



**Stavebně technický průzkum
mostního objektu ev.č. 27515-7
(Most přes Klenici za Kolomuty)**

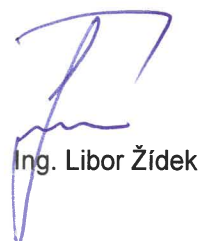
**ODBORNÝ POSUDEK
(STP_2112/LZ)**

Zadavatel: **SAGASTA s.r.o.**
Novodvorská 1010/14
142 00 Praha
www.sagasta.cz

Zpracovatel: **STP Group, s.r.o.**
Švabinského 1749/19
702 00 Ostrava 2
www.stpgroup.cz

STP Group, s.r.o.
Švabinského 1749/19, 702 00 Ostrava
IČ: 07980191
DIČ: CZ07980191

Duben 2021



Ing. Libor Žídek

Identifikační údaje

Zadavatel: **SAGASTA s.r.o.**
Novodvorská 1010/14
142 00 Praha 4

Zastoupený: Ing. Vítem Hoznourem
Ředitelem atelieru mostních, silničních,
vodohospodářských a podzemních staveb

Oprávnění k podnikatelské činnosti:
IČ: 04598555
DIČ: CZ 04598555

Bankovní spojení: Číslo účtu: 153269529/0300

Zpracovatel: **STP Group, s.r.o.**
Švabinského 1749/19
702 00 Ostrava 2

Zastoupený: Ing. Liborem Žídkem
Jednatel společnosti

Oprávnění k podnikatelské činnosti:
IČ: 07980191
DIČ: CZ707980191

Bankovní spojení: Česká spořitelna, a.s.
Číslo účtu: 5600358359/0800

Protokol zpracoval: Ing. Libor Žídek
Tel.: +420 608 700 780
E-mail: libor.zidek@stpgroup.cz

Obsah

1. Popis mostního objektu	4
2. Značení odběrných míst, vzorků a sond.....	5
3. Odběr a popis vzorků odebraných ze spodní stavby mostu.....	5
4. Stanovení pevnosti kamenné dlažby v prostém tlaku	13
5. Stanovení pevnosti malty ve stávající konstrukci spodní stavby mostu	15
6. Závěrečné hodnocení	17

Seznam tabulek

Tab. 1: Popis skladby kamenného zdiva mostní opěry 1 (směr Kolomuty)	7
Tab. 2: Popis skladby kamenného zdiva mostní opěry 2 (směr Plazy).....	10
Tab. 3: Přehled výsledků pevností v tlaku na vzorcích kamene	13
Tab. 4: Orientační pevnost malty v ložných spárách – opěry mostního objektu	16

Seznam příloh

Příloha č. 1: Protokol č. 070-059357 o zkoušce stanovení pevnosti betonu v tlaku na vývrtech z akce „Most ev.č. 27515-7 přes Klenici za Kolomuty – spodní stavba“, zpracovatel: TaZÚS Praha, s.p., zkušebna Ostrava	
Příloha č. 2: Schéma a lokalizace zkušebních míst	
Příloha č. 3: Fotodokumentace	

Na základě objednávky č. 120 001/SA/OB/002 od firmy SAGASTA s.r.o., bylo dohodnuto provedení stavebně technického průzkumu spodní stavby mostního objektu ev.č. 27515-7 (Most přes Klenici za Kolomuty). Rozsah diagnostiky zahrnoval vizuální prohlídku spodní stavby mostního objektu, odběr jádrových vývrtů z kamenného zdiva opěr, ověření hloubky založení a tloušťky mostních opěr, ověření pevnosti kamene v tlaku, stanovení pevnosti zdící malty pomocí Kučerovy vrtačky.

Diagnostiku spodní stavby mostního objektu provedli, dne 30.3.2021, pracovníci STP Group, s.r.o.

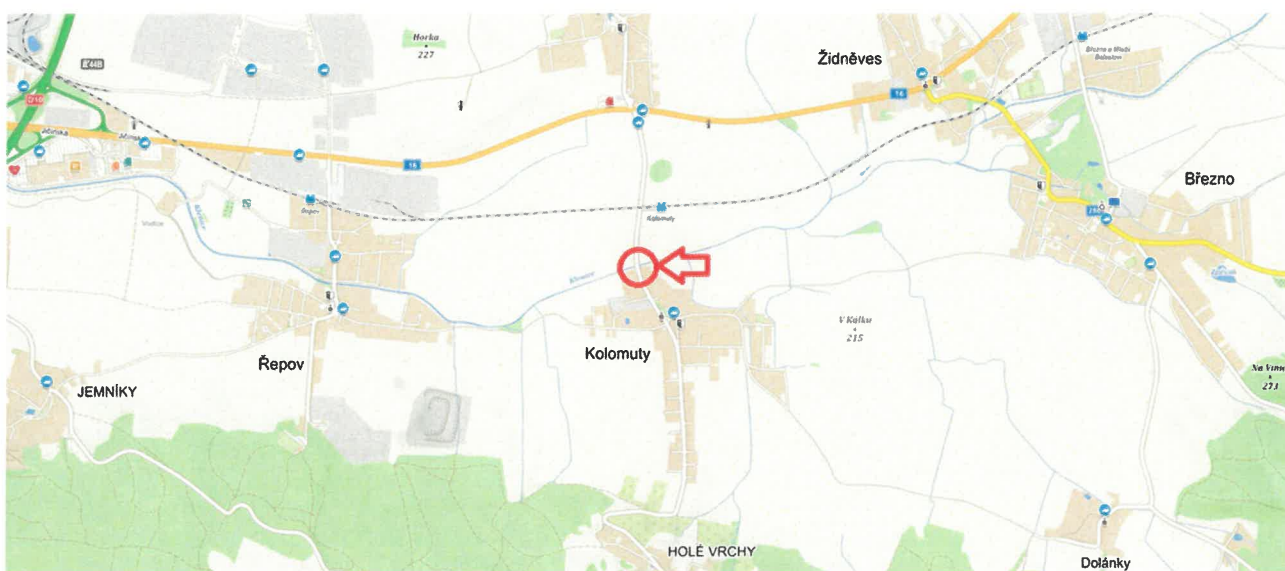
Při odběru vzorků byli přítomni:

- za STP Group, s.r.o.:

Ing. Libor Žídek,

Ing. Martin Šeděnka,

Dalibor Meca.



Obr. 1: Lokalizace mostního objektu (GPS 50.4041964N, 14.9763619E)

1. Popis mostního objektu

Spodní stavba mostního objektu je provedena z kamenného zdiva z nepravidelných kusů kamene (tzv. kyklopského zdiva). Spáry zdiva mají šířku 20-35 mm a v minulosti byly pouze povrchově sanovány – přespárováním cementovou maltou. Zpevnění břehů pod mostem je v současné době překryto naplaveninami a sesutou zeminou z přilehlých pozemků, výška naplavenin je 400-800 mm. Na opěře č. 2 (směr Plazy) bylo pozorováno nerovnoměrné dosedání a rozvolnění zdiva opěry (v šířce 2,8 m), které se projevilo převážně trhlinami ve spárách zdiva. Uvolnění kamenných bloků je dále pozorováno i v jiných částech opěr, nejedná se však o plošné poškození rozsáhlejší části konstrukce.

2. Značení odběrných míst, vzorků a sond

Lokalizace odběru vzorků a provedených sond je schematicky zobrazena v příloze 2.

