


- SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM: JTSK

- VÝŠKOVÝ SYSTÉM: B. p. v.

Investor:	 Správa a údržba silnic Jihomoravského kraje příspěvková organizace kraje Žerotínovo náměstí 449/3, 602 00 Brno
-----------	---

Odpovědný projektant	Vypracoval	Kontroloval	 KAP atelier KAP ATELIER s.r.o. Prusikova 2577/16, 155 00 Praha 5 tel.: +420 241 400 056 website: www.kapatelier.cz	
stavba: II/373 Jedovnice – Křtiny – Březina, mosty 373-014,015,016 a 37445-9 část PD: F. PRŮZKUMY A STUDIE obsah: Geologický průzkum mostu ev. č. 373-016			formát	
			číslo zakázky	16169
			stupeň dokumentace	DÚR/DSP
			datum	aktualizace 07/2018
			měřítko	
název dig.souboru:	datum revize:	číslo revize:	číslo výkresu: F. 1	výtisk číslo:

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

o

inženýrskogeologickém průzkumu

Název úkolu :

**Křtiny,
rekonstrukce mostu ev. č . 373-016**

Číslo úkolu :

2016 - 1 - 109

Odběratel :

CSW Projekt CZ s.r.o., Na Větrníku 1603/39, 162 00 Praha 6

Odpovědný řešitel :

Ing. Marek Soukup

PRAHA, LISTOPAD 2016

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

Obsah :

1. Úvod.....	2
2. Geologické a hydrogeologické poměry	2
3. Geotechnické vyhodnocení	3
3.1 Zatřídění zemin a hornin	3
3.2 Fyzikálně - mechanické parametry zemin a hornin	3
3.3 Promrzání podloží, vodní režim.....	4
3.4 Vhodnost zemin do násypů a jako podloží komunikací.....	4
3.5 Těžitelnost zemin a hornin	5
4. Závěry	6

Seznam příloh :

Příloha č. 1.1	Lokalizace zájmového území
č. 1.2	Situace průzkumných prací, účelová mapa 1 : 200
Příloha č. 2	Dokumentace průzkumného vrtu
	Fotodokumentace

1. ÚVOD

Na základě objednávky společnosti CSW Projekt CZ s.r.o. byl proveden následující inženýrskogeologický průzkum pro projektovanou rekonstrukci silničního mostu evidenční číslo 373-016 přes Křtinský potok jižně od obce Křtiny (okres Blansko). Lokalizace mostního objektu je patrná z přílohy č. 1.1 Lokalizace zájmového území.

Jako mapový podklad pro provedení průzkumu poskytl objednatel polohopisné (systém JTSK) a výškopisné (systém Balt po vyrovnání) zaměření stávající situace. Nadmořská výška povrchu vozovky v prostoru projektovaného mostu je cca 414,7 m n.m. a dno koryta Křtinského potoka je zhruba na úrovni 412,05 m n.m. Průzkumný vrt byl proveden z úrovně 415,1 m n.m. na levém břehu v blízkosti mostu východně od silnice.

Na levém břehu je údolí potoka tvořeno strmými svahy a na pravém břehu je terén v údolní nivě rovinatý. Na pravém břehu nebylo provedení průzkumného vrtu možné vzhledem k nepřístupnosti pozemků pro vrtnou soupravu.

V rámci inženýrskogeologického průzkumu byly provedeny následující práce :

- **1 jádrový vrt** označený jako **Kt 1** do hloubky 5,0 m. Vrtáno bylo dne 8. 11. 2016 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 průzkumného vrtu bylo zaměřeno laserovým dálkoměrem od jednoznačných identifikačních bodů v terénu a vyneseno do mapy. Polohopisné a výškopisné souřadnice byly odečteny z mapového podkladu a jsou uvedeny u dokumentace vrtu. Lokalizace průzkumného vrtu s grafickým znázorněním geologického profilu je vyznačena v příloze č. 1.2 Situaci průzkumných prací, účelové mapě.

2. GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Skalní podloží v zájmovém území tvoří jílovité a prachovité břidlice rozstáňského souvrství moravskoslezského paleozoika (spodní karbon).

