

Číslo zakázky: 20110114000

Číslo dokumentu: 1

Číslo výtisku: DIGITALIZACE

Diagnostický průzkum mostu NB-05 v Nymburce

Diagnostický průzkum mostu ev. č. NB-05



duben 2020

Číslo zakázky: 20110114000
Číslo dokumentu: 1

Zakázka: Diagnostický průzkum mostu NB-05 v Nymburce
Dokument: Diagnostický průzkum mostu ev. č. NB-05
Objednatel: Město Nymburk, odbor správy městského majetku
Zhotovitel: INSET s.r.o., Divize energetika, Lucemburská 1170/7, 130 00 Praha 3
Tel.: +420 221 489 105, e-mail: energetika@inset.com

Odpovědný řešitel: Ing. Martin Kopecký

Ředitel divize: Ing. Jiří Košťál, Ph.D.

Dokument vypracoval: Ing. Martin Kopecký

Výstupní kontrola: Bc. Dominika Kuchařová

Rozdělovník: 1-3 Město Nymburk, odbor správy městského majetku
0 spisovna INSET s.r.o.

OBSAH:

| | |
|---|----|
| 1. ÚVOD..... | 4 |
| 1.1. Identifikační údaje | 4 |
| 1.2. Podklady pro vypracování zprávy..... | 4 |
| 1.3. Údaje o konstrukci..... | 5 |
| 2. METODIKA PRACÍ..... | 7 |
| 2.1. Pevnost betonu v tlaku na jádrových vývrtech | 7 |
| 2.2. Stanovení míry karbonatace | 7 |
| 2.3. Analytické stanovení obsahu chloridů | 7 |
| 2.4. Diagnostika betonářské výztuže..... | 7 |
| 2.5. Stanovení pevnosti v tahu, odtrhová zkouška | 8 |
| 2.6. Zjištění skladby vozovky..... | 9 |
| 3. PROVEDENÉ PRÁCE..... | 9 |
| 3.1. Pevnost betonu v tlaku na jádrových vývrtech | 9 |
| 3.2. Stanovení míry karbonatace | 9 |
| 3.3. Analytické stanovení obsahu chloridů | 10 |
| 3.4. Diagnostika betonářské výztuže..... | 11 |
| 3.5. Stanovení pevnosti v tahu, odtrhová zkouška | 13 |
| 3.6. Zjištění skladby vozovky..... | 13 |
| 3.7. Ostatní zjištěné parametry | 15 |
| 4. ZÁVĚR | 16 |

PŘÍLOHY:

- Příloha 1: Vývrty – vyšetření a zkoušení v tlaku
- Příloha 2: Zjištění obsahu chloridových iontů v betonu
- Příloha 3: Destruktivní sondy k betonářské výztuži
- Příloha 4: Nedestruktivní detekování výztuže
- Příloha 5: Výsledky odtrhových zkoušek
- Příloha 6: Digitalizace zprávy a fotodokumentace pořízená při diagnostickém průzkumu
(DVD jako volná příloha v obálce)

1. ÚVOD

1.1. Identifikační údaje

Objednatel: Město Nymburk, odbor správy městského majetku
Náměstí Přemyslovců 163, 288 02 Nymburk
IČ: 00 239 500, DIČ: CZ 00 239 500

Zhotovitel: INSET s.r.o., Lucemburská 1170/7, 130 00 Praha 3
IČ: 03 579 727, DIČ: CZ 03 579 727

Objednávka: Objednávka č. 85/2020

Předmět objednávky: Provedení diagnostického průzkumu mostu NB-05 v Nymburce

1.2. Podklady pro vypracování zprávy

- [1] Místní šetření
- [2] Mostní list z databáze BMS – dostupný po přihlášení na <http://bms.clevera.cz/>
- [3] ČSN 73 6200 Mosty – terminologie a třídění
- [4] ČSN EN 12390-3 Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles
- [5] ČSN 73 6242 Navrhování a provádění vozovek na mostech pozemních komunikací
- [6] ČSN EN 206 + A1 Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba, shoda
- [7] ČSN EN 1542 Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Zkušební metody – Stanovení soudržnosti odtrhovou zkouškou
- [8] ČSN EN 14629 Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Zkušební metody – Stanovení obsahu chloridů v zatvrdlém cementu
- [9] MP SJ-PK – část II/2 Průzkumné a diagnostické práce
- [10] TP 72 MD CR Diagnostický průzkum mostů PK
- [11] TKP kapitola 18: Betonové konstrukce a mosty
a další předpisy související.

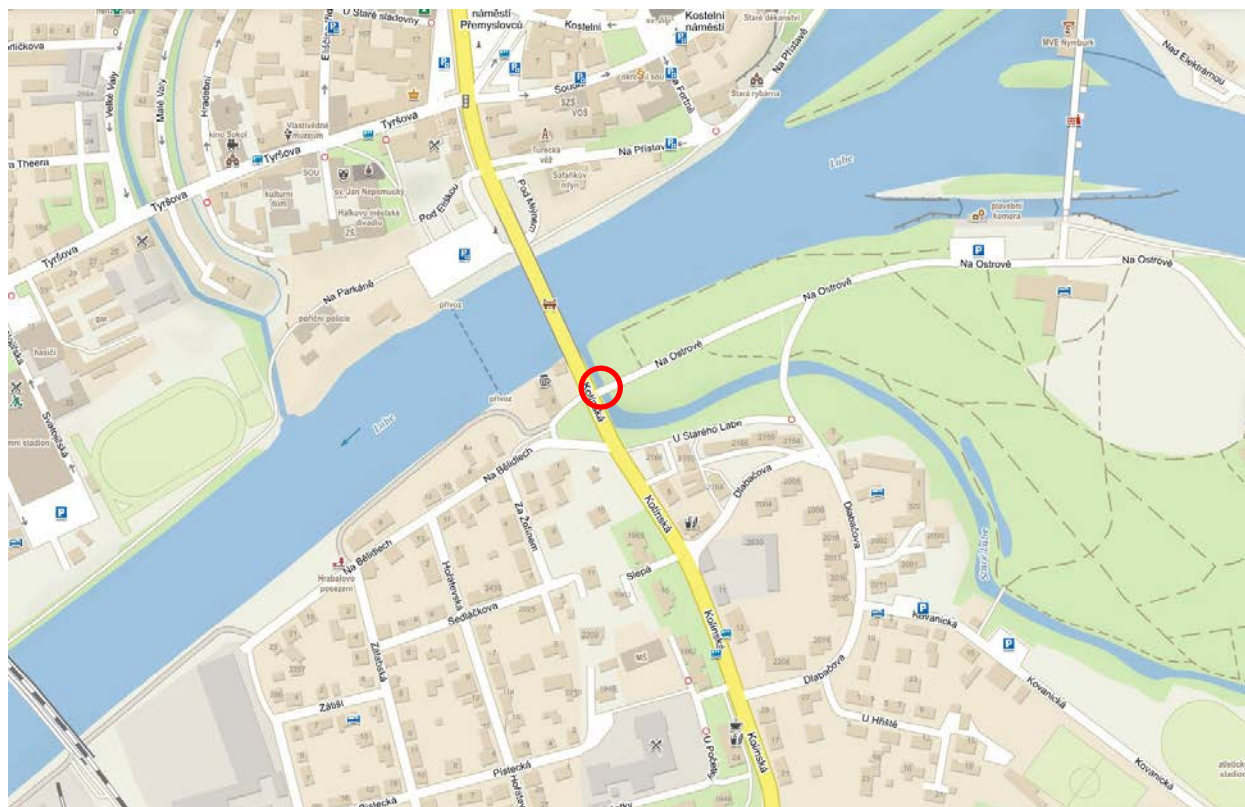
1.3. Údaje o konstrukci

Zájmovou konstrukcí je most ev. č. NB-05, který slouží jako lávka pro pěší přes vodoteč zvanou Staré Labe. Lávka je situována jižně od obloukového silničního mostu přes řeku Labe směrem do ulice Na Ostrově. Jedná se o jednopolevý kolmý most.

