

Číslo zákazky: 2020/02

Číslo objednávateľa: 022/311/2020/ZA

Číslo dokumentu 1

Číslo výtlačku: 7

**Rekonštrukcia ciest a mostov II/526 Devičie – Senohrad
a II/527 Dobrá Niva – Senohrad – I.etapa – úseky ciest
v okrese Krupina**

**Stavebno-technický prieskum nosných konštrukcií
vybraných mostných objektov**



Obsah:

1	Úvod	5
2	Podmienky a realizácia merania	5
3	Metodika merania.....	5
3.1	<i>Pevnosť betónu v tlaku.....</i>	5
3.2	<i>Nedeštruktívne stanovenie modulu pružnosti.....</i>	6
3.3	<i>Zisťovanie polohy a parametrov výstuže.....</i>	6
4	Merací a vyhodnocovací reťazec.....	6
4.1	<i>Pevnosť betónu v tlaku.....</i>	6
4.2	<i>Nedeštruktívne stanovenie modulu pružnosti.....</i>	8
4.3	<i>Zisťovanie polohy a parametrov výstuže.....</i>	8
4.4	<i>Stanovenie hĺbky karbonatizácie betónu.....</i>	9
5	Prehľad nameraných veličín	10
5.1	<i>Most ponad trať ŽSR pre obcou Bzovík (526-001)</i>	10
5.1.1	<i>Rozmiestnenie meracích miest.....</i>	10
5.1.2	<i>Pevnosť betónu v tlaku.....</i>	11
5.1.3	<i>Modul pružnosti betónu.....</i>	13
5.1.4	<i>Hĺbka karbonatizácie betónu</i>	14
5.1.5	<i>Parametre výstuže.....</i>	14
5.2	<i>Most cez mlynský náhon pred obcou Bzovík (526-002)</i>	22
5.2.1	<i>Rozmiestnenie meracích miest.....</i>	22
5.2.2	<i>Pevnosť betónu v tlaku.....</i>	22
5.2.3	<i>Parametre výstuže.....</i>	23
5.3	<i>Most cez mlynský potok pred obcou Bzovík (526-003).....</i>	25
5.3.1	<i>Rozmiestnenie meracích miest.....</i>	25
5.3.2	<i>Pevnosť betónu v tlaku.....</i>	26
5.3.3	<i>Parametre výstuže.....</i>	27
5.4	<i>Most cez potok Krupinica pred obcou Bzovík (526-004)</i>	29
5.4.1	<i>Rozmiestnenie meracích miest.....</i>	29
5.4.2	<i>Pevnosť betónu v tlaku.....</i>	30
5.4.3	<i>Modul pružnosti betónu.....</i>	31
5.4.4	<i>Parametre výstuže.....</i>	32
5.5	<i>Most cez Čekovský potok v obci Bzovík (526-005)</i>	38
5.5.1	<i>Rozmiestnenie meracích miest.....</i>	38
5.5.2	<i>Pevnosť betónu v tlaku.....</i>	38
5.5.3	<i>Modul pružnosti betónu.....</i>	40
5.5.4	<i>Parametre výstuže.....</i>	41
5.6	<i>Most cez potok Vrbovčok pred obcou Sernohrad (526-007)</i>	47
5.6.1	<i>Rozmiestnenie meracích miest.....</i>	47
5.6.2	<i>Pevnosť betónu v tlaku.....</i>	47
5.6.3	<i>Parametre výstuže.....</i>	48
5.7	<i>Most cez potok Litavica za obcou Senohrad (526-008)</i>	51
5.7.1	<i>Rozmiestnenie meracích miest.....</i>	51
5.7.2	<i>Parametre výstuže.....</i>	51
5.8	<i>Most cez potok Lúčky pred obcou Senohrad (527-034)</i>	53
5.8.1	<i>Rozmiestnenie meracích miest.....</i>	53
5.8.2	<i>Parametre výstuže.....</i>	54
5.9	<i>Most cez potok Litava v obci Senohrad (527-035)</i>	56
5.9.1	<i>Rozmiestnenie meracích miest.....</i>	56
5.9.2	<i>Pevnosť betónu v tlaku.....</i>	56
5.9.3	<i>Parametre výstuže.....</i>	57
6	Zhrnutie výsledkov diagnostiky	61

Použitá literatúra a normy

- [1] *Obhliadka objektu*
- [2] *STN 73 1317 Stanovenie pevnosti betónu v tlaku, SÚTN Bratislava, 06/1986*
- [3] *STN EN 12504-1 Skúšanie betónu v konštrukciách. Časť 1: Vzorky z jadrového vŕtania. Odber, preskúmanie a skúška pevnosti v tlaku, SÚTN Bratislava, 01/2020*
- [4] *STN EN 12390-1 Skúšanie zatvrdnutého betónu Časť 1 Tvar, rozmery a iné požiadavky na skúšobné telesá a formy, SÚTN Bratislava, 6/2013, vrátane opravy O1, 01/2014*
- [5] *STN EN 13791 Stanovenie pevnosti v tlaku v konštrukciách a v prefabrikovaných betónových dielcoch na stavbe, SÚTN Bratislava, 01/2012*
- [6] *STN EN 13791 Stanovenie pevnosti betónu v tlaku v konštrukciách a v betónových prefabrikátoch, SÚTN Bratislava 03/2020*
- [7] *STN EN 12390-3 Skúšanie zatvrdnutého betónu Časť 3 Pevnosť v tlaku skúšobných telies, SÚTN Bratislava 04/2010*
- [8] *STN 73 1370 Nedeštruktívne skúšanie betónu. Spoločné ustanovenia, SÚTN Bratislava 12/1981*
- [9] *STN 73 1371 Ultrazvuková impulzová metóda skúšania betónu, SÚTN Bratislava, 12/1981*
- [10] *STN 73 2011 Nedeštruktívne skúšanie betónových konštrukcií, SÚTN Bratislava 12/1986*
- [11] *STN EN 206+A1 Betón. Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda, SÚTN Bratislava, 05/2017*
STN EN 206/NA Betón. Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda, SÚTN Bratislava, 12/2015, vrátane opravy O1, 12/2016 a zmeny Z1, 07/2017
- [12] *STN 73 1373 Tvrdomerné metódy skúšania betónu, SÚTN Bratislava, 12/1981*

1 Úvod

Na základe objednávky číslo 022/311/2020/ZA zo dňa 11.03.2020 od spoločnosti CAD-ECO a.s. realizovala spoločnosť DYNAMAG GROUP a. s. stavebno-technický prieskum nosných konštrukcií vybraných mostných objektov na úsekoch ciest II/526 Devičie – Senohrad a II/527 Dobrá Niva – Senohrad.

Medzi vybrané mostne objekty patria:

- 526-001 – Most ponad trať ŽSR pre obcou Bzovík,
- 526-002 – Most cez mlynský náhon pred obcou Bzovík,
- 526-003 – Most cez mlynský potok pred obcou Bzovík,
- 526-004 – Most cez potok Krupinica pred obcou Bzovík,
- 526-005 – Most cez Čekovský potok v obci Bzovík,
- 526-007 – Most cez potok Vrbovčok pred obcou Senohrad,
- 526-008 – Most cez potok Litavica za obcou Senohrad,
- 527-034 – Most cez potok Lúčky pred obcou Senohrad,
- 527-035 – Most cez potok Litava v obci Senohrad.

Stavebno-technický prieskum nosných konštrukcií mostných objektov bude objednávateľovi slúžiť pre statické posúdenie v rámci plánovanej rekonštrukcie.

2 Podmienky a realizácia merania

Táto správa obsahuje výsledky stavebno-technického prieskumu nosných konštrukcií vybraných mostných objektov. Rozsah prác na jednotlivých nosných konštrukciách mostných objektov bol realizovaný na základe požiadaviek objednávateľa.

V rámci diagnostických prác bola na určených mostných objektoch zisťovaná pevnosť betónu v tlaku deštruktívne na odobraných jadrových vývrtoch, prípadne v kombinácii s nedeštruktívnou tvrdomernou metódou podľa Schmidta. Práce boli ďalej zamerané na zistenie spôsobu vystuženia nosných konštrukcií kombináciou nedeštruktívnych a deštruktívnych metód merania.

Diagnostické práce boli realizované v 15., 16. a 17. týždni roku 2020.

3 Metodika merania

3.1 Pevnosť betónu v tlaku

Deštruktívne bola pevnosť betónu skúšaná na odobratých jadrových vývrtoch. Vývrty boli odobrané pomocou diamantovej korunky za stáleho chladenia vodou a odsávania nečistôt. Miesta

odberu vývrtov boli vopred vytipované na základe profometrického a radarového prieskumu tak, aby konštrukčná výstuž bola zasiahnutá v najmenšej možnej miere.

Nedeštruktívne bola pevnosť betónu v tlaku skúšaná pomocou Schmidtovho tvrdomeru. Skúšky a ich vyhodnotenia boli uskutočnené v súlade s STN 73 2011 [10], STN 73 1373 [12]. Z tejto skúšky možno odvodiť nielen pevnosť betónu v tlaku, ale tiež nemenej významný parameter, ktorým je rovnorodosť betónu analyzovaných konštrukcií.

3.2 Nedeštruktívne stanovenie modulu pružnosti

Modul pružnosti betónu bol stanovený na základe skúšobného postupu Dynamický modul pružnosti v tlaku ultrazvukovou metódou (podľa STN 73 1371 [9]), pomocou merania ultrazvukovou aparátúrou na odobratých vzorkách betónu.

3.3 Zisťovanie polohy a parametrov výstuže

Pre stanovenie polohy výstuže, priemeru, druhu a hrúbky krycej betónovej vrstvy bola použitá nedeštruktívna a deštruktívna metóda.

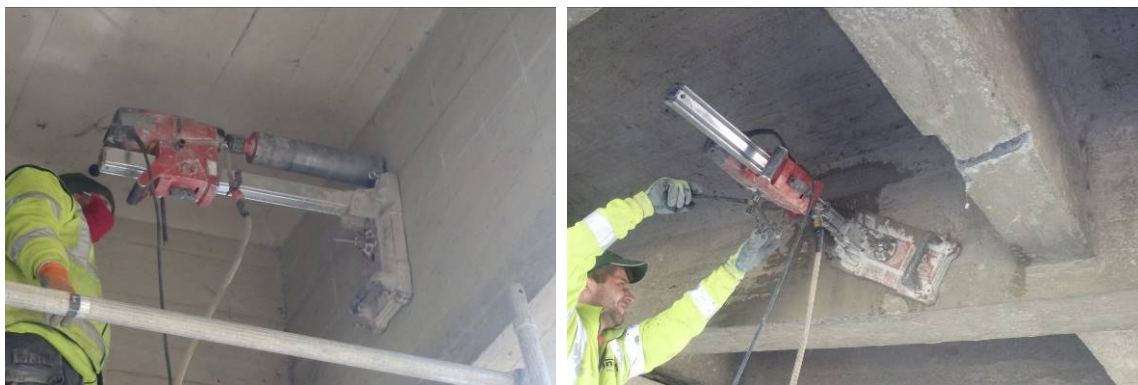
Nedeštruktívna metóda je založená na princípe emitovania elektromagnetického signálu do skúmaného prostredia a jeho následnej registrácie. Výsledný signál je podrobený analýze a následne interpretovaný. Z meraní je možné zistiť približnú polohu prvej vrstvy výstuže a hrúbku krycej betónovej vrstvy. Pri ďalších vrstvách výstuže dochádza k mnohým obmedzeniam a presnosť metódy klesá. U objektov, kde nie je známa žiadna projektová dokumentácia, slúži táto metóda k určeniu niektorých parametrov, tam kde je dokumentácia k dispozícii, slúži k overeniu projektovaného stavu.

Okrem nedeštruktívneho zisťovania polohy výstuže bolo na niekoľkých miestach realizované aj deštruktívne odkrytie výstuže za účelom kontroly nedeštruktívneho merania a zistenia priemeru a druhu výstuže.

4 Merací a vyhodnocovací reťazec

4.1 Pevnosť betónu v tlaku

Deštruktívne bola pevnosť betónu v tlaku skúšaná na skúšobných vzorkách upravených z odobratých jadrových vývrtov. Na odber jadrových vývrtov bola použitá vŕtačka HILTI DD 160 pevne ukotvená s vodným chladením. Odobraté vývrty boli následne popísané, upravené na skúšobné vzorky a odskúšané v zmysle normy.



Obr. 1 Odber jadrového vývrtu

Skúška pevnosti v tlaku prebiehala v súlade s STN EN 12390-3 [7]. Pre skúšku pevnosti betónu v tlaku bolo použité prístrojové vybavenie:

- silomerný stroj EDT 1600 VEB WPM Leipzig, ev. karta č. M/11/001, rozsah (20-1600) kN,
- elektronická váha A&D HV 15 KGL, ev. karta č. M/11/036, rozsah (20-15000) g,
- posuvné meradlo elektronické Sylvac, ev. karta č. M/11/201, rozsah (0,01-200) mm.

Neistota merania je daná chybou merania skúšobných prístrojov a úpravou vzoriek. Pri dodržaní kalibračných zásad skúšobných strojov, zásad zakoncovania a výpočtu charakteristických hodnôt pomocou päťpercentného kvantilu je neistota merania zanedbateľná.

Všetky otvory po jadrových vývrtoch boli spätne vyplnené špeciálnou vysokopevnostnou zmesou na báze cementu Stachema Sanatop.

Pevnosť betónu v tlaku nedeštruktívne bola skúšaná pomocou prístroja DigiSchmidt 2000 typ ND-1, výrobné číslo 4920/088-03287 od výrobcu PROCEQ. Skúšky sa vykonali na vopred vytipovaných miestach. Skúšobné miesta o veľkosti cca 10 x 10 cm boli vybrúsené brúskou tak, aby skúška prebiehala na celistvej štruktúre betónu. Na každom skúšobnom mieste bolo realizovaných 10 platných meraní. Skúšanie prebiehalo v súlade s ustanoveniami normy STN 73 1373 [12], na suchom povrchu betónu.



Obr. 2 Meranie Schmidtovým tvrdomerom

4.2 Nedeštruktívne stanovenie modulu pružnosti

Pre stanovenie dynamického modulu pružnosti betónu v tlaku nedeštruktívnou impulznou ultrazvukovou metódou bola použitá ultrazvuková aparátúra Pundit PL-200 od spoločnosti PROCEQ. Pri meraní bolo použité protiľahlé prezvučovanie na skúšobných vzorkách.



Obr. 3 Meranie modulu pružnosti ultrazvukovou metódou

Neistota merania je u tejto metódy, tak ako aj u ostatných nedeštruktívnych metód značná. Samotný dynamický modul pružnosti je však zisťovaný na základe materiálových charakteristík betónu (objemová hmotnosť, dynamický Poissonov súčiniteľ). Dynamický Poissonov súčiniteľ bol použitý na základe poznámky v norme STN 73 1371 [9] (pre hutný betón starší 14 dní a s objemovou hmotnosťou nad 1800 kg.m^{-3} je možné uvažovať s $\nu_{bu} = 0,24$).

4.3 Zisťovanie polohy a parametrov výstuže

Pre určenie parametrov výstuže nedeštruktívne bol použitý merací prístroj CPR Radar PS 100 X-Scan s vyhodnocovacím softvérovým balíkom PROFIS PS 1000 SW version 2.2.1 od spoločnosti HILTI.



Obr. 4 Nedeštruktívne určovanie polohy výstuže prístrojom CPR Radar PS 1000 X-Scan

Deštruktívne odkrytie výstuže bolo realizované pomocou príklepovej vrtačky tak, aby došlo k čo najmenšiemu zásahu do konštrukcie.



Obr. 5 Deštruktívne určovanie parametrov výstuže

Všetky vysekané otvory boli po zdokumentovaní výstuže spätne vyplnené špeciálnou vysokopevnostnou zmesou na báze cementu Stachema Sanatop.

4.4 Stanovenie hĺbky karbonatizácie betónu

Na zistenie hĺbky karbonatizácie (zníženie hodnoty pH) povrchu betónu bol použitý 1% roztok fenolftaleínu v etylalkohole. Ak sa povrch betónu po nástreku roztokom fenolftaleínu sfarbí na červenofialovo, betón má hodnotu pH vyššiu ako 9,5 a plní funkciu ochrannej krycej vrstvy výstuže proti korózii. Hĺbka prieniku karbonatizácie do betónu bola zisťovaná na odobratých vývrtoch.



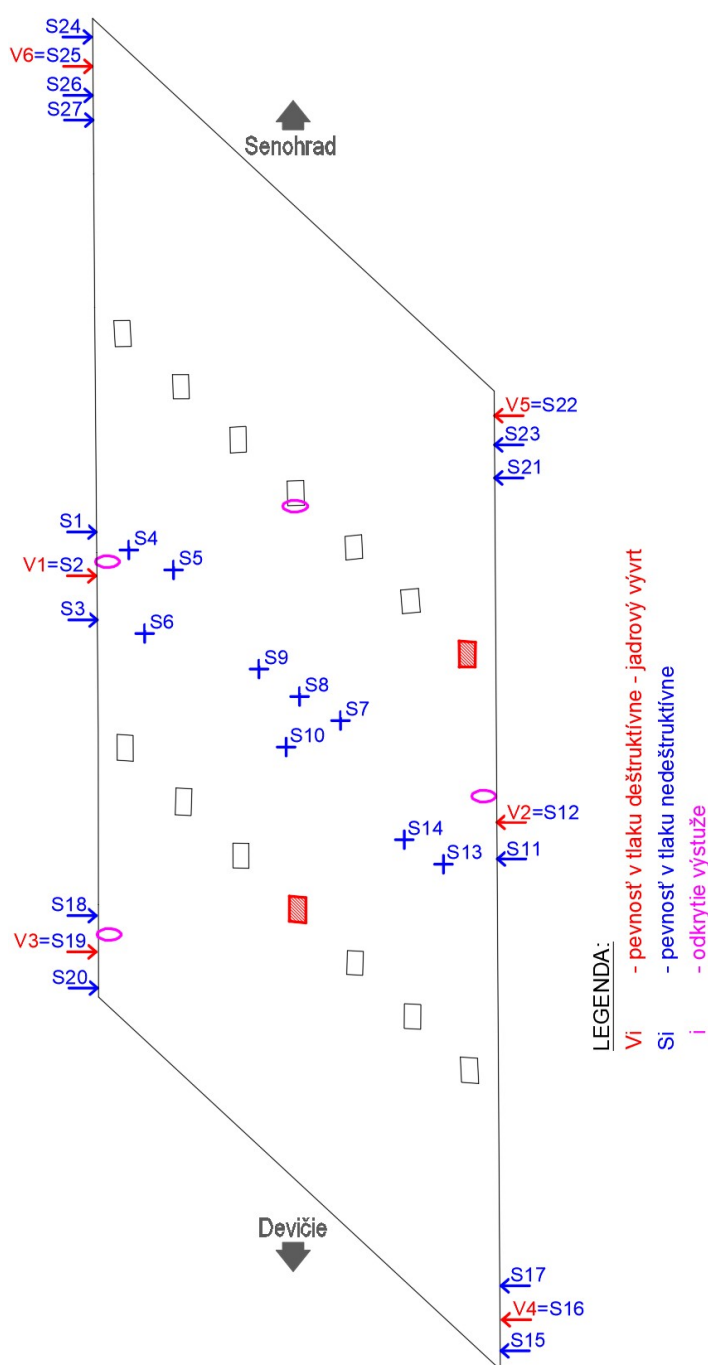
Obr. 6 Nástrek roztoku fenolftaleínu na odobratom vývrte

5 Prehľad nameraných veličín

5.1 Most ponad trať ŽSR pre obcou Bzovík (526-001)

Na mostnom objekte 526-001 bola v rámci diagnostických prác zisťovaná pevnosť betónu, spôsob vystuženia nosnej konštrukcie, vystuženie pilierov, hĺbka karbonatizácie betónu a modul pružnosti betónu nosnej konštrukcie.

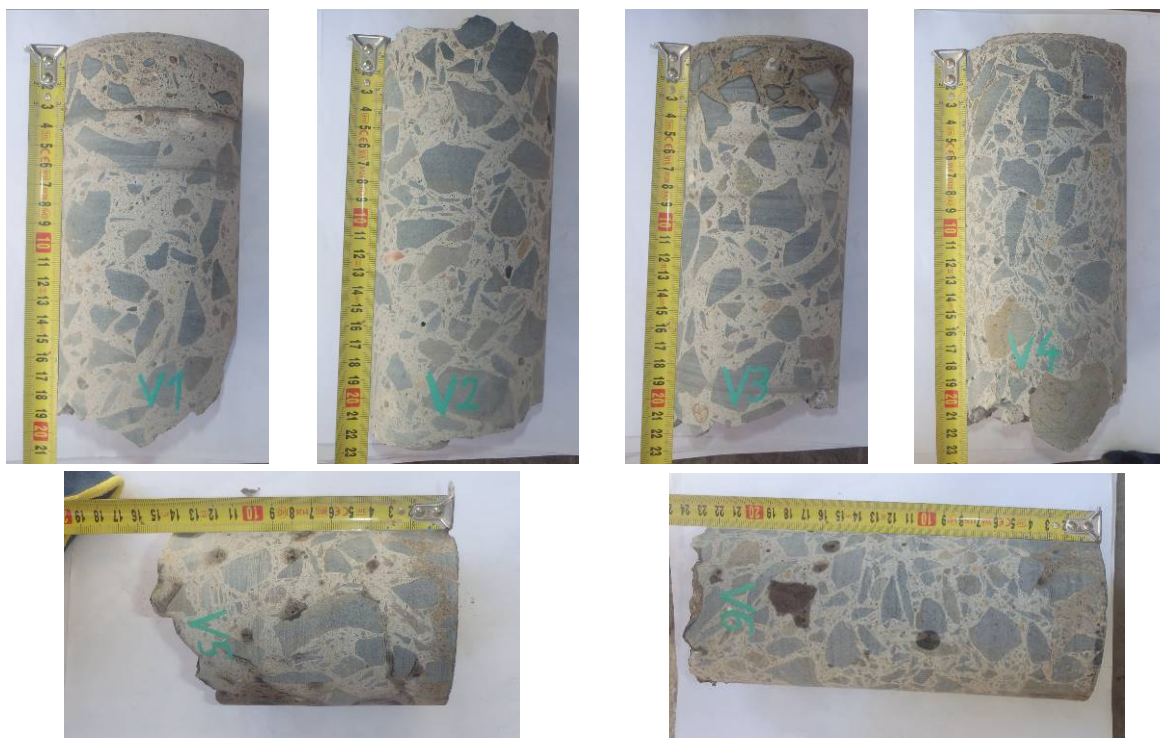
5.1.1 Rozmiestnenie meracích miest



Obr. 7 Schematické rozmiestnenie skúšobných miest

5.1.2 Pevnosť betónu v tlaku

Z nosnej konštrukcie mostného objektu bolo odobratých 6 ks jadrových vývrtov. Prehľad pevností betónu zo skúšobných vzoriek z vývrtov je uvedený v tab. 1. Odoberaté jadrové vývrty sú zobrazené na obr. 8.



Obr. 8 Odoberaté jadrové vývrty – nosná konštrukcia

Tab. 1 Vývrty/vzorky betónu nosná konštrukcia – geometria a výsledky skúšok pevnosti betónu v tlaku

Označenie vzorky	Umiestnenie v konštrukcii	Priemer vzorky	Dĺžka vzorky	Objem vzorky	Hmotnosť	Objemová hmotnosť	Tlačená plocha	Sila pri porušení	Pevnosť v tlaku
		d	h	V	m	D	A _c	F	f _c
[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm ³]	[g]	[kgm ⁻³]	[mm ²]	[kN]	[MPa]
V1	NK	99,3	99,6	770257	1728	2240	7737	191	24,7
V2	NK	99,2	99,5	768553	1828	2380	7726	243	31,5
V3	NK	99,3	99,3	768865	1785	2320	7741	210	27,1
V4	NK	99,1	99,5	766772	1843	2400	7709	212	27,5
V5	NK	99,2	99,3	768013	1833	2390	7732	350	45,3
V6	NK	99,1	99,1	763535	1878	2460	7707	282	36,6

Na nosnej konštrukcii bolo vykonané aj nedeštruktívne skúšanie pevnosti betónu v tlaku. Skúšanie Schmidovým tvrdomerom na nosnej konštrukcii bolo realizované na 27 skúšobných miestach. Vyhodnotenie výsledkov meraní tvrdomerom je uvedené v tab. 2 spolu s pevnosťami stanovenými zo skúšobných vzoriek.

