

## trať Domažlice - Planá

Výstavba PZS se závorami P766 v km 68,493 na trati Domažlice - Planá

*Inženýrskogeologický průzkum*

zpracoval: Ing. Alexandr Kačora

Martin Jech



**objednatel:** PROJEKT SERVIS s.r.o., U Elektry 830/2B, 198 00 Praha 9 Hloubětín

Praha, květen 2021

## OBSAH

1. Úvod	.....	str. 1
2. Metodika průzkumných prací	.....	str. 1
3. Geomorfologické a geologické poměry zájmového území .....		str. 1
4. Železniční přejezd P766 v km 68.493	.....	str. 4
5. Mechanicko-fyzikální parametry zastižených geotechnických prostředí .....		str. 5
6. Návrh ZKPP	.....	str. 7
7. Zhodnocení IG poměrů projektované polní cesty	.....	str. 10

Příloha č. 1    Mapa dokumentačních bodů

Příloha č. 2    Dokumentace průzkumných sond

Příloha č. 3    Laboratorní analýzy

Příloha č. 4    Výsledky statické zatěžovací zkoušky

Příloha č. 5    Fotodokumentace

## 1. Úvod

Na základě objednávky společnosti Projekt servis spol. s r.o. byl zpracován geotechnický průzkum pro potřeby objednatele (zpracování projektové dokumentace pro akci „Výstavba PZS se závorami P766 v km 68,493 na trati Domažlice - Planá“. Předmětem předkládané závěrečné zprávy je ověření typu a geotechnické kvality základové půdy (pražcového podloží) železničního přejezdu a aktivní zóny projektované konstrukce obslužné polní cesty. Jako podklad byla objednatelem poskytnuta situace s kilometrickou polohou konstrukce (formát \*.pdf).

## 2. Metodika průzkumných prací

Terénní etapě předcházela část v podobě studia dostupných archivních materiálů převážně z databáze ČGS a Geofondu ČR.

### a) železniční přejezd

V první části proběhla etapa inženýrské činnosti tj. vyhledání železničního přejezdu, jeho dokumentace, ověření přístupu, dále kontakt se zástupci dopravy (dopravní kancelář žel. stanice Tachov), získání časového harmonogramu pro provádění prací (práce probíhaly na nevytlučené koleji). Pro ověření skladby a kvality pražcového podloží byla provedena jedna ručně kopaná sonda (K1) do úrovně budoucí subpláně. Umístění sondy bylo závislé na konstrukci přejezdu a odpovídalo zadání objednatele. Následně byla ve dně kopané sondy realizována statická zatěžovací zkouška ve smyslu Přílohy č. 5 k předpisu SŽDC S4. Dokumentace sondy K1 včetně záznamu statické zatěžovací zkoušky jsou součástí příloh předkládané závěrečné zprávy (Příloha č. 2 a 4). Ze dna sondy byl odebrán porušený vzorek zeminy pro provedení jejího zatřídění ve smyslu ČSN 73 6133.

### b) polní cesta

Pro posouzení geologické skladby byla v ose projektované polní cesty realizována zarážená sonda ZS 1 do hl. 1,5 m pod úroveň terénu. Popis sondy je součástí Přílohy č. 2.

Pozice průzkumných sond je vyznačena v Příloze č. 1 (Mapa dokumentačních bodů).

## 3. Geomorfologické a geologické poměry zájmového území

**Geomorfologické poměry** – ve smyslu publikace „*Vyšší geomorfologické jednotky České republiky*“, Praha 1996 (Geografické názvoslovné seznamy ČR) a podle „*Regionálního geomorfologického členění České republiky*“ (Studia geographica, RNDr. Tadeáš Czudek, CSc., Geomorfologické členění ČSR, Geografický ústav ČSAV, Brno, 1972), je popisované území součástí Hercynského systému, subsystému Hercynských pohoří a provincie Česká vysočina. V jejím rámci leží v soustavě Šumavské, Českoleské oblasti, celku Podčeskoleská pahorkatina, podcelku Tachovská brázda. Tvoří sníženinu (brázdu) mezi hraničním pohořím a vrchovinami ve východní polovině území.

