

„ELEKTRIZACE TRATI VČETNĚ PEÚ  
BRNO - ZASTÁVKA U BRNA, 1. ETAPA“

**SO 02-16-01**

**t.ú. Brno-Horní Heršpice - Střelice,  
železniční spodek**

**NÁVRH KONSTRUKCE  
PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ  
AKTUALIZACE 2019**

srpen 2019

2019 - 016

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: Brno - Zastávka u Brna, průzkum

Zakázkové číslo zhotovitele: 2019 - 016

Úkol / název úkolu: Na základě archivních podkladů vyhotovit návrh konstrukce pražcového podloží pro SO 02-16-01 v traťovém úseku Brno Horní Heršpice - Střelice

Název zprávy: Návrh konstrukce pražcového podloží - aktualizace 2019

Praha, srpen 2019

Zpracoval: Ing. Antonín Kropáček  
odpovědný řešitel

Schválil: Mgr. Filip Dudík  
ředitel společnosti

OBSAH:

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>3</b>
<b>2. NÁVRH KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ .....</b>	<b>4</b>
2.1. POUŽITÉ PODKLADY A NÁVRHOVÉ PARAMETRY .....	4
2.2. ROZDĚLENÍ ÚSEKU NA KVAZIHOMOGENNÍ CELKY .....	4
2.3. NÁVRH KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ .....	6
2.4. NÁVRH ZESÍLENÉ KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ .....	7
2.5. POŽADAVKY NA TECHNOLOGII PROVÁDĚNÍ PRACÍ .....	8
2.6. PROKÁZÁNÍ VLASTNOSTÍ MATERIÁLŮ A ZKOUŠENÍ .....	9
<b>3. ZÁVĚR.....</b>	<b>9</b>

**SAMOSTATNÉ PŘÍLOHY:**

Účelový geotechnický profil

Posouzení KPP na promrzání a únosnost

Schéma skladby konstrukce pražcového podloží

## 1. ÚVOD

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:	Brno-Zastávka u Brna, průzkum PS
Zakázkové číslo zhotovitele:	2012-045
Předmět:	Návrh konstrukce pražcového podloží v traťovém úseku Brno Horní Heršpice - Střelice.

## 2. NÁVRH KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ

Stavební objekt SO 02-16-01 t. ú. Brno-Horní Heršpice - Střelice, železniční spodek zahrnuje úsek v km 143,540 - 151,380. V části úseku, v místě zastávky Troubsko je navrženo zvýšení nivelety o cca 0,70 m, z důvodu zlepšení průjezdu silničních vozidel přes přilehlý přejezd.

V úsecích nových zastávek Brno-Starý Lískovec a Ostopovice bude rozšířeno stávající těleso.

### 2.1. POUŽITÉ PODKLADY A NÁVRHOVÉ PARAMETRY

Pro návrh konstrukce pražcového podloží SO 02-16-01 Brno-Horní Heršpice - Střelice byly využity výsledky následujících průzkumných prací:

- Elektrizace trati vč. PEÚ Brno-Zastávka u Brna, Doplnkový geotechnický průzkum pražcového podloží - GeoTec-GS, a.s., 2010

Návrh byl vypracován v souladu s následujícími předpisy:

- TKP staveb celostátních drah
- SŽDC-S4 Železniční spodek
- Vzorové listy železničního spodku

Parametry modulu přetvárnosti pro traťové koleje jsou v souladu s vyjádřením č. j. 16979/2012-0TH ze dne 3. 4. 2012, navrženy podle tabulky 1 přílohy 6 předpisu SŽDC S4 - Železniční spodek:

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

Pro návrh zesílené konstrukce pražcového podloží přejezdů a mostních objektů je hodnota modulu přetvárnosti stanovena podle přílohy 24 předpisu SŽDC S4 - Železniční spodek:

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

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

Návrhové parametry pro materiál konstrukčních vrstev je převzat z předpisu SŽDC S4 - Železniční spodek pro:

- štěrkodrt' frakce 0 - 32 mm -  $E_{sd} = 70 \text{ MPa}$  při  $I_D = 0,90$  (příl. 6, tab. 2)
- minerální směs frakce 0 - 32 mm -  $E_{ms} = 100 \text{ MPa}$  při  $I_D = 1,00$  (příl. 6, tab. 2)
- zlepšená zemina -  $E_0 = 40 \text{ MPa}$  na povrchu vrstvy (příl. 13, čl. 24)

