



# ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**K L O K N E R Ů V   Ú S T A V**  
Šolínova 7, 166 08 Praha 6 – Dejvice

**Expertní zpráva č.  
1900 J 104**

**Datum vydání zprávy**

29. dubna 2019

**Oddělení KÚ**

Experimentální  
tel. +420 224 353 537

**Objednatel:** AF - CITYPLAN s.r.o.  
Ing. Tomáš Kubín  
Magistrů 1275/13  
140 00 Praha

**Expertní zpráva:**

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTU EV.Č. 2016-2  
PŘES POTOK LODĚNICE**

**Vypracoval:**

Ing. David Čítek

**Spolupráce:**

Ing. Tomáš Mandlík  
Ing. Karel Hurtig  
Ing. Adam Čítek

**Odpovědný řešitel:**

Ing. David Čítek

**Vedoucí oddělení:**

Doc. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.

**Ředitel KÚ:**

Doc. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.

**Výtisk číslo:**

**1   2   3   4   5**

**Rozdělovník:**

Objednatel: 4x  
Archiv KÚ: 1x

**ANOTACE**

Tato zpráva uvádí výsledky stavebně technického průzkumu mostu ev. č. 2016-2 přes potok Loděnice.

Zprávu zpracovali pracovníci ČVUT v Praze, Kloknerův ústav, který je zapsán v seznamu ústavů kvalifikovaných pro znaleckou činnost dle ustanovení §21 odst. 3, zákona č. 36/1967 Sb. a vyhlášky č. 37/1967 Sb., ve znění pozdějších předpisů, uveřejněném v Ústředním věstníku ČR, ročník 2004, částka 2, ze dne 14.10.2004, přílohy ke sdělení Ministerstva spravedlnosti ze dne 13.7.2004, č.j. 228/2003–Zn.



**Foto. 1:** Pohled mostní konstrukci ev.č. 2016-2

**OBSAH:**

1. ÚVOD .....	3
2. PODKLADY .....	3
3. ZADÁNÍ PRACÍ.....	4
4. VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA.....	4
5. VÝVRTY DO KONSTRUKCE.....	5
6. STANOVENÍ MATERIÁLOVÝCH PARAMETRŮ .....	9
6.1. DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI KAMENE V TLAKU.....	9
6.2. STANOVENÍ OBJEMOVÉ HMOTNOSTI A NASÁKAVOSTI KAMENE.....	10
6.3. NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI KAMENE V TLAKU .....	11
6.4. NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI MALTY V TLAKU .....	12
6.5. STANOVENÍ PEVNOSTI ZDIVA .....	13
7. SHRNUÍ A ZÁVĚR .....	14
8. FOTODOKUMENTACE.....	16

## **1. ÚVOD**

Na základě objednávky společnosti AF-CITYPLAN s.r.o., Magistrů 1275/13, 140 00 Praha, byl proveden stavebně technický průzkum mostu ev. č. 2016-2 přes potok Loděnice.

V rámci zadání průzkumu a souvisejících prací bylo zjištěno a provedeno:

- studium dostupných podkladů,
- odběr jádrových vývrtů,
- pevnost kamene destruktivně,
- pevnost kamene nedestruktivně,
- zkouška nasákavosti kamene,
- stanovení pevnosti kamenného zdiva,
- fotografická dokumentace a zpracování souhrnné zprávy.

Cílem prací je získat obraz o aktuálním stavu konstrukce z hlediska konstrukčního a poskytnout podklad pro případný sanační zásah. Průzkumné a laboratorní práce probíhaly v březnu a dubnu 2019.

## **2. PODKLADY**

- [1] ČSN 72 1151 – Zkoušení přírodního stavebního kamene. Základní ustanovení
- [2] ČSN EN 1926 – Zkušební metody přírodního kamene - Stanovení pevnosti v tlaku
- [3] ČSN 73 1101 Navrhování zděných konstrukcí (neplatná).
- [4] ČSN EN 1996-1-1+A1 Navrhování zděných konstrukcí. Část 1.1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce
- [5] ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí. Hodnocení existujících konstrukcí.
- [6] ČSN 73 0038 Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí - Doplnující ustanovení.
- [7] ČSN EN 772-1 Zkušební metody pro zdicí prvky. Část 1: Stanovení pevnosti v tlaku.
- [8] ČSN 73 1373: Tvrdoměrné metody zkoušení betonu.

### **3. ZADÁNÍ PRACÍ**

V rámci diagnostiky bylo objednatelem provedeno požadované stanovení tloušťky opěr a provedení vrtu pro stanovení souvrství vozovky. Hlavní činností bylo provedení jádrových vývrtů pro stanovení parametrů vlastního materiálu. Přehledně jsou plánované vrty uvedeny a detailně popsány v tabulce 1.

