



Vysoké učení technické v Brně
Fakulta stavební
Veveří 95, 602 00 Brno

a

Centrum AdMaS
Výzkumná skupina KDS
Proficentrum (12536) SZK
Purkyňova 139; 612 00 Brno

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

**Diagnostický průzkum mostní konstrukce
ev. č. 413 – 004 přes místní potok v obci Rybníky**

Ing. Petr Žítt

odpovědný řešitel zakázky
smluvního výzkumu



doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.

vedoucí proficentra (12536) SZK

| | | | |
|----------------------|--|-------------------|----------|
| V Brně: 18. 08. 2016 | | Počet vyhotovení: | 3 |
| | | Vyhotovení číslo: | 0 |

1. ÚVODNÍ ČÁST

1.1. Údaje o zpracovateli

Řešitelská organizace: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební
Veveří 95, 602 00 Brno
IČO: 00216305
DIČ: CZ00216305

Pracoviště řešitele: Centrum AdMaS
Výzkumná skupina KDS
Proficentrum (12536) SZK
Purkyňova 139; 612 00 Brno

Vedoucí proficentra: doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.

Vypracoval: Ing. Petr Žítt
tel.: +420 541 147 528
mobil: +420 777 281 289
email: zitt.p@fce.vutbr.cz

Diagnostika in-situ: Ing. Petr Žítt
Ing. Jaromír Láník, Ph.D.

1.2. Údaje o objednateli

Objednatel: **Správa a údržba silnic Jihomoravského kraje**
příspěvková organizace kraje
ředitelství
Ořechovská 541/35
619 00 Brno

Objednávka zaslaná dne: 01. 06. 2016

Předmět řešení: Diagnostický průzkum mostní konstrukce.

Cílem diagnostického průzkumu je stanovení aktuálního stavu betonové desky nosné konstrukce včetně určení skladby vozovkových vrstev na mostovce a v předpolích mostu.

1.3. Zkušební předpisy a postupy

Prováděné průzkumné práce in-situ a následné laboratorní zkoušky byly prováděny a vyhodnocovány v souladu s následujícími normovými předpisy:

- | | | |
|------|-------------------------------|---|
| [01] | ČSN ISO 13822 | Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí |
| [02] | ČSN 73 0038 | Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí - Doplnující ustanovení |
| [03] | ČSN EN 13791 | Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a v prefabrikovaných betonových dílcích |
| [04] | ČSN EN 12504-1 | Zkoušení betonu v konstrukcích Část 1: Vývrty - Odběr, vyšetření a zkoušení v tlaku |
| [05] | ČSN EN 12390-3 | Zkoušení ztvrdlého betonu - Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles |
| [06] | ČSN EN 206 | Beton. Vlastnosti, výroba, ukládání a kritéria hodnocení |
| [07] | ČSN 73 1373 | Tvrdoměrné metody zkoušení betonu |
| [08] | ČSN EN 12504-2 | Zkoušení betonu v konstrukcích, Část 2: Nedestruktivní zkoušení – Stanovení tvrdosti odrazovým tvrdoměrem |
| [07] | Schmid P. a kol. | Základy zkušebnictví, skripta FAST VUT v Brně |
| [08] | Fotodokumentace prací in-situ | |

1.4. Použité přístroje, vybavení a software

- | | |
|------|---|
| [01] | Jádrová vrtačka HILTI DD200 s příslušenstvím |
| [02] | Vrtací a bourací kladivo BOSCH s příslušenstvím |
| [03] | Schmidtův tvrdoměr, typ N |
| [04] | Úhlová bruska s osazeným diamantovým brusným kotoučem |
| [05] | Digitální fotoaparát Canon S5IS |
| [06] | Laserový dálkoměr Bosch + svinovací metry |
| [07] | Okružní pila VECTOR osazena řezným kotoučem pro řezání betonu |
| [08] | Posuvné digitální měřítko MAHR s citlivostí 0,01 mm |
| [09] | Laboratorní váhy Sartorius, váživost 30 kg s citlivostí 0,1 g |
| [10] | Zkušební lis Form+Test |
| [11] | MS Office 2010 |

2. PŘEDMĚT

Předmětem předkládané zprávy je provedení stavebně technického a materiálového průzkumu zahrnujícího diagnostiku mostního svršku a aktuálního stavu železobetonové mostovkové desky tvořící součást nosné konstrukce mostu.

Výstupem předkládané závěrečné zprávy bude podklad sloužící pro statický přepočet zatížitelnosti předmětné mostní konstrukce, popř. podklad sloužící pro možné sanační práce či nahrazení původních konstrukcí konstrukcemi novými.

