

"ELEKTRIZACE A ZKAPACITNĚNÍ
TRATI ŠUMPERK - LIBINA (MIMO)"

B.14.1

**GEOTECHNICKÝ PRŮZKUM A NÁVRH KONSTRUKCE
PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ**

Část F

Návrh konstrukce pražcového podloží

únor 2019

2018 - 042

Výtisk č.:

Objednatel: **MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.**
Legionářská 8
772 00 Olomouc

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

Název zakázky zhotovitele: Šumperk - Uničov, průzkum PS

Zakázkové číslo zhotovitele: 2018 - 042

Úkol / název úkolu: **"Elektrizace a zkapacitnění trati Šumperk - Libina (mimo)"**
B.10.1 Geotechnický průzkum a návrh konstrukce pražcového podloží

Název zprávy: **Návrh konstrukce pražcového podloží**

Praha, únor 2019

Zpracovali: Ing. Antonín Kropáček

Ing. Jan Hrabánek
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	5
2.3. NÁVRH KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ	6
2.3.1. Konstrukce pražcového podloží.....	6
2.3.2. Zesílená konstrukce pražcového podloží.....	7
3. TECHNOLOGIE PRACÍ	8
4. PROKÁZÁNÍ VLASTNOSTÍ MATERIÁLŮ A ZKOUŠENÍ	8
5. ZÁVĚR	9

SAMOSTATNÉ PŘÍLOHY:

Příloha č. 1: Účelový geotechnický profil

Příloha č. 2: Návrh konstrukce pražcového podloží - výpočty

1. ÚVOD

Základní údaje o zakázce

Název stavby:	Elektrizace a zkapacitnění trati Šumperk - Libina (mimo)
Investor:	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace Praha 1, Nové Město, Dlážďená 1003/7, PSČ 110 00 Stavební správa východ Nerudova 1, 772 00 Olomouc
Stupeň dokumentace:	Dokumentace pro stavební povolení
Charakteristika stavby:	Dopravní liniová stavba - železniční trať
Místo stavby:	úsek stávající trati mezi žst. Šumperk (mimo) a Libina (včetně)
Kraj:	Olomoucký
Okres:	Olomouc
Katastrální území:	Šumperk, Horní Libina,
Předmět plnění:	Doplňkový geotechnický průzkum
Předmět zprávy:	Provedení technického návrhu konstrukce pražcového podloží.

2. NÁVRH KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ

2.1. VSTUPNÍ PARAMETRY A PODKLADY

Předmětný traťový leží na regionální trati Olomouc - Šumperk. Parametry modulu přetvárnosti jsou s ohledem na projektovanou rychlost a v souladu se stanoviskem č.j. 21792/2016-SŽDC-O13 ze dne 18.5.2016 pro řešený úsek Šumperk - Libina určeny následovně:

$v \geq 120 \text{ kmh}^{-1}$: traťové, hlavní a předjízdne staniční koleje

- zemní pláň $E_0 = 30 \text{ MPa}$

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

$80 \text{ kmh}^{-1} \leq v < 120 \text{ kmh}^{-1}$: traťové, hlavní a předjízdne staniční koleje

- zemní pláň $E_0 = 20 \text{ MPa}$

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

$v < 80 \text{ kmh}^{-1}$: traťové, hlavní a předjízdne staniční koleje

- zemní pláň $E_0 = 15 \text{ MPa}$

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

ostatní koleje ve stanicích

- zemní pláň $E_0 = 15 \text{ MPa}$

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

Pro návrh zesílené konstrukce pražcového podloží je hodnota modulu přetvárnosti stanovena dle přílohy 24 předpisu SŽDC S4 - Železniční spodek:

$v \geq 120 \text{ kmh}^{-1}$: - pláň spodku $E_{e1} = 80 \text{ MPa}$

80 kmh⁻¹ ≤ v < 120 kmh⁻¹: - plášť spodku E_{e1} = 60 MPa

v < 80 kmh⁻¹: - plášť spodku E_{e1} = 50 MPa

Stanovení traťové rychlosti (pro V₁₃₀) a moduly E_{def} na konstrukčních vrstvách

Staničení		Délka úseku [km]	Rychlost [km/h]	E _{def} [MPa]	
Od [km]	Do [km]			zemní plášť	PTŽS
29,299	30,533	1,234	75	20	40
30,533	32,705	2,172	85	20	40
32,705	33,559	0,854	75	20	40
33,559	35,881	2,322	85	20	40
35,881	37,825	1,944	90	20	40
37,825	38,538	0,713	100	20	40
38,538	41,944	3,406	100	20	40
41,944	43,362	1,418	90	20	40

Klimatické podmínky jsou charakterizovány indexem mrazu I_{mn} = 450°C.den (dle přílohy 7, předpisu SŽDC S4) s hloubkou promrznání 0,96 m. Posouzení na promrznání je provedeno v souladu s dopisem 22583/2016-SŽDC-O13 ze dne 24.5.2016.

Geotechnické informace, nutné pro návrh konstrukce pražcového podloží vycházejí z výsledků geotechnického průzkumu provedeného v rámci zpracování předchozího stupně projektové dokumentace v roce 2016 společností ARCADIS Praha a z výsledků doplňkového průzkumu realizovaného v březnu 2018 společností GeoTec-GS,a.s.

2.2. ROZDĚLENÍ NA KVAZIHOMOGENNÍ BLOKY

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

Rozdělení úseku na kvazihomogenní bloky, včetně jejich přehledné charakteristiky, je uvedeno v následující tabulce č. 1. Současně tabulka každému kvazihomogennímu bloku přiřazuje jeden z typů navrhované skladby konstrukce pražcového podloží, které jsou popsány v dalším textu a přehledně prezentovány v přílohové části.

Níže uvedené 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	Kolej č.	Délka (m)	Vodní režim	Namrzavost	E _{ormin} (MPa)	Typ KPP	Poznámka
SO 14-16-01, Libina - Nový Malín, železniční spodek								
1	29,169 - 30,600	1	1 439	příznivý	namrzavá	30	3.2	
2	30,600 - 31,900		1 300	příznivý	namrzavá	30	3.1	
3	31,900 - 32,900		1 000	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.1	
4	32,900 - 33,150		250	příznivý	namrzavá	30	3.1	
5	33,150 - 33,400		250	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.1	
6	33,400 - 34,900		1 500	příznivý	namrzavá	30	3.2	
7	34,900 - 35,500		600	příznivý	namrzavá	30	3.1	
8	35,500 - 36,200		700	příznivý	namrzavá	30	3.2	
9	36,200 - 36,800		600	příznivý	namrzavá	30	3.1	
10	36,800 - 37,200		400	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.1	

Číslo bloku	Staničení (km) od - do	Kolej č.	Délka (m)	Vodní režim	Namrzavost	E _{ormin} (MPa)	Typ KPP	Poznámka
11	37,200 - 37,900		700	příznivý	namrzavá	30	3.2	
12	37,900 - 38,195		295	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.1	
SO 15-16-01, Žst. Nový Malín, železniční spodek								
13	38,195 - 38,926	1	731	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.1	
14	38,710 - 38,880	2	170	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.1	
15	38,681 - 38,800	4	119	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.1	
SO 16-16-01, Nový Malín - Šumperk, železniční spodek								
16	38,926 - 39,100	1	174	příznivý	namrzavá	30	3.2	
17	39,100 - 39,800		700	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.1	
18	39,800 - 40,400		600	příznivý	namrzavá	30	3.1	
19	40,400 - 41,500		1 100	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.1	
20	41,500 - 42,100		600	příznivý	namrzavá	30	3.2	
21	42,100 - 43,362		1262	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.1	

2.3. NÁVRH KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ

Návrh konstrukce pražcového podloží vychází z výsledků průzkumných prací provedených v rámci geotechnického průzkumu pražcového podloží.

