

VÝŠKOVÝ SYSTÉM Bpv

SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK

Číslo změny:	Obsah změny:	Datum změny:
01	-	-
02	-	-
03	-	-

Objednatel:



Správa železnic, s.o.
Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1
IČO 70994234, DIČ CZ70994234
organizační jednotka Oblastní ředitelství Ústí nad Labem,
Železničářská 1386/31, 400 03 Ústí nad Labem

Zhotovitel:

Sdružení KÚ/PX - Diagnostika Ústí nad Labem - II. Etapa



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
KLOKNERŮV ÚSTAV
ŠOLÍNOVA 7
166 08 PRAHA 6



Praha 4, Bezová 1658, 147 14
tel: +420 244062215 fax: +420 244461038

Zpracovatel:



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE,
KLOKNERŮV ÚSTAV
ŠOLÍNOVA 7
166 08 PRAHA 6

Řešitel:

Ing. David Čítek, Ph.D.

HIP:

prof. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.

Název akce:

Diagnostika a přepočty strategických přemostění
v oblasti OŘ Ústí nad Labem - II. etapa

Číslo akce ČVUT:

2300 J 233 - 3

Stupeň dokumentace:

TP

Název části:

Etapa A - Diagnostické průzkumy

Měřítko:

-

Datum:

11/2023

Název přílohy:

Diagnostický průzkum mostu v km 1,007
TUDU 024202 - Karlovy Vary - spodní stavba pilíře

Číslo přílohy:

A.2b



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.
 2300 J 233 - 3**

Datum vydání zprávy
 listopad 2023

Oddělení KÚ
 Experimentální
 tel. +420 224 353 537

Objednatel: Správa železnic, s.o.
 se sídlem Dlážděná 1003/7 Praha 1 – Nové Město, PSČ 110 00
 IČO: 70994234
 DIČ: CZ70994234
 Organizační složka Oblastní ředitelství Ústí nad Labem,
 Železničářská 1386/31, PSČ 400 03 Ústí nad Labem

Expertní zpráva:
**PROVEDENÍ DIAGNOSTIKY PILÍŘE ŽELEZNIČNÍHO MOSTU NA TÚ 0242
 V KM 1,007 – KARLOVY VARY DOL. N. (MIMO) – KARLOVY VARY (MIMO)**

Vypracoval: Ing. David Čítek, Ph.D.
 Ing. Milan Holý, Ph.D.

Spolupráce: Ing. Adéla Dlouhá
 Ing. Tomáš Mandlík
 Ing. Adam Čítek
 Ing. Aleš Mezera

Odpovědný řešitel: Ing. David Čítek, Ph.D.

Vedoucí oddělení: prof. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.

Ředitel KÚ: prof. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.

Výtisk číslo:

1 2 3

Rozdělovník:

Objednatel: 2x
 Archiv KÚ: 1x

OBSAH

OBSAH	2
1 ÚVOD	3
2 POUŽITÁ LITERATURA	4
2.1 POUŽITÉ NORMY A PŘEDPISY	4
2.2 ARCHIVNÍ DOKUMENTACE A JINÉ PODKLADY K OBJEKTU	5
2.3 ROZBOR ARCHIVNÍ DOKUMENTACE	5
3 POPIS MOSTNÍ KONSTRUKCE	5
3.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVEBNÍHO OBJEKTU	6
3.2 POPIS MOSTNÍ KONSTRUKCE	7
3.2.1 NOSNÁ KONSTRUKCE	7
3.2.2 SPODNÍ STAVBA	8
3.2.3 ŽELEZNIČNÍ SVRŠEK	8
3.2.4 VYBAVENÍ MOSTU	9
3.3 VÝKRESY MOSTNÍHO OBJEKTU - PILÍŘE	10
3.3.1 DOKUMENTACE OPRAVY MOSTU	10
3.3.2 VÝTAHY Z ARCHIVNÍ DOKUMENTACE	13
3.4 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY	14
3.4.1 BETON	14
4 STAVEBNÍ STAV MOSTU	15
4.1 HODNOCENÍ PILÍŘE NA ZÁKLADĚ MOSTNÍ PROHLÍDKY Z ROKU 2020	15
4.2 AKTUÁLNÍ VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA 2023	15
5 ZÁVĚR VIZUÁLNÍ PROHLÍDKY A NÁVRH DIAGNOSTICKÉHO PRŮZKUMU	25
6 DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM	26
6.1 POPIS DIAGNOSTIKY	26
6.2 LOKALIZACE SOND	26
6.3 JÁDROVÉ VÝVRTY	27
6.3.1 POPIS ODBĚRU JÁDROVÝCH VÝVRTŮ:	27
6.3.2 POPIS A FOTODOKUMENTACE VÝVRTŮ:	30
6.3.3 PETROGRAFICKÝ ROZBOR KAMENE	35
6.4 MATERIÁLOVÉ ZKOUŠKY	38
6.4.1 HLOUBKA KARBONATACE BETONU	39
6.4.2 KRYTÍ VÝZTUŽE BETONEM	40
6.4.3 DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI BETONU V TLAKU	41
6.4.4 NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI BETONU V TLAKU	44
6.4.5 NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI KAMENE V TLAKU	45
6.4.6 NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI MALTY V TLAKU	46
6.4.7 DESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI KAMENE V TLAKU	47
6.4.8 STANOVENÍ OBJEMOVÉ HMOTNOSTI A NASÁKAVOSTI	48
6.4.9 PEVNOST ZDIVA V TLAKU	49
6.5 SONDY K VÝZTUŽI	50
6.6 NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ POLOHY VÝZTUŽE	52
7 ZHODNOCENÍ DIAGNOSTIKY	55
8 DOPORUČENÍ PRO PŘEPOČET A OPATŘENÍ	57

1 ÚVOD

Předmětem diagnostického průzkumu je kamenný a železobetonový pilíř mostu na TÚ 0242, km 1,007 – Karlovy Vary dol. n. (mimo) – Karlovy Vary (mimo). Hlavním cílem diagnostického průzkumu železobetonových a kamenných konstrukcí podle zadání zadavatele jsou tyto činnosti:

- Zhodnocení dostupné PD a mostních prohlídek se zaměřením na středový pilíř konstrukce
- Vizuální prohlídka středového pilíře
- Lokalizace a fotodokumentace poruch a defektů na středovém pilíři
- Návrh rozsahu diagnostického průzkumu středového pilíře
- Provedení diagnostického průzkumu středového pilíře



Obr. 1: Pohled na diagnostikovaný středový pilíř mostu

2 POUŽITÁ LITERATURA

2.1 POUŽITÉ NORMY A PŘEDPISY

- [1-1] ČSN EN 1990 - Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [1-2] ČSN EN 1991 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – soubor norem
- [1-3] ČSN EN 1992 - Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – soubor norem
- [1-4] ČSN ISO 13822 – Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí, 12/2014
- [1-5] ČSN 73 0038 – Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí – doplňující ustanovení, 11/2019
- [1-6] ČSN EN 15528 - Železniční aplikace - Traťové třídy zatížení pro určení vztahu mezi dovoleným zatížením infrastruktury a maximálním zatížením vozidla, 10/2016
- [1-7] SŽ S5/1 - Diagnostika, zatížitelnost a přechodnost železničních mostních objektů, 03/2021
- [1-8] ČSN 72 2605 – Skúšanie tehliarskych výrobkov. Stanovenie mechanických vlastností, květen 1979.
- [1-9] ČSN EN 1926 (72 1142) – Zkušební metody přírodního kamene - Stanovení pevnosti v prostém tlaku, srpen 2007.
- [1-10] ČSN 73 1373 – Nedestruktivní zkoušení betonu - Tvrdoměrné metody zkoušení betonu, říjen 2011.
- [1-11] ČSN ISO 13822 (73 0038) – Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí, leden 2015.
- [1-12] ČSN 73 0038 – Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí – Doplňující ustanovení, leden 2015.
- [1-13] ČSN 73 1101 – Navrhování zděných konstrukcí (neplatná), září 1981.
- [1-14] ČSN EN 1996-1-1+A1 (73 1101) – Navrhování zděných konstrukcí (náhrada ČSN 73 1101), listopad 2013.
- [1-15] ČSN EN 772-1 (72 2635) – Zkušební metody pro zdicí prvky. Část 1: Stanovení pevnosti v tlaku, květen 2001.
- [1-16] ČSN P 73 0610 – Hydroizolace staveb. Sanace vlhkého zdiva. Základní ustanovení, prosinec 2000.
- [1-17] ČSN EN 1097-5 – Zkoušení mechanických a fyzikálních vlastností kameniva - Část 5: Stanovení vlhkosti sušením v sušárně, listopad 2008.
- [1-18] ČSN EN 12504-1 Zkoušení betonu v konstrukcích. Část 1: Vývrty. Odběr, vyšetření a zkoušení v tlaku, duben 2021.
- [1-19] ČSN EN 12390-3 Zkoušení ztvrdlého betonu. Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles, květen 2020.
- [1-20] Dohnálek, J.: Kontrola pevnosti betonu ve stavební konstrukci. Úspora cementu při výstavbě betonových konstrukcí. Studijní texty, ČSVTS. Praha, 1983.
- [1-21] ČSN EN 13791: Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a prefabrikovaných betonových dílcích, listopad 2021.
- [1-22] ČSN ISO 1920-10 Zkoušení betonu – Část 10: Stanovení statického modulu pružnosti v tlaku, srpen 2016.
- [1-23] ČSN EN 12504-2 Zkoušení betonu v konstrukcích – Část 2: Nedestruktivní zkoušení – Stanovení tvrdosti odrazovým tvrdoměrem, duben 2023.

2.2 ARCHIVNÍ DOKUMENTACE A JINÉ PODKLADY K OBJEKTU

- [2-1] Původní projektová dokumentace – Karlovy Vary dol. n. (mimo) – Karlovy Vary (mimo), v km km 1,007 (fragmenty)
- [2-2] Dokumentace rekonstrukce mostu – spodní stavba – Karlovy Vary dol. n. (mimo) – Karlovy Vary (mimo), v km km 1,007, ČSD
- [2-3] Protokol o podrobné prohlídce mostu na TÚ 0242, km 1,007 – Karlovy Vary dol. n. (mimo) – Karlovy Vary (mimo), 2020

2.3 ROZBOR ARCHIVNÍ DOKUMENTACE

Zpracovateli této zprávy byly předány fragmenty původní dokumentace a dokumentace rekonstrukce pilíře mostu. Z dokumentace jsou patrné schematické rozměry konstrukce společně se schematickým naznačením vyztužení/spojení žb úložného prahu a zděného pilíře.

3 POPIS MOSTNÍ KONSTRUKCE

Stávající most převádí jednokolejnou železniční trať v ev. km 1,007 TÚ 0242 - Karlovy Vary dol. n. (mimo) – Karlovy Vary (mimo) přes řeku Ohři, inundaci, silnici I. třídy a chodník pro chodce. Původní most byl postaven v roce 1898 jako jednokolejný most o 2 polích.

Nosnou konstrukci tvoří ocelové příhradové trámy. Rozpětí polí je 52,80 m a 59,40 m. Šířka konstrukce je 6,64 m, stavební výška je 1,04 m. Nosná konstrukce je uložena na spodní stavbu pomocí ocelových ložisek.

Pilíř je z kamenného zdiva, na kterém byl dodatečně vybetonován železobetonový dřík a úložný práh. Spojení dříku s kamenným pilířem je provedeno pomocí kotev z betonářské výztuže umístěných do vrtů zdiva, vyplněných cementovou maltou. Opěry jsou železobetonové.

3.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVEBNÍHO OBJEKTU

Objekt:	Most
Traťový úsek:	TÚ 0242 Karlovy Vary dol. n. (mimo) – Karlovy Vary (mimo)
Definiční úsek:	DÚ 02 Karlovy Vary dol. n. - Karlovy Vary
Staničení:	evd. km 1,007
Vžitý název:	
Typ trati:	širá trať
Délka mostu:	126,80 m
Šířka mostu:	7,24 m
Výška objektu:	10,96 m
Délka přemostění:	116,80 m
Úhel křížení:	45,00°
Objekt:	kolmý
Počet kolejí:	1
Počet nosných konstrukcí:	2
Počet mostních otvorů:	2
Přemostovaná překážka:	otv. č. 1: parkoviště, inundace, trvalý vodní tok, vtok zleva (řeka Ohře) otv. č. 2: trvalý vodní tok, vtok zleva (řeka Ohře), silnice I. třídy (R6), chodník pro chodce
Údaje o dosavadní zatížitelnosti	
Stavební stav objektu:	Spodní stavba stupeň 2 / Nosná konstrukce stupeň 1 (Podrobná prohlídka 2020)
Traťová třída zatížení:	C3 – 60 (rychlost na mostě 40 km/h, rychlost traťová 60 km/h)
Druh nosné konstrukce:	K 01 – K 02 - konstrukce ocelová, trémová, příhradová
Rok výstavby spodní stavby:	1898 (MES)
Rok výstavby nosné konstrukce:	1990 (MES)
Rok opravy objektu:	2018/2019



Obr. 2: Ortofoto mostu [www.mapy.cz]

3.2 POPIS MOSTNÍ KONSTRUKCE

Karlovy Vary dol. n.	←	poř.č. 1	O01	K01	P01	K02	O02	Dopr.č. 1	→	Karlovy Vary
		otvor		1		2				

Obr. 2: Schéma mostního objektu

3.2.1 NOSNÁ KONSTRUKCE

Konstrukce K 01

Popis: konstrukce ocelová, trámová, příhradová (soustava základní bez svislic), svařovaná, spoje: VP šrouby (třecí spoje), prostá, dolní ortotropní mostovka, přímo poježděná, kolmá
Rozměry NK: délka: 53,80 m; rozpětí: 52,80 m (MES), šířka 6,64 m, stavební výška 1,04 m

Uložení nosné konstrukce: ložiskové, ložiska ocelová, na opěře O 01 pohyblivá kyvná, ložiska na pilíři P 01 vahadlová – pevná stolicová

Rok výstavby: 1990 (MES)

Rok opravy: 2018/2019 (viz hlavní prohlídka)

Konstrukce K 02

Popis: konstrukce ocelová, trámová, příhradová (soustava základní bez svislic), svařovaná, spoje: VP šrouby (třecí spoje), prostá, dolní ortotropní mostovka, přímo poježděná, kolmá
Rozměry NK: délka: 60,40 m; rozpětí: 59,40 m (MES), šířka 6,64 m, stavební výška 1,04 m

Uložení nosné konstrukce: ložiskové, ložiska ocelová, na pilíři P 01 vahadlová – pevná stolicová, na opěře O 01 pohyblivá kyvná

Rok výstavby: 1990 (MES)

Rok opravy: 2018/2019 (viz hlavní prohlídka)

3.2.2 SPODNÍ STAVBA

Opěra O 01

Materiál: železobeton

Rozměry: neměřeny, proměnná výška spodní stavby, atypické řešení, rozměry uvedeny IS MES

Rok výstavby: 1898 (MES)

Křídla:

Vlevo: přilehlá železobetonová zeď

Vpravo: rovnoběžné, materiál: železobeton, římsa: ŽB, s přilehlým svahovým kuželem

