

REKONSTRUKCE VÝHYBEK Č. 4 A 6
V ŽST. VČELNÁ

**GEOTECHNICKÝ PRŮZKUM
PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ**

duben 2021

2021-110

Výtisk č.:

Objednatel: **SUDOP Project Plzeň a.s.**
Plachého 35
301 25 Plzeň

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

Název zakázky zhotovitele: žst. Včelná, rekonstrukce

Zakázkové číslo zhotovitele: 2021-110

Úkol / název úkolu: **Rekonstrukce výhybek č. 4 a 6 v žst. Včelná**

Název zprávy: **Geotechnický průzkum pražcového podloží**

Praha, duben 2021

Zpracoval: Ing. Stanislav Mikunda



Schválil: Mgr. Filip Dudík
ředitel společnosti



GeoTec-GS, a.s.
Chmelová 2920/6, 106 00 Praha 10
IČ: 25103431 DIČ: CZ25103431
(6)

OBSAH :

1. ÚVOD.....	4
2. ROZSAH A METODIKA PRŮZKUMNÝCH PRACÍ	4
3. VYHODNOCENÍ PRŮZKUMU PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ	5
3.1. SOUHRN POZNATKŮ Z PRŮZKUMU PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ	5
3.2. VYUŽITÍ MATERIÁLŮ Z PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ	6
4. NÁVRH KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ.....	7
4.1. VSTUPNÍ PARAMETRY.....	7
4.2. SKLADBA KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ	7
4.3. TECHNOLOGIE PRACÍ	7
4.4. PROKÁZÁNÍ VLASTNOSTÍ MATERIÁLŮ A ZKOUŠENÍ	8
5. ZÁVĚR.....	8

Tabulky za textem:

Tabulka č. 1: Souhrnná geotechnická data

Přílohy:

- Příloha č. 1: Přehledná situace
- Příloha č. 2: Situace sond, měřítko 1:1000
- Příloha č. 3: Dokumentace kopaných sond
- Příloha č. 4: Protokoly statických zatěžovacích zkoušek
- Příloha č. 5: Výsledky dynamických penetračních zkoušek
- Příloha č. 6: Protokoly laboratorních zkoušek
- Příloha č. 7: Posouzení pražcového podloží na únosnost a promrzání

1. ÚVOD

Základní údaje o zakázce

Název stavby:	Rekonstrukce výhybek č.4 a 6 v žst. Včelná
Účel průzkumu:	Provedení geotechnického průzkumu pražcového podloží v žst. Včelná, za účelem ověření únosnosti pláně tělesa železničního spodku

2. ROZSAH A METODIKA PRŮZKUMNÝCH PRACÍ

Rozsah geotechnického průzkumu byl stanoven objednatelem prací a byl zaměřen na ověření únosnosti pláně tělesa železničního spodku před uvažovanou rekonstrukcí výhybek v žst. Včelná.

Práce na železničním spodku byly zaměřeny na získání informací o skladbě stávající konstrukce pražcového podloží, geotechnických vlastností zemin tvořících pláň tělesa železničního spodku a zemní pláň a ověření úrovně hladiny podzemní vody.

Geotechnický průzkum byl proveden v souladu s následujícími předpisy:

- předpisy SŽDC S3 a SŽDC S4
- „Technické kvalitativní podmínky staveb státních drah“ (kapitoly 3, 6, 7 a 18)
- příslušnými ČSN, na které se výše uvedené předpisy odvolávají
- příslušnými ČSN, souvisejícími s prováděnými průzkumnými pracemi

Práce při provádění průzkumu pražcového podloží spočívaly v:

- provedení kopaných sond mezi hlavami pražců, do úrovně pláně tělesa železničního spodku pro účely provedení statických zatěžovacích zkoušek a následně prohloubení sondy do úrovně zemní pláně a její dokumentace.
- provedení statických zatěžovacích zkoušek deskou (SZZ) v souladu s ČSN 72 1006, příloha B (resp. metodikou podle přílohy 5, předpisu SŽDC S4)
- provedení dynamických penetračních zkoušek (DP) ze dna kopané sondy (zemní pláň) lehkou dynamickou penetrační soupravou. Technické parametry penetrační soupravy jsou v souladu s normou DIN 4094 - lehká dynamická penetrace (hmotnost beranu 10 kg, výška pádu beranu 0,50 m, vrcholový úhel hrotu 90°, příčný průřez hrotu 1000 mm²).

Kopané sondy a k ní příslušející dokumentace o provedených zkouškách je v textové části a přílohách je značena **stávajícím staničením a stávajícím číslem koleje**.

Celkem bylo dle požadavku provedeno:

- 3 ks kopaných sond. Rozměrově byly kopané sondy prováděny tak, aby bylo možné realizovat příslušné zkoušky (šířka ve směru osy koleje minimálně 0,4 m, ve směru kolmém pak min. 1,0 m). Ze dna sondy byl proveden vrt ruční soupravou. Dokumentace sond je uvedena v příloze č. 3.
- 3 ks statických zatěžovacích zkoušek deskou. Zatěžovací zkoušky byly provedeny dle zadání, v úrovni pláně tělesa železničního spodku, akreditovanou laboratoří společnosti GeoTec-GS, a.s. Protokoly statických zatěžovacích zkoušek jsou prezentovány v příloze č. 4.
- 3 ks dynamických penetračních zkoušek ze dna kopané sondy (po dohloubení sondy na úroveň zemní pláně). Protokoly zkoušek obsahuje příloha č. 5.

Výškové údaje v dokumentaci sond, dynamických penetračních zkoušek a statických zatěžovacích zkoušek jsou vztaženy k úložné ploše pražce (ÚPP) nepřevýšeného kolejového pásu příslušné koleje.

3. VYHODNOCENÍ PRŮZKUMU PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ

Výsledky průzkumných prací pražcového podloží jsou přehledně prezentovány v tabulce č.1 „Souhrnná geotechnická data“ a podrobně jsou doloženy v přílohové části této zprávy.

Tabulka č. 1 „Souhrnná geotechnická data“, která je uvedena za textem zprávy, obsahuje kromě základních údajů pro jednotlivou sondu (staničení, číslo koleje a hloubku sondy) zatřídění zemin podle předpisu SŽDC S4 a ČSN 73 6133 na základě makroskopického popisu zastižených zemin, jejich ulehlost, resp. konzistenci, prognózu vývoje kvality podloží, zhodnocení vodního režimu a namrzavosti zastižených zemin.

U statických zatěžovacích zkoušek je uveden změřený modul přetvárnosti na pláni tělesa železničního spodku E_{pl} ,

3.1. SOUHRN POZNATKŮ Z PRŮZKUMU PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ

žst. Včelná - sonda ZS1 v koleji č.1, km 111,600

- šterkové lože:
 - zastižená mocnost šterkového lože je 0,55 m
 - míra znečištění šterkového lože se do hloubky zvětšuje, ve svrchní části je do úrovně 0,30 m slabě znečištěné, do úrovně 0,45 m silně znečištěné a do 0,55 m zcela zanesené, převážně písčitou hlínou a drtí
- konstrukční vrstvy:
 - nebyly zastiženy
 - v podloží šterkového lože byla zastižena heterogenní směs šterku hlinitého (G4 GM - valounky, úlomky), ojediněle s kameny
- zemní pláň:
 - na povrchu ZP je v úrovni 0,75 m uložena separační geotextilie
 - je tvořena šterkem hlinitým (G4 GMY), ulehlým, s valounky a úlomky
- vodní režim:
 - s ohledem na charakter zemin v úrovni zemní pláně hodnotíme vodní režim jako příznivý
- namrzavost zemin v zemní pláni
 - zastižené zeminy jsou mírně namrzavé
- hladina podzemní vody:
 - nebyla v sondě zastižena

žst. Včelná - sonda ZS2 v koleji č.1, km 111,700

- šterkové lože:
 - zastižená mocnost šterkového lože je 0,55 m
 - míra znečištění šterkového lože se do hloubky zvětšuje, ve svrchní části je do úrovně 0,25 m slabě znečištěné, do úrovně 0,35 m silně znečištěné a do 0,55 m zcela zanesené, převážně písčitou hlínou a drtí

- konstrukční vrstvy / zemní pláň:
 - konstrukční vrstvy nebyly zastiženy
 - v podloží štěrkového lože, v úrovni pláně tělesa železničního spodku, se nachází vrstva heterogenní směsi štěrku hlinitého (G4 GM - valounky, úlomky), ojediněle s kameny, o mocnosti 0,5 m (obdobně jako v sondě v km 111,600)
 - v úrovni 1,05 m byl zastižen jíl písčitý (F4 CSY), tuhé konzistence, s proměnlivým podílem štěrkovité frakce (až štěrku jílovité G5 GCY)
- vodní režim:
 - s ohledem na charakter zemin v úrovni zemní pláně hodnotíme vodní režim jako nepříznivý
- namrzavost zemin v zemní pláni
 - zastižené zeminy jsou nebezpečně namrzavé
- hladina podzemní vody:
 - nebyla v sondě zastižena