Slabě navětralé **prachovité břidlice (poloha *4*)** byly průzkumným vrtem zastiženy v hloubce od 3,5 m pod terénem tj. v úrovni 411,6 m n.m. Břidlice jsou tmavě šedohnědého zbarvení, deskovitě odlučné s hustotou ploch diskontinuity cca 2 cm až 6 cm. Úlomky jsou obtížně rozpojitelné kladivem. Vzhledem k morfologii terénu lze předpokládat, že na pravém břehu je skalní podloží uloženo ve větší hloubce.

Skalní podloží je překryto kvartérními deluviálními (svahovými) zvětralinami následujícího charakteru :

- **šterkovitým jílem (poloha *3*)** světle hnědého zbarvení, pevné konzistence. Šterkovitá frakce je tvořena pevnými neopracovanými úlomky prachovité břidlice o velikosti i přes 10 cm. Poloha byla zastižena v hloubce od 2,4 m do 3,5 m.
- **Jílem (poloha *2*)** světle hnědého zbarvení, tuhé konzistence, s jemnou písčitou příměsí a občasnými drobnými úlomky hornin. Poloha byla zastižena v hloubce od 1,0 m do 2,4 m.

Svrchní část profilu v mocnosti cca 1,0 m tvoří hlinitopísčitá **navážka (poloha *1*)**. V prostoru silnice budou svrchní vrstvu tvořit konstrukční vrstvy vozovky.

Hladina podzemní vody nebyla průzkumným vrtem zastižena pouze byla v hloubce 3,4 m zaznamenána zavlhlá poloha na bázi kvartérních sedimentů. K vytvoření hladiny podzemní vody ve vrtu do cca 30 minut po odvrtání nedošlo. Na pravém břehu lze předpokládat

naražení hladiny podzemní vody vázané na náplavy potoka zhruba v úrovni povrchové vody v korytu. Podzemní vodu doporučujeme hodnotit dle ČSN EN 206 (Beton - Část 1 : Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda, tabulky 2 - Mezní hodnoty pro stupně chemického působení zeminy a podzemní vody) jako slabě agresivní prostředí (stupeň agresivity XA1)

3. GEOTECHNICKÉ VYHODNOCENÍ

3.1 Zatřídění zemin a hornin

Zeminy a horniny 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 dříve platné ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy (zatřídění je shodné s platnou ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací).

- Poloha *1*** **navážka**
 zatřídění dle ČSN 73 1001 : nezatříděno
- Poloha *2*** **jíl, tuhé konzistence**
 zatřídění dle ČSN 73 1001 : F 6, CI (jíl se střední plasticitou)
- Poloha *3*** **jíl šterkovitý, pevné konzistence**
 zatřídění dle ČSN 73 1001 : F 2, CG (jíl šterkovitý)
- Poloha *4*** **prachovitá břidlice, slabě navětralá až zdravá**
 zatřídění dle ČSN 73 1001 : R 3 až R 2

3.2 Fyzikálně - mechanické parametry zemin a hornin

V následující tabulce jsou uvedeny směrné normové hodnoty zemin a hornin přirozeného geologického profilu dle dříve platné ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy s přihlédnutím ke genezi zemin. Dále jsou v tabulce uvedeny hodnoty svislé tabulkové únosnosti vrtaných pilot dle dříve platné ČSN 73 1002 Pilotové základy.

<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>σ_c [MPa]</i>	<i>E_{def} [MPa]</i>	<i>R_{dt} [kPa]</i>	<i>$U_{v. tab}$ [kN]</i>
2	F 6, CI	21,0	10 - 16	17 - 21	0,40	-	4 - 6	100 ¹	-
3	F 2, CG	20,5	12 - 18	24 - 30	0,35	-	10 - 14	275 ¹	-
4	R 3	23,0	-	-	0,20	> 40	> 100	> 500	850 ²

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 0,8 - 1,5 m při šířce základu ≤ 3 m,*

* ² *svislá tabulková únosnost vrtaných pilot dle ČSN 73 1002 Pilotové základy pro průměr piloty 0,6 m, délce vetknutí 0 až 0,5 m.*

- γ_n* *objemová tíha*
 c_{ef} *efektivní soudržnost zeminy*
 φ_{ef} *efektivní úhel vnitřního tření zeminy*
 ν *Poissonovo číslo*
 σ_c *pevnost v prostém tlaku*
 E_{def} *modul přetvárnosti*
 R_{dt} *tabulková výpočtová únosnost*
 $U_{v, tab}$ *svislá tabulková únosnost vrtaných pilot dle ČSN 73 1002 Pilotové základy*

3.3 Promrzání podloží, vodní režim

V rámci rekonstrukce mostu dojde i k úpravě tělesa komunikace v blízkosti mostu, a proto dále uvádíme některé údaje potřebné pro návrh konstrukce tělesa silnice. Nadmořská výška povrchu vozovky v blízkosti mostu je cca 414,7 m.

