

„REKONSTRUKCE ŽST. BRNO-KRÁLOVO POLE“

Část G

NÁVRH KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ

duben 2021

2020 - 415

Výtisk č.:

Objednatel: **SUDOP BRNO, spol. s.r.o.**
Kounicova 26,
611 36 Brno

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

Název zakázky zhotovitele: Žst. Brno - Královo Pole, GTP a STP

Zakázkové číslo zhotovitele: 2020-415

Úkol / název úkolu: **"Rekonstrukce žst. Brno-Královo Pole"**

Název zprávy: **Část G - Návrh konstrukce pražcového podloží**

Zpracoval: Mgr. Radek Jeníček
odpovědný řešitel

Za věcnou správnost Ing. Michal Hartman
vedoucí pracoviště Morava

Schválil: Mgr. Filip Dudík
ředitel společnosti

OBSAH:

1. ÚVOD.....	4
2. VSTUPNÍ PARAMETRY A PODKLADY	4
2.1 ROZDĚLENÍ NA KVAZIHOMOGENNÍ BLOKY	5
2.2 NÁVRH KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ	6
3. TECHNOLOGIE PRACÍ	8
4. PROKÁZÁNÍ VLASTNOSTÍ MATERIÁLŮ A ZKOUŠENÍ	9
5. ZÁVĚR	9

Přílohy:

Příloha č. 1 Účelové geotechnické profily

Příloha č. 2 Posouzení konstrukce pražcového podloží - výpočty

1. ÚVOD

Základní údaje o zakázce

Název stavby:	Rekonstrukce žst. Brno-Královo Pole
Investor:	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace Dlážděná 1003/7, Praha 1, 110 00 Stavební správa východ se sídlem v Olomouci Nerudova 1, 772 58 Olomouc
Stupeň dokumentace:	Dokumentace pro stavební povolení (DSP), projektová dokumentace pro provádění stavby (PDPS)
Charakteristika stavby:	Dopravní liniová stavba
Odvětví:	Železniční doprava
Místo stavby:	trať č. 250 úsek Brno-Maloměřice - Kuřim
Kraj:	Jihomoravský
Okres:	Brno-město, Brno-venkov
Katastrální území:	Maloměřice, Lesná, Královo Pole, Řečkovice, Jemnice, Mokrá Hora, Česká, Kuřim
Předmět plnění:	Doplňující geotechnický průzkum
Účel průzkumu:	Provedení návrhu konstrukce pražcového podloží v TÚ Brno-Maloměřice - Brno-Královo Pole, TÚ Brno-Královo Pole - Kuřim a vybraných kolejích v žst. Brno-Královo Pole.

2. VSTUPNÍ PARAMETRY A PODKLADY

Předmětné úseky trati č. 250 Brno Maloměřice - Kuřim jsou tratí celostátní s rychlostí $V \leq 160 \text{ kmh}^{-1}$.

Parametry modulu přetvárnosti jsou stanoveny následovně:

a) traťové a hlavní staniční koleje (žst. Brno-Královo Pole, k.č. 1, 2)

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

b) předjízdne staniční koleje (žst. Brno-Královo Pole, k.č. 3, 4, 5)

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

c) ostatní staniční koleje (žst. Brno-Královo Pole, k.č. 6, 7, 8, 9, 10 a 12)

- zemní pláň $E_o = 15 \text{ MPa}$
- pláň spodku $E_{e1} = 30 \text{ MPa}$

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 0,78 m.

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

- štěrkodrt' frakce 0 - 32 mm - $E_{sd} = 80 \text{ MPa}$ při $I_D = 0,95$
- minerální směs frakce 0 - 32 mm - $E_{ms} = 90 \text{ MPa}$ při $I_D = 0,95$

2.1 ROZDĚLENÍ NA KVAZIHOMOGENNÍ BLOKY

Na základě poznatků získaných průzkumem pražcového podloží, bylo provedeno rozdělení zkoumaného úseku na kvazihomogenní bloky.

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
SO 02-16-01, TÚ Brno Maloměřice - Brno Královo Pole, kolej č. 1							
1	3,000 - 3,364	364	nepříznivý	neb. namrzavá	15	6.1	$E_{or} = 30 \text{ MPa}$
	3,364 - 3,699	vyjmuto ze stavby, rekonstruováno v roce 2015					
2	3,699 - 4,050	351	nepříznivý	neb. namrzavá	15	6.1	
3	4,050 - 4,300	250	příznivý	namrzavá	30	2.2	
4	4,300 - 4,500	200	nepříznivý	neb. namrzavá	15	6.1	
5	4,500 - 4,942	442	příznivý	namrzavá	30	2.2	
	4,942 - 5,076	vyjmuto ze stavby, rekonstruováno v roce 2015					
6	5,076 - 5,325	249	příznivý	nenamrzavá	50	5.1	skalní podloží
	5,325 - 5,700	vyjmuto ze stavby, rekonstruováno v roce 2015					
7	5,700 - 6,050	350	příznivý	namrzavá	30	2.2	
8	6,050 - 6,500	550	nepříznivý	neb. namrzavá	15	6.1	
	6,500 - 7,275	vyjmuto ze stavby, rekonstruováno v roce 2015					
9	7,275 - 7,689	414	příznivý	namrzavá	20	2.2	
	7,689 - 8,202	vyjmuto ze stavby, rekonstruováno v roce 2015					
10	8,202 - 8,263	61	příznivý	namrzavá	30	2.2	
SO 03-16-01, žst. Brno Královo Pole, kolej č. 1							
11	8,263 - 9,450	1 187	příznivý	namrzavá	30	2.2	$E_{or} = 30 \text{ MPa}$
12	9,450 - 10,000	550	nepříznivý	neb. namrzavá	15	6.1	
SO 03-16-01, žst. Brno Královo Pole, kolej č. 2							
13	8,263 - 9,300	1 037	příznivý	namrzavá	30	2.2	$E_{or} = 30 \text{ MPa}$
SO 03-16-01, žst. Brno Královo Pole, kolej č. 3 (původně k. č. 5)							
14	8,380 - 9,100	720	příznivý	namrzavá	20	2.2	$E_{or} = 20 \text{ MPa}$