Pro krajinu Tachovské brázdy je typické větší zastoupení rybníků a převaha zemědělské půdy nad lesní. Terén Tachovské brázdy se svažuje od západu k východu. Větší toky protékají krajinou západovýchodním směrem (Hamerský potok, Slatinný potok, řeka Mže, Výrovský potok, říčka Úhlavka atd.).

**Podle klimatické klasifikace** leží dotčená lokalita v mírně teplé klimatické oblasti MT3. Pro rajon MT3 je charakteristické mírné jaro, normálně dlouhé až delší, krátké léto, mírné až mírně chladné, suché až mírně suché, podzim je mírný, normálně dlouhý až delší, zima je mírná až mírně chladná, suchá až mírně suchá a normálně dlouhá. Index  $I_{mn}$  700 °C.den.

Vybrané charakteristiky klimatické oblasti MT3

Počet letních dnů	20 - 30
Počet dnů s průměrnou teplotou 10 °C a více	120 - 140
Počet mrazových dnů	130 - 160
Počet ledových dnů	40 - 50
Průměrná teplota v lednu [°C]	-3 - (-4)
Průměrná teplota v červenci [°C]	16 - 17
Průměrná teplota v dubnu [°C]	6 - 7
Průměrná teplota v říjnu [°C]	6 - 7
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	110 - 120
Srážkový úhrn ve vegetačním období [mm]	350 - 450
Srážkový úhrn v zimním období [mm]	250 - 300
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	60 - 100
Počet zamračených dnů	120 - 150
Počet jasných dnů	40 - 50

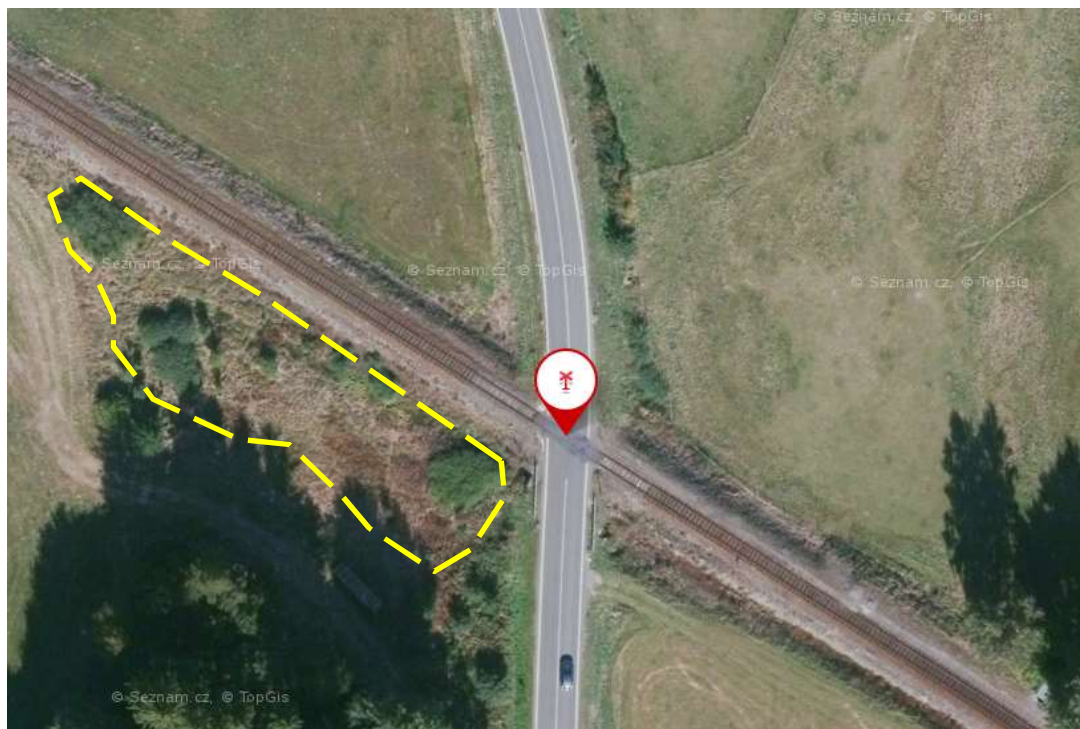
**Geologické poměry** – z regionálně geologického hlediska lze zájmové území zařadit do soustavy: Český masiv - krystalinikum a prevariské paleozoikum, oblasti: moldanubikum, jednotka: metamorfní jednotky v moldanubiku (moldanubikum Českého lesa). Skalní podklad je petrograficky zastoupen metamorfovanou horninou v podobě biotitické pararuly. V jeho nadloží se nachází málo mocné eluvium skalního podkladu charakteru hrubě zrnitého písku s obsahem ostrohranných fragmentů matečné horniny (pararuly).

