

Objednatel: Ing. Marek Pelant

VPÚ DECO PRAHA a.s.

Podbabská 1014/20

160 00 Praha 6

T: + 420 730 857 700

pelant@vpupraha.cz



Stavebně technický průzkum mostu evid. č. 33736 – 1 v obci Kamenné mosty

Zpracoval:

Ing. Zdeněk Vávra
autorizovaný inženýr

.....

Schválil:

Doc. Ing. Jiří Dohnálek, CSc.
autorizovaný inženýr a soudní znalec

.....

Praha, duben 2015

Obsah

1. Úvod.....	3
2. Popis konstrukce	3
3. Provedené zkoušky a jejich výsledky	4
3.1. Vizuální prohlídka.....	4
3.2. Provedené sondy a popis jádrových vývrtů.....	4
3.3. Stanovení pevnosti v tlaku kamenných zdících prvků	7
3.4. Stanovení kvality zdící malty pomocí indentoru	7
3.5. Stanovení pevnosti zdiva	8
4. Závěry.....	8

- I. Tabulky provedených zkoušek
- II. Schéma sondy k základové spáře
- III. Fotodokumentace

1. Úvod

Na základě smlouvy s firmou VPÚ DECO a.s. byl proveden stavebně technický průzkum kamenného mostu evid. č. 33736 – 1 v obci Kamenné mosty.

Po dohodě s objednatelem byl STP zaměřen na stanovení dimenzí jednotlivých částí mostu, na stanovení pevnosti zdících prvků a pevnosti zdící malty. Současně byla provedena vizuální prohlídka.

Do stavebně technického průzkumu byly zařazeny následující terénní a laboratorní zkoušky:

- Vizuální prohlídka jednotlivých částí konstrukce vč. fotodokumentace
- Stanovení pevnosti zdící malty v tlaku indentorem
- Sonda k základové spáře
- Odběr JV z vrcholu klenby
- Odběr JV z navazujících zdí
- Destruktivní stanovení pevnosti v tlaku na odebraných JV

Podkladem pro stavebně technický průzkum byla běžná prohlídka mostu BMP z 11/2014 (PONTEX s.r.o.), mostní list objektu, starší fotodokumentace a normy ČSN 73 6221 – Prohlídky mostů pozemních komunikací, ČSN ISO 13822 – Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí.

Předmětný most je kulturní památkou.

2. Popis konstrukce

Most evid. č. 33736 – 1 převádí komunikaci 3. třídy přes potok v obci Žleby – Kamenné mosty o celkové délce 37,55 m a šířce 6,1 m. Konstrukce mostu sestává ze třech vzájemně propojených masivních kleneb (3,1 m; 3,5 m; 4,0 m) z lomového kamene uložených do masivních pilířů spodní stavby. Jednotlivé otvory mostu jsou propojeny kamennými zdmi, které přecházejí do parapetních zdí nad úroveň vozovky. Konstrukce spodní stavby i konstrukce kleneb a parapetních zídek jsou opatřeny vrstvou torkretu. Založení mostu je na hlubinných základech, které jsou obetonovány do masivních pasů. Vozovka mostu je tvořena asfaltobetonovým krytem. Odvodnění mostu je realizováno chrliči umístěnými na úrovni vozovky.

3. Provedené zkoušky a jejich výsledky

Pro zjištění stávajícího stavu konstrukce mostu byly provedeny následující zkoušky. Nejprve byla provedena vizuální prohlídka konstrukce a na jejím podkladě byly rozmístěny sondy pro stanovení dimenzí jednotlivých částí konstrukce. Vzhledem k charakteru konstrukce byly dále stanoveny pevnostní charakteristiky zdících prvků a zdící malty. Současně byly provedeny sondy ke stanovení hloubky založení konstrukcí spodní stavby.

