



**KÚ**  
100 LET  
KLOKNEROVA  
ÚSTAVU ČVUT  
V PRAZE

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.  
2100 J 330**

**Datum vydání zprávy**

11. leden 2022

**Oddělení KÚ**

Experimentální  
tel. +420 224 353 537

**Objednatel:** Krajská správa silnic Libereckého kraje, příspěvková organizace  
České mládeže 632/32  
Liberec VI, 460 06  
IČO: 70946078  
DIČ: CZ70946078

**Expertní zpráva:**

**STP KAMENNÉHO MOSTU PONIKLÁ**  
**most ev. č. 290-023**

**Vypracoval:**

Ing. Tomáš Bittner, Ph.D.

**Spolupráce:**

Ing. Daniel Dobiáš, Ph.D.

Jan Řehoř

Lukáš Salač

Pavel Borodáč

**Odpovědný řešitel:**

Ing. Tomáš Bittner, Ph.D.

**Vedoucí oddělení:**

Doc. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.

**Ředitel KÚ:**

Doc. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.

**Výtisk číslo:**

**1   2   3   4**

**Rozdělovník:**

Objednatel: 3x

Archiv KÚ: 1x

Zpráva může být reprodukována pouze jako celek. Části zprávy mohou být reprodukovány, publikovány nebo jinak použity pouze na základě písemného souhlasu ředitele Kloknerova ústavu.

## **ANOTACE**

Tato zpráva obsahuje výsledky stavebně technického průzkumu (STP), tj. zkoušky pevnosti kamene a malty v tlaku, stanovení vlhkosti, nasákavosti, analýzu zasolení zdiva a fotodokumentaci z provedené vizuální prohlídky kamenného mostu Poniklá ev. č. 290-023 přes řeku Jizeru. Výsledky zkoušek budou použity jako podklad pro statické posouzení. Průzkumné práce proběhly ve dnech 12. až 14.10.2021.

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.

Laboratoř Kloknerova ústavu ČVUT v Praze je akreditovaná českým institutem pro akreditaci, o.p.s. (ČIA) podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005. Předmětem akreditace je **zkoušení mechanicko-fyzikální a reologických vlastností stavebních materiálů, statické a dynamické zkoušky stavebních konstrukcí, součástí a prvků včetně vyšetřování dynamických účinků na konstrukce.**



**Obr. 1:** Pohled na most Poniklá, most ev. č. 290-023



**OBSAH:**

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>4</b>
<b>2. PODKLADY .....</b>	<b>4</b>
<b>3. POUŽITÉ METODY A POSTUPY .....</b>	<b>5</b>
3.1. VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA .....	5
3.2. NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI MALTY V TLAKU .....	5
3.3. DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI KAMENE V TLAKU .....	5
3.4. STANOVENÍ NASÁKAVOSTI ZDÍČÍCH PRVKŮ .....	6
3.5. STANOVENÍ KOEFICIENTU ZMĚKČENÍ ZDÍČÍCH PRVKŮ .....	6
3.6. STANOVENÍ OBSAHU VE VODĚ ROZPUSTNÝCH SOLÍ VE ZDIVU .....	6
3.7. PEVNOST ZDIVA V TLAKU .....	7
<b>4. VÝSLEDKY ZKOUŠEK IN-SITU A LABORATORNÍCH ZKOUŠEK .....</b>	<b>7</b>
4.1. VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA .....	7
4.2. PEVNOST MALTY V TLAKU - NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY .....	8
4.3. PEVNOST PŘÍRODNÍHO KAMENE V TLAKU – DEST. ZKOUŠKY .....	9
4.4. VLHKOSTNÍ STAV KAMENE, NASÁKAVOST A OBJ. HMOSTNOST .....	9
4.5. STANOVENÍ OBSAHU VE VODĚ ROZPUSTNÝCH SOLÍ VE ZDIVU .....	10
4.6. STANOVENÍ PEVNOSTI ZDIVA V TLAKU – dle metodiky EN .....	10
<b>5. ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ .....</b>	<b>10</b>
<b>6. SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>11</b>

## **1. ÚVOD**

Na základě objednávky číslo 201/162/2021 Krajské správy silnic Libereckého kraje, příspěvková organizace, České mládeže 632/32, 460 06, Liberec VI, IČO: 70946078, DIČ: CZ70946078 byl pracovníky ČVUT v Praze, Kloknerův ústav, Šolínova 7, Praha 6 realizován průzkum zdiva kamenného mostu Poniklá ev. č. 290-023 přes řeku Jizeru.

Jedná se o 3 pólový most, kde nosná část je tvořena kamennými (pískovcovými) bloky s pravidelnou vazbou. Oba střední pilíře spočívají v korytě řeky Jizery a přístup k nim je omezen. Obsahem zprávy je popis průzkumných prací, včetně následného stanovení materiálových charakteristik kamene, malty a pevnosti zdiva v tlaku jak pro klenby, čelní zdi, opěry a pilíře. Výsledky zkoušek budou použity jako podklad pro statické posouzení.

V rámci zadání prací bylo provedeno:

- vizuální prohlídka kleneb, čelních zdí, opěr a pilířů,
- stanovení tloušťek kleneb pomocí jádrových vrtů,
- odběr vzorků pro destruktivní zkoušky pevnosti v tlaku,
- destruktivní zkoušky pevnosti kamene v tlaku, stanovení objemové hmotnosti,
- nedestruktivní zkoušky pevnosti malty v tlaku in-situ,
- orientační měření vlhkosti příložným vlhkoměrem,
- odběr vzorků pro analýzu přítomnosti solí ve zdivu,
- stanovení nasákavosti kamene, určení koeficientu změkčení kamene,
- pevnost zdiva v tlaku dle EN,
- fotografická dokumentace, vyhodnocení zkoušek a sepsání zprávy.

Práce in-situ byly provedeny ve dnech 12. až 14.10.2021. Laboratorní práce a zkoušky byly provedeny v období od 1.11.2021 do 30.11.2021.

## **2. PODKLADY**

- [1] ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí. Hodnocení existujících konstrukcí.
- [2] ČSN 73 1101 Navrhování zděných konstrukcí (nahrazeno [4]).
- [3] ČSN EN 1996 Navrhování zděných konstrukcí (náhrada ČSN 73 1101).
- [4] ČSN EN 772-1 Zkušební metody pro zdicí prvky. Část 1: Stanovení pevnosti v tlaku.
- [5] ČSN EN 1926 Zkušební metody přírodního kamene - Stanovení pevnosti v tlaku.
- [6] ČSN 72 2605 Skúšanie tehliarských výrobkov. Stanovenie mechanických vlastností.
- [7] ČSN P 73 0610 Hydroizolace staveb. Sanace vlhkého zdiva. Základní ustanovení.
- [8] ČSN 73 0038 Navrhování a posuzování konstrukcí při přestavbách (neplatná).
- [9] ČSN EN ISO 10304-1 Jakost vod - Stanovení rozpuštěných aniontů metodou kapalinové chromatografie iontů - Část 1: Stanovení bromidů, chloridů, fluoridů, dusičnanů, dusitanů, fosforečnanů a síranů.
- [10] PROTOKOL O MIMOŘÁDNÉ PROHLÍDCE MOSTU (Ing. Petr Doležal, 7/2021).
- [11] Diagnostický průzkum mostu ev. č. 290-023 Poniklá MOST PŘES JIZERU (DIAGOSTIKA STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ s.r.o., 11/2019).

### **3. POUŽITÉ METODY A POSTUPY**

V rámci průzkumných prací, odběru vzorků a jejich vyhodnocení byly použity metody a postupy popsané v následujících kapitolách 3.1 až 3.7. Zkušební místa a odebrané vzorky byly zvoleny na základě dohodnutého rozsahu s ohledem na přístupnost a rovnoměrnost v rámci konstrukce.

#### **3.1. VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA**

Vizuální prohlídka, i když jí nelze upřít subjektivnost, je jedním z nedůležitějších diagnostických postupů, neboť jen tento postup umožňuje odhalit nedostatky prakticky v celé zkoumané ploše. V rámci prováděných prací byla provedena rámcová vizuální prohlídka povrchu pískovcových kleneb, a to včetně čelních zdí, pilířů a opěr. Prohlídka byla cílená na vyhledání případných závažných statických trhlin, drcení zdiva, degradační či korozní vlivy, výluhy či průsaky a oblasti se separovaným povrchem.

#### **3.2. 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 ISO 13822, Příloha NF [1] doporučuje stanovit značku malty buď tvrdoměrnou zkouškou nebo odhadem 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. Pevnost malty byla tímto způsobem ověřována v hloubce cca 50 až 100 mm od líce zdiva.

#### **3.3. DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI KAMENE V TLAKU**

Pro stanovení pevnosti kamene v tlaku destruktivní zkouškou byly ze všech oblouků mostu a čelních zdí odebrány jádrové vývrtky o průměru cca 50 mm. Celkem bylo odebráno 17 vývrtů. Délka vývrtů je proměnná, dosahuje cca 0,3 až 3,5 m. Z vývrtů byly v laboratoři KÚ

přípraveny zkušební vzorky ve tvaru válce se štíhlostním poměrem  $\lambda = 1$  (poměr průměru a délky). Tlačné plochy zkušebních vzorků byly zabroušeny a zaleštěny. Poté byly zkušební vzorky změřeny a sušeny při teplotě 105 °C do ustálené hmotnosti. Před vlastní zkouškou byly zkušební vzorky zváženy. Zkoušky byly provedeny dle ČSN EN 1926 [5] a ČSN EN 772-1 [4] v zatěžovacím stroji WPM 500 kN (metrologické číslo S 07 011 M) ve vysušeném a nasyceném stavu.

### **3.4. STANOVENÍ NASÁKAVOSTI ZDÍČÍCH PRVKŮ**

Zkouška nasákavosti zdíčních prvků se provede tak, že se zkušební vzorky v sušárně suší při teplotě 105 °C do dosažení ustálené hmotnosti. Ustálené hmotnosti je dosaženo, pokud rozdíl mezi dvěma po sobě jdoucími váženími v rozmezí 24 hod. není větší než 0,1 % z prvního ze dvou vážení. Vzorky ve stavu ustálené hmotnosti se opět zváží. Poté se vloží do nádoby (na podpěry na dně nádoby) a zalijí se vodou o teplotě 20 °C (čas  $t_0$ ). V čase  $t_0 + 48$  hod. se zkušební vzorky vyjmou z vodní lázně, osuší se, zváží a opět se ponoří do vody. Po každých 24 hod. se vzorky vyjmou, osuší a zváží, dokud není dosaženo ustálené hmotnosti. Ustálené hmotnosti je dosaženo, pokud rozdíl mezi dvěma po sobě jdoucími váženími není větší než 0,1 % hm. zkušební vzorku. Výsledek posledního vážení představuje hmotnost nasyceného vzorku. Nasákavost se stanoví dle vztahu:

$$NV = (m_{\text{nas.}} - m_{\text{such.}}) / m_{\text{such.}} \cdot 100 \text{ (\% hm.)}$$

kde: NV = nasákavost (%)

$m_{\text{nas.}}$  = hmotnost nasáklého (g)

$m_{\text{such.}}$  = hmotnost suchého (g)

### **3.5. STANOVENÍ KOEFICIENTU ZMĚKČENÍ ZDÍČÍCH PRVKŮ**

Vlhkost zdíčních prvků z přírodního kamene zpravidla nepříznivě ovlivňuje jeho pevnost v tlaku. Míra ovlivnění závisí na mnoha faktorech, např. struktuře základního materiálu, obsahu jílovitých podílů, objemové hmotnosti, zrnitosti, typu pojiva apod. Koeficientem změkčení se rozumí podíl pevnosti zdíčního prvku zjištěné v nasyceném stavu k pevnosti zdíčního prvku zjištěné v suchém stavu ( $f_{c, \text{des, n}} / f_{c, \text{des, s}}$ ). Dle našich zkušeností se hodnoty koeficientu změkčení pohybují u zdíčních prvků z přírodního kamene v poměrně širokém rozmezí 0,6 - 0,9. Např. hodnota koeficientu změkčení rovna 0,7 znamená, že kámen nasycený vodou vykazuje o 30 % nižší pevnosti v tlaku než ve vysušeném stavu.

### **3.6. STANOVENÍ OBSAHU VE VODĚ ROZPUSTNÝCH SOLÍ VE ZDIVU**

Pro účely chemických analýz zdiva byly odebrány prachové vzorky vrtem Ø 16 mm, případně odseknuté části prvků o hmotnosti minimálně 25 g. Prachové vzorky byly odebrány z hloubky 0 až 30 mm. Při vrtání se prach jímá a vloží se do plastové nádoby s uzávěrem. Vysušené vzorky se namelou na analytickou jemnost a z takto namletých vzorků se připraví vodné výluhy v poměru 1:10 (vzorek k destilované vodě) po dobu 24 hod. Ve výluzích se zjišťují obsahy chloridových iontů ( $\text{Cl}^-$ ), síranových iontů ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) a iontů dusičnanových



(NO<sub>3</sub>-). Chemická analýza vodných výluhů se provede dle ČSN EN ISO 10304-1 [9] a klasifikace stupně zasolení zdiva dle ČSN P 73 0610 [7].

### **3.7. PEVNOST ZDIVA V TLAKU**

Při posuzování konstrukcí dle Eurokódu ČSN EN 1996 [3] je nutno provést výpočet charakteristické pevnosti zdiva  $f_k$  dle vztahů uvedených v ČSN ISO 13822 [1]. Zkouškami zjištěnou pevnost kusového staviva v tlaku  $f_c$  je nutno převést na normalizovanou pevnost  $f_b$  dle ČSN EN 772-1 [4] a jako pevnost malty je možno uvažovat průměrnou hodnotu  $f_m$  zjištěnou zkouškami nebo např. kvalifikovaným odhadem. Volba součinitelů  $\gamma_m$  pro stanovení návrhové (výpočtové) pevnosti zdiva  $f_d$  je součástí komplexního statického posouzení (ČSN ISO 13822, Příloha NF). Součinitelé  $\gamma_m$  zahrnují dílčí součinitel spolehlivosti, vazbu zdiva a vyplnění spár maltou, vlhkost zdiva a poškození zdiva trhlinami. Pro účely odvození součinitele  $\gamma_m$ , kterým se zohledňuje vlhkost zdiva při stanovování jeho návrhové pevnosti, bylo využito zejména výsledků vlhkostní analýzy. Vlhkost byla orientačně měřena instrumentální metodou pomocí příložného kapacitního vlhkoměru DM4A.

## **4. VÝSLEDKY ZKOUŠEK IN-SITU A LABORATORNÍCH ZKOUŠEK**

Místa sond byla volena náhodně v ploše konstrukce (v závislosti na přístupu). Rozsah průzkumných prací byl zvolen na základě požadavku objednatele průzkumu s přihlédnutím ke zkušenostem zhotovitele. V rámci prací in-situ byl proveden odběr vzorků a rámcová vizuální prohlídka. Fotografická dokumentace vizuální prohlídky je uvedena v Příloze 1.

### **4.1. VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA**

**Na základě provedené vizuální prohlídky (viditelné části) lze konstatovat:**

*Nosná konstrukce (pole 1 až 3)*

- Ve všech polích mostu jsou na podhledu nosné konstrukce patrné dlouhodobé a rozsáhlé projevy zatékání srážkové vody. Především se jedná o výluhy bílé až šedivé barvy, krápníky kalcitu, zelené řasy a mechy. Oblast zatékání se rozšiřuje od vrcholu směrem o pilířům a opěrám (například foto 13, 29, 35, 36, 37, 49 aj., Příloha 1).
- Na všech polích je patrná degradace malty především ve svrchních vrstvách. Přítomno je loupající se cementové spárování, které iniciuje rozpad hran jednotlivých bloků pískovce.
- Ve všech polích je na podhledu kleneb patrná nesouvislá lomená trhlina (především na levé straně mostu). Typicky prochází cca 0,45 až 0,5 m od kraje mostu (tj. styčnou spárou na rozhraní prvního a druhého kamene, případně rovněž přes kámen), viz foto 4, Příloha 1. Největší trhlina je přítomna v poli 1, zasahuje cca 1/4 až 1/3 délky pásu.
- Na všech polích je patrná vystouplá řada klenáků, nejvíce v poli 3, kde hodnota odsazení klenáků dosahuje 5 až 6 cm (foto 53, 54, 55 a 56, Příloha 1). S největší pravděpodobností se však nejedná o závadu, ale skutečnost příslušící době výstavby a samotné aktivaci klenby.
- Na základě provedených jádrových vývrtů lze konstatovat, že klenby všech polí mají konstantní tloušťku, která osciluje od cca 75 do 84 cm (v průměru 80 cm).

### Pilíře a opěry

- Na líce dřívků, pilířů i opěr dlouhodobě prosakuje voda. Povrch zdiva je převážně mokrý, místy porostlý zelenou řasou, případně pokryt výluhy či výkvěty (například foto 13, 15, 29, 30, 35, 38, 49 aj., Příloha 1).
- Na úrovni hladiny vody lze pozorovat rozpad především hran, místy i celých kamenů pískovcového zdiva v různých hloubkách. Tento rozpad je způsoben pravidelně se opakujícími mrazovými cykly. Obdobná degradace byla pozorována rovněž u malty ve spárách.
- Na návodním zhlaví dřívku pilíře P3 je přítomna lokální porucha zdiva do hloubky až 45 cm (foto 69 a 70, Příloha 1). Zdivo nad poruchou nevykazuje prozatím známky rozvolnění, či jiného poškození.
- Na pilíři P3 na návodní i povodní straně je patrná svislá trhlina (foto 33 a 38, příloha 1). Na všech vrcholech dřívků pilířů jsou přítomny náletové dřeviny s různou mírou intenzity.
- Na opěře O4 je mrazový rozpad kamene do hloubky až 14 cm (foto 65, 66 a 67, Příloha 1).
- Okolo obou dřívků cca na úrovni vodní hladiny jsou přítomny rozvolněné (zbytkové) kusy ochranného límce z monolitického betonu případně se zbytky kamenů (například foto 31 až 34, příloha 1). Obdobný stav lze pozorovat i opěry O4.

### Čelní zdi (zábradelní zdi)

- V celé ploše čelních zdí lze pozorovat vypadané spárování v různých hloubkách. Místy jsou přítomny kameny s mrazovým rozpadem v hloubce 5 až 7 cm (spíše ojedinělé, foto 71 a 72, Příloha 1). Běžná hloubka mrazového narušení je do 1 cm.
- V rámci prohlídky bylo pozorováno mírné vysunutí čelních zdí (o cca 1 až 2 cm). Na styku čelní zdi a římsy jsou viditelné poškozené (olámané) kameny a vegetace (foto 83 a 84, Příloha 1).
- Zábradelní část čelních zdí je rozvolněná, chybí malta ve spárách. Stříšky čelních zdí jsou pokryty mechy a zelenou řasou, na styku stříšek chybí malta ve spárách.

### Mostní svršek

- Vozovka mostu je nerovná, místy potrhaná, lokálně vyspravovaná, v okamžiku prohlídky v krajnicích přítomny louže (foto 78, 81, Příloha 1).
- Chodníky mostu jsou nerovné, porostlé vegetací a zanesené blátem. Obrubníky propadlé, místy chybí dlažební kostky. Horší stav je na levé straně mostu.
- U některých z odvodňovačů chybí vtokové kryty (foto 75 až 77), případně u některých je omezen průtok (ucpáno listím aj.) foto 76.

## **4.2. PEVNOST MALTY V TLAKU – NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY**

### **Na základě provedených zkoušek malty lze konstatovat:**

- Celkem bylo provedeno 40 nedestruktivních měření pevnosti malty. Dílčí výsledky jsou zobrazeny v Příloze 2, Tab. 4, 5 a 6. Pevnost malty v tlaku byla zjišťována po odstranění svrchní spárovací malty, tj. v hloubce cca 50 až 100 mm za lícem zdiva. Průměrná hodnota pevnosti malty stanovená nedestruktivně pro nosné konstrukce kleneb je 2,71 MPa, čelních zdí 0,95 MPa a opěr/pilířů 2,14 MPa.

