

**SANACE ŽELEZNIČNÍHO SPODKU V ÚSEKU
LOVOSICE - BOHUŠOVICE**

Část F

**NÁVRH KONSTRUKCE
PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ**

červen 2021

2020 - 360

Výtisk č.:

Objednatel: **EXprojekt s.r.o.**
Heršpická 758/13
619 00 Brno

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

Název zakázky zhotovitele: Lovosice - Bohušovice, GTP a STP

Zakázkové číslo zhotovitele: 2020 - 360

Úkol / název úkolu: **Sanace železničního spodku v úseku Lovosice - Bohušovice**

Název zprávy: **Návrh konstrukce pražcového podloží**

Praha, červen 2021

Zpracovali: Mgr. Aleš Kubát
odpovědný řešitel

Ing. Antonín Kropáček

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	5
3. TECHNOLOGIE PRACÍ	7
3.1 OBECNÉ ZÁSADY	7
3.2 ZÁSADY ZŘÍZENÍ PŘÍSYPU STÁVAJÍCÍHO ZEMNÍHO TĚLESA	8
4. PROKÁZÁNÍ VLASTNOSTÍ MATERIÁLŮ A ZKOUŠENÍ	8
5. ZÁVĚR	8

Přílohy:

Příloha č. 1 Účelový geotechnický profil

Příloha č. 2 Posouzení konstrukce pražcového podloží - výpočty

1. ÚVOD

Základní údaje o zakázce

Název stavby:	Sanace železničního spodku v úseku Lovosice - Bohušovice
Investor:	Správa železnic, státní organizace Dlážděná 1003/7, Praha 1, 110 00 Stavební správa západ se sídlem v Praze Sokolovská 1955/278, 190 00 Praha 9
Stupeň dokumentace:	PDPS - Projektová dokumentace pro provádění stavby
Charakteristika stavby:	Dopravní liniová stavba - železniční trať
Odvětví:	Železniční doprava
Místo stavby:	Celostátní trať dle JŘ SŽ s.o. č. 090 Praha - Děčín mezistaniční úsek Bohušovice - Lovosice v km 489,740 - 492,830
Kraj:	Ústecký
Okres:	Litoměřice
Katastrální území:	Bohušovice, Keblice, Prosmyky, Lukavec u Lovosic
Předmět plnění:	Návrh konstrukce pražcového podloží v km 489,740 - 492,830 trati Praha - Děčín.

2. NÁVRH KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ

Ve smyslu článku 4 části páté předpisu SŽ S4 Železniční spodek (platného od 1.1.2021), cit.: „*Již zadané a rozpracované dokumentace ve stupni DUR, DUSP, DSP a PDPS se dokončí podle dříve platného předpisu a nebudou v důsledku vydání nového předpisu předmětem dodatků ke smlouvě.*“ - je návrh proveden podle dříve platného předpisu SŽDC S4 Železniční spodek (platného od 1.10.2008)

2.1 VSTUPNÍ PARAMETRY A PODKLADY

Trať Praha - Děčín je trať celostátní, je součástí 1. tranzitního koridoru. Návrh konstrukce pražcového podloží a zesílené konstrukce pražcového podloží je zpracován pro rychlostní limit $v > 120 \text{ kmh}^{-1}$, s použitím níže uvedených parametrů modulu přetvárnosti převzatých z tabulky 1, přílohy 6 předpisu SŽDC S4 - Železniční spodek:

- zemní pláň $E_o = 30 \text{ MPa}$
- pláň spodku $E_{e1} = 50 \text{ MPa}$

Pro návrh zesílené konstrukce pražcového podloží v oblasti přejezdů a mostních objektů je hodnota modulu přetvárnosti stanovena dle přílohy 24 předpisu SŽDC S4 - Železniční spodek: - pláň spodku $E_{e1} = 80 \text{ MPa}$.

Klimatické podmínky jsou charakterizovány indexem mrazu $I_{mn} = 300^{\circ}\text{C}.\text{den}$ (dle přílohy 7, předpisu SŽDC S4) s hloubkou promrzání 0,77 m.

