



Horský s.r.o.

stavební laboratoř, diagnostika staveb

Klánovická 286/12, 198 00 Praha 9, tel.: 281 860 623 mobil: 603 540 691 e-mail: lab@horsky.cz

počet stran zprávy: 35

zpráva č. D 6/23

**Diagnostický průzkum mostu DN1-029.1
„Most přes dálnici D1 na silnici Hrusice - Hrušov“**

Objednatel: **Ředitelství silnic a dálnic ČR**
se sídlem: Na Pankráci 546/56, 140 00 Praha 4

Řešitel: **Horský s.r.o.**
se sídlem: Klánovická 286/12, 198 00 Praha 9

Zpracoval:

Jan Hejno

Dušan Bártěk

Schválil:

Ing. Jan Horský

odborný garant laboratoře,

AI v oboru zkoušení a diagnostika staveb,

oprávnění MD ČR – Diagnostický průzkum silničních objektů

únor 2023



OBSAH

1. ÚVOD	3
2. STANOVENÍ FYZIKÁLNĚ-MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ BETONU	4
2.1. Jádrové vývrty z konstrukce	4
2.2. Vizuální popis vývrťů a jejich parametry	5
2.3. Zkoušky fyzikálně-mechanických vlastností betonu na vývrtech	8
2.4. Zkouška odolnosti povrchu betonu proti vodě a chemickým rozmrazovacím látkám ...	8
2.5. Pevnost povrchových vrstev betonu v tahu	11
3. CHEMICKÉ ANALÝZY BETONU	11
3.1. Tloušťka zkarbonatované vrstvy betonu	11
3.2. Zkoušky kontaminace betonu chloridovými ionty	12
4. PRŮZKUM VÝZTUŽE	13
4.1. Bourané sondy	13
4.2. Nedestruktivní měření	25
4.3. Korozní mapa betonářské oceli	30
5. KAMEROVÁ PROHLÍDKA DUTIN STŘEDNÍHO POLE	32
6. ZÁVĚR	35

1. ÚVOD

Na základě smlouvy č. 80SD000183 byl firmou Horský s.r.o. proveden diagnostický průzkum mostu DN1-029.1 „Most přes dálnici D1 na silnici Hrusice - Hrušov“. Zadáním bylo zjistit základní materiálové charakteristiky vybraných konstrukčních prvků, jejich vyztužení a stav vyztuže.

Jedná se o konstrukci o třech polích s klouby v krajních polích, střední pole je rám s příčí konstantního truhlíkového průřezu o dvou komůrkách. Krajní pole jsou trámové v příčném směru uspořádání. Stojky rámu a opěry jsou ze železobetonu a založeny plošně.

Pro účely diagnostiky je číslování konstrukce uvažováno ve směru od Hrusic. Průzkum byl proveden v rozmezí říjen 2022 až leden 2023.



Lokalizace mostu (zdroj: mapy.cz)



pohled na most ve směru od Prahy, pravá strana mostu (zdroj google.maps.cz)



1. pole s trámovou konstrukcí a napojení rámu středního pole, pravá strana mostu (zdroj google.maps.cz)



2. pole s rámovou konstrukcí, pravá strana mostu (zdroj google.maps.cz)

2. STANOVENÍ FYZIKÁLNĚ-MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ BETONU

2.1. Jádrové vývrty z konstrukce

Pro stanovení pevnosti betonu bylo odebráno šest jádrových vývrťů DN 100 mm a pro stanovení odolnosti povrchu betonu proti vodě a chemickým rozmrazovacím látkám čtyři jádrové vývrty DN 150 mm.

2.2. Vizuální popis vývrtů a jejich parametry

Tab. č. 1a: Popis vývrtů

Označení vývrtu		V1	V2
Laboratorní číslo		1898/22	1899/22
Poloha vývrtů		nosná konstrukce - střední pole levý bok v polovině rozpětí 0,7 m nad spodní hranou	nosná konstrukce - střední pole pravý bok v polovině rozpětí 0,7 m nad spodní hranou
Vývrty - průměr / délka	mm	79,4 / 160	79,4 / 140
Popis vývrtu		Beton hutný, bez viditelných vad a nedostatků.	Beton hutný, bez viditelných vad a nedostatků.
Kamenivo Rozložení Množství HK Druh HK / největší zrna	mm	rovnoměrné cca 25% objemu HDK s příměsí HTK / 16 x 15	rovnoměrné cca 25% objemu HDK s příměsí HTK / 25 x 11
Zhutnění betonu Póry < 1 / 1-7 mm Dutiny > 7 mm Kaverny	množství ks ks	malé / malé - -	malé / malé - -
Výztuž Typ / průměr / hloubka Stav	mm	- - -	- - -



Vývrt V1 - nosná konstrukce, střední pole



Vývrt V2 - nosná konstrukce, střední pole

Tab. č. 1b: Popis vývrtů

Označení vývrtu		V3	V4
Laboratorní číslo		19/23	20/23
Poloha vývrtů		nosná konstrukce - 3. pole (Hrušov) bok pravého trámu 2,4 m od OP4 / 0,2 m nad spodní hranou	nosná konstrukce - 1. pole (Hrusice) bok středního trámu 1,4 m od příčniku OP1 / 0,35 m nad spodní hranou
Vývrty - průměr / délka	mm	95,0 / 120	103,5 / 205
Popis vývrtu		Beton hutný, bez viditelných vad a nedostatků.	Beton hutný, bez viditelných vad a nedostatků.
Kamenivo Rozložení Množství HK Druh HK / největší zrna	mm	rovnoměrné cca 35% objemu HDK / 29 x 19	rovnoměrné cca 30% objemu HDK / 20 x 18
Zhutnění betonu Póry < 1 / 1-7 mm Dutiny > 7 mm Kaverny	množství ks ks	velmi malé / malé - -	velmi malé / malé - -
Výztuž Typ / průměr / hloubka Stav	mm	- - -	- - -



Vývrt V3 - nosná konstrukce, 3. pole



Vývrt V4 - nosná konstrukce, 1. pole

Tab. č. 1c: Popis vývrtů

Označení vývrtu		V5	V6
Laboratorní číslo		21/23	22/23
Poloha vývrtů		stojka P3 (Hrušov) bok do 3. pole 1,2 - 1,5 m od pravé hrany / 1,2 - 1,6 m nad terénem	stojka P2 (Hrusice) bok do 1. pole 2,9 m od levé hrany / 1,3 m nad terénem
Vývrty - průměr / délka	mm	103,5 / 120 + 140	94,5 / 210
Popis vývrtu		Beton hutný, bez viditelných vad a nedostatků.	Beton hutný, do hloubky 50 mm mírně vydrolený řez.
Kamenivo Rozložení Množství HK Druh HK / největší zrna	mm	rovnoměrné cca 35% objemu HDK / 27 x 24	rovnoměrné cca 30% objemu HDK / 28 x 15 (výjimečné 45 x 35)
Zhutnění betonu Póry < 1 / 1-7 mm Dutiny > 7 mm Kaverny	množství ks ks	velmi malé / velmi malé - -	velmi malé / malé - -
Výztuž Typ / průměr / hloubka Stav	mm	- - -	žebírková / > 22 (odřez) / 60 bez koroze



Vývrty V5 - stojka P3



Vývrt V6 - stojka P2

2.3. Zkoušky fyzikálně-mechanických vlastností betonu na vývrtech

Po provedení popisu, fotodokumentaci a nasákavosti byly vývrty vhodně rozřezány na jednotlivé zkušební vzorky. Objemová hmotnost byla určena na částech bez výztuže dle ČSN EN 12390-7. Pevnost v tlaku zkušebních těles byla vyzkoušena dle ČSN EN 12504-1 a stanovení krychelné pevnosti bylo provedeno dle ČSN EN 12504-1 s využitím převodních vztahů uvedených v TKP 18.

Výsledky zkoušek vývrťů jsou uvedeny v tabulkách č. 2. Z výsledků pevnosti byla dále vypočtena charakteristická pevnost betonu v tlaku podle normy ČSN EN 1990. Vypočtená charakteristická pevnost betonu byla nakonec zaříděna do pevnostních tříd uvedených v ČSN EN 206+A2.

