

G E O D A T A
inženýrskogeologický a stavebně technický průzkum

Ing Jiří Hudek, CSc, Italská 1, 120 00 Praha 2, tel. 281961326, 606600802, hudekjiri@seznam.cz

Z p r á v a

geotechnickém průzkumu pro opravu mostu

ev. č. 3287-1 na silnici III/3287

V E L K Ý O S E K

Zpracoval: Ing. Jiří Hudek, CSc



Objednatel: **ATELIER PROJEKTOVÁNÍ INŽENÝRSKÝCH STAVEB s.r.o.**,
Ohradní 24 B, 140 00 Praha 4 – Michle

Investor: **KSÚS STŘEDOČESKÉHO KRAJE, příspěv. org.**
Zborovská 11, 150 21 Praha 5

Praha, červenec 2017

O B S A H

Z p r á v a

	strana
1. Úvod	4
2. Průzkumné práce	5
3. Inženýrskogeologické a hydrogeologické poměry	7
4. Předběžné geotechnické zhodnocení	11
5. Literatura	13

S e z n a m p ř í l o h u z p r á v y :

1. Závěrečná technická zpráva o provedení vrtu J 1. Stavební geologie spol. s r.o. IGHG	14
2. Situace mostu a průzkumného vrtu J 1.	17

1 . Ú V O D

Současný stavební stav most ev. 3287-1 přes potok Bačovka na silnici III/3287 východně za Velkým Osekem je u **spodní stavby** hodnocen **st. VI – velmi špatný**. Beton hloubkově degraduje a místy se rozpadá. **Opěry jsou v kritickém stavu**, došlo k mrazovému rozpadu malty a vyvalení kamenných kvádrů v rozích dříků do vodoteče, rozvolněné se jeví i zdivo všech křídel. Proto tento most **musí být opraven včetně spodní stavby**.

Pro zpracování příslušné projektové dokumentace (ve stupni **DSP**) objednal **Atelier projektování inženýrských staveb (APIS), s.r.o.** u firmy **GEODATA - Ing. Jiří Hudek, CSc** tento **geotechnický průzkum**. Rozsah řešených problematik specifikoval jednatel společnosti Ing. Karel Nejedlý a hlavní inženýr projektu Ing. Josef Jírotka. Požadavky na zhodnocení výsledků dále upřesnil zpracovatel konstrukčního řešení a statického posouzení Ing. Jan Turek.

Geotechnický průzkum je zpracován na podkladě:

- Studia a interpretace archivních materiálů (geologických map, archivních průzkumných vrtů a zpráv, laboratorních a terénních zkoušek).
- Nových sondážních prací – jeden **jádrový vrt** označený **J 1**.
- Nových laboratorních zkoušek hornin a podzemní vody.

Hlavními úkoly tohoto geotechnického průzkumu pro most o délce přemostění 4,3 m bylo zpracovat následující problematiky pro návrh nových základů:

- Specifikace geologických a hydrogeologických poměrů.
- Určení geotechnických vlastností základové půdy.
- Doporučení způsobu a úrovně založení.
- Stanovení geotechnických charakteristik pro statické posouzení.
- Určení agresivity prostředí a podzemní vody na betonové konstrukce.
- Specifikace technologických vlastností (rozpojitelnost, těžitelnost a vrtatelnost).