**Kvartérní pokryv** je v nejbližším okolí (východním směrem) zastoupen deluviálními sedimenty charakteru hlinito-jílovitých písků s obsahem fragmentů hornin skalního podkladu, lokálně s přechodem do hlinito-kamenitých sutí.

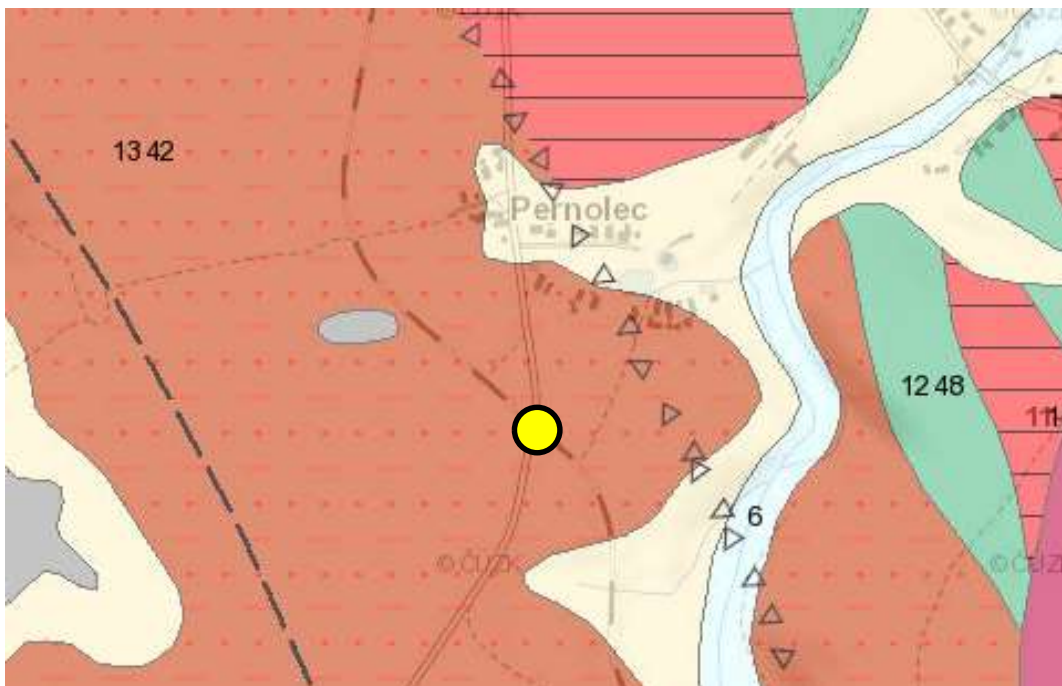
Obecné **hydrogeologické poměry** zájmové oblasti závisí zejména na litologickém charakteru pevného prostředí, tj. především na jeho propustnosti, dále na morfologii terénu, potenciálních zdrojích podzemní vody a na antropogenních vlivech urbanizované oblasti. V zájmovém území je vyvinutý hydrogeologický kolektor se zvýšenou propustností v přípovrchové zóně rozvolnění hornin (přípovrchová partie skalního podkladu). Jedná se o puklinový kolektor hydrogeologického masivu s proměnlivým podílem průlinové porozity v pásmu přípovrchového rozpukání a rozpojení hornin, který je výrazně závislý na dotacích srážkové vody. Předpokládaný směr proudění podzemní vody se v zájmovém území (dle archivní dokumentace) odehrává západním směrem k depresi Sedlišťského potoka. Srážková voda v okolí žel. přejezdu rychle zasakuje směrem k povrchu skalního podkladu.