- Vývrty V5, V7, V9, V11 a V13 byly provedeny přes ložnou spáru zdiva kleneb. Vzhledem k zjištěné tloušťce spár a jejich vyplnění nebylo možné z odebraných vzorků vyrobit ani nenormové zkušební vzorky. Průměrná tloušťka spár dosahuje od 6 do 12 mm (viz Příloha 2, Tab. 3, fotografie 11 až 26).
- Na přiložené fotodokumentaci vývrtů je patrné, že ložné spáry jsou velmi často nevyplněné, případně vyplněny jen částečně. Tento jev je pravděpodobně způsoben nedostatečným vyplněním již z doby výstavby v kombinaci s částečným vyplavováním pojivové hmoty zatékající vodou. Podrobný popis stavu spár je obsažen v Příloze 2, Tab. 3.

#### **4.3. PEVNOST PŘÍRODNÍHO KAMENE V TLAKU - DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY**

##### **Na základě provedených destruktivních zkoušek lze konstatovat:**

- Ze zdiva kleneb bylo odebráno 17 vývrtů (viz Příloha 2, foto 1 až 10, Tab. 1 a 2) a z nich bylo vyřezáno celkem 103 zkušebních těles (jádra s poměrem  $\varnothing/L = 1$ ). Výsledné pevnosti kamenů v tlaku stanovené na základě zkoušek i dílčí hodnoty jsou uvedeny v Příloze 2, Tab. 8 až 12. Jednotlivé vzorky jsou dokumentovány na fotografiích 27 až 34. Průběh zkoušek včetně kondicionování na fotografiích 35 až 46 téže přílohy.
- Průměrná stanovená pevnost v tlaku zkušebních těles z kleneb 1 až 3 ve vysušeném stavu je 31,6 MPa, ve stavu nasyceném pevnost dosahuje 26,7 MPa (uvažovaná hodnota dosazená do výpočtu návrhové pevnosti zdiva je 29,14 MPa). Koeficient změkčení kamene kleneb je 0,84.
- V případě čelní zdi dosahuje pevnost ve vysušeném stavu 33,6 MPa, ve stavu nasyceném 27,7 MPa (průměr 30,62 MPa), koeficient změkčení 0,82. Pro opěry a pilíře lze uvažovat ve vysušeném stavu pevnost kamene v tlaku 34,0 MPa, ve stavu nasyceném 24,2 MPa (průměrná hodnota 29,11 MPa), koeficient změkčení 0,71.

#### **4.4. VLHKOSTNÍ STAV KAMENE, NASÁKAVOST A OBJ. HMOTNOST**

##### **Na základě měření vlhkosti in-situ, stanovení nasákavosti a objemové hmotnosti lze konstatovat:**

- Bylo provedeno celkem 40 měření vlhkosti zdiva in-situ (klenby, čelní zdi, pilíře a opěry). Měření proběhla v místech, ve kterých byla ověřována pevnost malty, případně prováděn odběr vzorků. Výsledky jsou obsaženy v Příloze 2, Tab. 4, 5 a 6. Zjištěné hodnoty leží v rozmezí 7,2 – 20,0 %. Kamenné zdivo lze považovat za saturované vodou. Voda do zdiva dlouhodobě proniká z povrchu konstrukce, přes nefunkční hydroizolační vrstvu.
- Průměrná zjištěná nasákavost zkoušených vzorků pískovce dosahuje v případě kleneb 5,6 % hm, v případě čelních zdí 5,9 % hm. a v případě opěr a pilířů 5,0 % hm. Dílčí hodnoty leží v širokém rozmezí 1,7 % hm. (opěra OP4) až po 6,4 % hm. (opěra OP1), podrobně viz Příloha 2, Tab. 8 až 12.
- Objemová hmotnost zkoušených vzorků leží v poměrně malém rozmezí od 2001 do 2131 kg/m<sup>3</sup>, vyjma vzorku z vývrtu V17 (OP4) s hodnotou 2499 kg/m<sup>3</sup> (Příloha 2, Tab. 8 až 12).

#### **4.5. STANOVENÍ OBSAHU VE VODĚ ROZPUSTNÝCH SOLÍ VE ZDIVU**

##### **Na základě chemických analýz odebraných prachových vzorků lze konstatovat:**

- Celkem bylo odebráno 12 vzorků z kleneb, čelních zdí a opěr pro stanovení přítomnosti ve vodě rozpustných solí (chloridy, dusičnany a sírany). Ve vzorcích sl2, sl3, sl6, sl10 a sl11 byla zjištěna nadlimitní koncentrace chloridů.
- Ve vzorku sl10 dosahuje koncentrace chloridů hodnoty 0,322 % hm. a lze ji považovat z hlediska porovnání s ČSN P 730610 za vysokou. Ve zbývajících 4 vzorcích jsou hodnoty zvýšené. Podrobné výsledky analýzy ve vodě rozpustných solí jsou obsaženy v Příloze 2, Tab. 14 a 15. Odběrná místa jsou dokumentovány na fotografiích 47 až 58 téže přílohy.

#### **4.6. STANOVENÍ PEVNOSTI ZDIVA V TLAKU - dle metodiky EN**

##### **Na základě provedených materiálových testů a jiných skutečností konstatovat:**

- V Příloze 2, Tab. 13 jsou uvedeny námi doporučené hodnoty součinitelů  $\gamma_m$  a z nich vypočtená návrhová pevnost zdiva  $f_d$ . Je však na rozhodnutí statika, jaké hodnoty  $\gamma_m$  pro stanovení návrhové pevnosti zdiva použije (ČSN ISO 13822, Příloha NF).
- Stanovení charakteristické a návrhové pevnosti zdiva v tlaku je uvedeno v Příloze 2, Tab. 13. Hodnocení je provedeno s ohledem k provedeným destruktivním i nedestruktivním zkouškám pevnosti kamene a malty v tlaku. Při uvážení aktuálního vlhkostního stavu konstrukce je stanovená návrhová hodnota pevnosti v tlaku pro klenby 2,08 MPa, pro čelní zdi 1,57 MPa a pro opěry/pilíře 1,94 MPa (Příloha 2, Tab. 13).
- Vzhledem k faktu, že ve vývrtech byly zjištěny pouze celistvé bloky kamenů, tj. nebyla zjištěna podélná ani částečná podélná spára (spára rovnoběžná s lícem zdiva) je konstanta K zvolena jako 0,45.

### **5. ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ**

Na základě objednávky číslo 201/162/2021 Krajské správy silnic Libereckého kraje, příspěvková organizace, České mládeže 632/32, 460 06, Liberec VI, IČO: 70946078, DIČ: CZ70946078 byl pracovníky ČVUT v Praze, Kloknerův ústav, Šolínova 7, Praha 6 realizován průzkum zdiva kamenného mostu Poniklá ev. č. 290-023 přes řeku Jizeru. Obsahem zprávy je popis průzkumných prací, včetně následného stanovení materiálových charakteristik kamene, malty a pevnosti zdiva v tlaku jak pro klenby, čelní zdi, opěry a pilíře. Výsledky zkoušek budou použity jako podklad pro statické posouzení. Práce in-situ byly provedeny ve dnech 12. až 14.10.2021. Laboratorní práce a zkoušky byly provedeny v období od 1.11.2021 do 30.11.2021. Podrobné hodnocení je uvedeno v Přílohách 1 a 2.

##### **Na základě provedených prací a materiálových testů na lze konstatovat:**

- **Celkový stavebně technický stav mostu lze hodnotit jako uspokojivý až špatný.** Lokálně se vyskytují poruchy zdiva způsobené průsaky vody, účinky mrazu a trhliny. Povrch mostu je pokryt výluhy pojivové hmoty, solemi a zelenou řasou.



- Most však považujeme za efektivně opravitelný, a to i při zachování stávajícího konstrukčního uspořádání a vzhledu.
- **Tloušťka kleneb (klenebních pásu) je v celém průřezu konstantní a dosahuje cca 0,8 m (na rubu je provedena přebetonávka v proměnné tloušťce 0,25 až 0,4 m), tloušťka čelních zdí cca 0,45 m a tloušťka obložení pilířů a opěr přibližně 0,3 až 0,5 m.** Jádru pilířů a opěr je tvořeno maltou/betonem s proložením kameny. Podíl pojivové složky je malý, přítomno je však mnoho mezer a dutin.
- Hydroizolační vrstvu lze vzhledem k četným a dlouhodobým průsakům patrným na líci kleneb, pilířů a opěr **považovat za zcela dožilou a nefunkční.**
- Zdivo mostu je z části zasoleno, **obsah solí (chloridů) lze hodnotit jako převážně zvýšený, lokálně až vysoký.** Zasolení je zcela zjevně způsobeno prováděnou zimní údržbou.
- Na líci zdiva je provedeno cementové přespárování, které se místy odlupuje. Přespárování cementem na povrchu lze považovat z dlouhodobého hlediska za zcela nevhodné. **Spáry mezi kameny jsou dle provedených vrtů velmi úzké a z velké části nevyplněny maltou.**
- Zjištěná průměrná pevnost v tlaku kamene kleneb / čelních zdí / opěr a pilířů ve vysušeném stavu dosahuje cca **31,6 / 33,6 / 34,0 MPa**. Ve stavu nasyceném **26,7 / 27,7 / 24,2 MPa**. Pevnost malty v tlaku pro klenby je uvažována jako přibližně **2,7 MPa**, pro čelní zdí cca **1 MPa** a pro opěry a pilíře **2,1 MPa**.
- Pevnost zdiva dle metodiky EN je vypočtena v Příloze 2, Tab. 13. V aktuálním vlhkostním stavu konstrukce lze návrhovou hodnotu pevnosti zdiva kleneb v tlaku uvažovat jako přibližně **2,0 MPa**. U čelních zdí je vypočtená návrhová pevnost zdiva cca **1,5 MPa** a u opěr a pilířů cca **1,9 MPa**.

*Závěry uvedené v této zprávě byly formulovány na základě výsledků zkoušek in-situ provedených v určitých oblastech v době prohlídky, limitovaných jejich přístupností. Volba součinitelů  $\gamma_m$  pro stanovení návrhové pevnosti zdiva  $f_a$  pro posouzení zdiva dle ČSN EN 1996 je na rozhodnutí statika. Zpracovatel si vyhrazuje právo na korekce a doplnění závěrů, pokud budou zjištěny další podstatné skutečnosti, které byly nad rámec provedených zkoušek a diagnostických prací nebo byly dodatečně zjištěny mimo diagnostikované oblasti.*

## **6. SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha 1 VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA

Příloha 2 POPIS ODEBRANÝCH VÝVRTŮ, STANOVENÍ MATERIÁLOVÝCH PARAMETRŮ KAMENŮ, MALTY, PEVNOST ZDIVA A ZASOLENÍ

## **PŘÍLOHA 1**

Expertní zprávy č. 2100 J 330

### **STP KAMENNÉHO MOSTU PONIKLÁ most ev. č. 290-023**

#### **VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA**

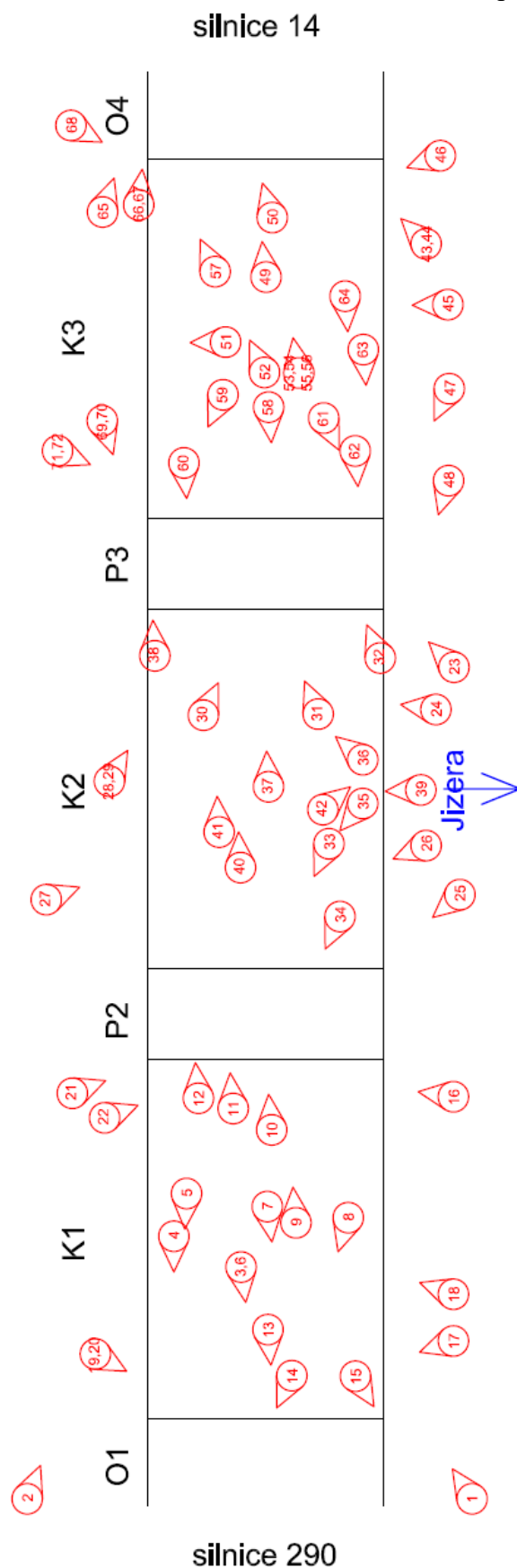
**Příloha 1.1** – Vizuální prohlídka kleneb, pilířů, opěr a čz (strana 2 až 38)

**Příloha 1.2** – Vizuální prohlídka silničního svršku mostu (strana 39 až 46)

**Příloha 1.3** – Fotodokumentace odběru a sanace vybraných sond (strana 47 až 52)

**Příloha 1.1**

Expertní zprávy č. 2100 J 330



**Obr. 1:** Schématický náčrtek mostu Poniklá včetně zaznačení fotek do půdorysu





**Foto 1:** Celkový pohled na most Poniklá (pohled proti proudu Jizery)



**Foto 2:** Celkový pohled na most Poniklá (pohled po proudu Jizery)





**Foto 3:** Pole 1 - pohled na O1 při provádění vývrtu V16



**Foto 4:** Pole 1 - trhlina podél boku klenby, cca 0,45 až 0,5 m od kraje čelní zdi, vede první ojediněle druhou styčnou spárou, lokálně přetíná kameny





**Foto 5:** Pole 1 - pohled na odvodňovač ve vrcholu, patrné výluhy pojivové hmoty, exokrusty, průsak vody skrz konstrukci



**Foto 6:** Pole 1 – pohled na spodní líc klenby, patrné rozsáhlé průsaky vody z povrchu konstrukce, rozšířena je i zelená řasa





**Foto 7:** Pole 1 – trhlina v klenáku cca v podélné ose mostu, kámen mírně vysunut (o cca 2 až 3 cm)



**Foto 8:** Pole 1 – pohled na spodní líc klenby směrem k O1, patrné rozsáhlé průsaky vody z povrchu konstrukce, na dolním líci rovněž patrné mechy a lišaje zelené barvy, bílé usazeniny solí či pojivové hmoty





**Foto 9:** Pole 1 – pohled na klenbu směrem k pilíři P2, patrné rozsáhlé průsaky srážkové vody, zelená řasa, místy bílé výkvěty, plošná degradace spárové malty, povrchová degradace některých kamenů včetně tvorby exokrusty černé barvy, kolem odvodňovačů dochází k rozpadu kamenů



**Foto 10:** Pole 1 – pohled na pilíř P2, patrná je mírná povrchová degradace kamenů do maximální hloubky 1 až 2 cm





**Foto 11:** Pole 1 (pilíř P2) – pohled na poškozený kámen pilíře (nutno zaplombovat)



**Foto 12:** Pole 1 (pilíř P2) – pohled na poškozený kámen v patě pilíře (na styku s terénem, případně s dočasnou hladinou Jizery)





**Foto 13:** Pole 1 – pohled na klenbu směrem k opěře O1, patrné rozsáhlé průsaky srážkové vody, zelená řasa, místy bílé výkvěty, plošná degradace spárové malty



**Foto 14:** Pole 1 – pohled na odvodňovač u opěře O1, kámen kolem odvodňovače nahrazen betonem





**Foto 15:** Pole 1 – pohled na kraj klenby, trhlina ve druhé řadě kamenů, po konstrukci stéká voda



**Foto 16:** Pole 1 – pohled na čelní zeď (pohled proti toku vody), patrná je vypadaná spárová malty, lokální degradace kamenů, na pilíři ze spár roste nižší vegetace





**Foto 17:** Pole 1 – pohled na čelní zeď (pohled proti toku vody), patrná je vypadaná spárová malty, lokální degradace kamenů, ze spár v čelní zdi roste nižší vegetace



**Foto 18:** Pole 1 – pohled na čelní zeď (pohled proti toku vody), degradace povrchové vrstvy kamene, odlupování do hloubky 1 až 2 cm





**Foto 19:** Pole 1 – pohled na čelní zeď (pohled po proudu), strana směrem k O1, patrná je plošná degradace kamene, tvoří se krusty, vypadáva cementové přespárování



**Foto 20:** Pole 1 – pohled na čelní zeď (pohled po proudu) – detail povrchu, lokálně úbytek kamene 1 až 3 cm, místy se drolí hrany kamenů, důvodem je novodobé cementové přespárování





**Foto 21:** Pole 1 – pohled na čelní zeď a pilíř P2 (pohled po proudu), na pilíři bílá krusta

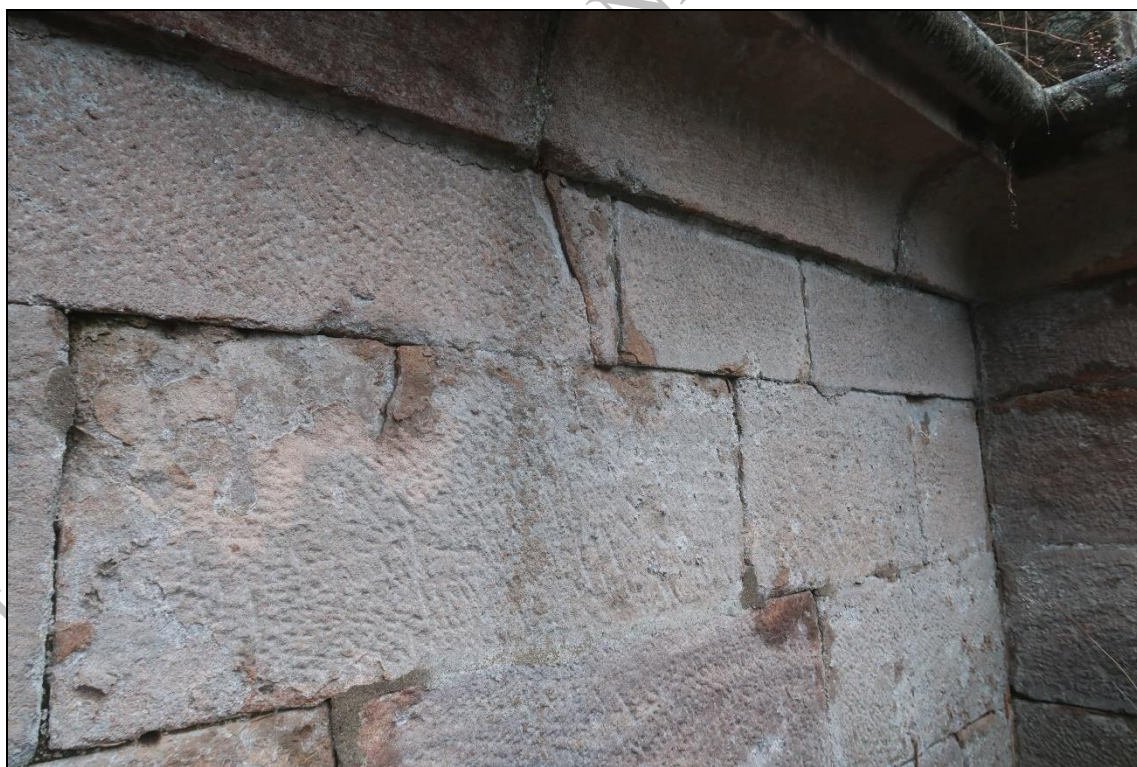


**Foto 22:** Pole 1 – pohled na čelní zeď a pilíř P2 (pohled po proudu), na konstrukci se vyskytují krusty, mechy aj. Patrná je i degradace kamene, kameny nad pilířem 3 až 4 cm





**Foto 23:** Pole 2 – pohled na čelní zeď směrem k pilíři P3 (strana proti proudu vody), mezi kameny čelní zdi chybí malta, z pokličky nad pilířem roste vegetace (převážně tráva)



**Foto 24:** Pole 2 – pohled na čelní zeď směrem k pilíři P3 (strana proti proudu vody) – detail, kameny s odlupující se krustou, spáry velmi tenké, cementové přespárování odpadlé, v některých kamenech přítomny trhliny





**Foto 25:** Pole 2 – pohled na čelní zeď směrem k pilíři P2 (strana proti proudu vody), mezi kameny čelní zdi chybí malta, z pokličky nad pilířem rostě vegetace (převážně tráva a nižší dřeviny jako keře)



**Foto 26:** Pole 2 – pohled na čelní zeď směrem k pilíři P3 (strana proti proudu vody) – detail, kameny s odlupující se krustou, spáry velmi tenké





**Foto 27:** Pole 2 – pohled na celé pole (čelní zeď mezi pilíře P2 a P3)



**Foto 28:** Pole 2 – pohled k pilíři P3, betonové opevnění (límeč) pilíře na úrovni hladiny je zcela rozpadlý, kameny na úrovni hladiny lokálně poškozeny, spáry vydrolené





**Foto 29:** Pole 2 – pohled k pilíři P3, spodní líc klenby, na klenbě jsou patrné průsaky (mnohem méně než pole 1 a 3), hlavně směrem k čelním zdem, lokálně i drobné trhliny v klenbě na úrovni první styčné spáry od kraje, trhliny převážně ve spárách, pouze výjimečně v kameni.



