

# **ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA**

## **o**

### **inženýrskogeologickém průzkumu**

Název úkolu : **Čermná,  
rekonstrukce mostu ev. č. 32550-1**

Číslo úkolu : **2018 - 1 - 127**

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

Odpovědný řešitel : **Ing. Marek Soukup**

**PRAHA, ŘÍJEN 2018**

**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, vhodnost zemin .....	5
3.4 Těžitelnost zemin a hornin .....	6
4. Závěry .....	6

## **Seznam příloh :**

Příloha č. 1.1	Lokalizace zájmového území
č. 1.2	Situace průzkumných prací, účelová mapa 1 : 100
Příloha č. 2	Dokumentace průzkumného vrtu Fotodokumentace
Příloha č. 3	Výsledky rozboru podzemní vody

## 1. ÚVOD

Na základě objednávky společnosti CSW Projekt CZ s.r.o. byl proveden následující inženýrskogeologický průzkum pro rekonstrukci silničního mostu ev. č. 32550-1 přes potok Čermná v obci Čermná (okres Trutnov), katastrální území Čermná v Krkonoších. Lokalizace mostního objektu je patrná z přílohy č. 1.1 Lokalizace zájmového území.

Jako mapový podklad pro provedení průzkumu poskytl objednatel polohopisné (systém JTISK) a výškopisné (systém Balt po vyrovnání) zaměření stávající situace. Nadmořská výška povrchu vozovky na mostě je cca 384,4 m n.m. Hladina vody v korytu potoka byla v době provádění geodetických prací v úrovni 382,15 m n.m. Průzkumný vrt byl proveden v blízkosti mostu na pravém břehu potoka z úrovně 384,6 m n.m.

V rámci inženýrskogeologického průzkumu byly provedeny následující práce :

- 1 jádrový vrt označený jako Cm 1 do hloubky 5,6 m na pravém břehu potoka. Vrtáno bylo dne 20. 9. 2018 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.
- Odběr vzorku podzemní vody z vrtu Cm 1 pro stanovení agresivity na betonové konstrukce (dle ČSN EN 206 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 pískovce a prachovce chotěvického souvrství (spodní perm) podkrkonošské pánve. Průzkumným vrtem byly **navětralé a zdravé pískovce (poloha \*4\*)** zastiženy v hloubce od 4,9 m, tj. v úrovni od 379,7 m n.m. Pískovce mají červenohnědé zbarvení typické pro horniny z období permu, jsou jemně zrnité, obtížně rozpojitelné kladivem.

Kvartérní pokryv zde tvoří hlinitopísčité zeminy deluviálního (svahového) a fluviálního (náplavy) původu následujícího charakteru :

- **hlína písčitá pevné konzistence (poloha \*3\*)** červenohnědého zbarvení, deluviálního původu. Písčitá frakce je jemně a středně zrnitá. Poloha byla zastižena v hloubce od 1,9 m do 4,9 m.
- **Hlína písčitá tuhé konzistence (poloha \*2b\*)** až písek hlinitý červenohnědého zbarvení, fluviálního původu. Písčitá frakce je jemně a středně zrnitá. Poloha byla zastižena v hloubce od 1,4 m do 1,9 m.
- **Hlína písčitá pevné konzistence (poloha \*2a\*)** až písek hlinitý červenohnědého zbarvení, fluviálního původu. Písčitá frakce je jemně a středně zrnitá. Poloha byla zastižena v hloubce od 0,7 m do 1,4 m.

Svrchní část geologického profilu tvoří písčito-kamenitá **navážka (poloha \*1\*)** o mocnosti 0,7 m.

V hloubce 1,8 m (tj. v úrovni 382,8 m n.m.) byla dokumentována silně zavlhlá poloha, ale přítoky podzemní vody do vrtného stvolu nebyly patrné. Příklad podzemní vody byl zaznamenán až v hloubce 2,9 m (381,7 m n.m.). Kolektorem jsou průlinově propustné písčité hlíny (resp. písčitéjší polohy v hlínách) polohy \*3\* s koeficientem propustnosti odhadem v řádu  $10^{-6}$  m/s. Po cca 30 minutách po odvrtání byla hladina zakleslá v hloubce 4,32 m a stále mírně stoupala. Ustálenou hladinu podzemní vody lze předpokládat v úrovni povrchové vody v korytu potoka.