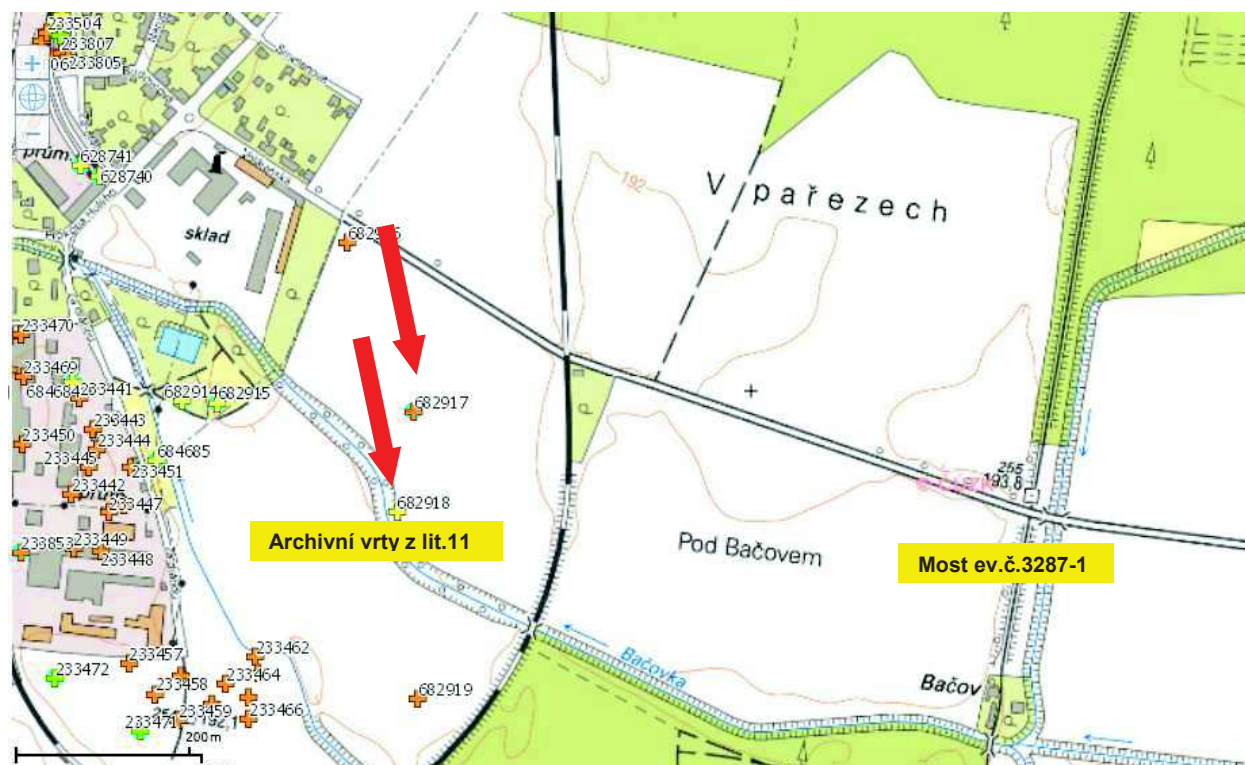
Vrt J 1 realizovala firma **Stavební geologie spol. s r.o. IGHG** a **chemický rozbor podzemní vody** pro stavební účely byl zadán akreditované analytické laboratoři **GEMATEST, spol. s r.o.**

Dílní výsledky geotechnického průzkumu byly projektantovi průběžně poskytovány. Nyní **zbývají k dokončení laboratorní zkoušky hornin skalního podloží (včetně pevnosti v tlaku)** a z příslušných výsledků **upřesnění technických závěrů**. Po dokončení těchto prací **bude předána doplněná a závěrečná zpráva**.

2. PRŮZKUMNÉ PRÁCE

Situace nejbližších **archivních vrtů** je na následujícím **obr. 1**. Z prostudování archivních materiálů z ČGS – **Geofundu** vyplynulo, že zde lze částečně interpretovat výsledky z průzkumné zprávy (lit. 11):

HUŠPAUER, M. - HUŠPAUEROVÁ, B.: Velký Osek - inženýrskogeologický průzkum pro bytovou výstavbu. Geoservis RNDr. Milan Hušpauer, Kutná Hora, 2005.



Obr. 1 DETAIL MAPY VRTNÉ PROZKOUMANOSTI

Vrt č. 682918 je sice od mostu vzdálen 700 m, ale nachází se **v obdobných geotechnických podmínkách** (přímo na břehu potoka Bačovka).

Pro interpretaci archivních výsledků na založení mostu ev.č. 3287-1 jsou zde nejdůležitější *charakteristiky skalního podloží tvořeného střednoturonskými slínovci*.

Poloha **nového vrtu J 1** byla volena (s přihlédnutím k možnostem příjezdu vrtné soupravy) co nejblíže poškozené části mostu. Toto se podařilo ve vzdálenosti pouhé cca 2 m, což zachycuje **situace v měř. 1 : 200 v příl. 2**. Tuto sondu vyhloubila dne 22. května 2017 firma **Stavební geologie spol. s r.o. IGHG** prostřednictvím mobilní soupravy HVS 5-4100 na podvozku Man (viz foto na **obr. 2**), technologií s pažením ve zvodnělé části, bez použití výplachu, profilem 220 mm (do hloubky 2,0 m) a níže 175 mm. Vrt sloužil jak ke geologické dokumentaci, tak i k odběru vzorků pro laboratorní zpracování (klasifikační vlastnosti zemin, hornin a podzemní

vody) s doplněním proměřením statickým penetrem (u soudržných zemin). Vrtné jádro bylo dále skartováno a vrt likvidován prostým záhozem.

