



**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 437**

Datum vydání zprávy
12. února 2019

Oddělení KÚ
Experimentální
tel. +420 224 353 537

Objednatel: MDS PROJEKT s.r.o.
Fösterova 175
Vysoké Mýto, 566 01

Expertní zpráva:

STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE
EV. Č. 315-010, LANŠKROUN

Vypracoval:

Ing. Stanislav Řeháček

Spolupráce:

Ing. David Čítek
Ing. Daniel Dobiáš, Ph.D.
Ing. Tomáš Mandlík
Ing. Martin Kryštov

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 3 4

Rozdělovník:

Objednatel: 3x
Archiv KÚ: 1x

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

ANOTACE

Tato zpráva uvádí výsledky stavebně technického průzkumu mostní konstrukce ev. č. - 315-010 v Lanškrouně.

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
4. STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM	9
4.1. POPIS KONSTRUKCE	9
4.2. BETON	10
4.2.1. Struktura a objemová hmotnost betonu	10
4.2.2. Destruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku	10
4.2.3. Nedestruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku	10
4.2.4. Pevnost betonu v tlaku – shrnutí	11
4.2.5. Porovnání hloubky karbonatace betonu a tloušťky krycí vrstvy výztuže	11
4.2.6. Pevnost povrchových vrstev betonu v prostém tahu.....	12
4.2.7. Stanovení obsahu chloridů v betonu	13
4.2.8. Stanovení objemové hmotnosti a nasákavosti betonu.....	14
4.3. VÝZTUŽENÍ KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ	15
4.4. KONTROLA VNITŘNÍCH KOMOR KA NOSNÍKŮ	15
5. SHRNTÍ A ZÁVĚRY	16
6. SEZNAM PŘÍLOH	18

1. ÚVOD

Na základě objednávky č. OV-214/2018 společnosti, MDS PROJEKT s.r.o., Fösterova 175, 566 01 Vysoké Mýto, byl proveden stavebně technický průzkum mostní konstrukce ev. č. 315-010 v Lanškrouně.

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,
- stanovení nasákavosti betonu,
- endoskopická prohlídka komor nosníků,
- 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 prosinci 2018 a lednu 2019.

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] BPM most ev.č. 315-010, vpracoval Jaroslav Kocanda, 06/2018, elektronická kopie dodána objednatelem.
- [16] 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. štěrková 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 CO₂. 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 Ø 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 ± 10 mm. Při hloubce nad 100mm je přesnost $\pm 15\%$. Přesnost lokalizace je ± 10 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 74 mm. V laboratoři byly vývrty zaříznuty a zabroušeny. Před koncováním byly vývrty změřeny a zváženy, aby bylo možno stanovit objemovou hmotnost betonu. Takto připravené vzorky byly zkoušeny v zatěžovacím stroji WPM 500 kN, metrologické číslo S 07 011 M. Odběry jádrových vývrtů a zkoušky vzorků byly provedeny dle ČSN EN 12504-1 [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 Cl^- . Zkoušky jsou provedeny dle ČSN EN ISO 10304-1 [9].

4. STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM

Průzkumné práce byly provedeny v souladu se zadáním průzkumu. **Stavebně technický průzkum byl zaměřen pouze na nosnou konstrukci mostu.**

4.1. POPIS KONSTRUKCE

Jedná se o jednopolovou mostní konstrukci. Silniční most převádí komunikaci 315 přes Jánský potok.

Nosnou konstrukci tvoří desková konstrukce tvořená v každém z polí 19 ks prefabrikovaných nosníků KA-73 dl. 18m z dodatečně předpjatého betonu.

Spodní stavbu tvoří pravděpodobně masivní betonové opěry s úložnými prahy ze železobetonu.

4.2. BETON

4.2.1. Struktura a objemová hmotnost betonu

Struktura a objemová hmotnost betonu byla zjišťována z jádrových vývrtů Ø cca 74 mm (celkové délky 105 mm). Lokalizace míst odběrů jádrových vývrtů je uvedena v Příloze 1, popis struktury betonu vývrtů pak v Příloze 2.2. (včetně fotografie odebraných vývrtů). Byly odebrány celkem 3 vývrty.

Z provedené prohlídky odebraných jádrových vývrtů lze konstatovat tyto závěry:

- Ø *Beton vývrtu V1 (nosná konstrukce) je hutný, s převážujícím obsahem HDK nad DTK a ojedinělými zrny HTK. Max. velikost zrna HTK do 6 mm a HDK max. velikost zrna do 22 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 2 mm, ojediněle až 6 mm. Podrobný popis viz Příloha 2.2.*
- Ø *Beton vývrtu V2 (nosná konstrukce) je hutný, s převážujícím obsahem HDK nad DTK a ojedinělými zrny HTK. Max. velikost zrna HTK do 8 mm a HDK max. velikost zrna do 25 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 1 mm. Podrobný popis viz Příloha 2.2.*
- Ø *Beton vývrtu V3 (nosná konstrukce) je hutný, s převážujícím obsahem HDK nad DTK a ojedinělými zrny HTK. Max. velikost zrna HTK do 8 mm a HDK max. velikost zrna do 25 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 2 mm. Podrobný popis viz Příloha 2.2.*
- Ø *Průměrná objemová hmotnost v přirozeném stavu vlhkosti betonu, stanovená z jádrových vývrtů nosníků je cca 2470 kg/m³. Jednotlivé naměřené hodnoty objemové hmotnosti jsou uvedeny v Příloze 2.2 a 2.3.*

4.2.2. Destruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku

Pro účely destruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku byly odebrány jádrové vývrty Ø 74 mm z nosné konstrukce. 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 4.2.4.

4.2.3. Nedestruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku

Nedestruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku (kap. 3.4.) byly provedeny na nosné konstrukci mostu. 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 jím odpovídající pevnostní třída, resp. třída betonu, je uveden v následující kapitole 4.2.4.

4.2.4. Pevnost betonu v tlaku – shrnutí

Souhrn výsledků nedestruktivních a destruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku a jím 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)		Variční koeficient v^*
		průměr ze zkoušek	charakteristická	
Sloupy pilířů	nedestruktivně	51,4	47,0	5,1
	destruktivně	45,4	38,4	7,5

* ČSN 73 2011 [4] uvádí limitní hodnotu variačního koeficientu pro homogenní beton $v = 12 \%$ 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 [16, 17]
Sloupy pilířů	nedestruktivně	C 45/55	B 500, C 35/45
	destruktivně	C 35/45	

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 nosnou konstrukci mostu, dle ČSN EN 1992 uvažovat třídu betonu C 35/45.