Tab. č. 2: Výsledky zkoušek fyzikálně-mechanických vlastností betonu na vývrtech

Označení vývrtnu - prvek	Objemová hmotnost (ČSN EN 12390-7)	Nasákavost (ČSN 73 1316)	Pevnost v tlaku na jednotlivých tělesech (ČSN EN 12504)		Krychelná pevnost v tlaku (ČSN EN 12390-3 + TKP18)		Průměrná krychelná pevnost v tlaku
	[kg/m³]	[%]	[MPa]		[MPa]		[MPa]
V1 - nosná konstrukce	2350	5,9	69,2		67,0		67,0
V2 - nosná konstrukce	2330	5,8	60,4		61,3		61,3
V3 - nosná konstrukce	2370	6,6	54,9		54,3		54,3
V4 - nosná konstrukce	2370	6,9	65,6	64,7	59,9	66,1	63,0
V5 - stojka	2360	7,0	57,2	50,2	57,8	50,8	54,3
V6 - stojka	2330	6,9	48,8	54,8	47,9	56,6	52,2

Vypočtená charakteristická pevnost

Nosná konstrukce: ČSN EN 1990: **50,2 MPa** → zaříděno do **C 45/55** dle ČSN EN 206+A2

Stojiny: ČSN EN 1990: **42,6 MPa** → zaříděno do **C 35/45** dle ČSN EN 206+A2

2.4. Zkouška odolnosti povrchu betonu proti vodě a chemickým rozmrazovacím látkám

Zkouška odolnosti povrchu betonu proti vodě a chemickým rozmrazovacím látkám (CHRL) byla provedena na čtyřech vývrtech průměru o 149 mm. Odolnost betonu byla stanovena dle normy ČSN 73 1326- Z1 metoda: C (75 cyklů). Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 3.

Tab. 3a: Výsledky zkoušky odolnosti betonu proti působení vody a chemických rozmrazovacích látek

Konstrukce, poloha	nosná konstrukce - střední pole levý bok v polovině rozpětí 0,7 m nad spodní hranou	nosná konstrukce - 1. pole (Hrusice) bok pravého trámu 1,3 m od příčniku OP1 / 0,15 m nad spodní hranou
Označení vzorku	CHRL 1	CHRL 2
Laboratorní číslo vzorku	1900/22	23/23
Odpad z povrchu po 25 cyklech [g/m ²]	20	90
Odpad z povrchu po 50 cyklech [g/m ²]	60	300
Odpad z povrchu po 75 cyklech [g/m ²]	170	rozpad spodní části vzorku



CHRL 1 - nosná konstrukce, střední pole



CHRL 2 - nosná konstrukce, 1. pole

Tab. 3b: Výsledky zkoušky odolnosti betonu proti působení vody a chemických rozmrazovacích látek

Konstrukce, poloha	stojka P3 (Hrušov) bok do 3. pole 1,2 - 1,5 m od pravé hrany / 1,2 - 1,6 m nad terénem	stojka P2 (Hrusice) bok do 1. pole 3,2 m od levé hrany / 1,5 m nad terénem
Označení vzorku	CHRL 3	CHRL 4
Laboratorní číslo vzorku	24/23	25/23
Odpad z povrchu po 25 cyklech [g/m ²]	3250	3460
Odpad z povrchu po 50 cyklech [g/m ²]	rozpad vzorku	rozpad spodní části vzorku



CHRL 3 - stojka P3



CHRL 4 - stojka P2

2.5. Pevnost povrchových vrstev betonu v tahu

Místa zkoušek byla vybrána náhodně. Povrch míst byl lehce zbroušen diamantovým kotoučem. Zkušební terče Ø 50 mm byly nalepeny speciálním lepidlem. Po jeho zatvrdnutí byla mělkým návrtem v těsném okolí zkušebních terčů vymezena zkušební plocha. Poté byla provedena zkouška tahem při rychlosti nárůstu tahového napětí cca 0,06 N/mm².s⁻¹. Pro zkoušku byl použit přístroj DZ-16, v.č. 1-0203. Výsledky zkoušek jsou uvedeny v tabulce č. 4.

Tab. č. 4: výsledky zkoušek pevnosti povrchových vrstev betonu v tahu

Poloha zkoušek	Pevnost v tahu (ČSN 73 6242, příl.B) [N/mm ²]	Hloubka lomu [mm]	Charakter porušení [% zkoušené plochy]	
			beton	lepidlo
OP1 (Hrusice), dřík - 1,5 m levé hrany / 1,1 m pod horní hranou	0,27	1 - 2	100	
stojka P2, bok do 1. pole - 3,5 m od pravé hrany / 1,0 m nad terénem	1,10	1	100	
stojka P3, bok do 3. pole - 0,5 m od levé hrany / 1,7 m nad terénem	1,57	1	100	
OP4 (Hrušov), dřík - 5,5 m levé hrany / 0,5 m pod horní hranou	5,40	-		100
nosná kce, bok levého trámu 1. pole - 1,8 m od příčnicku OP1 / 0,4 m nad spodní hranou	1,90	1	100	
nosná kce, podhled mezi levým a středním trámem 1. pole - 0,5 m od středního trámu / 1,0 m od příčnicku OP1	1,37	1	100	
nosná kce, podhled mezi levým a středním trámem 3. pole - 1,5 m od středního trámu / 2,0 m od OP4	1,59	do 1	50	50
nosná kce, bok pravého trámu 3. pole - 1,4 m od příčnicku OP4 / 0,25 m nad spodní hranou	3,43	do 1	50	50

3. CHEMICKÉ ANALÝZY BETONU

3.1 Tloušťka zkarbonatované vrstvy betonu

Tloušťka zkarbonatované vrstvy betonu byla zjištěna pomocí kolorimetrické zkoušky 1% roztokem fenolftaleinu. Změřené hodnoty jsou uvedeny níže, v tabulce č. 5.

Tab. č. 5: Výsledky zkoušek tloušťky zkarbonatované vrstvy betonu

Poloha zkoušek	Hloubka karbonatace (od povrchu konstrukčního betonu) [mm]
nosná konstrukce - levý bok, střední pole (vývrt V1)	11
nosná konstrukce - levý bok, střední pole (vývrt CHRL 1)	6
nosná konstrukce - levý bok, střední pole (vývrt V2)	17
nosná konstrukce - bok pravého trámu, 3. pole (vývrt V3)	9
nosná konstrukce - bok středního trámu, 1. pole (vývrt V4)	5
nosná konstrukce - bok pravého trámu, 1. pole (vývrt CHRL 2)	10
stojka P3 (vývrt V5)	12
stojka P3 (vývrt CHRL 3)	22
stojka P2 (vývrt V6)	40
stojka P2 (vývrt CHRL 4)	29

3.2. Zkoušky kontaminace betonu chloridovými ionty

Zkoušky byly provedeny na místech, na kterých bylo možno vzhledem k charakteru povrchu, předpokládat zvýšené množství Cl^- (záteky, výteky, inkrustace). Celkem bylo odebráno 30 vzorků: na 13 odběrných místech metodou zachycování prachu z vrtaných sond, a to ze dvou hloubkových úrovní a 4 vzorky IM odebrané v sondách k předpínací výztuži.

Vzorky pro analýzu byly odebrány a upraveny dle ČSN EN 14329, v laboratoři byla provedena zkouška metodou přímé potenciometrie – k přesné navážce vzorku namletém na analytickou jemnost (cca 2 g) s přesností na 0,0002g, bylo přidáno přesné množství roztoku připraveného tak, aby pH rozpuštěné směsi bylo v rozmezí pH 3-5 a roztok měl vysokou iontovou sílu. Poté byl měřen přímý potenciál roztoku chloridovou ISE bez oddělení tuhé fáze. Výsledkem zkoušky je vždy průměrná hodnota ze dvou měření absolutního množství Cl^- a hodnota vztažená na odhadnuté množství cementu v betonu – 17% hmotnosti na NK, 15% u SS a 100% u IM.

Výsledky zkoušky byly následně posouzeny kritériem maximálního obsahu chloridů v betonu dle ČSN P 73 2404. Norma udává kritérium maximálního obsahu chloridů k hmotnosti cementu 0,40 % pro konstrukce s ocelovou výztuží (kategorie Cl 0,4), resp. do 1,0 % u prostého betonu (kategorie Cl 1,0). Výsledky měření jsou sumarizovány v následující tabulce č. 6.

