

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA
o
inženýrskogeologickém a hydrogeologickém
průzkumu

Název úkolu : **Stará Boleslav,**
rekonstrukce silnice II/610
Číslo úkolu : **2017 - 1 - 023**
Odběratel : **Pontex s.r.o., Bezová 1658, 147 14 Praha 4**

Odpovědný řešitel : **Ing. Marek Soukup**

PRAHA, BŘEZEN 2017

INGES s.r.o.- Na Petynce 34, Praha 6; Tel. : 606 469 713; e-mail : soukup.inges@email.cz

Obsah :

1. Úvod.....	2
2. Průzkumné práce	2
3. Geologické a hydrogeologické poměry	2
4. Geotechnické vyhodnocení	3
4.1 Zatřídění zemin	3
4.2 Fyzikálně - mechanické parametry zemin.....	3
4.3 Vhodnost zemin pro podloží vozovky a do násypů	3
4.4 Promrzání podloží, vodní režim.....	4
4.5 Těžitelnost zemin	4
5. Zasakování srážkových vod	5
6. Závěry	6

Seznam příloh :

- Příloha č. 1.1 Lokalizace zájmového území
 č. 1.2 Situace průzkumných prací, účelová mapa 1 : 500
- Příloha č. 2 Dokumentace průzkumného vrtu
 Fotodokumentace
- Příloha č. 3 Dokumentace vsakovací (nálevové) zkoušky

1. ÚVOD

Na základě objednávky společnosti Pontex s.r.o. byl proveden následující inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum pro projektovanou rekonstrukci úseku silnice II/610 ve Staré Boleslavi (okres Praha - východ). Lokalizace zájmového území je vyznačena v příloze č. 1.1.

Stavebním záměrem je stavba okružní křižovatky na silnici II/610 v Boleslavské ulici navazující na mimoúrovňovou křižovatku na dálnici D10 exit 14 a výstavba vsakovacích objektů pro likvidaci srážkových vod.

Zájmové území se nachází na okraji údolní nivy řeky Labe. Povrch terénu je v celé zájmové oblasti rovinatý s nadmořskou výškou cca 176 m až 177 m.

Jako mapový podklad pro provedení průzkumu objednatel poskytl polohopisné (systém JTSK) a výškopisné (systém Balt po vyrovnání) zaměření terénu se zákresem podzemních inženýrských sítí.

2. PRŮZKUMNÉ PRÁCE

V rámci inženýrskogeologického a hydrogeologického průzkumu byly provedeny následující práce :

- **1 jádrový vrt** označený jako **SB 1** do hloubky 3,2 m. Vrtáno bylo dne 1. 3. 2017 jádrovým způsobem na sucho.
Geologickou dokumentaci provedli zpracovatelé průzkumu bezprostředně po odvrtání, takže bylo dokumentováno zcela čerstvé vrtné jádro včetně podstatných jevů, které se vlivem vyschnutí vrtného jádra při uložení smazávají - např. konzistence zemin. Psaná dokumentace vrtného jádra, fotodokumentace vrtného jádra a lokality je uvedena v příloze č. 2.
- Místo vrtu bylo polohopisně zaměřeno laserovým dálkoměrem od jednoznačných identifikačních prvků v terénu a vyneseno do mapového podkladu. Polohopisné souřadnice (v systému JTSK) a výškopisné souřadnice jsou uvedeny v dokumentaci vrtů - příloze č. 2. Nadmořská výška terénu v místě vrtu byla odečtena z mapového podkladu (výškopisný systém Balt po vyrovnání).
Lokalizace průzkumného vrtu s grafickým znázorněním geologického profilu je vyznačena v příloze č. 1.2 Situaci průzkumných prací, účelové mapě v měřítku 1 : 500.
- Vsakovací (nálevová) zkouška ve vrtu SB 1 pro posouzení možnosti vsakování srážkových vod na pozemcích. Zkoušku vyhodnotil RNDr. Ivan Koroš z Hydrogeologické společnosti s.r.o. (odborná způsobilost pro hydrogeologii č. 1660/2003). Grafická dokumentace zkoušky je uvedena v příloze č. 3.

3. GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Předkvartérní podloží v celém zájmovém území tvoří křemenné a jílovité pískovce svrchní křídly (cenoman). Dle archivních vrtů jsou křídlové sedimenty uloženy 9 - 11 m pod úrovní terénu.

V zeminách horních partií kvartérního pokryvu byly rozlišeny následující typy zemin :

- **písek (poloha *2*)** světle hnědého a rezavě hnědého zbarvení. Písky jsou středně ulehlé a ulehlé, jemně zrnité, s příměsí drobně zrnitého štěrku (do cca 10%). Poloha byla zastižena v hloubce od 0,3 m do konečné hloubky vrtu 3,2 m.
- **Písek hlinitý s humózní příměsí (poloha *1*)** tmavě hnědého zbarvení. Vrstva byla zastižena od povrchu terénu do hloubky 0,3 m.

V prostoru stávajících komunikací tvoří svrchní polohu konstrukční vrstvy vozovky a lze předpokládat, že písky s humózní příměsí byly z podloží odstraněny.

Hladina podzemní vody nebyla do hloubky 3,2 m naražena. Hladinu podzemní vody lze předpokládat na bázi kvartérních sedimentů (náplavů Labe) v hloubce cca 8 - 10 m. Málo propustnou až nepropustnou bázi kolektoru tvoří křídové horniny.

4. GEOTECHNICKÉ VYHODNOCENÍ

4.1 Zatřídění zemin

Zeminy lze rozdělit na základě vizuálního popisu do následujících geotechnických poloh, které představují vždy relativně homogenní části vrstevního profilu. Zeminy jsou zařazeny do následujících tříd dle ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací (zatřídění je totožné s dříve platnou ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy) :

Poloha *1* písek hlinitý s humózní příměsí

zatřídění dle ČSN 73 6133 : **nezatříděno**

Poloha *2* písek, středně ulehlý a ulehlý

zatřídění dle ČSN 73 6133 : **S 2, SP** (písek špatně zrněný)

4.2 Fyzikálně - mechanické parametry zemin

V následující tabulce jsou uvedeny směrné normové hodnoty dle dříve platné ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy s přihlédnutím ke genezi zemin.

<i>Poloha</i>	<i>ČSN 73 1001</i>	<i>γ_n [kN.m⁻³]</i>	<i>c_{ef} [kPa]</i>	<i>ϕ_{ef} [°]</i>	<i>ν</i>	<i>E_{def} [MPa]</i>	<i>R_{dt} [kPa]</i>
1	-	18,0	-	-	-	-	-
2	S 2, SP	18,0 - 18,5	0	33 - 36	0,28	15 - 20	250 - 300 ¹

Pozn. : hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti je třeba upravit ve smyslu příl. 6 ČSN 731001 dle skutečné hloubky zakládání a šířky základu,

*¹ platí pro hloubku založení 1,0 m při šířce základu 1 m

γ_n objemová tíha

c_{ef} efektivní soudržnost zeminy

ϕ_{ef} efektivní úhel vnitřního tření zeminy

ν Poissonovo číslo

E_{def} modul přetvárnosti

R_{dt} tabulková výpočtová únosnost

4.3 Vhodnost zemin pro podloží vozovky a do násypů

V úrovni zemní pláně lze předpokládat písky polohy *2*. Následující hodnocení zeminy vychází z ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací a odhadu indexových parametrů zeminy :

Poloha *2*

Zatřídění dle ČSN 73 6133

Vhodnost do násypů

Vhodnost pro podloží (pro aktivní zónu)

Namrzavost

písek

S 2, SP (písek špatně zrněný)

podmínečně vhodná

podmínečně vhodná

mírně namrzavá, nenamrzavá

Koeficient propustnosti	$10^{-5} - 10^{-4}$ m/s
Kapilární vztlakovost	nepatrná

Hodnocení : podmíněčně vhodný materiál pro aktivní vrstvy násypů a podmíněčně vhodný pro podloží vozovky (pro aktivní zónu). Po zhutnění zeminy bez další úpravy lze orientačně předpokládat dosažení modulu přetvárnosti do 30 MPa (při optimální vlhkosti). Velmi výrazného zlepšení lze dosáhnout cementovou stabilizací. Vzhledem k nepřítomnosti jemné frakce je zemina velmi obtížně hutnitelná.

