

**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.
1700 J 125**

Datum vydání zprávy
9. května 2017

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. 305-013 V OBCI BOROHRÁDEK

Vypracoval:

Ing. Stanislav Řeháček

Spolupráce:

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

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. 305-013 v obci Borohrádek.

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: Pohled na mostní konstrukci, pohled zleva.

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	10
4.1. POPIS KONSTRUKCE	10
4.2. BETON	10
4.2.1. Struktura a objemová hmotnost betonu	10
4.2.2. Destruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku.....	11
4.2.3. Nedestruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku.....	11
4.2.4. Pevnost betonu v tlaku – shrnutí.....	11
4.2.5. Porovnání hloubky karbonatace betonu a tloušťky krycí vrstvy výztuže.....	12
4.2.6. Pevnost povrchových vrstev betonu v prostém tahu	13
4.2.7. Stanovení obsahu chloridů v betonu.....	14
4.3. VÝZTUŽENÍ KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ	14
4.4. SKLADBA SOUVRSTVÍ VOZOVKY	15
5. SHRNUÍ A ZÁVĚRY	16
6. SEZNAM PŘÍLOH	18

1. ÚVOD

Na základě objednávky č. OV-068/2017 společnosti, MDS PROJEKT s.r.o., Fösterova 175, 566 01 Vysoké Mýto, byl proveden stavebně technický průzkum mostní konstrukce ev.č. 305-013 v Borohrádku.

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

- studium dostupných podkladů,
- vizuální prohlídka mostní konstrukce,
- pevnost betonu v tlaku nedestruktivními zkouškami,
- pevnost betonu v tlaku destruktivními zkouškami,
- zkouška pevnosti povrchových vrstev v prostém tahu,
- chemický rozbor betonu za účelem stanovení obsahu chloridů v betonu pro posouzení korozního stavu,
- 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 dubnu 2017.

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 206/2014: 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] HPM most ev.č. 305-013, most v Borohrádku, vpracoval Ing. Pavel Doubrovský, 10/2014, elektronická kopie dodána objednatelem.

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 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 bylo použito přístroje Profometr - model 4, švýcarské firmy PROCEQ. Použitá bodová měrná sonda se před a v průběhu měření opakovaně kalibruje pomocí tzv. standardního bloku. Bodová sonda umožňuje stanovit hloubku krytí do 100 mm, což je hloubka s ohledem na diagnostikované prvky dostatečná pro posouzení korozního stavu výztuže (viz dále).

Dále byl pro nedestruktivní měření 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 $\varnothing 74$ 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 Ø 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 Ø 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 [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. Lokalizace provedených šetření je uvedena v Příloze 1.

4.1. POPIS KONSTRUKCE

Jedná se o jednopolovou mostní konstrukci. Silniční most převádí silnici druhé třídy č. 305 přes Velinský potok.

Nosná konstrukce je v příčném řezu tvořena 11ks předpjatých prefabrikovaných nosníků MPD (9 vnitřních šířky 1,0m a 2 krajní šířky 0,5m). Mostní opěry jsou betonové se železobetonovými úložnými prahy.

4.2. BETON

4.2.1. Struktura a objemová hmotnost betonu

Struktura a objemová hmotnost betonu byla zjišťována z jádrových vývrtů Ø 74 mm (celkové délky 140 - 250 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 2 vývrty.

Z provedené prohlídky odebraných jádrových vývrtů lze konstatovat tyto závěry:

- Ø *Beton vývrtu V1 (opěra), je hutný, s vyváženým obsahem DTK, HTK a HDK, max. velikost zrna HTK do 27 mm a HDK max. velikost zrna do 37 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 7 mm, ojediněle zastiženy dutiny do velikosti 14 mm. Podrobný popis viz Příloha 2.2.*
- Ø *Beton vývrtu V2 (opěra), je mezerovitý, s vyváženým obsahem DTK a HDK, ojediněle byla zaznamenána zrna HTK. Max. velikost zrna HTK do 27 mm a HDK max. velikost zrna do 30 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 5 mm, ojediněle zastiženy dutiny do velikosti 32 mm. Podrobný popis viz Příloha 2.2.*
- Ø *Průměrná objemová hmotnost v přirozeném stavu vlhkosti betonu, stanovená z jádrových vývrtů, je cca 2220 kg/m³ pro beton opěr. Jednotlivé naměřené hodnoty objemové hmotnosti jsou uvedeny v Příloze 2.2.*

4.2.2. Destruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku

Pro účely destruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku byly odebrány jádrové vývrty Ø 74 mm (opěry). 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 železobetonových konstrukcích mostu (opěry 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 4.2.4.

4.2.4. 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	nedestruktivně	34,1	30,3	6,2
	destruktivně	32,8	25,8	1,3
Nosná konstrukce	nedestruktivně	56,8	52,7	4,1

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

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

Diagnostikované konstrukční prvky		Třída betonu, resp. / pevnostní třída betonu	
		ČSN EN 1992	Požadavek dokumentace
Opěry	nedestruktivně	C 25/30	-
	destruktivně	C 20/25	
Nosná konstrukce	nedestruktivně	C 50/60	-

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 20/25
- Nosná konstrukce, nosníky: C 40/50

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

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:**Opěry**

- Ø Hloubka karbonatace betonu: 3 až 8 mm
- Ø Krytí betonářské výztuže: 30 až 50 mm

Nosná konstrukce, nosníky

- Ø Hloubka karbonatace betonu: 1 až 3 mm
- Ø Krytí měkké výztuže u spodního povrchu: 0 až 5 mm
- Ø Krytí předpínací výztuže u spodního povrchu: 35 až 50 mm

Z provedeního šetření a zjištěných hodnot lze konstatovat:

- Ø Primární riziko karbonatce 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 diagnostikované výztuže (měkká výztuž nosníků) již leží ve zkarbonatované vrstvě betonu a není již chráněna proti korozi jeho přirozenou alkaliitou. Ostatní výztuž leží v nezkarbonatované vrstvě betonu a je chráněna proti korozi jeho přirozenou alkaliitou.