Základní hodnoty indexu mrazu (I_m) dle ČSN 73 6114 (Vozovky pozemních komunikací, základní ustanovení pro navrhování) pro výškové pásmo 400 - 500 m n.m. jsou následující :

$I_m = 346$ (pro střední dobu návratu 4 roky),
 $I_m = 419$ (pro střední dobu návratu 7 roků),
 $I_m = 475$ (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 $I_m = 475$ pro periodicitu 0,1, tj. střední dobu návratu 10 roků) bude pohybovat kolem 1,09 - 1,25 m.

Pro stanovení vodního režimu podloží komunikace je zásadní kapilární vztlínavost zemin v podloží zemní pláň a hloubka hladiny podzemní vody od nivelety vozovky.

Hladina podzemní vody nebyla na levém břehu vrtem Kt 1 zastižena, resp. pouze byla dokumentována slabě zavlhlá poloha v hloubce 3,4 m pod terénem. Na pravém břehu však lze očekávat zastižení hladiny podzemní vody zhruba v úrovni povrchové vody, tj. cca 2,7 m pod úrovní vozovky. Kapilární vztlínavost jílovitých zemin kvartérního pokryvu lze uvažovat do cca 1,5 m ($h_s = 1,5$ m).

Vzhledem k předpokládané úrovni hladiny podzemní vody a kapilární vztlínavosti zemin v podloží vozovky doporučujeme, dle ČSN 73 6114 přílohy D, hodnotit vodní režim podloží jako velmi nepříznivý (kapilární).

3.4 Vhodnost zemin do násypů a jako podloží komunikací

Následující hodnocení zeminy v úrovni aktivní zóny vozovky, resp. násypu, vychází z ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“ a odhadu indexových parametrů zemin.

Poloha *2*	jíl
Zatřídění dle ČSN 73 6133	F 6, CI (jíl se střední plasticitou)
Vhodnost do násypů	podmínečně vhodná
Vhodnost pro podloží (pro aktivní zónu)	nevhodná
Namrzavost	nebezpečně namrzavá
Koeficient propustnosti	$10^{-8} - 10^{-7}$ m/s
Kapilární vztlínavost	cca 1,5 m
Zkouška zhutnitelnosti (Proctor standard)	100% PCS cca 1600 - 1750 kg/m ³ (odhad)
Optimální vlhkost	10 - 14 % (odhad)
Kalifornský poměr únosnosti (CBR)	3 - 5 % (odhad)

Hodnocení : bez úpravy podmíněčně vhodný materiál do násypů a nevhodný pro podloží vozovky (pro aktivní zónu). Po zhutnění zeminy bez další úpravy lze orientačně předpokládat dosažení modulu přetvárnosti do 25 MPa. Velmi výrazného zlepšení lze dosáhnout příměsí vápna. Bez úpravy nelze dosáhnout na zemní pláni deformační parametry požadované dle ČSN 72 1006 Kontrola zhutnění zemin a sypanin ($E_{def2} \geq 45$ MPa).

Poloha *3*

Zatřídění dle ČSN 73 6133
 Vhodnost do násypů
 Vhodnost pro podloží (pro aktivní zónu)
 Namrzavost
 Koeficient propustnosti
 Kapilární vzlínnavost
 Zkouška zhutnitelnosti (Proctor standard)

jíl šterkovitý

F 2, CG (jíl šterkovitý)
 podmíněčně vhodná
 podmíněčně vhodná
 nebezpečně namrzavé
 10^{-7} m/s
 cca 1,0 m
 100% PCS = 1700 - 1800 kg/m³ (odhad)
 optimální vlhkost $w_{opt} = 10 - 16 \%$ (odhad)
 při 95% PCS CBR = 6 - 8 % (odhad)

Kalifornský poměr únosnosti (CBR)

Hodnocení : podmíněčně vhodný materiál do násypů a pro podloží vozovky (pro aktivní zónu). Po zhutnění zeminy bez úpravy zeminy lze předpokládat dosažení modulu přetvárnosti z druhé přítěžovací větve E_{def2} nad 45 MPa pouze při optimální vlhkosti zeminy.

