

# PODKLADNÍ VRSTVY A PODLOŽÍ VOZOVEK

## Výsledky projektu SFDI zaměřeného na lepší využití místních materiálů

Ing. Jan Zajíček

28. Listopadu 2018

SDRUŽENÍ  
PRO VÝSTAVBU  
SILNIC



## Úvod

**Jednou z možností jak omezit plýtvání s omezenými přírodními zdroji kameniva je maximální využití vytěžené suroviny.**

- Toto téma bylo již prezentováno na minulé konferenci v roce 2016, kdy se s řešením tohoto problému začínalo.
- Jednalo se o nalezení způsobu jak odstranit bariéry, které brání využití technologie mechanicky zpevněné zeminy (MZ) podle ČSN 73 6126-1.
- MZ je technologie, umožňující využívat místní materiály, které nejsou z nějakého důvodu deklarovány jako kamenivo, ale přitom by svými technickými parametry jako materiál do podkladních vrstev vozovek vyhovovaly.
- Technicky to lze provést snadno, v současné době je potřeba jen revidovat některá již zastaralá kritéria.
- Je zde ale jiný problém a to jak tuto technologii tam, kde je to vhodné, dostat do projektů.
- Projektant neví kdo bude zhotovitelem stavby a proto nemůže vědět, zda budoucí zhotovitel má či nemá vhodný místní materiál použitelný jako MZ k dispozici.

## Úvod

### Je tedy potřeba

- Revidovat zastaralá kritéria pro MZ, pocházející z 80. let min. století.
- Nalézt způsob, jak obchodně neřešitelný problém vyřešit technicky nastavením kritérií pro MZ tak, aby tato technologie byla zaměnitelná s jinou podobnou technologií - ŠD<sub>B</sub>.
- Zatímco v první etapě řešení, prezentované na minulé konferenci, se připravovaly a porovnávaly směsi různé kvality uměle připravené v laboratoři, další projekt byl založen na zkoušení reálných materiálů.

**Další možnost je ve využití přebytků drobných frakcí kameniva ve směsích stmelených hydraulickými pojivy nižších tříd pevnosti ( $C_{1,5/2}$ ,  $C_{3/4}$ ).**

- Zde nejsou přísné požadavky na zrnitost a riziko tvorby reflexních trhlin je minimální.
- Lze použít i těžené kamenivo

## Revize kritérií pro mechanicky zpevněnou zeminu (MZ)

V rámci projektu se zkoušely různé směsi, jejichž odlišnost byla dána tím, že každá směs pocházela z jiné lokality.

- Zkoušelo se 5 směsi blízkých MZ a 5 směsi zařaditelných jako ŠD<sub>A</sub> nebo ŠD<sub>B</sub> s předpokladem potvrzení reálnosti nově požadovaných kritérií.
- Dále byly do souboru zařazeny 2 referenční směsi, zaručeně splňující požadavky na ŠD<sub>A</sub>.
- Každá směs se zkoušela na 2 nezávisle odebraných vzorcích.
- Celkem se zkoušelo 12 směsí (12 lokalit) na 24 zkušebních vzorcích.