4.2.5. Porovnání hloubky karbonatace betonu a tloušťky krycí vrstvy výztuže

Stanovení hloubky karbonatace betonu (kap. 3.2) bylo provedeno rovnoměrně po celé délce mostní konstrukce. Nejistotu měření lze odhadnout v rozmezí ± 2 mm. Ocelová výztuž je vystavována korozivním procesům, které ovlivňuje řada faktorů. Mezi nejpodstatnější lze zařadit:

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

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

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

Nosná konstrukce, nosníky KA

Ø Hloubka karbonatace betonu:	2 až 5 mm
Ø Krytí měkké výztuže, spodní líc:	2 až 25 mm
Ø Krytí předpínací výztuže:	32 až 55 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 korozí, ke které následně dochází za příznivých vlhkostních podmínek.*
- Ø *Ze zjištěných skutečností vyplývá, že malá část měkké výztuže KA nosníků již leží ve zkarbonatované vrstvě betonu a není již chráněna proti korozi jeho přirozenou alkalitou. Tato koroze je již na konstrukci patrná. Zbylé vyztužení konstrukcí leží v nezkarbonatované vrstvě betonu a je chráněno jeho přirozenou alkalitou.*

4.2.6. Pevnost povrchových vrstev betonu v prostém tahu

Odtřhové zkoušky byly provedeny pouze nosné konstrukci. Poloha zkušebních míst viz. Příloha 1. Celkem bylo odzkoušeno 8 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 (mm²) uvažována plocha terče 50 x 50 mm (2500 mm²)

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

- Ø Celková průměrná hodnota pevnosti povrchových vrstev betonu nosné konstrukce (nosníků) je 3,0 MPa.
- Ø Průměrná hodnota pevnosti povrchových vrstev betonu **nosné konstrukce (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.

4.2.7. 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 12 vzorků betonu na 8 místech (vždy dva vzorky z různé hloubky na jednom místě). Celkové zhodnocení výsledků analýz obsahu 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 m³ betonu je 420 kg pro betony nosné konstrukce.
- Objemová hmotnost betonu nosné konstrukce byla stanovena na úrovni cca 2470 kg/m³.

Limitní obsah Cl⁻ [% hm.] vztažený na hmotnost cementu je dle ČSN EN 206+A1 pro prostý beton 1 % hm.; železobeton 0,4 % hm.; **předpjatý beton 0,2 % hm.**

Z provedené analýzy obsahu chloridů lze konstatovat:

Ø Průměrný obsah Cl^- [% hm.] zjištěný laboratorní analýzou pro betony:

- nosné konstrukce je 0,18 % pro hloubku odběru 0-15 mm a 0,08 % pro hloubku odběru 15-30 mm.
- Limitní obsah Cl^- [% hm.] vztažený na hmotnost cementu je dle ČSN EN 206+A1 pro před. beton 0,2 % hm (nosná konstrukce).

Ø V betonu zkoumaných betonových prvků nosníků KA je obsah chloridových iontů v celém rozsahu hloubky odběru vzorku (0 – 30 mm) relativně nízký a splňuje požadavky ČSN EN 206+A1.

4.2.8. 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 nosníků je 2460 kg/m³.
- Ø Provedenou zkouškou byla stanovena průměrná hodnota nasákavosti 4,2% (po deseti dnech nasáknutí) pro vývrty z nosníků.
- Ø Na základě neplatné normy ČSN 731325 a našich zkušeností, lze konstatovat, že zkoumaný beton s nasákavostí 4,2% (nosníky) (po deseti dnech nasáknutí) vyhovuje kritériu $N_{1440} < 6,5\%$ (kritérium N_{1440} představuje pouze částečné nasycení po dobu 1440 minut = jednoho dne). Výsledek naznačuje potenciální dobrou odolnost proti mrazu.

4.3. VYZTUŽENÍ KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ

Pro zjištění polohy předpínací výztuže bylo provedeno 10 destruktivní sondy do nosné konstrukce. 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 KA-73 délky 18 m byla zjištěna předpínací výztuž ve formě kabelů s jednotlivými průměry drátů 4,5 mm. V místě sond byly nalezeny kanálky zcela vyplněny injektážní směsí. V místě sond byly nalezeny kabely bez známek koroze. Podrobně viz Příloha 3.2.
- Fotografická dokumentace je uvedena v Příloze 3.2.

4.4. KONTROLA VNITŘNÍCH KOMOR KA NOSNÍKŮ

Cílem této části stavebně technického průzkumu bylo zjistit stav vnitřních komor KA-73 nosníků tvořících nosnou konstrukci mostu.

Sondy byly provedeny ze spodního líce a boku nosníků KA-73. Pro prohlídku byly využity nově vyvrtané jádrové vrty do boku nosníků a dále pak nové vrty průměru cca 8 mm ze spodního líce nosníků. Následně za pomoci fotoaparátu a endoskopu byl prohlédnut vnitřní prostor mezi nosníky v blízkosti otvorů.

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

- **Z většiny komor po navrtání začal vytékat výrazný proud vody svědčící o částečném zaplavení komor nosníků, foto č. 1 - 3 v Příloze 3.3.**
- **Z boku krajních nosníků byla provedena prohlídka v místech provedených jádrových vrtů. U obou nosníků bylo potvrzeno částečné zaplavení vodou. V době prohlídky částečně zamrznutou. Nosník na návodní straně byl v době prohlídky zaplněn z více, jak 1/3, foto č. 5 a 6 v Příloze 3.3.**
- Z tohoto důvodu bylo možné provést prohlídku pouze krajních nosníků navrtaných z boku. Zbytek prohlídky doporučujeme realizovat, až dojde k roztátí ledu uvnitř komor a odtoku vody z komor.
- V prohlédnutých komorách (krajní nosníky) byly kromě zaplavení nalezeny plošné stopy po zatékání a masivní výluhy. V komorách byla nalezena místa, kde lokálně vlivem nedostatečné či odpadlé betonové krycí vrstvy výztuže dochází ke korozi měkké výztuže nosníků.
- Fotografická dokumentace z endoskopické prohlídky je uvedena v Příloze 3.3, foto č. 1 - 6.