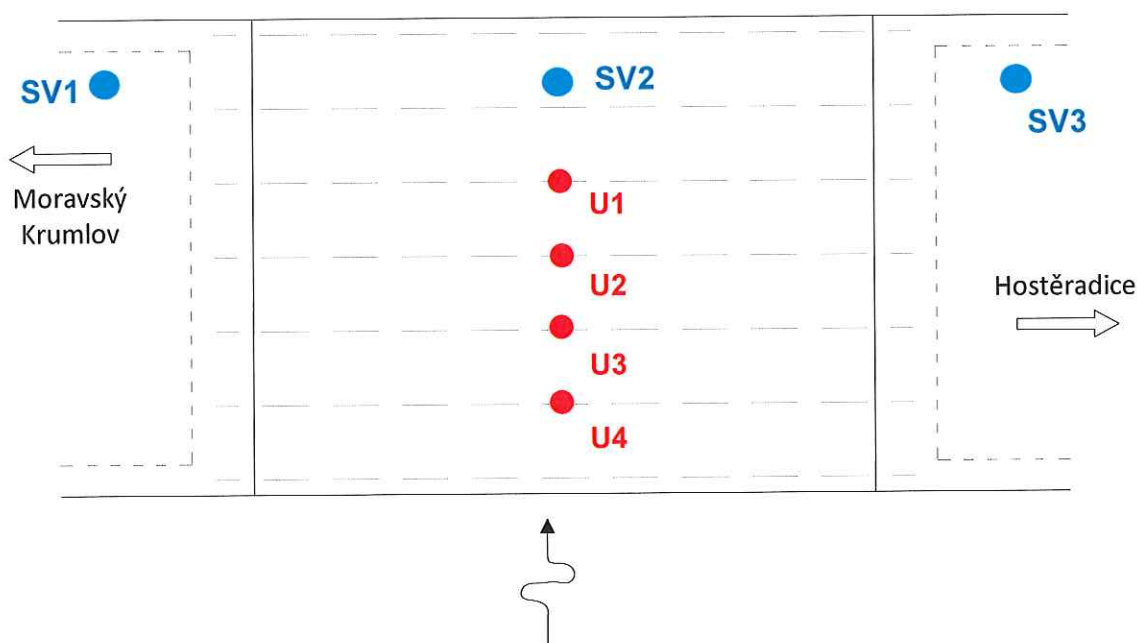
Předmětem předkládané závěrečné zprávy jsou výsledky stavebně-technického průzkumu předmětného mostního objektu na základě objednávky č. 90/90150393/2015 ze dne 30. 10. 2015. Vlastní diagnostické práce in-situ byly provedeny dne 15. 07. 2016.

Při realizaci zakázky byly provedeny následující úkony in-situ:

- 3x svisle dolů vedený jádrový vývrt vnitřního \varnothing 100 mm pro stanovení skladby vozovky (1x cca uprostřed rozpětí mostu včetně průvrtu betonovou mostovkovou deskou + 2x v předpolích mostu)
- 30 NDT zkušebních míst pevnosti betonu Schmidovým tvrdoměrem na spodním líci mostovkové desky
- 4x provedení UZ zkoušek tloušťky spodní příruby nosných ocelových I profilů tvořících hlavní nosné prvky nosné konstrukce

Při realizaci zakázky byly provedeny následující laboratorní zkoušky:

- stanovení fyzikálně - mechanických parametrů betonu na 2 zkušebních tělesech vyrobených z 1 odebraného jádrového vývrtu



LEGENDA ZNAČEK

- | | | |
|-------------------------------------|----------------|---|
| ● | SV1; SV2; SV3 | jádrové vývrt y \varnothing 100 mm vedené svisle dolů za účelem stanovení materiálové skladby vozovky |
| ● | U1; U2; U3; U4 | ultrazvukové zkoušky korozních úbytků na obroušeném spodním líci vnitřních nosných profilů I 300 |
| | | NDT zkoušky pevnosti Schmidovým tvrdoměrem byly provedeny v ploše mostovkové desky ze spodního líce v celkovém počtu 30 zkušebních míst |

3. METODIKA PROVÁDĚNÝCH ZKOUŠEK

3.1 Odběr jádrových vývrtů

Pro provedení jádrových vývrtů do skladby vozovky bylo využito diamantové vrtací techniky HILTI DD 200 s příslušenstvím (průmyslový vysavač, vrtací kladivo Bosch s příklepem osazené vidiovými vrtáky \varnothing 20 a 25 mm a nářadím).

Ke konstrukci v místě odběru je vrtací technika upevněna s využitím OMO hmoždinek kotvených do předvrtaného otvoru \varnothing 25 mm.

V průběhu odebrání vzorku je vrt chlazen vodou. Poloha zkušebního místa je zdokumentována (foto zkušebního místa, hloubka provedeného vrtu, popis polohy). Poté je sonda zapravena.

3.2 Karbonatace betonu

Karbonatace betonu je chemický proces, jehož důsledkem je koroze ocelové výztuže. Korozi ocelové výztuže způsobuje voda a kyslík. V mladém betonu je mezi ocelovou výztuží a betonem slabá vrstva oxidů železa, která je velmi hutná a tudíž nepropustná. Krycí vrstva výztuže má vysoké pH a tím chrání zmíněnou vrstvu oxidů železa.

