

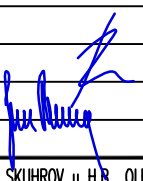

# SEZNAM PŘÍLOH:

## DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM

# DG

SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM: S-JTSK

VÝŠKOVÝ SYSTÉM: BpV

KRESLIL:	KOLEKTIV		 FÖRSTEROVA Č.P. 175, 566 01 VYSOKÉ MÝTO EMAIL.: MDS@MDSPROJEKT.CZ	
ZPRACOVAL:	KOLEKTIV			
TECHNICKÁ KONTROLA:	ING. MARTIN ROUŠAR			
ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT:	ING. JAN BURSA			
HLAVNÍ PROJEKTANT:	ING. JAN BURSA			
KRAJ: KRÁLOVEHRADECKÝ	OKRES: HAVLÍČKŮV BROD	OBEC: SKUHROV u H.B., OLEŠNÁ u H.B.	STUPEŇ:	DG
INVESTOR: KRAJ VYSOČINA, ŽIŽKOVA 57, 587 33 JIHLAVA			ZAK.ČÍSLO:	1788-18-2
AKCE: <b>SKUHROV-MOST, NADJEZD NAD SILNICÍ I/38, PODROBNÝ DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM</b>			ARCHIVNÍ ČÍSLO:	1788
			DATUM:	09/2018
			FORMÁT:	-
			MĚŘÍTKO:	-
OBJEKT:	<b>DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM</b>		ČÍSLO SOUPRAVY:	ČÍSLO PŘÍLOHY:
OBSAH:				-



**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.  
1800 J 213**

**Datum vydání zprávy**  
13. září 2018

**Oddělení KÚ**  
Experimentální  
tel. +420 224 353 537

**Objednatel:** Kraj Vysočina  
Žižkova 1882/57  
587 33, Jihlava  
**Zastoupeno: MDS PROJEKT s.r.o.**

**Expertní zpráva:**  
**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE**  
**EV. Č. 38-058a, SKUHROV**

**Vypracoval:**

Ing. Stanislav Řeháček  
Doc. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.

**Spolupráce:**

Ing. David Čítek  
Ing. Daniel Dobiáš, Ph.D.  
Ing. Tomáš Mandlík  
Ing. Jan Bursa MDS projekt s.r.o., kapitola 6

**Odpovědný řešitel:**

Ing. Stanislav Řeháček

**Vedoucí oddělení:**

Doc. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.

**Ředitel KÚ:**

Doc. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.

**Výtisk číslo:**

**1 2**

**Rozdělovník:**

Objednatel: 1x  
Archiv KÚ: 1x

**ANOTACE**

Tato zpráva uvádí výsledky stavebně technického průzkumu mostní konstrukce ev. č. - 38-058a v obci Skuhrov.

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



**Foto. 1:** Částečný pohled na mostní konstrukci.

OBSAH:

1. ÚVOD .....	4
2. PODKLADY .....	4
3. POUŽITÉ METODY A POSTUPY .....	5
3.1. VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA.....	5
3.2. HLOUBKA KARBONATACE BETONU .....	6
3.3. KRYTÍ VÝZTUŽE BETONEM.....	6
3.4. NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI BETONU V TLAKU .....	7
3.5. DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI BETONU V TLAKU .....	7
3.6. LOKALIZACE A IDENTIFIKACE VÝZTUŽE .....	8
3.7. PEVNOST POVRCHOVÝCH VSTEV V PROSTÉM TAHU .....	8
3.8. STANOVENÍ OBSAHU CHLORIDŮ V BETONU.....	9
3.9. STANOVENÍ ODOLNOSTI POVRCHU BET. PROTI PŮSOBENÍ CH.R.L.....	9
4. STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM .....	9
4.1. POPIS KONSTRUKCE.....	9
4.2. VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA.....	10
4.3. BETON .....	11
4.3.1. Struktura a objemová hmotnost betonu .....	11
4.3.2. Destruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku.....	13
4.3.3. Nedestruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku.....	13
4.3.4. Pevnost betonu v tlaku – shrnutí.....	13
4.3.5. Porovnání hloubky karbonatce betonu a tloušťky krycí vrstvy výztuže.....	14
4.3.6. Pevnost povrchových vrstev betonu v prostém tahu .....	16
4.3.7. Stanovení obsahu chloridů v betonu .....	16
4.3.8. Stanovení odolnosti proti CH.R.L. – metoda C.....	18
4.3.9. Stanovení objemové hmotnosti a nasákavosti betonu .....	19
4.4. VÝZTUŽENÍ KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ .....	20
4.5. SKLADBA SOUVRSTVÍ VOZOVKY .....	20
4.6. KONTROLA VNITŘNÍCH PROSTOR MEZI NOSNÍKY I-67 .....	20
5. SHRUTÍ A ZÁVĚRY .....	21
6. DOPORUČENÉ ROZSAHY OPRAVY A REKONSTRUKCE MOSTU.....	24
6.1. Oprava stávajícího mostního objektu.....	24
6.2. Rekonstrukce stávajícího mostního objektu.....	26
6.3. Demolice stávajícího mostu s výstavbou mostu nového.....	27
7. SEZNAM PŘÍLOH .....	27

## **1. ÚVOD**

Na základě objednávky č. OV-75/2018 společnosti, MDS PROJEKT s.r.o., Fösterova 175, 566 01 Vysoké Mýto, byl proveden stavebně technický průzkum mostní konstrukce ev. č. 38-058a v obci Skuhrov.

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

- studium dostupných podkladů,
- pevnost betonu v tlaku destruktivními zkouškami,
- pevnost betonu v tlaku nedestruktivními zkouškami,
- zkouška pevnosti povrchových vrstev v prostém tahu,
- chemický rozbor betonu za účelem stanovení obsahu chloridů v betonu pro posouzení korozního stavu,
- zkouška mrazuvzdornosti betonu – metoda C,
- stanovení nasákavosti betonu,
- endoskopická prohlídka komor nosníků,
- stanovení tvaru a vyztužení vybraných průřezů,
- fotografická dokumentace a zpracování souhrnné zprávy.

Cílem prací bylo získat obraz o aktuálním stavu konstrukce z hlediska konstrukčního i korozního a poskytnout podklad pro případný sanační zásah. Průzkumné práce proběhly v srpnu 2018.

## **2. PODKLADY**

- [1] ČSN 73 1373: Tvrdoměrné metody zkoušení betonu.
- [2] ČSN ISO 13822: Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí.
- [3] ČSN EN 12504-2: Zkoušení betonu v konstrukcích. Část 2: Nedestruktivní zkoušení – Stanovení tvrdosti odrazovým tvrdoměrem (březen 2002).
- [4] ČSN 73 2011: Nedestruktivní zkoušení betonových konstrukcí.
- [5] ČSN EN 206+A1: Beton: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda.
- [6] ČSN EN 13791: Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a prefabrikovaných betonových dílcích.
- [7] TKP 31: Opravy betonových konstrukcí.
- [8] TP SSBK III: Technické podmínky pro sanace betonových konstrukcí.

- [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] ČSN 73 0038 Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí - Doplnující ustanovení.
- [11] ČSN EN 12504-1 Zkoušení betonu v konstrukcích. Část 1: Vývrty. Odběr, vyšetření a zkoušení v tlaku.
- [12] ČSN EN 12390-3 Zkoušení ztvrdlého betonu. Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles.
- [13] Dohnálek, J.: Kontrola pevnosti betonu ve stavební konstrukci. Úspora cementu při výstavbě betonových konstrukcí. Studijní texty, ČSVTS. Praha, 1983.
- [14] ČSN 73 1316 - Stanovení vlhkosti, nasákavosti a vztlínivosti betonu (norma zrušena).
- [15] ČSN 73 1326 - Stanovení odolnosti povrchu cementového betonu proti působení vody a chemických rozmrazovacích látek.
- [16] HPM most ev.č. 38-058a, vpracoval Doc. Ing. Jan Tomek, CSc., 10/2016, elektronická kopie dodána objednatelem.
- [17] Mostní list ev.č. 38-058a, elektronická kopie dodána objednatelem.
- [18] Výpis ze systému BMS (Systém hospodaření s mosty).

### **3. POUŽITÉ METODY A POSTUPY**

#### **3.1. VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA**

*Vizuální prohlídka*, i když ji nelze upřít subjektivnost, je jedním z nedůležitějších postupů, neboť jen tento postup umožňuje odhalit nedostatky prakticky v celé zkoumané ploše konstrukce. Vizuální prohlídka viditelných ploch železobetonové konstrukce je zaměřena na vyhledání korodující výztuže, poruch v betonu (např. šterková hnízda apod.), trhlin atd. V rámci této prohlídky byl také prováděn odhad plošných rozsahů poruch a typu korozního napadení výztuže a betonu. S ohledem na to, že řada prvků konstrukcí je často hůře dostupná či nedostupná, je toto prováděno odborným odhadem. Vizuální prohlídky jsou běžně doplněny postupy akustického trasování, kdy jsou ve zkoumané ploše odhaleny i dutiny v betonu, které nejsou pouhým pohledem na povrchu betonu patrné.

Pro stanovení vhodného postupu sanačních prací je hloubka narušení povrchu monolitického betonu (odpadlá krycí vrstva, vyluhování povrchu) tříděna v následujícím textu dle metodiky TP SSBK III [8] do následujících kategorií:

- **M** - hloubka porušení  $H_p$  od 0 do 10 mm včetně
- **S** - hloubka porušení  $H_p$  od 10 do 25 mm včetně,
- **V** - hloubka porušení  $H_p$  od 25 do 40 mm včetně.

- **E** - hloubka porušení  $H_p > 40$  mm.

Rozsah koroze výztuže prutů je v textu dělen do následujících typů:

- **P** (povrchová) – povrchová koroze bez výrazného oslabení plochy průřezu,
- **S** (silná) – koroze s tvorbou korozních zplodin a oslabením plochy průřezu 5 – 10 %,
- **H** (hloubková) – hloubková koroze výztuže spojená s odlupováním korozních zplodin ve vrstvách a výrazným oslabením plochy průřezu (max. do 50 % plochy průřezu),
- **E** (extrémní) – hloubková koroze výztuže s oslabením plochy průřezu nad 50 %.

### **3.2. HLOUBKA KARBONATACE BETONU**

*Karbonatace betonu* je dlouhodobý proces, ve kterém hraje rozhodující úlohu vzdušný  $\text{CO}_2$ . 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 korozí.

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.

### **3.3. 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 nehomogenit 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 HILTY PS 1000 pracuje s maximální detekční hloubkou 300mm. Přesnost indikace hloubky menší než 100mm je  $\pm 10\text{mm}$ . Při hloubce nad 100mm je přesnost  $\pm 15\%$ . Přesnost lokalizace je  $\pm 10\text{mm}$ .

### **3.4. NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY 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], ČSN EN 12504-2 [3] a ČSN 73 0038 [10].

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 na krychelnou pevnost betonu v tlaku s nezaručenou přesností  $f_{be}$ , která se vynásobí součiniteli  $a_t$  a  $a_w$  zohledňujícími stáří a vlhkost betonu.

Zpracování výsledků pro stanovení charakteristické pevnosti betonu v tlaku  $f_{ck, cube}$ , resp. pevnostní třídy betonu, bylo provedeno dle ČSN 73 0038 [10] a ČSN EN 13791 [6].

### **3.5. DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI BETONU V TLAKU**

Pro účely destruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku byly z konstrukce odebrány jádrové vývrty  $\varnothing$  cca 75 mm. V laboratoři byly vývrty zaříznuty a zakončovány směsí, jejímž pojivem je síra. 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 [11].

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 [12].

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 [12] v závislosti na štíhlostním poměru  $l = h / d$

( $h$  je výška vývrtu a  $d$  je  $\varnothing$  vývrtu); pro  $1 \leq \lambda < 2$ ,

$K_{d, cyl}$  převodní součinitel v závislosti na průměru dle [12] a experimentálně stanoveného diagramu vypracovaného v KÚ ČVUT [13].

Válcové pevnosti betonu  $f_{c, cyl}$ , které odpovídají pevnostem betonu na válcích základních rozměrů, se následně převedou na krychelné pevnosti  $f_{c, cube}$ , které odpovídají pevnostem betonu na krychlích základních rozměrů dle vztahu:

$$f_{c, cube} = K_{cyl, cube} \cdot f_{c, cyl}$$

$K_{cyl, cube}$  převodní součinitel pevností betonu na válcích základních rozměrů na krychelné pevnosti betonu na krychlích základních rozměrů dle [12].

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 [6].

### **3.6. LOKALIZACE A IDENTIFIKACE VÝZTUŽE**

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 [10] 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.

### **3.7. PEVNOST POVRCHOVÝCH VSTEV V PROSTÉM TAHU**

Pro posouzení kvality povrchových vrstev byla provedena kontrolní měření pevnosti povrchových vrstev betonových konstrukcí v prostém tahu.

Byly použity čtvercové terče 50 x 50 mm lepené k podkladu lepidlem Sikadur 31 N výrobce (SIKA). Okolí terče bylo proříznuto a povrch byl jemně zbroušen. K odtrhům bylo použito trhací zařízení DYNA Z 15 – s přesností odečtu zatěžovací síly  $\pm 0,05$  kN. Při zkoušce byla zaznamenána lomová plocha a síla odtržené vrstvy.

### **3.8. STANOVENÍ OBSAHU CHLORIDŮ V BETONU**

S ohledem na komplexní posouzení konstrukce a s ohledem na korozní stav byl stanoven obsah vodou rozpustných chloridových iontů v betonu konstrukcí mostu. Přítomnost chloridových iontů nad určitou limitní hranici významně zvyšuje riziko koroze výztuže, i když je dostatečně krytá vrstvou betonu. Tyto limity jsou uvedeny např. v tab. ČSN EN 206+A1 [5] takto:

- Ø *Prostý beton - max. obsah 1 % hmotnosti cementu.*
- Ø *Železobeton - max. 0,4 % hmotnosti cementu.*
- Ø *Předpjatý beton - max. 0,2 % hmotnosti cementu.*

Na konstrukcích byl proveden odběr a rozbor vzorků z povrchových vrstev dvou úrovní a to v rozmezí:

- a) 0 - 15 mm,
- b) 15 - 30 mm.

Odběr vzorků je rovnoměrně rozmístěn po konstrukci a je proveden odvrtáním za sucha. Vysušené vzorky jsou namlety na analytickou jemnost a následně z nich připraven vodní výluh v destilované vodě v poměru 1:10. Doba vyluhování je 24 hodin. Ve výluhu jsou stanoveny obsahy chloridů  $\text{Cl}^-$ . Zkoušky jsou provedeny dle ČSN EN ISO 10304-1 [9].

### **3.9. STANOVENÍ ODOLNOSTI POVRCHU BETONU PROTI PŮSOBENÍ CH.R.L.**

Pro tuto zkoušku bylo v rámci průzkumu odebráno z konstrukce 5 vývrtů o průměru 150 mm. Popis vývrtů je uveden v tabulce Příloze 2.

## **4. STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM**

Průzkumné práce byly provedeny v souladu se zadáním průzkumu. **Stavebně technický průzkum byl značně redukován ve středu pole z důvodů nepřerušení dopravy na komunikaci č. 38.**

### **4.1. POPIS KONSTRUKCE**

Jedná se o jednopolovou mostní konstrukci. Silniční most převádí místní komunikaci přes rychlostní komunikaci č. 38.

