



Vysoké učení technické v Brně
Fakulta stavební
Veveří 95, 602 00 Brno

a

Centrum AdMaS
Výzkumná skupina KDS
Proficentrum (12536) SZK
Purkyňova 139; 612 00 Brno

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

Diagnostický průzkum mostu ev. č. 13417-4 Počátky

Ing. Petr Žitň

odpovědný řešitel zakázky
smluvního výzkumu

doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.

vedoucí proficentra (12536) SZK

		Počet vyhotovení:	4
V Brně:	15. 04. 2019	Vyhotovení číslo:	0

1. ÚVODNÍ ČÁST

1.1 Údaje o zpracovateli

Řešitelská organizace:	Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební Veveří 95, 602 00 Brno
IČO:	00216305
DIČ:	CZ00216305
Pracoviště řešitele:	Centrum AdMaS Výzkumná skupina KDS Proficentrum (12536) SZK Purkyňova 139; 612 00 Brno
Vedoucí proficentra:	doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.
Vypracoval:	Ing. Petr Žítt tel.: +420 541 147 528 mobil: +420 777 281 289 email: petr.zitt@vutbr.cz
Diagnostika in-situ:	Ing. Petr Žítt Ing. Jaromír Láník, Ph.D. Dominik Lisztwan Jakub Niedoba

1.2 Údaje o objednateli

Objednatel:	Rušar mosty s.r.o. Slavíčková 1a 638 00 Brno IČ: 293 62 393
Objednávka ze dne:	22. 03. 2019 (elektronicky e-mailem)
Předmět řešení:	<p>Diagnostický průzkum jednotlivých součástí mostního objektu z hlediska skladby vozovky nad betonovou částí. Mocnosti jednotlivých kleneb nosné konstrukce mostu.</p> <p>Cílem diagnostiky předmětné mostní konstrukce je stanovit mocnosti a skladby jednotlivých součástí předmětné mostní konstrukce včetně zhodnocení kvality zabudovaných materiálů a popisu současného stavu objektu.</p>

1.3 Zkušební předpisy a postupy

Prováděné průzkumné práce in-situ a následné laboratorní zkoušky byly prováděny a vyhodnocovány v souladu s následujícími normovými předpisy:

[01]	ČSN ISO 13822	Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí
[02]	ČSN 73 0038	Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí - Doplnující ustanovení
[03]	ČSN EN 13791	Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a v prefabrikovaných betonových dílcích
[04]	ČSN EN 12504-1	Zkoušení betonu v konstrukcích Část 1: Vývrty - Odběr, vyšetření a zkoušení v tlaku
[05]	ČSN EN 12390-3	Zkoušení ztvrdlého betonu - Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles
[06]	ČSN EN 206	Beton. Vlastnosti, výroba, ukládání a kritéria hodnocení
[07]	Schmid P. a kol.	Základy zkušebnictví, skript FAST VUT v Brně
[08]	Fotodokumentace prací in-situ	

1.4 Použité přístroje, vybavení a software

[01]	Jádrová vrtačka HILTI DD 200 s příslušenstvím
[02]	Vrtací a bourací kladivo BOSCH s příslušenstvím (2x)
[03]	Tvrdoměr, Schmidt LB pro stanovení pevnosti zdících prvků
[04]	Upravená Kučerova vrtačka pro NDT zkoušky pevnosti malty
[05]	Digitální fotoaparát Canon PowerShot D30
[06]	Drobné příslušenství (svinovací metry, lihové značkovače, 1%-ní roztok fenolftaleinu apod.)
[07]	Okružní pila VECTOR osazena řezným kotoučem pro řezání betonu
[08]	Posuvné digitální měřítko MAHR s citlivostí 0,01 mm
[09]	Laboratorní váhy Sartorius, váživost 30 kg s citlivostí 0,1 g
[10]	Zkušební lis Form+Test
[11]	MS Office 2010

2. PŘEDMĚT

Předmětem předkládané zprávy je provedení stavebně technického a materiálového průzkumu spodní stavby (opěry) mostní konstrukce ev. č. 13417-4 v Počátkách.

Výstupem předkládané závěrečné zprávy bude podklad sloužící pro případný statický přepočet stávajících konstrukcí popř. jako podklad sloužící pro návrh sanačních opatření dotčených konstrukčních celků nebo pro případné odstranění vybraných konstrukcí a jejich nahrazení konstrukcemi novými. Předmětem předkládané závěrečné zprávy jsou výsledky stavebně-technického průzkumu spodní stavby dotčeného objektu provedeného na základě objednávky vystavené Ing. Jaromírem Rušarem ze dne 22. 03. 2019.

Předmětné diagnostické práce in-situ byly provedeny dne 28. 03. 2019. Laboratorní zkoušky pro stanovení pevnostních parametrů betonu byly provedeny ve dnech 04. – 05. 04. 2019.

Při realizaci zakázky byly provedeny následující úkony:

Betonová část mostu

- 1x sonda \varnothing 100 mm skladbou vozovky včetně průvrtu nosnou konstrukcí
- 1x odběr jádrového vývrtu \varnothing 100 mm z vybrané opěry za účelem prokázání kvality zabudovaných materiálů včetně laboratorní zkoušky pevnosti v tlaku na jedno vyrobeném zkušebním tělese
- 2x ověření tloušťky opěry vrtem vidiovým vrtákem \varnothing 25 mm
- vizuální kontrola stavu prefabrikovaných nosných prvků

Kamenná část mostu - klenba

- 2x sekaná sonda do povrchu kamenného zdiva včetně NDT zkoušek zdící malty
- 2x ověření tloušťky kamenné klenby vrtem vidiovým vrtákem \varnothing 25 mm
- vizuální kontrola stavu povrchu klenby, kvality spárování

Cihelná část mostu - klenba

- 2x NDT zkouška zdiva s využitím Schmitova tvrdoměru Typu LB a upravené Kučerovy vrtačky na předem obroušeném povrchu cihel
- 2x ověření tloušťky cihelné klenby vrtem vidiovým vrtákem \varnothing 25 mm
- Ověření tloušťky cihelné stěny nad myší dírou vidiovým vrtákem \varnothing 25 mm
- vizuální kontrola stavu povrchu klenby, kvality spárování

Betonová část „myší díra“

- 1x ověření tloušťky vybrané opěry „myší díry“ vidiovým vrtákem \varnothing 25 mm

3. METODIKA PROVÁDĚNÝCH ZKOUŠEK

3.1 Odběr jádrových vývrtů

Pro odběr všech jádrových vývrtů byl použit jádrový vrtací stroj HILTI DD 200 s příslušenstvím (jádrové korunky vnitřního \varnothing 100 mm, sada klíčů, ponorné čerpadlo v barelu s chladicí kapalinou, průmyslový vysavač Makita pro odsávání chladicí kapaliny a další). Jádrový stroj je ke konstrukci ukoťven přes OMO hmoždinu do předvrtaného otvoru vidiovým vrtákem \varnothing 25 mm. V průběhu provádění jádrového návrtu je diamantová korunka chlazená vodou.