Když pH betonu klesne pod hodnotu 9,5 rozpadne se vrstvička hutných oxidů železa mezi ocelí a betonem. Dojde k takzvané "depasivaci" výztuže. Tímto okamžikem má k výztuži přístup voda a kyslík a startuje koroze výztuže.

Po odvrtání jádrového vývrtu a jeho vyjmutí z konstrukce byl proveden základní test karbonatace povrchových vrstev betonu 1%-ním roztokem fenolftaleinu.

Princip spočívá ve stanovení stavu zbarvení povrchu betonu, kdy při hodnotě pH vyšší než 9,5 dochází ke zbarvení betonu do fialova. Zkarbonatovaná povrchová vrstva betonu se vizuálně nezmění, beton, který není napaden karbonatací se zbarví do syté růžové až fialové barvy. Toto indikuje z hlediska karbonatace „zdravý beton“.

3.3 Výroba zkušebních těles, provedení a vyhodnocení zkoušek

V laboratorních podmínkách jsou kompaktní odebrané vzorky betonu zdokumentovány (fotografie, popis a poloha případné převrtané výztuže, test karbonatace povrchu betonu). Vzorky jsou dále na okružní pile osazené diamantovým řezným kotoučem nařezány při mokřím řezání a zakončovány (ideálně v poměru průměr/výška 1:1).

Po osušení zkušebních těles (vysušení v přirozených laboratorních podmínkách) jsou vzorky změřeny s citlivostí alespoň na 0,1 mm, zváženy s přesností 0,1g a podrobeny zkoušce v tlaku v hydraulickém lisu Form+Test s rychlostí zatěžování odpovídající hodně přírůstku 0,6 MPa/s.

3.4 NDT zkoušky pevnosti betonu Schmidtovým tvrdoměrem

Pevnost betonu se určuje z tvrdosti cementové malty. Zkušební místo je předem obroušeno pomocí úhlové brusky osazené diamantovým brusným kotoučem až na strukturu betonu (jsou vidět obroušená zrna kameniva spojená cementovou matricí).

Na zkušebním místě je provedeno 10 měření, z nich alespoň 7 měření musí být platných dle příslušného vyhodnocení. Jednotlivá měření musí být provedena vždy v místě cementové matrice ve vzdálenosti min. 30 mm od sebe.

Při zkoušení je nutno zaznamenat polohu, ve které se přístroj během zkoušení nachází (vodorovně, svisle dolů, svisle nahoru).

Tvrdoměrné zkoušky jsou využívány pro posouzení rovnoměrnosti betonu z důvodu snadného testování vysokého počtu míst v ploše konstrukce. S upřesněním obecného nebo směrného kalibračního vztahu pomocí jádrových vývrtů a stanovením součinitele α je získána pevnost betonu v tlaku dané konstrukce.

3.5 Geometrie ocelových konstrukcí, korozní úbytky

Pro zaměření geometrie ocelových konstrukcí lávky byly použity klasické způsoby měření svinovacím metrem a laserovým dálkoměrem. V místech nejvíce napadených povrchovou korozí byla tato koroze obroušením odstraněna a pomocí ultrazvukové odrazové metody byla stanovena tloušťka nezkorodovaných částí vybraných nosníků.

4. SKLADBY VOZOVKY

4.1 Skladba vozovky v předpolí – sonda SV1

Sonda do svrchních vrstev vozovky v předpolí před opěrou 1 ve směru staničení silnice s označením SV1 byla provedena jádrovým vývrtem Ø 100 mm. Přibližná poloha sondy je zakreslena v kapitole 2. Po jejím provedení a zdokumentování byla sonda zapravena.

Tab. 4.1 Skladba vozovky v místě provedené sondy SV1

| Materiál | Tloušťka vrstvy [mm] |
|---|----------------------|
| Asfalt (pojízdna vrstva s kamenivem frakce 4 - 8 mm) | 20 |
| Podkladní štěrk prolitý asfaltem | 120 |
| Štěrk frakce do 63 mm s příměsí jílu (se vudrůstající hloubkou větší podíl jílovitých částic) | 265 |
| Celkem | 405 |



Foto 4.1.1

Pohled na provedené místo sondy do skladby mostního svršku v předpolí před mostem ve směru staničení



Foto 4.1.2

Detail měření celkové hloubky provedené sondy do skladby vozovky v předpolí s označením SV1



Foto 4.1.3

Detail jednotlivých vrstev viditelných na ostění po vyjmutí fragmentů jádrového vrtu



Foto 4.1.4

Skladba vozovky, detail jednotlivých vyjmutých částí skladby s přiloženým metrem

4.2 Skladba vozovky nad mostovkovou deskou – sonda SV2

Sonda do skladby vozovky nad nosnou konstrukcí mostu cca v jeho polovině rozpětí s označením SV2 byla provedena jádrovým vrtem \varnothing 100 mm. Poloha sondy je zakreslena v kapitole 2. Po provedení a zdokumentování byla sonda následně zapravena.

