

DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM

MOST EV.Č. M3 – u GRASMANKY, NOVÝ JIČÍN

Vypracoval: Ing. Miroslav Švajda

Spolupráce: Ing. David Sedláček
Ing. Jan Hurta

OBSAH

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	- 3 -
2. ÚVOD	- 4 -
3. PRŮZKUM SPODNÍ STAVBY	- 5 -
3.1 VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA SPODNÍ STAVBY	- 5 -
3.2 CHARAKTERISTIKA BETONU SPODNÍ STAVBY	- 8 -
3.3 PEVNOST BETONU V TLAKU SPODNÍ STAVBY	- 10 -
3.4 KARBONATAČE BETONU SPODNÍ STAVBY	- 12 -
3.5 PEVNOST V TAHU POVRCHOVÝCH VRSTEV BETONU SPODNÍ STAVBY	- 14 -
3.6 PRŮZKUM BETONÁŘSKÉ VÝZTUŽE SPODNÍ STAVBY	- 16 -
3.7 TLOUŠŤKA DŘÍKU OPĚR	- 19 -
4. ZÁVĚR	- 20 -

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Objednatel:

Stavby a statika spol. s r.o.

1. máje 230. Staré Město

739 61 Třinec

IČ: 29451809

DIČ: CZ29451809

Zastoupení:

p. Jan Sojnek

Zhotovitel:

TESTSTAV, spol. s r.o.

Františka Lýska 1599/6

700 30 Ostrava – Bělský Les

Provozovna:

Orlovská 347/160

714 00 Ostrava – Heřmanice

IČ: 62301268

DIČ: CZ62301268

Zastoupení:

Ing. Miroslav Švajda, zástupce vedoucího laboratoře, mob.: +420 739 521 137

Autorizace v oboru Zkoušení a diagnostika staveb, číslo 1103307 (ČKAIT)

2. ÚVOD

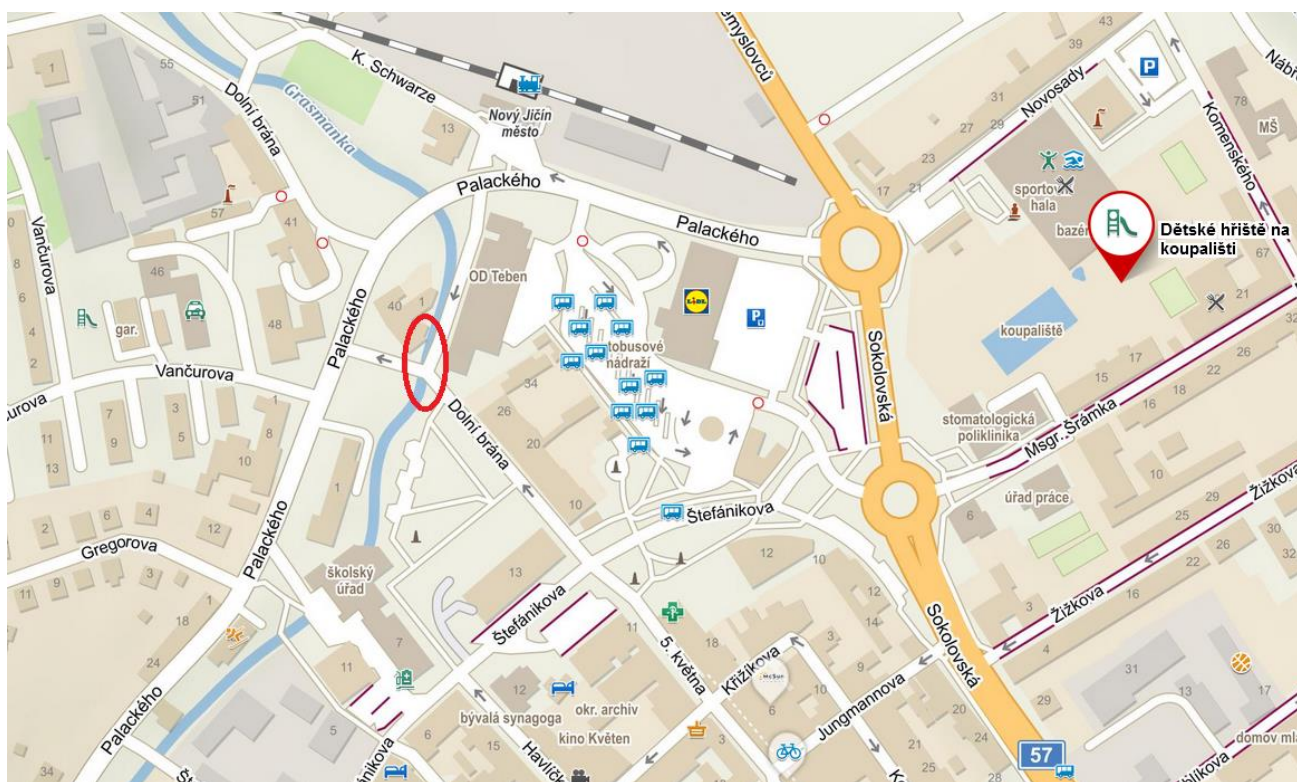
Diagnostický průzkum byl proveden na základě objednávky číslo 24/10/2022-Z19/2022/TES ze dne 24.10. 2022 vydanou společností Stavby a statika, spol. s r.o., zastoupené ve věcech smluvních panem Janem Sojnkem.

