

# ZPRÁVA

## **Geotechnické poměry a doporučení pro projekt**

### **pro stavební záměr**

**„Obnova Dvorského mostu přes řeku Ohři v Karlových Varech-  
výstavba nového mostu“**

Objednatel: Statutární město Karlovy Vary  
Moskevská 2035/21  
361 20 Karlovy Vary  
IČ: 00254657  
DIČ:CZ00254657

Zhotovitel: Ing.Jiří Štěrbá  
Plzeňská 45  
360 01 Karlovy Vary

Zpracoval: Ing. Jiří Štěrbá, Ph.D.

Odpovědný řešitel: Ing. Jiří Štěrbá, Ph.D.

Datum: březen 2020

<b>Obsah: Úvod</b>	<b>2</b>
<b>Geologické hydrogeologické a hydrologické poměry širšího okolí</b>	<b>2</b>
<b>Geotechnické poměry a doporučení pro projekt</b>	<b>3</b>
Vrtné práce	3
Hladina podzemní vody	4
Geologické práce	4
<b>Vyhodnocení průzkumu</b>	<b>4</b>
Geologická dokumentace vrtů S1,S2 a S3	4
Inženýrskogeologické poměry staveniště v okolí vrtů S1 - 3	5
Mechanika zemin a hornin	6
Kopané sondy pro ověření základových poměrů mostních opěr	6
Podzemní voda	7
Těžitelnost zemin	7
Seizmicita	7
<b>Závěr a doporučení pro projekt</b>	<b>8</b>

#### Přílohy:

- 1      Orientační mapa v měřítku 1 : 10 000
- 2      Situační mapa s využitím pozice archivních vrtů měřítku 1: 12 000
- 3      Fotodokumentace

#### Úvod

V únoru 2020 byl objednán geotechnický a hydrogeologický průzkum zájmové oblasti mostního objektu M-10 tvořícího komunikační spojení mezi oběma břehy Ohře v městské části Karlov Vary – Dvory a Tuhnice.

Průzkum byl zaměřen na založení a spodní stavbu mostní konstrukce , tj. mostní břehové opěry a dva pilíře v korytě řeky.

Pro získání relevantních geotechnických dat byly provedeny 3 vrtné a dvě kopané sondy.

**Cílem** průzkumu je poskytnutí relevantních geotechnických a hydrogeologických dat ve vazbě na požadavky dotčených orgánů státní správy a správců inženýrských sítí, kdy zejména jejich požadavky vytvářejí okrajové podmínky pro návrh řešení.

#### Geologické, hydrogeologické a hydrologické poměry širšího okolí

Geologické a hydrologické poměry zájmové oblasti jsou v dostatečném rozsahu zpracovány v posudku AGUAS,s.r.o.01/2020 (Vylita T.)

Z hlediska zakládání staveb **je prioritní** stupeň agresivity vod. Konstatování, že kontaktní podzemní a povrchové vody s vazbou na stavební konstrukce řadíme dle kritérií ČSN 731214 do kategorie silně agresivních a to zejména z hlediska agresivity na betonové konstrukce dle ČSN EN 206-1 stupně XA2. Tento závěr je umocněn skutečností, že nelze opominout vypouštění do recipientu řeky Ohře nad mostní konstrukcí důlní, výluhové (výsypky a

výpustě) a odpadní vody ze Sokolovské hnědouhelné pánve. Jako významnou složku je nutné uvést zejména ionty  $\text{SO}_4$  (Štěrbá, 2008).

Dokladem existence agresivních účinků na betonové a ocelové konstrukce povrchových a podzemních vod je odkrytí destrukčních projevů betonových směsí a betonářské výztuže u stávajících opěr mostní konstrukce.

Vydané stanovisko Povodí Ohře uvádí základní požadavky, za kterých lze rekonstrukci mostu provádět. Stávající mostní pilíře jsou založeny na dřevěném roštu a dřevěných pilotech vetknutých přes geologické rozhraní. Z pohledu založení stavby je tímto vyloučen vertikální pohyb, dřevěné piloty vetknuté v saturované zóně nepodléhají destrukci. Historicky nejsou evidovány žádné vertikální ani horizontální pohyby z důvodu zatížení či silného proudu v korytu řeky. Z pohledu variantního řešení ponecháním stávajících pilířů a dosud panujících hydraulických podmínek lze uvažovat např. se zesílením základového roštu např. vetknutím podpůrných mikropilot apod. Práce lze provádět nad stávající hladinou vodního toku. Výměna základů by představovala realizaci štetových stěn a tím dočasné výrazné omezení stanoviska Povodí Ohře. Jako třetí varianta se jeví bez pilířová mostní konstrukce. Toto je otázka projekčně ekonomického řešení,

Založení opěr bude vyžadovat realizaci štetových stěn z důvodu zatápění stavební jámy.