Tab. 4.2 Skladba vozovky v místě provedené sondy SV2

| Materiál | Tloušťka vrstvy [mm] |
|--|----------------------|
| Asfalt (pojízdna vrstva s kamenivem frakce 4 - 8 mm) | 20 |
| Podkladní štěrk prolitý asfaltem | 85 |
| Podkladní beton s příměsí škváry | 30 |
| Hutněný štěrk frakce do 32 mm s pískem | 170 |
| Železobetonová mostovková deska | 185 |
| Celkem | 405 |



Foto 4.2.1
Pohled na provedené místo sondy do skladby vozovky a vrstev nad nosnou konstrukcí



Foto 4.2.2
Detail měření celkové hloubky provedené sondy do skladby vozovky v předpolí s označením SV2



Foto 4.2.3
Detail jednotlivých vrstev viditelných na ostění po vyjmutí fragmentů jádrového vrtu



Foto 4.2.4
Skladba vozovky, detail jednotlivých vyjmutých částí skladby s přiloženým metrem

4.3 Skladba vozovky v předpolí – sonda SV3

Sonda do svrchních vrstev vozovky za mostním závěrem nad opěrou 2 ve směru staničení silnice s označením SV3 byla provedena jádrovým vývrtem Ø 100 mm. Poloha sondy je zakreslena v kapitole 2. Po jejím provedení a zdokumentování byla sonda následně zapravena.

Tab. 4.3 Skladba vozovky v místě provedené sondy SV3

| Materiál | Tloušťka vrstvy [mm] |
|--|----------------------|
| Asfalt (pojízdna vrstva s kamenivem frakce 4 - 8 mm) | 70 |
| Podkladní štěrk prolitý asfaltem (frakce do 63 mm) | 90 |
| Podkladní štěrk prosypaný jílem (frakce do 63 mm) | 160 |
| Jíl s příměsí kameniva frakce do 32 mm | 110 |
| Celkem | 430 |



Foto 4.3.1
Pohled na provedené místo sondy do skladby mostního svršku v předpolí za nosnou konstrukcí mostu ve směru staničení



Foto 4.3.2
Detail měření celkové hloubky provedené sondy do skladby vozovky v předpolí s označením SV3



Foto 4.3.3
Detail jednotlivých vrstev viditelných na ostění po vyjmutí fragmentů jádrového vrtu



Foto 4.3.4
Skladba vozovky pohled na vyjmuté jednotlivé části z provedené sondy s označením SV3

5. KVALITA BETONU MOSTOVKOVÉ DESKY

5.1 Nosná konstrukce – jádrový vývrt VN1

Jádrový vývrt VN1 byl součástí sondy SV2 provedené přes skladbu vozovky

Struktura betonu je dobrá. Hrubé kamenivo frakce do 22 mm je po délce odebraného vzorku rovnoměrně rozmístěno. Na povrchu odebraného tělesa nejsou patrné známky trhlin, kaveren, dutin či výrazněji projevujících se povrchových pórů. Celková délka provedeného jádrového návrtní Ø 75 mm je 185 mm. Hloubka karbonatace betonu je 35 – 45 mm.



Foto 5.1.1

Laboratorní foto vzorku betonu z mostovkové desky s vyznačenou polohou zkušebních těles a s provedenou fenolftaleinovou zkouškou hloubky karbonatace povrchových vrstev betonu

5.2 Pevnost betonu mostovkové desky

Na mostovkové železobetonové desce bylo provedeno celkem 30 zkušebních NDT míst Schmidtovým tvrdoměrem typu N na předem obroušených zkušebních místech s upřesněním na jádrových vývrtech, jejichž poloha a popis je zaznačeno v kapitolách 2 a 4.

Tab. 5.2.1 Stanovení pevnostních parametrů betonu z provedených jádrových vývrtů

| označení vzorku | naměřené veličiny | | | | díličí součinitele | | | | vyhodnocení | | | |
|--------------------|-------------------|-------|------------------|--------------|--------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------------------|-------------------|--------------------|----------------------|
| | rozměry vzorku | | hmotn. vzorku | max. síla | štíhlost prvku | opravný součinitel | převodní součinitel | převodní součinitel | objemová hmotnost | pevnost vzorku | válcová pevnost | krychelná pevnost |
| | průměr | délka | | | | | | | | | | |
| | D | L | m | F | i | k _c | k _{c,cyl} | k _{c,cube} | ρ | f _c | f _{c,cyl} | f _{c,cube} |
| | [mm] | [mm] | [g] | [kN] | [-] | [-] | [-] | [-] | [kgm ⁻³] | [MPa] | [MPa] | [MPa] |
| 1 | 73.72 | 77.34 | 741.2 | 113.7 | 1.049 | 0.866 | 0.928 | 1.249 | 2250 | 26.6 | 21.4 | 26.7 |
| 2 | 73.91 | 74.42 | 736.7 | 122.5 | 1.007 | 0.853 | 0.928 | 1.249 | 2310 | 28.6 | 22.6 | 28.2 |