Pro konstrukční vrstvy je uvažováno se štěrkodrtí frakce 0 - 32 mm. Materiál konstrukční vrstvy musí splňovat technické požadavky uvedené v příloze 14 předpisu SŽDC S4.

V navržených konstrukcích se uvažuje s použitím výztužné tuhé biaxiální (triaxiální) geomříže s pevností v tahu min. 40 kNm⁻¹.

Materiál štěrkodrti stabilizované cementem musí odpovídat technickým požadavkům uvedeným v příloze 13 předpisu SŽDC S4 Železniční spodek.

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 $E_{\text{zlep}} = 40 \text{ MPa}$.

Hodnota modulu přetvárnosti u stabilizované zeminy (z centra) je v souladu s doporučením uvedeným v dopisu č.j. 43136/2016-SŽDC-O13 stanovena na hodnotu $E_{\text{stab}} = 80 \text{ MPa}$. Zhotovitel předloží recepturu směsi, kterou prokáže pevnost v prostém tlaku směsi min. 4,0 MPa, odolnost proti mrazu a vodě min. 5,0 MPa při 10 zmrazovacích cyklech při -15°C. Uvedené vyšší hodnoty než stanovuje předpis SŽDC S4 jsou voleny z důvodu zvýšené hodnoty E_{stab} doporučené výše zmiňovaným stanoviskem O13 GŘ SŽDC.

V oblasti výhybek bude vždy použita konstrukce pražcového podloží náležející vyššímu řádu koleje.

Posouzení navržených konstrukcí pražcového podloží na únosnost a promrzání je uvedeno v příloze 2 zprávy.

2.3.1. Konstrukce pražcového podloží

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

Návrh skladby pražcového podloží od ložné plochy pražce:**Typ 3.1**

- štěrk frakce 31,5/63, tloušťka 350 mm
- štěrkodrt' frakce 0/32mm, tloušťka 150 mm $E_{pl} = 43 \text{ MPa}$
- separační geotextílie
- přehutněná zemní pláň $E_{or} \geq 30 \text{ MPa}$

Typ 3.2

- štěrk frakce 31,5/63, tloušťka 350 mm
- štěrkodrt' frakce 0/32mm, tloušťka 200 mm $E_{pl} = 40 \text{ MPa}$
- výztužná geomříž, tuhá biaxiální (triaxiální)
- zemní pláň sanovaná vrstvou původního ŠL $E_{or} \geq 20 \text{ MPa}$

Typ 6.1

- štěrk 32/63 tloušťka 350 mm
- štěrkodrt' 0/32 mm, tloušťka 350 mm $E_{pl} = 52 \text{ MPa}$
- zlepšená zemní pláň o mocnosti 420 mm po zhutnění $E_{pl} = \text{min. } 40 \text{ MPa}$
 $E_{or} \leq 20 \text{ MPa}$

S ohledem na zastižené geotechnické poměry jsou navrženy čtyři základní typy konstrukce pražcového podloží.

Použití jednotlivých typů konstrukce pražcového podloží:

- Typ 3.1 - zemní pláň tvořena hrubozrnnými zeminami, redukovaný modul přetvárnosti $E_{or} \geq 30 \text{ MPa}$.
- Typ 3.2 - zemní pláň tvořena hrubozrnnými zeminami, redukovaný modul přetvárnosti $E_{or} \geq 20 \text{ MPa}$.
- Typ 6.1 - zemní pláň tvořena jemnozrnnými zeminami, redukovaný modul přetvárnosti $E_{or} \leq 20 \text{ MPa}$.