Údaje jsou převzaty z [2]. Opěra 1 (u silničního mostu) je tvořena nábrežní zdí, sestávající ve spodní části z kamenného zdiva a v horní části z monolitické betonové konstrukce. Opěra 2 (v ulici Na Ostrově) včetně rovnoběžných křídel je zřejmě z kamenného zdiva opatřeného ochrannou omítkou a nátěrem. Nosná konstrukce je železobetonová monolitická dvoutrámová o jednom prostém poli se dvěma nadpodporovými a jedním mezipodporovým příčником. Chodník (povrch mostního svršku) je živičný, olemovaný řadou zapuštěných žulových kostek s dobetonávkou u zábradlí. Stávající povrch chodníku je navýšený o cca 80-90 mm nad úroveň původního chodníku. Šířka mezi zábradlími je 2,86 m. Římsy jsou železobetonové monolitické, betonované vcelku s nosnou konstrukcí. Zábradlí je atypické s monolitickými železobetonovými sloupky, horním a dolním madlem a ozdobnou litinovou výplní. Pod mostovkou je převáděno trubicí vedení.

Základní údaje o mostní konstrukci dle [2]:

| | |
|----------------------------|--|
| Název mostu: | Lávka pro pěší ze silničního mostu přes Staré Labe na Ostrov |
| Kraj, okres, obec, kat.úz. | Středočeský, Nymburk, Nymburk |
| Správce: | Města a obce, Město Nymburk |
| Délka NK mostu: | 12,50 m |
| Délka přemostění: | 12,00 m |
| Celková šířka mostu: | 3,51 m |
| Výška nad terénem: | 4,50 m |
| Rok postavení objektu: | 1911 |



Obrázek č. 1: Poloha mostu ev. č. NB-05 – detail (zdroj: www.mapy.cz).



Obrázek č. 2: Pohled na mostní svršek.

2. METODIKA PRACÍ

Pro zjištění parametrů betonu, betonářské výztuže a skladby chodníku byly použity následující metody.

2.1. Pevnost betonu v tlaku na jádrových vývrtech

Pro stanovení pevnosti betonu v tlaku se z konstrukce vrtačkou s jádrovým vrtákem, který je během vrtání chlazen vodou, odeberou vývrty o průměru cca 100 mm. Místa odběru jsou předem vytipována tak, aby konstrukční výztuž nebyla zasažena vůbec, resp. co možná nejméně. Vývrty se ihned po skončení vrtání označí a prohlédnou. Před vlastním zkoušením v laboratoři se znovu provede vizuální vyšetření pro zjištění případných odchylek, změří se průměr a délka a vývrt se upraví broušením a koncováním. Poté se provede zkouška ve zkušebním lisu a následné stanovení pevnosti betonu v tlaku.

2.2. Stanovení míry karbonatace

Hloubka karbonatace se zjišťuje potřením betonu 1 % roztokem fenolftaleinu v 60 % etanolu. Pokud je beton zkarbonatovaný, místo je bez reakce. Pokud je beton nezkarbonatovaný, potřené místo zžaloví. Tato zkouška je provedena na jádrových vývrtech.

2.3. Analytické stanovení obsahu chloridů

Pro stanovení obsahu chloridů v betonu se z konstrukce odeberou vzorky do hloubky 50 - 60 mm (běžné krytí výztuže), a to buď jako betonový prach nebo vývrty. Vzorky jsou odeslány do laboratoře, kde jsou nejprve namlety na analytickou jemnost. Zkoušky jsou provedeny iontově selektivní elektrodou v mírně kyselém prostředí. Tato metoda odpovídá zásadám běžné metody RCT s tím rozdílem, že je respektována analytická přesnost – jde o analytickou metodu – potenciometrickým měřením uvedenou v TP 72. Výsledkem je obsah chloridových iontů vztažený na odhadnuté množství cementu v betonu.

2.4. Diagnostika betonářské výztuže

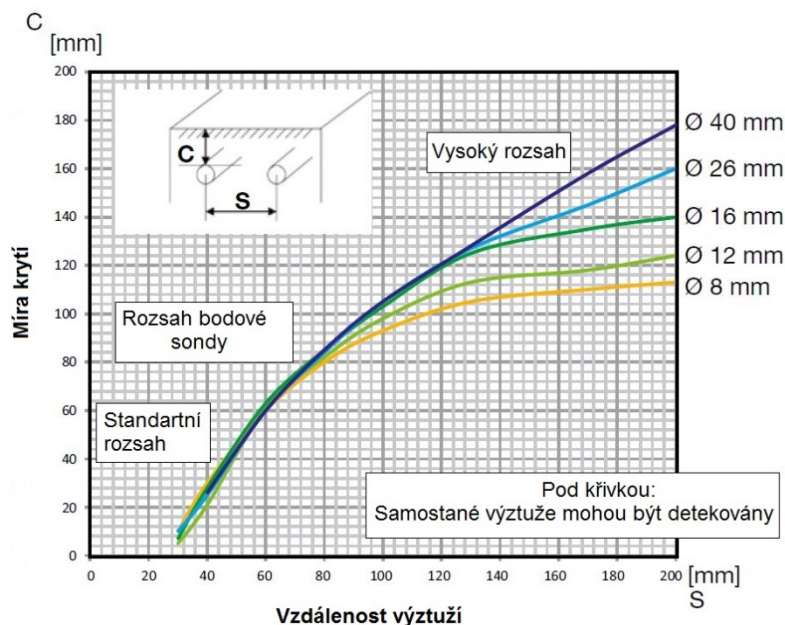
Pro zjištění přítomnosti výztuže je používán přístroj Profometer 630 AI (v.č. UP01-002-2054), který pracuje na principu elektromagnetické indukce. Cívky sondy generují časově proměnné (primární) magnetické pole. Na povrchu jakéhokoliv elektricky vodivého materiálu, který je v magnetickém poli, se vytváří vířivé proudy. Ty vyvolávají magnetické pole opačného směru (sekundární magnetické pole), které působí na přijímací cívku sondy a indukují v ní elektrické napětí. Výsledná změna napětí je měřenou veličinou. Z měření je možné nedestruktivně zjistit přibližnou polohu výztuže a tloušťku krycí vrstvy této výztuže.

Dosah použitého přístroje závisí na velikosti prutu – pro pruty většího průměru (26 mm až 40 mm) je garantovaný dosah do hloubky až 180 mm. Minimální vzdálenost mezi pruty je limitována v závislosti na míře krytí a průměru výztuže (obrázek č. 3).