Rok opravy: 2019 (viz hlavní prohlídka)

Pilíř P 01

Materiál: kamenné zdivo, zdivo řádkové čisté

Úložný práh: železobeton

Rozměry: neměřeny, atypické řešení, horší přístupnost, rozměry uvedeny IS MES

Podélná spára: není

Rok výstavby: 1898 (MES)

Rok opravy: 2019 (viz hlavní prohlídka)

Opěra O 02

Materiál: železobeton

Rozměry: neměřeny, atypické řešení, rozměry uvedeny IS MES

Rok výstavby: 1898 (MES)

Křídla:

Vlevo: rovnoběžné, materiál: železobeton, římsa: ŽB, s přilehlým svahovým kuželem

Vpravo: rovnoběžné, materiál: železobeton, římsa: ŽB, s přilehlým svahovým kuželem

Rok opravy: 2019 (viz hlavní prohlídka)

3.2.3 ŽELEZNIČNÍ SVRŠEK

Kolej č. 1

Směrové uspořádání koleje po délce objektu: z pravé přechodnice do přímé, v konci do pravé přechodnice

Výškové uspořádání koleje po délce objektu: stoupá

Tvar kolejnic: 49E1

Tvar podkladnic ve výběžích: žebrové pružné, dále bezpodkladnicové pružné

Konstrukce přímo pojižděná: systém DFF 300

Kolejnicové podpory ve výběžích – dřevěné pražce (každý pražec stažený pražcovou kotvou) dále ocelové pražce Y

Kolejnicové styky: v délce mostu otevřené kolejnicové styky nejsou, pouze svary kolejnic (vstřicné i nevstřicné)

Pojistné úhelníky: rozměr 100/160/14 mm, vzdálenost od pojižděné hrany kolejnice 165 – 180 mm, na OK přivařené a šroubované k deskám přímého upevnění, délka 137,20 m

KDZ (Kolejové dilatační zařízení):

- ve výběhu č. 1 – ve vzdálenosti 4,95 m od závěrné zídky opěry O 01
- ve výběhu č. 2 – ve vzdálenosti 4,65 m od závěrné zídky opěry O 02

Kolejové lože ve výběžích: šterkové

Pozednice (začátek i konec): ŽB práh

3.2.4 VYBAVENÍ MOSTU

Podlahy (K 01 i K 02)

Podlahy tvoří horní plocha ortotropní mostovky, na chodnicích protiskluzový nátěr s posypem

Zábradlí

Ocelové, svařované, městský typ

Počet madel/příčlí: 1/1

Výška zábradlí nad podlahou: vlevo 1,12 m, vpravo 1,09 m

Délka zábradlí:

-vlevo 15,13 m + na K 01 53,85 m + na K 02 60,55 m + 3,30 m, celková délka 132,83 m

-vpravo 4,40 m + na K 01 53,85 m + na K 02 60,55 m + 8,90 m, celková délka 127,70 m

Dilatace: vzduchové mezery

Upevnění sloupků:

-na NK přivařené k ortotropní mostovce

-ve výběhu č. 1 vpravo a ve výběhu č. 2 oboustranně zalité v římsách

-ve výběhu č. 1 vlevo přes patní desky (4 ks kotevních šroubů) šroubované do ŽB římsy, patní desky podlité vrstvou polymermalty

Půdorysný tvar: přímý, ve výběžích lomené směrem k OK

Odvodnění a odpadní zařízení

Ortotropní mostovka ve sklonu do středu, na začátku odvodňovací otvor + svod u opěry O 01 vyústěný do řeky.

Z čela opěry O 01 vpravo: odvodňovací roura

Opěra O 02 s odvodněním

Jiná a cizí zařízení a okolí objektu

Podél levého zábradlí z vnitřní strany upevněný kabelový žlab (210/205 mm)

Za objektem tunel.

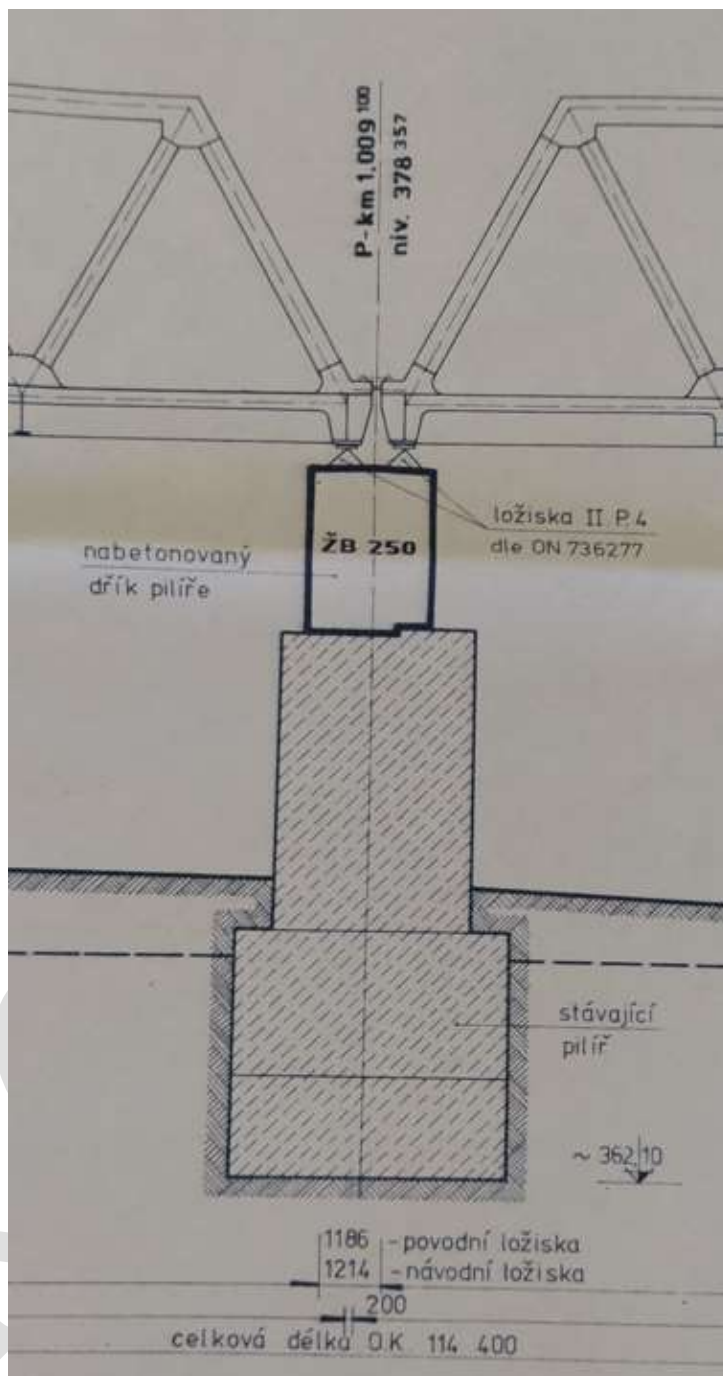
Mostní otvor č. 1: řeka Ohře, parkovací plocha.

Mostní otvor č. 2: řeka Ohře, chodník pro chodce, protihluková stěna, čtyřproudová asfaltová komunikace s osvětlením a svodidly, zárubní ŽB zeď se svahem.

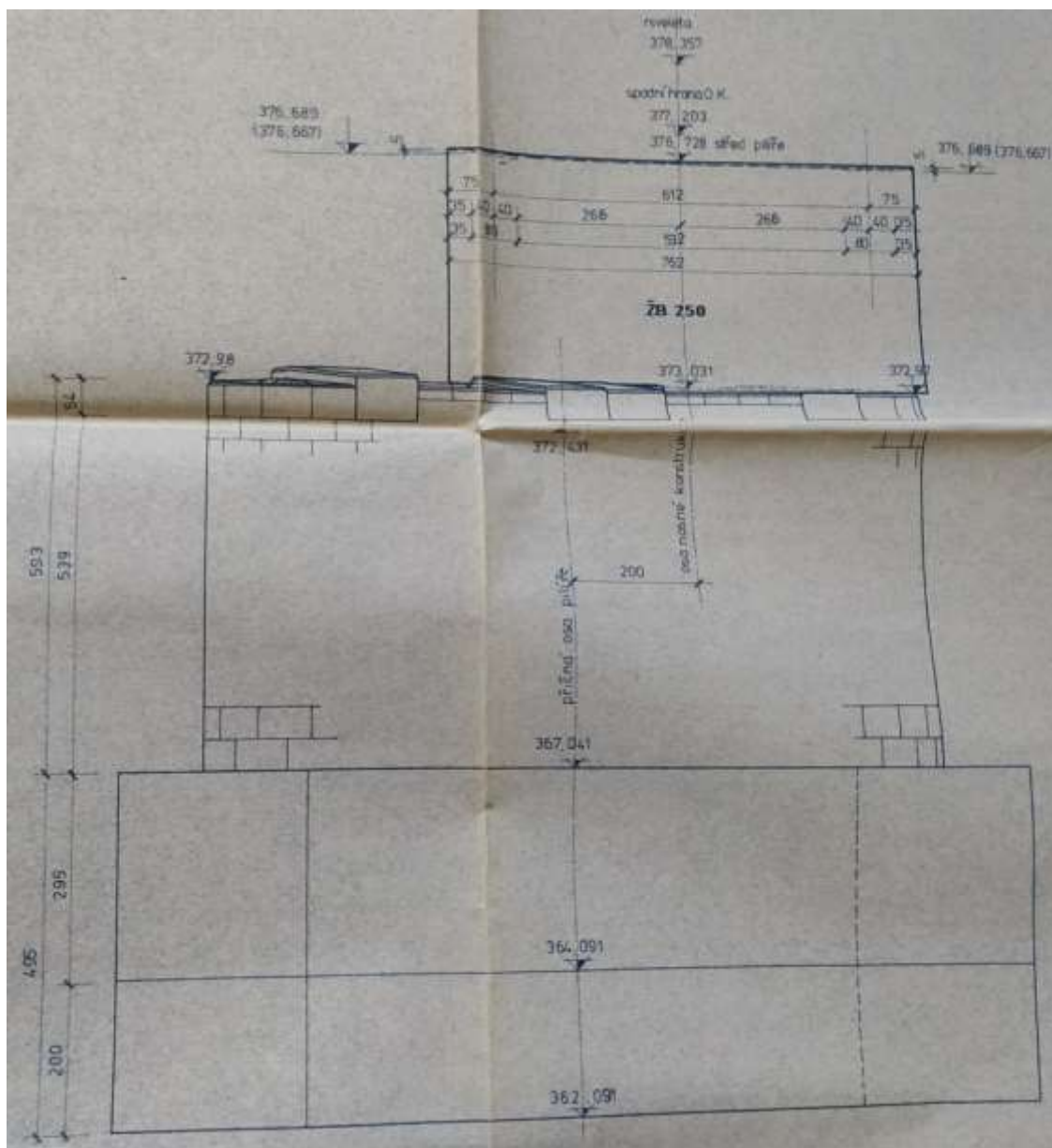
Příjezd automobilem je možný – dle souřadnic GPS.