Číslo bloku	Staničení (km) od - do	Délka (m)	Vodní režim	Namrzavost	E _{ormin} (MPa)	Typ KPP	Poznámka
SO 03-16-01, žst. Brno Královo Pole, kolej č. 4 (původně k. č. 6)							
15	8,430 - 9,100	670	příznivý	namrzavá	20	2.2	E _{or} = 15 MPa
SO 03-16-01, žst. Brno Královo Pole, kolej č. 5 (původně k. č. 7)							
16	8,430 - 9,100	670	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.1	E _{or} = 20 MPa
17	9,100 - 9,800	700	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.1	k. č. 5a
SO 03-16-01, žst. Brno Královo Pole, kolej č. 6 (původně k. č. 8)							
18	8,400 - 9,100	700	příznivý	namrzavá	20	2.2	E _{or} = 15 MPa
SO 03-16-01, žst. Brno Královo Pole, kolej č. 7 (původně k. č. 9)							
19	8,540 - 9,080	540	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.2	E _{or} = 15 MPa
SO 03-16-01, žst. Brno Královo Pole, kolej č. 8 (původně k. č. 10)							
20	8,400 - 9,100	700	příznivý	namrzavá	20	2.2	E _{or} = 15 MPa
SO 03-16-01, žst. Brno Královo Pole, kolej č. 9 (původně k. č. 11)							
21	8,820 - 9,130	310	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.2	E _{or} = 15 MPa
SO 03-16-01, žst. Brno Královo Pole, kolej č. 10 (původně k. č. 12)							
22	8,700 - 9,050	350	nepříznivý	neb. namrzavá	5	2.2	E _{or} = 15 MPa
SO 04-16-01, Brno Královo Pole - Kuřim, kolej č. 1							
23	10,000 - 10,300	300	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.1	E _{or} = 30 MPa
24	10,300 - 10,500	200	příznivý	namrzavá	30	2.2	
25	10,500 - 10,844	344	příznivý	namrzavá	40	2.1	
	10,844 - 11,034	vyjmuto ze stavby, rekonstruováno v roce 2015					
26	11,034 - 12,900	1 866	příznivý	namrzavá	40	2.1	
27	12,900 - 13,050	150	příznivý	nenamrzavá	50	5.1	skalní podloží
28	13,050 - 13,500	450	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.1	
29	13,500 - 13,850	350	příznivý	nenamrzavá	50	5.1	skalní podloží
30	13,850 - 14,100	250	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.1	
31	14,100 - 14,268	168	příznivý	namrzavá	20	2.2	
	14,268 - 14,532	vyjmuto ze stavby, rekonstruováno v roce 2015					
32	14,532 - 14,700	168	příznivý	namrzavá	20	2.2	
33	14,700 - 15,486	786	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.1	
	15,486 - 15,689	vyjmuto ze stavby, rekonstruováno v roce 2015					
34	15,689 - 16,200	511	příznivý	namrzavá	20	2.2	
35	16,200 - 16,800	600	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.1	
36	16,800 - 17,950	1150	příznivý	namrzavá	20	2.2	

2.2 NÁVRH KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ

Mimo vstupní parametry předložený návrh respektuje závěry porady ze dne 6.9.2017 a připomínky O13 GŘ SŽDC:

- nejsou navrhovány konstrukce s výztužnými geosyntetiky. Úseky s výskytem škváry v původní konstrukci pražcového podloží jsou navrženy s výměnou za hrubozrnné zeminy (šterky tříd G3/G4, resp. šterkodrti) o mocnosti 0,40 m.
- mocnost konstrukční vrstvy šterkodrti je v úsecích se zlepšenou zemní plání zvýšena na 0,20 m.

Na základě zjištěných geotechnických poměrů jsou navrženy tři typy konstrukce pražcového podloží a jeden typ zesílené konstrukce.

Pro konstrukční vrstvy je uvažováno se štěrkodrtí frakce 0 - 32 mm a s minerální směsí frakce 0 - 32 mm. Materiál konstrukční vrstvy musí splňovat technické požadavky uvedené v příloze 14 předpisu SŽDC S4 a OTP Štěrkopísek, štěrkodrt' a recyklovaná štěrkodrt' pro konstrukční vrstvy tělesa železničního spodku č.j. 25 640/06-OP.