Použité značení:

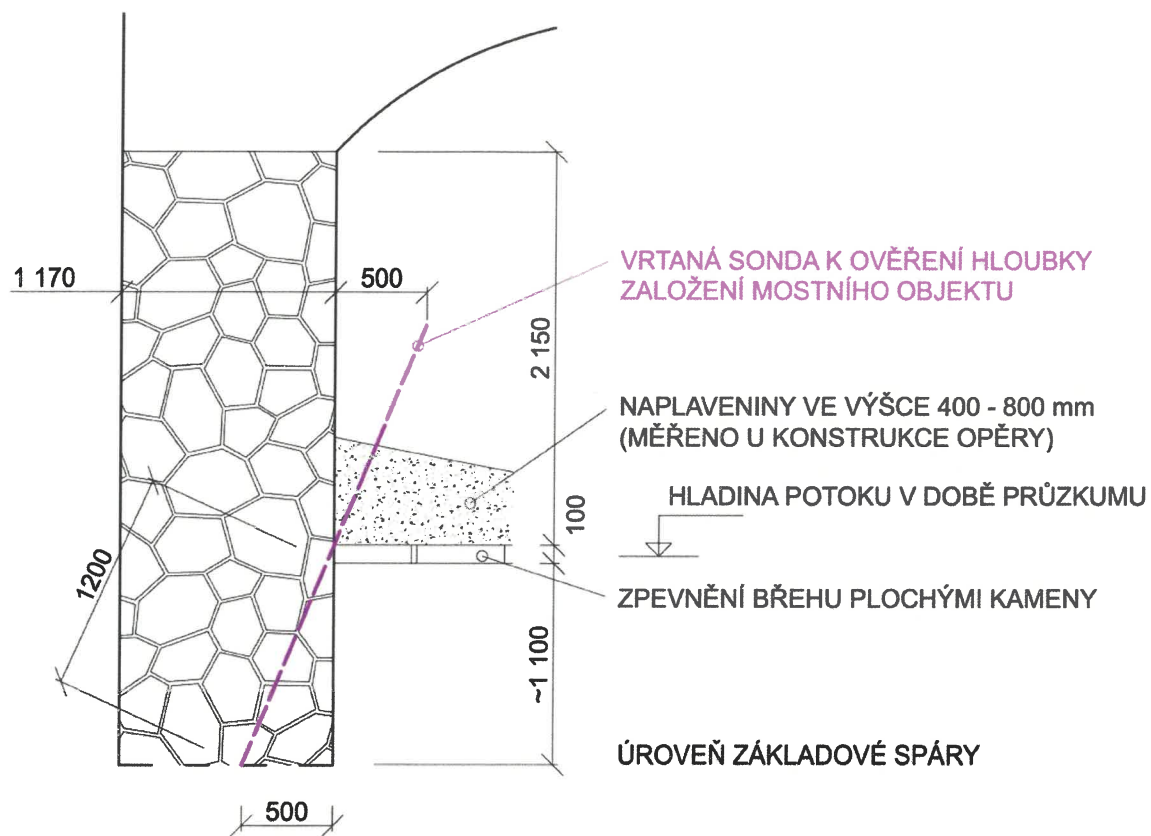
- 1-1 až 1-5 jádrový vývrt odebraný z konstrukce opěry č. 1 - směr Kolomuty (číslo opěry 1 – pořadí jádrového vývrtu 1-5),
- 2-1 až 2-5 jádrový vývrt odebraný z konstrukce opěry č. 2 - směr Plazy (číslo opěry 2 – pořadí jádrového vývrtu 2-5),
- 1-M1 až 1-M6 místo ověření pevnosti zdící malty v konstrukci opěry č. 1 - směr Kolomuty (číslo opěry 1 – pořadí zkušebního místa 1-6),
- 2-M1 až 2-M5 místo ověření pevnosti zdící malty v konstrukci opěry č. 2 - směr Plazy (číslo opěry 2 – pořadí zkušebního místa 2-5).

3. Odběr a popis vzorků odebraných ze spodní stavby mostu

Při vizuální prohlídce spodní stavby mostního objektu byla vybrána místa, určená k odběru jádrových vývrtů. Jádrové vývrty byly odebrány pomocí diamantové korunky o průměru cca 80 mm a vrtné soupravy Hilti DD 350-CA s kotvením přímo v ověřované konstrukci.

Po odběru jádrových vývrtů byla kvalita kamene hodnocena vizuálně, se zaměřením na případné poruchy struktury kamenného bloku, resp. zdiva. Podrobný popis odebraných vzorků je uveden v tabulkách 1 a 2. Místa po odebraných jádrových vývrtech byla vyplněna betonovou směsí s urychlovačem tuhnutí.

Při odběru jádrových vývrtů byla pomocí navrtávky prodlouženým vrtákem ověřena úroveň základové spáry. Ta se nachází v hloubce 1200 mm pod plochými kameny, které byly použity na zpevnění břehu pod mostem (viz Obr. 2).



Obr. 2: Ověření úrovně základové spáry u opěry č. 2 (směr Plazy)

Tab. 1: Popis skladby kamenného zdiva mostní opěry 1 (směr Kolomuty)

<i>Označení vzorku</i>	<i>Délka vývrtu, příp. jeho dílčí části [mm]</i>	<i>Druh materiálu, popis</i>
1-1	0-400	<p>Pískovec, světle žlutošedé barvy, jemnozrná struktura.</p> <p>Frakce psamitických zrn není homogenní, jsou zde zřetelně viditelné akumulace jemnozrných i hrubozrných zrn v nepravidelných tvarech paralelně s primární vrstevnatostí.</p> <p>Vrstevnatost je subparalelní s osou vývrtu.</p> <p>Pískovec je mikropórovitý se zřetelnou odlučností podél ploch vrstevnatosti.</p> <p>Horninová hmota je tvořena převážně křemenem.</p> <p>Vzorek je slabě zvětralý, s degradací podél ploch vrstevnatosti.</p>
1-2	0-295	<p>Pískovec, světle šedé barvy s přechody do světle žlutošedé barvy, jemnozrná struktura.</p> <p>Vrstevnatost je kolmá k ose vývrtu.</p> <p>Pískovec je mikropórovitý se zřetelnou odlučností podél ploch vrstevnatosti.</p> <p>Horninová hmota je tvořena převážně křemenem, v šedých texturách s prokřemeněním horninové hmoty.</p> <p>V šedých texturách je vzorek čerstvý bez výrazné degradace, ve žlutošedé textuře je středně zvětralý s degradací podél ploch vrstevnatosti.</p>
	295-320	<p>Rozplavená degradovaná malta.</p> <p>Zbytky malty byly lehce drtitelné mezi prsty.</p> <p>Ve struktuře malty byly identifikovány produkty síranové koroze.</p>
	320-630	<p>Pískovec, světle šedé barvy s přechody do světle žlutošedé barvy, jemnozrná struktura.</p> <p>Vrstevnatost je subparalelní s osou vývrtu.</p> <p>Pískovec je mikropórovitý se zřetelnou odlučností podél ploch vrstevnatosti.</p> <p>Horninová hmota je tvořena převážně křemenem, v šedých texturách s prokřemeněním horninové hmoty.</p> <p>V šedých texturách je vzorek čerstvý bez výrazné degradace, ve žlutošedé textuře je středně zvětralý s degradací podél ploch vrstevnatosti.</p>