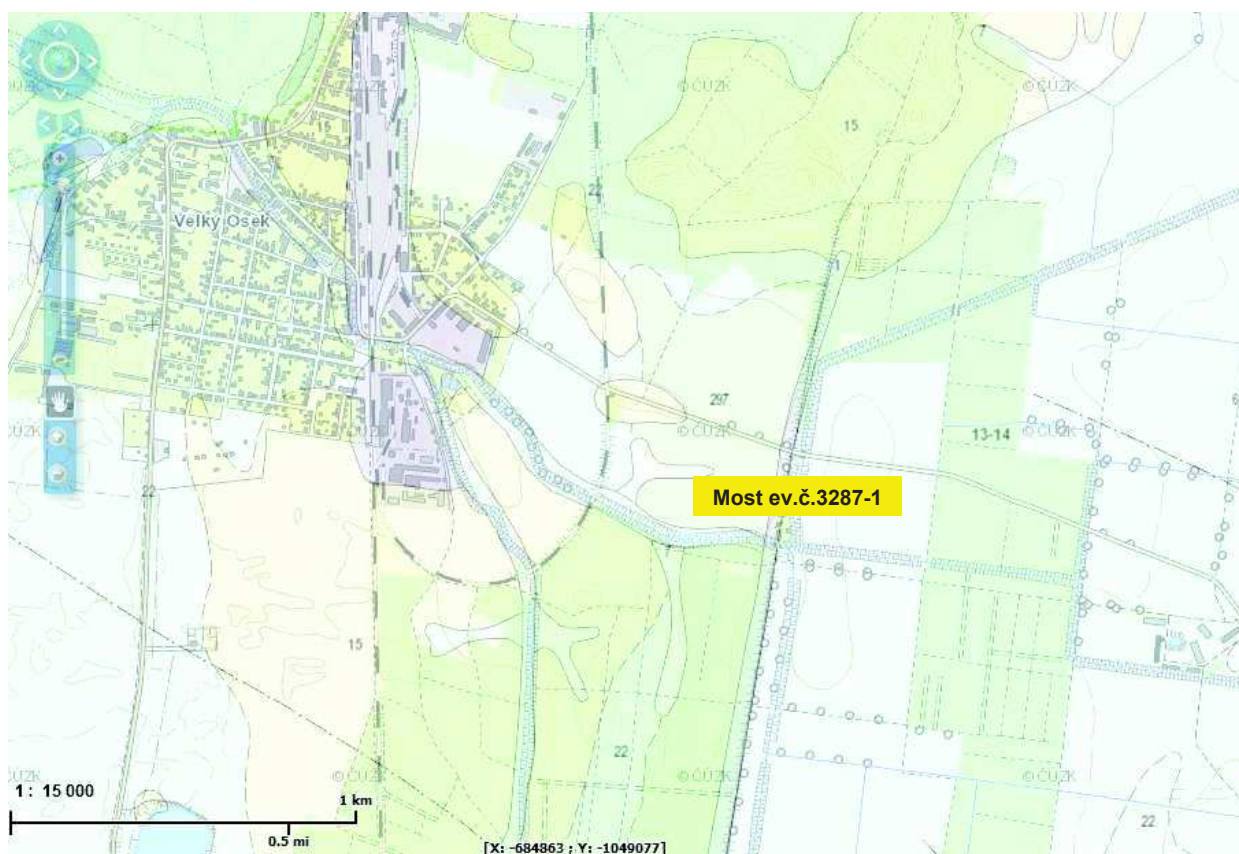
Technologie vrtných prací je podrobněji popsána v Technické zprávě Ing. Františka Vrzáka (firma Stavební geologie spol. s r.o. IGHG) **příl. 1.**



Obr. 2 Pohled na soupravu HVS-4100/Man při realizaci vrtu J 1 na pravém břehu Bačovky.

3. INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

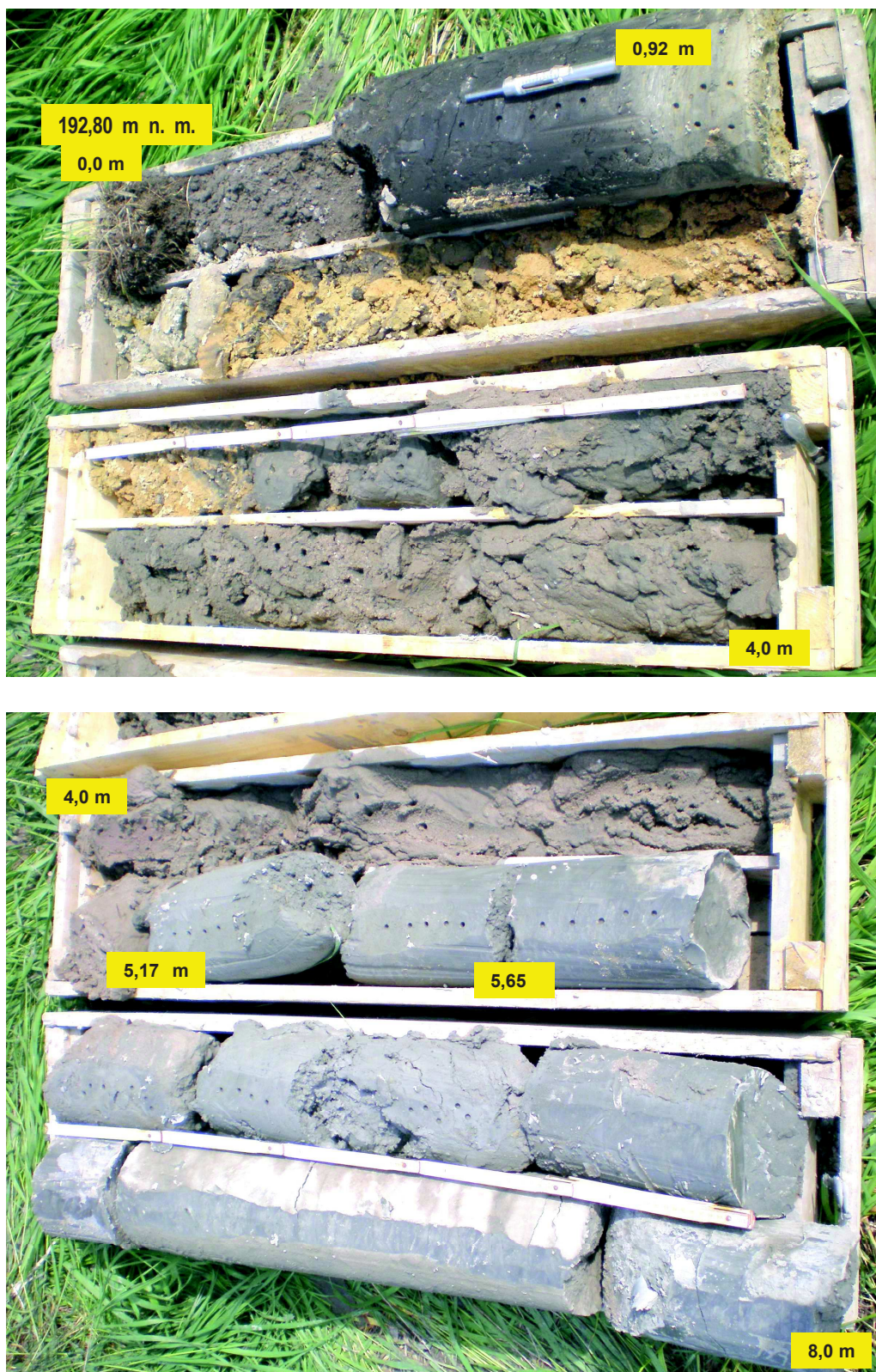
Most ev. 3387-1 je situován na silnici III/3287 v údolní nivě potoka Bačovka východně za Velkým Oskem. Poměry v oblasti staveniště a jeho okolí celkově zachycuje následující **geologická přehledná mapa** (viz výsek v **obr. 3**), upravená dle České geologické služby – GEOFONDU (jedná se o mapu odkrytou od 3 m zpracovanou v měřítku 1 : 50 000 – zde zvětšený detail). Všeobecně **inženýrskogeologické poměry** v zájmovém prostoru podél koryta potoka Bačovky lze charakterizovat jako **jednoduché**. Na **skalním podloží** tvořeném sedimenty České křídové pánve (mezozoikum - křída - střední a svrchní turon - souvrství jizerské ve vývoji **slínovců** s lokálními polohami vápence) leží **pokryvné útvary** tvořené **fluviálními sedimenty** (pleistocénními a holocénními náplavy potoka Bačovka), **navážkami a humózním horizontem**.



Obr. 3 Přehledná geologická mapa dle ČGS – Geofondu (odkrytá do 3 m). Na staveništi mostu tvoří zeminy pokryvných útvarů především **horizont 22 - pleistocénní fluviální sedimenty (zde převážně písčité)** a **skalní podloží horizont 297 – turon střední a svrchní – souvrství jizerské – slínovce, lokálně s polohami vápence**. Podrobnější specifikace těchto geotypů je sestavena do **obr. 4**.