3.1. Vizuální prohlídka

Konstrukce mostu je tvořena masivními podpěrami, do kterých jsou opřeny klenby. Kamenné zdivo tvoří i spojující zdi. Mezi prostory jsou vyplněny zásypem. Celá konstrukce mostu je opatřena torkretem. Na konstrukcích spodní stavby nejsou patrné žádné poruchy, které by naznačovaly pokles podpor, nebo jiné potíže v základové spáře. Na celé konstrukci je patrná degradace vrstvy torkretu a to sítí trhlin a lokálním odpadáváním celé vrstvy torkretu.

Konstrukce kleneb jsou lokálně porušeny vypadávající zdící maltou. Současně jsou na spodním líci kleneb patrné průsaky vody spojené s výluhy pojiva. To indikuje porušení hydroizolačních vrstev mostu. Současně je patrné zanesení chrličů mostu, což ztěžuje odvod vody z povrchu konstrukce.

Konstrukce parapetních zídek jsou výrazně degradovány, dochází u nich k odpadávání vrstvy torkretu, jsou na nich patrné poměrně velké trhliny a rozpad zdiva. To vedlo v minulosti k lokálnímu nahrazení kamenných zdících prvků plnými cihlami. Součástí těchto lokálních oprav zdiva bylo s největší pravděpodobností i provedení vrstvy torkretu.

Konstrukce spodní stavby i nosné konstrukce, stejně jako parapetních zídek je porostlá mechy, řasami a náletovými travami. Okolí podpěr mostu je zarostlé náletovými stromky.

Konstrukce vozovky je po stranách v pásu cca 0,5 m od parapetních stěn porušena sítí trhlin a je zanesena směsí nečistot, která umožňuje uchycení trávy, mechů i vyšších rostlin.

Vzhledem k umístění mostu v rozlivovém území potoka dochází k přesunu zeminy v okolí podpěr mostu a to zejména v období zvýšené hladiny toku.

Vizuální prohlídka je doplněna fotodokumentací.

3.2. Provedené sondy a popis jádrových vývrtů

Na konstrukci mostu byly provedeny sondy, kterými bylo nutné ověřit několik parametrů. Tloušťku klenby, mocnost násypu nad klenbou a skladbu vozovky, tloušťku kamenné části

podpěr, tloušťku spojovací zdi a hloubku založení základů. Sondy byly prováděny operativně dle místních poměrů pomocí jádrového vrtání, pomocí příklepového vrtání vrtákem a sondami kopanými minirypadlem. Provedenými sondami byly zjištěny následující skutečnosti.

JV1 – odebraný ve vrcholu třetího oblouku (od Žleb) cca 800 mm od parapetní zdi - vozovka.

skladba vrstev:

- asfalt 70 mm
- zásyp (štěrk, písek) 450 mm
- kamenná klenba 450 - 500 mm

JV2 – odebraný ve vrcholu druhého oblouku (od Žleb) - vozovka.

skladba vrstev:

- asfalt 65 mm
- zásyp (štěrk, písek) 420 mm
- kamenná klenba 500 - 550 mm

JV3 – odebraný ve vrcholu prvního oblouku (od Žleb) - vozovka.

skladba vrstev:

- asfalt 75 mm
- zásyp (štěrk, písek) 380 mm
- kamenná klenba 450 - 550 mm

Dále byly odebrány JV z „opěr“ jednotlivých oblouků a ze spojující kamenné stěny mezi obloukovými otvory.

JV4 – odebraný z opěry oblouku 1 (od Žleb)

- kamenný zdící prvek 270 mm
- rozpadlá malta (alt. písek) 70 mm
- kamenný zdící prvek 250 mm
- zásyp (písek, štěrk) > 150 mm

JV5 – odebraný ze spojující stěny mezi oblouky 1 a 2

- kamenný zdící prvek 205 mm
- zásyp (písek, štěrk) > 600 mm

JV6 – odebraný z opěry oblouku 2 (od Žleb)

- kamenný zdící prvek 520 mm
- zásyp (písek, štěrk) > 250 mm

JV7 – odebraný ze spojující stěny mezi oblouky 2 a 3

- kamenný zdící prvek 330 mm
- zásyp (písek, štěrk) > 225 mm

JV8 – odebraný z opěry oblouku 3 (od Žleb)