### **Geotechnické poměry a doporučení pro projekt**

Geotechnické poměry v zájmovém území byly vyhodnoceny na základě dokumentace 3 průzkumných vrtů S 1 – 3 a dvou kopaných sond na pod úroveň základové spáry opěr. Pro zjednodušení geologické stavby u mostního objektu byly vymezeno pět hlavních geotechnických typů vyskytující se na lokalitě, které charakterizují geomechanické vlastnosti uvedené v tabulce.

Geotechnický typ Y	-	navážky, násyp cesty
Geotechnický typ GT1	-	hlína štěrkovitá, tuhá
Geotechnický typ GT2a	-	hlinitý písek, ulehlý
Geotechnický typ GT2b	-	hlinitý štěrk, ulehlý
Geotechnický typ GT3	-	jíl písčité, měkký
Geotechnický typ GT4	-	písčité štěrky, ulehlé
Geotechnický typ GT5	-	jíl s nízkou plasticitou a písčité jíl, tuhý se štěrkem a kameny do

Horniny geotechnického typu GT4 tvoří v podstatě základové spáry obou opěr i pilířů. Tyto zeminy reprezentují únosné, velmi stabilní zeminy. Podle EN ISO 14688-2 náleží do zemin saGr s parametry  $E_{\text{def}} = 80 - 90 \text{ MPa}$  s  $R_{\text{dt}} = 450 \text{ kPa}$ .

### **Vrtné práce**

Vrty byly provedeny *pomocí mobilní vrtné soupravy LVE 70 se samostatným pojezdem*. Byla použita rotační technologie, vrtné jádro bylo nabíráno do jádrovnice  $\varnothing 193/156 \text{ mm}$ , délka návrtů činila max. 0,5 m. Vrty byly končeny v projektované hloubce. Vrtání bylo technologicky velmi náročné s ohledem na existenci saturované prakticky v celé délce návrtu. Lokalizace vrtů byla volena v souladu s požadavky zadavatele doprůzkumu. Přístupnost pro vrtnou soupravu byla vyhovující.

Tab. č. 1: Přehled vrtných prací

Inženýrskogeologické vrty – označení	Konečná hloubka [m]
S1	14,0
S2	11,0
S3	14,0

### Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody byla sledována ve všech průzkumných vrtech. Prakticky okamžitě podzemní voda po naražení nastoupá na úroveň vodního toku, tj, cca na kótu 371,7 m n.m.

### Geologické práce

Práce *geologické služby* sestávají ze dvou základních etap – terénní a vyhodnocovací. Terénní fáze průzkumu zahrnovala geologickou dokumentaci vrtného jádra, sledování hladiny podzemní vody, vzorkovací práce a sled a řízení vrtných prací.

V následující etapě jsou poznatky z terénu vyhodnocovány a prezentovány formou vyhodnocených relevantních dat, které poskytují projektantovi a statikovi stavby podklady pro návrh založení stavby.

### Vyhodnocení průzkumu

#### Geologická dokumentace vrtů S1, S2, S3

Vrtné jádro bylo po vytěžení ukládáno do vzorkovnic, kde bylo geologem makroskopicky dokumentováno v souladu s *ČSN 73 6133 a ČSN EN ISO 14688-1 a 2, souvisící s ČSN 73 1001*. ČSN 73 1001 byla v r. 2010 zrušená, ale dle vyjádření asociace inženýrských geologů k ní lze v praxi i nadále přihlížet. Ustanovení této normy však již nejsou závazná. Těžitelnost hornin je hodnocena dle novelizované *ČSN 73 6133*.

V geologickém popisu značí kolonka „interval“ hloubkovou úroveň jednotlivých provrtávaných vrstev, vztaženou ke stávající úrovni terénu. Pro upřesnění makroskopické dokumentace byly odebrány porušené vzorky zemin na stanovení zrnitostního složení.