3.3 VÝKRESY MOSTNÍHO OBJEKTU - PILÍŘE

3.3.1 DOKUMENTACE OPRAVY MOSTU

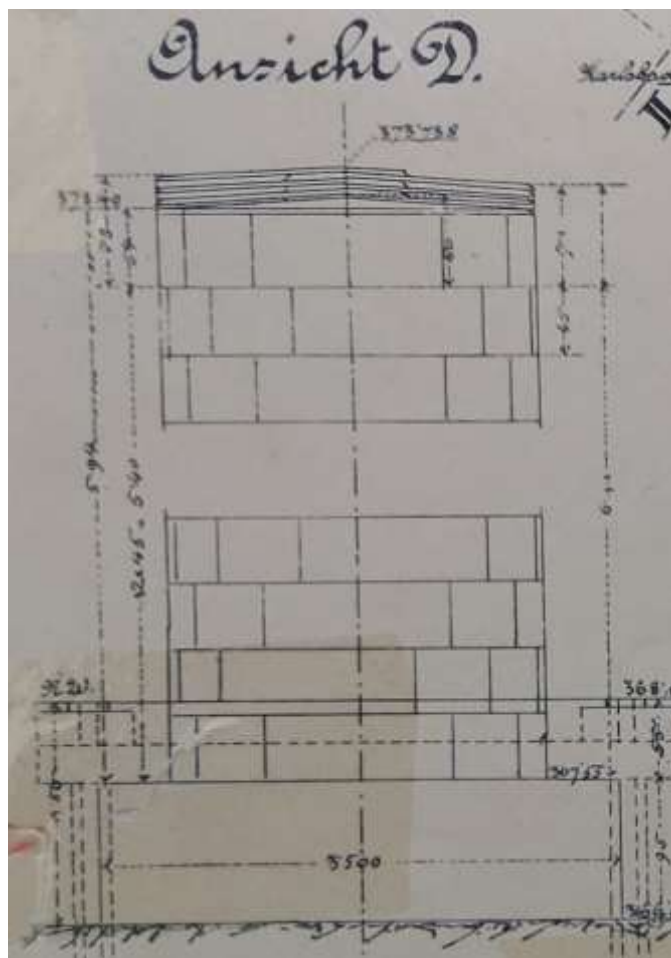


Obr. 3: Pilíř P 01 v podélném řezu mostu z dokumentace opravy mostu

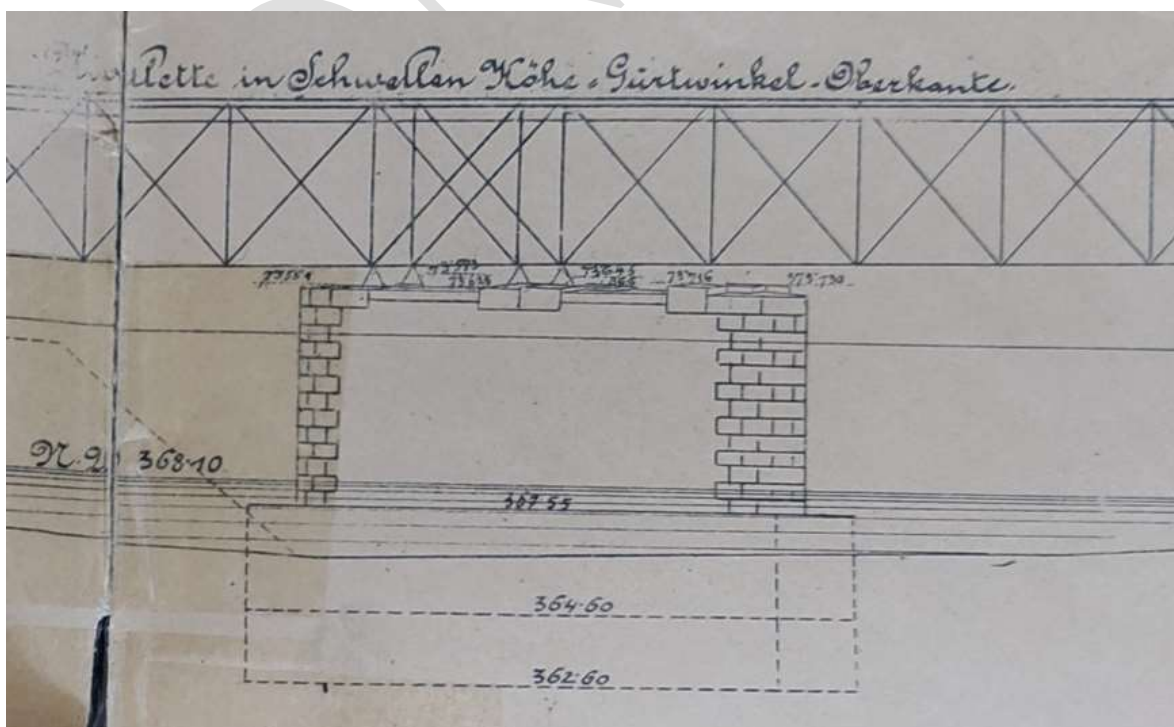


Obr. 6: Pohled B na pilíř P 01 z dokumentace opravy mostu

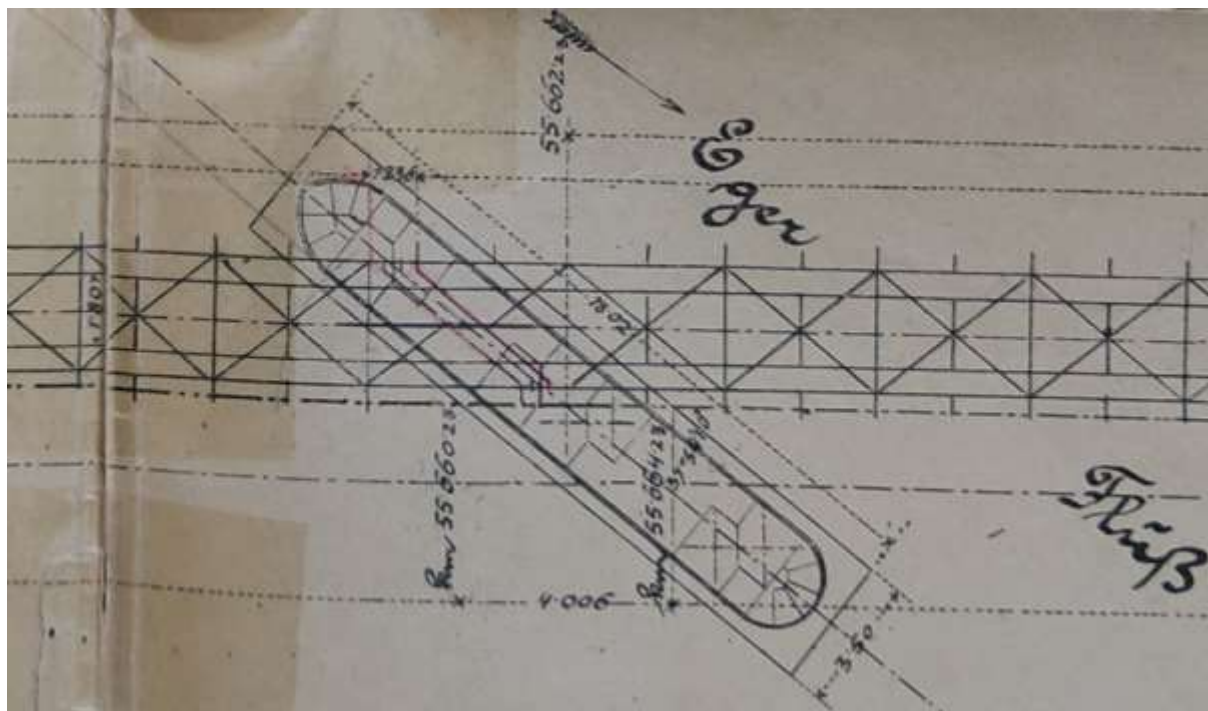
3.3.2 VÝTAHY Z ARCHIVNÍ DOKUMENTACE



Obr. 7: Pohled na pilíř P 01 z původní dokumentace



Obr. 8: Pohled na pilíř P 01 z původní dokumentace



Obr. 9: Půdorys pilíře P 01 z původní dokumentace

3.4 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

3.4.1 BETON

Beton dříku pilíře a jeho úložného prahu je dle archivní dokumentace B 250.

4 STAVEBNÍ STAV MOSTU

4.1 HODNOCENÍ PILÍŘE NA ZÁKLADĚ MOSTNÍ PROHLÍDKY Z ROKU 2020

Níže shrnutí hodnocení stavebního stavu středového pilíře z podrobné mostní prohlídky z roku 2020 [2-3]

SPODNÍ STAVBA

Pilíř P 01:

- Úložný práh:
 - horní plocha mírně povrchově zvětralá
- Dřík pilíře:
 - místy průsaky vody, trhliny ve spárování s výluhy pojiva (obr.



Obr. 3: Pohled zprava (povodní strana pilíře) [2-3]

4.2 AKTUÁLNÍ VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA 2023

V rámci vizuální prohlídky provedené zaměstnanci Kloknerova ústavu ČVUT byla dne 13 a 14.11.2023 prohlédnuta konstrukce pilíře. Vizuální prohlídka byla zaměřena na aktuální stav pilíře s ohledem na výsledky prohlídek mostu. Součástí vizuální prohlídky je fotodokumentace aktuálního stavu zaznamenaných poruch doplňující prohlídky.



Foto. 1: Pohled na povodní stranu pilíře, patrné výluhy pojiva v kamenném zdivu. Lokálně vyrůstá vegetace na horním líci kamenného pilíře.



Foto. 2: Pohled na povodní stranu pilíře, patrné výluhy pojiva v kamenném zdivu. Lokálně vyrůstá vegetace na horním líci kamenného pilíře.



Foto. 3: Pohled na stranu pilíře v poli 1. Patrné výluhy pojiva mezi kvádry.

	<p>Foto.4: Pohled na stranu pilíře v poli 1. Patrné výluhy pojiva mezi kvádry.</p>
	<p>Foto. 5: Pohled na stranu pilíře v poli 1. Patrné výluhy pojiva mezi kvádry.</p>
	<p>Foto. 6: Pohled na pilíř P01 (levá strana), nosnou konstrukci K02 a pilíř P02 (pravá stran), zprava ve směru staničení</p>

	<p>Foto. 7: Pohled na návodní stranu pilíře, patrné výluhy ve zdivu.</p>
	<p>Foto. 8: Pohled na návodní stranu pilíře, patrné výluhy ve zdivu.</p>
	<p>Foto. 9: Nánosy dřeva zachycené na návodní straně pilíře</p>



Foto. 10: Návodní strana pilíře, výluhy ze spár na exponované straně pilíře.



Foto. 11: Pohled na pilíř z pole č.2. Patrné lokální výluhy pojiva mezi kamennými bloky. Stopy po ztékající vodě z nosné konstrukce.



Foto. 12: Pohled na pilíř z pole č.2. Patrné lokální výluhy pojiva mezi kamennými bloky.



Foto. 13: Pohled na pilíř z pole č.2. Patrné lokální výluhy pojiva mezi kamennými bloky. Výluhy masivnější v místě exponované nezakryté části kamenného pilíře.



Foto. 14: Pohled na pravou část úložného prahu (z pole č.2). Patrná lokální místa s degradovaným povrchem betonu vlivem zatékání.



Foto. 15: Pohled na pravou část úložného prahu (z pole č.2). Patrná lokální místa s degradovaným povrchem betonu vlivem zatékání (horní pravá hrana úložného prahu).

	<p>Foto. 16: Pohled na pravou část úložného prahu (z pole č.2). Patrná lokální místa s degradovaným povrchem betonu vlivem zatékání (horní pravá hrana úložného prahu).</p>
	<p>Foto. 17: Detail místa styku železobetonového úložného prahu a kamenného pilíře – vlhké místo z důvodu ztékání vody z odvodňovače NK přímo na pilíř.</p>
	<p>Foto. 18: Pohled na středový pilíř od opěry OPI.</p>



Foto. 19: Pohled na pilíř od opěry OP1, patrné výluhy a zatékání na bok pilíře z úložného prahu. Nánosy naplavenin na návodní straně pilíře.



Foto. 20: Pohled na pilíř od opěry OP1, patrné výluhy a zatékání na bok pilíře z úložného prahu. Nánosy vegetace na horním líci kamenného pilíře.



Foto. 21: Pohled na úložný práh od opěry OP1, patrné zatékání na bok úložného prahu.



Foto. 22: Pohled na pilíř z K02, horní líc kamenného pilíře pokryt vegetací. Patrné průsaky a výluhy na boku pilíře.



Foto. 23: Pohled na pilíř z NK, horní líc kamenného pilíře pokryt vegetací.



Foto. 24: Pohled na pilíř z K02, horní líc kamenného pilíře pokryt vegetací. Patrné průsaky a výluhy na boku pilíře.



Foto. 25: Pohled na úložný práh a kamenný dřík piliře. Patrné stopy po ztékání vody z NK na horní líc piliře.



Foto. 26: Pohled na horní líc úložného prahu.



Foto. 27: Pohled na horní líc úložného prahu.

5 ZÁVĚR VIZUÁLNÍ PROHLÍDKY A NÁVRH DIAGNOSTICKÉHO PRŮZKUMU

Železobetonová a kamenná část konstrukce středového pilíře mostu byly podrobeny vizuální prohlídce. Prohlídka byla zaměřena na degradaci betonu úložného prahu, případné trhliny jak v úložném prahu, tak v kamenném pilíři. Z vizuální prohlídky je patrné že železobetonový úložný práh nevykazuje viditelné poruchy. Degradace je patrná pouze lokálně na exponovaných plochách úložného prahu, na které je umožněno zatékání (déšť) a jehož povrch je ostřikován nevhodně řešeným odvodněním nosné konstrukce. Kamenná část dříku pilíře nevykazuje trhliny, pouze dochází k výluhům pojiva ve spárování zdiva a to je zapříčiněno zejména vystavením podstatné části dříku pilíře povětrnostním podmínkám (déšť). Na horním líci nekryté části dříku pilíře dochází k usazení drobné vegetace. Základ pilíře je kompaktní a nevykazuje známky poruch.

Nosná železobetonová i kamenná konstrukce je poslední prohlídkou hodnocena stupněm 1. Spodní stavba (pilíře a opěry) jsou hodnoceny stupněm 2. S ohledem na provedenou vizuální prohlídku a zjištěné skutečnosti s hodnocením obou typů konstrukcí souhlasíme.

Vzhledem ke skutečnostem získaných z dobové dokumentace a vizuální prohlídky bylo doporučeno v rámci diagnostického průzkumu provést:

- Jádrové vrtý (2ks) průměru 80-100 mm do úložného prahu
- Jádrové vrtý (2ks) průměru 80-100 mm do kamenného zdiva pilíře
- Jádrový vrt průměru 80-100 mm do základu
- Nedestruktivní stanovení krytí výztuže.
- Destruktivní stanovení pevnosti kamene v tlaku na min 3 ks z jedné části konstrukce
- Destruktivní stanovení pevnosti betonu v tlaku na min 3 ks z jedné části konstrukce
- Destruktivní stanovení pevnosti malty v tlaku odebrané vývrty.
- Nedestruktivní stanovení pevnosti betonu a kamene v tlaku, vždy min 6x na konstrukci, plošné zhodnocení rovnoměrnosti na celku
- Stanovení míry koroze výztuže lokální destruktivní sondou k výztuži ve vytipovaných místech podle vizuální prohlídky.

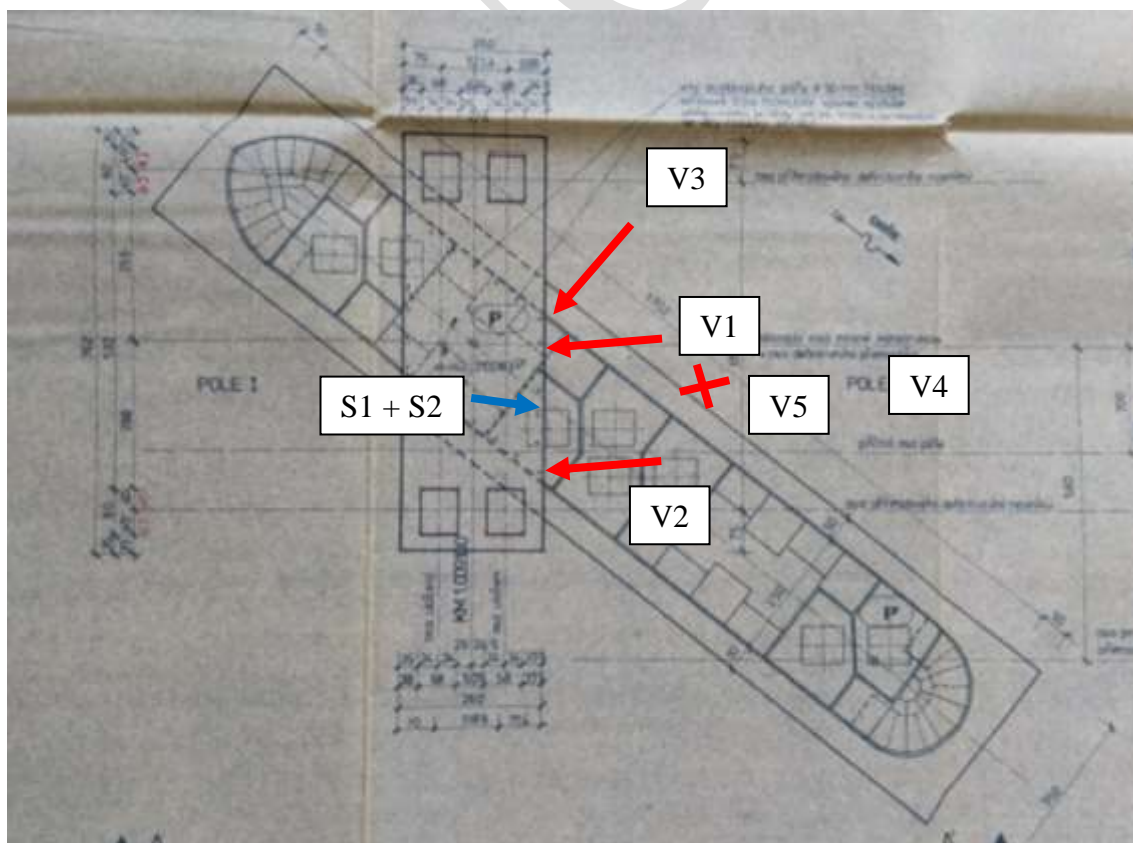
6 DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM

6.1 POPIS DIAGNOSTIKY

Diagnostický průzkum byl proveden po odsouhlasení jeho rozsahu na základě provedené vizuální prohlídky a místního šetření. Zvolené metody a postupy byly v některých případech zvoleny přímo na místě při zjištění dílčích skutečností. V rámci diagnostického průzkumu byly provedeny tyto činnosti:

- Odběr jádrových vývrtů
- Petrografické zatřídění kamene
- Nedestruktivní stanovení pevnosti kamene v tlaku
- Nedestruktivní stanovení pevnosti betonu v tlaku
- Destruktivní stanovení pevnosti malty v tlaku
- Destruktivní stanovení pevnosti betonu v tlaku
- Destruktivní stanovení pevnosti kamene v tlaku
- Stanovení pevnosti zdiva
- Stanovení nasákavosti kamene a betonu
- Destruktivní sondy k výztuži železobetonové konstrukce
- Nedestruktivní sondy k výztuži železobetonové konstrukce

6.2 LOKALIZACE SOND



6.3 JÁDROVÉ VÝVRTY

V následující kapitole jsou detailně popsány jádrové vývrtu, ze kterých byly připraveny vzorky pro destruktivní zkoušky kamene, malty a betonu v tlaku. Celkově bylo provedeno 5 jádrových vrtů do kamenného pilíře, úložného prahu a základu. Z výnosů jádrových vrtů byly ověřeny jednak charakteristiky materiálů. Jádrové vrtu byly prováděny z terénu a za využití lešení.