Z úrovně zemní pláň byly odebrány technologické vzorky pro stanovení receptury zlepšování zemin hydraulickými pojivy z úseků, kde bylo navrženo zlepšování v předchozím projekčním stupni. Na základě výsledků zkoušek je navržena konstrukční vrstva o mocnosti 0,35 m zajišťující nepromrzání zlepšené zeminy.

2.3.2. Zesílená konstrukce pražcového podloží

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

Jednotlivé typy ZKPP jsou v souladu s doporučením uvedeným v dopisu č.j. 43136/2016-SŽDC-O13 navrženy tak, aby vrstva štěrkodrti odpovídala mocnosti vrstvy v přilehlém úseku.

ZKPP nebude v souladu s ustanovením předpisu SŽDC S4 prováděno u trubních propustků.

Návrh skladby zesílené konstrukce pražcového podloží od ložné plochy pražce:**Typ 24.1a - v přilehlém úseku KPP typ typ 6.1**

- kolejové lože - drcené kamenivo frakce 31,5/63 mm, tloušťka 350 mm
- štěrkodrt' frakce 0/32 mm, tloušťka 350 mm $E_{pl} = 80 \text{ MPa}$
- štěrkodrt' stabilizovaná cementem, tloušťka 300 mm $E_{stab} = 80 \text{ MPa}$
- přehutněná zemní pláň

$$E_{or} \geq 20 \text{ MPa}$$

Typ **Z4.1b** - v přilehlém úseku KPP typ 3.1 a 3.2

- kolejové lože - drcené kamenivo frakce 31,5/63 mm, tloušťka 350 mm
- štěrkodrt' frakce 0/32 mm, tloušťka 200 mm
- štěrkodrt' stabilizovaná cementem, tloušťka 350 mm
- přehutněná zemní pláň

$$E_{pl} = 80 \text{ MPa}$$

$$E_{stab} = 80 \text{ MPa}$$

$$E_{or} \geq 20 \text{ MPa}$$

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 směsného pojiva cement: vápno v poměru 1: 1 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.

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 urovnána 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 vrstvy ze štěrkodrti a minerální směsi 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 technický návrh konstrukce pražcového podloží v traťovém úseku Šumperk - Libina, včetně staničních kolejí v žst. Nový Malín.

PŘÍLOHOVÁ ČÁST

Obsah:

Příloha č. 1 Účelový geotechnický průzkum

Příloha č. 2 Posouzení konstrukce na únosnost a promrzání

Název zakázky:	Šumperk - Libina, průzkum PS		
Číslo zakázky:	2018 - 042	Objednatel:	MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.
Datum:	02 / 2019	Zpracoval:	Ing. Antonín Kropáček
Počet stran:	7	Schválil:	Ing. Antonín Kropáček

ÚČELOVÝ PODÉLNÝ GEOTECHNICKÝ PROFIL

staničení (km)

stanice a zastávky

ZU km 29,169

KU km 38,195

morfologie trati

umělé stavby

typ ZKPP

typ technického opatření

rozdělení úseku na kvazibloky

úprava nivelety (mm)

vzdálenost mezi sondami (m)

staničení sond (km)

Tvar koleje

báze nového štrkového lože

min. tloušťka štrkové frakce 0/32 - 0,15 m

báze zlepšené zeminy

* podle ČSN 72 1002

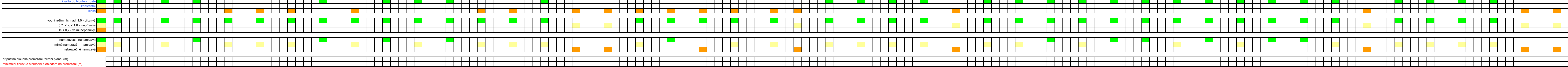
** podle ČSN 73 1001

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

změněný modul přetvárnosti Eo (MPa)

opravný součinitel Z

redukovaný (návrhový) modul přetvárnosti Eor (MPa)