# PODKLADNÍ VRSTVY A PODLOŽÍ VOZOVEK

Zkouška / Zkoušené materiály	Propad D	Zrnitost	Obsah j.č.	% drc. zrn	SE	$I_p$	$CBR_{sat}$	$CBR_{cycl}$	Mraz.	Otluk	$E_d$ triax.	Namr- zavost	Poznámky (uvažuje se s $\check{S}D_B$ 0/16, 0/22)
VZOREK 1A $\check{S}D_A$ 0/32	100	$G_{E(0/32)}$	5,4	$C_{90/3}$	77,4	NP	132	2285,1	—	—	488	0,02	! $OC_{85}$ ,
VZOREK 1B $\check{S}D_A$ 0/32	100	$G_{E(0/32)}$	4,1	$C_{90/3}$	75,9	NP	134	986,3	—	—	456	—	! $OC_{85}$ ,
VZOREK 2A $\check{S}D_A$ 0/32	97	$G_{E(0/32)}$	3,3	$C_{90/3}$	69,6	NP	157	246,3	—	—	397	0,00	
VZOREK 2B $\check{S}D_A$ 0/32	96	$G_{E(0/32)}$	3,9	$C_{90/3}$	70,0	NP	151	450,5	—	—	483	—	
VZOREK 3A odhl. 0/22	95	$G_{E(0/32)}$	11,4	$C_{90/3}$	32,2	6,7	106	830,2	8,2	25	428	0,27	GW; pro $\check{S}D_B$ 0/32 $SE < 35$ , $I_p \gg 1$
VZOREK 3B odhl. 0/22	92	$G_{E(0/16)}$	9,1	$C_{90/3}$	30,8	14,9	100	1693,1	—	27	487	—	GW; pro $\check{S}D_B$ 0/16 $SE < 35$ , $I_p \gg 1$
VZOREK 4A odhl. 0/22	96	$G_{E(0/16)}$	8,2	$C_{90/3}$	49,4	NP	44	509,9	2,9	24	452	0,19	$\check{S}D_B$ 0/16; $CBR < 50\%$
VZOREK 4B odhl. 0/22	99	$G_{E(0/22)}$	9,8	$C_{90/3}$	49,7	NP	40	417,8	—	25	336	—	$\check{S}D_B$ 0/22; $CBR < 50\%$
VZOREK 5A $\check{S}D_B$ 0/32	97	$G_{E(0/32)}$	10,6	$C_{90/3}$	45	NP	30	305,1	—	—	560	—	$CBR < 50\%$
VZOREK 5B $\check{S}D_B$ 0/32	100	$G_{E(0/32)}$	10,8	$C_{90/3}$	37	NP	40	305,1	—	—	538	—	$CBR < 50\%$ ; ! $OC_{85}$
VZOREK 6A odhl. 0/22	99	$G_{E(0/16)}$	7,7	$C_{90/3}$	72	NP	55	462,5	—	—	372	0,05	$\check{S}D_B$ 0/16
VZOREK 6B odhl. 0/22	98	$G_{E(0/16)}$	7,2	$C_{90/3}$	58	NP	65	439,1	—	—	343	—	$\check{S}D_B$ 0/16
VZOREK 7A odhl. 0/22	94	$G_{E(0/16)}$	9,9	$C_{90/3}$	69	NP	55	255,8	—	—	252	0,32	$\check{S}D_B$ 0/16
VZOREK 7B odhl. 0/22	95	$G_{E(0/16)}$	8,4	$C_{90/3}$	63	NP	65	811,7	—	—	289	—	$\check{S}D_B$ 0/16
VZOREK 8A odhl. 0/22	100	$G_{E(0/16)}$	10,1	$C_{90/3}$	70	NP	40	255,8	—	—	219	—	$\check{S}D_B$ 0/16; ! $OC_{85}$ , $CBR < 50\%$
VZOREK 8B odhl. 0/22	100	$G_{E(0/16)}$	8,1	$C_{90/3}$	57	NP	45	316,6	—	—	206	—	$\check{S}D_B$ 0/16; ! $OC_{85}$ , $CBR < 50\%$
VZOREK 9A $\check{S}D_B$ 0/32	98	$G_{E(0/32)}$	1,5	$C_{90/3}$	27	NP	90	2048,4	0,6	34	449	0,22	$\check{S}D_A$ 0/32; $SE < 35$ ale $f < 3\%$
VZOREK 9B $\check{S}D_B$ 0/32	99	$G_{E(0/32)}$	1,5	$C_{90/3}$	31	NP	105	2580,3	—	—	453	—	$\check{S}D_A$ 0/32; $SE < 35$ ale $f < 3\%$
VZOREK 10A bet. rec.	99	$G_{E(0/22)}$	4,0	$C_{90/3}$	28	NP	45	412,8	4,1	52	258	0,27	GW; pro $\check{S}D_B$ 0/22 $SE < 35$ , $CBR < 50\%$
VZOREK 10B bet. rec.	99	$G_{E(0/22)}$	5,0	$C_{90/3}$	33	NP	35	495,4	—	58	205	—	GW; pro $\check{S}D_B$ 0/22 $SE < 35$ , $CBR < 50\%$
VZOREK 11A směs.rec.	100	$G_{E(0/22)}$	6,0	$C_{90/3}$	43	NP	45	596,2	7,4	55	185	0,50	pro $\check{S}D_B$ 0/22 ! $OC_{85}$ , $CBR < 50\%$
VZOREK 11B směs.rec.	98	$G_{E(0/22)}$	7,0	$C_{90/3}$	44	NP	55	338,9	—	62	205	—	splňuje $\check{S}D_B$ 0/22
VZOREK 12A odhl. 0/22	95	$G_{E(0/22)}$	4,0	$C_{90/3}$	34	NP	120	182,6	2,3	40	505	0,20	pro $\check{S}D_B$ 0/22 $SE < 35$
VZOREK 12B odhl. 0/22	96	$G_{E(0/22)}$	6,0	$C_{90/3}$	37	NP	80	456,4	—	36	455	—	splňuje $\check{S}D_B$ 0/22

## Revize kritérií pro mechanicky zpevněnou zeminu (MZ)

Konečné vyhodnocení, kde jsou použity i výsledky z minulého projektu je následující.