Z vrtu Cm 1 byl odebrán vzorek podzemní vody pro stanovení agresivity na betonové konstrukce (dle ČSN EN 206 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 rozboru jsou v následující tabulce porovnány s limitními hodnotami uvedenými v ČSN EN 206.

Vrt / vzorek	Stanovení				
	pH	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	CO <sub>2</sub> agr. (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	Mg <sup>2+</sup> (mg/l)
Cm 1	7,8	36	< 1,0	0,17	21
Stupeň agresivity					
XA1	5,5 - 6,5	200 - 600	15 - 40	15 - 30	300 - 1000
XA2	4,5 - 5,5	600 - 3000	40 - 100	30 - 60	1000 - 3000
XA3	4,0 - 4,5	3000 - 6000	> 100	60 - 100	> 3000

Ve vzorku podzemní vody odebrané z vrtu Cm 1 nepřekročily hodnoty žádného ze sledovaných ukazatelů mezní hodnoty pro slabě agresivní prostředí. Dle ČSN EN 206 se tedy nejedná o agresivní prostředí.

### Agresivita na ocel

Výsledky rozboru jsou v následující tabulce porovnány s limitními hodnotami uvedenými v ČSN 03 8372 Zásady ochrany proti korozi nelineových zařízení uložených v zemi nebo ve vodě.

Vrt / vzorek	Stanovení			
	pH	CO <sub>2</sub> agr. (mg/l)	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	měrná vodivost (μS/cm)
Cm 1	7,8	< 1,0	30	<b>680</b>
Agresivita				
velmi nízká I.	6,5 - 8,5	0	< 100	< 100
střední II.	8,5 - 14	0	100 - 200	100 - 200
zvýšená III.	6,0 - 6,5	5	200 - 300	200 - 430
<b>velmi vysoká IV.</b>	<b>&lt; 6,0</b>	<b>5</b>	<b>&gt; 300</b>	<b>&gt; 430</b>

Podzemní voda odebraná z vrtu Cm 1 vykazuje dle ČSN 03 8372 velmi vysokou agresivitu na ocel (**stupeň agresivity IV.**), a to vzhledem k měrné vodivosti (konduktivitě) podzemní vody.

### 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 písčítá s kameny**  
                     **zatřídění dle ČSN 73 1001 :    nezatříděno**
- Poloha \*2a\***    **hlína písčítá pevné konzistence (náplav)**  
                     **zatřídění dle ČSN 73 1001 :    F 3, MS (hlína písčítá)**
- Poloha \*2b\***    **hlína písčítá tuhé konzistence (náplav)**  
                     **zatřídění dle ČSN 73 1001 :    F 3, MS (hlína písčítá)**
- Poloha \*3\***    **hlína písčítá pevné konzistence (deluvium)**  
                     **zatřídění dle ČSN 73 1001 :    F 3, MS (hlína písčítá)**
- Poloha \*4\***    **pískovec navětralý a zdravý (skalní podloží)**  
                     **zatřídění dle ČSN 73 1001 :    R 3**

#### 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><math>\gamma_n</math> [kN.m<sup>-3</sup>]</i>	<i><math>c_{ef}</math> [kPa]</i>	<i><math>\varphi_{ef}</math> [°]</i>	<i><math>\nu</math></i>	<i><math>\sigma_c</math> [MPa]</i>	<i><math>E_{def}</math> [MPa]</i>	<i><math>R_{dt}</math> [kPa]</i>	<i><math>U_{v. tab}</math> [kN]</i>
<b>*2a*</b>	F 3, MS	18,0	14 - 18	26 - 30	0,35	-	10 - 12	250 <sup>1</sup>	-
<b>*2b*</b>	F 3, MS	18,0	8 - 12	26 - 30	0,35	-	5 - 8	175 <sup>1</sup>	-
<b>*3*</b>	F 3, MS	18,5	18 - 24	24 - 28	0,35	-	10 - 14	250 <sup>1</sup>	-
<b>*4*</b>	R 3	24,0	-	-	-	30 - 50	> 100	800	1000 <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 ≤ 3 m,*

*\* <sup>2</sup>    platí pro průměr piloty 0,6 m, délce vetknutí 1,5 m.*

*$\gamma_n$             objemová tíha*

*$c_{ef}$             efektivní soudržnost zeminy*

*$\varphi_{ef}$             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, vhodnost zemin

V rámci rekonstrukce mostu může dojít i k úpravě silnice v blízkosti mostu, a proto dále uvádíme některé údaje potřebné pro návrh konstrukce tělesa silnice. Nadmořská výška povrchu silnice v blízkosti mostu je cca 384,4 m.