**Foto 30:** Pole 2 – pohled k pilíři P3, detail zbytku betonového opevnění (límce) pilíře na úrovni hladiny, spáry na úrovni hladiny vydrolené (vyplavené)





**Foto 31:** Pole 2 – pohled k pilíři P3, na fotografii jsou detaily betonového (límce) opevnění na úrovni hladiny, vpravo na pilíři patrná trhlina prostupující přes svislé spáry a kameny



**Foto 32:** Pole 2 – pilíř P3 – detail trhliny, polohou odpovídá místu, kde končí klenba (svislice směrem k hladině)





**Foto 33:** Pole 2 – pohled k pilíři P2, na úrovni hladiny patrné zbytky betonového opevnění (límce) a poškozené kameny vlivem proudící vody



**Foto 34:** Pole 2 – pilíř P2, detail místa v úrovni hladiny, poškozené či vystupující kameny, zbytky betonového opevnění, vymyté spáry, některé kameny historicky opravovány betonem





**Foto 35:** Pole 2 – pohled na spodní líc klenby směrem k pilíři P2 (strana pole 1), na spodním lící je patrné zatékání srážkové vody, rozsah je však menší než v poli 1 a 3, nevíce je patrné v oblastech při krajích klenby (první cca 1 až 2 m)

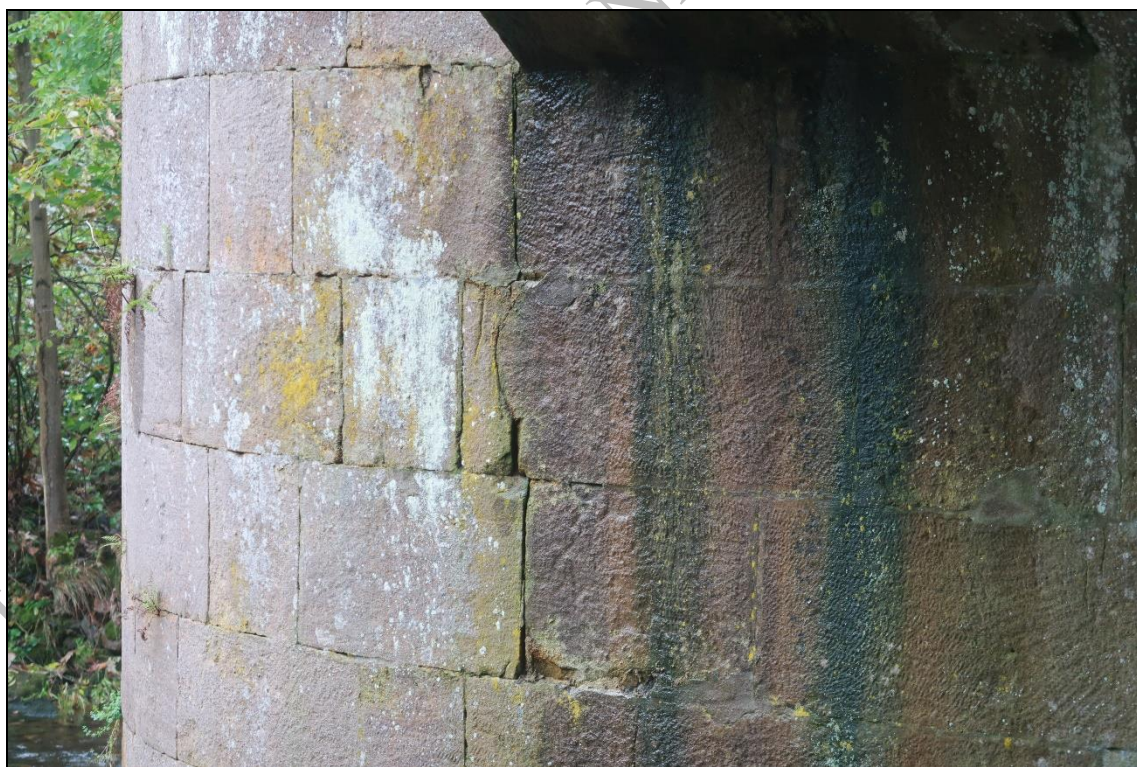


**Foto 36:** Pole 2 – pohled na spodní líc klenby směrem k pilíři P3 (strana pole 3), na spodním lící je patrné zatékání srážkové vody, rozsah je však menší než v poli 1 a 3, nevíce je patrné v oblastech při krajích klenby (první cca 1 až 2 m)





**Foto 37:** Pole 2 – pohled na spodní líc klenby směrem k pilíři P3, patrné zatékání srážkové vody, usazeniny kalcitu, řasy, šedivé výluhy aj., na styku klenby a pilíře vlevo svislá trhlina



**Foto 38:** Pole 2 – detail trhliny z předcházející fotografie, svislá trhlina v pilíři P3 procházející přes styčnou spáru a kámen (návodní strana)





**Foto 39:** Pole 2 – oblast vrcholu klenby, patrné je rozsáhlé zatékání a degradace kolem odvodňovače ve vrcholu, část kamenů kolem odvodňovače nahrazena betonem



**Foto 40:** Pole 2 – detail kamene v oblasti vrcholu s vydrolenou plochou (pravděpodobně nehomogenita v pískovci)





**Foto 41:** Pole 2 – oblast vrcholu, pohled na vysunutý klenák, výsuv o cca 2 až 3 cm, viditelné rovněž cementové spárování

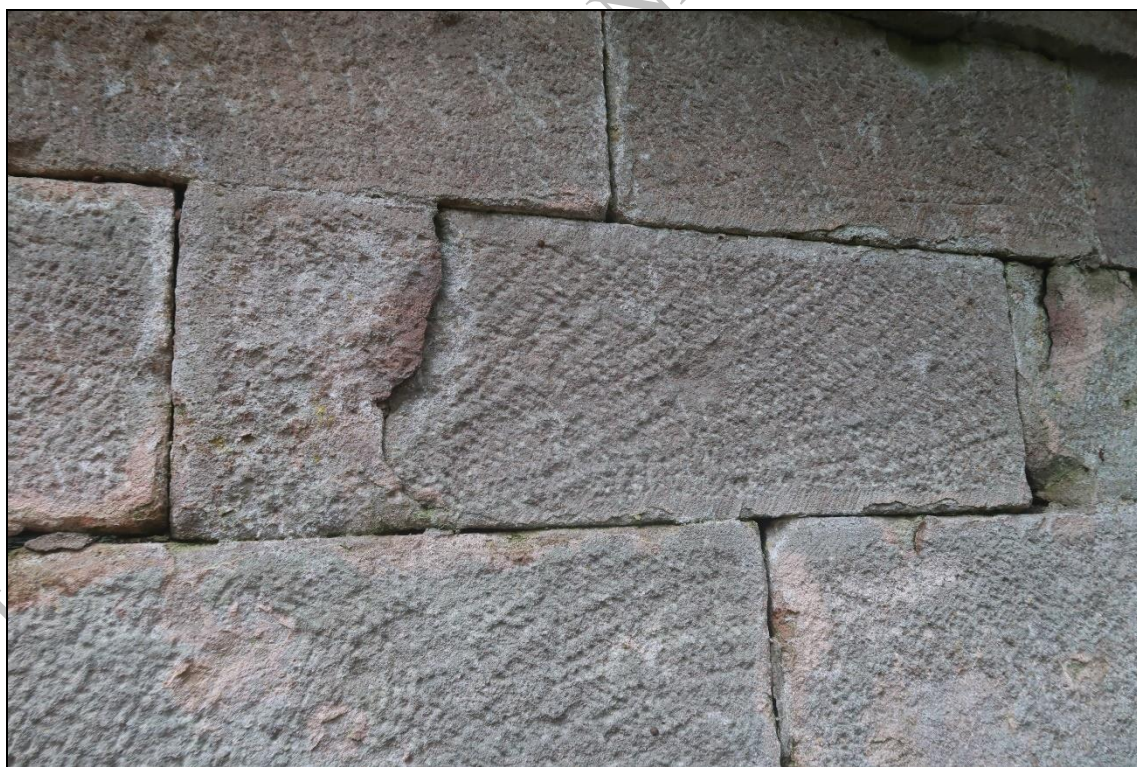


**Foto 42:** Pole 2 – detailní pohled na odvodňovač ve vrcholu, koroze odvodňovače a degradace přilehlého betonu





**Foto 43:** Pole 3 – pohled na čelní zeď směrem k opěře O4 (strana proti proudu vody), mezi kameny chybí malta, spáry velmi tenké, v pozadí na styku opěry a čelní zdi roste vegetace

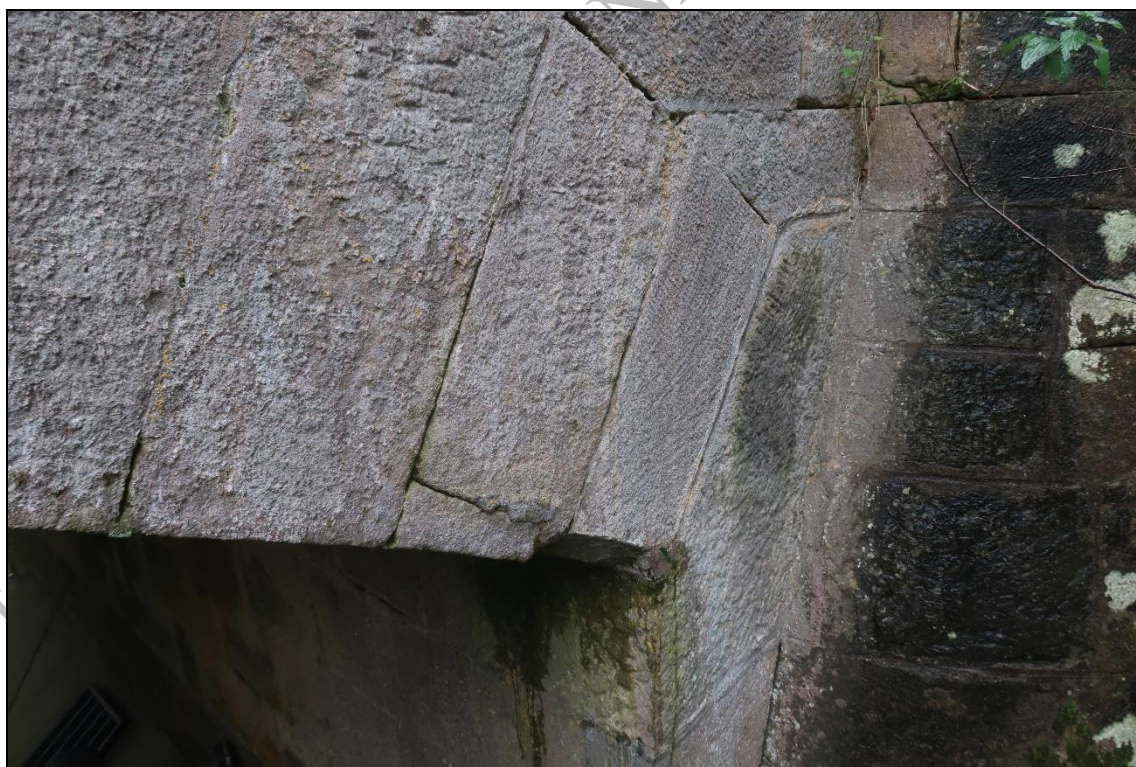


**Foto 44:** Pole 3 – pohled na čelní zeď směrem k opěře O4 (strana proti proudu vody), mezi kameny chybí malta, některé kameny poškozeny trhlinami



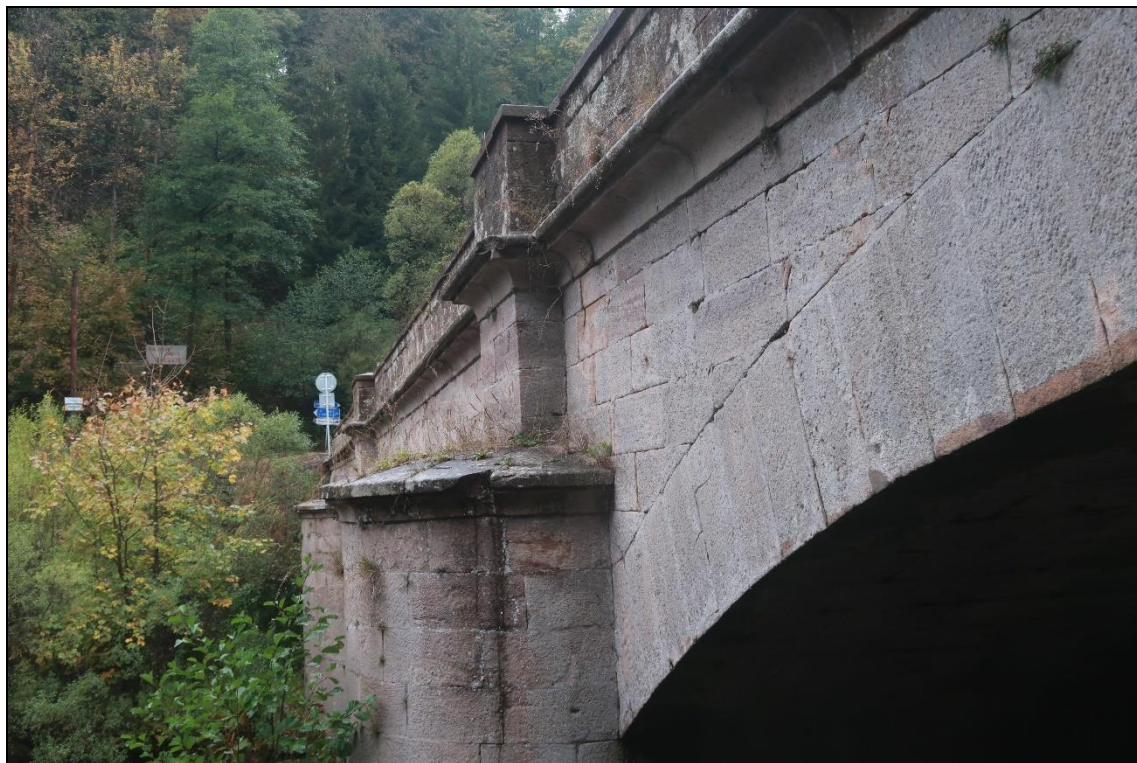


**Foto 45:** Pole 3 – pohled na čelní zeď směrem k opěře O4 (strana proti proudu vody), pohled na římsu nad čelní zdi, kameny římsy poškozené



**Foto 46:** Pole 3 – pohled na čelní zeď směrem k opěře O4 (strana proti proudu vody), v patě klenby jsou poškozené kameny (olámané rohy)





**Foto 47:** Pole 3 – pohled na čelní zeď směrem k pilíři P3 (strana proti proudu vody), na pilíři roste vegetace (trávy a keříky), část pokličky pilíře prasklá, dochází k zatékání vody

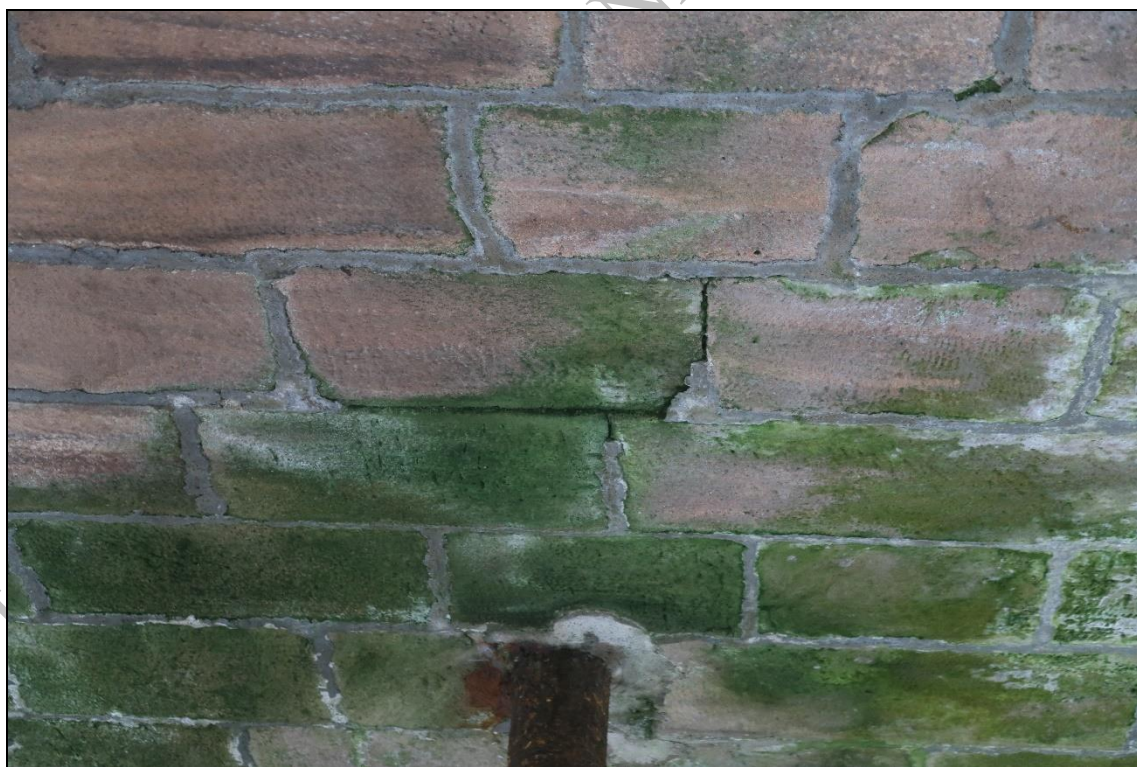


**Foto 48:** Pole 3 – pohled na čelní zeď směrem k pilíři P3 (strana proti proudu vody), na pilíři roste vegetace (trávy a keříky), část pokličky pilíře prasklá, dochází k zatékání vody, detail pilíře P3