4.4 Promrzání podloží, vodní režim

Hloubka promrzání je závislá na nadmořské výšce terénu, resp. hodnotě indexu mrazu (I_m), který je dle ČSN 73 6114 (Vozovky pozemních komunikací, základní ustanovení pro navrhování) stanoven pro jednotlivá výšková pásma. Povrch terénu je v celé zájmové oblasti rovinatý s nadmořskou výškou 176 m až 177 m.

Základní hodnoty indexu mrazu (I_m) dle ČSN 73 6114 pro výškové pásmo do 200 m n.m. jsou následující :

$I_m = 224$ (pro střední dobu návratu 4 roky)
$I_m = 290$ (pro střední dobu návratu 7 roků)
$I_m = 332$ (pro střední dobu návratu 10 roků).

Hloubku promrzání vozovky (d_{pr}) lze pro zájmové území přibližně stanovit dle TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací takto :

$$\begin{aligned} d_{pr} &= 5 \sqrt{I_m} && \text{pro netuhé vozovky} \\ d_{pr} &= 16 \sqrt[3]{I_m} && \text{pro tuhé vozovky.} \end{aligned}$$

Hloubka promrzání (d_{pr}) se tedy pro zájmové území (při uvažované hodnotě indexu mrazu $I_m = 332$ pro střední dobu návratu 10 let) bude pohybovat kolem 0,91 - 1,11 m.

Pro stanovení vodního režimu podloží komunikace je zásadní kapilární vztlakovost zemin v podloží zemní pláně a hloubka naražené hladiny podzemní vody. Vzhledem k předpokládané úrovni hladiny podzemní vody a kapilární vztlakovosti zemin v podloží zemní pláně lze, dle ČSN 73 6114 přílohy D, hodnotit **vodní režim** podloží jako **příznivý** (difúzní).

4.5 Těžitelnost zemin

Na základě vizuálního hodnocení jsou zastižené zeminy zařazeny dle ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací, dle dříve platné ČSN 73 3050 Zemní práce a dle ceníku C800-2 B/01/III./2, resp. TP 76 příloha č. 1 Klasifikace hornin podle vrtatelnosti pro vrty pro piloty a pro rýhy pro podzemní stěny do následujících tříd těžitelnosti :

Zemina / hornina	Poloha	ČSN 73 6133	ČSN 73 3050	TP 76, př. č. 1
písek hlinitý, humózní	*1*	tř. I	tř. 2 - 3	I. třída
písek, středně ulehlý a ulehlý	*2*	tř. I	tř. 2 - 3	I. třída

Výkopy budou prováděny v zeminách těžitelnými běžnými mechanismy (2. - 3. tř. těžitelnosti dle dříve platné ČSN 73 3050).

Mělké výkopy (do cca 2 m) se svislými stěnami doporučujeme zajistit příložným pažením prováděným souběžně s postupem výkopu nebo pažícími boxy. Stěny hlubších výkopů bude vhodné zajistit pažením provedeným před zahájením výkopu.

5. ZASAKOVÁNÍ SRÁŽKOVÝCH VOD

Na vrtu SB 1 byla dne 1.3.2017 provedena nálevová zkouška. Hloubka vrtu činila 3,2 m od terénu. Vrt byl dočasně zapažen perforovanou PVC trubkou o průměru 75 mm, vyvedenou do úrovně terénu. Do vrtu byla nalitá voda a byl měřen pokles hladiny po dobu 120 minut. Průběh měření je znázorněn v příloze č. 3. Základní údaje o zkoušce jsou uvedeny v následující tabulce.