Lokálně se v rámci kvartérních sedimentů vyskytují místa charakteru slatin. Jedná se o izolovaná bezodtoková místa (deprese) vyplněná sedimenty splachového původu porostlá vlhkomilnou flórou. Tento typ sedimentů se nachází JZ a Z od konstrukce přejezdu, nalevo od drážního tělesa vedeného násypem ve směru na Tachov.

V případě sondy K1 realizované v těsné blízkosti přejezdu nebyla podzemní voda zastižena. Trať i přejezd je vedena na 2-3 m vysokém násypu. V případě sondy ZS1 byla hladina podzemní vody zastižena v hl. 1,3 m pod povrchem stávajícího terénu. Voda je vázána na slabě jílovité písky modrošedé barvy menší bezodtoké oblasti (mokřadu).



Obr. 1 Výřez letecké mapy s vyznačením polohy mokřadu



Obr. 2 Výřez geologické mapy 1:50 000 (list 11-43 Bor, zdroj GEOFOND ČR)

#### 4. Železniční přejezd P766 v km 68.493

Jedná se o úrovnňový železniční přejezd přes silnici II/198 (z Bochova do Železné) u zastávky Pernolec. Přejezd se nachází cca 400 m jižně od stejnojmenné obce. Vnitřní přejezdovou část konstrukce přejezdu tvoří živice mezi ochrannými kolejnicemi. Navazující (vnější) část je tvořena živичným povrchem silnice II/198. Realizace kopané sondy K1 proběhla za hlavami dřevěných pražců, opis je prováděn od jejich úložné plochy. Přejezd je situován v plochem terénu, který byl v minulosti penepnenizován převážně erozní činností Sedlišského a Brtného potoka. V zájmovém území je trať vedena na 2-3 m vysokém násypovém tělese. Odhadovaná nadmořská výška konstrukce činí cca 494,4 m n. m.



Obr. 3 Pohled na místo provádění sondáže (sonda K1)

V rámci geotechnického průzkumu pražcového podloží konstrukce žel. přejezdu byla za hlavami pražců provedena kopaná sonda K1. Následně byla po začištění v jejím dně realizována statická zatěžovací zkouška SZZ1 (situace sondy je znázorněna v Příloze č. 1).

**popis sondy K1** (viz Příloha č. 2):

0,00 - 0,15	dřevěný pražec (štěrkové lože v mezipražcovém prostoru čisté)
0,15 - 0,28	kolejové lože (fr. 32/63), čisté
0,28 - 0,39	štěrkové lože znečištěné (mezerní hmotu tvoří šedočerná písčitá hlína)
0,39 - 0,89	rezavě hnědá štěrkovitá hlína tuhé konzistence s obsahem štěrku vel. do 4 cm (10-30 %)
0,89 - 1,05	rezavě hnědý hlinitý písek, ulehlý, s obsahem štěrkových zrn vel. 2-40 mm (20 %)

#### **provedení statické zatěžovací zkoušky SZZ 1**

modul přetvárnosti  $E_{def,2} = E_0 = 20,45 \text{ MPa}$

opravný součinitel  $z = 0,9$  (ve smyslu Tabulky 1., Přílohy 9 k předpisu SŽDC S4)

redukovaný modul přetvárnosti zeminy subpláně  $E_r = E_0 \cdot z = 20,45 \times 0,9 = 18,41 \text{ MPa}$

hladina podzemní vody nebyla zastižena

**vodní režim: příznivý**

## **5. Mechanicko-fyzikální parametry zastižených geotechnických prostředí**

Níže v tabulce jsou popsány mechanicko-fyzikální parametry geotechnického prostředí tvořícího budoucí subplán zastiženou v místě železničního přejezdu (geotechnické prostředí

v hl. 1,05 m pod úložnou plochou pražce) a v místě budoucí osy obslužné komunikace – polní cesty. Klasifikace proběhla ve smyslu ČSN EN ISO 14689-1 a ČSN 73 6133.