Tab. 5.2.2 NDT zkoušky Schmidovým tvrdoměrem s použitým upřesňujícím součinitelem α

| zkušební místo | směr zkoušení | provedený odraz č. | | | | | | | | | | \emptyset n - plat. | interval | α_t | α_w | α | $f_{be,i}$ [MPa] |
|----------------|---------------|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------------------------|----------|------------|------------|----------|---------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | | |
| 1 | ↑ | 40 | 40 | 42 | 46 | 42 | 40 | 44 | 36 | 40 | 42 | 36 | > 28.7 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 30.5 |
| | | 34 | 34 | 37 | 45 | 37 | 34 | 41 | 26 | 34 | 37 | 10 | < 43.1 | | | | |
| 2 | ↑ | 38 | 40 | 38 | 40 | 42 | 38 | 42 | 44 | 40 | 42 | 34 | > 27.5 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 29.3 |
| | | 30 | 34 | 30 | 34 | 37 | 30 | 37 | 41 | 34 | 37 | 10 | < 41.3 | | | | |
| 3 | ↑ | 39 | 43 | 40 | 41 | 40 | 46 | 41 | 48 | 38 | 45 | 38 | > 30.8 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 32.7 |
| | | 32 | 39 | 34 | 35 | 34 | 45 | 35 | 49 | | 43 | 9 | < 46.1 | | | | |
| 4 | ↑ | 45 | 40 | 46 | 40 | 45 | 46 | 42 | 43 | 42 | 40 | 39 | > 31.3 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 33.3 |
| | | 43 | 34 | 45 | 34 | 43 | 45 | 37 | 39 | 37 | 34 | 10 | < 46.9 | | | | |
| 5 | ↑ | 40 | 42 | 38 | 38 | 46 | 39 | 43 | 48 | 38 | 36 | 32 | > 25.8 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 27.4 |
| | | 34 | 37 | 30 | 30 | | 32 | 39 | | 30 | 26 | 8 | < 38.7 | | | | |
| 6 | ↑ | 40 | 36 | 38 | 41 | 40 | 42 | 40 | 40 | 38 | 36 | 32 | > 25.6 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 27.2 |
| | | 34 | 26 | 30 | 35 | 34 | 37 | 34 | 34 | 30 | 26 | 10 | < 38.4 | | | | |
| 7 | ↑ | 40 | 38 | 38 | 40 | 43 | 39 | 42 | 40 | 38 | 36 | 33 | > 26.1 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 27.7 |
| | | 34 | 30 | 30 | 34 | 39 | 32 | 37 | 34 | 30 | 26 | 10 | < 39.1 | | | | |
| 8 | ↑ | 36 | 35 | 34 | 34 | 36 | 36 | 36 | 38 | 36 | 38 | 26 | > 20.9 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 22.2 |
| | | 26 | 25 | 23 | 23 | 26 | 26 | 26 | 30 | 26 | 30 | 10 | < 31.3 | | | | |
| 9 | ↑ | 40 | 42 | 38 | 42 | 36 | 38 | 38 | 36 | 38 | 36 | 29 | > 23.2 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 24.7 |
| | | 34 | | 30 | | 26 | 30 | 30 | 26 | 30 | 26 | 8 | < 34.8 | | | | |
| 10 | ↑ | 38 | 34 | 34 | 40 | 42 | 38 | 36 | 40 | 38 | 39 | 31 | > 24.7 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 26.2 |
| | | 30 | | | 34 | | 30 | 26 | 34 | 30 | 32 | 7 | < 37.0 | | | | |
| 11 | ↑ | 40 | 37 | 36 | 34 | 36 | 37 | 36 | 40 | 36 | 36 | 28 | > 22.2 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 23.6 |
| | | 34 | 28 | 26 | 23 | 26 | 28 | 26 | 34 | 26 | 26 | 10 | < 33.2 | | | | |
| 12 | ↑ | 36 | 41 | 38 | 34 | 36 | 42 | 38 | 40 | 42 | 38 | 32 | > 25.3 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 26.9 |
| | | 26 | 35 | 30 | | 26 | 37 | 30 | 34 | 37 | 30 | 9 | < 38.0 | | | | |
| 13 | ↑ | 40 | 42 | 38 | 40 | 38 | 36 | 40 | 40 | 42 | 38 | 33 | > 26.1 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 27.7 |
| | | 34 | 37 | 30 | 34 | 30 | 26 | 34 | 34 | 37 | 30 | 10 | < 39.1 | | | | |
| 14 | ↑ | 36 | 36 | 38 | 36 | 40 | 42 | 37 | 40 | 38 | 35 | 30 | > 23.7 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 25.2 |
| | | 26 | 26 | 30 | 26 | 34 | 37 | 28 | 34 | 30 | 25 | 10 | < 35.5 | | | | |