Objekt č.	SB 1
Odměrný bod (OB - m nad terénem) :	0,00
Hloubka objektu od OB (m):	3,20
Průměr sondy (mm) :	115
Průměr výstroje (mm) :	75
Nalévané množství (l) :	40
Doba nálevu (s) :	65
Hladina vody před nálevem (m od OB):	bez vody
Hladina vody po nálevu (m od OB):	1,80

Vsakování vody probíhalo nerovnoměrně. Do hloubky 2,3 m byl pokles hladiny poměrně rychlý. Níže byl zaznamenán středně rychlý pokles hladiny, rychlost poklesu se od 60. minuty ustálila. K infiltraci vody docházelo do poloh jemnozrnného štěrkovitého písku. Ke konci zkoušky nedošlo k úplnému vsaku nalité vody.

Propustnost byla stanovena výpočtem podle modifikovaného vztahu Maase:

$$k = \frac{r}{2 \cdot (h_1 + h_2)} \cdot \frac{h_1 - h_2}{t}$$

k = koeficient propustnosti (m/s)

r = poloměr výstroje (poloměr vrtu v m)

h₂ = zbytkový sloupec (na konci po nálevu, rozdíl oproti původní hladině;
pro výpočet byla uvažována úroveň ustálené hladiny 3,0 m)

h₁ = zvýšení hladiny po nálevu (m);

t = doba měření poklesu (s).

Výsledky výpočtů jsou uvedeny v následující tabulce:

Výpočet propustnosti

Doba měření (min.)	10	30	60	90	120
Hladina (m od ter.)	2,30	2,43	2,53	2,59	2,64
k (m/s)	4,5E-05	1,8E-05	9,7E-06	6,8E-06	5,2E-06

Vypočtené hodnoty propustnosti se zpočátku do hloubky 2,5 m pohybovaly v řádu 10⁻⁵ m/s. Níže se vypočtené propustnosti snižovaly, a pohybovaly se v řádu k = n.10⁻⁶ m/s. Za reálnou propustnost lze v dolních partiích profilu považovat hodnotu 4.10⁻⁶ m/s.

Koeficient vsaku k_v (vyjadřující vsakovací schopnost prostředí ve smyslu ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod) byl vypočten pro interval 60.-120. minuty měření nálevové zkoušky. Vychází v hodnotě k_v = 3,1.10⁻⁵ m/s.

Horniny jsou středně propustné, se schopností akumulovat srážkové vody. Pro případný vsak srážkových vod bude možné využít celý dokumentovaný profil. Vsakovací objekt je

možné budovat jako vsakovací jámu nebo drén, jež budou (v závislosti na rozměrech) schopné pojmout denně množství v jednotkách až desítkách m³. Orientačně jsme množství vsáklých vod vypočítali pro různé průměry vsakovacího objektu. Výpočet vychází z předpokládané maximální denní výšky vsaku 2,64 m. Výsledky jsou uvedené v následující tabulce.

Výpočet kubatury vsaku

Plocha vsakovacího objektu (m ²)	Rychlost poklesu (m/den)	Kubatura vsaku (m ³ /den)
1	2,64	2,64
5	2,64	13,20
10	2,64	26,40
50	2,64	132,00

Vsakovací objekty je třeba navrhovat především s ohledem na kubatury přívalového deště. Vzhledem k vypočtené propustnosti je možné počítat s částečným vsakováním již v době přívalové srážky.