- kamenný zdící prvek 330 mm
- zásyp (písek, štěrk) > 350 mm

JV9 – odebraný ze spojující stěny za obloukem 3

- kamenný zdící prvek 320 mm
- zásyp (písek, štěrk) > 300 mm

S1 - Sonda k základové spáře u paty opěry 1

- kamenná opěra je uložena na betonovém prahu
- betonový práh 360 mm
- kamenné zdívo 660 mm
- kamenné lože 300 mm

Hloubka základové spáry pod horním lícem betonového prahu je 1320 mm.

Kamenné zdící prvky, které byly zasaženy při odběru JV v sobě mají lokální diskontinuity, které mohou mít vliv na celkovou pevnost zdiva.

Vzhled jednotlivých vývrtů a sondy je patrný z přiložené fotodokumentace.

3.3. Stanovení pevnosti v tlaku kamenných zdících prvků

Odběr jádrových vývrtů byl proveden lehkou přenosnou jádrovou vrtačkou, osazenou korunkovým diamantovým vrtákem s vodním výplachem. Průměr odebraných jader je cca 50 mm.

Jádrové vývrty byly nejprve vizuálně posouzeny, a to z hlediska hutnosti a přítomnosti poruch. Následně byly fotograficky zdokumentovány. Připravené jádrové vývrty byly zaříznuty v závislosti na délce odebraného tělesa tak, aby štíhlost těles byla přibližně 1,0 resp. vyšší. Takto vzniklá válcová tělesa byla změřena a zvážena, poté byla okoncována speciální rychletuhnoucí sírovou směsí podle ČSN 73 1329 a odzkoušena na pevnost v tlaku podle ČSN 73 1317.

Průměrná pevnost jádrových vývrtů (\varnothing 54 mm) odebraných z **kleneb mostu** je **83,30 MPa**, směrodatná odchylka je 5,0 MPa a variační koeficient 6,00 %.

Průměrná pevnost jádrových vývrtů (\varnothing 54 mm) odebraných z **podpěr mostu** je **89,21 MPa**, směrodatná odchylka je 32,9 MPa a variační koeficient 36,90 %. Velká směrodatná odchylka je dána jedním ze vzorků, kde byla rovněž mírná diskontinuita, přesto byl vzorek použit, aby bylo možné výsledky vyhodnotit.

Zjištěné válcové pevnosti z jednotlivých zkoušek jsou uvedeny v příložených tabulkách.

3.4. Stanovení kvality zdící malty pomocí indentoru

Principem metody stanovení pevnosti zdící malty pomocí indentoru, je zarážení definovaného válcového hrotu (průměr 4 mm) normovou 1 kg palicí ze vzdálenosti 100 mm do zdící malty. Měřeným parametrem je počet úderů, které jsou zapotřebí k zarážení indentoru do hloubky 5 mm. Tento parametr je převáděn pomocí kalibračního vztahu na pevnost malty v tlaku.

Pevnost zdící malty byla ověřována na 12 zkušebních místech rovnoměrně rozmístěných po konstrukci.

Pevnost zdící malty v **kamenného mostu** dosahuje následujících hodnot. Průměrná pevnost malty je **0,35 MPa**, směrodatná odchylka je 0,06 MPa a variační koeficient je 16,3 %.

Jednotlivé hodnoty jsou patrné z příložených tabulek.