4.2.6. Pevnost povrchových vrstev betonu v prostém tahu

Odrhové zkoušky byly provedeny na spodním líci NK a opěrách. Poloha zkušebních míst viz. Příloha 1. Celkem bylo odzkoušeno 6 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^2) uvažována plocha terče 50 x 50 mm (2500 mm^2)

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

- Ø Celková průměrná hodnota pevnosti povrchových vrstev betonu je:
- 0,51 MPa pro betony opěr.
 - 3,81 MPa pro betony nosníků.
- Ø Průměrná hodnota pevnosti povrchových vrstev **betonu opěr nesplňuje** požadavek na průměrnou pevnost povrchových vrstev 1,4 MPa, zároveň není splněna podmínka minimální jednotlivé hodnoty $> 0,8 \text{ MPa}$ dle předpisu TSSBKIII [8] u všech terčů. To samé platí i pro předpis TKP 31 [7], který požaduje průměrnou hodnotu 1,2 MPa.
- Ø Průměrná hodnota pevnosti povrchových vrstev **betonu nosné konstrukce splňuje** požadavek na průměrnou pevnost povrchových vrstev 1,4 MPa, zároveň je splněna podmínka minimální jednotlivé hodnoty $> 0,8 \text{ MPa}$ 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. 3.7.).

Odběr vzorků byl rovnoměrně rozmístěn po konstrukci mostu. Poloha odběrů je patrná z Přílohy 1. Celkem bylo odebráno 8 vzorků betonu na 4 místech (vždy dva vzorky z různé hloubky na jednom místě). Celkové zhodnocení výsledků analýz obsahu Cl^- v % dle ČSN EN 206 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^3 betonu je 350 kg pro betony spodní stavby a 420 kg pro betony nosníků.
- Objemová hmotnost betonu byla zjištěna z jádrových vývrtů. Pro opěry je na úrovni cca 2220 kg/m^3 a pro KA nosníky byla stanovena odhadem na úrovni cca 2350 kg/m^3 .

Limitní obsah 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 Cl^- [% hm.] zjištěný laboratorní analýzou pro beton opěr je 0,42*
- Ø
- Ø *% pro hloubku odběru 0-15 mm a 0,23 % pro hloubku odběru 15-30 mm. Limitní obsah Cl^- [% hm.] vztažený na hmotnost cementu je dle ČSN EN 206 pro železobeton beton 0,4 % hm.*
- Ø *Průměrný obsah Cl^- [% hm.] zjištěný laboratorní analýzou pro beton nosníků je 0,05 % 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 pro před. beton 0,2 % hm.*
- Ø *V betonu zkoumaných železobetonových prvků nosné konstrukce je obsah chloridových iontů v celém rozsahu hloubky odběru vzorku (0 – 30 mm) nízký a splňuje požadavky ČSN EN 206. U betonu opěr, byl zjištěn nadlimitní obsah chloridových iontů v rozsahu hloubky odběru 0 – 15 mm, tudíž nesplňuje požadavky ČSN EN 206.*

- Ø Vysoké hodnoty kontaminace jsou dle našeho názoru lokální a jsou způsobeny zatékáním vody z vozovky na opěru. Opěra je vystavena přímým účinkům vody stékající z vozovky, která v zimních měsících obsahuje posypové soli.

4.3. VYZTUŽENÍ KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ

Pro zjištění polohy předpínací výztuže bylo provedeno 6 destruktivních sond 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 MPD byla zjištěna podélná předpínací výztuž ve formě kabelů s jednotlivými průměry drátů 4,5 mm. V místě sond byly nalezeny kanálky, které ve všech případech nebyly zcela vyplněny injektážní směsí. Na jednotlivých drátech nebyla nalezena koroze. Podrobně viz Příloha 3.2.
- Sondami do spár mezi před. nosníky MPD byla zjištěna příčná předpínací výztuž ve formě kabelů s jednotlivými průměry drátů 4,5 mm. V místě sondy S3 byl nalezen kanálek zcela nevyplněný injektážní směsí. Na jednotlivých drátech byla nalezena povrchová koroze. Podrobně viz Příloha 3.2. Sondou S6 byla nelezena pouze nepřerušená ocelová chránička, která znemožnila prohlídku kabelů.
- Fotografická dokumentace je uvedena v Příloze 3.2.

4.4. SKLADBA SOUVRSTVÍ VOZOVKY

Pro stanovení souvrství vozovky byly provedeny z vozovky jádrový vrt V3.

Na základě provedeného vrtu lze obecně konstatovat:

- Skladba v místě vrtu V1 – střed pole, cca 1700 mm od pravé hrany mostu:
 - Asfaltobeton: 80 mm
 - Kamenný štěrk: 120 mm
 - Betonová mazanina: 30 mm
 - Hydroizolace: 5 mm
 - Betonová mazanina: 35 mm
 - Nosník



Šipkou vyznačen vrchní líc skladby (povrch vozovky).