Návrhové parametry pro materiál konstrukčních vrstev je převzat z tabulky 2, přílohy 6 předpisu SŽ S4 - Železniční spodek pro:

- štěrkodrt' frakce 0/63 mm - $E_{sd} = 100 \text{ MPa}$ při $I_D = 1,00$

Pro konstrukční vrstvy je uvažováno se štěrkodrtí frakce 0/63 mm. Materiál konstrukční vrstvy musí splňovat technické požadavky uvedené v příloze 14 předpisu SŽ S4 (platný od 1.1.2021).

Výztužná geomříž musí splňovat technické požadavky v souladu s přílohou 11 a OTP Geosyntetické výrobky v tělese železničního spodku, č.j. S 54 316/2014-O13, tab. 12:

- pevnost v tahu při 2% protažení - min 8 kNm^{-1} ;
- pevnost v tahu při porušení - obousměrně min. 40 kNm^{-1} ;
- tažnost při porušení (obousměrně) - max. 15%.

Materiál stabilizované zeminy (štěrkodrti stabilizované cementem) navržené v ZKPP musí splňovat požadavky uvedené v příloze 13 předpisu SŽDC S4, zejména pevnost v prostém tlaku min. 2,5 MPa a odolnost proti mrazu min. 3,5 MPa při 10 zmrazovacích cyklech o teplotě -15°C .

2.2 ROZDĚLENÍ NA KVAZIHOMOGENNÍ BLOKY

Základními podklady pro návrh konstrukce pražcového podloží jsou výsledky orientačního GT průzkumu provedeného v říjnu 2020 a podrobného GT průzkumu realizovaného v březnu 2021. Na základě poznatků získaných průzkumem pražcového podloží, morfologie trati a úprav nivelety obou traťových kolejí bylo provedeno rozdělení zkoumaného úseku na kvazihomogenní bloky.

Kvazihomogenní celky 1 a 5 (km 489,740 - 490,150) se nachází na náspu výšky 4,0 - 5,0 m, úprava železničního spodku bude spočívat pouze v úpravě příčného sklonu pláně tělesa železničního spodku. V kvazihomogenních celcích č. 4 a 8 bude kromě úpravy příčného sklonu pláně tělesa železničního spodku provedena obnova trativodů.

V úsecích vymezených kvazihomogeniemi celky 2 a 6 doporučujeme provést sanaci pomocí štěrkových pilot o průměru 600 mm vyplněných štěrkem frakce 8-32 mm, provedených v trojúhelníkovém rastru o hraně 1,80 m. Piloty budou ukončeny 3,0 m pod patou náspu. Pro eliminaci nebezpečí destrukce tělesa náspu doporučujeme provádět piloty předvrtané, stvoly pilot budou hutněné. Pro zvýšení smykových parametrů tělesa náspu doporučujeme pro výplň pilot použít štěrk drcený. Na sanovaném tělese po úpravě rovinatosti a po přehutnění bude na parapláň uložena tuhá dvouosá geomříž a do úrovně zemní pláně bude těleso doplněno drceným kamenivem frakce 0/90 mm.

V následující tabulce jsou uvedeny základní parametry zastižených zemin a navržené typy konstrukcí pražcového podloží vycházející z typů uvedených v příloze 6 předpisu SŽDC S4 Železniční spodek.

Rozdělení úseku na kvazihomogenní bloky je orientační, definitivní hranice musí být určeny geotechnickým dozorem po odkrytí zemní pláně.