Štěrkodrt' stabilizovaná cementem navržená v zesílené konstrukci pražcového podloží 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.

V konstrukci typu 5.1 je navržen asfaltový beton ACP 16 a musí splňovat technické požadavky ve smyslu ČSN EN 13108-1

Skladba 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 0/32 mm, tloušťka 200 mm
 - přehutněná zemní pláň
- $E_{pl} = 50,0$ MPa
- $E_0 \geq 30,0$ MPa

b) typ konstrukce 2.2

Redukovaný modul přetvárnosti zemní pláně $E_{or} = 20$ MPa

- kolejové lože - štěrk frakce 31,5/63 mm tloušťka 350 mm
 - štěrkodrt' frakce 0/32 mm, tloušťka 200 mm
 - štěrkovitá zemina třídy G3/G4, frakce do 63 mm, tloušťka 400 mm
 - přehutněná parapláň (nezkouší se)
- $E_{pl} = 52,0$ MPa
- $E_{zp} = 35,0$ MPa
- $E_0 \geq 10,0$ MPa

c) typ konstrukce 5.1

Redukovaný modul přetvárnosti zemní pláně $E_{or} = 50$ MPa

- kolejové lože - štěrk frakce 31,5/63 mm tloušťka 350 mm
 - asfaltový beton ACP16, tloušťka 50 mm
 - vyrovnávací vrstva štěrkodrti - proměnná tloušťka
 - skalní hornina
- $E_{pl} = 50,0$ MPa
- $E_0 = 50,0$ MPa

d) typ konstrukce 6.1

Redukovaný modul přetvárnosti zemní pláně $E_{or} = 10$ MPa

- kolejové lože - štěrk frakce 31,5/63 mm tloušťka 350 mm
 - štěrkodrt' frakce 0/32 mm, tloušťka 200 mm
 - zlepšená zemní pláň v mocnosti 0,42 mm po zhutnění
- $E_{pl} = 52,0$ MPa
- $E_0 = 40,0$ MPa

e) typ konstrukce 6.2

Redukovaný modul přetvárnosti zemní pláně $E_{or} = 10$ MPa

- kolejové lože - štěrk frakce 31,5/63 mm tloušťka 350 mm
 - štěrkodrt' frakce 0/32 mm, tloušťka 200 mm
 - zlepšená zemní pláň v mocnosti 0,35 mm po zhutnění
- $E_{pl} = 52,0$ MPa
- $E_0 = 40,0$ MPa

Zesílená konstrukce pražcového podloží vychází z typu uvedeného ve vzorovém listu SŽDC Ž4.2.

Zesílená konstrukce je navržena s vrstvou stabilizované zeminy (v této zprávě je výrazem stabilizovaná zemina myšlena vždy štěrkodrt' stabilizovaná cementem), upozorňujeme, že při realizaci je nezbytné dodržet nutnou technologickou přestávku v délce 7 dnů (čl. 92, příl. 13, SŽDC S4).

V souladu s ustanovením vzorového listu Ž4.2 bude zesílená konstrukce zřízena v délce min. 10 m s výběhem délky 5 m.

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

Mostní objekty
SO 02-19-01, most v ev.km 3,070
SO 02-19-02, most v ev.km 3,250 přes Svitavu
SO 02-19-11, most v ev.km 4,234, ul. Hlaváčova
SO 03-19-01, most v ev.km 6,866
SO 03-19-03, most v ev.km 8,599, podchod
SO 03-19-05, most v ev.km 9,196
SO 04-19-02, most v ev. km 10,504, ul. Podhájí
SO 04-19-05, most v ev. km 11,547, Jandáskova
SO 04-19-09, most v ev. km 12,180
SO 04-19-10, most v ev. km 12,887
SO 04-19-12, most v ev. km 13,411

f) zesílená konstrukce pražcového podloží - typ konstrukce Z 4.1

Redukovaný modul přetvárnosti zemní pláně $E_{or} = 10 \text{ MPa}$

- kolejové lože - štěrk frakce 31,5/63 mm, tloušťka 350 mm
 - minerální směs - frakce 0/32 mm, tloušťka 350 mm
 - stabilizovaná zemina (z centra), tloušťka 300 mm
 - přehutněná zemní pláň
- $E_{pl} = 82,0 \text{ MPa}$
 - $E_0 = 60,0 \text{ MPa}$

3. TECHNOLOGIE PRACÍ

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.

Zlepšení zemin se provádí mísením na místě. Před provedením vrstvy zlepšené zeminy musí být ze zemní pláně 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. Na základě výsledků laboratorních zkoušek doporučujeme do směsi použít 4% směsného pojiva s poměrem cement : vápno 1:1. 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.

Stabilizace zemin se provádí mísením v centru. Před provedením vrstvy stabilizované zeminy musí být ze zemní pláň 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**.

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 vrstva z minerální směsi musí být hutněna stejnoměrně, na celou tloušťku v jednom pracovním cyklu. Relativní ulehlost musí dosáhnout hodnoty min. $I_D = 1,00$. Při pokládce a hutnění konstrukční vrstvy z minerální směsi se může vlhkost lišit o $\pm 2\%$ od vlhkosti stanovené recepturou. Dodatečné dovlhčování musí být prováděno v mísícím centru.

