


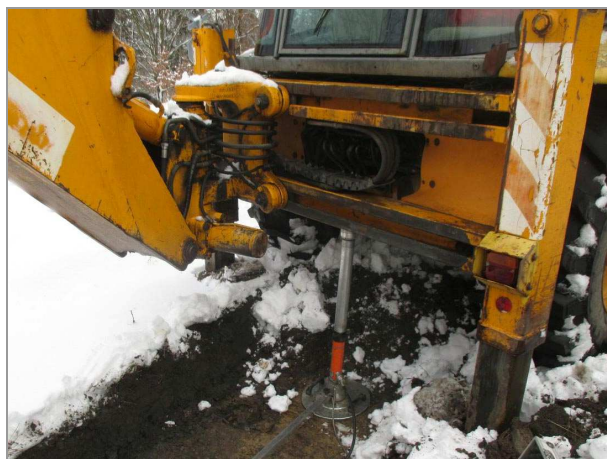
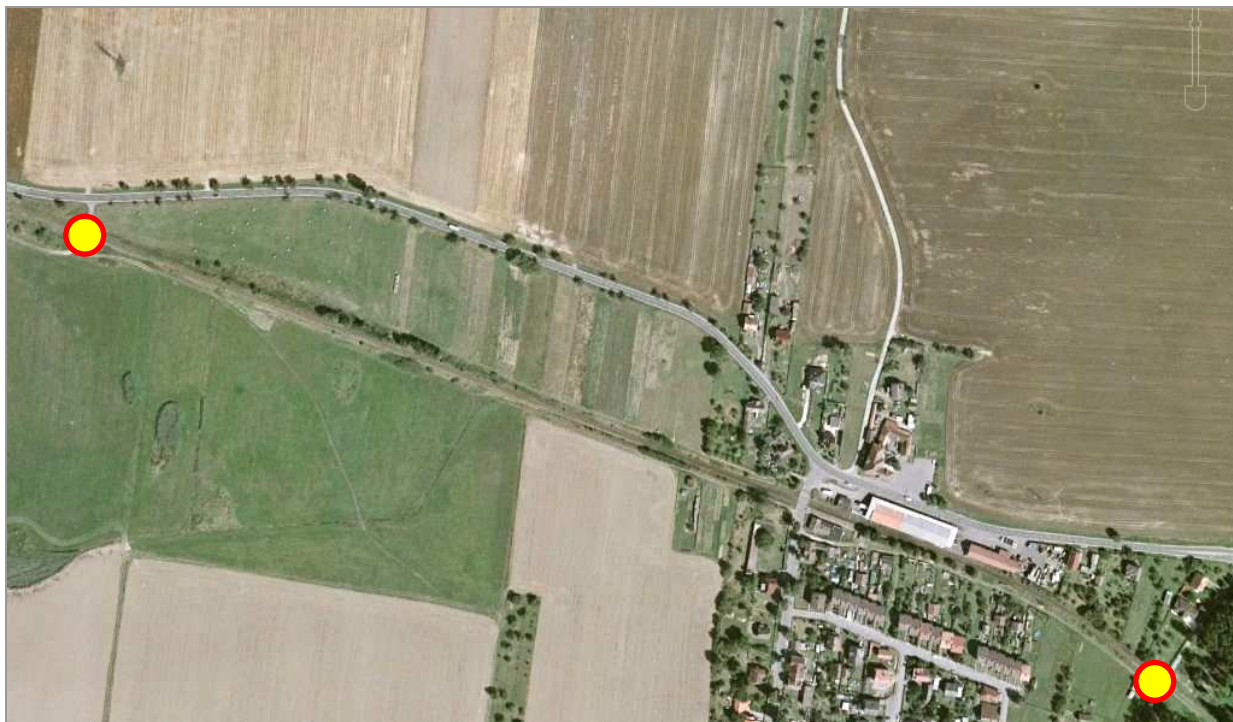
**SO 11 Železniční svršek-přejezd v km 23,011**  
**SO 12 Železniční spodek a odvodnění-přejezd v km 23,011**  
**SO 13 Přejezd v km 23,011**

Souřadnicový systém: S-JTSK

Výškový systém: Bpv

Přehled verzí přílohy				
Číslo	Datum	Popis změny	Jméno	Podpis

<b>Zadavatel:</b> Správa železniční dopravní cesty, státní organizace Dlážděná 1003/7, Praha 1 - Nové Město 110 00 <b>SŽDC s.o., Stavební správa západ</b> Sokolovská 278/1955, Praha 9 190 00					
<b>Zhotovitel:</b> PROJEKT servis spol. s r.o. U Elektry 830/2b, Praha 9 - Hloubětín 198 00 IČ: 49823141 tel.: 281 090 860 www.projekt-servis.cz   firma@projekt-servis.cz					
<b>Vypracoval:</b>	<b>Kontroloval:</b>	<b>Odpovědný projektant:</b>	<b>Hlavní inženýr projektu:</b>		
KRAJ: JIHOČESKÝ		OKRES: PÍSEK	MěÚ: SEPEKOV		
<b>Název akce:</b> „Zvýšení bezpečnosti na přejezdech v traťovém úseku Božejovice – Milevsko“					
<b>Obsah:</b> <b>D.2            STAVEBNÍ ČÁST</b> <b>D.2.1        Inženýrské objekty</b> <b>D.2.1.1      Kolejový svršek a spodek</b> <b>SO 11 Železniční svršek-přejezd v km 23,011</b> <b>SO 12 Železniční spodek a odvodnění-přejezd v km 23,011</b> <b>SO 13 Přejezd v km 23,011</b>			<b>Číslo zakázky:</b> <b>ZAK-2018-61</b>		
<b>Příloha:</b> <div style="text-align: center; font-size: 1.2em; font-weight: bold;">GEOTECHNICKÝ PRŮZKUM</div>			<b>Stupeň:</b>	DUSP	
			<b>Datum:</b>	02/2019	
			<b>Měřítko:</b>		
			<b>Formát:</b>	A4	
			<b>Verze:</b>	<b>Část:</b>	<b>Č. přílohy:</b>
			-	<b>D.2.1.1</b>	<b>7</b>