3.2 Karbonatace betonu

Po odvrtání jádrového vývrtu a jeho vyjmutí z konstrukce byl proveden základní test karbonatace povrchových vrstev betonu 1%-ním roztokem fenoltaleinu. Zkarbonatovaná povrchová vrstva betonu se vizuálně nezmění, beton, který není napaden karbonatací se zbarví do sytě růžové až fialové barvy. Toto indikuje z hlediska karbonatace „zdravý beton“.

3.3 Výroba zkušebních těles, provedení a vyhodnocení zkoušek

V laboratorních podmínkách je vytipovaný odebraný vzorky betonu zdokumentovány (fotografie, popis a poloha případné převrtané výztuže, test karbonatace povrchu betonu). Vzorky jsou dále na okružní pile osazené diamantovým řezným kotoučem nařezány při mokřím řezání a zakončovány (ideálně v poměru průměr/výška 1:1).

Po osušení zkušebních těles (vysušení v přirozených laboratorních podmínkách) jsou vzorky změřeny s citlivostí alespoň na 0,1 mm, zváženy s přesností 0,1g a podrobeny zkoušce v tlaku v hydraulickém lisu Form+Test s rychlostí zatěžování odpovídající hodně přírůstku 0,6 MPa/s.

3.4 NDT zkoušky pevnosti zdiva – cihelné zdivo

Tvrdoměrné metody zkoušení cihel jsou modifikací metod používaných pro beton. Z odrazových tvrdoměrů byl pro účely zkoušení cihelných zdících prvků vyvinut typ Schmidt LB. Na obroušeném povrchu cihly se provede minimálně 5, optimálně však 10 měření odrazu. Hodnota jednotlivých platných měření se nesmí lišit od aritmetického průměru všech měření na téže zkušební místě více než o ± 20 %. Hodnoty odrazů, které vybočují z těchto mezních odchylek, se vyloučí a ze zbývajících platných měření (musí jich zůstat alespoň 5) se vypočte nový aritmetický průměr odrazů R. Tato hodnota se použije pro výpočet pevnosti v tlaku $f_{b,e}$ dle kalibračního vztahu.

Pro zkoušení malty ve spárách zdiva byla v pražském Technickém a zkušebním ústavu stavebním (dále TZÚS) upravena ruční vrtačka, známá odborné veřejnosti jako „Kučerova vrtačka“. Metoda je založena na vzájemném statisticky významném vztahu mezi pevností malty ve spárách a odporem malty proti vnikání vrtáku při přiklepovém vrtání touto vrtačkou s danými parametry. Proti běžné ruční vrtačce je zde navíc přiklep, počítadlo otáček a tlačná pružina v opěrce o předepsané tuhosti, pomocí níž je zajištěn předepsaný přítlak. Mírou odporu malty je pak hloubka vrtu vrtákem do zdiva o průměru 8 mm.

Pokud je zdivo omítnuto, odstraní se omítky na ploše cca 500 x 500 mm tak, že ložné spáry jsou přibližně v podélné ose upravené plochy. Při zkoušce malty se malta v jedné ložné spáře vyseká, resp. vyškrábe vhodným nástrojem přibližně 20 mm za líc zdiva z důvodu odstranění omítky a zkarbonatované vrstvy.

Při zkoušce malty se v upravené ložné spáře provedou tři vrty ve vzájemných vzdálenostech cca 40 mm a minimálně 50 mm od případné hrany zdiva. Při použití obecných kalibračních vztahů se vrty provedou při nastavení stupnice na 25 otáček (ruční vrtačka), respektive na stupeň 1 (vrtačka PZZ 01).

3.5 Upravené hodnocení kamenného zdiva

V případě zdiva z kamene je hodnocení dle platných norem velmi diskutabilní (norma nerozlišuje typ kamenného zdiva) a z tohoto důvodu se dále opíráme o již neplatnou normu ČSN 73 1101 Navrhování zděných konstrukcí z roku 1980.

Postupy pro hodnocení pevnosti zdiva dle současně platných norem jsou uvedeny v příslušných tabulkách pro jednotlivé provedené sondy, kde základním kritériem je stanovit charakteristickou pevnost zdiva, která vychází z kvality zabudovaných materiálů.

V dalším kroku je potřeba stanovit návrhovou pevnost, kde již dále zohledňujeme kvalitu provedení, vazbu, spárování, vliv vlhkosti a výskyt svislých a šikmých trhlin ve zdivu.

V případě smíšeného popř. kamenného zdiva jsou základní koeficienty pozměněny a dále jsou zpřísněny součinitele upřesňující vazbu, promaltování spár a výskyt trhlin.

V následující tabulce tab. 3.2.1 jsou uvedeny hodnoty součinitele K pro zdivo s obyčejnou maltou, maltou pro tenké spáry a malt lehké objemové hmotnosti. V tabulce je patrné, že platná norma ČSN 73 0038 neuvažuje se zdivem z lomového kamene.