1-3	0-160	Pískovec, světle žlutošedé barvy, jemnozrnná struktura. Vrstevnatost je kolmá k ose vývrtu. Pískovec je mikropórovitý se zřetelnou odlučností podél ploch vrstevnatosti. Horninová hmota je tvořena převážně křemenem. Slabě zvětralý s degradací podél ploch vrstevnatosti.
	160-185	Rozplavená degradovaná malta. Zbytky malty byly lehce drtitelné mezi prsty. Ve struktuře malty byly identifikovány produkty síranové koroze.
	185-465	Pískovec, světle šedé až nazelenalé barvy, jemnozrnná struktura. Vrstevnatost je diagonální na osu vývrtu. Pískovec je mikropórovitý, homogenní struktura s ojediněle rupturním poškozením krátkými puklinami. Struktura kamene má velmi nízkou nasákavost. Horninová hmota je tvořena převážně křemenem a glaukonitem, s patrným prokřemeněním horninové hmoty, což odpovídá vysoké tvrdosti a pevnosti. Vzorek je čerstvý bez patrné degradace.
	465-700	Kusovité částice kamene prolité degradovanou maltou, která byla při odběru vývrtu rozplavená. <u>Nejčastěji zastoupená horninová hmota:</u> Pískovec, světle šedé barvy s lokálními přechody do žluté barvy, středně zrnitá struktura (psamitická). Pískovec je makropórovitý, odlučné plochy částečně respektují primární vrstevnatost. Horninová hmota je tvořena převážně křemennými zrny, místy velmi jemnými zrny granátu, s lokálními akumulacemi hydroxid-oxidu Fe. Vzorek je středně zvětralý, na povrchu drolivý, makroskopicky nižší kvalita kamene.
	700-760	Jemnozrnný beton, vizuálně velmi nízké pevnosti.
	760-1170	Pískovec, světle žlutošedé barvy, jemnozrnná struktura. Frakce psamitických zrn není homogenní, jsou zde zřetelně viditelné akumulace jemnozrnných i hrubozrnných zrn v nepravidelných tvarech paralelně s primární vrstevnatostí. Vrstevnatost je subparalelní s osou vývrtu. Pískovec je mikropórovitý se zřetelnou odlučností podél ploch vrstevnatosti. Horninová hmota je tvořena převážně křemenem. Vzorek je slabě zvětralý, s degradací podél ploch vrstevnatosti.

1-4	0-220	<p>Pískovec, světle šedé barvy s přechody do světle žlutošedé barvy, jemnozrná struktura.</p> <p>Vrstevnatost je kolmá k ose vývrtu.</p> <p>Pískovec je mikropórovitý se zřetelnou odlučností podél ploch vrstevnatosti.</p> <p>Horninová hmota je tvořena převážně křemenem, v šedých texturách s prokřemeněním horninové hmoty.</p> <p>V šedých texturách je vzorek čerstvý bez výrazné degradace, ve žlutošedé textuře je středně zvětralý s degradací podél ploch vrstevnatosti.</p>
	220-265	<p>Rozplavená degradovaná malta s kusovitými úlomky kamene.</p> <p>Zbytky malty byly lehce drtitelné mezi prsty.</p> <p>Ve struktuře malty byly identifikovány produkty síranové koroze.</p>
	265-395	<p>Pískovec, světle šedé barvy s přechody do světle žlutošedé barvy, jemnozrná struktura.</p> <p>Vrstevnatost je subparalelní s osou vývrtu.</p> <p>Pískovec je mikropórovitý se zřetelnou odlučností podél ploch vrstevnatosti.</p> <p>Horninová hmota je tvořena převážně křemenem, v šedých texturách s prokřemeněním horninové hmoty.</p> <p>V šedých texturách je vzorek čerstvý bez výrazné degradace, ve žlutošedé textuře je středně zvětralý s degradací podél ploch vrstevnatosti.</p>
1-5	0-180	<p>Pískovec, světle žlutošedé barvy, jemnozrná struktura.</p> <p>Vrstevnatost je diagonální na osu vývrtu.</p> <p>Pískovec je mikropórovitý se zřetelnou odlučností podél ploch vrstevnatosti.</p> <p>Horninová hmota je tvořena převážně křemenem, v šedých texturách s prokřemeněním horninové hmoty.</p> <p>Slabě zvětralý s degradací podél ploch vrstevnatosti.</p>
	180-230	<p>Rozplavená degradovaná malta s kusovitými úlomky kamene.</p> <p>Zbytky malty byly lehce drtitelné mezi prsty.</p> <p>Ve struktuře malty byly identifikovány produkty síranové koroze.</p>
	230-420	<p>Pískovec, světle žlutošedé barvy s lokálními přechody do šedé barvy, jemnozrná struktura.</p> <p>Frakce psamitických zrn není homogenní, jsou zde zřetelně viditelné akumulace jemnozrných i hrubozrných zrn v nepravidelných tvarech paralelně s primární vrstevnatostí.</p> <p>Vrstevnatost je subparalelní s osou vývrtu.</p> <p>Pískovec je mikropórovitý se zřetelnou odlučností podél ploch vrstevnatosti.</p> <p>Horninová hmota je tvořena převážně křemenem, v šedých texturách s prokřemeněním horninové hmoty.</p> <p>Vzorek je slabě zvětralý, s degradací podél ploch vrstevnatosti.</p>

Tab. 2: Popis skladby kamenného zdiva mostní opěry 2 (směr Plazy)

Označení vzorku	Délka vývrtu, příp. jeho dílčí části [mm]	Druh materiálu, popis
2-1	0-150	<p>Pískovec, světle žlutošedé barvy s lokálními přechody do šedé barvy, jemnozrnná struktura.</p> <p>Frakce psamitických zrn není homogenní, jsou zde zřetelně viditelné akumulace jemnozrnných i hrubozrnných zrn v nepravidelných tvarech, paralelně s primární vrstevnatostí. Vrstevnatost je subparalelní s osou vývrtu. Pískovec je mikropórovitý s částečnou odlučností podél ploch vrstevnatosti.</p> <p>Horninová hmota je tvořena převážně křemenem, v šedých texturách s prokřemeněním horninové hmoty.</p> <p>Vzorek je slabě zvětřalý, s degradací podél ploch vrstevnatosti.</p>
	150-370	<p>Kusovité částice kamene prolité degradovanou maltou, která byla při odběru vývrtu zcela rozplavená.</p> <p><u>Nejčastěji zastoupená horninová hmota:</u></p> <p>Pískovec, světle šedé barvy s lokálními přechody do žluté barvy, středně zrnitá struktura (psamitická).</p> <p>Pískovec je makropórovitý, odlučné plochy částečně respektují primární vrstevnatost.</p> <p>Horninová hmota je tvořena převážně křemennými zrny, místy velmi jemnými zrny granátu, s lokálními akumulacemi hydroxid-oxidu Fe.</p> <p>Vzorek je středně zvětřalý, na povrchu drolivý, makroskopicky nižší kvalita kamene.</p>
2-2	0-160	<p>Pískovec, světle šedé barvy s přechody do světle žlutošedé barvy, jemnozrnná struktura.</p> <p>Vrstevnatost je subparalelní s osou vývrtu.</p> <p>Pískovec je mikropórovitý se zřetelnou odlučností podél ploch vrstevnatosti.</p> <p>Horninová hmota je tvořena převážně křemenem, v šedých texturách s prokřemeněním horninové hmoty.</p> <p>V šedých texturách je vzorek čerstvý, ve žlutošedé textuře je středně zvětřalý s degradací podél ploch vrstevnatosti.</p>
	160-200	<p>Rozplavená degradovaná malta. Zbytky malty byly lehce drtitelné mezi prsty. Ve struktuře malty byly identifikovány produkty síranové koroze.</p>
	200-370	<p>Pískovec, světle šedé až nazelenalé barvy, jemnozrnná struktura.</p> <p>Vrstevnatost je diagonální na osu vývrtu.</p> <p>Pískovec je mikropórovitý, homogenní struktura s ojediněle rupturním poškozením krátkými puklinami. Struktura kamene má velmi nízkou nasákavost.</p> <p>Horninová hmota je tvořena převážně křemenem a glaukonitem, s patrným prokřemeněním horninové hmoty, což odpovídá vysoké tvrdosti a pevnosti.</p> <p>Vzorek kamene je zdravý až slabě zvětřalý.</p> <p>Na této části vývrtu je patrná lomová plocha kamene, která je částečně pokryta vrstvou jemnozrnného betonu (v místě ložné spáry kamenného zdiva). Pojivo betonu je sprašné a lze ho drtit mezi prsty. Ve struktuře betonu byly identifikovány produkty síranové koroze.</p>