Tato metoda není ovlivněna nevodivými materiály, jako jsou např. beton, dřevo, plasty, cihly apod. Avšak jakýkoliv druh vodivých materiálů uvnitř magnetického pole (koule o poloměru cca 200 mm) má na měření vliv.

Jedná se o nepřímou, nedestruktivní metodu, jejíž výsledky mohou být ovlivněny přítomností kovů, bludných proudů, apod. Pro vyhodnocení je použit specializovaný program dodávaný výrobcem spolu s přístrojem.

Měření je prováděno dle návodu k přístroji a dle dlouhodobých zkušeností pracovníků společnosti INSET s.r.o. s prováděním obdobných prací.



Obrázek č. 3: Rozlišení přístroje Profometer 630 AI v závislosti na míře krytí a vzdálenosti výztuží.

Pro upřesnění druhu použité výztuže, určení míry koroze výztuže, apod. je nutné provést odkrytí výztužných prvků. Poté, co je určena poloha výztužných prvků, je pomocí bouracího kladiva opatrně odstraněna krycí vrstva betonu. Zjišťuje se druh použité betonářské výztuže, úroveň koroze výztuže a mocnost krycí vrstvy v místě odstraněného krytí.

2.5. Stanovení pevnosti v tahu, odtrhová zkouška

Odtrhová zkouška je semidestruktivní zkouškou pro vyšetření pevnosti v tahu povrchových vrstev betonu, či pro přímé měření tahové pevnosti betonu. Odtrhová zkouška je semidestruktivní, protože poškozuje konstrukci pouze lokálně a v malém rozsahu.

Měření probíhá bodově na předem připravených zkušebních místech. Jádrovým vrtáním je vytvořen návrť o průměru 50 mm. Plocha návrťu na povrchu konstrukce je následně upravena broušením pro vyrovnání povrchu. Na vyrovnané plochy návrťů jsou následně pomocí speciálního typu epoxidového lepidla přilepeny kovové terče válcového tvaru. Při samotné zkoušce jsou tyto terče následně kloubově spojeny s odtrhovým přístrojem. Odtrhový přístroj při zkoušce vyvozuje konstantně rostoucí tahovou sílu. Zkouška je ukončena při porušení jednoho z materiálů – beton, lepidlo. Vyhodnocením zkoušky je výpočet maximálního dosaženého tahového napětí v betonu.

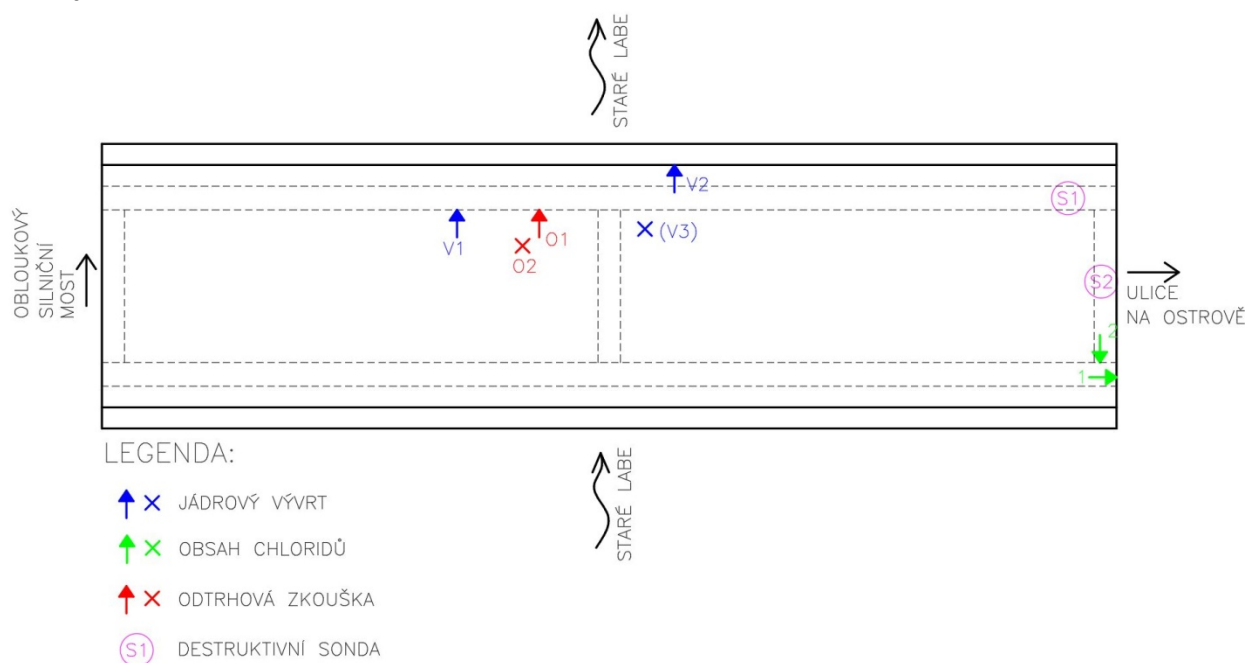
Měření je provedeno v souladu s návodem výrobce přístroje. Odtrhový přístroj je vyroben firmou Proceq a má označení DY-216 (v. č. DT02-003-0099).

2.6. Zjištění skladby chodníku (mostního svršku)

Pro zjištění skladby chodníku je vrtačkou s jádrovým vrtákem proveden jádrový vývrt chodníkem. Po odběru vývrtu se pomocí běžného měřidla určí tloušťka jednotlivých vrstev a tyto se vizuálně zhodnotí.

3. PROVEDENÉ PRÁCE

Terénní práce provedli pracovníci společnosti INSET s.r.o. dne 2. dubna 2020. Práce byly provedeny z úrovně terénu a také přímo z koryta řeky s použitím lešení. Laboratorní zkoušky byly provedeny akreditovanou zkušební laboratoří Horský s.r.o. Schéma provedených sond je uvedeno na obrázku č. 4.



Obrázek č. 4: Schéma provedených sond.