Použité materiály musí splňovat technické požadavky stanovené předpisem SŽDC S4 - Železniční spodek pro:

- štěrkodrtě - příloha 14, čl. 8 (resp. příloha 17, čl. 7 pro recyklované štěrkodrtě)
- minerální směsi - příloha 14, čl. 31
- zlepšená zemina - příloha 13, čl. 24
- geomříž - příloha 11 a OTP Geosyntentické výrobky v tělese železničního spodku, č.j. S 54 316/2014-O13, tab. 12

### 2.2. ROZDĚLENÍ ÚSEKU NA KVAZIHOMOGENNÍ CELKY

Rozdělení úseku do kvazihomogenních bloků bylo provedeno na základě výsledků průzkumu pražcového podloží a s ohledem na úpravy nivelety koleje navržené v předchozím stupni projektové dokumentace.

Jednotlivé kvazihomogenní bloky jsou charakterizovány podobnými hodnotami redukovaného modulu přetvárnosti zemní pláně E<sub>0r</sub> a vlastnostmi zastižených zemin v úrovni zemní pláně.

Charakteristika kvazihomogenních bloků, včetně navrhované skladby konstrukce pražcového podloží, v traťovém úseku Brno-Horní Heršpice - Střelice je uvedena v následující tabulce č. 1.

**Tabulka č. 1 Charakteristika kvazihomogenních bloků**

Číslo bloku	Staničení (km) od - do	Délka (m)	Vodní režim	Namrzavost	Typ zeminy	Hodnota E <sub>0r</sub> (MPa)	Typ KPP
<b>kolej č. 1</b>							
1	143,537-143,800	263	Ne	NN	F6	10	TPP 6.1
2	143,800-144,200	400	P	Na	S3	25	TPP 2.1
3	144,200-144,550	350	Ne	NN	F6	10	TPP 6.1
4	144,550-144,800	250	P	Na	S3	25	TPP 2.1
5	144,800-145,400	600	Ne	NN	F6	10	TPP 6.1
6	145,400-145,850	450	P	Na	S3	30	bez sanace
7	145,850-146,000	150	P	Na	G4	40	TPP 2.2
8	146,000-147,000	1000	Ne	Na	výměna ZP		TPP 3.1
9	147,000-147,150	150	Ne	NN	F6	10	TPP 6.1
10	147,150-147,800	550	P	Na	S3	25	TPP 2.1
11	147,800-148,600	800	P	Na	S3	30	bez sanace
12	148,600-149,150	550	P	Na	G4	40	TPP 2.2
13	149,150-149,450	300	Ne	NN	F6	10	TPP 6.1
14	149,450-150,150	700	P	Na	S3	40	TPP 2.1
15	150,150-151,200	1050	Ne	NN	F6	10	TPP 6.1
16	151,200-151,380	180	P	Na	S3	25	TPP 2.1
<b>kolej č. 2</b>							
1	143,540-143,700	160	P	Na	S3	25	TPP 2.1
2	143,700-145,400	1700	Ne	NN	F6	10	TPP 6.1
3	145,400-145,850	450	P	Na	S3	30	bez sanace
4	145,850-146,000	150	P	Na	G4	40	TPP 2.2
5	146,000-147,000	1000	Ne	Na	výměna ZP		TPP 3.1
6	147,000-147,200	200	Ne	NN	F6	10	TPP 6.1
7	147,200-147,850	650	P	Na	S3	25	TPP 2.1
8	147,850-148,660	810	P	Na	S3	30	bez sanace
9	148,660-149,150	490	P	Na	G4	40	TPP 2.2
10	149,150-149,350	300	Ne	NN	F6	10	TPP 6.1
11	149,350-149,650	300	P	Na	S3	30	bez sanace
12	149,650-149,950	300	P	Na	S3	25	TPP 2.1
13	149,950-150,200	250	P	Na	S3	30	bez sanace
14	150,200-151,150	950	Ne	NN	F6	10	TPP 6.1
15	151,150-151,380	180	P	Na	S3	30	bez sanace

Rozdělení do kvazihomogenních celků je orientační, definitivní určení hranic jednotlivých celků musí být provedeno geotechnikem stavby, ve spolupráci s TDI, po odkrytí zemní pláně.

Hranice mezi bloky 12 a 13 v koleji č. 1 a 9 a 10 v koleji č. 2 ve staničení 149,150 je určena z důvodu možnosti vybudování odvodnění.