Nosnou konstrukci tvoří desková konstrukce tvořená 7 ks prefabrikovaných nosníků I-67 z předpjatého betonu.

Mostní opěry jsou provedeny jako masivní s železobetonovými monolitickými úložnými prahy a s monolitickými betonovými závěrnými zdmi. Mostní křídla jsou provedena rovnoběžná monolitická betonová.

#### **4.2. VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA**

V rámci stavebně technického průzkumu byla na žádost objednatele provedena vizuální prohlídka nosné konstrukce a spodní stavby.

##### **K rozsahu provedené vizuální prohlídky konstrukcí lze konstatovat:**

- *Vizuální prohlídka se soustředila pouze na povrchy viditelných a přístupných železobetonových konstrukcí.*

##### **Spodní stavba:**

- Díky průsakům vlivem nefunkční hydroizolace dochází k zatékání na opěry, křídla, a úložné prahy opěr. V době prohlídky byly tyto průsaky neaktivní, foto č. 2 a 3, Příloha 4.
- Dochází k degradaci betonu úložného prahu, degradace typu V (hloubka 25 – 40 mm) a lokálně E (hloubka více jak 40 mm), foto č. 4 a 5, Příloha 4.
- Na odhalené výztuži úložných prahů byla nalezena silná koroze s tvorbou korozních zplodin a oslabením plochy průřezu 5 – 10 %.
- Dochází k plošné degradaci betonu křídel, degradace typu V (hloubka 25 – 40 mm) až E (hloubka více jak 40 mm), foto č. 6 - 13, Příloha 4.

##### **Nosná konstrukce:**

- Na spodním líci nosné konstrukce a na bocích krajních nosníků jsou viditelné stopy po zatékání. V době prohlídky byly tyto průsaky neaktivní, foto č. 14 - 20, Příloha 4.
- Na spodním líci nosné konstrukce a na bocích krajních nosníků jsou viditelná místa, kde vlivem expanzních tlaků korodující měkké výztuže nosníků došlo k odpadnutí betonové krycí vrstvy. Tyto místa jsou již z minulosti sanována.

##### **Ložiska:**

- Ložiska na obou opěrách jsou ve správné poloze. Vlivem zatékání z mostních závěrů jsou ložiska korozně poškozená a dlouhodobě neošetřovaná, foto č. 21 - 26, Příloha 4.

**Římsy:**

- Na obou stranách mostu mají mostní římsy olámané spodní hrany. Dochází k biologické degradaci uchycenými mechy.
- Na spodní hraně říms degradace betonu typu E (hloubka více jak 40 mm), dochází k odhalení výztuže a její korozi, foto č. 27 a 28, Příloha 4.
- Vlivem expanzních tlaků korodující výztuže riziko pádu betonových částí (krycí vrstvy) na vozovku.

**Vozovka a zábradlí:**

- Závady na vozovce ve formě obrusů, výtluků, výspravy, nerovnosti, trhliny, blokové trhliny. Na krajnici jsou patrné nánosy nečistot, zbytky posypového materiálu. Ve spáře mezi vozovkou a chodníkem je uchycena vegetace. Vozovka za mostními závěry v místě přechodové oblasti propadá na obou stranách mostu. Výtluky a trhliny jsou na vozovce před a za mostem i na samotných nájezdech k mostu z obou stran, foto č. 29 a 30, Příloha 4.
- Konstrukce zábradlí na obou stranách mostu nevyhovuje současným normám, výška zábradlí je 1,02 m. Ocelová zábradlí má prokreslenou korozi, bodovou korozi, lokálně zcela prokorodované sloupky zábradlí kotvených do říms, foto č. 31 až 33, Příloha 4.

**4.3. BETON****4.3.1. Struktura a objemová hmotnost betonu**

Struktura a objemová hmotnost betonu byla zjišťována z jádrových vývrtů Ø 75 - 150 mm (celkové délky 65 - 380 mm). Lokalizace míst odběrů jádrových vývrtů je uvedena v Příloze 1, popis struktury betonu vývrtů pak v Příloze 2.2. (včetně fotografie odebraných vývrtů). Bylo odebráno celkem 10 vývrtů.

**Z provedené prohlídky odebraných jádrových vývrtů lze konstatovat tyto závěry:**

- Ø *Beton vývrtu V1 (opěra) je pórovitý, s vyváženým obsahem DTK a HDK a ojedinělými zrny HTK. Max. velikost zrna HTK do 20 mm a HDK max. velikost zrna do 35 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 6 mm. Podrobný popis viz Příloha 2.2.*
- Ø *Beton vývrtu V2 (opěra, použito na zkoušku CHRL, metoda C) je pórovitý, s vyváženým obsahem DTK a HDK a ojedinělými zrny HTK. Max. velikost zrna HTK do 22 mm a HDK*

max. velikost zrna do 30 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 5 mm. Podrobný popis viz Příloha 2.2.

- Ø Beton vývrtu V3 (křídlo) je hutný až mírně pórovitý, s vyváženým obsahem DTK a HDK a ojedinělými zrny HTK. Max. velikost zrna HTK do 22 mm a HDK max. velikost zrna do 50 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 5 mm, ojediněle nalezeny dutiny do velikosti 12 mm. Podrobný popis viz Příloha 2.2.
- Ø Beton vývrtu V4 (opěra) je pórovitý, s vyváženým obsahem DTK a HDK a ojedinělými zrny HTK. Max. velikost zrna HTK do 20 mm a HDK max. velikost zrna do 30 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 6 mm, ojediněle nalezeny dutiny do velikosti 11 mm. Podrobný popis viz Příloha 2.2.
- Ø Beton vývrtu V5 (opěra, použito na zkoušku CHRL, metoda C) je pórovitý, s vyváženým obsahem DTK a HK. Max. velikost zrna HTK do 25 mm a HDK max. velikost zrna do 32 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 4 mm, ojediněle nalezeny dutiny do velikosti 8 mm. Podrobný popis viz Příloha 2.2.
- Ø Beton vývrtu V6 (křídlo) je pórovitý, s vyváženým obsahem DTK a HDK a ojedinělými zrny HTK. Max. velikost zrna HTK do 35 mm a HDK max. velikost zrna do 40 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 7 mm. Podrobný popis viz Příloha 2.2.
- Ø Beton vývrtu V7 (úložný práh) je pórovitý, s vyváženým obsahem DTK a HDK a ojedinělými zrny HTK. Max. velikost zrna HTK do 22 mm a HDK max. velikost zrna do 30 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 7 mm. Ve vývrtu byla nalezena výztuž. Podrobný popis viz Příloha 2.2.
- Ø Beton vývrtu V8 (úložný práh, použito na zkoušku CHRL, metoda C) je hutný až mírně pórovitý, s vyváženým obsahem DTK a HDK a ojedinělými zrny HTK. Max. velikost zrna HTK do 16 mm a HDK max. velikost zrna do 32 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 5 mm. Podrobný popis viz Příloha 2.2.
- Ø Beton vývrtu V9 (úložný práh) je hutný až mírně pórovitý, s vyváženým obsahem DTK a HDK a ojedinělými zrny HTK. Max. velikost zrna HTK do 12 mm a HDK max. velikost zrna do 27 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 6 mm. Ve vývrtu byla nalezena výztuž. Podrobný popis viz Příloha 2.2.
- Ø Beton vývrtu V10 (úložný práh, použito na zkoušku CHRL, metoda C) je hutný až mírně pórovitý, s vyváženým obsahem DTK a HDK a ojedinělými zrny HTK. Max. velikost zrna HTK do 20 mm a HDK max. velikost zrna do 27 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 5 mm, ojediněle nalezeny dutiny do velikosti 10 mm. Ve vývrtu byla nalezena výztuž. Podrobný popis viz Příloha 2.2.

Ø Průměrná objemová hmotnost v přirozeném stavu vlhkosti betonu, stanovená z jádrových vývrtů opěr je cca 2180 kg/m<sup>3</sup>, cca 2290 kg/m<sup>3</sup> z křídel a cca 2240 kg/m<sup>3</sup> z úložných prahů opěr. Jednotlivé naměřené hodnoty objemové hmotnosti jsou uvedeny v Příloze 2.2 a 2.3.

#### **4.3.2. Destruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku**

Pro účely destruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku byly odebrány jádrové vývrtů Ø cca 75 mm ze spodní stavby. Lokalizace je uvedena v Příloze 1. Celkové vyhodnocení destruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku je uvedeno v Příloze 2.2. Souhrn výsledků je uveden v kapitole 4.3.4.

#### **4.3.3. Nedestruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku**

Nedestruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku (kap. 3.4.) byly provedeny na železobetonových konstrukcích mostu (spodní stavba a nosná konstrukce). Zkoušky byly rozmístěny rovnoměrně po konstrukci a jsou uvedeny v Příloze 1. Vyhodnocení nedestruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku je uvedeno v Příloze 2.1.

Souhrn výsledků nedestruktivní zkoušky betonu a jim odpovídající pevnostní třída, resp. třída betonu, je uveden v následující kapitole 4.3.4.

#### **4.3.4. Pevnost betonu v tlaku – shrnutí**

Souhrn výsledků nedestruktivních a destruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku a jim odpovídající pevnostní třídy, resp. třídy betonu, jsou uvedeny v následujících tabulkách 1 a 2.

**Tabulka 1:** Souhrn výsledků zkoušek pevnosti betonu v tlaku

Diagnostikované konstrukční prvky		Pevnost betonu v tlaku (MPa)		Variační koeficient v*
		průměr ze zkoušek	charakteristická	
Opěry - dříky	nedestruktivně	23,7	18,1	13,3
	destruktivně	27,7	20,7	10,8
Opěry – úložné prahy	nedestruktivně	27,9	21,7	12,6
	destruktivně	31,0	24,0	6,4
Křídla	nedestruktivně	25,8	16,5	20,7
	destruktivně	25,2	18,2	22,6
Římsy	nedestruktivně	32,3	28,3	6,9
Nosná konstrukce	nedestruktivně	66,1	63,8	2,1

\* ČSN 73 2011 [4] uvádí limitní hodnotu variačního koeficientu pro homogenní beton  $v = 16 \%$  pro beton C 12/15 a C 16/20,  $v = 14 \%$  pro beton C 25/30 a  $v = 12 \%$  pro beton C 30/37 a vyšší (homogenita z hlediska pevností).

**Tabulka 2:** Pevnostní třída, resp. třída betonu na základě provedených zkoušek

		Třída betonu, resp. / pevnostní třída betonu	
		ČSN EN 1992	Požadavek dokumentace
Opěry - dřívky	nedestruktivně	C 16/20	-
	destruktivně	C 16/20	
Opěry – úložné prahy	nedestruktivně	C 20/25	
	destruktivně	C 20/25	
Křídla	nedestruktivně	C 12/15	
	destruktivně	C 16/20	
Římsy	nedestruktivně	C 25/30	
Nosná konstrukce	nedestruktivně	C 55/67	

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

Ø Na základě destruktivních a nedestruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku v omezeném rozsahu doporučujeme pro sledované železobetonové konstrukce mostu, dle ČSN EN 1992 uvažovat tyto třídy betonu:

- Opěry: C 16/20
- Úložné prahy opěr C 20/25
- Křídla: C 12/15
- Římsy: C 20/25
- Nosná konstrukce: C 45/55

Ø Odvozené pevnostní třídy se vztahují vždy ke sledovaným prvkům konstrukce.

**4.3.5. Porovnání hloubky karbonatce betonu a tloušťky krycí vrstvy výztuže**

Stanovení hloubky karbonatce betonu (kap. 3.2) bylo provedeno rovnoměrně po celé délce mostní konstrukce. Nejistotu měření lze odhadnout v rozmezí  $\pm 2$  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 prvcích s následujícím výsledkem:**

**Opěry**

- |                               |                                 |
|-------------------------------|---------------------------------|
| Ø Hloubka karbonatace betonu: | 40 až 80 mm                     |
| Ø Krytí betonářské výztuže:   | nebyla zjištěna souvislá výztuž |

**Úložné prahy opěr**

- |                               |            |
|-------------------------------|------------|
| Ø Hloubka karbonatace betonu: | 5 až 25 mm |
| Ø Krytí betonářské výztuže:   | 2 až 30 mm |

**Nosná konstrukce, nosníky I-67**

- |                                    |             |
|------------------------------------|-------------|
| Ø Hloubka karbonatace betonu:      | 1 až 3 mm   |
| Ø Krytí měkké výztuže, spodní líc: | 2 až 25 mm  |
| Ø Krytí předpínací výztuže:        | 50 až 60 mm |

**Z provedeného šetření a zjištěných hodnot lze konstatovat:**

- Ø *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.*
- Ø *Ze zjištěných skutečností vyplývá, že část měkké výztuže nosníků I-67 a větší část výztuže úložných prahů již leží ve zkarbonatované vrstvě betonu a není již chráněna proti korozi jeho přirozenou alkalitou. Tato koroze je již na konstrukci patrná a byla již (nosníky) v minulosti sanována.*



#### **4.3.6. Pevnost povrchových vrstev betonu v prostém tahu**

Odrhové zkoušky byly provedeny jak na spodní stavbě, tak na nosné konstrukci. Poloha zkušebních míst viz. Příloha 1. Celkem bylo odzkoušeno 24 míst. Při zkoušce byla zaznamenána lomová plocha a síla odtržené vrstvy, která je uvedena v Příloze 2. Velikost mezního napětí v tahu se vypočte ze vztahu:

$$R_t = \frac{F}{A}$$

$R_t$  = napětí v tahu (MPa)  
 $F$  = zatěžovací síla při porušení vzorku (kN)  
 $A$  = zatěžovaná plocha (mm<sup>2</sup>) uvažována plocha terče 50 x 50 mm (2500 mm<sup>2</sup>)

#### **Z provedených zkoušek pevnosti betonu v prostém tahu a zjištěných výsledků lze konstatovat:**

Ø Celková průměrná hodnota pevnosti povrchových vrstev betonu je:

- 0,9 MPa pro betony opěr.
- 1,4 MPa pro betony úložných prahů opěr.
- 0,6 MPa pro betony křídel.
- 1,3 MPa pro betony říms.
- 3,6 MPa pro betony nosné konstrukce.

Ø Průměrná hodnota pevnosti povrchových vrstev betonu **opěr, křídel a říms nesplňuje** požadavek na průměrnou pevnost povrchových vrstev 1,4 MPa, také není splněna podmínka minimální jednotlivé hodnoty > 0,8 MPa dle předpisu TSSBKIII [8] u většiny terčů. To samé platí i pro předpis TKP 31 [7], který požaduje průměrnou hodnotu 1,2 MPa.

Ø Průměrná hodnota pevnosti povrchových vrstev betonu **úložných prahů a nosníků splňuje** požadavek na průměrnou pevnost povrchových vrstev 1,4 MPa, zároveň je splněna podmínka minimální jednotlivé hodnoty > 0,8 MPa dle předpisu TSSBKIII [8] u všech terčů. To samé platí i pro předpis TKP 31 [7], který požaduje průměrnou hodnotu 1,2 MPa.