Součástí geotechnického hodnocení je posouzení těžitelnosti zeminy v základové spáře včetně její vhodnosti do násypů a zásypů. Klasifikace tříd těžitelnosti vychází z obecných kritérií dnes již neplatné ČSN 73 3050 „Zemní práce“, kterou uvádíme pro přehlednost a úplnost. Současně je exponovaná zemina klasifikována do třídy těžitelnosti dle aktuálně platného normativu ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa a pozemních komunikací“.

Vhodnost materiálu do násypů a zásypů je posuzována na základě pravidel citovaných v ČSN 73 6133. Klasifikace těžitelnosti, vhodnosti do násypu a zásypu je uvedena níže v tabulce č. 2.

Mechanickofyzikální vlastnosti exponovaných zemin jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Tab. č. 1

geneze (stratigrafie)	kvartér	kvartér
petrografické složení	hlinitý písek	písčitý jíl
sonda	K1	ZS1
ČSN 731001 „Základová půda pod plošnými základy“ – třída/symbol ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa a pozemních komunikací“	S4/SM	F4/CS
ČSN EN ISO 14 688-2	grsISa	fsaCI
konzistence, ulehlost	ulehlý	tuhá/pevná
únosnost (orientační hodnoty) $R_{dt}$ /kPa/	210	160
objemová tíha v přirozeném uložení /kN/m <sup>3</sup> /	18,5	19,0
modul deformace $E_{def}$ /MPa/	40	15
Poissonova konstanta $\nu$	0,31	0,35
soudržnost efektivní $c_{ef}$ /kPa/ soudržnost totální $c_u$ /kPa/	3 0	15 50
úhel vnitřního tření efektivní $\varphi_{ef}$ /°/ úhel vnitřního tření totální $\varphi_u$ /°/	30 0	23 0

Tab. č. 2

geneze (stratigrafie)	kvartér	kvartér
petrografické složení	hlinitý písek	písečný jíl
sonda	K1	ZS1
ČSN 73 3050 „Zemní práce“ třída těžitelnosti	4	4-5
ČSN 73 3133 „Návrh a provádění zemního tělesa a pozemních komunikací“	I.-II.	I.
ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa a pozemních komunikací“	podmínečně vhodná	podmínečně vhodná
vhodnost do násypu		
ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa a pozemních komunikací“	podmínečně vhodná	podmínečně vhodná
vhodnost pro podloží (aktivní zónu)		
ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa a pozemních komunikací“ (namrzavost)	mírně namrzavá - namrzavá	vysoce namrzavá
vodní režim	příznivý	velmi nepříznivý

## 6. Návrh ZKPP

Trať Domažlice – Planá u Mariánských Lázní, v jízdním řádu pro cestující označená číslem 184 náleží do kategorie hlavních tratí **regionálních**.

### Vstupní údaje

$V_{\max}$	60 km/hod <sup>-1</sup>
provozní zatížení	< 2 mil. hrt/rok
traťová třída zatížení	C3
přejezd je umístěn na násypu	$h = 2 - 3$ m (zemina tř. S4/SM)
redukovaný modul přetvárnosti $E_r$	18,41 MPa
namrzavost	mírně namrzavá – namrzavá
vodní režim	příznivý
index mrazu $I_{mn}$	700°C.den
tl. kolejového lože	$h_t = 0,65$ m