**Foto 49:** Pole 3 – pohled na opěru O4, patrné známky zatékání přes klenbu a dále na opěru, v celé ploše opěry zelené mechy a lišaje, přítomny jsou i bílé výluhy a krusty



**Foto 50:** Pole 3 – pohled na opěru O4, detail oblasti nad odvodňovačem, místy vypadané spárování, odlomené hrany kamenů, kolem odvodňovače mechy a lišaje





**Foto 51:** Pole 3 – pohled na vrchol klenby, ve vrchole jsou patrné bílé výluhy, pravděpodobně soli



**Foto 52:** Pole 3 – pohled na vrchol klenby, detail linie klenáků, klenáky jsou povysunuty nad líc zbylého zdiva





**Foto 53:** Pole 3 – pohled na vrchol klenby, detail linie klenáků, klenáky jsou povysunuty nad líc zbylého zdiva, vysunutí se zvětšuje ke středu, dosahuje 5 až 6 cm



**Foto 54:** Pole 3 – detail povysunutých klenáků cca v místě podélné osy



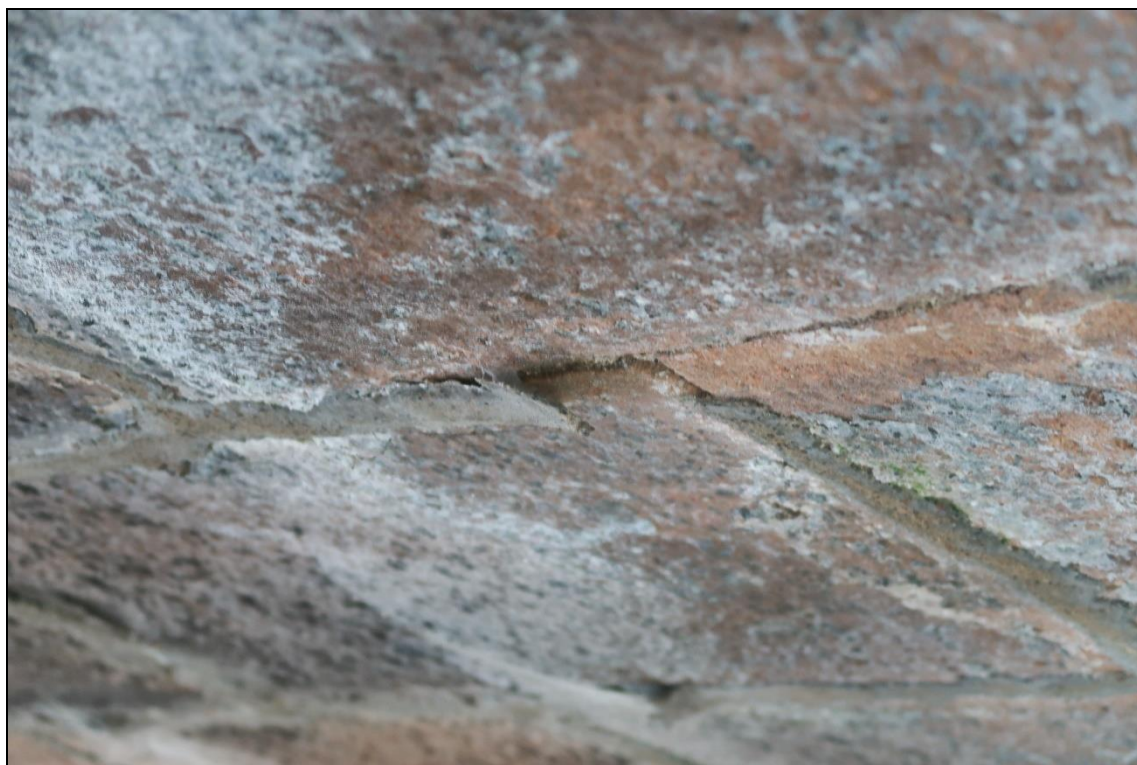


**Foto 55:** Pole 3 – detail vysunutého klenáku (včetně osazeného dřevěného klínku)



**Foto 56:** Pole 3 – detail vysunutého klenáku (včetně osazeného dřevěného klínku), změřeno cca 5 až 6 cm





**Foto 57:** Pole 3 – detail odpadajícího cementového přespárování



**Foto 58:** Pole 3 – pohled na pilíř P3, na klenbě patrné průsaky především z oblastí krajů klenby, které se směrem k pilíři rozšiřují, u pilíře na úrovni hladiny jsou vidět zbytky betonového opevnění (límce), které je však již zcela rozpadlé





**Foto 59:** Pole 3 – pohled na pilíř P3, detailní pohled směrem proti vodě



**Foto 60:** Pole 3 – pohled na pilíř P3, kameny na úrovni vodní hladiny jsou poškozené vodou a mrazem, je třeba zvážit jejich náhrady či plombování betonem



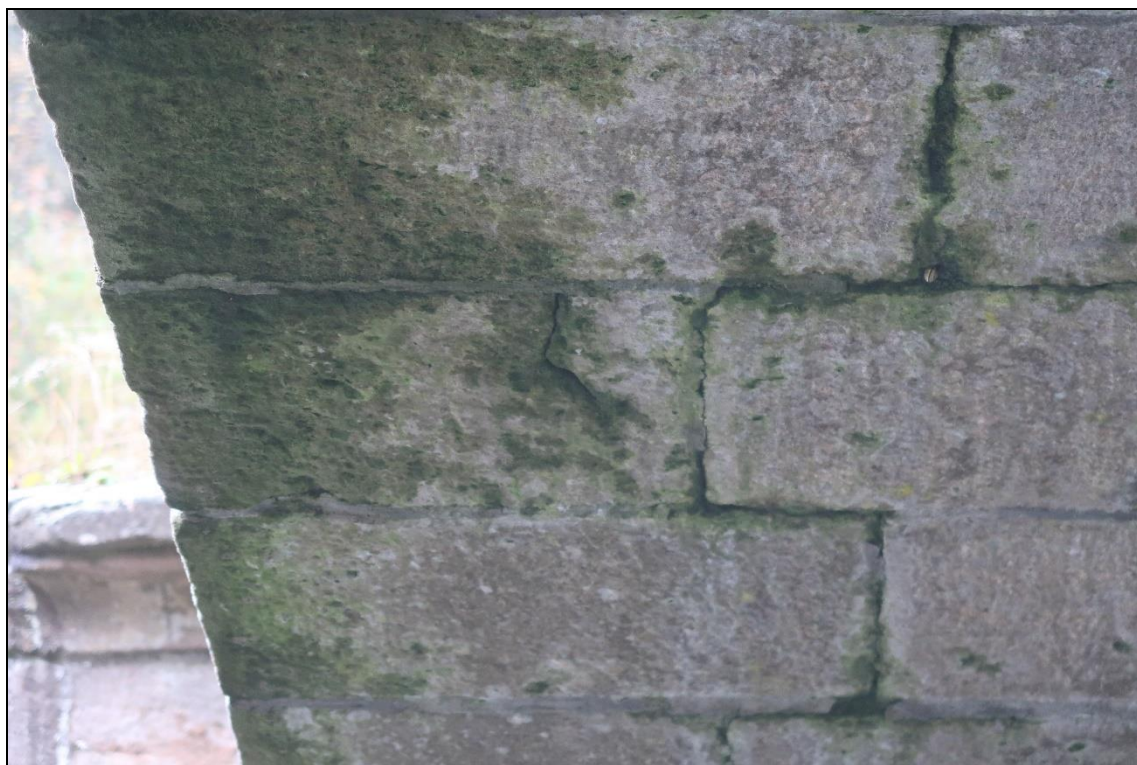


**Foto 61:** Pole 3 – pohled na pilíř P3, detailní pohled směrem po vodě



**Foto 62:** Pole 3 – pohled na pilíř P3, kameny na úrovni vodní hladiny jsou poškozené vodou a mrazem, je třeba zvážit jejich náhrady či plombování betonem, betonový límec (opevnění) je silně poškozen





**Foto 63:** Pole 3 – pohled na krajní kámen klenby s trhlinou



**Foto 64:** Pole 3 – detailní pohled na oblast odvodňovače ve vrcholu, okolí odvodňovače silně degradováno, odpadají kusy kamene i betonu





**Foto 65:** Pole 3 – pohled na část křídla přiléhající k opěře O4, rozpad kamene vlivem vody a mrazu do hloubky 12 až 14 cm



**Foto 66:** Pole 3 – pohled na část křídla přiléhající k opěře O4, rozpad kamene vlivem vody a mrazu do hloubky 12 až 14 cm - detail





**Foto 67:** Pole 3 – pohled na část křídla přiléhající k opěře O4, rozpad kamene vlivem vody a mrazu do hloubky 12 až 14 cm – detail včetně měření

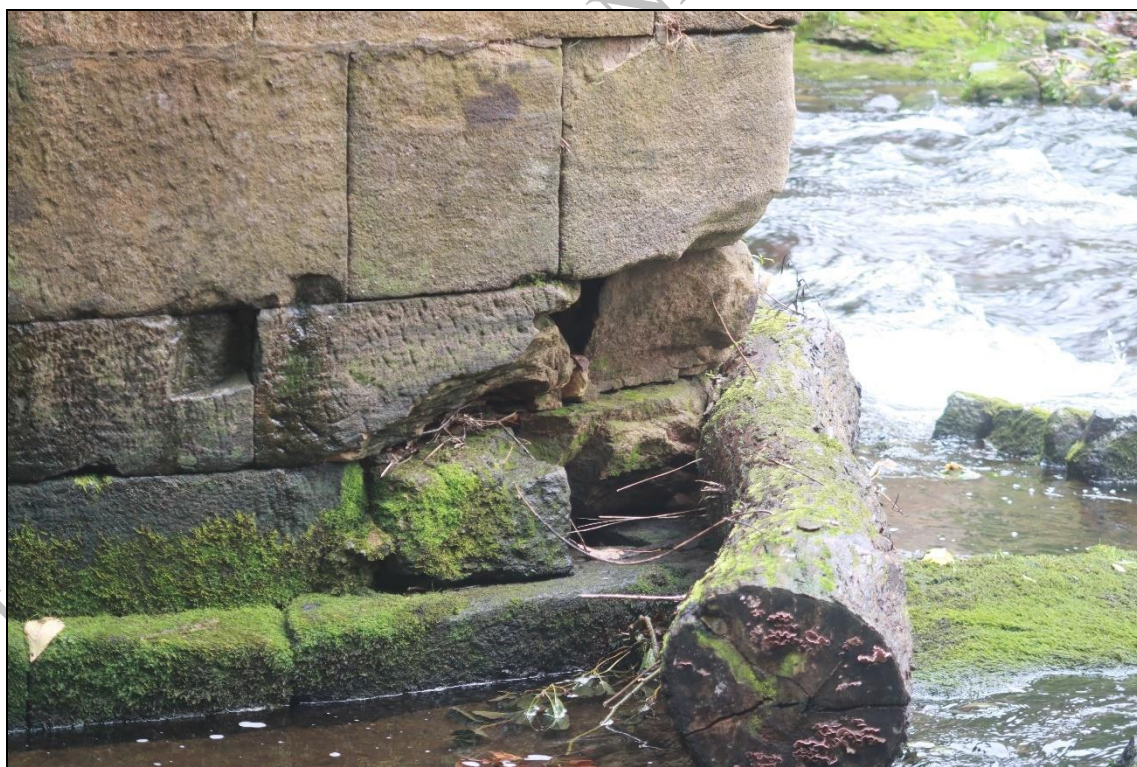


**Foto 68:** Pole 3 – pohled na čelní zeď přilehlou k opěře O4, zeď pokryta mechy a lišejní





**Foto 69:** Pole 3 – pohled na pilíř P3, návodní oblast, rozsáhlá lokální porucha zdiva, zasahující cca 2 až 3 řady nad patním límcem, rozpad pískovce až do hloubky cca 45 cm



**Foto 70:** Pole 3 – pohled na pilíř P3, návodní oblast, rozsáhlá lokální porucha zdiva, zasahující cca 2 až 3 řady nad patním límcem, rozpad pískovce až do hloubky cca 45 cm  
detail





**Foto 71:** Pole 3 – pohled na čelní zeď přilehlou k pilíři P3, patrný je rozpad povrchu pískovce čelní zdi, vlivem mrazu a vody, hloubka odpadlé vrstvy cca 5 až 7 cm, na místě zůstává cementové přespárování

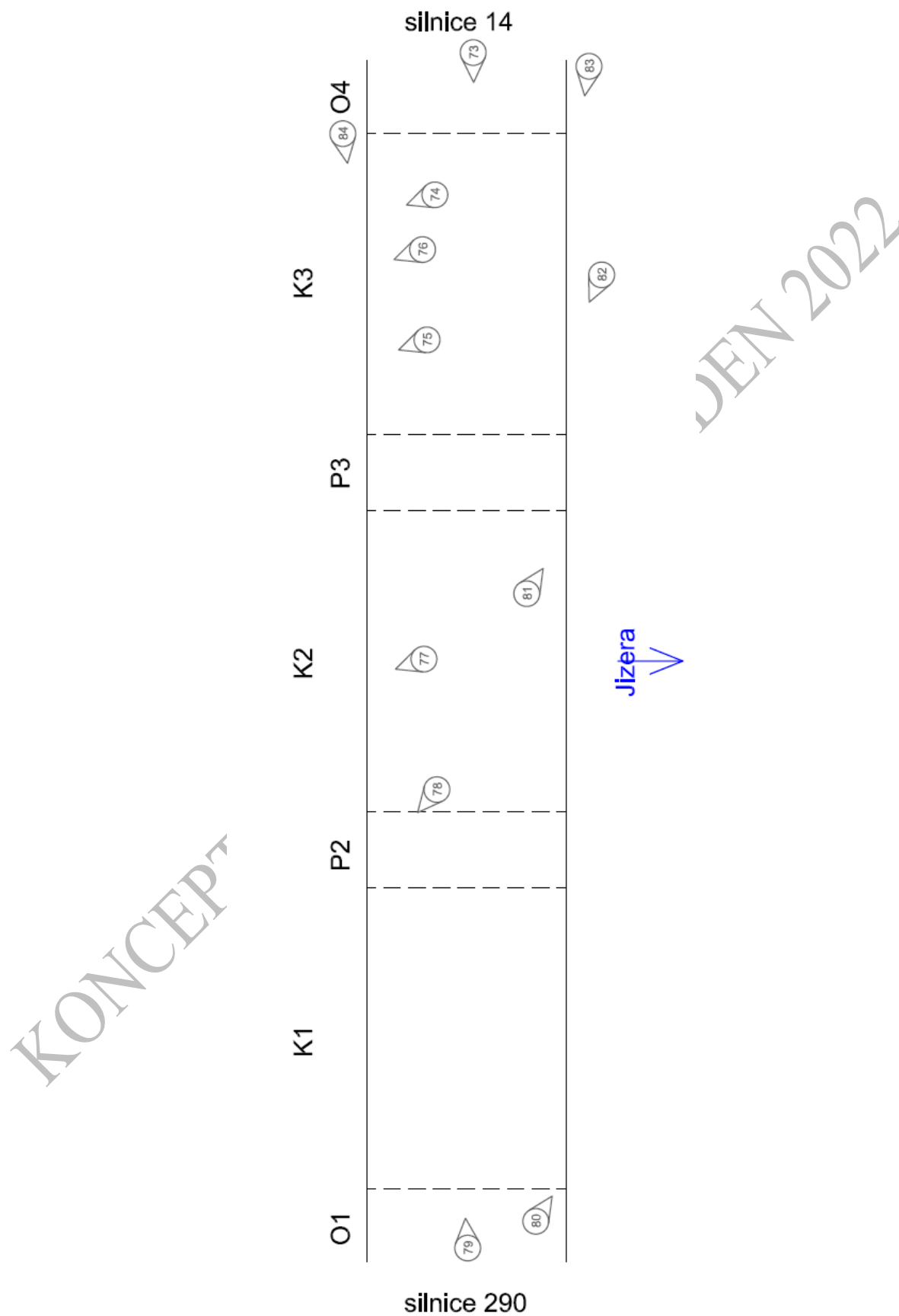


**Foto 72:** Pole 3 – pohled na čelní zeď přilehlou k pilíři P3, detail z předcházející fotografie



**Příloha 1.2**

Expertní zprávy č. 2100 J 330



**Obr. 2:** Schématický náčrt mostu Poniklá včetně zaznačení fotek do půdorysu (svršek)





**Foto 73:** Pohled na most z úrovně vozovky, směrem od silnice 14

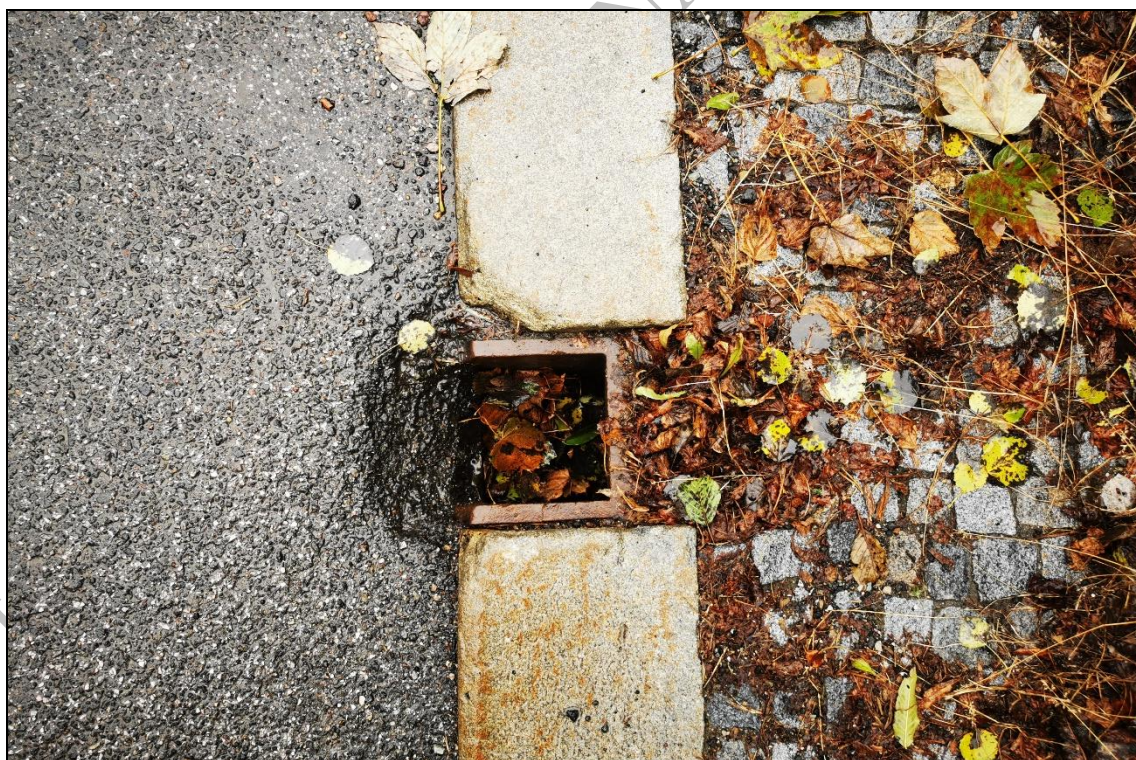


**Foto 74:** Pohled na krajnici s prosedlým obrubníkem, při dešti zde stojí voda, povrch nerovný, v místě chodníku chybí kostky, roste travní porost





**Foto 75:** Pohled na krajnici a silnici, při dešti zde stojí voda, povrch nerovný, v místě chodníku chybí kostky, roste travní porost