Tab. 2 Kombinácia nedeštruktívneho a deštruktívneho skúšania

Identifikácia miesta				Odraz	Nezaručená pevnosť		Koef.	Pevnosť upresnená podľa vývrtov		Pevnosť betónu na vývrtoch		
Označ.	Popis	Karbón.	Smer	Φ	ΦR_{be}	R_{bei}	α	R_b	$\Phi \alpha$	Vrt	f_c	ρ
[-]	[-]	[mm]	[-]	[R]	[MPa]	[MPa]	[-]	[MPa]	[-]	[-]	[MPa]	[kg.m ⁻³]
S1	NK	-	→	32,5	29,3	26,3		26,1				
S2	NK	-	→	35,4	34,2	30,8	0,80	30,5		V1	24,7	2240
S3	NK	-	→	36,2	35,6	32,0		31,8				
S4	NK	-	↑	33,3	30,6	27,5		27,3				
S5	NK	-	↑	39,0	40,6	36,5		36,2				
S6	NK	-	↑	39,2	41,0	36,9		36,5				
S7	NK	-	↑	45,2	52,3	47,0		46,6				
S8	NK	-	↑	39,0	40,6	36,5		36,2				
S9	NK	-	↑	41,6	45,4	40,9		40,5				
S10	NK	-	↑	46,8	55,4	49,9		49,4				
S11	NK	-	→	33,4	30,8	27,7		27,4				
S12	NK	-	→	35,0	33,5	30,2	1,04	29,9		V2	31,5	2380
S13	NK	-	→	40,2	42,8	38,5		38,2				
S14	NK	-	→	37,7	38,3	34,4		34,1	0,99			
S15	NK	-	→	35,4	34,2	30,8		30,5				
S16	NK	-	→	38,5	39,7	35,7	0,77	35,4		V4	27,5	2400
S17	NK	-	→	36,5	36,1	32,5		32,2				
S18	NK	-	→	37,1	37,2	33,5		33,2				
S19	NK	-	→	30,5	25,9	23,3	1,16	23,1		V3	27,1	2320
S20	NK	-	→	30,0	25,1	22,6		22,4				
S21	NK	-	→	30,8	26,4	23,8		23,6				
S22	NK	-	→	35,8	34,9	31,4	1,44	31,1		V5	45,3	2390
S23	NK	-	→	28,3	22,4	20,2		20,0				
S24	NK	-	→	45,0	51,9	46,7		46,3				
S25	NK	-	→	47,0	55,8	50,2	0,73	49,8		V6	36,6	2460
S26	NK	-	→	38,9	40,4	36,4		36,1				
S27	NK	-	→	34,0	31,8	28,6		28,4				

Vyhodnotenie triedy betónu na základe nedeštruktívneho a deštruktívneho skúšania je uvedené v tab. 3. Vyhodnotenie betónu bolo uskutočnené v zmysle normy STN EN 13791, 01/2012.

Tab. 3 Vyhodnotenie triedy betónu spolu s posúdením rovnorodosti – nosná konštrukcia

Tab. 5 Vyhodnotenie triedy betónu podľa posúdenia rovnorodosti nosná konštrukcia					
Priemerná pevnosť betónu v tlaku	$f_{m(n),is}$		33,4	[MPa]	
Najmenšia zistená pevnosť betónu	$f_{is,min}$		20,0	[MPa]	
Smerodajná odchýlka	s		7,86	[-]	
Charakteristická pevnosť betónu v tlaku	$f_{ck,is,1}$		21,8	[MPa]	
	$f_{ck,is,2}$		24,0	[MPa]	
	$f_{ck,is}$		21,8	[MPa]	
Vyhodnotenie betónu					
Trieda betónu (STN EN 206+A1: 2017)			C 20/25		
Trieda betónu (STN 73 2001: 1970, STN 73 6206: 1971)			(približne B 330)		
Trieda betónu (STN 73 1201: 1986, STN 73 2400: 1986)			B 25		
Posúdenie rovnorodosti betónu					
Kritérium rovnorodosti pre betón	=>	B 25	=>	16	[%]
Variačný koeficient z nedeštruktívneho skúšania			V_{bei}	24	[%]
Na základe nedeštruktívneho skúšania je betón (STN 73 2011: 1981)			Nerovnorodý		

5.1.3 Modul pružnosti betónu

Výsledky nedeštruktívneho skúšania modulu pružnosti pre skúšobné vzorky na základe ultrazvukového protiľahlého prezvučovania sú uvedené v tab. 4.

Tab. 4 Prehľad dosiahnutých výsledkov modulu pružnosti na vzorkách

Označenie vzorky	Čas prechodu	Rýchlosť prechodu	Výška vzorky	Priemer vzorky	Plocha vzorky	Hmotnosť vzorky	Obj. hmotnosť vzorky	Dyn. modul pružnosti	Modul pružnosti
	T_{uz}	v_L	L	d	A	m	ρ	E_{bu}	E_b
[-]	[μs]	[$m \cdot s^{-1}$]	[mm]	[mm]	[mm^2]	[kg]	[$kg \cdot m^{-3}$]	[MPa]	[MPa]
V1	22,2	4485	99,56	99,25	7736,61	1,73	2243	38281	30242
V2	20,1	4949	99,48	99,18	7725,70	1,83	2378	49430	39050
V3	24,0	4138	99,32	99,28	7741,29	1,79	2322	33733	26649
V4	19,0	5235	99,47	99,07	7708,58	1,84	2404	55892	44154
V5	21,2	4685	99,33	99,22	7731,94	1,83	2387	44452	35117
V6	18,3	5414	99,07	99,06	7707,02	1,88	2460	61159	48316

Výpočet hodnôt dynamického modulu pružnosti pre betón bol realizovaný z nameranej rýchlosti prechodu ultrazvukovej vlny cez betón skúšobných vzoriek v zmysle normy STN 73 1371 [9].

Výsledná prepočítaná priemerná hodnota modulu pružnosti betónu upravená o zmenšovací súčiniteľ zohľadňujúci triedu pevnosti betónu: $E_b = 37,25$ GPa. Hodnota zmenšovacieho súčiniteľa na prepočet dynamického modulu na modul pružnosti bola 0,79. Táto hodnota bola stanovená v zmysle STN 73 2011 [10] pre triedu betónu B 25, táto pevnostná trieda odpovedá podľa normy STN EN 206+A1 [11] pevnostnej triede betónu C 20/25.

5.1.4 Hĺbka karbonatizácie betónu

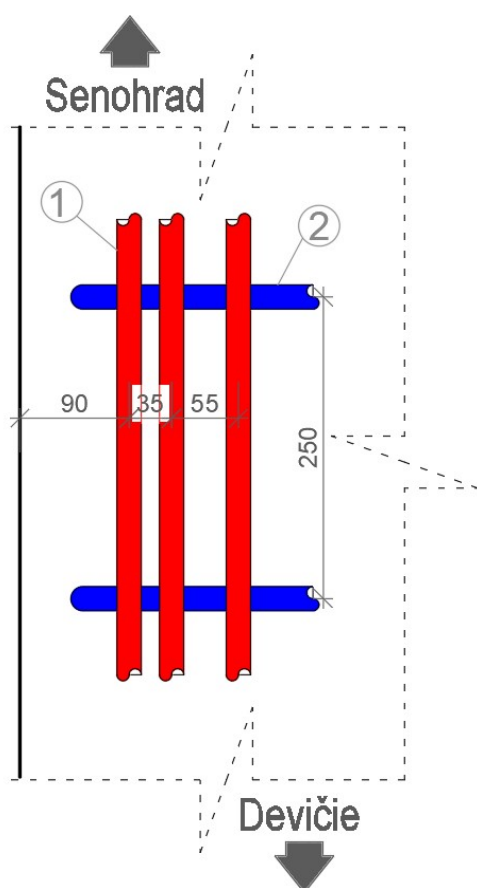
Hĺbka prieniku karbonatizácie do betónu bola zisťovaná na odobratých vývrtoch. V tab.5 je uvedená zistená hĺbka prieniku karbonatizácie v betóne na jadrových vývrtoch.

Tab. 5 Prehľad hĺbky prieniku karbonatizácie na skúšobných vzorkách

Označenie vrtu	Umiestnenie v konštrukcii	Karbonatizácia	Označenie vrtu	Umiestnenie v konštrukcii	Karbonatizácia
[-]	[-]	[cm]	[-]	[-]	[cm]
V1	NK	3,5	V4	NK	4,5
V2	NK	5	V5	NK	1,5
V3	NK	3,5	V6	NK	3

5.1.5 Parametre výstuže

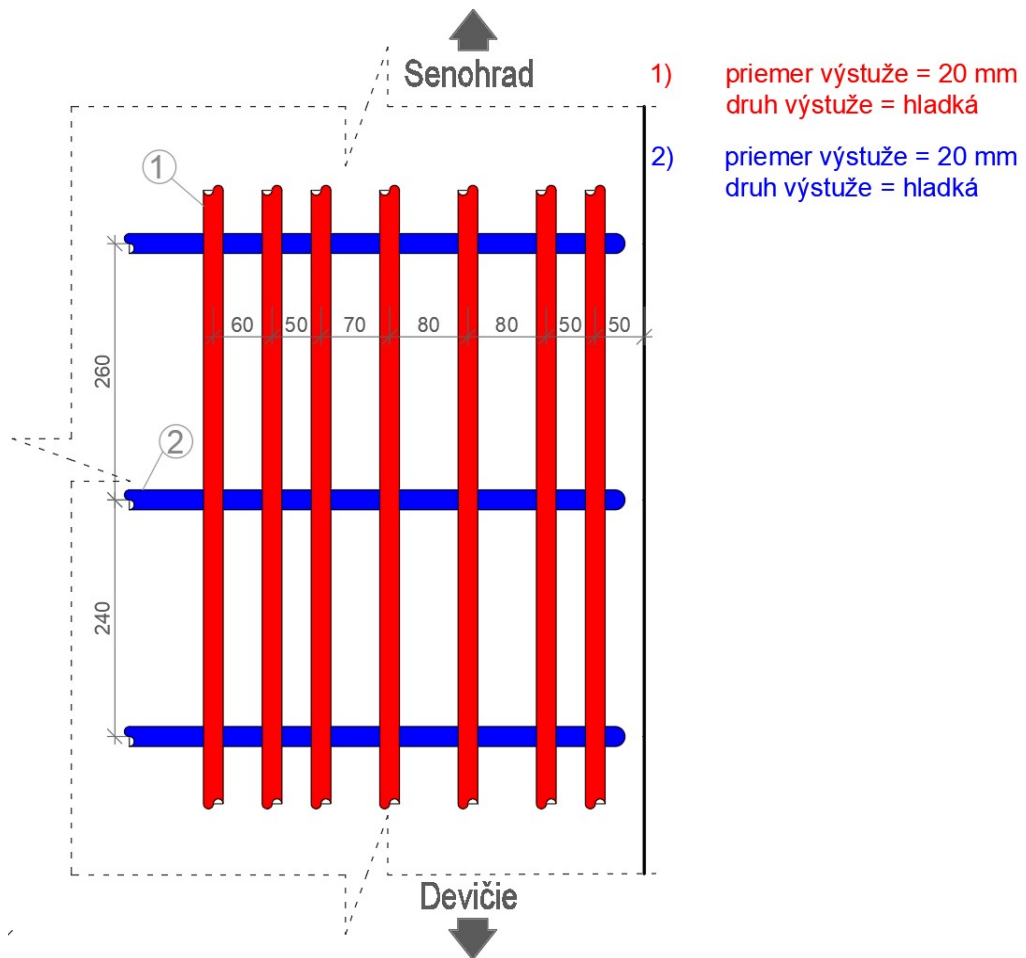
Poloha a počet výstužných prvkov na jednotlivých konštrukčných častiach mostného objektu na základe nedeštruktívneho a deštruktívneho určovania parametrov výstuže sú zobrazené na obr. 9 až 21.



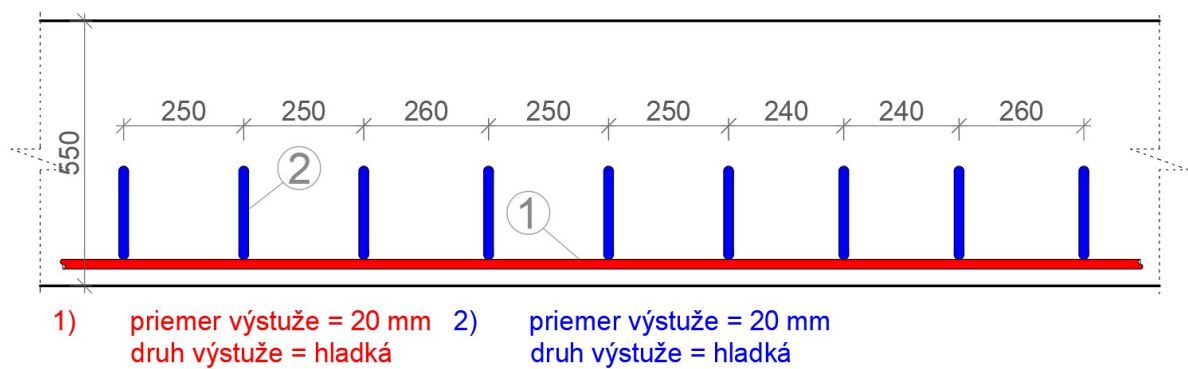
- 1) priemer výstuže = 20 mm
druh výstuže = hladká
krytie výstuže = 25 mm
- 2) priemer výstuže = 20 mm
druh výstuže = hladká
krytie výstuže = 45 mm



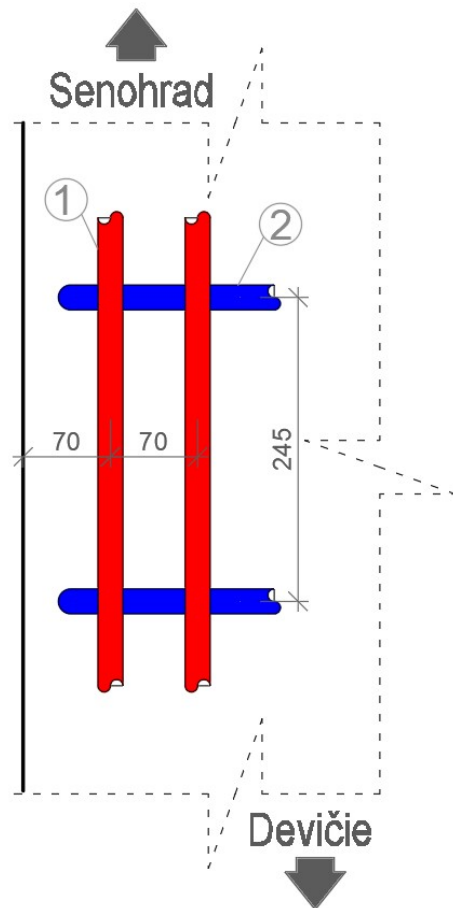
Obr. 9 Výstuženie nosnej konštrukcie v strednom poli



Obr. 10 Vystuženie nosnej konštrukcie v strednom poli

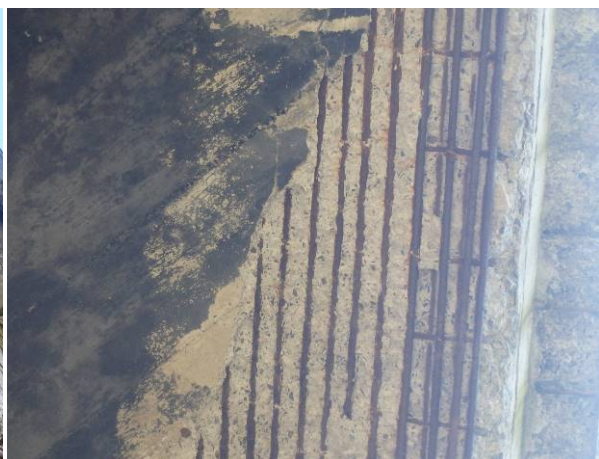


Obr. 11 Vystuženie nosnej konštrukcie v strednom poli (rozdeľovacia výstuž)



- 1) priemer výstuže = 20 mm
druh výstuže = hladká
krytie výstuže = 30 mm
- 2) priemer výstuže = 20 mm
druh výstuže = hladká
krytie výstuže = 50 mm

Obr. 12 Vystuženie nosnej konštrukcie v krajnom poli

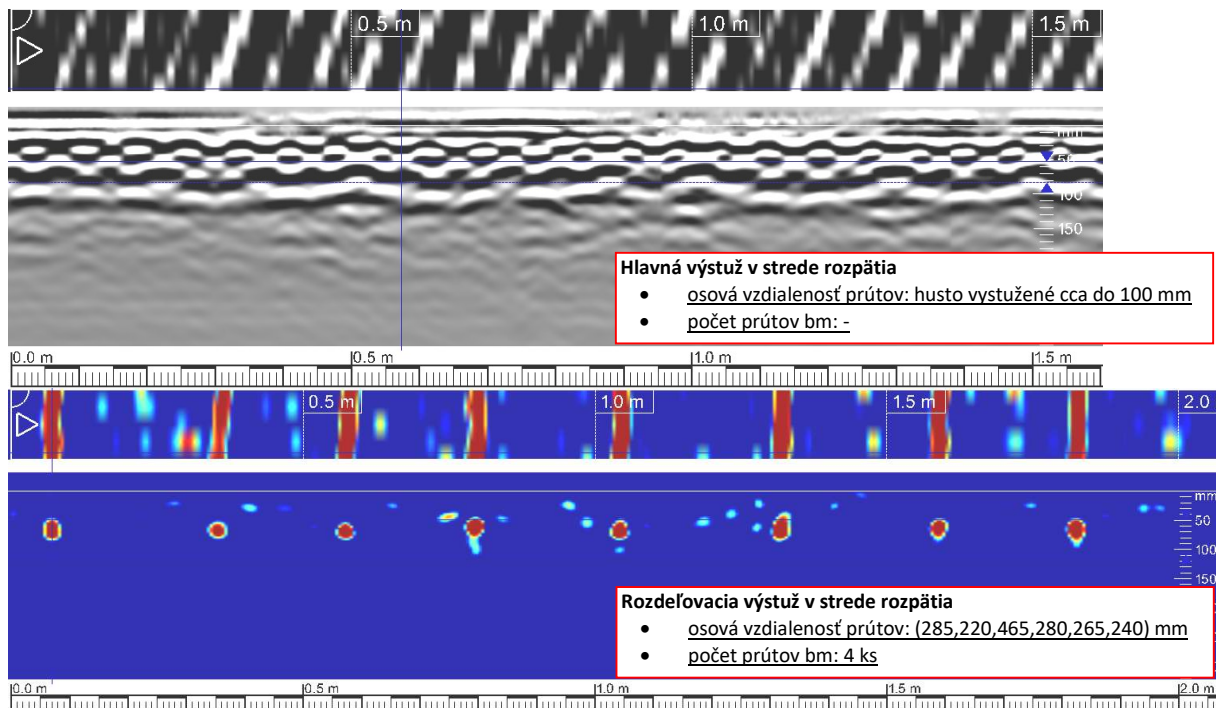


Obr. 13 Korózia výstuže

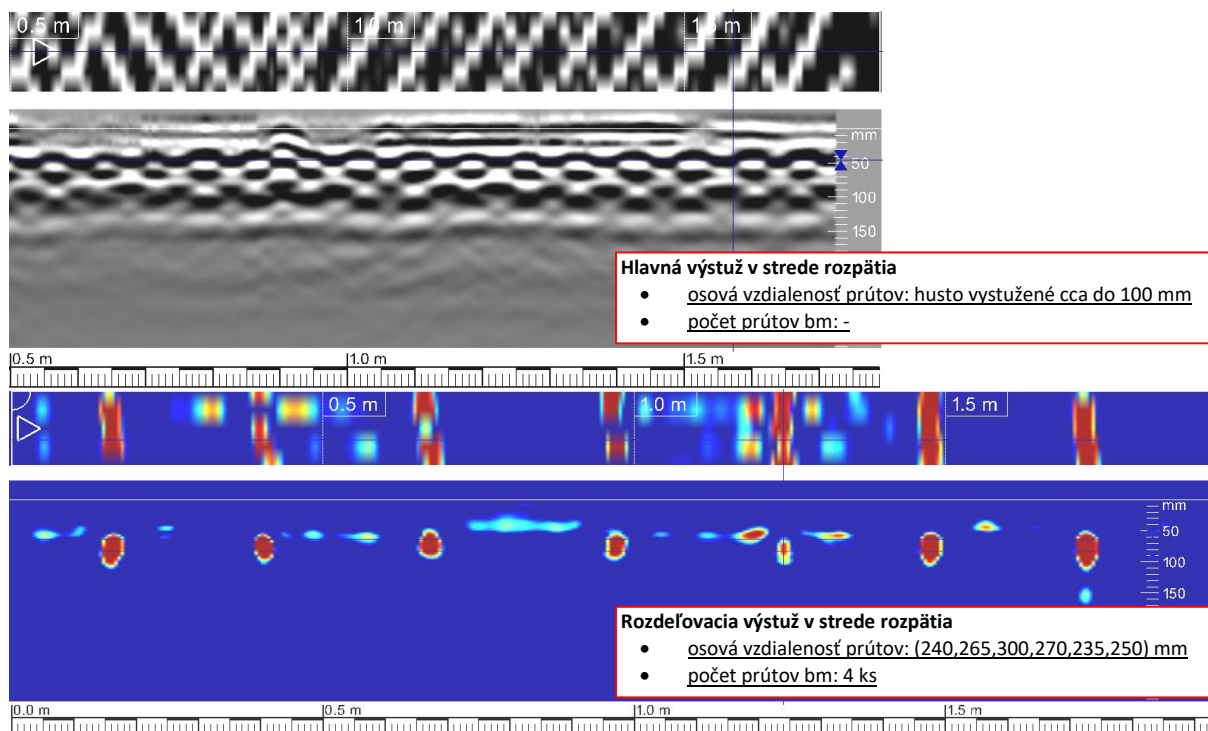
Korózia hlavne výstuže na viacerých zatečených miestach na nosnej konštrukcie môže dosahovať úbytok až dvadsať percent prierezu výstuže.



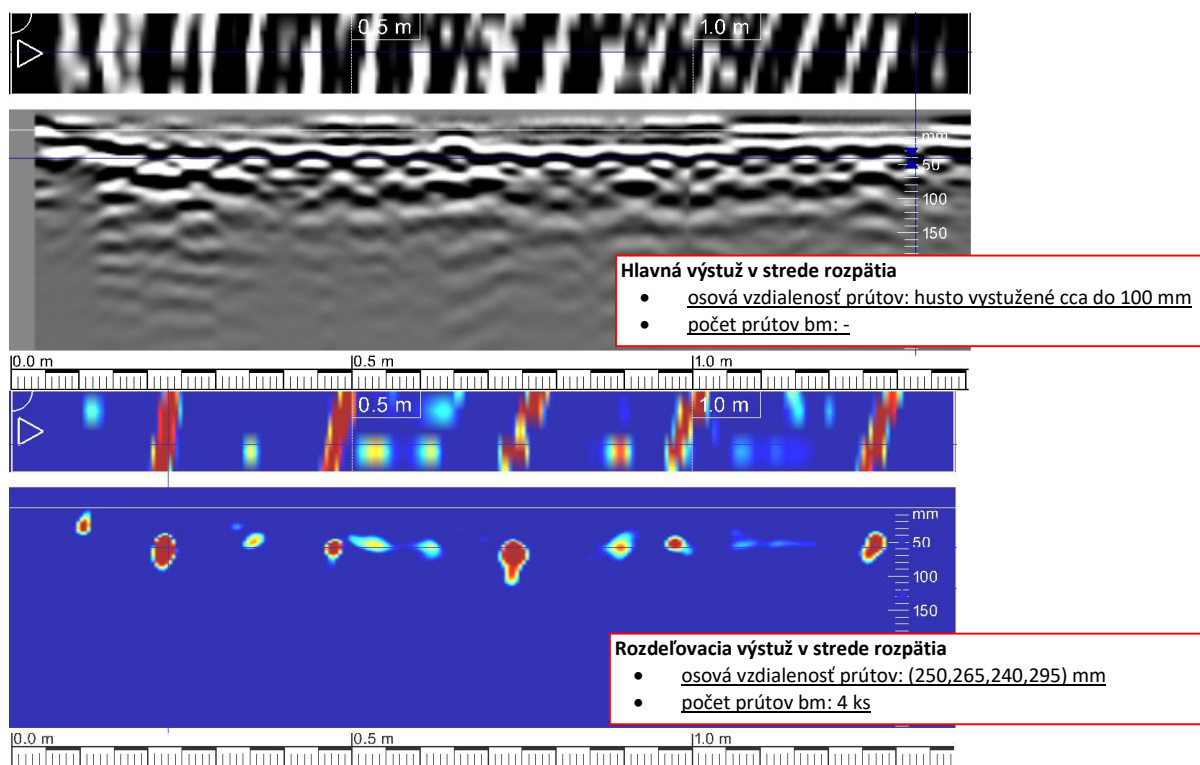
Obr. 14 Stav ložísk na oporách



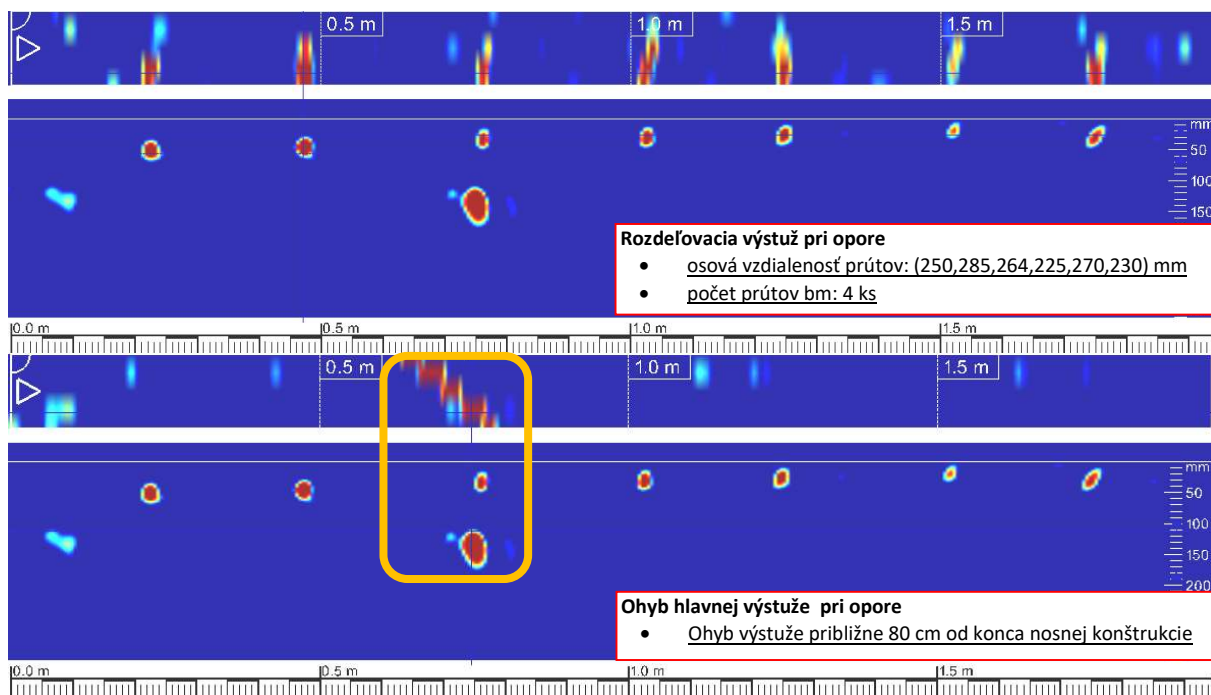
Obr. 15 Vystuženie nosnej konštrukcie v strede rozpätia stredného poľa, (v strede šírky)