5. SHRNU TÍ A ZÁVĚRY

Na základě objednávky č. OV-214/2018 společnosti, MDS PROJEKT s.r.o., Fösterova 175, 566 01 Vysoké Mýto, byl proveden stavebně technický průzkum mostní konstrukce ev. č. 315-010 v Lanškrouně.

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 prosinci 2018 a lednu 2019.

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

- BETON (podrobně kap. 4.32., Příloha 1 a 2)
- VYZTUŽENÍ KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ (podrobně kap. 4.3., Příloha 3)
- KONTROLA VNITŘNÍCH KOMOR KA NOSNÍKŮ (podrobně kap. 4.4., Příloha 3)

Stavebně technický průzkum byl značně redukován ve středních polích z důvodů nepřerušování dopravy na komunikaci R37.

- 1) Na základě nedestruktivních a destruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku doporučujeme uvažovat pro nosnou konstrukci (nosníky) třídu betonu C 35/45.
- 2) Při porovnání krycí vrstvy betonu a zjištěné hloubky karbonatice vyplývá, že malá část měkké výztuže KA nosníků již leží ve zkarbonatované vrstvě betonu a není již chráněna proti korozi jeho přirozenou alkalitou. Tato koroze je již na konstrukci patrná. Zbylé vyztužení konstrukcí leží v nezkarbonatované vrstvě betonu a je chráněno jeho přirozenou alkalitou.
- 3) Z provedených zkoušek pevnosti betonu v prostém tahu a zjištěných výsledků lze konstatovat, že průměrná hodnota pevnosti povrchových vrstev betonu nosné konstrukce (nosníků) je 3,0 Mpa.

Tyto hodnoty pevnosti povrchových vrstev betonu splňují požadavek na průměrnou pevnost povrchových vrstev 1,4 MPa. Je také splněna podmínka minimální jednotlivé

hodnoty $> 0,8$ MPa dle předpisu TSSBK III u všech terčů. To samé platí i pro předpis TKP 31, který požaduje průměrnou hodnotu 1,2 MPa.

- 4) V betonu zkoumaných betonových nosníků KA je obsah chloridových iontů v celém rozsahu hloubky odběru vzorku (0 – 30 mm) relativně nízký a splňuje požadavky ČSN EN 206+A1.
- 5) Sondami do před. nosníků KA-73 délky 18 m byla zjištěna předpínací výztuž ve formě kabelů s jednotlivými průměry drátů 4,5 mm. V místě sond byly nalezeny kanálky zcela vyplněny injektážní směsí. V místě sond byly nalezeny kabely bez známek koroze.
- 6) **Z většiny komor po navrtání začal vytékat výrazný proud vody svědčící o částečném zaplavení komor nosníků.**

Z boku krajních nosníků byla provedena prohlídka v místech provedených jádrových vrtů. U obou nosníků bylo potvrzeno částečné zaplavení vodou. V době prohlídky částečně zamrznutou. Nosník na návodní straně byl v době prohlídky zaplněn z více, jak 1/3.

V prohlédnutých komorách (krajní nosníky) byly kromě zaplavení nalezeny plošné stopy po zatékání a masivní výluhy. V komorách byla nalezena místa, kde lokálně vlivem nedostatečné či odpadlé betonové krycí vrstvy výztuže dochází ke korozi měkké výztuže nosníků.

Z tohoto důvodu bylo možné provést prohlídku pouze krajních nosníků navrtaných z boku. Zbytek prohlídky doporučujeme realizovat, až dojde k roztátí ledu uvnitř komor a odtoku vody z komor.

- 7) Provedenou zkouškou byla stanovena průměrná hodnota nasákavosti 4,2% (po deseti dnech nasáknutí) pro vývrty z nosníků.

Na základě neplatné normy ČSN 731325 a našich zkušeností, lze konstatovat, že zkoumaný beton s nasákavostí 4,2% (nosníky) (po deseti dnech nasáknutí) vyhovuje kritériu $N1440 < 6,5\%$ (kritérium N1440 představuje pouze částečné nasycení po dobu 1440 minut = jednoho dnu). Výsledek naznačuje potenciální dobrou odolnost proti mrazu.

6. 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

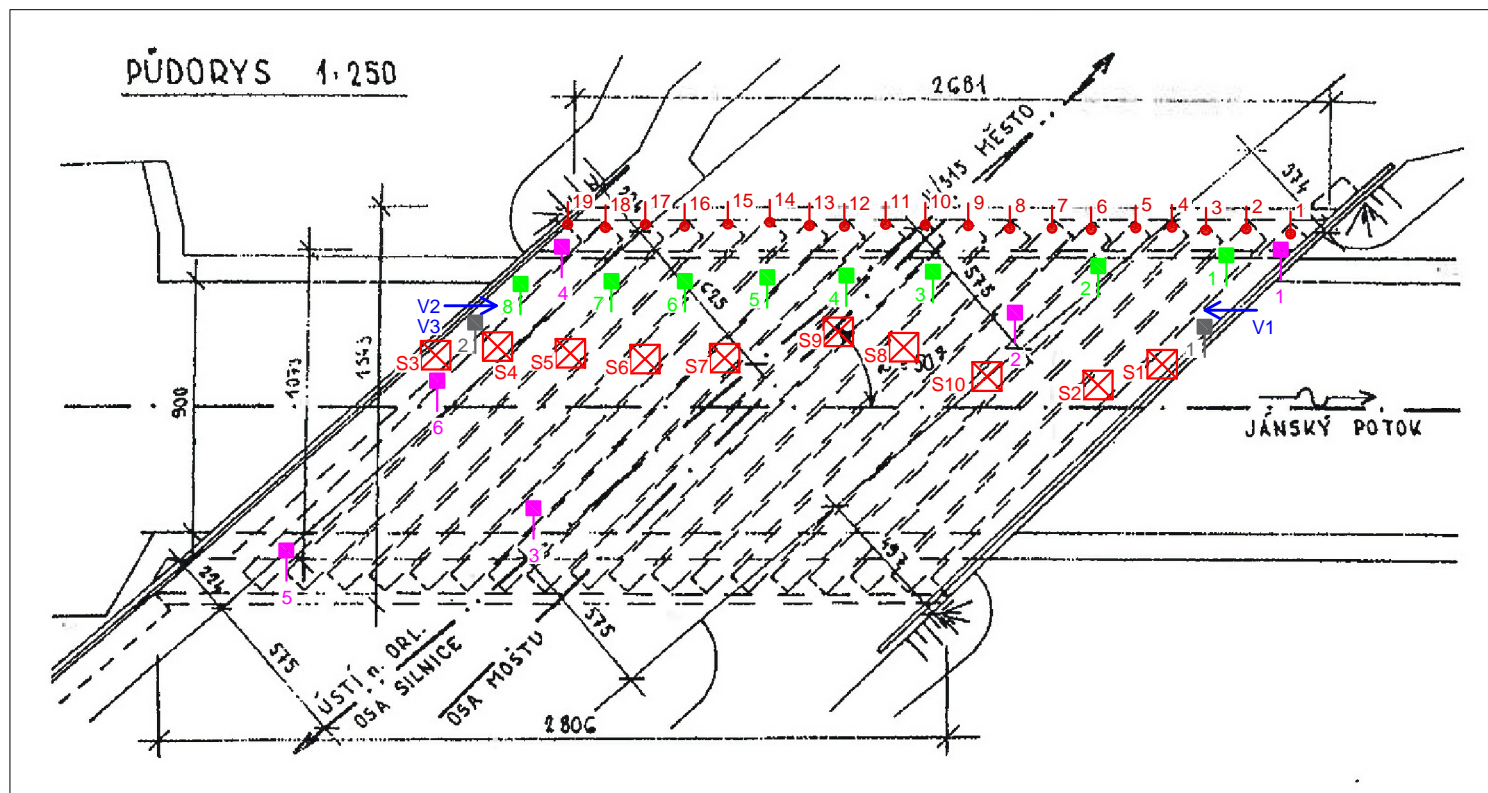
STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE EV. Č. 315-010, LANŠKROUN

VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

PŘÍLOHA 1.1 – SCHÉMATICKÝ PŮDORYS – POLOHA SOND

Lokalizace sond - sch. půdorys

Příloha 1.1



Legenda a poznámky:

- Sch.1 - nedestruktivní zkouška Schmidovým tvrdoměrem
- místo provedení endoskopické prohlídky vnitřních komor
- místo odběru vzorku pro stanovení chloridů
- místo odtrhové zkoušky
- odběr jádrového vývrtu
- S1 - destruktivní sonda k výztuži

PŘÍLOHA 2

STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE

EV. Č. 315-010, LANŠKROUN

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. - STANOVENÍ NASÁKAVOSTI BETONU

PŘÍLOHA 2.1.

STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE

EV. Č. 315-010, LANŠKROUN

NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI BETONU V TLAKU

Vypracoval: Ing. Stanislav Řeháček

(celkem 2 strany)

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

Nosníky

Zk. místo	Směr úderu	Odskok tvrdoměru <i>a</i>								Průměr	f _{be} [MPa]	f _{be} a t a _w [MPa]
Nosníky												
1	↑	55	50	55	50	50	52	48	49	51	54	49
2	↑	49	49	56	49	50	51	50	50	51	54	49
3	↑	50	52	49	57	53	50	55	55	53	58	52
4	↑	50	49	50	55	51	52	48	55	51	54	49
5	↑	49	57	56	51	48	50	54	57	53	58	52
6	↑	52	56	55	52	50	50	52	55	53	58	52
7	↑	56	54	56	57	53	54	54	57	55	62	56
8	↑	52	54	57	57	57	50	54	57	55	62	56
9	↑	56	57	56	57	55	49	49	53	54	60	54
10	↑	53	54	57	57	52	52	48	57	54	60	54
11	↑	48	52	50	53	53	54	48	57	52	56	50
12	↑	48	48	54	53	48	53	50	48	50	52	47
13	↑	49	55	49	57	55	57	48	53	53	58	52
14	↑	50	51	51	53	57	55	52	48	52	56	50
15	↑	50	54	52	57	56	57	54	51	54	60	54
16	↑	48	48	49	50	51	54	52	51	50	52	47
17	↑	52	52	50	54	55	57	55	52	53	58	52
18	↑	52	49	52	52	56	51	53	52	52	56	50
19	↑	57	57	57	54	54	49	49	49	53	58	52
Celkový průměr												51.4

$\alpha_w = 1.0$

$\alpha_t = 0.90$

$s_r = 2.63 \text{ MPa}$

$V_x = 0.05$

$m_x = 51.4 \text{ MPa}$

$k_n = 1.68$

$f_{ck, cube} = m_x (1 - k_n V_x) = 47.0 \text{ MPa}$

PŘÍLOHA 2.2.

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE
EV. Č. 315-010, LANŠKROUN**

DESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI BETONU V TLAKU

Vypracoval: Ing. Tomáš Mandlík, Ing. Stanislav Řeháček

(celkem 4 strany)

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

Provedení zkoušky : 2. 1. 2019
 Značení vzorků : viz Tabulka 1
 Identifikace vzorků : zkoušeny byly vývrty o \varnothing cca 75 mm,
 výsledky zkoušek jsou uvedeny v Tabulce 2
 Úprava vzorků : zaříznuty diamantovým kotoučem a zabroušeny
 Zatěžovací stroj : WPM 1000 kN, metrologické číslo S 12 012 M
 Prostředí zkoušky : teplota 18 °C, vlhkost 35 %
 Provedl : Pavel Borodáč

Tabulka 1: Popis vývrtnů

Označení vývrtnu	Délka /průměr [mm]	Popis struktury vývrtnu
V1	105/ \varnothing 75	Ve vývrtnu převažuje podíl HDK nad DTK s ojedinělými zrny HTK. Max. velikost zrna HTK je 6 mm, max. velikost zrna HDK je 22 mm. Beton je hutný až mírně pórovitý, na povrchu vývrtnu zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 2 mm, ojediněle byly zaznamenány větší póry velikosti až 6 mm. Povrch vývrtnu je drsný.
V2	105/ \varnothing 75	Ve vývrtnu převažuje podíl HDK nad DTK s ojedinělými zrny HTK. Max. velikost zrna HTK je 8 mm, max. velikost zrna HDK je 25 mm. Beton je hutný až mírně pórovitý, na povrchu vývrtnu zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 1 mm. Povrch vývrtnu je hladký.
V3	105/ \varnothing 75	Ve vývrtnu převažuje podíl HDK nad DTK s ojedinělými zrny HTK. Max. velikost zrna HTK je 8 mm, max. velikost zrna HDK je 25 mm. Beton je hutný až mírně pórovitý, na povrchu vývrtnu zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 2 mm. Povrch vývrtnu je drsný.

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

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

PŘÍLOHA 2.2. (pokračování)



Foto 1: Pohled na vzorky V1 až V3.