Charakteristiky kvazihomogenních bloků

Tabulka č. 1

Číslo bloku	Staničení (km) od - do	Délka (m)	Vodní režim	Namrzavost	E_{ormin} (MPa)	Typ KPP	Poznámka
kolej č. 1							
1	489,740 - 490,150	410	příznivý	namrzavá	> 30	-	zlepšené zeminy - bez úprav ZP - úprava sklonu PTŽS
2	490,150 - 492,000	1 850	příznivý	namrzavá	> 30	2.1	sanace zemního tělesa štěrkovými pilíři
3	492,000 - 492,400	400	příznivý	namrzavá	> 30	2.2	
4	492,400 - 492,830	430	příznivý	namrzavá	> 30	-	zlepšené zeminy - bez úprav ZP - úprava sklonu PTŽS
kolej č. 2							
5	489,740 - 490,150	410	příznivý	namrzavá	> 30	-	zlepšené zeminy - bez úprav ZP - úprava sklonu PTŽS
6	490,150 - 492,000	1 850	příznivý	namrzavá	> 30	2.1	sanace zemního tělesa štěrkovými pilíři
7	492,000 - 492,400	400	příznivý	namrzavá	> 30	2.2	
8	492,400 - 492,830	430	příznivý	namrzavá	> 30	-	zlepšené zeminy - bez úprav ZP - úprava sklonu PTŽS

Na základě geotechnických poměrů, morfologie trati a úpravy nivelety koleje jsou navrženy dvě skladby konstrukce pražcového podloží a jeden typ zesílené konstrukce pražcového podloží.

Návrh skladby konstrukce pražcového podloží od ložné plochy pražce:

a) typ konstrukce 2.1 - redukovaný modul přetvárnosti zemní pláně $E_{or} = 30$ MPa

- kolejové lože - štěrk frakce 31,5/63 mm tloušťka 350 mm
- štěrkodrt' frakce 0/63 mm, tloušťka 400 mm
- zemní pláň z hrubozrnných zemin hutněných na $I_D = 0,90$
- výztužná geomříž
- parapláň

- $E_{pl} = 53,0$ MPa
- $E_0 = 30,0$ MPa

b) typ konstrukce 2.2 - redukovaný modul přetvárnosti zemní pláně $E_{or} = 30$ MPa

- kolejové lože - štěrk frakce 31,5/63 mm tloušťka 350 mm
- štěrkodrt' frakce 0/63 mm, tloušťka 300 mm
- zemní pláň z hrubozrnných zemin hutněných na $I_D = 0,90$

- $E_{pl} = 52,0$ MPa
- $E_0 = 30,0$ MPa

Zesílená konstrukce je navržena s vrstvou stabilizované zeminy, upozorňujeme, že při realizaci je nezbytné dodržet nutnou technologickou přestávku v délce 7 dnů (čl. 92, příl. 13, SŽDC S4).

Zesílená konstrukce pražcového podloží bude zřízena v souladu s ustanoveními přílohy 24 předpisu SŽDC S4 a vzorového listu Ž 4.2 u následujících objektů:

- most v km 489,940
- přejezd P2417 v km 490,634
- přejezd P2418 v km 491,449
- most v km 492,385
- přejezd P2419 v km 492,752

Délka zesílené konstrukce a výběhu bude provedena v souladu s ustanovením vzorového listu Ž4.2

b) zesílená konstrukce pražcového podloží - typ konstrukce Z 4.1

Redukovaný modul přetvárnosti zemní pláně $E_{or} = 30 \text{ MPa}$

- kolejové lože - šterk frakce 31,5/63 mm, tloušťka 350 mm
- šterkodrt' - frakce 0/32 mm, tloušťka 250 mm
- stabilizovaná zemina (z centra), tloušťka 300 mm
- přehutněná zemní pláň

- $E_{pl} = 82 \text{ MPa}$

- $E_0 = 60,0 \text{ MPa}$

3. TECHNOLOGIE PRACÍ

3.1 OBECNÉ ZÁSADY

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

Před uložením výztužné geomřížky na zemní pláň musí být tato upravena do předepsaného příčného sklonu a zhutněna hladkým válcem.

Při zřizování podkladní vrstvy na výztužné geomřížce musí být tato napnuta a kotvena, aby došlo k aktivizaci potřebné pevnosti v tahu. Doporučuje se proto zakotvení krajů výztužné geomřížky pomocí spon z betonářské oceli. Příčný přesah pásů geomřížky musí být min. 0,20 m, podélný přesah při napojování pásů 0,50m. Navážení materiálu podkladní vrstvy musí být čelné, protože po napnutí výztužné geomřížky se nesmí pojíždět nákladními auty.