3.1. Pevnost betonu v tlaku na jádrových vývrtech

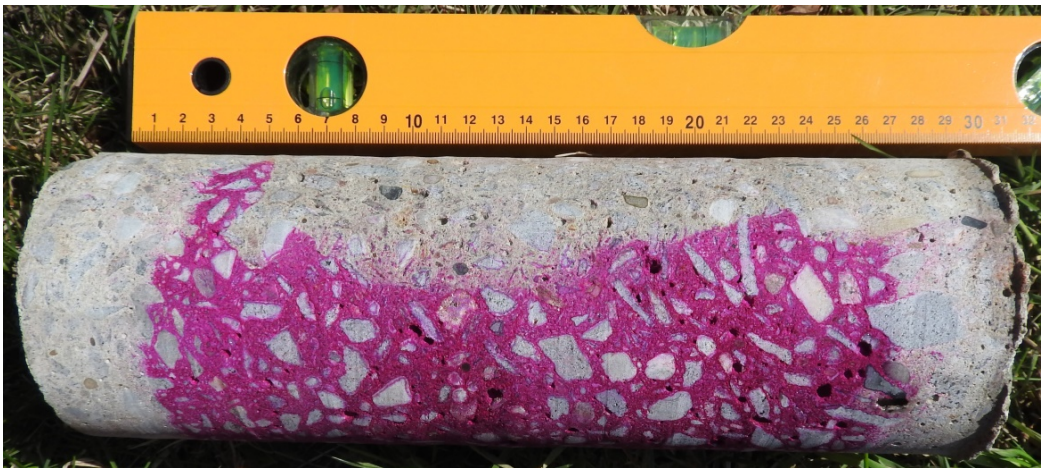
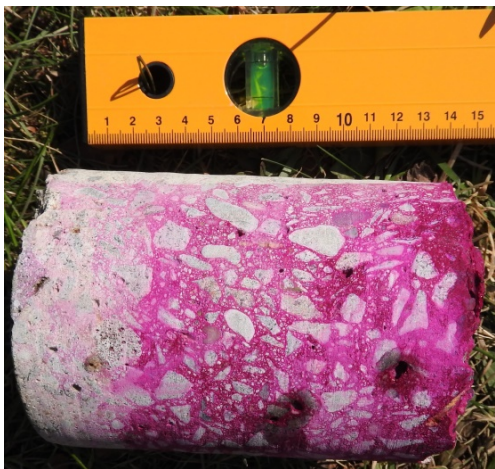
Za účelem zjištění pevnosti betonu v tlaku byly z konstrukce mostu odebrány dva jádrové vývrty – jeden z podélného trámu na povodní straně mostu a druhý ze sloupku zábradlí na povodní straně mostu. Byla snaha odebírat vývrty z míst více porušených, protože taková místa jsou pro statickou funkci více rozhodující, než nepoškozená místa. Limitujícím faktorem pro odběr jádrových vývrtů (zejména V1) byla nutnost použití lešení a možnosti umístění lešení pod mostem v korytě řeky. Na odebrané vývrty byl in-situ aplikován roztok fenolftaleinu pro zjištění hloubky karbonatace. Vzorky byly následně odeslány do laboratoře, kde byla z vývrtů vyrobena zkušební válcová tělesa a určena pevnost betonu v tlaku. Na odebraných vývrtech byla také stanovena objemová hmotnost. Všechny odvrtky byly na místě zapraveny sanační hmotnou. Výsledné pevnosti získané z odebraných vývrtů a část fotodokumentace vývrtů jsou uvedeny v tabulce č. 1. Protokol z laboratoře je uveden v příloze 1.

3.2. Stanovení míry karbonatace

Pro zjištění míry karbonatace byl aplikován 1 % roztok fenolftaleinu. Hloubka karbonatace byla ověřována na odebraných jádrových vývrtech. Výsledky ze zkoušek na vývrtech jsou shrnuty opět v tabulce č. 1.

U vývrtu z podélného trámu na povodní straně mostu se pohybovala hloubka karbonatace v rozmezí 35 – 45 mm. Při porovnání s tloušťkou krycí vrstvy zjištěnou z nedestruktivního měření (která byla 32 mm) lze konstatovat, že se betonářská výztuž nachází ve zkarbonatovaném betonu, beton tedy neplní funkci pasivační ochrany výztuže. Obecně je hloubka karbonatace u obou odebraných vývrtů vysoká.

Tabulka č. 1: Přehled odebraných jader a shrnutí výsledků stanovení pevnosti betonu v tlaku.

| Označení vývrtu | Délka [mm] | Místo odběru | Hloubka karbonatace | Změřená pevnost v tlaku [Mpa] |
|--|------------|--|---|-------------------------------|
| V1 | 280 | podélný trám na povodní straně (skrz celou tloušťku trámu) | z vnitřní strany až 45 mm z vnější strany až 35 mm | 26,0 |
| Foto:  | | | | |
| V2 | 135 | sloupek zábradlí na povodní straně (ze strany na mostovce) | až 20 mm | 31,0 |
| Foto:  | | | | |

3.3. Analytické stanovení obsahu chloridů

Obsah chloridových iontů v betonu byl zjišťován laboratorně. Pro zjištění obsahu chloridů byly z konstrukce mostu v místech stop po zatékání příklepovou vrtačkou s vrtákem odebrány prachové vzorky, a to vždy tři, z hloubky 0-20 mm, 20-40 mm a 40-60 mm.

Celkem byly vzorky odebrány ze dvou míst, označených pouze čísly 1 a 2 (a dále označených dle příslušných hloubek odběru uvedených výše 1-1; 1-2; 1-3; atd.). Obsah chloridů byl určen akreditovanou zkušební laboratoří Horský s.r.o.

Výstupní hodnotou je procentuální obsah chloridových iontů v hmotnosti betonu, který se přepočítá na množství cementu za odhadnutého předpokladu, že je v betonu 15% (resp. 17%) hmotnosti cementu.

Zjištěný obsah chloridů porovnáváme s limity uváděnými v ČSN EN 206-1, které platí pro čerstvý beton resp. jeho složky. Pro železobeton je to 0,4% chloridových iontů k hmotnosti cementu (pro předpjatý beton 0,2% k hmotnosti cementu). Tyto hodnoty interpretujeme jako dolní mez intervalu, ve kterém začínají chloridy přispívat ke spuštění a urychlení koroze výztuže a nad těmito hodnotami označujeme beton za kontaminovaný. Výsledky zkoušky jsou shrnuty v tabulce č. 2. Zvýšený obsah chloridů nebyl zjištěn v žádném ze zkoumaných vzorků.

Tabulka č. 2: Vyhodnocení analytické zkoušky obsahu chloridů.

| Část konstrukce | Označení vzorku | Hloubka [mm] | Koncentrace chloridových iontů | |
|---|-----------------|--------------|--------------------------------|------------------|
| | | | v betonu | v cementu |
| | | | (% hmotnosti) | (15% hmot. cem.) |
| pravobřežní opěra (v ulici Na Ostrově) | 1-1 | 0 - 20 | 0,000 | 0,002 |
| | 1-2 | 20 - 40 | 0,000 | 0,002 |
| | 1-3 | 40 - 60 | 0,000 | 0,003 |
| podélný trám na návodní straně nad opěrou v ulici Na Ostrově | 2-1 | 0 - 20 | 0,000 | 0,002 |
| | 2-2 | 20 - 40 | 0,005 | 0,033 |
| | 2-3 | 40 - 60 | 0,004 | 0,027 |

3.4. Diagnostika betonářské výztuže

Výsledky s fotodokumentací z diagnostických prací zabývajících se betonářskou výztuží jsou uvedeny v příloze 3 a příloze 4. Celkem byly provedeny tři destruktivní sondy – označeny S1, S2 a S3 a dále osm záznamů nedestruktivního měření. Uvedené práce se zabývaly pruty betonářské výztuže podélného trámu (hlavní nosnou výztuží a třmínky), příčnou výztuží v příčném trámu a výztuží betonové desky. V oblasti nad opěrou v ulici Na Ostrově byla zastižena rozsáhlá místa odhalené výztuže (obrázek č. 5 a č. 8; výztuž byla postižena extrémní korozí), v jejichž blízkosti byly provedeny uvedené destruktivní sondy. Příčinami tohoto problému jsou pravděpodobně kombinace zatékání a povětrnostních vlivů, účinky mrazu a vysoká hloubka karbonatace.