Tab. 3.5.1 Součinitel K pro zdivo dle ČSN 73 0038

Zdíci prvky		Obyčejná malta	Malta pro tenké spáry (tl. spáry od 0,5 mm do 3 mm)	Lehká malta objemové hmotnosti	
				$600 \leq \rho_d \leq 800$ kg/m ³	$800 < \rho_d \leq 1500$ kg/m ³
Pálené	Sk. 1	0,55	0,75	0,30	0,40
	Sk. 2	0,45	0,70	0,25	0,30
	Sk. 3	0,35	0,50	0,20	0,25
	Sk. 4	0,35	0,35	0,20	0,25
Vápenopískové	Sk. 1	0,55	0,80	-	-
	Sk. 2	0,45	0,65	-	-
Betonové	Sk. 1	0,55	0,80	0,45	0,45
	Sk. 2	0,45	0,65	0,45	0,45
	Sk. 3	0,40	0,50	-	-
	Sk. 4	0,35	-	-	-
Pórobetonové	Sk. 1	0,55	0,80	0,45	0,45
Z umělého kamene	Sk. 1	0,45	0,75	-	-
Pravidelné zdící prvky z přírodního kamene	Sk. 1	0,45	-	-	-

Z důvodu prokázání pevnosti lomového kamene použitého pro výstavbu (vlivem špatné malty nebylo možné odebrat jádrové vývrty z lomového kamene) je použita tabulka z normy ČSN 731101, kde je převzata pevnost pro lomové zdivo s třídou kamene III s pevností 40 MPa.

Tab. 3.5.2 Výpočtové pevnosti zdiva v dostředném a mimostředném tlaku v MPa dle ČSN 73 1101

Zdivo		Výška jedné ložné vrstvy h_1	Třída jakosti kamene	Pevnostní značka kamene	Výpočtové pevnosti zdiva na maltu označenou podle ČSN 722430							
					150	100	50	25	10	4	0	
		mm		-	-	MPa						
kamenné	z čistých kvádrů *	$h_1 > 600$	I	110	13,8			13,3	12,3	10,9	9,4	
			II	80	11,4			10,9	9,9	8,6	7,3	
			III	40	3,5			6,2	5,7	5,1	4,4	
	řádkové čisté *	$h_1 > 150$	I	110	6,3	6,0	5,4	5,1	4,8	4,2	3,9	
			II	80	5,1	4,8	4,5	4,2	3,6	3,3	3,0	
			II	40	3,2	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,7	
	řádkové hrubé *		I	110	4,7	4,5	4,0	3,8	3,6	3,2	2,9	
			II	80	3,8	3,6	3,4	3,2	2,7	2,5	2,2	
			III	40	2,3	2,1	1,9	1,8	1,7	1,5	1,3	
	lomové a kyklop- ské *		I	110	-	2,2	1,6	1,0	0,7	0,5	0,3	
			II	80	-	2,0	1,4	0,9	0,6	0,4	0,2	
			III	40	-	1,3	1,0	0,7	0,5	0,3	0,1	

Vzhledem k tomu, že současně platné normy umožňují počítat pouze s kamenným zdivem s kameny pravidelného tvaru, z čehož dostáváme výrazně vyšší hodnoty návrhových pevností zdiva viz tab. 3.5.3, tak je pevnost počítána jako pevnost cihelného zdiva s posunem součinitelů ke spodní hranici (zhoršení podmínek) a je částečně porovnávána s hodnotami pevností pro zdivo z lomového kamene dle ČSN 73 1101.

Tab. 3.5.3 Návrhová pevnost zdiva dle normy ČSN 73 0038 a již neplatné normy ČSN 73 1101, srovnání při nejlepších podmínkách z hlediska vazby, vlhkosti, trhlin atd.

Norma	Zdivo	Pevnost malty v tlaku [MPa]						
		15,00	10,00	5,00	2,50	1,00	0,40	0,00
ČSN 731101	z čistých kvádrů	13,11	13,11	13,11	12,64	11,69	10,36	8,93
	lomové a kyklo-pské		2,09	1,52	0,95	0,67	0,48	0,29
ČSN EN 1996-1-1	nerozlišeno	12,25	10,85	8,81	7,16	5,44	4,13	0,00

4. DÍLČÍ ČÁST A - BETONOVÁ KONSTRUKCE S MZD NOSNÍKY

4.1 Skladba vozovky (sonda SV1) včetně průvrtné nosnou konstrukcí

Sonda do skladby vozovky s označením SV1 (včetně průvrtné NK tvořenou ze 4 nosníků, typ MZD a dobetonávky mezi krajním a prvním vnitřním nosníkem) byla provedena jádrovým vývrtem \varnothing 100 mm po nosnou konstrukci s dovrtáním jádrovou korunkou \varnothing 65 mm nosnou konstrukcí. Přibližná poloha provedené sondy je zakreslena ve schématu P1.1. Po provedení a zdokumentování byla sonda následně zapravena.

Tab. 4.1.1 Skladba vozovky v místě provedené sondy SV1

Materiál	Tloušťka vrstvy [mm]
Asfaltobeton (nekvalitní)	70
Štěrkový násyp (hrubý štěrček frakce 63 mm)	cca 430
Betonová mazanina	cca 40
Nosná konstrukce, prefabrikované MZD nosníky výšky 500 mm	500
Celkem	1040

pozn.: v sondě nebyla nalezena hydroizolace



Foto 4.1.1

Detailní pohled na provedené místo sondy do skladby mostního svršku (sonda SV1) s měřením mocností jednotlivých vrstev skladby vozovky včetně



Foto 4.1.2

Detailní pohled do provedené sondy do skladby mostního svršku (sonda SV1) s měřením celkové tloušťky od spodního líce NK po horní povrch vozovky



Foto 4.1.3

Detailní pohled do provedené sondy do skladby mostního svršku (sonda SV1) s měřením celkové tloušťky od horního líce betonové mazaniny po horní povrch vozovky



Foto 4.1.4

Pohled do horní části provedené sondy s viditelnou skladbou vozovky tvořenou nekvalitním asfaltobetonem a hrubého štěrkového lože



Foto 4.1.5

Pohled do horní části provedené sondy s viditelnou skladbou vozovky tvořenou nekvalitním asfaltobetonem a hrubého štěrkového lože



Foto 4.1.6

Pohled do horní části provedené sondy s viditelnou skladbou vozovky tvořenou nekvalitním asfaltobetonem a hrubého štěrkového lože



Foto 4.1.7

Pohled do provedené sondy se zaostřením pohledu do částí sondy s nosnou konstrukcí (sonda provedena na rozhraní MZD nosníku s dobetonávkou mezi nosníky), sonda ukončena na výztuži, průvrt dokončen vidiovým vrtákem