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

Vývrt	Ozn. zk. vzorku	Průměr vzorku	Výška vzorku	Hmotnost	Objem hmot.	Max. tlak. síla F	Pevnost betonu na vývrtu $f_{c, core}$	Štíhl. poměr l	Opravný součinitel (štíhlost) K_c, cyl	Převodní součinitel (průměr) K_d, cyl	Válcová pevnost betonu $f_{c, cyl}$	Převodní součinitel (cyl-cube) $K_{cyl, cube}$	Krychelná pevnost betonu $f_{c, cube}$
		[mm]	[mm]	[g]	[kg/m ³]	[kN]	[MPa]	[--]	[--]	[--]	[MPa]	[--]	[MPa]
V1	V1-B	73.5	79.6	828	2460	205.0	48.3	1.083	0.875	0.929	39.3	1.237	48.6
V2	V2-A	73.6	69.7	731	2470	187.0	44.0	0.947	0.823	0.929	33.6	1.243	41.8
V3	V3	73.5	77.4	810	2470	195.0	46.0	1.053	0.867	0.929	37.0	1.240	45.9
Průměr ze všech vzorků:					2470						36.6		45.4
Směrodatná odchylka:					5.8						2.9		3.4
Variační koeficient [%]:					0.2						7.8		7.5

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/m³; Ø 70 – 80 mm: 15 kg/m³; Ø > 80 mm: 10 kg/m³.

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:

$f_{ck, is} = f_m(n), is - k = 45,4 - 7 = 38,4 \text{ MPa}$ nebo $f_{ck, is} = f_{is, min.} + 4 = 41,8 + 4 = 45,8 \text{ MPa}$

Kritérium shody dle tab. 1, ČSN EN 13791 pro beton pevnostní třídy C 35/45

$f_{ck, is, cube} = 38,4 > 38 \text{ MPa} = f_{ck, is, cube} \text{ (min. charakt. pevnost betonu, ČSN EN 13791, tab. 1)}$

Minimální charakteristická pevnost betonu C 35/45 $f_{ck, is, cube} = 38 \text{ MPa}$.

Minimální charakteristická pevnost zkoušeného betonu $f_{ck, is, cube} = 38,4 \text{ MPa}$.

Minimální charakteristická pevnost betonu C 40/50 $f_{ck, is, cube} = 43 \text{ MPa}$.

Beton nosníků splňuje požadavky pevnostní třídy C 35/45.**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 2.3.

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE
EV. Č. 315-010, LANŠKROUN**

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

Vypracoval: Ing. Stanislav Řeháček

(celkem 2 strany)

PŘÍLOHA 2.3. (pokračování)**NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI POVRCHOVÝCH VRSTEV
V PROSTÉM TAHU****NOSNÁ KONSTRUKCE**

Terč číslo	Poloha odtrhu	Upřesnění místa odběru	Typ podkladu	Odtřhová síla F [kN]	Rozměr (průměr) [mm]		Plocha A [mm ²]	Napětí R _t [MPa]	Charakteristika a porušení
					a	b			
1	Nosná konstrukce	-	beton	7.4	50	50	2500	2.96	B
2			beton	9.8	50	50	2500	3.92	B
3			beton	10.2	50	50	2500	4.08	B
4			beton	3.2	50	50	2500	1.28	B
5			beton	6.2	50	50	2500	2.48	B
6			beton	8.7	50	50	2500	3.48	B
7			beton	3.1	50	50	2500	1.24	B
8			beton	10.5	50	50	2500	4.20	B
Průměr								2.96	
Směrodatná odchylka								1.12	
Celkový průměr								3.0	

Terč	Z
Lepidlo	X
Beton	B

PŘÍLOHA 2.4.

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE
EV. Č. 315-010, LANŠKROUN**

STANOVENÍ OBSAHU CHLORIDŮ V BETONU

Vypracoval: Ing. Daniel Dobiáš Ph.D.

(celkem 2 strany)

PŘÍLOHA 2.4. (pokračování)

STANOVENÍ OBSAHU CHLORIDŮ V BETONU

Celkové výsledky analýz obsahu Cl^- v % dle ČSN EN 206+A1, **nosná konstrukce**

Způsob odběru	Místo odběru	Upřesnění odběru vzorků	Označení vzorku	Typ betonu pro hodnocení	Chloridy Cl ⁻ v % hmotnosti suchého vzorku betonu	Hloubka odběru [mm]	420 kg v 1 m ³ betonu [%]
V R T Á N Í	Nosníky		CH1-1	Před. beton	0.004	0-15	0.02
	Nosníky		CH1-2		0.001	15-30	0.01
			CH2-1		0.027	0-15	0.16
	Nosníky		CH2-2		0.002	15-30	0.01
			CH3-1		0.002	0-15	0.01
	Nosníky		CH3-2		0.001	15-30	0.01
			CH4-1		0.072	0-15	0.42
	Nosníky		CH4-2		0.023	15-30	0.14
			CH5-1		0.021	0-15	0.12
	Nosníky		CH5-2		0.002	15-30	0.01
			Nosníky, dobetonávka	CH6-1	železobeton	0.061	0-15
				CH6-2		0.052	15-30
Průměr stanovený v odebrané hloubce vzorku 0-15 mm							0.18
Průměr stanovený v odebrané hloubce vzorku 15-30 mm							0.08

Průměrná objemová hmotnost betonu stanovená z jádrových vývrtů na úrovni 2470 kg/m³

Zhodnocení výsledku analýz obsahu Cl^- v % dle ČSN EN 206+A1

Konstrukce	Vrstva hloubky odběru vzorku	Průměrný obsah Cl^- (% hm.) vztaženo na hmotnost cementu	Limitní hodnota dle	Splnění kritéria
	[mm]		ČSN EN 206+A1	
Nosníky	0 – 15	0.18	0.2%	Vyhovuje
	15 – 30	0.08		Vyhovuje

PŘÍLOHA 2.5.