6.3.1 POPIS ODBĚRU JÁDROVÝCH VÝVRTŮ:

Tabulka 1: Popis vývrtů

Označení vývrtu	Délka / průměr [mm]	Popis struktury vývrtu
V1 (3 části) beton	550 (215+195+140) /Ø95	<p>Beton obsahuje vyvážený podíl DTK a HK, místy byly zaznamenány oblasti s převažujícím podílem DTK nad HK. Max. velikost zrna HTK je 45 mm, max. velikost zrna HDK je 27 mm. Beton je hutný, na plášti vývrtu byly zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 6 mm. K čelu vývrtu v hloubce 86, 110 a 230 mm byla zachycena výztuž – celkem 3 pruty:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1x zřejmě 10 425 V průměr 20 mm, • 1x 10 505 R průměr 14 mm, • 1x zřejmě 10 505 R průměr cca 30-35 mm (nelze přesně specifikovat). <p>Plášť vývrtu je hladký. Na čele vývrtu je trhlinka o šířce až 0,2 mm, která pokračuje až do hloubky cca 70 mm v podélném směru vrtu.</p>
V2 (2 části) beton	490 (395+95) /Ø100	<p>Beton obsahuje vyvážený podíl DTK a HK, místy do hloubky cca 130 mm byly zaznamenány oblasti s převažujícím podílem DTK nad HK. Max. velikost zrna HTK je 35 mm, max. velikost zrna HDK je 32 mm. Beton je hutný, na plášti vývrtu byly zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 5 mm, ojediněle byly zaznamenány větší póry a dutiny až do velikosti 10 mm. K čelu vývrtu v hloubce 112 mm byla zachycena výztuž – 1 prut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 10 505 R průměr 14 mm. <p>Plášť vývrtu je hladký. V hloubce cca 95 mm je otisk žebírkové výztuže, profil nelze přesně specifikovat.</p>

pokračování na následující straně

Tabulka 1: Popis vývrtů – pokračování z předchozí strany

Označení vývrtu	Délka / průměr [mm]	Popis struktury vývrtu
V3 (5 částí)	950 (320+140+160+ 260+70) /Ø100	<p>Část V3/1 je hornina (č. 1 – viz dále), vyvřelina, hutná, bez patrných pórů a trhlin. Max. zrno vyrostlice je do 27 mm.</p> <p>Část V3/2 až V3/4 je hornina (č. 2 – viz dále), vyvřelina, hutná, bez patrných pórů. Max. zrno vyrostlice je do 25 mm. Na plášti je několik trhlin až do šířky 0,2 mm, které vedou po celém obvodu vývrtu.</p> <p>Část V3/5 – jemnozrný beton či malta s většími zrny hornin. Malta je hutná až mírně pórovitá, v maltě byl zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 5 mm. Max. zrno kameniva v maltě je do 6 mm.</p> <p>Plášť vývrtu je hladký.</p>
V4 (5 částí)	1130 (100+250+340+ 220+220) /Ø95	<p>Část V4/1 až V4/3 do hloubky 40 mm je hornina (č. 3 – viz dále), vyvřelina, hutná, na plášti vývrtu byl zaznamenán ojedinělý počet makropórů do velikosti až 5 mm. Max. zrno vyrostlice je do 27 mm. Na plášti vývrtu několik trhlin až do šířky 1 mm, které vedou po celém jeho obvodu.</p> <p>Část V4/3 od hloubky 40 mm je jemnozrný beton nebo malta. Jemnozrný beton / malta je hutná až mírně pórovitá, na plášti vývrtu byl zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 4 mm. Max. zrno kameniva v maltě je do 6 mm. V některých pórech jsou patrné bílé výluhy.</p> <p>Část V4/4 a V4/5 je hornina (č. 4 – viz dále), vyvřelina, hutná, bez patrných pórů. Max. zrno vyrostlice je do 22 mm. Na plášti vývrtu jsou ojedinělé trhliny až do šířky 0,5 mm, které vedou po celém jeho obvodu.</p> <p>Plášť vývrtu je hladký.</p>

pokračování na následující straně

Tabulka 1: Popis vývrtů – pokračování z předchozí strany

Označení vývrtu	Délka / průměr [mm]	Popis struktury vývrtu
V5 (4 části)	1690 (470+450+200+ 120+ 450) /Ø95	<p>Část V5/1 je beton. Beton obsahuje vyvážený podíl DTK a HK. Max. velikost zrna HTK je 27 mm, max. velikost zrna HDK je 25 mm. Beton je hutný, na plášti vývrtu byly zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 6 mm. Plášť této části vývrtu je hladký.</p> <p>Mezi částí V5/1 a V5/2 je část betonu / malty se zrnem do velikosti 30 mm a s makropóry do velikosti 5 mm.</p> <p>Část V5/2 a V5/3 je hornina (č. 5 – viz dále), vyvřelina, hutná, bez patrných pórů. Max. zrno vyrostlice je do 20 mm. Část V5/2 je dále rozlomena na 3 dílčí části. Jednotlivé dílčí části vývrtu jsou bez trhlin. Plášť této části vývrtu je hladký.</p> <p>Část V5/3 (od hloubky cca 90 mm) a V5/4 je beton. Beton je hutný až mírně pórovitý, na plášti vývrtu byly zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 7 mm, ojediněle byly zaznamenány větší dutiny až do velikosti 25 mm. Max zrno kameniva je do 42 mm. Plášť této části vývrtu je hladký, místy drsný.</p>

Zkratky: DTK – drobné těžené kamenivo, HK – hrubé kamenivo, HTK – hrubé těžené kamenivo, HDK – hrubé drcené kamenivo

6.3.2 POPIS A FOTODOKUMENTACE VÝVRTŮ:



Foto 28: Celkový pohled na vývrt V1

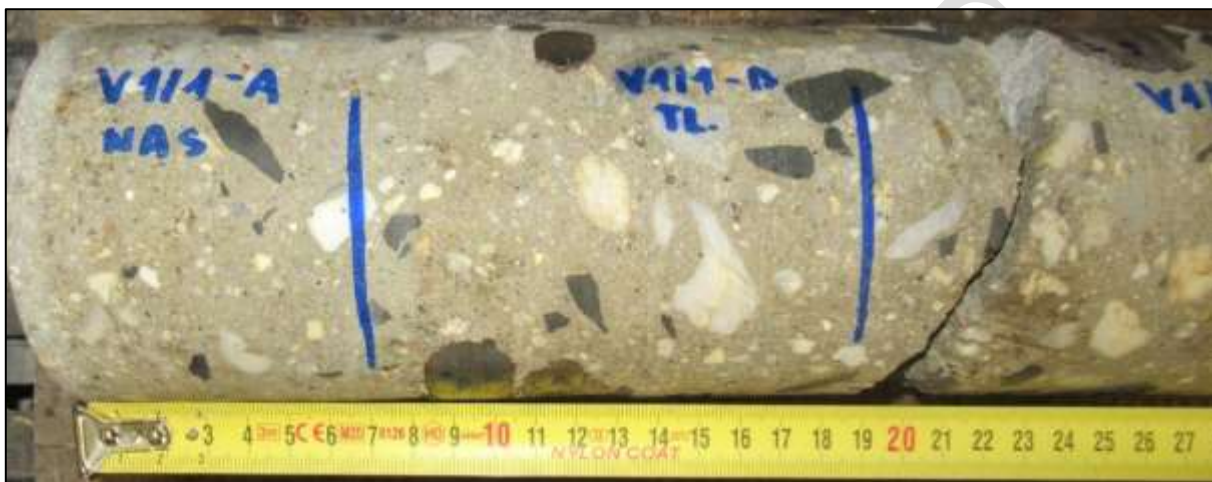


Foto 29: Část vývrtu V1/1



Foto 30: Část vývrtu V1/2



Foto 31: Část vývrtu V1/3

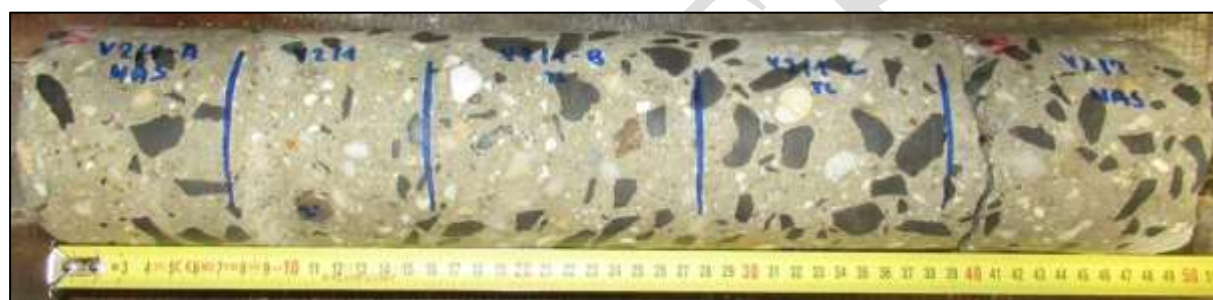


Foto 32: Celkový pohled na vývrt V2



Foto 33: Horní část vývrtu V2/1



Foto 34: Dolní část vývrtu V2/1 a část V2/2



Foto 35: Celkový pohled na vývrt V3



Foto 36: Část vývrtu V3/1



Foto 37: Část vývrtu V3/2 a V3/3



Foto 38: Část vývrtu V3/4 a V3/5



Foto 39: Celkový pohled na vývrt V4



Foto 40: Část vývrtu V4/1 a V4/2



Foto 41: Část vývrtu V4/3



Foto 42: Část vývrtu V4/4 a V4/5



Foto 43: Celkový pohled na vývrt V5

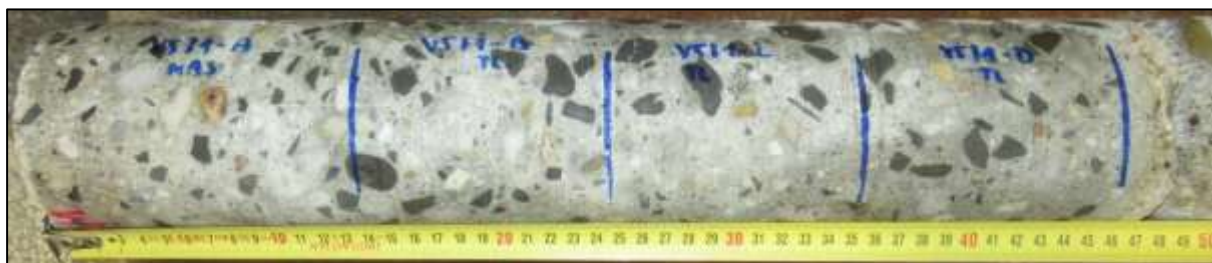


Foto 44: Část vývrtu V5/1

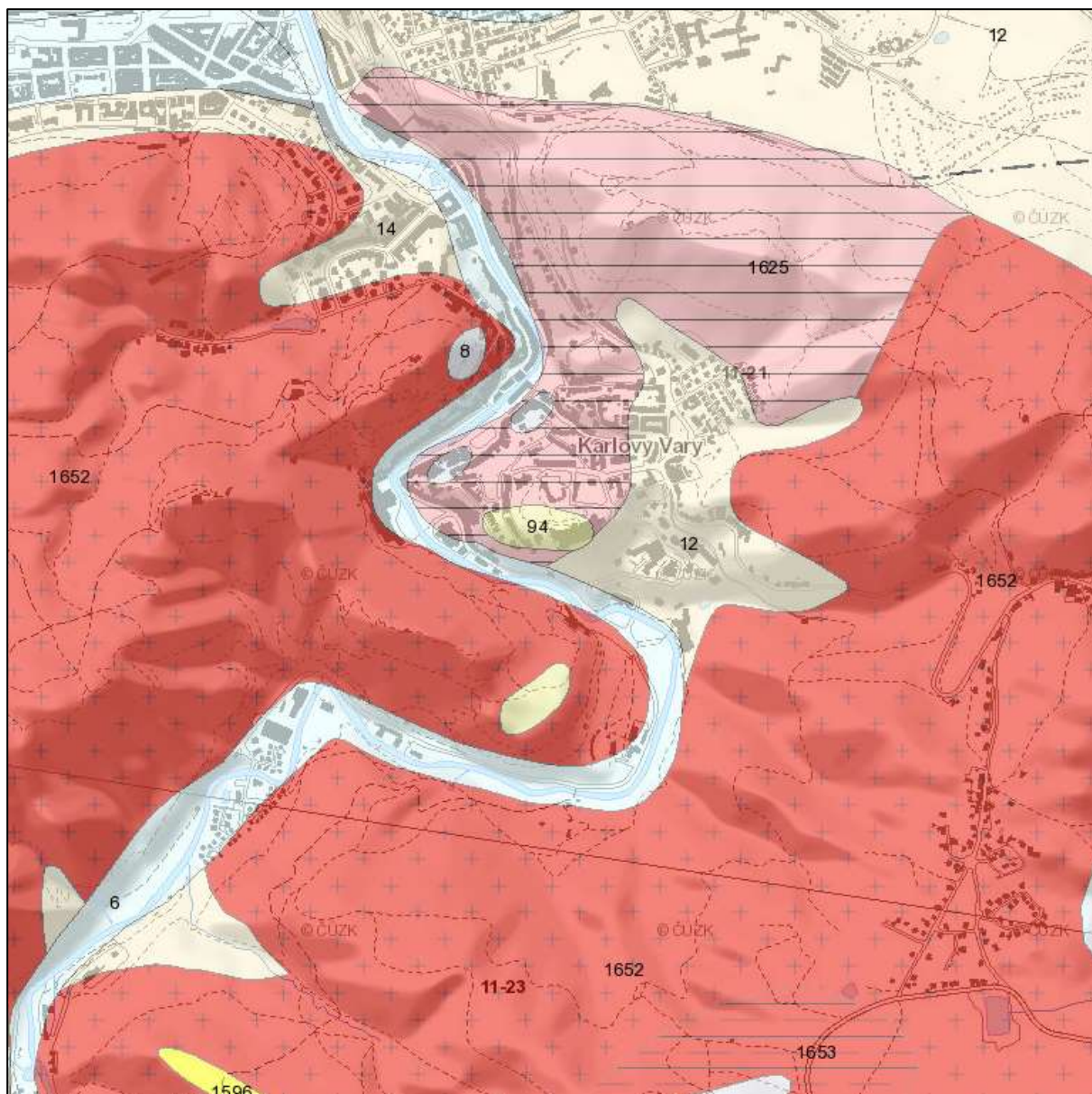


Foto 45: Část vývrtu V5/2



Foto 46: Část vývrtu V5/3 a V5/4

6.3.3 PETROGRAFICKÝ ROZBOR KAMENE



- 1596** aplit a aplitický granit
- 1625** granit
- 1652** granit až granodiorit
- 1653** granit až granodiorit

Obr. 11: Geologická mapa okolí Karlových Varů

Všechny vzorky hornin z uvedené lokality patří mezi granitoidy (granity nebo granodiority). Bez mikroskopické analýzy je nelze přesněji zařadit.