3.5. Stanovení pevnosti zdiva

Z provedených zkoušek na zdících prvcích a zdící maltě lze stanovit charakteristickou pevnost zdiva. Výpočet byl proveden dle ČSN ISO 13822 (73 0038) s použitím ČSN EN 1996 – 1 – 1 tab. 3.3. Dle vzorce:

$$f_k = K \cdot f_b^\alpha \cdot f_m^\beta, \text{ dále } f_k = 0,45 \cdot f_b^{0,65} \cdot f_m^{0,25};$$

$$\text{tj. } f_k = 0,45 \cdot 86,26^{0,65} \cdot 0,35^{0,25} = 6,27 \text{ MPa}$$

S přihlédnutím k ostatním charakteristikám zdiva je možné stanovit materiálový koeficient zdiva dle následujícího vzorce.

$$\gamma_m = \gamma_{m1} \cdot \gamma_{m2} \cdot \gamma_{m3} \cdot \gamma_{m4} = 2,5 \cdot 1,1 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 2,46$$

Charakteristická pevnost zdiva je na základě těchto výsledků 6,27 MPa. Je nutné podotknout, že zdivo nevykazuje zásadní poruchy, ale je třeba vzít v úvahu především nízkou pevnost zdící malty a lokální zatékání do konstrukce klenby. Současně je potřeba vzít v úvahu, že odvození vzorců bylo provedeno pro zdivo z plných cihel.

4. Závěry

Provedenými zkouškami byly zjištěny dimenze hlavních prvků konstrukce mostu (klenba, násyp nad klenbou, podpěry, spojovací zdi a také byla stanovena hloubka základové spáry. Tyto informace jsou shrnuty v odst. 3.2. Současně byly stanoveny pevnostní charakteristiky zdiva mostu. Podle očekávání je rozhodujícím faktorem pevnost zdící malty, které významně ovlivňuje celkovou pevnost zdiva (při použití výpočtu dle ČSN ISO 13822 resp. ČSN EN 1996 – 1 – 1). Zdící prvky mají vysokou pevnost v tlaku, která může být ovlivněna diskontinuitami jednotlivých prvků. Pro celkovou trvanlivost mostní konstrukce je významná přítomnost vody v konstrukci a zejména její pohyb skrz konstrukci a její trvalá přítomnost v jednotlivých částech konstrukce. Pronikání vody do konstrukce klenby a jejího zásypu z povrchu mostu má negativní vliv na vazné schopnosti zdící malty. Průnik vody vede ke korozi I. druhu dle Moskvina a to vyluhováním vazných součástí malty dešťovou (hladovou) vodou. Dalším druhem negativního působení jsou fyzikální procesy a to zejména cyklické působení mrazu a chemických rozmrazovacích látek. Tyto procesy vedou k rozpadu zdící

malty a doplňků zdiva zejména z plných cihel a nasákavých druhů kamene. Také dochází k mrazovému porušování vrstvy torkretu. Třetím významným korozním procesem je biokoroze. Jedná se o fyzikální i chemické působení rostlin (trávy, mechy, menší keře). Porušena je zejména konstrukce vozovky a parapetní zdi mostu.

Pro prodloužení životnosti mostu je nezbytné provést obnovu vrstev vozovky a provedení hydroizolací. Současně je nutné provést přespárování zdiva a zvážit odstranění celoplošného uzavření mostu stříkaným betonem, ke kterému došlo v minulosti.

I. Tabulky provedených zkoušek

Výsledky zkoušek jádrových vývrtů

Akce:
Konstrukce:
Datum zkoušky:
Teplota vzduchu:
Zkušební přístroj:

Most přes potok v obci Kamenné Mosty

Stěna mostního oblouku č. 1, 2 a 3

26.3.2015

20°C

lis EDT 1600

číslo vzorku dle ZL	označení vzorku objednatel m	průměr d [mm]	výška h [mm]	výška po koncování h _k [mm]	λ h _k / d	K _λ	hmotnost m [g]	objemová hmotnost m / V [kg/m ³]	pevnost v tlaku		poznámka
									F [kN]	f _{cyl} [MPa]	
202/15	JV 1	54,50	68,33	74,21	1,362	1,077	403,11	2529	164,12	77,83	kámen
203/15	JV 2	54,30	70,21	76,11	1,402	1,072	412,74	2539	182,62	87,63	kámen
204/15	JV 3	54,35	69,69	74,35	1,368	1,076	409,81	2535	177,01	84,46	kámen
Průměr								2534		83,30	
Směrodatná odchylka								4,9		5,0	
Variační koeficient								0,19%		6,00%	

$$f_{cyl} = \frac{F}{A \times K_d \times K_\lambda}$$

A - průřezová plocha zkušebních těles

F - síla na mezi porušení

K_d - koeficient zohledňující průměr jádrového vývrtu

K_λ - koeficient zohledňující štíhlost jádrového vývrtu

f_{cyl} - válcová pevnost na tělese s průměrem 150 mm a štíhlostí λ = 2,0

Zkoušku provedl: BETONCONSULT, s.r.o.