Předmětem průzkumu byl železobetonový jednopólový most ev. č. M3 přes potok Grasmanka v obci Nový Jičín.

Spodní stavba je tvořena dvěma betonovými opěrami s železobetonovými úložnými prahy. Opěry plynule navazují na náběžní zdi. Nosnou konstrukci tvoří železobetonová monolitická trámová konstrukce o jednom poli.

Zadáním průzkumu byla diagnostika spodní stavby kde se zjišťovaly pevnostní charakteristiky betonu, jako pevnost betonu v tlaku a pevnost betonu v tahu povrchových vrstev. Zjistit degradaci betonu vlivem oxidu uhličitého. Diagnostikovat polohu tloušťku krycí vrstvy betonářské výztuže na opěrách. Stanovit tloušťku dříku opěr.

Průzkum byl proveden v období listopadu roku 2022 zkušebními technikami akreditované stavební laboratoře Teststav s.r.o.



Pohled na staničení mostního objektu M3.

DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM
MOSTU EV. Č. M3 – U GRASMANKY, NOVÝ JIČÍN

3. PRŮZKUM SPODNÍ STAVBY

Průzkum spodní stavby byl rozdělen do sedmi částí: provedení vizuální prohlídky, zjištění charakteristiky betonu na vzorcích a na konstrukci, vyšetření pevnosti betonu v tlaku a pevnosti povrchových vrstev betonu v tahu, provedení karbonatace betonu na vývrtech, zjištění stavu a krytí výztuže a zjištění tloušťky dřívků opěr.

Použité zkratky:

- OP1 – levobřežní opěra,
- OP2 – pravobřežní opěra,
- ÚP – úložný práh opěr

3.1 VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA SPODNÍ STAVBY

V rámci diagnostického průzkumu byla provedena vizuální prohlídka spodní stavby. Jednotlivé poruchy, degradace materiálu a vady jsou zaznamenány na následující fotodokumentaci:

OP1:



Délka OP1 je 43 m. Výška opěry je cca 1,7 m od nivelety dna. Dno je betonové, pravděpodobně je tvořeno panely, kde na straně vtoku částečně chybí.



Ve výšce hladiny byly detekovány místa s vymletým betonem do hloubky cca 20 cm.



Viditelná dilatační spára, viditelná měkká výztuž ÚP výšky 35 cm.



Na opěru OP1 dochází k zatékání z oblasti nosné konstrukce, ale také přes opěry ve vodorovných pracovních spárách.



Pohled na degradovaný povrch a vymletou kavernu na straně vtoku.