Konstrukční vrstva ze šterkodrti 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 šterkodrti se doporučuje dodržovat optimální vlhkost v rozmezí $w_{opt} = 4 - 8\%$, při vlhkostech mimo uvedený rozsah se zhutnitelnost výrazně snižuje.

Konstrukční vrstva ze šterkodrti nesmí být zřizována při silném dešti a při teplotách nižších než 0°C .

Stabilizace zemin se provádí mísením v centru. Před provedením vrstvy stabilizované zeminy musí být ze zemní pláně odstraněn humus a nežádoucí předměty (drobné kolejivo, hrubé kamenivo apod.) a zemní pláň musí být urovňována a odvodněna.

Provedenou stabilizaci je nutné po dobu zrání chránit před odpařováním vody. Stabilizace nesmí být před zakrytím poškozena a smí být pojížděna nutnou staveništní dopravou po dosažení modulu přetvárnosti min. 60 MPa, **nejdříve však po 7 dnech**.

3.2 ZÁSADY ZŘÍZENÍ PŘÍSYPU STÁVAJÍCÍHO ZEMNÍHO TĚLESA

S ohledem na navržené výrazné zvýšení nivelety v převážné části trasy doporučujeme v úseku, kde je zdvih vyšší než 300 mm provést přispávku následovně:

- odtěžit stávající kolejové lože v plném profilu strojní čističkou;
- z úrovně parapláně provést šterkové pilíře;
- na připravenou paraplán (stávající konstrukční vrstvu) uložit a vypnout výztužnou tuhou biaxiální geomříž a pevností v tahu 40 kNm^{-1} v obou směrech;
- přísyp zřídit z hrubozrnné sypanina široké frakce (např. 0-90 mm) s plynulou křivkou zrnitosti hutněnou na $I_D = 0,90$ (hutnit po vrstvách!).

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

Předkládaná zpráva prezentuje návrh konstrukce pražcového podloží v oblasti stavby „Sanace železničního spodku v úseku Lovosice - Bohušovice“.

PŘÍLOHOVÁ ČÁST

Obsah:

Příloha č. 1 Účelový geotechnický profil

Příloha č. 2 Posouzení konstrukce pražcového podloží - výpočty

Název zakázky:	Lovosice - Bohušovice, GTP a STP		
Číslo zakázky:	2020 - 360	Objednatel:	EXprojekt s.r.o. Brno
Datum:	06 / 2021	Zpracoval:	Mgr. Aleš Kubát
Počet stran:	4	Schválil:	Mgr. Filip Dudík

ÚČELOVÝ PODÉLNÝ GEOTECHNICKÝ PROFIL

staničení (km)

stanice a zastávky

morfologie trati

umělé stavby

typ ZKPP

číslo kvazihomogenního celku

návrh technického opatření

vzdálenost mezi sondami (m)

zdvih nivelety (mm)

hodnocení z georadaru

staničení sond (km)

Tvar koleje

úroveň sondy je v úrovni stávajícího úložného povrchu pražců

báze nového šlátkového lože = plán tělesa železničního spodku

báze konstrukční vrstvy = zemní plán

* podle ČSN 72 1002

** podle ČSN 73 1001

zařazení zemín v úrovni zat. zk. nebo zemní plánu *

změněný modul přetvárnosti E_o (MPa)

opravný součinitel Z

redukovaný (návrhový) modul přetvárnosti E_{or} (MPa)

			S3 S-F	G3 G-F	Y (G3)		Y (S4)		S3 S-F	Y (S4)	Y (F1)	F4 CS		Y (F2)		Y (F2)	Y (F2)		Y (G5)	Y (G3)	Y (F4)	Y (G4)	Y (G3)	Y (R4)
			35	88	87		90		75	65	42	22		41		54	67		75	90	38	75	128	-
			0,9	1,0	1,0		1,0		0,9	1,0	1,0	0,6		1,0		1,0	1,0		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	-
			32	88	87		90		67	65	42	13		41		54	67		75	90	38	75	128	<50

připustná hloubka promrzání zemní plánu (m)

minimální tloušťka šlátkování s ohledem na promrzání (m)

př. mrazového indexu I_m = 300 °C · den

Legenda :