Výsledky zkoušek jádrových vývrtů

Akce:
Konstrukce:
Datum zkoušky:
Teplota vzduchu:
Zkušební přístroj:

Most přes potok v obci Kamenné Mosty

Stěna mostního oblouku č. 1, 2 a 3

26.3.2015

20°C

lis EDT 1600

číslo vzorku dle ZL	označení vzorku objednatel m	průměr d [mm]	výška h [mm]	výška po koncování h _k [mm]	λ h _k / d	K _λ	hmotnost m [g]	objemová hmotnost m / V [kg/m ³]	pevnost v tlaku		poznámka
									F [kN]	f _{cyl} [MPa]	
205/15	JV 4	54,43	137,22	141,00	2,590	0,982	971,21	3042	226,41	117,98	kámen
207/16	JV 6	54,30	97,93	101,42	1,868	1,011	660,01	2910	104,76	53,31	kámen
209/15	JV 8	54,52	117,65	120,76	2,215	0,994	725,77	2642	187,62	96,34	kámen
Průměr								2865		89,21	
Směrodatná odchylka								203,5		32,9	
Variační koeficient								7,10%		36,90%	

$$f_{cyl} = \frac{F}{A \times K_d \times K_\lambda}$$

A - průřezová plocha zkušebních těles

F - síla na mezi porušení

K_d - koeficient zohledňující průměr jádrového vývrtu

K_λ - koeficient zohledňující štíhlost jádrového vývrtu

f_{cyl} - válcová pevnost na tělese s průměrem 150 mm a štíhlostí λ = 2,0

Zkoušku provedl: BETONCONSULT, s.r.o.

Stanovení pevnosti malty v tlaku nedestruktivně

Akce: **Sondy do zdiva, most evid.č.33736-1**
Konstrukce:

Datum zkoušky: 19.3.2015
Typ zkušebního přístroje: Mechanický válcový indentor

Měřené místo	Počet úderů na zatlačení indentoru						Průměrný počet úderů	R _m [MPa]
Konstrukční prvek: <i>malta</i>								
1.	3	3	4				3	0,37
2.	1	3	4				3	0,27
3.	2	5	2				3	0,32
4.	3	3	5				4	0,42
Celkový průměr /MPa/								0,35
Směrodatná odchylka /Mpa/								0,06
Variační koeficient /%/								16,3