**Tabulka 1:** Detailní rozpis odběru vývrtů

Vrt	Požadovaná délka (m)	Směr vrtání	Odvrtaná délka (m)	Popis výnosu	Poznámky
1	1	Vodorovný	1,5 m	Kamenné zdivo	Do krajní opěry - západ
2	1	Vodorovný	1,5 m	Kamenné zdivo	Do krajní opěry - východ
3	0,5	Svislý	0,6 m	Kamenné zdivo	Svislý pro stanovení skladby vozovky a tloušťky klenby

### **4. VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA**

Konstrukce klenby: Vizuální prohlídkou byly zjištěné lokální průsaky a výluhy pojiva skrz klenbu. Vlivem průsaků dochází k povrchové degradaci pískovcových zejména ve spodní části klenby. Lokální degradace malty ve spárách. Malta vlhká. Nad klenebním pásem dochází k lokální degradaci poprsních zídek, ulamování kusů pískovce. Patrná hloubková degradace betonové římsy mostu. Z horního povrchu mostu (vozovky) je patrná degradace ložných vrstev asfaltu hustou dopravou projevující se hustou sítí trhlin zejména v oblasti opěr a na krajích říms. Spodní stavba: Lokální degradace malty zejména ve spodních částech konstrukce, lokální absence pojiva, vyluhování pojiva a zatékání na konstrukci z klenby. Zdivo lokálně porostlé drobnou vegetací. Nalezeny jen lokální poruchy kamenů a to zejména v jejich rozích. Celkově je zdivo spodní stavby vlhké. U křídel dochází k uvolňování pískovcových kvádrů vlivem vyvalování svahu a vlivem prorůstající vegetací.



## **5. VÝVRTY DO KONSTRUKCE**

Jednotlivé vrty byly foceny po vyvrtání a byl odebírán vlastní materiál kamene na zkoušky kamene v tlaku a nasákavosti. Poznámky k prováděným vrtům, charakteristiky vrtů a délky jsou uvedené v následující přehledné tabulce. Fotodokumentace všech vrtů je uvedena následně.

### **Vrt č. 1 – opěra západ**

0,0 – 1,5 m pískovcové zdivo, pískovec jemnozrnný

1,5 m – zemina, drobné kamenivo



**Foto 2:** Výnos vrtu č. 1

### **Vrt č. 2 – opěra východ**

0,0 – 1,5 m pískovcové zdivo, pískovec jemnozrnný

1,5 m – zemina, drobné kamenivo



**Foto 3:** Výnos vrtu č. 2

### **Vrt č. 3 – skladba souvrství**

0,00 – 0,06 m asfalt

0,06 – 0,10 m asfalt

0,10 – 0,37 m štěrk + kámen

0,37 – pískovec (klenba) – ve vrcholu tl.0,75 (hlavní klenák) m a 0,5m (hlavní pás)



**Foto 4:** Výnos vrtu č. 3

**Tabulka 2:** Popis vývrtů

Označení vývrtu	Délka /průměr [mm]	Popis struktury vývrtu
V1-A	400/Ø75	Vývrt je tvořen horninou – pískovcem. Pískovec je pórovitý, na povrchu vývrtu zaznamenán větší počet pórů do velikosti až 10 mm. V pískovci byla ojediněle zaznamenána větší zrna kamene do velikosti až 20 mm. Vývrt je bez patrných trhlin.
V1-B	310/Ø75	Vývrt je tvořen kombinací malty a horniny – pískovce. Pískovec je pórovitý, na jeho povrchu zaznamenán větší počet pórů do velikosti až 13 mm. V pískovci byla ojediněle zaznamenána větší zrna kamene do velikosti až 15 mm. Malta je hutná až pórovitá, na jejím povrchu byly zaznamenány dutiny do velikosti až 25 mm. V maltě byla zaznamenána zrna kameniva do velikosti až 22 mm. Mezi kusy pískovce a maltovým pojivem byly zaznamenány dutiny šířky až 25 mm a délky až 170 mm.
V1-C	140 – 220 /Ø75	Vývrt je tvořen horninou – pískovcem. Pískovec je pórovitý, na povrchu vývrtu zaznamenán větší počet makropórů do velikosti až 4 mm. V pískovci byla zaznamenána zrna kamene do velikosti až 8 mm. Na části vývrtu zaznamenány zbytky malty.
V2-A	345/Ø75	Vývrt je tvořen horninou – pískovcem. Pískovec je pórovitý, na povrchu vývrtu zaznamenán větší počet makropórů do velikosti až 4 mm. V pískovci byla ojediněle zaznamenána větší zrna kamene do velikosti až 27 mm. Vývrt je bez patrných trhlin.
V2-B	350/Ø75	Vývrt je tvořen kombinací malty a horniny – pískovce. Pískovec je pórovitý, na jeho povrchu zaznamenán větší počet makropórů do velikosti až 6 mm. V pískovci byla ojediněle zaznamenána větší zrna kamene do velikosti až 30 mm. Malta je hutná až pórovitá, na jejím povrchu byly zaznamenány dutiny do velikosti až 10 mm. V maltě byla zaznamenána zrna kameniva do velikosti až 10 mm. V hloubce vývrtu 50 mm byla v pískovci zaznamenána příčná trhlina šířky až 0,5 mm a délky až 90 mm.
V2-C	345/Ø75	Vývrt je do hloubky 170 mm tvořen kombinací malty a horniny – pískovce, od hloubky 170 mm je vývrt tvořen pouze pískovcem. Pískovec je pórovitý, na jeho povrchu zaznamenán větší počet makropórů do velikosti až 6 mm. V pískovci byla ojediněle zaznamenána větší zrna kamene do velikosti až 20 mm. Malta je hutná až pórovitá, na jejím povrchu byly zaznamenány dutiny do velikosti až 6 mm. V maltě byla zaznamenána zrna kameniva do velikosti až 12 mm. Do hloubky vývrtu 70 mm bylo v pískovci, téměř po celém obvodu vývrtu, zaznamenáno několik trhlin šířky až 0,5 mm.