žst. Včelná - sonda ZS3 v koleji č.1, km 111,805

- štěrkové lože:
 - zastižená mocnost štěrkového lože je 0,55 m
 - míra znečištění štěrkového lože se do hloubky zvětšuje, ve svrchní části je do úrovně 0,20 m slabě znečištěné, do úrovně 0,45 m silně znečištěné a do 0,55 m zcela zanesené, převážně písčitou hlínou a drtí
- konstrukční vrstvy:
 - pod štěrkovým ložem byla zastižena poloha štěrku s příměsí jemnozrnné zeminy (G3 G-F) - štěrkodrt' fr. 0/32 mm, s vysokým podílem prachovité a písčité frakce
- zemní pláň:
 - na povrchu ZP je v úrovni 1,05 m uložena separační geotextilie
 - je tvořena zeminami charakteru jílu písčitého (F4 CS), tuhé konzistence a dále od 1,20 m jílu se střední plasticitou (F6 CI), tuhé konzistence
- vodní režim:
 - s ohledem na charakter zemin v úrovni zemní pláně hodnotíme vodní režim jako nepříznivý
- namrzavost zemin v zemní pláni
 - zastižené zeminy jsou nebezpečně namrzavé
- hladina podzemní vody:
 - nebyla v sondě zastižena

3.2. VYUŽITÍ MATERIÁLŮ Z PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ

Štěrkové lože je v místech sond generelně svrchu převážně čisté až slabě znečištěné, hlouběji ve spodní polovině pak silně až zcela zanesené.

Na základě makroskopického popisu stávajícího štěrkového lože bude možné uvažovat s cca 50% objemu pro další využití, a to např. pro recyklaci na štěrkodrt' frakce 0 - 32 mm.

Mocnost štěrkového lože uváděná v této zprávě je vztažena k nulové úrovni sondy, tj. k úložné ploše pražce. Při výpočtu kubatury musí být tedy odečten objem pražců.

4. NÁVRH KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ

4.1. VSTUPNÍ PARAMETRY

Železniční stanice Včelná leží na celostátní trati zařazené do systému TEN-T Horní Dvořiště - České Budějovice. Návrh konstrukce pražcového podloží vychází z parametrů stanovených tabulkou 1 přílohy 6 předpisu SŽ S4 pro traťovou třídu zatížení D4, předpokládaného provozního zatížení 2 - 8 mil. hrtkm/rok a pro rychlostní limit $81 \leq v \leq 120 \text{ kmh}^{-1}$:

- zemní pláň $E_o = 30 \text{ MPa}$
- pláň spodku $E_{e1} = 50 \text{ MPa}$

Železniční stanice Včelná se nachází v nadmořské výšce 430 m n.m., klimatické podmínky jsou charakterizovány indexem mrazu $I_{mn} = 475^\circ\text{C.den}$ (tab. 1 přílohy 7 předpisu SŽ S4) s hloubkou promrzání 0,98 m. Pro uvedené návrhové parametry trati je dovolená hloubka promrzání zlepšené zeminy $h_{z,dov}=0,10 \text{ m}$.

4.2. SKLADBA KONSTRUKCE 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 SŽ S4 a OTP Štěrkopísek, štěrkodrt' a recyklovaná štěrkodrt' pro konstrukční vrstvy tělesa železničního spodku č.j. 25 640/06-OP.

Návrhové parametry pro materiál konstrukční vrstvy je převzat z tabulky 2, přílohy 6 předpisu SŽ S4 - Železniční spodek pro:

- štěrkodrt' frakce 0 - 32 mm - $E_{sd} = 70 \text{ MPa}$ při $I_D = 1,00$

Na základě zjištěných geotechnických poměrů je navržen typ konstrukce pražcového podloží odpovídající typu 6.1 dle vzorového listu Ž4 s podkladní vrstvou tvořenou zlepšenými zeminami.

- **Návrh skladby konstrukce pražcového podloží od ložné plochy pražce:**

a) typ konstrukce 6.1 - redukováný modul přetvárnosti zemní pláně $E_{or} = 10 \text{ MPa}$

- kolejové lože - štěrk frakce 31,5/63 mm tloušťka 350 mm
- štěrkodrt' frakce 0/32 mm, tloušťka 350 mm (s ohledem na promrzání) - **$E_{pl} = 67,0 \text{ MPa}$**
- zlepšená zemní pláň v mocnosti 0,40 m po zhutnění - **$E_o = 48,0 \text{ MPa}$**

Na základě výsledků zatěžovacích zkoušek bude navržená skladba pražcového podloží provedena v úseku v km 111,682 - 111,904 v koleji č. 1 a v rekonstruovaném úseku k.č. 2 délky cca 25 za KV č. 6.

4.3. TECHNOLOGIE PRACÍ

Při těžbě původních konstrukčních vrstev musí být zvolena taková technologie prací, kterou se zamezí znehodnocení zemin zemní pláně. 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 mísením na místě. Před provedením vrstvy zlepšené zeminy musí být ze zemní pláně 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, pro potřeby stanovení rozpočtových nákladů doporučujeme uvažovat s množstvím 3% směsného pojiva s poměrem cement : vápno 1:1.

Promísení zeminy s pojivem se provádí zásadně zemními frézami. Při mísení ve více pásích se sousední pásy musí překrývat min. 0,20 m. 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 SŽ S4 Železniční spodek.

4.4. 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 shrnuje výsledky geotechnického průzkumu pražcového podloží ve vybraných místech koleje č.1, které byly předem definované objednatelem prací. v žst. Včelná. Průzkum byl zaměřen pro ověření únosnosti v úrovni pláně tělesa železničního spodku, před uvažovanou rekonstrukcí výhybek.

V místě provedené sondy v km 111,805 byla v úrovni PTŽS zastižena štěrkodrt' fr. 0/32 mm, s vysokým podílem prachovité a písčité složky. Změřený nízký modul přetvárnosti $E_2 = 5,89 \text{ MPa}$ tak naznačuje uložení málo kvalitní šd v konstrukční vrstvě v uvedeném místě. Může se však jednat pouze o lokální místo, nebo úsek. Při rekonstrukci bude proto vhodné po snesení kolejového svršku a odtěžení stěrku kolejového lože, ověřit a posoudit kvalitu materiálu uloženého do konstrukční vrstvy.

Výsledky průzkumu jsou shrnuty v kapitole č. 3, které budou sloužit jako podklad pro projektovou dokumentaci stavby.

V kapitole č. 4 je prezentován návrh konstrukce pražcového podloží, jeho posouzení je doloženo v příloze č. 7.

Tabulka č. 1 - Souhrnná geotechnická data

Staničení [km]	Číslo koleje	Úroveň SZZ [m] ^{*)}	Zatřídění zeminy v úrovni PTŽS	Úroveň ZP [m] ^{**)}	Zatřídění zeminy v úrovni ZP	Konzistence, ulehlost	Kvalita do podloží	Vodní režim	Namrzavost	Modul přetvárnosti E_{pl} [MPa]	Poznámka
Žst. Včelná											
111,600	1.	0,55	G4 GMY +Cb	0,75	G4 GMY	ulehlý	konstantní	příznivý	mírně namrzavá	51,7	
111,700	1.	0,50	G4 GMY +Cb	1,05	F4 CSY	tuhý	konstantní	nepříznivý	nebezpečně namrzavá	38,5	
111,805	1.	0,55	G3 G-FY	1,05	F4 CSY	tuhý	roste	nepříznivý	nebezpečně namrzavá	5,9	

Poznámky:

^{*)} - úroveň statické zatěžovací zkoušky pod ÚPP - dle požadavku objednatele (úroveň PTŽS).

^{**)} - úroveň zastižené zemní pláně kopanou sondou a počátek dynamické penetrační zkoušky.

