

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

o

inženýrskogeologickém posouzení území

Název úkolu : **Žďár nad Sázavou,
lávky L5 a L6 přes Sázavu**

Číslo úkolu : **2020 - 1 - 081**

Odběratel : **Pontex, spol. s r.o., Bezová 1658/1, 147 00 Praha 4**

Odpovědný řešitel : **Ing. Marek Soukup**

PRAHA, ČERVEN 2020

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 Těžitelnost zemin a hornin	5
4. Závěry	6

Seznam příloh :

Příloha č. 1.1	Přehledná situace
č. 1.2	Lokalizace archivních vrtů
Příloha č. 2	Dokumentace archivních vrtů
	Fotodokumentace

1. ÚVOD

Na základě objednávky společnosti Pontex s.r.o. bylo provedeno následující posouzení inženýrskogeologických a hydrogeologických poměrů pro projektovanou rekonstrukci 2 lávek označených jako L5 a L6 přes řeku Sázavu ve Žďáru nad Sázavou. Lokalizace lávek je vyznačena v příloze č. 1.1 Přehledné situaci a v příloze č. 1.2 Lokalizaci archivních vrtů.

Lávka L5 leží výše po proudu řeky mezi ulicemi Dr. Drože, resp. Městským úřadem, a Domem kultury. Nadmořská výška terénu na pravém břehu je cca 561,4 m a levém břehu cca 563,3 m. Předpokládá se stavba nové lávky v místě stávající. Opěry nové lávky budou založeny na plošném základu se základovou spárou zhruba nad úrovní hladiny vody v řece (při běžném stavu hladiny) opřeném o mikropiloty vetknuté do skalního podloží.

Lávka L6 leží níže po proudu řeky mezi ulicemi Žižkova a Nábřežní. Předpokládá se stavba nové lávky cca 15 m níže po proudu od stávající lávky. Opěry nové lávky budou založeny na plošném základu se základovou spárou zhruba nad úrovní hladiny vody v řece (při běžném stavu hladiny) opřeném o mikropiloty vetknuté do skalního podloží. Nadmořská výška povrchu lávky na pravém břehu se předpokládá cca 562,0 m a na levém cca 561,6 m.

Základní informace o geologické stavbě byly získány z následujících archivních zpráv uložených v archivu České geologické služby (ČGS) - Geofondu a mapových podkladů :

- [1] Souček, L. : Žďár nad Sázavou - kanalizační sběrač A, inženýrskogeologický průzkum (Aquatix a.s., leden 2003)
- [2] Smejkal, F. : Závěrečná zpráva inženýrsko-geologického průzkumu, Žďár nad Sázavou, okresní knihovna (Geoindustria n.p., duben 1976)
- [3] Bokr P. : Česká geologická služba : Lokalizační a mapová aplikace, geologická mapa 1 : 50 000 (Česká geologická služba)

Lokalizace nejbližších archivních průzkumných vrtů je vyznačena v příloze č. 1.2 (lokalizace archivních průzkumných sond v mapě vrtné prozkoumanosti zpracované ČGS není zcela přesná a v tomto posudku vycházíme z mapových podkladů výše uvedených posudků). Psaná dokumentace archivních vrtů je uvedena v příloze č. 2.