Hranice mezi bloky 8 a 9 v koleji č. 2 ve staničení v km 148,660 je stanoveno z důvodu kolize se stávajícím oplocením přilehlé nemovitosti.

### 2.3. NÁVRH KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ

Na základě projednání na profesních poradách je v části traťového úseku, kde je na základě výsledků geotechnického průzkumu zjištěna hodnota modulu přetvárnosti  $E_{or} \geq 30$  MPa a zároveň je splněna podmínka propustné, nenamrzavé zeminy v úrovni zemní pláně (popř. zdvihem nivelety zůstává nad projektovanou zemní plání část původního kolejového lože v mocnosti min. 0,20 m), je navržena pouze výměna železničního svršku, bez sanace železničního spodku.

V úsecích s výrazným zdvihem nivelety (zastávka Troubsko), popř. při rozšíření tělesa (zastávka Brno-Starý Lískovec) bude aktivní zóna zřízena z hrubozrnného, mírně namrzavého materiálu, minimálně charakteru štěrku hlinitého, tak aby v úrovni zemní pláně byla dosažena požadovaná hodnota modulu přetvárnosti  $E_{zp}=20$  MPa.

Návrh konstrukce pražcového podloží je zpracován v souladu s typovými konstrukcemi uvedenými v předpisu SŽDC-S4 Železniční spodek.

#### Návrh skladby pražcového podloží od ložné plochy pražce:

##### Typ TPP 2.1

#### Redukovaný modul přetvárnosti zemní pláně $E_{or} = 25$ MPa

- kolejové lože - tloušťka pod ložnou plochou pražce 350 mm
- štěrkodrt' frakce 0/32 mm, tloušťka 200 mm
- přehutněná zemní pláň

$$E_{pzs} = 41 \text{ MPa}$$
$$E_0 \geq 25 \text{ MPa}$$

##### Typ TPP 2.2

#### Redukovaný modul přetvárnosti zemní pláně $E_{or} = 40$ MPa

- kolejové lože - tloušťka pod ložnou plochou pražce 350 mm
- minerální směs frakce 0/32 mm - tloušťka 200 mm
- přehutněná zemní pláň

$$E_{pzs} = 62 \text{ MPa}$$
$$E_0 \geq 40 \text{ MPa}$$

##### Typ TPP 3.1

#### Redukovaný modul přetvárnosti zemní pláně $E_{or} = 40$ MPa

- kolejové lože - tloušťka pod ložnou plochou pražce 350 mm
- štěrkodrt' frakce 0/32 mm, tloušťka 200 mm
- drcené kamenivo frakce 0-125 mm, tloušťka 500 mm
- tuhá biaxiální geomříž s pevností min  $40 \text{ kNm}^{-1}$  obosměrně
- přehutněná parapláň

$$E_{pzs} \geq 40 \text{ MPa}$$
$$E_0 \text{ min. } 25 \text{ MPa}$$

##### Typ TPP 6.1

#### Redukovaný modul přetvárnosti zemní pláně $E_{or} \leq 25$ MPa

- kolejové lože - tloušťka pod ložnou plochou pražce 350 mm
- štěrkodrt' frakce 0/32 mm, tloušťka 200 mm (z důvodu promrzání)
- zlepšená zemní pláň v mocnosti 0,42 m po zhutnění

$$E_{pzs} = 53 \text{ MPa}$$
$$E_0 \geq 40 \text{ MPa}$$

Pro stanovení typu pojiva a receptury na zlepšení zemin je nutné provedení počátečních zkoušek provedených akreditovanou laboratoří.

Při posuzování pražcového podloží na promrzání jsme vycházeli z kombinace vodního režimu a namrzavosti zemin zastižených v zájmovém území a z navržené skladby podloží. Vlastní posouzení na promrzání a únosnost je uvedeno v přílohové části zprávy.

Konstrukce typu 3.1 použitá v zářezu v km 146,000 - 147,000 není posuzována, na sanačnické vrstvě tvořené z HDK frakce 0 - 125 mm musí být dosaženo hodnoty modulu přetvárnosti  $E_2$  min. 25 MPa. Vrstva bude hutněna na min. hodnotu  $I_D=0,85$ .