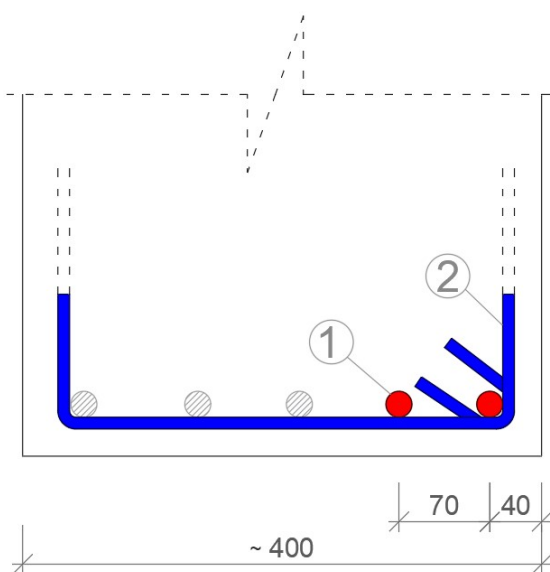
Obr. 16 Vystuženie nosnej konštrukcie v strede rozpätia stredného poľa (pri pravom okraji)



Obr. 17 Vystuženie nosnej konštrukcie v strede rozpätia stredného poľa (pri ľavom okraji)



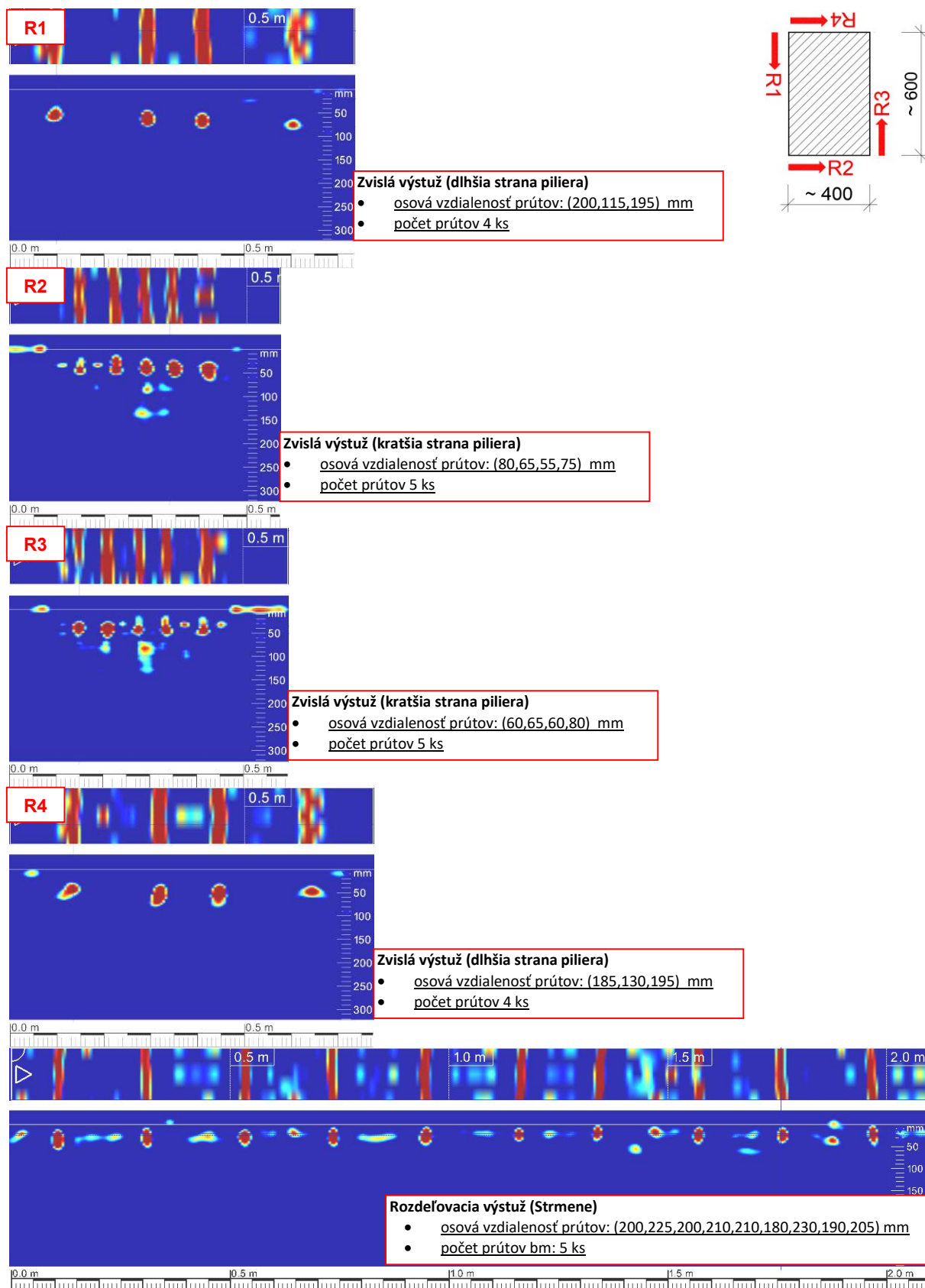
Obr. 18 Vystuženie nosnej konštrukcie pri opore Senohrad



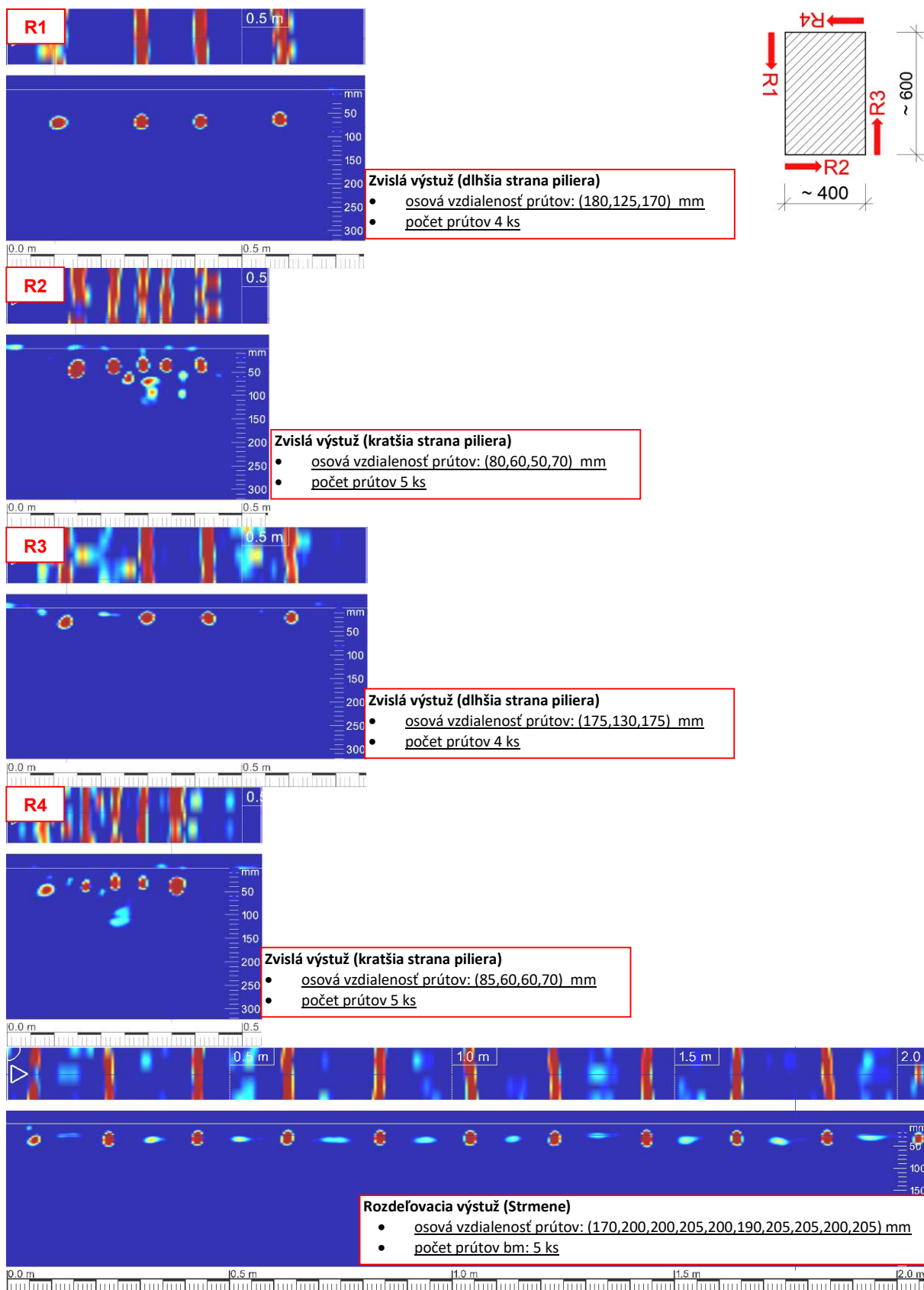
- 1) priemer výstuže = 20 mm
druh výstuže = hladká
krytie výstuže = 25 - 30 mm
- 2) priemer výstuže = 9 mm
druh výstuže = hladká
krytie výstuže = 15 mm



Obr. 19 Vystuženie vnútorného piliera



Obr. 20 Vystuženie vnútorného piliera

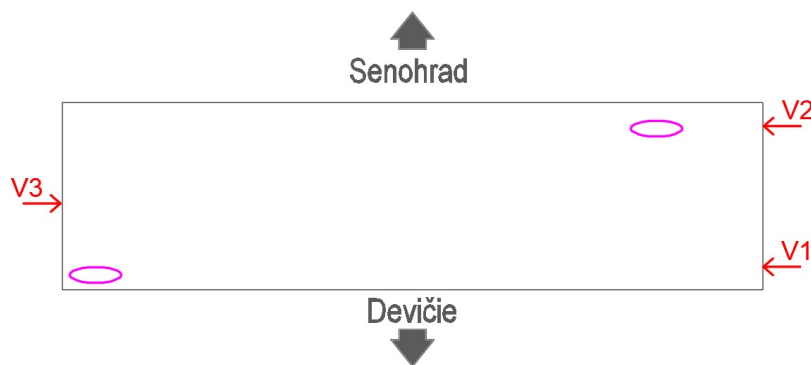


Obr. 21 Vystuženie vonkajšieho piliera

5.2 Most cez mlynský náhon pred obcou Bzovík (526-002)

Na mostnom objekte 526-002 bola v rámci diagnostických prác zisťovaná pevnosť betónu a spôsob vystuženia nosnej konštrukcie.

5.2.1 Rozmiestnenie meracích miest



LEGENDA:

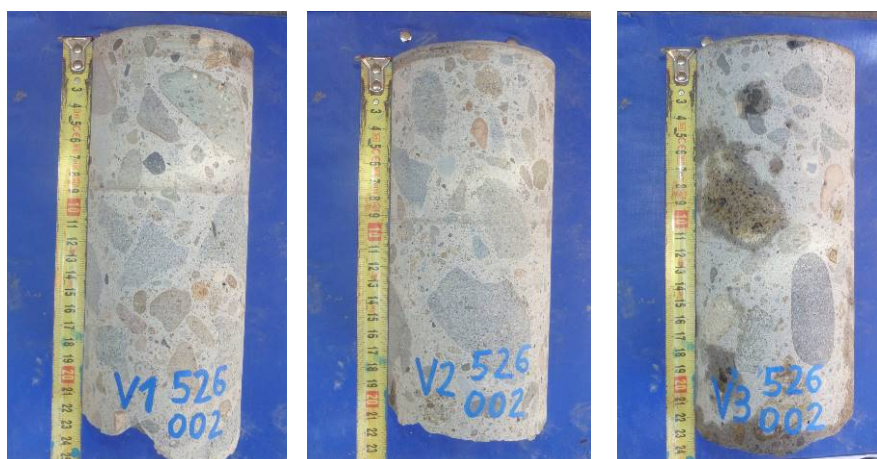
- V_i** - pevnosť v tlaku deštruktívne - jadrový vývrt
- i** - odkrytie výstuže

Obr. 22 Schematické rozmiestnenie skúšobných miest

5.2.2 Pevnosť betónu v tlaku

Z nosnej konštrukcie mostného objektu boli odobraté 3 ks jadrových vývrtov. Prehľad pevností betónu zo skúšobných vzoriek z vývrtov je uvedený v tab. 6. Odoberaté jadrové vývrty sú zobrazené na obr. 23.

Vyhodnotenie triedy betónu na základe deštruktívneho skúšania je uvedené v tab. 7. Vyhodnotenie betónu bolo uskutočnené v zmysle normy STN EN 13791, 01/2012.



Obr. 23 Odoberaté jadrové vývrty – nosná konštrukcia

Tab. 6 Vývrty/vzorky betónu nosná konštrukcia – geometria a výsledky skúšok pevnosti betónu v tlaku

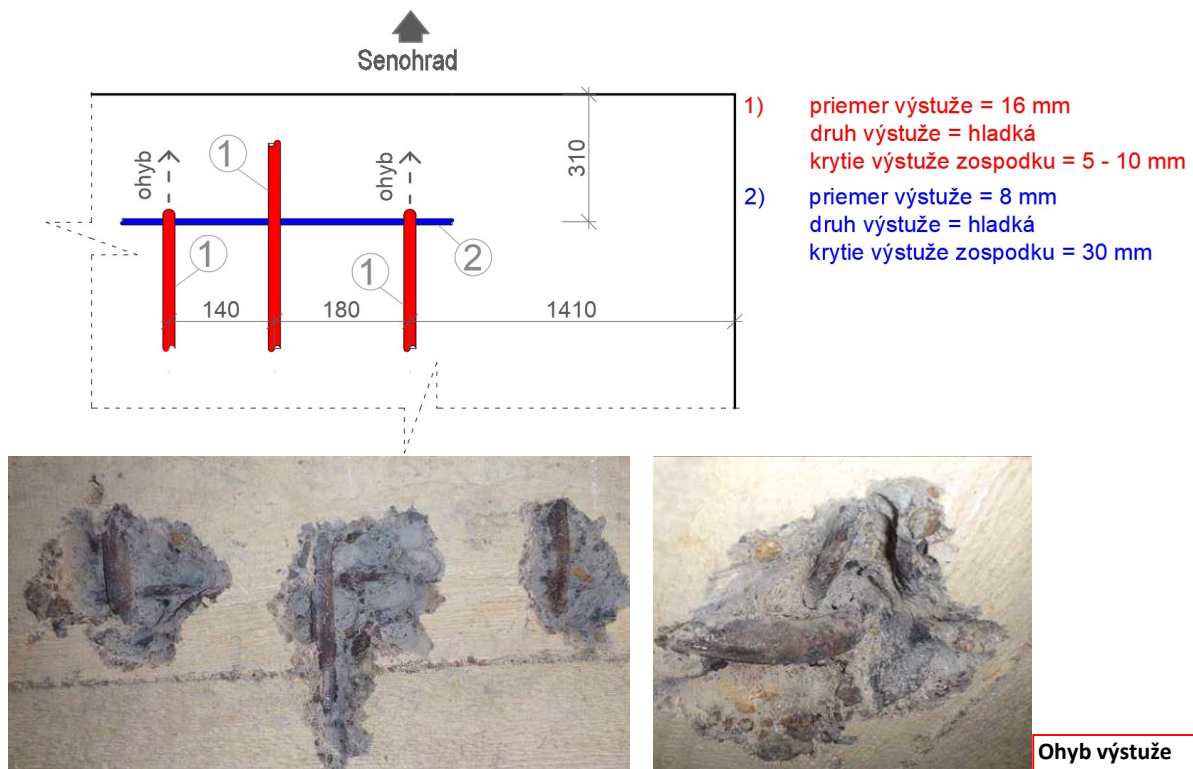
Označenie vzorky	Umiestnenie v konštrukcii	Priemer vzorky	Dĺžka vzorky	Objem vzorky	Hmotnosť	Objemová hmotnosť	Tlačená plocha	Sila pri porušení	Pevnosť v tlaku
		d	h	V	m	D	A _c	F	f _c
[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm ³]	[g]	[kgm ⁻³]	[mm ²]	[kN]	[MPa]
V1	NK	99,4	99,0	768783	1760	2290	7765	280	36,1
V2	NK	99,6	99,2	772041	1688	2190	7783	242	31,1
V3	NK	99,4	98,0	760559	1608	2110	7760	179	23,1

Tab. 7 Vyhodnotenie triedy betónu – nosná konštrukcia

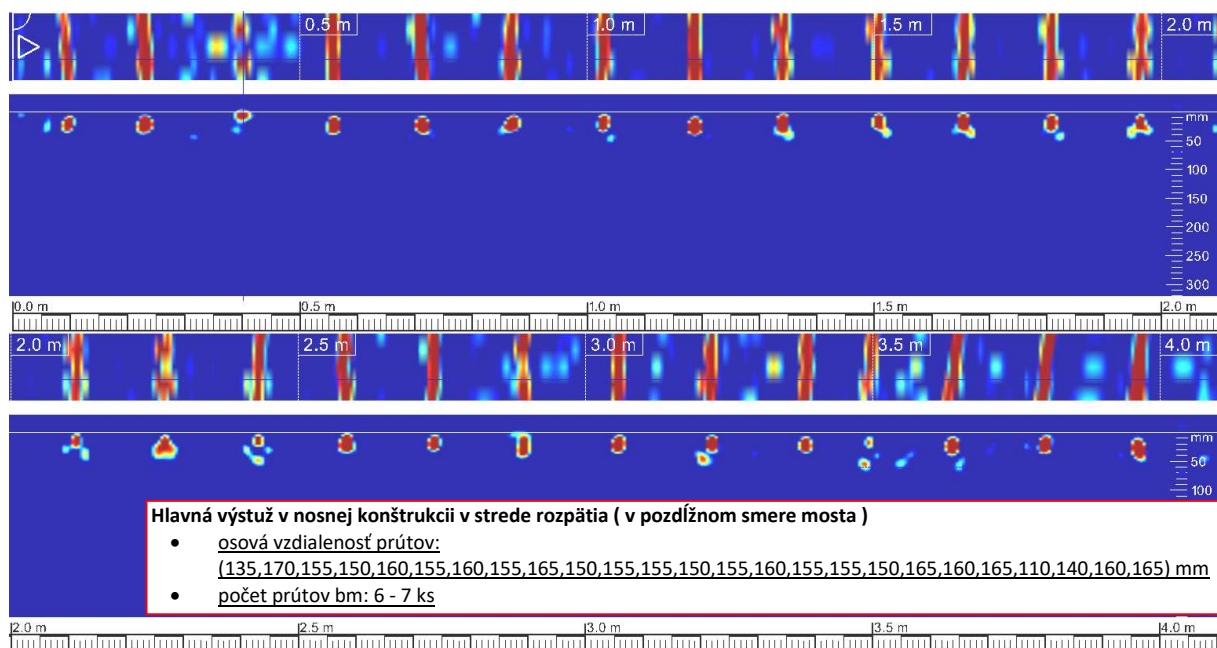
Priemerná pevnosť betónu v tlaku	f _{m(n),is}	30,1	[MPa]
Najmenšia zistená pevnosť betónu	f _{is,min}	23,1	[MPa]
Počet platných výsledkov (vzoriek)	n	3	[-]
Súčiniteľ závislí na počtu platných výsledkov	k	7	[-]
Charakteristická pevnosť betónu v tlaku	f _{ck,is,1}	23,1	[MPa]
	f _{ck,is,2}	27,1	[MPa]
	f_{ck,is}	23,1	[MPa]
Vyhodnotenie			
Trieda betónu (STN EN 206+A1:2017)		C 20/25	
Trieda betónu (STN 73 2001:1970, STN 73 6206:1971)		(približne B 330)	
Trieda betónu (STN 73 1201:1986, STN 732400:1986)		B 25	

5.2.3 Parametre výstuže

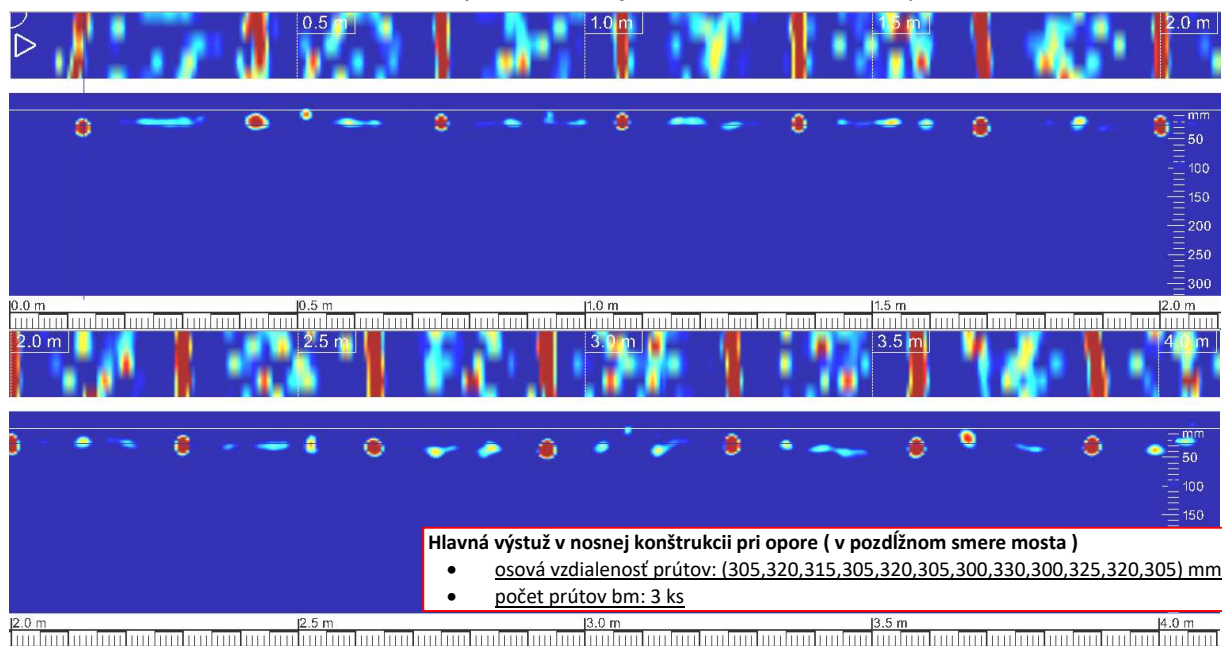
Poloha a počet výstužných prvkov na spodnej strane nosnej konštrukcie mostného objektu na základe nedeštruktívneho a deštruktívneho určovania parametrov výstuže sú zobrazené na obr. 24 až 28.