projektová, průzkumná a konzultační společnost

PUDIS a.s., Nad Vodovodem 2/3258, 100 31 Praha 10

T: +420 267 004 287 E: info@pudis.cz ids: hd4fwa5 www.pudis.cz

Vypracovali: Ing. Boleslav Březina Mgr. Libor Síla	Vedoucí skupiny: Mgr. Libor Síla <i>s. l.</i>	Objednatel:  <b>PROJEKT servis s.r.o.</b> <b>U Elektry 830/2b,</b> <b>198 21 Praha 9</b>
	Manažer projektu: Ing. Petr Pokorný	
Odpovědný řešitel: Ing. Boleslav Březina <i>Březina</i>	Ředitel společnosti: Ing. Martin Höfler <i>Höfler</i>	
Číslo zakázky: S-18-081	Číslo objednávky:	

Akce: <b>Zvýšení bezpečnosti na přejezdech v traťovém úseku Božejovice - Milevsko</b>	Datum: I.2019
<b>GEOTECHNICKÝ PRŮZKUM - STATICKÉ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKY</b>	Souprava:

## **OBSAH:**

1	ÚVOD .....	3
2	ÚKOL A ROZSAH PRŮZKUMNÝCH PRACÍ, POUŽITÉ METODY .....	3
3	CELKOVÉ GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY .....	4
4	VÝSLEDKY PRŮZKUMU ZEMNÍHO TĚLESA PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ .....	5
4.1.1	Dokumentace kopaných sond a výsledky terénních zatěžovacích zkoušek .....	5
4.1.2	Geotechnické charakteristiky zastižených geotypů zemního tělesa .....	6
5	ZÁVĚR .....	7

## **Přílohy:**

- 1 Situace realizovaných kopaných sond
- 2 Protokoly realizovaných terénních a laboratorních zkoušek

## 1 ÚVOD

Předkládaný geotechnický průzkum (dále GTP), zahrnující realizaci terénních statických zatěžovacích zkoušek na dvou přejezdech v úseku trati ČD Božejovice - Milevsko, je zpracovaný na základě objednávky společnosti PROJEKT servis s.r.o. č. OBJ-O-2018-047 ze dne 14.XII.2018. Rozsah a způsob zpracování průzkumu byly stanoveny na jednání se zástupci objednatele (p. Ing. Martin Koudelka, p. Ing. Martin Verner) v prosinci 2018.

Vlastní terénní průzkumné práce byly realizovány 10.I.2019, finální zpráva je objednateli předávána ke dni 31.I.2019 v 6 vyhotoveních tiskem a v též elektronické podobě, ve formátu PDF.

## 2 ÚKOL A ROZSAH PRŮZKUMNÝCH PRACÍ, POUŽITÉ METODY

Práce GTP byly realizovány pro záměr projektu a přípravnou projektovou dokumentaci akce "Zvýšení bezpečnosti na přejezdech v traťovém úseku Božejovice - Milevsko". Požadavky na průzkumné práce byly specifikovány zhotovitelem přípravné dokumentace stavby, tj. společností PROJEKT servis s.r.o., a zahrnovaly zejména:

- zjištění míry znečištění šterkového pražcového lože a zejména **skladby pražcového podloží** v místech 2 kopaných a dále ručně dovtaných sond K-1 a K-2 až do hloubky cca 1,5 m pod povrchem zemního tělesa
- **2 statické zatěžovací zkoušky** v kopaných sondách K-1 a K-2, realizované na povrchu zemní pláně pod šterkovou vrstvou pražcového podloží za účelem zjištění deformačních charakteristik zemního tělesa
- **laboratorní zkoušky zemin/hornin** - základní klasifikační rozborů vzorků odebraných z obou kopaných sond
- **celkové geotechnické zhodnocení získaných výsledků** a stanovení místních geotechnických charakteristik zemin a hornin, tvořících v zájmovém území pražcové podloží.

Pro posouzení celkových geologických poměrů i stanovení místních geotechnických charakteristik byly kromě výsledků nových průzkumných prací využity i všechny dostupné **archivní zdroje** (Geofond, mapové podklady atp.)

Výkresová dokumentace, fotodokumentace a protokoly realizovaných zkoušek a rozborů jsou obsaženy v následujících přílohách za textovou částí zprávy:

Příl. 1: Situace realizovaných kopaných sond

Příl. 2: Fotodokumentace průzkumných prací

Příl. 3: Protokoly realizovaných terénních a laboratorních zkoušek

### Použité metody:

- **Přirozená vlhkost  $w$  (%)** je stanovena postupem podle ČSN CEN ISO/TS 17892-1.