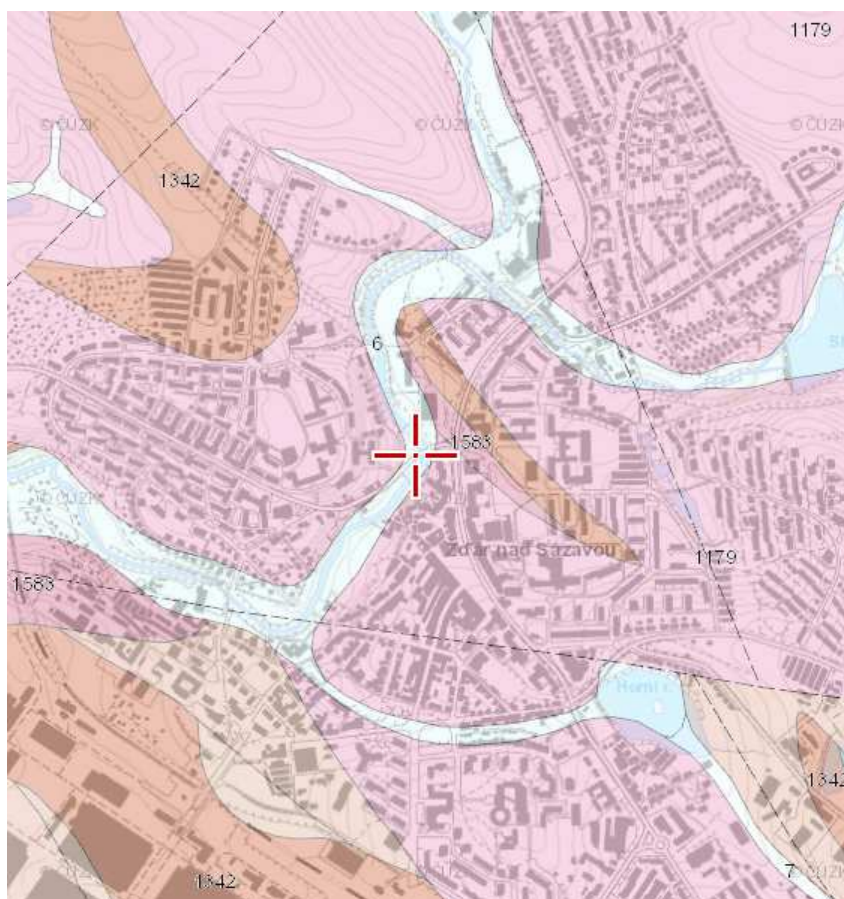
2. GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Skalní podloží tvoří v zájmovém území pararuly a migmatity moravského moldanubika, které jsou prostoupeny drobnými tělesy granitů (žul).

V blízkosti **lávky L5** byly v rámci posudku [1] realizované 2 průzkumné vrty označené jako ZD 103 (na levém břehu) a ZD 104 (na pravém břehu). Skalní podloží, které tvoří **zdravé** (nezvětralé) **ruly** (**poloha *5b***), bylo na levém břehu zastiženo v hloubce 8,4 m, tj. v úrovni 554,99 m n.m., a na pravém břehu v hloubce 6,0 m, tj. v úrovni 555,26 m n.m. Ve vrtu ZD 103 byla nad skalním podložím dokumentována cca 1 m mocná vrstva eluviálních zvětralin charakteru slídnatého **písčitého jílu** (**poloha *4***) se zachovalou strukturou skalní horniny (vrtem ZD 104 nebyla poloha zastižena). Výše jsou uloženy kvartérní sedimenty aluviálního původu (náplavy) při bázi charakteru jemně i hrubě zrnitých **písků** a drobně i hrubě zrnitých **štěrků** (souhrnně **poloha *3***) a výše charakteru **jílu** (**poloha *2***) tuhé konzistence. Svrchní část profilu tvoří v proměnlivé mocnosti **hlinitopísčité navážky** (**poloha *1***) s příměsí antropogenního materiálu.

Geologické poměry jsou znázorněny v geologické mapě na následující straně.

Geologická mapa (podklady [3])



Kvartér

- nivní sediment [ID: 6]**
Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Oddělení: holocén, Horniny: hlína, písek, štěrk, Typ hornin: sediment nepevněný, Zrnatost: hlína, písek, štěrk, Poznámka: inundovaný za vyšších vodních stavů, Soustava: Český masív - pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: kvartér
- smíšený sediment [ID: 7]**
Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Oddělení: holocén, Horniny: sediment smíšený, Typ hornin: sediment nepevněný, Zrnatost: jemnozrnná převážně, Poznámka: včetně výplavových kuželů, Soustava: Český masív - pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: kvartér