5. SHRUTÍ A ZÁVĚRY

Na základě objednávky č. OV-068/2017 společnosti, MDS PROJEKT s.r.o., Fösterova 175, 566 01 Vysoké Mýto, byl proveden stavebně technický průzkum mostní konstrukce ev.č. 305-013 v Borohrádku.

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 dubnu 2017.

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

- BETON (podrobně kap. 4.2., Příloha 2)
- VYZTUŽENÍ A ROZMĚRY KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ (podrobně kap. 4.3., Příloha 3)
- SKLADBA SOUVRSTVÍ VOZOVKY (podrobně kap. 4.4., Příloha 3)

Na základě provedených prací lze tedy konstatovat,

- Celkově konstrukce nevykazuje zjevné závažné statické poruchy jako nadměrné deformace, trhliny, drcení betonu, nadměrnou korozi nosných ocelových prvků atd.
- 1) Na základě nedestruktivních a destruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku doporučujeme uvažovat třídu betonu:

§ Opěry:	C 20/25
§ Nosná konstrukce, nosníky:	C 40/50

- 2) Při porovnání krycí vrstvy betonu a zjištěné hloubky karbonatace vyplývá, že část diagnostikované výztuže stativ pilířů (měkká výztuž panelů) již leží ve zkarbonatované vrstvě betonu a není již chráněna proti korozi jeho přirozenou alkalitou. Ostatní výztuž leží v nezkarbonatované vrstvě betonu a je chráněna proti korozi jeho přirozenou alkalitou.
- 3) Z provedených zkoušek pevnosti betonu v prostém tahu a zjištěných výsledků lze konstatovat, že průměrná hodnota pevnosti povrchových vrstev betonu opěr nesplňuje požadavek na průměrnou pevnost povrchových vrstev 1,4 MPa, zároveň není splněna podmínka minimální jednotlivé hodnoty $> 0,8$ MPa dle předpisu TSSBKIII u všech terčů. Průměrná hodnota pevnosti povrchových vrstev betonu nosné konstrukce 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.
- 4) V betonu zkoumaných železobetonových prvků nosné konstrukce je obsah chloridových iontů v celém rozsahu hloubky odběru vzorku (0 – 30 mm) nízký a splňuje požadavky ČSN EN 206. U betonu opěr, byl zjištěn nadlimitní obsah chloridových iontů v rozsahu hloubky odběru 0 – 15 mm, tudíž nesplňuje požadavky ČSN EN 206.
- 5) V místě provedených destruktivních sond do před. nosníků MPD byla zjištěna podélná předpínací výztuž ve formě kabelů s jednotlivými průměry drátů 4,5 mm. V místě sond byly nalezeny kanálky, které ve všech případech nebyly zcela vyplněny injektážní směsí. Na jednotlivých drátech nebyla nalezena koroze. Sondami do spár mezi před. nosníky MPD byla zjištěna příčná předpínací výztuž ve formě kabelů s jednotlivými průměry drátů 4,5 mm. V místě sondy S3 byl nalezen kanálek zcela nevyplněný injektážní směsí. Na jednotlivých drátech byla nalezena povrchová koroze. Sondou S6 byla nelezena pouze nepřerušovaná ocelová chránička, která znemožnila prohlídku kabelů.

6. SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA 1: Výkresová dokumentace

PŘÍLOHA 2: Zkoušky betonu (pevnost, charakteristické vlastnosti betonu, fotodokumentace).

PŘÍLOHA 3: Sondy.

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

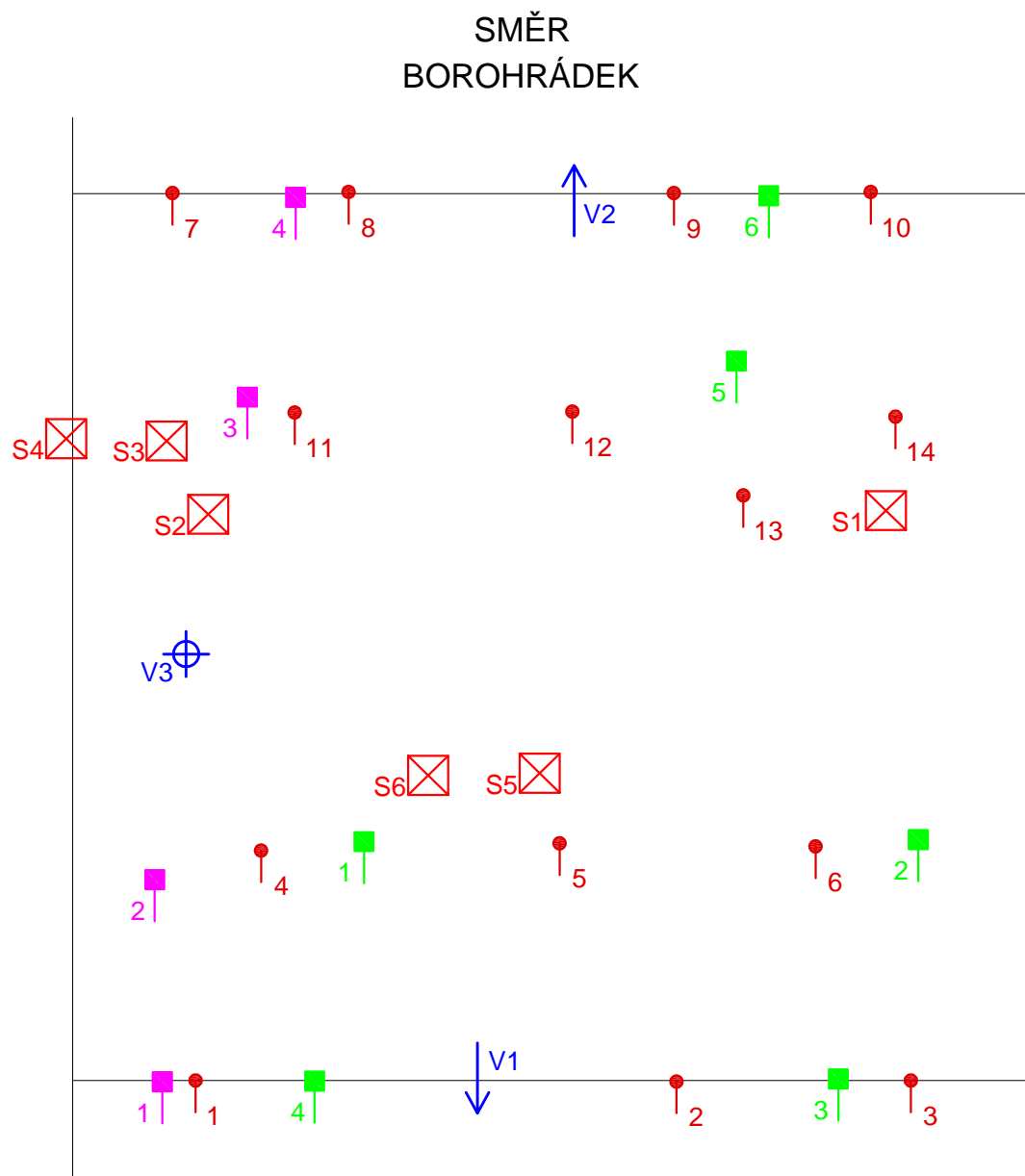
STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE EV.Č. 305-013 V OBCI BOROHRÁDEK

VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

PŘÍLOHA 1.1 – SCHÉMATICKÝ PŮDORYS – POLOHA SOND

Lokalizace sond - schématický půdorys

Příloha 1.1



Legenda a poznámky:

- Sch.1 - nedestruktivní zkouška Schmidtovým tvrdoměrem
- \uparrow V1 - odběr jádrového vývrtu
- 1 - místo odtrhové zkoušky
- 1 - místo odběru vzorku pro stanovení chloridů
- S1 - destruktivní sonda k výztuži

PŘÍLOHA 2

STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE EV.Č. 305-013 V OBCI BOROHRÁDEK

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 2.1.

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE
EV.Č. 305-013 V OBCI BOROHRÁDEK**

NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI BETONU V TLAKU

Vypracoval: Ing. Stanislav Řeháček

(celkem 5 stran)

PŘÍLOHA 2.1.

NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI BETONU V TLAKU

Nosná konstrukce

Zk. místo	Směr úderu	Odkok tvrdoměru <i>a</i>								Průměr	f_{be} [MPa]	f_{be} a t a w [MPa]
Nosná konstrukce												
4	↑	54	58	55	56	58	55	57	56	56	64	58
5	↑	56	56	54	55	56	55	58	59	56	64	58
6	↑	55	56	54	59	60	59	58	55	57	66	59
11	↑	51	53	56	52	54	55	52	54	53	58	52
12	↑	58	56	55	54	55	56	51	53	55	62	56
13	↑	58	58	58	57	57	58	55	54	57	66	59
14	↑	52	54	59	55	54	55	57	56	55	62	56
Celkový průměr											56.8	

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

$$s_T = 2.33 \text{ MPa} \quad V_x = 0.04$$

$$m_x = 56.8 \text{ MPa}$$

$$k_n = 1.76$$

$$f_{ck, cube} = m_x (1 - k_n V_x) = 52.7 \text{ MPa}$$

Opěry

Zk. místo	Směr úderu	Odkok tvrdoměru <i>a</i>								Průměr	f _{be} [MPa]	f _{be} a t a w [MPa]
Spodní stavba												
1	←	38	39	40	38	39	40	41	39	39	39	35
2	←	38	36	39	38	36	39	38	37	38	37	33
3	←	35	36	37	38	37	36	33	35	36	33	30
7	←	42	38	38	40	41	40	39	37	39	39	35
8	←	36	38	35	36	41	39	38	38	38	37	33
9	←	42	39	38	38	40	42	42	37	40	41	37
10	←	37	38	40	42	39	40	38	36	39	39	35
Celkový průměr											34.1	

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

$$s_T = 2.12 \text{ MPa} \quad V_x = 0.06$$

$$m_x = 34.1 \text{ MPa}$$

$$k_n = 1.76$$

$$f_{ck, cube} = m_x (1 - k_n V_x) = 30.3 \text{ MPa}$$

PŘÍLOHA 2.2.