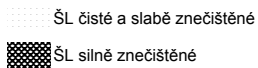
stanice a zastávky

ZÚ km 38,195

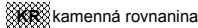
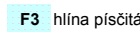
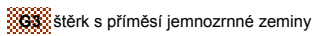
KÚ km 38,926



- materiály konstrukčních vrstev



- zeminy tělesa :



GT stávající geotextílie

vodní režim :

P příznivý

NE nepříznivý

VN velmi nepříznivý

namrzavost :

Ne nenamrzavá

Na namrzavá

NN nebezpečně namrzavá

		Zak. č. 2018-042
GeoTec-GS, a.s, Chmelová 2920/6, 106 00 Praha 10		Datum: 02/2019
Stavba: Elektrizace a zkapacitnění trati Šumperk - Libina (mimo)		
SO 15-16-01, Žst. Nový Malín, železniční spodek		
ÚČELOVÝ GEOTECHNICKÝ PROFIL		Příloha č. 1.2

ÚČELOVÝ PODÉLNÝ GEOTECHNICKÝ PROFIL

staničení (km)

stanice a zastávky

ZÚ km 38,926

KÚ km 43,362

směr ➡ Šumperk

morfologie trati

umělé stavby

typ ZKPP

typ technického opatření

rozdělení úseku na kvazibloky

úprava nivelety (mm)

vzdálenost mezi sondami (m)

nulová úroveň sondy je v úrovni stávající
úložné plochy pražců

staničení sond (km)

Tvar koleje

báze nového štěrkového lože

min. tloušťka štěrkodrti frakce 0/32 - 0,15 m

hloubka promrzání 0,78 m

* podle ČSN 72 1002

** podle ČSN 73 1001

zatřídění zemin v úrovni zat.zk. nebo zemní pláně *
změřený modul přetvárnosti Eo (MPa)
opravný součinitel Z
redukováný (návrhový) modul přetvárnosti Eor (MPa)

	G3 G-F	F4 CS	F6 CL	S5 SC	F6 CL	G3 G-F	S3 S-F	G2 GP	F6 CL	F4 CS		F6 CL	F4 CS		F6 CL	F4 CS		G3 G-F	G3 G-F	G3 G-F	F6 CL	G3 G-F	F3 MS	F3 MS	F6 CL				
	26	10	14	11	19		55	78	19	17		13	13		19			24	23	17	17	28	36	18	17				
	1,0	1,0	0,6	0,9	0,6		0,9	1,0	0,6	0,8		0,6	0,8		0,6			1,0	1,0	1,0	0,6	1,0	0,8	0,8	0,6				
	26	10	8	10	11		49	78	11	14		8	11		11			24	23	17	10	28	29	14	10				

kvalita do hloubky: roste																														
konstantní																														
klesá																														

vodní režim lc nad 1,0 - příznivý																														
0,7 < lc < 1,0 - nepříznivý																														
lc < 0,7 - velmi nepříznivý																														

namrzavost: nenamrzavá																														
mírně namrzavá - namrzavá																														
nebezpečně namrzavá																														

přípustná hloubka promrzání zemní pláně (m)

minimální tloušťka štěrkodrti s ohledem na promrzání (m)

při mrazovém indexu Imn = 500 °C . den

Legenda : - umělé stavby :

- morfologie trati :

most

v úrovni okolního terénu

úroveň zatěž.zkoušky

propustek

násep

hladina podzemní vody nebo zvodnělá poloha

silniční nadjezd

odřez

výron vody v pražcovém podloží

nástupišťe

zářez

přejezd

vodní režim :

P příznivý

NE nepříznivý

VN velmi nepříznivý

namrzavost :

Ne nenamrzavá

Na namrzavá

NN nebezpečně namrzavá

- materiály konstrukčních vrstev :

ŠL čisté a slabě znečištěné

ŠL silně znečištěné

GT stávající geotextilie

šp štěrkopísek

šdt štěrkodrt

štět štět

škv škvára

kam kameny

KR kamenná rovnanina

- zeminy tělesa :