Nosné prvky konstrukce mostu lze rozdělit na podélné trámy, příčné trámy a desku mostovky. V podélném trámu byly zastiženy čtyři podélné pruty hlavní výztuže při dolním líci. Pruty mají průměr 26 mm a jedná se o hladkou výztuž. Ve výše uvedené oblasti nad podpěrou („Na Ostrově“) byl zastižen plošný korozní úbytek zkoumaného prutu až 49 %. Nedestruktivním měřením z vnitřní strany mostu nebyl zastižen po výšce trámu žádný další podélný prut, ale domníváme se, že budou pruty situované až v úrovni betonové desky mostovky. Krytí podélné (hlavní) výztuže podélných trámů je dle provedeného měření převážně nedostatečné a pohybuje se v intervalu od 12 mm do 67 mm (to je spíše výjimka). Průměr třmínků podélného trámu byl dle provedených sond zjištěn 8 mm a opět hladká výztuž. Vzdálenost třmínků byla zjištěna nedestruktivně a dle výsledků byl odhadnut průměr vzdálenosti třmínků 800 mm. Třmínek je tvořen dvěma dílčími třmínky vedle sebe, z nichž každý obepíná dle destruktivní sondy vždy tři pruty (jeden prut krajní a dva pruty uprostřed). Krytí třmínků zjištěné z provedených sond bylo v intervalu 10 mm až 40 mm.

V příčném trámu nad opěrou „Na Ostrově“ byly při dolním líci zastiženy čtyři příčné pruty (hlavní) výztuže. Pruty mají průměr 10 mm a jedná se opět o hladkou výztuž. V poškozeném místě nad opěrou „Na Ostrově“ byl zastižen plošný korozní úbytek až 62 %. Nedestruktivním měřením provedeným svisle na příčném trámu uprostřed rozpětí byly zjištěny po výšce trámu celkem čtyři kusy příčné (hlavní) výztuže. Krytí příčné výztuže příčných trámů bylo dle provedených sond zjištěno od 7 mm do 77 mm z boční strany a 20 mm ke spodnímu líci trámu. V poškozeném místě nad opěrou „Na Ostrově“ nebyly zastiženy žádné třmínky. V případě středního příčného trámu byly zjištěny dva pruty s nulovým krytím, které ale pravděpodobně sloužily jako distanční vložky pro zajištění polohy příčné (hlavní) výztuže.

Betonová deska mostovky je vyztužena pruty uloženými křížem. Dle destruktivní sondy jsou použité pruty průměru 8 mm a výztuž je hladká. Průměrná vzdálenost příčných prutů byla určena dle nedestruktivního měření 95 mm a průměrná vzdálenost podélných prutů byla určena dle nedestruktivního měření 150 mm. Příčné pruty jsou pravděpodobně umístěny blíže dolnímu povrchu desky s krytím dle provedených měření od 5 mm do 21 mm.



Obrázek č. 5: Místa odhalené výztuže nad opěrou v ulici Na Ostrově (fotografická dokumentace pořízená statikem Ing. D. Marečkem v lednu 2020).

3.5. Stanovení pevnosti v tahu, odtrhová zkouška

Pro zjištění pevnosti v tahu betonu byly provedeny celkem dvě zkoušky. Každá ze zkoušek se skládala vždy z odtržení tří terčů (návrťů). Výsledky jsou uvedeny v příloze 5 a shrnutí výsledků je uvedeno v tabulce č. 3.

Pro případnou sanaci je nejvýhodnější průměrná hodnota tahové pevnosti alespoň 1,5 MPa, případně žádná z naměřených hodnot nesmí být nižší než 1,35 MPa. Hodnota tahové pevnosti v místě O1 je z tohoto hlediska hodnocena jako vyhovující, hodnoty naměřené na místě O2 uvedeným podmínkám nevyhovují. Nejmenší zjištěná hodnota tahové pevnosti byla na místě O2 u návrtu 2 a byla 0,57 MPa.

Tabulka č. 3: Výsledky odtrhových zkoušek.

| Sonda | Návrť | Pevnost [MPa] | Prům. pevnost [MPa] | Místo sondy |
|-------|-------|---------------|---------------------|-------------------------------|
| O1 | 1 | 3,03 | 2,0 | podélný trám (povodní strana) |
| | 2 | 1,47 | | |
| | 3 | 1,64 | | |
| O2 | 1 | 1,02 | 1,0 | betonová deska mostovky |
| | 2 | 0,57 | | |
| | 3 | 1,54 | | |

3.6. Zjištění skladby chodníku (mostního svršku)

Skladba mostního svršku byla zjištěna sondou provedenou pomocí bouracího kladiva a dále plnoprofilovým vrtáním skrz betonovou desku mostovky (původně zamýšlené jádrové vrtání nemohlo být použito z důvodu obtížné možnosti ukotvení stativu vrtačky). Sonda byla po dokončení prací zapravena studenou asfaltovou směsí. Tloušťka souvrství mostního svršku v místě sondy byla celkem 170 mm a sestávala z vrstvy asfaltového betonu, dlažby a silné vrstvy písku (obrázek č. 6 a č. 7). Dále byla zastižena hydroizolace o mocnosti cca 5 mm a poté již betonová deska mostovky o tloušťce 100 až 110 mm.

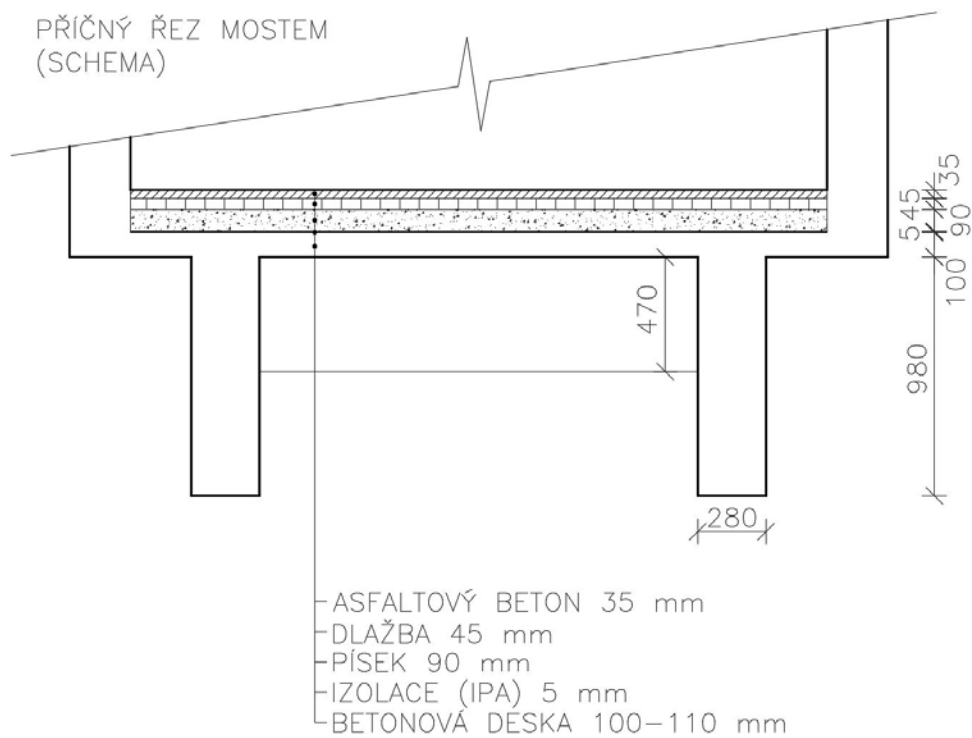
Sonda V3 byla provedena na mostě 0,55 m od zábradlí na povodní straně mostu.

