

Souřadnicový systém: S-JTSK  
Výškový systém: Bpv

Krajský úřad kraje Vysočina, Žižkova 57, 587 33 Jihlava, tel: 564 602 111, e-mail: posta@kr-vysocina

Investor:



Krajský úřad kraje Vysočina

KSÚS Vysočiny, příspěvková organizace, Kosovská 16, 586 01 Jihlava, tel: 567 117 158 , e-mail: ksusv@ksusv.cz

Správce mostu:

**Krajská správa a údržba  
silnic Vysočiny**  
příspěvková organizace

Krajská správa a údržba silnic Vysočiny

Číslo zakázky:

15 054 00

HIP:

Schválil:

Ing. Václav HVÍZDAL

Zodp. projektant:

Ing. Martin HAVLÍK

241096747, mha@pontex.cz

Tech. kontrola:

Ing. Petr DRBOHLAV

Vypracoval:

Ing. Marek SOUKUP



Praha 4, Bezová 1658, 147 14  
tel: +420 241096735 fax: +420 244461038  
e-mail: pontex@pontex.cz

Objednatel:

Kraj Vysočina

Obec:

Ruda

Kraj:

Vysočina

Akce:

II/602 KŘEPTOV – MOST EV.Č. 602-017

Část:

F – SOUVISEJÍCÍ DOKUMENTACE

Příloha:

GEOTECHNICKÝ PRŮZKUM

Datum

11/2015

Stupeň

PDPS

Souprava

Č. přílohy

F.4

# **ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA**

## **o**

### **inženýrskogeologickém průzkumu**

Název úkolu :

**Křepťov,  
rekonstrukce mostu ev. č. 602-017**

Číslo úkolu :

**2015 - 1 - 033**

Odběratel :

**Pontex, spol. s r.o., Bezová 1658, 147 14 Praha 4**

Odpovědný řešitel :

**Ing. Marek Soukup**

**PRAHA, KVĚTEN 2015**

**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 .....	4
3.1 Zatřídění zemin a hornin .....	4
3.2 Fyzikálně - mechanické parametry zemin a hornin .....	4
3.3 Promrzání podloží, vodní režim .....	5
3.4 Těžitelnost zemin .....	5
4. Závěry .....	6

## **Seznam příloh :**

- Příloha č. 1.1   Lokalizace zájmového území  
                  č. 1.2   Situace průzkumných prací, účelová mapa 1 : 250
- Příloha č. 2     Dokumentace průzkumného vrtu  
                    Fotodokumentace
- Příloha č. 3     Výsledky rozboru podzemní vody

## 1. ÚVOD

Na základě objednávky společnosti Pontex, spol. s r.o. (objednávka ze dne 30.4.2015, čj. PX 258/2015/dku) byl proveden následující inženýrskogeologický průzkum pro projektovanou rekonstrukci silničního mostu evidenční číslo 602-017 přes vodoteč u osady Křeptov, katastrální území Ruda u Velkého Meziříčí (okres Žďár nad Sázavou). 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 mostu je cca 540,15 m n.m. Koryto vodoteče je cca 3,7 m pod úrovní vozovky (536,45 m n.m.). Průzkumný vrt byl proveden v blízkosti mostu na levém břehu z úrovně 537,6 m n.m.

Silnice je v blízkosti mostu vedena na násypu o mocnosti do cca 3 m. Severně je v blízkosti silnice hráz rybníka, ze kterého vodoteč vytéká.

V rámci inženýrskogeologického průzkumu byly provedeny následující práce :

- **1 jádrový vrt** označený jako **KT 1** do hloubky 3,6 m. Vrtáno bylo dne 13. 5. 2015 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 souřadnice (systém JTSK) a výškopisné souřadnice (systém Balt po vyrovnání) 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.
- Odběr vzorku podzemní vody z vrtu Kt 1 pro stanovení agresivity na betonové konstrukce (dle ČSN EN 206 - 1 Beton - Část 1 : Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda, tabulky 2 - Mezní hodnoty pro stupně chemického působení zeminy a podzemní vody) a ocel (dle ČSN 03 8372 Zásady ochrany proti korozi nelineových zařízení uložených v zemi nebo ve vodě). Protokol s výsledky chemického rozboru podzemní vody je uveden v příloze č. 3.