Paleozoikum

- granit [ID: 1583]**
Eratém: paleozoikum, Útvar: karbon, Horniny: granit, Typ hornin: magmatit hlubinný, Mineralogické složení: biotit a dvojslídny, Poznámka: místy s žilným dvojslídny granitem s turmalinem, Soustava: Český masív - krystalinikum a prevariské paleozoikum, Oblast: moldanubická oblast (moldanubikum), Region: magmatity v moldanubiku, Jednotka: durbachitová tělesa v moldanubiku, Poznámka: Trebický, jihlavský pluton a jejich ekvivalenty

Paleozoikum až proterozoikum

- migmatit až ortorula [ID: 1179]**
Eratém: paleozoikum až proterozoikum, Skupina: gföhlská skupina, Horniny: migmatit, ortorula, Typ hornin: metamorf, Barva: leukokratic, Poznámka: nebulitického typu, Soustava: Český masív - krystalinikum a prevariské paleozoikum, Oblast: moldanubická oblast (moldanubikum), Region: metamorfické jednotky v moldanubiku, Subjednotka: gföhlská skupina, Poznámka: moldanubikum Českého lesa, šumavské, české, strážecké, moravské
- pararula [ID: 1342]**
Eratém: paleozoikum až proterozoikum, Skupina: paleozoikum - proterozoikum, Archaikum, Horniny: pararula, Typ hornin: metamorf, Mineralogické složení: biotit, sillimanit biotit, +/- cordierit, muskovit, granát, Poznámka: místy slabě migmatitizovaná, Soustava: Český masív - krystalinikum a prevariské paleozoikum, Oblast: moldanubická oblast (moldanubikum), Region: metamorfické jednotky v moldanubiku, Poznámka: moldanubikum Českého lesa, šumavské, české, strážecké, moravské

V blízkosti **lávky L6** byly v rámci posudku [2] realizované 2 průzkumné vrty označené jako J 2 a J 3 (na levém břehu na okraji údolní nivy) a v rámci posudku [1] vrt ZD 105 (na pravém břehu ve větší vzdálenosti od lávky). Na levém břehu bylo skalní podloží tvořené **navětralými pararulami (poloha *5a*)** zastiženo v hloubce od cca 3,5 m pod terénem (ohlubně vrtů nebyly výškopisně zaměřeny). Ruly jsou zde překryty eluviálními zvětralinami charakteru ulehleho **hlinitého písku (poloha *4*)** o mocnosti cca 0,5 m. Na pravém břehu byla vrtem ZD 105 [1] dokumentována v hloubce 4,0 m (557,46 m n.m.) **zdravá rula (poloha *5b*)**. Výše jsou uloženy kvartérní sedimenty aluviálního původu (náplavy) při bázi charakteru jemně i hrubě zrnitých **písků** a drobně i hrubě zrnitých **štěrků** (souhrnně **poloha *3*)** a výše charakteru **jílu** a **hlíny (poloha *2*)** tuhé a měkké konzistence. Svrchní část profilu tvoří v proměnlivé mocnosti různorodé **navážky (poloha *1*)**.

Žďár nad Sázavou, lávky L5 a L6 přes Sázavu

Hladina podzemní vody je vázaná na kvartérní náplavy a lze ji předpokládat zhruba v úrovni povrchové vody v korytu Sázavy. Jedná se o pořiční vodu spojitou s povrchovou vodou v korytu. Další zvodnění je vázané na hlubší puklinové systémy ve skalním masivu.

Z vrtů realizovaných v rámci posudku [1] byly odebrány vzorky podzemní vody k chemickým rozborům pro stanovení agresivity na beton. Ve vzorcích byly zjištěny poměrně vysoké koncentrace agresivního oxidu uhličitého (68 až 84 mg/l) a slabě kyselá reakce vody (pH v intervalu 6,1 až 6,3). Agresivitu podzemní vody doporučujeme uvažovat následně :

- dle ČSN EN 206 Beton (Část 1 : Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda, tabulky 2 - Mezní hodnoty pro stupně chemického působení zeminy a podzemní vody) podzemní voda vykazuje střední agresivitu na beton (stupeň agresivity prostředí XA2),
- dle ČSN 03 8372 (Zásady ochrany proti korozi nelineiových zařízení uložených v zemi nebo ve vodě) vykazuje podzemní voda zvýšenou agresivitu na ocel (stupeň agresivity III.), a to vzhledem k měrné vodivosti (konduktivitě) podzemní vody.