Zjištěná skladba:

| | |
|--------------------|----------------|
| 0 - 35 mm | Asfaltobeton |
| 35 - 80 mm | Dlažba |
| 80 - 170 mm | Písek |
| 170 - 175 mm | Izolace (IPA) |
| 175 – 275 (285) mm | Betonová deska |



Obrázek č. 6: Sonda V3 pro zjištění skladby chodníku (mostního svršku).



Obrázek č. 7: Příčný řez mostem; okótované rozměry byly změřeny na místě.

3.7. Ostatní zjištěné údaje

Dalšími zjištěnými údaji byly poruchy zjištěné při vizuální prohlídce mostu a přeměření několika dílčích částí konstrukce v příčném řezu. V příčném řezu byly změřeny rozměry (výška a šířka) podélného a příčného trámu. Jednalo se o podélný trám na povodní straně mostu a příčný trám uprostřed rozpětí. Výška a šířka podélného trámu byla 980 mm a 280 mm (obrázek č. 7); výška a šířka příčného trámu byla 470 mm a 265 mm. Oba trámy měly v místě napojení na desku mostovky náběhy a jejich výšky byly změřeny včetně těchto náběhů (až k desce).

Prohlídka poukázala zejména na již uvedená místa s chybějící krycí vrstvou výztuže a dále (opět v místě opěry v ulici Na Ostrově) byly zastiženy trhliny a propadnutí povrchu mostního svršku v místě mezi opěrou v ulici Na Ostrově a nosnou konstrukcí mostu (obrázek č. 2). To je pravděpodobně způsobeno propadáním vrchní vrstvy asfaltobetonu mezi opěrou a čelo mostní konstrukce, což bylo zastiženo při prohlídce dolního líce nosné konstrukce nad uvedenou opěrou (obrázek č. 8).



Obrázek č. 8: Propadání asfaltobetonu za krajním příčným trámem nad opěrou v ulici Na Ostrově.

4. ZÁVĚR

Obsahem této zprávy jsou výsledky diagnostických prací provedených na mostě ev. č. NB-05 v Nymburce.

ZJIŠTĚNÉ SKUTEČNOSTI:

Pevnost betonu v tlaku je vzhledem k době výstavby mostu (rok 1911) hodnocena jako vysoká, nejmenší zjištěná hodnota je 26,0 MPa. Dílčí výsledky pevnosti v tahu vykazovaly široký rozptyl hodnot od 0,57 MPa do 3,03 MPa a jsou pravděpodobně ovlivněny výraznou hloubkou karbonatace. Hloubka karbonatace byla zjištěna až 45 mm a je převážně vyšší než tloušťka zjištěné krycí vrstvy – z toho důvodu neplní pasivační ochranu výztuže. Z vizuálního hlediska most nevykazuje příliš rozsáhlé poruchy, vyjma části nad opěrou v ulici Na Ostrově, kde dochází k odpadávání krycí vrstvy a extrémní korozi hlavní výztuže s plošným korozním oslabením až 62 %. V této oblasti je taktéž porušen trhlinami mostní svršek a dochází k propadání vrchní vrstvy asfaltobetonu mezi opěru a čelo mostní konstrukce. Tloušťka mostního svršku je dle provedené sondy (a vzhledem k tloušťce betonové desky mostovky) vysoká, celkem 170 mm. To je zřejmě z důvodu dodatečného zvýšení pochozí vrstvy v průběhu existence mostu. Zvýšený obsah chloridů nebyl zastižen v žádném zkoumaném vzorku.

DOPORUČENÍ:

Většina významných poruch mostu je koncentrována do oblasti nad opěrou v ulici Na Ostrově. Volbu vhodného způsobu sanace musí statik hodnotit s ohledem na ekonomické hledisko v souvislosti zejména s vysokou hloubkou karbonatace a výrazným plošným oslabením hlavní výztuže. Budou-li uvedena poškození vhodně a ekonomicky sanována, doporučujeme most ponechat. Výsledky průzkumu mohou pomoci při hledání vhodné sanační metody. Je však nutno zdůraznit, že na základě požadavků objednatele a statika bylo realizováno pouze omezené množství zkušebních sond, nižší než doporučují normy.

V Praze dne 9. 4. 2020

Ing. Martin Kopecký

PŘÍLOHY

- Příloha 1:** **Vývrty – vyšetření a zkoušení v tlaku**
- Příloha 2:** **Zjištění obsahu chloridových iontů v betonu**
- Příloha 3:** **Destruktivní sondy k betonářské výztuži**
- Příloha 4:** **Nedestruktivní detekování výztuže**
- Příloha 5:** **Výsledky odtrhových zkoušek**
- Příloha 6:** **Digitalizace zprávy a fotodokumentace pořízená při diagnostickém průzkumu**
 (DVD jako volná příloha v obálce)

Příloha 1

Vývrty – vyšetření a zkoušení v tlaku



Horský s.r.o.

Laboratoř Horský – Klánovická 286/12, 198 00 Praha 9

zkušební laboratoř č.1207 akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2018

tel.: 281860623 mobil: 603540691 e-mail: lab@horsky.cz



Protokol č. VR 15/20

Datum vystavení: 6.4.2020

Počet stran: 2

Vývrty – vyšetření a zkoušení v tlaku

Zákazník:

INSET s.r.o.

Lucemburská 1170/7, 130 00 Praha 3

Původ vzorků

Akce*):

most NB-05

Konstrukční prvek*):

neuvedeno

Zkušební vzorky:

vývrty Ø cca 100 mm

Třída betonu*): -

Údaje ke zkoušce

Datum odběru*):

-

Odběr provedl:

zákazník - výsledky se vztahují ke vzorku, jak byl přijat

Laboratorní číslo vzorků: 668 - 669/20

Stáří v době zkoušky*):

-

Dodáno do laboratoře: 3.4.2020

Datum zkoušky:

6.4.2020

Způsob stanovení objemu: ponořením do vody

Stav povrchu zk. těles v době zkoušky: přirozeně suché

Popis zkoušek

Vývrty byly dodány zákazníkem. Pro zkoušku pevnosti byla z vývrťů připravena válcová zkušební tělesa. Tlačné plochy těles byly před zkouškou upraveny koncováním.

Výsledky zkoušek provedených v Laboratoři Horský (platí pouze pro zkoušené vzorky)

| | | | |
|---|---|-------|---|
| označení vývrtu*) laboratorní číslo vzorku | V1 668/20 | | V2 669/20 |
| popis vývrtu | Beton hutný, místy mírně na řezu vydrolený. Beton je světlejší pískové barvy. | | Beton hutný, místy mírně na řezu vydrolený. Beton je světlejší pískové barvy. |
| parametry vývrtu (ČSN 73 6172) ^{N)} | | | |
| rozložení hrubého kameniva | rovnoměrné | | rovnoměrné |
| množství / druh hrubého kam. | 30 % objemu / HDK | | 30 % objemu / HDK |
| maximální zrno [mm] | D _{max} 16 mm | | D _{max} 16 mm |
| zhutnění betonu | hutný | | hutný |
| - póry do 1 mm / do 7 mm | malé množství / malé množství | | malé množství / malé množství |
| - dutiny nad 7 mm / kaverny | 4 / - | | 0 / - |
| výztuž | - | | - |
| průměr vývrtu | 94,0 | | 94,0 |
| délka vývrtu [mm] | 280 | | 135 |
| štíhlostní poměr zkušebních těles | 1,065 | 1,118 | 1,096 |
| fyzikálně mechanické vlastnosti betonu | | | |
| objemová hmotnost (ČSN EN 12390-7) [kg/m ³] | 2240 | | 2230 |
| změřená pevnost v tlaku (ČSN EN 12504-1) [MPa] | 26,0 | 26,1 | 31,0 |
| krychelná pevnost v tlaku (TKP 18) ^{N)} [MPa] | 26,4 | 26,9 | 31,8 |
| Ø krychelná pevnost v tlaku ^{N)} [MPa] | 26,7 | | - |
| poznámky / odchylky | - | | - |

Vysvětlivky: ^{N)} Zkoušky a práce podle uvedené normy byly provedeny mimo rámec akreditace.