6. ZÁVĚRY

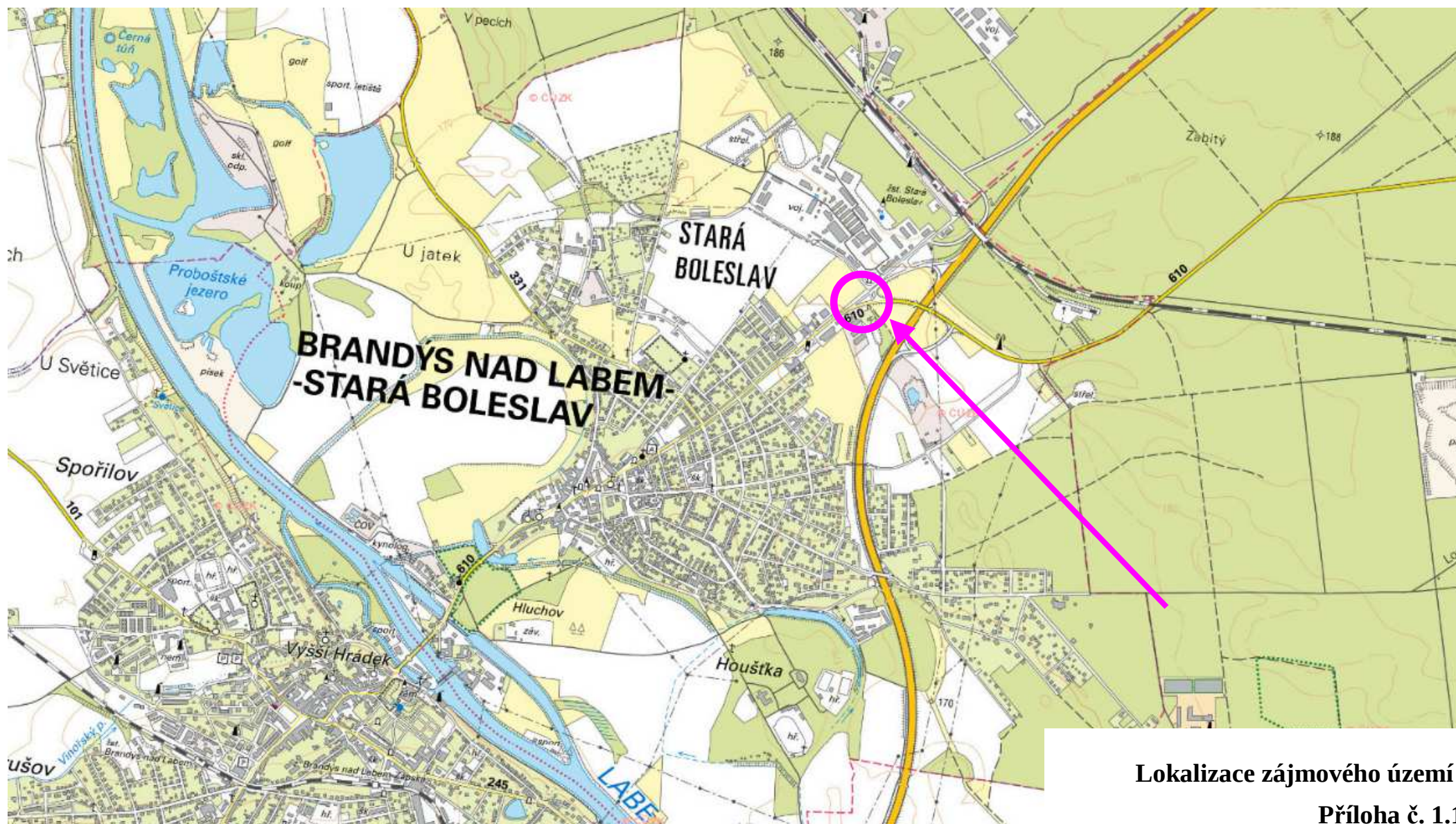
Výsledky inženýrskogeologického a hydrogeologického průzkumu lze shrnout do následujících bodů :