Konstrukční vrstvy ze štěrkodrti a minerální směsi nesmí být zřizována 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

Předkládaná zpráva obsahuje návrh konstrukce pražcového podloží zpracovaného na základě výsledků podrobného a doplňujícího geotechnického průzkumu pražcového podloží v oblasti stavby „Rekonstrukce žst. Brno-Královo Pole“.

PŘÍLOHOVÁ ČÁST

Obsah:

Příloha č. 1 Účelové geotechnické profily

Příloha č. 2 Posouzení konstrukce pražcového podloží - výpočty

Název zakázky:	Žst. Brno-Královo Pole, GTP a STP		
Číslo zakázky:	2020 -415	Objednatel:	SUDOP Brno spol. s r.o.
Datum:	04 / 2021	Zpracoval:	Mgr. Radek Jeníček
Počet stran:	9	Schválil:	Mgr. Filip Dudík

ÚČELOVÉ GEOTECHNICKÉ PROFILY

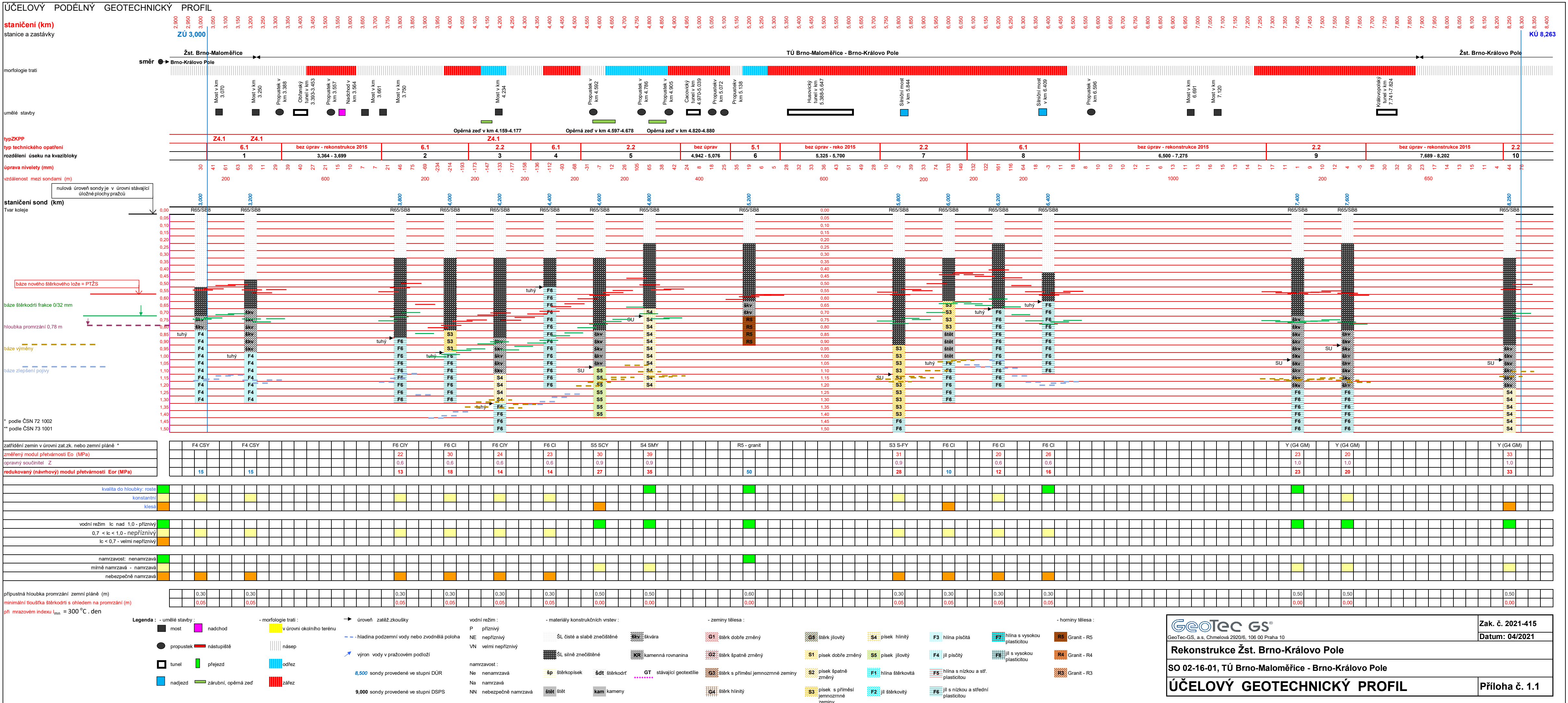
Obsah:

Příloha č. 1.1 TÚ: Brno-Maloměřice - Brno-Královo Pole

Příloha č. 1.2 ŽST. Brno-Královo Pole

Příloha č. 1.3 TÚ: Brno-Královo Pole - Kuřim

Název zakázky:	Žst. Brno-Královo Pole,GTP a STP		
Číslo zakázky:	2020 -415	Objednatel:	SUDOP Brno spol. s r.o.
Datum:	04 / 2021	Zpracoval:	Mgr. Radek Jeníček
Počet stran:	3	Schválil:	Mgr. Filip Dudík