## 2. GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Skalní podloží v zájmovém území tvoří migmatity a pararuly moravského moldanubika, které jsou prostoupeny granity a syenity třebíčského plutonu.

Průzkumným vrtem Kt 1 byly **migmatity (poloha \*3\*)** zastiženy v hloubce 3,1 m pod terénem, tj. v úrovni 534,3 m n.m. Migmatity jsou zdravé, lavicovitě odlučné, šedozeleného zbarvení. Úlomky jsou obtížně rozpojitelné kladivem.

Horniny svrchního karbonu jsou překryty deluvio-fluviálními sedimenty holocénního stáří v nichž byly vyčleněny následující polohy :

- **jíl písčitý (poloha \*2\*)** hnědého a rezavě hnědého zbarvení, tuhé konzistence. Písčitá frakce je středně a hrubě zrnitá až šterkovitá. Poloha byla zastižena v hloubce od 1,3 m do 3,1 m.
- **jílovitá hlína (poloha \*1\*)** hnědého zbarvení, pevné konzistence s jemně zrnitou písčitou příměsí. Poloha byla zastižena od povrchu terénu do 1,3 m.

Humózní pokryv zde prakticky chybí, resp. prvních několik centimetrů jílovitých hlin polohy \*1\* obsahuje malý podíl humózních látek.

Přítok podzemní vody byl zaznamenán v hloubce 2,3 m pod terénem (tj. 535,1 m n.m.) což je cca 1 m pod úrovní povrchové vody v korytu vodoteče. Po cca 30 minutách po odvrtání byla hladina podzemní vody 1,56 m pod terénem (535,84 m n.m.).

Kolektorem podzemní vody jsou písčité jíly polohy \*2\* s koeficientem propustnosti (filtrace) v řádu  $10^{-6}$  až  $10^{-5}$  m/s. Nepropustnou bázi kolektoru tvoří migmatity skalního podloží.

Z vrtu Kt 1 byl odebrán vzorek podzemní vody pro stanovení agresivity na betonové konstrukce (dle ČSN EN 206 - 1 Beton - Část 1 : Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda, tabulky 2 - Mezní hodnoty pro stupně chemického působení zeminy a podzemní vody) a ocel (dle ČSN 03 8372 Zásady ochrany proti korozi nelineových zařízení uložených v zemi nebo ve vodě). Protokol s výsledky laboratorního rozboru je uveden v příloze č. 3.

#### **Agresivita na beton**

Výsledky rozborů jsou v následující tabulce a porovnány s limitními hodnotami uvedenými v ČSN EN 206 - 1 pro slabě agresivní prostředí na beton (stupeň agresivity XA1).

Stanovení	Vrt	Limity ČSN EN 206 - 1 pro slabě agresivní prostředí (stupeň agresivity XA1.)
	Kt 1	
sířany (mg/l)	41	$\geq 200$ a $\leq 600$
pH	6,2	$\leq 6,5$ a $\geq 5,5$
CO <sub>2</sub> agresivní (mg/l)	27	$\geq 15$ a $\leq 40$
amonné ionty (mg/l)	0,11	$\geq 15$ a $\leq 30$
hořčík (mg/l)	26	$\geq 300$ a $\leq 1000$

V podzemní vodě odebrané z vrtu Kt 1 překročily koncentrace agresivního oxidu uhličitého a reakce vody (pH) limitní hodnoty pro slabě agresivní prostředí. V případě, že dvě nebo více chemických charakteristik jsou stejného stupně, pak je dle ČSN EN 206 - 1 nutno použít nejbližší vyšší stupeň. Podzemní vodu lze tedy z hlediska agresivity na beton hodnotit jako **středně agresivní prostředí (stupeň agresivity XA2)**.

#### **Agresivita na ocel**

Výsledky rozborů jsou v následující tabulce a porovnány s limitními hodnotami uvedenými v dle ČSN 03 8372 Zásady ochrany proti korozi nelineových zařízení uložených v zemi nebo ve vodě pro velmi vysokou agresivitu prostředí na ocel (stupeň agresivity IV.).