- morfologie trati :

vodní režim :

P příznivý

NE nepříznivý

VN velmi nepříznivý

namrzavost :

Ne nemrzavá

Na namrzavá

NN nebezpečně namrzavá

- materiály konstrukčních vrstev :

ŠL čisté a slabě znečištěné

ŠL silně znečištěné

zlep zlepšená zemina

stět stět

stět stět

stět stět

stět stět

stět stět

stět stět

- zeminy tělesa :

F2 jí šlátkovitý

F3 hlina písčitá

F4 jí písčité

F5 hlina s nízkou a střední plasticitou

GT stávající geotextilie

GM stávající geomříž

RX skalky podoží - zatřídění

S1 písek dobře zrnitý

S2 písek špatně zrnitý

S3 písek s příměsí jemnozrnné zeminy

S4 písek hlinitý

písek jílovitý

stěrk dobře zrnitý

stěrk špatně zrnitý

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

stěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

GeoTec GS®

SANACE ŽELEZNIČNÍHO SPODKU V ÚSEKU LOVOSICE - BOHUŠOVICE

TÚ Bohušovice - Lovosice km 489,740 - 492,830, k.č. 1 a 2

ÚČELOVÝ GEOTECHNICKÝ PROFIL

Zak. č. 2020-360

Datum: 06/2021

Příloha č. 1

Příloha 2

Posouzení pražcového podloží na únosnost a promrzání

Konstrukce pražcového podloží - typ konstrukce 2.1

Celostátní trať pro $v > 120 \text{ kmh}^{-1}$, konstrukce pražcového podloží (podle SŽDC - S4) - typ:

2

Vstupní data			
Modul přetvárnosti na zemní pláni požadovaný E_o	[MPa]	30	
Modul přetvárnosti na pláni spodku požadovaný E_{e1}	[MPa]	50	
Modul deformace sypaniny - šterkodrt' frakce 0/63 mm E_{def} při $I_D = 1,00$	[MPa]	100	
Mrazový index - dle příl. 7, předpisu SŽDC S4 - I_{mn}	°Cden	300	
Tloušťka šterkového lože včetně výšky pražce h_k	[m]	0,55	
Materiál 1. konstrukční vrstvy šterkodrt' frakce 0/63 mm	mocnost vrstvy	[m]	0,40
Součinitel tepelné vodivosti šterkodrti - SŽDC S4, příl. 7, tab. 1- λ_{sd}	$Wm^{-1}K^{-1}$	2,00	
Zlepšená zemní pláň hydraulickými pojivy	mocnost vrstvy	[m]	0,00
Součinitel tepelné vodivosti šterkodrti - SŽDC S4, příl. 7, tab. 1- λ_{sd}	$Wm^{-1}K^{-1}$	0,01	
Namrzavost zemin v podloží			příznivý
Vodní režim			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]	0,00	
a) posouzení na únosnost			
Vypočtená data			
materiál zemní pláne - hrubozrnné zeminy široké frakce	modul přetvárnosti - E_o [MPa]	minimální hodnota	30,00
I. vrstva - šterkodrt' frakce 0 - 63 mm - minimální mocnost vrstvy [m] - $I_D = 1,00$			0,40
Výpočet koeficientů k_1 a k_2	$k_1 = \frac{E_{o1}}{E_1} = \frac{30}{100}$	$k_2 = \frac{h_1}{D} = \frac{0,40}{0,30}$	$k_1 = 0,30$
			$k_2 = 1,33$
Koeficient k_3 z nomogramu příl. 6 předpisu SŽDC S4			$k_3 = 0,73$
Modul přetvárnosti na pláni tělesa žel. spodku $E_{e1} = k_3 \cdot E_1 = 0,73 \cdot 100$			$E_{e1} = 73,0$
$E_{Pzs} \geq E_{e1} \quad 73 > 50$			
Z hlediska únosnosti navržená konstrukce vyhovuje			
b) posouzení na promrzání			
Vypočtená data			
Hloubka promrzání pražcového podloží	$h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \cdot \sqrt{300}$	$h_{pr} = 0,78$	m
Nutná tloušťka vrstvy šterkopísku	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{zdov} = 0,78 - 0,55 - 0,15$	$h_{sp} = 0,08$	m
Tepelný odpor navržené konstrukce	$R_{kce} = \sum \frac{h_i}{\lambda_i} \quad R_{kce} = \frac{0,40}{2,00}$	$R_{kce} = 0,200$	m^2KW^{-1}
Náhradní tloušťka šterkopísku	$h_{nsp} = \lambda_{sp} \sum \frac{h_i}{\lambda_i} = 2,3 \cdot \frac{0,40}{2,00}$	$h_{nsp} = 0,46$	m
Skutečná hloubka promrzání zemní pláne	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{nsp} = 0,78 - 0,55 - 0,46$	$h_{zskut} = -0,23$	m
Hloubka promrzání zlepšené vrstvy	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{kv} = 0,78 - 0,55 - 0,46$	$h_{zskut} = -0,23$	m
$h_{zdov} \geq h_{zskut} \quad 0,15 > -0,23$			
Z hlediska promrzání navržená konstrukce vyhovuje			