## 2.4. NÁVRH ZESÍLENÉ KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ

Zesílená konstrukce pražcového podloží je navržena u mostních objektů a přejezdů v souladu s ustanovením přílohy 24, předpisu SŽDC-S4 Železniční spodek. Podle článku 7 přílohy 24 uvedeného předpisu není navrženo zřízení ZKPP u trubních propustků.

Ve smyslu vzorového listu Ž 4.2 je tloušťka ZKPP a přechodové oblasti navržena v minimální tloušťce 0,50 m. Délka přechodové oblasti zesílené konstrukce pražcového podloží je navržena v souladu s čl. 15 vzorového listu SŽDC Ž 4.2 v minimální délce 7,0 m.

Seznam objektů, u kterých bude v traťovém úseku Brno Horní Heršpice - Střelice zřízena zesílená konstrukce pražcového podloží, včetně jejího typu je uvedena v následující tabulce č. 2.

**Tabulka č. 2 Seznam objektů se zesílenou konstrukcí pražcového podloží**

Objekt	Typ ZKPP		Poznámka
	kolej č. 1	kolej č. 2	
SO 02-19-03, podchod v km 149,634	ZKP 5.1	ZKP 5.1	
SO 02-19-06, most v km 148,450	ZKP 5.1	ZKP 5.1	
SO 02-19-07, most v km 147,995	ZKP 5.1	ZKP 5.1	
SO 02-19-08, most v km 147,740	ZKP 5.1	ZKP 5.1	
SO 02-19-09, propustek v km 146,671	ZKP 5.1	ZKP 5.1	při užití rámové kce
SO 02-19-10, most v km 145,728	ZKP 5.1	ZKP 5.1	
SO 02-19-14, propustek v km 143,550	ZKP 1.1	ZKP 5.1	klenba - bez, přesyp.
SO 02-17-02, přejezd v km 150,262	ZKP 1.1	ZKP 1.1	
SO 02-17-03, přejezd v km 149,238	ZKP 1.1	ZKP 1.1	
SO 02-17-04, přejezd v km 146,076	ZKP 5.1	ZKP 5.1	

Návrh zesílené konstrukce pražcového podloží je zpracován v souladu s typovými konstrukcemi uvedenými ve VL SŽDC Ž4.

### Návrh skladby zesílené konstrukce pražcového podloží od ložné plochy pražce:

#### Typ ZKP 1.1

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

- kolejové lože - tloušťka pod ložnou plochou pražce 350 mm
- minerální směs - frakce 0/32 mm, tloušťka 600 mm
- přehutněná zemní pláň

$E_{pzs} = 63$  MPa

$E_0 = 10$  MPa

## **Typ ZKP 5.1**

### **Redukovaný modul přetvárnosti zemní pláň $E_{or} = 25 \text{ MPa}$**

- kolejové lože - tloušťka pod ložnou plochou pražce 350 mm
- štěrkodrt' frakce 0/32 mm, tloušťka 550 mm
- přehutněná zemní pláň

$E_{pzs} = 62 \text{ MPa}$   
 $E_0 \geq 25 \text{ MPa}$

Vlastní posouzení únosnosti je uvedeno v přílohové části zprávy.

## **2.5. POŽADAVKY NA TECHNOLOGII PROVÁDĚNÍ PRACÍ**

### **a) zemní pláň a zlepšená zemní pláň**

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.

Při rozšíření tělesa je nezbytné splnit ustanovení vzorového listu Ž 2.11, vybudovat svahové stupně v šířce min. 1,0 m a max. výšce 0,75 m. V případě zastižení nekonsolidovaných zemin na povrchu stávajícího svahu, musí být přisypávka založena do konsolidované části tělesa náspu.

Pro stanovení typu pojiva a receptury na zlepšení zemin je nutná realizace počátečních zkoušek provedených akreditovanou laboratoří. Vrstva zlepšené zeminy se provádí na celou šířku zemní pláň k hraně příkopu (po hranu trativodní rýhy), min. však 2,50 m od osy koleje.

Míra zhutnění musí být dosažena v celé tloušťce zlepšované vrstvy, sestava hutnicích prostředků musí být prokázána zhutňovací zkouškou podle ČSN 72 1006.

Dávkování pojiva se provádí pomocí dávkovačů s přesností dávkování pojiva  $\pm 10\%$ . Promísení zeminy s pojivem se provádí zásadně zemními frézami. Při mísení ve více pásech se sousední pásy musí překrývat min. 0,20 m. Po promísení s pojivem se směs dovlhčuje tak, aby bylo dosaženo optimální vlhkosti s přesností  $\pm 3\%$ .