PŘÍLOHOVÁ ČÁSTObsah:

Příloha č. 1 - Přehledná situace

Příloha č. 2 - Situace sond, měřítko 1:1000

Příloha č. 3 - Dokumentace kopaných sond

Příloha č. 4 - Protokoly statických zatěžovacích zkoušek

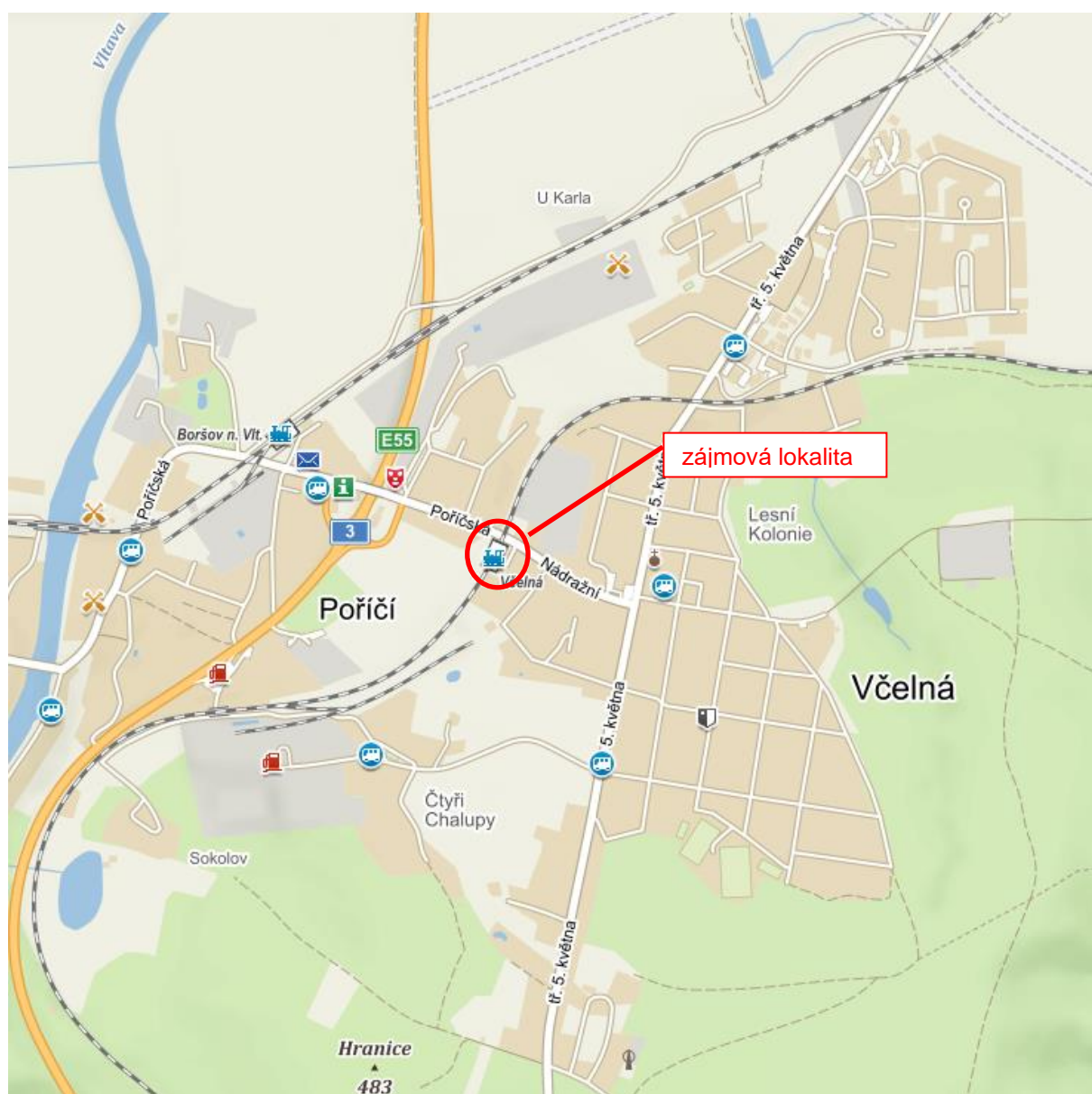
Příloha č. 5 - Výsledky dynamických penetračních zkoušek

Příloha č. 6 - Protokoly laboratorních zkoušek

Příloha č. 7 - Posouzení pražcového podloží na únosnost a promrzání

Název zakázky:	žst. Včelná, rekonstrukce		
Číslo zakázky:	2021 - 110	Objednatel:	SUDOP Project Plzeň a.s.
Datum:	04 / 2021	Zpracoval:	Ing. Stanislav Mikunda
Počet listů:	17	Schválil:	Mgr. Filip Dudík

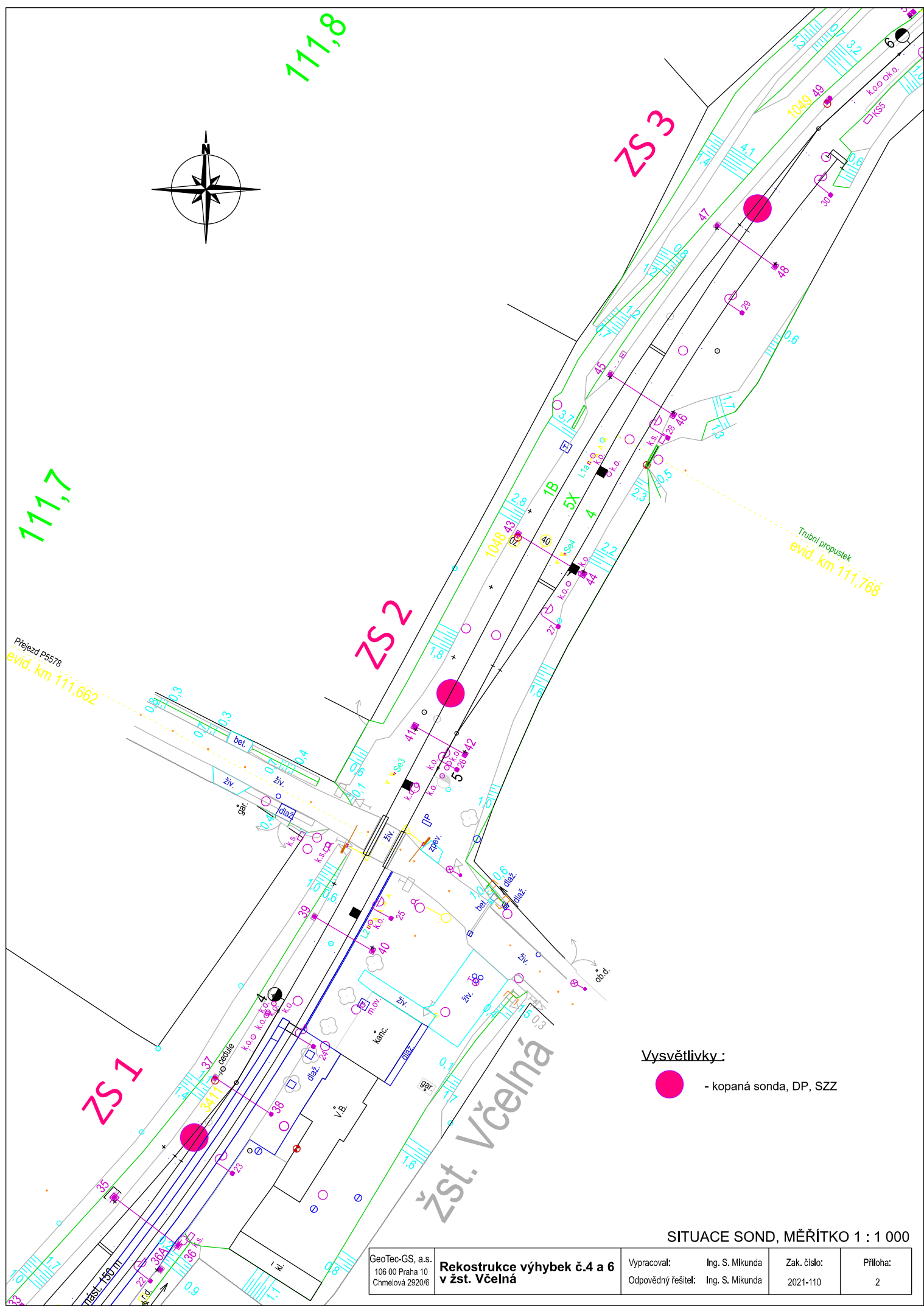
PŘÍLOHA Č. 1 - PŘEHLEDNÁ SITUACE



Název zakázky:	žst Včelná, rekonstrukce		
Číslo zakázky:	2021 - 110	Objednatel:	SUDOP Project Plzeň a.s.
Datum:	04 / 2021	Zpracoval:	Ing. Stanislav Mikunda
Počet listů:	-	Schválil:	Mgr. Filip Dudík

PŘÍLOHA Č. 2 - SITUACE SOND, MĚŘÍTKO 1:1000

Název zakázky:	žst Včelná, rekonstrukce		
Číslo zakázky:	2021 - 110	Objednatel:	SUDOP Project Plzeň a.s.
Datum:	04 / 2021	Zpracoval:	Ing. Stanislav Mikunda
Počet listů:	1	Schválil:	Mgr. Filip Dudík



- kopaná sonda, DP, SZZ

SITUACE SOND, MĚŘÍTKO 1 : 1 000

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

Rekonstrukce výhybek č.4 a 6 v žst. Včelná

Vypracoval: Ing. S. Mikunda
Odpovědný řešitel: Ing. S. Mikunda

Zak. číslo:
2021-110

Příloha:
2

PŘÍLOHA Č. 3 - DOKUMENTACE KOPANÝCH SOND

Název zakázky: žst Včelná, rekonstrukce

Číslo zakázky: 2021 - 110 Objednatel: SUDOP Project Plzeň a.s.