- předkvartérní podloží v celém zájmovém území tvoří křemenné a jílovité pískovce svrchní křídy (cenoman), které lze předpokládat v hloubce 9 - 11 m pod úrovní terénu.
- Hladina podzemní vody nebyla do hloubky 3,2 m naražena. Hladinu podzemní vody lze předpokládat na bázi kvartérních sedimentů (náplavů Labe) v hloubce cca 8 - 9 m.
- V úrovni zemní pláně lze předpokládat písky polohy *2*, které jsou dle ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací podmíněčně vhodné pro podloží vozovky (pro aktivní zónu) a podmíněčně vhodné do násypů.
- Vzhledem k předpokládané úrovni hladiny podzemní vody a kapilární vztlínivosti zemin v podloží zemní pláně lze, dle ČSN 73 6114 přílohy D, hodnotit vodní režim podloží jako příznivý (difúzní).
- Výkopy budou prováděny v zeminách těžitelnými běžnými mechanismy (2. - 3. tř. těžitelnosti dle dříve platné ČSN 73 3050).
- Koeficient vsaku k_v (vyjadřující vsakovací schopnost prostředí ve smyslu ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod) můžeme uvažovat v hodnotě $3,1 \cdot 10^{-5}$ m/s.

Pokud by došlo k podstatným změnám v projektovaném záměru, lze závěry aplikovat pouze se souhlasem autorské organizace. V případě požadavku investora lze provést přejímku zemní pláně ve vztahu k závěrům této zprávy.

V Praze dne 22. 3. 2017

Ing. Marek Soukup



Lokalizace zájmového území
Příloha č. 1.1

Stará Boleslav, rekonstrukce silnice II/610

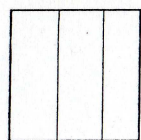
Vysvětlivky :



písek hlinitý s humózní příměsí



písek, středně ulehlý a ulehlý



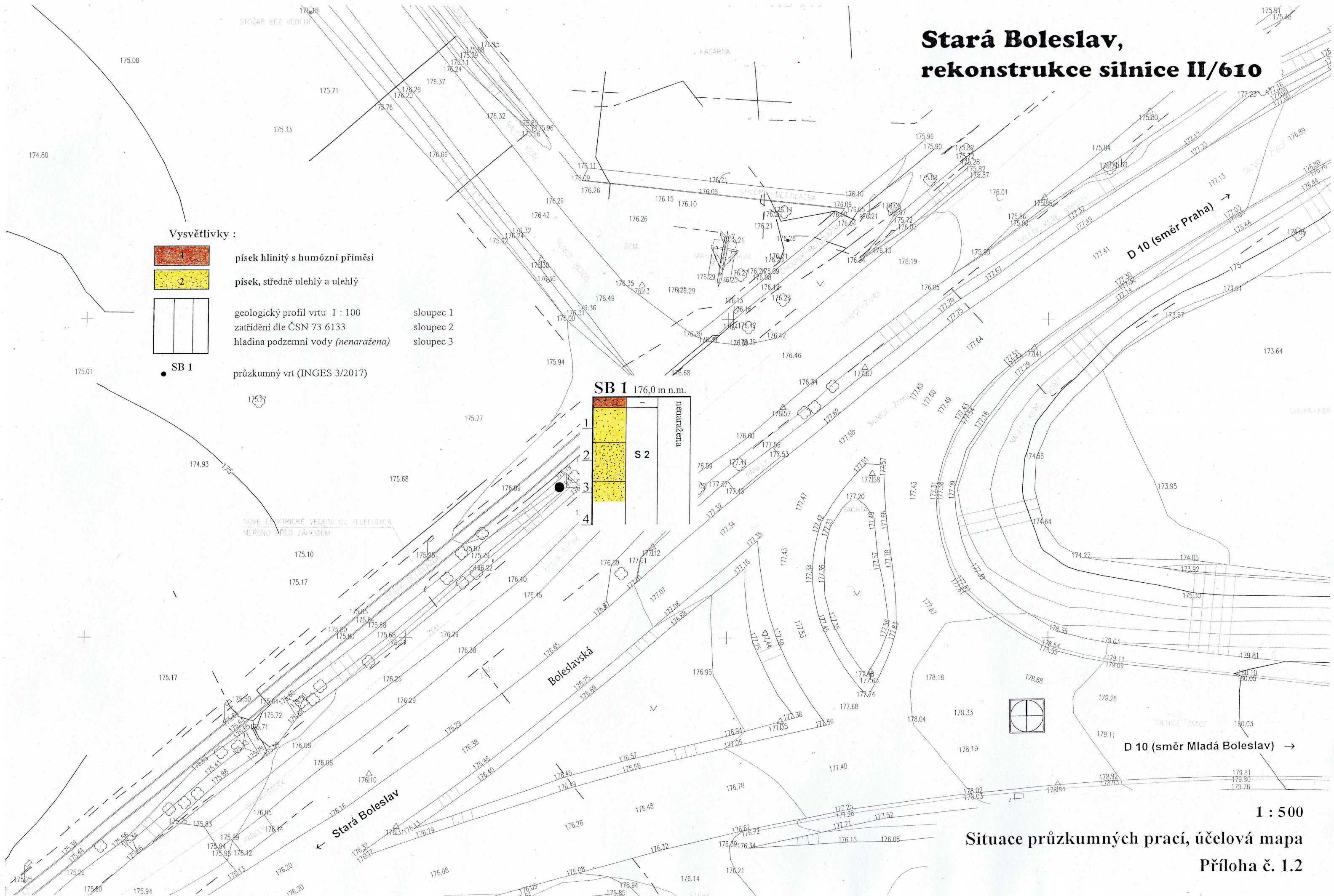
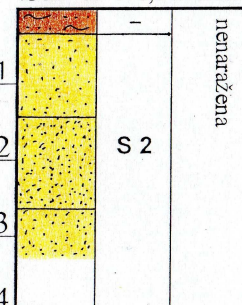
geologický profil vrtu 1 : 100
zatřídění dle ČSN 73 6133
hladina podzemní vody (nenaražena)