3.5 Těžitelnost zemin a hornin

Na základě vizuálního hodnocení jsou zastižené zeminy a horniny 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
navážka	*1*	tř. I	tř. 2	I. třída
jíl, tuhé konzistence	*2*	tř. I	tř. 2	I. třída
jíl šterkovitý, pevné konzistence	*3*	tř. I	tř. 3	I. třída
prachovitá břidlice, slabě navětralá	*4*	tř. II	tř. 5 - 6	III. třída

Na levém břehu budou do hloubky cca 3,5 m zastiženy zeminy těžitelné běžnými mechanismy. Z hlediska normy ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací se jedná o třídu těžitelnosti I (resp. 2. - 3. třídy dle dříve platné ČSN 73 3050). Níže již jsou uloženy obtížně těžitelné prachovité břidlice.

Na pravém břehu lze předpokládat zastižení skalního podloží ve větší hloubce. Kvartérní pokryv zde mohou tvořit nesoudržné zvodnělé zeminy.

4. ZÁVĚRY

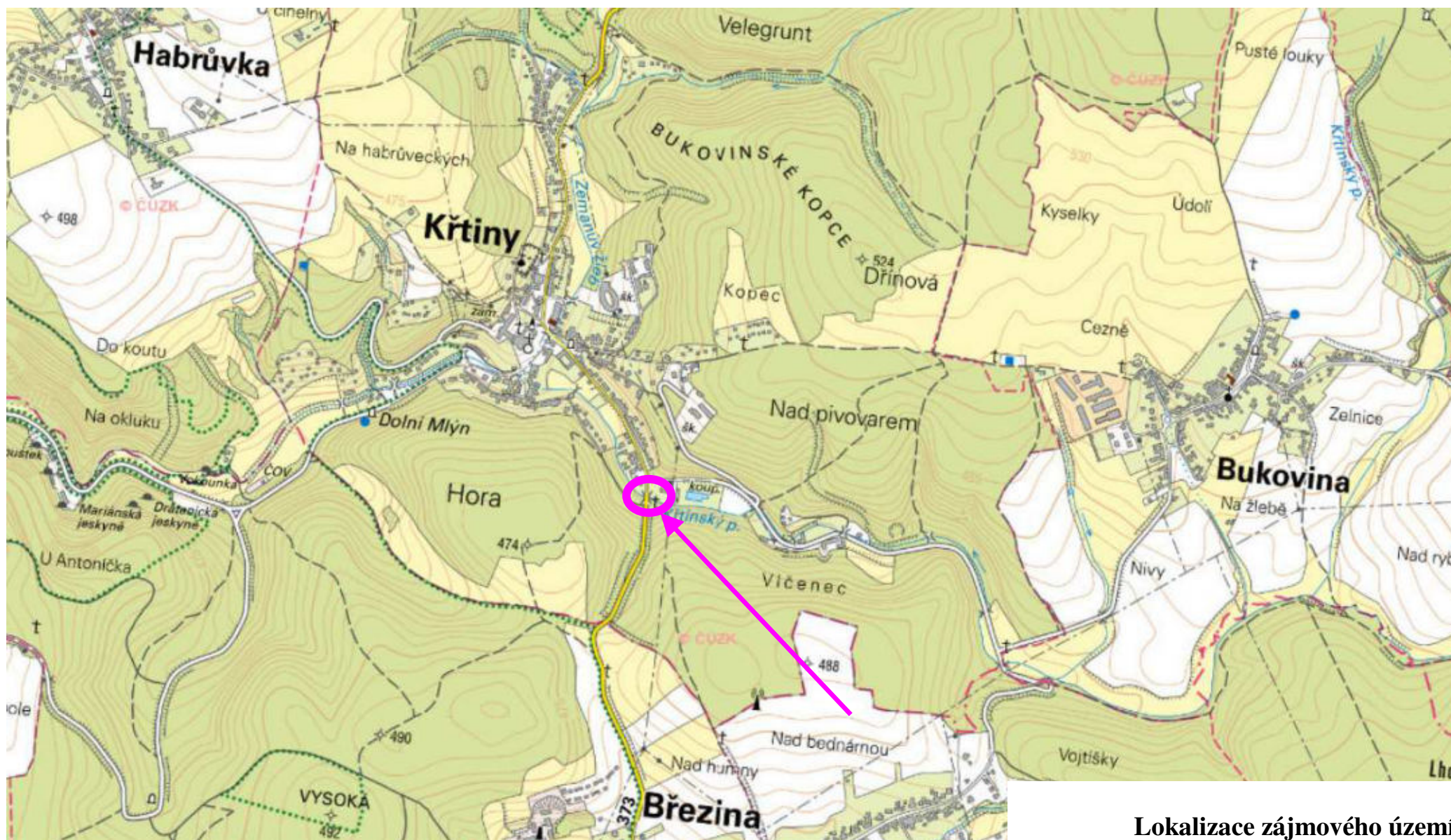
Výsledky inženýrskogeologického průzkumu lze shrnout do následujících bodů :