**Foto 76:** Pohled na prosedlý obrubník a částečně ucpaný (zanesený) vrcholový odvodňovač, chybí vtokový kryt





**Foto 77:** Pohled na prosedlý obrubník a vrcholový odvodňovač (průhled na vodní hladinu), chybí vtokový kryt



**Foto 78:** Pohled na nerovný povrch komunikace, tvoří se rozsáhlé kaluže na vozovce





**Foto 79:** Pohled na most z úrovně vozovky, směrem od silnice 290



**Foto 80:** Pohled na zábradelní zídku, bez malty ve spárách, kameny z kraje uvolněné, chodník zarostlý vegetací





**Foto 81:** Pohled na nerovný povrch komunikace, tvoří se rozsáhlé kaluže na vozovce, chodník zcela zarostlý vegetací, prosedlé obrubníky, zábradelní zídka rozpad malty ve spárách, zídky pokryté krustou, místy odpadlý povrch cca 1 cm



**Foto 82:** Pohled na zábradelní zídku, patrné olamování hran a místy rozpad povrchu pískovce do hloubky 1 až 2 cm, spáry vydroleny, nejvíce první ložná spára pod vrcholem





**Foto 83:** Pohled na zábradelní zídku, pohled od silnice 14, zídka vlevo, viditelná vegetace a olámané hrany říms, chybí malta ve spárách ložných i styčných





**Foto 84:** Pohled na zábradelní zídku, pohled od silnice 14, zídka vpravo, viditelná vegetace a olámané hrany říms, chybí malta ve spárách ložných i styčných



**Příloha 1.3**

Expertní zprávy č. 2100 J 330

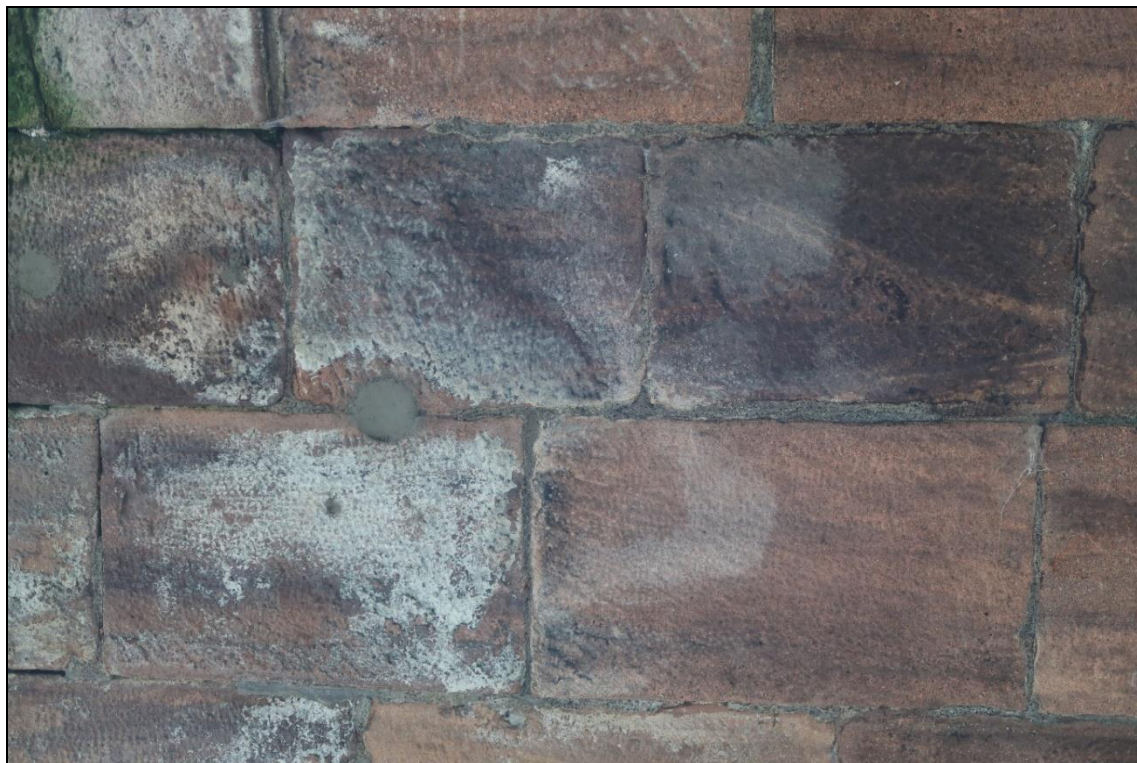


**Foto 85:** Pole 1 - odběr jádrového vývrtnu V16 (opěra O1)



**Foto 86:** Pole 1 – sanace vývrtnů V12 a V13 (1/4 rozpětí)





**Foto 87:** Pole 1 – sanace vývrtů V10 a V11 (vrchol)

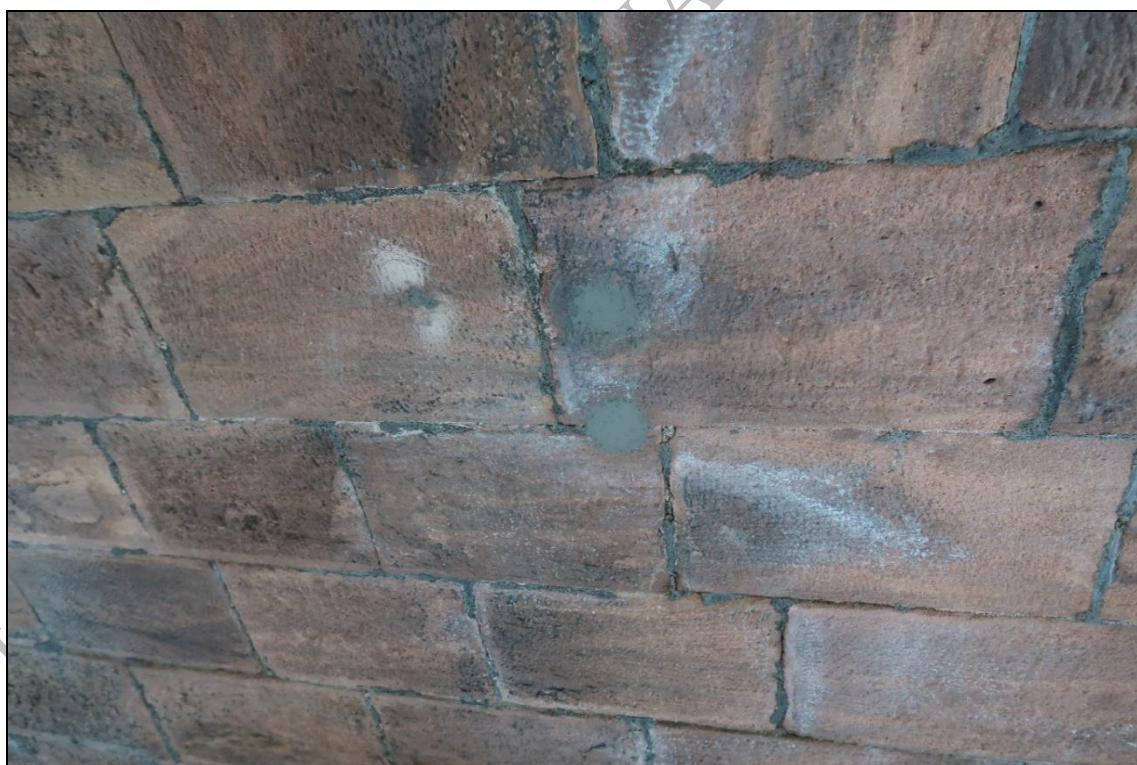


**Foto 88:** Pole 1 - sanace vývrtu V15 (pilíř P2)





**Foto 89:** Pole 2 - odběr vývrtů pole 2 z mostní prohlížečky

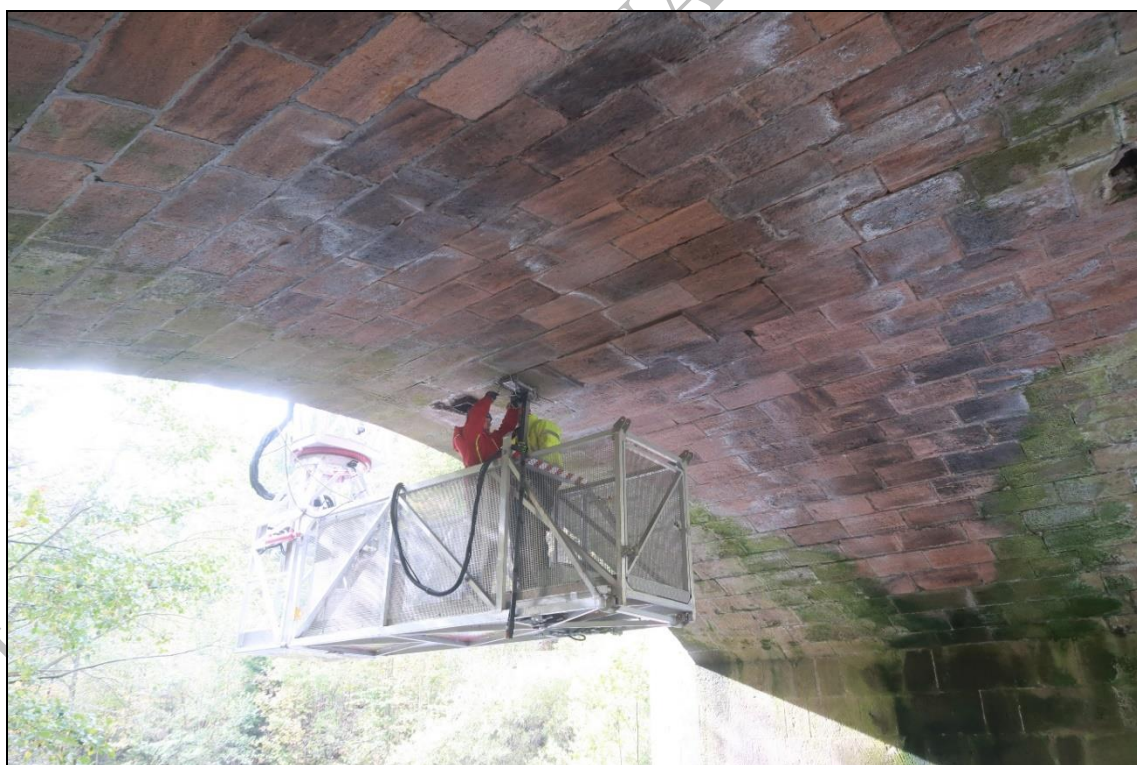


**Foto 90:** Pole 2 – sanace vývrtů V6 a V7 (cca  $\frac{1}{4}$  rozpětí směrem pilíři P3)





**Foto 91:** Pole 2 – sanace vývrtů V8 a V9 (vrchol)



**Foto 92:** Pole 3 – odběr jádrového vývrtu V2





**Foto 93:** Pole 3 – odběr jádrového vývrtu V3

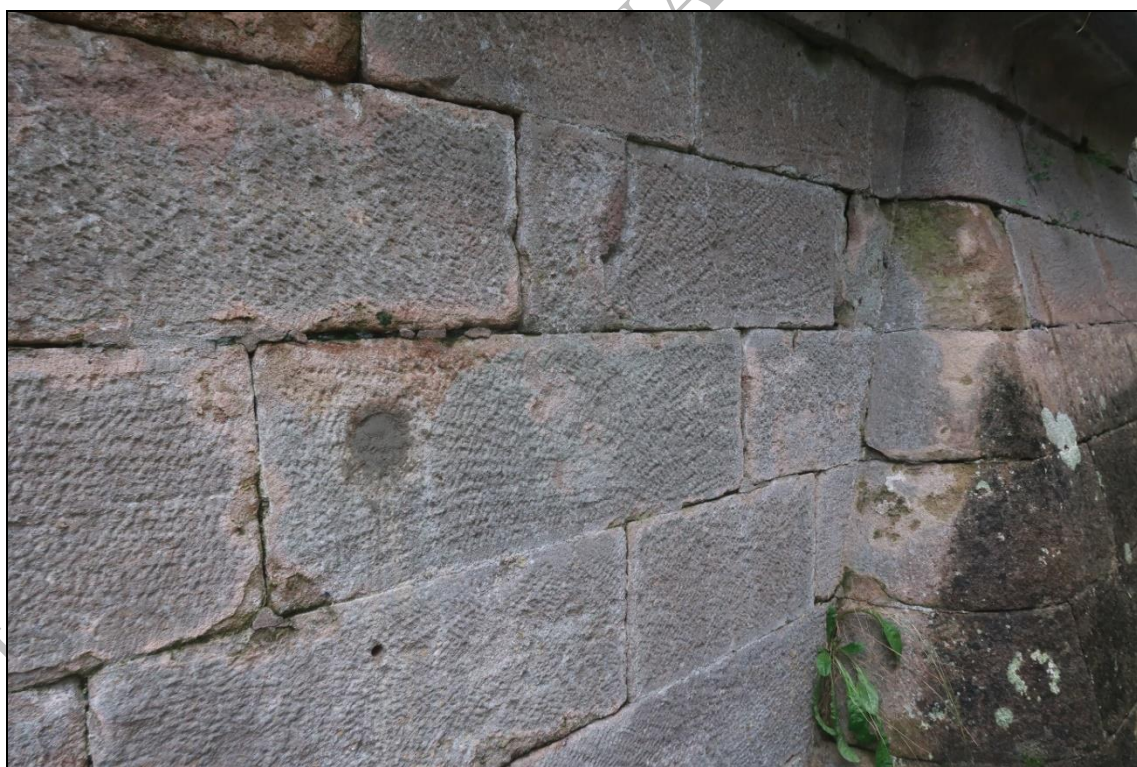


**Foto 94:** Pole 3 – sanace vývrtu V2 (vrchol)





**Foto 95:** Pole 3 – sanace vývrtů V4 a V5 (směrem k opěře O4)



**Foto 96:** Pole 3 – sanace vývrtu V1 (čelní zeď)



## **PŘÍLOHA 2**

Expertní zprávy č. 2100 J 330

### **STP KAMENNÉHO MOSTU PONIKLÁ most ev. č. 290-023**

#### **POPIS ODEBRANÝCH VÝVRTŮ, STANOVENÍ MATERIÁLOVÝCH PARAMETRŮ KAMENŮ, MALTY, PEVNOST ZDIVA A ZASOLENÍ**

**Příloha 2.1** – Schéma odběrů zkušebních vzorků z konstrukce (strana 2)

**Příloha 2.2** – Popis vrtných jader včetně fotodokumentace (strana 3 až 21)

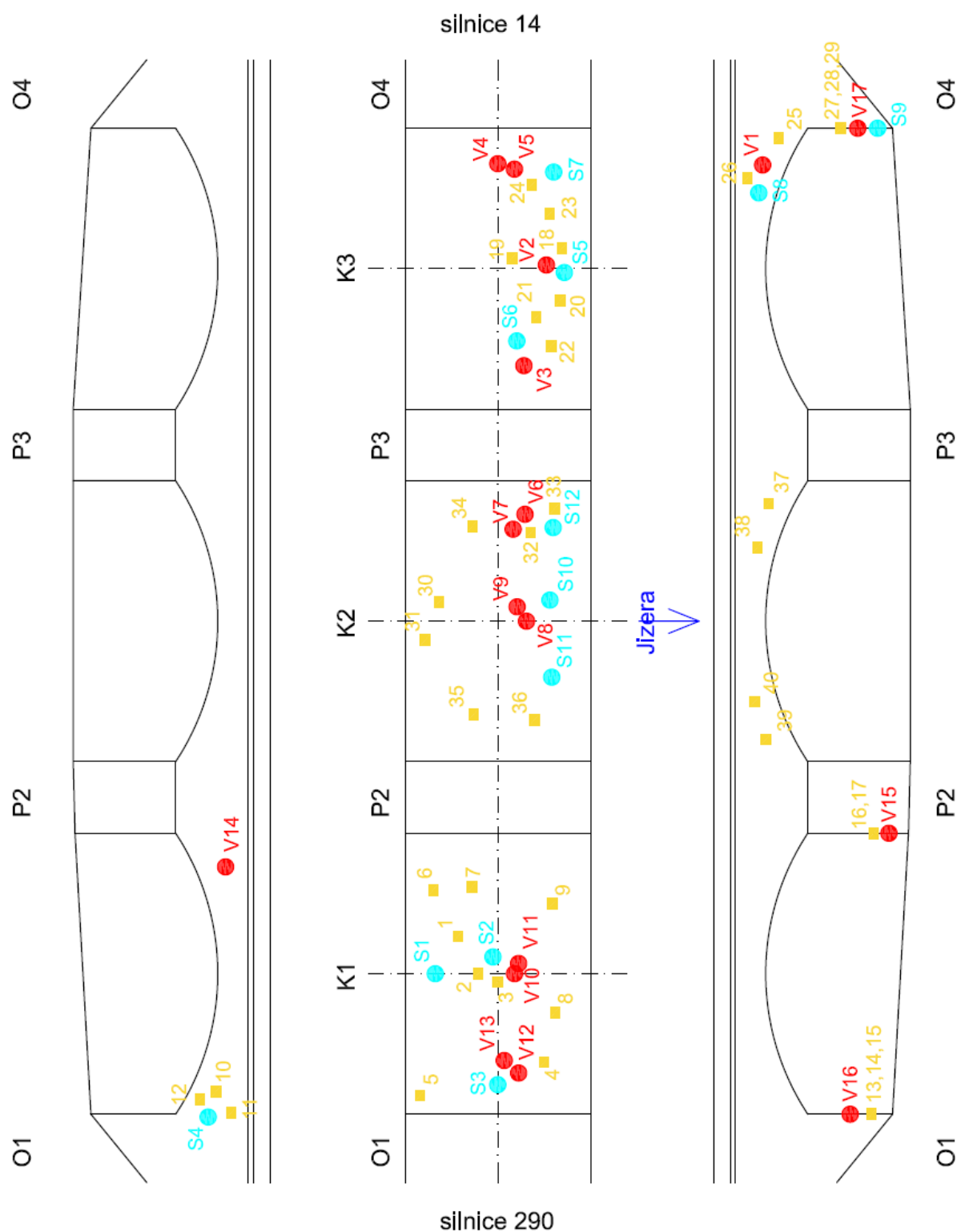
**Příloha 2.3** – Zkoušky kamene, malty, stanovení pevnosti zdiva (strana 22 až 39)

**Příloha 2.4** – Stanovení stupně zasolení zdiva (strana 40 až 46)



**Příloha 2.1**

Expertní zpráva č. 2100 J 330



**Obr. 1:** Schématický náčrt poloh provedených jádrových vývrtů, polohy odběru solí a místa měření pevnosti malty a vlhkosti zdiva na kamenném mostě Poniklá



**Příloha 2.2**

Expertní zprávy č. 2100 J 330



**Foto 1:** Pohled na vývrty V1 (čz), V2 (klenba 3) a V3 (klenba 3) ve vzorkovnici před přípravou na destruktivní zkoušky v tlaku, v pískovci vývrtnu V2 zjištěna jílová vrstva (rozlomená část)





**Foto 2:** Pohled na vývrty V4 (klenba 3), V6 (klenba 2) a V8 (klenba 2) ve vzorkovnici před přípravou na destruktivní zkoušky v tlaku





**Foto 3:** Pohled na vývrty V10 (klenba 1), V12 (klenba 1) a V14 (čz) ve vzorkovnici před přípravou na destruktivní zkoušky v tlaku





**Foto 4:** Pohled na vývrt V15 (pilíř P2), ve vzorkovnici před přípravou na destruktivní zkoušky v tlaku, jádro pilíře P2 složeno z kamene (různé druhy a velikosti) na maltu





**Foto 5:** Detailní pohled na vývrt V15 (jádro pilíře P2), různé druhy kamenů na maltu



**Foto 6:** Detailní pohled na vývrt V15 (jádro pilíře P2), různé druhy kamenů (břidlice, opuky, křemenec, pískovec) na maltu