- **Konzistenční meze - mez tekutosti  $w_L$  (%)**, **mez plasticity  $w_P$  (%)** a **číslo plasticity  $I_P$  (%)** jsou určeny podle ČSN CEN ISO/TS 17892-12.
- **Zrnitostní skladba zemin** je stanovena kombinací síťové analýzy a hustoměrné metody (podle Cassagrandeho), v souladu s ČSN CEN ISO/TS 17892-4. Jmenný symbol zemin je následně určen podle ČSN EN ISO 14688-2 resp. podle ČSN P 72 1005 a 73 6133 (tzn. též dle původní, dnes již neplatné ČSN 72 1001).
- **Statické zatěžovací zkoušky** byly uskutečněny v úrovni zemní pláně, v sondách mezi kolejemi či u vnějšího zhlaví pražců, hloubených kolejovým drapákem či ručně, a následně vždy ručně dočištěných. Zatěžovací cyklus, celkový postup a vyhodnocení zkoušky byly v souladu s postupem předpisu S4 - Železniční spodek resp. s aktuálním vydáním ČSN 72 1006 (zatěžovací deska o průměru 300 mm, postupné přitěžování od 0 do 200 kPa s přírůstkem po 50 kPa). Za ustálenou byla pokládána deformace, jejíž změna byla menší nebo rovna 0,02 mm/60 s. Modul přetvoření byl následně vyhodnocen podle vztahu:

$$E_o = 1.5 \cdot p \cdot r / y \text{ [MPa] , } \quad \text{kde značí}$$

p... měrný tlak na desku [MPa]

r ... poloměr zatěžovací desky [m]

y ... celkové průměrné zatlačení [m] z druhého zatěžovacího cyklu.

Současně byly vyhodnoceny též přetvárné charakteristiky podle aktuální ČSN 72 1006 (2015), tzn. moduly  $E_1$  resp.  $E_2$  (odpovídá modulu  $E_o$  podle předpisu S4) a byla vyčíslena hodnota poměru  $E_2/E_1$ .

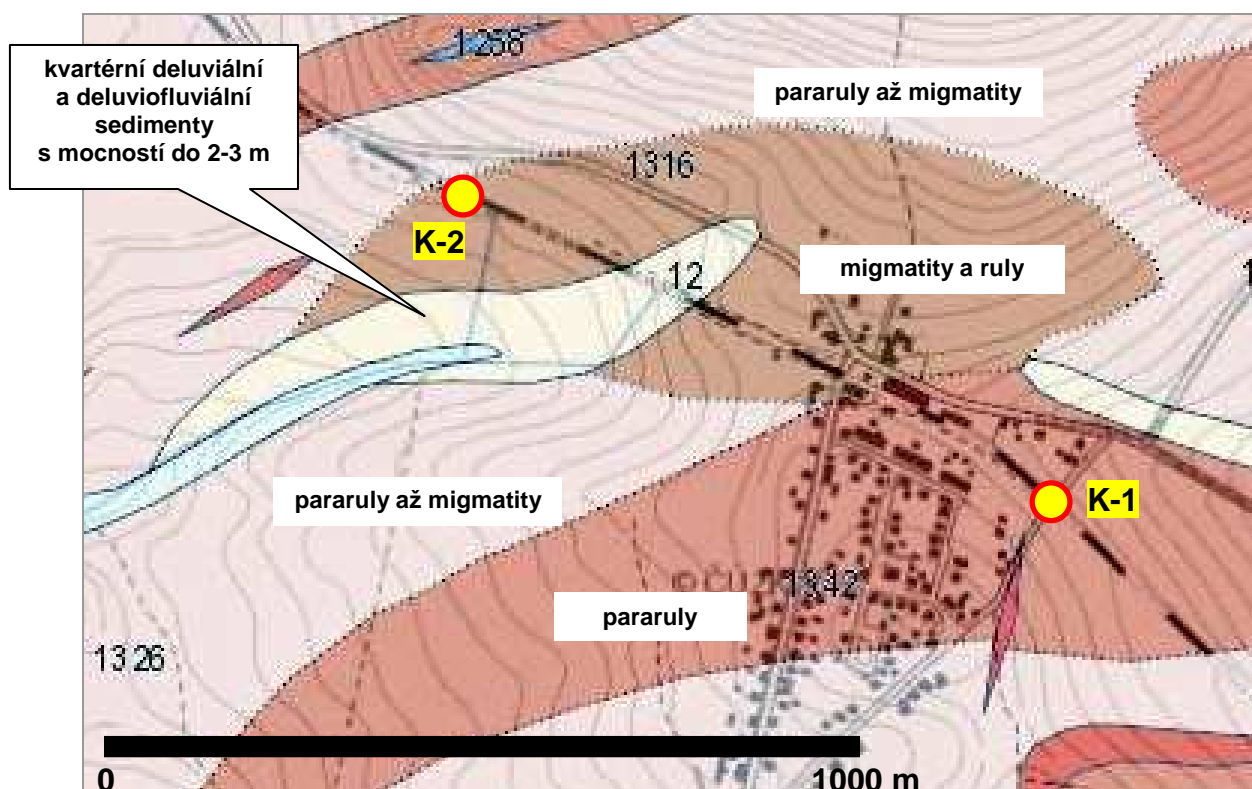
### 3 CELKOVÉ GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Pro geologickou skladbu území je charakteristický výskyt hornin Českého krystalinika - vesměs **rul, pararul a migmatitů** (viz následující obr. 1) s povrchem uloženým jen mělce pod terénem, v hloubce převážně do 2,0 - 3,0 m. Zvětráním postižená povrchová vrstva skalního podloží směrem do hloubky přechází od zcela zvětralé horniny (eluvia) s povahou hlinitopísčité zeminy postupně v pevnou, navětralou až zdravou horninu.

**Kvartérní pokryvy** v nadloží skalního podkladu mají mocnost vesměs do 2,0 - 3,0 m a jsou tvořeny převážně přemístěnými zvětralinami skalního podloží (deluviální a/nebo deluvio-fluviální sedimenty, dále **geotyp DE**) se strukturní povahou hlinito- a jílovitopísčité zeminy. V bezprostřední blízkosti vodotečí se pak vyskytují i jemnozrné holocénní náplavy potoční nivy.