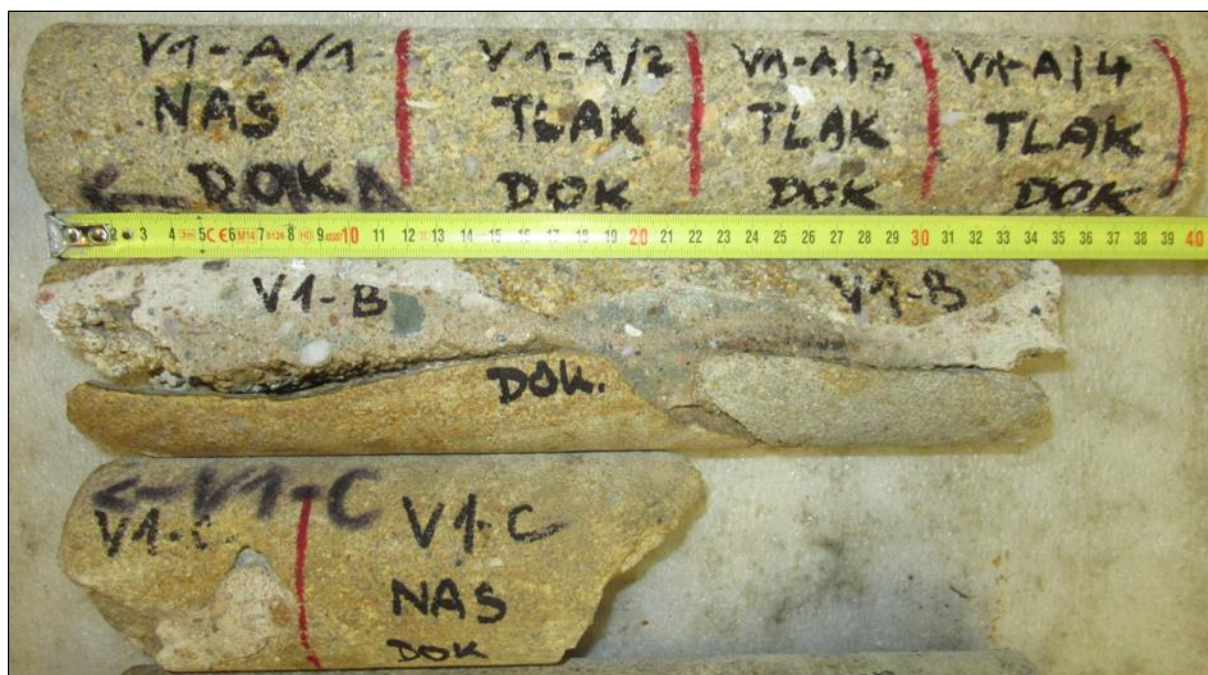
*pokračování na str. 7*

**Tabulka 3:** Popis vývrtů – pokračování ze str. 6

Označení vývrtu	Délka /průměr [mm]	Popis struktury vývrtu
V3 2 části	100+220/Ø75	Vývrt je tvořen horninou – pískovcem. Pískovec je pórovitý, na povrchu vývrtu zaznamenán větší počet pórů do velikosti 4 mm. V pískovci byla ojediněle zaznamenána větší zrna kamene do velikosti až 12 mm. Vývrt je bez patrných trhlin. Povrch vývrtu je drsný.