Provedenou vrstvu zlepšené zeminy je nutné po dobu 24 hodin ošetřovat a chránit před poškozením. Překrytí vrstvy zlepšené zeminy konstrukční vrstvou je možné po 24 hodinách, pokud modul přetvárnosti  $E_{pzlep}$  zemní pláň dosáhne minimálně 35 MPa.

### **b) konstrukční vrstva ze štěrkodrti**

Konstrukční vrstvu ze štěrkodrti je dovoleno zřizovat na zemní pláni, jejíž modul přetvárnosti EZP splňuje požadavky projektové dokumentace a je zhutněná a upravena do předepsaného příčného sklonu a s dokonalým funkčním odvodněním.

Konstrukční vrstva ze štěrkodrti musí být hutněna stejnoměrně, maximální tloušťka hutněné vrstvy musí být prokázána hutnicí zkouškou pro každý použitý hutnicí prostředek. Relativní ulehlost  $I_D$  musí dosahovat projektem předepsaných hodnot. Při hutnění konstrukční vrstvy ze štěrkodrti musí být dodržena optimální vlhkost (4 - 8 %), při vlhkostech mimo uvedený rozsah se zhutnitelnost výrazně snižuje.

Při zřizování konstrukční vrstvy nesmí být porušena zemní pláň, ani na ní rozprostřené geosyntetické materiály (geotextílie, geomřížky).

### **c) konstrukční vrstva z minerální směsi**

Konstrukční vrstva z minerální směsi nesmí být prováděna při silném nebo mrznoucím dešti, při dlouhotrvajícím dešti, při sněžení a při teplotách menších než 0°



C. V období, kdy vlivem vysokých teplot dochází k nadměrnému vysoušení povrchu, se doporučuje zvlhčovat již zhutněnou konstrukční vrstvu. Technologie zvlhčování musí být zvolena tak, aby nemohlo dojít k poškození vrchní vrstvy vodou (vyplavení jemných částic).

Konstrukční vrstva z minerální směsi musí být zřizována na celou tloušťku v jednom pracovním cyklu. Konstrukční vrstva z minerální směsi musí být hutněna rovnoměrně tak, aby byla dosažena požadovaná relativní ulehlost. Je nepřípustné ukládat a hutnit minerální směs, jejíž vlhkost se odlišuje od optimální vlhkosti stanovené počáteční zkouškou o více jak  $\pm 2\%$ . Dodatečné dovlhčování směsi může být provedeno pouze v mísícím centru.

## **2.6. PROKÁZÁNÍ VLASTNOSTÍ MATERIÁLŮ A ZKOUŠENÍ**

Pro prokázání vhodnosti použitých materiálů do konstrukce pražcového podloží musí být provedeny počáteční zkoušky ve smyslu TKP a příslušných článků předpisu SŽDC S4.

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.

## **3. ZÁVĚR**

V předložené zprávě je prezentován návrh konstrukce pražcového podloží traťových kolejí č. 1 a 2 v úseku Brno Horní Heršpice - Střelice.

Návrh byl zpracován jako součást projektu stavby „Elektrizace trati, včetně PEÚ Brno - Zastávka u Brna“.

Popis jednotlivých typů konstrukcí je popsán v kapitole 2.

**SO 02-16-01**

**t.ú. Brno-Horní Heršpice - Střelice, železniční spodek**

## **PŘÍLOHOVÁ ČÁST**

Obsah:

Účelový geotechnický profil

Posouzení KPP na promrzání a únosnost

Schéma skladby konstrukce pražcového podloží

Název zakázky:	Brno - Zastávka, průzkum PS		
----------------	-----------------------------	--	--

Číslo zakázky:	2012 - 045	Objednatel:	SUDOP Brno, spol. s r.o.
----------------	------------	-------------	--------------------------

Datum:	05 / 2012	Zpracoval:	Ing. Antonín Kropáček
--------	-----------	------------	-----------------------

Počet stran:	7	Schválil:	Ing. Jiří Libus
--------------	---	-----------	-----------------