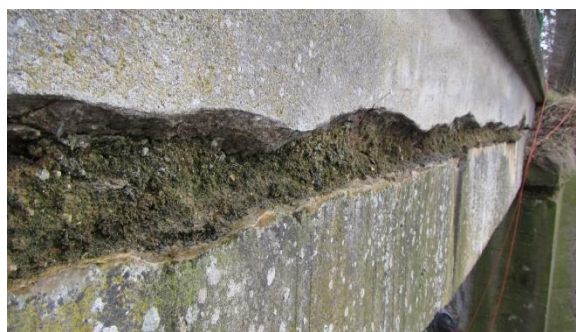


Foto 4.1.8

Pohled z bočního líce na přechod mezi horní hranou nosné konstrukce a římsou s odlupující se povrchovou vrstvou římsy a výrazně zdegradovaným povrchem dobetonávky



Foto 4.1.7

Pohled ze spodního líce na nosnou konstrukci v místě provedení sondy skladbou vozovky včetně průvrtu nosnou konstrukcí vidiovým vrtákem Ø25 mm



Foto 4.1.8

Skladba vozovky po vyjmutí všech návrtů z provedené sondy

4.2 Stav nosné konstrukce

Nosná konstrukce byla hodnocena vizuální prohlídkou a pořízenou fotodokumentací. Na základě prohlídky lze konstatovat následující nálezy:

- nosná konstrukce je tvořena 4 ks pravděpodobně MZD nosníků s dobetonávkou šířky cca 200 mm mezi prvním a druhým nosníkem na vtoku viz foto 4.2.3
- spodní líc nosníků je masivně postižen korozí zejména třmínkové výztuže, která má nevyhovující hodnoty krycích vrstev betonu
- vlivem odpadných krycích vrstev betonu je pronikající degradací betonu napadena v lokálně obnažených místech i podélná výztuž, kde lze již prohlásit významnost koroze na hranici oslabení průřezu jednotlivých výztužných vložek



Foto 4.2.1

Pohled na krajní nosník se silně prokreslenou korozí třmínků na povrchu



Foto 4.2.2

Pohled na spodní líc nosné konstrukce tvořené MZD nosníky s jednou dobetonávkou s viditelnou korozí třmínků i podélné výztuže



Foto 4.2.3

Pohled na krajní nosník v přechodu mezi částí NK tvořené prefabrikovanými ŽB nosníky a kamennou klenbou s velmi výraznou korozí hlavní nosné výztuže

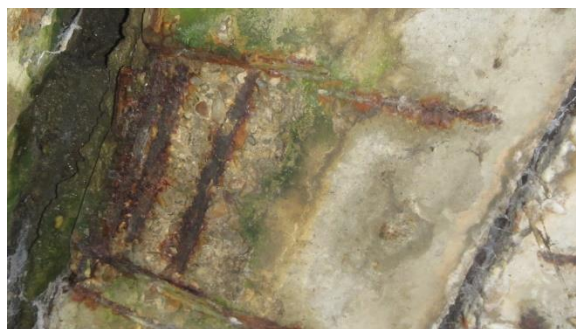


Foto 4.2.4

Detailní pohled na lokální část krajního nosníku v přechodu mezi částí NK tvořené prefabrikovanými ŽB nosníky a kamennou klenbou s velmi výraznou korozí hlavní nosné výztuže

4.3 Spodní stavba – betonové opěry

Do betonových opěr byly provedeny celkem 2 návrtý vidiovým vrtákem za účelem ověření jejich tloušťky včetně provedení jádrového vývrtu Ø 100 mm do pravé opěry (OP2) za účelem ověření kvality použitého betonu opěry. Na základě provedených sond vidiovým vrtákem a jádrového vývrtu lze konstatovat následující nálezy:

- u levé opěry (OP1) byla ověřena tloušťka opěry vrtem vidiovým vrtákem Ø 25 mm a to hloubkou cca 600 – 650 mm
- u pravé opěry (OP2) byla ověřena tloušťka opěry vrtem vidiovým vrtákem Ø 25 mm a to hloubkou cca 600 mm
- jádrovým vývrtem Ø 100 mm do dířku opěry na pravé straně (OP2) byl prokázán beton s pevností cca 15 MPa proložený velkými kusy kamene
- u levé opěry (OP1) je ve spodní části viditelná možná původní část kamenné opěry popř. křídla přes kterou je provedena nová betonová opěra (viz foto 4.3.7)
- u spodní části této původní části je na fotografii 4.3.8 patrné, že zde dochází k vymílání části betonu a původní konstrukce a nachází se zde větší kaverna do hloubky cca 200 mm

Tab. 4.3.1 Pevnost betonu stanovená na zkušebním tělese vyrobeném z odebraného jádrového vývrtu z betonové části pravé opěry (OP2)

označení vzorku	naměřené veličiny				dílicí součinitele				vyhodnocení			
	rozměry vzorku		hmotn. vzorku	max. síla	štíhlost prvku	opravný součinitel	převodní součinitel	převodní součinitel	objemová hmotnost	pevnost vzorku	válcová pevnost	krychelná pevnost
	průměr	délka										
	d	L	m	F	i	k _c	k _{c,cyl}	k _{c,cube}	D	f _c	f _{c,cyl}	f _{c,cube}
	[mm]	[mm]	[g]	[kN]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kgm ⁻³]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
OP2.1	99.42	98.74	1589.3	105.1	0.993	0.847	0.949	1.252	2070	13.5	10.9	13.6



Foto 4.3.1
Pohled na zkušební místo provedeného jádrového vývrtu z pravé opěry (OP2)



Foto 4.3.2
Foto měření hloubky provedeného návrtu po vyjmutí vzorků betonu ze sondy do dířku opěry OP2 (pravá opěra ve směru toku)



Foto 4.3.3

Detailní foto ostění po provedeném jádrovém vývrtu do dířku opěry OP2 s viditelnou spodní polovinou ostění tvořenou betonem a horní polovinou, ve které je patrný větší kámen



Foto 4.3.4

Laboratorní foto jádrového vývrtu z opěry OP2 s vyznačenou polohou zkušebního tělesa a s viditelným rozhraním mezi betonem a lomovým kamenem



Foto 4.3.5

Pohled na levou opěru OP1 s označenou polohou provedeného návrtu vidiovým vrtákem (červené kolečko) a s polohou části původního kamenného zdiva s kavernou uvnitř (žlutý obdélník)