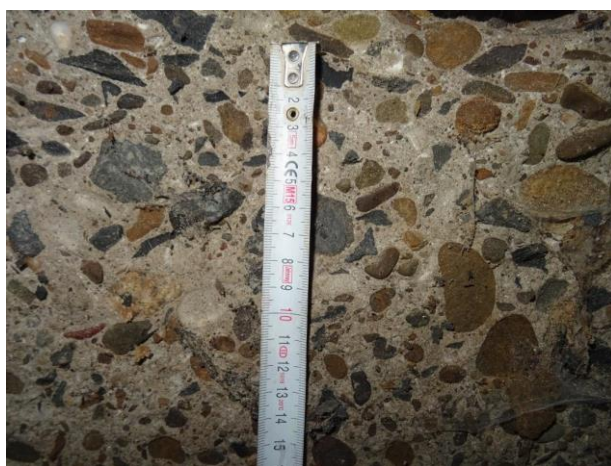


Detailní pohled na vymletou kavernu, rozpad cementového tmele, beton díky opěry z netříděného říčního kameniva se zrny až 60 mm.

OP2:



Délka OP2 je 46 m. Výška opěry je cca 1,7 m od nivelety dna. Zatékání přes podélné pracovní spáry.



Pohled na vymyté kamenivo povrchu díky opěry.



Viditelné kaverny v úrovni hladiny, viditelné podélné pracovní spáry.



Hloubka kaverny byla naměřena cca 20 cm.



Pohled na degradovaný povrch, vymletou kavernu a viditelné svislé spáry s výluhy.



Detailní pohled na vymletou kavernu na dalším místě.

3.2 CHARAKTERISTIKA BETONU SPODNÍ STAVBY

Do dříku opěr a úložných prahů bylo provedeno celkem 7 vývrtů s označením V1 – V7. Jednotlivá materiálová skladba a struktura betonu je popsána v následující tabulce.

Označení vývrtu, konstrukce	Hloubka vývrtu/ dílčí část [mm]	Druh materiálu, popis
V1 ÚP OP2	0 - 210	Beton - cementový tmel šedé barvy, předrcené říční kamenivo s max. zrnem do 30 mm.
V2 DŘÍK OP2	0 - 300	Beton - cementový tmel šedé barvy, cca 100 mm vrstva betonu se zrnem $D_{max} = 22$ mm (pravděpodobná sanace v minulosti?), následuje nesoudržný beton z netříděného říčního kameniva. Velká heterogenita struktury.
V3 ÚP OP1	0 - 220	Beton - cementový tmel šedé barvy, předrcené říční kamenivo s max. zrnem do 25 mm.
V4 DŘÍK OP1	0 - 200	Beton - cementový tmel šedé barvy, 70 mm vrstva betonu se zrnem $D_{max} = 22$ mm (pravděpodobná sanace v minulosti?), následuje nesoudržný beton z netříděného říčního kameniva. Velká heterogenita struktury.
V5 DŘÍK OP2	0 - 300	Beton - cementový tmel šedé barvy, 90 mm vrstva betonu se zrnem $D_{max} = 22$ mm (pravděpodobná sanace v minulosti?), následuje nesoudržný beton z netříděného říčního kameniva. Velká heterogenita struktury.
V6 ÚP OP1	0 - 130	Beton - cementový tmel šedé barvy, předrcené říční kamenivo s max. zrnem do 40 mm.
V7 DŘÍK OP1	0 - 240	Beton - cementový tmel šedé barvy, 75 mm vrstva betonu se zrnem $D_{max} = 22$ mm (pravděpodobná sanace v minulosti?), následuje nesoudržný beton z netříděného říčního kameniva. Velká heterogenita struktury.



Vývrt V1 do ÚP OP2.



Vývrt V2 do dříku OP2. Viditelná přibetonávka. Velká heterogenita betonu. Rozpad cementového tmele.



Pohled do vývrtu V2. Viditelně silně pórovitý beton. Nehomogenní struktura s netříděným říčním kamenivem.



Pohled na vývrt V3 do ÚP OP1.



Pohled na vývrt V4 do dřívku OP1.