G1 štěrk dobře zrněný

G3 štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

G4 štěrk hlinitý

G5 štěrk jílovitý

S3 písek s příměsí jemnozrnné zeminy

S4 písek hlinitý

S5 písek jílovitý

F2 jíl štěrkovitý

F3 hlína písčitá

F4 jíl písčitý

F5 hlína s nízkou a střední plasticitou

F6 jíl s nízkou a střední plasticitou

F8 jíl s vysokou plasticitou

GeoTec GS®

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

Stavba: Elektrizace a zkapacitnění trati Šumperk - Libina (mimo)

SO 16-16-01, Nový Malín - Šumperk, železniční spodek

ÚČELOVÝ GEOTECHNICKÝ PROFIL

Zak. č. 2018-042

Datum: 02/2019

Příloha č. 1.3

Příloha 2

Posouzení pražcového podloží na únosnost a promrzání

Konstrukce pražcového podloží - typ konstrukce 3.1

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]	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	450	
Tloušťka štěrkového lože včetně výšky pražce h_k	[m]	0,55	
Materiál 1. konstrukční vrstvy štěrkodrt' frakce 0/32 mm	mocnost vrstvy	[m]	0,15
Součinitel tepelné vodivosti štěrkodrti - SŽDC S4, příl. 7, tab. 1- λ_{sd}	$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$	2,00	
Namrzavost zemin v podloží			příznivý
Vodní režim			namrzavé
Dovolená tloušťka promrzání - dle příl. 7, předpisu SŽDC S4, tab. 2 - h_{zdov}	[m]	0,60	
a) posouzení na únosnost			
Vypočtená data			
štěrkovité zeminy	reduk. modul přetvárnosti zemní pláně - E_{or} [MPa]	30,00	
I. vrstva - štěrkodrt' frakce 0 - 32 mm - minimální mocnost vrstvy [m] - $I_D = 0,95$		0,15	
Výpočet koeficientů k_1 a k_2	$k_1 = \frac{E_{o1}}{E_1} = \frac{30}{80}$ $k_2 = \frac{h_1}{D} = \frac{0,15}{0,30}$	$k_1 = 0,38$	
		$k_2 = 0,50$	
Koeficient k_3 z nomogramu příl. 6 předpisu SŽDC S4		$k_3 = 0,53$	
Modul přetvárnosti na pláni tělesa žel. spodk $E_{e1} = k_3 \cdot E_1 = 0,53 \cdot 80$		$E_{e1} = 42,4$	
$E_{Pzs} \geq E_{e1}$ 42 > 40			
Z hlediska únosnosti navržená konstrukce vyhovuje			
b) posouzení na promrzání			
Vypočtená data			
Hloubka promrzání pražcového podloží	$h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \sqrt{450}$	$h_{pr} = 0,96$	m
Nutná tloušťka vrstvy štěrkopísku	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{zdov} = 0,96 - 0,55 - 0,60$	$h_{sp} = -0,19$	m
Tepelný odpor navržené konstrukce	$R_{kce} = \sum \frac{h_i}{\lambda_i}$ $R_{kce} = \frac{0,15}{2,00}$	$R_{kce} = 0,075$	m^2KW^{-1}
Náhradní tloušťka štěrkopísku	$h_{nsp} = \lambda_{sp} \sum \frac{h_i}{\lambda_i} = 2,3 \frac{0,15}{2,00}$	$h_{nsp} = 0,17$	m
Skutečná hloubka promrzání zemní pláně	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{nsp} = 0,96 - 0,55 - 0,17$	$h_{Zskut} = 0,24$	m
$h_{zdov} \geq h_{Zskut}$ 0,60 > 0,24			
Z hlediska promrzání navržená konstrukce vyhovuje			