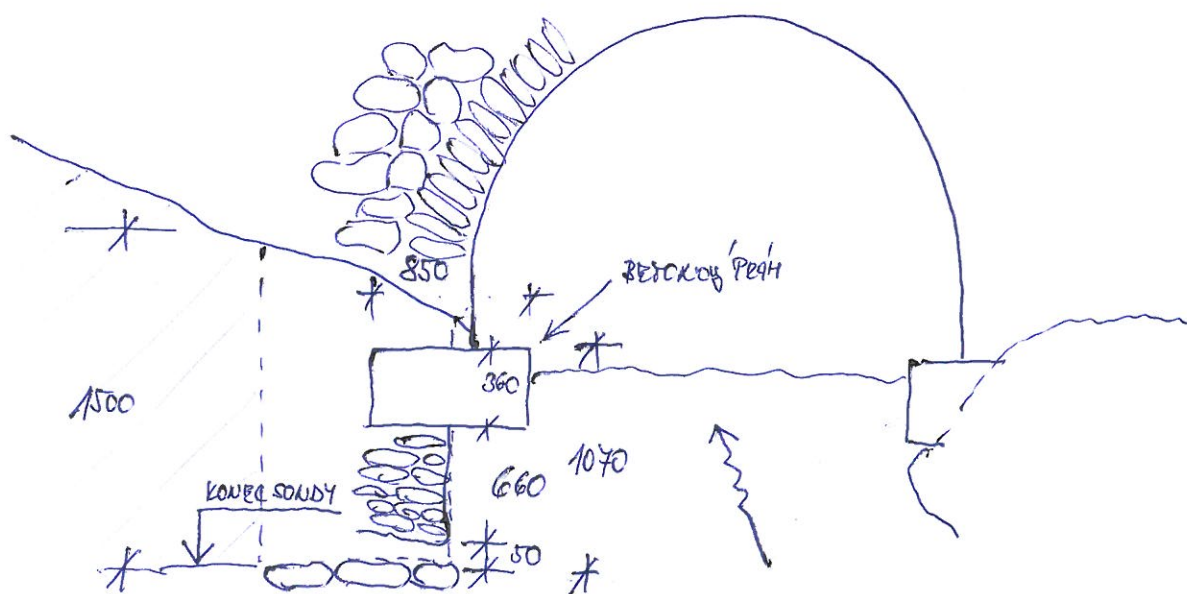
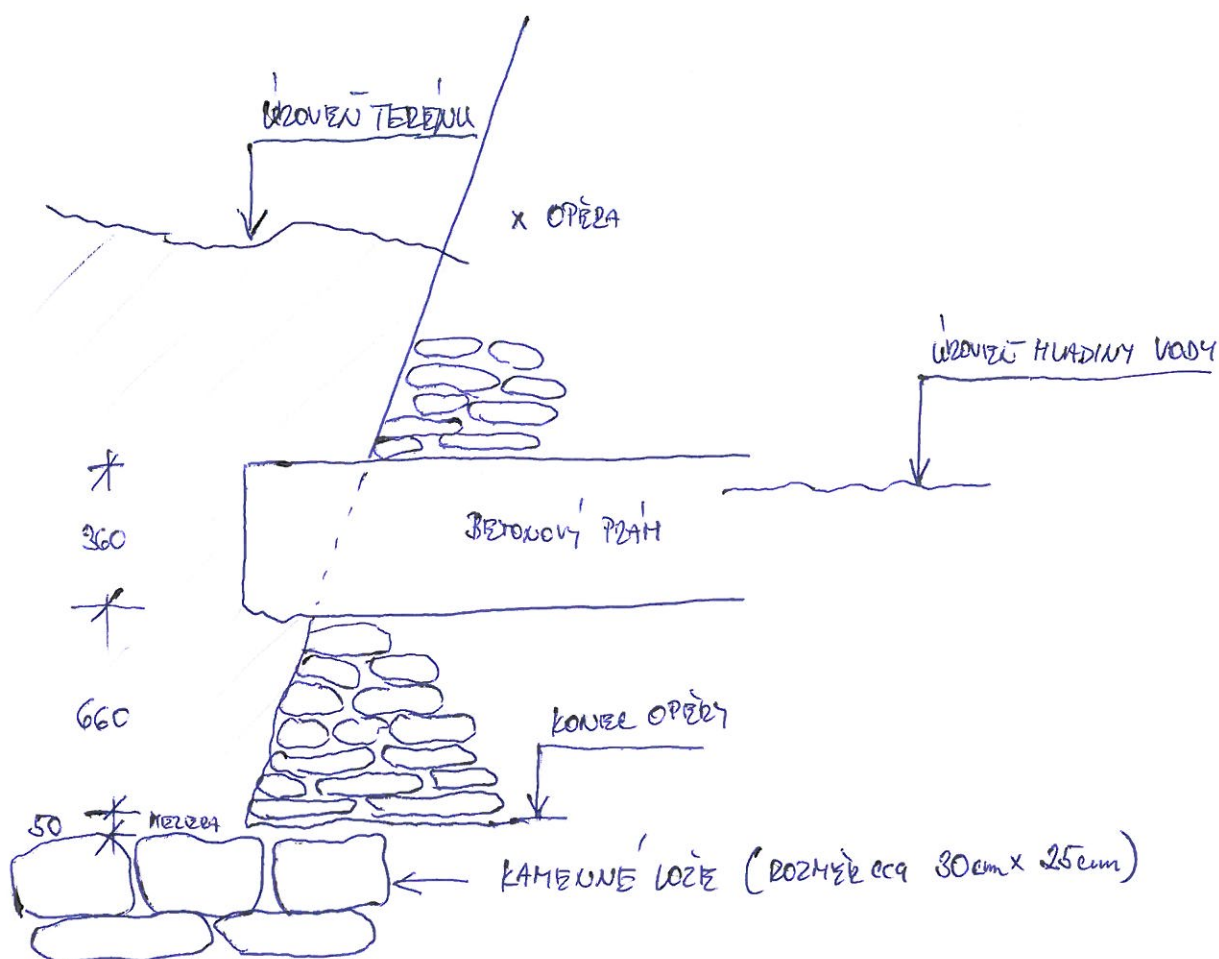
II. Schéma sondy k základové spáře