**Foto 7:** Pohled na vývrt V16 (opěra O2), ve vzorkovnici před přípravou na destruktivní zkoušky v tlaku, za čelním kamenem (pískovec) následuje výplň z kamene (různé druhy a velikosti) na maltu, postupně s rostoucí hloubkou vývrtu se snižuje množství přítomné malty, celková délka vývrtu 3310 mm





**Foto 8:** Pohled na vývrt V17 (opěra O4), ve vzorkovnici před přípravou na destruktivní zkoušky v tlaku, za čelním kamenem (pískovec) následuje výplň z kamene (různé druhy a velikosti) na maltu, postupně s rostoucí hloubkou vývrtu se snižuje množství přítomné malty, celková délka vývrtu 3550 mm





**Foto 9:** Detailní pohled na vývrt V17 (jádro opěry O4), různé druhy kamenů (různé typy a velikosti) na maltu, s rostoucí hloubkou malty ubývá a nahrazuje ji hlína



**Foto 10:** Detailní pohled na vývrt V17 (jádro opěry O4), různé druhy kamenů (různé typy a velikosti) na maltu, s rostoucí hloubkou malty ubývá a nahrazuje ji hlína



**Tab. 1:** Makroskopický popis vrtných jader odebraných z mostu Poniklá

OZN.	Pole	Makroskopický popis
<b>V1</b> l=870 mm Ø 50 mm	<b>čz</b> (pískovec)	celistvý kámen (pískovec) délky cca 470 mm, dále zdivo z kamene na maltu, za pískovcem násyp (štěrkopísek), celková délka vývrtu cca 870 mm, barva kamene světle červená až béžová, povrch vývrtu hladký
<b>V2</b> l=1210 mm Ø 50 mm	<b>klenba 3</b> (pískovec)	celistvý kámen (pískovec) cca 780 mm, vývrt proveden ve vrcholu klenby, ve vývrtu zachycena jílová vrstva v kameni, část vývrtu se rozpadla, za pískovcem pokračuje beton cca 400 mm (přebetonávka rubu), na rubu betonu hydroizolace, následně 20 mm potěru jako ochrana hydroizolační vrstvy, celková délka vývrtu 1210 mm, barva kamene světle červená až béžová, povrch vývrtu hladký
<b>V3</b> l=1140 mm Ø 50 mm	<b>klenba 3</b> (pískovec)	celistvý kámen (pískovec) cca 820 mm, vývrt proveden cca v ¼ klenby směrem k pilíři, za pískovcem pokračuje beton na rubu klenby tloušťky cca 300 mm, dále hydroizolační vrstva, cca 20 mm ochrana hydroizolace, konec vývrtu zásyp (zahliněný štěrk/písek), celková délka vývrtu 1140 mm, barva kamene světle červená až béžová, povrch vývrtu hladký
<b>V4</b> l=1160 mm Ø 50 mm	<b>klenba 3</b> (pískovec)	celistvý kámen (pískovec) cca 790 mm, vývrt proveden cca v ¼ klenby směrem k opěře, za pískovcem pokračuje beton na rubu klenby tloušťky cca 350 mm, dále hydroizolační vrstva, cca 15 mm ochrana hydroizolace, konec vývrtu zásyp (zahliněný štěrk/písek), celková délka vývrtu 1160 mm, barva kamene světle červená až béžová, povrch vývrtu hladký
<b>V5</b> l=450 mm Ø 80 mm	<b>klenba 3</b> (pískovec)	vývrt proveden přes ložnou spáru pískovcového zdiva cca v ¼ klenby směrem k opěře, spára z velké části není vyplněna maltou, barva kamene světle červená až béžová, povrch vývrtu hladký, šířka spáry cca 3 až 9 mm, čelo spáry opatřeno přespárováním na bázi cementu
<b>V6</b> l=1170 mm Ø 50 mm	<b>klenba 2</b> (pískovec)	celistvý kámen (pískovec) cca 830 mm, vývrt proveden cca v ¼ klenby směrem k pilíři P3, za pískovcem pokračuje beton na rubu klenby tloušťky cca 340 mm, dále hydroizolační vrstva, cca 10 mm ochrana hydroizolace, konec vývrtu zásyp (zahliněný štěrk/písek), celková délka vývrtu 1170 mm, barva kamene světle červená až béžová, povrch vývrtu hladký
<b>V7</b> l=290 mm Ø 80 mm	<b>klenba 2</b> (pískovec)	vývrt proveden přes ložnou spáru pískovcového zdiva cca v ¼ klenby směrem k pilíři P3, spára z velké části není vyplněna maltou, barva kamene světle červená až béžová, povrch vývrtu hladký, šířka spáry cca 5 až 9 mm, čelo spáry opatřeno přespárováním na bázi cementu
<b>V8</b> l=910 mm Ø 50 mm	<b>klenba 2</b> (pískovec)	celistvý kámen (pískovec) cca 750 mm, vývrt proveden ve vrcholu klenby, za pískovcem pokračuje beton (navrtáno cca 160 mm), celková délka vývrtu 910 mm, barva kamene světle červená až béžová povrch vývrtu hladký
<b>V9</b> l=450 mm Ø 80 mm	<b>klenba 2</b> (pískovec)	vývrt proveden přes ložnou spáru pískovcového zdiva cca ve vrcholu klenby, spára velmi úzká, místy není vyplněna maltou, barva kamene světle červená až béžová, povrch vývrtu hladký, šířka spáry cca 4 až 8 mm, čelo spáry opatřeno přespárováním na bázi cementu
<b>V10</b> l=1180 mm Ø 50 mm	<b>klenba 1</b> (pískovec)	celistvý kámen (pískovec) cca 840 mm, vývrt proveden ve vrcholu klenby, za pískovcem pokračuje beton tloušťky cca 260 mm, dále hydroizolační vrstva, cca 10 mm ochrana hydroizolace, konec vývrtu zásyp (zahliněný štěrk/písek), celková délka vývrtu 1180 mm, barva kamene červeno béžová, povrch vývrtu hladký



**Tab. 2:** Makroskopický popis vrtných jader odebraných z mostu Poniklá - pokračování

OZN.	Pole	Makroskopický popis
<b>V11</b> l=440 mm Ø 80 mm	<b>klenba 1</b> (pískovec)	vývrt proveden přes ložnou spáru pískovcového zdiva cca ve vrcholu klenby, spára velmi úzká, z větší části není vyplněna maltou, barva kamene světle červená až béžová, povrch vývrtu hladký, šířka spáry cca 7 až 23 mm, čelo spáry opatřeno přespárováním na bázi cementu
<b>V12</b> l=1200 mm Ø 50 mm	<b>klenba 1</b> (pískovec)	<u>celistvý kámen (pískovec) cca 800 mm</u> , vývrt proveden cca v ¼ klenby směrem k opěře, za pískovcem pokračuje beton na rubu klenby tloušťky cca 310 mm, dále hydroizolační vrstva, cca 20 mm ochrana hydroizolace, celková délka vývrtu 1200 mm, barva kamene světle červená až béžová, povrch vývrtu hladký
<b>V13</b> l=380 mm Ø 80 mm	<b>klenba 1</b> (pískovec)	vývrt proveden přes ložnou spáru pískovcového zdiva cca v ¼ klenby směrem k opěře, spára z velké části není vyplněna maltou, barva kamene světle červená až béžová, povrch vývrtu hladký, šířka spáry cca 2 až 11 mm, čelo spáry opatřeno přespárováním na bázi cementu
<b>V14</b> l=850 mm Ø 50 mm	<b>čz</b> (pískovec)	<u>celistvý kámen (pískovec) délky cca 450 mm</u> , dále zdivo z kamene na maltu ukončené hydroizolací, za zdívkou násyp (štěrkopísek zahliněný), celková délka vývrtu cca 850 mm, barva kamene světle červená až béžová, povrch vývrtu hladký
<b>V15</b> l=2880 mm Ø 50 mm	<b>pilíř P2</b> (pískovec)	<u>z čela vývrtu pískovec tloušťky cca 550 mm</u> , barva červená, až světle červená, povrch vývrtu hladký, dále v jádru pilíře výplň z kamene na maltu bez pravidelné vazby (různé druhy kamenů od břidlic, přes pískovce po opuky), tloušťka jádra cca 1840 mm, <u>následuje pískovec tloušťky cca 490 mm (druhá strana pilíře směrem ke klenbě 2)</u>
<b>V16</b> l=3310 mm Ø 50 mm	<b>opěra O1</b> (pískovec)	<u>z čela vývrtu pískovec tloušťky cca 510 mm</u> , barva pískovce červená, vývrt hladký, za pískovcem pokračuje výplň z kamene (různé druhy kamene od břidlic, po pískovce, opuky aj.) na maltu bez pravidelné vazby, s narůstající délkou vývrtu se zmenšuje množství malty, na konci vývrtu je přítomna spíše směs malty a hlíny, celková délka vývrtu 3310 mm
<b>V17</b> l=3550 mm Ø 50 mm	<b>opěra O2</b> (pískovec)	<u>z čela vývrtu pískovec tloušťky cca 300 mm</u> , barva pískovce červená (tmavá), hrubozrná struktura, vývrt hladký, za pískovcem pokračuje výplň z kamene (různé druhy kamene od břidlic, po pískovce, opuky aj.) na maltu bez pravidelné vazby, s narůstající délkou vývrtu se zmenšuje množství malty, na konci vývrtu je přítomna spíše směs malty a hlíny, celková délka vývrtu 3550 mm



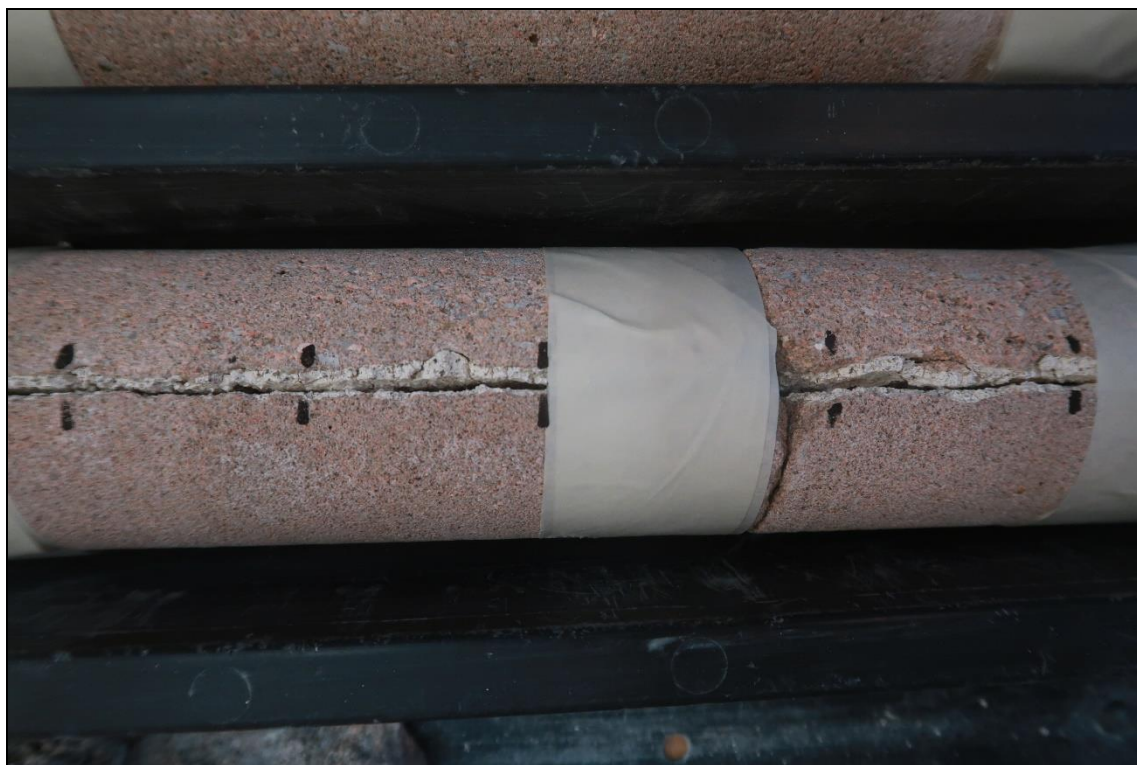


**Foto 11:** Pohled na vývrty V5, V7, V9, V11 a V13 provedené přes ložné spáry zdiva, na vývrtech je patrné rozsáhlé nevyplnění spár maltou



**Foto 12:** Detail ložné spáry vývrty V5 (cca v hloubce 0,15 až 0,25 m je patrné rozsáhlé nevyplnění maltou), šířka spáry 3 až 9 mm



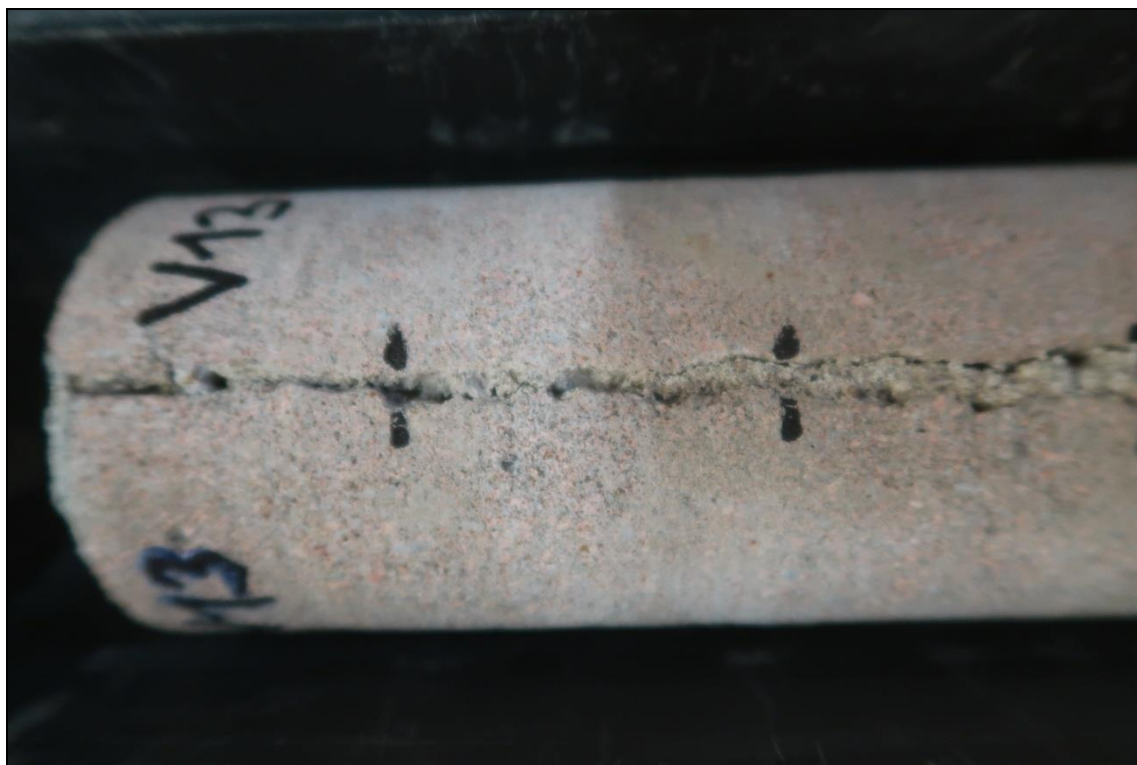


**Foto 13:** Detail ložné spáry vývrtu V9, v celé délce velmi tenká spára, šířka pouze 4 až 8 mm, spára částečně nevyplněna



**Foto 14:** Detail ložné spáry vývrtu V11, spára velmi výrazně nevyplněna maltou, šířka spáry cca 7 až 23 mm





**Foto 15:** Detail ložné spáry vývrtu V13, pohled na čelo vývrtu, spára šířky pouze 2 až 4 mm



**Foto 16:** Detail ložné spáry vývrtu V13, v hloubce cca 0,2 až 0,3 m je patrné nevyplnění spáry maltou





**Foto 17:** Pohled na vývrt V5, vývrt proveden přes ložnou spáru zdiva v poli 3 cca v  $\frac{1}{4}$  rozpětí klenby směrem k opěře



**Foto 18:** Pohled do vývrtu V5, velká část ložné spáry je nevyplněna (až 30 %)





**Foto 19:** Pohled na vývrt V7, vývrt proveden přes ložnou spáru zdiva v poli 2 cca v  $\frac{1}{4}$  rozpětí klenby směrem k pilíři P3

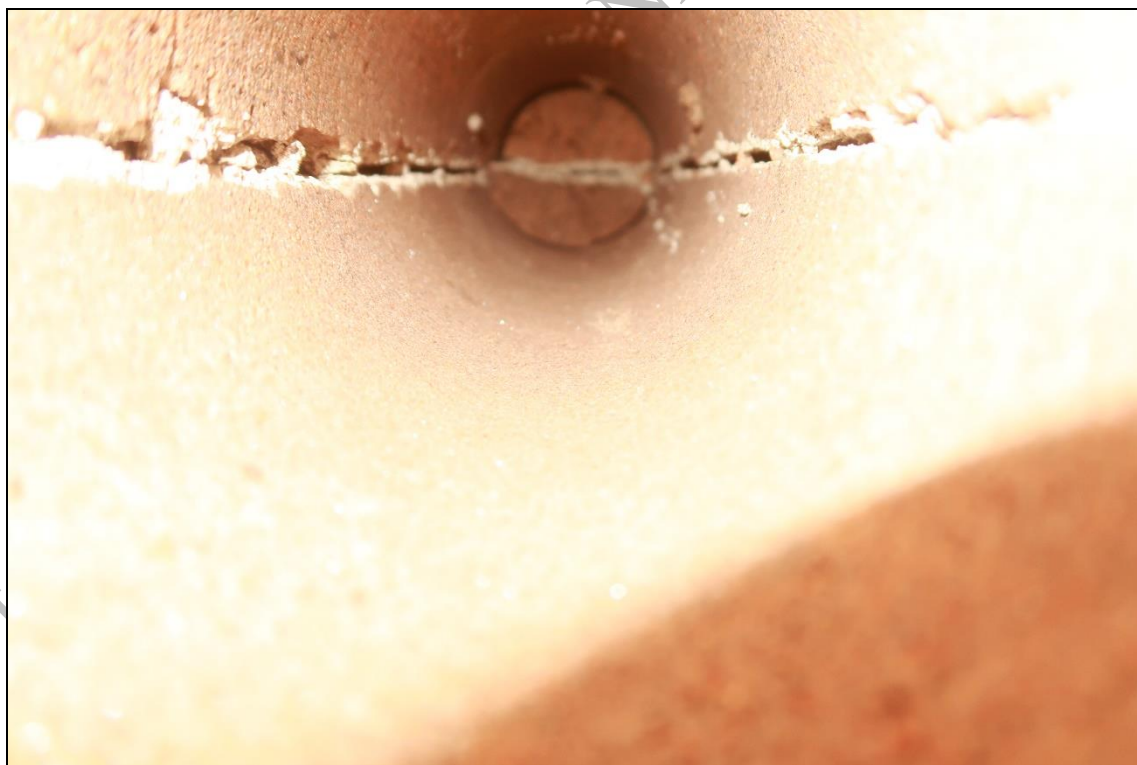


**Foto 20:** Pohled do vývrtu V7, ložná spára nevyplněná v celé délce (až 60 %), zastižena kaverna ve zdivu (částečně je však zaplněna maltou)





**Foto 21:** Pohled na vývrt V9, vývrt proveden přes ložnou spáru zdiva v poli 2 cca ve vrcholu klenby (na rozhraní klenáku)