2-3	0-165	<p>Pískovec, světle šedé barvy s přechody do světle žlutošedé barvy, jemnozrnná struktura.</p> <p>Vrstevnatost je kolmá k ose vývrtu.</p> <p>Pískovec je mikropórovitý se zřetelnou odlučností podél ploch vrstevnatosti.</p> <p>Horninová hmota je tvořena převážně křemenem, v šedých texturách s prokřemeněním horninové hmoty.</p> <p>V šedých texturách je vzorek čerstvý bez výrazné degradace, ve žlutošedé textuře je středně zvětralý s degradací podél ploch vrstevnatosti.</p>
	165-360	<p>Kusovité částice kamene prolité degradovanou maltou, která byla při odběru vývrtu zcela rozplavená.</p> <p><u>Nejčastěji zastoupená horninová hmota:</u></p> <p>Pískovec, světle šedé barvy s lokálními přechody do žluté barvy, středně zrnitá struktura (psamitická).</p> <p>Pískovec je makropórovitý, odlučné plochy částečně respektují primární vrstevnatost.</p> <p>Horninová hmota je tvořena převážně křemennými zrny, místy velmi jemnými zrny granátu, s lokálními akumulacemi hydroxid-oxidu Fe. Vzorek je středně zvětralý.</p>
	360-715	<p>Pískovec, světle šedé barvy s lokálními přechody do žluté barvy, středně zrnitá struktura (psamitická).</p> <p>Pískovec je makropórovitý, odlučné plochy částečně respektují primární vrstevnatost.</p> <p>Horninová hmota je tvořena převážně křemennými zrny.</p> <p>Vzorek je středně zvětralý, makroskopicky nižší kvalita kamene.</p> <p>Na této části vývrtu je patrná lomová plocha kamene, která je částečně pokryta vrstvou jemnozrnného betonu (v místě ložné spáry kamenného zdiva). Pojivo betonu je správné a lze ho drtit mezi prsty. Ve struktuře betonu byly identifikovány produkty síranové koroze.</p>
	715-925	<p>Kusovité částice kamene prolité degradovanou maltou, která byla při odběru vývrtu zcela rozplavená.</p> <p><u>Nejčastěji zastoupená horninová hmota:</u></p> <p>Pískovec, světle šedé barvy s lokálními přechody do žluté barvy, středně zrnitá struktura (psamitická).</p> <p>Pískovec je makropórovitý, odlučné plochy částečně respektují primární vrstevnatost.</p> <p>Horninová hmota je tvořena převážně křemennými zrny, místy velmi jemnými zrny granátu, s lokálními akumulacemi hydroxid-oxidu Fe. Vzorek je středně zvětralý, na povrchu drolivý, makroskopicky nižší kvalita kamene.</p>
	925-1170	<p>Pískovec, světle šedé barvy s přechody do světle žlutošedé barvy, jemnozrnná struktura.</p> <p>Vrstevnatost je kolmá k ose vývrtu.</p> <p>Pískovec je mikropórovitý se zřetelnou odlučností podél ploch vrstevnatosti.</p> <p>Horninová hmota je tvořena převážně křemenem, v šedých texturách s prokřemeněním horninové hmoty.</p> <p>V šedých texturách je vzorek čerstvý bez výrazné degradace, ve žlutošedé textuře je středně zvětralý s degradací podél ploch vrstevnatosti.</p>

2-4	0-450	<p>Pískovec, světle šedé barvy s přechody do světle žlutošedé barvy, jemnozrná struktura.</p> <p>Vrstevnatost je subparalelní s osou vývrtu.</p> <p>Pískovec je mikropórovitý se zřetelnou odlučností podél ploch vrstevnatosti.</p> <p>Horninová hmota je tvořena převážně křemenem, v šedých texturách s prokřemeněním horninové hmoty.</p> <p>V šedých texturách je vzorek čerstvý bez výrazné degradace, ve žlutošedé textuře je středně zvětralý s degradací podél ploch vrstevnatosti.</p>
2-5	0-320	<p>Pískovec, světle žlutošedé barvy, jemnozrná struktura.</p> <p>Frakce psamitických zrn není homogenní, jsou zde zřetelně viditelné akumulace jemnozrných i hrubozrných zrn v nepravidelných tvarech paralelně s primární vrstevnatostí.</p> <p>Vrstevnatost je subparalelní s osou vývrtu.</p> <p>Pískovec je mikropórovitý se zřetelnou odlučností podél ploch vrstevnatosti.</p> <p>Horninová hmota je tvořena převážně křemenem.</p> <p>Vzorek je slabě zvětralý s degradací podél ploch vrstevnatosti.</p>

4. Stanovení pevnosti kamenné dlažby v prostém tlaku

Pevnost kamene v tlaku byla stanovena dle ČSN EN 1926: Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení pevnosti v prostém tlaku.

Z jádrových vývrtů byly vyřezány vzorky vhodné pro zkoušku stanovení pevnosti v tlaku. Vzorky byly označeny shodným popisem jako jádrové vývrtky. V případě delších jádrových vývrtů byly vzorky rozděleny na dílčí části, které byly označeny písmeny A až C (orientace – abecedně od povrchu kce). Vzorky byly upraveny na kamenické pile a následně zakončovány na horizontální brusce. Na ověření pevnosti vzorků v tlaku byly vzorky převezeny do akreditované zkušební laboratoře č. 1018.3 (TaZÚS Praha, s.p., Centrální laboratoř – zkušebna Ostrava). Protokol z pevnostních zkoušek je uveden v příloze č. 1.

Následně bylo provedeno statistické hodnocení s výpočtem spodní kritické hranice pevnosti kamene v tlaku. Přehled výsledků pevnostních zkoušek je uveden v tabulce 3.

Tab. 3: Přehled výsledků pevností v tlaku na vzorcích kamene

<i>Označení vzorku</i>	<i>Průměr vzorku [mm]</i>	<i>Výška vzorku [mm]</i>	<i>Pevnost v tlaku x [MPa]</i>	<i>lnx</i>
1-1	74,06	77,75	35,4	3,567
1-2A	73,90	78,98	112,3	4,721
1-2B	73,74	79,91	52,3	3,957
1-3A	73,76	80,16	60,9	4,109
1-3B	73,85	78,76	165,9	5,111
1-3C	73,83	80,59	33,4	3,509
1-4	73,98	78,90	91,2	4,513
1-5A	73,99	77,96	60,1	4,096
1-5B	73,90	74,99	42,9	3,759
2-1	73,47	77,81	45,2	3,811
2-2	73,60	77,85	63,4	4,149
2-3A	73,55	79,80	70,0	4,248
2-3B	72,71	79,63	31,6	3,453
2-3C	73,50	78,15	62,1	4,129
2-4	73,47	80,40	76,5	4,337
2-5	73,95	77,80	38,5	3,651
Průměrná hodnota:			65,10 MPa	4,07
Směrodatná odchylka:			33,58	0,44
Minimální pevnost kamene v tlaku:			31,60 MPa	-
Maximální pevnost kamene v tlaku:			165,90 MPa	-
Variační koeficient:			0,51	-
Kvantilový faktor (pro 16 vzorků):			1,98	

Výpočet spodní kritické hranice vzorků kamene

Spodní kritická hodnota (E) odpovídá 5% kvantilu lognormálního rozdělení pro hladinu významnosti 75%.

$$E = e^{(X_{\ln} - k_s * s_{\ln})} = e^{(4,07 - 1,98 * 0,44)} = \underline{\underline{24,5 \text{ MPa}}}$$

X_{\ln}	logaritmický průměr
k_s	kvantilový faktor
s_{\ln}	logaritmická směrodatná odchylka

5. Stanovení pevnosti malty ve stávající konstrukci spodní stavby mostu

Zkoušky pevnosti malty v tlaku byly provedeny dle metodického postupu „Přístroje pro zjišťování pevnosti zdících prvků a malty PZZ 01 (výrobce TZÚS Praha, s.p.)“.