Tab. č. 6: Výsledky zkoušek kontaminace betonu chloridovými ionty

Poloha odběru	Hloubka odběru [mm]	Obsah Cl^- v betonu [%]	Obsah Cl^- k hmotnosti cementu [%]
NK, 1. pole, podhled pravé chodníkové konzole, 2 m od koncového příčnicku na OP1, zátek za přesahem římsy	0–20	0,010	0,06
	20–40	0,050	0,03
NK, 1. pole, bok levého trámu 1,5 m od příčnicku na OP1	0–20	0,010	0,06
	20–40	0,004	0,03
NK, 1. pole, bok levého trámu v 1. poli, 0,1 m od dilatace se střední částí, střed výšky, zátek dilatací, mokré	0–20	0,021	0,13
	20–40	0,011	0,06
NK, 2. pole, pravý bok v polovině rozpětí	0–20	0,008	0,05
	20–40	0,007	0,04
NK, 2. pole, levý bok v polovině rozpětí	0–20	0,005	0,03
	20–40	0,003	0,02
NK, 3. pole, pravý bok NK střední částí, u dilatace s krajní částí, silný zátek odvodňovačem	0–20	0,018	0,11
	20–40	0,060	0,35
NK, 3. pole, příčník u dilatace se střední částí, spodní líc 0,5 m od pravého okraje, 0,1 m od dilatace, odpadá krycí vrstva, vlhké	0–20	0,018	0,11
	20–40	0,006	0,04
NK, 3. pole, horní hrana středního trám, 4,5 m od příčnicku na OP4, světlé výkvěty	0–20	0,015	0,09
	20–40	0,004	0,03
NK, 3. pole, střední trám, spodní líc 0,5 m od příčnicku na OP4, odpadá krycí vrstva, vlhké	0–20	0,006	0,04+
	20–40	0,003	0,02
SS, OP1, dířek 2,0 m od pravého okraje, 0,2 m pod horní lícem úložného prahu	0–20	0,047	0,32
	20–40	0,042	0,28
SS, stojka P2, levý bok, 1,8 m nad terénem, 0,1 m od hrany	0–20	0,263	1,76

Poloha odběru	Hloubka odběru [mm]	Obsah Cl ⁻ v betonu [%]	Obsah Cl ⁻ k hmotnosti cementu [%]
k vozovce, u odpadlé krycí vrstvy	20-40	0,142	0,99
SS, stojka P2, líc do 3. pole, 2,0 m od pravého boku, 1,0 m nad terénem, 0,1 m od hrany k vozovce, u odpadlé krycí vrstvy	0-20	0,035	0,24
	20-40	0,018	0,12
SS, stojka P3, pravý bok, 1,6 m nad terénem, 0,2 m od hrany k vozovce	0-20	0,017	0,11
	20-40	0,021	0,14
SS, stojka P3, levý bok, 1,6 m nad terénem, 0,2 m od hrany k vozovce	0-20	0,017	0,11
	20-40	0,007	0,04
SS, OP4, dřík 1,5 m od pravého okraje 0,5 m pod horní lícem úložného prahu, zátek, mokré	0-20	0,004	0,03
	20-40	0,004	0,03
injektážní malta - 1. pole, sonda č. 9	-	-	0,021
injektážní malta - 2. pole, sonda č. 3	-	-	0,011
injektážní malta - 3. pole, sonda č. 8	-	-	0,028

4. PRŮZKUM VÝZTUŽE

Určení polohy a krycí vrstvy výztuže bylo provedeno nedestruktivně. Ověření profilu prutů a jejího korozního stavu a zjištění stavu předpínací výztuže bylo provedeno na bouraných sondách.

Pro nedestruktivní zjištění polohy a stanovení tloušťky krycí vrstvy betonu byl použit radarový systém HILTI PS 1000 X-Scan a Profometer PM 6 firmy Proceq.

Radar Hilty je v podstatě georadar specializovaný přímo na beton – tzv. Concrete Pulse Radar (CPR). Jak konstrukce zařízení, tak používaný software, jsou přímo určeny pro diagnostiku železobetonu s předpokládanou možností určit jak polohu ocelových výztuží, tak dalších případných nehomogenit (hnízda, dutiny, delaminace atd.) v prvcích betonových konstrukcí.

Profometer pracuje na principu magnetické indukce. Dvě cívky vytvářejí magnetické pole. Když cívka přejíždí v okolí kovového objektu, magnetické pole je zakřiveno a současně jsou indukovány pomocné senzorové cívky. Velikost magnetického pole se liší podle hloubky a průměru objektu.

4.1 Bourané sondy

Celkem bylo provedeno 10 bouraných sond pro zdokumentování stavu předpínací výztuže NK (4 v krajních a 6 ve středním poli). V jejich okolí a na konstrukcích spodní stavby bylo provedeno i 7 sond ke konstrukční výztuži, jejich číslování a popis v následující kapitole je se sondami k předpínací výztuži společný. Po zaměření a fotodokumentaci byla obouraná místa spolu s vývrty zpětně zapraveny sanační maltou třídy R4.

Nosná konstrukce

Sonda 1 - 1. pole, pravý trám, 1,3-1,6 m od příčnicku na OP1

Předpínací výztuž:

- sonda k vnitřnímu kabelu
- uložena v sandriku bez koroze, krycí vrstva betonu ze spodu 90-105 mm, z boku 117 mm
- IM zaplňuje většinu prostoru, v horní části nad lanem cca 10 mm chybí
- injektážní malta pevná, suchá
- pruty předpínacího lana bez koroze, dostatečně obaleny injektážní maltou, bez zjevné ztráty předpětí



Konstrukční výztuž:

- 2x rozdělovací výztuž Ø 12 a Ø 14 mm v osové vzdálenosti 250 mm
- krycí vrstva z boku 53 a 47 mm
- bez koroze



Sonda 2 - 1. pole, levý trám, 1,8-2,2 m od příčniku na OP1

Předpínací výztuž:

- sonda k vnějšímu kabelu
- uložena v sandriku s mírnou povrchovou korozí především na vnitřní ploše, krycí vrstva betonu z boku 96 mm
- IM zaplňuje celý prostor
- injektážní malta pevná, suchá
- pruty předpínacího lana ve spodní části s mírnou povrchovou korozí, v horní bez koroze, dostatečně obaleny injektážní maltou, bez zjevné ztráty předpětí



Konstrukční výztuž:

- podélná výztuž Ø 12 mm s krytím 54 mm, bez koroze
- rozdělovací výztuž Ø 12 mm s krytím 40 mm, bez koroze
- pomocná výztuž – hák Ø 8 mm a příčná Ø 10 mm s krytím 28 mm, mírná povrchová koroze
- pomocná výztuž na spodním líci trámu – 3 ks podélně Ø 10 mm, krytí 0-5 mm, na otevřené straně přilehlé k líci koroduje, odpadá malá krycí vrstva a koroze probarvuje okolí



Sonda 3 - 2. pole, pravá stojina, polovina rozpětí pole

Předpínací výztuž:

- kabel č. 13
- uložen v silnostěnné ocelové trubce s povrchovou korozí, krycí vrstva betonu 100 mm
- IM zaplňuje celý prostor
- injektážní malta pevná, suchá
- pruty předpínacího lana bez koroze, dostatečně obaleny injektážní maltou, bez zjevné ztráty předpětí



Sonda 4 - 2. pole, pravá stojina, polovina rozpětí pole

Předpínací výztuž:

- kabel č. 14
- uložen v silnostěnné ocelové trubce bez koroze, krycí vrstva betonu 90 mm
- IM zaplňuje celý prostor
- injektážní malta pevná, suchá
- pruty předpínacího lana s mírnou povrchovou korozí, dostatečně obaleny injektážní maltou, bez zjevné ztráty předpětí



Konstrukční výztuž sonda 3+4:

- podélná výztuž Ø 10 mm s krytím 10 a 40 mm, osová vzdálenost 110 mm, bez koroze
- příčná výztuž Ø 8 a 12 mm s krytím 40-50 mm, resp. 20-25 mm, bez koroze
- třmínek stojiny Ø 12 mm s krytím 20 mm, mírná povrchová koroze



Sonda 5 - 2. pole, středn stojina, polovina rozpětí pole

Předpínací výztuž:

- kabel č. 13
- uložen v silnostěnné ocelové trubce s povrchovou korozí, krycí vrstva betonu 80 mm
- IM zaplňuje celý prostor
- injektážní malta pevná, suchá
- pruty předpínacího lana s výraznější povrchovou korozí, dostatečně obaleny injektážní maltou, bez zjevné ztráty předpětí