Pohled na vývrt V5 do dřívku OP2. Viditelná přibetonávka. Velká heterogenita betonu.



Pohled na rozpad cementového tmele na vývrtu V5.



Pohled do vývrtu V5. Viditelné kaverny. Vymytý cementový tmel při jádrovém vrtání.



Pohled na vývrt V6 do ÚP OP1.



Pohled na vývrt V7 do dříku OP1. Viditelná přibetonávka. Velká heterogenita betonu.

3.3 PEVNOST BETONU V TLAKU SPODNÍ STAVBY

Pevnost betonu byla posuzována zvlášť na ÚP a dřících OP1 a OP2. Pevnost betonu byla zjištěna destruktivně na jádrových vývrtech průměru cca 100 mm.

Pro destruktivní zkoušku pevnosti betonu v tlaku byly vybrány vývrty pro ÚP V1, V3 a V6. Pro dříky opěr vývrt V5. Ostatní vývrty byly v porušeném stavu, kde charakteristika betonu je detailně popsán v předchozí kapitole 3.2. Vývrty byly před zkouškou upraveny řezáním tak, aby byl průměr a výška vzorku v poměru 1:1 a tak aby vyhověly tlačné plochy na rovinatost a rovnoběžnost, dle příslušné normy. Evidovaná zkušební tělesa byla potom zkoušena v ověřeném hydraulickém lise na pevnost v tlaku dle ČSN EN 12390-3 a 12390-7.

V následujících tabulkách je přehled výsledků zjištěných na vývrtech: objemové hmotnosti těles, krychelné pevnosti v tlaku. Protokoly o zkoušce jsou přílohou zprávy.

Vyhodnocení zkoušek na vývrtech dle ČSN EN 12390-3 a ČSN EN 12390-7 pro ÚP:

Ozn. vývrtů	Konstrukce	Ev. číslo zkušebních těles	Objemová hmotnost (kg*m ⁻³)	Průměrná objemová hmotnost (kg*m ⁻³)	Pevnost v tlaku (MPa)	Ø pevnost v tlaku (MPa)
V1	ÚP OP1	2545/22	2200	2210	19,3	21,0
V3	ÚP OP2	2546/22	2220		25,6	
V6	ÚP OP2	2547/22	2220		18,1	

Na základě těchto vstupních parametrů byl pro tři zkušební tělesa vypočten odhad charakteristické pevnosti betonu v konstrukci f_{ck} podle normy ČSN 73 0038 (listopad 2019) a byla stanovena odpovídající pevnostní třída betonu dle normy ČSN EN 206 +A2.

	x_i	n_i	$x_i * n_i$	$x_i - X$	$(x_i - X)^2$	$n_i * (x_i - X)^2$
x_1	19,3	1	19,3	-1,700	2,890	2,890
x_2	25,6	1	25,6	4,600	21,160	21,160
x_3	18,1	1	18,1	-2,900	8,410	8,410
Σ	63	3	63			32,460

průměrná hodnota pevnosti f_{cm}	21,00	
výběrový průměr X (MPa)	21,00	
výběrový rozptyl s^2	16,230	
směrodatná odchylka s	4,029	
variační koeficient V_x	0,192	
interval výběrového průměru	8,91	33,09
součinitel k_n	3,37	

Hodnocení $f_{ck} = f_{cm} * (1 - k_n * V_x)$

Výsledná charakteristická pevnost $f_{ck} = 7,50$ MPa

Stanovená pevnostní třída **Není stanovena**

Vyhodnocení zkoušek na vývrtech dle ČSN EN 12390-3 a ČSN EN 12390-7 pro DŘÍKY:

Ozn. vývrtů	Konstrukce	Ev. číslo zkušebních těles	Objemová hmotnost ($kg \cdot m^{-3}$)	Průměrná objemová hmotnost ($kg \cdot m^{-3}$)	Pevnost v tlaku (MPa)	\emptyset pevnost v tlaku (MPa)
V5	DŘÍK OP2	2548/22	2240	-	23,5	-



Pohled na upravené vývrty ÚP spodní stavby.