Zkušební místa byla volena pouze mezi dvěma tlačnými prvky kamene, tzn. v ložné spáře a ve vzdálenosti min. 50 mm od styčné spáry. Cementová malta z povrchu spáry byla odstraněna pomocí vrtacího kladiva a vrtáku do železobetonu o průměru 18 mm. Při vrtání pevnějších výplní spár, bylo použito vrtání s přiklepem, jinak se navrtávky prováděly bez přiklepu. Počáteční hloubky navrtávek se pohybovaly v rozmezí 20-25 mm. Pomocí přístroje PZZ 01, obecně známého jako Kučerova vrtačka, byly provedeny tři vrty v jednom zkušebním místě (tzn. v jedné ložné spáře). Zkoušení bylo prováděno na stupeň 1, který je určený pro zkoušení malt. Výstupem zkoušky je převod hloubky navrtání na pevnost malty v tlaku.

Pro vyhodnocení jednoho zkušebního místa platí předpoklad, že se jednotlivé hodnoty hloubek navrtání nesmí lišit od průměru o více než $\pm 30\%$. Pokud toho není dosaženo, vyloučí se nejvíce odlehlá hodnota a provede se další (čtvrtý) vrt. Postup vyhodnocení je shodný s předchozím. Pokud měřené hodnoty nevyhoví požadavku ani podruhé, je zkušební místo prohlášeno za neplatné a musí se provést nová zkouška.

Pro stanovení pevnosti malty **R** bylo provedeno hodnocení minimálně na 5 zkušebních místech u konstrukce spodní stavby mostu. Po převodu hloubky navrtávek na pevnosti malty v tlaku byl stanoven výběrový průměr **R_m**, současně se dopočítala výběrová směrodatná odchylka souboru výsledků **S_r**. Z metodického postupu se dle počtu zkušebních míst vybral součinitel pro odhad dolní hranice konfidenčního intervalu **t_n**. Výstupy z provedených zkoušek jsou zpracovány v tabulce 4.

Tab. 4: Orientační pevnost malty v ložných spárách – opěry mostního objektu

Označení sondy	Zkušební místo / hloubka navrtání [mm]				Průměrná hloubka navrtání ± 30 % [mm]	Pevnost zdící malty v ložné spáře [MPa]	Průměrná pevnost zdící malty R_m [MPa]
	1	2	3	4			
1-M1	>150	52	40	40	44	1,5	1,75
1-M2	42	35	40	-	39	1,8	
1-M3	45	94	34	46	42	1,6	
1-M4	50	52	43	-	48	1,3	
1-M5	35	27	40	-	34	2,2	
1-M6	29	25	23	-	26	3,1	
2-M1	54	47	60	-	54	1,1	
2-M2	44	83	42	45	44	1,5	
2-M3	105	25	32	36	31	2,5	
2-M4	55	58	51	-	55	1,1	
2-M5	47	41	37	-	42	1,6	
<u>Výpočet charakteristické pevnosti malty ve středních nosných stěnách:</u>							
Směrodatná odchylka $S_r = 0,62$, pravděpodobnostní koeficient $t_n = 0,41$							
$R = R_m - t_n \times S_r = 1,75 - 0,41 \times 0,62 = 1,5 \text{ MPa}$							

Výpočet/odhad charakteristické hodnoty pevnosti kamenného zdiva

Kyklopské zdivo není možné hodnotit dle ČSN EN 1996-1-1+A1. Z dostupných norem, lze pouze odhadnout pevnost kamenného zdiva z ČSN 73 1101+Změna b: Navrhování zděných konstrukcí, s ukončením její platnosti v březnu 2010. Dle tabulky 2B, této zrušené normy, je možné dohledat výpočtovou pevnost kamenného zdiva v dostředném a mimostředném tlaku při porušení zdiva v kusových stavivech nebo ve spárách. Při vstupních údajích ohledně kyklopského zdiva (pevnost kamene 24,5 MPa, malty 1,5 MPa) je výpočtová pevnost zdiva cca 0,5 MPa.

6. Závěrečné hodnocení

Na základě provedeného stavebně technického průzkumu spodní stavby mostního objektu ev.č. 27515-7 Most přes Klenici za Kolomuty, lze konstatovat:

Spodní stavba mostního objektu je provedena z kamenného zdiva z nepravidelných kusů kamene (tzv. kyklopského zdiva). Spáry zdiva mají šířku 20-35 mm a v minulosti byly povrchově sanovány – přespárováním cementovou maltou. Šířka (gravitačních) opěrných stěn je cca 1170 mm. Za opěrami byla zjištěna pouze jílovitá zemina, kamenné stěny tak pravděpodobně nejsou na rubu odvodněny. Úroveň základové spáry je cca 1200 mm pod povrchem plochých kamenů, které byly použity pro zpevnění částí břehů pod mostním objektem. Zpevnění břehů pod mostem je v současné době překryto naplaveninami a sesutou zeminou z přilehlých pozemků, výška naplavenin je 400-800 mm. Celková výška konstrukcí opěr je pak cca 3350 mm. Na opěře č. 2 (směr Plazy) bylo pozorováno nerovnoměrné dosedání a rozvolnění zdiva opěry (v šířce 2,8 m), které se projevilo převážně trhlinami ve spárách zdiva. Uvolnění kamenných bloků bylo dále pozorováno i v jiných částech opěr, nejednalo se však o plošné poškození rozsáhlejší části konstrukce.

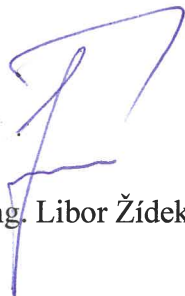
Kamenné bloky zdiva jsou tvořeny jemně až středně zrnitými pískovci, u kterých jsou hlavní horninovou hmotou křemenná zrna. Použité pískovce mají rozdílné stupně zvětrávání a nasákavosti. U některých bloků jsou také viditelné trhliny na povrchu kamenných bloků. Ve vnitřních částech opěrných stěn byly zjištěny pouze kamenné úlomky menších tvarů, které byly prolity vápenocementovou maltou nebo nekvalitním betonem. Materiál pojiva se ve většině případů rozplavil při jádrovém vrtání, kdy vrtací korunka byla chlazena vodou. Ve zbytcích malty a výplňového betonu, které částečně zůstaly uchycené na vzorcích kamene, byly identifikovány produkty síranové koroze. Po odstranění cementové malty z povrchově sanovaných spár zdiva, byly v některých místech zjištěny dutiny, kde chyběla původní i dodatečně aplikovaná malta. Provedená sanace měla spíše estetický než statický charakter.

Kyklopské zdivo není možné hodnotit dle ČSN EN 1996-1-1+A1. Z dostupných norem, lze pouze odhadnout pevnost kamenného zdiva z ČSN 73 1101+Změna b: Navrhování zděných konstrukcí, s ukončením její platnosti v březnu 2010. Dle tabulky 2B, této zrušené normy, je možné dohledat výpočtovou pevnost kamenného zdiva v dostředném a mimostředném tlaku při porušení zdiva v kusových stavivech nebo ve spárách. Při vstupních údajích ohledně kyklopského zdiva (pevnost kamene 24,5 MPa, malty 1,5 MPa) je výpočtová pevnost zdiva cca 0,5 MPa.