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE
EV.Č. 305-013 V OBCI BOROHRÁDEK**

DESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI BETONU V TLAKU

Vypracoval: Ing. Tomáš Mandlík, Ing. Stanislav Řeháček

(celkem 3 strany)

PŘÍLOHA 2.2. (pokračování)**DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY BETONU V TLAKU**

Provedení zkoušky	:	4. 5. 2017
Značení vzorků	:	viz tabulka 1
Identifikace vzorků	:	zkoušeny byly vývrty o cca Ø 75 mm výsledky zkoušek jsou uvedeny v tabulce 2
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 18 °C, vlhkost 46 %
Provedl	:	Pavel Borodáč

Tabulka 1: Popis vývrtů

Označení vývrtu	Délka /průměr [mm]	Popis struktury vývrtu
V1	250/Ø75	Vývrt obsahuje vyvážený podíl DTK, HTK a HDK. Max. velikost zrna HTK je 27 mm, max. velikost zrna HDK je 37 mm. Beton vývrtu je hutný až pórovitý, na povrchu vývrtu byl zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 7 mm, ojediněle byly zachyceny větší dutiny do velikosti až 14 mm. Povrch vývrtu je hladký. Na zlomu vývrtu byly zaznamenány zbytky zeminy.
V2 2 části	330/Ø75 (190, 140)	Vývrt obsahuje vyvážený podíl DTK a HDK, ojediněle byla zaznamenána zrna HTK. Max. velikost zrna HTK je 27 mm, max. velikost zrna HDK je 30 mm. Beton vývrtu je mezerovitý, na povrchu vývrtu byl zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 5 mm, velikost zaznamenaných dutin je až 32 mm. Povrch vývrtu je drsný.

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 pověst mechanické zkoušky.

**Foto 1:** Celkový pohled na vzorky V1 a V2

PŘÍLOHA 2.2. (pokračování)

Tabulka 2: Výsledky zkoušky pevnosti betonu v tlaku na vývrtech – **opěry**

Vývrt	Ozn. zk. vzorku	Průměr vzorku	Výška vzorku	Výška vzorku po zakončení	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]	[mm]	[g]	[kg/m ³]	[kN]	[MPa]	[--]	[--]	[--]	[MPa]	[--]	[MPa]
V1	V1-A	74.3	73.1	77.0	721	2280	153.0	35.3	1.036	0.862	0.929	28.3	1.247	35.2
	V1-B	74.3	72.6	76.1	709	2260	151.0	34.8	1.024	0.858	0.929	27.8	1.248	34.6
	V1-C	74.3	77.5	81.4	761	2270	132.0	30.4	1.096	0.878	0.929	24.8	1.249	31.0
Průměr vzorek V1:						2270						26.6		33.1
V2	V2-A	74.4	72.8	76.0	700	2220	162.0	37.3	1.022	0.858	0.929	29.7	1.246	37.0
	V2-B	74.3	71.5	73.9	667	2160	142.0	32.8	0.995	0.848	0.929	25.8	1.249	32.2
	V2-C	74.1	86.5	88.7	789	2120	116.0	26.9	1.197	0.900	0.929	22.5	1.250	28.1
Průměr vzorek V2:						2170						26.1		32.5
Průměr ze všech vzorků:						2220						26.3		32.8
Směrodatná odchylka:						70.7						0.3		0.4
Variační koeficient [%]:						3.2						1.3		1.3

Vysvětlivky k tabulce:

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

Zkušební vzorek byl mezerovitý beton (viz Popis vývrtů a fotodokumentace).

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**: 6

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

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

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k = 32,8 - 7 = 25,8 \text{ MPa} \quad \text{nebo} \quad f_{ck, is} = f_{is, min.} + 4 = 28,1 + 4 = 32,1 \text{ MPa}$$

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

$$f_{ck, is, cube} = 25,8 > 21 \text{ MPa} = f_{ck, is, cube} \text{ (min. charakt. pevnost betonu, ČSN EN 13791, tab. 1)}$$

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

Minimální charakteristická pevnost zkoušeného betonu $f_{ck, is, cube} = 25,8 \text{ MPa}$.

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

Beton 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 2.3.

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE
EV.Č. 305-013 V OBCI BOROHRÁDEK**

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

Vypracoval: Ing. Stanislav Řeháček

(celkem 3 strany)

PŘÍLOHA 2.3.

NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI POVRCHOVÝCH VRSTEV
V PROSTÉM TAHU

OPĚRY

Terč číslo	Poloha odtrhu	Upřesnění místa odběru	Typ podkladu	Odrhová síla F [kN]	Rozměr (průměr) [mm]		Plocha A [mm ²]	Napětí R _t [MPa]	Charakteristika a porušení
					a	b			
3	Opěra	-	beton	0.5	50	50	2500	0.20	B
4	Opěra		beton	1.5	50	50	2500	0.60	B
6	Opěra		beton	1.8	50	50	2500	0.72	B
Průměr								0.51	
Směrodatná odchylka								0.22	
Celkový průměr								0.51	

NOSNÁ KONSTRUKCE, KA NOSNÍKY

Terč číslo	Poloha odtrhu	Upřesnění místa odběru	Typ podkladu	Odrhová síla F [kN]	Rozměr (průměr) [mm]		Plocha A [mm ²]	Napětí R _t [MPa]	Charakteristik a porušení
					a	b			
1	Nosná kce.	-	beton	12.5	50	50	2500	5.00	B
2	Nosná kce.		beton	6.0	50	50	2500	2.40	B
5	Nosná kce.		beton	10.1	50	50	2500	4.04	B
Průměr								3.81	
Směrodatná odchylka								1.07	
Celkový průměr								3.81	

Terč	Z
Lepidlo	X
Beton	B

PŘÍLOHA 2.4.

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE
EV.Č. 305-013 V OBCI BOROHRÁDEK**

STANOVENÍ OBSAHU CHLORIDŮ V BETONU

Vypracoval: Ing. Daniel Dobiáš Ph.D.

(celkem 2 strany)

PŘÍLOHA 2.4.

