

"ELEKTRIZACE A ZKAPACITNĚNÍ
TRATI LIBINA - UNIČOV "

B.14.1

**GEOTECHNICKÝ PRŮZKUM A NÁVRH KONSTRUKCE
PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ**

Část F

Návrh konstrukce pražcového podloží

únor 2019

2018 - 043

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: Libina - Uničov, průzkum PS

Zakázkové číslo zhotovitele: 2018 - 043

Úkol / název úkolu: **"Elektrizace a zkapacitnění trati Libina - Uničov (mimo)"**
B.14.1 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	4
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	7
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. Libina (včetně) - Uničov (mimo)
Kraj:	Olomoucký
Okres:	Olomouc
Katastrální území:	Libina, Troubelice, Uničov
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 Libina - Uničov určeny následovně:

- $80 \text{ kmh}^{-1} \leq v < 120 \text{ kmh}^{-1}$: traťové, hlavní a předjízdne staniční koleje
- zemní pláň $E_0 = 20 \text{ MPa}$
 - pláň spodku $E_{e1} = 40 \text{ MPa}$

- 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:

- $80 \text{ kmh}^{-1} \leq v < 120 \text{ kmh}^{-1}$: - pláň spodku $E_{e1} = 60 \text{ MPa}$
 $v < 80 \text{ kmh}^{-1}$: - pláň spodku $E_{e1} = 50 \text{ MPa}$

Stanovení traťové rychlosti (pro V_{130}) a moduly E_{def} na konstrukčních vrstvách

Staničení		Délka úseku [km]	Rychlost [km/h]	E_{def} [MPa]	
Od [km]	Do [km]			zemní pláň	PTŽS
15,368	21,331	5,963	100	20	40
21,331	21,998	0,667	80	20	40
21,998	22,403	0,405	90	20	40
22,403	25,878	3,475	100	20	40
25,878	26,762	0,884	85	20	40

Staničení		Délka úseku [km]	Rychlost [km/h]	E_{def} [MPa]	
Od [km]	Do [km]			zemní plán	PTŽS
26,762	29,169	2,407	80	20	40

Klimatické podmínky jsou charakterizovány indexem mrazu $I_{\text{mn}} = 400^{\circ}\text{C}.\text{den}$ (dle přílohy 7, předpisu SŽDC S4) s hloubkou promrznání 0,90 m pro úsek Uničov - Troubelice, resp. $I_{\text{mn}} = 500^{\circ}\text{C}.\text{den}$ (dle přílohy 7, předpisu SŽDC S4) pro úsek Troubelice - Libina s hloubkou promrznání 1,01 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 10-16-01, Uničov - Troubelice, železniční spodek								
1	15,367 - 18,890	1	3 523	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.2	štd 0,30 m
SO 11-16-01, Žst. Troubelice, železniční spodek								
2	18,890 - 19,692	1	731	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.1	štd 0,35 m
3	18,930 - 19,650	2	720	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.1	štd 0,35 m
4	19,340 - 19,530	3	190	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.1	
5	19,450 - 19,530	4	80	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.1	
SO 12-16-01, Troubelice - Libina, železniční spodek								
6	19,692 - 21,200	1	1 508	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.1	
7	21,200 - 22,700		1 500	příznivý	namrzavá	30	3.1	
8	22,700 - 22,900		200	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.1	
9	22,900 - 23,100		200	příznivý	namrzavá	30	3.1	
10	23,100 - 23,700		600	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.1	
11	23,700 - 24,600		900	příznivý	namrzavá	30	3.1	
12	24,600 - 24,800		200	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.1	
13	24,800 - 25,100		300	příznivý	namrzavá	30	3.1	
14	25,100 - 25,400		300	nepříznivý	neb. namrzavá	10	6.1	
15	25,400 - 27,100		1 700	příznivý	namrzavá	30	3.1	
16	27,100 - 27,300	1	200	příznivý	namrzavá	30	3.2	

Číslo bloku	Staničení (km) od - do	Kolej č.	Délka (m)	Vodní režim	Namrzavost	E_{ormin} (MPa)	Typ KPP	Poznámka
17	27,300 - 28,623		1 323	příznivý	namrzavá	30	3.1	
SO 13-16-01, Žst. Libina, železniční spodek								
18	28,623 - 29,169	1	546	příznivý	namrzavá	30	3.1	
19	28,650 - 29,135	3	485	příznivý	namrzavá	30	3.1	
20	28,705 - 28,820	5	115	příznivý	namrzavá	30	3.1	

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} .