### Návrhové parametry (ve smyslu Tab. 1, Přílohy 6 k předpisu SŽ S4)

požadovaná únosnost PTŽS $E_{min,PL}$	70 MPa *
konstrukční vrstva $h_2$	200 mm/ŠD <sub>kv</sub> 0/32
podkladní vrstva (zesilující) $h_1$	300 mm/SC 0/22, C <sub>8/10</sub>
$E_{mat,konstr}$	70 MPa
$E_{mat,podkl}$	140 MPa

\* při  $E_{pl} = 50$  MPa a méně navazující tratě (v daném případě je  $E^{pl} = 30$  MPa)

### Návrh konstrukce pražcového podloží

podkladní vrstva (zesilující) $h_1$	300 mm/SC 0/22, C <sub>8/10</sub>
$E_{mat,podkl}$	140 MPa

ekvivalentní modul přetvárnosti zemní pláň

$$k_1 = \frac{E_r}{E_{mat,podkl}} = \frac{18,41}{140} = 0,13$$

$$k_2 = \frac{h_1}{D} = \frac{0,30}{0,30} = 1,0$$

$$E_{e,ZP} = \frac{E_r}{1 - \frac{2}{\pi} \cdot (1 - k_1^{1,4}) \cdot \arctg(k_2 \cdot k_1^{-0,4})}$$

$$E_{e,ZP} = 59,7 \text{ MPa}$$

---

konstrukční vrstva	200 mm/ŠD <sub>kv</sub> 0/32
$E_{mat,konstr}$	70 MPa

ekvivalentní modul přetvárnosti PTŽS

$$k_1 = \frac{E_{e,ZP}}{E_{mat,konstr}} = \frac{59,7}{70} = 0,85$$

$$k_2 = \frac{h_2}{D} = \frac{0,20}{0,30} = 0,67$$

$$E_{e,PL} = \frac{E_{e,ZP}}{1 - \frac{2}{\pi} \cdot (1 - k_1^{1,4}) \cdot \arctg(k_2 \cdot k_1^{-0,4})}$$

$$E_{e,PL} = 64,8 \text{ MPa}$$

### Posouzení únosnosti PTŽS

$$E_{e,PL} = 64,8 \text{ MPa} < E_{\min,PL} = 70 \text{ MPa}$$

**NEVYHOVUJE**

### Opakovaný návrh konstrukce pražcového podloží

zvětšení tloušťky podkladní vrstvy (zesilující)  $h_1$

400 mm/SC 0/22, C<sub>8/10</sub>

$E_{\text{mat,podkl}}$

140 MPa

ekvivalentní modul přetvárnosti zemní pláň

$$k_1 = \frac{E_r}{E_{\text{mat,podkl}}} = \frac{18,41}{140} = 0,13$$

$$k_2 = \frac{h_1}{D} = \frac{0,40}{0,30} = 1,33$$

$$E_{e,ZP} = \frac{E_r}{1 - \frac{2}{\pi} \cdot (1 - k_1^{1,4}) \cdot \arctg(k_2 \cdot k_1^{-0,4})}$$

$$E_{e,ZP} = 73,4 \text{ MPa}$$

---

konstrukční vrstva

200 mm/ŠD<sub>kv</sub> 0/32

$E_{\text{mat,konstr}}$

70 MPa

ekvivalentní modul přetvárnosti PTŽS

$$k_1 = \frac{E_{e,ZP}}{E_{\text{mat,konstr}}} = \frac{73,4}{70} = 1,05$$

$$k_2 = \frac{h_2}{D} = \frac{0,20}{0,30} = 0,67$$

$$E_{e,PL} = \frac{E_{e,ZP}}{1 - \frac{2}{\pi} \cdot (1 - k_1^{1,4}) \cdot \arctg(k_2 \cdot k_1^{-0,4})}$$

$$E_{e,PL} = 71,6 \text{ MPa}$$

### Posouzení únosnosti PTŽS

$$E_{e,PL} = 71,6 \text{ MPa} < E_{\min,PL} = 70 \text{ MPa}$$

**VYHOVUJE**

## Posouzení ochrany zemní pláň před nepříznivými účinky mrazu

Posouzení je založeno na porovnání předpokládané hloubky promrznutí  $h_{pr}$  a tepelně izolační schopnosti navržené konstrukce ZKPP  $h_{pr,zkpp}$ :