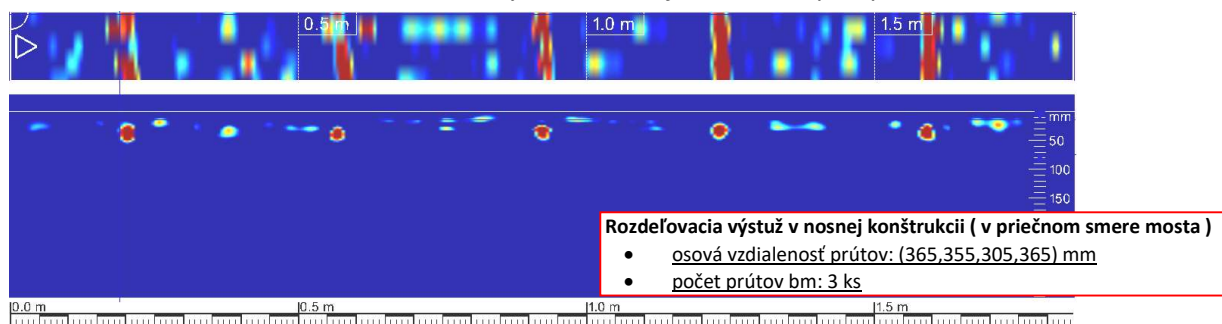
Obr. 24 Vystuženie nosnej konštrukcie



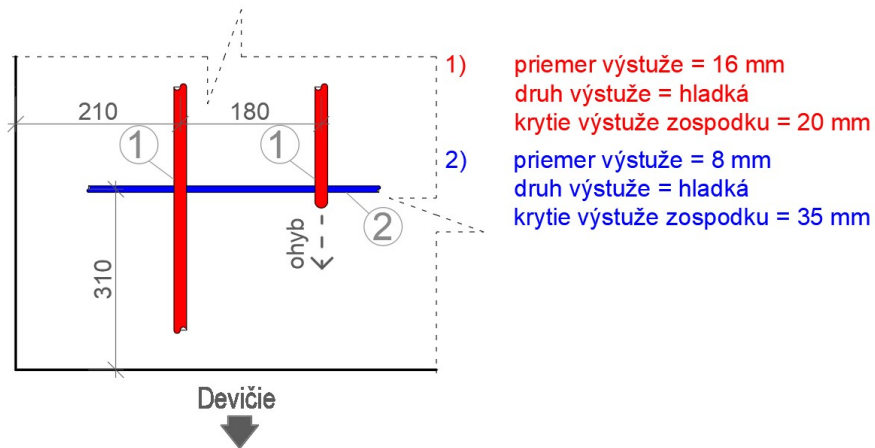
Obr. 25 Hlavná výstuž v nosnej konštrukcii v strede rozpätia



Obr. 26 Hlavná výstuž v nosnej konštrukcii pri opore



Obr. 27 Rozdeľovacia výstuž v nosnej konštrukcii

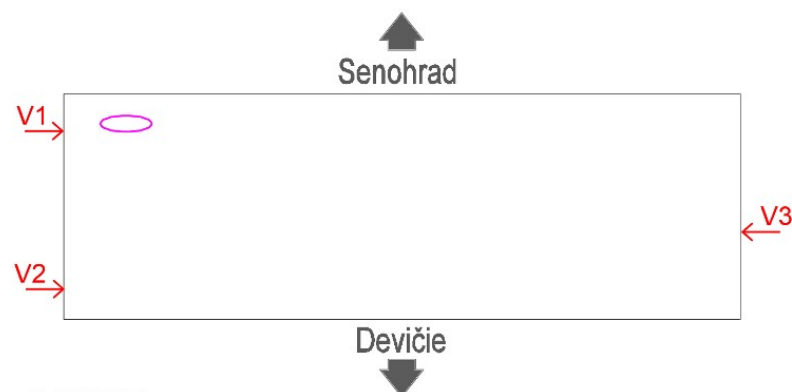


Obr. 28 Vystuženie nosnej konštrukcie

5.3 Most cez mlynský potok pred obcou Bzovík (526-003)

Na mostnom objekte 526-003 bola v rámci diagnostických prác zisťovaná pevnosť betónu a spôsob vystuženia nosnej konštrukcie.

5.3.1 Rozmiestnenie meracích miest



LEGENDA:

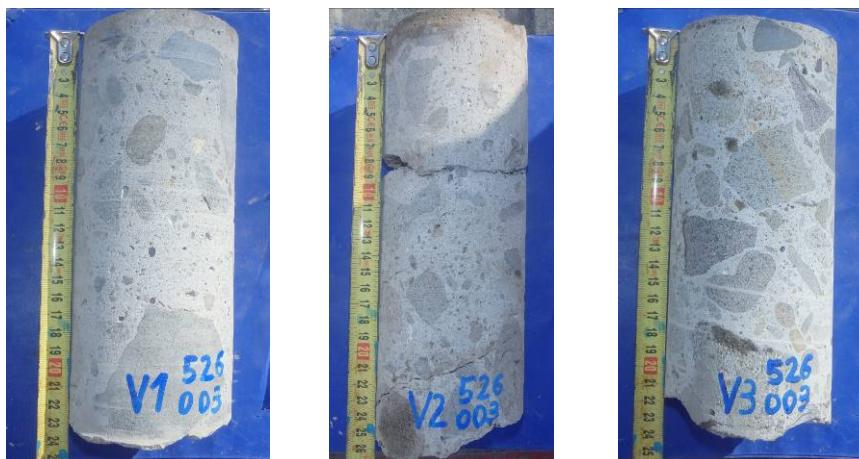
- V_i - pevnosť v tlaku deštruktívne - jadrový vývrt
i - odkrytie výstuže

Obr. 29 Schematické rozmiestnenie skúšobných miest

5.3.2 Pevnosť betónu v tlaku

Z nosnej konštrukcie mostného objektu boli odobraté 3 ks jadrových vývrtov. Prehľad pevností betónu zo skúšobných vzoriek z vývrtov je uvedený v tab. 8. Odoberaté jadrové vývrty sú zobrazené na obr. 30.

Vyhodnotenie triedy betónu na základe deštruktívneho skúšania je uvedené v tab. 9. Vyhodnotenie betónu bolo uskutočnené v zmysle normy STN EN 13791, 01/2012.



Obr. 30 Odoberaté jadrové vývrty – nosná konštrukcia

Tab. 8 Vývrty/vzorky betónu nosná konštrukcia – geometria a výsledky skúšok pevnosti betónu v tlaku

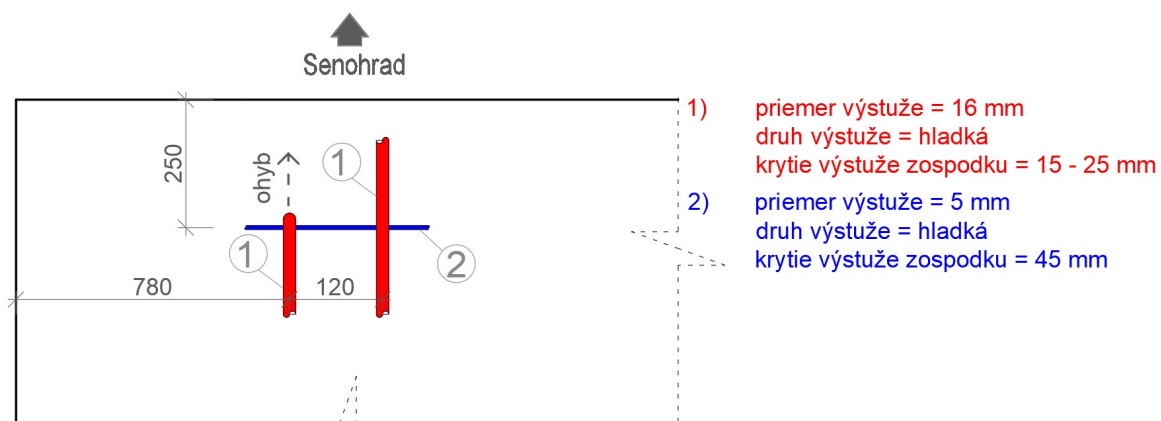
Označenie vzorky	Umiestnenie v konštrukcii	Priemer vzorky	Dĺžka vzorky	Objem vzorky	Hmotnosť	Objemová hmotnosť	Tlačená plocha	Sila pri porušení	Pevnosť v tlaku
		d	h	V	m	D	A _c	F	f _c
[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm ³]	[g]	[kgm ⁻³]	[mm ²]	[kN]	[MPa]
V1	NK	99,9	99,2	776858	1770	2280	7830	228	29,1
V2	NK	99,5	99,1	770798	1611	2090	7779	169	21,7
V3	NK	99,4	99,3	771190	1775	2300	7763	355	45,7

Tab. 9 Vyhodnotenie triedy betónu – nosná konštrukcia

Priemerná pevnosť betónu v tlaku	f _{m(n),is}	32,2	[MPa]
Najmenšia zistená pevnosť betónu	f _{is,min}	21,7	[MPa]
Počet platných výsledkov (vzoriek)	n	3	[-]
Súčiniteľ závislí na počtu platných výsledkov	k	7	[-]
Charakteristická pevnosť betónu v tlaku	f _{ck,is,1}	25,2	[MPa]
	f _{ck,is,2}	25,7	[MPa]
	f _{ck,is}	25,2	[MPa]
Vyhodnotenie			
Trieda betónu (STN EN 206+A1:2017)		C 20/25	
Trieda betónu (STN 73 2001:1970, STN 73 6206:1971)		(približne B 330)	
Trieda betónu (STN 73 1201:1986, STN 732400:1986)		B 25	

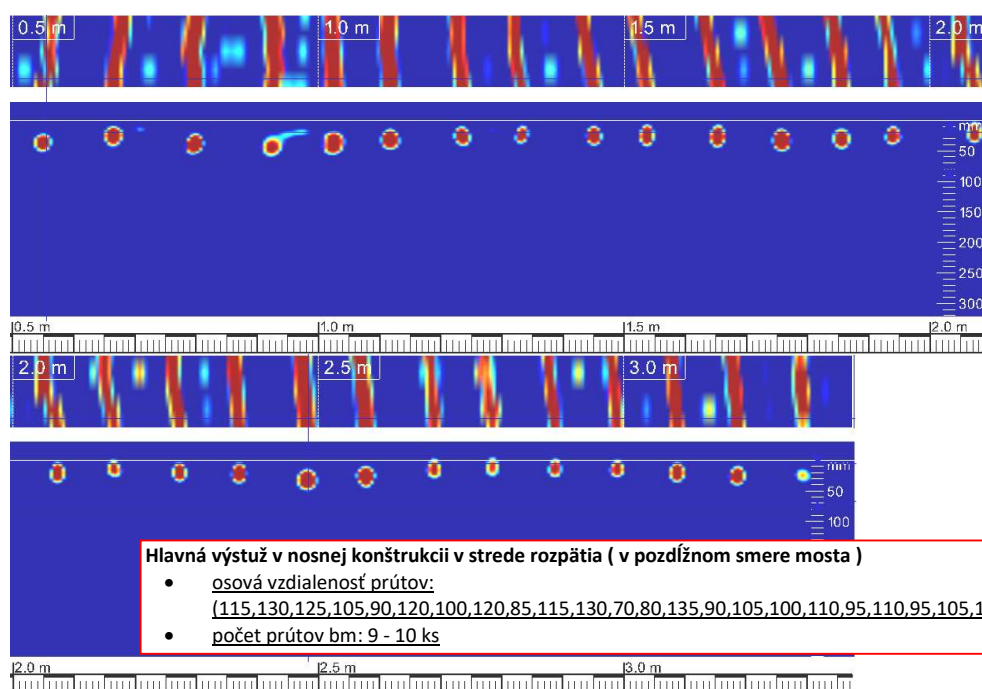
5.3.3 Parametre výstuže

Poloha a počet výstužných prvkov na spodnej strane nosnej konštrukcie mostného objektu na základe nedeštruktívneho a deštruktívneho určovania parametrov výstuže sú zobrazené na obr. 31 až 34.

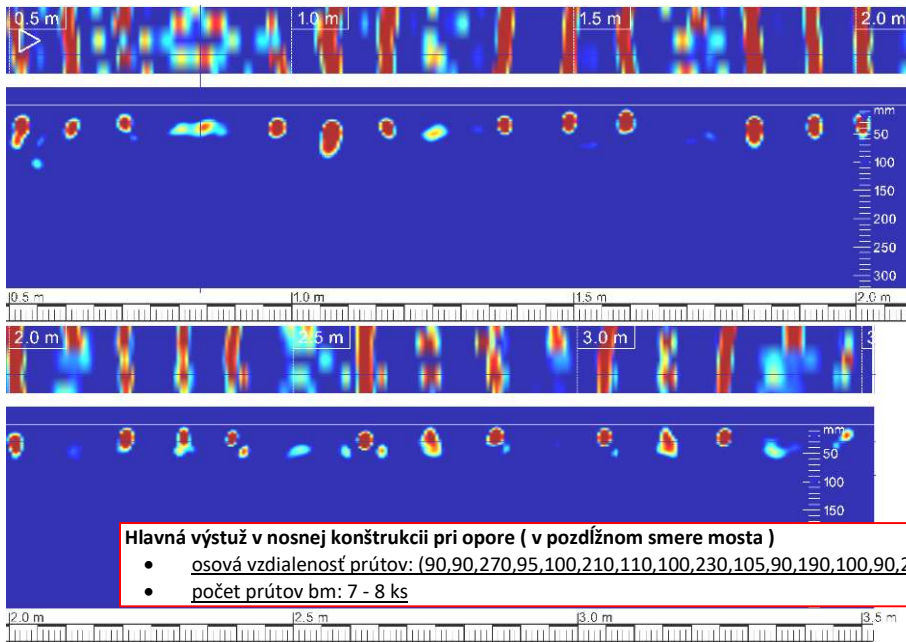


Ohyb výstuže

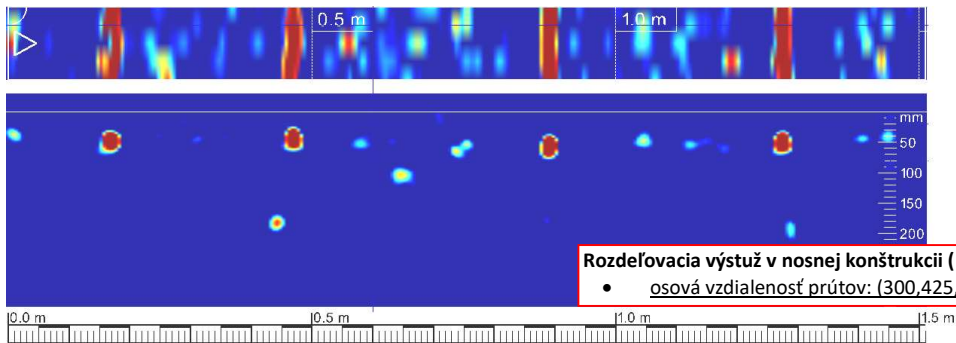
Obr. 31 Vystuženie nosnej konštrukcie



Obr. 32 Hlavná výstuž v nosnej konštrukcii v strede rozpätia



Obr. 33 Hlavná výstuž v nosnej konštrukcii pri opore

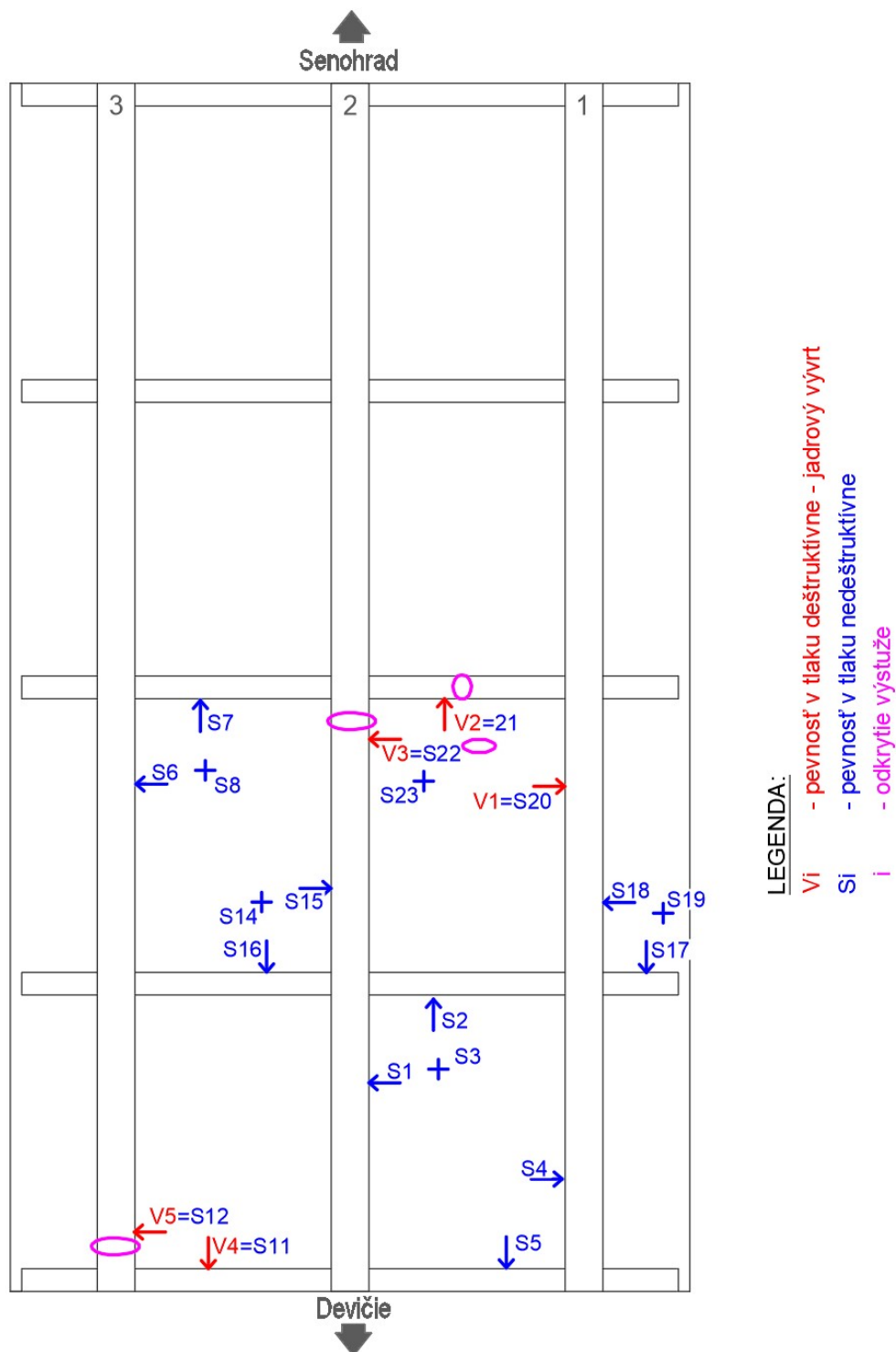


Obr. 34 Rozdeľovacia výstuž v nosnej konštrukcii

5.4 Most cez potok Krupinica pred obcou Bzovík (526-004)

Na mostnom objekte 526-004 bola v rámci diagnostických prác zisťovaná pevnosť betónu a spôsob vystuženia nosnej konštrukcie spolu s modulom pružnosti betónu nosnej konštrukcie.

5.4.1 Rozmiestnenie meracích miest



Obr. 35 Schematické rozmiestnenie skúšobných miest

5.4.2 Pevnosť betónu v tlaku

Z nosnej konštrukcie mostného objektu bolo odobratý 5 ks jadrových vývrtov. Prehľad pevností betónu zo skúšobných vzoriek z vývrtov je uvedený v tab. 10. Odoberaté jadrové vývrty sú zobrazené na obr. 36.



Obr. 36 Odoberaté jadrové vývrty – nosná konštrukcia

Tab. 10 Vývrty/vzorky betónu nosná konštrukcia – geometria a výsledky skúšok pevnosti betónu v tlaku

Označenie vzorky	Umiestnenie v konštrukcii	Priemer vzorky	Dĺžka vzorky	Objem vzorky	Hmotnosť	Objemová hmotnosť	Tlačená plocha	Sila pri porušení	Pevnosť v tlaku
		d	h	V	m	D	A _c	F	f _c
[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm ³]	[g]	[kgm ⁻³]	[mm ²]	[kN]	[MPa]
V1	NK	99,5	99,2	771730	1730	2240	7782	341	43,8
V2	NK	99,3	99,2	768090	1680	2190	7746	252	32,5
V3	NK	99,0	99,5	766383	1718	2240	7701	277	36,0
V4	NK	99,4	99,0	767779	1677	2180	7754	207	26,7
V5	NK	99,3	99,1	768090	1701	2210	7749	221	28,5

Na nosnej konštrukcii bolo vykonané aj nedeštruktívne skúšanie pevnosti betónu v tlaku. Skúšanie Schmidovým tvrdomerom na nosnej konštrukcii mostu bolo realizované na 21 skúšobných miestach. Vyhodnotenie výsledkov meraní tvrdomerom je uvedené v tab. 11 spolu s pevnosťami stanovenými zo skúšobných vzoriek.

Tab. 11 Kombinácia nedeštruktívneho a deštruktívneho skúšania

Identifikácia miesta				Odraz	Nezaručená pevnosť		Koef.	Pevnosť upresnená podľa vývrtov		Pevnosť betónu na vývrtoch		
Označ.	Popis	Karbón.	Smer	Φ	Φ R _{be}	R _{bei}	α	R _b	Φ α	Vrt	f _c	ρ
[-]	[-]	[mm]	[-]	[R]	[MPa]	[MPa]	[-]	[MPa]	[-]	[-]	[MPa]	[kg.m ⁻³]
S1	trám	-	→	48,5	58,8	52,9		32,7	0,62			
S2	priečnik	-	→	54,5	71,3	64,2		39,7				
S3	doska	-	↑	54,7	71,7	64,6		39,9				
S4	trám	-	→	52,0	66,0	59,4		36,7				
S5	priečnik	-	→	49,4	60,6	54,6		33,7				
S6	trám	-	→	49,0	59,8	53,8		33,3				
S7	priečnik	-	→	51,3	64,5	58,1		35,9				

Identifikácia miesta				Odraz	Nezaručená pevnosť		Koef.	Pevnosť upresnená podľa vývrtov		Pevnosť betónu na vývrtoch		
Označ.	Popis	Karbón.	Smer	Φ	ΦR_{be}	R_{bei}	α	R_b	$\Phi \alpha$	Vrt	f_c	ρ
[-]	[-]	[mm]	[-]	[R]	[MPa]	[MPa]	[-]	[MPa]	[-]	[-]	[MPa]	[kg.m ⁻³]
S10	doska	-	↑	44,5	50,9	45,8		28,3				
S11	priečnik	-	→	47,0	55,8	50,2	0,53	31,0		V4	26,7	2180
S12	trám	-	→	50,0	61,9	55,7	0,51	34,4		V5	28,5	2210
S13	doska	-	↑	45,5	52,9	47,6		29,4				
S14	doska	-	↑	51,0	63,9	57,5		35,6				
S15	trám	-	→	46,0	53,8	48,5		29,9				
S16	priečnik	-	→	52,3	66,6	60,0		37,1				
S17	priečnik	-	→	51,4	64,8	58,3		36,0				
S18	trám	-	→	45,2	52,3	47,0		29,1				
S19	doska	-	↑	51,5	65,0	58,5		36,1				
S20	trám	-	→	50,5	62,9	56,6	0,77	35,0		V1	43,8	2240
S21	priečnik	-	→	45,6	53,1	47,7	0,68	29,5		V2	32,5	2190
S22	trám	-	→	52,8	67,7	60,9	0,59	37,6		V3	36,0	2240
S23	doska	-	↑	54,1	70,4	63,4		39,2				

Vyhodnotenie triedy betónu na základe nedeštruktívneho a deštruktívneho skúšania je uvedené v tab. 12. Vyhodnotenie betónu bolo uskutočnené v zmysle normy STN EN 13791, 01/2012.

Tab. 12 Vyhodnotenie triedy betónu spolu s posúdením rovnorodosti – nosná konštrukcia

Priemerná pevnosť betónu v tlaku	$f_{m(n),is}$	34,3	[MPa]		
Najmenšia zistená pevnosť betónu	$f_{is,min}$	28,3	[MPa]		
Smerodajná odchýlka	s	3,54	[-]		
Charakteristická pevnosť betónu v tlaku	$f_{ck,is,1}$	29,1	[MPa]		
	$f_{ck,is,2}$	32,3	[MPa]		
	$f_{ck,is}$	29,1	[MPa]		
Vyhodnotenie betónu					
Trieda betónu (STN EN 206+A1: 2017)	C 25/30				
Trieda betónu (STN 73 2001: 1970, STN 73 6206: 1971)	(približne B 330)				
Trieda betónu (STN 73 1201: 1986, STN 73 2400: 1986)	B 30				
Posúdenie rovnorodosti betónu					
Kritérium rovnorodosti pre betón	=>	B 30	=>	14	[%]
Variačný koeficient z nedeštruktívneho skúšania	V_{bei}		10	[%]	
Na základe nedeštruktívneho skúšania je betón (STN 73 2011: 1981)	Rovnorodý				

5.4.3 Modul pružnosti betónu

Výsledky nedeštruktívneho skúšania modulu pružnosti pre skúšobné vzorky na základe ultrazvukového protiahlého prezvučovania sú uvedené v tab. 13.