Trvalá **hladina podzemní vody** je (kromě oblastí potoční nivy) vázána zcela převážně v puklinovém kolektoru skalního podloží. Zejména ve vlhkých obdobích roku se však v nadložních jílovitopísčitých kvartérních sedimentech vyskytují občasné a/nebo nesouvislé zvodně **podpovrchové, tj. vsakující se srážkové vody** dočasně zadržované v prostředí slabě propustných kvartérních sedimentů, které mohou mít negativní vliv na geotechnické vlastnosti nejsvrchnějších horizontů pod povrchem terénu.





**Poznámka:** Povrch skalního podloží zcela převážně v hloubce do 2,0 m pod terénem

Obr. 1: Výřez z geologické mapy ČR  
s vyznačením polohy **kopaných sond K-1 a K-2** (zvětšeno na 1:10 000)

## 4 VÝSLEDKY PRŮZKUMU ZEMNÍHO TĚLESA PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ

### 4.1.1 Dokumentace kopaných sond a výsledky terénních zatěžovacích zkoušek

Dokumentace obou kopaných a následně dovtřaných sond K-1 a K-2, obsahující údaje o genetické a strukturní skladbě zemního tělesa, je obsažena v následující **tabulce č. 1**. Tabulka obsahuje rovněž úplné výsledky obou statických zatěžovacích zkoušek deskou, realizovaných v obou sondách v úrovni povrchu zemního tělesa.

Geotechnická interpretace zjištěných výsledků podle předpisu S4 Železniční spodek, včetně hodnot redukovaného modulu přetvárnosti  $E_{or}$ , pak je obsahem následující **tabulky č. 2**.

kopaná sonda č.	objekt	km	realizované terénní práce	realizované laboratorní práce	pražcové lože		geotyp 1 - zkoušená zemina na pláni		geotyp 2 - podložní zemina		statická zatěž. zkouška	voda, pozn.
					materiál a mocnost	míra znečištění	popis	hloubková úroveň	popis	hloubk. úroveň (m)	modul $E_o$ [MPa]	
K-1	P6253	23,011	stat. zatěž. zkouška	základní rozbor	hrubý štěrk 0,35 m	střední	pisčitá hlina DE	0,35-1,30 m	dtto geotyp 1	*	12,2	zvýšená vlhkost
K-2	P6255	23,969	stat. zatěž. zkouška	základní rozbor	hrubý štěrk 0,40 m	střední	hlinitý písek DE	0,40-1,35 m	dtto geotyp 1	*	15,3	zvýšená vlhkost

Tab. 1: Skladba zemního tělesa pražcového podloží v kopaných sondách K-1 a K-2

kopaná sonda č.	objekt	km	zatřídění zeminy na pláni podle ČSN 73 6133	ulehlost/konzistence	vývoj kvality zeminy směrem do podloží	vodní režim	namrzavost	modul přetvárnosti $E_o$ [MPa] NEW	opravný součinitel $z$ [1]	redukováný modul přetvárnosti $E_{or}$ [MPa]	voda, poznámka
K-1	P6253	23,011	MS/F3	T	roste	N	NN	12,2	0,80	9,8	zvýš. vlhkost
K-2	P6255	23,969	SM/S4	T	roste	N	NN	15,3	0,80	12,2	zvýš. vlhkost

Použité zkratky:

ulehlost		konzistence:		vodní režim:		namrzavost:	
UL	ulehlá	VP	velmi pevná	P	příznivý	NE	nenamrzavá
SU	středně ulehlá	P	pevná	N	nepříznivý	MN	mírně namrzavá
		T	tuhá	VN	velmi nepříznivý	N	namrzavá
		M	měkká			NN	nebezp. namrzavá

**Tab. 2: Přehled strukturního zatřídění a přetvárných vlastností materiálů na zemní pláni zastižených v kopaných sondách K-1 a K-2**

#### 4.1.2 Geotechnické charakteristiky zastižených geotypů zemního tělesa

Na základě výsledků realizovaných klasifikačních zkoušek a následného zatřídění a s využitím archivních hodnot geotechnických parametrů materiálů obdobného genetického původu i strukturního charakteru doporučujeme pro deluviální/deluviofluviální sedimenty geotypu DE, tvořící zemní těleso pražcového podloží v místech obou realizovaných kopaných sond, uvažovat následující hodnoty geotechnických charakteristik a zatřídění:

##### geotyp DE - písčitá hlína až hlinitý písek tuhé konzistence

- objem. tíha v přiroz. uložení  $\gamma_n$  (kN.m<sup>-3</sup>) 20,0
- modul přetvárnosti  $E_{def}$  (MPa) 5
- modul pružnosti  $E$  (MPa) 10
- Poissonovo číslo  $\nu$  (1) 0,38
- soudržnost  $c_{ef}$  (kPa) 5
- úhel vnitřního tření  $\phi_{ef}$  (°) 25
- zatřídění podle ČSN P 73 1005/73 6133 MS/F3, SC/S4
- výpočtová únosnost  $R_d$  (kPa) 150
- třída těžitelnosti podle ČSN 73 6133/ex73 3050 I / 3

**Poznámka:** S výjimkou výpočtové únosnosti mají všechny v nich uvedené hodnoty hmotnostních, pevnostních a přetvárných parametrů vždy povahu **místních normových charakteristik**, které je ve statickém posouzení podle mezních stavů nutno redukovat prostřednictvím koeficientů spolehlivosti základové půdy.

## 5 ZÁVĚR

Realizací dvou strojně kopaných sond se statickými zatěžovacími zkouškami v úrovni povrchu zemní pláň byla vyšetřena skladba a deformační parametry zemního tělesa pražcového podloží v místě dvou vybraných železničních přejezdů P6253 a P6255.