Základní hodnoty indexu mrazu ( $I_m$ ) dle ČSN 73 6114 (Vozovky pozemních komunikací, základní ustanovení pro navrhování) pro výškové pásmo 300 - 400 m n.m. jsou následující :

$I_m = 297$  (pro střední dobu návratu 4 roky)

$I_m = 380$  (pro střední dobu návratu 7 roků)

$I_m = 424$  (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 :

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

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

Hloubka promrzání ( $d_{pr}$ ) se tedy pro zájmové území (při uvažované hodnotě indexu mrazu  $I_m = 424$  pro střední dobu návratu 10 roků) bude pohybovat kolem 1,03 - 1,20 m.

Pro stanovení vodního režimu podloží je zásadní kapilární vztlínavost zemin ( $h_s$ ) v podloží zemní pláně a hloubka hladiny podzemní vody ( $h_{pv}$ ). Silně zavlhlá poloha byla zastižena 1,6 m pod úroveň vozovky v prostoru mostu a kapilární vztlínavost písčitých hlín nad polohou lze uvažovat cca 1 m ( $h_s = 1$  m).

Vzhledem k úrovni podzemní vody a kapilární vztlínivosti zemin v podloží vozovky lze, dle ČSN 73 6114 přílohy D, hodnotit vodní režim podloží jako nepříznivý (pendulární) neboť:

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

V úrovni zemní pláně silnice v blízkosti mostu budou zastiženy písčité hlíny polohy \*2a\*.

Následující hodnocení zeminy z hlediska vhodnosti do násypů a pro aktivní zónu vozovky vychází z ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“ a odhadu indexových parametrů zemin.

#### **Poloha \*2a\***

Zatřídění dle ČSN 73 6133

Vhodnost do násypů

Vhodnost pro podloží (pro aktivní zónu)

Namrzavost

Koeficient propustnosti

Kapilární vztlínavost

Maximální objemová hmotnost (dle PCS)

Optimální vlhkost

Kalifornský poměr únosnosti (CBR)

#### **hlína písčitá**

F 3, MS

podmínečně vhodná

podmínečně vhodná

namrzavé

$10^{-6}$  m/s

cca 1 m

1700 - 1800 kg/m<sup>3</sup> (odhad)

12 - 16 % (odhad)

cca 5 - 7 % (odhad)

Hodnocení : podmínečně vhodný materiál do násypů a pro podloží vozovky (pro aktivní zónu). Po zhutnění zeminy bez další úpravy lze orientačně předpokládat dosažení modulu přetvárnosti do 40 MPa (při optimální vlhkosti). Velmi výrazného zlepšení lze dosáhnout vápenno-cementovou stabilizací.

### 3.4 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. 3	I. třída
hlína písčitá, pevné konzistence	*2a*	tř. I	tř. 3	I. třída
hlína písčitá, tuhé konzistence	*2b*	tř. I	tř. 2	I. třída
hlína písčitá, pevné konzistence	*3*	tř. I	tř. 3	I. třída
pískovec navětralý a zdravý	*4*	tř. II - III	tř. 5 - 6	III. třída

Výkopy budou do hloubky cca 4,5 m pod úroveň vozovky 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). Hlouběji budou zastiženy obtížně těžitelné pískovce.

Svislé stěny výkopů do hloubky cca 1,5 m od úrovně vozovky doporučujeme zajistit příložným pažením. Stěny hlubších výkopů doporučujeme zabezpečit pažením provedeným v předstihu před zahájením zemních prací - štětovnicemi zabíranými na úroveň skalního podloží. Vetknutí štětovnic do skalního podloží nebude pro jeho pevnost pravděpodobně proveditelné.