GeoTec GS[®]

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

Zak. č. 2021-415

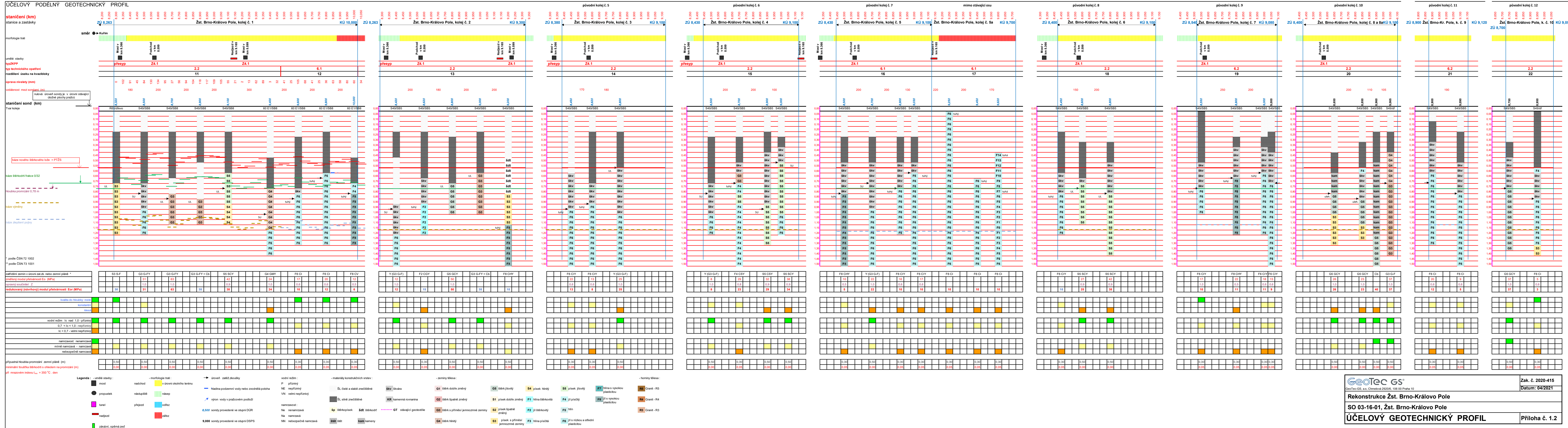
Datum: 04/2021

Rekonstrukce Žst. Brno-Královo Pole

SO 02-16-01, TÚ Brno-Maloměřice - Brno-Královo Pole

ÚČELOVÝ GEOTECHNICKÝ PROFIL

Příloha č. 1.1



POSOUZENÍ KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ

Název zakázky:	Žst. Brno-Královo Pole, GTP a STP		
Číslo zakázky:	2020 -415	Objednatel:	SUDOP Brno spol. s r.o.
Datum:	04 / 2021	Zpracoval:	Mgr. Radek Jeníček
Počet stran:	6	Schválil:	Mgr. Filip Dudík

Příloha 2

Posouzení pražcového podloží na únosnost a promrzání

Konstrukce pražcového podloží - typ konstrukce 2.1

Celostátní trať, $v \leq 120 \text{ kmh}^{-1}$, 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 - 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	300	
Tloušťka štěrkového lože včetně výšky pražce h_k	[m]	0,55	
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}	$Wm^{-1}K^{-1}$	2,00	
Namrzavost zemin v podloží			příznivý
Vodní režim			namrzavé
Dovolená tloušťka promrzání - dle příl. 7, předpisu SŽDC S4, tab. 2 - h_{zdov}	[m]	0,50	
a) posouzení na únosnost			
Vypočtená data			
štěrkovité zeminy	reduk. modul přetvárnosti zemní pláně - E_{or} [MPa]	35,00	
I. vrstva - štěrkodrt' frakce 0 - 32 mm - minimální mocnost vrstvy [m] - $I_D = 0,95$			0,20
Výpočet koeficientů k_1 a k_2	$k_1 = \frac{E_{o1}}{E_1} = \frac{35}{80}$ $k_2 = \frac{h_1}{D} = \frac{0,20}{0,30}$	$k_1 =$	0,44
		$k_2 =$	0,67
Koeficient k_3 z nomogramu příl. 6 předpisu SŽDC S4		$k_3 =$	0,64
Modul přetvárnosti na pláni tělesa žel. spodk $E_{e1} = k_3 \cdot E_1 = 0,64 \cdot 80$		$E_{e1} =$	51,2
$E_{Pzs} \geq E_{e1} \quad 51 > 50$			
Z hlediska únosnosti navržená konstrukce vyhovuje			
b) posouzení na promrzání			
Vypočtená data			
Hloubka promrzání pražcového podloží	$h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \sqrt{300}$	$h_{pr} =$	0,78 m
Nutná tloušťka vrstvy štěrkopísku	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{zdov} = 0,78 - 0,55 - 0,50$	$h_{sp} =$	-0,27 m
Tepelný odpor navržené konstrukce	$R_{kce} = \sum \frac{h_i}{\lambda_i} \quad R_{kce} = \frac{0,20}{2,00}$	$R_{kce} =$	0,100 m²KW⁻¹
Náhradní tloušťka štěrkopísku	$h_{nsp} = \lambda_{sp} \sum \frac{h_i}{\lambda_i} = 2,3 \frac{0,20}{2,00}$	$h_{nsp} =$	0,23 m
Skutečná hloubka promrzání zemní pláně	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{nsp} = 0,78 - 0,55 - 0,23$	$h_{Zskut} =$	0,00 m
$h_{zdov} \geq h_{Zskut} \quad 0,50 > 0,00$			
Z hlediska promrzání navržená konstrukce vyhovuje			