Tab. 13 Prehľad dosiahnutých výsledkov modulu pružnosti na vzorkách

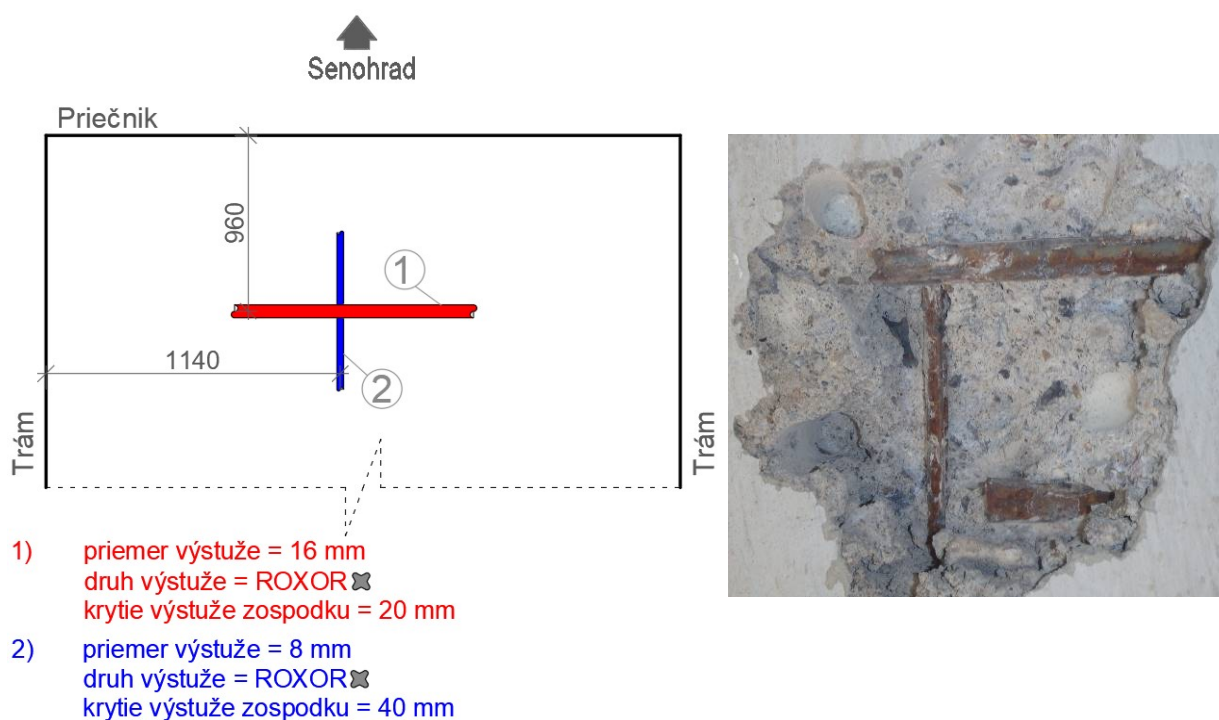
Označenie vzorky	Čas prechodu	Rýchlosť prechodu	Výška vzorky	Priemer vzorky	Plocha vzorky	Hmotnosť vzorky	Obj. hmotnosť vzorky	Dyn. modul pružnosti	Modul pružnosti
	T_{uz}	v_L	L	d	A	m	ρ	E_{bu}	E_b
[-]	[μs]	[$m.s^{-1}$]	[mm]	[mm]	[mm^2]	[kg]	[$kg.m^{-3}$]	[MPa]	[MPa]
V1	22,5	4408	99,17	99,54	7781,89	1,73	2242	36948	29928
V2	23,9	4149	99,16	99,31	7745,97	1,68	2187	31944	25874
V3	23,9	4164	99,52	99,02	7700,80	1,72	2242	32977	26712
V4	24,9	3977	99,02	99,36	7753,77	1,68	2184	29306	23738
V5	22,8	4347	99,12	99,33	7749,09	1,70	2215	35510	28763

Výpočet hodnôt dynamického modulu pružnosti pre betón bol realizovaný z nameranej rýchlosti prechodu ultrazvukovej vlny cez betón skúšobných vzoriek v zmysle normy STN 73 1371 [9].

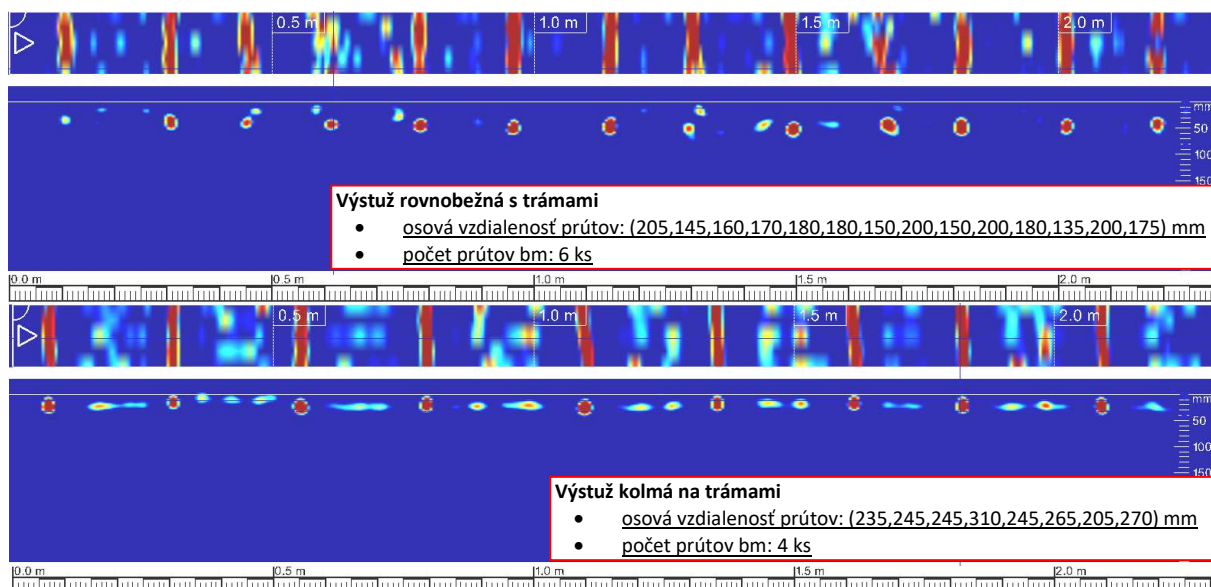
Výsledná prepočítaná priemerná hodnota modulu pružnosti betónu upravená o zmenšovací súčiniteľ zohľadňujúci triedu pevnosti betónu: $E_b = 27,00 \text{ GPa}$. Hodnota zmenšovacieho súčiniteľa na prepočet dynamického modulu na modul pružnosti bola 0,81. Táto hodnota bola stanovená v zmysle STN 73 2011 [10] pre triedu betónu B 30, táto pevnostná trieda odpovedá podľa normy STN EN 206+A1 [11] pevnostnej triede betónu C 25/30.

5.4.4 Parametre výstuže

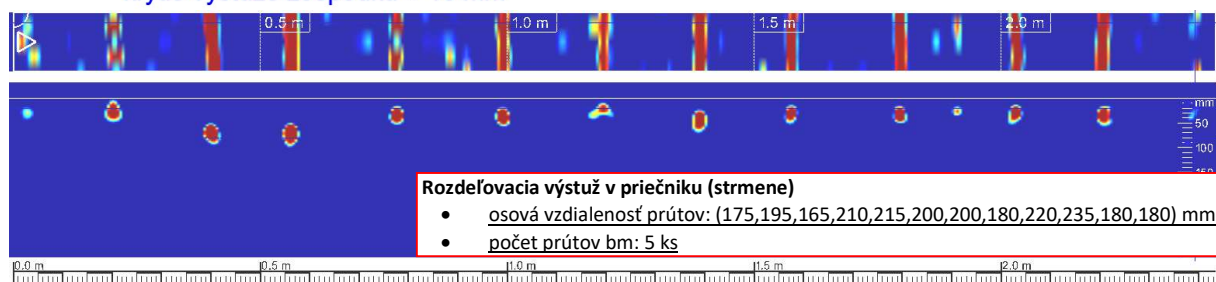
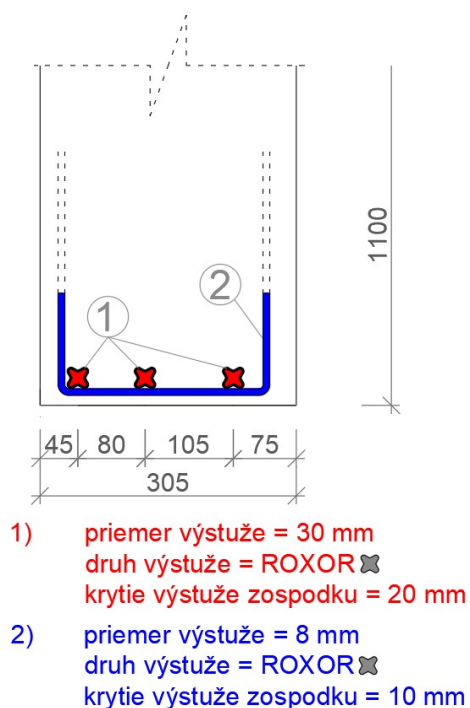
Poloha a počet výstužných prvkov na spodnej strane nosnej konštrukcie mostného objektu na základe nedeštruktívneho a deštruktívneho určovania parametrov výstuže sú zobrazené na obr.37 až 45.



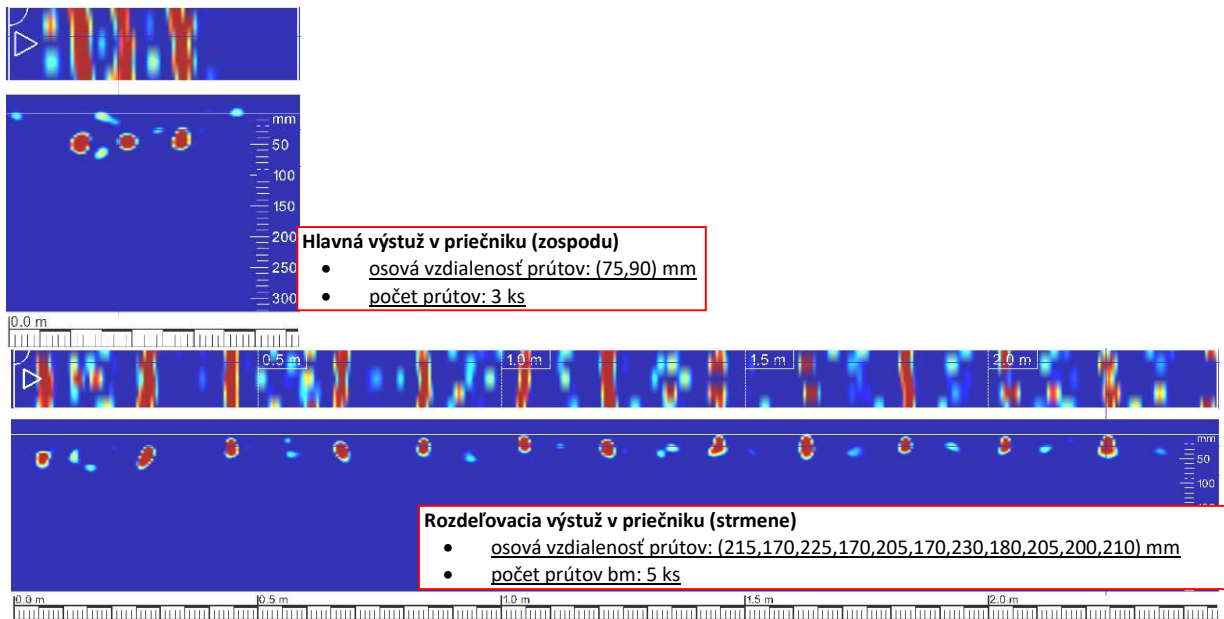
Obr. 37 Vystuženie dosky



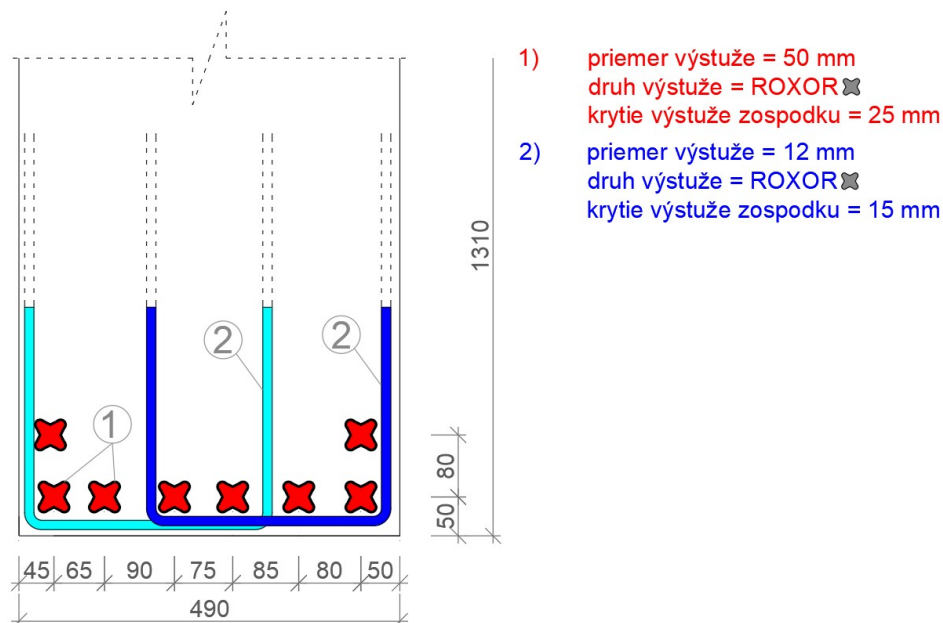
Obr. 38 Výstuženie dosky v mieste výseku



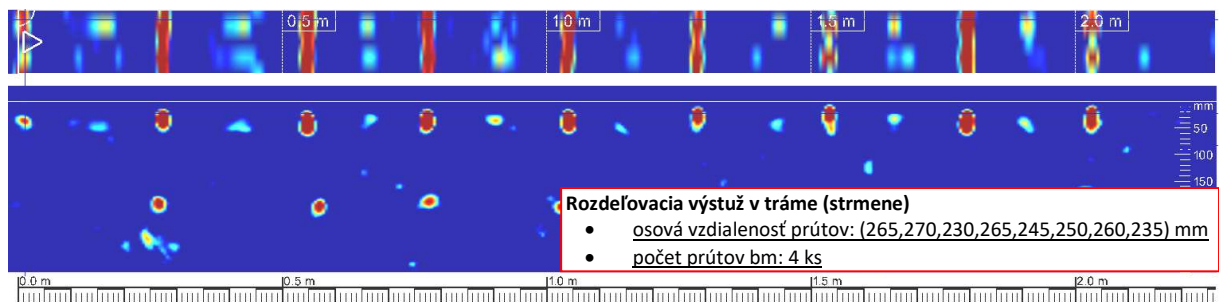
Obr. 39 Výstuženie vnútorného priečnika



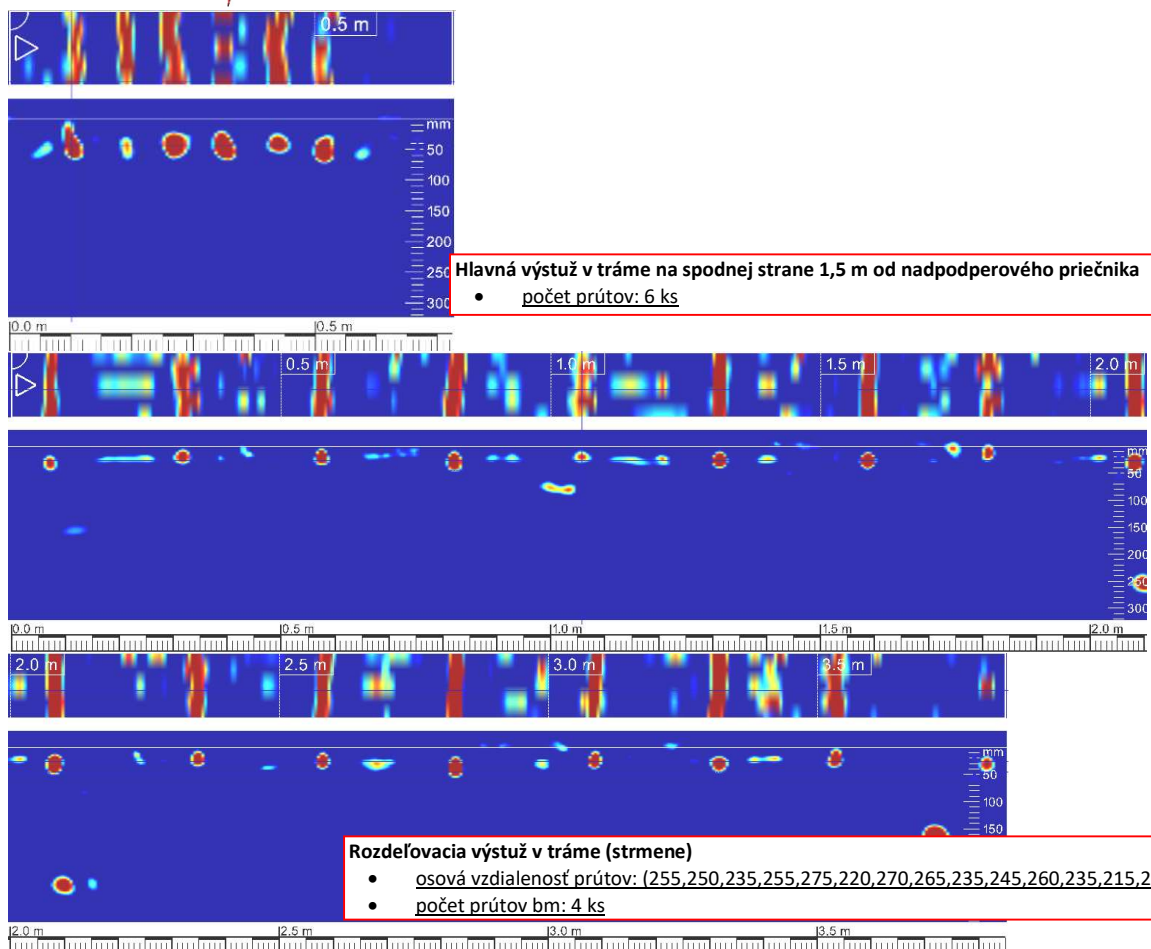
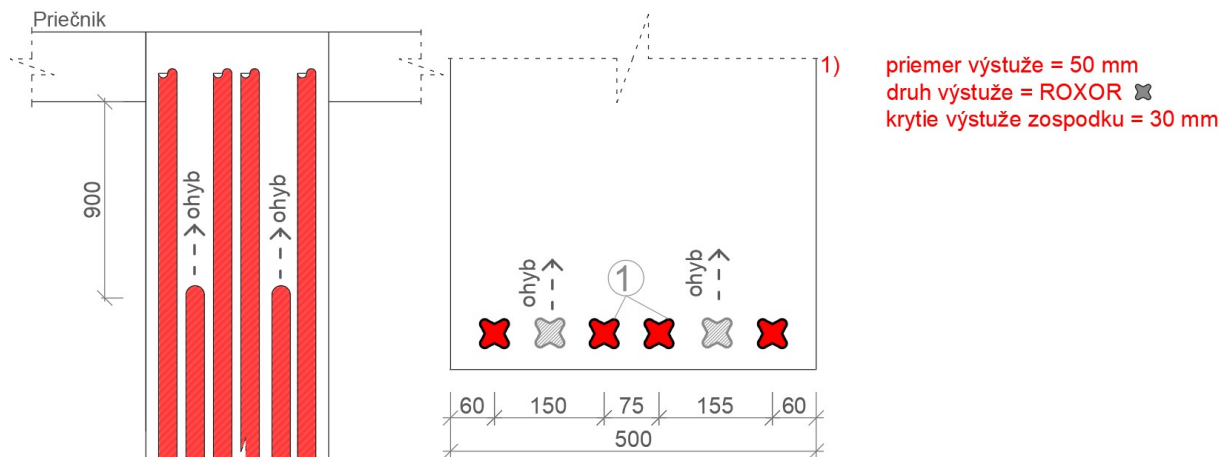
Obr. 40 Vystuženie nadpodperového priečnika



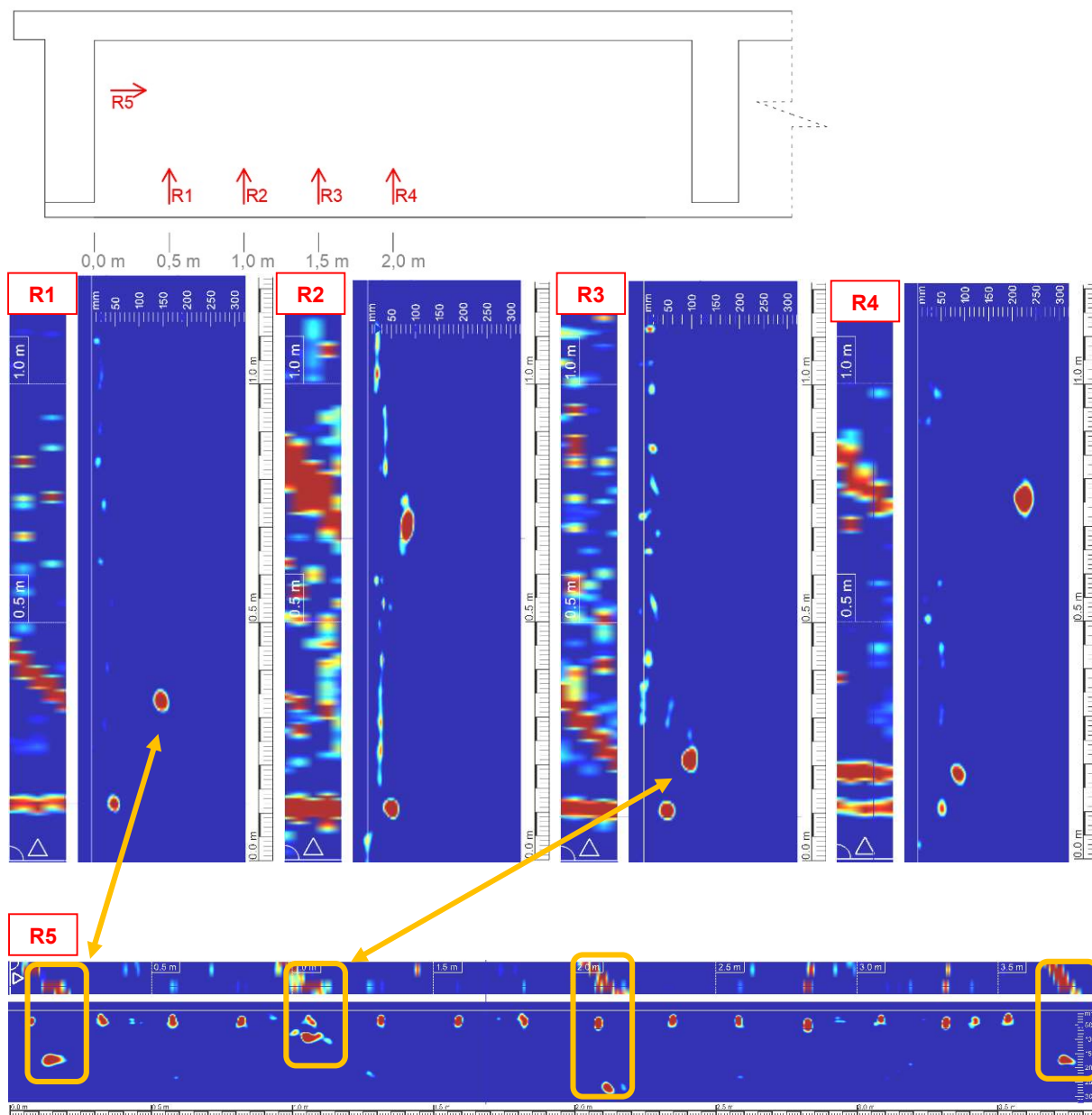
Obr. 41 Vystuženie trámu v strede rozpätia



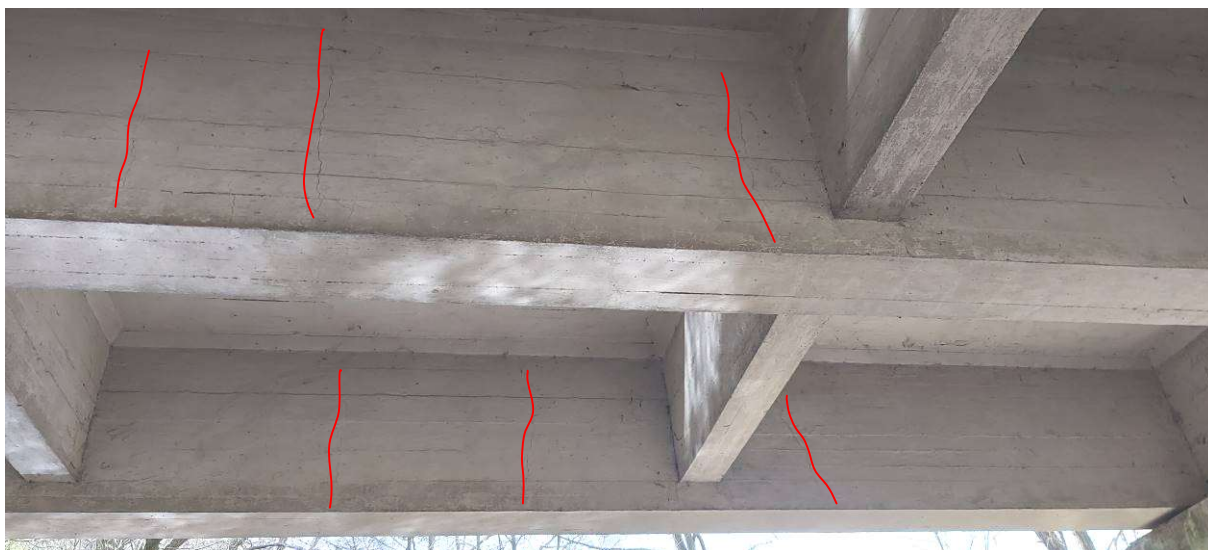
Obr. 42 Vystuženie trámu v strede rozpätia



Obr. 43 Vystuženie trámu pri opore Devičie



Obr. 44 Ohybová výstuž v tráme pri opore Devičie

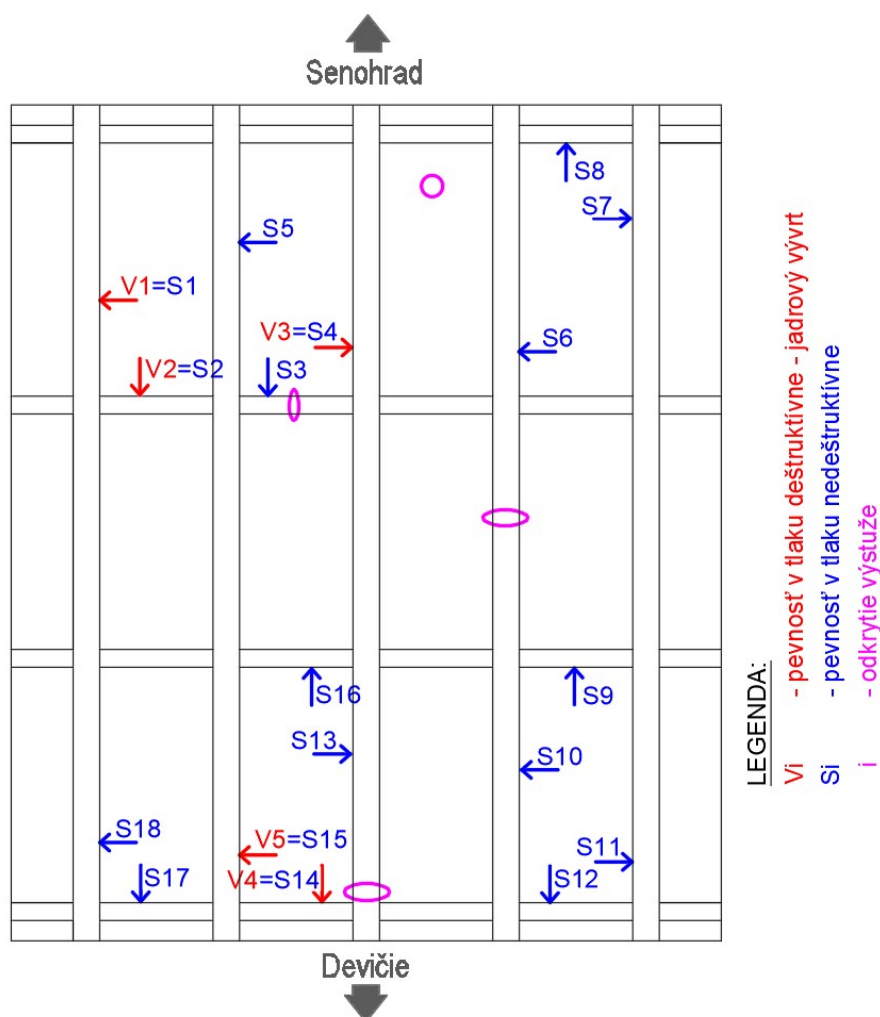


Obr. 45 Trhliny v trámoch a priechnikoch

5.5 Most cez Čekovský potok v obci Bzovík (526-005)

Na mostnom objekte 526-005 bola v rámci diagnostických prác zisťovaná pevnosť betónu a spôsob vystuženia nosnej konštrukcie spolu s modulom pružnosti betónu nosnej konštrukcie.