Sonda 6 - 2. pole, střední stojina, polovina rozpětí pole

Předpínací výztuž:

- kabel č. 14
- uložen v silnostěnné ocelové trubce bez koroze, krycí vrstva betonu 90 mm
- IM zaplňuje celý prostor
- injektážní malta pevná, suchá
- pruty předpínacího lana s výraznější povrchovou korozí, dostatečně obaleny injektážní maltou, bez zjevné ztráty předpětí



Konstrukční výztuž sonda 5+6:

- podélná výztuž 10 mm s krytím do 1 mm, odpadlé, koroze až 1 mm z líce, zbytek povrchová
- příčná výztuž Ø 8 mm s krytím 40 mm, povrchová koroze



Sonda 7 - 2. pole, levá stojina, polovina rozpětí pole

Předpínací výztuž:

- kabel č. 11
- uložen v silnostěnné ocelové trubce s povrchovou korozí, krycí vrstva betonu 70 mm
- IM zaplňuje celý prostor
- injektážní malta pevná, suchá
- pruty předpínacího lana, bez koroze, dostatečně obaleny injektážní maltou, bez zjevné ztráty předpětí



Sonda 8 - 2. pole, levá stojina, polovina rozpětí pole

Předpínací výztuž:

- kabel č. 12
- uložen v silnostěnné ocelové trubce bez koroze, krycí vrstva betonu 90 mm
- IM zaplňuje celý prostor
- injektážní malta pevná, suchá
- pruty předpínacího lana bez koroze, dostatečně obaleny injektážní maltou, bez zjevné ztráty předpětí



Konstrukční výztuž sonda 7+8:

- podélná výztuž 2x 10 mm s krytím 10 a 40 mm, mírná povrchová koroze
- příčná výztuž Ø 8 mm s krytím 45 mm, bez koroze



Sonda 9 - 3. pole, pravý trám, 2,3-2,5 m od příčnicku na OP4

Předpínací výztuž:

- sonda k vnějšímu kabelu
- uložena v sandriku s povrchovou korozí na vnějším i vnitřním plášti, krycí vrstva betonu ze spodu 38 mm, z boku 113 mm
- IM zaplňuje celý prostor
- injektážní malta napěněná, měkká, částečně se rozpadá
- pruty předpínacího lana bez koroze, dostatečně obaleny injektážní maltou, bez zjevné ztráty předpětí



Konstrukční výztuž:

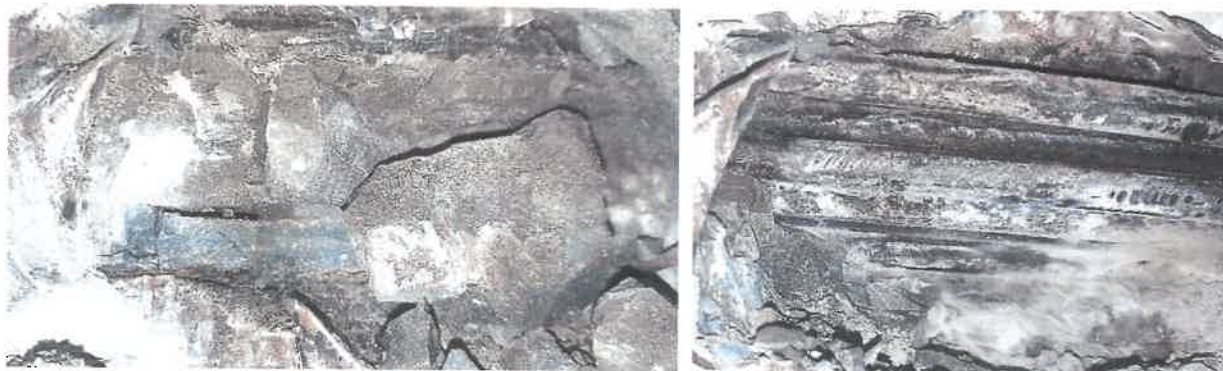
- podélná výztuž Ø 16 mm, krycí vrstva z boku 76 mm, ze spodního líce 39 mm, bez koroze
- pomocná výztuž Ø 10 mm, krycí vrstva ze spodního líce 0-8 mm, v místech bez krytí na otevřené straně přilehlé k líci koroduje až 1 mm, odpadá malá krycí vrstva a koroze probarvuje okolí, jinde povrchová koroze



Sonda 10 - 3. pole, střední trám, 3,5-3,7 m od příčnicku na OP1

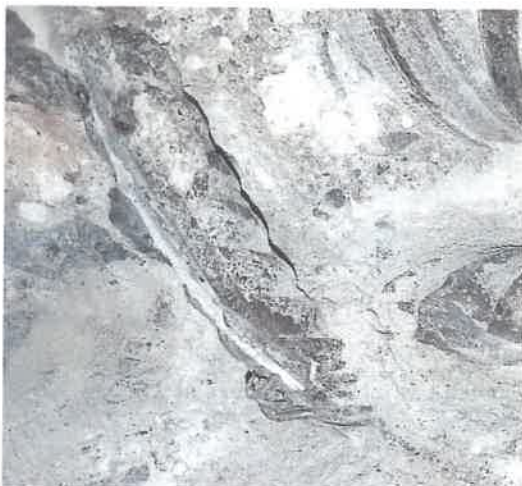
Předpínací výztuž:

- sonda k levému kabelu
- uložena v sandriku s mírnou povrchovou korozí na vnějším i vnitřním plášti, krycí vrstva betonu z boku 74 mm, ze spodního líce 70 mm
- IM zaplňuje celý prostor
- injektážní malta pevná, suchá
- pruty předpínacího lana s mírnou povrchovou korozí, v horní bez koroze, dostatečně obaleny injektážní maltou, bez zjevné ztráty předpětí



Konstrukční výztuž:

- podélná výztuž Ø 16 mm s bočním krytím 61 mm, sponím 40 mm, povrchová koroze
- rozdělovací výztuž Ø 12 mm s bočním krytím 41 mm, spodním 20 mm, povrchová koroze



Sonda 11 – OP1

- 4,8 m od levé hrany dříku, 0,4 m pod horní plochou ÚP
- vodorovná výztuž Ø 12 mm s krytím 8 mm, koroze z pohledové strany až 1 mm, zbytek povrchová, místy odpadlé krycí vrstva
- svislá výztuž Ø 12 mm s krytím 24 mm, povrchová koroze



Sonda 12 – P2

Líc do 1. pole 2,9-3,2 m od levého okraje, 1,3-1,5 m nad terénem

- 2 x svislá výztuž Ø 25 mm s krytím 61 mm, mírná povrchová koroze
- vodorovná výztuž Ø 10 mm s krytím 46 mm, povrchová koroze



Levý bok

- odtržená a odpadlá krycí vrstva ve spodní části nad terénem
- svislá výztuž Ø 25 mm a vodorovná průměru 12 mm, z pohledové strany koroze oslabena až o 2 mm, zbytek silnější povrchová koroze



Sonda 13 – P3

Líc do 3. pole 1,2-1,5 m od pravého okraje, 1,2-1,6 m nad terénem

- 2 x svislá výztuž Ø 30 mm, jedna průběžná, druhá zakončena ve výšce 1,55 m nad terénem, s krytím 150 mm, bez koroze
- vodorovná výztuž Ø 14 mm s krytím 142 mm, bez koroze
- 2 x svislá výztuž Ø 30 mm s krytím 145 mm, bez koroze
- vodorovná výztuž Ø 14 mm s krytím 1287 mm, bez koroze
- osová vzdálenost svislé výztuže 125 mm, vodorovné 250 mm



Pravý bok

- v rozmezí 0,4–2,5 m od terénu a 0,4-0,2 od líce do 3. pole odpadá krycí vrstva betonu na několika prutech vodorovné výztuže
- vodorovná výztuž Ø 12 a 14 mm, s krytím 0-5 mm (odpadlé) z pohledové strany hloubková důlkovitá koroze až do 2 mm, svislá výztuž bez koroze



Sonda 14 – OP4

- 3,9 m od levé hrany dříku, 0,2-0,35 m pod horní plochou ÚP
- vodorovná výztuž Ø 12 mm s krytím 22 mm, mírná povrchová koroze
- svislá výztuž Ø 12 mm s krytím 35 mm, mírná povrchová koroze



4.2. Nedestruktivní měření

Pro zjištění polohy a hloubky uložení konstrukční výztuže byla použita kombinovaná metoda měření radarem Hilty PS 1000 a Profometrem PM 6. Každá z metod (popsaných výše) má své výhody a omezení. Radar zaznamená výztuž v podstatně větších hloubkách, stanovení přesného krytí je však závislé na mnoha faktorech a nastavení softvérového vybavení přístroje a oproti výsledkům Profometru může být poměrně nepřesné. Ten je zase použitelný (v závislosti na měřeném profilu) jen do poměrně malých hloubek, v našem případě do cca 65 mm.