- U většiny nestandardních materiálů je největším problémem dosažení nejmenší předepsané velikosti max. zrna  $D = 32$  mm.
- Některé směsi 0/22 a 0/16 vykazují příznivé parametry (kolem 50 % CBR), proto je možné uvažovat se snížením velikosti max. zrna  $D$  na 22 mm.
- Betonový recyklát nevyhovuje na kvalitu jemných částic, což lze vysvětlit pouze jeho znečištěním, neboť není možné, aby jemné částice vznikající při drcení betonu měly plastické vlastnosti.
- Výsledky měření modulu pružnosti  $E_d$  v triaxiálním přístroji jsou až na některé odchylky v souladu s hodnotami podle návrhové metody (TP 170) přestože se z velké části jedná o nestandardní materiály.

## Technické řešení jak zařadit **MZ** a SC (ZSH) $C_{1,5/2}$ ; $C_{3/4}$ do projektů

V nestmelených spodních podkladních vrstvách se standardně používá šterkodrt' (ŠD) podle ČSN EN 13285.

Pokud projektant nemá v dané lokalitě přesné informace o možnostech využití místních materiálů a recyklátů, lze těžko očekávat, že se bude pouštět do experimentování s použitím mechanicky zpevněné zeminy.

Řešením je umožnit, aby technologie **MZ byla volně zaměnitelná s ŠD<sub>B</sub>**.

- Prvním krokem je sjednocení kritérií pro MZ a ŠD<sub>B</sub>.
- Druhým krokem je toto zakotvit přímo v ČSN 73 6126-1.

## Návrh na sjednocení MZ a ŠD<sub>B</sub>

Požadavky na kamenivo	ŠD <sub>B</sub>	MZ	Návrh na sjednocení
Velikost maximálního zrna	0/32, 0/63, 0/125	0/32	0/22, 0/32, 0/63, 0/125
Tvarový index	SI <sub>55</sub>	–	SI <sub>NR</sub>
Procentní podíl drcených a oblých zrn v HK	C <sub>90/3</sub>	–	C <sub>50/50</sub>
Kvalita jemných částic	I <sub>p</sub> ≤ 4 nebo SE <sub>435</sub>	I <sub>p</sub> ≤ 6 nebo SE25	SE <sub>435</sub> a I <sub>p</sub> = 0 (neplastické)
Los Angeles	LA <sub>60</sub>	–	LA <sub>60</sub>
Odolnost proti zmrazování a rozmrazování	F <sub>4</sub>	–	F <sub>4</sub>
<b>Požadavky na směs</b>			
Nadsítané	OC <sub>80</sub>	OC <sub>85</sub>	OC <sub>80</sub>
Maximální obsah jemných částic	UF <sub>12</sub>	UF <sub>9</sub>	UF <sub>12</sub>
Zrnitost	G <sub>N</sub>	G <sub>E</sub>	G <sub>N</sub> ; C <sub>U</sub> >6
CBR (platí jen pro MZ, pro D > 32 mm se provádí na vytříděné frakci 0/32)	–	≥ 20 %	≥ 50 %



## Technické řešení jak zařadit MZ a **SC (ZSH) $C_{1,5/2}$ ; $C_{3/4}$** do projektů

Řeší se **zaměnitelnost  $\check{S}D_A$  a  $SC_{1,5/2}$** , zde ale nelze vycházet z porovnání technických parametrů, ani se snažit je jakkoliv upravovat, neboť tyto směsi fungují naprosto odlišně.

Proto je zaměnitelnost  $\check{S}D_A$  a  $SC_{1,5/2}$  řešena na základě porovnávacích výpočtů podle návrhové metody (TP 170) se zohledněním dalších technických požadavků proveditelnosti.

- Se zaměnitelností lze uvažovat u vozovek s dopravním zatížením max. třídy III, kde lze částečně empirický přístup k návrhu vozovky snadněji akceptovat.
- Zaměnitelnost je zde nezbytné přímo zahrnout do návrhové metody (TP 170) při její revizi.

**Děkuji za pozornost**

**Ing. Jan Zajíček**

**[jzajicek@volny.cz](mailto:jzajicek@volny.cz)**

**tel. +420 602 515 105**