## Posouzení pražcového podloží na promrzání

**Vstupní údaje:**traťová kolej na tratích celostátních, rychlost do 120 kmh<sup>-1</sup>

Mrazový index - dle příl. 7, předpisu SŽDC S4

Tloušťka šterkového lože včetně výšky pražce  $h_k$ 

Materiál 1. konstrukční vrstvy - šterkodrt' frakce 0 - 32 mm, mocnost vrstvy

Součinitel tepelné vodivosti šterkodrti - SŽDC S4, příl. 7, tab. 1-  $\lambda_{sd}$ 

Namrzavost zemin v podloží

Vodní režim

Dovolená tloušťka promrzání - dle příl. 7, předpisu SŽDC S4, tab. 2 -  $h_{zdov}$ **TPP 2.1**

typ konstrukce podle SŽDC-S4: 2

350°Cden

0,55 m

0,20 m

2,00 Wm<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>**namrzavé****příznivý**

0,50 m

**Posouzení:**Hloubka promrzání pražcového podloží od povrchu  
pražců

Nutná tloušťka vrstvy šterkopísku

$$h_{pr} = 0,045\sqrt{I_{m\ n}} = 0,045 * \sqrt{350} \quad h_{pr} = 0,85 \text{ m}$$

$$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{zdov} = 0,85 - 0,55 - 0,50 \quad h_{sp} = -0,20 \text{ m}$$

Tepelný odpor navržené konstrukce

Náhradní tloušťka šterkopísku

$$R_{sd} = \frac{h_{sd}}{\lambda_{sd}} = \frac{0,20}{2,00} \quad R_{sd} = 0,100 \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$$

$$h_{sp} = \frac{h_{sd}}{\lambda_{sd}} \cdot \lambda_{sp} = \frac{0,20}{2,00} \cdot 2,30 \quad h_{sp} = 0,23 \text{ m}$$

Skutečná hloubka promrzání zemní pláň

$$h_{zskut} = h_{pr} - (h_k + h_{spN}) = 0,85 - (0,55 + 0,23)$$

$$h_{zskut} = 0,07 \text{ m}$$

$$h_{zdov} \geq h_{zskut} \dots\dots\dots 0,50 \geq 0,07$$

**Z hlediska promrzání navržená konstrukce vyhovuje****Vstupní údaje:**traťová kolej na tratích celostátních, rychlost do 120 kmh<sup>-1</sup>

Mrazový index - dle příl. 7, předpisu SŽDC S4

Tloušťka šterkového lože včetně výšky pražce  $h_k$ 

Materiál 1. konstrukční vrstvy - šterkodrt' frakce 0 - 32 mm, mocnost vrstvy

Součinitel tepelné vodivosti šterkodrti - SŽDC S4, příl. 7, tab. 1-  $\lambda_{sd}$ 

Namrzavost zemin v podloží

Vodní režim

Dovolená tloušťka promrzání - dle příl. 7, předpisu SŽDC S4, tab. 2 -  $h_{zdov}$ 

Dovolená tloušťka promrzání zlepšené zeminy - dle příl. 13, čl. 44 SŽDC S4

**TPP 6.1**

typ konstrukce podle SŽDC-S4: 6

350°Cden

0,55 m

0,20 m

2,00 Wm<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>**nebezpečně namrzavé****nepříznivý**

0,30 m

0,42/3 = 0,14 m

**Posouzení:**Hloubka promrzání pražcového podloží od povrchu  
pražců

Nutná tloušťka vrstvy šterkopísku

$$h_{pr} = 0,045\sqrt{I_{m\ n}} = 0,045 * \sqrt{350} \quad h_{pr} = 0,85 \text{ m}$$

$$h_{sp} = h_{pr} - h_k - h_{zdov} = 0,85 - 0,55 - 0,30 \quad h_{sp} = 0,00 \text{ m}$$

Tepelný odpor navržené konstrukce

Náhradní tloušťka šterkopísku

$$R_{sd} = \frac{h_{sd}}{\lambda_{sd}} = \frac{0,20}{2,00} \quad R_{sd} = 0,100 \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$$

$$h_{sp} = \frac{h_{sd}}{\lambda_{sd}} \cdot \lambda_{sp} = \frac{0,20}{2,00} \cdot 2,30 \quad h_{sp} = 0,23 \text{ m}$$