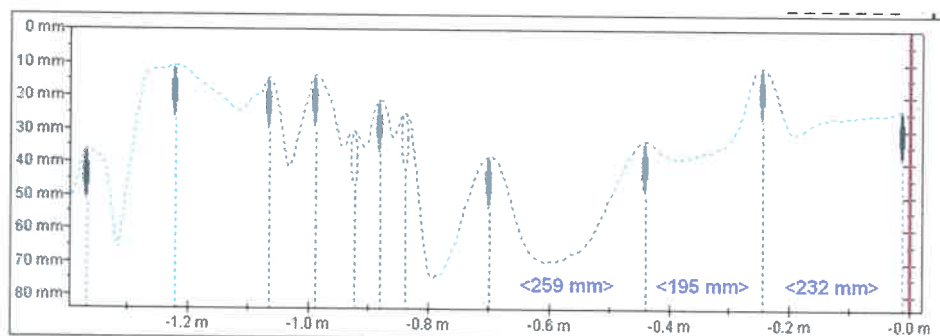
Zjištěné hodnoty jsou uvedeny v tabulkách č. 7. Na následujících obrázcích jsou uvedeny typické skeny z jednotlivých poloh.

Tab. č. 7a: Poloha a krytí výztuže - NK

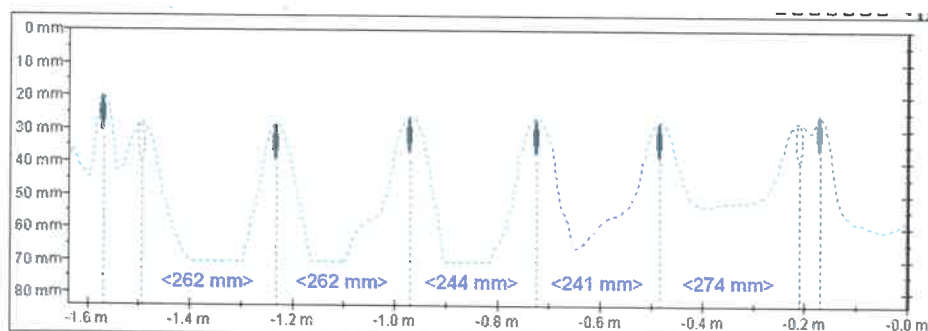
Konstrukce	Poloha	Výztuž	Množství prutů	Krytí od-do /střední hodnota [mm]
1. pole NK	pravá konzole u OP4	podélná	4 ks na bm na vnější polovině 6 ks na bm na vnitřní polovině	9-53 / 24
		příčná	4 ks na bm	14-32 / 28
	podhled desky mezi pravým a středním trámem	podélná	7 ks na bm	2-29 / 15
		příčná	7 ks na bm	22-31 / 27
	pravý trám	podélná	boky - 3 ks na výšku prvku spodní líc – 3 ks na šířku prvku	11-66, 40-42 3-7
		příčná	boky - 4 ks na bm spodní líc – 4 ks na bm	26-28, 11-44 3-7
	střední trám	podélná	boky – 4 ks na výšku prvku spodní líc – 3 ks na šířku prvku	32-45, 23-40 3-5
		příčná (scan5)	boky - 4 ks na bm spodní líc – 4 ks na bm	8-41, 28-34 4-8
	příčník mezi levým a středním trámem – bok	podélná	čelo – 4 ks na výšku prvku spodní líc – 1 ks na šířku prvku	25-32 2
		příčná	čelo - 4 ks na bm spodní líc – 4 ks na bm	12-22 1-10
2. pole NK	pravý bok ve středu rozpětí	podélná (scan9)	7 ks na výšku kce	11-19 / 14
		příčná (scan10)	4 ks na bm	24-53 / 47
	podhled mezi pravou (včetně) a střední stojinou	podélná (scan11)	8-10 ks na bm	1-34 / 16
		příčná	mezi – 8 ks na bm	5-11 / 8
	střední stojina	podélná (scan11)	7 ks na bm	1-47 / 19
		příčná	stojina – 5 na bm	6-13 / 9
	podhled mezi střední a levou stojinou (včetně)	podélná (scan11)	7 ks na bm	4-46 / 18
		příčná (scan12, 13)	mezi – 8 ks na bm (scan13) stojina – 5 ks na bm (scan12)	6-11 / 9 8-23 / 12
	levý bok ve středu rozpětí	podélná	6 ks na výšku kce	13-41 / 23
		příčná	4 ks na bm	31-49 / 36
3. pole NK	pravá konzole u OP1	podélná (scan1)	4 ks na bm na vnější polovině 6 ks na bm na vnitřní polovině	11-38 / 21
		příčná (scan2)	4 ks na bm	20-29 / 27
	podhled desky mezi pravým a středním trámem	podélná (scan3)	6-7 ks na bm	6-42 / 19
		příčná (scan4)	8 ks na bm	8-19 / 12
	podhled desky mezi levým a středním trámem	podélná	6 ks na bm	7-32 / 17
		příčná	8 ks na bm	19-27 / 23
	pravý trám	podélná	boky - 5 ks na výšku prvku spodní líc – 3 ks na šířku prvku	60-75, 10-33 8-15
		příčná	boky - 4 ks na bm spodní líc – 4 ks na bm	38-63, 9-21 5-15
	střední trám	podélná (scan5)	boky - 4 ks na výšku prvku spodní líc – 3 ks na šířku prvku	55-67, 23-43 3-8
		příčná	boky - 4 ks na bm spodní líc – 4 ks na bm	50-56, 20-47 4-12

Tab. č. 7b: Poloha a krytí výztuže - SS

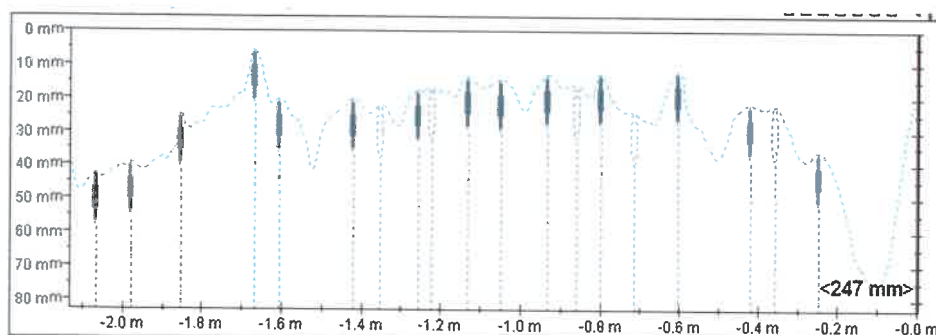
Konstrukce	Poloha	Výztuž	Množství prutů	Krytí od-do /střední hodnota [mm]
dřík a úložný práh OP1	pod levým trámem	vodorovná	3 ks v ÚP	16-40 / 30
		svislá	5 ks na bm	24-47 / 36
	pod pravým trámem	vodorovná (scan7)	3 ks v ÚP	20-53 / 48
		svislá (scan8)	5 ks na bm (nepravidelně)	29-53 / 38
P2	dřík do 1. pole 0-2 m nad terénem	svislá (scan15)	5-6 ks na bm	59-92
		vodorovná (scan16)	4 ks na bm	75-80
	dřík do 2. pole 0-2 m nad terénem	svislá	6 ks na bm	55-70
		vodorovná	4 ks na bm	48-58
P3	dřík do 3. pole 0-2 m nad terénem	svislá	5-6 ks na bm	61-175
		vodorovná	4-5 ks na bm	62-85
	dřík do 2. pole 0-2 m nad terénem	svislá	6 ks na bm	27-96
		vodorovná	4 ks na bm	44-48
úložný práh OP4	mezi levým a středním trámem	vodorovná	3 ks v ÚP	6-31 / 17
		svislá	5 ks na bm	8-12 / 10
	pod pravou konzolí	vodorovná	3 ks v ÚP	20-49 / 41
		svislá	6 ks na bm	24-35 / 28