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

Hodnota modulu přetvárnosti u stabilizované zeminy (mísené v centru) je v souladu s doporučením uvedeným v dopisu č.j. 43136/2016-SŽDC-O13 stanovena na hodnotu $E_{stab} = 80 \text{ MPa}$. Zhotovitel předloží recepturu směsi, kterou prokáže pevnost v prostém tlaku směsi min. $4,0 \text{ MPa}$, odolnost proti mrazu a vodě min. $5,0 \text{ MPa}$ při 10 zmrazovacích cyklech při -15°C .

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
 - separační geotextilie
 - přehutněná zemní pláň
- $E_{pl} = 43 \text{ MPa}$
 $E_{or} \geq 30 \text{ MPa}$

Typ 3.2

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

Typ 6.1

- štěrk 32/63 tloušťka 350 mm
- štěrkodrt' 0/32 mm, tloušťka 350 mm
- zlepšená zemní pláň o mocnosti 420 mm po zhutnění

$$E_{pl} = 66 \text{ MPa}$$

$$E_{pl} = \min. 40 \text{ MPa}$$

$$E_{or} \leq 15 \text{ MPa}$$

Typ 6.2

- štěrk 32/63 tloušťka 350 mm
- štěrkodrt' 0/32 mm, tloušťka 300 mm
- zlepšená zemní pláň o mocnosti 420 mm po zhutnění

$$E_{pl} = 62 \text{ MPa}$$

$$E_{pl} = \min. 40 \text{ MPa}$$

$$E_{or} \leq 15 \text{ MPa}$$

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

Použití jednotlivých typů konstrukce pražcového podloží:

- Typ 3.1 - traťové, hlavní a předjízdne staniční koleje, zemní pláň tvořena hrubozrnnými zeminami, redukovaný modul přetvárnosti $E_{or} \geq 30 \text{ MPa}$.
- Typ 3.2 - ostatní staniční koleje, zemní pláň tvořena hrubozrnnými zeminami, redukovaný modul přetvárnosti $E_{or} \geq 20 \text{ MPa}$.
- Typ 6.1 a 6.2 - traťové, hlavní, předjízdne a ostatní staniční koleje, zemní pláň tvořena jemnozrnnými zeminami, redukovaný modul přetvárnosti $E_{or} \leq 15 \text{ MPa}$.

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 provedených zkoušek lze konstatovat, že zlepšené zeminy budou převážně nenamrzavé. Navrženy jsou dvě konstrukce typu 6 z důvodu minimalizace promrzání zlepšené vrstvy.

2.3.2. Zesílená konstrukce pražcového podloží

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. 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 Z4.1a** - 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
- štěrkodrt' stabilizovaná cementem, tloušťka 300 mm
- přehutněná zemní pláň

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

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

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

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 pásích se sousední pásy musí překrývat min. 0,20 m. Pro zlepšování zemin je uvažováno s užitím směsného pojiva cement: vápno v poměru 7:3 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 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.**

Výztužná geomříž musí být v souladu s čl. 30 přílohy 11 předpisu SŽDC S4 řádně napnuta a kotvena skobami z betonářské oceli.

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 Libina - Uničov, včetně staničních kolejí v žst. Libina a Troubelice.

PŘÍLOHOVÁ ČÁST

OBSAH:

Příloha č. 1 Účelový geotechnický profil

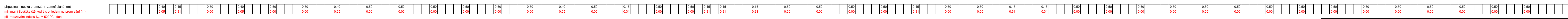
Příloha č. 2 Návrh konstrukce pražcového podloží - výpočty

Název zakázky:	Libina - Uničov, průzkum PS		
Číslo zakázky:	2018 - 043	Objednatel:	MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.
Datum:	02 / 2019	Zpracoval:	Ing. Antonín Kropáček
Počet stran:	10	Schválil:	Mgr. Filip Dudík

stanice a zastávky

ZÚ km19,692

KÚ km 28,624



- | | | |
|---------------------------------|--------------------------|--|
| řekles :
řek dobře změřný | S4 pisek hlinitý | F5 hlina s nízkou a střední plasticitou |
| řek s příměsí jemnozrnné zeminy | S5 pisek jílovitý | F6 jí s nízkou a střední plasticitou |
| řek hlinitý | F2 jí štěrkovitý | F8 jí s vysokou plasticitou |
| řek jílovitý | F3 hlina písčité | R skalní podloží |
| řek s příměsí jemnozrnné zeminy | F4 jí písčité | |