Stanovení	Vrt	Limity ČSN 03 8372 pro velmi vysokou agresivitu prostředí (stupeň agresivity IV.)
	Kt 1	
pH	6,2	$< 6,0$
CO <sub>2</sub> agresivní (mg/l)	27	5
Cl (mg/l)	330	$> 300$
měrná vodivost (μS/cm)	1500	$> 430$

Dle ČSN 03 8372 podzemní voda vykazuje **velmi vysokou agresivitu na ocel (stupeň agresivity IV.)**, a to vzhledem k hodnotám měrné vodivosti podzemní vody a obsahu chloridů a agresivního oxidu uhličitého.

### 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\*** jílovitá hlína, pevné konzistence

**zatřídění dle ČSN 73 1001 :** F 6, CI (jíl se střední plasticitou)

**Poloha \*2\*** jíl písčitý, tuhé konzistence

**zatřídění dle ČSN 73 1001 :** F 4, CS (jíl písčitý)

**Poloha \*3\*** migmatit, zdravý, lavicovitě odlučný

**zatřídění dle ČSN 73 1001 :** R 2

#### 3.2 Fyzikálně - mechanické parametry zemin a hornin

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

Poloha	ČSN 73 1001	$\gamma_n$ [kN.m <sup>-3</sup> ]	$c_{ef}$ [kPa]	$\phi_{ef}$ [°]	$\nu$	$\sigma_c$ [MPa]	$E_{def}$ [MPa]	$R_{dt}$ [kPa]	$U_{v. tab}$ [kN]
*1*	F 6, CI	21,0	12 - 20	17 - 21	0,40	-	6 - 8	200 <sup>1</sup>	-
*2*	F 4, CS	18,5	80 - 12	24 - 27	0,35	-	4 - 6	150 <sup>1</sup>	-
*3*	R 2	25	-	-	0,10	> 50	>500	> 2000	850 <sup>2</sup>

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

\*<sup>1</sup> platí pro hloubku založení 0,8 - 1,5 m při šířce základu  $\leq 3$  m,

\*<sup>2</sup> platí pro průměr pilot 0,60 m a délce vetknutí 0 až 0,5 m.

$\gamma_n$  objemová tíha

$c_{ef}$  efektivní soudržnost zeminy

$\phi_{ef}$  efektivní úhel vnitřního tření zeminy

$\nu$  Poissonovo číslo

$\sigma_c$  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.

Základní hodnoty indexu mrazu ( $I_m$ ) dle ČSN 73 6114 pro výškové pásmo 500 - 600 m n.m. jsou následující :

$I_m = 389$  (pro střední dobu návratu 4 roky),

$I_m = 479$  (pro střední dobu návratu 7 roků),

$I_m = 523$  (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 :

$$d_{pr} = 5 \sqrt{I_m} \quad \text{pro netuhé vozovky}$$

$$d_{pr} = 16 \sqrt[3]{I_m} \quad \text{pro tuhé vozovky.}$$

Hloubka promrzání ( $h_{pr}$ ) se tedy pro zájmové území (při uvažované hodnotě indexu mrazu  $I_m = 523$  pro periodicitu 0,1) bude pohybovat kolem 1,14 - 1,29 m.

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

Hladina podzemní vody byla naražena cca 5 m pod úroveň vozovky v písčitém jílu polohy \*2\*. Kapilární vztlínavost zeminy v násypu tělesa silnice lze předpokládat nepatrnou (0 m).

Vzhledem k úrovni hladiny podzemní vody a kapilární vztlínavosti zemin v podloží zemní pláně lze, dle ČSN 73 6114 přílohy D, hodnotit **vodní režim** podloží jako **příznivý** (difúzní) neboť :

$$h_{pv} \geq d_{pr} + 2 \cdot h_s$$

$h_{pv}$  průměrná vzdálenost hladiny podzemní vody od nivelety vozovky,  
 $d_{pr}$  hloubky promrzání vozovky a podloží,  
 $h_s$  kapilární výška při úplném nasycení pórů zeminy vodou.