Foto 4.3.6

Pohled na pravou opěru OP2 s označenou polohou provedeného návrtu vidiovým vrtákem (červené kolečko) a s již zapraveným jádrovým vývrtem v modrém kolečku



Foto 4.3.7

Detailní pohled na část povrchu levé opěry (OP1) s viditelnou možnou původní částí kamenné opěry



Foto 4.3.8

Detailní pohled na část původní kamenné opěry v přechodu do současné betonové opěry s viditelnou poměrně masivní kavernou pravděpodobně vzniklou vymletím vodním proudem

5. DÍLČÍ ČÁST B – KAMENNÁ KLENBA

5.1 Stav kamenné klenby – vizuální kontrola, tloušťka klenby

Na základě prohlídky a provedených zkoušek do části mostního objektu tvořenou kamennou klenbou lze konstatovat následující nálezy:

- kamenná klenba navazuje na železobetonovou část s nosnou konstrukcí z prefabrikovaných prvků, mezi těmito částmi je meze, kterou dochází k zatékání vody
- klenba je provedena z lomového kamene na ne příliš kvalitní maltu (v současné době vlivem klimatických podmínek již velmi zvětralá s vymíláním původního pojiva)
- v celé ploše klenby nebyly zjištěny žádné významné vady a poruchy mající za následek ovlivnění únosnosti klenby
- ve spodní části klenby (v její patě) lze vidět viz foto 5.1.2 a 5.1.5 pravidelné řádkové zdivo z velkoformátových kvádrů
- celkem ve dvou zkušebních místech bylo provedeno určení tloušťky kamenné klenby vidiovým vrtákem Ø 25 mm, jedna ze sond byla provedena ve spodní 1/3 klenby nad opěrou na pravé straně (OP2), druhá sonda byla provedena v 2/3 výšky klenby na její levé straně
- **v obou sondách byla prokázána tloušťka kamenné klenby cca 700 mm**

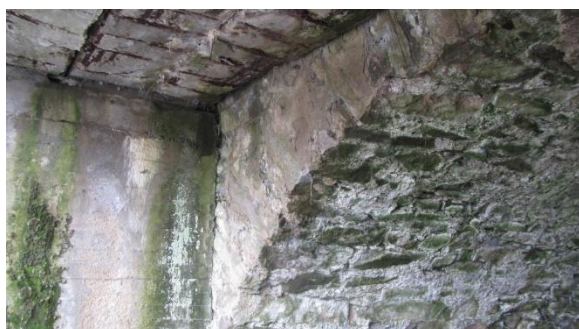


Foto 5.1.1

Pohled na kamenné zdivo klenby v přechodu mezi patou klenby a jejím vrchlíkem v levé části

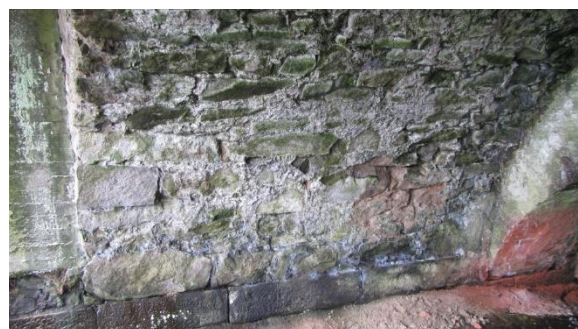


Foto 5.1.2

Pohled na patu klenby v levé části u opěry (OP1) s viditelnými velkoformátovými kamennými kvádry v patě klenby, povrch klenby bez významných poruch a degradací



Foto 5.1.3

Detailní foto ostění po provedení jádrovém vývrtu do dířku opěry OP2 s viditelnou spodní polovinou ostění tvořenou betonem a horní polovinou, ve které je patrný větší kámen

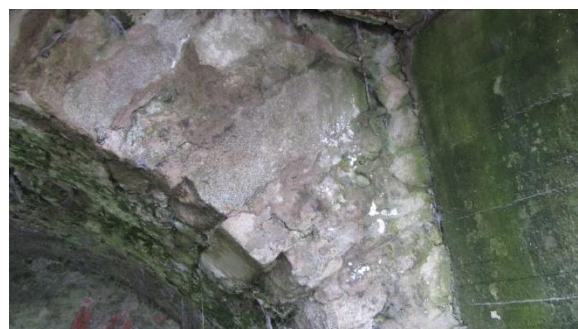


Foto 5.1.4

Pohled na část kamenné klenby s viditelnou dobrou vazbou a velikostí jednotlivých kamenů použitých jako nosnou konstrukci klenby


Foto 5.1.5

Pohled na pravou část klenby nad jejím založením. V dolní části klenby je patrné založení popř. roznášení práh z řádkového kamenného zdiva z velkoformátových podélných prvků


Foto 5.1.6

Pohled na provedenou sondu s proškrábnutím povrchových vrstev malty ve sparách a s provedeným návrtem vidiovým vrtákem za účelem ověření tloušťky klenby

5.2 Pevnostní parametry dílčích materiálů kamenné klenby

V rámci stanovení kvality zabudovaných materiálů byly provedeny dvě zkušební oblasti, ve kterých byl očištěn povrch zdících prvků, a byly odstraněny povrchové vrstvy zdící malty do hloubky cca 20 mm. V rámci provedených zkoušek jsou stanoveny následující parametry kamenného zdiva:

- spárování zdiva je provedeno kvalitně
- použité zdící prvky nevykazují významné známky degradace, odborným odhadem je stanovena pevnost lomového kamene hodnotou 40 MPa
- celkem 12 NDT zkouškami pevnosti malty ve dvou zkušebních místech byla stanovena pevnost malty hodnotou 0,56 MPa
- **s ohledem na stav kamenného zdiva a se stanovenou pevností malty je výsledná návrhová pevnost kamenného zdiva v tlaku stanovena hodnotou 1,04 MPa**
- v kamenném zdivu nebyly shledány žádné významně zdegradované zdící prvky
- v kamenné klenbě nebyly zjištěny žádné staticky významné trhliny
- v celé ploše klenby nebyly zjištěny žádné významné vady a poruchy mající za následek ovlivnění únosnosti klenby