3. GEOTECHNICKÉ VYHODNOCENÍ

3.1 Zatřídění zemin a hornin

Zeminy a horniny lze na základě dokumentace archivních vrtů rozdělit 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 a dalšími ČSN).

Poloha *1* navážka

zatřídění dle ČSN 73 1001 : nezatříděno

Poloha *2* jíl a hlína, měkké a tuhé konzistence

**zatřídění dle ČSN 73 1001 : F 6, CI (jíl se střední plasticitou) a
F 5, MI (hlína se střední plasticitou)**

Poloha *3* písek a štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy, ulehlý

**zatřídění dle ČSN 73 1001 : S 3, S-F (písek s přím. jemnozrn. zeminy)
G 3, G-F (štěrk s přím. jemnozrn. zeminy)**

Poloha *4* jíl písčitý pevné konzistence a písek hlinitý, ulehlý (eluvium)

**zatřídění dle ČSN 73 1001 : F 4, CS (jíl písčitý) a
S 4, SM (písek hlinitý)**

Poloha *5a* pararula navětralá

zatřídění dle ČSN 73 1001 : R 4

Poloha *5b* pararula zdravá

zatřídění dle ČSN 73 1001 : R 3 až R 2

3.2 Fyzikálně - mechanické parametry zemin a hornin

V následující tabulce jsou orientačně 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 pro horniny hodnoty svislé tabulkové únosnosti vrtaných pilot dle dříve platné ČSN 73 1002 Pilotové základy.

<i>Poloha</i>	<i>ČSN 73 1001</i>	γ_n [kN.m ⁻³]	c_{ef} [kPa]	φ_{ef} [°]	ν	σ_c [MPa]	E_{def} [MPa]	R_{dt} [kPa]	$U_{v, tab}$ [kN]
2	F 6, CI F 5, MI	20,5	8 - 16	17 - 22	0,40	-	1,5 - 5	50 - 150 ¹	-
3	S 3, S-F G 3, G-F	18,0 - 19,0	0	30 - 38	0,30	-	15 - 50	200 - 400 ²	-
4	F 4, CS S 4, SM	18,5	15 - 20	22 - 27	0,35	-	8 - 12	250 ¹	-
5a	R 4	21,5	-	-	0,25	5 - 15	70 - 80	300	580 ³
5b	R 3	23,0	-	-	0,20	15 - 50	> 100	> 500	1000 ³

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 platí pro hloubku založení 1 m při šířce základu 1 m,

*³ platí pro průměr piloty 0,6 m, délce vetknutí 1,5 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 Těžitelnost zemin a hornin

Na základě dokumentace archivních vrtů jsou zastiženy 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 - 3	I. třída
jíl a hlína, měkká a tuhá	*2*	tř. I	tř. 2	I. třída
písek a štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy, ulehlý	*3*	tř. I	tř. 2 - 3	I. třída
jíl písčitý, pevný a písek hlinitý, ulehlý	*4*	tř. I	tř. 3	I. třída
pararula navětralá	*5a*	tř. II	tř. 5	IV. třída
pararula zdravá	*5b*	tř. III	tř. 6	IV. třída

Výkopy pro opěry lávek budou zastiženy zeminy těžitelné běžnými mechanismy. Z hlediska normy ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací se jedná převážně o třídu těžitelnosti I - I (resp. 2. - 3. třídu dle dříve platné ČSN 73 3050). Předvrty pro piloty budou ukončovány v horninách IV. třídy dle TP 76, př. č. 1