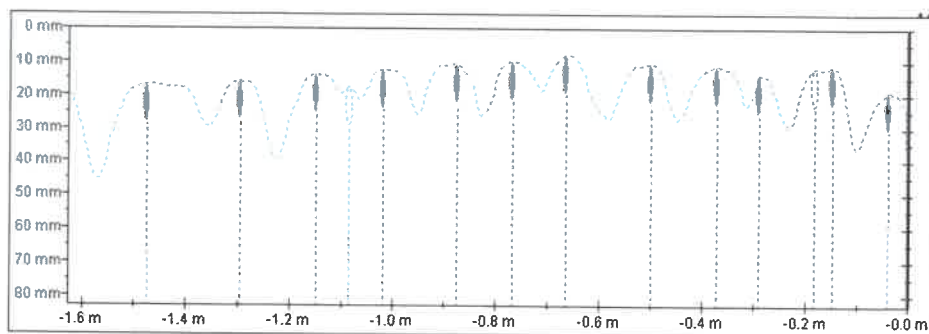
Scan1: podélná výztuž
 podhledu konzole,
 červená čára vpravo
 začátek skenu u přesahu
 římsy



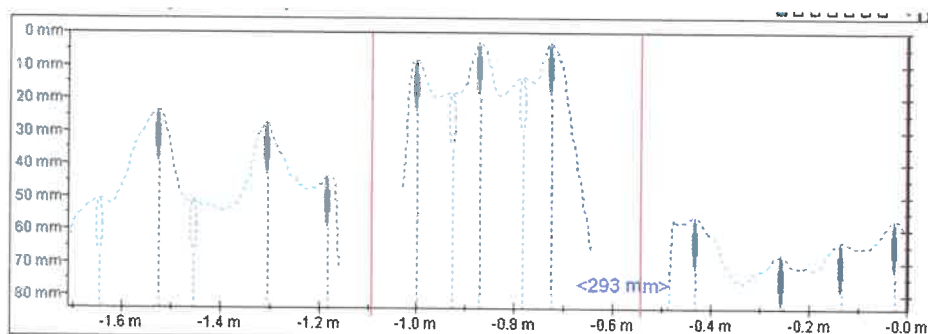
Scan2: příčná výztuž
 podhledu konzole krajních
 polí NK



Scan3: podélná výztuž
 podhledu desky krajních
 polí NK



Scan4: příčná výztuž
podhledu desky krajních
polí NK

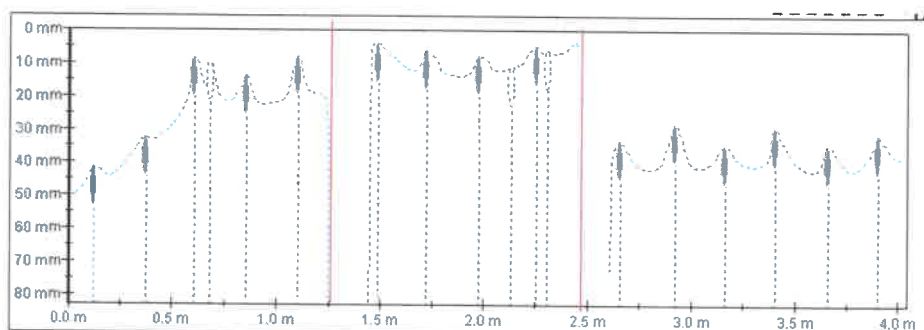


bok

spodní líc

bok

Scan5: podélná výztuž
trámů krajních polí (spojitý
sken bok-spodní líc-bok)

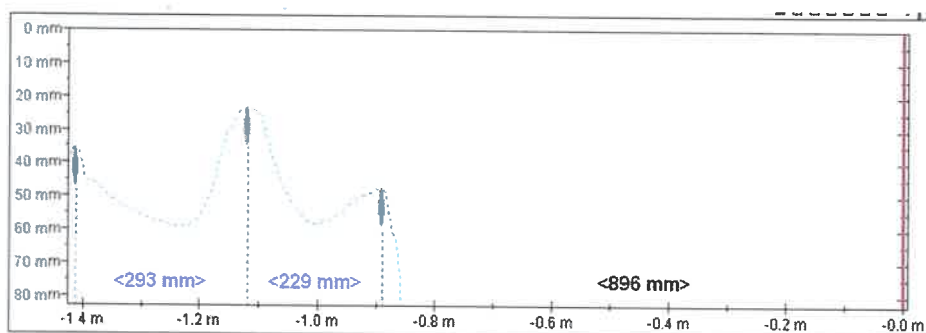


bok

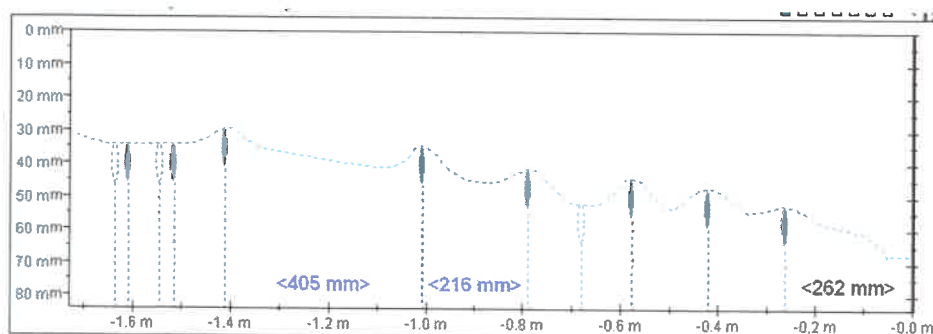
spodní líc

bok

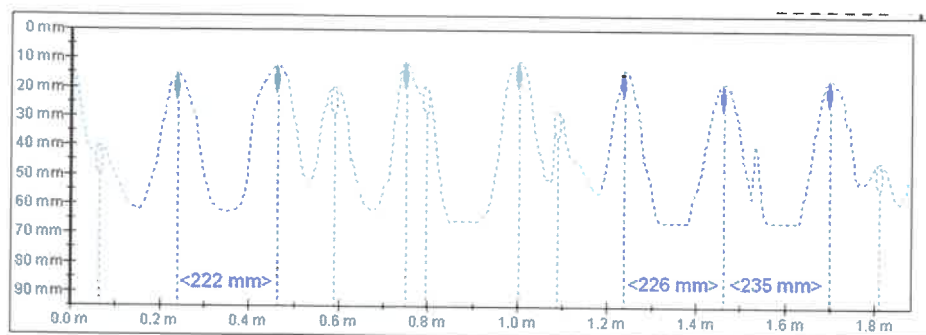
Scan6: příčná výztuž
trámů krajních polí (spojitý
sken bok-spodní líc-bok)



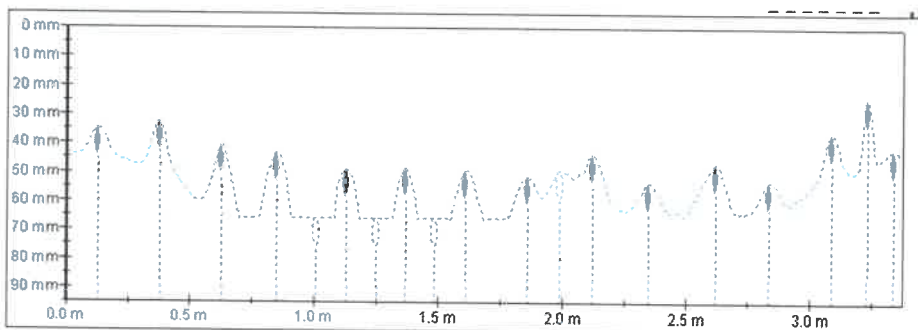
Scan7: vodorovná výztuž
opěry (skenováno od terénu
– na obrázku červená čára
vpravo)