Tab. 5.2.1 Dílčí pevnost malty stanovena na základě NDT zkoušek upravenou Kučerovou vrtačkou

		zkušební místo												n	Ø
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
hloubka návrtu	[mm]	65	50	65	70	75	75	60	55	70	75	80	65	12	67
		65	50	65	70	75	75	60	55	70	75	80	65	12	67
pevnost malty	[MPa]	0.9	1.3	0.9	0.8	0.7	0.7	1.0	1.1	0.8	0.7	0.7	0.9	12	0.87
Aritmetický průměr dílčích hodnot jednotlivých kusových staviv														X _k	0.87 [MPa]
Výběrová směrodatná odchylka souboru hodnot														s _x ²	0.2 [MPa]
Stanovená hodnota variačního koeficientu COV [%]														V _x	20.5 [%]
Součinitel pro stanovení odhadu 5%-ního kvantilu (charakteristická hodnota)														k _n	1.71 [-]
Normalizovaná průměrná pevnost $f_m = X_k \cdot (1 - k_n \cdot V_x)$														f _m	0.56 [MPa]

Tab. 5.2.2 Návrhová pevnost zdiva klenby z lomového kamene

Dle zvyklostí odhadnuta pevnost lomového kamene, třída III		f_b	40.0	[MPa]
Zkouškami stanovená návrhová pevnost zdíci malty		f_m	0.56	[MPa]
Charakteristická pevnost zdiva v tlaku dle vzorce $f_k = K \cdot f_b^\alpha \cdot f_m^\beta$ podle ČSN ISO 13822				
K -	konstanta závislá na druhu zdiva a skupině zdícič prvků	$K =$	0.25	[-]
α -	exponent závislý na tloušťce ložných spar a druhu použité malty	$\alpha =$	0.70	[-]
β -	exponent závislý na použitém druhu malty	$\beta =$	0.30	[-]
Charakteristická pevnost zdiva v tlaku		$f_k =$	2.78	[MPa]
Návrhová pevnost zdiva v tlaku				
γ_{m1}	základní hodnota dílčího součinitele spolehlivosti, pro zdivo z CPP na maltu obyčejnou		2.00	[-]
γ_{m2}	součinitel pravidelnosti vazby zdiva a vyplnění spár maltou (0,85 - 1,20)		1.10	[-]
γ_{m3}	součinitel zohledňující vlhkost zdiva od 4% do 20% (1,00 - 1,25)		1.10	
γ_{m4}	součinitel vlivu trhlin ve zdivu (1,00 - 1,40)		1.10	[-]
Návrhová pevnost zdiva v tlaku		$f_k =$	1.04	[MPa]


Foto 5.2.1

Pohled na zkušební místo v levé části klenby pro stanovení NDT pevnosti použité malty


Foto 5.2.2

Pohled na zkušební místo v pravé části klenby pro stanovení NDT pevnosti použité malty

6. DÍLČÍ ČÁST C – CIHELNÁ KLENBA

6.1 Stav cihelné klenby – vizuální kontrola, tloušťka klenby

Na základě prohlídky a provedených zkoušek do části mostního objektu tvořenou cihelnou klenbou lze konstatovat následující nálezy:

- klenba je provedena z cihel plných pálených na kvalitní maltu
- vazba zdiva je provedena pečlivě, spárování je v pořádku
- na vnitřní straně klenby v kontaktu se svislou vyzděnou stěnou nad myší dírou dochází pravděpodobně k zatékání vody a je zde viditelná zvýšená degradace zdících prvků (odhadovaná degradace do hloubky cca 50 mm)
- v celé ploše klenby nebyly zjištěny žádné významné vady a poruchy mající za následek ovlivnění únosnosti klenby
- ve spodní části klenby (v její patě) lze vidět viz foto 6.1.1 a 6.1.3 pravidelné řádkové zdivo z velkoformátových kvádrů
- celkem ve dvou zkušebních místech bylo provedeno určení tloušťky cihelné klenby vidiovým vrtákem Ø 25 mm, jedna ze sond byla provedena nad patou klenby nad opěrou na levé straně (OP1), druhá sonda byla provedena v 2/3 výšky klenby na její pravé straně
- **v obou sondách byla prokázána tloušťka cihelné klenby cca 750 mm**

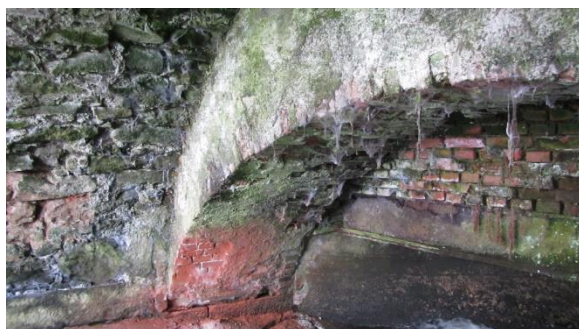


Foto 6.1.1

Pohled na levou část cihelné klenby s viditelným zkušebním místem v patě klenby a s viditelným kamenným základem pod klenbou



Foto 6.1.2

Pohled na boční část cihelné klenby o celkové tloušťce 750 mm



Foto 6.1.3

Pohled na levou část cihelné klenby s viditelným zkušebním místem v patě klenby a s viditelným kamenným základem pod klenbou



Foto 6.1.4

Pohled na část cihelné klenby na vnitřním líci v kontaktu se svislou stěnou nad myší dírou s viditelnou degradací některých zdících prvků


Foto 6.1.5

Pohled na část cihelné klenby na vnitřním líci v kontaktu se svislou stěnou nad myší dírou s viditelnou degradací některých zdících prvků


Foto 6.1.6

Pohled na pravou část klenby s viditelným zkušebním místem s obroušeným povrchem cihel v horní části snímku

6.2 Pevnostní parametry zdiva cihelné klenby

V rámci stanovení kvality zabudovaných materiálů byly provedeny dvě zkušební oblasti, ve kterých byl očištěn povrch zdících prvků. Potom byly odstraněny povrchové vrstvy zdící malty do hloubky cca 20 mm. Dále byl obroušen povrch zdících prvků a byly provedeny NDT zkoušky povrchu cihelného zdiva. V rámci provedených zkoušek jsou stanoveny následující parametry cihelného zdiva:

- spárování zdiva je provedeno kvalitně
- na základě zkoušek pevnosti zdících prvků ve dvou zkušebních oblastech je stanovena charakteristická pevnost zdících prvků průměrnou hodnotou cca 17,0 MPa
- celkem 12 NDT zkouškami pevnosti malty ve dvou zkušebních místech byla stanovena průměrná pevnost malty hodnotou 1,7 MPa
- **s ohledem na stav cihelného zdiva a se stanovenými dílčími pevnostmi cihel a malty je výsledná návrhová pevnost kamenného zdiva v tlaku stanovena hodnotou 1,36 MPa**
- ve zdivu se nachází lokální místa s povrchovou degradací cihel do hloubky max. 50 mm
- v cihelné klenbě nebyly zjištěny žádné staticky významné trhliny
- v celé ploše klenby nebyly zjištěny žádné významné vady a poruchy mající za následek ovlivnění únosnosti klenby

Tab. 6.2.1 Dílčí pevnost zdících prvků stanovena na základě 12 NDT zkoušek Schmidovým tvrdoměrem, typ LB

Aritmetický průměr dílčích hodnot jednotlivých kusových staviv	\bar{X}_k	18.8	[MPa]
Výběrová směrodatná odchylka souboru hodnot	s_x^2	1.0	[MPa]
Stanovená hodnota variačního koeficientu COV [%]	V_x	5.5	[%]
Součinitel pro stanovení odhadu 5%-ního kvantilu (charakteristická hodnota)	k_n	1.77	[-]
Normalizovaná průměrná pevnost zdícího prvku v tlaku $f_b = \bar{X}_k \cdot (1 - k_n \cdot V_x)$	f_b	17.0	[MPa]

Tab. 6.2.2 Dílčí pevnost malty stanovená na základě NDT zkoušek upravenou Kučerovou vrtačkou

		zkušební místo												n	Ø
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
hloubka návrtu	[mm]	25	28	30	28	33	35	32	40	35	29	30	34	12	32
		25	28	30	28	33	35	32	40	35	29	30	34	12	32
pevnost malty	[MPa]	3.3	2.8	2.6	2.8	2.3	2.1	2.4	1.7	2.1	2.7	2.6	2.2	12	2.44
Aritmetický průměr dílčích hodnot jednotlivých kusových staviv														X_k	2.44 [MPa]
Výběrová směrodatná odchylka souboru hodnot														s_x^2	0.4 [MPa]
Stanovená hodnota variačního koeficientu COV [%]														V_x	17.7 [%]
Součinitel pro stanovení odhadu 5%-ního kvantilu (charakteristická hodnota)														k_n	1.71 [-]
Normalizovaná průměrná pevnost $f_m = X_k \cdot (1 - k_n \cdot V_x)$														f_m	1.70 [MPa]

Tab. 6.2.3 Stanovení charakteristické pevnosti zdiva

Charakteristická pevnost zdiva v tlaku $f_k = K \cdot f_b^\alpha \cdot f_{b0}^\beta$ podle ČSN ISO 13822 a ČSN 73 0038				
K -	konstanta závislá na druhu zdiva a skupině zdících prvků	$K =$	0.50	[-]
α -	exponent závislý na tloušťce ložných spar a druhu použité malty	$\alpha =$	0.65	[-]
β -	exponent závislý na použitém druhu malty	$\beta =$	0.25	[-]
Charakteristická pevnost zdiva v tlaku		$f_k =$	3.60	[MPa]

Tab. 6.2.4 Stanovení návrhové pevnosti zdiva

Návrhová pevnost zdiva v tlaku				
γ_{m1}	základní hodnota dílčího součinitele spolehlivosti, pro zdivo z CPP na maltu obyčejnou		2.00	[-]
γ_{m2}	součinitel pravidelnosti vazby zdiva a vyplnění spár maltou (0,85 - 1,20)		1.00	[-]
γ_{m3}	součinitel zohledňující vlhkost zdiva od 4% do 20% (1,00 - 1,25)		1.20	
γ_{m4}	součinitel vlivu svislých a šikmých trhlin ve zdivu (1,00 - 1,40)		1.10	[-]
Návrhová pevnost zdiva v tlaku		$f_k =$	1.36	[MPa]


Foto 6.2.1

Pohled na zkušební místo v levé části klenby pro stanovení NDT zkoušek cihelného zdiva


Foto 6.2.2

Pohled na zkušební místo v pravé části klenby pro stanovení NDT zkoušek cihelného zdiva

7. DÍLČÍ ČÁST D – „MYŠÍ DÍRA“

7.1 Cihelná stěna nad „myší dírou“

Cihelná stěna nad „myší dírou“ je v poměrně špatném stavu. Uprostřed stěny je vyvedena odpadní betonová trubka, která je před vyústěním poškozena a pravděpodobně vlivem této poruchy docházelo v čase k vymílání násypu za stěnou a k její degradaci viz foto 6.3.2, 6.3.3 a 6.3.4. Z provedené sondy vidiovým vrtákem Ø 25 mm byla určena tloušťka zdiva cca 450 mm.

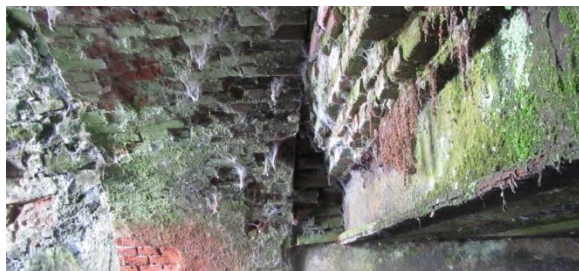


Foto 7.1.1

Foto cihelné stěny nad myší dírou, stěna je vynesena ocelovým válcovaným profilem s výraznou povrchovou korozí



Foto 7.1.2

Pohled do betonového odpadního potrubí ustícího zděnou stěnou, v pravé části viditelné poškození potrubí



Foto 7.1.3

Rozrušená část zděné stěny nad myší dírou v místě s poškozeným odpadním potrubím



Foto 7.1.4

Nafočená část kaverny za zděnou stěnou nad myší dírou pravděpodobně způsobená

7.2 Tloušťka opěry „myší díry“

Vidiovým vrtákem byla určena tloušťka opěry „myší díry“ hodnotou cca 650 mm.