sloupec 1
sloupec 2
sloupec 3

SB 1

průzkumný vrt (INGES 3/2017)

SB 1 176,0 m.n.m.



1 : 500

Situace průzkumných prací, účelová mapa
Příloha č. 1.2

**Stará Boleslav,
rekonstrukce silnice II/610**

čís. úkolu : 2017- 1 - 023

Příloha č. 2

**Dokumentace průzkumného vrtu
Fotodokumentace**

Dokumentace průzkumného vrtu

SB 1

y = 722 026,1

x = 1 032 676,3

z = 176,0 m n.m.

0,0 - 0,3 m	písek hlinitý s humózní příměsí, tmavě hnědý, <i>poloha *1*</i>	<i>zatřídění dle ČSN 73 6133 : nezatříděno</i>
0,3 - 1,4	písek, světle rezavě hnědý, středně ulehlý, jemně zrnitý, zavlhlý, <i>poloha *2*</i>	<i>zatřídění dle ČSN 73 6133 : S 2, SP</i>
1,4 - 2,6	písek, světle hnědý, ulehlý, jemně zrnitý, suchý, s příměsí drobného štěrku (do cca 10%), <i>poloha *2*</i>	<i>zatřídění dle ČSN 73 6133 : S 2, SP</i>
2,6 - 3,2	písek, světle hnědý a rezavě hnědý, středně ulehlý, jemně zrnitý, slabě zavlhlý, s příměsí drobného štěrku (do cca 10%), <i>poloha *2*</i>	<i>zatřídění dle ČSN 73 6133 : S 2, SP</i>

Hladina podzemní vody : nenaražena.

Ve vrtu provedena vsakovací (nálevová) zkouška.

Fotodokumentace



Celkové pohledy



SB 1, vrtné jádro

**Stará Boleslav,
rekonstrukce silnice II/610**

čís. úkolu : 2017- 1 - 023

Příloha č. 3

Dokumentace vsakovací (nálevové) zkoušky

NÁLEVOVÁ ZKOUŠKA

Zkoušený objekt: **SB 1**

Datum zkoušky: 1.3.2017

Objem nálevu (l): 40

Doba nálevu (s): 65

Odměrný bod (OB): pažnice
0,00 m nad terénem

Hloubka od OB (m): 3,20

Hladina před nálevem (m): bez vody

Hladina po nálevu (m): 1,80

Průměr objektu (mm): 115

Průměr výstroje (mm): 75