Zemní těleso v podloží štěrkového pražcového lože je tvořeno jemnozrnnými hlinito- a jílovitopísčnými kvartérními sedimenty tuhé konzistence s celkově nízkými pevnostními a přetvárnými parametry, odpovídajícímu genetické i strukturní povaze zastižené zeminy i jejím nepříznivým vlhkostním poměrům v době realizace průzkumných prací.

Praha, leden 2019

Vypracovali: Ing. Boleslav Březina



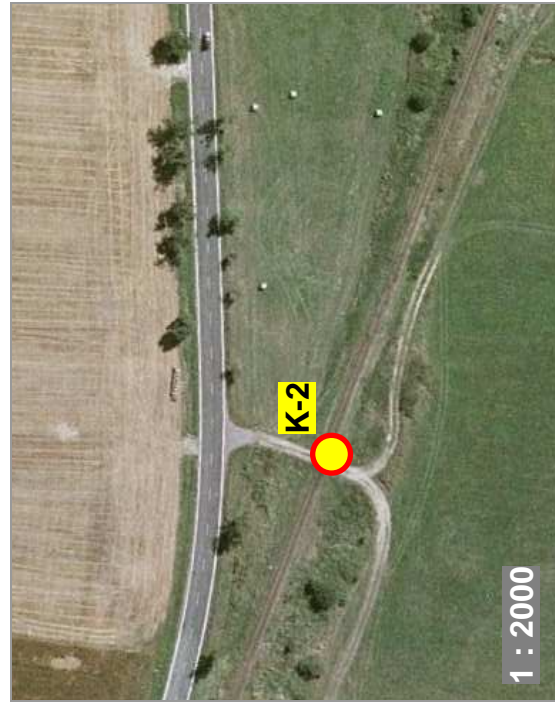
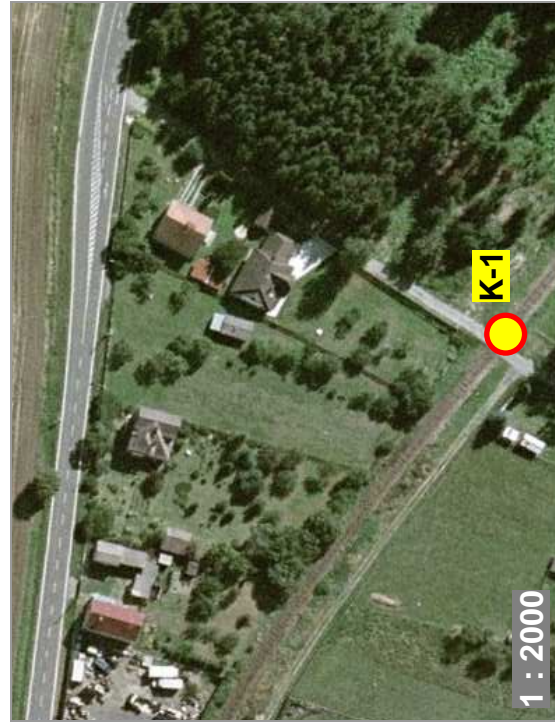
Mgr. Libor Síla

*slh*



**PŘÍLOHY:**

- 1 Situace realizovaných kopaných sond
- 2 Protokoly realizovaných terénních a laboratorních zkoušek



Příloha 1: Situace realizovaných kopaných sond

## **Příloha 2**

**Protokoly realizovaných terénních a laboratorních zkoušek**



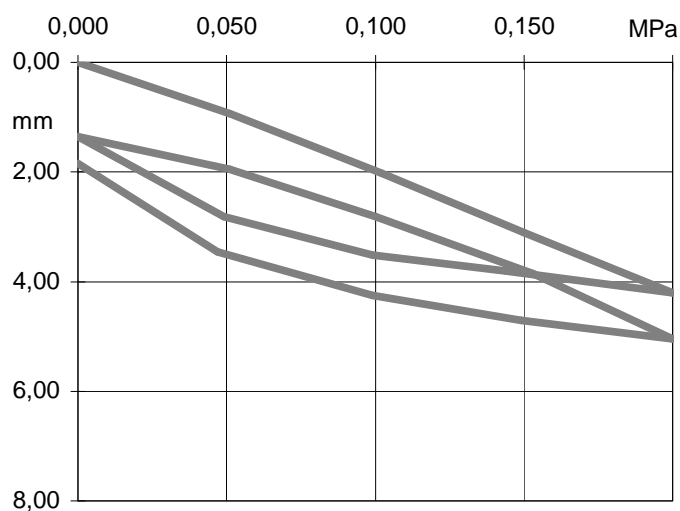
## Vyhodnocení statické zatěžovací zkoušky

Objednatel: Projektservis s.r.o.  
Stavba a objekt: Božejovice - Milevsko

Začátek měření: 10.01.19 13:45  
Číslo zkoušky: 03  
Typ zařízení: ECM-Static v.č. 038  
Typ zkoušky: ČD S4  
Velikost desky: 300 mm  
Převodový poměr: 1:2

Místo: K-1 (přejezd P6253)  
Staničení: km 23,011  
Vzdál. od osy: 930 mm, vlevo  
Hloubka zkoušky: 0,45 m od temene kolejnice  
Zemina: písčítá hlína, tuhá  
Podloží: dtto  
Počasí: zataženo, klidno  
Jméno: Karel Michalec, Ondřej Michalec  
Pozn. 1:  
Pozn. 2:

	1.cyklus		2.cyklus	
	p/MPa	s/mm	p/MPa	s/mm
	0,000	0,00	0,000	1,35
1	0,051	0,93	0,051	1,95
2	0,102	2,02	0,100	2,81
3	0,150	3,11	0,153	3,85
4	0,200	4,21	0,200	5,05
1	0,144	3,81	0,149	4,71
2	0,099	3,51	0,099	4,25
3	0,049	2,81	0,047	3,45
4	0,000	1,35	0,000	1,85



