

„REKONSTRUKCE ŽST. VLKOV U TIŠNOVA“

**Část E**

**NÁVRH KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ**

květen 2022

2021 - 074

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: Vlkov u Tišnova - Křížanov, doplňkový GTP

Zakázkové číslo zhotovitele: 2021-074

Úkol / název úkolu: **„Rekonstrukce žst. Vlkov u Tišnova“**

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

Zpracovali: Ing. Iva Fořtová  
Mgr. Vladimír Vala  
odpovědný řešitel

Za věcnou správnost: Mgr. Aleš Kubát  
vedoucí pracoviště

Schválil: Mgr. Filip Dudík  
ředitel společnosti

**OBSAH:**

1. ÚVOD.....	4
2. VSTUPNÍ PARAMETRY A PODKLADY ŽST. VLKOV U TIŠNOVA.....	4
2.1 ROZDĚLENÍ NA KVAZIHOMOGENNÍ BLOKY .....	5
2.2 NÁVRH KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ .....	5
3. TECHNOLOGIE PRACÍ .....	7
4. PROKÁZÁNÍ VLASTNOSTÍ MATERIÁLŮ A ZKOUŠENÍ .....	7
5. ZÁVĚR .....	7

**Přílohy:**

- Příloha č. 1.1 Účelový geotechnický profil – žst. Vlkov u Tišnova, kolej č. 1,2,3,4  
Příloha č. 2. Posouzení konstrukce pražcového podloží – výpočty

# 1. ÚVOD

## Základní údaje o zakázce

Název stavby:	Rekonstrukce žst. Vlkov u Tišnova
Investor:	SUDOP BRNO, spol. s r.o. Kounicova 26, Brno, 611 36
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 Brno - Havlíčkův Brod, žst. Vlkov u Tišnova
Kraj:	Vysočina
Katastrální území:	Vlkov u Tišnova
Předmět plnění:	Návrh konstrukce pražcového podloží
Účel průzkumu:	Provedení návrhu konstrukce pražcového podloží v železniční stanici Vlkov u Tišnova.

## 2. VSTUPNÍ PARAMETRY A PODKLADY ŽST. VLKOV U TIŠNOVA

Předmětné úseky trati č. 250 Brno - Havlíčkův Brod jsou tratí celostátní a jsou součástí evropské dopravní sítě TEN-T s maximální rychlostí  $v \leq 160 \text{ kmh}^{-1}$ .

Pro návrh konstrukce pražcového podloží jsou návrhové parametry stanoveny dle tabulky 1 přílohy 6 předpisu SŽ S4 pro provozní parametry (traťová třída zatížení; předpokládané provozní zatížení a pro max. rychlost) následovně:

Úsek	Kolej č.	Provoz. zatížení (mil. hrt/rok)	Trať. tř. zatížení	Max. rychlost ( $\text{kmh}^{-1}$ )	Min. modul přetvárnosti (MPa)	
					$E_{\text{minZP}}$	$E_{\text{minPL}}$
žst. Vlkov u Tišnova	1, 2	> 8	D4	160	40	60
	3, 4	> 8	D4	60	20	40
	5	> 8	D4	60	20	40

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

Předmětný traťový úsek a žst. Vlkov u Tišnova leží v nadmořské výšce 500 - 550 m n.m., klimatické podmínky jsou charakterizovány indexem mrazu  $I_{\text{mn}} = 523^\circ\text{C.den}$  (tab. 1 přílohy 7 předpisu SŽ S4) s hloubkou promrzání 1,03 m.

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

- štěrkodrt' frakce 0 - 63 mm -  $E_{sd} = 100$  MPa při  $I_D = 1,00$
- drcené kamenivo 0 – 90 -  $E_{dk} = 110$  MPa při  $I_D = 1,00$

## 2.1 ROZDĚLENÍ NA KVAZIHOMOGENNÍ BLOKY

Na základě poznatků získaných průzkumem pražcového podloží, bylo provedeno rozdělení zkoumaného úseku na kvazihomogenní bloky. V následující tabulce č. 1 jsou uvedeny základní parametry zemin zastížených v úrovni projektované zemní pláně a navržené typy konstrukcí pražcového podloží.