**Foto 1:** Pohled na vzorky V1 a V2



**Foto 2:** Bližší pohled na části vývrtu V1



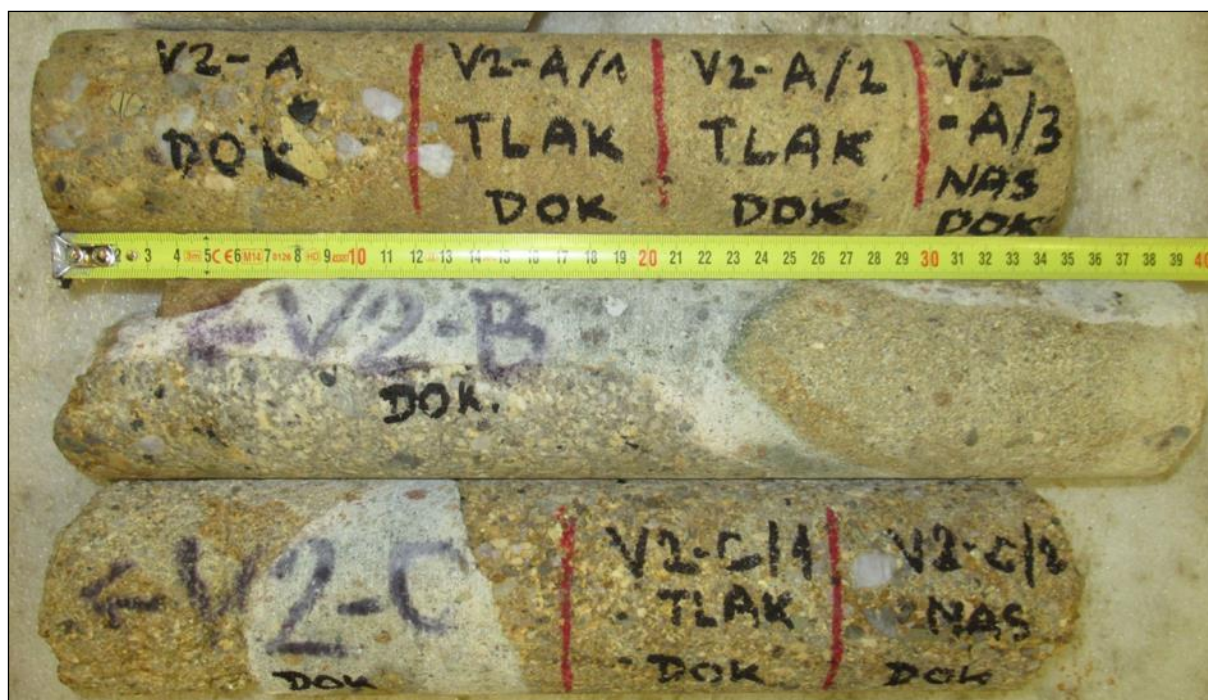


Foto 3: Bližší pohled na části vývrtu V2

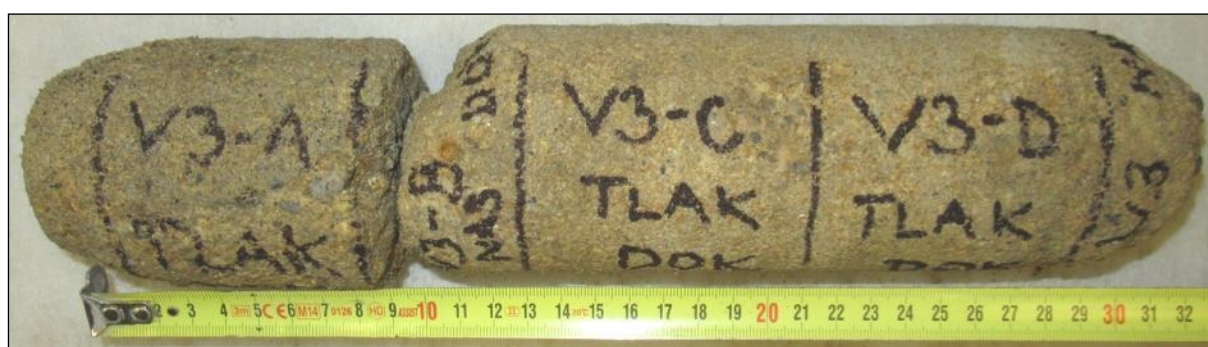


Foto 4: Pohled na vzorek V3



## 6. STANOVENÍ MATERIÁLOVÝCH PARAMETRŮ

### 6.1. DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI KAMENE V TLAKU

Provedení zkoušky	:	22. 3. 2019
Značení vzorků	:	viz Tabulka 4
Identifikace vzorků	:	zkoušeny byly vývrty o $\varnothing$ cca 75 mm (tab 2)
Úprava vzorků	:	zaříznuty diamantovým kotoučem a zabroušeny
Zatěžovací stroj	:	WPM 1000 kN, metrologické číslo S 12 012 M
Prostředí zkoušky	:	teplota 18 °C, vlhkost 36 %
Provedl	:	Pavel Borodáč

Pro účely destruktivních zkoušek pevnosti kamene v tlaku byly odebrány jádrové vývrty  $\varnothing$  cca 75 mm. V laboratoři byly vývrty zaříznuty a zabroušeny na brusce. Před zkouškou byly vzorky změřeny a zváženy, aby bylo možno stanovit objemovou hmotnost. Takto připravené vzorky byly zkoušeny v zatěžovacím stroji WPM 1000 kN, metrologické číslo S 12 012 M.

**Tabulka 4:** Výsledky zkoušky pevnosti kamene v tlaku na vývrtech

Vývrt	Označení vzorku	Průměr vzorku	Výška vzorku	Hmotnost	Objemová hmotnost	Maximální tlaková síla <b>F</b>	Pevnost horniny na vývrty <b>f<sub>c, core</sub></b>
		[mm]	[mm]	[g]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kN]	[MPa]
<b>V1</b>	V1-A/2	76,9	90,2	911	2180	69,0	14,9
	V1-A/3	76,7	72,0	719	2170	65,0	14,1
	V1-A/4	76,7	80,2	803	2170	49,0	10,6
<b>Průměr vzorek V1-A:</b>					<b>2180</b>		<b>13,2</b>
<b>V2</b>	V2-A/1	77,4	75,3	734	2080	105,0	22,3
	V2-A/2	77,5	81,9	806	2090	99,0	21,0
<b>Průměr vzorek V2-A:</b>					<b>2090</b>		<b>21,7</b>
<b>V2</b>	V2-C/1	78,0	84,7	862	<b>2130</b>	61,0	<b>12,8</b>
<b>V3</b>	V3-A	73,4	65,7	549	1980	43,0	10,2
	V3-C	73,1	70,9	598	2010	86,0	20,5
	V3-D	73,0	73,4	615	2010	65,0	15,5
<b>Průměr vzorek V3:</b>					<b>2000</b>		<b>15,4</b>
<b>Celkový průměr</b>					<b>2100</b>		<b>15,7</b>

Nejistoty dle ISO/IEC Guide 98-3:2008 Uncertainty of measurement - Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement.