Posouzení pražcového podloží na únosnost a promrzání

Konstrukce pražcového podloží - typ konstrukce 2.2

Celostátní trať, $v \leq 160$ 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 1. konstr. vrstvy - štěrk frakce do 63 mm E_{def} při $I_D = 0,90$	[MPa]	60	
Modul deformace sypaniny 2. konstr. vrstvy - 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	300	
Tloušťka štěrkového lože včetně výšky pražce h_k	[m]	0,55	
Materiál 1. konstrukční vrstvy štěrk tř.G3/G4	mocnost vrstvy	[m]	0,40
Součinitel tepelné vodivosti štěrku - SŽDC S4, příl. 7, tab. 1- λ_{sd}	$Wm^{-1}K^{-1}$	2,10	
Materiál 2. konstrukční vrstvy štěrkodrt' frakce 0/32 mm	mocnost vrstvy	[m]	0,20
Součinitel tepelné vodivosti štěrkodrti - SŽDC S4, příl. 7, tab. 1- λ_{sd}	$Wm^{-1}K^{-1}$	2,00	
Namrzavost zemin v podloží			příznivý
Vodní režim			namrzavé
Dovolená tloušťka promrzání - dle příl. 7, předpisu SŽDC S4, tab. 2 - h_{zdov}	[m]	0,50	
a) posouzení na únosnost			
Vypočtená data			
hrubo zrnité zeminy (škvára)	reduk. modul přetvárnosti zemní pláně - E_{or} [MPa]	10,00	
I. vrstva - štěrk frakce do 63 mm - minimální mocnost vrstvy [m] - $I_D = 0,90$		0,40	
Výpočet koeficientů k_1 a k_2	$k_1 = \frac{E_{o1}}{E_1} = \frac{10}{60}$ $k_2 = \frac{h_1}{D} = \frac{0,40}{0,30}$	$k_1 = 0,17$ $k_2 = 1,33$	
Koeficient k_3 z nomogramu příl. 6 předpisu SŽDC S4		$k_3 = 0,58$	
Modul přetvárnosti na sanované zemní pláni	$E_{e1} = k_3 \cdot E_1 = 0,58 \cdot 60$	$E_{e1} = 34,8$	
II. vrstva - štěrkodrt' frakce do 0 - 32 mm - minimální mocnost vrstvy [m] - $I_D = 0,95$		0,20	
Výpočet koeficientů k_1 a k_2	$k_1 = \frac{E_{o1}}{E_1} = \frac{35}{80}$ $k_2 = \frac{h_1}{D} = \frac{0,20}{0,30}$	$k_1 = 0,44$ $k_2 = 0,67$	
Koeficient k_3 z nomogramu příl. 6 předpisu SŽDC S4		$k_3 = 0,65$	
Modul přetvárnosti na pláni tělesa žel. spodku	$E_{e1} = k_3 \cdot E_1 = 0,65 \cdot 80$	$E_{e1} = 52$	
$E_{pzs} \geq E_{e1}$ 52 > 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 štěrkopísku	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{zdov} = 0,78 - 0,55 - 0,50$	$h_{sp} = -0,27$	m
Tepelný odpor navržené konstrukce	$R_{kce} = \sum \frac{h_i}{\lambda_i}$ $R_{kce} = \frac{0,40}{2,10} + \frac{0,20}{2,00}$	$R_{kce} = 0,290$	m ² KW ⁻¹
Náhradní tloušťka štěrkopísku	$h_{nsp} = \lambda_{sp} \sum \frac{h_i}{\lambda_i} = 2,3 \left(\frac{0,40}{2,10} + \frac{0,20}{2,00} \right)$	$h_{nsp} = 0,67$	m
Skutečná hloubka promrzání zemní pláně	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{nsp} = 0,78 - 0,55 - 0,67$	$h_{Zskut} = -0,44$	m
$h_{zdov} \geq h_{Zskut}$ 0,50 > -0,44			
Z hlediska promrzání navržená konstrukce vyhovuje			