4. ZÁVĚRY

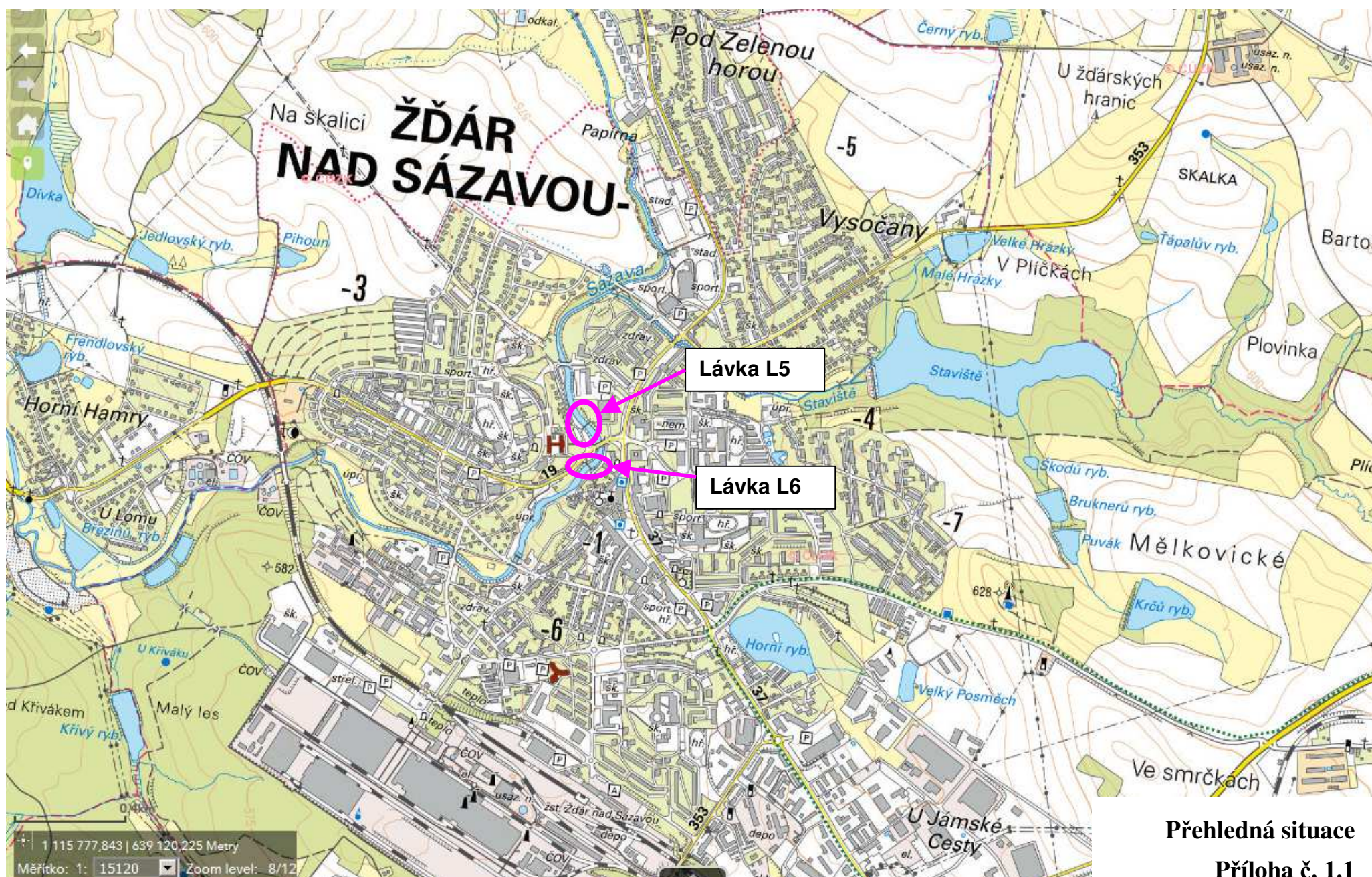
Výsledky inženýrskogeologického posouzení lze shrnout do následujících bodů :