① Sonda k základovému stupni (pasu) 1x
obec Kamenne mosty

KAMENNÉ MOSTY - SONDA K ZAKLADU 21.3.2015

91



III. Fotodokumentace



01 pohled na most směr Žleby.jpg



02 pohled na most od Žlebů.jpg



03 situace na mostě.jpg



04 parapetní zídka.jpg



05 detail trhliny ve zdivu parapetní zídky.jpg



06 detail trhliny ve zdivu parapetní zídky.jpg



07 detail rozpadu zdiva parapetní zídky.jpg



08 detail rozpadu zdiva parapetní zídky.jpg



09 situace na povodní straně mostu.jpg



10 otvor č.1 povodní strana.jpg



11 otvor č. 3 povodní strana.jpg



12 otvor č. 1 návodní strana.jpg



13 otvor č.2 návodní strana.jpg



14 otvor č. 3 návodní strana.jpg



15 opěra č.1.jpg



16 situace na návodní straně.jpg



17 otvor č. 1 návodní strana.jpg



18 propojovací stěna mezi otvory 1 a 2 návodní strana.jpg



19 otvory 2 a 3 návodní strana.jpg



20 odběr JV.jpg



21 odběr JV.jpg



22 Odběr JV.jpg



23 odběr JV.jpg



24 sonda k základům.jpg