Datum: 04 / 2021 Zpracoval: Ing. Stanislav Mikunda

Počet listů: 2 Schválil: Mgr. Filip Dudík

DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY			
Mezistaniční úsek (žst.):	žst. Včelná	Kolej č.:	1
Lokalizace sondy:	v ose koleje (30 cm, vlevo blíže ke k.č.3) - výhybka č.4	Staničení km:	111,600 (ZS 1)
Morfologie trati:	úroveň terénu	Datum hloubení:	14.4.2021
Nulová úroveň:	úložná plocha pražce	Dokumentoval:	M. Láška
Hloubka [m] od - do	Makroskopický popis		Zatřídění dle SŽDC S4
0,00 - 0,30	Kolejový rošt: dřevěný pražec/ S49 Štěrkové lože – slabě znečištěné prachem a pískem Štěrkové lože – silně znečištěné pískem hlinitým a drtí Štěrkové lože – zcela zanesené písčitou hlínou a drtí Štěrk hlinitý – ulehlý, šedohnědé barvy, valouny, opracované i ostrohranné úlomky hornin velikosti do 6 cm, ojediněle až 10 cm, o obsahu cca 70 %, s hlinitopísčitou výplní a drtí úlomků, vlhký - slabý přítok srážkové vody ze šl.		G4 GMY + Cb
0,30 - 0,45			
0,45 - 0,55			
0,55 - 0,75			
0,75	Geotextilie		G4 GMY
0,75 - 1,00	Štěrk hlinitý – ulehlý, šedohnědé barvy, valouny, opracované i ostrohranné úlomky hornin s hlinitopísčitou výplní a drtí úlomků, zjištěno pomocí vpichu ruční sondovací soupravy		
Odebrané vzorky:	-	Hladina podzemní vody:	nezastižena
Hloubka zatěžovací zkoušky:	0,55 m	Změřený modul přetvárnosti E ₀ :	51,72 MPa
Opravný součinitel – z	1	Reduk. modul přetvárnosti E _{0r} :	51,72 MPa
Dynamická penetrační zk. v intervalu:	0,75 - 2,75 m	Kvalita do hloubky:	roste

DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY				
Mezistaniční úsek (žst.):		žst. Včelná	Kolej č.:	1
Lokalizace sondy:		vlevo	Staničení km:	111,700 (ZS 2)
Morfologie trati:		vlevo přísyp 1,5 m, vpravo úroveň terénu	Datum hloubení:	14.4.2021
Nulová úroveň:		úložná plocha pražce	Dokumentoval:	M. Láška
Hloubka [m] od - do		Makroskopický popis		Zatřídění dle SŽDC S4
0,00 - 0,25		Kolejový rošt: SB8 / S49 Štěrkové lože – slabě znečištěné prachem a drtí Štěrkové lože – silně znečištěné písčitou hlínou a drtí Štěrkové lože – zcela zanesené písčitou hlínou a drtí Štěrk hlinitý – středně ulehlý, šedohnědé barvy, valouny, opracované i ostrohranné úlomky hornin velikosti do 8 cm, ojediněle až 15 cm, o obsahu cca 70 %, s hlinitopísčitou výplní a drtí úlomků, vlhký		G4 GMY + Cb
0,25 - 0,35				
0,35 - 0,55				
0,55 - 1,05				
1,05 - 1,40		Jíl písčitý – tuhý, hnědý, slabě slídnatý, s valouny do velikosti cca 5 cm, o proměnlivém obsahu cca 30-50%		F4 CSY (G5 GCY)
Odebrané vzorky:		P 1,05 - 1,15 m	Hladina podzemní vody:	nezastižena
Hloubka zatěžovací zkoušky:		0,50 m	Změřený modul přetvárnosti E ₀ :	38,46 MPa
Opravný součinitel – z		1	Reduk. modul přetvárnosti E _{0r} :	38,46 MPa
Dynamická penetrační zk. v intervalu:		1,05 – 2,85 m	Kvalita do hloubky:	roste

DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY				
Mezistaniční úsek (žst.):		žst. Včelná	Kolej č.:	1
Lokalizace sondy:		vpravo (30 cm - blíže ke k.č.3) - výhybka č.6	Staničení km:	111,805 (ZS 3)
Morfologie trati:		vlevo přísyp 1,5 m, vpravo úroveň terénu	Datum hloubení:	14.4.2021
Nulová úroveň:		úložná plocha pražce	Dokumentoval:	M. Láska
Hloubka [m] od - do		Makroskopický popis		Zatřídění dle SŽDC S4
0,00 - 0,20		Kolejový rošt: dřevěný pražec / E1 (UIC 60)		Y (G3 G-F)
0,20 - 0,45		Šterkové lože – slabě znečištěné prachem		
0,45 - 0,55		Šterkové lože – silně znečištěné pískem a drtí		
0,55 - 1,05		Šterkodrt' frakce 0-32 – středně ulehlá, šedé barvy, charakteru šterku s příměsí jemnozrnné zeminy, s vysokým podílem prachovité a písčité frakce		
1,05		Geotextílie		F4 CS Y
1,05 - 1,20		Jíl písčitý – tuhý, hnědý, slabě slídnatý, vysoce plastický, zjištěno pomocí vpichu ruční sondovací soupravy		
1,20 - 1,30		Jíl se střední plasticitou – tuhé konzistence, načervenalé barvy, slabě slídnatý, s drobnými úlomky hornin do velikosti 3 mm, zjištěno pomocí vpichu ruční sondovací soupravy		F6 CI
Odebrané vzorky:		-	Hladina podzemní vody:	nezastižena
Hloubka zatěžovací zkoušky:		0,55 m	Změřený modul přetvárnosti E ₀ :	5,89 MPa
Opravný součinitel – z		1	Reduk. modul přetvárnosti E _{0r} :	5,89 MPa
Dynamická penetrační zk. v intervalu:		1,05 – 1,55 m	Kvalita do hloubky:	roste

PŘÍLOHA Č. 4 - PROTOKOLY STATICKÝCH ZATĚŽOVACÍCH ZKOUŠEK

Název zakázky:	Žst Včelná, rekonstrukce		
Číslo zakázky:	2021 - 110	Objednatel:	SUDOP Project Plzeň a.s.
Datum:	04 / 2021	Zpracoval:	Ing. Stanislav Mikunda
Počet listů:	3	Schválil:	Mgr. Filip Dudík

Název zakázky: žst. Včelná, rekonstrukce výhybek, GTP

Číslo zakázky: 2021 - 110

PROTOKOL O ZKOUŠCE Č. 26/P/21/ZZ-B

STATICKÁ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKA DESKOU PRO STAVBY ŽELEZNIČNÍ DRÁHY

Číslo zkoušky: 382

Zkušební metoda: ČSN 72 1006 Kontrola zhutnění zemin a sypanin, příloha B
(Předpis SŽ S4 - Železniční spodek, příloha 5 - neakreditovaný postup)Identifikační údaje:Objednatel: SUDOP Project Plzeň a.s.
Plachého 35, 301 25 Plzeň

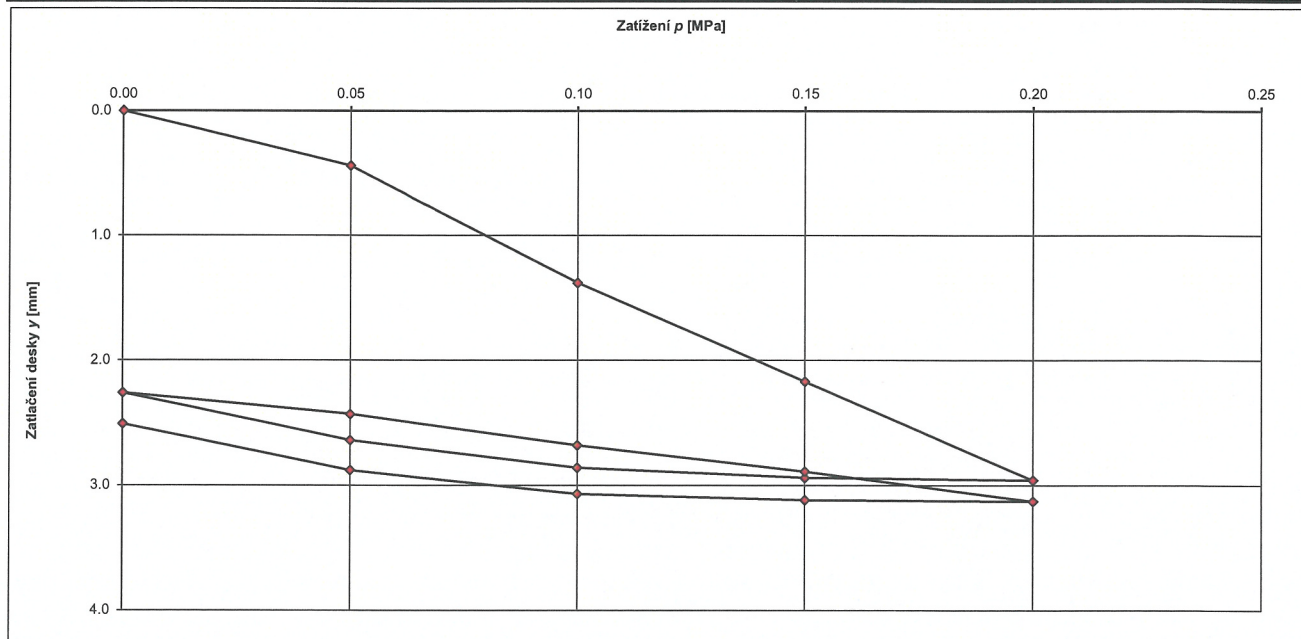
Stavba: Rekonstrukce výhybek č.4 a 6 v žst. Včelná