S ohledem na aktuální poškození kamenného zdiva spodní stavby a zvažovanou výměnu nosné konstrukce, doporučujeme provést demolici celého mostního objektu, kdy spodní stavba bude mít shodnou plánovanou životnost s nosnou konstrukcí mostu. Malta stávajícího kamenného

zdiva již ztratila vazebnou schopnost a v její struktuře byly identifikovány produkty síranové koroze. U opěry (směr Plazy) bylo, na cca 40% objemu opěry, pozorováno nerovnoměrné dosedání a rozvolnění zdiva. K dalšímu rozvolnění zdiva může dojít i při odstraňování nosné konstrukce mostu, která v podstatě ztužuje stávající zdivo opěr. V případě požadavku na zachování zdiva je nutné počítat s tím, že samotnou výměnu malty lze provést pouze částečně, a to jen do určité hloubky (reálně do cca 100-300 mm). Současně by se musela provést injektáž v zadní části zdiva, která je také poměrně problematická. Ve skladbě zdiva nebyly pozorovány volné dutiny, kromě těch, které byly způsobeny rozplavením malty od jádrového vrtání. Nízkoviskózní injektáž by tak musela zpevnit stávající degradovanou maltu – to předpokládá velkou četnost vrtů a min. tří délek navrtávek. Poslední možností je rozebrání stávajících konstrukcí opěr, její přeskládání a uložení do kvalitní cementové malty.

V Ostravě dne 26.4.2021



Ing. Libor Žídek



TECHNICKÝ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV STAVEBNÍ PRAHA, s.p.
® Technical and Test Institute for Construction Prague

Akreditovaná zkušební laboratoř, Autorizovaná osoba, Notifikovaná osoba, Oznámený subjekt, Subjekt pro technické posuzování, Certifikační orgán, Inspekční orgán / Accredited Testing Laboratory, Authorised Body, Notified Body, Technical Assessment Body, Certification Body, Inspection Body.

Centrální laboratoř - zkušebna Ostrava

U Studia 14, 700 30 Ostrava – Zábřeh, Česká republika

tel.: +420 595 707 200, +420 595 707 242, e-mail: zamecnikova@tzus.cz, www.tzus.eu



zkušební laboratoř č. 1018.3
akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2018

PROTOKOL

č. 070-059357

o zkoušce stanovení pevnosti kamene v tlaku na jádrových vývrtech z akce
„Most ev. č. 27515-7 přes Klenici za Kolomuty – spodní stavba“

Výrobce: **STP Group, s.r.o.**
Adresa: **Švabinského 1749/19**
702 00 Ostrava
IČO: **07980191**
Výrobce: **STP Group, s.r.o.**
Adresa: **Švabinského 1749/19**
702 00 Ostrava
Zkušební vzorek: **VZ070210211**
Zakázka: **Z070210036**

Počet stran protokolu včetně strany titulní: 3

Počet stran příloh: -

Vypracoval:

Ing. Bohdan Sousedík
zkušební technik – specialista

Schválil:



Ing. Bohdana Zámečnicková
vedoucí zkušebny

Výtisk č.: 1
Počet výtisků: 3

Ostrava, dne 19. 04. 2021

razítko zkušební laboratoře č. 1018.3

Prohlášení: 1) Výsledky zkoušek v tomto protokolu uvedené se vztahují pouze ke zkoušenému předmětu a nenahrazují jiné dokumenty
2) Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře se nesmí protokol reprodukovat jinak než celý.
3) Laboratoř neodpovídá za výsledek, pokud by mohl být ovlivněn informací poskytnutou objednavatelem (v protokolu označená *).

Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p., Centrální laboratoř

Nemanická 441, 370 10 České Budějovice

Bankovní spojení: Komerční banka, Praha 1

tel.: +420 387 023 211

č. účtu: 1501-931/0100

www.tzus.eu

e-mail: pilarova@tzus.cz

Zapsáno v obchodním rejstříku u Městského soudu v Praze, oddíl ALX, vložka 711, IČO: 00015679, DIČ: CZ00015679

1. Údaje o vzorku

Číslo vzorku: VZ070210211
Vzorek: Pískovcové jádrové vývrty o průměrech cca 75 mm
Objednávka: O-210102
Datum odběru: 30. 03. 2021*
Místo odběru: Most ev. č. 27515-7 přes Klenici za Kolomuty – spodní stavba*
Metoda odběru: *Neuvedeno*

* Informace byla poskytnuta výrobcem.

Údaje o podmínkách při odběru, příp. plán a postup odběru, jméno pracovníka provádějícího odběr jsou uvedeny v zápisu o odběru vzorků, který je uložen ve zkušebně.

Výsledky zkoušek se vztahují ke vzorku, jak byl přijat.

2. Zkušební metody

Identifikace zkušební metody		Název zkušební metody
ČSN EN 1926, čl. 1 až 10	Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení pevnosti v prostém tlaku	Stanovení pevnosti v tlaku

Doplnění, odchylky nebo vyloučení z normového postupu nebo použití nenormových metod: nebyly uplatněny.

3. Výsledky zkoušek

Zkoušky byly provedeny dne: 15. 04. 2021
Místo provedení zkoušek: Laboratoře zkušebny Ostrava
Zkoušky vykonali: Ing. Bohdan Sousedík

Údaje o podmínkách při provádění zkoušky a o použitém zkušebním zařízení jsou uvedeny v záznamech o zkoušce. Použité přístroje a měřidla jsou ověřovány a kalibrovány podle platného plánu zkušebny Ostrava.

3.1 Stanovení pevnosti kamene v tlaku dle ČSN EN 1926

Označení vzorku v laboratoři	Označení vzorku při odběru	Průměr vzorku	Výška vzorku	Tlačná síla	Pevnost v tlaku (na vývrtnu)
		mm	mm	kN	MPa
1	1-1	74,06	77,75	152,31	35,4
2	1-2A	73,90	78,98	481,79	112,3
3	1-2B	73,74	79,91	223,56	52,3
4	1-3A	73,76	80,16	260,36	60,9
5	1-3B	73,85	78,76	710,47	165,9