<div> <div>Autorizovaná aplikace Intranet ČGS</div> <div>GEOČR50 legenda</div> </div>	
Mapa 1314 - Nymburk, legenda č. 22	
Barva:	22
Hornina	
<i>Typ horniny:</i>	sediment nezpevněný
<i>Hornina:</i>	písek, štěrk
<i>Popis:</i>	<i>písek, štěrk</i>
<i>Minerální složení:</i>	pestré
<i>Zrnitost:</i>	písek, štěrk
<i>Geneze:</i>	fluviální
Chronostratigrafie	
<i>Eratém:</i>	kenozoikum
<i>Útvar:</i>	kvartér
<i>Oddělení:</i>	pleistocén
<i>Suboddělení:</i>	pleistocén svrchní
Mapa 1314 - Nymburk, legenda č. 297	
Barva:	297
Hornina	
<i>Typ horniny:</i>	sediment zpevněný
<i>Hornina:</i>	slínovec, vápenec
<i>Popis:</i>	<i>slínovce s polohami či konkrecemi vápenců, rytmy či cykly slínovec - vápenec</i>
<i>Minerální složení:</i>	vápnitý
<i>Geneze:</i>	marinní
Chronostratigrafie	
<i>Eratém:</i>	mezozoikum
<i>Útvar:</i>	křída
<i>Oddělení:</i>	křída svrchní
<i>Stupeň:</i>	turon
<i>Podstupeň:</i>	turon střední, turon svrchní
Litostratigrafie	
<i>Souvrství:</i>	jizerské
<i>Poznámka:</i>	pásmo VIII + IX'
Regionální zařazení	
<i>Soustava:</i>	Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity
<i>Oblast:</i>	křída
<i>Region:</i>	česká křídová pánev

Obr. 4 NEJDŮLEŽITĚJŠÍ ZASTIŽENÉ TYPY ZEMNIN POKRYVNÝCH ÚTVARŮ A HORNIN SKALNÍHO PODLOŽÍ.



Obr. 5 FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE JÁDRA VRTU J 1. Povrch terénu je v úrovni 192,80 m n. m. **Humózní horizont** je mocný 0,52 m a. Dále byly zastíženy **navážky** do 0,92 m ve vývoji hnědého jílu písčitého CS pevné konzistence. Hluběji až k erozní bázi v úrovni 5,17 m jsou **fluvialní sedimenty** s převahou písku středně zrnitého (od 1,55 m zvodněného). Skalní podloží bylo zastíženo v hloubce 5,17 m a je tvořeno **českou křídovou pánví** (mezozoikum - křída střední – turon střední - souvrství jizerské) ve vývoji **slínovců** (s polohami či konkréciemi vápenců). Tyto jsou zde **hluboko postižené intenzivním zvětráváním** (včetně fosilního), měkká poloskalní homina (jen slabě zpevněná) **jílovitě rozložená W5 (CI jíl slabě písčitý)**, s konzistencí měkkou až tuhou a s příměsí zvětralých střípků a úlomků slínovce) je do 5,65 m. Nižší do hloubky 7,0 m je již konzistence **pevná**. Do konce vrtu v 8,0 m se jedná o hominu **silně zvětralou W4 - tř. R 6**.

Situace vrtu **J 1** je zachycena v **příl. 2**, jeho ústí je v poloze 192,80 m n.m. Vrtné jádro ilustrují fotografie na **obr. 5**. Stručný výtah z popisu je následující:

Humózní horizont (při povrchu s travním drnem) tvoří tmavě hnědý **SM písek hlinitý až MS hlína písčitá**, s organickou příměsí, většinou měkké konzistence byl mocný 0,52 m.

Níže se vyskytoval tenký (0,4 m) relikt **navážek - CS jíl písčitý** (do **0,92 m**), převážně pevné konzistence, s drobnými (do 5 mm) - částečně opracovanými střípky cihel.

Hlouběji až k erozní bázi v úrovni **5,17 m** (187,63 m n. m.) se vyskytovaly **fluviální sedimenty potoka Bačovky**. Tyto měly ve svrchní části (do 2,30 m) charakter **S-F písku slabě zahliněného**, světle hnědého. V tomto relativně propustném horizontu se nacházela **hladina podzemní vody** (resp. dne 22.5.2017 v hloubce 1,55 m, tj. **191,25 m n. m.**), která průběžně komunikuje s hladinou v Bačovce. Spodní část fluviálních sedimentů tvořil hnědý **písek** (převážně středně zrnitý - **zcela nesoudržný – zvodnělý**).

Skalní podloží zde tvoří **česká křídová pánev** (mezozoikum - křída svrchní – střední a svrchní turon - souvrství jizerské), převážně ve vývoji **slínovců**. Tyto jsou zde **hluboko postižené intenzivním zvětřáním** (i fosilním), jedná se o měkkou poloskalní horninu (jen slabě zpevněnou), která je **do 7,0 m jílovitě rozložená W5 (CI jíl slabě písčitý**, s konzistencí do 5,65 m měkkou až tuhou a hlouběji pevnou a s příměsí zvětřalých střípků a úlomků slínovce). Dále **od 7,0 m** (resp. **185,80 m n. m**) je hornina již **silně zvětřalá W4** a to minimálně do konečné části vrtu v 8,0 (resp. **184,80 m n. m**) a náleží ještě do tř. **R 6**, tj. **s extrémně nízkou pevností**.