Charakteristika zkoušky:

Stavební objekt:	Železniční spodek	Staničení [km]:	111,600(ZS1)
Mezistaniční úsek (žst.):	žst. Včelná	Kolej č.:	1. (blíže ke k.č.3)
Poloha a vzdálenost desky vzhledem k ose koleje ve směru staničení [m]	vlevo, 0,35 m	Hloubka uložení zatěžovací desky pod úložnou plochou pražce [m]:	0.55
Zkoušená vrstva:	pláň tělesa železničního spodku	Zkoušená zemina:	štěrk hlinitý, středně ulehý
Provedena dne:	14.04.2021	Čas zahájení ZZ:	8:45
		Čas ukončení ZZ:	9:20
Průměr zkušební desky [mm]:	300	Zkušební zařízení:	PZA - 005
		Rozměr dna sondy [m]:	0,40 x 0,45 m
Klimatické podmínky:	zataženo 5 °C	Zkoušku provedl:	Láska M.

Výsledek zkoušky:

Měřené hodnoty	První zatěžovací cyklus					Odlehčení				Druhý zatěžovací cyklus				Odlehčení						
Zatížení p [MPa]	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.15	0.10	0.05	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.15	0.10	0.05	0.00			
Zatlačení desky y [mm]	0.00	0.44	1.38	2.17	2.96	2.94	2.86	2.64	2.26	2.43	2.68	2.89	3.13	3.12	3.07	2.88	2.51			
Vypočtené veličiny	Modul přetvárnosti E_1					15.20				MPa				Poměr modulů E_2 / E_1				3.402		-
	Modul přetvárnosti E_2					51.72				MPa										



Poznámka:

Prohlášení:

Prohlašujeme, že výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušeného předmětu v příslušném místě a reprezentují jeho stav v době provádění zkoušky.

Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře se nesmí tento protokol reprodukovat jinak, než celý.

Veškerá porovnání naměřených hodnot s hodnotami požadovanými je mimo rámec akreditace dle ČSN EN ISO/IEC 17025:2018.

V Praze dne: 14.04.2021



Ing. Stanislav Mikunda
vedoucí polních zkoušek

Název zakázky: žst. Včelná, rekonstrukce výhybek, GTP

Číslo zakázky: 2021 - 110

PROTOKOL O ZKOUŠCE Č. 26/P/21/ZZ-B

STATICKÁ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKA DESKOU PRO STAVBY ŽELEZNIČNÍ DRÁHY

Číslo zkoušky: 383

Zkušební metoda: ČSN 72 1006 Kontrola zhutnění zemin a sypanin, příloha B
(Předpis SŽ S4 - Železniční spodek, příloha 5 - neakreditovaný postup)Identifikační údaje:Objednatel: SUDOP Project Plzeň a.s.
Plachého 35, 301 25 Plzeň

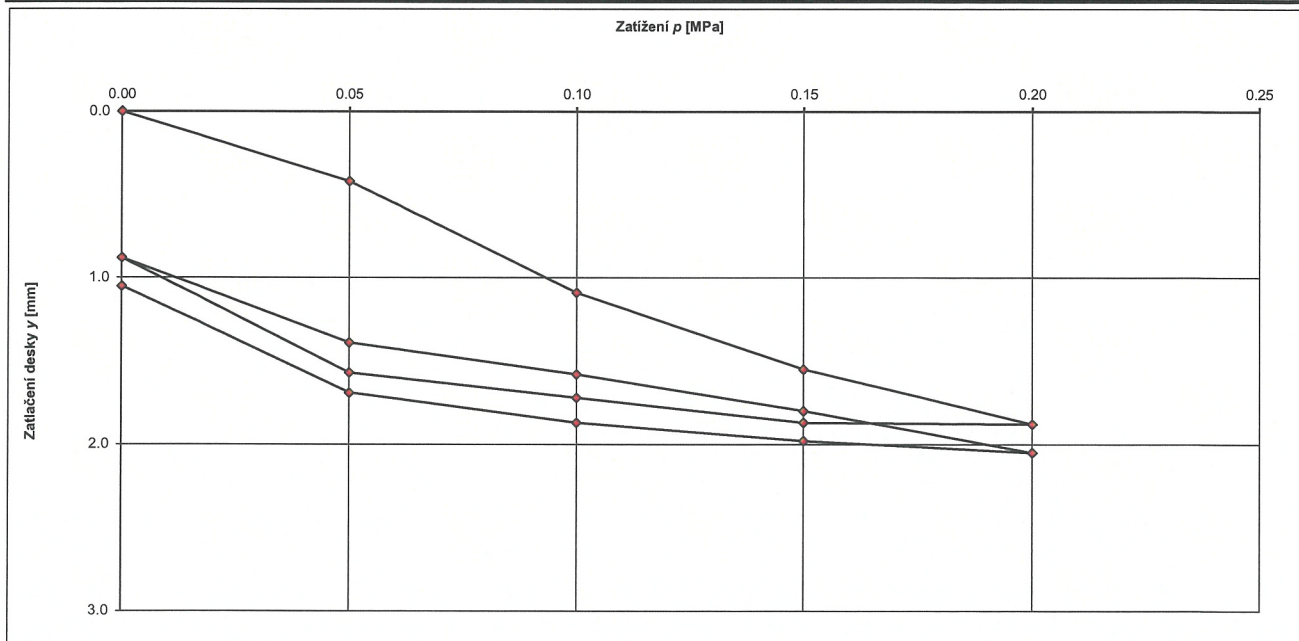
Stavba: Rekonstrukce výhybek č.4 a 6 v žst. Včelná

Charakteristika zkoušky:

Stavební objekt:	Železniční spodek	Staničení [km]:	111,700(ZS2)
Mezistaniční úsek (žst.):	žst. Včelná	Kolej č.:	1.
Poloha a vzdálenost desky vzhledem k ose koleje ve směru staničení [m]	vlevo, 1,00 m	Hloubka uložení zatěžovací desky pod úložnou plochou pražce [m]:	0.50
Zkoušená vrstva:	plán tělesa železničního spodku	Zkoušená zemina:	štěrk hlinitý, středně ulehý
Provedena dne:	14.04.2021	Čas zahájení ZZ:	9:40
		Čas ukončení ZZ:	10:20
Průměr zkušební desky [mm]:	300	Zkušební zařízení:	PZA - 001
		Rozměr dna sondy [m]:	0,40 x 0,45 m
Klimatické podmínky:	zataženo 5 °C	Zkoušku provedl:	Láska M.

Výsledek zkoušky:

Měřené hodnoty	První zatěžovací cyklus					Odlehčení				Druhý zatěžovací cyklus				Odlehčení						
Zatížení p [MPa]	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.15	0.10	0.05	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.15	0.10	0.05	0.00			
Zatlačení desky y [mm]	0.00	0.42	1.09	1.55	1.88	1.87	1.72	1.57	0.88	1.39	1.58	1.80	2.05	1.98	1.87	1.69	1.05			
Vypočtené veličiny	Modul přetvárnosti E_1					23.94				MPa				Poměr modulů E_2 / E_1				1.607		-
	Modul přetvárnosti E_2					38.46				MPa										



Poznámka:

Prohlášení:

Prohlašujeme, že výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušeného předmětu v příslušném místě a reprezentují jeho stav v době provádění zkoušky.

Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře se nesmí tento protokol reprodukovat jinak, než celý.

Veškerá porovnání naměřených hodnot s hodnotami požadovanými je mimo rámec akreditace dle ČSN EN ISO/IEC 17025:2018.

