

**"ZVYŠOVÁNÍ RYCHLOSTI NA TT
- ÚSEK TRAMVAJOVÁ ZASTÁVKA JOSEFA KOTASE -
TRAMVAJOVÁ ZASTÁVKA VÁCLAVA JIŘÍKOVSKÉHO"**

Návrh konstrukce pražcového podloží

prosinec 2019

2019 - 440

Výtisk č.:

Objednatel: **Dopravní projektování s r.o.**
28. října 3388/111
702 00 Moravská Ostrava

Zhotovitel: **GeoTec-GS, a.s.**
Chmelová 2920/6
106 00 Praha 10

Název zakázky zhotovitele: Ostrava TT - NKPP

Zakázkové číslo zhotovitele: 2019 - 440

Úkol / název úkolu: **Zvyšování rychlosti na TT**
- úsek Tramvajová zastávka Josefa Kotase -
tramvajová zastávka Václava Jiříkovského

Název zprávy: **Návrh konstrukce pražcového podloží**

Praha, prosinec 2019

Zpracoval: Ing. Antonín Kropáček
odpovědný řešitel

Schválil: Mgr. Filip Dudík
ředitel společnosti

OBSAH:

1. ÚVOD.....	4
2. NÁVRH KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ	4
2.1. VSTUPNÍ PARAMETRY A PODKLADY	4
2.2. ROZDĚLENÍ NA KVAZIHOMOGENNÍ BLOKY	4
2.3. NÁVRH KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ	4
2.3.1. Konstrukce pražcového podloží.....	5
2.3.2. Zesílená konstrukce pražcového podloží	5
3. TECHNOLOGIE PRACÍ	5
4. PROKÁZÁNÍ VLASTNOSTÍ MATERIÁLŮ A ZKOUŠENÍ	6
5. ZÁVĚR	6

SAMOSTATNÉ PŘÍLOHY:

Příloha č. 1: Návrh konstrukce pražcového podloží - výpočty

1. ÚVOD

Základní údaje o zakázce

Název stavby:	Zvyšování rychlosti na TT - úsek Tramvajová zastávka Josefa Kotase – tramvajová zastávka Václava Jiříkovského
Investor:	Dopravní podnik Ostrava a.s. Poděbradova 494/2, 702 00 Ostrava – Moravská Ostrava
Stupeň dokumentace:	Projekt stavby
Charakteristika stavby:	Dopravní liniová stavba - tramvajová trať
Místo stavby:	Ostrava-Jih
Katastrální území:	Hrabůvka, Dubina u Ostravy
Předmět zprávy:	Technický návrh konstrukce pražcového podloží.

2. NÁVRH KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ

2.1. VSTUPNÍ PARAMETRY A PODKLADY

Řešený úsek je navržen na rychlost $v = 80 \text{ kmh}^{-1}$, modul přetvárnosti jsou stanoveny určeny následovně:

- zemní pláň $E_0 = 20 \text{ MPa}$
- pláň tramvajového spodku $E_{e1} = 40 \text{ MPa}$

Pro návrh zesílené konstrukce pražcového podloží je hodnota modulu přetvárnosti stanovena:

- pláň tramvajového spodku $E_{e1} = 60 \text{ MPa}$

Klimatické podmínky jsou charakterizovány indexem mrazu $I_{mn} = 350^\circ\text{C.den}$ (dle přílohy 7, předpisu SŽDC S4) s hloubkou promrznání 0,85 m.

Geotechnické informace, nutné pro návrh konstrukce pražcového podloží vycházejí z výsledků geotechnického průzkumu provedeného společností G-Consult, spol. s r.o. v listopadu 2019.

2.2. ROZDĚLENÍ NA KVAZIHOMOGENNÍ BLOKY

Na základě poznatků získaných geotechnickým průzkumem konstatujeme, že zkoumaný úsek tvoří jeden kvazihomogenní blok.

Charakteristiky kvazihomogenních bloků

Tabulka č. 1

Číslo bloku	Staničení (km) od - do	Délka (m)	Vodní režim	Namrzavost	E_{ormin} (MPa)	Typ KPP	Poznámka
1	0,000 - 0,958	958	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.1	platí pro obě koleje

2.3. NÁVRH KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ

Posouzení navržených konstrukcí pražcového podloží na únosnost a promrznání je provedeno metodikou uvedenou v předpisu SŽDC S4 - Železniční spodek a doložena v příloze 1 zprávy.

Pro konstrukční vrstvy je uvažováno se štěrkodrtí frakce 0 - 32 mm třídy ŠDA, materiál

musí splňovat technické požadavky uvedené v ČSN EN 13 285.