• Rozšířená nejistota pevnosti betonu v tlaku: 2,0 MPa.

• Rozšířená nejistota objem. hmotnosti betonu na vývrtech  $\varnothing$  50 – 60 mm: 20 kg/m<sup>3</sup>;  $\varnothing$  70 – 80 mm: 15 kg/m<sup>3</sup>;  $\varnothing$  > 80 mm: 10 kg/m<sup>3</sup>.

Rozšířená nejistota je standardní kombinovaná nejistota x koeficient rozšíření  $k = 2$ , což odpovídá hladině spolehlivosti cca 95 %.

### **Z provedených destruktivních zkoušek pevnosti kamene v tlaku lze konstatovat tyto závěry:**

- Na základě **destruktivních** zkoušek pevnosti kamene v tlaku doporučujeme pro stanovení pevnosti **zdiva klenby a opěr (pískovec)** uvažovat pevnost  **$f_{c,core}$  15,7 MPa**

**6.2. STANOVENÍ OBJEMOVÉ HMOTNOSTI A NASÁKAVOSTI KAMENE**

Datum zkoušky	:	21. 3. 2019 – 29. 3. 2019
Zkoušku provedl	:	Ing. Tomáš Mandlík, Ing. Karel Hurtig
Zkušební vzorky	:	odřezky kamene Ø cca 75 mm
Prostředí zkoušky	:	teplota 20 °C, vlhkost 49 %
Zatěžovací stroj	:	sušárna HS 202, metrologické číslo P 10 001 T; váhy KERN 101 kg, metrologické číslo P 04 008 M

Výpočet nasákavosti byl proveden dle vztahu:

$$N_i = \frac{m_n - m_s}{m_s} * 100 \quad [\%]$$

kde:  $m_n$  je hmotnost vzorku nasáklého vodou do ustálené hmotnosti v g,  
 $m_s$  je hmotnost vysušeného vzorku v g.

**Tabulka 5:** Stanovení objemové hmotnosti a nasákavosti

Označení vzorku	Hmotnost nasyceného vzorku	Hmotnost hydrostaticky váženého vzorku	Hmotnost vysušeného vzorku	Objemová hmotnost z hydrostatického vážení	Nasákavost
	[g]	[g]	[g]	[kg.m <sup>-3</sup> ]	[%]
<b>V1-A/1</b>	1265	706	1196	<b>2260</b>	<b>5,8</b>
<b>V1-C</b>	1067	610	1015	<b>2330</b>	<b>5,1</b>
<b>V2-A/3</b>	516	282	479	<b>2200</b>	<b>7,8</b>
<b>V2-C/2</b>	855	480	811	<b>2280</b>	<b>5,5</b>
<b>V3-B</b>	430	237	401	<b>2220</b>	<b>7,2</b>
<b>Celkový průměr:</b>				<b>2258</b>	<b>6,3</b>

**Nejistota měření:**

Rozšířená nejistota měření nasákavosti je 1,0 %.

Rozšířená nejistota měření objemové hmotnosti je 20 kg/m<sup>3</sup>.

Standardní nejistota odpovídá jedné směrodatné odchylce a byla vypočtena jako kombinovaná. Uvedená nejistota je rozšířená nejistota, která byla vypočtena s použitím koeficientu rozšíření k=2, což odpovídá hladině spolehlivosti přibližně 95%.

**Z provedených zkoušek nasákavosti kamene lze konstatovat tyto závěry:**

- *Nasákavost kamene pískovce dosahuje průměrné hodnoty 6,3%.*

### 6.3. NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI KAMENE V TLAKU

Pro stanovení pevnosti kamene v tlaku v širším záběru byla použita nedestruktivní zkouška Schmidovým tvrdoměrem (typ N-34). Tato zkouška není pro zkoušení kamene normována, nicméně naše mnohaleté zkušenosti prokazují, že touto zkouškou lze odvodit pevnost kamene v tlaku. Zkoušky a jejich vyhodnocení bylo provedeno dle ČSN 73 1373 [8]. Touto zkouškou lze odvodit nejen pevnost kamene v tlaku, ale také posoudit homogenitu pevností kamene v celé konstrukci a rozhodnout, pro které části konstrukce byl použit kámen stejných pevnostních parametrů, aniž by bylo nutné provádět rozsáhlé destruktivní zkoušky.

Před vlastní zkouškou byl povrch zkoušených kamenů očištěn a obroušen bruskou s diamantovým kotoučem. Z hodnot odskoku Schmidova tvrdoměru  $a$  byla dle obecného kalibračního vztahu uvedeného v ČSN 73 1373 pro nedestruktivní zkoušení betonu odvozena hodnota  $f_{be}$ . Skutečná pevnost kamene v tlaku  $f_c$  byla stanovena pomocí převodního součinitele  $\alpha_c$  dle následujícího vztahu:

$$f_c = f_{be} \cdot \alpha_c$$

Převodní součinitel  $\alpha_c$  se stanoví na základě výsledků destruktivních a nedestruktivních zkoušek jako průměrná hodnota poměrů  $f_{c,des} / f_{be}$  stanovených na stejných kamenech, kde  $f_{c,des}$  je pevnost kamene v tlaku zjištěná destruktivní zkouškou. Součinitel  $\alpha_c$  není normován a jeho hodnota se může pohybovat na základě našich mnohaletých zkušeností v poměrně širokém rozmezí (0,2 - 1,2).