Posouzení pražcového podloží na únosnost a promrzání

Konstrukce pražcového podloží - typ konstrukce 3.2

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

3

Vstupní data			
Modul přetvárnosti na zemní pláni požadovaný E_o	[MPa]	20	
Modul přetvárnosti na pláni spodku požadovaný E_{e1}	[MPa]	40	
Modul přetvárnosti 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	450	
Tloušťka štěrkového lože včetně výšky pražce h_k	[m]	0,55	
Součinitel tepelné vodivosti štěrkodrti - SŽDC S4, příl. 7, tab. 1- λ_{sd}	$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$	2,00	
Namrzavost zemin v podloží			příznivý
Vodní režim			namrzavé
Dovolená tloušťka promrzání - dle příl. 7, předpisu SŽDC S4, tab. 2 - h_{zdov}	[m]	0,60	
a) posouzení na únosnost			
Vypočtená data			
štěrkovité zeminy	reduk. modul přetvárnosti zemní pláň - E_{or} [MPa] min.	20,00	
Tloušťka vrstvy stanovena z nomogramu v příloze č. 6			
I. vrstva - štěrkodrt' frakce 0 - 32 mm - minimální mocnost vrstvy [m] - $I_D = 0,95$			0,20
$E_{pzs} \geq E_{e1} \quad 40 = 40$			
Z hlediska únosnosti navržená konstrukce vyhovuje			
b) posouzení na promrzání			
Vypočtená data			
Hloubka promrzání pražcového podloží	$h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \sqrt{450}$	$h_{pr} = 0,96$	m
Nutná tloušťka vrstvy štěrkopísku	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{zdov} = 0,96 - 0,55 - 0,60$	$h_{sp} = -0,19$	m
Tepelný odpor navržené konstrukce	$R_{kce} = \sum \frac{h_i}{\lambda_i} \quad R_{kce} = \frac{0,20}{2,00}$	$R_{kce} = 0,100$	m^2KW^{-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 pláň	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{nsp} = 0,96 - 0,55 - 0,23$	$h_{zskut} = 0,18$	m
$h_{zdov} \geq h_{zskut} \quad 0,60 > 0,18$			
Z hlediska promrzání navržená konstrukce vyhovuje			

Posouzení pražcového podloží na únosnost a promrzání

Konstrukce pražcového podloží - typ konstrukce 6.1

Celostátní trať, $v < 120 \text{ kmh}^{-1}$ 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	450	
Tloušťka štěrkového lože včetně výšky pražce h_k	[m]	0,55	
Materiál 1. konstrukční vrstvy štěrkodrt' frakce 0/32 mm	mocnost vrstvy	[m]	0,35
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	velmi 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 hydraulickým pojivem - mocnost 0,42 m po ztuhnutí	modul přetvárnosti zlepšené zemní pláň - E_o [MPa]	40	
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	$k_1 = \frac{E_{o1}}{E_1} = \frac{40}{80}$	$k_2 = \frac{h_1}{D} = \frac{0,35}{0,30}$	$k_1 = 0,50$
			$k_2 = 1,17$
Koeficient k_3 z nomogramu příl. 6 předpisu SŽDC S4			$k_3 = 0,82$
Modul přetvárnosti na pláni tělesa žel. spodk $E_{e1} = k_3 \cdot E_1 = 0,82 \cdot 80$			$E_{e1} = 65,6$
$E_{pzs} \geq E_{e1} \quad 66 > 40$			
Z hlediska únosnosti navržená konstrukce vyhovuje			
b) posouzení na promrzání			
Vypočtená data			
Hloubka promrzání pražcového podloží	$h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \sqrt{450}$	$h_{pr} = 0,96$	m
Nutná tloušťka vrstvy štěrkopísku	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{zdov} = 0,96 - 0,55 - 0,15$	$h_{sp} = 0,26$	m
Tepelný odpor navržené konstrukce	$R_{kce} = \sum \frac{h_i}{\lambda_i} \quad R_{kce} = \frac{0,35}{2,00} + \frac{0,42}{1,50}$	$R_{kce} = 0,455$	m^2KW^{-1}
Náhradní tloušťka štěrkopísku	$h_{nsp} = \lambda_{sp} \sum \frac{h_i}{\lambda_i} = 2,3 \cdot \left(\frac{0,35}{2,00} + \frac{0,42}{1,50} \right)$	$h_{nsp} = 1,05$	m
Skutečná hloubka promrzání zemní pláň	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{nsp} = 0,96 - 0,55 - 1,05$	$h_{Zskut} = -0,64$	m
Hloubka promrzání zlepšené vrstvy	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{kv} = 0,96 - 0,55 - 0,40$	$h_{Zskut} = 0,01$	m
$h_{zdov} \geq h_{Zskut} \quad 0,15 > -0,64$			
$h_{zlep} \geq h_{skut, zlep} \quad 0,14 > 0,01$			
Z hlediska promrzání navržená konstrukce vyhovuje			