Hodnoty modulů deformace materiálů konstrukčních vrstev jsou převzaty z tab. 2 přílohy 6 předpisu SŽDC S4 následovně:

- štěrkodrt' frakce 0 - 32 mm $E = 80 \text{ MPa}$ při $I_D = 0,95$

Hodnota modulu přetvárnosti na vrstvě zlepšené zeminy je stanovena v souladu s přílohou 13 předpisu SŽDC S4 minimálně $E_{zlep} = 40 \text{ MPa}$.

2.3.1. Konstrukce pražcového podloží

S ohledem na zastižené geotechnické poměry jsou navržen jeden typ konstrukce pražcového podloží.

Navržená konstrukce pražcového podloží vychází z typů uvedených v příloze 6 předpisu SŽDC S4.

Návrh skladby pražcového podloží od ložné plochy pražce:

Typ 6.1

- štěrk 32/63 tloušťka 300 mm
 - štěrkodrt' 0/32 tloušťka 200 mm
 - zlepšená zemní pláň o mocnosti 420 mm po zhutnění
- $E_{pl} = 52 \text{ MPa}$
 $E_{pl} = \min. 40 \text{ MPa}$
 $E_{or} \leq 10 \text{ MPa}$

2.3.2. Zesílená konstrukce pražcového podloží

Zesílená konstrukce pražcového podloží bude zřízena u podchodu v zast. Antonína Poledníka v minimální délce 12,0 m od rubu konstrukce.

Navržená skladba zesílené konstrukce pražcového podloží vychází z typu 6 podle předpisu SŽDC S4 a odpovídá typu 4 ZKPP ve smyslu vzorového listu SŽDC Ž 4.2.

Návrh skladby zesílené KPP od ložné plochy pražce:

Typ Z4.1

- kolejové lože - drcené kamenivo - frakce 32/63 mm, tloušťka 350 mm
 - minerální směs 0/32 mm, tloušťka 350 mm
 - zlepšená zemní pláň o mocnosti 420 mm po zhutnění zemní pláň
- $E_{pl} = 66 \text{ MPa}$
 $E_{pl} = \min. 40 \text{ MPa}$
 $E_{or} \geq 10 \text{ MPa}$

Navržená skladba konstrukce pražcového podloží vychází z typu 6 podle předpisu SŽDC S4 a odpovídá typu 4 ZKPP ve smyslu vzorového listu SŽDC S 4.2. Délka přechodové oblasti ZKPP bude provedena v minimálních délkách v souladu s příslušným ustanovením vzorového listu SŽDC Ž 4.2.

3. TECHNOLOGIE PRACÍ

Při těžbě původních konstrukčních vrstev musí být zvolena taková technologie prací, kterou se zamezí znehodnocení zemin zemní pláň. V každém technologickém kroku musí být zajištěno funkční pracovní odvodnění. Po upravené a zhutněné zemní pláni nesmí být prováděna staveništní doprava.

Zlepšení zemin se provádí míšením na místě. Před provedením vrstvy zlepšené zeminy musí být ze zemní pláň odstraněn humus a nežádoucí předměty (drobné kolejivo, hrubé kamenivo apod.) a zemní pláň musí být srovnána a odvodněna.

Pro zajištění rovnoměrného promísení pojiva se zeminou se před dávkováním pojiva doporučuje materiál profrézovat nebo rozrušit rozrývači. Dávkování pojiva se provádí pomocí dávkovačů, přesnost dávkování pojiva pro zlepšené zeminy musí být $\pm 10\%$.

Přesnou recepturu musí stanovit zhotovitel na základě počátečních zkoušek provedených před zahájením stavebních prací.

Promísení zeminy s pojivem se provádí zásadně zemními frézami. Při mísení ve více pásech se sousední pásy musí překrývat min. 0,20 m. Pro zlepšování zemin je uvažováno s užitím bezprašného vápna v objemu 4%. Před zahájením stavebních prací je nezbytné upřesnit recepturu, která je bezprostředně závislá na vlhkosti materiálu. Vlastnosti vrstvy zlepšené zeminy musí být v souladu s přílohou 13 předpisu SŽDC S4 Železniční spodek.

Navážení materiálu podkladní vrstvy musí být čelné, zemní pláň nesmí být pojížděna nákladními auty.

Konstrukční vrstva ze štěrkodrti musí být hutněna stejnoměrně, na celou tloušťku v jednom pracovním cyklu. Relativní ulehlost musí dosáhnout hodnoty min. $I_D = 0,95$. Při pokládce a hutnění konstrukční vrstvy ze štěrkodrti se doporučuje dodržovat optimální vlhkost v rozmezí $w_{opt} = 4 - 8\%$, při vlhkostech mimo uvedený rozsah se zhutnitelnost výrazně snižuje.

Konstrukční vrstvy ze štěrkodrti nesmí být zřizovány při silném dešti a při teplotách nižších než 0°C .