Foto 7.2.1

Pohled na „myší díru“



Foto 7.2.2

Provedená sonda (červené kolečko) vidiovým vrtákem pro určení tloušťky opěry „myší díry“

8. ZÁVĚRY

Byla provedena diagnostika všech součástí předmětné mostní konstrukce. V rámci diagnostiky se posuzovalo zejména následující:

- skladba vozovkového souvrství nad betonovou částí mostu
- stav a mocnosti jednotlivých konstrukcí betonové části mostu
- stav a mocnost kamenné klenby včetně parametrů jednotlivých materiálů
- stav a mocnost cihelné klenby včetně parametrů jednotlivých materiálů
- tloušťka opěry „myší díry“ a stav cihelné stěny nad „myší dírou“

Veškeré nálezy a výsledky provedené diagnostiky jsou podrobně popsány v jednotlivých kapitolách této zprávy. Poloha provedených sond je zakreslena v samostatné příloze P1 v příslušných výkresech.



Vysoké učení technické v Brně
Fakulta stavební
Veveří 95, 602 00 Brno

a

Centrum AdMaS
Výzkumná skupina KDS
Proficentrum (12536) SZK
Purkyňova 139; 612 00 Brno

PŘÍLOHA P1

Zakreslení polohy provedených sond

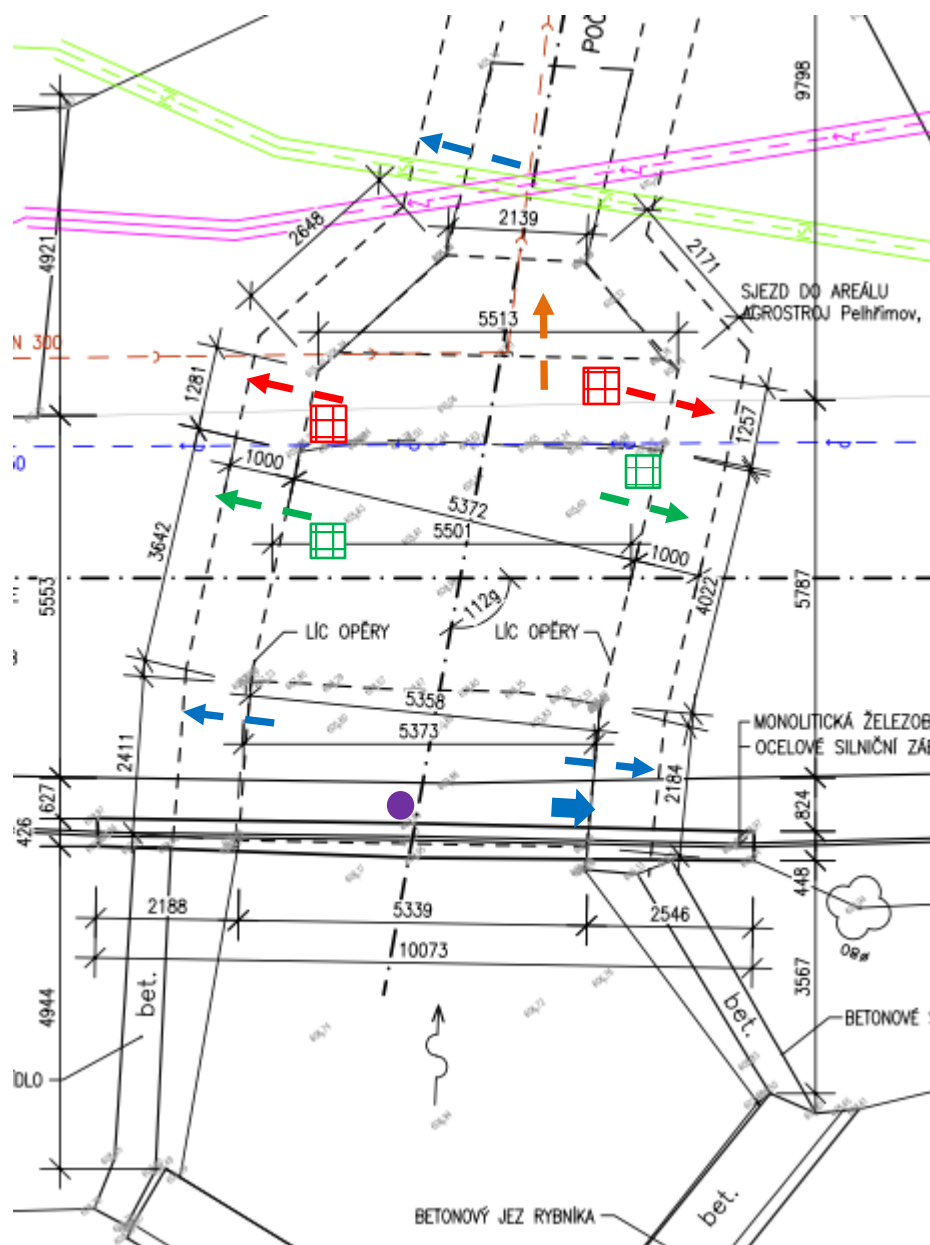










Schéma P1.1 Zakreslení polohy provedených sond do půdorysného schématu

LEGENDA ZNAČEK

	sonda Ø 100 mm za účelem ověření skutečné skladby vozovky včetně průvrtu Ø 65 mm nosnou konstrukcí tvořenou mostními prefabrikovanými nosníky MZD
	jádrový vývrt Ø 100 mm vedený vodorovně do opěry OP2 za účelem odběru vzorku betonu a stanovení jeho pevnostních parametrů
	sonda vidiovým vrtákem Ø 25 mm za účelem ověření tloušťky opěr v betonové části mostního objektu a v „myší díře“
	sonda vidiovým vrtákem Ø 25 mm za účelem ověření tloušťky v části konstrukce s kamennou klenbou
	sonda vidiovým vrtákem Ø 25 mm za účelem ověření tloušťky v části konstrukce s cihelnou klenbou
	sonda vidiovým vrtákem Ø 25 mm za účelem ověření tloušťky cihelného zdiva nad myší dírou
	plošná sekaná sonda včetně sondy do spárování zdiva za účelem ověření kvality materiálů kamenné klenby
	plošná sekaná sonda včetně sondy do spárování zdiva za účelem ověření kvality materiálů cihelné klenby