#### **4.3.7. Stanovení obsahu chloridů v betonu**

Obsah chloridových iontů nad určitou limitní hranici významně zvyšuje riziko koroze výztuže. Z tohoto důvodu byl v rámci diagnostických prací proveden chemický rozbor betonu pro zjištění obsahu chloridových iontů v betonu (viz kap. 3.6.).

Odběr vzorků byl rovnoměrně rozmístěn po konstrukci mostu. Poloha odběrů je patrná z Přílohy 1. Celkem bylo odebráno 28 vzorků betonu na 14 místech (vždy dva vzorky z různé hloubky na jednom místě). Celkové zhodnocení výsledků analýz obsahu  $\text{Cl}^-$  v % dle ČSN EN 206+A1 je uvedeno v Příloze 2, včetně informativního přepočtu obsahu chloridových iontů na obsah pojiva (cementu) v betonu.

Informativní přepočet byl proveden za těchto předpokladů a kvalifikovaných odhadů a podmínek:

- Množství cementu použitého na výrobu 1 m<sup>3</sup> betonu je 350 kg pro betony spodní stavby a 420 kg pro betony nosné konstrukce.
- Objemová hmotnost betonu byla stanovena na úrovni cca:
  - 2180 kg/m<sup>3</sup> pro betony opěr,
  - 2240 kg/m<sup>3</sup> pro betony úložných prahů opěr,
  - 2290 kg/m<sup>3</sup> pro betony křídel,
  - 2350 kg/m<sup>3</sup> pro betony říms (odhad),
  - 2450 kg/m<sup>3</sup> pro betony nosné konstrukce (odhad).

Limitní obsah  $\text{Cl}^-$  [% hm.] vztažený na hmotnost cementu je dle ČSN EN 206 pro **prostý beton 1 % hm.; železobeton 0,4 % hm.; předpjatý beton 0,2 % hm.**

#### **Z provedené analýzy obsahu chloridů lze konstatovat:**

Ø Průměrný obsah  $\text{Cl}^-$  [% hm.] zjištěný laboratorní analýzou pro betony:

- opěr je 0,42 % pro hloubku odběru 0-15 mm a 0,41 % pro hloubku odběru 15-30 mm.
- úložných prahů opěr je 1,50 % pro hloubku odběru 0-15 mm a 1,34 % pro hloubku odběru 15-30 mm.
- křídel je 0,41 % pro hloubku odběru 0-15 mm a 0,22 % pro hloubku odběru 15-30 mm.
- říms je 0,04 % pro hloubku odběru 0-15 mm a 0,06 % pro hloubku odběru 15-30 mm.
- nosné konstrukce je 0,03 % pro hloubku odběru 0-15 mm a 0,01 % pro hloubku odběru 15-30 mm.
- Limitní obsah  $\text{Cl}^-$  [% hm.] vztažený na hmotnost cementu je dle ČSN EN 206 pro prostý beton 1,0 % hm (předpoklad u křídel a opěr), pro

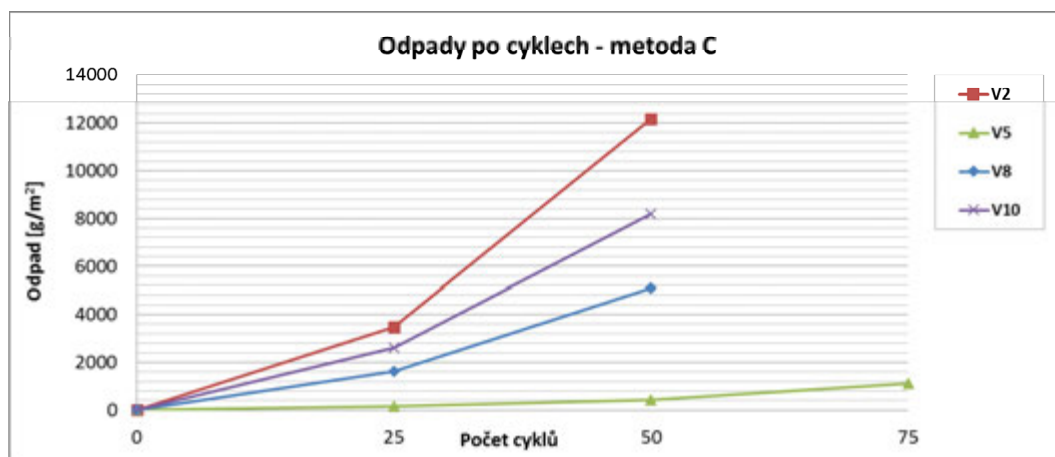
železobeton 0,4 % hm (úložné prahy a římsy) a 0,2 % hm. pro před.  
beton (nosná konstrukce).

- Ø V betonu zkoumaných betonových prvků opěr, křídel, říms a nosníků je obsah chloridových iontů v celém rozsahu hloubky odběru vzorku (0 – 30 mm) relativně nízký a splňuje požadavky ČSN EN 206+A1.
- Ø V betonu zkoumaných betonových prvků úložných prahů je obsah chloridových iontů v celém rozsahu hloubky odběru vzorku (0 – 30 mm) vysoký a nesplňuje požadavky ČSN EN 206+A1.

#### **4.3.8. Stanovení odolnosti proti CH.R.L. – metoda C**

Pro tuto zkoušku byly v rámci průzkumu odebrány z konstrukce 4 vývrty o průměru 150 mm. Vývrty V2 a V5 z opěr a vývrty V8 a V10 z úložných prahů opěr. Popis vývrtů je uveden v Příloze 2. Poloha viz Příloha 1.

Datum zkoušky	:	21. 8. 2018 – 13. 9. 2018
Zkoušku provedl	:	Ing. Tomáš Mandlík
Zkušební vzorky	:	jádrové vývrty o cca Ø 150 mm čelní plochy před a po zkoušce viz Foto v Příloze 2.5.
Zkušební roztok	:	3% roztok NaCl
Zatěžovací cyklus	:	ČSN 73 1326 - metoda C
Zatěžovací stroj	:	mrazící komora HERAUS VÖTCH, metrologické číslo P 10 003 M



**Graf 1:** Grafické znázornění odpadů ze vzorků.

#### **Z provedeného měření vyplývá:**

- Ø Vzorek V2 (opěra) vykazuje po 50-ti cyklech odpad 12163 g/m² a vykazuje rozpad líce a dna vzorku, vzorek V5 (opěra) vykazuje po 75-ti cyklech odpad 1099 g/m² a vykazuje počátek rozpadu dna vzorku, vzorek V8 (úložný práh opěry) vykazuje po 50-ti cyklech

odpad 5090 g/m<sup>2</sup> a vykazuje rozpad líce a dna vzorku, vzorek V10 (úložný práh opěry) vykazuje po 50-ti cyklech odpad 8169 g/m<sup>2</sup> a vykazuje rozpad líce a dna vzorku,

- Ø Na základě výsledků zkoušky CH.R.L metoda C dle ČSN 73 1326 u beton vývrtu V2, V8 a V10 je odolnost proti působení CH.R.L. již po 50 cyklech nevyhovující v vzorku V5 pak po 75 cyklech. Beton nevyhovuje požadavkům na betony stupně prostředí XF dnes pro tento typ konstrukce vyžadovaný (nejvyšší stupeň vlivu prostředí XF4 dle TKP 18 (odpad < 1000 g/m<sup>2</sup> po 75 cyklech metoda C).

#### **4.3.9. Stanovení objemové hmotnosti a nasákavosti betonu**

Zkouška byla provedena v souladu s normou ČSN 73 1316. Zkušební tělesa (odřezky jádrových vývrtů) se vysuší při 105°C do ustálené hmotnosti. Po vychladnutí se zkušební tělesa uložila na deset dní do vody o teplotě 20°C, kde se nechala nasáknout do ustálené hmotnosti. Zkoušky byly provedeny na vývrtech odebraných ze spodní stavby. Celkové vyhodnocení stanovení objemové hmotnosti a nasákavosti je uvedeno v Příloze 2.

#### **Z provedených zkoušek objemové hmotnosti a nasákavosti betonu lze konstatovat tyto závěry:**

- Ø Průměrná objemová hmotnost v přirozeném stavu vlhkosti betonu stanovená z jádrových vývrtů opěr je 2180 kg/m<sup>3</sup>, 2330 kg/m<sup>3</sup> pro betony úložných prahů a 2270 kg/m<sup>3</sup> pro betony křídel.
- Ø Provedenou zkouškou byla stanovena průměrná hodnota nasákavosti: 7,5% (po deseti dnech nasáknutí) pro vývrty z opěr, 7,8% pro vývrty z ÚP opěr a 6,7% pro vývrty z křídel.
- Ø Na základě neplatné normy ČSN 731325 a našich zkušeností, lze konstatovat, že zkoumaný beton s nasákavostí 7,5% (opěry), 7,8% (úložné prahy opěr) a 6,7% (křídla) (po deseti dnech nasáknutí) nevyhovuje kritériu N1440 < 6,5% (kritérium N1440 představuje pouze částečné nasycení po dobu 1440 minut = jednoho dnu). Výsledek naznačuje potenciálně vyšší riziko porušení betonu vlivem působení mrazu.

#### **4.4. VYZTUŽENÍ KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ**

Pro zjištění polohy výztuže bylo provedeno 7 destruktivní sondy do nosné konstrukce a 2 sondy do spodní stavby. Poloha sond je v souladu se zadáním průzkumu, viz Příloha 1.

**Na základě provedených destruktivních sond a dalších zjištěných skutečností lze obecně konstatovat:**

- Sondami do před. nosníků I-67 délky 24 m byla zjištěna předpínací výztuž ve formě kabelů s jednotlivými průměry drátů 4,5 mm.
- V místě sond byly nalezeny ocelové chráničky zcela vyplněny injektážní směsí.
- V místě sondy S2 byl nalezen kabel s povrchovou korozí jednotlivých drátů. U sond S6 S7 pak s drobnou povrchovou korozí. V místě ostatních sond byly nalezeny kabely bez známek koroze. Podrobně viz Příloha 3.2.
- Úložné prahy opěr: jsou vyztuženy pruty průměru 14, žebírková výztuž. Krytí výztuže cca 0 - 30 mm. Na výztuži nalezena silná koroze s tvorbou korozních zplodin a oslabením plochy průřezu 5 – 10 %, viz sondy S8 a S9.
- Fotografická dokumentace je uvedena v Příloze 3.2 a 3.3.

#### **4.5. SKLADBA SOUVRSTVÍ VOZOVKY**

Pro stanovení souvrství vozovky byl proveden jádrový vrt V11. Poloha vrtu je vyznačena v Příloze 1.

**Na základě provedeného vrtu lze obecně konstatovat:**

- Skladba v místě vrtu V11, přibližně v  $\frac{1}{2}$  rozpětí a cca 0,5 m od hrany obrubníku:
  - Asfaltobeton 60 mm
  - Asfaltobeton 90 mm
  - Hydroizolace, asf. pásy 20 mm
  - Betonová mazanina 20 mm
  - Horní líc nosníku

#### **4.6. KONTROLA VNITŘNÍCH PROSTOR MEZI NOSNÍKY I-67**

Cílem této části stavebně technického průzkumu bylo zjistit stav dutin mezi jednotlivými nosníky I-67 tvořících nosnou konstrukci mostu.

Sondy byly provedeny ze spodního líce nosníků I-67. Pro prohlídku byly využity odvodňovací otvory v jednotlivých petlicích, které byly před vlastní prohlídkou pročištěny. Následně za pomoci endoskopu byl prohlédnut vnitřní prostor mezi nosníky v blízkosti otvorů. Celkem byly prohlédnuty 4 dutiny mezi nosníky

**Na základě provedených destruktivních sond a dalších zjištěných skutečností lze obecně konstatovat:**

- Byly prohlédnuty celkem 4 dutiny mezi nosníky I-67.
- Dutiny mezi prohlíženými nosníky byly v době prohlídky v bezprostředním okolí otvoru suché.
- Ve všech dutinách byly nalezeny plošné neaktivní stopy po zatékání a masivní výluhy spojená s tvorbou krápníků.
- Ve většině komor byla nalezena místa, kde plošně vlivem nedostatečné či odpadlé betonové krycí vrstvy výztuže dochází ke korozi měkké výztuže nosníků a petlic.
- Fotografická dokumentace z endoskopické prohlídky je uvedena v Příloze 3.3, foto č. 1 - 4.

## **5. SHRNU TÍ A ZÁV Ě R Y**

Na základě objednávky č. OV-75/2018 společnosti, MDS PROJEKT s.r.o., Fösterova 175, 566 01 Vysoké Mýto, byl proveden stavebně technický průzkum mostní konstrukce ev. č. 38-058a v obci Skuhrov.

Cílem prací bylo získat obraz o aktuálním stavu konstrukce z hlediska konstrukčního i korozního a poskytnout podklad pro případný sanační zásah. Průzkumné práce proběhly v srpnu 2018.

Výsledky stavebně technického průzkumu jsou podrobně uvedeny v jednotlivých kapitolách a přílohách této zprávy takto:

- VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA (podrobně kap. 4.2., Příloha 1 a 4)
- BETON (podrobně kap. 4.3., Příloha 1 a 2)
- VYZTUŽENÍ KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ (podrobně kap. 4.4., Příloha 3)
- SKLADBA SOUVRSTVÍ VOZOVKY (podrobně kap. 4.5., Příloha 3)
- KONTROLA PROSTOR MEZI NOSNÍKY (podrobně kap. 4.6., Příloha 3)

**Stavebně technický průzkum byl značně redukován ve středu pole z důvodů nepřerušování dopravy na komunikaci č. 38.**

- 1) Jakožto nejzávažnější nalezené poruchy lze jmenovat:
- a) Díky průsakům vlivem nefunkční hydroizolace dochází k zatékání na opěry, křídla, a úložné prahy opěr. V době prohlídky byly tyto průsaky neaktivní.
  - b) Dochází k degradaci betonu úložného prahu, degradace typu V (hloubka 25 – 40 mm) a lokálně E (hloubka více jak 40 mm). Dochází k plošné degradaci betonu křídel, degradace typu V (hloubka 25 – 40 mm) až E (hloubka více jak 40 mm).
  - c) Na odhalené výztuži úložných prahů byla nalezena silná koroze s tvorbou korozních zplodin a oslabením plochy průřezu 5 – 10 %.
  - d) Na spodním líci nosné konstrukce a na bocích krajních nosníků jsou viditelné stopy po zatékání. V době prohlídky byly tyto průsaky neaktivní.
  - e) Na spodním líci nosné konstrukce a na bocích krajních nosníků jsou viditelná místa, kde vlivem expanzních tlaků korodující měkké výztuže nosníků došlo k odpadnutí betonové krycí vrstvy. Tyto místa jsou již z minulosti sanována.
  - f) Ložiska na obou opěrách jsou ve správné poloze. Vlivem zatékání z mostních závěrů jsou ložiska korozně poškozená a dlouhodobě neošetřovaná.
  - g) Na obou stranách mostu mají mostní římsy olámané spodní hrany. Dochází k biologické degradaci uchycenými mechy.
  - h) Na spodní hraně říms degradace betonu typu E (hloubka více jak 40 mm), dochází k odhalení výztuže a její korozi.
  - i) Vlivem expanzních tlaků korodující výztuže riziko pádu betonových částí (krycí vrstvy) na vozovku.
  - j) Konstrukce zábradlí na obou stranách mostu nevyhovuje současným normám, výška zábradlí je 1,02 m. Ocelová zábradlí má prokreslenou korozi, bodovou korozi, lokálně zcela prokorodované sloupky zábradlí kotvených do říms, foto č. 25 a 26, Příloha 4.
- 2) Na základě nedestruktivních a destruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku doporučujeme uvažovat třídu betonu:
- |                     |         |
|---------------------|---------|
| § Opěry:            | C 16/20 |
| § Úložné prahy opěr | C 20/25 |
| § Křídla:           | C 12/15 |
| § Římsy:            | C 20/25 |
| § Nosná konstrukce: | C 45/55 |
- 3) Při porovnání krycí vrstvy betonu a zjištěné hloubky karbonatace vyplývá, že část měkké výztuže nosníků I-67 a větší část výztuže úložných prahů již leží ve zkarbonatované

vrstvě betonu a není již chráněna proti korozi jeho přirozenou alkalitou. Tato koroze je již na konstrukci patrná a byla v minulosti sanována (nosníky).