Tab. č. 3: Makroskopický popis vrtného jádra

Interval (m)	Makroskopická geologická dokumentace „Dvorský most M10“	Zatřídění (ČSN 736133)	Těžitelnost (ČSN 736133)
<b><u>S1</u></b>			
373,20	úroveň zhlaví		
0,0–0,5	Hlína – deluvio-fluviální sediment, středně plastický, měkký až tuhý, světle hnědý	F4 CS	I.
0,5–1,8	Hlinito-jílovité písky s obsahem štěrku – středně uhlé	S3 S-F	I.
1.8–10,5	Štěrka s příměsí jemnozrnné zeminy – klastický materiál	G3 G-F	I.
10.5 – 14,0	Silně kaolonizované horniny skalního podloží – charakterem GT2	F3 MS	
podzemní voda: – naražená – 1, 2 m – ustálená – 1,15 m			
<b><u>S2</u></b>			
0,0–0,6	Hlína – deluvio-fluviální sediment, středně plastický, měkký až tuhý, světle hnědý	F4 CS	I.
0,6–2,0	Hlinito-jílovité písky s obsahem štěrku – středně uhlé	S3 S-F	I.
3,0–10,0	Štěrka s příměsí jemnozrnné zeminy – klastický materiál	G3 G-F	I.
10,0 – 11,0	Silně kaolonizované horniny skalního podloží – charakterem GT2	F3 MS	
podzemní voda: – naražená – 0,7 m – ustálená – 0,4 m			
<b><u>S3</u></b>			
0,0–1,5	Písečná hlína- hlína s pískem, uhlý, konsolidovaný, šedohnědý	F3 MS	I.
1,5–3,0	Hlinito-jílovité písky s obsahem štěrku – středně uhlé	S3 S-F	I.
3,0–10,0	Štěrka s příměsí jemnozrnné zeminy – klastický materiál	G3 G-F	I.
10,0–15,0	Silně kaolonizované horniny skalního podloží – charakterem GT2	F3 MS	.
podzemní voda: – naražena 0,7 m – ustálená hladina – 0,4 m			

Pozn.: Hladiny podzemní vody jsou vztaženy ke stávající úrovni terénu z 1 – 3.3.2020.

### Inženýrskogeologické poměry staveniště v okolí vrtů S 1 - S 3

*Inženýrskogeologické poměry* popisují základové poměry zejména v prostoru vrtů S1, S2 a S3 + kopané sondy, tj. na vlastním staveništi. Z geologické dokumentace vyplynul vrstevní

sled základových pŮd – viz výše. Z přehledu je patrné, že na lokalitě byl zastižen vrstevní sled vcelku obvyklý pro dané území **a základové poměry lze považovat za složité**. Na základě těchto skutečností lze vycházet ze **směrných normových charakteristik**. Terén staveniště je překryt zhutněnou vrstvou v prostoru opěr antropogenním materiálem.

### Mechanika zemin a hornin

Pro základní orientaci v problematice uvádíme **směrné normové charakteristiky a tabulkovou výpočtovou únosnost  $R_{dt}$**  základových pŮd na lokalitě, zastižených vrtnými pracemi **S1-3** (převzato z ČSN 73 1001 – s přihlédnutím ke konzistenci, příp. ulehlosti). Po zrušení citované normy v r. 2010 se tato stala nezávaznou, ale vzhledem k dřívějším zkušenostem je možné k ní v praxi přihlížet.

Tab. č. 5: *Směrné normové charakteristiky základových pŮd (vrty S1, S2, S3)*

Zemina	Třída	Konzistence ulehlost	$E_{def}$ [MPa]	$c_u$ [kPa]	$\varphi_u$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\varphi_{ef}$ [°]
Hlína písčitá	F4 CS	měkká	2,5-4	30	0	8–12	22–27
Hlinito- jílovité písky s obsahem šterku	S3 S-F	ulehlý	12 - 19	-	-	0	28-31
Šterk s příměsí jemnozrnné zeminy	G3 G-F	stř. ulehlý	80-90	-	-	0	30-35

Tab. č. 6: *Hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti  $R_{dt}$  základových pŮd (vrty S1 a S2)*

Zemina	Třída	Konzistence / ulehlost	$R_{dt}$ [kPa]
Hlína písčitá	F4 CS	měkká	80
Hlinito-jílovité písky s obsahem šterku	S3 S-F	ulehlý	275 (šířka základu 1 m)
Šterk s příměsí jemnozrnné zeminy	G3 G-F	stř. ulehlý	450(šířka základu 1 m)

Pozn.: Hodnoty únosnosti jsou platné pro hloubku min 1,2 m, základová spára bez šterkového podsypu.