**Tab. 6:** Stanovení nedestruktivní pevnosti kamenného zdiva v tlaku  $f_c$  [MPa]

Zk. místo	Konstrukce	Směr úderu	Odskok tvrdoměru $a$									Průměr	$f_{be}$ [MPa]	Pevnost v tlaku $f_c$ [MPa]
1	opěra východ	→	32	34	34	35	36	32	34	38	34	34	30	12,0
2	opěra východ	→	40	40	42	38	44	42	42	43	41	42	42	16,8
3	opěra východ	→	38	36	36	40	38	40	42	40	39	39	39	15,6
4	opěra západ	→	39	39	39	38	38	36	37	39	38	37	37	14,8
5	opěra západ	→	40	40	36	38	37	37	40	36	38	37	37	14,8
6	opěra západ	→	41	43	37	42	40	39	41	39	40	41	41	16,4
7	klenba	↑	43	42	44	45	44	45	44	42	44	41	41	16,4
8	klenba	↑	40	43	42	41	42	42	41	42	42	37	37	14,8
9	klenba	↑	41	42	41	42	43	41	42	43	42	37	37	14,8
10	klenba	↑	41	44	44	42	42	42	43	44	43	39	39	15,6
Průměr [MPa]														15,2
Směrodatná odchylka [MPa]														1,3
Variační koeficient [%]														8,5

$$\alpha_c = 0,40$$

**Z provedených nedestruktivních zkoušek pevnosti kamene v tlaku lze konstatovat tyto závěry:**

- Na základě nedestruktivních zkoušek pevnosti kamene v tlaku doporučujeme pro stanovení pevnosti zdiva uvažovat pevnost kamene  $f_c$  15,2 MPa
- Zkoušky byly prováděny pro stanovení rovnoměrnosti pevnosti kamenných prvků. Stanovený variační koeficient pevnosti kamene v tlaku je 8,5%.

#### 6.4. NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI MALTY V TLAKU

Pevnost malty je jedním ze základních parametrů pro stanovení charakteristické, resp. návrhové pevnosti zdiva. Posuzování kvality zdicí malty v hotovém zdivu je velmi obtížné, protože v běžných případech nelze z ložných nebo styčných spár odebrat vzorky malty takové velikosti, aby bylo možno provést destruktivní zkoušku.

ČSN 73 0038 [6] doporučuje stanovit pevnost malty buď tvrdoměrnou zkouškou nebo odhadem dle hloubky vrypu nebo metodami lokálního porušení nebo na základě obsahu pojiva stanoveného chemickým rozбором.

Pro stanovení pevnosti malty v tlaku  $f_m$  byla v tomto případě použita nedestruktivní tvrdoměrná metoda vyvinutá v KÚ ČVUT, která byla od té doby mnohokrát prověřovaná v praktických aplikacích. Metoda vychází z předpokladu, že existuje závislost mezi pevností malty v tlaku a její tvrdostí. Principem zkušebního postupu je stanovení tvrdosti malty, která je při této zkoušce charakterizována odporem válcového indentoru zaráženého do malty kladivem o hmotnosti 1 kg ze vzdálenosti 0,2 m do hloubky 5 mm.

Měřeným parametrem je počet úderů potřebných k zaražení indentoru, který je korelován s pevností malty v tlaku, a to na základě neustále upřesňovaného vlastního korelačního vztahu pracovníka, který zkoušku provádí. Metoda je vhodná pro posuzování malt vápenných nebo vápenocementových s horní hranicí pevnosti v tlaku do 10 MPa. I přes poměrně značnou nejistotu měření obvyklou pro nedestruktivní zkoušky (cca  $\pm 20\%$ ), jsou takto získané výsledky ve velké většině případů dostačující pro stanovení charakteristické, resp. návrhové pevnosti zdiva. Významnou výhodou této zkoušky je zejména její rychlost a operativnost.

**Tab. 7:** Stanovení pevnosti v tlaku malty  $f_m$  [MPa]

Zk. místo	Konstrukce	Počet úderů na zaražení indentoru						Průměrný počet úderů	Pevnost v tlaku
									$f_m$ [MPa]
M1	opěra východ	5	6	5	5	5	6	5,3	0,74
M2	opěra východ	5	6	7	6	5	5	5,7	0,81
M3	klenba	5	6	7	7	5	6	6,0	0,88
M4	klenba	6	6	8	8	5	6	6,5	1,00
M5	opěra západ	6	6	5	6	7	5	5,8	0,85
M6	opěra západ	7	6	6	6	7	6	6,3	0,96
Průměr									0,87

**Z provedených nedestruktivních zkoušek pevnosti kamene v tlaku lze konstatovat tyto závěry:**

- Na základě nedestruktivních zkoušek pevnosti malty doporučujeme pro stanovení pevnosti zdiva uvažovat pevnost malty  $f_m$  0,87 MPa



## 6.5. STANOVENÍ PEVNOSTI ZDIVA

Pro posuzování zděných konstrukcí dle ČSN EN 1996, hodnocení existujících zděných konstrukcí a stanovení pevnosti zdiva v tlaku se nyní vychází z ČSN EN 1996-1-1+A1 [4], ČSN ISO 13822 [5], ČSN 73 0038 [6] a ČSN EN 772-1 [7] a dalších souvisejících norem.