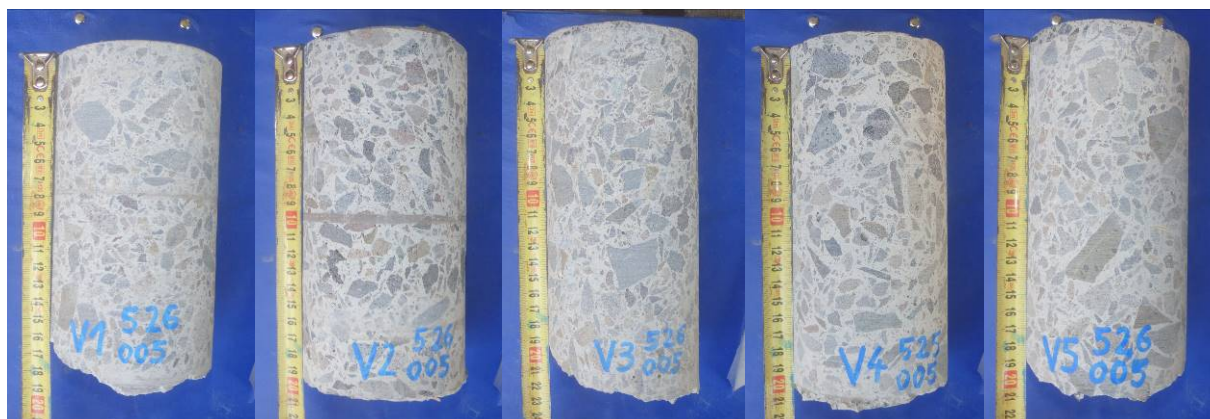
5.5.1 Rozmiestnenie meracích miest



Obr. 46 Schematické rozmiestnenie skúšobných miest

5.5.2 Pevnosť betónu v tlaku

Z nosnej konštrukcie mostného objektu bolo odobratý 5 ks jadrových vývrtov. Prehľad pevností betónu zo skúšobných vzoriek z vývrtov je uvedený v tab. 14. Odoberaté jadrové vývrty sú zobrazené na obr. 47.



Obr. 47 Odobraté jadrové vývrty – nosná konštrukcia

Tab. 14 Vývrty/vzorky betónu nosná konštrukcia – geometria a výsledky skúšok pevnosti betónu v tlaku

Označenie vzorky	Umiestnenie v konštrukcii	Priemer vzorky	Dĺžka vzorky	Objem vzorky	Hmotnosť	Objemová hmotnosť	Tlačená plocha	Sila pri porušení	Pevnosť v tlaku
		d	h	V	m	D	A _c	F	f _c
[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm ³]	[g]	[kgm ⁻³]	[mm ²]	[kN]	[MPa]
V1	NK	99,6	99,3	774296	1591	2050	7796	197	25,3
V2	NK	99,7	99,7	777960	1587	2040	7805	132	16,9
V3	NK	99,3	99,3	769640	1624	2110	7748	176	22,7
V4	NK	99,5	99,0	769013	1536	2000	7771	128	16,5
V5	NK	99,4	98,9	768083	1611	2100	7766	169	21,8

Na nosnej konštrukcii bolo vykonané aj nedeštruktívne skúšanie pevnosti betónu v tlaku. Skúšanie Schmidovým tvrdomerom na nosnej konštrukcii mostu bolo realizované na 18 skúšobných miestach. Vyhodnotenie výsledkov meraní tvrdomerom je uvedené v tab. 15 spolu s pevnosťami stanovenými zo skúšobných vzoriek.

Tab. 15 Kombinácia nedeštruktívneho a deštruktívneho skúšania

Identifikácia miesta				Odraz	Nezaručená pevnosť		Koef.	Pevnosť upresnená podľa vývrtov		Pevnosť betónu na vývrtoch		
Označ.	Popis	Karbón.	Smer	Φ	Φ R _{be}	R _{bei}	α	R _b	Φ α	Vrt	f _c	ρ
[-]	[-]	[mm]	[-]	[R]	[MPa]	[MPa]	[-]	[MPa]	[-]	[-]	[MPa]	[kgm ⁻³]
S1	trám	-	→	44,6	51,1	46,0	0,55	22,0	0,48	V1	25,3	2050
S2	priečník	-	→	43,7	49,4	44,4	0,38	21,2		V2	16,9	2040
S3	priečník	-	→	40,5	43,4	39,0		18,6				
S4	trám	-	→	44,2	50,3	45,3	0,50	21,6		V3	22,7	2110
S5	trám	-	→	44,6	51,1	46,0		22,0				
S6	trám	-	→	43,4	48,8	43,9		21,0				
S7	trám	-	→	45,1	52,1	46,9		22,4				
S8	priečník	-	→	43,9	49,8	44,8		21,4				
S9	priečník	-	→	42,2	46,5	41,9		20,0				
S10	trám	-	→	44,2	50,3	45,3		21,6				
S11	trám	-	→	47,1	56,0	50,4		24,1				
S12	priečník	-	→	41,1	44,5	40,0		19,1				

Identifikácia miesta				Odraz	Nezaručená pevnosť		Koef.	Pevnosť upresnená podľa vývrtov		Pevnosť betónu na vývrtoch		
Označ.	Popis	Karbón.	Smer	Φ	ΦR_{be}	R_{bei}	α	R_b	$\Phi \alpha$	Vrt	f_c	ρ
[-]	[-]	[mm]	[-]	[R]	[MPa]	[MPa]	[-]	[MPa]	[-]	[-]	[MPa]	[kgm ⁻³]
S13	trám	-	→	42,2	46,5	41,9		20,0				
S14	priečnik	-	→	38,7	40,1	36,1	0,46	17,2		V4	16,5	2000
S15	trám	-	→	43,1	48,2	43,4	0,50	20,7		V5	21,8	2100
S16	priečnik	-	→	41,2	44,7	40,2		19,2				
S17	priečnik	-	→	44,0	49,9	45,0		21,5				
S18	trám	-	→	44,1	50,1	45,1		21,6				

Vyhodnotenie triedy betónu na základe nedeštruktívneho a deštruktívneho skúšania je uvedené v tab. 16. Vyhodnotenie betónu bolo uskutočnené v zmysle normy STN EN 13791, 01/2012.

Tab. 16 Vyhodnotenie triedy betónu spolu s posúdením rovnorodosti – nosná konštrukcia

Priemerná pevnosť betónu v tlaku	$f_{m(n),is}$	20,9	[MPa]		
Najmenšia zistená pevnosť betónu	$f_{is,min}$	17,2	[MPa]		
Smerodajná odchýlka	s	1,55	[-]		
Charakteristická pevnosť betónu v tlaku	$f_{ck,is,1}$	18,6	[MPa]		
	$f_{ck,is,2}$	21,2	[MPa]		
	$f_{ck,is}$	18,6	[MPa]		
Vyhodnotenie betónu					
Trieda betónu (STN EN 206+A1: 2017)		C 16/20			
Trieda betónu (STN 73 2001: 1970, STN 73 6206: 1971)		B 250			
Trieda betónu (STN 73 1201: 1986, STN 73 2400: 1986)		B 20			
Posúdenie rovnorodosti betónu					
Kritérium rovnorodosti pre betón	=>	B 20	=>	16	[%]
Variačný koeficient z nedeštruktívneho skúšania			V_{bei}	7	[%]
Na základe nedeštruktívneho skúšania je betón (STN 73 2011: 1981)			Rovnorodý		

5.5.3 Modul pružnosti betónu

Výsledky nedeštruktívneho skúšania modulu pružnosti pre skúšobné vzorky na základe ultrazvukového protiľahlého prezvučovania sú uvedené v tab. 17.

Tab. 17 Prehľad dosiahnutých výsledkov modulu pružnosti na vzorkách

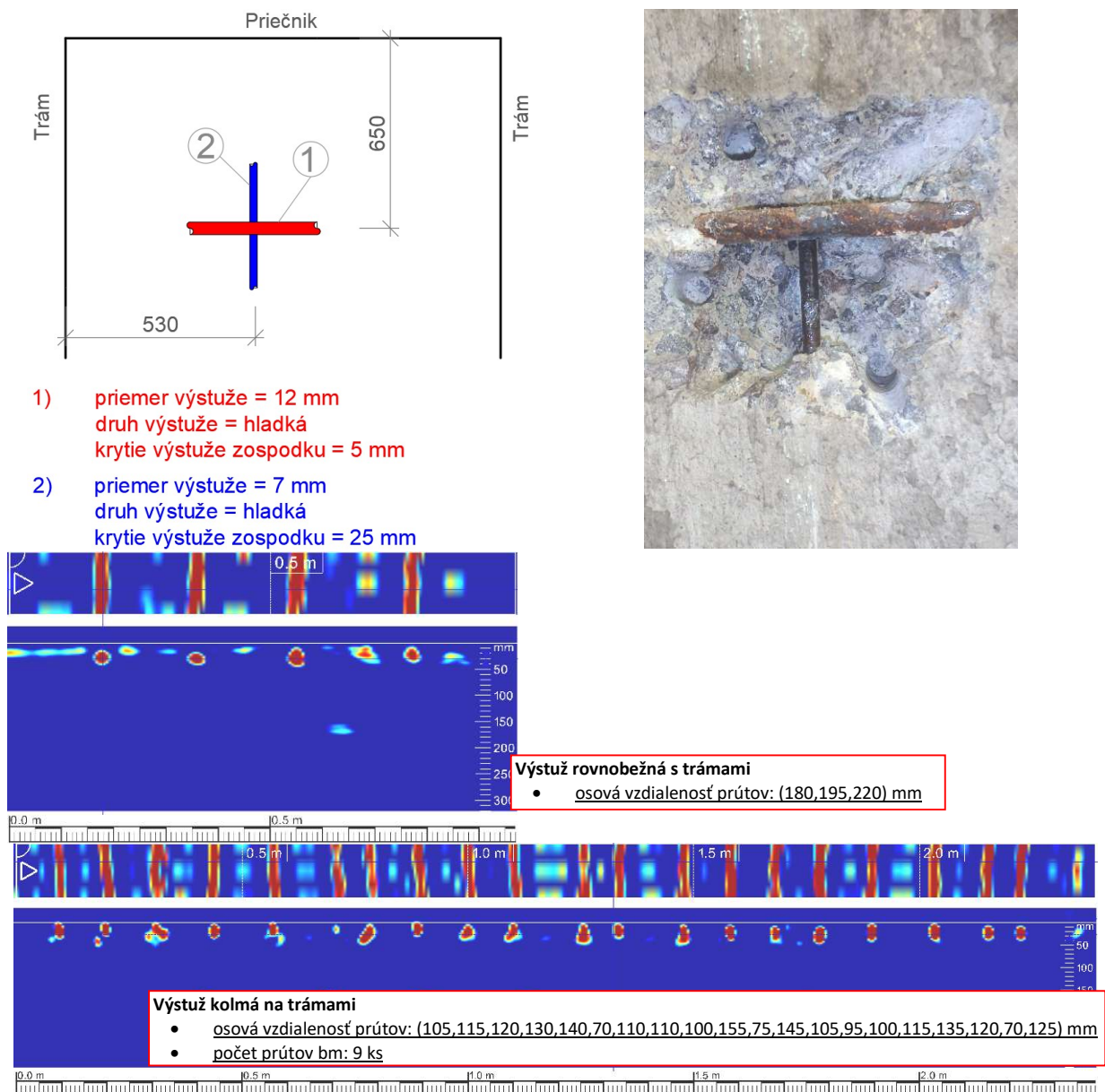
Označenie vzorky	Čas prechodu	Rýchlosť prechodu	Výška vzorky	Priemer vzorky	Plocha vzorky	Hmotnosť vzorky	Obj. hmotnosť vzorky	Dyn. modul pružnosti	Modul pružnosti
	T_{uz}	v_L	L	d	A	m	ρ	E_{bu}	E_b
[-]	[μs]	[m.s ⁻¹]	[mm]	[mm]	[mm ²]	[kg]	[kg.m ⁻³]	[MPa]	[MPa]
V1	27,2	3651	99,32	99,63	7795,97	1,59	2055	23244	17665
V2	26,6	3747	99,67	99,69	7805,36	1,59	2040	24299	18468
V3	27,5	3612	99,34	99,32	7747,53	1,62	2110	23361	17754
V4	27,0	3665	98,96	99,47	7770,95	1,54	1997	22765	17301
V5	27,4	3609	98,90	99,44	7766,26	1,61	2097	23184	17620

Výpočet hodnôt dynamického modulu pružnosti pre betón bol realizovaný z nameranej rýchlosti prechodu ultrazvukovej vlny cez betón skúšobných vzoriek v zmysle normy STN 73 1371 [9].

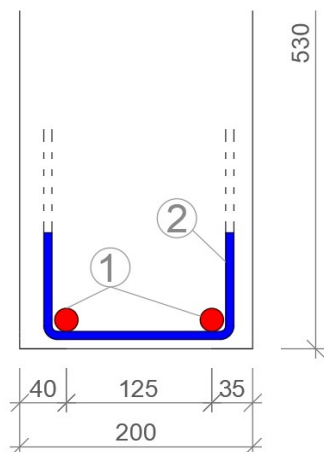
Výsledná prepočítaná priemerná hodnota modulu pružnosti betónu upravená o zmenšovací súčiniteľ zohľadňujúci triedu pevnosti betónu: $E_b = 17,76 \text{ GPa}$. Hodnota zmenšovacieho súčiniteľa na prepočet dynamického modulu na modul pružnosti bola 0,76. Táto hodnota bola stanovená v zmysle STN 73 2011 [10] pre triedu betónu B 20, táto pevnostná trieda odpovedá podľa normy STN EN 206+A1 [11] pevnostnej triede betónu C 16/20.

5.5.4 Parametre výstuže

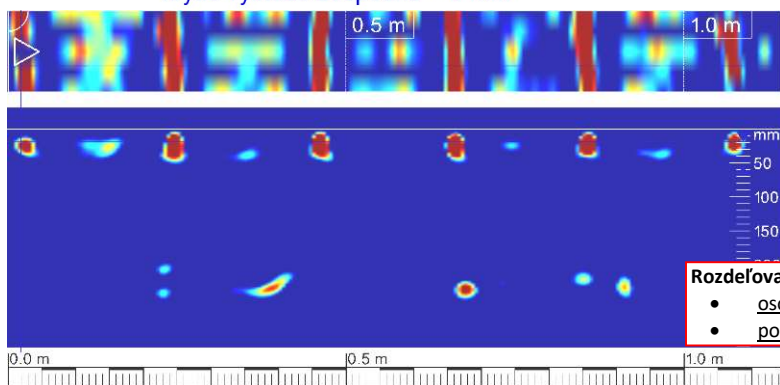
Poloha a počet výstužných prvkov na spodnej strane nosnej konštrukcie mostného objektu na základe nedeštruktívneho a deštruktívneho určovania parametrov výstuže sú zobrazené na obr.48 až 55.



Obr. 48 Výstuženie dosky v mieste výseku

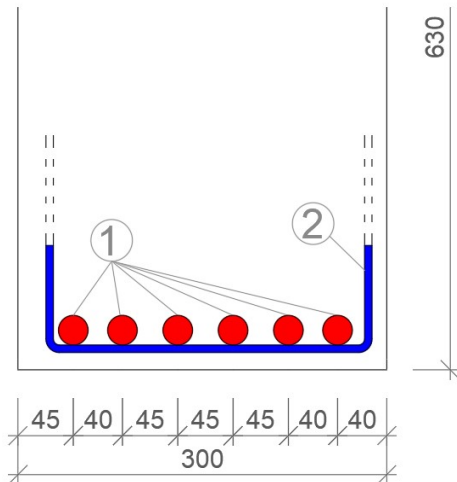


- 1) priemer výstuže = 20 mm
druh výstuže = hladká
krytie výstuže zospodku = 15 mm
- 2) priemer výstuže = 7 mm
druh výstuže = hladká
krytie výstuže zospodku = 5 mm


Rozdeľovacia výstuž v priečniku (strmene)

- osová vzdialenosť prútov: (220,215,200,195,215) mm
- počet prútov bm: 5 ks

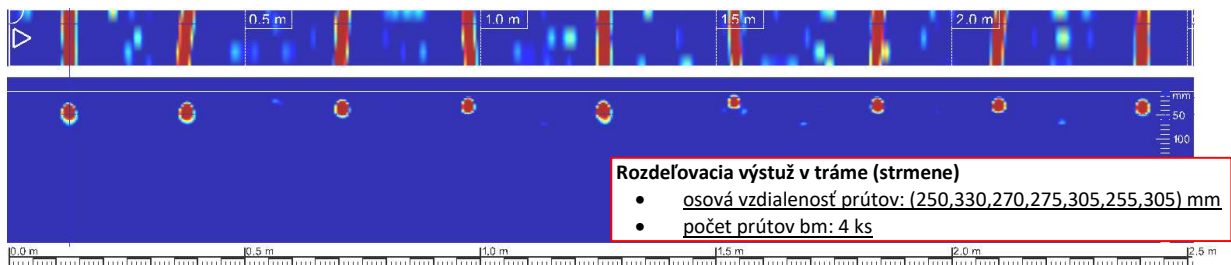
Obr. 49 Vystuženie vnútorného priečnika



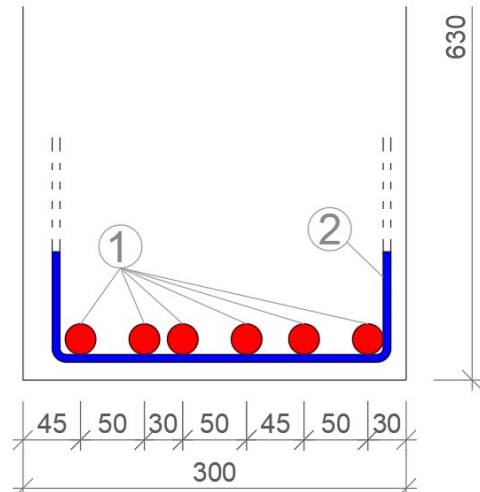
- 1) priemer výstuže = 24 mm
druh výstuže = hladká
krytie výstuže zospodku = 20 mm
- 2) druh výstuže = "pásovina"
rozmer výstuže = 20x6 mm
krytie výstuže zospodku = 5 - 10 mm



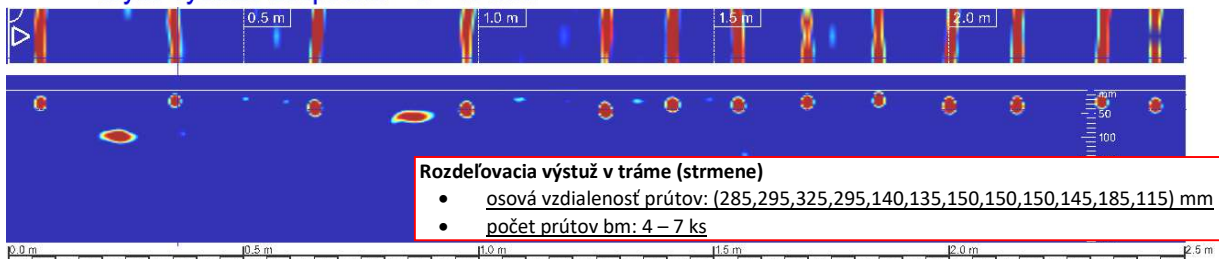
Susedný trám



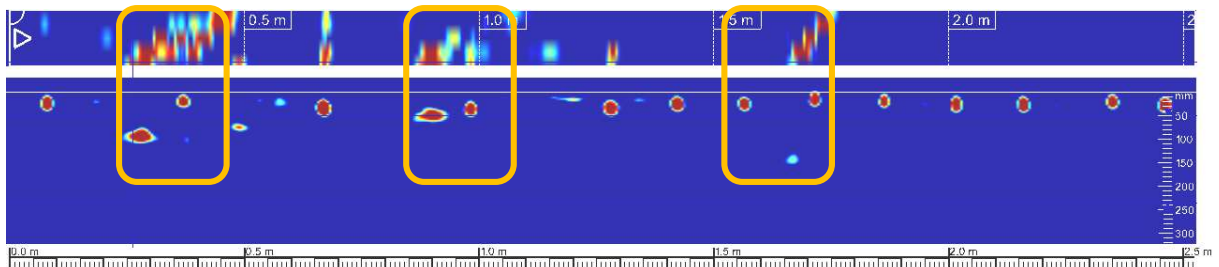
Obr. 50 Vystuženie trámu v strede rozpätia



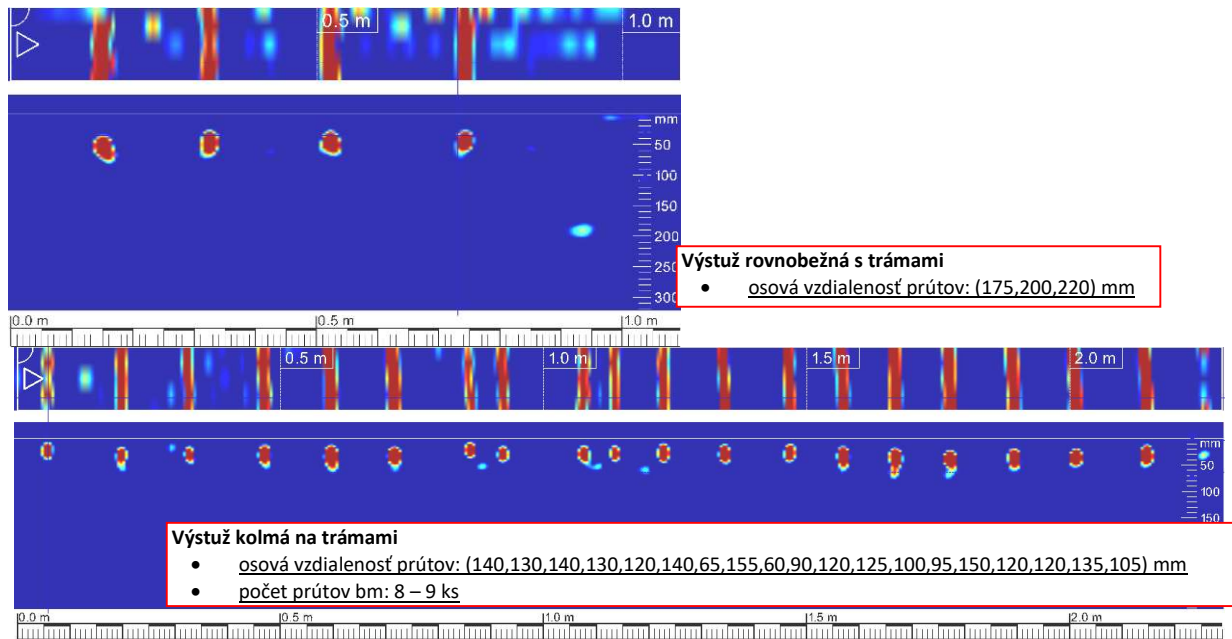
- 1) priemer výstuže = 24 mm
druh výstuže = hladká
krytie výstuže zospodku = 20 mm
- 2) druh výstuže = "pásovina"
rozmer výstuže = 20x6 mm
krytie výstuže zospodku = 5 - 10 mm