Z vrtu byly odebrány 2 vzorky zemin (fluviální sedimenty) a 4 vzorky hornin (rozložené a silně zvětřalé slínovce) k laboratornímu zpracování a dále vzorek podzemní vody k chemickému rozboru pro stavební účely.

Hydrogeologické poměry jsou závislé především na propustnosti horninového prostředí, morfologii terénu, geologické skladbě, velikosti zdroje podzemní vody a povrchových úpravách terénu. Zdrojem podzemní vody jsou zde částečně atmosférické srážky v rozsahu příslušné vsakové oblasti a především **příron vody z přemost'ované vodoteče – potoka Bačovka**, s jehož hladinou je úroveň podzemní vody generelně v souladu.

Při tomto geotechnickém průzkumu byla dne 22.5.2017 podzemní voda naražena v prostředí průlinového charakteru v hloubce 1,80 m (resp. 191,00 m n. m.) a ustálena 1,55 m (resp. 191,25 m n. m.) a tedy komunikuje s úrovní vody v potoce.

Z nového chemického rozboru vody z vrtu J 1 (z hloubky 1,55 m) vyplývá, že v zájmovém území se vyskytují podzemní vody, u kterých z hlediska agresivity na beton jsou všechny složky

chemických charakteristik ve vztahu k tabulkovým hodnotám (ČSN EN 206-1 - 73 2403 - tabulka 2) hodnoceny jako slabě agresivní až neagresivní. Při interpretaci třídy XA1 (tj. se slabou agresivitou na beton) se vyžaduje maximální vodní součinitel 0,55, minimální pevnostní třídu betonu C 30/37 a obsah cementu v dávkách 300 kg.m⁻³.

Výše uvedené **parametry** betonu však **neplatí pro piloty** – těmto je věnována **samostatná norma** ČSN 73 1031 – EN 1536: Provádění speciálních geotechnických prací – Vrtané piloty, 1999. **Při betonáži pod vodou** zde musí být **obsah cementu i při slabé agresivitě 375 kg na 1 m³ betonu (PC)** a vodní součinitel < 0,6.

4. PŘEDBĚŽNÉ GEOTECHNICKÉ ZHODNOCENÍ

Mikropilotové založení mostu

Pro rekonstrukci mostu ev. 3287 přes potok Bačovka na silnici III/3287 východně od Velkého Oseka je možné *základové poměry* klasifikovat sice jako *jednoduché*, avšak pro alternativu založení na stávajících základech (bez jejich zesílení) jako *velmi nepříznivé* – *toto založení mělo význačný podíl na celkovém poškození stavby*.

Pro alternativu nenáročné konstrukce (staticky určité) je třeba při statickém posouzení postupovat dle zásad **2. geotechnické kategorie** (tj. **posouzení dle mezních stavů únosnosti a přetvoření s aplikací směrných** nebo lépe **místních normových charakteristik** základové půdy). **Hladina podzemní vody** se nepříznivě uplatňuje při návrhu objektu a znesnadňuje postup zakládání. Z technologického hlediska se v daných geotechnických podmínkách jeví jako optimální založení na *systému mikropilot*.

Dle interpretace geologického profilu podle poměrů ve vrtu **J 1** je možné předběžně doporučit **založení pat pilot v hloubce cca 9,0 m, resp. v úrovni cca 183,8 m n. m.** S ohledem na nerovnosti ve hloubkové poloze dosahu intenzivního zvětrání bude příslušné **upřesnění** pro jednotlivé části staveniště stanoveno **dle výsledků inženýrskogeologického sledování výstavby**.

Tabulkové výpočtové únosnosti vrtaných pilot $U_{v, tab}$ pro skalní horniny třídy R 4 až R 6 (bez rozlišení jednotlivých tříd) jsou uvedeny v tab. 3 ČSN 73 1002 „Pilotové základy“ (nyní již zrušené platnosti). Při délce vetknutí $l_f = 0$ až 0,5 m tato činí pro **piloty průměru $d = 0,3$ m** :

$$U_{v, tab} = 100 \text{ kN}$$

Výpočtovou únosnost pilot je však nyní třeba **stanovit statickým řešením dle Eurokódu 7** s použitím příslušných **geotechnických charakteristik**, při čemž většinou vychází vyšší

únosnost než tabulková. Pro **příslušný horizont W 4 silně zvětralé turonské slabě slínovce - hornina třídy R 6 - s extrémně nízkou pevností** lze dle interpretace archivních terénních a laboratorních zkoušek (ze širší zájmové oblasti) předběžně doporučit následující parametry smykové pevnosti:

- efektivní soudržnost $c_{ef} = 50 \text{ až } 70 \text{ kPa}$
- efektivní úhel vnitřního tření $\phi_{ef} = 22 \text{ až } 23^\circ$

Výpočtové charakteristiky smykové pevnosti se stanoví prostřednictvím vydělení součiniteli spolehlivosti základové půdy γ_m .