4. PROKÁZÁNÍ VLASTNOSTÍ MATERIÁLŮ A ZKOUŠENÍ

Pro prokázání vhodnosti použitých materiálů musí být provedeny počáteční zkoušky ve smyslu TKP a příslušných článků předpisu SŽDC S4, případně předloženo prohlášení o shodě podle příslušných předpisů.

V průběhu provádění stavebních prací se shoda vlastností použitých materiálů s počátečními zkouškami ověřuje kontrolními zkouškami, jejichž četnost stanovují příslušná ustanovení TKP a předpisu SŽDC S4. Zhotovitel je povinen předložit zpracovaný „Kontrolní a zkušební plán“.

Při realizaci zemních prací a zřizování konstrukčních vrstev musí být zajištěn trvalý geotechnický dozor.

5. ZÁVĚR

V předložené zprávě je prezentován návrh konstrukce pražcového podloží tramvajové trati v úseku zast. Josefa Kotase – zast. Václava Jiříkovského.



GeoTec-GS, a.s., Chmelová 2920/6, 106 00 Praha 10

**Zvyšování rychlosti na TT - úsek
Tramvajová zastávka Josefa Kotase -
tramvajová zastávka Václava
Jiříkovského**

PŘÍLOHOVÁ ČÁST

Název zakázky:	Ostrava TT - NKPP		
Číslo zakázky:	2019 - 440	Objednatel:	Dopravní projektování s r.o.
Datum:	12 / 2019	Zpracoval:	Ing. Antonín Kropáček
Počet stran:	2	Schválil:	Mgr. Filip Dudík

Posouzení pražcového podloží na únosnost a promrzání

Konstrukce pražcového podloží - typ konstrukce 6.1

Tramvajová trať, $v = 80 \text{ kmh}^{-1}$, konstrukce pražcového podloží (podle SŽDC - S4) - typ:

6

Vstupní data		
Modul přetvárnosti na zemní pláni požadovaný E_o	[MPa]	20
Modul přetvárnosti na pláni spodku požadovaný E_{e1}	[MPa]	40
Modul deformace sypaniny - štěrkodrt' frakce 0/32 mm E_{def} při $I_D = 0,95$	[MPa]	80
Mrazový index - dle příl. 7, předpisu SŽDC S4 - I_{mn}	°Cden	350
Tloušťka štěrkového lože včetně výšky pražce h_k	[m]	0,50
Materiál 1. konstrukční vrstvy štěrkodrt' frakce 0/32 mm	mocnost vrstvy [m]	0,20
Součinitel tepelné vodivosti štěrkodrti - SŽDC S4, příl. 7, tab. 1- λ_{sd}	$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$	2,00
Zlepšená zemní pláň hydraulickými pojivy	mocnost vrstvy [m]	0,42
Součinitel tepelné vodivosti štěrkodrti - SŽDC S4, příl. 7, tab. 1- λ_{sd}	$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$	1,50
Namrzavost zemin v podloží	nepříznivý	
Vodní režim	nebezpečně namrzavé	
Dovolená tloušťka promrzání - dle příl. 7, předpisu SŽDC S4, tab. 2 - h_{zdov}	[m]	0,15
Dovolená tloušťka promrzání zlepšené vrstvy- dle příl. 13, předpisu SŽDC S4 - 1/3 vrstvy	[m]	0,14

a) posouzení na únosnost

Vypočtená data		
materiál zemní pláně - jemnozrnné zeminy zlepšené	modul přetvárnosti zlepšené zemní pláně - E_o [MPa]	40
hydraulickým pojivem - mocnost 0,42 m po zhuštění	minimální hodnota dle SŽDC S4	
I. vrstva - štěrkodrt' frakce 0 - 32 mm - minimální mocnost vrstvy [m] - $I_D = 0,90$		
Výpočet koeficientů k_1 a k_2	$k_1 = \frac{E_{o1}}{E_1} = \frac{40}{80}$ $k_2 = \frac{h_1}{D} = \frac{0,20}{0,30}$	$k_1 = 0,50$ $k_2 = 0,67$
Koeficient k_3 z nomogramu příl. 6 předpisu SŽDC S4		$k_3 = 0,69$
Modul přetvárnosti na pláni tělesa žel. spodku $E_{e1} = k_3 \cdot E_1 = 0,69 \cdot 80$		$E_{e1} = 55,2$
$E_{pzs} \geq E_{e1} \quad 55 > 40$		