### 3.4 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	Poloha	ČSN 73 6133	ČSN 73 3050	TP 76, př. č. 1
jílovitá hlína pevná	(poloha *1*)	tř. I	tř. 3	I. třída
jíl písčitý, tuhý	(poloha *2*)	tř. I	tř. 2	I. třída
migmatit zdravý	(poloha *3*)	tř. III	tř. 6 - 7	V. třída

Do hloubky 5,8 m od úrovně vozovky budou 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 budou zastiženy obtížně těžitelné horniny.

Vzhledem k tomu, že výkopem budou zastiženy málo soudržné zeminy (písčité jíly) doporučujeme stěny výkopů zabezpečit pažením provedeným v předstihu před zahájením zemních prací. Volba způsobu pažení bude závislá na hloubce výkopu. Vzhledem k pevnosti skalního podloží nebude možné vetknutí štětovnic do podloží.

#### 4. ZÁVĚRY

Výsledky inženýrskogeologického průzkumu lze shrnout do následujících bodů :

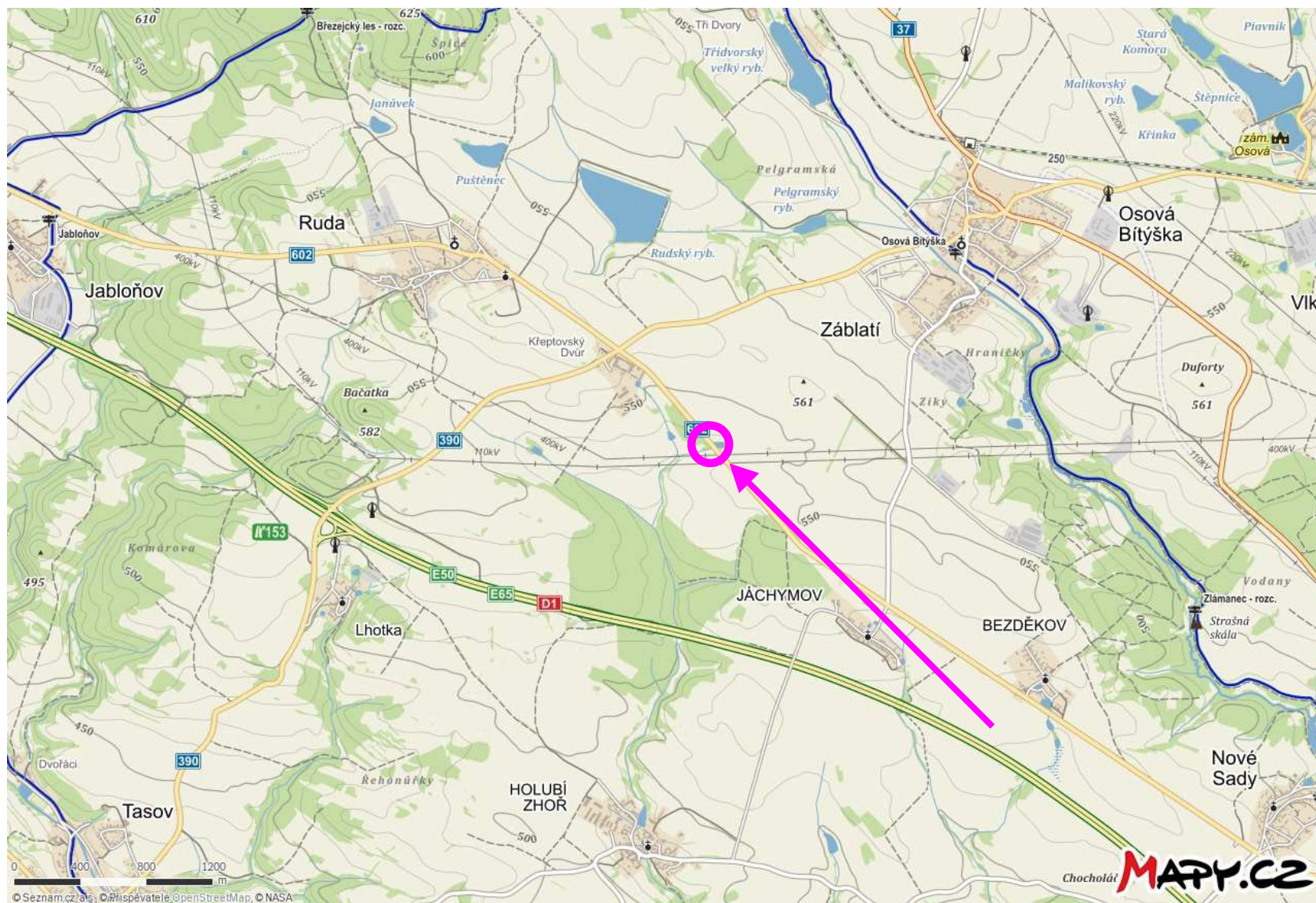
- migmatity skalního podloží (poloha \*3\*) byly zastiženy v hloubce 3,1 m pod terénem, tj. v úrovni 534,3 m n.m.
- propustek (tubosider) lze založit plošně tak, aby základovou půdu tvořily dostatečně únosné zeminy, popř. horniny skalního podloží.
- Hladina podzemní vody byla naražena v hloubce 2,3 m pod terénem (tj. 535,1 m n.m.) což je cca 1 m pod úrovní povrchové vody v korytu vodoteče. Po cca 30 minutách po odvrtání byla hladina podzemní vody 1,56 m pod terénem (535,84 m n.m.).
- Na základě chemického rozboru povrchové vody lze konstatovat, že podzemní voda vykazuje dle ČSN EN 206 - 1 střední agresivitu na beton (stupeň agresivity XA2).
- Dle ČSN 03 8372 podzemní voda vykazuje velmi vysokou agresivitu na ocel (stupeň agresivity IV.).

