšší výšky přes hranu bednění, kterou podmínky umožňovaly.

Během betonáže byl monitorován boční tlak v patě bednění pomocí snímače tlaku čerstvé směsi umístěného přímo v bednicím dílci a s každou vrstvou vyhodnocen rozliv obráceného Abramsova kužele. Rozliv od 45 do 55 cm představuje spodní interval pro zajištění dostatečné pohledovosti, výrazného tixotropního efektu a redukce tlaků na úrovni 50 až 70 %. Rozliv od 55 do 65 cm zaručuje optimální vlastnosti směsi, dobrou pohledovost a redukci bočních tlaků na úrovni 30 až 40 %. Rozliv od 65 do 70 cm představuje horní interval tekutosti, výbornou pohledovost a až 29 % redukci bočních tlaků ve srovnání s běžným vibrovaným betonem.

Po skončení betonáže a zatuhnutí směsi byl vyhodnocen maximální dosažený tlak v patě bednění a porovnán s tlakem referenční směsi.

Tab. 1a Složení referenční směsi z běžného vibrovaného betonu

Složka	kg/m ³
Cement CEM II A/M 42,5R (Prachovice)	355
Popílek (Mělník)	55
Voda	195
Drobné těžené kamenivo frakce 0 až 4 mm	860
Hrubé těžené kamenivo frakce 4 až 8 mm	220
Hrubé drcené kamenivo frakce 8 až 16 mm	650
Superplastifikátor	2,2

Tab. 1b Dosažené technologické parametry pro referenční směs

Konzistence stanovená metodou sednutí Abramsova kužele	S4 -200 mm
Proces pokládky betonu	Po vrstvách. Každá vrstva max 50 cm a následně vibrace ponorným vibrátorem každé vrstvě
Maximální boční tlak v patě bednění	30,5 kPa
Mechanická pevnost po vytvrdnutí, 28-denní krychelná pevnost v tlaku	48,8 MPa
Pohledovost	průměrná

5 Příklad 1

Složení betonové směsi pro samozhutnitelné betony a její vlastnosti dle prvního příkladného uskutečnění technického řešení s redukcí bočních tlaků na úrovni 29 % a průměrného rozlivu směsi 70 cm je patrné z následujících tabulek Tab. 2a-c.

10

Tab. 2a Příkladné uskutečnění technického řešení 1

Složka	kg/m ³
Cement CEM II/A-M 42,5 R	353
Jemně mletý vápenec	228
Voda	106,5
Drobné těžené kamenivo frakce do 4 mm	841
Hrubé těžené kamenivo frakce 4 až 8 mm	310
Hrubé drcené kamenivo frakce 8 až 16 mm	444
Metakaolin	1,0
Nanojíllová suspenze	112,9
Superplastifikátor	0,95
Přísada pro udržení konzistence	2,5

Tab. 2b Složení nanojíllové suspenze pro příkladné uskutečnění 1

Složka	kg/m ³
Nanojíl Sepiolit	2,55
Voda	106,5
Superplastifikátor	2,85
Přísada modifikující viskozitu	1,0

Tab. 2c Dosažené technologické parametry pro příkladné uskutečnění 1

5

Průměrný rozliv během betonáže	70 cm
Proces pokládky betonu	Vrstvy 0,5 m Přestávka 10 min
Maximální boční tlak v patě bednění	32,0 kPa
Redukce tlaku oproti referenční směsi dle Tab. 1a	29,0 %
Mechanická pevnost po vytvrdnutí, 28-denní krychelná pevnost v tlaku	47,2 MPa
Pohledovost	výborná

Příklad 2

10 Složení betonové směsi pro samozhutnitelné betony a její vlastnosti dle druhého příkladného uskutečnění technického řešení s redukcí bočních tlaků na úrovni 56 % je patrné z následujících tabulek Tab. 3a-c.