	Zak. č. 2018-043
GeoTec-GS, s.s., Chmelova 2920/6, 106 00 Praha 10	Datum: 02/2019
Stavba: Elektrizace a zkapacitnění trati Libina - Uničov (mimo)	
SO 12-16-01, Troubelice - Libina, železniční spodek	
ÚČELOVÝ GEOTECHNICKÝ PROFIL	Příloha č. 1.3

ÚČELOVÝ PODÉLNÝ GEOTECHNICKÝ PROFIL

staničení (km)

stanice a zastávky

morfologie trati

umělé stavby

typZKPP

typ technického opatření

rozdělení úseku na kvazibloky

úprava nívelety (mm)

vzdálenost mezi sondami (m)

nulová úroveň sondy je v úrovni stávající
úložné plochy pražců

staničení sond (km)

Tvar koleje

báze nového štěrkového lože

báze konstrukční vrstvy - štěrkodrti frakce 0/32

báze zlepšené zeminy

* podle ČSN 72 1002

** podle ČSN 73 1001

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

			R4	G3 G-F					G3 G-F			
			-	65					20			
			-	1,0					1,0			
			35	65					20			

kvalita do hloubky: roste												
konstantní												
klesá												

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

namrzavost: nenamrzavá												
mírně namrzavá - namrzavá												
nebezpečně namrzavá												

přípustná hloubka promrzání zemní pláňě (m)

minimální tloušťka štěrkodrti s ohledem na promrzání (m)

při mrázovém indexu I_{mn} = 350 °C . den

Legenda : - umělé stavby :

most

propustek

silniční nadjezd

nástupišťě

přejezd

- morfologie trati :

v úrovni okolního terénu

násep

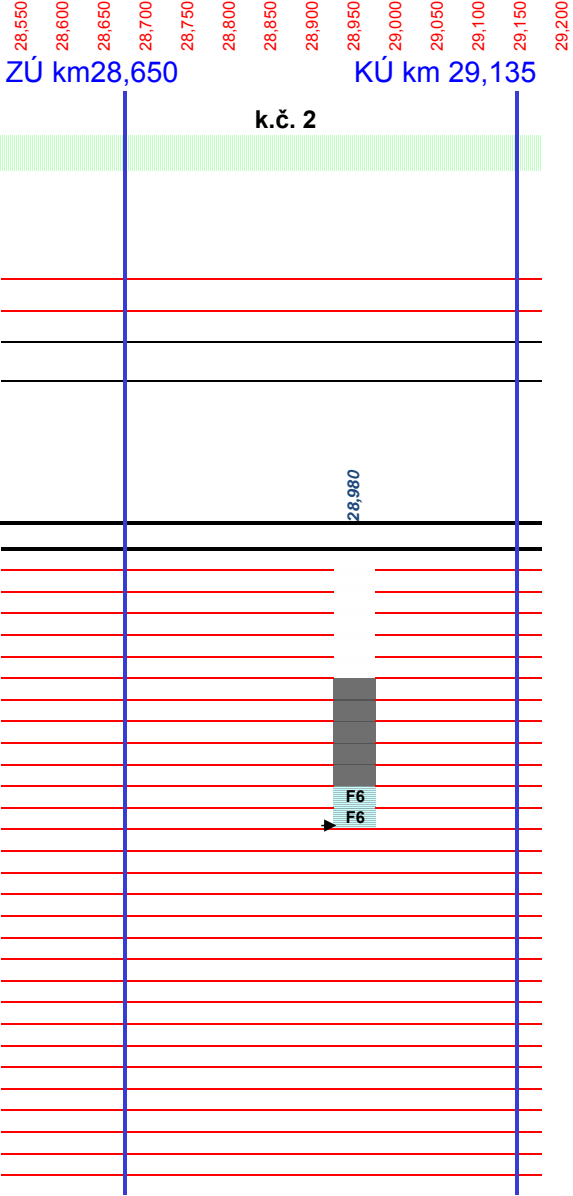
odřez

zářez

úroveň zatěž.zkoušky

hladina podzemní vody nebo zvodnělá poloha

výron vody v pražcovém podloží



- materiály konstrukčních vrstev :

ŠL čisté a slabě znečištěné

ŠL silně znečištěné

šp štěrkopísek

šdt štěrkodrt'

štět štět

kam kameny

- zeminy tělesa :