Příloha 2

Posouzení pražcového podloží na únosnost a promrzání

Konstrukce pražcového podloží - typ konstrukce 2.2

Celostátní trať pro $v > 120 \text{ kmh}^{-1}$, konstrukce pražcového podloží (podle SŽDC - S4) - typ:

2

Vstupní data			
Modul přetvárnosti na zemní pláni požadovaný E_o	[MPa]	30	
Modul přetvárnosti na pláni spodku požadovaný E_{e1}	[MPa]	50	
Modul deformace sypaniny - šterkodrt' frakce 0/63 mm E_{def} při $I_D = 1,00$	[MPa]	100	
Mrazový index - dle příl. 7, předpisu SŽDC S4 - I_{mn}	°Cden	300	
Tloušťka šterkového lože včetně výšky pražce h_k	[m]	0,55	
Materiál 1. konstrukční vrstvy šterkodrt' frakce 0/63 mm	mocnost vrstvy	[m]	0,30
Součinitel tepelné vodivosti šterkodrti - SŽDC S4, příl. 7, tab. 1- λ_{sd}	$Wm^{-1}K^{-1}$	2,00	
Zlepšená zemní pláň hydraulickými pojivy	mocnost vrstvy	[m]	0,00
Součinitel tepelné vodivosti šterkodrti - SŽDC S4, příl. 7, tab. 1- λ_{sd}	$Wm^{-1}K^{-1}$	0,01	
Namrzavost zemin v podloží			příznivý
Vodní režim			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]	0,00	
a) posouzení na únosnost			
Vypočtená data			
materiál zemní pláne - hrubozrnné zeminy široké frakce	modul přetvárnosti - E_o [MPa]	minimální hodnota	30,00
I. vrstva - šterkodrt' frakce 0 - 63 mm - minimální mocnost vrstvy [m] - $I_D = 1,00$			0,30
Výpočet koeficientů k_1 a k_2	$k_1 = \frac{E_{o1}}{E_1} = \frac{30}{100}$	$k_2 = \frac{h_1}{D} = \frac{0,30}{0,30}$	$k_1 = 0,30$ $k_2 = 1,00$
Koeficient k_3 z nomogramu příl. 6 předpisu SŽDC S4			$k_3 = 0,63$
Modul přetvárnosti na pláni tělesa žel. spodku $E_{e1} = k_3 \cdot E_1 = 0,63 \cdot 100$			$E_{e1} = 63,0$
$E_{Pzs} \geq E_{e1} \quad 63 > 50$			
Z hlediska únosnosti navržená konstrukce vyhovuje			
b) posouzení na promrzání			
Vypočtená data			
Hloubka promrzání pražcového podloží	$h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \cdot \sqrt{300}$	$h_{pr} = 0,78$	m
Nutná tloušťka vrstvy šterkopísku	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{zdov} = 0,78 - 0,55 - 0,15$	$h_{sp} = 0,08$	m
Tepelný odpor navržené konstrukce	$R_{kce} = \sum \frac{h_i}{\lambda_i} \quad R_{kce} = \frac{0,30}{2,00}$	$R_{kce} = 0,150$	m^2KW^{-1}
Náhradní tloušťka šterkopísku	$h_{nsp} = \lambda_{sp} \sum \frac{h_i}{\lambda_i} = 2,3 \cdot \frac{0,30}{2,00}$	$h_{nsp} = 0,35$	m
Skutečná hloubka promrzání zemní pláne	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{nsp} = 0,78 - 0,55 - 0,35$	$h_{zskut} = -0,12$	m
Hloubka promrzání zlepšené vrstvy	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{kv} = 0,78 - 0,55 - 0,35$	$h_{zskut} = -0,12$	m
$h_{zdov} \geq h_{zskut} \quad 0,15 > -0,12$			
Z hlediska promrzání navržená konstrukce vyhovuje			