Tab. 3a Příkladné uskutečnění technického řešení 2

Složka	kg/m ³
Cement CEM II A/M 42,5R	317
Jemně mletý vápenec	229
Voda	109,5
Drobné těžené kamenivo frakce do 4 mm	841
Hrubé těžené kamenivo frakce 4 až 8 mm	310
Hrubé drcené kamenivo frakce 8 až 16 mm	444
Metakaolin	34
Nanojíllová suspenze	115,9
Superplastifikátor	0,95
Přísada pro udržení konzistence	0,75

15

Tab. 3b Složení nanojílové suspenze pro příkladné uskutečnění 2

Složka	kg/m ³
Nanojíl Sepiolit	2,55
Voda	109,5
Superplastifikátor	2,85
Přísada modifikující viskozitu	1,0

Tab. 3c Dosažené technologické parametry pro příkladné uskutečnění 2

5

Průměrný rozliv během betonáže	53 cm
Proces pokládky betonu	Vrstvy 0,5 m Přestávka 5 až 10 min
Maximální tlak v patě bednění	19,8 kPa
Redukce tlaku oproti referenční směsi dle Tab. 1a	56,0 %
Mechanická pevnost po vytvrdnutí, 28-denní krychelná pevnost v tlaku	42,0 MPa
Pohledovost povrchu	výborná s barevnou nestálostí

Příklad 3

10 Složení betonové směsi pro samozhutnitelné betony a její vlastnosti dle třetího příkladného uskutečnění technického řešení s redukcí bočních tlaků na úrovni 68 % je patrné z následujících tabulek Tab. 4a-c.

Tab. 4a Příkladné uskutečnění technického řešení 3

Složka	kg/m ³
Cement CEM II A/M 42,5R	317
Jemně mletý vápenec	229
Voda	107,5
Drobné těžené kamenivo frakce do 4 mm	841
Hrubé těžené kamenivo frakce 4 až 8 mm	310
Hrubé drcené kamenivo frakce 8 až 16 mm	444
Metakaolin	17
Nanojíllová suspenze	113,9
Superplastifikátor	0,95
Přísada pro udržení konzistence	0,75

15

Tab. 4b Složení nanojílové suspenze pro příkladné uskutečnění 3

Složka	kg/m ³
Nanojíl Sepiolit	2,55
Voda	107,5
Superplastifikátor	2,85
Přísada modifikující viskozitu	1,0

Tab. 4c Dosažené technologické parametry pro příkladné uskutečnění 3

5

Průměrný rozliv během betonáže	52 cm
Proces pokládky betonu	Vrstvy 0,5 m Přestávka 5 min
Maximální tlak v patě bednění	14,6 kPa
Redukce tlaku oproti referenční směsi dle Tab. 1a	68 %
Mechanická pevnost po vytvrdnutí, 28-denní krychelná pevnost v tlaku	39,4 MPa
Pohledovost povrchu	Uspokojivá, na úrovni vibrovaného betonu

NÁROKY NA OCHRANU

- 5 1. Směs pro redukci tlaků samozhutnitelných betonů, obsahující cement, jemně mletý vápenec, kamenivo, vodu a přísady, **vyznačující se tím**, že na 1 m³ směsi obsahuje 310 až 360 kg cementu, 200 až 230 kg jemně mletého vápence, 1450 až 1650 kg kameniva, až 2,5 kg přísady pro udržení konzistence, 90 až 110 kg vody a až 1 kg superplastifikačních přísad, 1 až 34 kg kalcinovaných jíílů jako aktivních mikrostrukturálních přísad a 91 až 120 kg nanojílové suspenze.
- 10 2. Směs pro redukci tlaků samozhutnitelných betonů podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že nanojílová suspenze obsahuje až 2,55 kg tixotropní mikrostrukturální přísady nanojílu minerálu Sepiolit, až 1 kg přísady modifikující viskozitu, 2 až 3 kg superplastifikačních přísad a 90 až 110 kg vody.