- 4) Z provedených zkoušek pevnosti betonu v prostém tahu a zjištěných výsledků lze konstatovat, že průměrná hodnota pevnosti povrchových vrstev betonu opěr, křídel a říms nesplňuje požadavek na průměrnou pevnost povrchových vrstev 1,4 MPa, také není splněna podmínka minimální jednotlivé hodnoty  $> 0,8$  MPa dle předpisu TSSBKIII u většiny terčů. To samé platí i pro předpis TKP 31, který požaduje průměrnou hodnotu 1,2 MPa. Průměrná hodnota pevnosti povrchových vrstev betonu úložných prahů a nosníků splňuje požadavek na průměrnou pevnost povrchových vrstev 1,4 MPa, zároveň je splněna podmínka minimální jednotlivé hodnoty  $> 0,8$  MPa dle předpisu TSSBKIII u všech terčů. To samé platí i pro předpis TKP 31, který požaduje průměrnou hodnotu 1,2 MPa
- 5) V betonu zkoumaných betonových prvků opěr, křídel, říms a nosníků je obsah chloridových iontů v celém rozsahu hloubky odběru vzorku (0 – 30 mm) relativně nízký a splňuje požadavky ČSN EN 206+A1.  
V betonu zkoumaných betonových prvků úložných prahů je obsah chloridových iontů v celém rozsahu hloubky odběru vzorku (0 – 30 mm) vysoký a nesplňuje požadavky ČSN EN 206+A1.
- 6) Na základě výsledků zkoušky CH.R.L metoda C dle ČSN 73 1326 u beton vývrtu V2, V8 a V10 je odolnost proti působení CH.R.L. již po 50 cyklech nevyhovující v vzorku V5 pak po 75 cyklech. Beton nevyhovuje požadavkům na betony stupně prostředí XF dnes pro tento typ konstrukce vyžadovaný (nejvyšší stupeň vlivu prostředí XF4 dle TKP 18 (odpad  $< 1000$  g/m<sup>2</sup> po 75 cyklech metoda C).
- 7) Z výsledku zkoušky nasákavosti a našich zkušeností, lze konstatovat, že betony spodní stavby (opěry, úložné prahy opěr a křídla) mají potenciálně vyšší riziko porušení betonu vlivem působení mrazu.
- 8) Sondami do před. nosníků I-67 délky 24 m byla zjištěna předpínací výztuž ve formě kabelů s jednotlivými průměry drátů 4,5 mm. V místě sond byly nalezeny ocelové chráničky zcela vyplněny injektážní směsí. V místě sondy S2 byl nalezen kabel



s povrchovou korozí jednotlivých drátů. U sond S6 S7 pak s drobnou povrchovou korozí.

V místě ostatních sond byly nalezeny kabely bez známek koroze.

9) Úložné prahy opěr jsou vyztuženy pruty průměru 14, žebírková výztuž. Krytí výztuže cca 0 - 30 mm. Na výztuži nalezena silná koroze s tvorbou korozních zplodin a oslabením plochy průřezu 5 – 10 %, viz sondy S8 a S9.

10) Dutiny mezi prohlíženými nosníky byly v době prohlídky v bezprostředním okolí otvoru suché. Ve všech dutinách byly nalezeny plošné neaktivní stopy po zatékání a masivní výluhy spojená s tvorbou krápníků. Ve většině komor byla nalezena místa, kde plošně vlivem nedostatečné či odpadlé betonové krycí vrstvy výztuže dochází ke korozi měkké výztuže nosníků a petlic.

Hlavní mostní prohlídka mostu [16] hodnotí stav spodní stavby jako uspokojivý (stavební stav IV dle sedmistupňové hodnotící škály ČSN 73 6221) a stav nosné konstrukce jako špatný (stavební stav V dle sedmistupňové hodnotící škály ČSN 73 6221). Použitelnost stavem II – podmíněně použité.

## **6. DOPORUČENÉ ROZSAHY OPRAVY A REKONSTRUKCE MOSTU**

Diagnostický průzkum mostního objektu v objednaném a odsouhlaseném rozsahu byl projednán s objednatelem (Zástupci krajského úřadu Kraje Vysočina). Na základě projednání dílčích závěrů a shrnutí celkového závěru diagnostického průzkumu byl dohodnut a projednán navrhovaný rozsah opravy a rekonstrukce stávajícího mostu. Jedná se o následující možné varianty řešení této problematiky:

### **6.1. Oprava stávajícího mostního objektu**

Oprava je navržena s ponecháním stávající spodní stavby a nosné konstrukce. Oprava předpokládá výměnu kompletního mostního příslušenství s opravou n.k.

Oprava stávajícího mostního objektu se předpokládá v:

- Rozebrání konstrukce vozovky na mostě a na předmostích v minimálním rozsahu
- Demolici a odstranění kompletního mostního příslušenství
  - Zábradlí
  - Římsy

- Dilatační závěry
- Izolace nosné konstrukce
- Odvodnění mostu
- Přechodové desky
- Demolice závěrných zdí a obourání křídel mostu
- Minimální výkopy přechodové oblasti
- Opravu vodorovné nosné konstrukce
  - Odbourání vyrovnávací vrstvy n.k.
  - Vybourání čel nosné konstrukce
  - Reinjektáž kabelů podélného předpětí nosné konstrukce
  - Betonáž železobetonových monolitických čel nosné konstrukce
  - Betonáž vyrovnávací železobetonové kotvené vrstvy n.k.
- Betonáž závěrné zídky a konstrukce nadbetonávek křídel z monolitického železobetonu
- Izolace nových betonových konstrukcí spodní stavby
- Provedení nové přechodové oblasti s jejím odvodněním
- Betonáž železobetonových přechodových desek
- Osazení dilatačních závěrů
- Provedení celoplošné izolace a odvodnění mostu
- Provedení nových říms na mostě
- Ochrana izolace na mostě
- Nová konstrukce vozovky na mostě a na předmostích
- Osazení zádržného systému na mostě dle ČSN 73 6201 a na předmostích
- Úpravy pod mostem a na předmostích

Tento rozsah opravy je navržen na omezenou dobu životnosti a neřeší problematiku opravy spodní stavby mostu. Oprava v této kapitole bude případně navržena s ohledem na požadavek objednatele s její životností cca 10-20 let. Tento rozsah opravy ovšem v průběhu její realizace může značně vyvolat požadavky víceprací na požadavek oprav n.k. a dále i na případně rozšířenou opravu spodní stavby po jejím obnažení v průběhu realizace.

Předpokládaný náklad na tento rozsah opravy mostu je:

Plocha mostu	$44,094 * 10,5 = 462,3 \text{ m}^2$
Jednotková cena opravy mostu dle popisu	10 000,- Kč/m <sup>2</sup>
Předpokládaná cena opravy mostu	$462,3 * 10\,000 \sim 4\,600\,000,- \text{ Kč bez DPH}$

## **6.2. Rekonstrukce stávajícího mostního objektu**

Rekonstrukce představuje demolici stávající nosné konstrukce a částečnou demolici spodní stavby. Rekonstrukce navrhuje opravu spodní stavby přibetonováním kotvené monolitické přibetonávky ze železobetonu, novým úložným prahem a nadbetonávky křídel. Dále pak rekonstrukce navrhuje novou vodorovnou část n.k. a nové mostní příslušenství.

Rekonstrukce stávajícího mostního objektu se předpokládá v:

- Rozebrání konstrukce vozovky na mostě a na předmostích v minimálním rozsahu
- Demolici a odstranění kompletního mostního příslušenství
  - Zábradlí
  - Římsy
  - Dilatační závěry
  - Izolace nosné konstrukce
  - Odvodnění mostu
  - Přejížděvací desky
- Demolice nosné konstrukce
- Odstranění ložisek n.k.
- Demolice závěrných zdí, obourání křídel mostu, demolice úložných prahů
- Obourání spodní stavby
- Oprava spodní stavby s kotvenou masivní přibetonávkou z monolitického železobetonu
- Nové úložné prahy a nadbetonávky křídel
- Ložiska a uložení n.k.
- Nová nosná konstrukce
- Betonáž závěrné zídky a konstrukce nadbetonávek křídel z monolitického železobetonu
- Izolace nových betonových konstrukcí spodní stavby
- Provedení nové přejížděvací oblasti s jejím odvodněním
- Betonáž železobetonových přejížděvacích desek
- Osazení dilatačních závěrů
- Provedení celoplošné izolace a odvodnění mostu
- Provedení nových říms na mostě
- Ochrana izolace na mostě
- Nová konstrukce vozovky na mostě a na předmostích
- Osazení zádržného systému na mostě dle ČSN 73 6201 a na předmostích
- Úpravy pod mostem a na předmostích

Tento rozsah rekonstrukce je navržen v rekonstrukci mostu s novou n.k. a opravou spodní stavby. Rekonstrukce v této kapitole bude případně navržena s ohledem na požadavek objednatele s její poměrně velkou životností cca 30-50 let pro další případnou opravu. Vhodně takto navrženou rekonstrukcí se výrazně minimalizuje požadavek na vícepráce opravy stávající spodní stavby.

Předpokládaný náklad na tento rozsah rekonstrukce mostu je:

Plocha mostu	$44,094 * 10,5 = 462,3 \text{ m}^2$
Jednotková cena rekonstrukce mostu dle popisu	25 000,- Kč/m <sup>2</sup>
Předpokládaná cena rekonstrukce mostu bez DPH	$462,3 * 25 000 \sim 11 500 000,- \text{ Kč}$

### **6.3. Demolice stávajícího mostu s výstavbou mostu nového**

Zde se uvažuje kompletní demolice stávajícího mostu s výstavbou nové mostní konstrukce.

Tato varianta uvažuje s kompletní demolicí stávajícího mostu s rozebráním vozovky na mostě a na předmostích. Uvažuje se návrh a výstavba nového mostního objektu, který bude navržen s požadovanými parametry s výhledovou životností nosné konstrukce dle ČSN EN 1990.

Předpokládaný náklad na tento rozsah demolice a novostavby mostu je:

Plocha mostu	$44,094 * 10,5 = 462,3 \text{ m}^2$
Jednotková cena demolice a novostavby mostu	40 000,- Kč/m <sup>2</sup>
Předpokládaná cena mostu	$462,3 * 40 000 \sim 18 500 000,- \text{ Kč bez DPH}$

Zpracovatel kapitoly Ing. Jan Bursa MDS projekt s.r.o.

## **7. SEZNAM PŘÍLOH**

**PŘÍLOHA 1:** Výkresová dokumentace.

**PŘÍLOHA 2:** Zkoušky betonu.

**PŘÍLOHA 3:** Sondy.

**PŘÍLOHA 4:** Vizuální prohlídka.

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

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

## **PŘÍLOHA 1**

### **STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE EV. Č. 38-058a, SKUHROV**

#### **VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE**

##### **PŘÍLOHA 1.1      – SCHÉMATICKÝ PŮDORYS – POLOHA SOND**

# Lokalizace sond - schématický půdorys - nadjezd Skuhrov

## Příloha 1.1



## **PŘÍLOHA 2**

### **STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE**

**EV. Č. 38-058a, SKUHROV**

#### **BETON**

**PŘÍLOHA 2.1. - NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI BETONU V TLAKU**

**PŘÍLOHA 2.2. - DESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI BETONU V TLAKU**

**PŘÍLOHA 2.3. - NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI POVRCHOVÝCH  
VRSTEV V PROSTÉM TAHU**

**PŘÍLOHA 2.4. - STANOVENÍ OBSAHU CHLORIDŮ V BETONU**

**PŘÍLOHA 2.5. - ODOLNOST PROTI CH.R.L. – METODA C**

**PŘÍLOHA 2.6. - STANOVENÍ NASÁKAVOSTI BETONU**

**PŘÍLOHA 2.1.**

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE**

**EV. Č. 38-058a, SKUHROV**

**NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI BETONU V TLAKU**

Vypracoval: Ing. Stanislav Řeháček

(celkem 4 strany)



**PŘÍLOHA 2.1.** (pokračování)**NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI BETONU V TLAKU**

## Opěry

Zk. místo	Směr úderu	Odkok tvrdoměru <i>a</i>								Průměr	f <sub>be</sub> [MPa]	f <sub>be</sub> a <sub>t</sub> a <sub>w</sub> [MPa]
Opěry												
1	←	28	30	34	32	28	30	32	32	31	25	23
2	←	30	26	26	28	30	32	26	28	28	21	19
3	←	32	32	30	28	32	26	24	31	29	22	20
8	←	36	32	32	36	34	33	35	37	34	30	27
9	←	31	36	35	33	35	33	36	34	34	30	27
10	←	36	34	31	31	33	36	35	33	34	30	27
Celkový průměr											23.7	

$$\alpha_w = 1.0 \quad \alpha_t = 0.90$$

$$s_r = 3.15 \text{ MPa} \quad V_x = 0.13$$

$$m_x = 23.7 \text{ MPa}$$

$$k_n = 1.77$$

$$f_{ck, cube} = m_x (1 - k_n V_x) = 18.1 \text{ MPa}$$

## Úložné prahy opěr

Zk. místo	Směr úderu	Odkok tvrdoměru <i>a</i>								Průměr	$f_{be}$ [MPa]	$f_{be} a_t a_w$ [MPa]
Úložné prahy												
15	←	36	31	33	34	33	35	37	35	34	30	27
16	←	32	38	36	32	32	35	37	33	34	30	27
17	←	30	32	30	28	36	34	33	31	32	27	24
25	←	30	36	34	30	34	33	32	33	33	28	25
26	←	34	36	35	33	31	36	37	35	35	32	29
27	←	34	38	38	41	39	39	41	38	39	39	35
Celkový průměr												27.9

$$\alpha_w = 1.0 \quad \alpha_t = 0.90$$

$$s_r = 3.52 \text{ MPa} \quad V_x = 0.13$$

$$m_x = 27.9 \text{ MPa}$$

$$k_n = 1.77$$

$$f_{ck, cube} = m_x (1 - k_n V_x) = 21.7 \text{ MPa}$$

**PŘÍLOHA 2.1. (pokračování)**
**Křídla**

Zk. místo	Směr úderu	Odskok tvrdoměru <i>a</i>								Průměr	$f_{be}$ [MPa]	$f_{be}$ a $t$ a $w$ [MPa]
Křídla												
4	←	38	40	38	36	35	41	37	39	38	37	33
5	←	36	39	38	40	43	39	41	38	39	39	35
6	←	32	35	32	31	33	31	35	32	33	28	25
7	←	29	30	31	29	31	30	29	28	30	24	22
11	←	32	35	30	33	32	35	34	33	33	28	25
12	←	29	30	30	28	32	31	29	31	30	24	22
13	←	32	32	30	29	29	31	28	33	31	25	23
14	←	28	34	31	31	33	28	27	26	30	24	22
Celkový průměr											25.8	