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

**Tabulka č. 1 - Charakteristiky kvazihomogenních bloků**

Číslo bloku	Staničení (km) od - do	Délka (m)	Vodní režim	Namrzavost	$E_r$ (MPa)	Typ KPP	Poznámka
<b>SO 01-16-01, žst. Vlkov u Křižanova, železniční spodek</b>							
<b>kolej č. 1 (<math>V_{max} = 160</math> kmh<sup>-1</sup> <math>E_{minPL} = 60</math> MPa)</b>							
1	48,500 - 50,542	2 042	příznivý	namrzavá	20	B2.1	
<b>kolej č. 2 (<math>V_{max} = 160</math> kmh<sup>-1</sup> <math>E_{minPL} = 60</math> MPa)</b>							
2	48,500 - 50,542	2 042	příznivý	namrzavá	20	B2.1	
<b>kolej č. 3b/3/3c (<math>V_{max} = 60</math> kmh<sup>-1</sup> <math>E_{minPL} = 40</math> MPa)</b>							
3	0,000 - 1,038	1 038	příznivý	namrzavá	20	B2.2	
<b>kolej č. 4/4a (<math>V_{max} = 60</math> kmh<sup>-1</sup> <math>E_{minPL} = 40</math> MPa)</b>							
4	0,000 - 998	998	příznivý	namrzavá	20	B2.2	
<b>kolej č. 5 (<math>V_{max} = 60</math> kmh<sup>-1</sup> <math>E_{minPL} = 40</math> MPa)</b>							
5	0,000 - 0,106	106	příznivý	namrzavá	20	B2.2	

## 2.2 NÁVRH KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ

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

Pro konstrukční vrstvy je uvažováno se štěrkodrtí frakce 0 - 63 mm. Materiál konstrukční vrstvy musí splňovat technické požadavky uvedené v příloze 14 předpisu SŽ S4 a OTP Štěrkopísek, štěrkodrt' a recyklovaná štěrkodrt' pro konstrukční vrstvy tělesa železničního spodku č.j. 25 640/06-OP.

Drcené kamenivo musí splňovat technické požadavky uvedené v příloze 15 předpisu SŽ S4.

Separční geotextilie musí splňovat technické požadavky uvedené v příloze 11 předpisu SŽ S4 a v OTP Geosyntetické výrobky v tělese železničního spodku č.j. S 54 316/2014-O13.

**Skladba konstrukce pražcového podloží od ložné plochy pražce:**

**a) typ konstrukce B2.1**

**Redukovaný modul přetvárnosti subpláně  $E_r = 20 \text{ MPa}$**

- kolejové lože - štěrk frakce 31,5/63 mm tloušťka 350 mm
  - štěrkodrt' frakce 0/63 mm, tloušťka 250 mm
  - drcené kamenivo frakce 0/90 mm, tloušťka 300 mm
  - separační geotextilie
  - subpláň
- $E_{pl} = 78 \text{ MPa}$   
-  $E_{zp} = 55 \text{ MPa}$   
-  $E_0 \geq 20 \text{ MPa}$

**b) typ konstrukce B2.2**

**Redukovaný modul přetvárnosti subpláně  $E_r = 20 \text{ MPa}$**

- kolejové lože - štěrk frakce 31,5/63 mm tloušťka 350 mm
  - štěrkodrt' frakce 0/63 mm, tloušťka 250 mm
  - drcené kamenivo frakce 0/90 mm, tloušťka 250 mm
  - separační geotextilie
  - subpláň
- $E_{pl} = 74 \text{ MPa}$   
-  $E_{zp} = 49 \text{ MPa}$   
-  $E_0 \geq 20 \text{ MPa}$

Konstrukce pražcového podloží pro kolejová rozvětvení jsou řešena shodně s typem v dané koleji. Spojky výhybek č.12 a 14 jsou navrženy na základě sond KS48,700 a KS48,750/1. Pro konstrukci je zvolen typ B2.2. Podkladem pro návrh konstrukce napojení kolejí č.6 a č.8 byly sondy v koleji KS 48,625 a mimo kolej KS48/700, navržen je typ konstrukce B2.2.