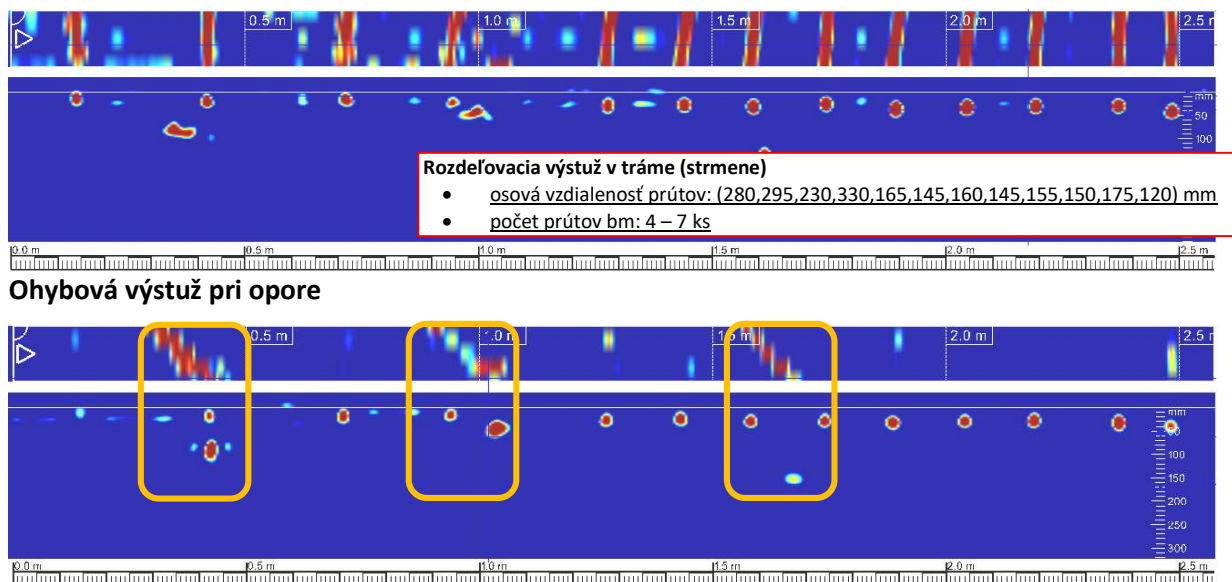
Ohybová výstuž pri opore



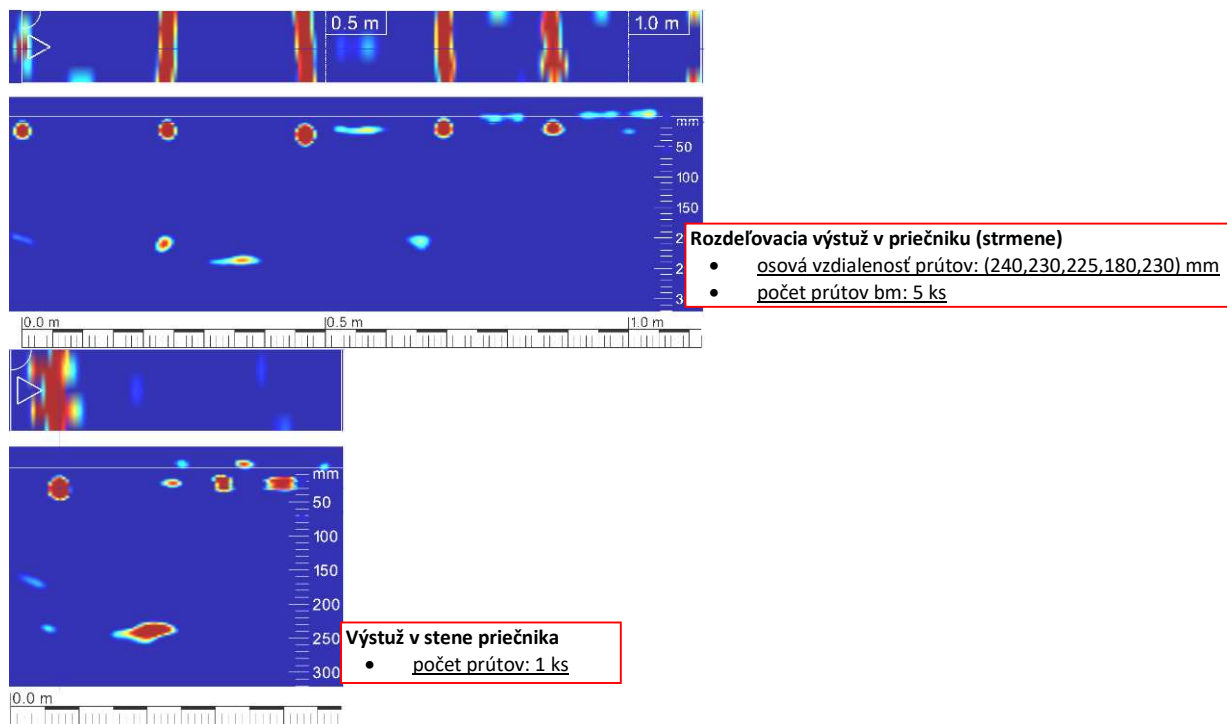
Obr. 51 Vystuženie trámu pri opore Devičie



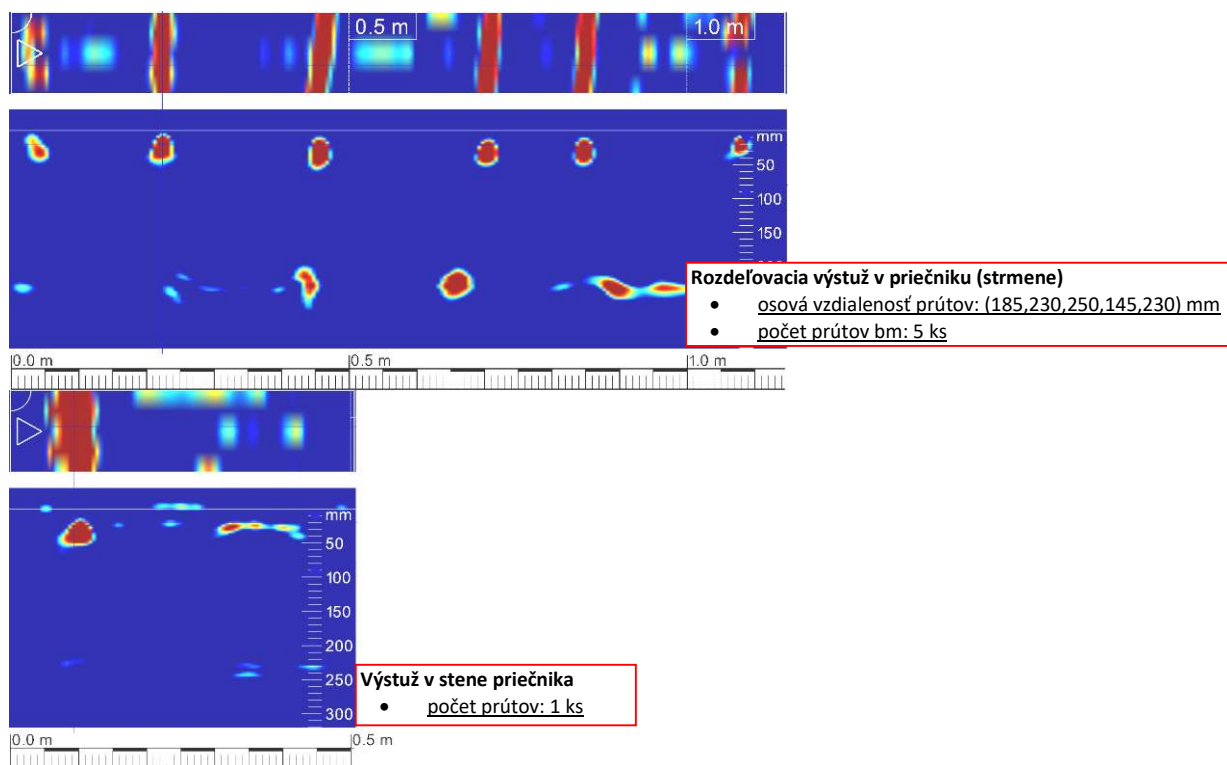
Obr. 52 Vystuženie dosky pri opore Devičie



Obr. 53 Vystuženie trámu pri opore Senohrad



Obr. 54 Vystuženie nadpodperového priečnika

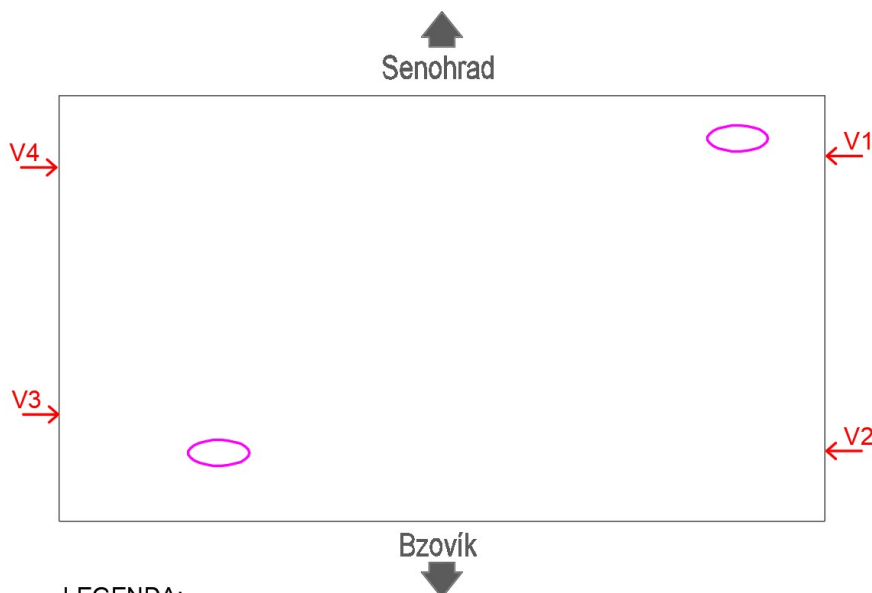


Obr. 55 Vystuženie vnútorného priečnika

5.6 Most cez potok Vrbovčok pred obcou Senohrad (526-007)

Na mostnom objekte 526-007 bola v rámci diagnostických prác zisťovaná pevnosť betónu a spôsob vystuženia nosnej konštrukcie.

5.6.1 Rozmiestnenie meracích miest



LEGENDA:

- Vi** - pevnosť v tlaku deštruktívne - jadrový vývrt
- i** - odkrytie výstuže

Obr. 56 Schematické rozmiestnenie skúšobných miest

5.6.2 Pevnosť betónu v tlaku

Z nosnej konštrukcie mostného objektu boli odobraté 4 ks jadrových vývrtov. Prehľad pevností betónu zo skúšobných vzoriek z vývrtov je uvedený v tab. 18. Odobraté jadrové vývrty sú zobrazené na obr. 57.



Obr. 57 Odobraté jadrové vývrty – nosná konštrukcia

Tab. 18 Vývrty/vzorky betónu nosná konštrukcia – geometria a výsledky skúšok pevnosti betónu v tlaku

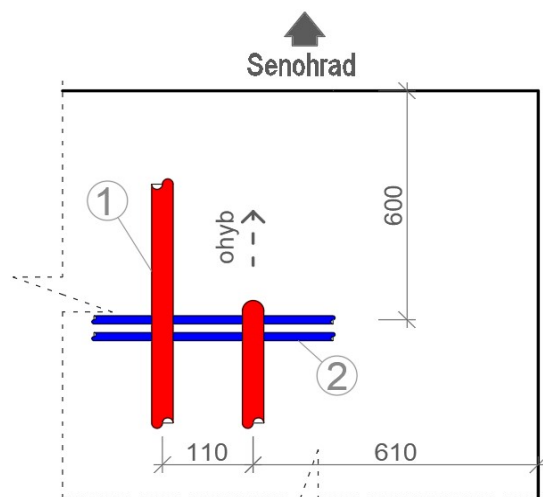
Označenie vzorky	Umiestnenie v konštrukcii	Priemer vzorky	Dĺžka vzorky	Objem vzorky	Hmotnosť	Objemová hmotnosť	Tlačená plocha	Sila pri porušení	Pevnosť v tlaku
		d	h	V	m	D	A _c	F	f _c
[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm ³]	[g]	[kgm ⁻³]	[mm ²]	[kN]	[MPa]
V1	NK	99,1	99,3	766080	1630	2130	7718	281	36,4
V2	NK	99,3	99,3	769330	1651	2150	7746	344	44,4
V3	NK	99,3	99,1	767549	1622	2110	7743	336	43,4
V4	NK	100,0	99,7	782886	1611	2060	7849	293	37,3

Tab. 19 Vyhodnotenie triedy betónu – nosná konštrukcia

Priemerná pevnosť betónu v tlaku	f _{m(n),is}	40,4	[MPa]
Najmenšia zistená pevnosť betónu	f _{is,min}	36,4	[MPa]
Počet platných výsledkov (vzoriek)	n	4	[-]
Súčiniteľ závislý na počtu platných výsledkov	k	7	[-]
Charakteristická pevnosť betónu v tlaku	f _{ck,is,1}	33,4	[MPa]
	f _{ck,is,2}	40,4	[MPa]
	f_{ck,is}	33,4	[MPa]
Vyhodnotenie			
Trieda betónu (STN EN 206+A1:2017)		C 30/37	
Trieda betónu (STN 73 2001:1970, STN 73 6206:1971)		(približne B 400)	
Trieda betónu (STN 73 1201:1986, STN 732400:1986)		(približne B 35)	

5.6.3 Parametre výstuže

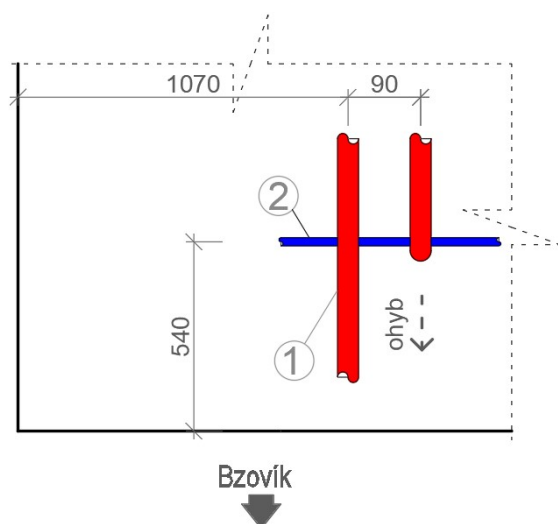
Poloha a počet výstužných prvkov na spodnej strane nosnej konštrukcie mostného objektu na základe nedeštruktívneho a deštruktívneho určovania parametrov výstuže sú zobrazené na obr. 58 až 62.



- 1) priemer výstuže = 26 mm
druh výstuže = hladká
krytie výstuže zospodku = 20 mm
- 2) priemer výstuže = 10 mm
druh výstuže = hladká
krytie výstuže zospodku = 55 mm

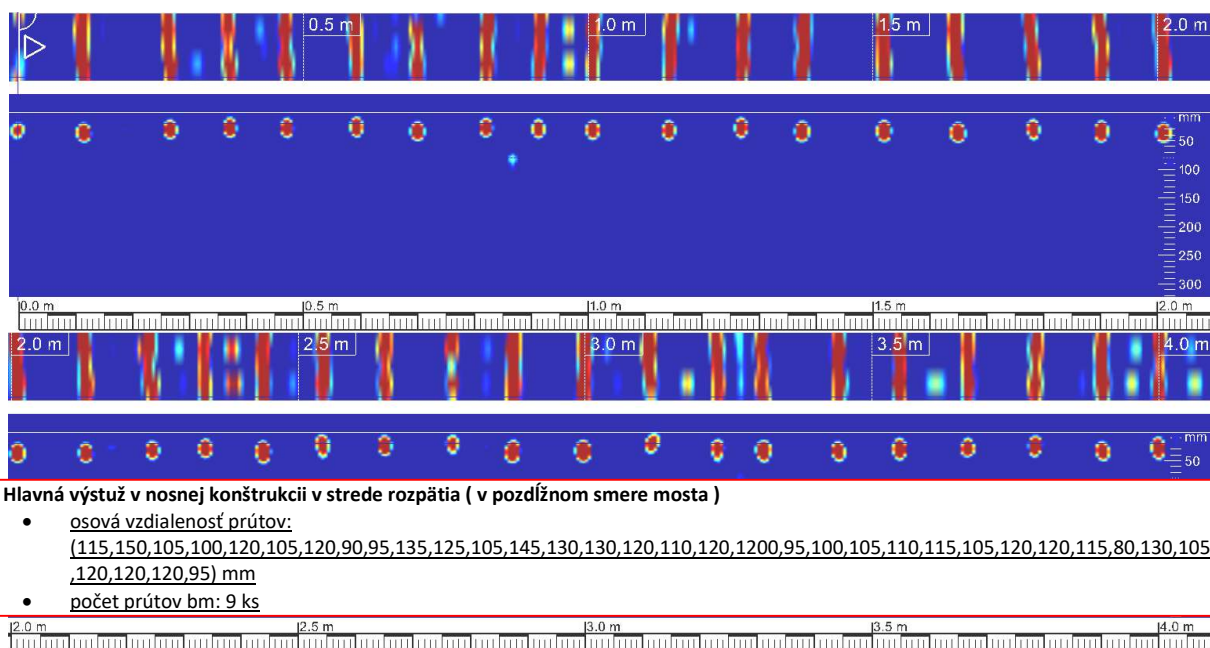


Obr. 58 Výstuženie nosnej konštrukcie

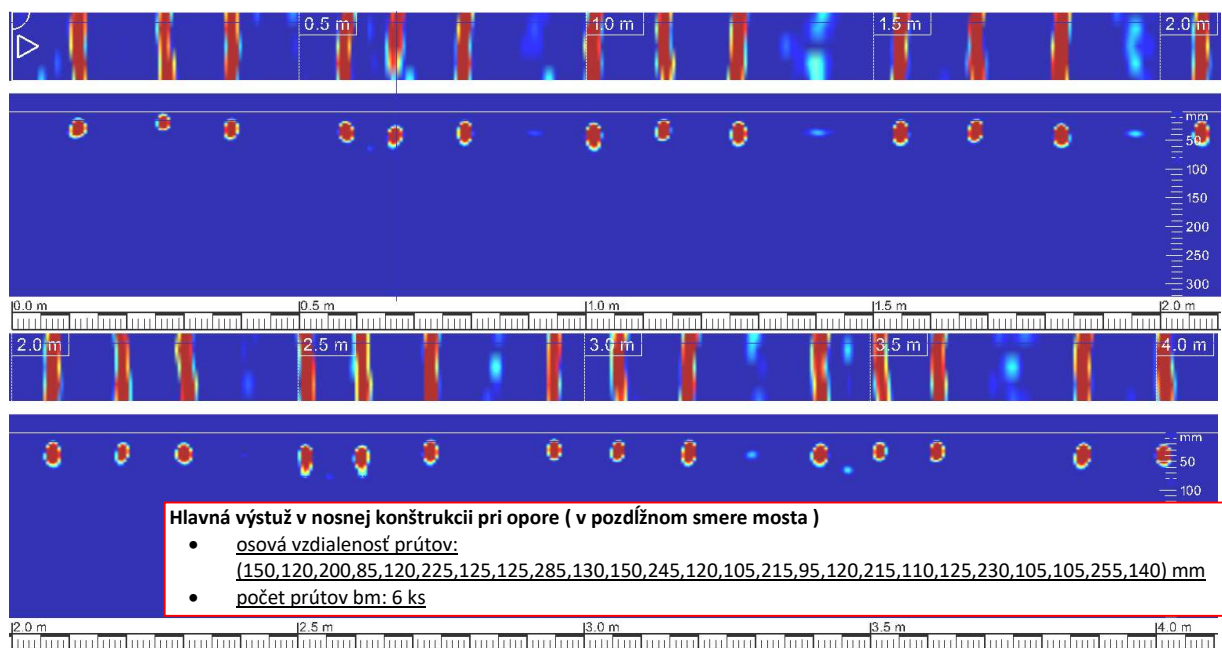


- 1) priemer výstuže = 26 mm
druh výstuže = hladká
krytie výstuže zospodku = 0 - 30 mm
- 2) priemer výstuže = 10 mm
druh výstuže = hladká
krytie výstuže zospodku = 55 mm

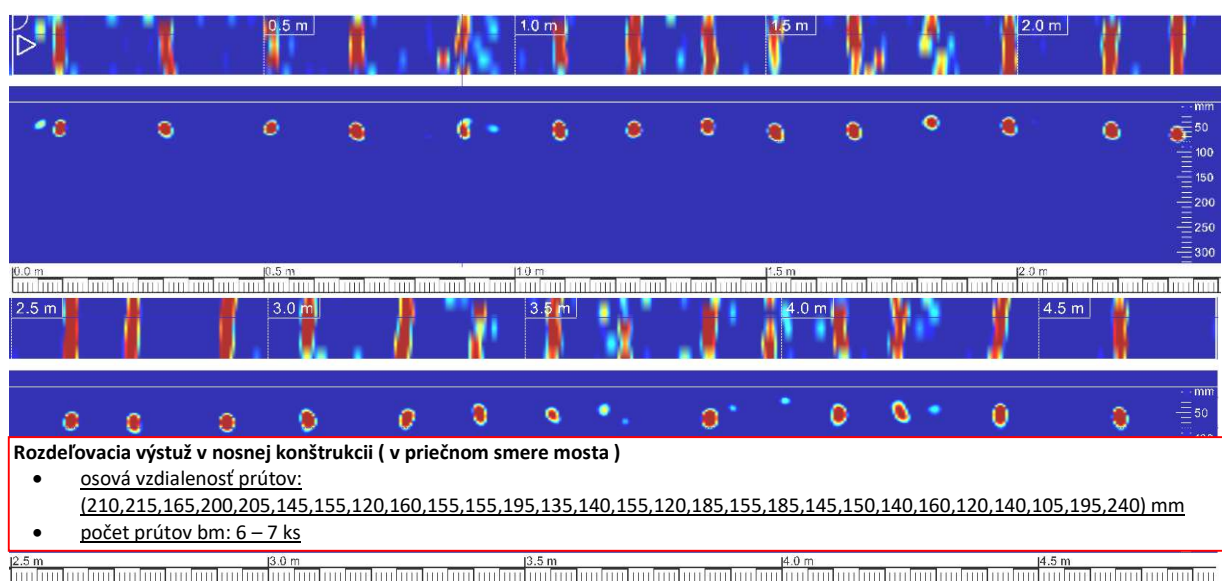
Obr. 59 Vystuženie nosnej konštrukcie



Obr. 60 Hlavná výstuž v nosnej konštrukcii v strede rozpätia



Obr. 61 Hlavná výstuž v nosnej konštrukcii pri opore

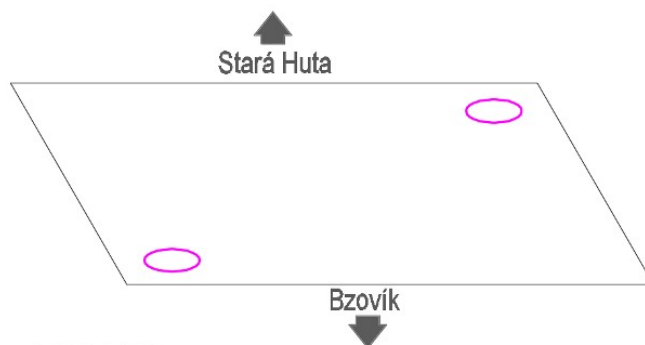


Obr. 62 Rozdeľovacia výstuž v nosnej konštrukcii

5.7 Most cez potok Litavica za obcou Senohrad (526-008)

Na mostnom objekte 526-008 bol v rámci diagnostických prác zisťovaný spôsob vystuženia nosnej konštrukcie.

5.7.1 Rozmiestnenie meracích miest



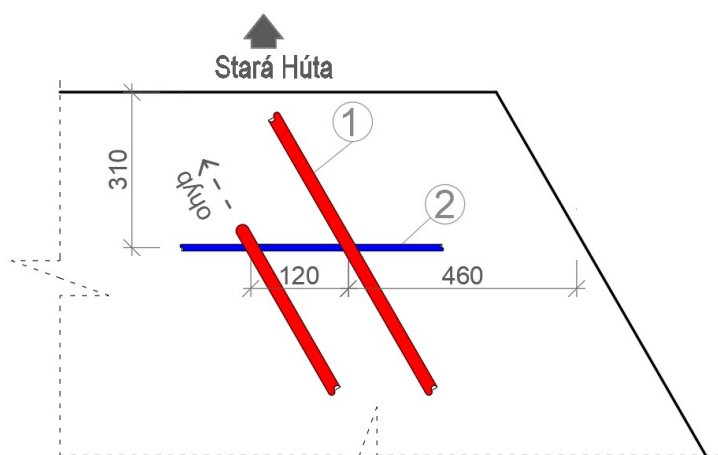
LEGENDA:

Oi - odkrytie výstuže

Obr. 63 Schematické rozmiestnenie skúšobných miest

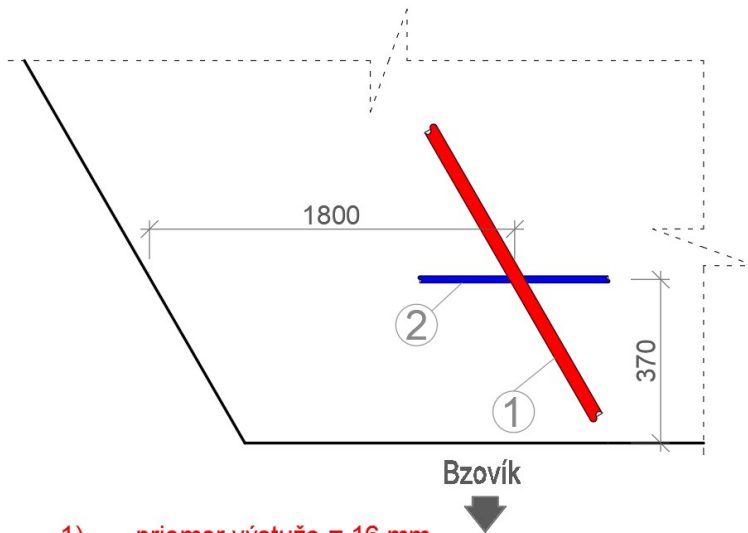
5.7.2 Parametre výstuže

Poloha a počet výstužných prvkov na spodnej strane nosnej konštrukcie mostného objektu na základe nedeštruktívneho a deštruktívneho určovania parametrov výstuže sú zobrazené na obr.64 až 68.