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.

V Praze dne 22.5. 2015

Ing. Marek Soukup





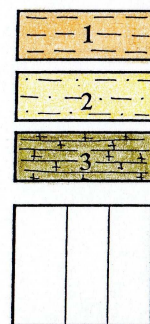
Lokalizace zájmového území

Příloha č. 1.1



# Křepťov, rekonstrukce mostu ev. č. 622-017

## Vysvětlivky :





1 jílovitá hlína, pevné konzistence

2 jíl písčitý, tuhé konzistence

3 migmatit, zdravý

geologický profil vrtu 1 : 100

zatřídění dle ČSN 73 1001

hladina podzemní vody (naražená , ustálená )

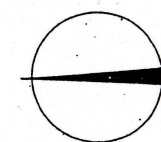
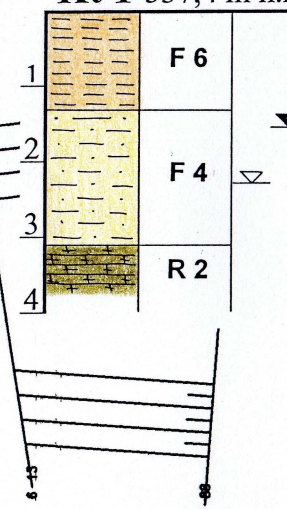
průzkumný vrt (INGES 5/2015)

sloupec 1

sloupec 2

sloupec 3

Kt 1 537,4 m n.m.



1 : 250

Situace průzkumných prací, účelová mapa

Příloha č. 1.2

**Křeptov,**  
**rekonstrukce mostu ev. č. 602-017**  
čís. úkolu 2015 - 1 - 033

**Příloha č. 2**

**Dokumentace průzkumného vrtu**  
**Fotodokumentace**



## Dokumentace průzkumného vrtu

### Kt 1

y = 630 075,9

x = 1 143 989,8

z = 537,4 m n.m.