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. V souladu s ustanovením vzorového listu Ž4.2 bude zesílená konstrukce zřízena u mostních objektů v souladu s ustanovením přílohy 24 předpisu S4.

Mostní objekty
Most v km 49,703
Most v km 50,253

**c) zesílená konstrukce pražcového podloží – typ konstrukce Z4**

**Redukovaný modul přetvárnosti zemní pláně  $E_r = 20 \text{ MPa}$**

- kolejové lože - štěrk frakce 31,5/63 mm tloušťka 350 mm
  - štěrkodrt' frakce 0/63 mm, tloušťka 250 mm
  - stabilizovaná zemina (z centra), tloušťka 350 mm
  - přehutněná zemní pláň
- $E_{pl} = 86 \text{ MPa}$   
-  $E_{st} = 69 \text{ MPa}$

### 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.

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. 69 MPa, **nejdříve však po 7 dnech**.

Navážení materiálu zesilující 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 minimálně  $ID = 1,00$ . 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 nesmí být zřizována při silném dešti a při teplotách nižších než  $0^{\circ}\text{C}$ .

### 4. PROKÁZÁNÍ VLASTNOSTÍ MATERIÁLŮ A ZKOUŠENÍ

Pro prokázání vhodnosti použitých materiálů musí být provedeny počáteční zkoušky ve smyslu TKP a příslušných článků předpisu SŽ 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 SŽ 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 doplňkového inženýrskogeologického průzkumu pražcového podloží v oblasti staveb „Rekonstrukce žst. Vlkov u Tišnova“.

## PŘÍLOHOVÁ ČÁST

### Obsah:

- Příloha č. 1.1 Účelový geotechnický profil – Žst. Vlkov u Tišnova, kolej č. 1, 2, 3, 4  
Příloha č. 2 Posouzení konstrukce pražcového podloží – výpočty

Název zakázky:	Vlkov u Tišnova – Křižanov, doplňkový GTP		
Číslo zakázky:	2021–074	Objednatel:	SUDOP BRNO, spol. s r.o.
Datum:	05/2022	Zpracovala:	Ing. Iva Fořtová
Počet stran:	4	Schválil:	Mgr. Filip Dudík





## Příloha 2.1

## Posouzení pražcového podloží na únosnost a promrzání

## Vstupní data

Návrhová rychlost (km.h <sup>-1</sup> )	160	Třída zatížení:	D4	Provozní zatížení:	> 8 mil.hrt/rok
Tloušťka štěrkového lože včetně výšky pražce h <sub>KL</sub>	[m]	0.55	Mrazový index - dle SŽ S4, P7	I <sub>mn</sub> [°C.den]	523
Modul přetvárnosti na zemní pláni, požadovaný	E <sub>minZP</sub>	[Mpa]	40.00	Namrzavost zemin v podloží	namrzavá
Modul přetvárnosti na pláni spodku, požadovaný	E <sub>minPL</sub>	[Mpa]	60.00	Vodní režim	příznivý
Redukovaný modul přetvárnosti subpláně	E <sub>R</sub>	[Mpa]	20.00	Dovolená hloubka promrzání zemní pláne	h <sub>z,dov</sub> [m] 0.00
Materiál zesilující vrstvy	drcené kamenivo 0/90 mm		Součinitel tepelné vodivosti materiálu zesilující vrstvy	λ <sub>p</sub> [Wm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> ]	2.00
Modul deformace materiálu zesilující vrstvy	E <sub>mat,1</sub>	[Mpa]	110.0		
Tloušťka zesilující vrstvy	h <sub>mat,1</sub>	[m]	0.30		
Materiál konstrukční vrstvy	šterkodrt' frakce 0/63 mm		Součinitel tepelné vodivosti materiálu konstrukční vrstvy	λ <sub>k</sub> [Wm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> ]	2.00
Modul deformace materiálu konstrukční vrstvy	E <sub>mat,2</sub>	[Mpa]	100.0		
Tloušťka konstrukční vrstvy	h <sub>mat,2</sub>	[m]	0.25		