- skalní podloží tvoří navětralé a zdravé pararuly. Lokálně je skalní podloží překryto eluviálními jílovitopísčitými a hlinitopísčitými zvětralinami. Kvartérní pokryv tvoří štěrkovité, písčitohlinité a jílovité náplavy.
- V blízkosti **lávky L5** byly v rámci posudku [1] realizované 2 průzkumné vrty označené jako ZD 103 (na levém břehu) a ZD 104 (na pravém břehu). Skalní podloží, které tvoří zdravé ruly (poloha *5b*), bylo na levém břehu zastiženo v hloubce 8,4 m, tj. v úrovni 554,99 m n.m., a na pravém břehu v hloubce 6,0 m, tj. v úrovni 555,26 m n.m.
- V blízkosti **lávky L6** byly v rámci posudku [2] realizované 2 průzkumné vrty označené jako J 2 a J 3 (na levém břehu na okraji údolní nivy) a v rámci posudku [1] vrt ZD 105 (na pravém břehu ve větší vzdálenosti od lávky). Na levém břehu bylo skalní podloží tvořené navětralými pararulami (poloha *5a*) zastiženo v hloubce od cca 3,5 m pod terénem. Na pravém břehu byla vrtem ZD 105 [1] dokumentována v hloubce 4,0 m, tj. v úrovni 557,46 m n.m. zdravá rula (poloha *5b*).
- Opěry nových lávek lze založit na plošných základech se základovou spárou v úrovni kvartérních sedimentů. Plošné základy lze opřít o skalní podloží, resp. ukotvit do skalního podloží mikropilotami. Definitivní návrh založení musí být doložen statickým výpočtem.
- Hladina podzemní vody je vázaná na kvartérní náplavy a lze ji předpokládat zhruba v úrovni povrchové vody v korytu Sázavy.
- Na základě chemických rozborů podzemní vody kvartérního kolektoru lze předpokládat, že podzemní voda vykazuje dle ČSN EN 206 střední agresivitu na beton (stupeň agresivity prostředí XA2). Dle ČSN 03 8372 podzemní voda vykazuje zvýšenou agresivitu na ocel (stupeň agresivity III.).