Posouzení pražcového podloží na únosnost a promrzání

Konstrukce pražcového podloží - typ konstrukce 5.1

Celostátní trať, $v > 120 \text{ kmh}^{-1}$, 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 - 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	300	
Tloušťka štěrkového lože včetně výšky pražce h_k	[m]	0,60	
Materiál 1. konstrukční vrstvy asfaltový beton	mocnost vrstvy [m]	0,08	
Součinitel tepelné vodivosti štěrkodrti - SŽDC S4, příl. 7, tab. 1- λ_{sd}	$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$	1,15	
Namrzavost zemin v podloží			příznivý
Vodní režim			namrzavé
Dovolená tloušťka promrzání - dle příl. 7, předpisu SŽDC S4, tab. 2 - h_{zdov}	[m]	0,40	
a) posouzení na únosnost			
Vypočtená data dle ustanovení VL Ž 4 se neprovádí			
b) posouzení na promrzání			
Vypočtená data			
Hloubka promrzání pražcového podloží	$h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \sqrt{300}$	$h_{pr} = 0,78$	m
Nutná tloušťka vrstvy štěrkopísku	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{zdov} = 0,78 - 0,60 - 0,40$	$h_{sp} = -0,22$	m
Tepelný odpor navržené konstrukce	$R_{kce} = \sum \frac{h_i}{\lambda_i} \quad R_{kce} = \frac{0,08}{1,15}$	$R_{kce} = 0,119$	m^2KW^{-1}
Náhradní tloušťka štěrkopísku	$h_{nsp} = \lambda_{sp} \sum \frac{h_i}{\lambda_i} = 2,3 \frac{0,08}{1,15}$	$h_{nsp} = 0,28$	m
Skutečná hloubka promrzání zemní pláne	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{nsp} = 0,78 - 0,60 - 0,28$	$h_{Zskut} = -0,10$	m
$h_{zdov} \geq h_{Zskut}$			
0,40 > -0,10			
Z hlediska promrzání navržená konstrukce vyhovuje			

Posouzení pražcového podloží na únosnost a promrzání

Konstrukce pražcového podloží - typ konstrukce 6.1

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

6

Vstupní data			
Modul přetvárnosti na zemní pláni požadovaný E_o	[MPa]	30	
Modul přetvárnosti na pláni spodku požadovaný E_{e1}	[MPa]	50	
Modul přetvárnosti 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	300	
Tloušťka šterkového lože včetně výšky pražce h_k	[m]	0,55	
Materiál 1. konstrukční vrstvy šterkodrt' frakce 0/32 mm	mocnost vrstvy	[m]	0,15
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]	0,42
Součinitel tepelné vodivosti zlepšené zeminy - 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	
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 pláň - jemnozrnné zeminy zlepšené	modul přetvárnosti zlepšené zemní pláň - E_o [MPa]	40	
hydraulickým pojivem - mocnost 0,42 m po zhutnění	minimální hodnota dle SŽDC S4		
I. vrstva - šterkodrt' frakce 0 - 32 mm - minimální mocnost vrstvy [m] - $I_D = 0,95$			
Výpočet koeficientů k_1 a k_2	$k_1 = \frac{E_{o1}}{E_1} = \frac{40}{80}$	$k_2 = \frac{h_1}{D} = \frac{0,15}{0,30}$	$k_1 = 0,50$
			$k_2 = 0,50$
Koeficient k_3 z nomogramu příl. 6 předpisu SŽDC S4			$k_3 = 0,7$
Modul přetvárnosti na pláni tělesa žel. spodk $E_{e1} = k_3 \cdot E_1 = 0,70 \cdot 80$			$E_{e1} = 56,0$
$E_{Pzs} \geq E_{e1} \quad 56 > 50$			
Z hlediska únosnosti navržená konstrukce vyhovuje			
b) posouzení na promrzání			
Vypočtená data			
Hloubka promrzání pražcového podloží	$h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \sqrt{300}$	$h_{pr} = 0,78$	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	$R_{kce} = \sum \frac{h_i}{\lambda_i} \quad R_{kce} = \frac{0,15}{2,00} + \frac{0,42}{1,50}$	$R_{kce} = 0,355$	m^2KW^{-1}
Náhradní tloušťka šterkopísku	$h_{nsp} = \lambda_{sp} \sum \frac{h_i}{\lambda_i} = 2,3^* (\frac{0,15}{2,00} + \frac{0,42}{1,50})$	$h_{nsp} = 0,82$	m
Skutečná hloubka promrzání zemní pláň	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{nsp} = 0,78 - 0,55 - 0,82$	$h_{Zskut} = -0,59$	m
Hloubka promrzání zlepšené vrstvy	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{kv} = 0,78 - 0,55 - 0,23$	$h_{Zskut} = 0,00$	m
$h_{zdov} \geq h_{Zskut} \quad 0,15 > -0,59$			
$h_{zlep} \geq h_{skut, zlep} \quad 0,14 > 0,00$			
Z hlediska promrzání navržená konstrukce vyhovuje			