Pohled na jediný upravený vzorek z dříku spodní stavby.

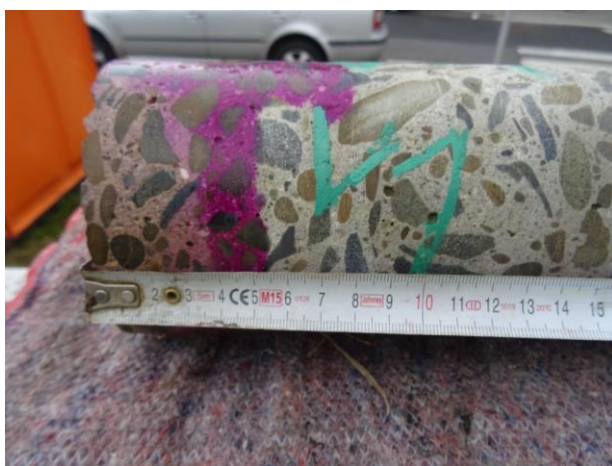
3.4 KARBONATACE BETONU SPODNÍ STAVBY

Hloubka karbonatce betonu byla zjišťována jednoduchou chemickou zkouškou FFT, nanesením 1%-ního roztoku fenolftaleinu na umytých a osušených jádrových vývrtech.

Při pozitivní reakci roztok zbarví cementový tmel do červenofialové barvy, tzn. že pH betonu je vyšší než 9,6 v opačném případě zůstává vzorek betonu bez změny barvy, což znamená karbonatci složek betonu vlivem CO₂ ze vzduchu. Zkarbonatovaný beton je sice tvrdší, ale jeho pevnost v tlaku se významně snižuje a působí korozivně na výztuž.

Naměřená tloušťka zkarbonatované vrstvy betonu na obou mostech je zřejmá z následujících tabulek. Hodnoty jsou maximální zjištěné se zaokrouhlením na 5 mm betonu.

Označení vývrtu	Konstrukční prvek	Hloubka karbonatce betonu (mm)
V1	ÚP OP2	40
V2	DŘÍK OP2	70-80
V3	ÚP OP1	50
V4	DŘÍK OP1	>120
V5	DŘÍK OP2	>100
V6	ÚP OP1	50
V7	DŘÍK OP1	>200



V1. Karbonatce do hloubky 40 mm.



V2. Karbonatce do hloubky 70 - 80 mm. Proměnná vzhledem k heterogenitě struktury.



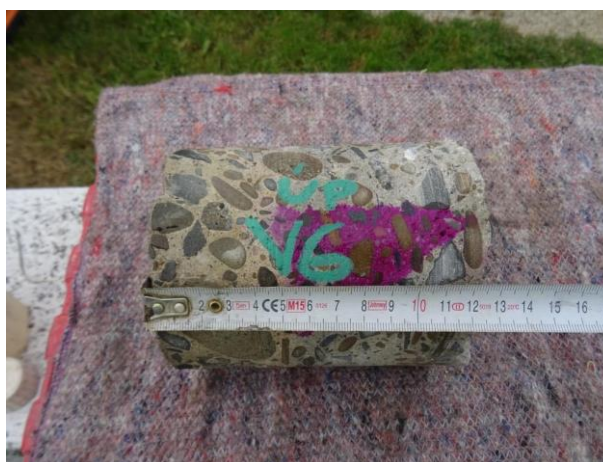
V3. Karbonatace do hloubky 50 mm.



V4. Karbonatace do hloubky 120 a více, proměnná vzhledem k heterogenitě struktury.



V5. Karbonatace do hloubky 100 a více, proměnná vzhledem k heterogenitě struktury a pórovitosti.



V6. Karbonatace do hloubky 50 mm.



V7. Karbonatace do hloubky 230 a více, proměnná vzhledem k heterogenitě struktury a pórovitosti.



V7. Detailní pohled, pórovitá, kavernová struktura betonu.