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE
EV. Č. 315-010, LANŠKROUN**

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	:	27. 12. 2018 – 3. 1. 2019
Zkoušku provedl	:	Ing. Tomáš Mandlík, Bc. Karel Hurtig
Zkušební vzorky	:	odřezky jádrových vývrtů Ø cca 75 mm
Prostředí zkoušky	:	teplota 20 °C, vlhkost 51 %
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 - nosníky

Označení vzorku	Hmotnost nasyceného vzorku	Hmotnost hydrostaticky váženého vzorku	Hmotnost vysušeného vzorku	Objemová hmotnost z hydrostatického vážení	Nasákavost
	[g]	[g]	[g]	[kg.m ⁻³]	[%]
V1-A	164	98	157	2480	4.7
V2-B	202	120	195	2460	3.7
Průměr				2460	4.2

PŘÍLOHA 3

STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE EV. Č. 315-010, LANŠKROUN

SONDY

Vypracoval: Ing. Stanislav Řeháček

PŘÍLOHA 3.1. - NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ POLOHY VÝZTUŽE

PŘÍLOHA 3.2. - DESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ POLOHY PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽE

PŘÍLOHA 3.3. – ENDOSKOPICKÁ PROHLÍDKA KOMOR KA NOSNÍKŮ

PŘÍLOHA 3.1

STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE

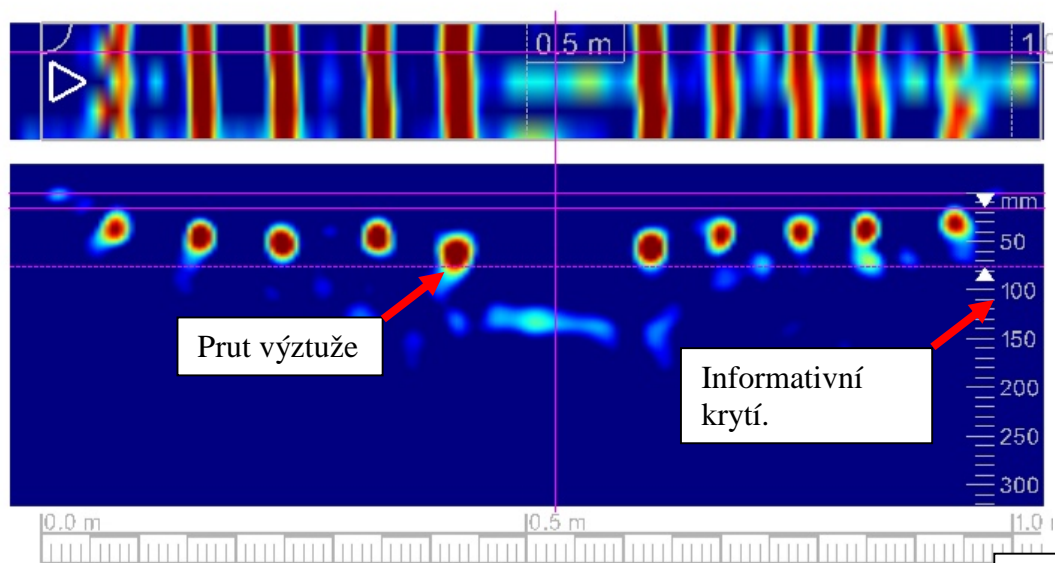
EV. Č. 315-010, LANŠKROUN

NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ POLOHY VÝZTUŽE

Sonda NS1 – KA nosník – spodní líc cca v 1/3 rozpětí

Grafický výstup z radaru HILTI PS 1000.

Pohled na konstrukci



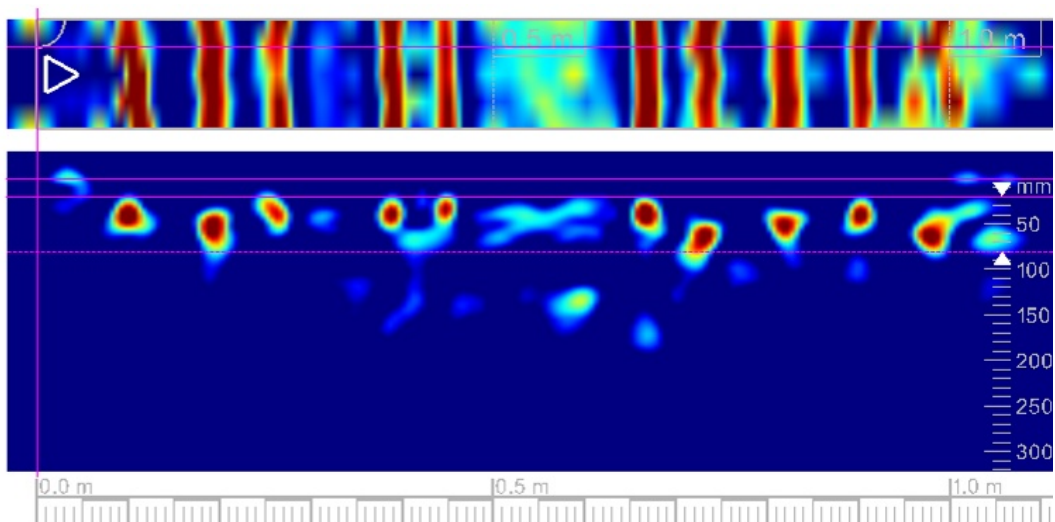
Řez konstrukcí.

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

Scanem bylo zjištěno krytí předpínací výztuže na úrovni cca 30 – 50 mm.

Sonda NS2 – KA nosník – spodní líc cca v 1/3 rozpětí

Grafický výstup z radaru HILTI PS 1000.

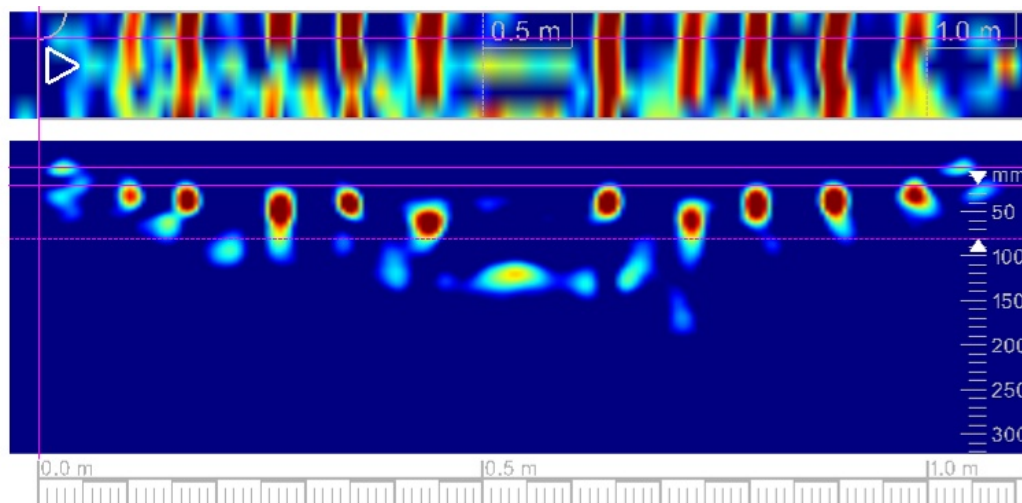


Radarem HILTI PS 1000 by provedený vodorovný scan o délce cca 1,1 m (celá šířka nosníku). Scan byl vyhotoven na konstrukci tak, aby bylo schéma zobrazeno zleva doprava. V horní části scanu je zobrazen rastr předpínací výztuže a v dolní části vykreslení se nachází řez v kolmé rovině.