Stat. modul def.:  $E_0 = 12,2 \text{ MPa}$

podle ČSN 72 1006 (2015):

$y_1 = 4,21 \text{ mm}$   
 $y_2 = 3,70 \text{ mm}$   
 $p = 0,20 \text{ MPa}$   
 $E_1 = 10,7 \text{ MPa}$   
 $E_2 = 12,2 \text{ MPa}$   
 $E_2/E_1 = 1,14$



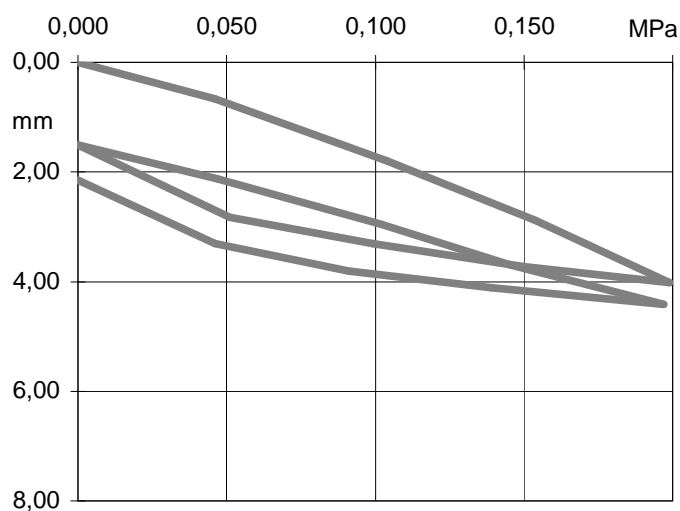
# Vyhodnocení statické zatěžovací zkoušky

Objednatel: Projektservis s.r.o.  
Stavba a objekt: Božejovice - Milevsko

Začátek měření: 10.01.19 14:51  
Číslo zkoušky: 04  
Typ zařízení: ECM-Static v.č. 038  
Typ zkoušky: ČD S4  
Velikost desky: 300 mm  
Převodový poměr: 1:2

Místo: KS-2 (přejezd P6255)  
Staničení: km 23,969  
Vzdál. od osy: 960 mm, vpravo  
Hloubka zkoušky: 0,50 m od temene kolejnice  
Zemina: hlinitý písek, tuhý  
Podloží: dtto  
Počasí: zataženo, klidno  
Jméno: Karel Michalec, Ondřej Michalec  
Pozn. 1:  
Pozn. 2:

	1.cyklus		2.cyklus	
	p/MPa	s/mm	p/MPa	s/mm
	0,000	0,00	0,000	1,51
1	0,046	0,66	0,047	2,13
2	0,104	1,80	0,102	2,96
3	0,154	2,88	0,145	3,69
4	0,199	4,02	0,197	4,41
1	0,150	3,72	0,139	4,11
2	0,099	3,31	0,091	3,81
3	0,051	2,83	0,046	3,31
4	0,000	1,51	0,000	2,15



Stat. modul def.:  $E_0 = 15,3 \text{ MPa}$

podle ČSN 72 1006 (2015):

$y_1 = 4,02 \text{ mm}$   
 $y_2 = 2,90 \text{ mm}$   
 $p = 0,20 \text{ MPa}$   
 $E_1 = 11,1 \text{ MPa}$   
 $E_2 = 15,3 \text{ MPa}$   
 $E_2/E_1 = 1,37$