| 15 | ↑ | 40 | 41 | 38 | 40 | 38 | 39 | 42 | 38 | 38 | 36 | 32 | > 25.4 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 27.0 |
| | | 34 | 35 | 30 | 34 | 30 | 32 | 37 | 30 | 30 | 26 | 10 | < 38.2 | | | | |
| 16 | ↑ | 36 | 35 | 38 | 38 | 36 | 36 | 36 | 38 | 36 | 38 | 28 | > 22.0 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 23.4 |
| | | 26 | 25 | 30 | 30 | 26 | 26 | 26 | 30 | 26 | 30 | 10 | < 33.0 | | | | |
| 17 | ↑ | 40 | 40 | 38 | 40 | 40 | 42 | 39 | 42 | 38 | 36 | 33 | > 26.2 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 27.9 |
| | | 34 | 34 | 30 | 34 | 34 | 37 | 32 | 37 | 30 | 26 | 10 | < 39.4 | | | | |
| 18 | ↑ | 36 | 38 | 38 | 40 | 40 | 39 | 42 | 40 | 38 | 36 | 31 | > 25.0 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 26.6 |
| | | 26 | 30 | 30 | 34 | 34 | 32 | 37 | 34 | 30 | 26 | 10 | < 37.6 | | | | |
| 19 | ↑ | 40 | 35 | 38 | 39 | 36 | 36 | 42 | 38 | 36 | 38 | 29 | > 23.0 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 24.5 |
| | | 34 | 25 | 30 | 32 | 26 | 26 | | 30 | 26 | 30 | 9 | < 34.5 | | | | |
| 20 | ↑ | 40 | 36 | 38 | 41 | 40 | 42 | 40 | 40 | 38 | 36 | 32 | > 25.6 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 27.2 |
| | | 34 | 26 | 30 | 35 | 34 | 37 | 34 | 34 | 30 | 26 | 10 | < 38.4 | | | | |
| 21 | ↑ | 40 | 38 | 38 | 40 | 43 | 39 | 42 | 40 | 38 | 36 | 33 | > 26.1 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 27.7 |
| | | 34 | 30 | 30 | 34 | 39 | 32 | 37 | 34 | 30 | 26 | 10 | < 39.1 | | | | |
| 22 | ↑ | 37 | 36 | 35 | 34 | 37 | 36 | 41 | 38 | 39 | 38 | 28 | > 22.0 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 23.4 |
| | | 28 | 26 | 25 | 23 | 28 | 26 | | 30 | 32 | 30 | 9 | < 33.1 | | | | |
| 23 | ↑ | 40 | 43 | 33 | 41 | 40 | 42 | 46 | 40 | 38 | 43 | 35 | > 28.2 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 30.0 |
| | | 34 | 39 | | 35 | 34 | 37 | | 34 | 30 | 39 | 8 | < 42.3 | | | | |
| 24 | ↑ | 40 | 38 | 38 | 40 | 43 | 39 | 42 | 40 | 38 | 36 | 33 | > 26.1 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 27.7 |
| | | 34 | 30 | 30 | 34 | 39 | 32 | 37 | 34 | 30 | 26 | 10 | < 39.1 | | | | |
| 25 | ↑ | 38 | 37 | 42 | 41 | 44 | 42 | 36 | 42 | 41 | 38 | 33 | > 26.2 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 27.9 |
| | | 30 | 28 | 37 | 35 | | 37 | 26 | 37 | 35 | 30 | 9 | < 39.3 | | | | |
| 26 | ↑ | 40 | 43 | 38 | 41 | 40 | 42 | 40 | 40 | 42 | 44 | 36 | > 28.4 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 30.2 |
| | | 34 | 39 | 30 | 35 | 34 | 37 | 34 | 34 | 37 | 41 | 10 | < 42.6 | | | | |
| 27 | ↑ | 40 | 44 | 38 | 40 | 43 | 39 | 42 | 40 | 40 | 42 | 35 | > 28.2 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 29.9 |
| | | 34 | 41 | 30 | 34 | 39 | 32 | 37 | 34 | 34 | 37 | 10 | < 42.2 | | | | |
| 28 | ↑ | 40 | 44 | 42 | 41 | 40 | 42 | 42 | 40 | 38 | 40 | 35 | > 28.2 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 30.0 |
| | | 34 | 41 | 37 | 35 | 34 | 37 | 37 | 34 | 30 | 34 | 10 | < 42.4 | | | | |
| 29 | ↑ | 40 | 44 | 46 | 40 | 43 | 39 | 42 | 40 | 42 | 40 | 36 | > 28.6 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 30.4 |
| | | 34 | 41 | | 34 | 39 | 32 | 37 | 34 | 37 | 34 | 9 | < 42.9 | | | | |
| 30 | ↑ | 41 | 40 | 38 | 36 | 42 | 36 | 39 | 42 | 42 | 44 | 33 | > 26.1 | 0.90 | 1.00 | 0.95 | 27.8 |
| | | 35 | 34 | 30 | 26 | 37 | 26 | 32 | 37 | 37 | | 9 | < 39.2 | | | | |