- základové prvky mostu lze spustit na úroveň navětralých a zdravých hornin skalního podloží - prachovitých břidlic polohy *4*, které jsou na levém břehu uloženy v hloubce cca 3,5 m pod terénem (411,6 m n.m.).
- Kvartérní pokryv zde tvoří navážky o mocnosti cca 1,0 m, jíly tuhé konzistence o mocnosti cca 1,4 m a štěrkovité jíly pevné konzistence o mocnosti cca 1,1 m. V prostoru komunikace také konstrukční vrstvy vozovky.
- Hladina podzemní vody nebyla do hloubky 5,0 m pod terén zastižena, pouze byla v úrovni 3,4 m pod terénem dokumentována zavlhlá poloha.
- Do hloubky cca 3,5 m pod terén budou na levém břehu zastiženy zeminy těžitelné běžnými mechanismy. Z hlediska normy ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací se jedná o třídu těžitelnosti I (resp. 2. - 3. třídu dle dříve platné ČSN 73 3050). Níže již budou zastiženy obtížně těžitelné navětralé a zdravé prachovité břidlice.
- Na pravém břehu lze předpokládat odlišné poměry. Skalní podloží bude uloženo ve větší hloubce a kvartérní pokryv zde mohou tvořit nesoudržné zvodnělé zeminy. Hladinu podzemní vody lze předpokládat zhruba v úrovni hladiny povrchové vody v korytu potoka.

Pokud by došlo k podstatným změnám v projektovaném záměru, lze závěry aplikovat pouze se souhlasem autorské organizace. V případě požadavku investora lze provést přejímku základové spáry ve vztahu k závěrům této zprávy, popř. dozor při hloubení pilot.

V Praze dne 14.11. 2016

Ing. Marek Soukup



Lokalizace zájmového území

Příloha č. 1.1

Křtiny,
rekonstrukce mostu ev. č. 373-016
čís. úkolu 2016 - 1 - 109

Příloha č. 2

Dokumentace průzkumného vrtu
Fotodokumentace

Dokumentace průzkumného vrtu

Kt 1

y = 586 819,2

x = 1 151 055,9

z = 415,1 m n.m.

0,0 - 1,0 m	navážka hlinitopísčítá s občasnými úlomky cihel a kameny <i>poloha *1*</i>	<i>zatřídění dle ČSN 73 1001 : nezatříděno</i>
1,0 - 2,4	jíl, světle hnědý, tuhé konzistence, jemně písčitý, s občasnými drobnými úlomky hornin, úlomků s hloubkou přibývá, <i>poloha *2*</i>	<i>zatřídění dle ČSN 73 1001 : F 6, CI</i>
2,4 - 3,5	jíl štěrkovitý, světle hnědý, pevné konzistence, štěrkovitá frakce tvořena pevnými neopracovanými úlomky prachovité břidlice o velikosti i přes 10 cm, <i>poloha *3*</i>	<i>zatřídění dle ČSN 73 1001 : F 2, CG</i>
3,5 - 5,0	prachovitá břidlice, slabě navětralá až zdravá, tmavě šedohnědá, deskovitě odlučná, hustota ploch diskontinuity cca 2 - 6 cm, úlomky obtížně rozpojitelné kladivem, <i>poloha *4*</i>	<i>zatřídění dle ČSN 73 1001 : R 3</i>
Hladina podzemní vody	naražená :	3,4 m (slabě zavlhlá poloha, bez patrného přítoku do vrtu).
	ustálená :	vrt bez vody (měřeno 30 minut po odvrtání).

Fotodokumentace



Celkové pohledy



Kt 1, vrtné jádro