25 sonda k základům.jpg



26 sonda k základům.jpg



27 sonda k základům.jpg



28 sonda k základům.jpg



29 sonda k základům.jpg

Most přes potok v obci Kamenné Mosty

JV 1 – vozovka nad mostním obloukem č. 3

$\varnothing = 54$ mm, $l = 123$ mm



30 JV1.jpg



31 JV1.jpg

Most přes potok v obci Kamenné Mosty

JV 2 – vozovka nad mostním obloukem č. 3

$\varnothing = 54$ mm, $l = 152$ mm



32 JV2.jpg



33 JV2.jpg

Most přes potok v obci Kamenné Mosty

JV 3 – vozovka nad mostním obloukem č. 2

$\varnothing = 54$ mm, $l = 89$ mm



34 JV3.jpg

Most přes potok v obci Kamenné Mosty

JV 4 – stěna mostního oblouku č. 1

$\varnothing = 54$ mm, $l = 255$ mm



35 JV4.jpg

Most přes potok v obci Kamenné Mosty

JV 5 – mostní pilíř mezi obloukem č. 1 a 2

$\varnothing = 54$ mm, $l = 165$ mm



36 JV5.jpg



37 JV6.jpg



38 JV6.jpg



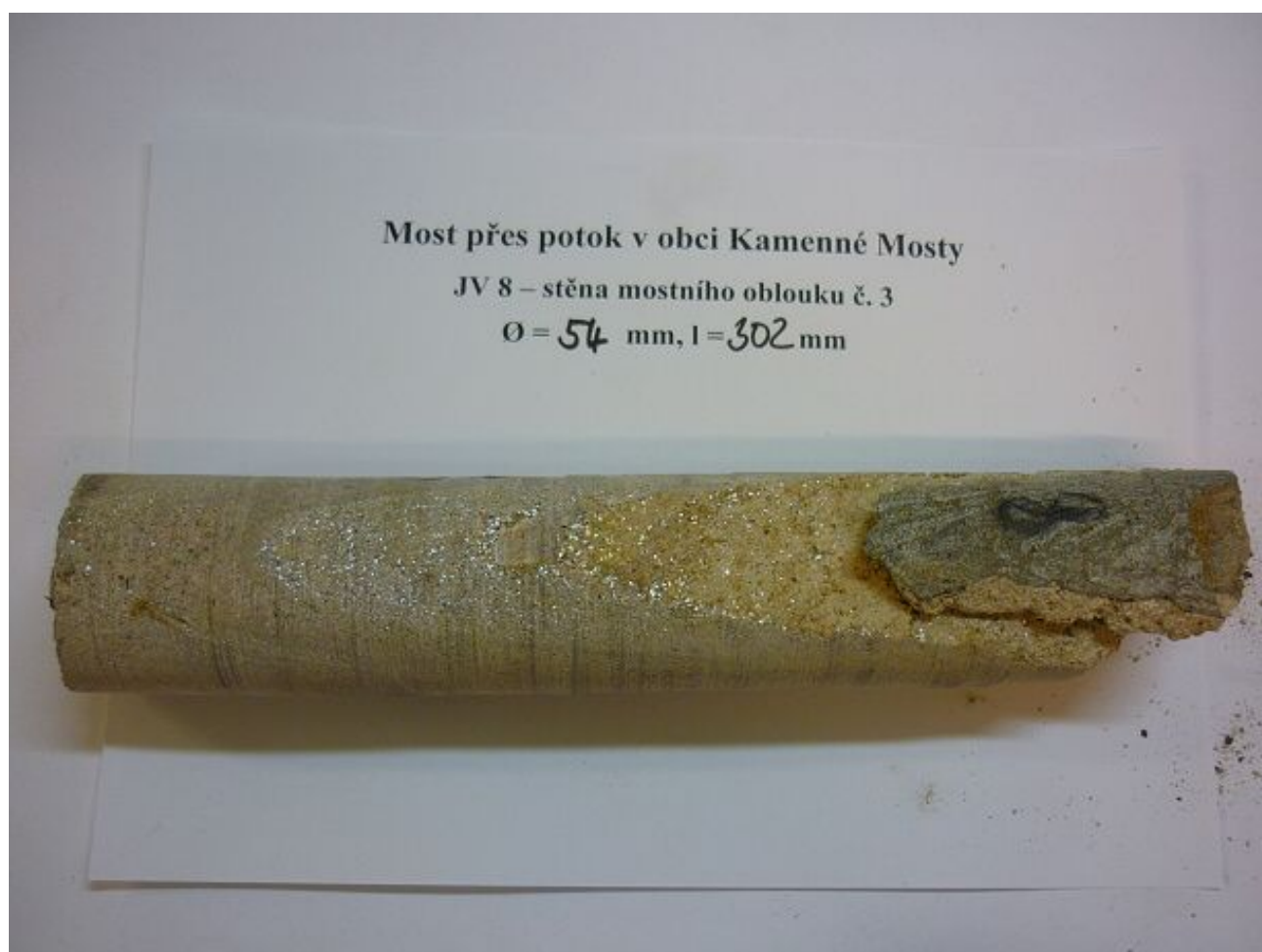
39 JV 6.jpg



40 JV 7.jpg



41 JV7.jpg



42 JV8.jpg



43 JV8.jpg



44 tabulka kulturní památka.jpg