$$\alpha_w = 1.0 \quad \alpha_t = 0.90$$

$$s_r = 5.32 \text{ MPa} \quad V_x = 0.21$$

$$m_x = 25.8 \text{ MPa}$$

$$k_n = 1.74$$

$$f_{ck, cube} = m_x (1 - k_n V_x) = 16.5 \text{ MPa}$$

**Římsy**

Zk. místo	Směr úderu	Odskok tvrdoměru $a$								Průměr	$f_{be}$ [MPa]	$f_{be}$ a $t$ a $w$ [MPa]
Římsy												
35	←	34	34	39	41	38	34	34	36	36	33	30
36	←	35	37	40	35	35	39	40	34	37	35	32
37	←	39	35	42	34	35	41	34	36	37	35	32
38	←	39	35	42	39	42	41	42	41	40	41	37
39	←	38	36	37	36	34	42	42	36	38	37	33
40	←	39	35	38	34	42	41	35	40	38	37	33
41	←	40	35	39	34	34	34	39	35	36	33	30
Celkový průměr											32.3	

$$\alpha_w = 1.0 \quad \alpha_t = 0.90$$

$$s_r = 2.24 \text{ MPa} \quad V_x = 0.07$$

$$m_x = 32.3 \text{ MPa}$$

$$k_n = 1.75$$

$$f_{ck, cube} = m_x (1 - k_n V_x) = 28.3 \text{ MPa}$$

**PŘÍLOHA 2.1.** (pokračování)

Nosníky

Zk. místo	Směr úderu	Odkok tvrdoměru <i>a</i>								Průměr	f <sub>be</sub> [MPa]	f <sub>be</sub> a t a w [MPa]
Nosníky I73												
18	↑	58	60	55	57	57	56	56	56	57	72	65
19	↑	58	57	58	59	57	57	59	59	58	73	66
20	↑	58	55	55	57	55	57	58	55	56	71	64
21	↑	57	60	55	59	61	57	55	59	58	73	66
22	↑	61	59	56	55	61	57	58	61	59	75	68
23	↑	57	56	55	61	61	59	58	59	58	73	66
24	↑	57	58	55	59	56	59	56	55	57	72	65
28	↑	60	60	56	60	58	55	60	59	59	75	68
29	↑	60	56	57	60	58	58	58	59	58	73	66
30	↑	57	60	63	61	58	63	64	60	61	77	69
31	↑	58	56	56	56	58	61	60	60	58	73	66
32	↑	55	59	60	61	58	62	58	58	59	75	68
33	↑	60	57	61	59	58	57	59	55	58	73	66
34	↑	60	59	60	59	55	61	55	55	58	73	66
Celkový průměr												66.1

$$\alpha_w = 1.0$$

$$\alpha_t = 0.90$$

$$s_r = 1.35 \text{ MPa}$$

$$V_x = 0.02$$

$$m_x = 66.1 \text{ MPa}$$

$$k_n = 1.7$$

$$f_{ck, cube} = m_x (1 - k_n V_x) = \mathbf{63.8 \text{ MPa}}$$

**PŘÍLOHA 2.2.**

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE  
EV. Č. 38-058a, SKUHROV**

**DESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI BETONU V TLAKU**

Vypracoval: Ing. Tomáš Mandlík, Ing. Stanislav Řeháček

(celkem 7 stran)

**PŘÍLOHA 2.2.** (pokračování)**DESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI BETONU V TLAKU**

Provedení zkoušky : 27. 8. 2018  
 Značení vzorků : viz Tabulka 1  
 Identifikace vzorků : zkoušeny byly vývrtu o  $\varnothing$  cca 75 a 150 mm  
 výsledky zkoušek jsou uvedeny v tabulce 2 - 4  
 Úprava vzorků : zaříznuty diamantovým kotoučem  
 Koncování : ano, směsí síry a plniv  
 Zatěžovací stroj : WPM 1000 kN, metrologické číslo S 12 012 M  
 Prostředí zkoušky : teplota 22 °C, vlhkost 41 %  
 Provedl : Pavel Borodáč

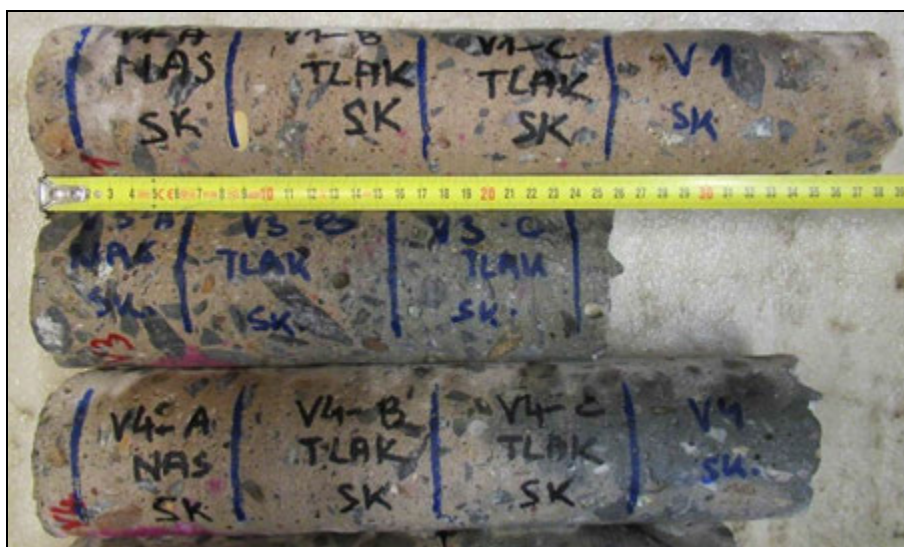
**Tabulka 1:** Popis vývrtů

Označení vývrtu	Délka /průměr [mm]	Popis struktury vývrtu
V1	380/ $\varnothing$ 75	Vývrt obsahuje vyvážený podíl DTK a HDK s ojedinělými zrny HTK. Max. velikost zrna HTK je 20 mm, max. velikost zrna HDK je 35 mm. Beton je pórovitý, na povrchu vývrtu byl zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 6 mm. Povrch vývrtu je drsný. Na líci vývrtu byly zaznamenány zbytky tenkovrstvé stěrky.
V2	80-170/ $\varnothing$ 150	Vývrt obsahuje vyvážený podíl DTK a HDK s ojedinělými zrny HTK. Max. velikost zrna HTK je 22 mm, max. velikost zrna HDK je 30 mm. Beton je pórovitý, na povrchu vývrtu byl zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 5 mm. Povrch vývrtu je drsný. Těleso vývrtu není kompletní, chybí cca 25 % v podélném směru. Na líci vývrtu byly zaznamenány zbytky tenkovrstvé stěrky.
V3	250/ $\varnothing$ 75	Vývrt obsahuje vyvážený podíl DTK a HDK s ojedinělými zrny HTK. Max. velikost zrna HTK je 22 mm, max. velikost zrna HDK je 50 mm. Beton je hutný až pórovitý, na povrchu vývrtu byl zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 5 mm, ojediněle byly zaznamenány dutiny velikosti až 12 mm. Povrch vývrtu je drsný.
V4	340/ $\varnothing$ 75	Vývrt obsahuje vyvážený podíl DTK a HDK s ojedinělými zrny HTK. Max. velikost zrna HTK je 20 mm, max. velikost zrna HDK je 30 mm. Beton je pórovitý, na povrchu vývrtu byl zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 6 mm, ojediněle byly zaznamenány dutiny velikosti až 11 mm. Povrch vývrtu je drsný. Na líci vývrtu byla zaznamenána tenkovrstvá stěrka.
V5	200/ $\varnothing$ 150	Vývrt obsahuje vyvážený podíl DTK a HK. Max. velikost zrna HTK je 25 mm, max. velikost zrna HDK je 32 mm. Beton je pórovitý, na povrchu vývrtu byl zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 4 mm, ojediněle byly zaznamenány dutiny velikosti až 8 mm. Povrch vývrtu je drsný. Na líci vývrtu byla zaznamenána tenkovrstvá stěrka.
V6 (2 části)	290(200+90) / $\varnothing$ 75	Vývrt obsahuje vyvážený podíl DTK a HDK s ojedinělými zrny HTK. Max. velikost zrna HTK je 35 mm, max. velikost zrna HDK je

		40 mm. Beton je pórovitý, na povrchu vývrtu byl zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 7 mm. Povrch vývrtu je drsný.
V7	310/Ø75	Vývrt obsahuje vyvážený podíl DTK a HDK s ojedinělými zrny HTK. Max. velikost zrna HTK je 22 mm, max. velikost zrna HDK je 30 mm. Beton je pórovitý, na povrchu vývrtu byl zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 7 mm. Povrch vývrtu je drsný. Na líci vývrtu byla zastižena výztuž – 1 prut.
V8	65/Ø150	Vývrt obsahuje vyvážený podíl DTK a HDK s ojedinělými zrny HTK. Max. velikost zrna HTK je 16 mm, max. velikost zrna HDK je 32 mm. Beton je hutný až pórovitý, na povrchu vývrtu byl zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 5 mm. Povrch vývrtu je drsný. Původní líc vývrtu odlomen. Na povrchu vývrtu v hloubce 50 mm zachycen otisk výztuže – žebrovaná, Ø nelze specifikovat.
V9	210/Ø75	Vývrt obsahuje vyvážený podíl DTK a HDK s ojedinělými zrny HTK. Max. velikost zrna HTK je 12 mm, max. velikost zrna HDK je 27 mm. Beton je hutný až pórovitý, na povrchu vývrtu byl zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 6 mm. Povrch vývrtu je drsný. Ve vývrtu v hloubce 5, 25 a 40 mm byla zastižena výztuž – 3 pruty. Na líci vývrtu byla zaznamenána tenkovrstvá stěrka.
V10	120/Ø150	Vývrt obsahuje vyvážený podíl DTK a HDK s ojedinělými zrny HTK. Max. velikost zrna HTK je 20 mm, max. velikost zrna HDK je 27 mm. Beton je hutný až pórovitý, na povrchu vývrtu byl zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 5 mm, ojediněle byly zaznamenány dutiny velikosti až 10 mm. Povrch vývrtu je drsný. Na líci vývrtu a v hloubce 10 a 75 mm byla zastižena výztuž – celkem 3 pruty. Líc vývrtu poškozen z cca 15 %. Na líci vývrtu byla zaznamenána tenkovrstvá stěrka.

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

**Pozn.:** Značka oceli je stanovena orientačně, pro řádné zařazení je nutné znát dobu výstavby konstrukce nebo povést mechanické zkoušky.



**Foto 1:** Pohled na vzorky V1, V3 a V4.



**PŘÍLOHA 2.2. (pokračování)**



**Foto 2:** Pohled na vzorky V6, V7 a V9.



**Foto 3:** Pohled na vzorky V2, V5, V8 a V10.

**PŘÍLOHA 2.2. (pokračování)****Tabulka 2: Výsledky zkoušky pevnosti betonu v tlaku na vývrtech – opěry**

Vývrt	Ozn. zk. vzorku	Průměr vzorku	Výška vzorku	Hmotnost	Objem. hmot.	Max. tlak. síla F	Pevnost betonu na vývrtu $f_{c, core}$	Štíhl. poměr 1	Opravný součinitele 1 (štíhlost) $\kappa_{c, cyl}$	Převodní součinitel (průměr) $\kappa_{d, cyl}$	Válcová pevnost betonu $f_{c, cyl}$	Převodní součinitel (cyl-cube) $\kappa_{cyl, cube}$	Krychelná pevnost betonu $f_{c, cube}$
		[mm]	[mm]	[g]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kN]	[MPa]	[--]	[--]	[--]	[MPa]	[--]	[MPa]
<b>V1</b>	<b>V1-B</b>	78.2	76.1	789	2160	133.0	27.7	0.973	0.839	0.933	21.7	1.250	27.1
	<b>V1-C</b>	78.2	75.2	794	2200	119.0	24.8	0.962	0.833	0.933	19.2	1.252	24.1
<b>Průměr vzorek V1:</b>					<b>2180</b>						<b>20.5</b>		<b>25.6</b>
<b>V4</b>	<b>V4-B</b>	78.2	80.4	826	2140	150.0	31.2	1.028	0.860	0.933	25.0	1.249	31.3
	<b>V4-C</b>	78.3	79.7	849	2220	137.0	28.5	1.018	0.856	0.933	22.7	1.250	28.4
<b>Průměr vzorek V4:</b>					<b>2180</b>						<b>23.9</b>		<b>29.8</b>
<b>Průměr ze všech vzorků:</b>					2180						22.2		27.7
<b>Směrodatná odchylka:</b>					0.0						2.4		3.0
<b>Variační koeficient [%]:</b>					0.0						10.9		10.8

**Vysvětlivky k tabulce:**

Zkušební vzorek nesplňuje požadavek ČSN EN 12504-1 na poměr velikosti max. zrna kameniva k průměru vývrtu (max. 1 : 3).

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

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

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

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

**Posouzení charakteristické pevnosti betonu v tlaku v konstrukci zkoušením vývrtů**

(ČSN EN 13791, čl. 7.3.3 – Postup B)

Počet zkoušek **n**: 4

Krajní mez **k** příslušející malému počtu zkoušek (v závislosti na **n**): 7

Odhad charakteristické pevnosti betonu v tlaku je nižší hodnota z následujících hodnot:

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k = 27,7 - 7 = 20,7 \text{ MPa} \quad \text{nebo} \quad f_{ck, is} = f_{is, min.} + 4 = 24,1 + 4 = 28,1 \text{ MPa}$$

Kritérium shody dle tab. 1, ČSN EN 13791 pro beton pevnostní třídy C 16/20

$$f_{ck, is, cube} = 20,7 > 17 \text{ MPa} = f_{ck, is, cube} \text{ (min. charakt. pevnost betonu, ČSN EN 13791, tab. 1)}$$

Minimální charakteristická pevnost betonu C 16/20  $f_{ck, is, cube} = 17 \text{ MPa}$ .

Minimální charakteristická pevnost zkoušeného betonu  $f_{ck, is, cube} = 20,7 \text{ MPa}$ .

Minimální charakteristická pevnost betonu C 20/25  $f_{ck, is, cube} = 21 \text{ MPa}$ .