STANOVENÍ OBSAHU CHLORIDŮ V BETONU

Celkové výsledky analýz obsahu Cl^- v % dle ČSN EN 206-1, opěry

Způsob odběru	Místo odběru	Upřesnění odběru vzorků	Označení vzorku	Typ betonu pro hodnocení	Chloridy Cl ⁻ v % hmotnosti suchého vzorku betonu	Hloubka odběru [mm]	Přepočet obsahu Cl ⁻ na cement v množství přibližně 350 kg v 1 m ³ betonu [%]	
V R V R T Á T Á Í Í	Opěra		CH1-1	železobeton	0.023	0-15	0.15	
			CH1-2		0.013	15-30	0.08	
	Opěra		CH4-1	železobeton	0.110	0-15	0.70	
			CH4-2		0.058	15-30	0.37	
Průměr stanovený v odebrané hloubce vzorku 0-15 mm							0.42	
Průměr stanovený v odebrané hloubce vzorku 15-30 mm							0.23	
Průměrná objemová hmotnost betonu stanovená z jádrových vývrtů na úrovni 2220 kg/m ³								

Celkové výsledky analýz obsahu Cl^- v % dle ČSN EN 206-1, 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]	Přepočet obsahu Cl ⁻ na cement v množství přibližně 420 kg v 1 m ³ betonu [%]
V R N T Í Á	Nosná konstrukce		CH2-1	před. beton	0.004	0-15	0.02
			CH2-2		0.006	15-30	0.03
	Nosná konstrukce		CH3-1		0.014	0-15	0.08
			CH3-2		0.023	15-30	0.13
Průměr stanovený v odebrané hloubce vzorku 0-15 mm							0.05
Průměr stanovený v odebrané hloubce vzorku 15-30 mm							0.08
Průměrná objemová hmotnost betonu stanovená odhadem na úrovni 2350 kg/m ³							

Zhodnocení výsledku analýz obsahu Cl^- v % dle ČSN EN 206-1

Konstrukce	Vrstva hloubky odběru vzorku	Průměrný obsah Cl^- (% hm.) vztaženo na hmotnost cementu	Limitní hodnota dle	Splnění kritéria
	[mm]		ČSN EN 206-1	
Opěry	0 – 15	0.42	0.4%	Nevyhovuje
	15 – 30	0.23		Vyhovuje
Nosná konstrukce	0 – 15	0.05	0.2%	Vyhovuje
	15 – 30	0.08		Vyhovuje

PŘÍLOHA 3

STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE EV.Č. 305-013 V OBCI BOROHRÁDEK

SONDY

PŘÍLOHA 3.1. - NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ POLOHY VÝZTUŽE

PŘÍLOHA 3.2. - DESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ POLOHY VÝZTUŽE

PŘÍLOHA 4.1

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE
EV.Č. 305-013 V OBCI BOROHRÁDEK**

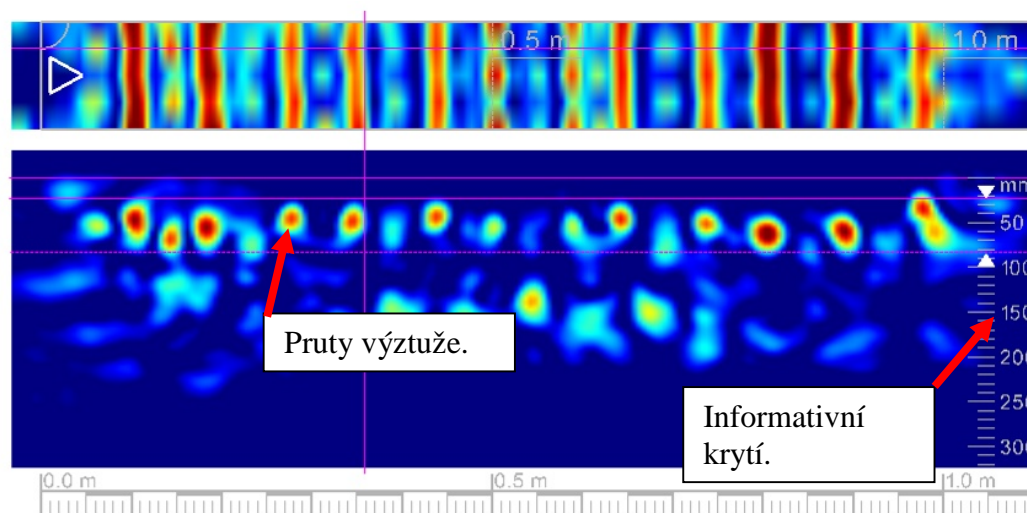
NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ POLOHY VÝZTUŽE

PŘÍLOHA 4.1.**Sonda NS1 – výztuž u spodního líce MPD nosníku (cca v 1/3 rozpětí).**

Délka vodorovné pásové sondy cca 1,0 metr

Grafický výstup z radaru HILTI PS 1000.