Pro stanovení pevnosti zdiva v tlaku se provede výpočet charakteristické pevnosti zdiva  $f_k$  dle ČSN 73 0038 [6]. Do výpočtu se použije pevnost kusového staviva v tlaku  $f_c$  zjištěná zkouškami, kterou je nutno převést na normalizovanou pevnost  $f_b$  dle ČSN EN 772-1 [7], a jako pevnost malty v tlaku  $f_m$  se dle ČSN 73 0038 [6] použije průměrná hodnota pevnosti malty zjištěná zkouškami nebo např. kvalifikovaným odhadem, aj.

Vzhledem k dostatečnému počtu použitelných vývrtů pro stanovení destruktivní pevnosti kamene v tlaku byla uvažována jejich průměrná hodnota stanovená ze zkoušek.

**Tab. 8:** Stanovení charakteristické pevnosti zdiva  $f_k$  [MPa]

		ZDIVO KAMENNÉ OPĚRY A KLENBA
Součinitel (konstanta) $K$ dle druhu zdiva a skupiny zdících prvků	$K$	0,45
Exponent $\alpha$ závislý na tloušťce ložných spár a druhu malty	$\alpha$	0,70
Exponent $\beta$ závislý na druhu malty	$\beta$	0,30
Průměrná pevnost $f_m$ malty zjištěná zkouškami [MPa]	$f_m$	0,87
Průměrná pevnost staviva $f_c$ zjištěná zkouškami [MPa]	$f_c$	15,70
Součinitel $\delta$ pro normalizovanou pevnost	$\delta$	0,94
Normalizovaná pevnost staviva $f_b = \delta f_c$ [MPa]	$f_b$	14,76
<b>Charakteristická (normová) pevnost zdiva <math>f_k = K f_b^\alpha f_m^\beta</math> [MPa]</b>	<b><math>f_k</math></b>	<b>2,84</b>

Volba součinitelů  $\gamma_m$  dle ČSN 73 0038 [6] pro stanovení návrhové pevnosti zdiva  $f_d$  je součástí statického posouzení. V tab. 9 jsou uvedeny **námi doporučené hodnoty součinitelů**  $\gamma_m$  a z nich vypočtená návrhová pevnost zdiva  $f_d$ .

**Je však na rozhodnutí statika, jaké hodnoty součinitelů  $\gamma_m$  pro stanovení návrhové pevnosti zdiva použije.**

**Tab. 9:** Doporučená návrhová pevnost zdiva  $f_d$  [MPa]

		ZDIVO KAMENNÉ
	$f_k$	2,84
Dílčí součinitel spolehlivosti $\gamma_{m1}$	$\gamma_{m1}$	2,00
Součinitel $\gamma_{m2}$ zohledňující vazbu zdiva a vyplnění spár maltou	$\gamma_{m2}$	0,90
Součinitel $\gamma_{m3}$ zohledňující vlhkost zdiva	$\gamma_{m3}$	1,05
Součinitel $\gamma_{m4}$ zahrnující vliv svislých a šikmých trhlin ve zdivu	$\gamma_{m4}$	1,00
<b>Návrhová (výpočtová) pevnost zdiva <math>f_d = f_k / \gamma_{m1} \gamma_{m2} \gamma_{m3} \gamma_{m4}</math> [MPa]</b>	<b><math>f_d</math></b>	<b>1,50</b>

## **7. SHRnutí A ZÁVĚR**

Na základě objednávky společnosti AF-CITYPLAN s.r.o., Magistrů 1275/13, 140 00 Praha, byl proveden stavebně technický průzkum mostu ev. č. 2016-2 přes potok Loděnice.

V rámci zadání průzkumu a souvisejících prací bylo zjištěno a provedeno:

- studium dostupných podkladů,
- odběr jádrových vývrtů,
- pevnost kamene destruktivně,
- pevnost kamene nedestruktivně,
- zkouška nasákavosti kamene,
- stanovení pevnosti kamenného zdiva,
- fotografická dokumentace a zpracování souhrnné zprávy.

Cílem prací je získat obraz o aktuálním stavu konstrukce z hlediska konstrukčního a poskytnout podklad pro případný sanační zásah. Průzkumné a laboratorní práce probíhaly v březnu a dubnu 2019.