**Beton opěr splňuje požadavky pevnostní třídy C 16/20.****Značky a zkratky:**

$f_{ck, is}$	charakteristická pevnost betonu v tlaku v konstrukci
$f_{m(n), is}$	střední hodnota <b>n</b> výsledků zkoušek pevnosti betonu v tlaku v konstrukci
$f_{is, min.}$	nejnižší výsledek zkoušky pevnosti betonu v tlaku v konstrukci
$f_{ck, is, cube}$	min. charakteristická pevnost betonu v tlaku v konstrukci



## PŘÍLOHA 2.2. (pokračování)

Tabulka 3: Výsledky zkoušky pevnosti betonu v tlaku na vývrtech – úložné prahy opěr

Vývrt	Ozn. zk. vzorku	Průměr vzorku	Výška vzorku	Hmotnost	Objem. hmot.	Max. tlak. síla F	Pevnost betonu na vývrtu $f_{c, core}$	Štíhl. poměr 1	Opravný součinitele 1 (štíhlost) $\kappa_{c, cyl}$	Převodní součinitel (průměr) $\kappa_{d, cyl}$	Válcová pevnost betonu $f_{c, cyl}$	Převodní součinitel (cyl-cube) $\kappa_{cyl, cube}$	Krychelná pevnost betonu $f_{c, cube}$
		[mm]	[mm]	[g]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kN]	[MPa]	[--]	[--]	[--]	[MPa]	[--]	[MPa]
V7	V7-B	77.5	81.1	857	2250	136.0	28.8	1.046	0.865	0.932	23.2	1.250	29.1
	V7-C	77.8	78.1	809	2180	144.0	30.3	1.004	0.852	0.932	24.0	1.249	30.0
Průměr vzorek V7:					2220						23.6		29.5
V9	V9-A	78.3	81.5	884	2260	155.0	32.2	1.041	0.864	0.933	25.9	1.248	32.4
Průměr ze všech vzorků:					2240						24.8		31.0
Směrodatná odchylka:					28.3						1.6		2.0
Variační koeficient [%]:					1.3						6.5		6.4

## Vysvětlivky k tabulce:

Zkušební vzorek nesplňuje požadavek ČSN EN 12504-1 na poměr velikosti max. zrna kameniva k průměru vývrtu (max. 1 : 3).

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

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

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

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

Posouzení charakteristické pevnosti betonu v tlaku v konstrukci zkoušením vývrtů

(ČSN EN 13791, čl. 7.3.3 – Postup B)

Počet zkoušek n: 3

Krajní mez k příslušející malému počtu zkoušek (v závislosti na n): 7

Odhad charakteristické pevnosti betonu v tlaku je nižší hodnota z následujících hodnot:

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k = 31,0 - 7 = 24,0 \text{ MPa} \quad \text{nebo} \quad f_{ck, is} = f_{is, min.} + 4 = 29,1 + 4 = 33,1 \text{ MPa}$$

Kritérium shody dle tab. 1, ČSN EN 13791 pro beton pevnostní třídy C 20/25

$$f_{ck, is, cube} = 24,0 > 21 \text{ MPa} = f_{ck, is, cube} \text{ (min. charakt. pevnost betonu, ČSN EN 13791, tab. 1)}$$

Minimální charakteristická pevnost betonu C 20/25  $f_{ck, is, cube} = 21 \text{ MPa}$ .

Minimální charakteristická pevnost zkoušeného betonu  $f_{ck, is, cube} = 24,0 \text{ MPa}$ .

Minimální charakteristická pevnost betonu C 25/30  $f_{ck, is, cube} = 26 \text{ MPa}$ .

Beton úložných prahů opěr splňuje požadavky pevnostní třídy C 20/25.

## Značky a zkratky:

$f_{ck, is}$	charakteristická pevnost betonu v tlaku v konstrukci
$f_{m(n), is}$	střední hodnota n výsledků zkoušek pevnosti betonu v tlaku v konstrukci
$f_{is, min.}$	nejnižší výsledek zkoušky pevnosti betonu v tlaku v konstrukci
$f_{ck, is, cube}$	min. charakteristická pevnost betonu v tlaku v konstrukci

**PŘÍLOHA 2.2. (pokračování)****Tabulka 4: Výsledky zkoušky pevnosti betonu v tlaku na vývrtech – křídla**

Vývrt	Ozn. zk. vzorku	Průměr vzorku	Výška vzorku	Hmotnost	Objem. hmot.	Max. tlak. síla F	Pevnost betonu na vývrtnu $f_{c, core}$	Štíhl. poměr 1	Opravný součinitele 1 (štíhlost) $\kappa_{c, cyl}$	Převodní součinitel (průměr) $\kappa_{d, cyl}$	Válcová pevnost betonu $f_{c, cyl}$	Převodní součinitel (cyl-cube) $\kappa_{cyl, cube}$	Krychelná pevnost betonu $f_{c, cube}$
		[mm]	[mm]	[g]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kN]	[MPa]	[--]	[--]	[--]	[MPa]	[--]	[MPa]
<b>V3</b>	V3-B	78.3	84.9	954	2340	140.0	29.1	1.084	0.875	0.933	23.7	1.250	29.7
	V3-C	78.3	73.6	806	2280	146.0	30.3	0.940	0.816	0.933	23.1	1.250	28.8
<b>Průměr vzorek V3:</b>					<b>2310</b>						<b>23.4</b>		<b>29.3</b>
<b>V6</b>	V6-A	78.3	72.8	774	2210	111.0	23.1	0.930	0.800	0.933	17.2	1.252	21.5
	V6-B	78.1	64.8	711	2300	107.0	22.3	0.830	0.800	0.932	16.7	1.252	20.9
<b>Průměr vzorek V6:</b>					<b>2260</b>						<b>16.9</b>		<b>21.2</b>
<b>Průměr ze všech vzorků:</b>					2290						20.2		25.2
<b>Směrodatná odchylka:</b>					35.4						4.6		5.7
<b>Variační koeficient [%]:</b>					1.5						22.7		22.6

**Vysvětlivky k tabulce:**

  Zkušební vzorek nesplňuje požadavek ČSN EN 12504-1 na poměr velikosti max. zrna kameniva k průměru vývrtu (max. 1 : 3).

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

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

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

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

### **Posouzení charakteristické pevnosti betonu v tlaku v konstrukci zkoušením vývrtů** (ČSN EN 13791, čl. 7.3.3 – Postup B)

Počet zkoušek **n**: 4

Krajní mez **k** příslušející malému počtu zkoušek (v závislosti na **n**): 7

Odhad charakteristické pevnosti betonu v tlaku je nižší hodnota z následujících hodnot:

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k = 25,2 - 7 = 18,2 \text{ MPa} \quad \text{nebo} \quad f_{ck, is} = f_{is, min.} + 4 = 20,9 + 4 = 24,9 \text{ MPa}$$

Kritérium shody dle tab. 1, ČSN EN 13791 pro beton pevnostní třídy C 16/20

$$f_{ck, is, cube} = 18,2 > 17 \text{ MPa} = f_{ck, is, cube} \text{ (min. charakt. pevnost betonu, ČSN EN 13791, tab. 1)}$$

Minimální charakteristická pevnost betonu C 16/20  $f_{ck, is, cube} = 17 \text{ MPa}$ .

Minimální charakteristická pevnost zkoušeného betonu  $f_{ck, is, cube} = 18,2 \text{ MPa}$ .

Minimální charakteristická pevnost betonu C 20/25  $f_{ck, is, cube} = 21 \text{ MPa}$ .

### **Beton křídel splňuje požadavky pevnostní třídy C 16/20.**

**Značky a zkratky:**

$f_{ck, is}$	charakteristická pevnost betonu v tlaku v konstrukci
$f_{m(n), is}$	střední hodnota <b>n</b> výsledků zkoušek pevnosti betonu v tlaku v konstrukci
$f_{is, min.}$	nejnižší výsledek zkoušky pevnosti betonu v tlaku v konstrukci
$f_{ck, is, cube}$	min. charakteristická pevnost betonu v tlaku v konstrukci

**PŘÍLOHA 2.3.**

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE  
EV. Č. 38-058a, SKUHROV**

**NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI POVRCHOVÝCH VRSTEV  
V PROSTÉM TAHU**

Vypracoval: Ing. Stanislav Řeháček

(celkem 3 strany)

# NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI POVRCHOVÝCH VRSTEV V PROSTÉM TAHU

Terč číslo	Poloha odtrhu	Upřesnění místa odběru	Typ podkladu	Odrhová síla F [kN]	Rozměr (průměr) [mm]		Plocha A [mm <sup>2</sup> ]	Napětí R <sub>t</sub> [MPa]	Charakteristika a porušení
					a	b			
11	Nosníky	-	beton	10.2	50	50	2500	4.08	B
12			beton	11.0	50	50	2500	4.40	B
13			beton	8.3	50	50	2500	3.32	B
14			beton	6.2	50	50	2500	2.48	B
Průměr								3.57	
Směrodatná odchylka								0.74	
Celkový průměr								3.6	

Terč číslo	Poloha odtrhu	Upřesnění místa odběru	Typ podkladu	Odrhová síla F [kN]	Rozměr (průměr) [mm]		Plocha A [mm <sup>2</sup> ]	Napětí R <sub>t</sub> [MPa]	Charakteristika a porušení
					a	b			
2	Opěry	-	beton	0.9	50	50	2500	0.36	B
3			beton	1.8	50	50	2500	0.72	B
7			beton	3.2	50	50	2500	1.28	B
8			beton	3.0	50	50	2500	1.20	B
Průměr								0.89	
Směrodatná odchylka								0.37	
Celkový průměr								0.9	

Terč číslo	Poloha odtrhu	Upřesnění místa odběru	Typ podkladu	Odrhová síla F [kN]	Rozměr (průměr) [mm]		Plocha A [mm <sup>2</sup> ]	Napětí R <sub>t</sub> [MPa]	Charakteristika a porušení
					a	b			
15	Úložné prahy opěr	-	beton	5.3	50	50	2500	2.12	B
16			beton	2.2	50	50	2500	0.88	B
23			beton	2.1	50	50	2500	0.84	B
24			beton	4.6	50	50	2500	1.84	B
Průměr								1.42	
Směrodatná odchylka								0.57	
Celkový průměr								1.4	

**PŘÍLOHA 2.3.** (pokračování)**SPODNÍ STAVBA – KŘÍDLA**

Terč číslo	Poloha odtrhu	Upřesnění místa odběru	Typ podkladu	Odtřhová síla F [kN]	Rozměr (průměr) [mm]		Plocha A [mm <sup>2</sup> ]	Napětí R <sub>t</sub> [MPa]	Charakteristik a porušení
					a	b			
1	Křídla	-	beton	1.7	50	50	2500	0.68	B
4			beton	0.5	50	50	2500	0.20	B
5			beton	0.7	50	50	2500	0.28	B
6			beton	1.2	50	50	2500	0.48	B
9			beton	1.0	50	50	2500	0.40	B
10			beton	4.2	50	50	2500	1.68	B
17			beton	1.2	50	50	2500	0.48	B
18			beton	0.6	50	50	2500	0.24	B
Průměr								0.56	
Směrodatná odchylka								0.45	
Celkový průměr								0.6	

**SPODNÍ STAVBA – ŘÍMSY**

Terč číslo	Poloha odtrhu	Upřesnění místa odběru	Typ podkladu	Odtřhová síla F [kN]	Rozměr (průměr) [mm]		Plocha A [mm <sup>2</sup> ]	Napětí R <sub>t</sub> [MPa]	Charakteristika a porušení
					a	b			
19	Římsy	-	beton	4.2	50	50	2500	1.68	B
20			beton	3.1	50	50	2500	1.24	B
21			beton	2.5	50	50	2500	1.00	B
22			beton	3.1	50	50	2500	1.24	B
Průměr								1.29	
Směrodatná odchylka								0.25	
Celkový průměr								1.3	

Terč	Z
Lepidlo	X
Beton	B

**PŘÍLOHA 2.4.**

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE  
EV. Č. 38-058a, SKUHROV**

**STANOVENÍ OBSAHU CHLORIDŮ V BETONU**

Vypracoval: Ing. Daniel Dobiáš Ph.D.

(celkem 3 strany)

**PŘÍLOHA 2.4.** (pokračování)**STANOVENÍ OBSAHU CHLORIDŮ V BETONU**Celkové výsledky analýz obsahu  $\text{Cl}^-$  v % dle ČSN EN 206+A1, **opěry**

Způsob odběru	Místo odběru	Upřesnění odběru vzorků	Označení vzorku	Typ betonu pro hodnocení	Chloridy Cl <sup>-</sup> v % hmotnosti suchého vzorku betonu	Hloubka odběru [mm]	350 kg v 1 m <sup>3</sup> betonu [%]
V R N T Í Á	opěra		CH4-1	prostý beton	0.064	0-15	0.40
			CH4-2		0.082	15-30	0.51
	opěra		CH7-1		0.071	0-15	0.44
			CH7-2		0.049	15-30	0.31
Průměr stanovený v odebrané hloubce vzorku 0-15 mm							0.42
Průměr stanovený v odebrané hloubce vzorku 15-30 mm							0.41

Průměrná objemová hmotnost betonu stanovená z jádrových vývrtů na úrovni 2180 kg/m<sup>3</sup>Celkové výsledky analýz obsahu  $\text{Cl}^-$  v % dle ČSN EN 206+A1, **úložné prahy**

Způsob odběru	Místo odběru	Upřesnění odběru vzorků	Označení vzorku	Typ betonu pro hodnocení	Chloridy Cl <sup>-</sup> v % hmotnosti suchého vzorku betonu	Hloubka odběru [mm]	350 kg v 1 m <sup>3</sup> betonu [%]
V R N T Í Á	Úložný práh		CH3-1	před. beton	0.210	0-15	1.34
			CH3-2		0.200	15-30	1.28
	Úložný práh		CH14-1		0.260	0-15	1.66
			CH14-2		0.220	15-30	1.41
Průměr stanovený v odebrané hloubce vzorku 0-15 mm							1.50
Průměr stanovený v odebrané hloubce vzorku 15-30 mm							1.34

Průměrná objemová hmotnost betonu stanovená z jádrových vývrtů na úrovni 2240 kg/m<sup>3</sup>Celkové výsledky analýz obsahu  $\text{Cl}^-$  v % dle ČSN EN 206+A1, **křídla**

Způsob odběru	Místo odběru	Upřesnění odběru vzorků	Označení vzorku	Typ betonu pro hodnocení	Chloridy Cl <sup>-</sup> v % hmotnosti suchého vzorku betonu	Hloubka odběru [mm]	350 kg v 1 m <sup>3</sup> betonu [%]
V R T Á N Í	Křídla		CH5-1	prostý beton	0.160	0-15	1.05
			CH5-2		0.097	15-30	0.63
	Křídla		CH6-1		0.035	0-15	0.23
	Křídla		CH6-2		0.012	15-30	0.08
			CH8-1		0.032	0-15	0.21
			CH8-2		0.012	15-30	0.08
	Křídla		CH9-1		0.023	0-15	0.15
			CH9-2		0.014	15-30	0.09
	Průměr stanovený v odebrané hloubce vzorku 0-15 mm						
Průměr stanovený v odebrané hloubce vzorku 15-30 mm							0.22

Průměrná objemová hmotnost betonu stanovená z jádrových vývrtů na úrovni 2290 kg/m<sup>3</sup>

**PŘÍLOHA 2.4. (pokračování)**

Celkové výsledky analýz obsahu  $\text{Cl}^-$  v % dle ČSN EN 206+A1, římsy

Způsob odběru	Místo odběru	Upřesnění odběru vzorků	Označení vzorku	Typ betonu pro hodnocení	Chloridy Cl <sup>-</sup> v % hmotnosti suchého vzorku betonu	Hloubka odběru [mm]	350 kg v 1 m <sup>3</sup> betonu [%]
V R N T Í Á	Římsy		CH10-1	před. beton	0.010	0-15	0.07
			CH10-2		0.011	15-30	0.07
	Římsy		CH11-1		0.003	0-15	0.02
			CH11-2		0.008	15-30	0.05
Průměr stanovený v odebrané hloubce vzorku 0-15 mm							0.04
Průměr stanovený v odebrané hloubce vzorku 15-30 mm							0.06
Průměrná objemová hmotnost betonu stanovená odhadem na úrovni 2350 kg/m <sup>3</sup>							