^{N)} Laboratoř nenese odpovědnost za data a výsledky dodané zákazníkem.

Protokol vypracoval: J. Hejno

Protokol schválil: Ing. T. Vavříník, vedoucí laboratoře

Prohlášení: Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře nesmí být protokol reprodukován jinak než celý.

Příloha 2

Zjištění obsahu chloridových iontů v betonu

Protokol č. **R 29/20**

Datum vystavení: 7.4.2020

Počet stran: 1

Zjištění obsahu chloridových iontů v betonuZákazník**INSET s.r.o.**

Lucemburská 1170/7, 130 00 Praha 3

Údaje ke zkouškámAkce (zakázka): **most NB-05**

Poloha odběru vzorku: -

Vzorky odebral^{*)}: **zákazník**

Datum odběru vzorků: -

Dodáno do laboratoře: 3.4.2020

Datum zkoušky: 6.4-7.4.2020

Lab. číslo vzorku: 670-675/20

Popis zkoušek

V laboratoři byl dodaný vzorek vysušen a namlet na analytickou jemnost. Zkoušky byly provedeny iontově selektivní elektrodou v mírně kyselém prostředí, kde je pro přesnost stanovení zvýšena iontová síla roztoku. Metoda odpovídá zásadám běžné metody RCT s tím rozdílem, že je respektována analytická přesnost – tedy jde o analytickou metodu – potenciometrickým měřením uvedenou v TP 72.

Výsledkem zkoušky je vždy průměrná hodnota ze dvou měření absolutního množství Cl^- a hodnota vztažená na odhadnuté množství cementu v betonu – předpokládáme **15, resp. 17 % hmotnosti**.

Výsledky zkoušek provedených v Laboratoři Horský (platí pouze pro zkoušené vzorky)

| Označení vzorku CH 1..n ^{*)} | Obsah Cl^- v betonu (% hmotnosti) | Obsah Cl^- vztažený na množství cementu (předpoklad 17 % hmotnosti) | Obsah Cl^- vztažený na množství cementu (předpoklad 15 % hmotnosti) |
|--|---|---|---|
| 1-1 | 0,000 | 0,002 | 0,002 |
| 1-2 | 0,000 | 0,002 | 0,002 |
| 1-3 | 0,000 | 0,002 | 0,003 |
| 2-1 | 0,000 | 0,002 | 0,002 |
| 2-2 | 0,005 | 0,029 | 0,033 |
| 2-3 | 0,004 | 0,024 | 0,027 |

Podle ČSN P 73 2404 se za nejvýše přípustný obsah chloridových iontů v betonu uvažuje hodnota:
1,00% k hmotnosti cementu (kateg. Cl 1,0) pro beton bez ocelové výztuže, s výjimkou korozivzdorných závěsných háků
0,40% k hmotnosti cementu (kateg. Cl 0,4) pro beton s ocelovou výztuží nebo jinými kovovými vložkami
0,20% k hmotnosti cementu (kateg. Cl 0,2) pro beton s předpjatou ocelovou výztuží v přímém kontaktu s betonem

^{*)} Laboratoř nenese odpovědnost za data a výsledky dodané zákazníkem.

Protokol vypracoval: Ing. L. ChylíkováProtokol schválil: Ing. T. Vavřínek, vedoucí laboratoře

Příloha 3

Destruktivní sondy k betonářské výztuži

| | |
|--|-------------|
| Označení destruktivní sondy: S1 | Most: NB-05 |
|--|-------------|

Poloha destruktivní sondy: podélný trám na povodní straně mostu u opěry v ulici Na Ostrově

Foto:



Průměry, krytí a stav výztuže v místě sondy:

- Ø hlavní výztuže 26,0 mm; prut krytý (krytí zdola = 25 mm), povrchová koroze na celém povrchu prutu
- Ø hlavní výztuže 18,6 mm; prut nekrytý (krytí = 0 mm), poškozený téměř extrémní korozí, plošné oslabení plochy průřezu je téměř 49%
- Ø třmínku trámu 8,0 mm; prut krytý (krytí = 10 mm), povrchová koroze na celém povrchu prutu

Druh:

- výztuž je **hladká**

Pozn.: zkoumané místo bylo již z velké části bez krytí – s odhalenou výztuží.

Označení destruktivní sondy: **S2**

Most: NB-05

Poloha destruktivní sondy: příčný trám u opěry v ulici Na Ostrově

Foto:



Průměry, krytí a stav výztuže v místě sondy:

- Ø hlavní (příčné) výztuže 10,0 mm; prut krytý (krytí zdola = 20 mm, krytí z boku = 7 mm), povrchová koroze na celém povrchu prutu
- Ø hlavní (příčné) výztuže 6,2 mm; prut nekrytý (krytí = 0 mm), poškozený extrémní korozí, plošné oslabení plochy průřezu je téměř 62%

Druh:

- výztuž je **hladká**

Pozn.: zkoumané místo bylo již z velké části bez krytí – s odhalenou výztuží.

Označení destruktivní sondy: **S3**

Most: NB-05

Poloha destruktivní sondy: deska mostovky na povodní straně mostu u opěry v ulici Na Ostrově

Foto:



Průměry, krytí a stav výztuže v místě sondy:

- Ø příčné výztuže desky 8,0 mm; prut krytý (krytí do 5 mm), povrchová koroze na celém povrchu prutu