0,0 - 1,3 m	jílovitá hlína, hnědá, pevné konzistence, s jemně zrnitou písčitou příměsí, <i>poloha *1*</i>	<i>zatřídění dle ČSN 73 1001 : F 6, CI</i>
1,3 - 3,1 m	jíl písčitý, hnědý a rezavě hnědý, tuhé konzistence, písčitá frakce středně a hrubě zrnitá až šterkovitá, ostrohranná, <i>poloha *2*</i>	<i>zatřídění dle ČSN 73 1001 : F 4, CS</i>
3,1 - 3,6	migmatit, tmavě šedozelený, zdravý, lavicovitě odlučný, úlomky obtížně drtitelné kladivem, <i>poloha *3*</i>	<i>zatřídění dle ČSN 73 1001 : R 2</i>
Hladina podzemní vody	naražená : 2,3 m, ustálená : 1,56 m (měřeno cca 30 minut po dovtání).	

*Odebrán vzorek podzemní vody k chemickému rozboru (stavební rozbor - agresivita na beton a ocel).*

## Fotodokumentace



Celkové pohledy



Kt 1, vrtné jádro

**Křeptov,**  
**rekonstrukce mostu ev. č. 602-017**  
čís. úkolu 2015 - 1 - 033

**Příloha č. 3**

**Výsledky rozboru podzemní vody**



## Vodohospodářské inženýrské služby, a.s.

Laboratoř VIS akreditovaná ČIA pod číslem 1213

Křížová 47, 150 39 Praha 5

Telefon: 251556459 Fax: 257182458 E-mail: labor@vis-praha.cz



L 1213

Zákazník:

I N G E S s.r.o.

Na Petynci 34

16900 Praha 6

### Protokol o zkoušce č. 2015/1749

Místo odběru: kraj Vysočina, Křepťov, rekonstrukce mostu ev.č. 602-017, Kt-1

Odběr provedl: zákazník Ing. Soukup

Datum odběru: 13.05.2015

Příjem provedl: Stupka Jan Ing.

Datum příjmu: 14.05.2015

Datum zahájení analýz: 14.05.2015

Klasifikace vzorku: voda podzemní

Datum dokončení: 19.05.2015

Název rozboru	Výsledek	Jednotka	Výpis limitní hodnoty **	Nejistota měření	Zpracováno dle metody
konduktivita	150	mS/m		± 3 %	SOP 10 (ČSN EN 27888)
pH	6,2				SOP 11 (ČSN ISO10523)
teplota vzorku při měření pH	23,5	°C			
hořčík (stav.rozbor)	26	mg/l		+ výpočet	
acidita celková (ZNK 8,3)	0,84	mmol/l		± 8 %	+ ČSN 83 0520/8
alkalita KNK 4,5	2,1	mmol/l		± 6 %	SOP 2(ČSN EN ISO 9963-1)
CO <sub>2</sub> vázaný	46	mg/l			+ ČSN 75 7373
CO <sub>2</sub> volný	37	mg/l		+ výpočet	
amonné ionty	0,11	mg/l		± 7 %	SOP 3 (ČSN ISO 7150-1)
chloridy	330	mg/l		± 5 %	SOP 5 (ČSN ISO 9297)
sírany	41	mg/l		± 10 %	SOP 12 (ČSN 75 7477)
CO <sub>2</sub> -agresivní (Heyer)	24	mg/l		+ výpočet	
CO <sub>2</sub> -agresivní-výpočet	27	mg/l		+ výpočet	

Stanovení označená + nejsou akreditována.

Výsledky zkoušek jsou uváděny s nejistotou měření vyjádřenou jako rozšířená nejistota s koeficientem k=2 (pro hladinu významnosti 95%). Uváděná nejistota nezahrnuje nejistotu vzorkovacího postupu.

\*\* limitní hodnoty nejsou stanoveny

Laboratoř je způsobilá aktualizovat normy identifikující zkušební postupy.

Výsledky zkoušek se týkají pouze vzorků uvedených v tomto protokolu a nenahrazují jiné dokumenty. Protokol může být reprodukován jedině celý, neúplný pouze s písemným souhlasem zkušební laboratoře.

U vzorků odebraných zákazníkem neručí laboratoř za kvalitu odběru, ale pouze za provedené analýzy.

V Praze, 19.05.2015

Ing. Jan Stupka  
vedoucí laboratoře