Celkové výsledky analýz obsahu  $\text{Cl}^-$  v % dle ČSN EN 206+A1, nosná konstrukce

Způsob odběru	Místo odběru	Upřesnění odběru vzorků	Označení vzorku	Typ betonu pro hodnocení	Chloridy Cl <sup>-</sup> v % hmotnosti suchého vzorku betonu	Hloubka odběru [mm]	420 kg v 1 m <sup>3</sup> betonu [%]
V R T Á N Í	Nosníky		CH1-1	před. beton	0.003	0-15	0.02
			CH2-2		0.001	15-30	0.01
	Nosníky		CH2-1		0.002	0-15	0.01
			CH2-2		0.001	15-30	0.01
	Nosníky		CH12-1		0.005	0-15	0.03
			CH12-2		0.002	15-30	0.01
	Nosníky		CH13-1		0.013	0-15	0.08
			CH13-2		0.003	15-30	0.02
Průměr stanovený v odebrané hloubce vzorku 0-15 mm							0.03
Průměr stanovený v odebrané hloubce vzorku 15-30 mm							0.01
Průměrná objemová hmotnost betonu stanovená odhadem na úrovni 2450 kg/m <sup>3</sup>							

Zhodnocení výsledku analýz obsahu  $\text{Cl}^-$  v % dle ČSN EN 206+A1

Konstrukce	Vrstva hloubky odběru vzorku	Průměrný obsah $\text{Cl}^-$ (% hm.) vztaženo na hmotnost cementu	Limitní hodnota dle	Splnění kritéria
	[ mm ]		ČSN EN 206+A1	
Opěry	0 – 15	0.42	1.0%	Vyhovuje
	15 – 30	0.41		Vyhovuje
ÚP opěr	0 – 15	1.50	0.4%	Nevyhovuje
	15 – 30	1.34		Nevyhovuje
Křídla	0 – 15	0.41	1.0%	Vyhovuje
	15 – 30	0.22		Vyhovuje
Římsy	0 – 15	0.04	0.4%	Vyhovuje
	15 – 30	0.06		Vyhovuje
Nosníky	0 – 15	0.03	0.2%	Vyhovuje
	15 – 30	0.01		Vyhovuje



**PŘÍLOHA 2.5.**

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE  
EV. Č. 38-058a, SKUHROV**

**ODOLNOST PROTI CH.R.L. – METODA C**

Vypracoval: Ing. Tomáš Mandlík, Ing. Stanislav Řeháček

(celkem 6 stran)

**PŘÍLOHA 2.5.** (pokračování)**Tabulka 1:** Rozměry zkušebních těles a výsledky naměřených odpadů

Vzorek	Průměr vzorku [mm]	Výška vzorku [mm]	Plocha vzorku [mm <sup>2</sup> ]	Hmotnost [g]	Objemová hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	Povrchová nasákavost [g/m <sup>2</sup> ]	Suma odpadů po cyklech v g/m <sup>2</sup>		
							25	50	75
V2	138,0	53,4	14939	1703	2130	3126	3474	12163	-
V5	148,0	51,1	17195	1879	2140	372	157	436	1099
V8	148,4	82,2	17288	3133	2210	405	1631	5090	-
V10	147,7	90,9	17125	3495	2250	2091	2622	8169	-

**Vysvětlivky k tabulce:**

Zkušební vzorek obsahoval výztuž (viz Popis vývrtů). Objemová hmotnost betonu je přítomností výztuže ovlivněna.

- Pozn.:**
- a) Po 50 zatěžovacích cyklech byl zaznamenán rozpad líce a "dna" vzorků V2, V8 a V10. Zkouška byla ukončena
  - b) Po 75 zatěžovacích cyklech byl zaznamenán počátek rozpadu "dna" vzorku V5.

**Nejistota měření:**

Rozšířená nejistota měření odpadů je 10 g/m<sup>2</sup>.

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

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

**PŘÍLOHA 2.5.** (pokračování)

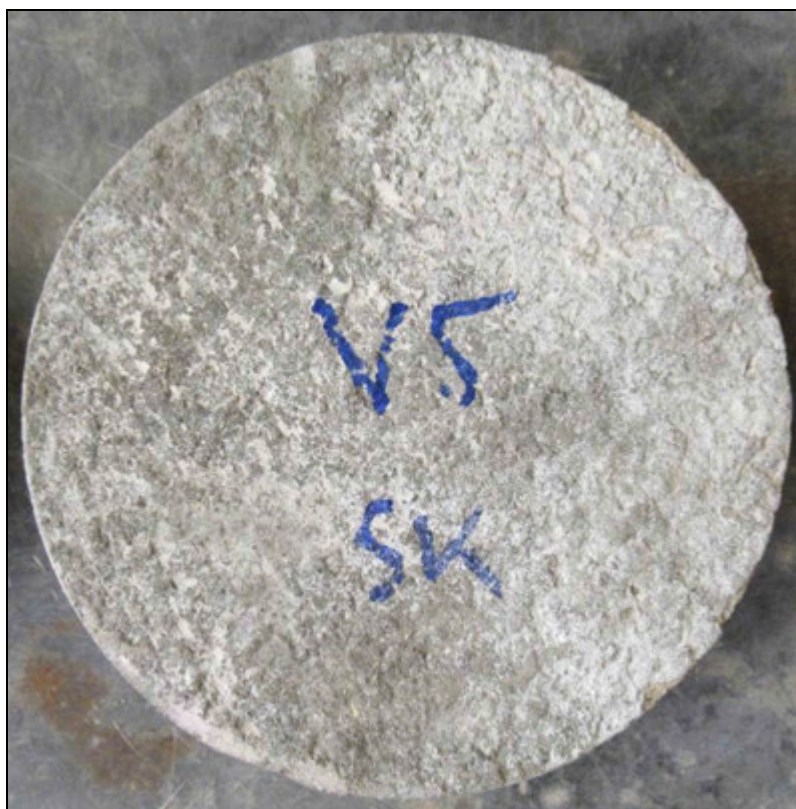


**Foto 1:** Pohled na líc vývrtnu V2 před zkouškou



**Foto 2:** Pohled na líc a „dno“ vzorku V2 – po CH.R.L. - metoda C – 50 cyklů

**PŘÍLOHA 2.5.** (pokračování)



**Foto 3:** Pohled na líc vývrtu V5 před zkouškou



**Foto 4:** Pohled na líc a „dno“ vzorku V5 – po CH.R.L. - metoda C – 75 cyklů



**PŘÍLOHA 2.5.** (pokračování)

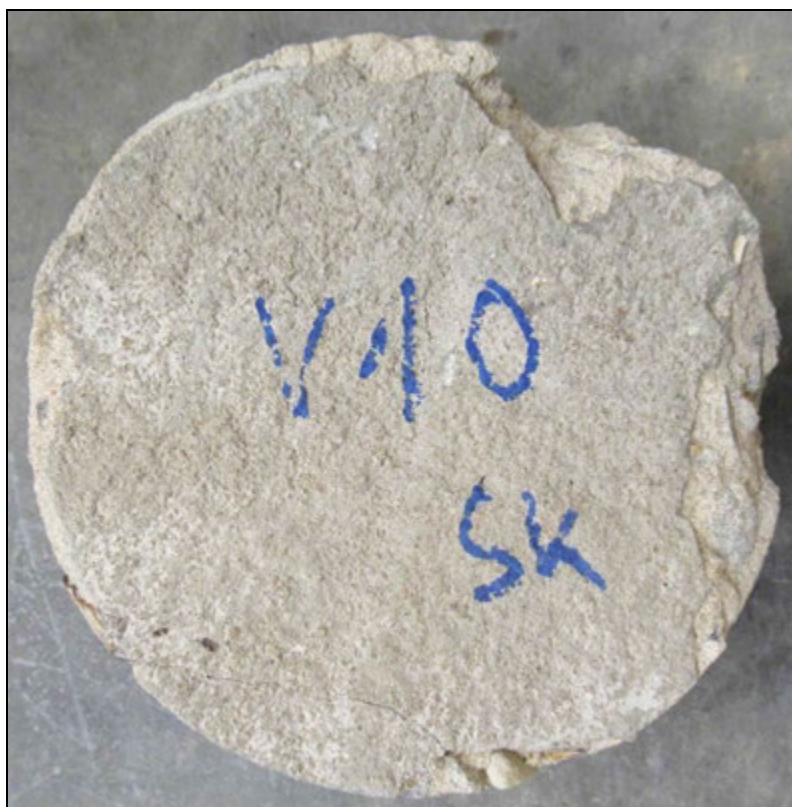


**Foto 5:** Pohled na líc vývrtu V8 před zkouškou



**Foto 6:** Pohled na líc a „dno“ vzorku V8 – po CH.R.L. - metoda C – 50 cyklů

**PŘÍLOHA 2.5.** (pokračování)



**Foto 7:** Pohled na líc vývrtu V10 před zkouškou



**Foto 8:** Pohled na líc a „dno“ vzorku V10 – po CH.R.L. - metoda C – 50 cyklů

**PŘÍLOHA 2.6.**

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE  
EV. Č. 38-058a, SKUHROV**

**STANOVENÍ NASÁKAVOSTI BETONU**

Vypracoval: Ing. Tomáš Mandlík, Ing. Stanislav Řeháček

(celkem 2 strany)

**PŘÍLOHA 2.6. (pokračování)****STANOVENÍ OBJEMOVÉ HMOTNOSTI A NASÁKAVOSTI BETONU**

Datum zkoušky	:	20. 8. 2018 – 30. 8. 2018
Zkoušku provedl	:	Ing. Tomáš Mandlík
Zkušební vzorky	:	odřezky jádrových vývrtů o Ø cca 74 mm
Prostředí zkoušky	:	teplota 20 °C, vlhkost 44 %
Zatěžovací stroj	:	sušárna HS 202, metrologické číslo P 10 001 T; váhy KERN 101 kg, metrologické číslo P 04 008 M

Výpočet nasákavosti byl proveden dle vztahu:

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

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

**Vyhodnocení zkoušky nasákavosti - opěry**

Označení vzorku	Hmotnost nasyceného vzorku	Hmotnost hydrostaticky váženého vzorku	Hmotnost vysušeného vzorku	Objemová hmotnost z hydrostatického vážení	Nasákavost
	[g]	[g]	[g]	[kg.m <sup>-3</sup> ]	[%]
V1-A	722	406	674	2280	7.2
V4-A	685	371	635	2180	7.8
<b>Průměr</b>				<b>2180</b>	<b>7.5</b>

**Vyhodnocení zkoušky nasákavosti - ÚP opěr**

Označení vzorku	Hmotnost nasyceného vzorku	Hmotnost hydrostaticky váženého vzorku	Hmotnost vysušeného vzorku	Objemová hmotnost z hydrostatického vážení	Nasákavost
	[g]	[g]	[g]	[kg.m <sup>-3</sup> ]	[%]
V7-A	702	389	649	2240	8.2
V9-B	646	369	601	2330	7.5
<b>Průměr</b>				<b>2330</b>	<b>7.8</b>

**Vyhodnocení zkoušky nasákavosti - Křídla**

Označení vzorku	Hmotnost nasyceného vzorku	Hmotnost hydrostaticky váženého vzorku	Hmotnost vysušeného vzorku	Objemová hmotnost z hydrostatického vážení	Nasákavost
	[g]	[g]	[g]	[kg.m <sup>-3</sup> ]	[%]
V3-A	739	432	692	2400	6.8
V6-C	1018	571	955	2270	6.6
<b>Průměr</b>				<b>2270</b>	<b>6.7</b>

**Nejistota měření:**

Rozšířená nejistota měření nasákavosti je 1,0 %.

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

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



## **PŘÍLOHA 3**

### **STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE EV. Č. 38-058a, SKUHROV**

#### **SONDY**

Vypracoval: Ing. Stanislav Řeháček

**PŘÍLOHA 3.1. - NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ POLOHY VÝZTUŽE**

**PŘÍLOHA 3.2. - DESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ POLOHY PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽE**

**PŘÍLOHA 3.3. – FOTODOKUMENTACE SONDY**

**PŘÍLOHA 3.4. – ENDOSKOPICKÁ PROHLÍDKA KOMOR KA NOSNÍKŮ**

**PŘÍLOHA 3.1**

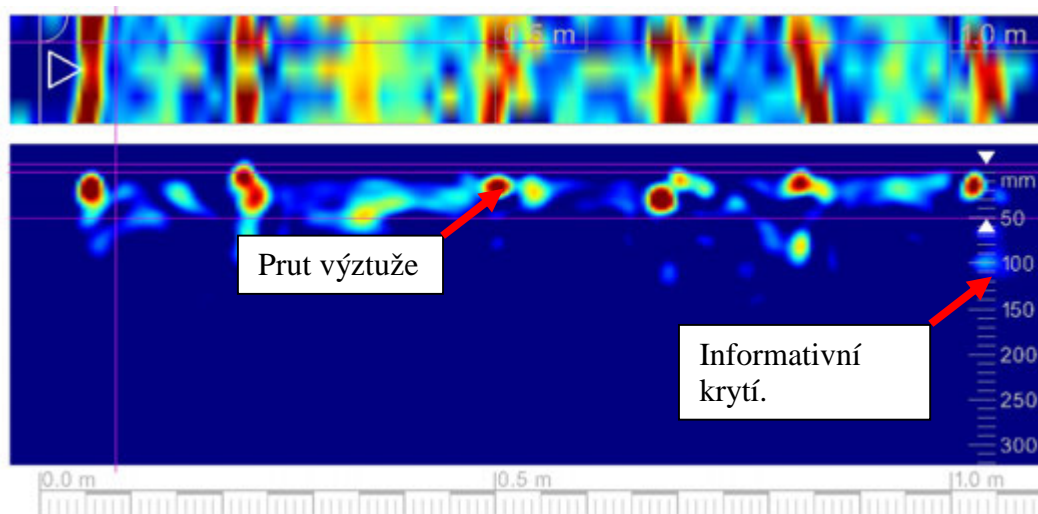
**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE**

**EV. Č. 38-058a, SKUHROV**

**NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ POLOHY VÝZTUŽE**

**Sonda NS1 – Úložný práh opěry, svislá výztuž**Grafický výstup z radaru HILTI PS 1000.

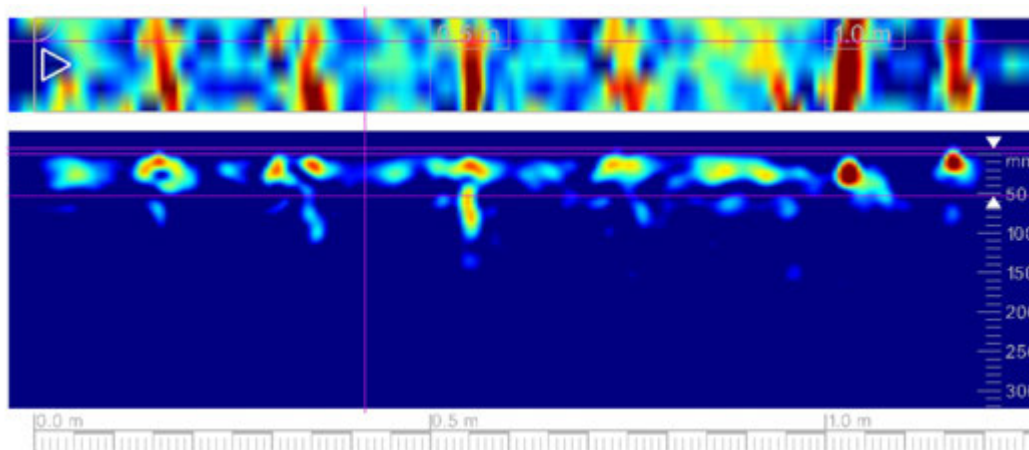
Pohled na konstrukci



Řez konstrukcí.