Podzemní voda byla (dne 22.5.2017) ustálena v hloubce 1,55 m (resp. 191,25 m n. m.) a komunikuje s úrovní vody v potoce Bačovka – pro statické posouzení je zde **směrodatná povodňová hladina**.

Agresivita prostředí zde byla zjištěna chemickým rozbořem vzorku vody z nového vrtu J 1. Zhodnocení dle ČSN ENV 206-1 je **XA1** – resp. ve všech parametrech **neagresivní až slabě agresivní prostředí na betonové konstrukce**. V tomto případě (dle ČSN 73 1031 – EN 1536: Provádění speciálních geotechnických prací – Vrtané piloty, 1999) musí být **při betonáži pod vodou obsah cementu** (i při slabé agresivitě) **375 kg na 1 m³ betonu (PC)** a vodní součinitel $< 0,6$.

Vrtání mikropilot bude relativně snadné – třída vrtatelnosti I až II.

Praha, červenec 2017, zpracoval:

Ing. Jiří Hudek, CSc

GEODATA

Jiří Hudek



5. *L I T E R A T U R A*

1. ČSN EN 1997-2 - 73 1000: Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy, 2008.
2. ČSN 73 1001: Základová půda pod plošnými základy, 1987 (platnost ukončena r. 2010).
3. ČSN 73 1002: Pilotové základy, 1988 (platnost ukončena r. 2010).
4. ČSN P 73 1005: Inženýrskogeologický průzkum, 2016
5. ČSN EN 206-1 - 73 2403: Beton - Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda, 2001.
6. ČSN 73 3050: Zemné práce. Všeobecné ustanovenia, 1986 (platnost ukončena r. 2010).
7. ČSN 73 6133: Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací, 2010.
8. TP 76: Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace. [Technické podmínky]. Ministerstvo dopravy a spojů České republiky - odbor pozemních komunikací, 2009.
9. ČSN 73 1031 – EN 1536: Provádění speciálních geotechnických prací – Vrtané piloty, 1999.
10. Ceník pro stavební účely 800-2: Příloha č. 2: Klasifikace hornin pro vrtání pilot.
11. HUŠPAUER, M. - HUŠPAUEROVÁ, B.: Velký Osek - inženýrskogeologický průzkum pro bytovou výstavbu. Geoservis RNDr. Milan Hušpauer, Kutná Hora, 2005.

Příloha č. 1

Stavební geologie spol. s r.o.



***Závěrečná
technická zpráva***

***Velký Osek
Most ev. č. 3287-1***

IGP

Technické vrtné práce

Tachlovice, květen 2017

1. Všeobecné údaje

Název zakázky : Velký Osek, most ev.č. 3287-1
Objednatel : Atelier projektování inženýrských staveb s.r.o., Ohradní 24B
 140 00 Praha 4
Číslo zakázky : 217 115
Prováděcí firma : Stavební geologie IGHG spol. s r.o., Toskánská náves 7,
 252 17 Tachlovice
Vrtmistr : M. Chejlava
Provozní technik : K. Blesk
Zahájení prací : 22. 5. 2017
Ukončení prací : 22. 5. 2017

2. Technické práce

2. 1. Technologie prací

Použitá vrtná souprava : HVS-4100/Man
 Technologie vrtání : jádrové, rotační.

2. 2. Vrt jádrový, průzkumný

Vrt byl vrtán jednoduchými jádrováky osazovanými roubíkovými korunkami /dále jen JJRK/ v řezných průměrech 220 mm a 175 mm až do konečné hloubky. Vzhledem k nízké stabilitě stěny vrtu /hroucení se stěny vrtu v navážkách a v nezpevněných sedimentech/ byla použita technologie pažení ochrannou zavrtávanou kolonou jádrovek /průběžné technické pažení/ průměr 216 mm se současným předvrtáváním JJRK průměr 175 mm. Veškeré vrtání bylo prováděno bez použití vrtného výplachu, tzn. na sucho. Vrtné jádro bylo ukládáno do standardních dvouřádkových vzorkovnic V2 k následné geologické dokumentaci. Po ukončení vrtných a dokumentačních prací byl vrt likvidován záhozem vytěženým /odvrtaným/

materiálem. Základní údaje o vrtech jsou pro přehlednost rekapitulovány v níže uvedené tab. č. 1.

tab. č. 1 - Základní údaje o vrtu

1. Vrtné práce

Číslo vrtu	hloubka vrtu /m/	vrtáno TK prům. 220 mm od – do /m/	vrtáno TK prům. 175 mm od – do /m/	použití pažnicové kolony prům. 216 mm od – do /m/
VJ – 1	8,00	0 – 2,0	2,0 – 8,0	0 – 5,5