## 4. ZÁVĚRY

Výsledky inženýrskogeologického průzkumu lze shrnout do následujících bodů :

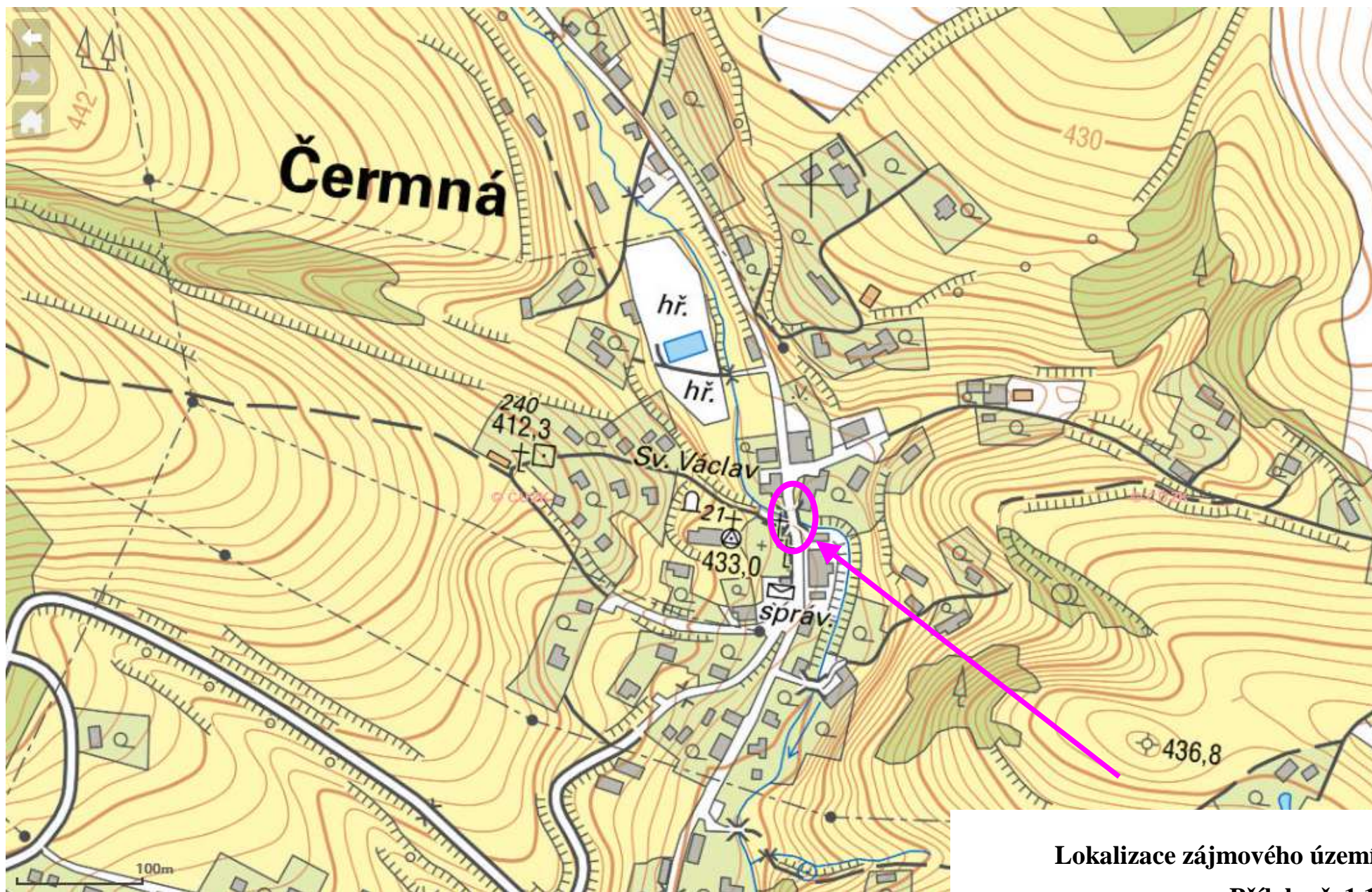
- skalní podloží, které tvoří permské pískovce, bylo průzkumným vrtem zastiženo v hloubce od 4,9 m, tj. v úrovni od 379,7 m n.m. Kvartérní pokryv tvoří písčité hlíny fluvialního a deluvialního původu.
- Pilíře případného nového mostu doporučujeme založit na pilotách vetknutých do skalního podloží. Předvrty pro piloty bude nutné vrtat s použitím ochranné výpažnice.
- V hloubce 1,8 m (tj. v úrovni 382,8 m n.m.) byla dokumentována silně zavlhlá poloha, ale přítoky podzemní vody do vrtného stvolu nebyly patrné. Přítok podzemní vody byl zaznamenán až v hloubce 2,9 m (381,7 m n.m.). Ustálenou hladinu podzemní vody doporučujeme uvažovat v úrovni povrchové vody v korytu potoka.
- Na základě chemického rozboru podzemní vody lze konstatovat, že podzemní voda nevykazuje dle ČSN EN 206 agresivitu na beton. 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, popř. dozor při hloubení pilot.