**Na základě provedeného průzkumu lze konstatovat:**

- 1) Konstrukce klenby: Vizuální prohlídkou byly zjištěné lokální průsaky a výluhy pojiva skrz klenbu. Vlivem průsaků dochází k povrchové degradaci pískovcových zejména ve spodní části klenby. Lokální degradace malty ve spárách. Malta vlhká. Nad klenebním pásem dochází k lokální degradaci poprsních zídek, ulamování kusů pískovce. Patrná hloubková degradace betonové římsy mostu. Z horního povrchu mostu (vozovky) je patrná degradace ložných vrstev asfaltu hustou dopravou projevující se hustou sítí trhlin zejména v oblasti opěr a na krajích říms.
- 2) Spodní stavba: Lokální degradace malty zejména ve spodních částech konstrukce, lokální absence pojiva, vyluhování pojiva a zatékání na konstrukci z klenby. Zdivo lokálně porostlé drobnou vegetací. Nalezeny jen lokální poruchy kamenů a to zejména v jejich rozích. Celkově je zdivo spodní stavby vlhké. U křídel dochází k uvolňování pískovcových kvádrů vlivem vyvalování svahu a vlivem prorůstající vegetací.

- 3) Provedením vodorovných vrtů byla stanovena šířka obou opěr. Mocnosti vrstev jsou patrné z popisů vývrtů:
- **Opěra východ – 1,5 m**
  - **Opěra západ – 1,5 m**
- 4) Provedením svislého vrtu byla stanovena skladba souvrství vozovky (patrná z popisu výnosu vrtu). Tloušťka klenby byla stanovena odměřením. Ve vrcholu klenby je výška hlavního klenáku 0,75 m. Výška běžného klenebního pasu je 0,5 m.
- 5) Na základě **destruktivních** zkoušek pevnosti kamene (pískovce) v tlaku doporučujeme pro stanovení pevnosti
- **zdiva klenby a opěr (pískovec) uvažovat pevnost  $f_{c,core}$  15,7 MPa**
- 6) Na základě **nedestruktivních** zkoušek pevnosti kamene v tlaku doporučujeme pro stanovení pevnosti zdiva uvažovat pevnost  $f_c$  15,2 MPa. Zkoušky byly prováděny pro stanovení rovnoměrnosti pevnosti kamenných prvků. Stanovený variační koeficient pevnosti kamene v tlaku je 8,5%.
- 7) Provedenou zkouškou byla stanovena průměrná hodnota nasákavosti pískovce 6,3%.
- 8) Stanovená charakteristická (normová) pevnost zdiva klenby a opěr  $f_d$  je 2,84 MPa.
- 9) Volba součinitelů  $\gamma_m$  dle ČSN 73 0038 [6] pro stanovení návrhové pevnosti zdiva  $f_d$  je součástí statického posouzení. V tab. 9 jsou uvedeny **námi doporučené hodnoty součinitelů  $\gamma_m$**  a z nich vypočtená návrhová pevnost zdiva  $f_d$ . **Je však na rozhodnutí statika, jaké hodnoty součinitelů  $\gamma_m$  pro stanovení návrhové pevnosti zdiva použije.**

*Závěry uvedené v této zprávě byly formulovány na základě výsledků diagnostických prací a zkoušek provedených v určitých oblastech a na základě dostupné dokumentace.*

*Zpracovatel si vyhrazuje právo na korekce a doplnění závěrů, pokud budou zjištěny další podstatné skutečnosti, které byly nad rámec provedených diagnostických prací nebo byly dodatečně zjištěny mimo oblast prováděných sond nebo mu byly zamlčeny.*

## **8. FOTODOKUMENTACE**



**Foto 1:** Pohled na klenbu



**Foto 2:** Pohled na západní opěru, lokalizace prováděného jádrového vrtu





**Foto 3:** Pohled na západní opěru, patrné posunutí pískovcových kvádrů pod klenbou



**Foto 4:** Pohled na západní opěru, patrné posunutí pískovcových kvádrů pod klenbou





**Foto 5:** Pohled na západní opěru, patrná degradace pískovcového zdiva



**Foto 6:** Pohled na západní opěru, patrná degradace pískovcového zdiva, lokálně vyplavená malta ve spodních částech opěry, drobná vegetace





**Foto 7:** Pohled na západní opěru, patrná degradace pískovcového zdiva, lokálně vyplavená malta ve spodních částech opěry



**Foto 8:** Pohled na západní křídlo návodní strany, patrné uvolňování bloků pískovce





**Foto 9:** Detail západního křídla návodní strany, patrná degradace pískovcových kvádrů



**Foto 10:** Detail klenebního pásu, patrná degradace betonové římsy





**Foto 11:** Pohled na návodní stranu klenby, patrný zvýšený klenák (75 cm), patrná degradace betonové římsy mostu



**Foto 12:** Pohled na západní křídlo povodní strany, patrná degradace zdiva prorůstající vegetací, uvolnění pískovcových bloků





**Foto 13:** Pohled na povodní stranu a západní opěru mostu



**Foto 14:** Pohled na povodní stranu a východní opěru mostu





**Foto 15:** Pohled na západní křídlo povodní strany, patrná degradace a uvolnění horních kvádrů, degradace betonové římsy



**Foto 16:** Pohled východní křídlo na povodní straně, patrné nedostatečné vyspárování kamenného zdiva





**Foto 17:** Pohled na povodní stranu vrcholu klenby, patrná degradace pískovce poprsní zídky a degradace betonové římsy



**Foto 18:** Pohled na východní opěru a křídlo





**Foto 19:** Pohled na východní opěru a místo odběru jádrového vývrtu



**Foto 20:** Pohled na vrtání skladby a klenby mostní konstrukce