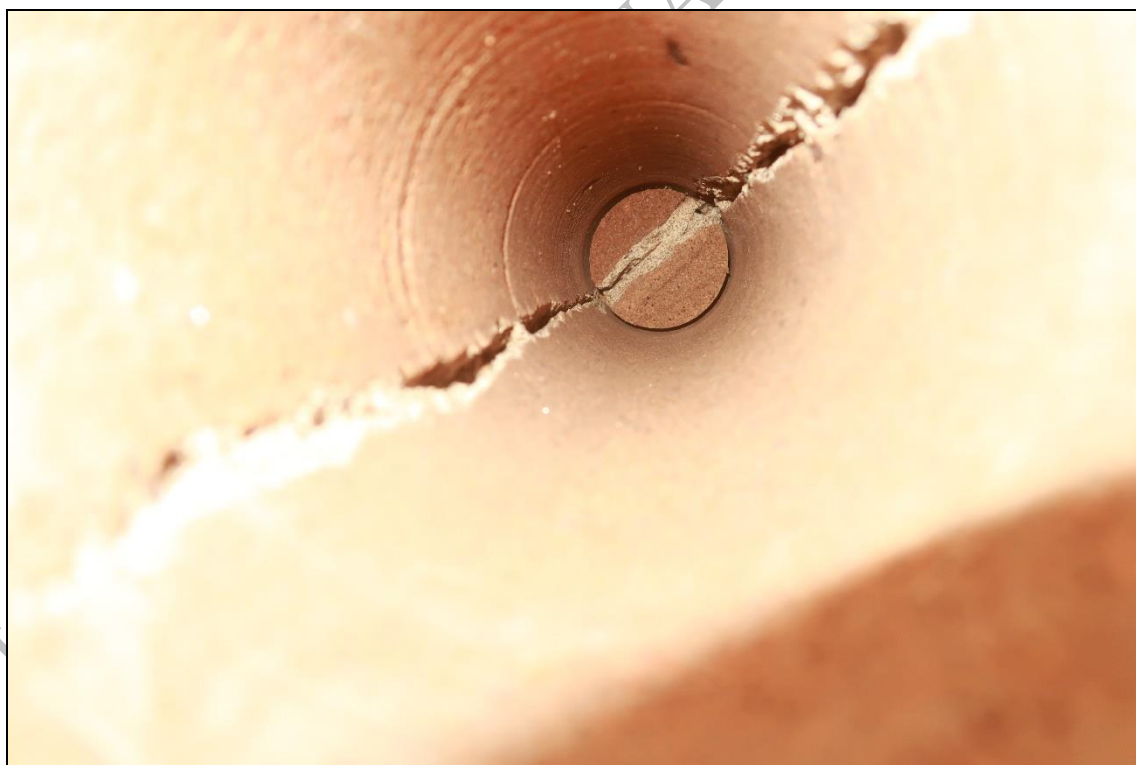


**Foto 22:** Pohled do vývrtu V9, ložná spára nevyplněná v celé délce (až 30 %)





**Foto 23:** Pohled na vývrt V11 provedený přes ložnou spáru ve vrcholu pole 1

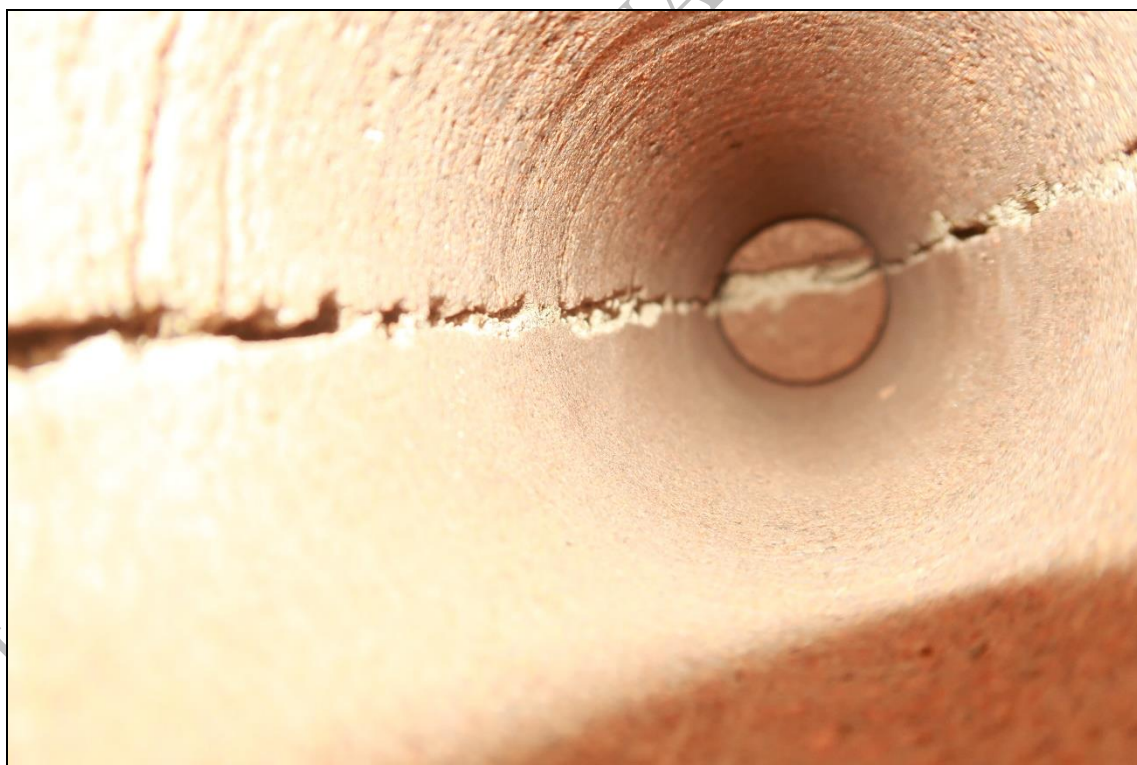


**Foto 24:** Pohled do vývrtu V11, spára z velké části nevyplněná (až 70 %)





**Foto 25:** Pohled na vývrt V13 provedený přes ložnou spáru cca v  $\frac{1}{4}$  pole 1 směrem k opěře



**Foto 26:** Pohled do vývrtu V13, spára z velké části nevyplněná (až 30 %)



**Tab. 3:** Zjištěná šířka ložných spár kleneb mostu Poniklá

vývrt		V5	V7	V9	V11	V13
čelo spáry		cement	cement	cement	cement	cement
nevyplněno [%]		30	60	30-35	50-60	20-30
staničení spáry od čela ke konci vývrtu [mm]	0	4	7	5	10	2
	50	3	5	5	7	4
	100	5	9	8	9	5
	150	9	-	4	11	10
	200	5	-	6	12	10
	250	9	-	5	11	9
	300	6	-	6	9	7
	350	6	-	8	18	11
	400	9	-	9	23	-
průměr [mm]		6	7	6	12	7
min [mm]		3	5	4	7	2
max [mm]		9	9	9	23	11



**Příloha 2.3**

Expertní zpráva č. 2100 J 330

**Tab. 4:** Nedestruktivní stanovení pevnosti malty, stanovení vlhkosti - KLENBY

Zkušební místo	VLHKOST KAMENE			ZKOUŠKA PEVNOSTI MALTY V TLAKU							
	Klasifikace vlhkosti zdiva dle ČSN P 73 0610			Počet úderů na zaražení indentoru						Průměr	Pevnost v tlaku $f_m$ [MPa]
MOST PONIKLÁ - KLENBY											
1	19,8	20,0	15,5	17	11	13	8	12	12	12,2	2,81
2	20,0	20,0	20,0	13	11	10	14	7	13	11,3	2,49
3	17,5	20,0	20,0	11	15	12	7	10	14	11,5	2,55
4	20,0	20,0	20,0	10	17	11	8	9	15	11,7	2,61
5	20,0	20,0	20,0	11	15	9	6	15	12	11,3	2,49
6	17,2	19,3	12,7	17	10	19	15	12	18	15,2	4,11
7	20,0	19,9	20,0	11	10	15	15	11	19	13,5	3,36
8	15,1	20,0	20,0	19	11	15	10	13	12	13,3	3,28
9	19,5	20,0	20,0	8	13	11	4	10	13	9,8	1,96
12	12,3	9,1	9,8	13	15	14	7	8	14	11,8	2,68
18	19,5	20,0	20,0	15	11	10	15	10	14	12,5	2,94
19	17,1	20,0	20,0	13	12	7	10	13	11	11,0	2,36
20	20,0	20,0	20,0	15	8	10	13	9	10	10,8	2,30
21	15,7	19,3	20,0	18	9	15	10	14	11	12,8	3,07
22	20,0	20,0	18,8	15	10	11	12	14	10	12,0	2,74
23	20,0	20,0	20,0	19	8	11	12	13	15	13,0	3,14
24	17,1	20,0	15,7	10	9	8	10	11	7	9,2	1,74
30	7,2	9,1	8,6	17	12	12	14	13	13	13,5	3,36
31	10,3	8,5	9,9	8	9	13	16	15	14	12,5	2,94
32	15,5	17,3	20,0	17	9	7	4	12	13	10,3	2,13
33	16,1	20,0	13,9	12	10	11	14	11	11	11,5	2,55
34	10,3	15,8	10,2	15	15	13	6	12	14	12,5	2,94
35	10,9	12,3	9,5	9	15	10	12	7	10	10,5	2,18
36	15,1	20,0	14,4	11	10	16	15	6	9	11,2	2,42
KLENBY K01 AŽ K03	PRŮMĚR [MPa]										2,71
	SMĚRODATNÁ ODCHYLKA [MPa]										0,51
	VARIČNÍ KOEFICIENT [%]										18,8



**Tab. 5:** Nedestruktivní stanovení pevnosti malty, stanovení vlhkosti – ČELNÍ ZDI

Zkušební místo	VLHKOST KAMENE			ZKOUŠKA PEVNOSTI MALTY V TLAKU							
	Klasifikace vlhkosti zdiva dle ČSN P 73 0610			Počet úderů na zaražení indentoru						Průměr	Pevnost v tlaku $f_m$ [MPa]
MOST PONIKLÁ - ČELNÍ ZDI											
10	19,5	20,0	20,0	8	7	4	5	6	5	5,8	0,85
11	20,0	20,0	20,0	7	4	5	4	9	4	5,5	0,77
25	20,0	20,0	20,0	7	7	5	9	3	8	6,5	1,00
26	20,0	15,6	20,0	6	5	8	8	4	7	6,3	0,96
37	20,0	20,0	20,0	6	5	3	4	8	7	5,5	0,77
38	20,0	17,5	19,5	4	8	6	8	6	7	6,5	1,00
39	17,1	20,0	17,8	6	6	9	7	5	9	7,0	1,13
40	20,0	20,0	18,2	5	9	10	3	7	7	6,8	1,08
ČELNÍ ZDI	PRŮMĚR [MPa]										0,95
	SMĚRODATNÁ ODCHYLKA [MPa]										0,13
	VARIČNÍ KOEFICIENT [%]										13,3

**Tab. 6:** Nedestruktivní stanovení pevnosti malty, stanovení vlhkosti – OPĚRY A PILÍŘE

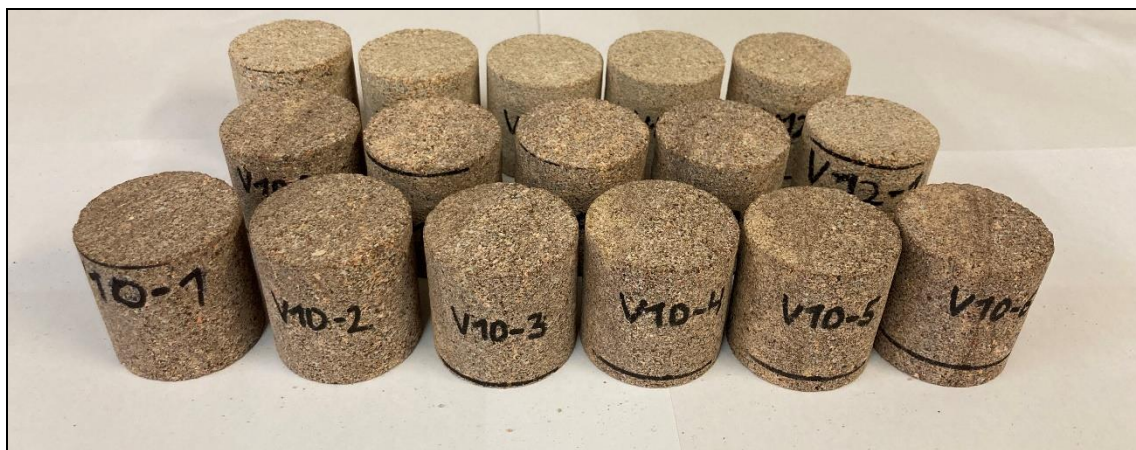
Zkušební místo	VLHKOST KAMENE			ZKOUŠKA PEVNOSTI MALTY V TLAKU							
	Klasifikace vlhkosti zdiva dle ČSN P 73 0610			Počet úderů na zaražení indentoru						Průměr	Pevnost v tlaku $f_m$ [MPa]
MOST PONIKLÁ - OPĚRY A PILÍŘE											
13	10,3	14,5	12,1	13	4	9	8	12	8	9,0	1,69
14	14,1	17,2	12,7	13	9	9	11	8	10	10,0	2,01
15	13,9	17,7	14,4	12	10	13	12	10	9	11,0	2,36
16	10,1	9,9	9,7	15	8	12	9	12	15	11,8	2,68
17	9,2	10,5	12,3	10	5	11	7	8	16	9,5	1,85
27	9,6	10,6	8,8	12	13	10	13	10	10	11,3	2,49
28	7,9	9,8	13,3	13	9	8	14	10	13	11,2	2,42
29	10,5	13,3	14,1	9	7	8	6	12	11	8,8	1,64
OPĚRY A PILÍŘE	PRŮMĚR [MPa]										2,14
	SMĚRODATNÁ ODCHYLKA [MPa]										0,37
	VARIČNÍ KOEFICIENT [%]										17,2



**Tab. 7:** Klasifikace vlhkosti zdiva dle ČSN P 73 0610 (legenda)

Stupeň vlhkosti	Vlhkost zdiva			
	Klasifikace vlhkosti zdiva dle ČSN P 73 0610			
velmi nízká		w	<	3
nízká	3	≤	w	< 5
zvýšená	5	≤	w	< 7,5
vyšoká	7,5	≤	w	≤ 10
velmi vyšoká		w	>	10





**Foto 27:** Pohled na připravené vzorky z vývrtů V10 a V12 (klenba 1)



**Foto 28:** Pohled na připravené vzorky z vývrtů V10 a V12 (klenba 1), pohled shora, vzorky označeny pro zkoušky v tlaku ve vysušeném a nasyceném stavu (M)



**Foto 29:** Pohled na připravené vzorky z vývrtů V6 a V8 (klenba 2), pohled shora, vzorky označeny pro zkoušky v tlaku ve vysušeném a nasyceném stavu (M)





**Foto 30:** Pohled na připravené vzorky z vývrtů V2, V3 a V4 (klenba 3)



**Foto 31:** Pohled na vzorky z pole 3 (klenba 3) umístěné v sušárně



**Foto 32:** Pohled na připravené vzorky z vývrtů V1 a V14 (čelní zdi levá a pravá), pohled shora, vzorky označeny pro zkoušky v tlaku ve vysušeném a nasyceném stavu (M)





**Foto 33:** Pohled na připravené vzorky z vývrtu V15 (pilíř P2)



**Foto 34:** Pohled na připravené vzorky z vývrtu V15 (pilíř P2) a z vývrtů V16 (opěra O1) + V17 (opěra O4), pohled shora, vzorky označeny pro zkoušky v tlaku ve vysušeném a nasyceném stavu (M)

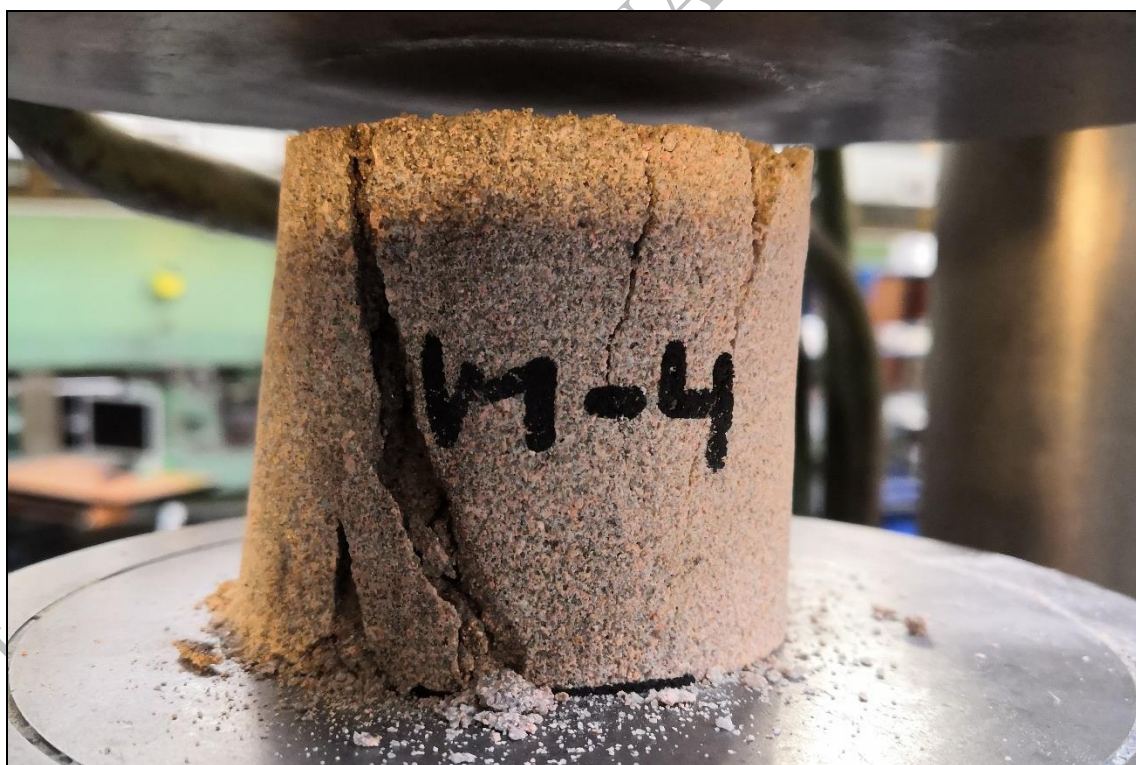








**Foto 37:** Vzorek V1-4 (čelní zeď) před zkouškou v tlaku, vysušený stav



**Foto 38:** Vzorek V1-4 (čelní zeď) po zkoušce v tlaku, vysušený stav





**Foto 39:** Vzorek V17-1 (opěra O4) před zkouškou v tlaku, vysušený stav



**Foto 40:** Vzorek V17-1 (opěra O4) po zkoušce v tlaku, vysušený stav





**Foto 41:** Vzorek V3-1 (klenba 3) před zkouškou v tlaku, nasycený stav



**Foto 42:** Vzorek V3-1 (klenba 3) po zkoušce v tlaku, nasycený stav





**Foto 43:** Vzorek V10-1 (klenba 1) před zkouškou v tlaku, nasycený stav



**Foto 44:** Vzorek V10-1 (klenba 1) po zkoušce v tlaku, nasycený stav





**Foto 45:** Vzorek V17-2 (opěra O4) před zkouškou v tlaku, nasycený stav



**Foto 46:** Vzorek V17-2 (opěra O4) po zkoušce v tlaku, nasycený stav



**Tab. 8:** Destruktivní zkoušky v tlaku, válce Ø 50 mm – klenby

Místo	Označení vývrtu a polohy	Ozn. vzorku	Tlačná plocha [cm <sup>2</sup> ]	Výška [mm]	Hmotnost vysušeného vzorku [g]	Objem. hmot. [kg/m <sup>3</sup> ]	Hmotnost nasyceného vzorku [g]	Nasákavost [%]	Tlačná síla [kN]	Pevnost v tlaku vys. vzorku f <sub>c, des, s</sub> [MPa]	Pevnost v tlaku nas. vzorku f <sub>c, des, n</sub> [MPa]
<b>KLENBY PÍSKOVEC - VÝVRT Ø 50 MM</b>											
<b>PONIKLÁ - KAMENNÝ MOST - KLENBY K1 AŽ K3</b>	<b>VÝVRT V2 KLENBA K3</b>	2-1	23,2	55,8	267,2	2062	282	5,7	33,0	-	14,2
		2-2	23,2	56,6	272,1	2070	-	-	42,0	18,1	-
		2-3	23,2	56,0	270,7	2087	286,2	5,7	53,5	-	23,1
		2-4	23,2	56,0	269,5	2076	-	-	58,5	25,2	-
		2-5	23,2	55,8	268,2	2077	284,4	6,1	30,5	-	13,2
		2-6	23,3	56,3	272,2	2076	-	-	60,0	25,8	-
		2-7	23,3	55,8	271,0	2084	-	-	59,0	25,3	-
	<b>VÝVRT V3 KLENBA K3</b>	3-1	22,9	55,7	263,2	2063	278,3	5,7	73,5	-	32,1
		3-2	23,0	55,7	265,0	2072	-	-	97,0	42,2	-
		3-3	23,6	55,8	271,6	2065	286,6	5,5	92,5	-	39,2
		3-4	23,5	55,8	271,8	2071	286,9	5,6	90,5	-	38,4
		3-5	23,6	55,6	272,1	2077	-	-	104,5	44,3	-
		3-6	23,6	55,9	271,0	2054	286,7	5,8	80,5	-	34,1
		3-7	23,5	56,1	272,0	2065	-	-	107,0	45,5	-
		3-8	23,7	55,9	272,1	2056	287,8	5,8	84,5	-	35,7
		3-9	23,7	56,1	274,0	2063	-	-	86,0	36,3	-
		3-10	23,7	55,9	271,0	2046	286,6	5,8	87,0	-	36,7
	<b>VÝVRT V4 KLENBA K3</b>	4-1	23,5	55,7	270,0	2059	-	-	59,5	25,3	-
		4-2	23,6	55,7	269,0	2050	284,7	5,8	62,0	-	26,3
		4-3	23,6	55,8	270,2	2055	286,4	6,0	67,5	-	28,6
		4-4	23,6	55,1	268,1	2065	-	-	79,0	33,5	-
		4-5	23,6	54,3	262,5	2051	278,2	6,0	68,0	-	28,8
		4-6	23,7	54,8	264,6	2042	-	-	69,0	29,1	-
		4-7	23,6	55,7	269,0	2048	285,3	6,1	48,0	-	20,4
		4-8	23,5	55,7	269,3	2054	-	-	73,5	31,2	-
		4-9	23,6	55,7	267,6	2037	284,6	6,3	42,0	-	17,8
		4-10	23,6	56,1	268,2	2025	-	-	53,0	22,4	-