V Praze dne: 14.04.2021



Ing. Stanislav Mikunda
vedoucí polních zkoušek

Název zakázky: žst. Včelná, rekonstrukce výhybek, GTP

Číslo zakázky: 2021 - 110

PROTOKOL O ZKOUŠCE Č. 26/P/21/ZZ-B

STATICKÁ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKA DESKOU PRO STAVBY ŽELEZNIČNÍ DRÁHY

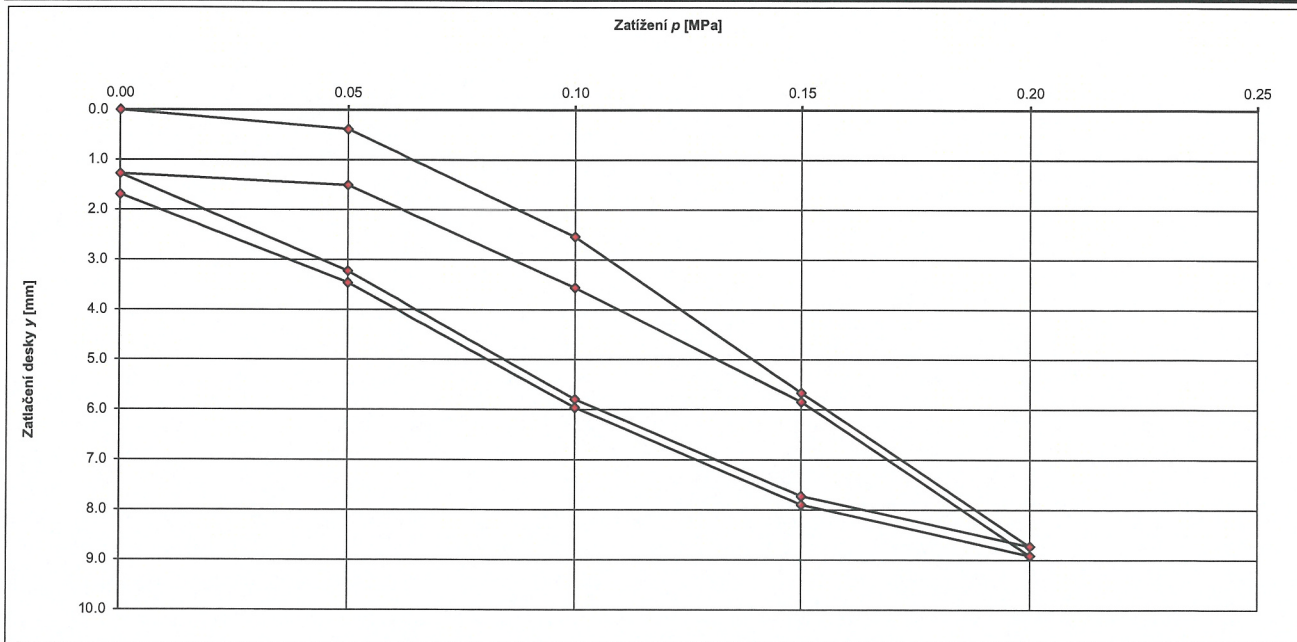
Číslo zkoušky: 384

Zkušební metoda: ČSN 72 1006 Kontrola zhutnění zemin a sypanin, příloha B
(Předpis SŽ S4 - Železniční spodek, příloha 5 - neakreditovaný postup)**Identifikační údaje:**Objednatel: SUDOP Project Plzeň a.s.
Plachého 35, 301 25 Plzeň**Stavba:** Rekonstrukce výhybek č.4 a 6 v žst. Včelná**Charakteristika zkoušky:**

Stavební objekt: Železniční spodek	Staničení [km]: 111,805(ZS3)
Mezistaniční úsek (žst.): žst. Včelná	Kolej č.: 1. (blíže ke kč.2)
Poloha a vzdálenost desky vzhledem k ose koleje ve směru staničení [m] vpravo, 0,35 cm	Hloubka uložení zatěžovací desky pod úložnou plochou pražce [m]: 0.55
Zkoušená vrstva: pláň tělesa železničního spodku	Zkoušená zemina: štěrk hlinitý, středně ulehý
Provedena dne: 14.04.2021	Čas zahájení ZZ: 10:35 Čas ukončení ZZ: 11:10
Průměr zkušební desky [mm]: 300 Zkušební zařízení: PZA - 001	Rozměr dna sondy [m]: 0,40 x 0,45 m
Klimatické podmínky: zataženo 5 °C	Zkoušku provedl: Láska M.

Výsledek zkoušky:

Měřené hodnoty	První zatěžovací cyklus					Odlehčení				Druhý zatěžovací cyklus				Odlehčení						
Zatížení p [MPa]	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.15	0.10	0.05	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.15	0.10	0.05	0.00			
Zatlačení desky y [mm]	0.00	0.39	2.54	5.66	8.73	7.73	5.79	3.23	1.28	1.51	3.56	5.84	8.92	7.90	5.96	3.46	1.69			
Vypočtené veličiny	Modul přetvárnosti E_1					5.15				MPa				Poměr modulů E_2 / E_1				1.143		-
	Modul přetvárnosti E_2					5.89				MPa										



Poznámka:

Prohlášení:

Prohlašujeme, že výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušeného předmětu v příslušném místě a reprezentují jeho stav v době provádění zkoušky.

Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře se nesmí tento protokol reprodukovat jinak, než celý.

Veškerá porovnání naměřených hodnot s hodnotami požadovanými je mimo rámec akreditace dle ČSN EN ISO/IEC 17025:2018.

V Praze dne: 14.04.2021



Ing. Stanislav Mikunda
vedoucí polních zkoušek

PŘÍLOHA Č. 5 - VÝSLEDKY DYNAMICKÝCH PENETRAČNÍCH ZKOUŠEK

Název zakázky:	Žst Včelná, rekonstrukce		
Číslo zakázky:	2021 - 110	Objednatel:	SUDOP Project Plzeň a.s.
Datum:	04 / 2021	Zpracoval:	Ing. Stanislav Mikunda
Počet listů:	1	Schválil:	Mgr. Filip Dudík

Souprava: LDP - GT-GS hmotnost beranu : 10 kg výška pádu beranu : 0,5 m
 Mezistaniční úsek (žel. stanice) : Mezistaniční úsek (žel. stanice) : Mezistaniční úsek (žel. stanice) :
 žst Včelná žst Včelná žst Včelná
 Sonda : 111.600 Sonda : 111.700 Sonda : 111.805
 Kolej : 1 Kolej : 1 Kolej : 1

Hloubka [m]	N _{10,red}	q _{dyn}	Hloubka [m]	N _{10,red}	q _{dyn}	Hloubka [m]	N _{10,red}	q _{dyn}
0.1	30.0	8.0	0.1	3.0	0.8	0.1	2.0	0.5
0.2	32.0	8.6	0.2	6.0	1.6	0.2	3.0	0.8
0.3	11.0	2.9	0.3	7.0	1.9	0.3	5.0	1.3
0.4	11.0	2.9	0.4	9.0	2.4	0.4	15.0	4.0
0.5	13.0	3.5	0.5	9.0	2.4	0.5	70.0	18.7
0.6	16.0	4.3	0.6	9.0	2.4	0.6		
0.7	17.0	4.5	0.7	7.0	1.9	0.7		
0.8	23.0	6.2	0.8	7.0	1.9	0.8		
0.9	26.0	7.0	0.9	8.0	2.1	0.9		
1.0	21.0	5.6	1.0	8.0	2.1	1.0		
1.1	16.0	3.7	1.1	10.0	2.3	1.1		
1.2	25.0	5.8	1.2	7.0	1.6	1.2		
1.3	28.0	6.5	1.3	5.0	1.2	1.3		
1.4	26.0	6.0	1.4	4.0	0.9	1.4		
1.5	26.0	6.0	1.5	8.0	1.8	1.5		
1.6	28.0	6.5	1.6	10.0	2.3	1.6		
1.7	28.0	6.5	1.7	12.0	2.8	1.7		
1.8	27.0	6.2	1.8	69.0	15.9	1.8		
1.9	20.0	4.6	1.9			1.9		
2.0	18.0	4.1	2.0			2.0		
2.1			2.1			2.1		
2.2			2.2			2.2		
2.3			2.3			2.3		
2.4			2.4			2.4		
2.5			2.5			2.5		
2.6			2.6			2.6		
2.7			2.7			2.7		
2.8			2.8			2.8		
2.9			2.9			2.9		
3.0			3.0			3.0		