V Praze dne 6. 10. 2018

Ing. Marek Soukup

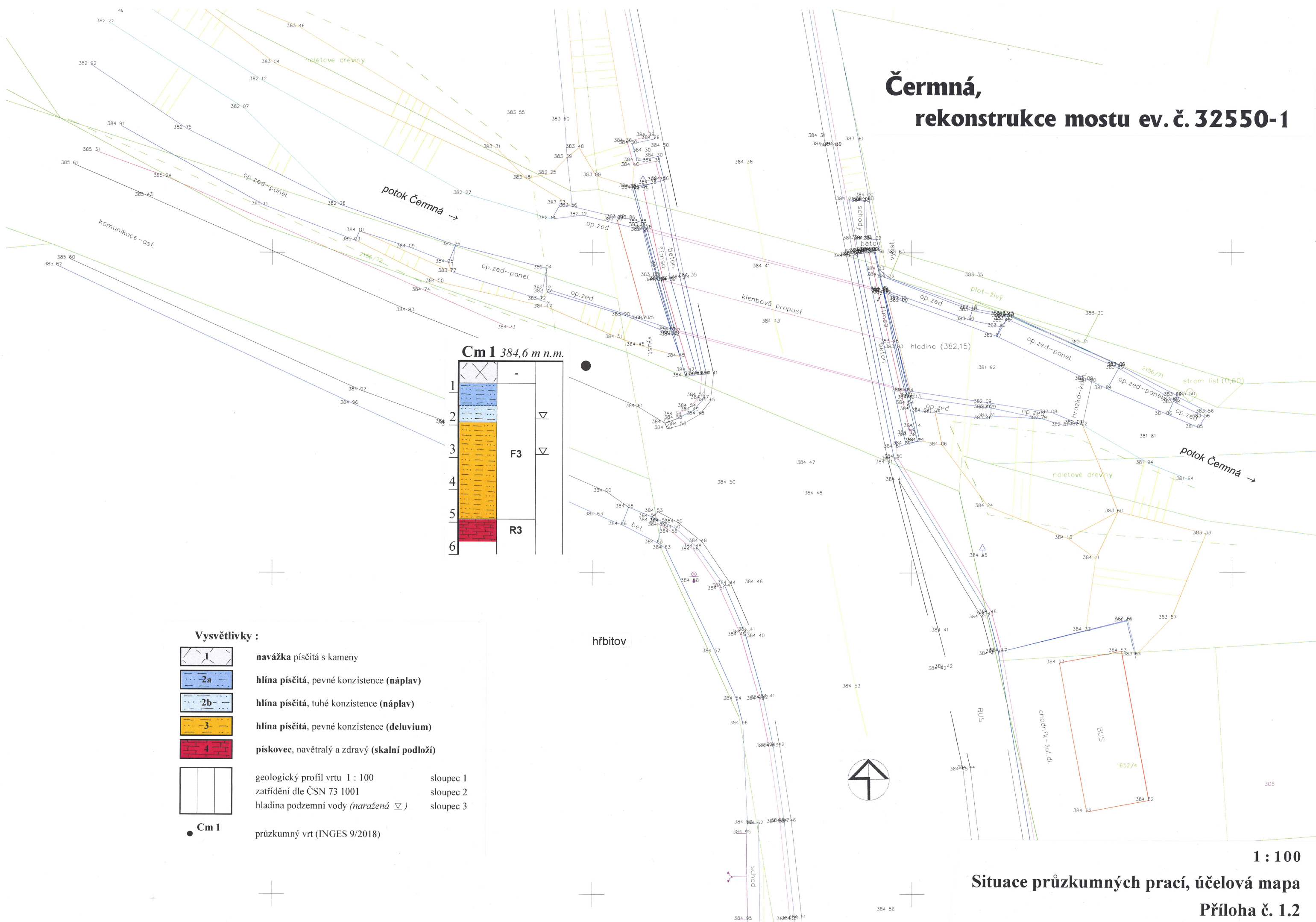




Lokalizace zájmového území  
Příloha č. 1.1



# Čermná, rekonstrukce mostu ev.č. 32550-1



## Vysvětlivky :

- |  |             |   |
|--|-------------|---|
|  | <b>1</b>    | navázka písčítá s kameny  |
|  | <b>2a</b>   | hlína písčítá, pevné konzistence (náplav)   |
|  | <b>2b</b>   | hlína písčítá, tuhé konzistence (náplav)  |
|  | <b>3</b>    | hlína písčítá, pevné konzistence (deluvium)   |
|  | <b>4</b>    | pískovec, navětralý a zdravý (skalní podloží)   |
|  |             | geologický profil vrtu 1 : 100<br>zatřídění dle ČSN 73 1001<br>hladina podzemní vody (naražená ▽) |
|  | <b>Cm 1</b> | průzkumný vrt (INGES 9/2018)  |

sloupec 1  
sloupec 2  
sloupec 3

1 : 100

Situace průzkumných prací, účelová mapa  
Příloha č. 1.2

**Čermná,**  
**rekonstrukce mostu ev. č. 32550-1**  
čís. úkolu : 2018 - 1 - 127

**Příloha č. 2**

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

*Čermná, rekonstrukce mostu ev. č. 32550-1*



## Fotodokumentace



Celkové pohledy



Cm 1, vrtné jádro

**Čermná,**  
**rekonstrukce mostu ev. č. 32550-1**  
čís. úkolu : 2018 - 1 - 127

**Příloha č. 3**

**Výsledky rozboru podzemní vody**





**Vodohospodářské inženýrské služby, a.s.**  
Zkušební laboratoř č. 1213 akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005  
Křížová 47, 150 00 Praha 5  