Hornina č. 1 (V3/1):

Tato hornina (Obr. 12) je pravděpodobně granit. Je to hlubinná vyvřelá hornina s podstatným množstvím křemene. Další složky jsou živce (především draselné), biotit a amfibol.



Obr. 12: Granit

Hornina č. 2 (V3/3):

Tato hornina (Obr. 13) je granit až granodiorit, má jemnozrnnější strukturu a poměrně vysoký obsah tmavých minerálů.



Obr. 13: Granodiorit

Hornina č. 3 (V4/2):

Tato hornina (Obr. 14) je stejná jako na obr. 12, tedy granit.



Obr. 14: Granit

Hornina č. 4 (V4/4):

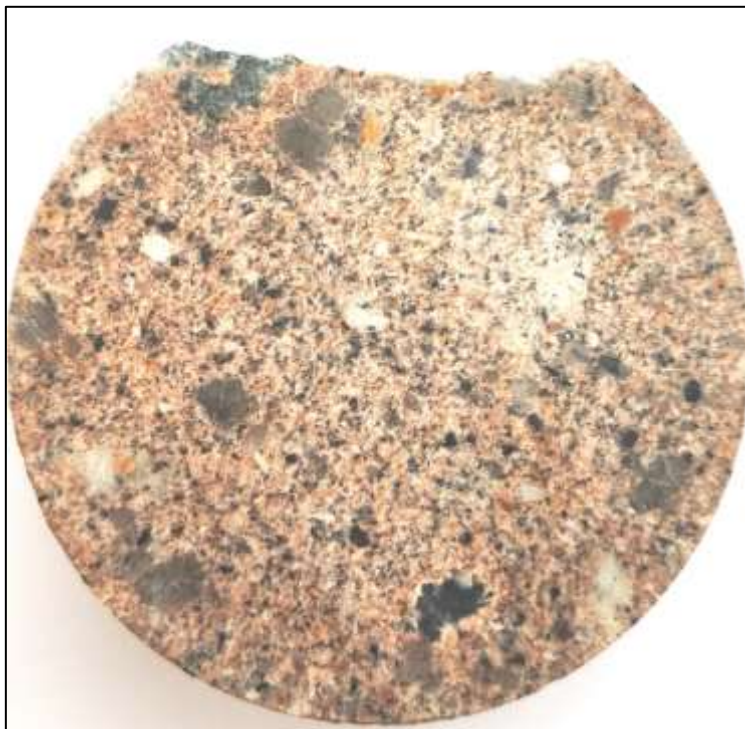
Tato hornina (Obr. 15) je pravděpodobně granit až aplitický granit vzhledem k poměrně nízkému zastoupení tmavých minerálů jako biotit, amfibol apod.



Obr. 15: Granit

Hornina č. 5 (V5/2):

Tato hornina (Obr. 16) je podobná vzorku V3/3, tedy granit až granodiorit.



Obr. 16: Granodiorit

6.4 MATERIÁLOVÉ ZKOUŠKY

Materiálové zkoušky byly provedeny v několika variantách. Jako podklad pro výpočty byly použity zejména destruktivní zkoušky betonu a kamene v tlaku, které byly provedeny na odebraných vývrtech. Nedestruktivní zkoušky byly provedeny pro stanovení rozptylu naměřených hodnot a případné stanovení lokálních nehomogenit. V materiálových rámci testů bylo provedeno:

- Stanovení hloubky karbonatace betonu
- Stanovení krytí výztuže betonem
- Nedestruktivní stanovení pevnosti kamene v tlaku
- Nedestruktivní stanovení pevnosti betonu v tlaku
- Destruktivní stanovení pevnosti kamene v tlaku
- Nedestruktivní stanovení pevnosti malty v tlaku
- Stanovení pevnosti zdiva
- Stanovení nasákavosti kamene a betonu

6.4.1 HLOUBKA KARBONATACE BETONU

Karbonatace betonu je dlouhodobý proces, ve kterém hraje rozhodující úlohu vzdušný CO_2 . Jeho intenzita je závislá na řadě vnějších podmínek (kvalita betonu, vlhkost, teplota, apod.). Primární riziko karbonatace nespočívá ve snižování konečné pevnosti betonu, ale v tom, že zkarbonatovaný beton, resp. pórový roztok betonu*, ztrácí svoji alkalitu ($\text{pH} < 9,5$) a tím přestává pasivovat výztuž a chránit ji před korozi.

Hloubka karbonatace byla stanovována kolorimetrickým fenolftaleinovým testem, kdy se na míru karbonatace usuzuje ze zabarvení betonu smočeného roztokem fenolftaleinu v etanolu. Při vlastní zkoušce byl do betonu příklepovou vrtačkou vrtán otvor $\varnothing 8$ mm a zmíněný roztok byl aplikován na vynášený prach, popř. na čerstvou lomovou plochu betonu v místě destruktivních sond. Při výrazném fialovém zabarvení se zkouška ukončila a posuvným měřítkem s přesností na 1 mm byla změřena hloubka karbonatace betonu.

Porovnáním hloubky karbonatace betonu a tloušťky krycí vrstvy výztuže a s ohledem na vlhkostní podmínky, ve kterých se beton nachází, je možné zhodnotit pravděpodobnost vzniku korozního napadení výztuže v konstrukci.

Zkarbonatovaný beton rovněž vykazuje vyšší tvrdost, což může vést k nadhodnocení výsledků tvrdoměrných zkoušek pevnosti betonu.

** Kapalina obsažená v pórové struktuře betonu, která obsahuje některé rozpuštěné složky cementového kamene.*

Stanovení hloubky karbonatace betonu bylo rovnoměrně na všech diagnostikovaných konstrukcích. Nejistotu měření lze odhadnout v rozmezí ± 2 mm. Ocelová výztuž je vystavována korozivním procesům, které ovlivňuje řada faktorů. Mezi nejpodstatnější lze zařadit:

- a) vlhkost prostředí
- b) zaplnění pórového systému betonu vodou,
- c) hloubka uložení výztuže pod povrchem,
- d) tloušťka zkarbonatované vrstvy betonu,
- e) obsah určitých škodlivin v betonu (chloridové ionty, přítomnost kyselin a dalších agresivních médií),

Dojde-li u výztuže ke ztrátě pasivace alkalitou betonu (karbonatací), přítomnost vlhkosti vyvolá korozivní procesy vedoucí k známým poruchám jako odpadávání povrchových vrstev a úbytku průřezu výztuže.

Stanovení tloušťky krycí vrstvy výztuže a hloubky karbonatace betonu bylo provedeno na těchto konstrukcích s následujícím výsledkem:

Úložný práh

karbonatace 10 - 15 mm

krytí 65 - 120 mm

Z provedeného šetření a zjištěných hodnot lze konstatovat:

- *Primární riziko karbonatace je v tom, že zkarbonatovaný beton, resp. jeho pórový roztok, ztrácí svoji alkalitu ($pH < 9,5$) a tím přestává pasivovat výztuž a chránit ji před korozi, ke které následně dochází za příznivých vlhkostních podmínek.*
- *Ze zjištěných skutečností vyplývá, že betonářská výztuž úložného prahu neleží ve zkarbonatované vrstvě betonu a je chráněna proti korozi jeho přirozenou alkalitou.*

6.4.2 KRYTÍ VÝZTUŽE BETONEM

Tloušťku krytí výztuže betonem je, kromě hloubky karbonatace, nezbytné stanovit pro posouzení korozního rizika u libovolné železobetonové konstrukce. Porovnání zjištěného krytí se zjištěnou aktuální hloubkou neutralizace ukazuje, zda uložená výztuž je již v oblasti snížené alkality, či nikoliv, a zda hrozí korozní riziko.

Ke stanovení tloušťky krytí na vnějších površích železobetonových prvků byl použit radar HILTI PS 1000. Přístroj pracuje na principu vysílání elektromagnetických pulzů do konstrukce. Výstupem registrace odrazů el. pulzů od nehomogenního materiálu je plošný scan s příčným řezem dané konstrukce. K orientačnímu stanovení polohy a tloušťky krytí na vnějších površích jednotlivých konstrukcí bylo použito softwarového rozhraní Hilti PROFIS PS 1000. Přístroj HILTI PS 1000 pracuje s maximální detekční hloubkou 300 mm. Přesnost indikace hloubky menší, než 100 mm je ± 10 mm. Při hloubce nad 100 mm je přesnost $\pm 15\%$. Přesnost lokalizace je ± 10 mm.

V případě konstrukce úložného prahu komplikovala přesnější stanovení profilace povrchu stěny – žebírkování. Nedestruktivní měření bylo provedeno přes žebra a výsledné hodnoty krytí mohou být zkresleny. Zachycená výztuž v kombinaci se žebírkováním prakticky zamezuje zachycení spřahovacích tyčí na kontaktu zděný pilíř/úložný práh.

6.4.3 DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI BETONU V TLAKU

Pro účely destruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku byly z konstrukce odebrány jádrové vývrty \varnothing cca 94 a 100 mm. V laboratoři byly vývrty zaříznuty a zabroušeny. Před koncováním byly vývrty změřeny a zváženy, aby bylo možno stanovit objemovou hmotnost betonu. Takto připravené vzorky byly zkoušeny v zatěžovacím stroji WPM 500 kN, metrologické číslo S 07 011 M. Odběry jádrových vývrtů a zkoušky vzorků byly provedeny dle ČSN EN 12504-1 [1-19].

Válcové pevnosti betonu $f_{c, core}$ zjištěné na vývrtech je nutné převést na krychelné pevnosti $f_{c, cube}$, které odpovídají pevnostem na krychli základních rozměrů, tj. krychli s délkou hrany 150 mm. Převod se provede dle ČSN EN 12390-3, změna Z1, příloha NA [1-20].

Nejprve se provede převod na vývrtech zjištěných válcových pevností betonu $f_{c, core}$ na válcové pevnosti betonu $f_{c, cyl}$, které odpovídají pevnostem betonu na válcích základních rozměrů, tj. na válcích \varnothing 150 mm a výšce 300 mm, dle vztahu:

$$f_{c, cyl} = K_{c, cyl} \cdot K_{d, cyl} \cdot f_{c, core}$$

$K_{c, cyl}$ opravný součinitel štíhlosti dle [1-20] v závislosti na štíhlostním poměru $\lambda = h / d$ (h je výška vývrtu a d je \varnothing vývrtu); pro $1 \leq \lambda < 2$,

$K_{d, cyl}$ převodní součinitel v závislosti na průměru dle [1-20] a experimentálně stanoveného diagramu vypracovaného v KÚ ČVUT [1-21].

Při provádění zkoušek vývrtů je nutné sledovat i způsob porušení vzorků, tj. aby skutečně došlo k porušení tlakem a nikoli smykem či příčným tahem. Nesprávně porušená tělesa vykazují obvykle velmi nízké pevnosti a takové výsledky se vyřazují z vyhodnocení.

Posouzení krychelné, resp. válcové charakteristické pevnosti betonu v tlaku $f_{ck, cube}$, resp. $f_{ck, cyl}$ v konstrukci zkoušením vývrtů bylo provedeno dle ČSN EN 13791 [1-22]

Tabulka 2: Výsledky destruktivních zkoušek betonu úložného prahu v tlaku

ŽELEZNIČNÍ MOST KARLOVY VARY - BETON ÚLOŽNÝ PRÁH										
Jádrový vývrt	Ozn. zk. vzorku	Průměr vzorku	Výška vzorku	Hmotnost	Objem. hmot.	Štíhl. poměr l	Max. tlak. síla F	Krychelná pevnost betonu $f_{c, 1:1 \text{ core}}$	Součinitel délky vývrtu CLF	Válcová pevnost betonu $f_{c, 2:1 \text{ core}}$
		[mm]	[mm]	[g]	[kg/m ³]	[--]	[kN]	[MPa]	[--]	[MPa]
V1/1	V1/1-B	93,8	96,4	1648	2480	1,028	266	38,5	0,82	31,6
V1/2	V1/2	94,1	95,7	1552	2340	1,017	303	43,6	0,82	35,7
V1/3	V1/3	93,9	95,8	1525	2310	1,021	349	50,5	0,82	41,4
Průměrná hodnota:					2380			44,2		36,2
V2/1	V2/1-B	99,2	100,9	1808	2330	1,018	324	42,0	0,82	34,4
V2/1	V2/1-C	99,1	102,1	1841	2350	1,030	333	43,2	0,82	35,4
Průměrná hodnota:					2340			42,6		34,9

Tabulka 3: Výsledky destruktivních zkoušek betonu základu v tlaku

ŽELEZNIČNÍ MOST KARLOVY VARY - BETON ZÁKLADU										
Jádrový vývrt	Ozn. zk. vzorku	Průměr vzorku	Výška vzorku	Hmotnost	Objem. hmot.	Štíhl. poměr l	Max. tlak. síla F	Krychelná pevnost betonu $f_{c, 1:1 \text{ core}}$	Součinitel délky vývrtu CLF	Válcová pevnost betonu $f_{c, 2:1 \text{ core}}$
		[mm]	[mm]	[g]	[kg/m ³]	[--]	[kN]	[MPa]	[--]	[MPa]
V5/1	V5/1-B	93,8	95,0	1527	2330	1,013	373	54,0	0,82	44,3
V5/1	V5/1-C	93,6	95,9	1552	2360	1,025	398	57,8	0,82	47,4
V5/1	V5/1-D	93,9	95,6	1564	2370	1,018	400	57,8	0,82	47,4
Průměrná hodnota:					2360			56,5		46,4
V5/4	V5/4	94,1	86,5	1218	2030	0,920	179	25,8	0,82	21,1

Vysvětlivky k tabulce:

- Vzorek nesplňuje požadavek ČSN EN 12504-1 na poměr velikosti max. zrna kameniva k průměru vývrtu (max. 1 : 3).
- Vzorek obsahoval výztuž - viz popis vývrtů.