Pohled na konstrukci



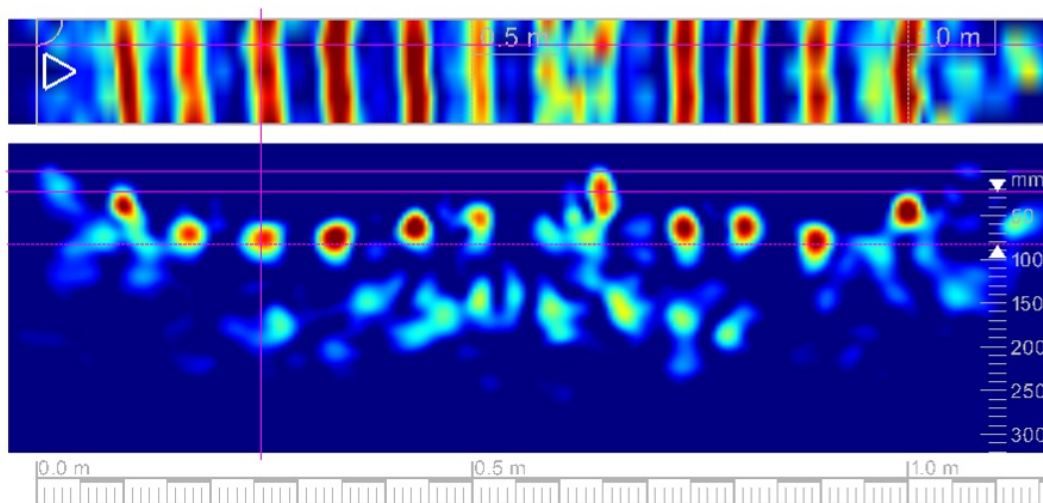
Řez konstrukcí.

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

Scanem bylo zjištěno krytí předpínací výztuže na úrovni 35 - 45 mm.

Sonda NS2 – výztuž u spodního líce MPD nosníku (cca v 1/3 rozpětí).

Délka vodorovné pásové sondy cca 1,0 metr

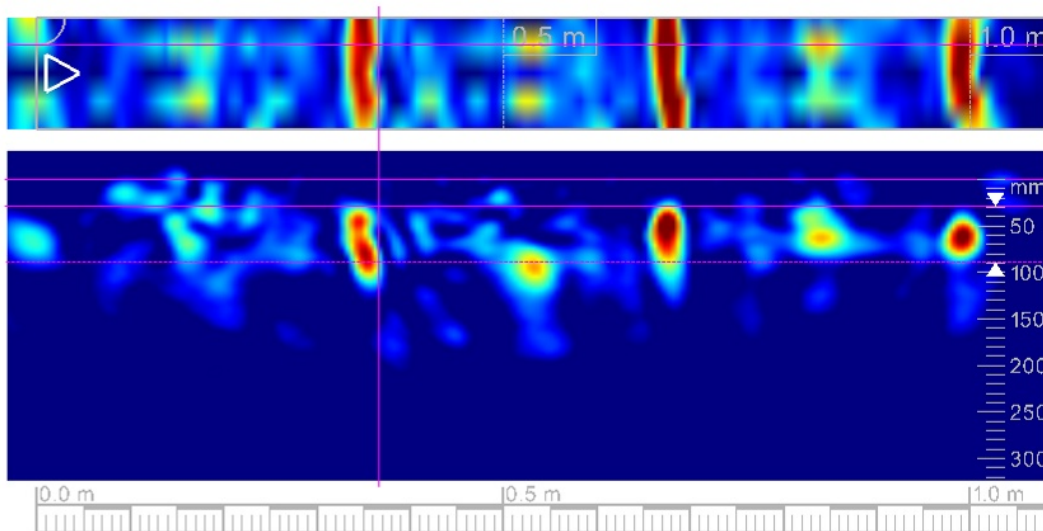


Radarem HILTI PS 1000 by provedený vodorovný scan délky cca 1,0 m. Scan byl vyhotoven na konstrukci tak, aby bylo schéma zobrazeno zleva doprava. V horní části scanu je zobrazen rastr předpínací výztuže na spodním líci MPD nosníku a v dolní části vykreslení se nachází řez v kolmé rovině.

Scanem bylo zjištěno krytí předpínací výztuže na úrovni 35 - 45 mm.

Sonda NS3 – svislá opěra.

Délka vodorovné pásové sondy cca 1,0 metr

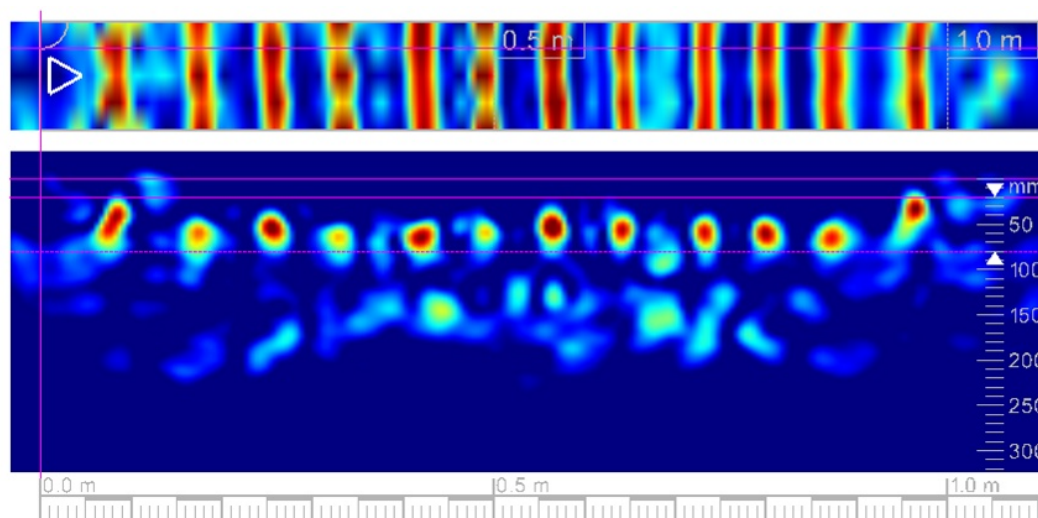


Radarem HILTI PS 1000 by provedený vodorovný scan délky cca 1,0 m. Scan byl vyhotoven na konstrukci tak, aby bylo schéma zobrazeno zleva doprava. V horní části scanu je zobrazen rastr svislé výztuže opěry a v dolní části vykreslení se nachází řez v kolmé rovině.