Radarem HILTI PS 1000 by provedený vodorovný scan o délce cca 1,0 m. Scan byl vyhotoven na konstrukci tak, aby bylo schéma zobrazeno zleva doprava. V horní části scanu je zobrazen rastr svislé výztuže úložného prahu a v dolní části vykreslení se nachází řez v kolmé rovině.

Scanem bylo zjištěno vyztužení 6 pruty výztuže na délku sondy 1,0 m, krytí cca 2 – 20 mm.

**Sonda NS2 – Úložný práh opěry, svislá výztuž**Grafický výstup z radaru HILTI PS 1000.

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

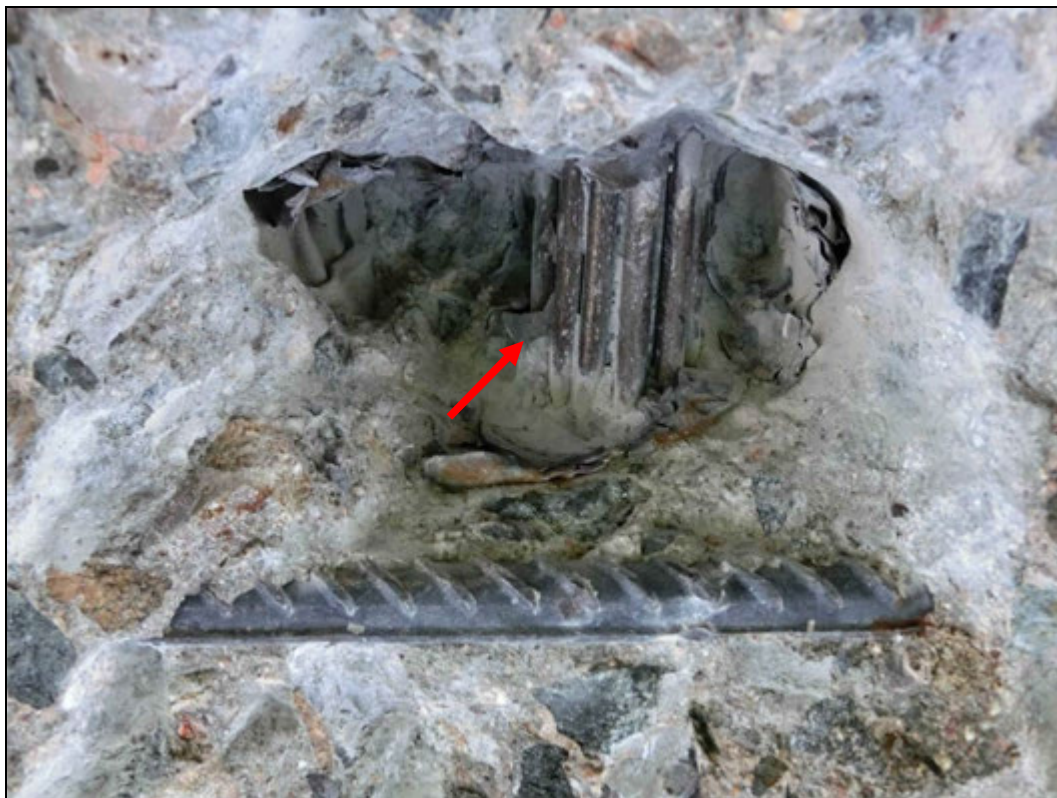
Scanem bylo zjištěno vyztužení 7 pruty výztuže na délku sondy 1,2 m, krytí cca 2 – 20 mm.

**PŘÍLOHA 3.2**

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE**

**EV. Č. 38-058a, SKUHROV**

**DESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ POLOHY PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽE**



**Foto 1:** Detail sondy S1, předpínací výztuž nosník I-67, spodní líc. Na předpínací výztuži nebyla nalezena koroze. Chránička zcela vyplněna injektážní směsí. Krytí předpínací výztuže cca 60 mm. Poloha viz Příloha 1.



**Foto 2:** Detail sondy S2, předpínací výztuž nosník I-67, spodní líc. Na předpínací výztuži byla nalezena povrchová koroze. Chránička zcela vyplněna injektážní směsí. Krytí předpínací výztuže cca 50 mm. Poloha viz Příloha 1.





**Foto 3:** Detail sondy S3, předpínací výztuž nosník I-67, spodní líc. Na předpínací výztuži nebyla nalezena korozе. Chránička zcela vyplněna injektážní směsí. Krytí předpínací výztuže cca 50 mm. Poloha viz Příloha 1.



**Foto 4:** Detail sondy S4, předpínací výztuž nosník I-67, spodní líc. Na předpínací výztuži nebyla nalezena korozе. Chránička zcela vyplněna injektážní směsí. Krytí předpínací výztuže cca 55 mm. Poloha viz Příloha 1.





**Foto 5:** Detail sondy S5, předpínací výztuž nosník I-67, spodní líc. Na předpínací výztuži nebyla nalezena korozе. Chránička zcela vyplněna injektážní směsí. Krytí předpínací výztuže cca 60 mm. Poloha viz Příloha 1.



**Foto 6:** Detail sondy S8, předpínací výztuž nosník I-67, spodní líc. Na předpínací výztuži byla nalezena drobná povrchová korozе. Chránička zcela vyplněna injektážní směsí. Krytí předpínací výztuže cca 50 mm. Poloha viz Příloha 1.



**Foto 7:** Detail sondy S7, předpínací výztuž nosník I-67, spodní líc. Na předpínací výztuži byla nalezena drobná povrchová koroze. Chránička zcela vyplněna injektážní směsí. Krytí předpínací výztuže cca 55 mm. Poloha viz Příloha 1.



**PŘÍLOHA 3.3**

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE  
EV. Č. 38-058a, SKUHROV**

**FOTODOKUMENTACE SONDY**



**Foto 1:** Detail sondy S8, sonda úložný práh opěry, svislá výztuž: žebírková výztuž průměr 14 mm, krytí výztuže cca 10 mm. Na výztuži nalezena silná koroze s tvorbou korozních zplodin a oslabením plochy průřezu 5 – 10 %.



**Foto 2:** Detail sondy S9, sonda úložný práh opěry, svislá výztuž: žebírková výztuž průměr 14 mm, krytí výztuže cca 10 mm. Na výztuži nalezena silná koroze s tvorbou korozních zplodin a oslabením plochy průřezu 5 – 10 %.



**Foto 3:** Pohled do provádění jádrového vrtu V11, pro stanovení skladby vozovky.



**Foto 4:** Pohled na výnos z vrtu V11 pro stanovení skladby vozovky.  
Šipkou vyznačen horní líc vozovky.

**PŘÍLOHA 3.4**

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE**

**EV. Č. 38-058a, SKUHROV**

**ENDOSKOPICKÁ PROHLÍDKA KOMOR MPD NOSNÍKŮ**





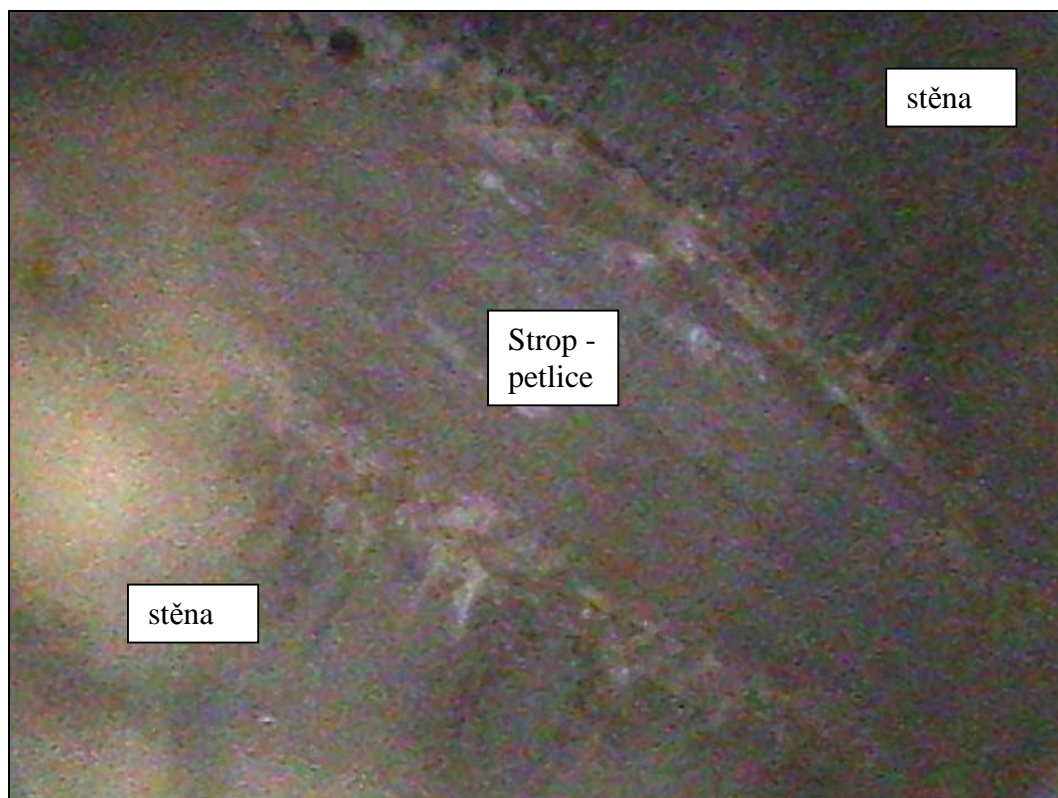
**Foto 1:** Detail vnitřního povrchu prostoru mezi nosníky I-67. Sonda 1, Poloha viz Příloha 1. Masivní zatékání do prostoru mezi nosníky, krápníky a výluhy. Koroze měkké výztuže nosníků a petlice.



**Foto 2:** Detail vnitřního povrchu prostoru mezi nosníky I-67. Sonda 2, Poloha viz Příloha 1. Masivní zatékání do prostoru mezi nosníky, krápníky a výluhy. Koroze měkké výztuže nosníků a petlice.



**Foto 3:** Detail vnitřního povrchu prostoru mezi nosníky I-67. Sonda 3, Poloha viz Příloha 1. Masivní zatékání do prostoru mezi nosníky, krápníky a výluhy. Koroze měkké výztuže nosníků a petlice.



**Foto 4:** Detail vnitřního povrchu prostoru mezi nosníky I-67. Sonda 4, Poloha viz Příloha 1. Masivní zatékání do prostoru mezi nosníky, krápníky a výluhy. Koroze měkké výztuže nosníků a petlice.

## **PŘÍLOHA 4**

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE**

**EV. Č. 38-058a, SKUHROV**

**VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA**





**Foto 1:** Celkový pohled na mostní konstrukci.



**Foto 2:** Celkový pohled na mostní konstrukci.





**Foto 3:** Opěra směr Skuhrov.  
Na krajích opěry stopy po zatékání.



**Foto 4:** Opěra směr Veselá. Koroze výztuže úložného prahu.  
Na krajích opěry stopy po zatékání.



**Foto 5:** Opěra směr Veselá. Stopy po zatékání  
Koroze výztuže úložného prahu.



**Foto 6:** Opěra směr Veselá. Stopy po zatékání  
Koroze výztuže úložného prahu.





**Foto 7:** Křídlo u opěry směr Veselá. Stopy po zatékání.  
Plošná degradace betonu typu V až E.



**Foto 8:** Křídlo u opěry směr Veselá. Stopy po zatékání.  
Plošná degradace betonu typu V až E.





**Foto 9:** Křídlo u opěry směr Veselá. Stopy po zatékání.  
Plošná degradace betonu typu V až E.



**Foto 10:** Křídlo u opěry směr Skuhrov. Stopy po zatékání.  
Plošná degradace betonu typu V.





**Foto 11:** Křídlo u opěry směr Skuhrov. Stopy po zatékání.  
Plošná degradace betonu typu V až E.



**Foto 12:** Křídlo u opěry směr Skuhrov.  
Plošná degradace betonu typu V až E.





**Foto 13:** Křídlo u opěry směr Skuhrov.  
Plošná degradace betonu typu V až E.



**Foto 14:** Spodní líc nosné konstrukce, stopy po zatékání.  
Lokální koroze měkké výztuže nosníků.



**Foto 15:** Bok krajního nosníku. Stopy po zatékání.  
Lokální koroze měkké výztuže nosníků.



**Foto 16:** Bok krajního nosníku. Stopy po zatékání.  
Lokální koroze měkké výztuže nosníků.





**Foto 17:** Bok krajního nosníku. Stopy po zatékání.  
Lokální koroze měkké výztuže nosníků.



**Foto 18:** Bok krajního nosníku. Stopy po zatékání.  
Lokální koroze měkké výztuže nosníků.





**Foto 19:** Bok krajního nosníku. Stopy po zatékání.  
Lokální koroze měkké výztuže nosníků.



**Foto 20:** Spodní líc nosné konstrukce, stopy po zatékání.  
Lokální koroze měkké výztuže nosníků a petlic.



**Foto 21:** Opěra směr Veselá.  
Korozí poškozená, neošetřená ložiska.



**Foto 22:** Opěra směr Veselá.  
Korozí poškozená, neošetřená ložiska.





**Foto 23:** Opěra směr Veselá.  
Korozí poškozená, neošetřená ložiska.



**Foto 24:** Opěra směr Skuhrov.  
Korozí poškozená, neošetřená ložiska.



**Foto 25:** Opěra směr Skuhrov.  
Korozí poškozená, neošetřená ložiska.



**Foto 26:** Opěra směr Skuhrov.  
Korozí poškozená, neošetřená ložiska.





**Foto 27:** Římsa. Degradovaná spodní hrana římsy.  
Koroze odhalené výztuže.



**Foto 28:** Římsa. Degradovaná spodní hrana římsy.  
Koroze odhalené výztuže.





**Foto 29:** Pohled na vozovku a chodníky.  
Nerovnosti, trhliny a výtluky ve vozovce. V chodnících uchycena vegetace.



**Foto 30:** Pohled na vozovku a chodníky.  
Nerovnosti, trhliny a výtluky ve vozovce. V chodnících uchycena vegetace.





**Foto 31:** Pohled na zábradlí. Koroze zábradlí.



**Foto 32:** Zcela zkorodovaný sloupek zábradlí.



**Foto 33:** Zcela zkorodovaný sloupek zábradlí.