Stanovení destruktivní pevnosti betonu v tlaku dle ČSN EN 13791

Spodní stavba

Zkušební vzorek	Část konstrukce	Válcová pevnost $F_{ck, is, cyl}$ [MPa]
V1/1	úložný práh	31,6
V1/2	úložný práh	35,7
V1/3	úložný práh	41,4
V2/1	úložný práh	34,4
V2/1	úložný práh	35,4

Statistické vyhodnocení:

$$f_{ck, is} = f_{c, m(n)is} - k_n s$$

Průměrná pevnost $F_{c, m, is, cyl}$ [MPa]	35,7
Počet platných zkoušek	5
Výběrová směrodatná odchylka s	3,56
Směrodatná odchylka s pro $V_x = 8 \%$	2,86
Uvažovaná směrodatná odchylka s	3,56
Variační koeficient [%]	10,0 < 14
Posouzení rovnoměrnosti	vyhoví
Součinitel odhadu 5% kvantilu K_n (neznámý V_x):	2,33
Pevnost betonu v tlaku $f_{ck, is, cyl, 1}$ [MPa]	27,4

$$f_{ck, is} = f_{c, is, lowest} + M$$

Minimální pevnost $F_{c, is, lowest, cyl}$ [MPa]	31,6
M [MPa]	4
Pevnost betonu v tlaku $f_{ck, is, cyl, 2}$ [MPa]	35,6

Třída betonu dle ČSN EN 206+A2	C 25/30
---------------------------------------	----------------

Spodní stavba

Zkušební vzorek	Část konstrukce	Válcová pevnost $F_{ck, is, cyl}$ [MPa]
V5/1-B	základ	44,3
V5/1-C	základ	47,4
V5/1-D	základ	47,4

Statistické vyhodnocení:

$$f_{ck, is} = f_{c, m(n)is} - k_n s$$

Průměrná pevnost $F_{c, m, is, cyl}$ [MPa]	46,4
Počet platných zkoušek	3
Výběrová směrodatná odchylka s	1,83
Směrodatná odchylka s pro $V_x = 8 \%$	3,71
Uvažovaná směrodatná odchylka s	3,71
Variační koeficient [%]	3,9 < 12
Posouzení rovnoměrnosti	vyhoví
Součinitel odhadu 5% kvantilu K_n (neznámý V_x):	3,37
Pevnost betonu v tlaku $f_{ck, is, cyl, 1}$ [MPa]	33,9

$$f_{ck, is} = f_{c, is, lowest} + M$$

Minimální pevnost $F_{c, is, lowest, cyl}$ [MPa]	44,3
M [MPa]	4
Pevnost betonu v tlaku $f_{ck, is, cyl, 2}$ [MPa]	48,3

Třída betonu dle ČSN EN 206+A2	C 30/37
---------------------------------------	----------------

6.4.4 NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI BETONU V TLAKU

Pro nedestruktivní stanovení pevnosti betonu v tlaku byla použita tvrdoměrná metoda Schmidtova tvrdoměru (typu N-34). Zkoušky a jejich vyhodnocení byly provedeny v souladu s ČSN 73 1373 [1-10], ČSN EN 12504-2 [1-24] a ČSN 73 0038 [1-5].

Metoda je založena na principu pružného rázu dvou těles. Při zkoušce krychelné pevnosti betonu v tlaku Schmidtovým tvrdoměrem se zjišťuje velikost odrazu a úderného ocelového beranu vyvolaného pružinou od ocelového razníku opřené o povrch betonu. Měřeným parametrem je tedy velikost odrazu a zachycená ukazatelem na stupnici umístěné na pouzdru tvrdoměru.

Velikost odrazu a je závislá na pružnosti a tvrdosti betonu. Naměřené hodnoty odrazu a se převedou dle obecného kalibračního vztahu uvedeného v ČSN 73 1373 [1-10] na krychelnou pevnost betonu v tlaku s nezaručenou přesností f_{be} , která se vynásobí součiniteli α_t a α_w zohledňujícími stáří a vlhkost betonu.

Zpracování výsledků pro stanovení charakteristické pevnosti betonu v tlaku f_{ck} , c_{ube} , resp. pevnostní třídy betonu, bylo provedeno dle ČSN 73 0038 [1-5] a ČSN EN 13791 [1-22].

Tabulka 4: Výsledky nedestruktivních zkoušek betonu v tlaku

Sonda	Část konstrukce	směr	1	2	3	4	5	6	7	8
S1	úložný práh	V	36	37	42	39	38	40	41	40
S2	úložný práh	V	38	38	39	41	43	40	43	44
S3	úložný práh	V	35	37	36	39	40	41	42	41
S4	úložný práh	V	39	39	40	41	38	42	40	39
S5	úložný práh	V	37	38	37	40	41	41	39	43
S6	úložný práh	V	34	33	35	34	36	38	37	39
S7	úložný práh	V	38	39	38	39	38	40	38	39
S8	úložný práh	V	37	38	37	41	40	40	40	42

Spodní stavba

Zkušební místo	Část konstrukce	Průměrný odraz	Neupřesněná pevnost f_{be} [MPa]	Upřesněná pevnost $f_{be} \cdot \alpha_t \cdot \alpha_w \cdot \alpha$ [MPa]
S1	OP1	39	39	35,1
S2	OP1	41	43	38,7
S3	OP1	39	39	35,1
S4	OP2	40	41	36,9
S5	OP2	40	41	36,9
S6	OP2	37	36	32,4
S7	OP2	39	39	35,1
S8	OP2	39	39	35,1

Statistické vyhodnocení:

$$f_{ck,js} = \bar{f}_{m(n)js} - \beta_n \cdot s_r$$

Počet platných zkušebních míst	8
Průměrná upřesněná pevnost [MPa]	35,7
Minimální upřesněná pevnost [MPa]	32,4
Maximální upřesněná pevnost [MPa]	38,7
Výběrová směrodatná odchylka s_x	1,86
Reziduální směrodatná odchylka s_{rez}	2,50
Výběrová směrodatná odchylka s_r	3,12
Variační koeficient [%]	5,2 < 16
Posouzení rovnoměrnosti	vyhoví
Součinitel odhadu 5% kvantilu β_n (neznámý V_x):	2,00
Pevnost betonu v tlaku $f_{ck,js}$ [MPa]	29,4
Třída betonu dle ČSN EN 206+A2	C 20/25

6.4.5 NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ 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 [1-10]. Touto zkouškou lze odvodit nejen pevnost kamene v tlaku, ale také posoudit homogenitu pevností kamene v celé konstrukci a rozhodnout, pro které části konstrukce byly použity kameny stejných pevnostních parametrů, aniž by bylo nutné provádět rozsáhlé destruktivní zkoušky.

Před vlastní zkouškou byl zkoušený povrch očištěn a obroušen brusku s diamantovým kotoučem. Z hodnot odskoku Schmidova tvrdoměru α byla dle obecného kalibračního vztahu uvedeného v ČSN 73 1373 [1-10] pro nedestruktivní zkoušení betonu odvozena hodnota f_{be} . Skutečná pevnost kamene v tlaku f_c byla stanovena pomocí převodního součinitele α_c dle vztahu $f_c = f_{be} \cdot \alpha_c$.

Převodní součinitel α_c se stanoví na základě výsledků destruktivních a nedestruktivních zkoušek jako průměrná hodnota poměrů $f_{c,des} / f_{be}$ stanovených na stejných cihlách, kde $f_{c,des}$ je pevnost cihel v tlaku zjištěná destruktivní zkouškou. Součinitel α_c není normován a jeho hodnota se může pohybovat na základě našich mnohaletých zkušeností v poměrně širokém rozmezí (0,2-1,3).

Tabulka 5: Výsledky nedestruktivních zkoušek kamene v tlaku

Zk. místo	Zdivo konstrukce	Směr úderu	Odskok tvrdoměru <i>a</i>								Průměr	f _{be} [MPa]	Pevnost v tlaku f _c [MPa]
PILÍŘ													
S1	KÁMEN, PILÍŘ	→	52	53	52	56	54	54	55	54	54	62	124,0
S2		→	62	63	59	59	59	62	58	58	60	75	150,0
S3		→	54	55	55	54	53	52	51	54	54	62	124,0
S4		→	50	50	52	54	50	51	58	55	53	60	120,0
S5		→	58	60	61	63	58	57	61	60	60	75	150,0
S6		→	61	55	54	64	59	58	58	62	59	73	146,0
S7		→	55	59	59	61	62	61	62	58	60	75	150,0
S8		→	61	60	59	64	57	62	56	61	60	75	150,0
Průměr [MPa]												139,3	
Směrodatná odchylka [MPa]												13,0	
Variační koeficient [%]												9,3	

$\alpha_c = 2$

6.4.6 NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI MALTY V TLAKU

Pevnost malty je jedním ze základních parametrů pro stanovení charakteristické, resp. návrhové pevnosti zdiva. Posuzování kvality zdíci 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 [1-4] doporučuje stanovit značku malty buď tvrdoměrnou zkouškou nebo odhadem nebo metodami lokálního porušení nebo na základě obsahu pojiva stanoveného chemickým rozbořem.

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 zkušební 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.

Vzhledem ke stavu spár bylo přistoupeno k destruktivním zkouškám malty v tlaku vývrtech vyřezaných z jádrových vrtů provedených do kamenného pilíře. Ze struktury odebrané malty je patrné že se jedná o jemnozrný beton. Výsledné vysoké hodnoty pevnosti malty v tlaku jsou vzhledem k charakteru ve výpočtu zdiva významně sníženy.

Tabulka 6: Výsledky destruktivních zkoušek malty v tlaku

ŽELEZNIČNÍ MOST KARLOVY VARY - MALTA (JEMNOZRNÝ BETON)										
Jádrový vývrt	Ozn. zk. vzorku	Průměr vzorku	Výška vzorku	Hmotnost	Objem. hmot.	Štíhl. poměr l	Max. tlak. síla F	Krychelná pevnost betonu $f_{c, 1:1 \text{ core}}$	Součinitel délky vývrtu CLF	Válcová pevnost betonu $f_{c, 2:1 \text{ core}}$
		[mm]	[mm]	[g]	[kg/m ³]	[--]	[kN]	[MPa]	[--]	[MPa]
V4/3	V4/3-A	93,9	95,9	1401	2120	1,021	329	47,5	0,82	39,0
V4/3	V4/3-B	93,9	95,7	1395	2110	1,020	311	45,0	0,82	36,9
Průměrná hodnota					2120			46,2		37,9
Směrodatná odchylka					7			1,8		1,5
Variační součinitel [%]					0,3			3,9		3,9

6.4.7 DESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI KAMENE V TLAKU

Provedení zkoušky : 24. 11. 2023
 Značení vzorků : viz Tabulka 1
 Identifikace vzorků : zkoušeny byly jádrové vývrty průměru cca 95 a 100 mm, výsledky zkoušek jsou uvedeny v Tabulce 7
 Úprava vzorků : zaříznuty diamantovým kotoučem a zabroušeny
 Zatěžovací stroj : Instron 3000 kN, metrologické číslo S 12 005 M
 Prostředí zkoušky : teplota 19 °C, vlhkost 37 %
 Provedl : Ing. Karel Hurtig

Pro účely destruktivních zkoušek pevnosti horniny v tlaku byly z konstrukce odebrány jádrové vývrty Ø cca 95 a 100 mm. V laboratoři byly vývrty zaříznuty a tlačné plochy byly zabroušeny ve stacionární laboratorní brusce Form+Test. Takto připravené zkušební vzorky byly uloženy v laboratorním prostředí do doby dosažení ustáleného vlhkostního stavu. Poté byly změřeny a zváženy, aby bylo možno stanovit objemovou hmotnost materiálu.

Zkušební vzorky byly podrobeny zkoušce v tlaku v zatěžovacím stroji Instron 3000 kN, metrologické č. S 12 005 M.

Tabulka 7: Výsledky destruktivních zkoušek kamene v tlaku

ŽELEZNIČNÍ MOST KARLOVY VARY - HORNINY							
Vývrt	Označení zkušebního vzorku	Průměr vzorku	Výška vzorku	Hmotnost	Objemová hmotnost	Max. tlačná síla F	Pevnost horniny na vývrtu σ_c
		[mm]	[mm]	[g]	[kg/m ³]	[kN]	[MPa]
V3/1	V3/1-B	98,5	99,6	1988	2620	1276,8	167,6
	V3/1-C	98,6	100,4	2003	2620	1152,8	151,1
V3/3	V3/3	98,8	100,0	2005	2620	1293,1	168,7
TRH V3/4	V3/4-A	99,1	99,4	1995	2600	1330,8	172,7
TRH	V3/4-B	99,2	100,8	2033	2610	1291,1	167,1
TRH V4/2	V4/2-A	93,9	95,8	1686	2540	721,8	104,3
TRH	V4/2-B	93,9	95,8	1691	2550	775,8	112,1
TRH V4/4	V4/4-B	93,9	95,2	1688	2560	1169,6	169,1
TRH V4/5	V4/5	93,9	95,6	1724	2600	1314,6	189,8
V5/2	V5/2-B	93,9	96,2	1740	2610	1376,3	198,7
	V5/2-C	94,0	96,2	1745	2610	1223,2	176,3

Poznámky:

TRH Ve struktruře vzorků zaznamenány trhliny - viz popis vývrtů a fotodokumentace.