## ZÁKLADNÍ KLASIFIKAČNÍ ROZBOR ZEMINY

lokalita: Božejovice - Milevsko

sonda: K-1

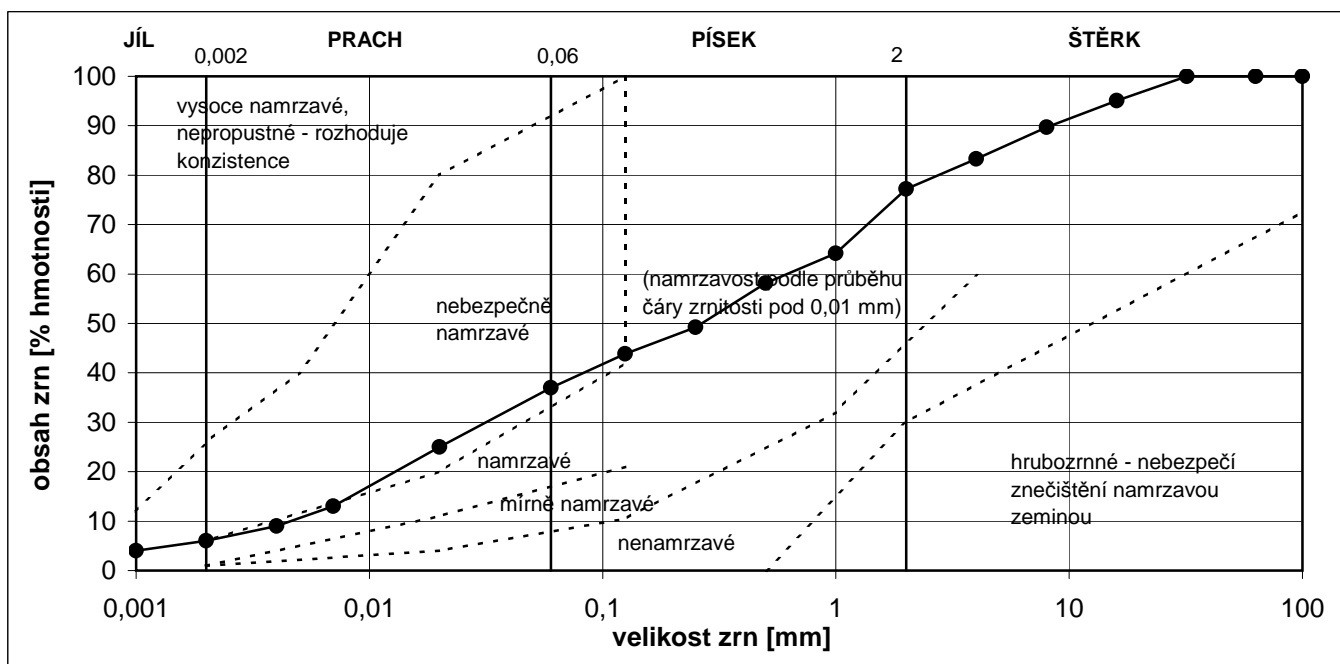
hloubka [m]: 0,45-0,60

labor.č.: 22/19

datum: 21.I.2019

měřil/vyhodnotil: L.Eschnerová

velikost zrn [mm]	obsah zrn [% hmotnosti]	
do 0,002	6,0	jíl (c)
0,002 - 0,06	31,0	prach (m)
0,06 - 2,0	40,2	písek (s)
přes 2,0	22,8	štěrk (g)



### konzistenční (Atterbergovy) meze:

 mez tekutosti  $w_l$  [%] 49,1

 mez plasticity  $w_p$  [%] 34,1

 číslo plasticity  $I_p$  [%] 15,0

 index koloidní aktivity  $I_A$  [1] 2,50

 přirozená vlhkost  $w$  [%] 36,2

 stupeň konzistence  $I_c$  [1] 0,86 \*)

konzistence (ČSN P 73 1005) tuhá \*)

\*) Hodnoty a zařazení vztaheny k jemnozrnné složce pod 0,50 mm

Šedým tiskem jsou vyznačeny údaje podle již neplatných norem

### zařazení podle:

ČSN P 73 1005/ČSN 73 6133

ČSN EN ISO 14688-2

MS/F3

grsisa

### použitelnost aktivní zóna:

ČSN 73 6133

ČSN 72 1002

podmíněčně vhodná

III - V

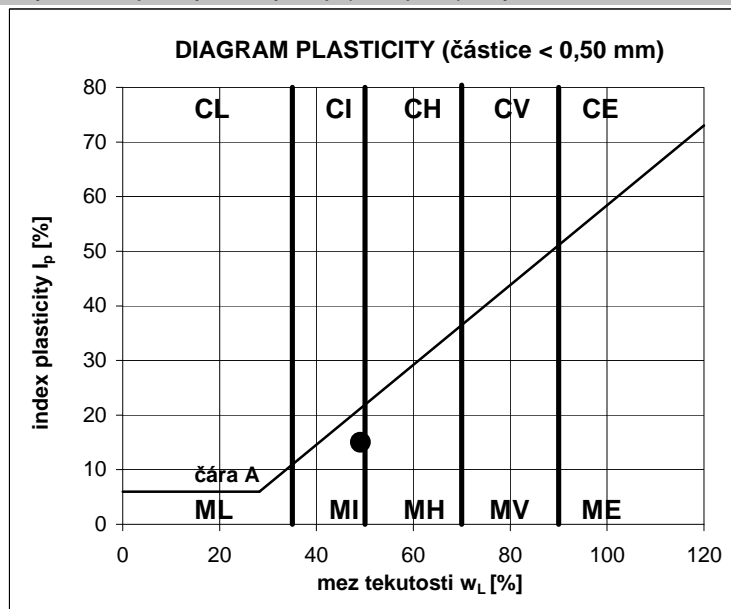
### použitelnost násypy:

ČSN 73 6133

ČSN 72 1002

podmíněčně vhodná

vhodná/velmi vhodná



### namrzavost:

nebezpečně namrzavá

### kapilární vzlinavost:

střední

 výška  $H_s$  [m] 1,51

 výška  $H_{max}$  [m] 4,42

### propustnost:

málo propustná

 podle Malleta  $k_f$  [m.s<sup>-1</sup>] 2,43E-07

### další charakteristiky:

 obj.hmotnost  $\rho$  [kg.m<sup>-3</sup>] \*
 obj.hmotnost suchá  $\rho_d$  [kg.m<sup>-3</sup>] \*
 zdánlivá hustota  $\rho_s$  [kg.m<sup>-3</sup>] \*
 pórovitost  $n$  [%] \*
 stupeň nasycení  $S_r$  [%] \*