### Kopané sondy (KS) pro ověření základových poměrů mostních opěr

Kopané sondy byly provedeny v prostoru levé mostní opěry. Cílem sond bylo ověřit základové poměry, kdy bylo zjištěno a zdokumentováno:

- Mostní LO je založena v horninovém prostředí zemin zatřídění F4 CS a S3 S-F
- U opěry není provedena hydroizolace betonových konstrukcí
- Betonářská výztuž rozpadá korozními účinky, výztuž bez betonového krytí

## Podzemní voda

Během provádění vrtných prací byla sledována úroveň *naražené a ustálené hladiny* podzemní vody. Podzemní voda byla zjištěna ve všech průzkumných dílech. Je vázána na propustnější písčité polohy. Hladina není napjatá a je v přímé vazbě s okrajovou hydraulickou podmínkou trvalého napájení z vodního recipientu. Je proto nutné počítat se změnami hladin v závislosti na hodnotě průtoku. Upozorňujeme, že hladina podzemní vody během roku kolísá, nejvyšší průtoky a nástup hladiny je zjevný zejména v jarním období po tání sněhů nebo dlouhodobých srážkových úhrnech..

Z výše uvedeného přehledu je zřejmé, že byla zastižena podzemní voda jednotné geneze, vázaná na kvartérní písčité sedimenty, vykazující průlinovou propustnost. Tato zveřejněná je v těsné spojitosti se srážkovou činností a infiltrací z toku..

Nejedná se o tlakovou vodu, avšak je třeba počítat s lokálně zvýšenými průtoky do stavební jámy v různých částech staveniště.

Průzkum byl prováděn v zimním období, kdy se ještě nestačily doplnit zásoby podzemních vod. V jarním období předpokládáme vzedmutí hladiny.

## Těžitelnost zemin

Vrstvu navážek, deluviálních a eluviálních zemin v celkové mocnosti *cca 0,0 až 3,0 m* řadíme dle **ČSN 73 6133** do **I. třídy těžitelnosti**. Těžba je prováděna běžnými výkopovými mechanismy. Přibližné sklony šikmých svahů v hlinitopísčitých zeminách v dočasných výkopech doporučujeme *svahovat v poměru 1 : 1* (poměr výšky k půdorysné délce svahu). Vzhledem k předpokládaným hloubkám základových spár mostních opěr se předpokládá zhotovení štětové stěny s průběžným odčerpáváním podzemních vod.

## Seizmicita

Dle ČSN EN 1998-1 se zájmová lokalita nachází v seizmicky aktivní oblasti s referenčním špičkovým zrychlením základové půdy  $a_{gr} = 0,04g$  (dle ČSN EN 1998-1 změna Z4 NA.2.6).

## **Závěr a doporučení pro projekt**

Předložená zpráva hodnotí, doplňuje a upřesňuje inženýrsko-geologické a hydrogeologické poměry v místech projektované výstavby mostních opěr Dvorského mostu M-10 přes řeku Ohři v Karlových Varech.

Z důvodu přehlednosti a lepší orientace ve výsledcích průzkumu jsou geotechnické parametry a zařazení zemin uváděny dle původní ČSN 73 1001, která je neplatná, ale v technické praxi stále používaná. Výsledky zařazení dle této normy lze i nadále pro navrhování založení používat v soustavě norem ČSN EN.

**Jako závazné parametry pro založení pilířů a opěr se stanovují hodnoty z tabulky č. 5 a 6 s v metráži viz. tabulka č.3**

**Jako závazný parametr se stanovuje stupeň vlivu prostředí: XA2**

Otázka obnovy stávajících pilířů bude vycházet z projekčního pojetí konstrukce mostu. Stávající mostní pilíře jsou založeny hlubinně prostřednictvím zaražených dřevěných pilotů (přechod přes dvě horninová prostředí) s dřevěným roštem a kamennou vystýlkou, který byl historicky běžně používaným způsobem založení mostních objektů. Vzhledem k tomu, že není možno původní založení mostních pilířů – dřevěný rošt a piloty zkontrolovat, prověřit jejich plnou funkčnost a z hlediska ČSN EN 1990 tab.2.1 je překročena i předpokládaná životnost konstrukce založení (100 let – kategorie návrhové životnosti č.5), doporučuji považovat **stávající založení pilířů za dožilé a nevyhovující a provést založení nové.**