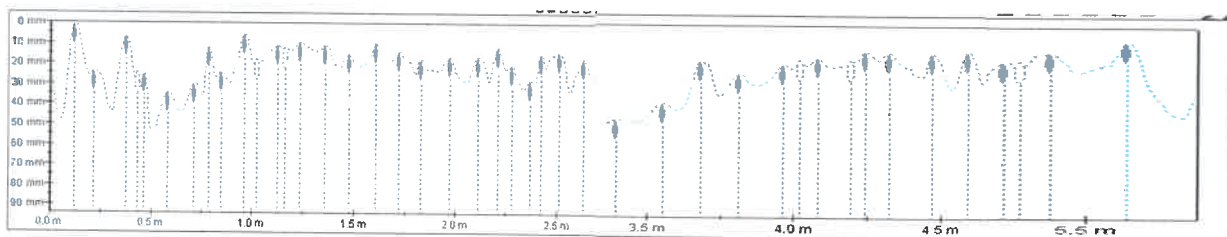
Scan8: svislá výztuž v dřívku
opěry



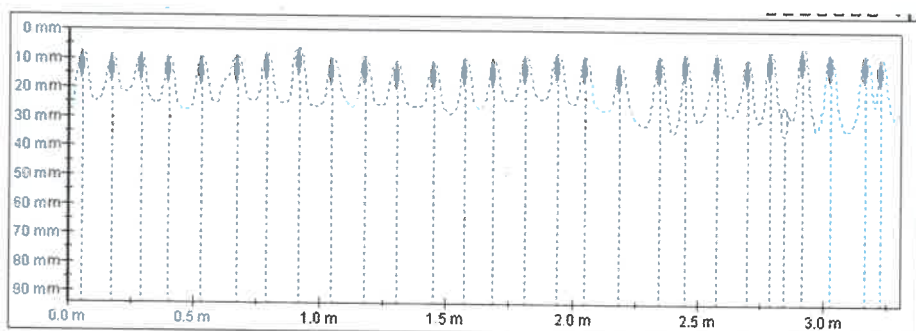
Scan9: podélná výztuž na boku středního pole



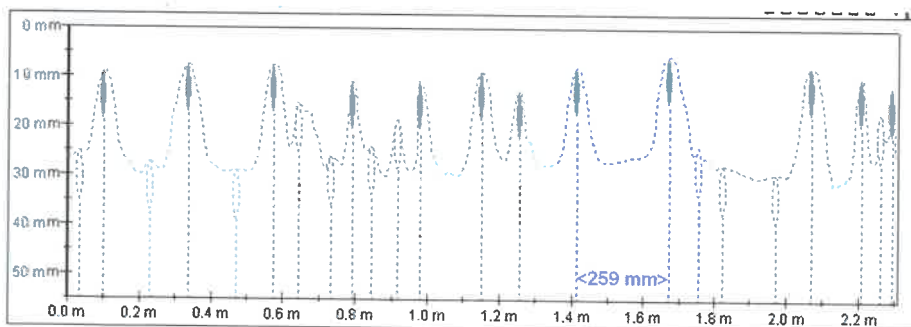
Scan10: příčná výztuž na boku středního pole



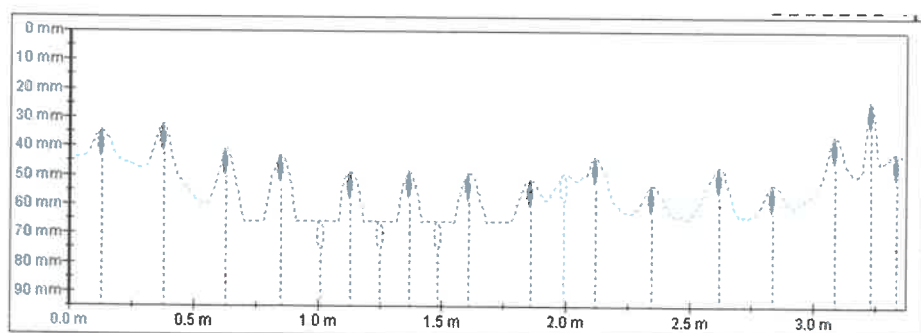
Scan11: kompletní sken podélné výztuže v celé šířce spodního líce středního pole



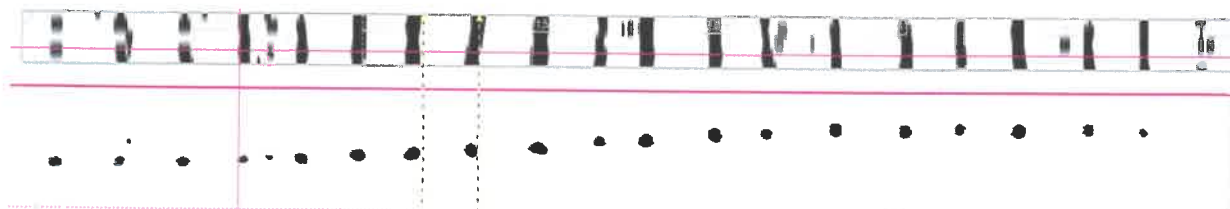
Scan12: podélná výztuž na boku středního pole



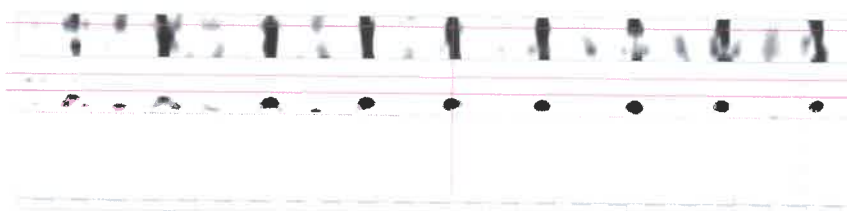
Scan13: příčná výztuž na boku středního pole



Scan14: příčná výztuž na
boku středního pole



Scan15: sken svislé výztuže od pravého okraje k polovině šířky stojky (výstup z radaru – ve spodní části řez konstrukcí, v horní průmět prutů výztuže v ploše)



Scan16: sken vodorovné výztuže v polovině šířky stojky od terénu (vlevo) do cca 2,5 m

4.3 Korozní mapa betonářské a předpínací výztuže

Korozní mapa betonářské a předpínací výztuže byla provedena na podhledu nosné konstrukce ve všech třech polích pomocí přístroje Profometer 6 (výrobce PROCEQ) podle ASTM C 876. Použita byla tyčová sonda s poločlankovým řešením Cu / CuSO₄ (měď / síran měďnatý). Ukotvení bylo provedeno v bouraných sondách. Měření v podélném směru bylo v rozteči cca 1,0 m, v příčném směru v rozteči cca 1,0 m (v krajních polích na trámech v polovině šířky trámu). Protože betonářská výztuž a předpínací výztuž jsou v konstrukci mezi sebou propojeny (dotýkají se), nelze přesně při měření určit, jaká výztuž je zrovna zaznamenávána. Proto je výsledek uveden v tabulce 8 jako souhrnné měření bez rozdělení na betonářskou nebo předpínací výztuž.

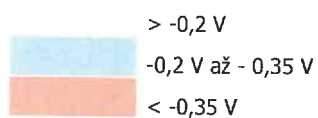
Tab. č. 8: souhrnné měření korozní mapy

Konstrukce	Potenciály > -0,2 V [% výsledků]	Potenciály v rozsahu -0,2 V až - 0,35 V [% výsledků]	Potenciály < -0,35 V [% výsledků]
podhled 1. pole (Hrusice)	97	3	0
podhled 2. pole (střední pole)	100	0	0
podhled 1. pole (Hrušov)	97	3	0
Potenciály > -0,2 V	existuje větší než 90% pravděpodobnost, že v této oblasti nedochází ke korozi oceli		
Potenciály v rozsahu -0,2 V až - 0,35 V	korozní aktivita oceli je nejistá		
Potenciály < -0,35 V	existuje větší než 90% pravděpodobnost, že v této oblasti probíhá ke korozi oceli		

Z měření vyplývá, že ke korozi betonářské a předpínací výztuže nedochází. V krajních polích na konci trámů je korozní aktivita výztuže nejistá. Pravděpodobně se jedná o předpínací kotvy, které mohou být povrchově korodovány.