Scanem bylo zjištěno krytí předpínací výztuže na úrovni cca 30 – 50 mm.

Sonda NS3 – KA nosník – spodní líc cca v 1/3 rozpětí

Grafický výstup z radaru HILTI PS 1000.

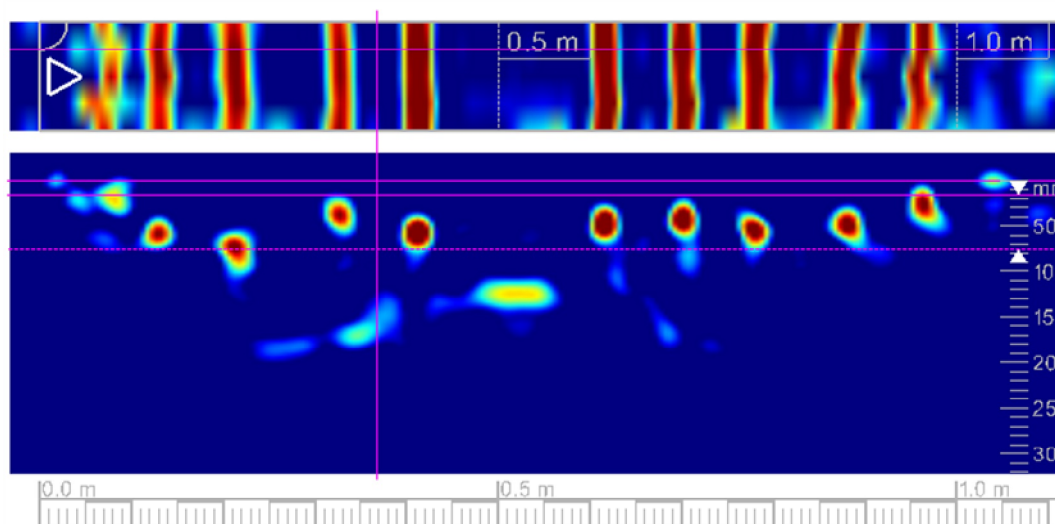


Radarem HILTI PS 1000 by provedený vodorovný scan o délce cca 1,1 m (celá šířka nosníku). Scan byl vyhotoven na konstrukci tak, aby bylo schéma zobrazeno zleva doprava. V horní části scanu je zobrazen rastr předpínací výztuže a v dolní části vykreslení se nachází řez v kolmé rovině.

Scanem bylo zjištěno krytí předpínací výztuže na úrovni cca 30 – 55 mm.

Sonda NS4 – KA nosník – spodní líc cca v 1/3 rozpětí

Grafický výstup z radaru HILTI PS 1000.

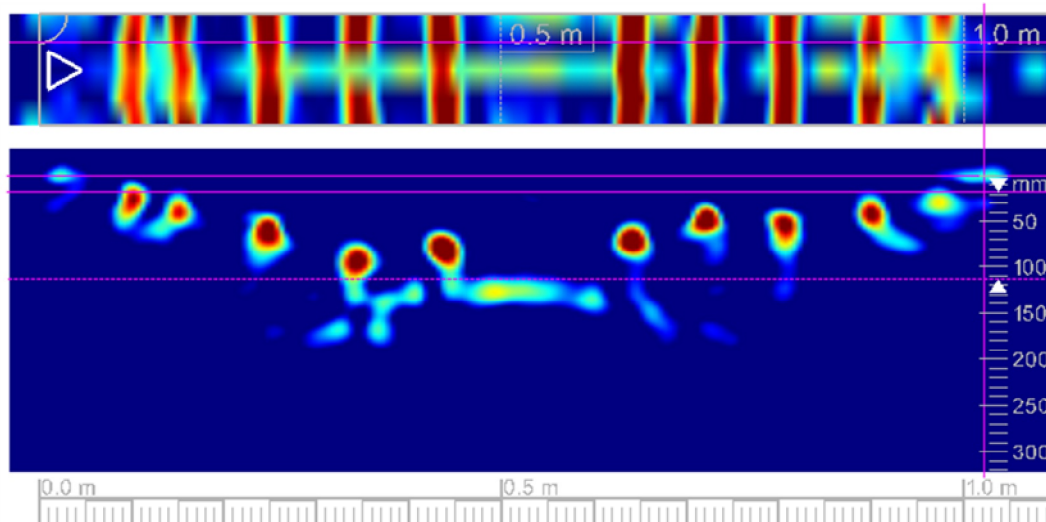


Radarem HILTI PS 1000 by provedený vodorovný scan o délce cca 1,1 m (celá šířka nosníku). Scan byl vyhotoven na konstrukci tak, aby bylo schéma zobrazeno zleva doprava. V horní části scanu je zobrazen rastr předpínací výztuže a v dolní části vykreslení se nachází řez v kolmé rovině.

Scanem bylo zjištěno krytí předpínací výztuže na úrovni cca 30 – 65 mm.

Sonda NS5 – KA nosník – spodní líc cca v 1/3 rozpětí

Grafický výstup z radaru HILTI PS 1000.



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

Scanem bylo zjištěno krytí předpínací výztuže na úrovni cca 30 – 85 mm.

PŘÍLOHA 3.2

STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE

EV. Č. 315-010, LANŠKROUN

DESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ POLOHY PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽE



Foto 1: Detail sondy S1, předpínací výztuž nosník KA, 19. nosník od návodní strany, spodní líc. Na předpínací výztuži nebyla nalezena koroze. Kanálek zcela vyplněn injektážní směsí. Krytí předpínací výztuže cca 35 mm. Poloha viz Příloha 1.