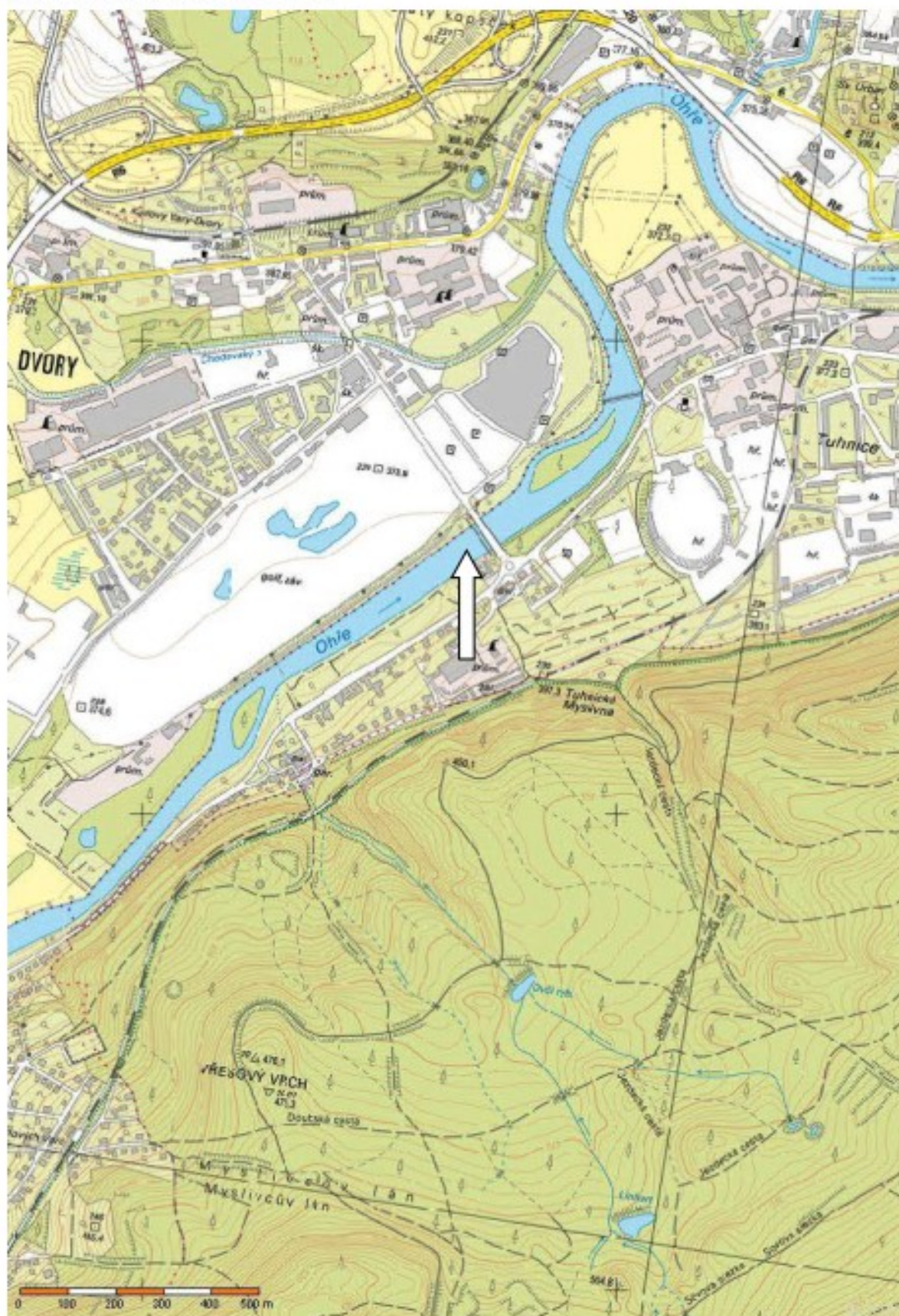
Mostní opěry budou muset z důvodu jejich celkového technického stavu a s ohledem na jejich založení projít komplexní obnovou, tak aby byly splněny normové požadavky pro mostní konstrukce.

Geotechnické a hydrogeologické poměry byly vyhodnoceny na základě rešerše archivních podkladů a provedených ověřovacích průzkumných vrtů a kopaných sond. S ohledem na geotechnické a hydrogeologické poměry se doporučuje provádět geotechnický a hydrogeologický dohled.