3.5 PEVNOST V TAHU POVRCHOVÝCH VRSTEV BETONU SPODNÍ STAVBY

Pevnost povrchových vrstev betonu v tahu byla zjištěna tzv. odtrhovou zkouškou na vývrtech spodní stavby. Zkoušky byly prováděny v laboratoři v různých hloubkách betonu od povrchu. Před zkouškou byl povrch očištěn ocelovým kartáčem pro odstranění volných částí a následně štětečkem odstraněn prach. Na takto připravené místo byl nalepený ocelový terč průměru 50 mm lepidlem na bázi epoxidové pryskyřice. Použitý přístroj byl mechanický COMTEST OP3 s tenzometrickým snímačem síly, kde pomocí kolmému tahu byla zaznamenána maximální síla při porušení. Následuje tabulka s naměřenými hodnotami pevnosti v tahu betonu. Přílohou zprávy je akreditovaný protokol o zkoušce.

Číslo zkoušky	Umístění	Max. napětí (MPa)	Druh a poloha poruchy
1	V1 – ÚP OP2 (povrch)	0,83	kohezní porucha v betonu
2	V2 – DŘÍK OP2 (povrch)	1,36	kohezní porucha v betonu
3	V3 – ÚP OP1 (povrch)	1,24	kohezní porucha v betonu
4	V4 – DŘÍK OP1 (povrch)	0,71	kohezní porucha v betonu
5	V5 – DŘÍK OP2 (povrch)	1,46	kohezní porucha v betonu
6	V7 – DŘÍK OP1 (povrch)	1,08	kohezní porucha v betonu
7	V7 – DŘÍK OP1 (hloubka 90 mm)	1,93	kohezní porucha v betonu
8	V3 – ÚP OP1 (hloubka 250 mm)	1,97	kohezní porucha v betonu
9	V2 – DŘÍK OP2 (hloubka 150 mm)	0,67	kohezní porucha v betonu
10	V4 – DŘÍK OP1 (hloubka 250 mm)	0,53	kohezní porucha v betonu
11	V5 – DŘÍK OP2 (hloubka 80 mm)	1,24	kohezní porucha v betonu
12	V1 – ÚP OP2 (hloubka 40 mm)	1,31	kohezní porucha v betonu



Pohled na nalepený terč vývrty V1.



Pohled na samotnou zkoušku pevnosti v tahu na vývrty V1 trhacím přístrojem COMTEST OP3.



Pohled na kohezní poruchu na vývrty V1 při hodnotě 0,83 MPa.



Pohled na samotnou zkoušku pevnosti v tahu na vývrty V2.



Pohled na kohezní poruchu na vývrty V7 při hodnotě 1,08 MPa.



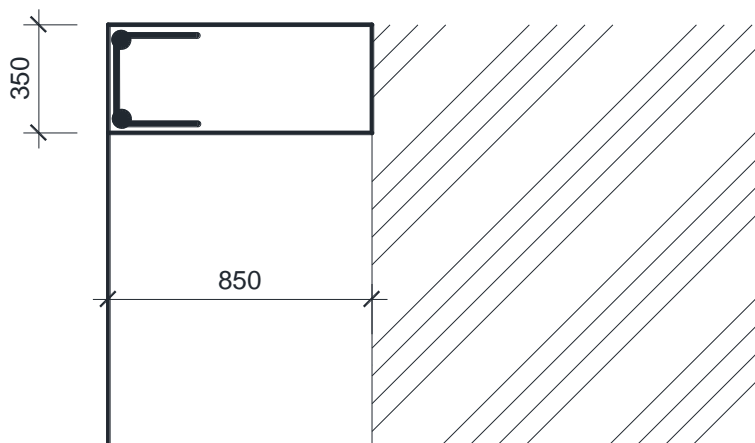
Celkový pohled na nalepené terče na povrchu betonu a v různých hloubkách.