počátek penetrace pod ÚPP

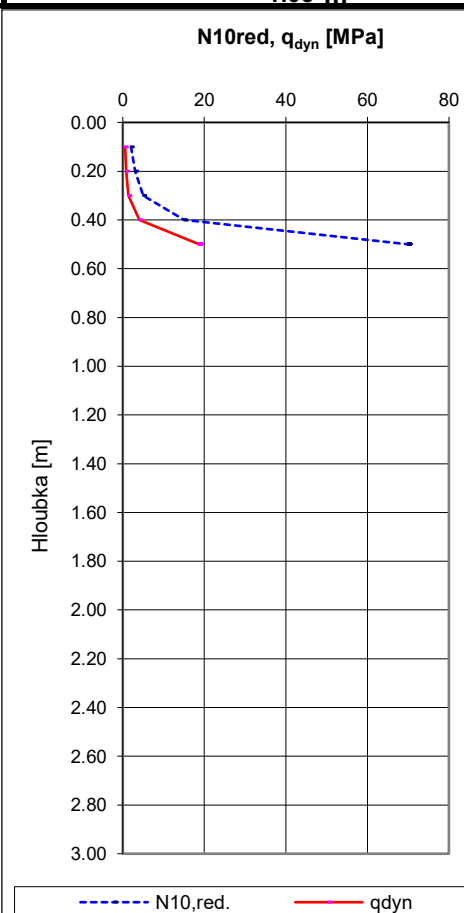
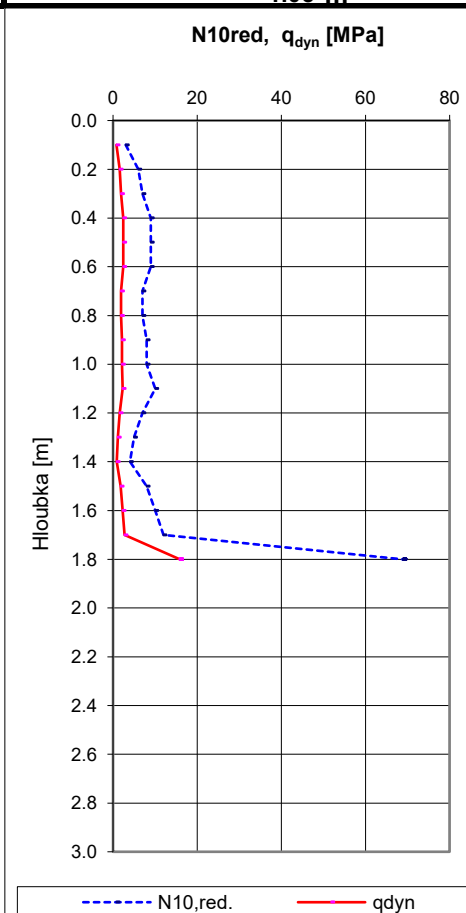
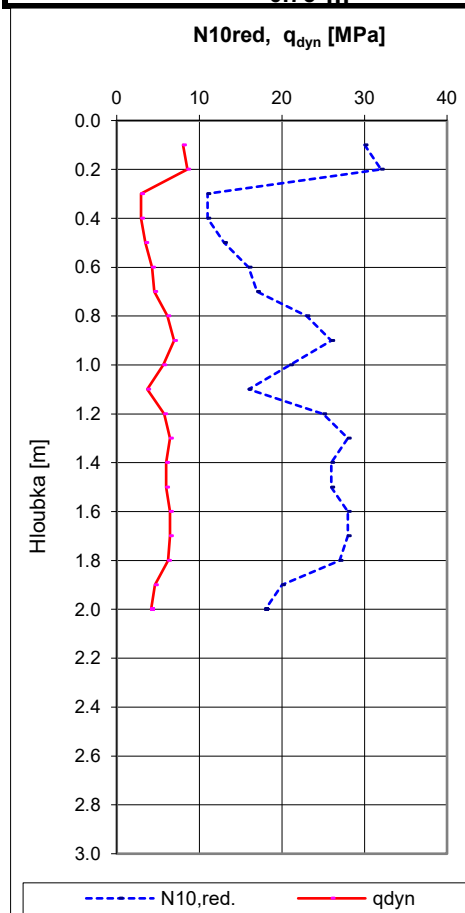
0.75 m

počátek penetrace pod ÚPP

1.05 m

počátek penetrace pod ÚPP

1.05 m



PŘÍLOHA Č. 6 - PROTOKOLY LABORATORNÍCH ZKOUŠEK

Název zakázky:	žst Včelná, rekonstrukce		
Číslo zakázky:	2021 - 110	Objednatel:	SUDOP Project Plzeň a.s.
Datum:	04 / 2021	Zpracoval:	Ing. Stanislav Mikunda
Počet listů:	2	Schválil:	Mgr. Filip Dudík

Název zakázky: Žst. Včelná - rekonstrukce výhybek, GTP

Číslo zakázky: 2021-110

**PROTOKOL O ZKOUŠCE Č. 28/B/21/ZR
FYZIKÁLNÍ A INDEXOVÉ VLASTNOSTI ZEMIN**

Identifikace zkušebních postupů: Stanovení zrnitosti zemin dle ČSN EN ISO 17892-4
Stanovení vlhkosti zemin dle ČSN EN ISO 17892-1
Stanovení meze tekutosti a meze plasticity, indexu plasticity a stupně konzistence dle ČSN EN ISO 17892-12
Stanovení kapilární vztlakovosti dle PP-05
Stanovení čísla nestejnozrnnosti a čísla křivosti dle PP-06

Identifikační údaje objednatele: GeoTec-GS, a.s., Chmelová 2920/6, 106 00 Praha 10

Odběr vzorků: Láska M.
Datum odběru vzorků: 14.04.2021
Datum převzetí vzorků v laboratoři: 20.04.2021
Zkoušku provedl: Haráková D., Ingrová B., Ledinová L., Bc. Němcová I., Bc. Oulehla V.
Datum zpracování zakázky: 22.-28.04.2021
Celkový počet stran: 2

Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře nesmí být tento protokol reprodukován jinak, než celý. Výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušených vzorků.

Laboratoř neodpovídá za odběr vzorků. Výsledky zkoušek se vztahují na vzorky v dodaném stavu. Informace o odběru vzorku dodal zákazník.

Související dokumenty a normy:

ČSN EN ISO 14688-2: Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 2: Zásady pro zařizování, 2005*

ČSN 73 6133: Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací + Z1

ČSN 72 1002: Klasifikace zemin pro dopravní stavby, 1993*

Výše uvedené zkušební postupy jsou prováděny v prostorách laboratoře GeoTec-GS, a.s. Laboratoř mechaniky zemin, hornin a polních zkoušek, sídlící na ulici Franzova 922/70 v Brně.

Při interpretaci a výroku o shodě nejsou uvažovány hodnoty nejistot.

Poznámky:

Křivky zrnitosti zemin jsou získány z hodnot stanovených na základě postupu dle ČSN EN ISO 17892-4. Zařizování zemin je provedeno na základě křivky zrnitosti zemin dle klasifikace dle ČSN 73 6133 "Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací" a dle ČSN EN ISO 14688-2 "Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 2: Zásady pro zařizování".¹⁾

Vhodnost do násypu a pro podloží vozovky byla stanovena dle ČSN 73 6133.¹⁾

Scheibleho kritérium namrzavosti je uvedeno dle ČSN 72 1002*.¹⁾

Filtrační součinitel byl stanoven výpočtem dle Jákyho.²⁾

V případě, že není laboratorně stanovena hodnota zdánlivé hustoty pevných částic, byla do výpočtu použita odhadnutá hodnota: $2,7 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$ pro jemnozrnné zeminy a $2,65 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$ pro hrubozrnné zeminy.

* neplatná norma

¹⁾ charakter interpretace

²⁾ mimo rozsah akreditace

Datum vystavení protokolu: 28.04.2021

Protokol vystavil a schválil: Mgr. Pavlína Frýbová, Ph.D.
vedoucí laboratoře



Název zakázky: Žst. Včelná - rekonstrukce výhybek, GTP

Číslo zakázky: 2021-110

PROTOKOL O ZKOUŠCE Č. 28/B/21/ZR FYZIKÁLNÍ A INDEXOVÉ VLASTNOSTI ZEMIN

Označení sondy: **Km 111,700**
 Hloubka sondy [m]: **1,05-1,15**
 Číslo vzorku: **4224**
 Objekt: **žs.Včelná kolej č.1**
 Typ vzorku: **porušený**

VÝSLEDKY LABORATORNÍCH ZKOUŠEK

Vlhkost dle ČSN EN ISO 17892-1	w	[%]	9,3
Mez tekutosti dle ČSN EN ISO 17892-12	w_L	[%]	36
Mez plasticity dle ČSN EN ISO 17892-12	w_P	[%]	19
Index plasticity dle ČSN EN ISO 17892-12	I_P	[%]	16
Stupeň konzistence dle ČSN EN ISO 17892-12	I_C	[-]	1,62
Číslo nestejnozrnnosti	C_u	[-]	1366,66
Číslo křivosti	C_c	[-]	2,92
Posouzení kapilární vztlakovosti dle ČSN 72 1002	H_s	[m]	1,06
	H_{max}	[m]	2,84