Tab. 5.2.3 Statistické hodnocení pevnostních parametrů betonu nosné konstrukce upřesněnými NDT zkouškami Schmidtovým tvrdoměrem, typ N

| Veličina | označení | hodnota | jednotka |
|---|---------------------|---------------|-----------------------|
| Počet zkušebních míst | n | 30 | [kgm ⁻³] |
| Počet platných zkušebních míst | n - platn. | 30 | [MPa] |
| minimální pevnost | f _{be,min} | 22.2 | [MPa] |
| aritmetický průměr pevností | f _{be} | 27.5 | [MPa] |
| maximální pevnost | f _{be,max} | 33.3 | [MPa] |
| výběrová směrodatná odchylka | s _x | 2.7 | [%] |
| reziduální směrodatná odchylka | s _{rez} | 2.5 | [%] |
| variační koeficient | V _x | 9.8 | [%] |
| posouzení stejnoměrnosti | V _x | <12% VYHOVUJE | |
| Součinitel odhadu 5% - ního kvantilu β _n | β _n | 1.680 | [-] |
| Nezaručená pevnost betonu v tlaku | f _{ck,ls} | 23.0 | [MPa] |
| Dle ČSN EN 206 | C 16/20 | | |
| Dle ČSN 73 2400:1989 | B 20 | | |
| Dle ČSN 73 2001:1970 | 250 | | |

NDT zkouškami pevnosti betonu s upřesněním výsledků na zkušebních tělesech vyrobených z odebraného jádrového vývrtu byla prokázána průměrná pevnost na vzorku 27,5 MPa s určenou charakteristickou pevností betonu v tlaku 23,0 MPa, čemuž odpovídá pevnostní třída betonu C 16/20. Stanovený variační koeficient je 9,8%. Beton mostovkové desky nosné konstrukce je stejnoměrný.

6. OCELOVÉ NOSNÁ KONSTRUKCE MOSTU

Nosná konstrukce je tvořena 7 ocelovými I nosníky s nabetonovanou mostovkovou deskou. Krajní nosníky jsou tvořeny profily I 240, vnitřní nosníky I 300. Nosníky jsou obetonovány. Osová vzdálenost nosníků je 950 mm.

Na vnitřních nosnících bylo provedeno na 4 zkušebních místech uprostřed rozpětí nosníků na spodní přírubě měření korozních úbytků. Měření 2 až 4 bylo provedeno na prvku s viditelnou zvýšenou povrchovou korozí. Jako srovnávací měření byl vybrán prvek s nepatrnou povrchovou korozí (měření č. 1). Poloha jednotlivých provedených měření je znázorněna ve schématu 2.1 v kapitole 2. Měření bylo na spodním líci příruby na všech 4 místech provedeno v bodech dle následujícího schématu:

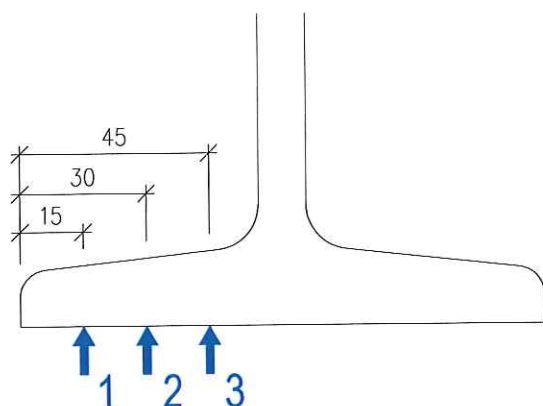


Schéma 6.1

Vyznačení zkušebních poloh jednotlivých ultrazvukových měření tloušťky spodní příruby ocelových nosníků I 300

Tab. 6.1 UZ měření tloušťky spodní příruby v definovaných místech dle schématu 6.1 včetně porovnání s měřením na nezkorodovaném prvku

| měření | | bod č. 1 | bod č. 2 | bod č. 3 |
|--------|-------------|----------|----------|----------|
| 1 | měření [mm] | 15.82 | 18.95 | 20.83 |
| 2 | měření [mm] | 15.46 | 17.16 | 20.02 |
| | úbytek [%] | 2.3 | 9.4 | 3.9 |
| 3 | měření [mm] | 15.57 | 16.97 | 19.75 |
| | úbytek [%] | 1.6 | 10.4 | 5.2 |
| 4 | měření [mm] | 14.17 | 15.34 | 16.97 |
| | úbytek [%] | 10.4 | 19.1 | 18.5 |

Ultrazvukovým měřením tloušťky spodní příruby nosného vnitřního I profilu byly prokázány korozní úbytky až cca 19%.



Foto 6.1
Pohled na boční líc nosné konstrukce s odhaleným krajním I profilem s výraznou povrchovou korozí a odpadenými vrstvami betonu tvořící obetonování nosníku



Foto 6.2
Detail uložení ocelového vnitřního I nosníku na kvádr větších rozměrů s viditelným obetonováním prvku vyjma spodního líce



Foto 6.3
Detail uložení vnitřního I nosníku na podpoře před odstraněním povrchových zkorodovaných vrstev



Foto 6.4
Detail uložení vnitřního I nosníku na podpoře po odstranění povrchových zkorodovaných vrstev



Foto 6.5
Pohled na spodní líc nosné konstrukce mostu s viditelným krajním a prvním vnitřním obetonováním