## Posouzení únosnosti

## Zesilující vrstva

- součinitel únosnosti  $k_{1,1} = \frac{E_{e0}}{E_{mat,1}} = \frac{20.0}{110.0}$  - součinitel tloušťky vrstvy  $k_{2,1} = \frac{h_{mat,1}}{0.3} = \frac{0.30}{0.30}$   $k_1 = 0.18$   
 $k_2 = 1.00$

- ekvivalentní modul přetvárnosti na zesilující vrstvě  $E_{e1} = \frac{E_{e0}}{1 - \frac{2}{\pi} (1 - k_{1,1}^{1.4}) \arctg(k_{2,1} k_{1,1}^{-0.4}) \text{rad}} = \frac{20.00}{1 - \frac{2}{\pi} (1 - 0.18^{1.4}) \arctg(1.00 \cdot 0.18^{-0.4}) \text{rad}}$   $E_{e1} = 55.1$

$E_{minZP} < E_{e1}$  **40.00 < 55.1 [MPa]**

## Konstrukční vrstva

- součinitel únosnosti  $k_{1,2} = \frac{E_{e1}}{E_{mat,2}} = \frac{55.1}{100.0}$  - součinitel tloušťky vrstvy  $k_{2,2} = \frac{h_{mat,2}}{0.3} = \frac{0.25}{0.30}$   $k_1 = 0.55$   
 $k_2 = 0.83$

- ekvivalentní modul přetvárnosti na konstrukční vrstvě  $E_{e2} = \frac{E_{e0}}{1 - \frac{2}{\pi} (1 - k_{1,2}^{1.4}) \arctg(k_{2,2} k_{1,2}^{-0.4}) \text{rad}} = \frac{55.10}{1 - \frac{2}{\pi} (1 - 0.55^{1.4}) \arctg(0.83 \cdot 0.55^{-0.4}) \text{rad}}$   $E_{e2} = 77.9$

$E_{e2} \geq E_{minPL}$  **77.9 > 60 [MPa]**

Z hlediska únosnosti navržená konstrukce vyhovuje.

## Posouzení před nepříznivými účinky mrazu

Hloubka promrzání  $h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \cdot 523$   $h_{PR} = 1.03$  [m] Min. tep. odpor  $R_{KPP} = \frac{h_{pr} - h_k - h_{z,dov}}{\lambda_{SD}}$

Tepelný odpor zesil. vrstvy  $R_p = \frac{h_p}{\lambda_p} = \frac{0.3}{2.00}$   $R_p = 0.15$   $R_{KPP} = \frac{1.03 - 0.55 - 0.0}{2.00} = 0.24$   $R_{KPP} = 0.24$

Tepelný odpor konstr. vrstvy  $R_k = \frac{h_k}{\lambda_k} = \frac{0.25}{2.00}$   $R_k = 0.13$  Tepelně ekvivalentní tloušťka zesilující vrstvy  $h_{ep} = \frac{h_p}{\lambda_p} \lambda_{SD} = \frac{0.30}{2.00} \cdot 2.00$   $h_{ep} [m] = 0.30$

Hloubka promrzání navržené KPP  $h_{pr,KPP} = h_{KL} + h_{ep} + h_{ek} + h_{ZDOV}$   $h_{pr,KPP} = 0.55 + 0.30 + 0.25 + 0.00$  Tepelně ekvivalentní tloušťka konstrukční vrstvy  $h_{ek} = \frac{h_k}{\lambda_p} \lambda_{SD} = \frac{0.25}{2.00} \cdot 2.00$   $h_{ek} [m] = 0.25$

$h_{pr,KPP} = 1.10$  [m]

$h_{PR,KPP} \geq h_{pr}$  **1.10 ≥ 1.03 [m]**

Z hlediska odolnosti proti mrazu navržená konstrukce vyhovuje.