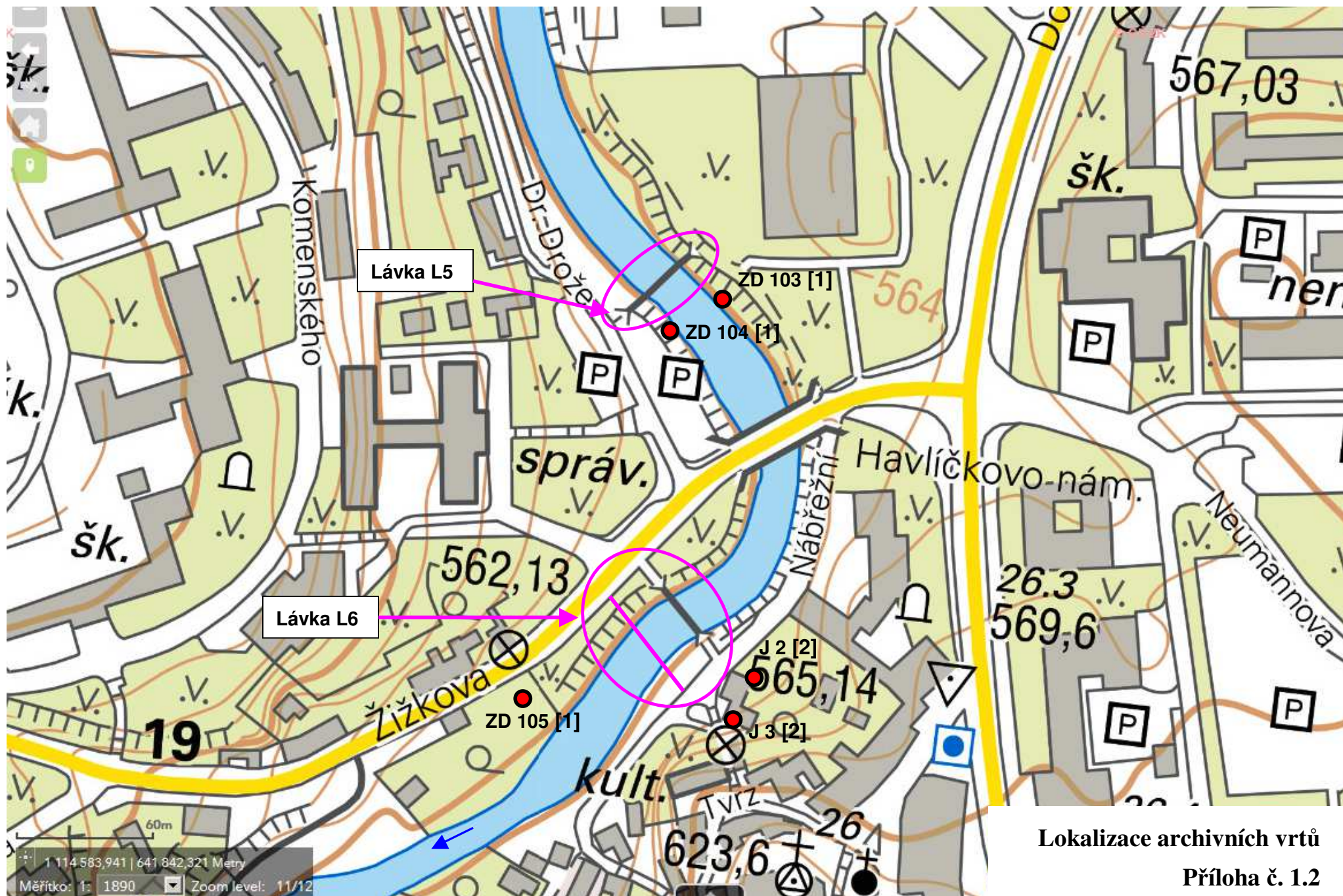
Tento posudek byl vypracován na základě archivních geologických průzkumů a mapových podkladů. V průběhu realizace stavby doporučujeme provedení přejímky základové spáry geologem, popř. provádění geologického dozoru při realizaci předvrtů pro piloty.

V Praze dne 18.6. 2020

Ing. Marek Soukup



Příloha č. 1.1



Lokalizace archivních vrtů

Příloha č. 1.2

**Žďár nad Sázavou,
lávky L5 a L6 přes Sázavu**

číslo úkolu : 2020 - 1 - 081

Příloha č. 2

Dokumentace archivních vrtů

Fotodokumentace

Dokumentace archivních vrtů

ZD 103 (podklady[1])

ZD-103 (563,39 m n.m.)

0,00 - 0,10 m dm

0,10 - 1,70 navážka - hlinitopísčítá zemina s úlomky cihel, betonu a kamene

1,70 - 2,00 navážka - šedohnědý písek hlinitý se zvětralými úlomky? matečné horniny, středně ulehlý, soudržný

2,00 - 2,20 dtto, šedý

2,20 - 3,50 rezavohnědý jíl silně hrubozrnně písčítý, slídnatý, tuhý

3,50 - 4,00 dtto s oj. valouny hrubého šterku? (kameny) při bázi hliníkový drát

4,00 - 5,00 šedý písek jemný až hrubý, středně zajiňovaný, slídnatý, zvodnělý

5,00 - 5,50 šedý šterk drobný až hrubý, písčítý, slabě zahliněný až zahliněný, zvodnělý, středně ulehlý

5,50 - 7,50 dtto hrubý s kamenitou frakcí, slabě zahliněný, max. valouny větší jak průměr vrtu

7,50 - 8,40 eluvium, geotechnicky: zelenavě šedý jíl silně písčítý, slídnatý, se zachovalou strukturou skalní horniny

8,40 - 8,90 rozpukaná, kamenitě rozvrtaná rula

8,90 - 9,00 dtto - odolná, nevrtatelná

Podzemní voda naražená - 5,00 m

Podzemní voda ustálená - 4,2 m po 1,5 hod.