G3 štěrk s příměsí jemnozrné zeminy

G4 štěrk hlinitý

G5 štěrk jílovitý

F2 jíl písčitý

F3 hlína písčitá

F4 jíl písčitý

škv škvára

KR kamenná rovnanina

GT stávající geotextilie

vodní režim :

P příznivý

NE nepříznivý

VN velmi nepříznivý

namrzavost :

Ne nenamrzavá

Na namrzavá

NN nebezpečně namrzavá

GeoTec GS®

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

Zak. č. 2018-043

Datum: 02/2019

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

SO 13-16-01, Žst. Libina, železniční spodek

ÚČELOVÝ GEOTECHNICKÝ PROFIL

Příloha č. 1.4

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	500	
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			namrzavé
Vodní režim			příznivý
Dovolená tloušťka promrzání - dle příl. 7, předpisu SŽDC S4, tab. 2 h_{zdov}	[m]	0,50	
a) posouzení na únosnost			
Vypočtená data			
štěrkovité zemin	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		$k_3 =$	0,54
Modul přetvárnosti na pláni tělesa žel. spodk $E_{e1} = k_3 \cdot E_1 = 0,54 \cdot 80$		$E_{e1} =$	43,2
$E_{pzs} \geq E_{e1} \quad 43 > 40$			
Z hlediska únosnosti navržená konstrukce vyhovuje			
b) posouzení na promrzání			
Vypočtená data			
Hloubka promrzání pražcového podloží	$h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \cdot \sqrt{500}$	$h_{pr} =$	1,01 m
Nutná tloušťka vrstvy štěrkopísku	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{zdov} = 1,01 - 0,55 - 0,50$	$h_{sp} =$	-0,04 m
Tepelný odpor navržené konstrukce	$R_{kce} = \sum \frac{h_i}{\lambda_i} \quad R_{kce} = \frac{0,15}{2,00}$	$R_{kce} =$	0,075 m^2KW^{-1}
Náhradní tloušťka štěrkopísku	$h_{nsp} = \lambda_{sp} \sum \frac{h_i}{\lambda_i} = 2,3 \cdot \frac{0,15}{2,00}$	$h_{nsp} =$	0,17 m
Skutečná hloubka promrzání zemní pláně $h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{nsp} = 1,01 - 0,55 - 0,17$		$h_{zskut} =$	0,29 m
$h_{zdov} \geq h_{zskut} \quad 0,50 > 0,29$			
Z hlediska promrzání navržená konstrukce vyhovuje			