Poznámka: navržená konstrukce odpovídá typu B.2.1 ve smyslu vzorového listu Ž 4.2

## Příloha 2.2

## Posouzení pražcového podloží na únosnost a promrzání

## Vstupní data

Návrhová rychlost (km.h <sup>-1</sup> )	60	Třída zatížení:	D4	Provozní zatížení:	>2 mil.hrt/rok
Tloušťka štěrkového lože včetně výšky pražce	<b>h<sub>KL</sub></b>	[m]	0.55	Mrazový index - dle SŽ S4, P7	<b>I<sub>mn</sub></b> [°C.den] 523
Modul přetvárnosti na zemní pláni, požadovaný	<b>E<sub>minZP</sub></b>	[Mpa]	20.00	Namrzavost zemin v podloží	namrzavá
Modul přetvárnosti na pláni spodku, požadovaný	<b>E<sub>minPL</sub></b>	[Mpa]	40.00	Vodní režim	příznivý
Redukovaný modul přetvárnosti subpláně	<b>E<sub>R</sub></b>	[Mpa]	20.00	Dovolená hloubka promrzání zemní pláně	<b>h<sub>z,dov</sub></b> [m] 0.00
Materiál zesilující vrstvy	drcené kamenivo 0/90 mm			Součinitel tepelné vodivosti materiálu zesilující vrstvy	<b>λ<sub>p</sub></b> [Wm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> ] 2.00
Modul deformace materiálu zesilující vrstvy	<b>E<sub>mat,1</sub></b>	[Mpa]	110.00		
Tloušťka zesilující vrstvy	<b>h<sub>mat,1</sub></b>	[m]	0.25		
Materiál konstrukční vrstvy	štěrkodrt' frakce 0/63 mm			Součinitel tepelné vodivosti materiálu konstrukční vrstvy	<b>λ<sub>k</sub></b> [Wm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> ] 2.00
Modul deformace materiálu konstrukční vrstvy	<b>E<sub>mat,2</sub></b>	[Mpa]	100.00		
Tloušťka konstrukční vrstvy	<b>h<sub>mat,2</sub></b>	[m]	0.25		

## Posouzení únosnosti

## Zesilující vrstva

- součinitel únosnosti  $k_{1,1} = \frac{E_{e0}}{E_{mat,1}} = \frac{20.0}{110.0}$  - součinitel tloušťky vrstvy  $k_{2,1} = \frac{h_{mat,1}}{0.3} = \frac{0.25}{0.3}$   $k_1 = 0.18$   
 $k_2 = 0.83$

- ekvivalentní modul přetvárnosti na zesilující vrstvě  $E_{e1} = \frac{E_{e0}}{1 - \frac{2}{\pi} (1 - k_{1,1}^{1.4}) \arctg(k_{2,1} k_{1,1}^{-0.4}) \text{rad}} = \frac{20.00}{1 - \frac{2}{\pi} (1 - 0.18^{1.4}) \arctg(0.83 \cdot 0.18^{-0.4}) \text{rad}}$   $E_{e1} = 49.1$

$E_{minZP} < E_{e1}$  20.00 < 49.1 [MPa]

## Konstrukční vrstva

- součinitel únosnosti  $k_{1,2} = \frac{E_{e1}}{E_{mat,2}} = \frac{49.1}{100.0}$  - součinitel tloušťky vrstvy  $k_{2,2} = \frac{h_{mat,2}}{0.3} = \frac{0.25}{0.30}$   $k_1 = 0.49$   
 $k_2 = 0.83$

#NÁZEV?  $E_{e2} = \frac{E_{e0}}{1 - \frac{2}{\pi} (1 - k_{1,2}^{1.4}) \arctg(k_{2,2} k_{1,2}^{-0.4}) \text{rad}} = \frac{49.10}{1 - \frac{2}{\pi} (1 - 0.49^{1.4}) \arctg(0.83 \cdot 0.49^{-0.4}) \text{rad}}$   $E_{e2} = 73.9$

$E_{e2} \geq E_{minZP}$  73.9 > 40 [MPa]

Z hlediska únosnosti navržená konstrukce vyhovuje.