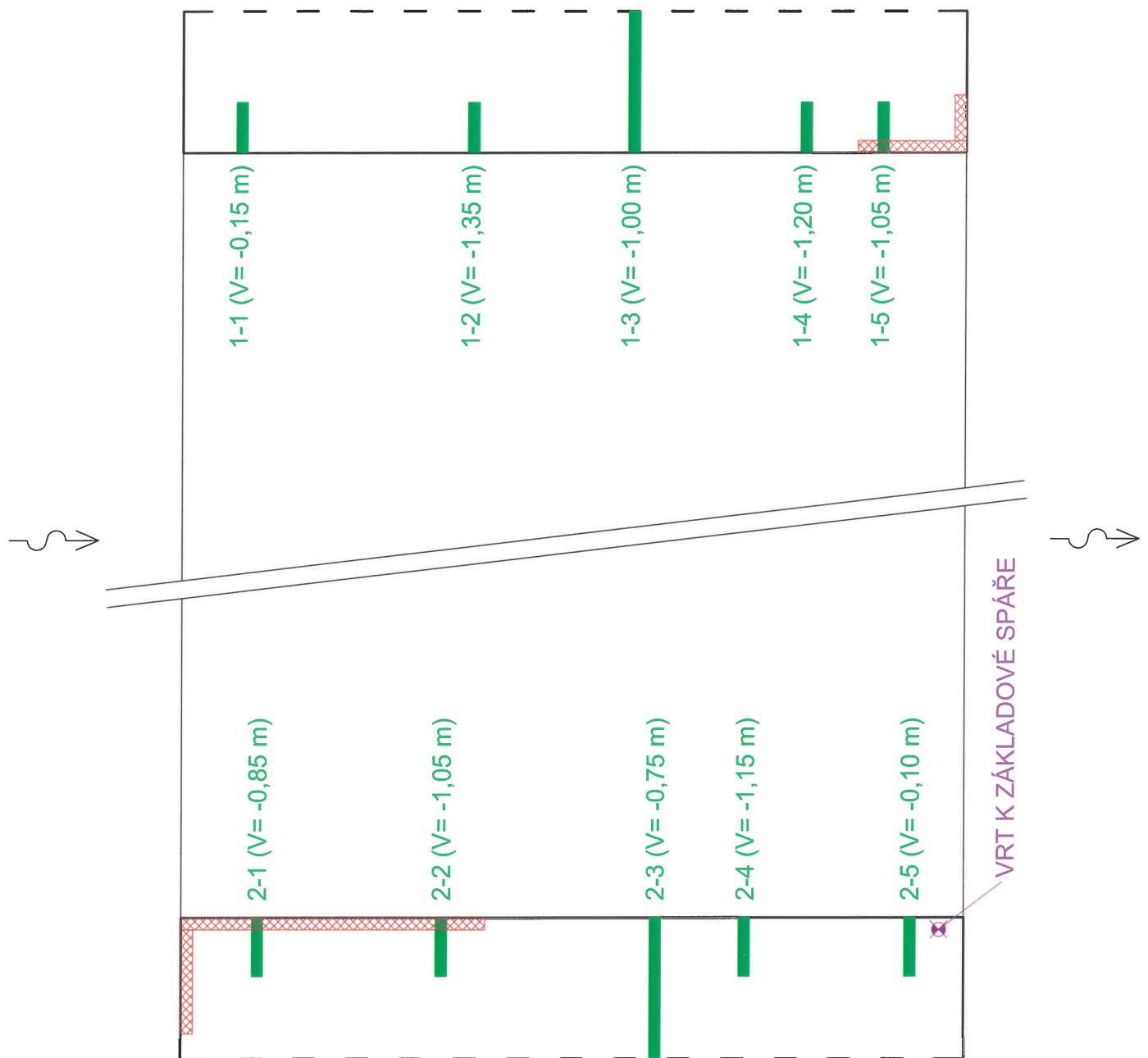


Označení vzorku v laboratoři	Označení vzorku při odběru	Průměr vzorku	Výška vzorku	Tlačná síla	Pevnost v tlaku (na vývrtu)
		mm	mm	kN	MPa
6	1-3C	73,83	80,59	143,16	33,4
7	1-4	73,98	78,90	391,81	91,2
8	1-5A	73,99	77,96	258,42	60,1
9	1-5B	73,90	74,99	184,12	42,9
10	2-1	73,47	77,81	191,46	45,2
11	2-2	73,60	77,85	269,75	63,4
12	2-3A	73,55	79,80	297,59	70,0
13	2-3B	72,71	79,63	131,34	31,6
14	2-3C	73,50	78,15	263,33	62,1
15	2-4	73,47	80,40	324,24	76,5
16	2-5	73,95	77,80	165,47	38,5

KONEC PROTOKOLU



PŘÍLOHA Č. 2: SCHÉMA A LOKALIZACE ZKUŠEBNÍCH MÍST



Příloha č. 3: Fotodokumentace



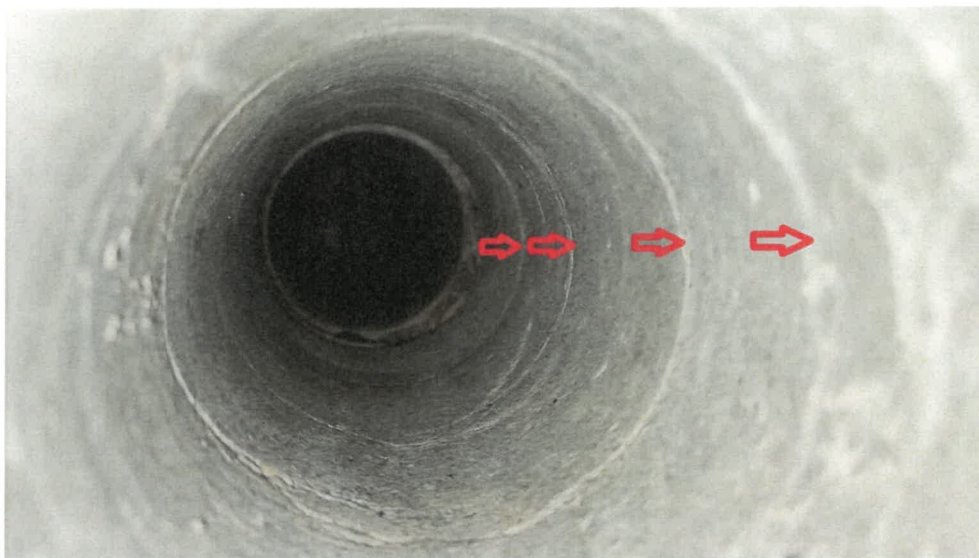
Obr. 1: Pohled na mostní objekt – nátoková strana mostu.



Obr. 2: Pohled na opěru č. 1 (směr Kolomuty). Ve zdících prvcích kamenného zdiva jsou viditelné sondy po odběrech jádrových vývrtů 1-1 až 1-5.



Obr. 3: Pohled na sondu po odběru jádrového vývrtu 1-2.



Obr: 4: Pohled do sondy po odběru jádrového vývrtu 1-2.
Struktura pískovce je výrazně rozrušená svislými trhlinami (podél ploch vrstevnatosti).



Obr: 5: Ověření tloušťky opěry (směr Kolomuty) bylo provedeno pomocí jádrového vývrtu č. 1-3.
Tloušťka konstrukce opěry je 1170 mm.



Obr: 6: Pohled na sondu po odběru jádrového vývrtu 1-5.



Obr. 7: Pohled do sondy po odběru jádrového vývrtnu 1-5.
Při odběru jádrového vývrtnu docházelo k rozplavování pojiva i degradovaných úlomků kamene, které byly umístěny ve střední části konstrukce opěry.



Obr. 8: Odběr jádrového vývrtnu z opěry č. 2 (směr Plazy).



Obr. 9: Odběr jádrového vývrtnu č. 2-3, který byl prováděn přes celou tloušťku opěry (směr Plazy).



Obr. 10: Detail výnosu jádrového vývrtnu č. 2-3. Materiál některých kusovitých částí pískovce a pojiva se při odběru jádrového vývrtnu zcela rozplavil.



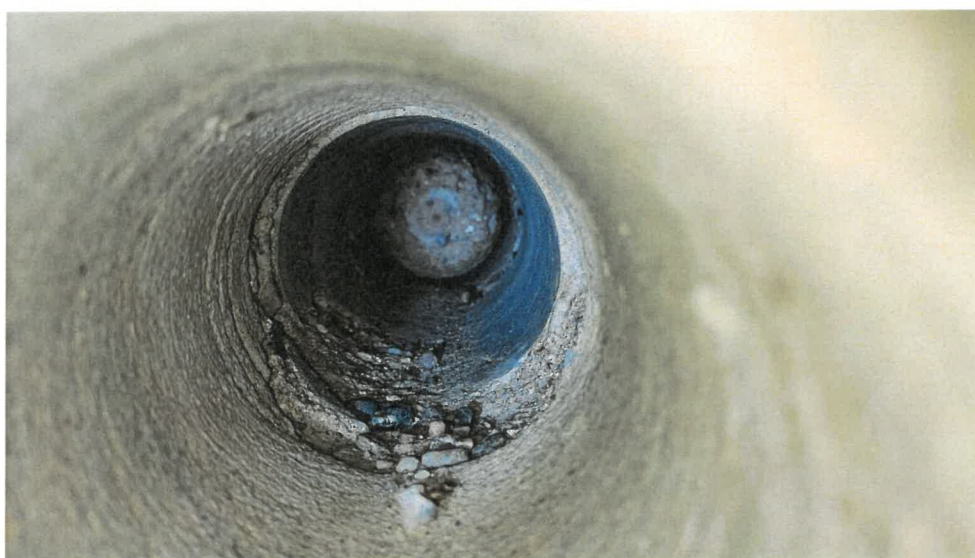
Obr. 11: Pohled na sondu po odběru jádrového vývrtnu 2-1.