3.6 PRŮZKUM BETONÁŘSKÉ VÝZTUŽE SPODNÍ STAVBY


Na opěrách spodní stavby byly provedeny semidestruktivní a nedestruktivní sondy pro zjištění vyztužení, krytí a stavu betonářské výztuže na dřících a úložných prahů OP1 a OP2. Výztuž byla vyhodnocována dle ČSN 73 0038 hodnocení a ověřování existujících konstrukcí – doplňující ustanovení. Vyztuž byla ověřována pomocí radaru HILTI PS 50 a magnetického indikátoru PROFOSCOPE.






Na dřících opěr nebyla detekována výztuž, tedy jsou z prostého betonu.

Úložné praky výšky cca 35 cm jsou vyztuženy hladkou výztuží (10 000). Na líci ÚP byly detekovány dvě podélné výztuže při horním a spodním okraji prahu průměru 16 mm. Svislé třmínky byly detekovány ve vzdálenostech \bar{a} 350 mm průměru 10 mm.



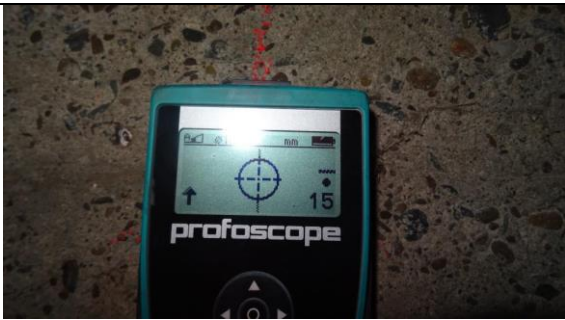



Schématický řez opěrou OP2 tloušťky 85 cm, byla detekován železobetonový ÚP výšky 35 cm.

označení	krytí (mm)	korozí	fotodokumentace
vodorovná výztuž OP1 Ø 16 mm	33	nedestruktivně	

svislá výztuž OP1 Ø 10 mm	24	nedestruktivně	
vodorovná výztuž OP1 Ø 16 mm	34	nedestruktivně	
svislá výztuž OP1 Ø 10 mm	24	nedestruktivně	
svislá výztuž OP1 Ø 10 mm	29	Mírná povrchová koroze bez úbytku na materiálu	
svislá výztuž OP2 Ø 10 mm	25	Bez koroze	

DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM
MOSTU EV. Č. M3 – U GRASMANKY, NOVÝ JIČÍN

<p>vodorovná výztuž OP2 Ø 16 mm</p>	<p>45</p>	<p>Bez koroze</p>	
<p>vodorovná výztuž OP2 Ø 16 mm</p>	<p>36</p>	<p>nedestruktivně</p>	
<p>svislá výztuž OP2 Ø 10 mm</p>	<p>15</p>	<p>nedestruktivně</p>	
<p>vodorovná výztuž OP2 Ø 16 mm</p>	<p>34</p>	<p>nedestruktivně</p>	

3.7 TLOUŠŤKA DŘÍKU OPĚR

Tloušťka opěry byla zjišťována na dříku opěry OP1 a OP2. Na opěře 1 ve vývrtnu V4 byl korunkou průměru 60 mm proveden jádrový vrt přes celou tloušťku. Délka vývrtnu, resp. tloušťka opěry byla naměřena **87 cm**. Na opěře 2 ve vývrtnu V5 byl vrtákem průměru 20 mm proveden vrt přes celou tloušťku, která byla naměřena **85 cm**. V celém průřezu dříku opěr byl beton detekován v heterogenním stavu, pórovité struktury, s obsahem kavern.



Pohled na vývrt V4 do dříku přes celou tloušťku.



Pohled do vývrtnu.



Pohled na jádro z hloubky 60 – 87 cm. Beton vývrtnu se rozpadl.



Celková tl. OP1 byla naměřena 87 cm.



Pohled na vrtání tl. průměru 20 mm.



Pohled do vývrtu, kde celková tl. OP2 byla naměřena 85 cm.