Posouzení pražcového podloží na únosnost a promrzání

Konstrukce pražcového podloží - typ konstrukce 6.2

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

6

Vstupní data			
Modul přetvárnosti na zemní pláni požadovaný E_o	[MPa]	30	
Modul přetvárnosti na pláni spodku požadovaný E_{e1}	[MPa]	50	
Modul přetvárnosti 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	300	
Tloušťka šterkového lože včetně výšky pražce h_k	[m]	0,55	
Materiál 1. konstrukční vrstvy šterkodrt' frakce 0/32 mm	mocnost vrstvy	[m]	0,15
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]	0,35
Součinitel tepelné vodivosti zlepšené zeminy - 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	
Dovolená tloušťka promrzání zlepšené vrstvy- dle příl. 13, předpisu SŽDC S4 - 1/3 vrstvy	[m]	0,12	
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 zhutnění	minimální hodnota dle SŽDC S4		
I. vrstva - šterkodrt' frakce 0 - 32 mm - minimální mocnost vrstvy [m] - $I_D = 0,95$			
Výpočet koeficientů k_1 a k_2	$k_1 = \frac{E_{o1}}{E_1} = \frac{40}{80}$	$k_2 = \frac{h_1}{D} = \frac{0,15}{0,30}$	$k_1 = 0,50$
			$k_2 = 0,50$
Koeficient k_3 z nomogramu příl. 6 předpisu SŽDC S4			$k_3 = 0,7$
Modul přetvárnosti na pláni tělesa žel. spodk $E_{e1} = k_3 \cdot E_1 = 0,70 \cdot 80$			$E_{e1} = 56,0$
$E_{Pzs} \geq E_{e1} \quad 56 > 50$			
Z hlediska únosnosti navržená konstrukce vyhovuje			
b) posouzení na promrzání			
Vypočtená data			
Hloubka promrzání pražcového podloží	$h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \sqrt{300}$	$h_{pr} = 0,78$	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	$R_{kce} = \sum \frac{h_i}{\lambda_i} \quad R_{kce} = \frac{0,15}{2,00} + \frac{0,35}{1,50}$	$R_{kce} = 0,308$	m^2KW^{-1}
Náhradní tloušťka šterkopísku	$h_{nsp} = \lambda_{sp} \sum \frac{h_i}{\lambda_i} = 2,3^* (\frac{0,15}{2,00} + \frac{0,35}{1,50})$	$h_{nsp} = 0,71$	m
Skutečná hloubka promrzání zemní pláně	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{nsp} = 0,78 - 0,55 - 0,71$	$h_{Zskut} = -0,48$	m
Hloubka promrzání zlepšené vrstvy	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{kv} = 0,78 - 0,55 - 0,23$	$h_{Zskut} = 0,00$	m
$h_{zdov} \geq h_{Zskut} \quad 0,15 > -0,48$			
$h_{zlep} \geq h_{skut, zlep} \quad 0,12 > 0,00$			
Z hlediska promrzání navržená konstrukce vyhovuje			

Posouzení pražcového podloží na únosnost a promrzání

Zesílená konstrukce pražcového podloží - typ konstrukce Z4.1

Celostátní trať pro $v=120\text{kmh}^{-1}$, 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]	90	
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 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		příznivý	
Vodní režim		namrzavé	
Dovolená tloušťka promrzání - dle příl. 7, předpisu SŽDC S4, tab. 2 - h_{zdov}	[m]	0,15	
a) posouzení na únosnost			
Vypočtená data			
písečné zeminy	reduk. modul přetvárnosti zemní pláně - E_{or} [MPa]	30,00	
I. vrstva - minerální směs frakce 0 - 32 mm - minimální mocnost vrstvy [m] - $I_D = 0,95$			0,35
Výpočet koeficientů k_1 a k_2	$k_1 = \frac{E_{o1}}{E_1} = \frac{30}{90}$ $k_2 = \frac{h_1}{D} = \frac{0,35}{0,30}$	$k_1 =$	0,33
		$k_2 =$	1,17
Koeficient k_3 z nomogramu příl. 6 předpisu SŽDC S4		$k_3 =$	0,9
Modul přetvárnosti na pláni tělesa žel. spodk $E_{e1} = k_3 \cdot E_1 = 0,9 \cdot 90$		$E_{e1} =$	81
$E_{\text{pzs}} \geq E_{e1}$ 81 > 80			
Z hlediska únosnosti navržená konstrukce vyhovuje			
b) posouzení na promrzání			
Vypočtená data			
Hloubka promrzání pražcového podloží	$h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \sqrt{300}$	$h_{pr} =$	0,78 m
Nutná tloušťka vrstvy šterkopísku	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{\text{zdov}} = 0,78 - 0,55 - 0,15$	$h_{sp} =$	0,08 m
Tepelný odpor navržené konstrukce	$R_{\text{kce}} = \sum \frac{h_i}{\lambda_i} = \frac{0,35}{2,10} + \frac{0,30}{1,75}$	$R_{\text{kce}} =$	0,338 m²KW⁻¹
Náhradní tloušťka šterkopísku	$h_{\text{nsp}} = \lambda_{\text{sp}} \sum \frac{h_i}{\lambda_i} = 2,3 \left(\frac{0,35}{2,10} + \frac{0,30}{1,75} \right)$	$h_{\text{nsp}} =$	0,78 m
Skutečná hloubka promrzání zemní pláně	$h_{\text{sp}} = h_{pr} - h_k - h_{\text{nsp}} = 0,78 - 0,55 - 0,78$	$h_{\text{Zskut}} =$	-0,55 m
$h_{\text{zdov}} \geq h_{\text{Zskut}}$ 0,15 > -0,55			
Z hlediska promrzání navržená konstrukce vyhovuje			