## Posouzení před nepříznivými účinky mrazu

Hloubka promrzání  $h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \cdot \sqrt{523}$   $h_{PR} = 1.03$  [m] Min. tep. odpor  $R_{KPP} = \frac{h_{pr} - h_k - h_{zdov}}{\lambda_{SD}}$

Tepelný odpor zesil. vrstvy  $R_p = \frac{h_p}{\lambda_p} = \frac{0.25}{2.00}$   $R_p = 0.13$   $R_{KPP} = \frac{1.03 - 0.55 - 0.0}{2.00} = 0.24$   $R_{KPP} = 0.24$

Tepelný odpor konstr. vrstvy  $R_k = \frac{h_k}{\lambda_k} = \frac{0.25}{2.00}$   $R_k = 0.13$  Tepelně ekvivalentní tloušťka zesilující vrstvy  $h_{ez} = \frac{h_p}{\lambda_p} \lambda_{SD} = \frac{0.25}{2.00} \cdot 2.00$   $h_{ez} [m] = 0.25$

Hloubka promrzání navržené KPP  $h_{pr,KPP} = h_{KL} + h_{ez} + h_{ek} + h_{zdov}$   $h_{pr,KPP} = 0.55 + 0.25 + 0.25 + 0.00$  Tepelně ekvivalentní tloušťka konstrukční vrstvy  $h_{ek} = \frac{h_k}{\lambda_p} \lambda_{SD} = \frac{0.25}{2.00} \cdot 2.00$   $h_{ek} [m] = 0.25$

$h_{pr,KPP} = 1.05$  [m]

$h_{PR,KPP} \geq h_{pr}$  1.05 ≥ 1.03 [m]

Z hlediska odolnosti proti mrazu navržená konstrukce vyhovuje.

Poznámka: navržená konstrukce odpovídá typu B.2.2 ve smyslu vzorového listu Ž 4.2

## Příloha 2.3

## Posouzení zesílené konstrukce pražcového podloží na únosnost a promrzání

## Vstupní data

Návrhová rychlost (km.h <sup>-1</sup> )	<b>160</b>	Třída zatížení:	<b>D4</b>	Provozní zatížení:	<b>&gt; 8 mil.hrt/rok</b>
Tloušťka šterkového lože včetně výšky pražce	<b>h<sub>KL</sub></b>	<b>[m]</b>	0.55	Mrazový index - dle SŽ S4, P7	<b>I<sub>mn</sub> [°C.den]</b> 523
Modul přetvárnosti na zemní pláni, požadovaný	<b>E<sub>minZP</sub></b>	<b>[Mpa]</b>	40.00	Namrzavost zemin v podloží	namrzavá
Modul přetvárnosti na pláni spodku, požadovaný	<b>E<sub>minPL</sub></b>	<b>[Mpa]</b>	80.00	Vodní režim	příznivý
Redukovaný modul přetvárnosti subpláně	<b>E<sub>R</sub></b>	<b>[Mpa]</b>	20.00	Dovolená hloubka promrzání zemní pláně	<b>h<sub>ZDov</sub> [m]</b> 0.00
Materiál zesilující vrstvy	<b>stabilizovaná zemina (z centra)</b>			Součinitel tepelné vodivosti materiálu zesilující vrstvy	<b>λ<sub>P</sub> [Wm<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>]</b> 1.75
Modul deformace materiálu zesilující vrstvy	<b>E<sub>mat,1</sub></b>	<b>[Mpa]</b>	140.00		
Tloušťka zesilující vrstvy	<b>h<sub>mat,1</sub></b>	<b>[m]</b>	0.35		
Materiál konstrukční vrstvy	<b>šterkodrt' 0/63 mm</b>			Součinitel tepelné vodivosti materiálu konstrukční vrstvy	<b>λ<sub>K</sub> [Wm<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>]</b> 2.00
Modul deformace materiálu konstrukční vrstvy	<b>E<sub>mat,2</sub></b>	<b>[Mpa]</b>	100.00		
Tloušťka konstrukční vrstvy	<b>h<sub>mat,2</sub></b>	<b>[m]</b>	0.25		