Z hlediska únosnosti navržená konstrukce vyhovuje

b) posouzení na promrzání

Vypočtená data		
Hloubka promrzání pražcového podloží	$h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \sqrt{350}$	$h_{pr} = 0,85 \text{ m}$
Nutná tloušťka vrstvy štěrkopísku	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{zdov} = 0,85 - 0,50 - 0,15$	$h_{sp} = 0,20 \text{ m}$
Tepelný odpor navržené konstrukce	$R_{kce} = \sum \frac{h_i}{\lambda_i} \quad R_{kce} = \frac{0,20}{2,00} + \frac{0,42}{1,50}$	$R_{kce} = 0,380 \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$
Náhradní tloušťka štěrkopísku	$h_{nsp} = \lambda_{sp} \sum \frac{h_i}{\lambda_i} = 2,3 \cdot \left(\frac{0,20}{2,00} + \frac{0,42}{1,50} \right)$	$h_{nsp} = 0,87 \text{ m}$
Skutečná hloubka promrzání zemní pláně	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{nsp} = 0,85 - 0,50 - 0,87$	$h_{Zskut} = -0,52 \text{ m}$
Hloubka promrzání zlepšené vrstvy	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{kv} = 0,85 - 0,50 - 0,23$	$h_{Zskut} = 0,12 \text{ m}$
$h_{zdov} \geq h_{Zskut} \quad 0,15 > -0,52$		
$h_{zlep} \geq h_{skut, zlep} \quad 0,14 > 0,12$		

Z hlediska promrzání navržená konstrukce vyhovuje

Příloha 1

Posouzení pražcového podloží na únosnost a promrzání

Zesílená konstrukce pražcového podloží - typ konstrukce Z4.1

Tramvajová trať trať pro $v=80\text{kmh}^{-1}$, zesílená konstrukce pražcového podloží (podle SŽDC - VL-Ž4) - typ:

2

Vstupní data			
Modul přetvárnosti na zemní pláni požadovaný E_o	[MPa]	30	
Modul přetvárnosti na pláni spodku požadovaný E_{e1}	[MPa]	80	
Modul přetvárnosti sypaniny -minerální směsi frakce 0/32 mm E_{def} při $I_D = 0,95$	[MPa]	80	
Mrazový index - dle příl. 7, předpisu SŽDC S4 - I_{mn}	°Cden	350	
Tloušťka šterkového lože včetně výšky pražce h_k	[m]	0,50	
Materiál 1. konstrukční vrstvy minerální směs frakce 0/32 mm	mocnost vrstvy	[m]	0,35
Součinitel tepelné vodivosti šterkodrti - SŽDC S4, příl. 7, tab. 1- λ_{sd}	$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$	2,10	
Namrzavost zemin v podloží			nepříznivý
Vodní režim			nebezpečně namrzavé
Dovolená tloušťka promrzání - dle příl. 7, předpisu SŽDC S4, tab. 2 - h_{zdov}	[m]	0,15	
a) posouzení na únosnost			
Vypočtená data			
materiál zemní pláně - stabilizovaná zemina - mocnost	modul přetvárnosti zlepšené zemní pláně - E_o [MPa]		60
0,30 m po zhuštění	minimální hodnota dle SŽDC S4		
I. vrstva - šterkodrt' frakce 0 - 32 mm - minimální mocnost vrstvy [m] - $I_D = 0,95$			
			0,35
Výpočet koeficientů k_1 a k_2	$k_1 = \frac{E_{o1}}{E_1} = \frac{60}{80}$	$k_2 = \frac{h_1}{D} = \frac{0,35}{0,30}$	$k_1 = 0,75$
			$k_2 = 1,17$
Koeficient k_3 z nomogramu příl. 6 předpisu SŽDC S4			$k_3 = 0,82$
Modul přetvárnosti na pláni tělesa žel. spodk $E_{e1} = k_3 \cdot E_1 = 0,82 \cdot 80$			$E_{e1} = 65,6$
$E_{pzs} \geq E_{e1} \quad 66 > 80$			
Z hlediska únosnosti navržená konstrukce vyhovuje			
b) posouzení na promrzání			
Vypočtená data			
Hloubka promrzání pražcového podloží	$h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \sqrt{350}$	$h_{pr} = 0,85$	m
Nutná tloušťka vrstvy šterkopísku	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{zdov} = 0,85 - 0,50 - 0,15$	$h_{sp} = 0,20$	m
Tepelný odpor navržené konstrukce	$R_{kce} = \sum \frac{h_i}{\lambda_i} \quad R_{kce} = \frac{0,35}{2,10} + \frac{0,42}{1,75}$	$R_{kce} = 0,406$	m^2KW^{-1}
Náhradní tloušťka šterkopísku	$h_{nsp} = \lambda_{sp} \sum \frac{h_i}{\lambda_i} = 2,3 \frac{0,35}{2,10} + \frac{0,42}{1,75}$	$h_{nsp} = 0,94$	m
Skutečná hloubka promrzání zemní pláně	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{nsp} = 0,85 - 0,50 - 0,94$	$h_{Zskut} = -0,59$	m
$h_{zdov} \geq h_{Zskut} \quad 0,15 > -0,59$			
Z hlediska promrzání navržená konstrukce vyhovuje			