**Tab. 9:** Destruktivní zkoušky v tlaku, válce Ø 50 mm – klenby pokračování

Místo	Označení vývrtu a polohy	Ozn. vzorku	Tlačná plocha [cm <sup>2</sup> ]	Výška [mm]	Hmotnost vysušeného vzorku [g]	Objem. hmot. [kg/m <sup>3</sup> ]	Hmotnost nasyceného vzorku [g]	Nasákavost [%]	Tlačná síla [kN]	Pevnost v tlaku vys. vzorku f <sub>c, des, s</sub> [MPa]	Pevnost v tlaku nas. vzorku f <sub>c, des, n</sub> [MPa]
<b>KLENBY PÍSKOVEC - VÝVRT Ø 50 MM</b>											
<b>PONIKLÁ - KAMENNÝ MOST - KLENBY K1 AŽ K3</b>	<b>VÝVRT V6 KLENBA K2</b>	6-1	24,2	56,0	270,8	2001	-	-	49,0	20,3	-
		6-2	23,7	56,5	272,4	2033	289,4	6,2	43,0	-	18,1
		6-3	23,7	56,2	271,0	2037	-	-	62,5	26,4	-
		6-4	23,8	56,1	271,3	2036	287,9	6,1	60,5	-	25,5
		6-5	23,7	56,2	271,1	2036	-	-	82,0	34,6	-
		6-6	23,7	56,2	272,6	2051	288,8	6,0	50,5	-	21,3
		6-7	23,8	56,0	273,3	2054	-	-	66,0	27,8	-
		6-8	23,7	55,8	272,7	2061	-	-	72,0	30,4	-
		6-9	23,7	55,7	274,1	2075	288,9	5,4	75,0	-	31,6
		6-10	23,8	56,3	275,3	2060	-	-	79,0	33,3	-
	<b>VÝVRT V8 KLENBA K2</b>	8-1	23,6	55,1	272,2	2095	285,9	5,0	81,0	-	34,3
		8-2	23,7	55,7	278,1	2111	292,2	5,1	61,5	-	26,0
		8-3	23,7	55,6	280,5	2131	294,4	5,0	77,5	-	32,7
		8-4	23,7	56,0	280,7	2119	-	-	87,5	37,0	-
		8-5	23,7	56,2	276,4	2079	291,0	5,3	78,0	-	33,0
		8-6	23,6	56,3	278,8	2095	293,3	5,2	56,5	-	23,9
		8-7	23,6	53,0	260,2	2083	-	-	88,5	37,5	-
		8-8	23,8	55,7	274,8	2077	289,6	5,4	52,5	-	22,1
		8-9	23,6	55,4	270,3	2071	-	-	68,5	29,0	-
		8-10	23,6	55,8	269,9	2047	-	-	68,0	28,8	-
	<b>VÝVRT V10 KLENBA K1</b>	10-1	23,7	55,6	277,8	2107	291,0	4,8	61,5	-	25,9
		10-2	23,7	56,2	279,0	2093	-	-	66,0	27,8	-
		10-3	23,8	54,8	269,4	2071	283,6	5,3	67,5	-	28,4
		10-4	23,8	56,5	274,3	2045	-	-	98,0	41,2	-
		10-5	23,7	55,1	269,0	2061	284,4	5,7	54,0	-	22,8
		10-6	23,7	55,7	272,8	2067	-	-	58,0	24,5	-
		10-7	23,6	55,2	272,2	2087	287,1	5,5	53,0	-	22,4
		10-8	23,9	55,6	274,6	2069	289,5	5,4	42,5	-	17,8
		10-9	23,8	56,1	278,5	2082	-	-	87,0	36,5	-
		10-10	23,8	55,6	277,5	2098	291,6	5,1	63,0	-	26,5



**Tab. 10:** Destruktivní zkoušky v tlaku, válce Ø 50 mm – klenby pokračování

Místo	Označení vývrtu a polohy	Ozn. vzorku	Tlačná plocha [cm <sup>2</sup> ]	Výška [mm]	Hmotnost vysušeného vzorku [g]	Objem. hmot. [kg/m <sup>3</sup> ]	Hmotnost nasyceného vzorku [g]	Nasákavost [%]	Tlačná síla [kN]	Pevnost v tlaku vys. vzorku f <sub>c, des, s</sub> [MPa]	Pevnost v tlaku nas. vzorku f <sub>c, des, n</sub> [MPa]
KLENBY PÍSKOVEC - VÝVRT Ø 50 MM											
PONIKLÁ - KAMENNÝ MOST - KLENBY K1 AŽ K3	VÝVRT V12 KELNBA K1	12-1	23,6	56,0	276,2	2087	-	-	67,5	28,6	-
		12-2	23,6	56,4	279,2	2099	293,9	5,3	64,0	-	27,1
		12-3	23,6	53,8	266,8	2099	-	-	90,0	38,1	-
		12-4	23,7	52,6	261,2	2098	275,1	5,3	84,0	-	35,5
		12-5	23,7	56,8	281,0	2090	-	-	89,0	37,6	-
		12-6	23,8	56,2	276,4	2070	291,8	5,6	49,5	-	20,8
		12-7	23,8	56,2	275,4	2064	-	-	80,0	33,7	-
		12-8	23,8	56,7	279,3	2066	-	-	78,0	32,7	-
		12-9	23,8	56,0	274,6	2058	290,0	5,6	57,0	-	23,9
		12-10	23,8	56,5	277,8	2066	-	-	81,5	34,2	-
Průměr						2068		5,6		31,6	26,7
Směrodatná odchylka [MPa]										6,8	6,9
Variační koeficient [-]										0,21	0,26

**koeficient změkčení**

$$\alpha = f_{c, des, n} / f_{c, des, s} [-]$$

**0,84**



**Tab. 11:** Destruktivní zkoušky v tlaku, válce Ø 50 mm – čelní zdi

Místo	Označení vývrtu a polohy	Ozn. vzorku	Tlačná plocha [cm <sup>2</sup> ]	Výška [mm]	Hmotnost vysušeného vzorku [g]	Objem. hmot. [kg/m <sup>3</sup> ]	Hmotnost nasyceného vzorku [g]	Nasákavost [%]	Tlačná síla [kN]	Pevnost v tlaku vys. vzorku f <sub>c, des, s</sub> [MPa]	Pevnost v tlaku nas. vzorku f <sub>c, des, n</sub> [MPa]
ČELNÍ ZDI PÍSKOVEC - VÝVRT Ø 50 MM											
PONIKLÁ - KAMENNÝ MOST - ČELNÍ ZDILEVÁ A PRAVÁ	VÝVRT V1 ČELNÍ ZEĎ (KLENBA K3)	1-1	23,2	55,7	269,6	2084	285	5,7	69,5	-	29,9
		1-2	24,1	55,3	272,5	2046	-	-	74,5	30,9	-
		1-3	23,2	55,7	269,9	2089	285,7	5,9	51,0	-	22,0
		1-4	23,2	55,7	268,7	2081	-	-	87,0	37,5	-
		1-5	23,3	55,7	270,1	2082	-	-	55,0	23,6	-
		1-6	23,2	56,0	269,0	2074	-	-	55,0	23,8	-
		1-7	23,1	55,7	269,5	2093	-	-	92,0	39,8	-
	VÝVRT V14 ČELNÍ ZEĎ (KLENBA K1)	14-1	23,8	53,3	256,0	2020	271,4	6,0	65,0	-	27,3
		14-2	23,8	55,9	269,8	2030	286,4	6,1	54,5	-	22,9
		14-3	23,7	53,0	255,0	2029	270,9	6,2	58,0	-	24,5
		14-4	23,7	53,6	260,0	2051	274,9	5,7	71,0	-	30,0
		14-5	23,7	54,4	264,8	2058	-	-	97,0	41,0	-
		14-6	23,8	56,5	276,7	2055	292,5	5,7	88,5	-	37,1
		14-7	23,8	56,1	274,0	2054	-	-	91,5	38,4	-
Průměr					2060		5,9		33,6	27,7	
Směrodatná odchylka [MPa]									7,5	5,2	
Variační koeficient [-]									0,22	0,19	

koefficient změkčení

$$\alpha = f_{c, des, n} / f_{c, des, s} [-]$$

**0,82**



**Tab. 12:** Destruktivní zkoušky v tlaku, válce Ø 50 mm – pilíře a opěry

Místo	Označení vývrtu a polohy	Ozn. vzorku	Tlačná plocha [cm <sup>2</sup> ]	Výška [mm]	Hmotnost vysušeného vzorku [g]	Objem. hmot. [kg/m <sup>3</sup> ]	Hmotnost nasyceného vzorku [g]	Nasákavost [%]	Tlačná síla [kN]	Pevnost v tlaku vys. vzorku f <sub>c, des, s</sub> [MPa]	Pevnost v tlaku nas. vzorku f <sub>c, des, n</sub> [MPa]
PILÍŘE A OPĚRY PÍSKOVEC - VÝVRT Ø 50 MM											
PONIKLÁ - KAMENNÝ MOST - KLPILÍŘE A OPĚRY (OP1, OP4 A P2)	VÝVRT V15 PILÍŘ P2	15-1	22,8	55,4	255,9	2028	271	6,0	47,0	-	20,6
		15-2	22,7	55,7	256,1	2024	-	-	64,0	28,2	-
		15-3	22,8	55,6	256,4	2022	272,2	6,2	30,5	-	13,4
		15-4	22,8	55,9	258,2	2030	-	-	53,5	23,5	-
		15-5	22,8	55,8	260,0	2042	275,6	6,0	57,0	-	25,0
		15-6	22,8	55,6	257,9	2035	-	-	79,5	34,8	-
		15-7	22,9	56,4	270,0	2092	283,9	5,2	43,5	-	19,0
		15-8	23,0	56,0	268,4	2085	-	-	73,0	31,8	-
		15-9	22,9	56,4	269,9	2092	284,2	5,3	59,0	-	25,8
		15-10	22,9	55,7	266,4	2088	-	-	71,0	31,0	-
		15-11	22,9	56,4	269,8	2095	283,8	5,2	52,5	-	23,0
		15-12	22,9	56,5	267,7	2075	281,6	5,2	56,5	-	24,7
	VÝVRT V16 OPĚRA OP1	16-1	22,9	56,0	264,4	2062	-	-	64,0	27,9	-
		16-2	23,0	55,9	264,4	2059	279,2	5,6	43,0	-	18,7
		16-3	22,9	55,2	260,8	2067	-	-	78,5	34,3	-
		16-4	22,3	55,3	255,8	2079	-	-	82,5	37,0	-
		16-5	22,8	56,0	258,3	2027	274,7	6,4	70,0	-	30,7
		16-6	22,8	42,5	197,5	2043	-	-	75,5	33,2	-
	VÝVRT V17 OPĚRA OP4	17-1	22,8	55,6	316,5	2499	-	-	99,0	43,5	-
		17-2	22,8	55,3	314,8	2495	320,2	1,7	81,0	-	35,5
		17-3	22,8	55,6	314,7	2483	-	-	112,5	49,3	-
		17-4	22,9	55,3	314,3	2481	320,4	2,0	67,5	-	29,5
Průměr						2136		5,0		34,0	24,2
Směrodatná odchylka [MPa]										7,3	6,2
Variační koeficient [-]										0,21	0,26

koeficient změkčení

$$\alpha = f_{c, des, n} / f_{c, des, s} [-]$$

0,71



Tab. 13: Stanovení pevnosti zdiva dle evropských norem (EN)

MOST PONIKLÁ (KAMENNÝ MOST)			KLENBY zdivo z pískovce s pravidelnou vazbou - dle průměrných stanovených pevností malty a kamane	OPĚRY A PILÍŘE zdivo z pískovce s pravidelnou vazbou - dle průměrných stanovených pevností malty a kamane	ČELNÍ ZDI zdivo z pískovce s pravidelnou vazbou - dle průměrných stanovených pevností malty a kamane
1	K	Součinitel K	K	0,45	0,45
2	$\alpha$	Exponent $\alpha$ závislý na tloušťce ložných spár a druhu malty	$\alpha$	0,70	0,70
3	$\beta$	Exponent $\beta$ závislý na druhu malty	$\beta$	0,30	0,30
4	$f_m$	Průměrná pevnost $f_m$ malty zjištěná zkouškami (MPa)	$f_m$	2,14	0,95
5	$f_c$	Průměrná pevnost staviva $f_c$ zjištěná zkouškami (MPa)	$f_c$	29,11	30,62
6	$\delta$	Součinitel $\delta$ pro normalizovanou pevnost	$\delta$	0,85	0,85
7	$f_b$	Normalizovaná pevnost staviva $f_b = \delta f_c$ (MPa)	$f_b$	24,74	26,03
8	$f_k$	Charakteristická pevnost zdiva $f_k = K f_b^\alpha f_m^\beta$ (MPa)	$f_k$	5,34	4,34
9	$\gamma_{m1}$	Dílčí součinitel spolehlivosti $\gamma_{m1}$	$\gamma_{m1}$	2,00	2,00
10	$\gamma_{m2}$	Součinitel $\gamma_{m2}$ zohledňující vazbu zdiva a vyplnění spár maltou	$\gamma_{m2}$	1,05	1,05
11	$\gamma_{m3}$	Součinitel $\gamma_{m3}$ zohledňující vlhkost zdiva	$\gamma_{m3}$	1,25	1,25
12	$\gamma_{m4}$	Součinitel $\gamma_{m4}$ zahrnující vliv svislých a šikmých trhlin ve zdivu	$\gamma_{m4}$	1,05	1,05
13	$f_d$	Návrhová pevnost zdiva $f_d = f_k / \gamma_{m1} \gamma_{m2} \gamma_{m3} \gamma_{m4}$ (MPa)	$f_d$	1,94	1,57



**Příloha 2.4**

Expertní zprávy č. 2100 J 330



**Foto 47:** Lokalizace odběru vzorku S1 (vrchol pole 1), v místě patrné výluhy a krápníky (pravděpodobně kalcitu)



**Foto 48:** Lokalizace odběru vzorku S2 (vrchol pole 1), v místě patrné bílé výluhy





**Foto 49:** Lokalizace odběru vzorku S3 (pata klenby pole 1), v místě patrné bílé výluhy a usazeniny řas a mečů



**Foto 50:** Lokalizace odběru vzorku S4 (čelní zeď), smáčený povrch, usazeniny řas a mečů





**Foto 51:** Lokalizace odběru vzorku S5 (vrchol klenby pole 3), odběr proveden v oblasti odvodňovače



**Foto 52:** Lokalizace odběru vzorku S6 (cca  $\frac{1}{4}$  rozpětí klenby směrem k pilíři P3), odběr proveden v místě bílého výluhu





**Foto 53:** Lokalizace odběru vzorku S7 (oblast nad patou klenby), odběr proveden v místě výluhů a krusty



**Foto 54:** Lokalizace odběru vzorku S8 (čelní zeď nad polem 3), bez zasažení – referenční vzorek





**Foto 55:** Lokalizace odběru vzorku S9 (opěra O4), bez zasažení – referenční vzorek



**Foto 56:** Lokalizace odběru vzorku S10 (vrchol klenby pole 2), vzorek odebrán v místě modro bílého výluhu





**Foto 57:** Lokalizace odběru vzorku S11 (pole 2, kraj oblouku), vzorek odebrán v místě šedo bílého výluhu



**Foto 58:** Lokalizace odběru vzorku S12 (pole 2, cca  $\frac{1}{4}$  klenby směrem k pilíři P3), vzorek odebrán v místě šedo bílého výluhu



**Tab. 14:** Stanovení obsahu solí ve zdivu mostu Poniklá (12 vzorků)

Označení vzorků	Místo odběru	Chloridy $\text{Cl}^-$ v % hmotnosti suchého vzorku	Dusičnany $\text{NO}_3^-$ v % hmotnosti suchého vzorku	Sírany $\text{SO}_4^{2-}$ v % hmotnosti suchého vzorku
sl1	klenba vrchol	0,007	< 0,001	0,006
sl2	klenba vrchol	0,171	0,001	0,014
sl3	klenba pata	0,091	0,003	0,03
sl4	čelní zeď	0,047	< 0,001	0,004
sl5	klenba vrchol	0,005	< 0,001	0,004
sl6	klenba 1/4	0,138	0,003	0,014
sl7	klenba 1/4	0,022	< 0,001	0,006
sl8	čelní zeď	0,005	< 0,001	0,004
sl9	opěra	0,059	< 0,001	0,003
sl10	klenba vrchol	0,322	0,001	0,064
sl11	klenba 1/4	0,077	< 0,001	0,005
sl12	klenba 1/4	0,021	< 0,001	0,003

**Tab. 15:** Legenda značení obsahu solí ve vztahu k limitům podle ČSN P 730610

Stupeň zasolení zdiva	$\text{Cl}^-$ [% hmot.]	$\text{NO}_3^-$ [% hmot.]	$\text{SO}_4^{2-}$ [% hmot.]
nízký	$x < 0,075$	$x < 0,1$	$x < 0,50$
zvýšený	0,075 – 0,20	0,1 – 0,25	0,5 – 2,0
vysoký	0,20 – 0,50	0,25 – 0,5	2,0 – 5,0
velmi vysoký	> 0,50	> 0,5	> 5,0