Obr. 12: Pohled do sondy po odběru jádrového vývrtnu 2-1. Při odběru jádrového vývrtnu docházelo k rozplavování pojiva i degradovaných úlomků kamene, které byly umístěny ve střední části konstrukce opěry.



Obr: 13: Pohled na sondu po odběru jádrového vývrtu 2-2.



Obr: 14: Pohled do sondy po odběru jádrového vývrtu 2-2.

Při odběru jádrového vývrtu docházelo k rozplavování pojiva i degradovaných úlomků kamene, které byly umístěny ve střední části konstrukce opěry.



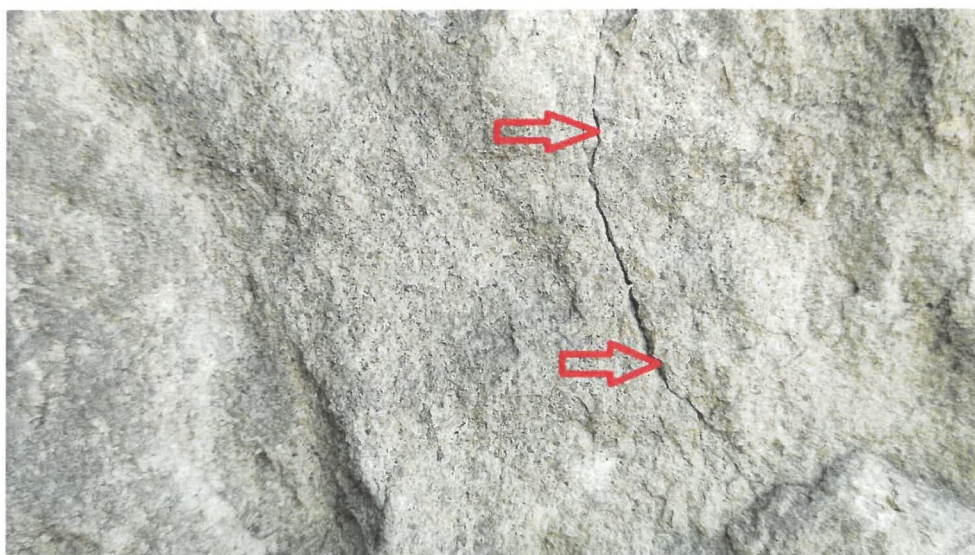
Obr: 15: Poškození soudržnosti (rozvolnění) kamenného zdiva u opěry č. 2 (směr Plazy).



Obr. 16: Detail poškození soudržnosti (rozvolnění) části kamenného zdiva u opěry č. 2 (směr Plazy).



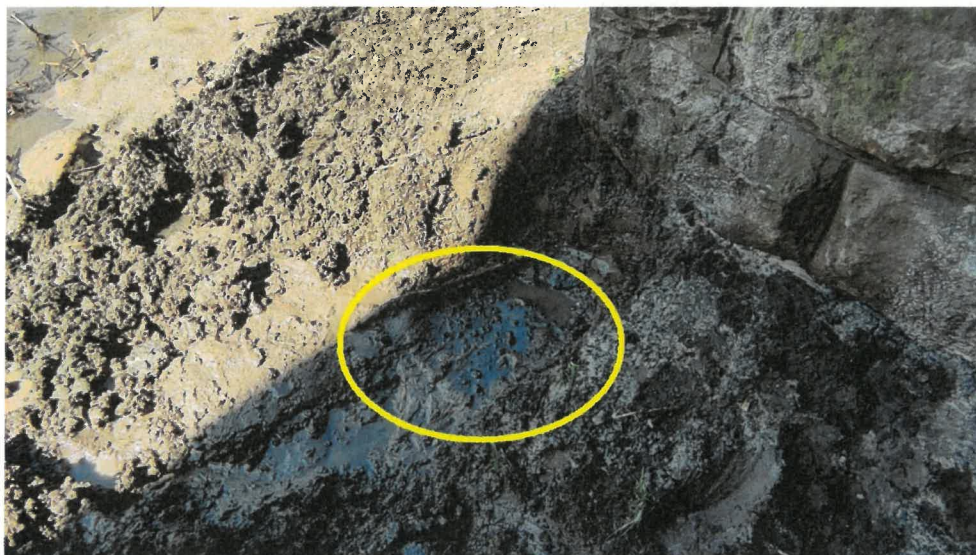
Obr. 17: Trhliny (pukliny) ve zdicím prvku opěry č. 2 (směr Plazy). Odborným odhadem lze, dle hran lomových ploch, určit staří trhlin na více než 10 let.



Obr. 18: Trhlina (puklina) ve zdicím prvku opěry č. 2 (směr Plazy). Odborným odhadem lze, dle čerstvých hran lomových ploch, určit staří trhliny do 3 let.



Obr. 19: Ověření pevnosti malty v ložné spáře pomocí Kučerovy vrtačky. Z povrchu spáry byla předem odvrtná opravná vrstva cementové malty, vlastní zkouška byla následně provedena na původním pojivu.



Obr. 20: Obnažení plochých kamenů, které byly použity na zpevnění břehu pod mostní konstrukcí. Výška naplavenin v této části mostu byla cca 400 mm.



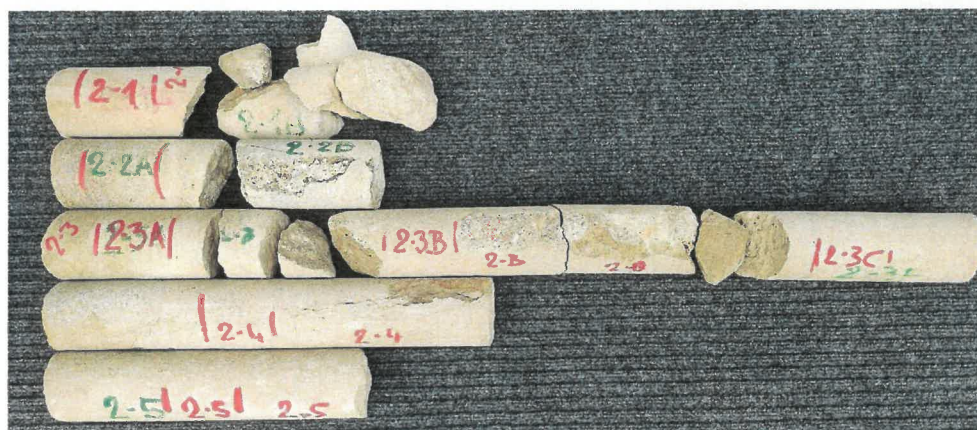
Obr. 21: Ověření hloubky založení mostní opěry pomocí navrtávky prodlouženým vrtákem.



Obr. 22: Ověření hloubky založení mostní opěry pomocí navrtávky prodlouženým vrtákem.



Obr. 23: Pohled na jádrové vývrty 1-1 až 1-5, které byly odebrány z opěry č. 1 (směr Kolomuty).



Obr. 24: Pohled na jádrové vývrty 2-1 až 2-5, které byly odebrány z opěry č. 2 (směr Plazy).