Scanem bylo zjištěno vyztužení 3 pruty výztuže na délku sondy 1,0 m, krytí 40 – 50 mm.

Sonda NS4 – výztuž u spodního líce MPD nosníku (cca v 1/3 rozpětí).

Délka vodorovné pásové sondy cca 1,0 metr

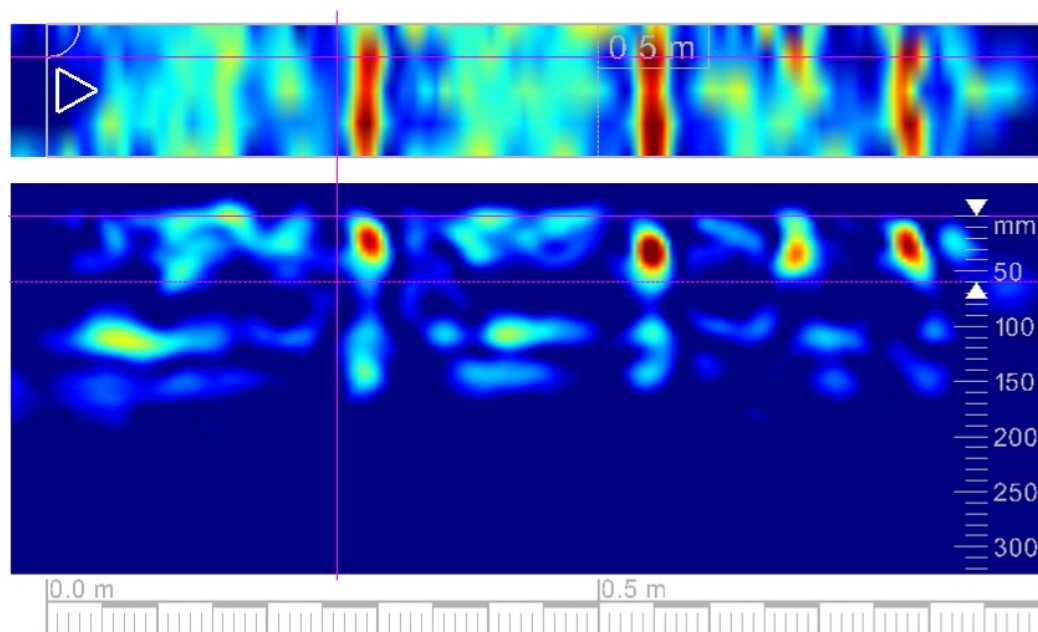


Radarem HILTI PS 1000 by provedený vodorovný scan délky cca 1,0 m. Scan byl vyhotoven na konstrukci tak, aby bylo schéma zobrazeno zleva doprava. V horní části scanu je zobrazen rastr předpínací výztuže na spodním líci MPD nosníku a v dolní části vykreslení se nachází řez v kolmé rovině.

Scanem bylo zjištěno krytí předpínací výztuže na úrovni 35 - 45 mm.

Sonda NS5 – svislá výztuž opěra.

Délka vodorovné pásové sondy cca 1,0 metr



Radarem HILTI PS 1000 by provedený vodorovný scan délky 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 opěra a v dolní části vykreslení se nachází řez v kolmé rovině.

Scanem bylo zjištěno vyztužení 3 pruty výztuže na délku sondy 1,0 m, krytí 20 – 40 mm.

PŘÍLOHA 4.2

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE
EV.Č. 305-013 V OBCI BOROHRÁDEK**

DESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ POLOHY VÝZTUŽE



Foto 1: Detail sondy S1, podélná předpínací výztuž MPD nosník, spodní líc cca 1/3 rozpětí. Na předpínací výztuži nebyla nalezena koroze. Chránička nebyla zcela vyplněna injektážní směsí. Krytí předpínací výztuže cca 35 mm.



Foto 2: Detail sondy S2, podélná předpínací výztuž MPD nosník, spodní líc cca 1/3 rozpětí. Na předpínací výztuži nebyla nalezena koroze. Chráničky nebyly zcela vyplněny injektážní směsí. Krytí předpínací výztuže cca 40 mm.



Foto 3: Detail sondy S3, příčná předpínací výztuž MPD nosník. Na předpínací výztuži byla nalezena koroz. Chránička zcela nevyplněna injektážní směsí. Krytí předpínací výztuže cca 200 mm od spodního líce nosníku.



Foto 4: Detail sondy S4, odhaleny kotvy příčné předpínací výztuže. Bez viditelných poruch a korozе výztuže.



Foto 5: Detail sondy S5, podélná předpínací výztuž MPD nosník, spodní líc cca 1/3 rozpětí. Na předpínací výztuži nebyla nalezena koroze. Chráničky nebyly zcela vyplněny injektážní směsí. Krytí předpínací výztuže cca 40 mm.



Foto 6: Detail sondy S6, příčná předpínací výztuž MPD nosník. Ocelová chránička nebyla přerušena, nebylo tak možné prohlédnout stav kabelu. Krytí předpínací výztuže cca 200 mm od spodního líce nosníku.