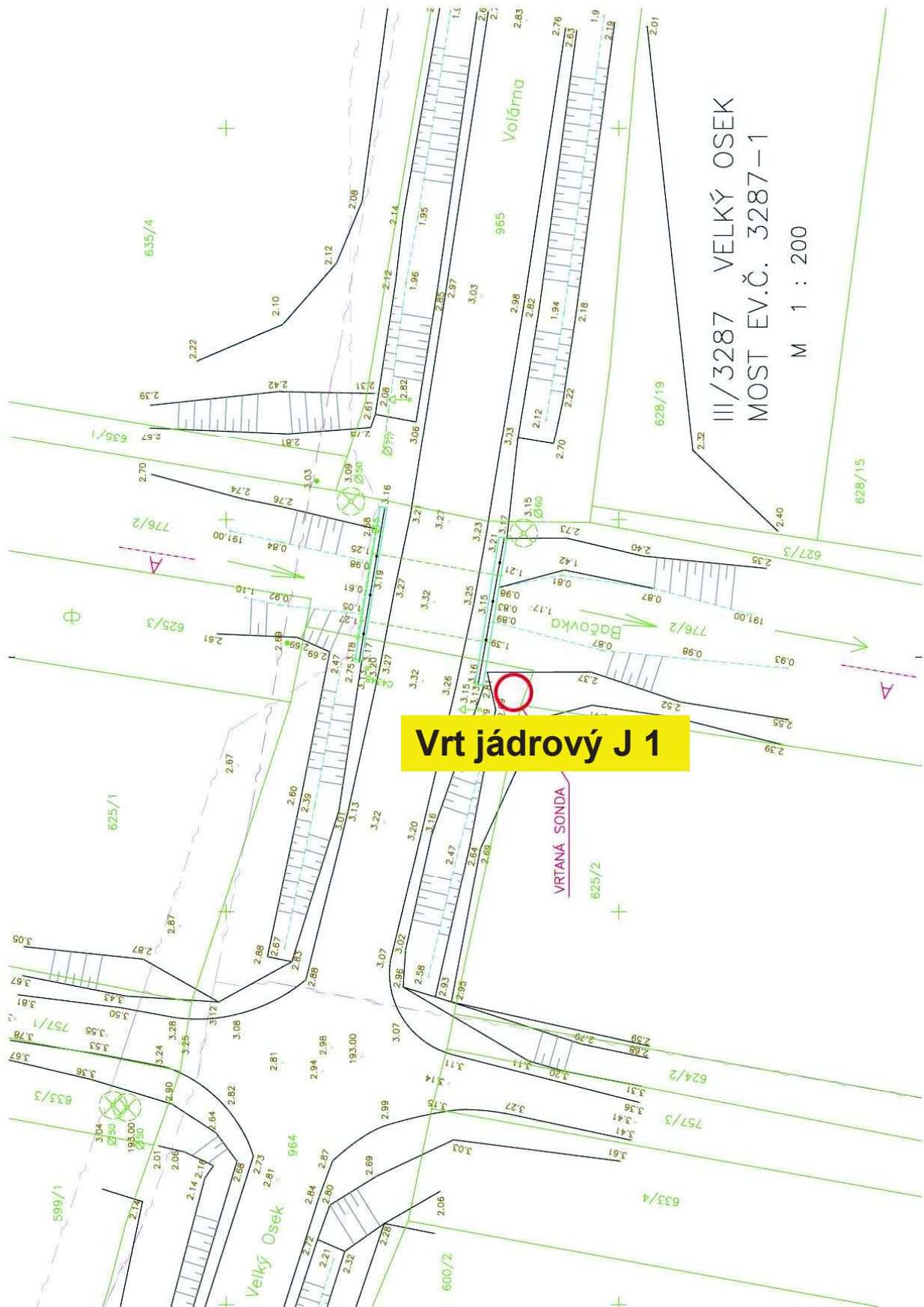
**2. Hladina podzemní vody,
vzorkování ve vrtu, likvidace vrtu**

Číslo vrtu	naražená h.p.v. /m p.t./	ustálená h.p.v. /m p.t./	vzorkování ve vrtu	likvidace vrtu, zához vytěženým materiálem, od – do /m/
VJ – 1	1,80	1,55	vrtné jádro do V2	0 – 8,0

Dne 23. 5. 2017

Zpracoval : Ing. František Vrzák

STAVEBNÍ GEOLOGIE-IGHG
spol. s r.o.
252 17 TACHLOVICE 7



Příloha č.2 UMÍSTĚNÍ PRŮZKUMNÉHO VRTU J 1