Schématický nákres jednotlivých měření

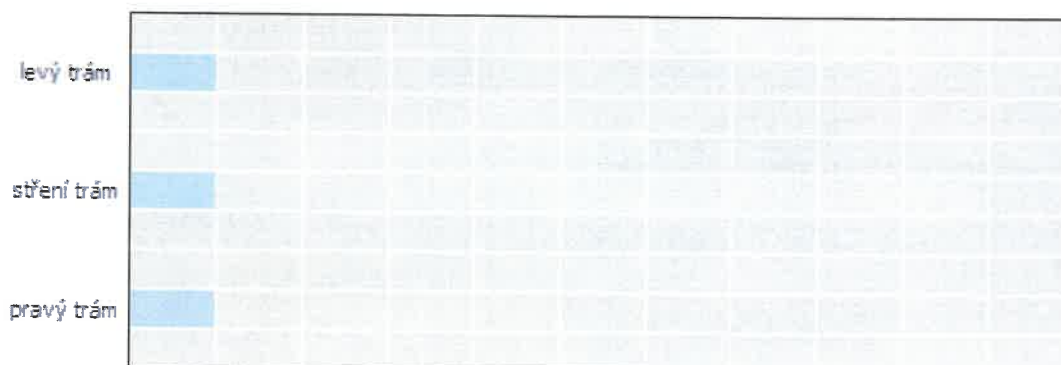
Paleta rozsahu potenciálu



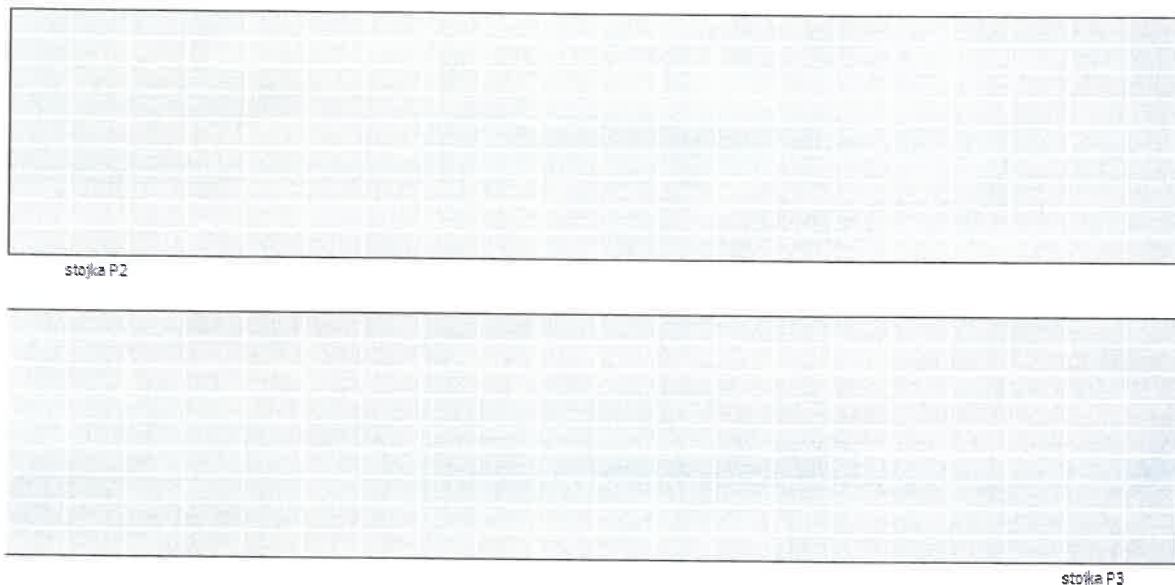
1. pole

opěra OP1

stojka P2



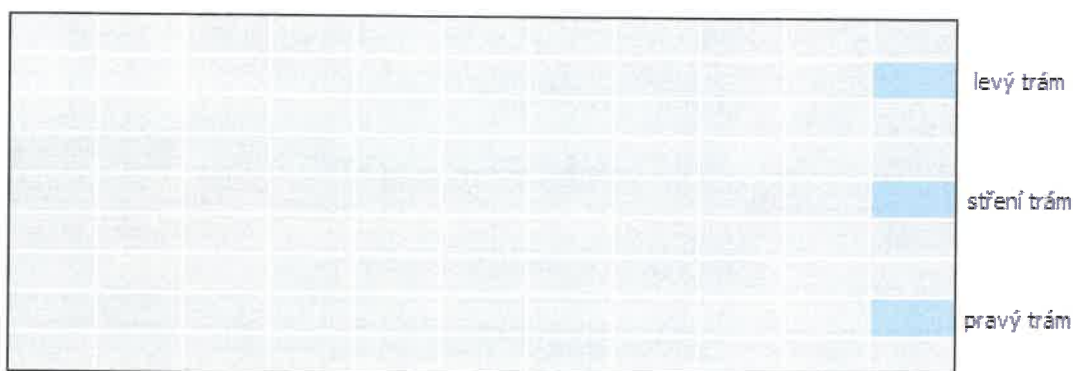
2. pole



3. pole

stojka P3

opěra OP4



5. KAMEROVÁ PROHLÍDKA DUTIN STŘEDNÍHO POLE

Pro prohlídku dutin středního pole byly vyvrtány v každé dutině dva otvory pro průzkumnou kameru v polovině rozpětí pole.

Při prohlídce byly zjištěny následující skutečnosti

- dutiny jsou suché, nenesou stopy po zatékání ani po výluhách
- stěny nevykazují žádné poruchy, nejsou patrné stopy po korozi výztuže či vystupující výztuže
- na dně dutin jsou zbytky stavebního materiálu popř. odpadu
- ponechána výdřeva bednění

levá dutina



pravá dutina



6. ZÁVĚR

Při diagnostického průzkumu mostu ev. č. DN1-029.1. bylo zjištěno:

- na vývrtech nebyly zaznamenány žádné výrazné vady či poruchy, jež by svědčily o narušení ŽB konstrukcí, beton je hutný s běžným množstvím kameniva
- charakteristická pevnost betonu stojek je 42,6 MPa, beton lze zatřídit do C 35/45 dle ČSN EN 206+A2, OH je 2330-2360 kg/m³, nasákavost betonu 6,9-7,0%
- charakteristická pevnost betonu NK je 50,2 MPa, beton lze zatřídit do C 45/55 dle ČSN EN 206+A2, OH je 2330-2370 kg/m³, nasákavost betonu 5,8-6,9 %
- beton spodní stavby (stojin) je zcela neodolný proti vlivu mrazu a CHRL, již po 25 cyklech má vysoké množství odpadu (přes 3000 g/m²), po 50 cyklech je zcela rozpadlý; vzhledem k rozpadu ve spodní, solemi nezátížená část, se dá usoudit, že je především mrazově neodolný
- beton NK je co do vlivu mrazu a CHRL nesourodý – vzorek ze středního pole vykazuje velmi dobrou odolnost (170 g/m² po 75 cyklech), vzorek z trámové konstrukce 1. pole je mrazově neodolný – po 75 cyklech se rozpadl od spodního povrchu
- pevnost betonu v tahu je na spodní stavbě nesourodá – nízké hodnoty vykazuje především spodní část dřívku OP1 (0,27 MPa), pod 1,5 MPa je i povrchová pevnost na stojině P2 (1,10 MPa), na zbylých konstrukcích přesahuje 1,5 MPa
- pevnost betonu v tahu je na krajních polích NK v průměru 2,1 MPa, na jednom ze zkoušených míst byla hodnota pod 1,5 MPa
- tloušťka zkarbonatované vrstvy byla na spodní stavbě naměřena mezi 12 a 40 mm, na NK mezi 5-17 mm
- na stojině P2 bylo zjištěno nadlimitním množství Cl⁻ v betonu (1,76 % na cement), na ostatních měřených místech na spodní stavbě, NK či přímo v IM kanálkách byly hodnoty podlimitní
- v žádné sondě k předpínací výztuži nebyla zjištěna podstatná závada – lana jsou dostatečně chráněna, maximálně s mírnou povrchovou korozí, bez zjevné ztráty předpětí
- konstrukční výztuž NK je na většině míst bez koroze či s mírnou povrchovou korozí, většinou s průměrným krytím přes 20 mm, v chráněné vrstvě; na povrch často vystupuje pomocná výztuž, jejíž krytí je jen několik mm či je odpadlé
- konstrukční výztuž spodní stavby je na většině míst bez koroze či s mírnou povrchovou korozí, většinou s vysokým krytím (až 150 mm u stojiny P3, běžně přes 40 mm), výjimku tvoří boky stojin, kde je lokálně krycí vrstva malá či již odpadlá a výztuž povrchově koroduje s oslabením až 20%
- při prohlídce vnitřních dutin NK středního pole nebyly zjištěny žádné výrazné vady či poruchy, jež by měly vliv na životnost konstrukce