podíl odplavitelných částic 0,05 mm \*

 obsah CaCO<sub>3</sub> [%] \*
 obsah org. látek  $I_{om}$  [%] \*

## ZÁKLADNÍ KLASIFIKAČNÍ ROZBOR ZEMINY

lokalita: Božejovice - Milevsko

sonda: K-2

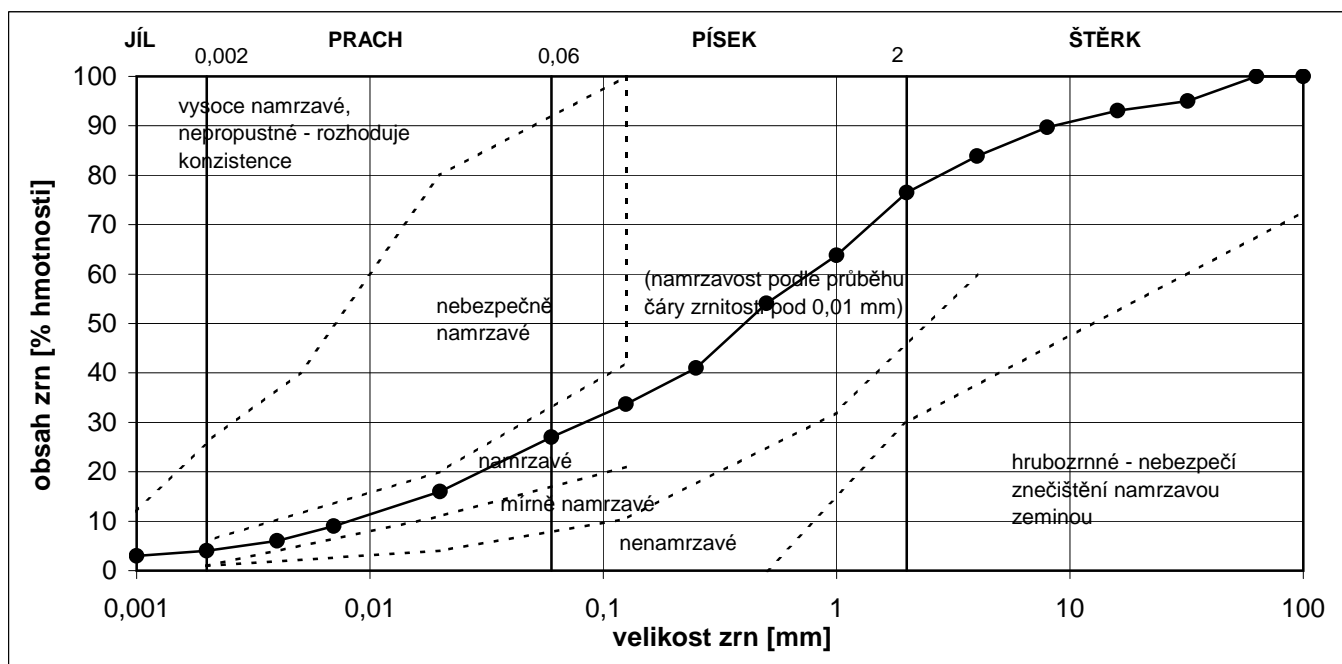
hloubka [m]: 0,40-0,55

labor.č.: 23/19

datum: 21.1.2019

měřil/vyhodnotil: L.Eschnerová

velikost zrn [mm]	obsah zrn [% hmotnosti]	
do 0,002	4,0	jíl (c)
0,002 - 0,06	23,0	prach (m)
0,06 - 2,0	49,5	písek (s)
přes 2,0	23,5	štěrk (g)



### konzistenční (Atterbergovy) meze:

 mez tekutosti  $w_l$  [%] 40,0

 mez plasticity  $w_p$  [%] 24,1

 číslo plasticity  $I_p$  [%] 15,9

 index koloidní aktivity  $I_A$  [1] 3,96

 přirozená vlhkost  $w$  [%] 25,5

 stupeň konzistence  $I_c$  [1] 0,91 \*)

konzistence (ČSN P 73 1005) tuhá \*)

\*) Hodnoty a zařazení vztaheny k jemnozrnné složce pod 0,50 mm

Šedým tiskem jsou vyznačeny údaje podle již neplatných norem

### zařazení podle:

ČSN P 73 1005/ČSN 73 6133

ČSN EN ISO 14688-2

**SC/S5**
**grsisa**

### použitelnost aktivní zóna:

ČSN 73 6133

ČSN 72 1002

podminečně vhodná

**III - V**

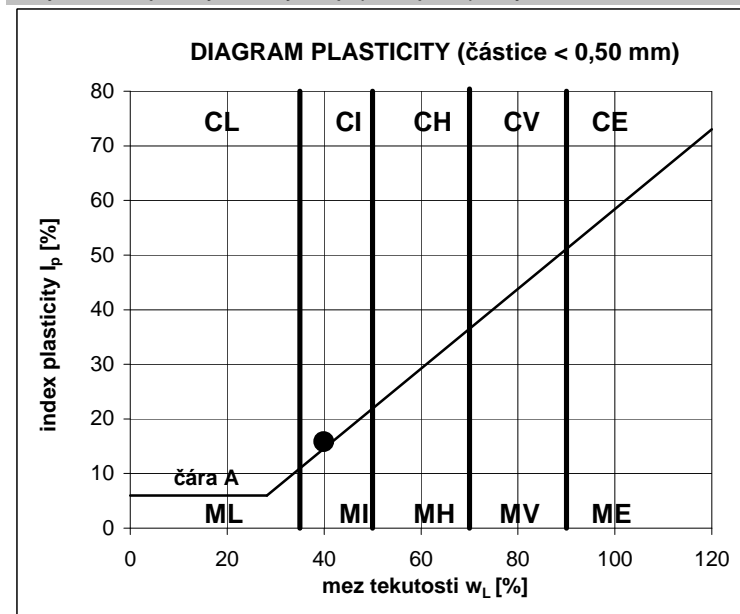
### použitelnost násypy:

ČSN 73 6133

ČSN 72 1002

podminečně vhodná

vhodná/velmi vhodná



### namrzavost:

namrzavá

### kapilární vzlinavost:

střední

 výška  $H_s$  [m] 1,15

 výška  $H_{max}$  [m] 3,20

### propustnost:

málo propustná

 podle Malleta  $k_f$  [m.s<sup>-1</sup>] 1,47E-06

1,47E-06

### další charakteristiky:

 obj.hmotnost  $\rho$  [kg.m<sup>-3</sup>] \*

 obj.hmotnost suchá  $\rho_d$  [kg.m<sup>-3</sup>] \*

 zdánlivá hustota  $\rho_s$  [kg.m<sup>-3</sup>] \*

 pórovitost  $n$  [%] \*

 stupeň nasycení  $S_r$  [%] \*

podíl odplavitelných částic 0,05 mm \*

 obsah CaCO<sub>3</sub> [%] \*

 obsah org. látek  $I_{om}$  [%] \*