Příloha 2

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 - šterkodrt' frakce 0/32 mm E_{def} při $I_D = 0,95$	[MPa]	80	
Mrazový index - dle příl. 7, předpisu SŽDC S4 - t_{mn}	°Cden	500	
Tloušťka šterkového lože včetně výšky pražce h_k	[m]	0,55	
Součinitel tepelné vodivosti šterkodrti - SŽDC S4, příl. 7, tab. 1 λ_{sd}	$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$	2,00	
Namrzavost zemin v podloží			namrzavé
Vodní režim			příznivý
Dovolená tloušťka promrzání - dle příl. 7, předpisu SŽDC S4, tab. 2 h_{zdov}	[m]	0,50	
a) posouzení na únosnost			
Vypočtená data			
šterkovité zeminy	reduk. modul přetvárnosti zemní pláně E_{or} [MPa] min.	20,00	
Tloušťka vrstvy stanovena z nomogramu v příloze č. 6			
I. vrstva - šterkodrt' frakce 0 - 32 mm - minimální mocnost vrstvy [m] - $I_D = 0,95$			0,30
$E_{Pzs} \geq E_{e1} \quad 50 = 40$			
Z hlediska únosnosti navržená konstrukce vyhovuje			
b) posouzení na promrzání			
Vypočtená data			
Hloubka promrzání pražcového podloží	$h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \cdot \sqrt{500}$	$h_{pr} = 1,01$	m
Nutná tloušťka vrstvy šterkopísku	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{zdov} = 1,01 - 0,55 - 0,50$	$h_{sp} = -0,04$	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 šterkopísku	$h_{nsp} = \lambda_{sp} \sum \frac{h_i}{\lambda_i} = 2,3 \cdot \frac{0,20}{2,00}$	$h_{nsp} = 0,23$	m
Skutečná hloubka promrzání zemní pláně	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{nsp} = 1,01 - 0,55 - 0,23$	$h_{zskut} = 0,23$	m
$h_{zdov} \geq h_{zskut} \quad 0,50 > 0,23$			
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]	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_{m}	°Cden	500	
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}	$Wm^{-1}K^{-1}$	2,00	
Zlepšená zemní pláň hydraulickými pojivy	mocnost vrstvy	[m]	0,42
Součinitel tepelné vodivosti štěrkodrti - SŽDC S4, příl. 7, tab. 1- λ_{sd}	$Wm^{-1}K^{-1}$	1,50	
Namrzavost zemin v podloží	po úpravě nenamrzavé		
Vodní režim	nepříznivý		
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 zhuštění	minimální hodnota dle SŽDC S4		
I. vrstva - štěrkodrt' frakce 0 - 32 mm - minimální mocnost vrstvy [m] - $b = 0,90$			
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	$h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \cdot \sqrt{500}$	$h_{pr} = 1,01$	m
Nutná tloušťka vrstvy štěrkopísku	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{zdov} = 1,01 - 0,55 - 0,15$	$h_{sp} = 0,31$	m
Tepelný odpor navržené konstrukce	$R_{kce} = \sum \frac{h_i}{\lambda_i} \quad R_{kce} = \frac{0,35}{2,00}$	$R_{kce} = 0,175$	m^2KW^{-1}
Náhradní tloušťka štěrkopísku	$h_{nsp} = \lambda_{sp} \sum \frac{h_i}{\lambda_i} = 2,3 \cdot \frac{0,35}{2,00}$	$h_{nsp} = 0,40$	m
Skutečná hloubka promrzání zemní pláň	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{nsp} = 1,01 - 0,55 - 0,40$	$h_{zskut} = 0,06$	m
Hloubka promrzání zlepšené vrstvy	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{kv} = 1,01 - 0,55 - 0,40$	$h_{zskut} = 0,06$	m
$h_{zdov} \geq h_{zskut} \quad 0,15 > 0,06$			
$h_{zlep} \geq h_{skut, zlep} \quad 0,14 > 0,06$			
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]	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	400	
Tloušťka štěrkového lože včetně výšky pražce h_k	[m]	0,55	
Materiál 1. konstrukční vrstvy štěrkodrt' frakce 0/32 mm	mocnost vrstvy [m]	0,30	
Součinitel tepelné vodivosti štěrkodrti - 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 štěrkodrti - SŽDC S4, příl. 7, tab. 1- λ_{sd}	$Wm^{-1}K^{-1}$	1,50	
Namrzavost zemin v podloží	po úpravě nenamrzavé		
Vodní režim	nepříznivý		
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] - $b = 0,90$		0,30	
Výpočet koeficientů k_1 a k_2	$k_1 = \frac{E_{o1}}{E_1} = \frac{40}{80}$ $k_2 = \frac{h_1}{D} = \frac{0,30}{0,30}$	$k_1 = 0,50$	
		$k_2 = 1,00$	
Koeficient k_3 z nomogramu příl. 6 předpisu SŽDC S4		$k_3 = 0,78$	
Modul přetvárnosti na pláni tělesa žel. spodk $E_{e1} = k_3 \cdot E_1 = 0,78 \cdot 80$		$E_{e1} = 62,4$	
$E_{pzs} \geq E_{e1}$ 62 > 40			
Z hlediska únosnosti navržená konstrukce vyhovuje			
b) posouzení na promrzání			
Vypočtená data			
Hloubka promrzání pražcového podloží	$h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \cdot \sqrt{400}$	$h_{pr} = 0,90$	m
Nutná tloušťka vrstvy štěrkopísku	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{zdov} = 0,90 - 0,55 - 0,15$	$h_{sp} = 0,20$	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 štěrkopísku	$h_{nsp} = \lambda_{sp} \sum \frac{h_i}{\lambda_i} = 2,3 \cdot \frac{0,30}{2,00}$	$h_{nsp} = 0,35$	m
Skutečná hloubka promrzání zemní pláně	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{nsp} = 0,90 - 0,55 - 0,35$	$h_{zskut} = 0,01$	m
Hloubka promrzání zlepšené vrstvy	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{kv} = 0,90 - 0,55 - 0,35$	$h_{zskut} = 0,01$	m
$h_{zdov} \geq h_{zskut}$ 0,15 > 0,01			
$h_{zlep} \geq h_{skut, zlep}$ 0,14 > 0,01			
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 $v \leq 120 \text{ km h}^{-1}$, 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]	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_{m}	°C den	500
Tloušťka šterkového 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 šterkodrti - SŽDC S4, příl. 7, tab. 1 λ_{sd}	$\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$	2,10
Stabilizovaná zemina (drt' s cementem)	mocnost vrstvy [m]	0,30
Součinitel tepelné vodivosti šterkodrti - SŽDC S4, příl. 7, tab. 1 λ_{sd}	$\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$	1,75
Namrzavost zemin v podloží	nebezpečně namrzavé	
Vodní režim	nepříznivý	
Dovolená tloušťka promrzání - dle příl. 7, předpisu SŽDC S4, tab. 2 h_{zdov}	[m]	0,15