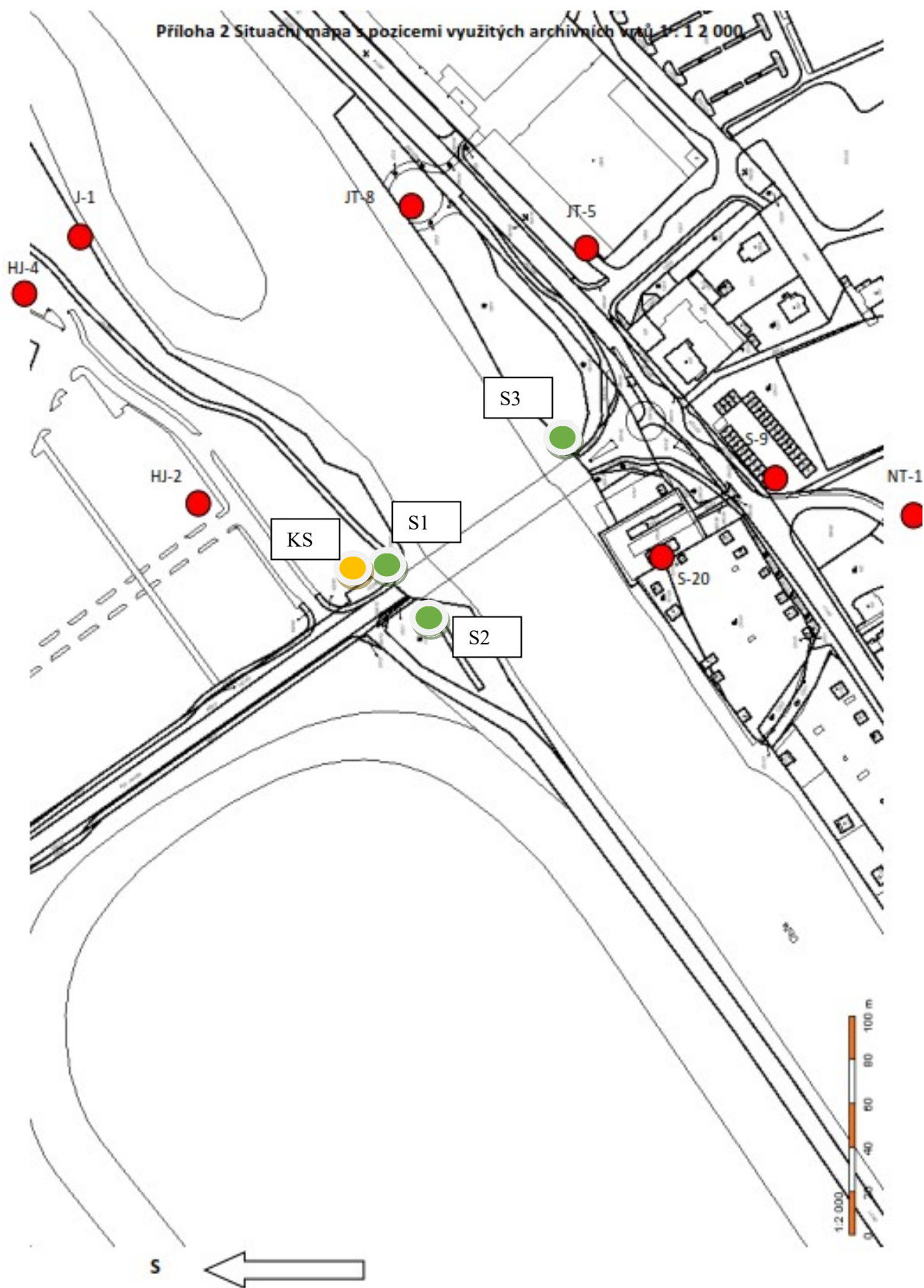
Karlovy Vary , březen 2020

Zpracovatel: Ing. Jiří Štěrbá, Ph.D.

Příloha 1 Orientační mapa 1 : 10 000









### Příloha 3 Fotodokumentace



**Foto 1: Kopaná sonda**



**Foto 2: Detail kopané sondy-styk nadložních hlinito jílovitých písků se štěrkovými polohami.**





**Foto 3: Štěrk s příměsí jemnozrné zeminy – klastický materiál.**



**Foto 4: Stav základové konstrukce opěry mostu.**





**Foto 5: Stav základové spáry opěry mostu.**