6.4.8 STANOVENÍ OBJEMOVÉ HMOTNOSTI A NASÁKAVOSTI

Datum zkoušky	:	21. 11. 2023 – 29. 11. 2023
Zkoušku provedl	:	Ing. Tomáš Mandlík
Zkušební vzorky	:	odřezky či zlomky jádrových vývrtů o \varnothing cca 95 a 100 mm
Prostředí zkoušky	:	teplota 20 °C, vlhkost 48 %
Zatěžovací stroj	:	sušárna HS 202, metrologické číslo P 10 017 T; váhy KERN 101 kg, metrologické číslo P 04 005 M

Tabulka 8: Výsledky zkoušek nasákavosti betonu úložného prahu

ŽELEZNIČNÍ MOST KARLOVY VARY - BETON ÚLOŽNÝ PRÁH						
Vývrt	Část vývrtu - označení vzorku	Hmotnost nasyceného vzorku	Hmotnost hydrostaticky váženého vzorku	Hmotnost vysušeného vzorku	Objemová hmotnost z hydrostatického vážení	Nasákavost
		[g]	[g]	[g]	[kg.m ⁻³]	[%]
V1/1	V1/1-A	1096	622	1032	2310	6,2
V2/1	V2/1-A	1530	884	1443	2360	6,0
V2/2	V2/2	1710	993	1633	2380	4,7
Průměrná hodnota:					2350	5,6
Směrodatná odchylka:					36	0,8
Variační koeficient [%]:					1,5	13,8

Tabulka 9: Výsledky zkoušek nasákavosti malty

ŽELEZNIČNÍ MOST KARLOVY VARY - MALTA (JEMNOZRNÝ BETON)						
Vývrt	Část vývrtu - označení vzorku	Hmotnost nasyceného vzorku	Hmotnost hydrostaticky váženého vzorku	Hmotnost vysušeného vzorku	Objemová hmotnost z hydrostatického vážení	Nasákavost
		[g]	[g]	[g]	[kg.m ⁻³]	[%]
V3/5	V3/5	1241	680	1154	2210	7,5
V4/3	V4/3-C	1034	550	953	2130	8,5
Průměrná hodnota:					2170	8,0
Směrodatná odchylka:					57	0,7
Variační koeficient [%]:					2,6	8,3

Tabulka 10: Výsledky zkoušek nasákavosti betonu základu

ŽELEZNIČNÍ MOST KARLOVY VARY - BETON ZÁKLADU						
Vývrt	Označení vzorku	Hmotnost nasyceného vzorku	Hmotnost hydrostaticky váženého vzorku	Hmotnost vysušeného vzorku	Objemová hmotnost z hydrostatického vážení	Nasákavost
		[g]	[g]	[g]	[kg.m ⁻³]	[%]
V5/1-V5/2	V5/1-V5/2	606	324	543	2140	11,6
V5/3	V5/3	136	74	120	2190	13,1
Průměrná hodnota:					2170	12,3
Směrodatná odchylka:					35	1,0
Variační koeficient [%]:					1,6	8,1

Tabulka 11: Výsledky zkoušek nasákavosti kamene

ŽELEZNIČNÍ MOST KARLOVY VARY - HORNINY							
Vývrt	Část vývrtu - označení vzorku	Hmotnost nasyceného vzorku	Hmotnost hydrostaticky váženého vzorku	Hmotnost vysušeného vzorku	Objemová hmotnost z hydrostatického vážení	Nasákavost	Poznámka
		[g]	[g]	[g]	[kg.m ⁻³]	[%]	
V3/1	V3/1-A	1244	772	1240	2630	0,3	hornina č. 1
V3/2	V3/2	2408	1487	2403	2610	0,2	hornina č. 2
V4/1	V4/1	1714	1048	1698	2570	0,9	hornina č. 3
V4/4	V4/4	1515	937	1511	2620	0,3	hornina č. 4
V5/2	V5/2-A	1601	988	1596	2610	0,3	hornina č. 5
Průměrná hodnota:					2610	0,4	
Směrodatná odchylka:					23	0,3	
Variační koeficient [%]:					0,9	71,9	

6.4.9 PEVNOST ZDIVA V TLAKU

Pevnost zdiva byla stanovena dle předpisu SŽ SP5/1. Pevnost zdiva v tlaku se stanovovala dle ČSN 73 1101 [1-13], která je od r. 2010 neplatná a byla nahrazena jinými normami.

Při posuzování 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 [1-14], ČSN ISO 13822 [1-11], ČSN 73 0038 [1-12] a ČSN EN 772-1 [1-15] a dalších souvisejících norem.

Pro stanovení pevnosti zdiva v tlaku se provede výpočet charakteristické pevnosti zdiva f_k dle ČSN 73 0038 [1-12]. 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 [1-15] a jako pevnost malty je možno uvažovat průměrnou hodnotu f_m zjištěnou zkouškami (viz kap. 3.5) nebo např. kvalifikovaným odhadem.

Volba součinitelů γ_m dle ČSN 73 0038 [1-12] pro stanovení návrhové (výpočtové) pevnosti zdiva f_d je součástí komplexního statického posouzení (ČSN ISO 13822, Příloha NF [1-11]). Součinitelé γ_m zahrnují dílčí součinitel spolehlivosti, vazbu zdiva a vyplnění spár maltou, vlhkost zdiva a poškození zdiva trhlinami. Pro účely odvození součinitele γ_m , kterým se zohledňuje vlhkost zdiva při stanovování jeho návrhové pevnosti, bylo využito zejména výsledků vlhkostní analýzy.

Tabulka 12: Zdivo

OBJEKT:		ZDIVO KAMENNÉ
PILÍŘ KARLOVY VARY		PILÍŘ
Součinitel K	K	0,6
Exponent α závislý na tloušťce ložných spár a druhu malty	α	0,65
Exponent β závislý na druhu malty	β	0,25
Průměrná pevnost f_m malty zjištěná zkouškami (MPa)	f_m	19,00
Průměrná pevnost staviva f_c zjištěná zkouškami (MPa)	f_c	161,60
Součinitel δ pro normalizovanou pevnost	δ	0,95
Normalizovaná pevnost staviva $f_b = \delta f_c$ (MPa)	f_b	153,52
Charakteristická pevnost zdiva $f_k = K f_b^\alpha f_m^\beta$ (MPa)	f_k	33,03

6.5 SONDY K VÝZTUŽI

Destruktivně: Za účelem lokalizace a identifikace výztuže a stanovení tloušťky krycí vrstvy byly provedeny destruktivní sondy elektrickým bouracím kladivem, v nichž byla odhalena výztuž. Průměr výztuže byl měřen posuvným měřítkem, druh použité výztuže a její korozní stav byl stanoven vizuální prohlídkou výztuže. Dále byla měřena tloušťka krycí vrstvy a vzdálenosti, ve kterých je výztuž uložena. Výpočtové charakteristiky výztužné oceli byly stanoveny dle ČSN 73 0038 [1-12] na základě tvaru povrchu výztuže a stáří stavby.

Nedestruktivně: Pro nedestruktivní stanovení polohy výztuže a tloušťky krycí vrstvy byl použit radar HILTI PS 1000. Měření je informativní a je vhodné jej doplnit semidestruktivním odhalením pro potvrzení průměru, charakteru povrchu a počtu prutů.

Pro sanaci otvorů po jádrových vývrtech a destruktivních sondách k výztuži byl použit reprofilační materiál (Premix SAN B R2), technický list výrobku je součástí Přílohy 7. Vnitřní povrch byl před sanací očištěn od nečistot, prachu a zbytků betonu. Po očištění byl vnitřní sanovaný povrch navlhčen vodou. Materiál SAN B R2 je sanační reprofilační hmota s omezeným smrštěním a obsahem PP vláken. Materiál byl míchán na místě dle technologického postupu výrobce pomocí mechanickým míchadlem. Dávkování vody bylo dle tech.předpisu na příslušném pytlí suché složky. Konzistenci byla upravena dle umístění vývrtu a destruktivní sondy – vhodná konzistence pro reprofilaci otvorů je taková, aby nedocházelo k odlučování vody a hmota držela strukturu a neroztékala se. Materiál byl při reprofilaci průběžně hutněn dusadlem vhodného průměru. Pro dokonalé vyplnění byly otvory plněny ve dvou vrstvách po výšce s časovým odstupem cca 2 hodin. Horní povrch byl přeplněn přes okraj otvoru a strhnout hladítkem či lžící tak, aby nedocházelo k prokreslení spáry mezi původním betonem a reprofilační hmotou. Povrch byl následně hlazením upraven do roviny. Sanace byla prováděna za běžných teplot vhodných pro aplikaci reprofilační hmoty.



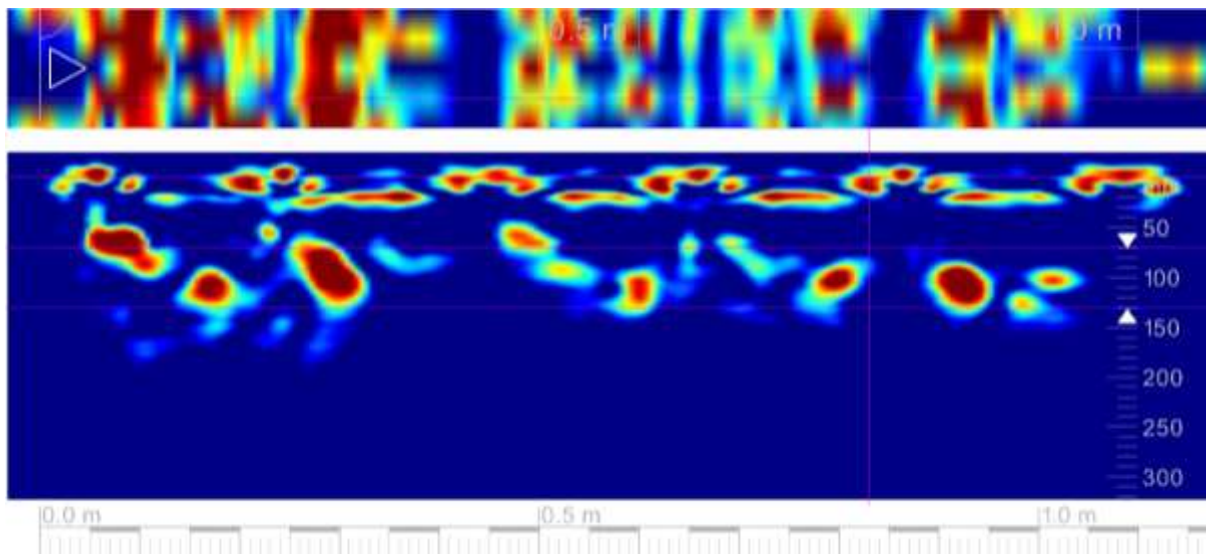
Obr. 17: Sonda 1 a 2 – odhalená svislá výztuž úložného prahu, typ 10425, průměr 20 mm, bez koroze, rozteč výztuží 60 mm – vždy dva pruty v žebří. Krytí 95-100 mm



Obr. 18: Sonda 1 a 2 – odhalená svislá výztuž úložného prahu, typ 10425, průměr 20 mm, bez koroze, rozteč výztuží 60 mm – vždy dva pruty v žebří. Krytí 95-100 mm

6.6 NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ POLOHY VÝZTUŽE

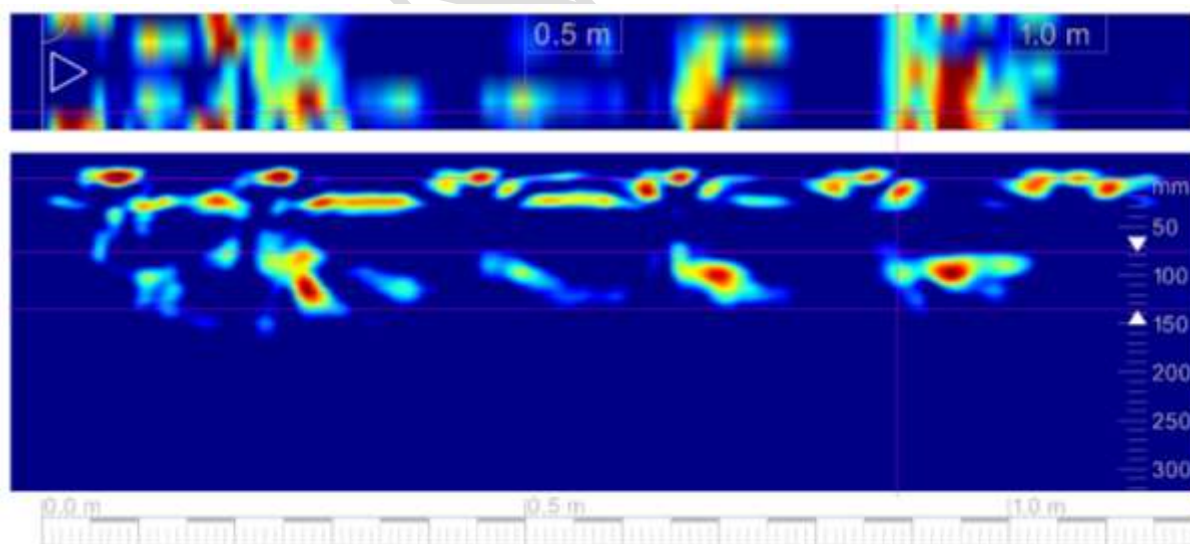
Sonda NS1 – Bok úložného prahu, vodorovný sken – 30 cm od spodu



Radarem HILTI PS 1000 by provedený vodorovný sken o délce cca 1,2 m. Sken byl vyhotoven na konstrukci tak, aby bylo schéma zobrazeno zleva doprava. V horní části skenu je zobrazen rastr svislé betonářské výztuže na boku úložného prahu a v dolní části vykreslení se nachází řez v kolmé rovině.

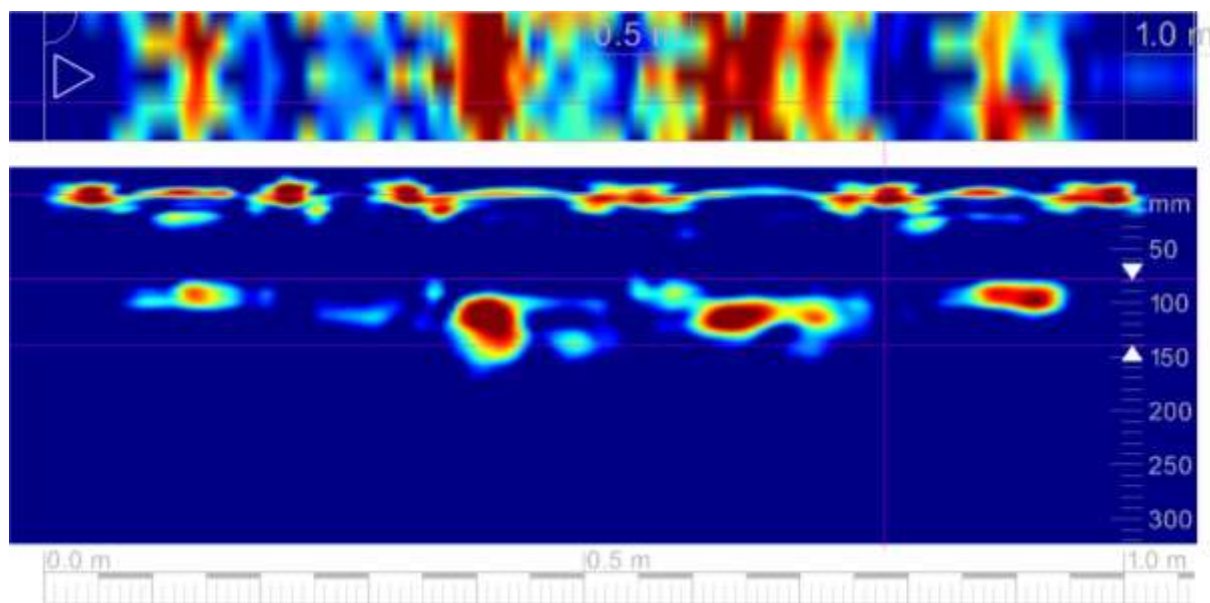
Scanem bylo zjištěno krytí betonářské výztuže na úrovni 85 - 110 mm.