a) posouzení na únosnost

Vypočtená data

materiál zemní pláne - zeminy stabilizované cementem modul přetvárnosti zlepšené zemní pláne E_o [MPa]	80
mocnost 0,30 m po zhuštění	minimální hodnota dle SŽDC O-13
I. vrstva - šterkodrt' frakce 0 - 32 mm - mocnost vrstvy [m] - $I_D = 0,95$	0,35
Výpočet koeficientů k_1 a k_2	$k_1 = \frac{E_{o1}}{E_1} = \frac{80}{80}$ $k_2 = \frac{h_1}{D} = \frac{0,35}{0,30}$
Koeficient k_3 z nomogramu příl. 6 předpisu SŽDC S4	$k_3 = 1$
Modul přetvárnosti na pláni tělesa žel. spodt $E_{e1} = k_3 \cdot E_1 = 1,00 \cdot 80$	$E_{e1} = 80,0$
$E_{Pzs} \geq E_{e1}$	$80 > 80$

Z hlediska únosnosti navržená konstrukce vyhovuje

b) posouzení na promrzání

Vypočtená data

Hloubka promrzání pražcového podloží	$h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \cdot \sqrt{500}$	$h_{pr} = 1,01$	m
Nutná tloušťka vrstvy šterkopísku	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{zdov} = 1,01 - 0,55 - 0,15$	$h_{sp} = 0,31$	m
Tepelný odpor navržené konstrukce	$R_{kce} = \sum \frac{h_i}{\lambda_i} = \frac{0,35}{2,10} + \frac{0,30}{1,75}$	$R_{kce} = 0,338$	$\text{m}^2 \text{KW}^{-1}$
Náhradní tloušťka šterkopísku	$h_{nsp} = \lambda_{sp} \sum \frac{h_i}{\lambda_i} = 2,3 \cdot \left(\frac{0,35}{2,10} + \frac{0,30}{1,75} \right)$	$h_{nsp} = 0,78$	m
Skutečná hloubka promrzání zemní pláne	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{nsp} = 1,01 - 0,55 - 0,78$	$h_{zskut} = -0,32$	m
$h_{zdov} \geq h_{zskut}$	$0,15 > -0,32$		

Z hlediska promrzání navržená konstrukce vyhovuje

Příloha 2

Posouzení pražcového podloží na únosnost a promrzání

Zesílená konstrukce pražcového podloží - typ konstrukce 4.2

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

2

Vstupní data		
Modul přetvárnosti na zemní pláni požadovaný E_o	[MPa]	20
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_{m}	°Cden	500
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	nebezpečně namrzavé	
Vodní režim	nepříznivý	
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 zhuštění	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	$k_1 = \frac{E_{o1}}{E_1} = \frac{80}{80}$ $k_2 = \frac{h_1}{D} = \frac{0,20}{0,30}$
Koeficient k_3 z nomogramu příl. 6 předpisu SŽDC S4	$k_3 = 1$
Modul přetvárnosti na pláni tělesa žel. spodt $E_{e1} = k_3 \cdot E_1 = 1,00 \cdot 80$	$E_{e1} = 80,0$
$E_{Pzs} \geq E_{e1}$	$80 > 80$

Z hlediska únosnosti navržená konstrukce vyhovuje

b) posouzení na promrzání

Vypočtená data

Hloubka promrzání pražcového podloží	$h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \cdot \sqrt{500}$	$h_{pr} = 1,01$	m
Nutná tloušťka vrstvy štěrkopísku	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{zdov} = 1,01 - 0,55 - 0,15$	$h_{sp} = 0,31$	m
Tepelný odpor navržené konstrukce	$R_{kce} = \sum \frac{h_i}{\lambda_i} \quad R_{kce} = \frac{0,20}{2,10} + \frac{0,35}{1,75}$	$R_{kce} = 0,295$	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	$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{nsp} = 1,01 - 0,55 - 0,68$	$h_{zskut} = -0,22$	m
$h_{zdov} \geq h_{zskut}$	$0,15 > -0,22$		

Z hlediska promrzání navržená konstrukce vyhovuje