## Posouzení únosnosti

## Zesilující vrstva

- součinitel únosnosti  $k_{1,1} = \frac{E_{e0}}{E_{mat,1}} = \frac{20.0}{140.0}$  - součinitel tloušťky vrstvy  $k_{2,1} = \frac{h_{mat,1}}{0.3} = \frac{0.35}{0.3}$   $k_1 = 0.14$   
 $k_2 = 1.17$

- ekvivalentní modul přetvárnosti na zesilující vrstvě  $E_{e1} = \frac{E_{e,0}}{1 - \frac{2}{\pi} (1 - k_{1,1}^{1.4}) \arctg(k_{2,1} k_{1,1}^{-0.4}) \text{ rad}} = \frac{20.00}{1 - \frac{2}{\pi} (1 - 0.14^{1.4}) \arctg(1.17 \cdot 0.14^{-0.4}) \text{ rad}}$   $E_{e1} = 69.2$

$E_{minZP} < E_{e1}$  **40.00 < 69.2 [MPa]**

## Konstrukční vrstva

- součinitel únosnosti  $k_{1,2} = \frac{E_{e1}}{E_{mat,2}} = \frac{69.2}{100.0}$  - součinitel tloušťky vrstvy  $k_{2,2} = \frac{h_{mat,2}}{0.3} = \frac{0.25}{0.30}$   $k_1 = 0.69$   
 $k_2 = 0.83$

- ekvivalentní modul přetvárnosti na konstrukční vrstvě  $E_{e2} = \frac{E_{e,0}}{1 - \frac{2}{\pi} (1 - k_{1,2}^{1.4}) \arctg(k_{2,2} k_{1,2}^{-0.4}) \text{ rad}} = \frac{69.20}{1 - \frac{2}{\pi} (1 - 0.69^{1.4}) \arctg(0.83 \cdot 0.69^{-0.4}) \text{ rad}}$   $E_{e2} = 86.1$

$E_{minPL} \geq E_{e2}$  **86.1 > 80 [MPa]**

Z hlediska únosnosti navržená konstrukce vyhovuje.

## Posouzení před nepříznivými účinky mrazu

Hloubka promrzání  $h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \sqrt{523}$   $h_{PR} = 1.03$  [m] Min. tep. odpor  $R_{KPP} = \frac{h_{Pr} - h_k - h_{ZDov}}{\lambda_{SD}}$

Tepelný odpor podkl. vrstvy  $R_p = \frac{h_p}{\lambda_P} = \frac{0.35}{1.75}$   $R_p = 0.20$   $R_{KPP} = \frac{1.03 - 0.55 - 0.0}{2.00} = 0.24$   $R_{KPP} = 0.24$

Tepelný odpor konstr. vrstvy  $R_k = \frac{h_k}{\lambda_K} = \frac{0.25}{2.00}$   $R_k = 0.13$  Tepelně ekvivalentní tloušťka zesilující vrstvy  $h_{ep} = \frac{h_p}{\lambda_P} \lambda_{SD} = \frac{0.35}{1.75} \cdot 2.00$   $h_{ep} [m] = 0.40$

Hloubka promrzání navržené KPP  $h_{pr,KPP} = h_{KL} + h_{ep} + h_{ek} + h_{ZDov}$   $h_{pr,KPP} = 0.55 + 0.40 + 0.25 + 0.00$  Tepelně ekvivalentní tloušťka konstrukční vrstvy  $h_{ek} = \frac{h_k}{\lambda_P} \lambda_{SD} = \frac{0.25}{2.00} \cdot 2.00$   $h_{ek} [m] = 0.25$

$h_{pr,KPP} = 1.20$  [m]

$h_{PR,KPP} \geq h_{pr}$  **1.20 ≥ 1.03 [m]**

Z hlediska odolnosti proti mrazu navržená konstrukce vyhovuje.

Poznámka: navržená konstrukce odpovídá typu 4 ve smyslu vzorového listu Ž 4.2