Příloha 2

Posouzení pražcového podloží na únosnost a promrzání

Zesílená konstrukce pražcového podloží - typ konstrukce 4.1

Celostátní trať pro $v \leq 120 \text{ kmh}^{-1}$, konstrukce pražcového podloží (podle VL Ž4) - typ:

4

Vstupní data			
Modul přetvárnosti na zemní pláni požadovaný E_o	[MPa]	20	
Modul přetvárnosti na pláni spodku požadovaný E_{e1}	[MPa]	60	
Modul deformace sypaniny - šterkodrt' 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]	0,55	
Materiál 1. konstrukční vrstvy šterkodrt' frakce 0/32 mm	mocnost vrstvy	[m]	0,35
Součinitel tepelné vodivosti šterkodrti - SŽDC S4, příl. 7, tab. 1- λ_{sd}	$Wm^{-1}K^{-1}$	2,00	
Stabilizovaná zemina (šterkodrt') cementem	mocnost vrstvy	[m]	0,30
Součinitel tepelné vodivosti šterkodrti - SŽDC S4, příl. 7, tab. 1- λ_{sd}	$Wm^{-1}K^{-1}$	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	

a) posouzení na únosnost

Vypočtená data

materiál zemní plně - jemnozrnné zeminy zlepšené	modul přetvárnosti stabilizované zemní plně - E_o	60
hydraulickým pojivem - mocnost 0,42 m po zhutnění	[MPa] minimální hodnota dle SŽDC S4	
I. vrstva - šterkodrt' frakce 0 - 32 mm - minimální mocnost vrstvy [m] - $I_D = 0,90$		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		$k_3 = 0,93$
Modul přetvárnosti na pláni tělesa žel. spodku $E_{e1} = k_3 \cdot E_1 = 0,93 \cdot 80$		$E_{e1} = 74,4$
$E_{pzs} \geq E_{e1}$ 74 > 60		

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	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{zdov} = 0,85 - 0,55 - 0,15$	$h_{sp} = 0,15$	m
Tepelný odpor navržené konstrukce	$R_{kce} = \sum \frac{h_i}{\lambda_i} = \frac{0,35}{2,00} + \frac{0,30}{1,50}$	$R_{kce} = 0,375$	m^2KW^{-1}
Náhradní tloušťka šterkopísku	$h_{nsp} = \lambda_{sp} \sum \frac{h_i}{\lambda_i} = 2,3 * (\frac{0,35}{2,00} + \frac{0,30}{1,50})$	$h_{nsp} = 0,86$	m
Skutečná hloubka promrzání zemní plně	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{nsp} = 0,85 - 0,55 - 0,86$	$h_{Zskut} = -0,56$	m
$h_{zdov} \geq h_{Zskut}$ 0,15 > -0,56			

Z hlediska promrzání navržená konstrukce vyhovuje