Sonda NS2 – Bok úložného prahu - vodorovný sken – 100 cm od spodu



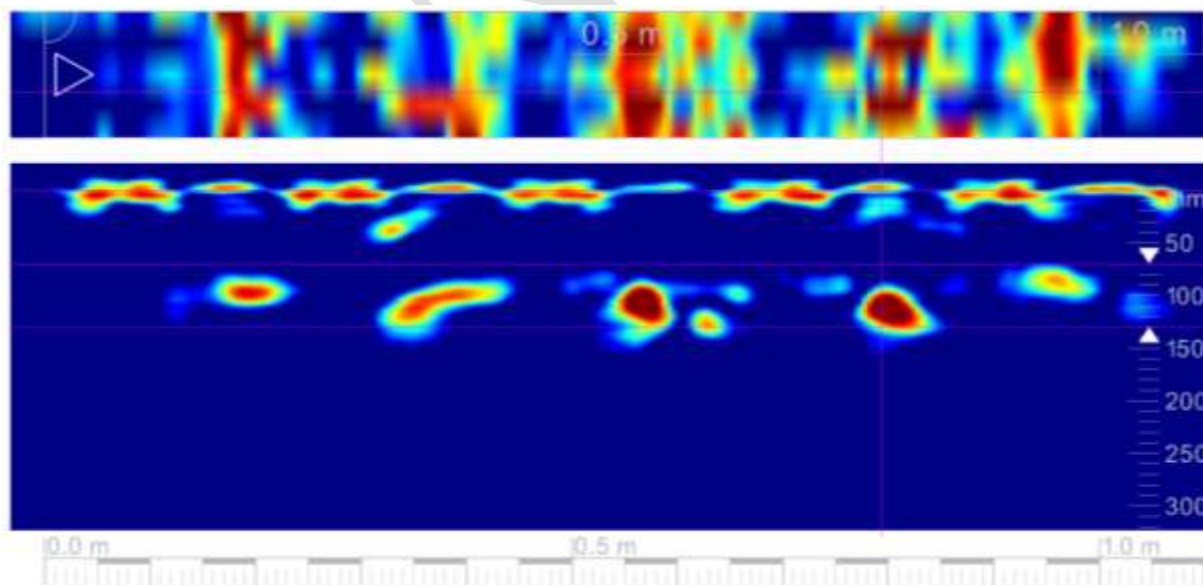
Radarem HILTI PS 1000 by provedený vodorovný sken o délce cca 1,2 m. Sken byl vyhotoven na konstrukci tak, aby bylo schéma zobrazeno zleva doprava. V horní části skenu je zobrazen rastr svislé betonářské výztuže na boku úložného prahu a v dolní části vykreslení se nachází řez v kolmé rovině.

Scanem bylo zjištěno krytí betonářské výztuže na úrovni 80 - 105 mm.

Sonda NS3 – Bok úložného prahu - vodorovný sken – 150 cm od spodu

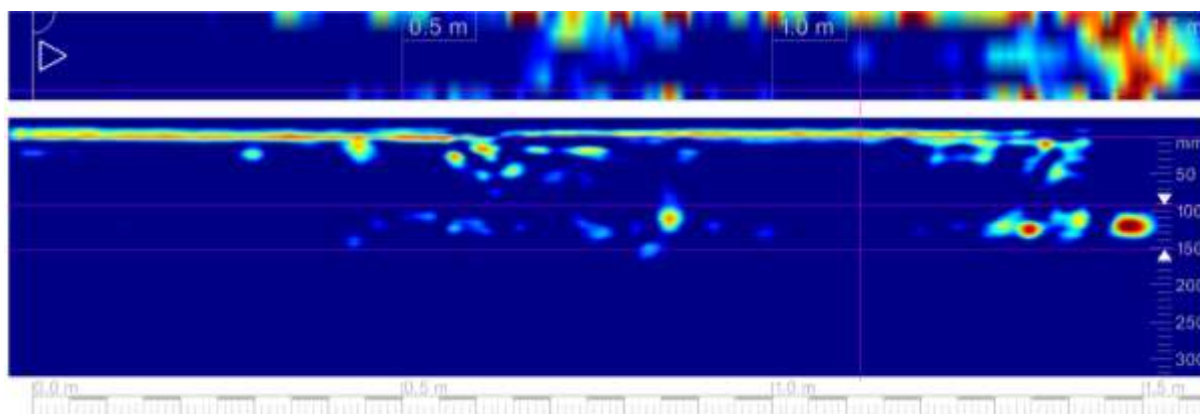
Radarem HILTI PS 1000 by provedený vodorovný sken o délce cca 1,1 m. Sken byl vyhotoven na konstrukci tak, aby bylo schéma zobrazeno zleva doprava. V horní části skanu je zobrazen rastr svislé betonářské výztuže na boku úložného prahu a v dolní části vykreslení se nachází řez v kolmé rovině.

Scanem bylo zjištěno krytí betonářské výztuže na úrovni 85 - 115 mm.

Sonda NS4 – Bok úložného prahu - vodorovný sken – 200 cm od spodu

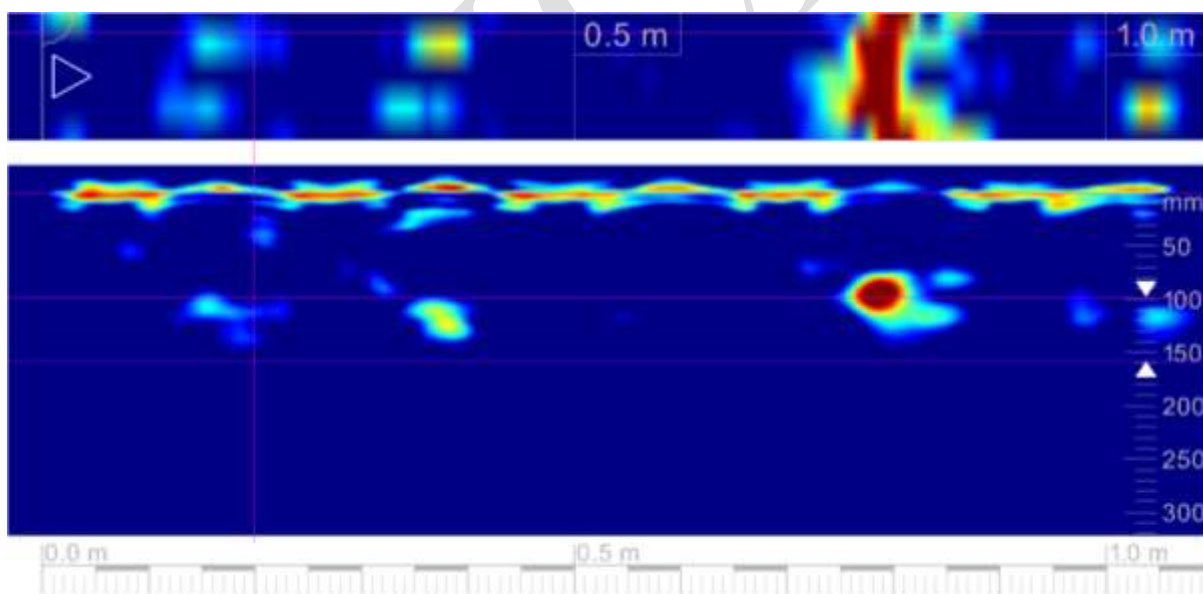
Radarem HILTI PS 1000 by provedený vodorovný sken o délce cca 1,1 m. Sken byl vyhotoven na konstrukci tak, aby bylo schéma zobrazeno zleva doprava. V horní části skanu je zobrazen rastr svislé betonářské výztuže na boku úložného prahu a v dolní části vykreslení se nachází řez v kolmé rovině.

Scanem bylo zjištěno krytí betonářské výztuže na úrovni 90 - 120 mm.

Sonda NS5 – Bok úložného prahu - svislý sken

Radarem HILTI PS 1000 by provedený svislý scan o délce cca 1,6 m. Scan byl vyhotoven na konstrukci tak, aby bylo schéma zobrazeno zleva doprava. V horní části scanu je zobrazen rastr svislé betonářské výztuže a v dolní části vykreslení se nachází řez v kolmé rovině.

Scanem bylo nebylo krytí vodorovné výztuže stanoven - pouze lokálně jsou patrné pruty s krytím 110-130 mm

Sonda NS6 – Bok úložného prahu - svislý sken

Radarem HILTI PS 1000 by provedený svislý scan o délce cca 1,1 m. Scan byl vyhotoven na konstrukci tak, aby bylo schéma zobrazeno zleva doprava. V horní části scanu je zobrazen rastr svislé betonářské výztuže a v dolní části vykreslení se nachází řez v kolmé rovině.

Scanem bylo nebylo krytí vodorovné výztuže stanoven - pouze lokálně jsou patrné pruty s krytím 110-130 mm

7 ZHODNOCENÍ DIAGNOSTIKY

Hlavní výsledky diagnostického průzkumu zaměřujícího se zejména na středový pilíř jsou následující:

- 1) Mostní objekt byl podroben podrobné vizuální prohlídce prováděné pomocí zpřístupnění žebříky a lanem. Prohlídka se zaměřovala na stav středového pilíře. Na základě vizuální prohlídky je možno uvést:
 - Lokálně dochází k vydrolení matly ve spárách mezi kameny. Na horní hraně kamenného pilíře se lokálně vyskytuje vzrůstající vegetace. Dochází k výluhům skrz spáry mezi kamennými bloky.
 - Na konstrukci úložného prahu nejsou patrné trhliny. Povrch betonu je mírně degradovaný v místech aktivního zatékání na konstrukci zejména na horní hraně a pod nosnou konstrukci. Na styk kamenného pilíře a železobetonového úložného prahu zatéká vlivem špatně provedeného odvodnění nosné konstrukce.
- 2) Jádrové vrty byly provedeny na železobetonovém úložném prahu a kamenném dříku pilíře. Vrty byly odebrány vzorky pro následné stanovení materiálových parametrů betonu, kamene a malty v tlaku. Dále byla stanovena objemová hmotnost jednotlivých materiálů a byly provedeny zkoušky nasákavosti.
- 3) Z petrografického rozboru kamenů kleneb a pilířů se jedná o granit a granodiorit které jsou rozmístěny rovnoměrně. Z nedestruktivních a nedestruktivních zkoušek je patrné že je pevnost a tvrdost zachycených hornin velmi podobná. Pro vyhodnocení pevnosti zdiva byly uvažovány průměrné hodnoty ze všech zkoušek.
- 4) Z destruktivních zkoušek v tlaku výnosů jádrových vývrtů (kamene a malty) byly stanoveny jednotlivé pevnosti dílčích materiálů. Při posouzení pevnosti zdiva dle ČSN EN 1996-1-1+A1 [1-14] a SP1/5 doporučujeme uvažovat charakteristickou pevnost zdiva pilíře na úrovni **$f_k = 33,03 \text{ MPa}$** . Takto vysoká pevnost zdiva je dána vysokou pevností kamenných prvků a vysokou pevností malty stanovenou destruktivně. Hodnota malty je ve výpočtu záměrně ponížena z důvodu výskytu malty zejména uprostřed pilíře.
- 5) Jádrovým vrtem do základu pilíře bylo ověřeno jeho materiálové složení. Horní část základu je tvořena vrstvou betonu tloušťky 50 cm. Pod betonovou vrstvou základu byla dále zastižena vrstva kamenného zdiva a jemnozrnného betonu. Vrtáno bylo do hloubky cca 1,7 metrů pod horní hranu betonu základu. Kamenné zdivo základu pokračuje dále do hloubky.

6) Destruktivními zkouškami betonu v tlaku byly stanoveny pevnostní třídy jednotlivých nosných konstrukcí. Dle ČSN EN 1992 doporučujeme pro sledované železobetonové konstrukce mostu uvažovat tyto třídy betonu:

- Beton úložného prahu C20/25
- Beton horního základu C30/37

7) Provedenou zkouškou byla stanovena průměrná hodnota nasákavosti 5,6 % (po sedmi dnech nasáknutí) pro vývrty z úložného prahu. Porovnáním zjištěné hodnoty nasákavosti betonu s kritériem $N_{1440} < 6,5\%$ uvedeným v normě ČSN 731325 (neplatná) a na základě našich zkušeností, lze konstatovat, že beton nosné konstrukce i spodní stavby má potenciálně **nižší riziko** porušení betonu vlivem působení mrazu.

8) Nasákavost betonu základu byla stanovena na 8% a malty (jemnozrnného betonu) ve zdivu na 12,3%.

9) Sondami k výztuži železobetonové konstrukce bylo stanoveno vyztužení. Jednotlivá vyztužení jsou patrná z kapitoly 6.6. Obecně lze konstatovat, že svislá výztuž úložného prahu je typu 10425, průměr výztuže 20 mm s umístěním vždy ve dvojicích v žebrech (rozteč 60 mm). Na výztuži nejsou patrné známky koroze. Sondy byly prováděny ve spodní části úložného prahu tak, aby byla postihnuta nejrizikovější oblast z hlediska ostrůvku ztékající vody z nosné konstrukce. Nebyly pozorovány skutečnosti, které by měly za následek ovlivnění statické funkce úložného prahu. Po provedení destruktivních sond k výztuži byly sondy sanovány za použití reprofilačního materiálu (Premix SAN B R2).

10) Primární riziko karbonatace je v tom, že zkarbonatovaný beton, resp. jeho pórový roztok, ztrácí svoji alkalitu ($\text{pH} < 9,5$) a tím přestává pasivovat výztuž a chránit ji před korozí, ke které následně dochází za příznivých vlhkostních podmínek. Ze zjištěných skutečností vyplývá, že betonářská výztuž úložného prahu neleží ve zkarbonatované vrstvě betonu a je chráněna proti korozi jeho přirozenou alkalitou.

8 DOPORUČENÍ PRO PŘEPOČET A OPATŘENÍ

Konstrukce nevykazuje žádné výrazné trhliny či poruchy, které by měly přímý vliv na statický přepočet. Na konstrukci úložného prahu ani kamenném dříku pilíře nejsou patrné trhliny, pouze lokálně degradované spárování zejména v exponovaných částech pilíře – nechráněné nosnou konstrukcí a exponované hrany úložného prahu. Na konstrukci kamenného dříku pilíře jsou patrné průsaky a výluhy ve spárování. Vzhledem k rovnoměrnosti nedestruktivních a destruktivních zkoušek betonu úložného prahu doporučujeme uvažovat třídu betonu C20/25. Pro kamenné pro celý most do výpočtů charakteristickou pevnost zdiva na úrovni $f_k = 33,03$ MPa. Třída pevnosti betonu horní části základu byla stanovena jako C30/37. Vyztužení úložného prahu bylo zkoumáno v nejvíce exponovaných místech na styku se dříkem kamenného pilíře. Odhalená výztuž nevykazuje známky koroze a je dostatečně chráněná alkalitou betonu.

Opatření do 1 roku:

- Doporučujeme doplnění svodu dešťové vody z nosné konstrukce nad pilířem tak, aby voda neztékala přímo na úložný práh a zděný pilíř.
- Doporučujeme zajištění vyčištění návodní strany pilíře od nánosů naplavenin.

Opatření do 5-ti let:

- Doporučujeme odstranit vegetaci a nánosy z horního líce zděného pilíře.
- Zvážit zakrytí horního líce kamenného zděného pilíře například přebetonávkou pro ochranu zdiva pilíře a jeho následné degradace.

V Praze dne 30. 11. 2023

Ing. David Čítek, Ph.D.

Uvedené posouzení vychází z dostupné dokumentace a dalších informací, které byly zpracovateli zprávy poskytnuty, a které zpracovatel zprávy považuje za pravdivé a úplné, bez možnosti jejich zpětného posouzení. Zpracovatel posouzení si vyhrazuje právo dílčí korekce závěrů zde uvedených, pokud budou zjištěny a doloženy skutečnosti, které by takovou korekci mohly vyžadovat.