$$h_{pr} \leq h_{pr,zkpp}$$

Index mrazu (dle předpisu SŽDC S4 – Železniční spodek, Tabulka 1 a Obrázek 2 Přílohy 7 k předpisu SŽ S4  $I_{mn} = 700^\circ\text{C.den}$ ). Hloubka promrzání  $h_{pr} = 0,045 \cdot \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \cdot \sqrt{700} = 1,19\text{m}$ . Uvažovaná tl. podkladních vrstev činí:

**pod konstrukcí žel. přejezdu: ŠD<sub>kv</sub> 0/32 tl. 0,20 m + SC 0/22, C<sub>8/10</sub>**

Přepoččet na ekvivalentní vrstvu štěrkopísku:

$$h_{pr} \leq h_{kl} + \sum h_{n,i} + \sum h_{n,p} + h_{z,dov}$$

$$h_{n,i} = \frac{h_n}{\lambda_n} \times \lambda_{SD} = \frac{0,2}{2,0} \times 2,0 = 0,20 \quad \dots \text{ŠD}_{kv} 0/32$$

$$h_{n,p} = \frac{h_p}{\lambda_p} \times \lambda_{SD} = \frac{0,4}{1,75} \times 2,0 = 0,46 \quad \dots \text{SC } 0/22, \text{ C}_{8/10}$$

$h_{pr}$  hloubka promrzání (1,19 m)

$h_{kl}$  tloušťka kolejového lože = 0,55 m

$h_{n,i}$  ekvivalent tloušťky konstrukční vrstvy = 0,20 m

$h_{n,p}$  ekvivalent tloušťky podkladní vrstvy = 0,46 m

$h_{z,dov}$  dovolené tloušťky promrznutí zemin v m (Tabulka 3, Přílohy 7 k předpisu SŽ S4) = 0,50 m

$$1,19 \leq 0,55 + 0,20 + 0,46 + 0,50 \leq 1,71 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Z výše uvedeného vyplývá, že navržená konstrukce ZKPP **vyhovuje** z hlediska nutné ochrany zemní pláň před nepříznivými účinky mrazu.

## 7. Zhodnocení IG poměrů projektované polní cesty

Na základě výsledků sondy ZS1 lze konstatovat, že vrchní část profilu je tvořena zeminami s vysokým obsahem organických látek, které směrem k JZ vyklíňují. V jejich podloží jsou situovány hnědé písčité jíly, které níže (cca od 1 m) přechází do šedomodrých písků. Hladina podzemní vody je v době prováděného IGP situována cca 1,3 m pod povrchem terénu. V důsledku kapilární vztlakovosti negativně ovlivňuje nadložní jíly, a to především změnou jejich vlhkosti, která má dopad na jejich stupeň konzistence.

V rámci návrhu podkladních vrstev bude s ohledem na provozní zatížení zemědělských a lesnických strojů nutné uvažovat o odstranění svrchní části profilu, tvořeného zeminami s organickou příměsí. Současně bude nutné provést navýšení únosnosti podložních jíílů tuhé konzistence bez zásahu do podložních písků. Jako vhodné se jeví zůstat s úrovní zemní pláně nad hladinou podzemní vody, která by průběh stavebních prací mohla negativně ovlivnit. Pro zvýšení únosnosti a stejnoměrného rozložení zatížení v ploše doporučujeme v úrovni zemní pláně aplikovat netkanou separační geotextilii a výztužnou tuhou dvouosou geomříž s tahovou pevností min. 60 kN, doplněnou pokládkou drčeného kameniva DK 0/125 v tl. min. 0,50 m. S ohledem na velkou hodnotu kapilární vzlínivosti jíílů nedoporučujeme realizaci zlepšení zemin prostřednictvím hydraulických pojiv.

V Praze, dne 13.5.2021

zpracoval: Ing. Alexandr Kačora

schválil: Martin Jech