Skutečná hloubka promrzání zemní pláň

$$h_{zskut} = h_{pr} - (h_k + h_{spN}) = 0,85 - (0,55 + 0,23)$$

$$h_{zskut} = 0,07 \text{ m}$$

$$h_{zdov} \geq h_{zskut} \dots\dots\dots 0,30 \geq 0,07$$

**Z hlediska promrzání navržená konstrukce vyhovuje**

## Posouzení pražcového podloží na únosnost

Vstupní údaje:	TPP 2.1
modul přetvárnosti na zemní pláni požadovaný $E_o$ (MPa)	20
modul přetvárnosti na pláni spodku požadovaný $E_{e1}$ (MPa)	40
návrhový modul přetvárnosti v úrovni zemní pláně $E_{or}$ (MPa)	25
modul přetvárnosti sypaniny - šterkodrt' frakce 0/32 $E_{def}$ (MPa) při $I_D = 0,90$	70

## Vypočtená data

konstrukce pražcového podloží (podle SŽDC - S4) - typ:

2

materiál zemní pláně - písek s příměsí jemnozrnné zeminy, šterk s příměsí jemnozrnné zeminy, šterk hlinitý	
modul přetvárnosti zemní pláně $E_o$ (MPa)	25
<b>I. vrstva - šterkodrt' - mocnost vrstvy</b>	<b>0,20 m při <math>I_D = 0,90</math></b>
Výpočet koeficientů $k_1$ a $k_2$ $k_1 = \frac{E_o}{E_1} = \frac{25}{70} ; \quad k_2 = \frac{h_1}{D} = \frac{0,20}{0,30}$	$k_1 = 0,36$ $k_2 = 0,67$
Koeficient $k_3$ z nomogramu příl. 6 předpisu SŽDC S4	$k_3 = 0,58$
modul přetvárnosti na I. vrstvě minerální směsi $E_{e01} = k_3 \cdot E_1 = 0,58 \cdot 70$	$E_{e01} = 40,6 \text{ MPa}$
$E_{pzs} \geq E_{e1} \dots\dots\dots 41 \geq 40$	
<b>Z hlediska únosnosti navržená konstrukce vyhovuje</b>	

Vstupní údaje:	TPP 2.2
modul přetvárnosti na zemní pláni požadovaný $E_o$ (MPa)	20
modul přetvárnosti na pláni spodku požadovaný $E_{e1}$ (MPa)	40
návrhový modul přetvárnosti v úrovni zemní pláně $E_{or}$ (MPa)	40
modul přetvárnosti sypaniny - minerální směs frakce 0/32 $E_{def}$ (MPa) při $I_D = 1,00$	100

## Vypočtená data

konstrukce pražcového podloží (podle SŽDC - S4) - typ:

2

materiál zemní pláně - písek s příměsí jemnozrnné zeminy, šterk s příměsí jemnozrnné zeminy, šterk hlinitý	
modul přetvárnosti zemní pláně $E_o$ (MPa)	40
<b>I. vrstva - šterkodrt' - mocnost vrstvy</b>	<b>0,20 m při <math>I_D = 1,00</math></b>
Výpočet koeficientů $k_1$ a $k_2$ $k_1 = \frac{E_o}{E_1} = \frac{40}{100} ; \quad k_2 = \frac{h_1}{D} = \frac{0,20}{0,30}$	$k_1 = 0,40$ $k_2 = 0,67$
Koeficient $k_3$ z nomogramu příl. 6 předpisu SŽDC S4	$k_3 = 0,62$
modul přetvárnosti na I. vrstvě minerální směsi $E_{e01} = k_3 \cdot E_1 = 0,62 \cdot 100$	$E_{e01} = 62,0 \text{ MPa}$
$E_{pzs} \geq E_{e1} \dots\dots\dots 62 \geq 40$	
<b>Z hlediska únosnosti navržená konstrukce vyhovuje</b>	

Vstupní údaje:	TPP 6.1
modul přetvárnosti na zemní pláni požadovaný $E_o$ (MPa)	20
modul přetvárnosti na pláni spodku požadovaný $E_{e1}$ (MPa)	40
návrhový modul přetvárnosti v úrovni zlepšené zemní pláň $E_{or}$ (MPa) čl. 24 příl. 13, SŽDC - S4	<b>40</b>
modul přetvárnosti sypaniny - štěrkodrt' frakce 0/32 $E_{def}$ (MPa) při $l_D = 0,90$	70

**Vypočtená data**

konstrukce pražcového podloží (podle SŽDC - S4) - typ:

**6**

materiál zemní pláň - zlepšená zemní pláň	
modul přetvárnosti zlepšené zemní pláň $E_o$ (MPa)	<b>40</b>
<b>I. vrstva - štěrkodrt' - mocnost vrstvy</b>	<b>0,20 m při <math>l_D = 0,90</math></b>
Výpočet koeficientů $k_1$ a $k_2$ $k_1 = \frac{E_o}{E_1} = \frac{40}{70} ; \quad k_2 = \frac{h_1}{D} = \frac{0,20}{0,30}$	$k_1 = 0,57$ $k_2 = 0,67$
Koeficient $k_3$ z nomogramu příl. 6 předpisu SŽDC S4	<b><math>k_3 = 0,75</math></b>
modul přetvárnosti na I. vrstvě minerální směsi $E_{e01} = k_3 \cdot E_1 = 0,75 \cdot 70$	<b><math>E_{e01} = 52,5 \text{ MPa}</math></b>
<b><math>E_{pzs} \geq E_{e1} \dots\dots\dots 53 \geq 40</math></b>	
<b>Z hlediska únosnosti navržená konstrukce vyhovuje</b>	

## Posouzení zesílené konstrukce pražcového podloží na únosnost

Vstupní údaje:	ZKP 1.1
modul přetvárnosti na zemní pláni požadovaný $E_o$ (MPa)	20
modul přetvárnosti na pláni spodku požadovaný $E_{e1}$ (MPa)	60
návrhový modul přetvárnosti v úrovni zemní pláně $E_{or}$ (MPa)	15
modul přetvárnosti sypaniny - minerální směs 0/32 $E_{def}$ (MPa) při $l_D = 1,00$	100

## Vypočtená data

konstrukce pražcového podloží (podle SŽDC - S4) - typ:

1

materiál zemní pláně - jemnozrnné zeminy	
modul přetvárnosti zemní pláně $E_o$ (MPa)	10
<b>I. vrstva - minerální směs - mocnost vrstvy</b>	<b>0,60 m při <math>l_D = 1,00</math></b>
Výpočet koeficientů $k_1$ a $k_2$ $k_1 = \frac{E_o}{E_1} = \frac{10}{100} ; \quad k_2 = \frac{h_1}{D} = \frac{0,50}{0,30}$	$k_1 = 0,10$ $k_2 = 2,00$
Koeficient $k_3$ z nomogramu příl. 6 předpisu SŽDC S4	$k_3 = 0,63$
modul přetvárnosti na I. vrstvě minerální směsi $E_{e01} = k_3 \cdot E_1 = 0,63 \cdot 100$	$E_{e01} = 63 \text{ MPa}$
$E_{pzs} \geq E_{e1} \dots\dots\dots 63 \geq 60$	
<b>Z hlediska únosnosti navržená konstrukce vyhovuje</b>	

Vstupní údaje:	ZKP 5.1
modul přetvárnosti na zemní pláni požadovaný $E_o$ (MPa)	20
modul přetvárnosti na pláni spodku požadovaný $E_{e1}$ (MPa)	60
návrhový modul přetvárnosti v úrovni zemní pláně $E_{or}$ (MPa)	25
modul přetvárnosti sypaniny - štěrkodrt' frakce 0/32 $E_{def}$ (MPa) při $l_D = 0,90$	70

## Vypočtená data

zesílená konstrukce pražcového podloží (podle SŽDC - VL Ž4.2) - typ:

5

materiál zemní pláně - písek s příměsí jemnozrnné zeminy, štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy, štěrk hlinitý	
modul přetvárnosti zemní pláně $E_o$ (MPa)	25
<b>I. vrstva - štěrkodrt' - mocnost vrstvy</b>	<b>0,55 m při <math>l_D = 0,90</math></b>
Výpočet koeficientů $k_1$ a $k_2$ $k_1 = \frac{E_o}{E_1} = \frac{25}{70} ; \quad k_2 = \frac{h_1}{D} = \frac{0,55}{0,30}$	$k_1 = 0,36$ $k_2 = 1,83$
Koeficient $k_3$ z nomogramu příl. 6 předpisu SŽDC S4	$k_3 = 0,88$
modul přetvárnosti na I. vrstvě minerální směsi $E_{e01} = k_3 \cdot E_1 = 0,88 \cdot 70$	$E_{e01} = 61,6 \text{ MPa}$
$E_{pzs} \geq E_{e1} \dots\dots\dots 62 \geq 60$	
<b>Z hlediska únosnosti navržená konstrukce vyhovuje</b>	