Foto 6.6
Měření tloušťky na obroušeném povrchu povrchově zkorodovaného I nosníku

7. OSTATNÍ NÁLEZY



Foto 7.1

Špatně vyspárované zdivo levého křídla opěry 1 ve směru staničení mostu



Foto 7.2

Detail koroze vyztužení železobetonové mostovkové desky (výztuž s prakticky nulovou krycí vrstvou betonu)



Foto 7.3

Detail koroze sloupku záchytného zařízení



Foto 7.4

Pohled na rozvolněné kamenné zdivo pravého křídla opěry 1 se špatným vyspárováním zdiva a s viditelnými trhlinami



Foto 7.5

Detailní pohled na povrchovou korozi vnitřního I nosníku v místě odpadených vrstev obetonování profilu (je patrna koroze prvku po celé jeho výšce)



Foto 7.6

Pohled na zastaralé, v dnešní době již nevyhovující dvojradlové zábradlí



Foto 7.7
Detailní pohled spáru mezi nosnosu konstrukcí a betonovou římsou mostu



Foto 7.8
Profometrická kontrola polohy výztuže v mostkovkové desce (výztuž hladká Ø 12 mm cca po 200 mm)

8. ZÁVĚRY

Z provedené diagnostiky mostu ev. č. 413 – 004 přes místní potok v obci Rybníky lze na základě prohlídky objektu a poznatků získaných z dílčích průzkumných prací in-situ konstatovat následující závěry:

Založení objektu

- průzkum založení objektu nebyl předmětem prováděné diagnostiky
- vzhledem k charakteru mostní konstrukce je předpokládáno založení opěr plošné (buď kamenné popř. plošné betonové)
- založení křídel bude pravděpodobně pouze formou kamenné rovnaniny

Opěry, úložné prahy

- opěry kamenné vyzděné, úložné prahy na opěrách nejsou, uložení nosníků na opěry je řešeno zabudováním většího kvádru pod nosník do opěry
- tloušťka opěr nebyla zjišťována
- opěry jsou bez závěrných zídek

Křídla

- křídla jsou rovnoběžná kamenná
- křídla jsou poškozeny trhlinami v úrovni křídlo/opěra
- vyspárování křídel je ve špatném stavu, pravděpodobně v čase docházelo a stále dochází k vymílání malty ze zdiva
- tloušťka křídel nebyla zjišťována

Nosná konstrukce

- nosná konstrukce je tvořena 7 ocelovými I nosníky s nabetonovanou mostovkovou deskou. Krajní nosníky jsou tvořeny profily I 240, vnitřní nosníky I 300. Nosníky jsou obetonovány. Osová vzdálenost nosníků je 950 mm.
- měření tloušťky spodní příruby I nosníků na předem obroušených místech s odstraněnou korozí byly zjištěny korozní úbytky mezi prvkem s nepatrnou korozí a prvkem s výraznou korozí dosahující hodnoty až cca 20%
- rovněž v uložení nosníků na úložné kamenné kvádry je koroze nosníků v kontaktu s kamenným kvádrem
- na nosnících je nabetonovaná železobetonová mostvková deska stanovené tloušťky z jádrového vývrtu 185 mm
- karbonatace betonu byla zjištěna na odebraném vzorku betonu v rozmezí 35 – 45 mm
- vyztužení mostovkové desky je provedeno z hladkých výztuží \varnothing 12 mm po osově vzdálenosti cca 200 mm

Mostní svršek

- 2 sondami byla prokázána obdobná skladba vozovky v obou předpolích mostu
- sonda provedena nad nosnou konstrukcí prokázala skladbu mostního svršku o celkové tloušťce 300 mm
- v rámci sondy do vozovky nad nosnou konstrukcí nebyl prokázán hydroizolační systém mezi skladbou vozovky a mostovkovou deskou
- vozovka je místy popraskaná, v obou předpolích jsou vyjeté koleje a vozovka je prosedlá
- mostní římsy jsou ve špatném stavu, zejména jejich spodní líc je velmi ovlivněn silnou degradací betonu s odlupujícími se krycími vrstvami, mostní římsa je viditelně oddělena od mostovkové desky podélnou spárou
- záchytné zařízení na mostu je nedostatečné (nedostatečná výška 800 mm) a nesplňuje požadavky z hlediska bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích, nátěr záchytného systému je nedostatečně ošetřovaný, místy se projevuje koroze (včetně koroze sloupků v jejich ukotvení do římsy)

10. DOPORUČENÍ

Vzhledem k bodům uvedených výše v závěrech by v rámci oprav pro další bezpečné užívání mostního objektu bylo nutné provést:

- na základě provedené diagnostiky provést přepočet zatížitelnosti mostu s uvažováním oslabení nosných průřezů prokázanými korozními úbytky
- na základě provedeného přepočtu v rámci dočasného řešení (období max. 3 roky) provést dočasné podepření nosné konstrukce mostu
- připravit projektovou dokumentaci odstranění mostní konstrukce (spodní stavba, nosná konstrukce včetně úpravy nivelety vozovky) a provést mostní konstrukci novou