Posouzení pražcového podloží na únosnost a promrzání

Zesílená konstrukce pražcového podloží - typ konstrukce 4.1

Celostátní trať pro $v \geq 120 \text{ kmh}^{-1}$, 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]	80	
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	450	
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}	$Wm^{-1}K^{-1}$	2,10	
Stabilizovaná zemina (drt' s cementem)	mocnost vrstvy [m]	0,35	
Součinitel tepelné vodivosti štěrkodrti - SŽDC S4, příl. 7, tab. 1- λ_{sd}	$Wm^{-1}K^{-1}$	1,75	
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 - zeminy stabilizované cementem - modul přetvárnosti zlepšené zemní pláně - E_o [MPa]	80
mocnost 0,30 m po zhutnění	minimální hodnota dle SŽDC O-13
I. vrstva - štěrkodrt' frakce 0 - 32 mm - mocnost vrstvy [m] - $I_D = 0,95$	0,20
Výpočet koeficientů k_1 a k_2	$k_1 = \frac{E_{o1}}{E_1} = \frac{80}{80}$ $k_2 = \frac{h_1}{D} = \frac{0,20}{0,30}$
	$k_1 = 1,00$
	$k_2 = 0,67$
Koeficient k_3 z nomogramu příl. 6 předpisu SŽDC S4	$k_3 = 1$
Modul přetvárnosti na pláni tělesa žel. spodk $E_{e1} = k_3 \cdot E_1 = 1,00 \cdot 80$	$E_{e1} = 80,0$
$E_{Pzs} \geq E_{e1}$ 80 > 80	

Z hlediska únosnosti navržená konstrukce vyhovuje

b) posouzení na promrzání

Vypočtená data

Hloubka promrzání pražcového podloží	$h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \sqrt{450}$	$h_{pr} = 0,96$	m
Nutná tloušťka vrstvy štěrkopísku	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{zdov} = 0,96 - 0,55 - 0,15$	$h_{sp} = 0,26$	m
Tepelný odpor navržené konstrukce	$R_{kce} = \sum \frac{h_i}{\lambda_i} = \frac{0,20}{2,10} + \frac{0,35}{1,75}$	$R_{kce} = 0,295$	m^2KW^{-1}
Náhradní tloušťka štěrkopísku	$h_{nsp} = \lambda_{sp} \sum \frac{h_i}{\lambda_i} = 2,3 \cdot \left(\frac{0,20}{2,10} + \frac{0,35}{1,75} \right)$	$h_{nsp} = 0,68$	m
Skutečná hloubka promrzání zemní pláně	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{nsp} = 0,96 - 0,55 - 0,68$	$h_{zskut} = -0,27$	m
$h_{zdov} \geq h_{zskut}$ 0,15 > -0,27			

Z hlediska promrzání navržená konstrukce vyhovuje