Telefon: 251556459 Fax: 257182458 E-mail: labor@vis-praha.cz



L 1213

Zákazník: **INGES s.r.o.**  
Na Petynce 34  
16900 Praha 6

## Protokol o zkoušce č. 2018/2736

Místo odběru: Královéhradecký kraj, Černná, rekonstrukce mostu ev.č. 32550-1, vz.Cm1  
Odběr provedl: zákazník Ing.Soukup Datum odběru: 20.09.2018  
Příjem provedl: Drápala Miloš RNDr. Datum příjmu: 21.09.2018 Datum zahájení analýz: 21.09.2018  
Klasifikace vzorku: voda podzemní Datum dokončení: 27.09.2018

Název rozboru	Výsledek	Jednotka	Výpis limitní hodnoty **	Nejistota měření dle metody	Zpracováno
konduktivita	68	mS/m		± 3 %	SOP 10 (ČSN EN 27888)
pH	7,8			± 3 %	SOP 11A (ČSN ISO 10523)
teplota vzorku při měření pH	23,1	°C			
hořčík (stav.rozbor)	21	mg/l			+ výpočet
acidita celková (ZNK 8,3)	0,20	mmol/l		± 8 %	+ ČSN 83 0520/8
alkalita KNK 4,5	5,0	mmol/l		± 6 %	SOP 2(ČSN EN ISO 9963-1)
CO <sub>2</sub> vázaný	110	mg/l			+ ČSN 75 7373
CO <sub>2</sub> volný	8,8	mg/l			+ výpočet
amonné ionty	0,17	mg/l		± 7 %	SOP 3 (ČSN ISO 7150-1)
chloridy	30	mg/l		± 5 %	SOP 5 (ČSN ISO 9297)
sírany	36	mg/l		± 10 %	SOP 12 (ČSN 75 7477)
CO <sub>2</sub> -agresivní (Heyer)	< 1,0	mg/l			+ výpočet
CO <sub>2</sub> -agresivní-výpočet	< 1,0	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.

Laboratoř ručí za kvalitu odběru pouze u vzorků odebraných pracovníky laboratoře (označeno Laboratoř VIS).

V Praze, 27.09.2018

RNDr. Miloš Drápala  
zástupce vedoucí laboratoře