ZD 104 (podklady[1])

ZD-104 (561,26 m n.m.)

0,00 - 0,50 m navážka - hlinitopísčítá zemina s úlomky cihel a kameny

0,50 - 0,90 navážka - žlutošedý písek jemně až hrubě zrnitý, zahliněný, s úlomky cihel

0,90 - 1,20 navážka - žlutavě šedý písek slídnatý, s ojedinělými poloopracovanými úlomky

1,20 - 1,60 dtto - tmavošedý bez úlomků

1,60 - 2,50 hnědý jíl silně písčítý, slídnatý, s oj. úlomky, tuhý

2,50 - 2,80 tmavošedý jíl středně plastický, povodňový, tuhý

2,80 - 3,50 šedý, jemně až hrubě zrnitý písek zajiňovaný, zvodnělý

3,50 - 6,00 drobný až hrubý šterk písčítý, při bázi kamenitý, slabě zahliněný až zahliněný, ulehlý, valouny dobře opracované, vel. do 20 cm, šedomodrý, slabě soudržný, při bázi soudržný

> 6,00 odolná prokřemenělá rula, jen velmi obtížně vrtatelná, 6. třída těžitelnosti

Podzemní voda naražená - 2,60 m

Podzemní voda ustálená - 2,10 m

ZD 105 (podklady[1])

ZD-105	(561,46 m n.m.)
0,00 - 0,10 m	dm
0,10 - 0,70	navážka - hnědá hlína písčitá s úlomky cihel a zvětřalou maltou
0,70 - 1,10	šedohnědý jíl středně plastický, písčitý, tuhý
1,10 - 1,50	hnědý jíl silně písčitý, měkce tuhý - tuhý
1,50 - 2,20	rezavohnědý písek jemně až hrubě zrnitý, slabě zahliněný, zvodnělý
2,20 - 2,40	úlolek granitoidní horniny, větší jak průměr vrtu
2,40 - 2,80	modrošedý písek jemný až hrubý, slabě zahliněný, ulehlý
2,80 - 4,00	hnědý jíl středně plastický, hrubozrně písčitý, s oj. poloopracovanými úlomky ruly velikosti až 12 cm, tuhý
> 4,00	odolná skalní hornina téměř nevrtatelná - 6. třída těžitelnosti
	Podzemní voda naražená - 1,80 m
	Podzemní voda ustálená - 1,60 m (po 3 hod.)

J 2 (podklady[2])

VRT J2			
000 - 180	E	násyp - stavební odpad - cihly, písek, kámen, popel, škvára, hlína měkká, značně vlhký	3
180 - 240	E	náplav - hlína jílovitá, písčitá, šedá, měkká	2
240 - 320	10	náplav - štěrk nestejnozrný, neopracovaný, ulehlý do vel. 8 cm s 30 % hrubého hlinitého písku	3
320 - 360	14	eluvium - písek hlinitý až prachovitý, značně slídnatý, ulehlý, vlhký	4
360 - 500	2	skála - navětralá pararula, místy až zdřevá, středně až značně rozpukaná, jemně zrnitá, místy se značným obsahem křemene a slídy	7

J 3 (podklady[2])

VRT J3			
000 - 110	E	násyp (cihly, malta, písek) středně ulehlý	3
110 - 230	E	násyp (kámen, beton, zbytky zdiva na cementovou maltou, kámen z prokřemenělé ruly)	4
230 - 270	E	dřevo a černá hlína, humosní	4
270 - 350	14	eluvium - písek hlinitý nestejnozrný se štěrkem z navětralé ruly, ulehlý	4
350 - 430	3	skála - nestejnoměrně zvětřalá, místy vrstvy navětralé, místy až rozložené pararuly, středně až značně rozpukané	5
430 - 500	2	skála - navětralá pararula se značným obsahem křemene, místy téměř zdravá, středně rozpukaná	7

Fotodokumentace - lávka L5 (zdroj : seznam.cz, a.s.)



Fotodokumentace - lávka L6 (zdroj : seznam.cz, a.s.)