VÝSLEDKY DALŠÍCH HODNOCENÍ

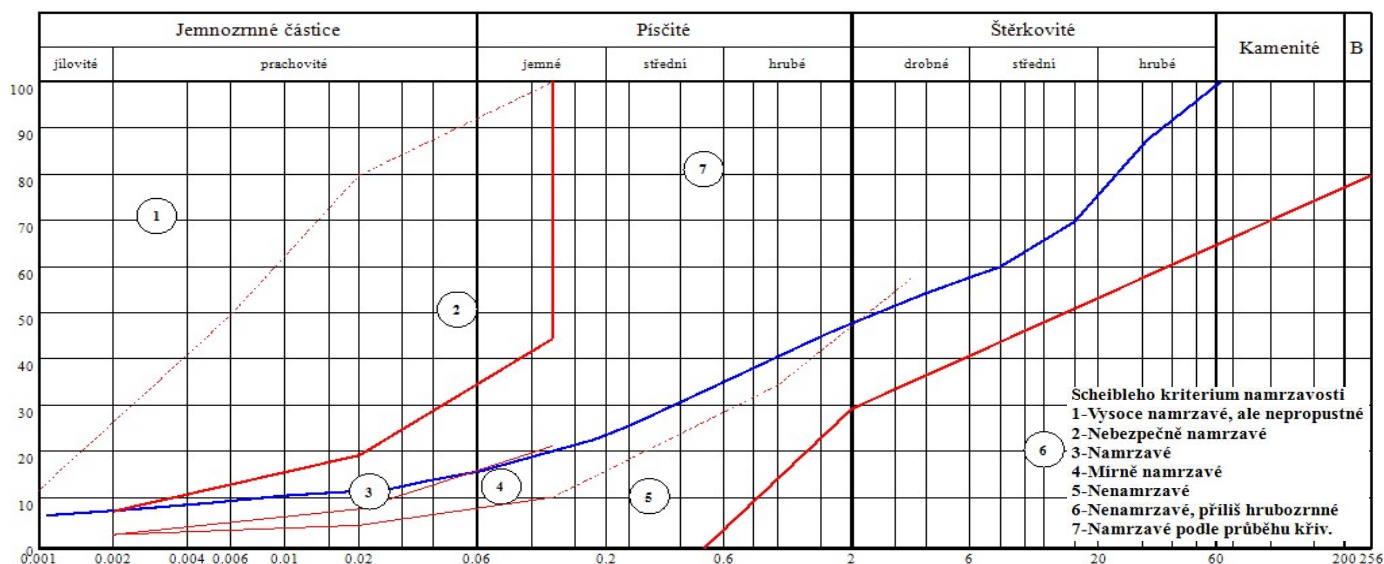
Klasifikace dle ČSN 73 6133 ¹⁾			G5 GC
Klasifikace dle ČSN EN ISO 14688-2 ¹⁾			saciGr
Vhodnost do násypu dle ČSN 73 6133 bez úpravy zeminy ¹⁾			PV
Vhodnost pro podloží vozovky (pro aktivní zónu) dle ČSN 73 6133 bez úpravy zeminy ¹⁾			PV
Filtrační součinitel dle Jákyho ²⁾	k	[m/s]	5,86E-04

Poznámky:

V - vhodný

PV - podmíněčně vhodný

N - nevhodný



**PŘÍLOHA Č. 7 -
POSOUZENÍ PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ NA ÚNOSNOST A PROMRZÁNÍ**

Název zakázky:	žst Včelná, rekonstrukce		
Číslo zakázky:	2021 - 110	Objednatel:	SUDOP Project Plzeň a.s.
Datum:	04 / 2021	Zpracoval:	Ing. Antonín Kropáček
Počet listů:	1	Schválil:	Mgr. Filip Dudík

Posouzení pražcového podloží na únosnost a promrzání

Vstupní data

Návrhová rychlost (km.h ⁻¹)	81 - 120	Třída zatížení	D4	Provozní zatížení (mil. hrtkm/rok)	2 - 8
Tloušťka šterkového lože včetně výšky pražce	h_{KL} [m]	0,55		Mrazový index - dle příl. 7, předpisu SŽ S4	I_{mn} [°Cden] 475
Modul přetvárnosti na zemní pláni požadovaný	E_{minZP} [MPa]	30,0		Namrzavost zemin v podloží	nebezpečně namrzavá
Modul přetvárnosti na pláni spodku požadovaný	E_{minPL} [MPa]	50,0		Vodní režim	nepříznivý
Redukovaný modul přetvárnosti zemní pláně	E_{r0} [MPa]	10,0		Dovolená hloubka promrzání zemní pláně	h_{zdov} [m] 0,10
Materiál podkladní vrstvy	zeminy zlepšené silničním pojivem			Dovolená tloušťka promrzání vrstvy zlepšené zeminy	h_{zdov,zlep} [m] 0,10
Modul deformace materiálu podkladní vrstvy	E_{mat,1} [MPa]	110		Součinitel tepelné vodivosti materiálu podkladní vrstvy	λ_p [Wm⁻¹K⁻¹] 1,50
Tloušťka podkladní vrstvy	h₁ [m]	0,40			
Materiál konstrukční vrstvy	šterkodrt' frakce 0/32 mm				
Modul deformace materiálu konstrukční vrstvy	E_{mat,2} [MPa]	70		Součinitel tepelné vodivosti materiálu konstrukční vrstvy	λ_K [Wm⁻¹K⁻¹] 2,00
Tloušťka konstrukční vrstvy	h₂ [m]	0,35			

Posouzení únosnosti

Podkladní vrstva

- součinitel únosnosti $k_{1,1} = \frac{E_{e0}}{E_{mat,1}} = \frac{10,0}{110}$ - součinitel tloušťky vrstvy $k_{2,1} = \frac{h_1}{0,3} = \frac{0,40}{0,30}$ $k_{1,1} = 0,09$ $k_{2,1} = 1,33$

- ekvivalentní modul přetvárnosti na podkladní vrstvě $E_{e,1} = \frac{E_{e,0}}{1 - \frac{2}{\pi} (1 - k_{1,1}^{1,4}) \arctg(k_{2,1} k_{1,1}^{-0,4}) \text{rad}} = \frac{10,0}{1 - \frac{2}{\pi} (1 - 0,09^{1,4}) \arctg(1,33 \cdot 0,09^{-0,4}) \text{rad}}$ $E_{e,1} = 48,4 \text{ MPa}$

Konstrukční vrstva

- součinitel únosnosti $k_{1,2} = \frac{E_{e,1}}{E_{mat,2}} = \frac{48,4}{70}$ - součinitel tloušťky vrstvy $k_{2,2} = \frac{h_2}{0,3} = \frac{0,35}{0,30}$ $k_{1,2} = 0,69$ $k_{2,2} = 1,17$

- ekvivalentní modul přetvárnosti na konstrukční vrstvě $E_{e,2} = \frac{E_{e,0}}{1 - \frac{2}{\pi} (1 - k_{1,2}^{1,4}) \arctg(k_{2,2} k_{1,2}^{-0,4}) \text{rad}} = \frac{48,4}{1 - \frac{2}{\pi} (1 - 0,69^{1,4}) \arctg(1,17 \cdot 0,69^{-0,4}) \text{rad}}$ $E_{e,2} = 63,7 \text{ MPa}$

$E_{e,2} = E_{PL} \geq E_{minPL} \dots\dots 63,7 \geq 50,0$ **z hlediska únosnosti navržená konstrukce vyhovuje**

Posouzení před nepříznivými účinky mrazu

Hloubka promrzání $h_{pr} = 0,045 \cdot \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \cdot \sqrt{475}$ $h_{pr} = 0,98 \text{ [m]}$ Min. tepelný odpor KPP $R_{KPP} = \frac{h_{pr} - h_k - h_{zdov}}{\lambda_{SD}} = \frac{0,33}{2,00}$ $R_{KPP} = 0,165$

Tepelný odpor podkladní vrstvy $R_p = \frac{h_p}{\lambda_p} = \frac{0,40}{1,50}$ $R_p = 0,27$ Tepelně ekvivalentní tloušťka podkladní vrstvy $h_{ep} = \frac{h_p}{\lambda_p} \lambda_{SD} = \frac{0,40}{1,50} \cdot 2,00$ $h_{ep} = 0,53 \text{ [m]}$

Tepelný odpor konstrukční vrstvy $R_K = \frac{h_K}{\lambda_K} = \frac{0,35}{2,00}$ $R_K = 0,18$ Tepelně ekvivalentní tloušťka konstr. vrstvy $h_{eK} = \frac{h_K}{\lambda_K} \lambda_{SD} = \frac{0,35}{2,00} \cdot 2,00$ $h_{eK} = 0,35 \text{ [m]}$

Hloubka promrzání navržené KPP $h_{pr,KPP} = h_{KL} + h_{ek} + h_{zdov,zlep}$ $h_{pr,KPP} = 0,55 + 0,35 + 0,10$ $h_{pr,KPP} = 1,00$ Hloubka promrzání vrstvy zlepšené zeminy $h_{pr,zlep} = h_{pr} - (h_{KL} + h_{ek})$ $h_{pr,zlep} = 0,98 - (0,55 + 0,35)$ $h_{pr,zlep} = 0,08 \text{ [m]}$

$h_{pr,zlep} \leq h_{zdov,zlep} \dots\dots 0,08 \leq 0,10$

$h_{pr} \leq h_{pr,KPP} \dots\dots 0,98 \leq 1,00$ **z hlediska odolnosti proti mrazu navržená konstrukce vyhovuje**

Poznámka:

navržená konstrukce odpovídá KPP typu 6.1 ve smyslu vzorového listu Ž 4