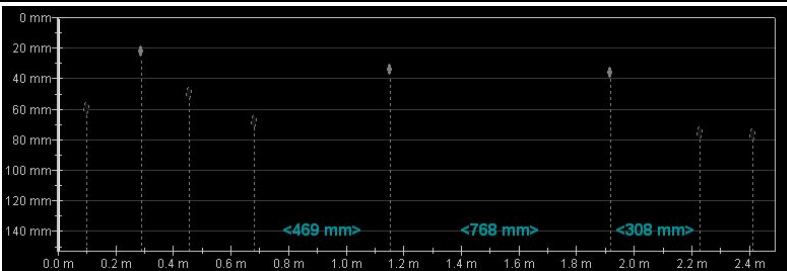
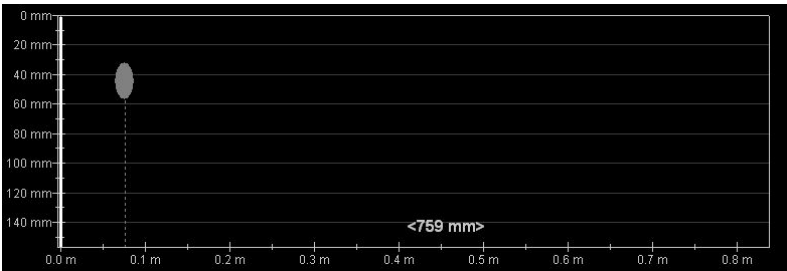
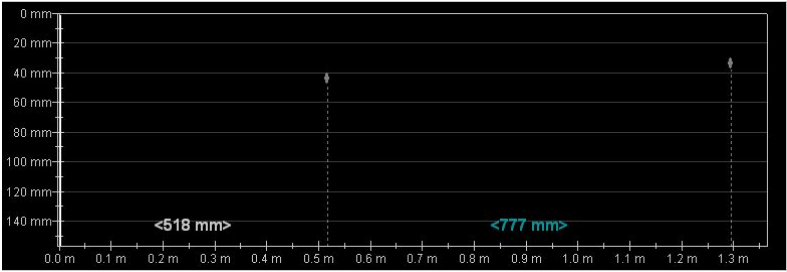
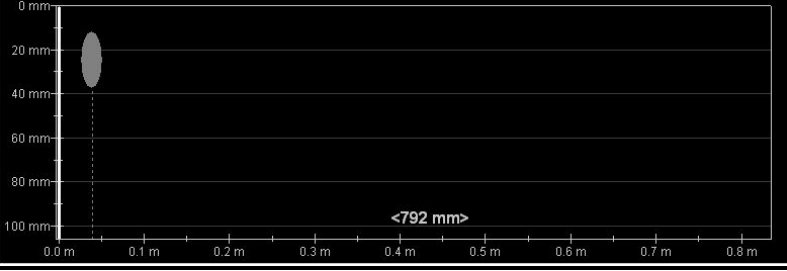
Druh:

- výztuž je **hladká**

Pozn.: prut, či spíše korozní zplodiny byly částečně prokreslené na dolním líci betonové desky.

Příloha 4

Nedestruktivní detekování výztuže

| Most | Záznam | Grafický výstup z Profometru Proceq / Datum a čas záznamu | Popis záznamu |
|------------|---|--|---|
| Most NB-05 | vodorovný podélný (zevnitř) • trám povodní |  | 2.4.2020 10:29 betonářská výztuž podélného trámu ROZDĚLOVACÍ VÝZTUŽ - třmínky max. vzdálenost prutů 863 mm min. vzdálenost prutů 768 mm (odhad prům. vzdálenosti 815 mm) krytí 18 mm - 32 mm (ostatní zastižené prvky jsou pravděpodobně parazitickými odrazy, např. od podélné výztuže) |
| | svislý (zevnitř) • trám povodní |  | 2.4.2020 10:31 betonářská výztuž podélného trámu HLAVNÍ VÝZTUŽ podélná výztuž (vzhledem k ose mostu) při dolním lici trámu; detekována z boční strany krytí z boku trámu do 32 mm (krytí z dolního líce do 67 mm) |
| | vodorovný podélný (zevnitř) • trám návodní |  | 2.4.2020 10:35 betonářská výztuž podélného trámu ROZDĚLOVACÍ VÝZTUŽ - třmínky vzdálenost prutů 777 mm krytí 30 mm - 40 mm |
| | svislý (zevnitř) • trám návodní |  | 2.4.2020 10:36 betonářská výztuž podélného trámu HLAVNÍ VÝZTUŽ podélná výztuž (vzhledem k ose mostu) při dolním lici trámu; detekována z boční strany krytí z boku trámu do 12 mm (krytí z dolního líce do 27 mm) |

| Most | Záznam | Grafický výstup z HILTI radaru / Interní č. záznamu | Popis záznamu |
|------------|--|---|--|
| Most NB-05 | vodorovný příčný • trám příčný uprostřed rozpětí | | 2.4.2020 10:38 betonářská výztuž příčného trámu ROZDĚLOVACÍ VÝZTUŽ - třmínky (měřeno ze spodního líce trámu) vzdálenost prutů 911 mm (2 ks) krytí 0 mm (pruty viditelné ze spodního líce trámu) (ostatní zastižené prvky jsou pravděpodobně parazitickými odrazy, např. od hlavní výztuže trámu) |
| | svislý • trám příčný uprostřed rozpětí | | 2.4.2020 10:40 betonářská výztuž příčného trámu HLAVNÍ VÝZTUŽ (příčně k ose mostu) pruty při bočním povrchu trámu (4 ks) max. vzdálenost prutů 76 mm min. vzdálenost prutů 37 mm krytí z boku trámu 72 - 77 mm |
| | vodorovný podélný • deska mostovky (zespodu) | | 2.4.2020 10:41 betonářská výztuž desky mostovky při spodním líci PŘÍČNÁ VÝZTUŽ (vzhledem k ose mostu) max. vzdálenost prutů 113 mm min. vzdálenost prutů 76 mm (odhad prům. vzdálenosti 95 mm) krytí 10 mm - 21 mm |
| | vodorovný příčný • deska mostovky (zespodu) | | 2.4.2020 10:43 betonářská výztuž desky mostovky při spodním líci PODÉLNÁ VÝZTUŽ (vzhledem k ose mostu) max. vzdálenost prutů 201 mm min. vzdálenost prutů 37 mm (odhad prům. vzdálenosti 150 mm) krytí 13 mm - 20 mm |

Pozn.: svislé záznamy byly provedeny vždy ve směru zespodu nahoru.

Příloha 5

Výsledky odtrhových zkoušek

| Označení a identifikace zkušební místa | | | | | | | Tahová pevnost [MPa] |
|--|----------------|-----------------------|----------------|----------------------------|----------------|-----------------------|----------------------------|
| Zkušební místo | O1 | | Poloha | podélný trám (povodní st.) | | | podélný trám (povodní st.) |
| Návrť | 1 | | 2 | | 3 | | |
| Veličina | σ [MPa] | hloubka odtržení [mm] | σ [MPa] | hloubka odtržení [mm] | σ [MPa] | hloubka odtržení [mm] | 2,0 |
| Hodnota | 3,03 | < 1 | 1,47 | < 1 | 1,64 | < 1 | |
| Pozn.: terčíky návrťů 1 až 3 odtrženy na hranici povrchu betonu a lepidla; beton zde bude mít zřejmě větší tahovou pevnost než naměřenou | | | | | | | |
| Zkušební místo | O2 | | Poloha | betonová deska | | | betonová deska |
| Návrť | 1 | | 2 | | 3 | | |
| Veličina | σ [MPa] | hloubka odtržení [mm] | σ [MPa] | hloubka odtržení [mm] | σ [MPa] | hloubka odtržení [mm] | 1,0 |
| Hodnota | 1,02 | do 4 | 0,57 | do 4 | 1,54 | < 1 | |
| Pozn.: terčík návrťu 3 odtržen na hranici povrchu betonu a lepidla; beton zde bude mít zřejmě větší tahovou pevnost než naměřenou | | | | | | | |

Pozn.: průměr návrťu 53,5 mm.

Příloha 6

**Digitalizace zprávy a fotodokumentace pořízená při diagnostickém
průzkumu**
(DVD jako volná příloha v obálce)