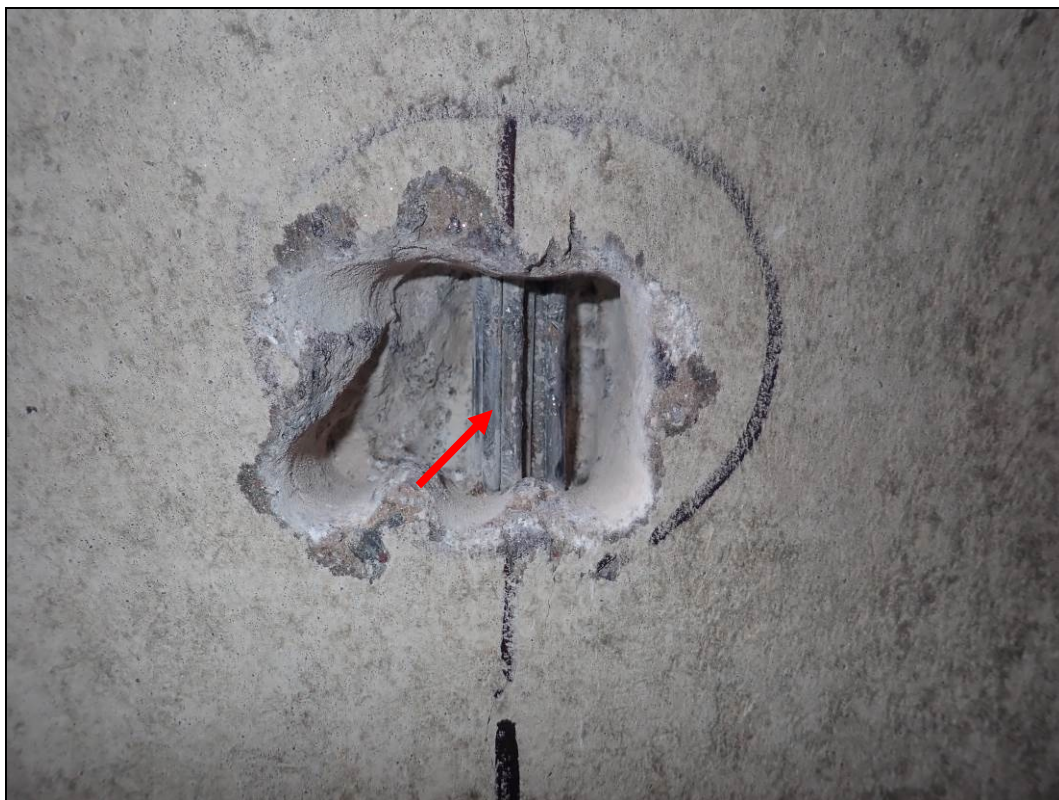


Foto 2: Detail sondy S2, předpínací výztuž nosník KA, 18. nosník od návodní strany, spodní líc. Na předpínací výztuži nebyla nalezena koroze. Kanálek zcela vyplněn injektážní směsí. Krytí předpínací výztuže cca 33 mm. Poloha viz Příloha 1.



Foto 3: Detail sondy S3, předpínací výztuž nosník KA, 1. nosník od návodní strany, spodní líc. Na předpínací výztuži nebyla nalezena koroze. Kanálek zcela vyplněn injektážní směsí. Krytí předpínací výztuže cca 32 mm. Poloha viz Příloha 1.



Foto 4: Detail sondy S4, předpínací výztuž nosník KA, 2. nosník od návodní strany, spodní líc. Na předpínací výztuži nebyla nalezena koroze. Kanálek zcela vyplněn injektážní směsí. Krytí předpínací výztuže cca 50 mm. Poloha viz Příloha 1.



Foto 5: Detail sondy S5, předpínací výztuž nosník KA, 4. nosník od návodní strany, spodní líc. Na předpínací výztuži nebyla nalezena koroze. Kanálek zcela vyplněn injektážní směsí. Krytí předpínací výztuže cca 40 mm. Poloha viz Příloha 1.



Foto 6: Detail sondy S6, předpínací výztuž nosník KA, 6. nosník od návodní strany, spodní líc. Na předpínací výztuži nebyla nalezena koroze. Kanálek zcela vyplněn injektážní směsí. Krytí předpínací výztuže cca 45 mm. Poloha viz Příloha 1.



Foto 7: Detail sondy S7, předpínací výztuž nosník KA, 8. nosník od návodní strany, spodní líc. Na předpínací výztuži nebyla nalezena koroze. Kanálek zcela vyplněn injektážní směsí. Krytí předpínací výztuže cca 50 mm. Poloha viz Příloha 1.



Foto 8: Detail sondy S8, předpínací výztuž nosník KA, 12. nosník od návodní strany, spodní líc. Na předpínací výztuži nebyla nalezena koroze. Kanálek zcela vyplněn injektážní směsí. Krytí předpínací výztuže cca 44 mm. Poloha viz Příloha 1.



Foto 9: Detail sondy S9, předpínací výztuž nosník KA, 10. nosník od návodní strany, spodní líc. Na předpínací výztuži nebyla nalezena koroze. Kanálek zcela vyplněn injektážní směsí. Krytí předpínací výztuže cca 36 mm. Poloha viz Příloha 1.



Foto 10: Detail sondy S10, předpínací výztuž nosník KA, 14. nosník od návodní strany, spodní líc. Na předpínací výztuži nebyla nalezena koroze. Kanálek zcela vyplněn injektážní směsí. Krytí předpínací výztuže cca 36 mm. Poloha viz Příloha 1.

PŘÍLOHA 3.3

STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE

EV. Č. 315-010, LANŠKROUN

ENDOSKOPICKÁ PROHLÍDKA KOMOR MPD NOSNÍKŮ



Foto 1: Detail vytékající vody po navrtání komor nosníků.



Foto 2: Detail vytékající vody po navrtání komor nosníků.



Foto 3: Detail vytékající vody po navrtání komor nosníků.



Foto 4: Detail vnitřního povrchu komory KA nosníku. Sonda 1.
Uvnitř komory pozorovatelné výluhy a koroze měkké výztuže.
Na dně komory vrstva ledu.



Foto 5: Detail vnitřního povrchu komory KA nosníku. Sonda 2.
Uvnitř komory pozorovatelné výluhy a koroze měkké výztuže.
Na dně komory vrstva ledu do cca 1/3 výšky komory.



Foto 6: Detail vnitřního povrchu komory KA nosníku. Sonda 2.
Uvnitř komory pozorovatelné výluhy a koroze měkké výztuže.
Na dně komory vrstva ledu do cca 1/3 výšky komory.