4. ZÁVĚR

Spodní stavba je tvořena dvěma betonovými opěrami s železobetonovým úložným prahem **výšky 35 cm**. Struktura betonu ÚP je celistvá s poměrně rovnoměrným rozložením kameniva. Krychelná pevnost betonu ze tří vzorků ÚP byla naměřena **21 MPa** s rozptylem od střední hodnoty **19%**. Charakteristická pevnost byla vypočítána **8 MPa**. Beton tedy **nebyl zařazen** do pevnostní třídy. Objemová hmotnost ÚP byla naměřena **2210 kg/m³**. Karbonatace betonu ÚP byla naměřena v rozmezí **40 – 50 mm**. Pevnost betonu v tahu ÚP byla naměřena v rozmezí **0,83 – 1,97 MPa**. V ÚP byla detekována ze strany líce výztuž podélná hladká při spodním a horním okraji **průměru 16 mm** a naměřeným krytím **33 – 45 mm**. Výztuž byla detekována bez koroze až mírná povrchová koroze bez úbytku na průměru. Svislá třmínková hladká výztuž byla naměřena **průměru 10 mm** s max. povrchovou korozí bez úbytku.

Struktura betonu dříků OP1 a OP2 je **velmi heterogenní** s nálezy velkého množství kavern a chybějícího cementového tmele. Povrch betonu cca 100 mm je jiné struktury, pravděpodobná sanace tohoto původního betonu tvořeného z netříděného říčního kameniva. Ze čtyř vzorků byl pro krychelnou pevnost použit a vybrán **jen jeden vzorek s naměřenou pevností 24 MPa** a objemovou hmotností **2240 kg/m³**. Karbonatace betonu dříků opěr byla naměřena na **vývrtech > 200 mm**. Pevnost betonu v tahu byla naměřena v rozmezí **0,53 – 1,93 MPa**. Pevnost byla prováděná v různých vrstvách.

Tloušťka OP1 byla naměřena **87 cm**, kde tato heterogenita betonu byla detekována přes celou tl. Tloušťka opěry OP2 byla naměřena **85 cm**.

Doporučení: Z výsledků průzkumu vidíme značný rozptyl jednotlivých výsledků, které jsou detailně popsány v jednotlivých kapitolách. V materiálu betonu opěr byla diagnostikována velká heterogenita z hlediska struktury, velké rozptyly pevnostních charakteristik a karbonatace betonu. Přesto konstrukce spodní stavby jako celek je zatím celistvá, nebyly detekovány zásadní deformace, trhliny statického charakteru, nebo přímý rozpad betonu, kde by se jednalo o havarijní stav. Stav spodní stavby koresponduje se stavem nosné konstrukce, která nebyla součástí této fáze průzkumu. Mostní objekt jako celek se blíží ke konci své životnosti, kde doporučujeme do 3 let vyprojektovat nový mostní objekt a do 5 let začít s výstavbou nového mostního objektu.

V Ostravě 24.11.2022

Ing. Miroslav Švajda

Seznam použité literatury:

- ČSN EN 206 + A2 Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda;
- ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí;
- ČSN EN 12390-3 Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles;
- ČSN EN 12390-7 Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 7: Objemová hmotnost ztvrdlého betonu;
- ČSN EN 12504-1 Zkoušení betonu v konstrukcích – Část 1: Vývrty – Odběr, vyšetření a zkoušení v tlaku;
- ČSN EN 14630 Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí - Zkušební metody - Stanovení hloubky zasažení karbonatů v zatvrdlém betonu pomocí fenolftaleinové metody;
- ČSN 73 6242 Navrhování a provádění vozovek na mostech pozemních komunikací;
- ČSN EN 1504 Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí - Definice, požadavky, kontrola kvality a hodnocení shody;
- ČSN 73 0038 Hodnocení a ověření existujících konstrukcí – doplňující ustanovení;
- <http://www.pjpk.cz/predpisy/>;
- Stavební tabulky, Doc. Ing. Milan Rochla (SNTL Praha 1987);

Seznam příloh:

- Protokol č. 2545 - 2547/22 stanovení pevnosti a objemové hmotnosti betonu;
- Protokol č. 2548/22 stanovení pevnosti a objemové hmotnosti betonu;
- Protokol č. 2581/22 stanovení betonu pevnosti v tahu;