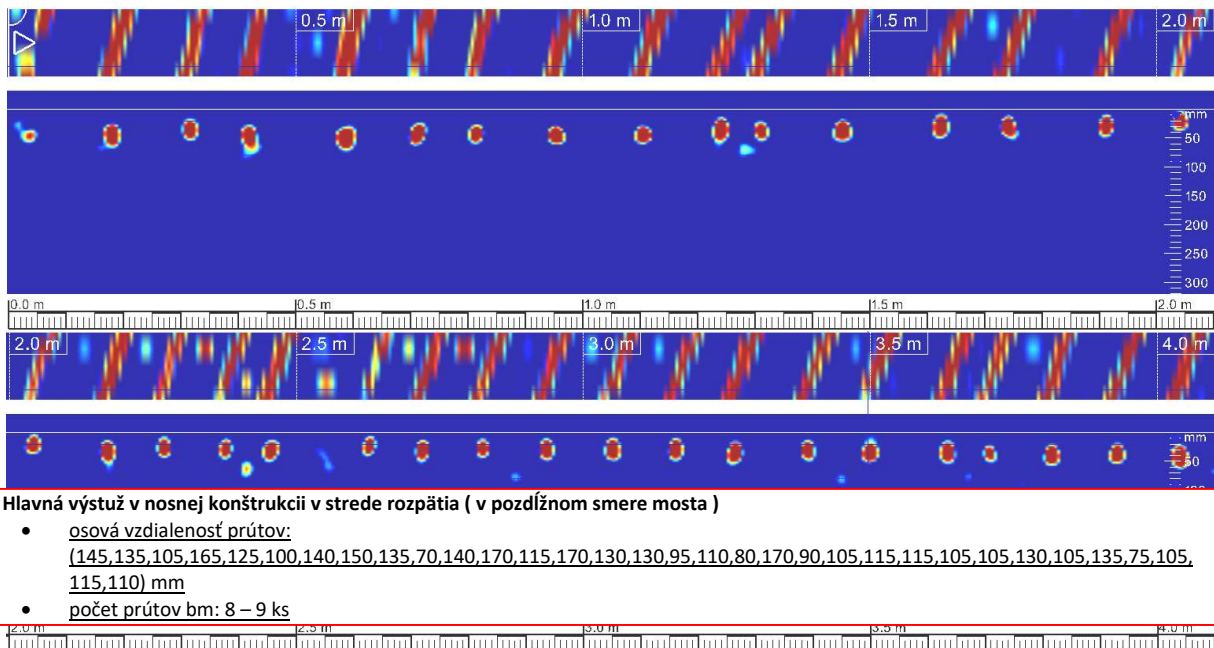
- 1) priemer výstuže = 16 mm
druh výstuže = hladká
krytie výstuže zospodku = 25 - 55 mm
- 2) priemer výstuže = 8 mm
druh výstuže = hladká
krytie výstuže zospodku = 60 - 75 mm

Obr. 64 Vystuženie nosnej konštrukcie

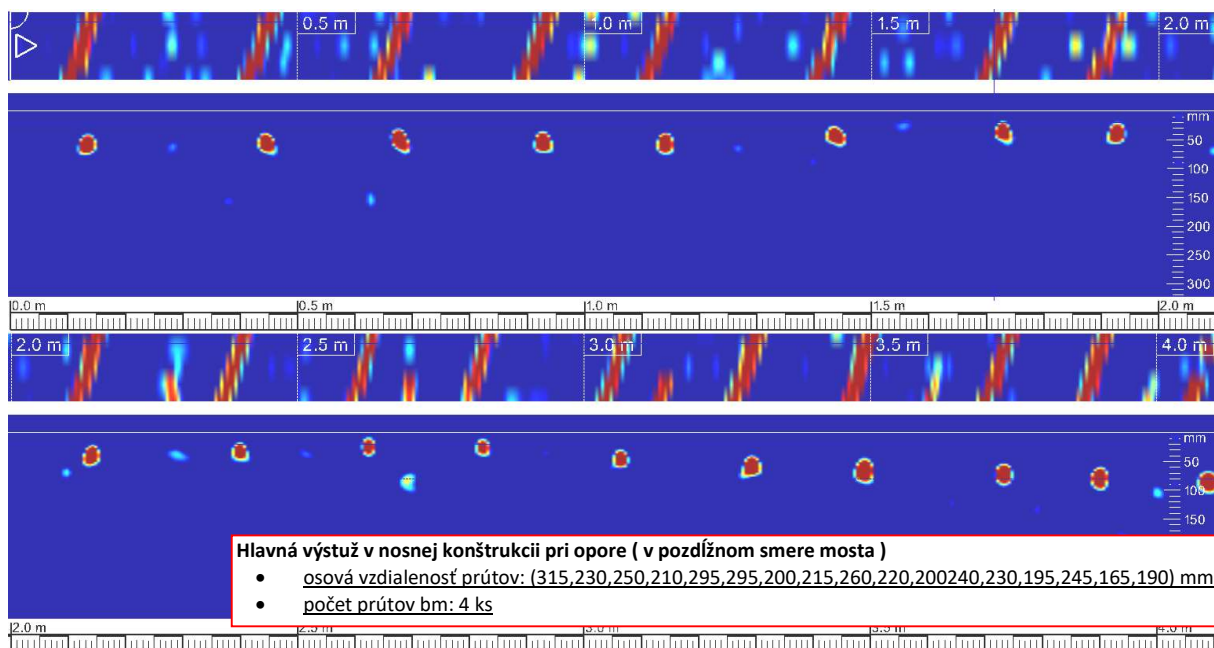


- 1) priemer výstuže = 16 mm
druh výstuže = hladká
krytie výstuže zospodku = 35 mm
- 2) priemer výstuže = 8 mm
druh výstuže = hladká
krytie výstuže zospodku = 50 mm

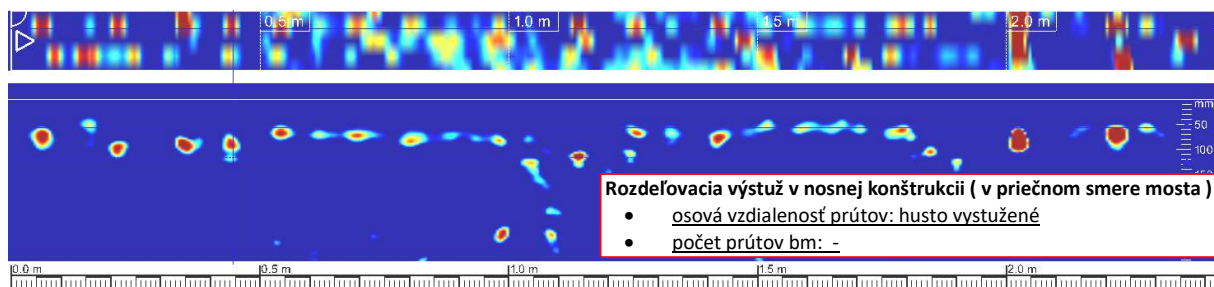
Obr. 65 Vystuženie nosnej konštrukcie



Obr. 66 Hlavná výstuž v nosnej konštrukcii v strede rozpätia



Obr. 67 Hlavná výstuž v nosnej konštrukcii pri opore

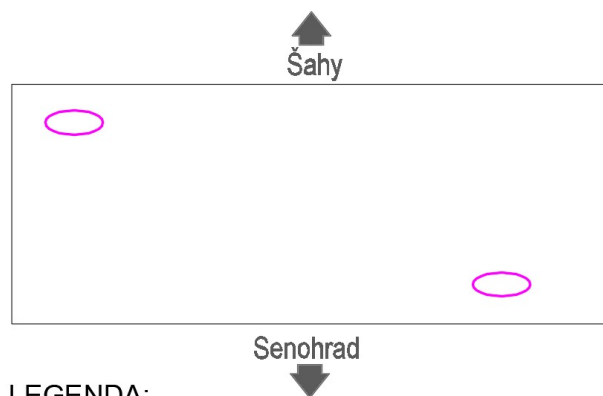


Obr. 68 Rozdeľovacia výstuž v nosnej konštrukcii

5.8 Most cez potok Lúčky pred obcou Senohrad (527-034)

Na mostnom objekte 527-034 bol v rámci diagnostických prác zisťovaný spôsob vystuženia nosnej konštrukcie.

5.8.1 Rozmiestnenie meracích miest



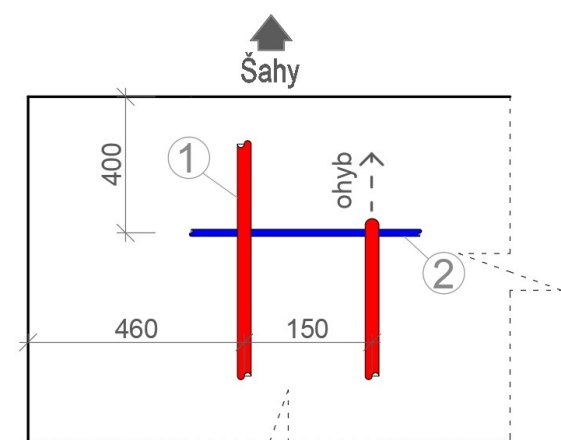
LEGENDA:

Oi - odkrytie výstuže

Obr. 69 Schematické rozmiestnenie skúšobných miest

5.8.2 Parametre výstuže

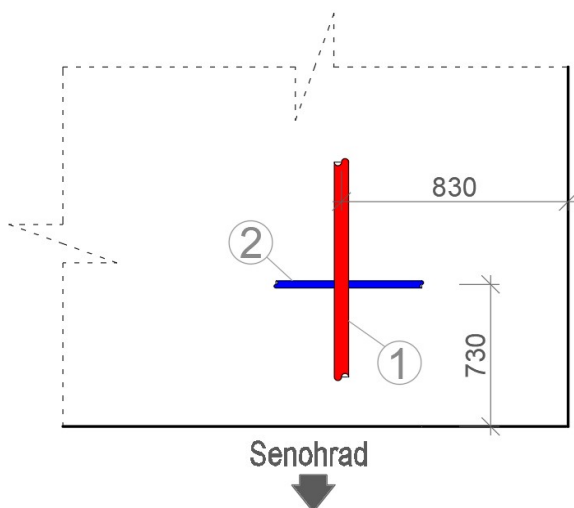
Poloha a počet výstužných prvkov na spodnej strane nosnej konštrukcie mostného objektu na základe nedeštruktívneho a deštruktívneho určovania parametrov výstuže sú zobrazené na obr.70 až 74.



- 1) priemer výstuže = 16 mm
druh výstuže = hladká
krytie výstuže zospodku = 50 - 60 mm
- 2) priemer výstuže = 8 mm
druh výstuže = hladká
krytie výstuže zospodku = 75 mm



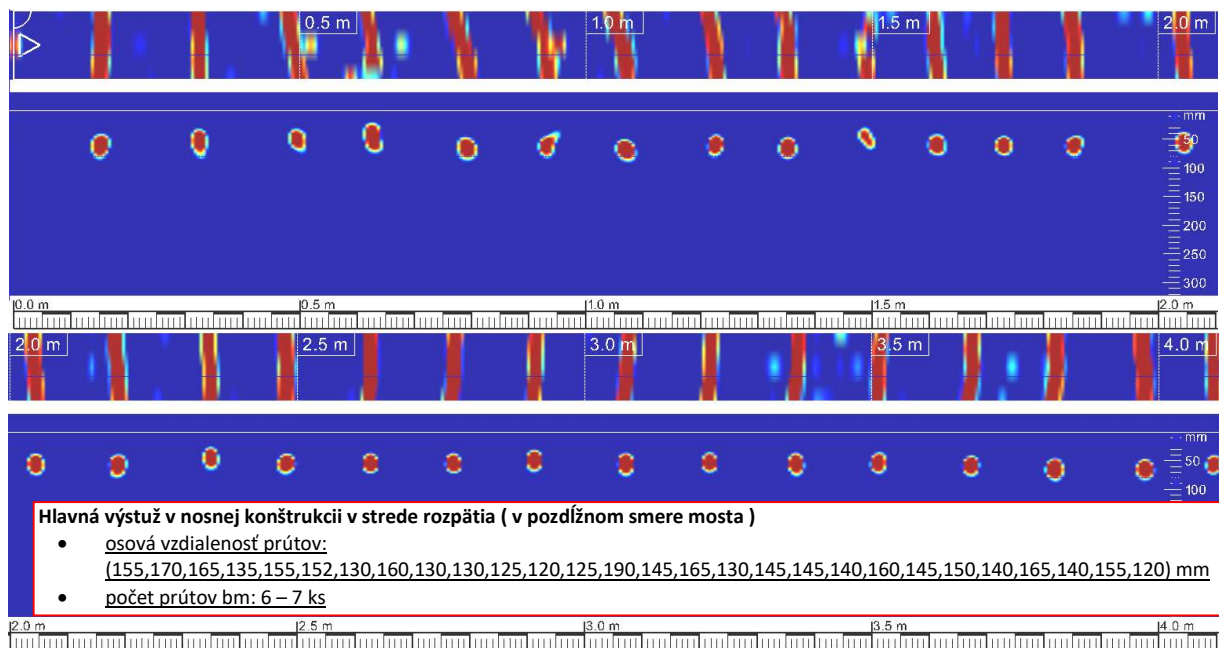
Obr. 70 Vystuženie nosnej konštrukcie



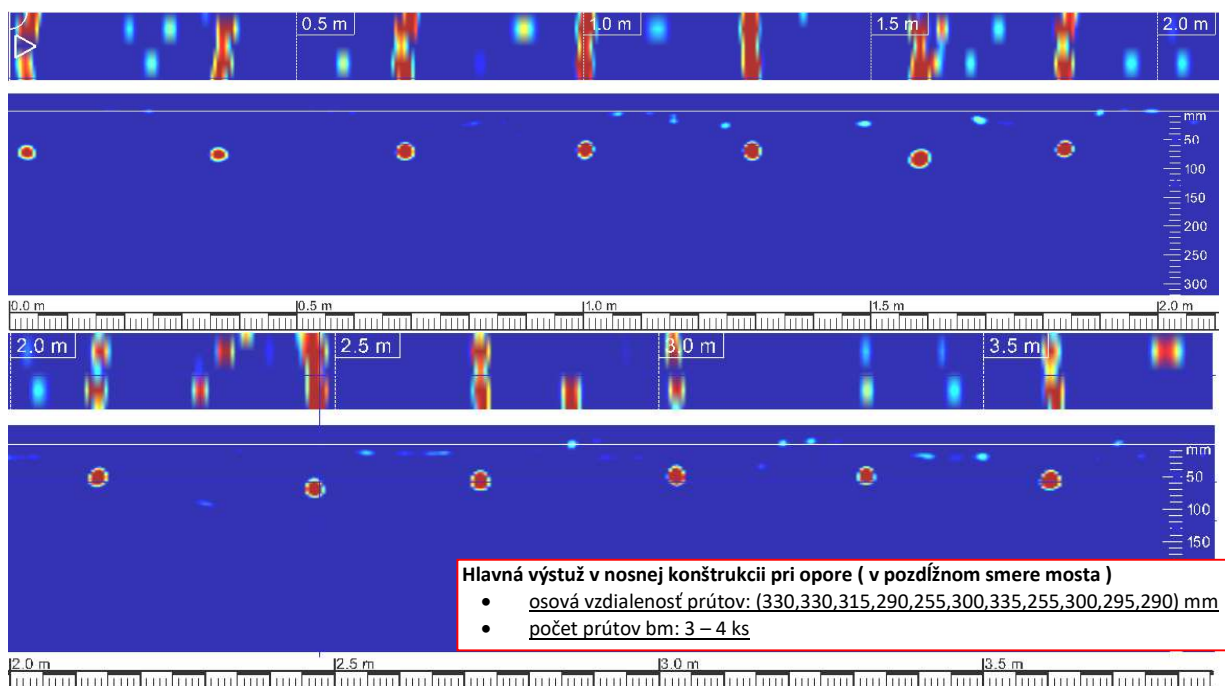
- 1) priemer výstuže = 16 mm
druh výstuže = hladká
krytie výstuže zospodku = 60 mm
- 2) priemer výstuže = 8 mm
druh výstuže = hladká
krytie výstuže zospodku = 80 mm



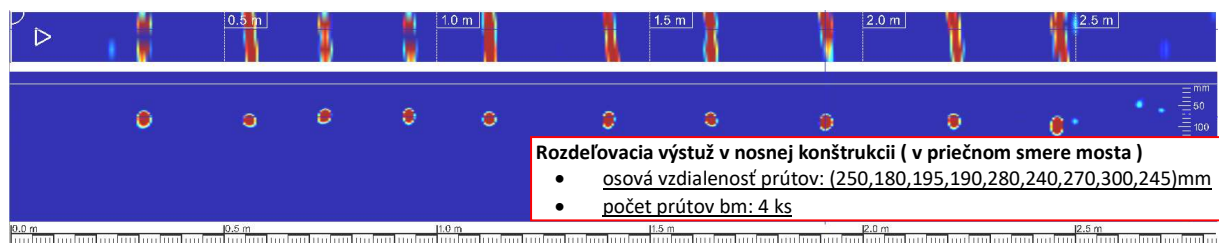
Obr. 71 Vystuženie nosnej konštrukcie



Obr. 72 Hlavná výstuž v nosnej konštrukcii v strede rozpätia



Obr. 73 Hlavná výstuž v nosnej konštrukcii pri opore

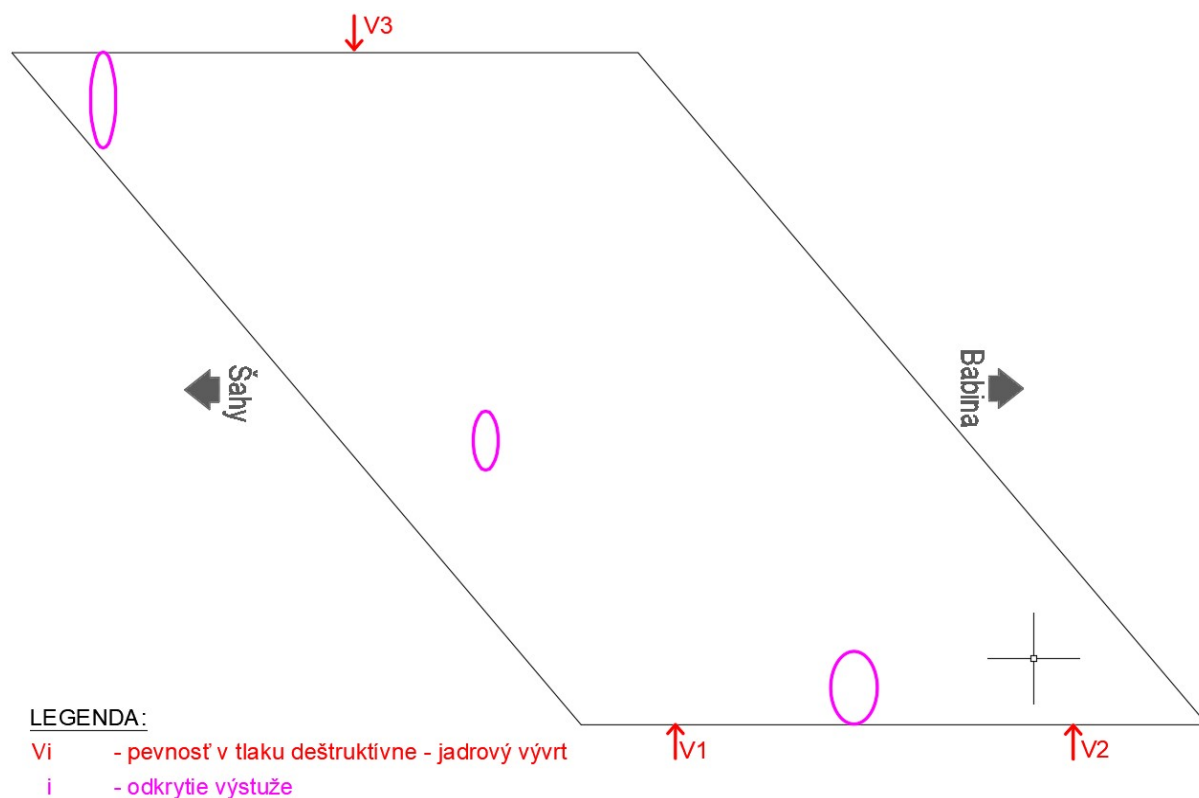


Obr. 74 Rozdeľovacia výstuž v nosnej konštrukcii

5.9 Most cez potok Litava v obci Senohrad (527-035)

Na mostnom objekte 527-035 bola v rámci diagnostických prác zisťovaná pevnosť betónu a spôsob vystuženia nosnej konštrukcie.

5.9.1 Rozmiestnenie meracích miest

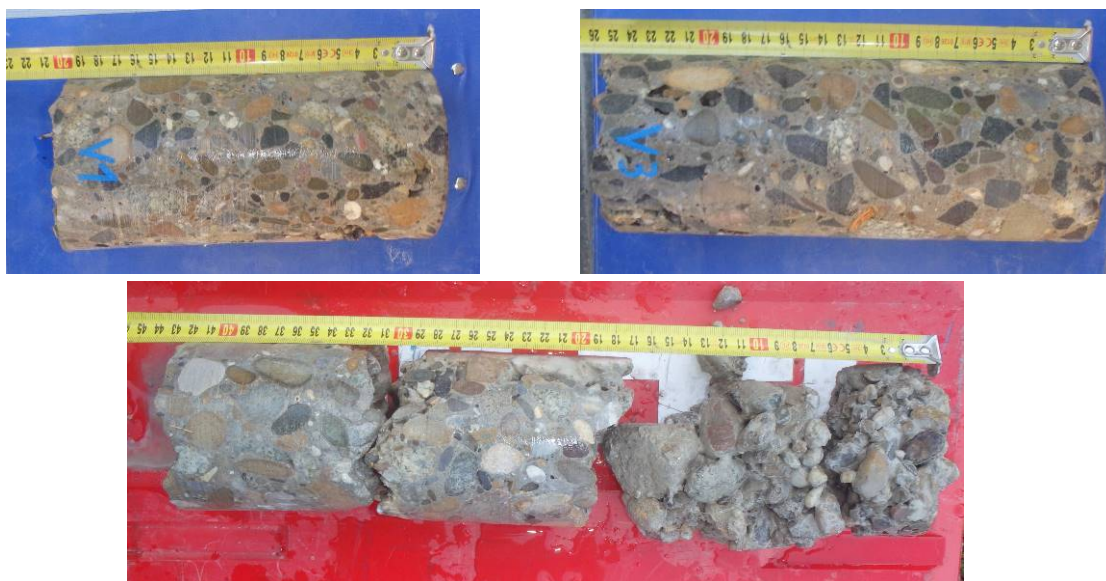


Obr. 75 Schematické rozmiestnenie skúšobných miest

5.9.2 Pevnosť betónu v tlaku

Z nosnej konštrukcie mostného objektu boli odobraté 3 ks jadrových vývrtov. Prehľad pevností betónu zo skúšobných vzoriek z vývrtov je uvedený v tab. 20. Odobraté jadrové vývrty sú zobrazené na obr. 76.

Vyhodnotenie triedy betónu na základe deštruktívneho skúšania je uvedené v tab. 21. Vyhodnotenie betónu bolo uskutočnené v zmysle normy STN EN 13791, 01/2012.



Obr. 76 Odobraté jadrové vývrty – nosná konštrukcia

Tab. 20 Vývrty/vzorky betónu nosná konštrukcia – geometria a výsledky skúšok pevnosti betónu v tlaku

Označenie vzorky	Umiestnenie v konštrukcii	Priemer vzorky	Dĺžka vzorky	Objem vzorky	Hmotnosť	Objemová hmotnosť	Tlačená plocha	Sila pri porušení	Pevnosť v tlaku
		d	h	V	m	D	A _c	F	f _c
[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm ³]	[g]	[kgm ⁻³]	[mm ²]	[kN]	[MPa]
V1	NK	99,5	99,3	772664	1745	2260	7782	115	14,8
V3	NK	99,5	99,4	772743	1798	2330	7777	307	39,5
V3+	NK	99,5	99,0	769866	1704	2210	7776	165	21,2

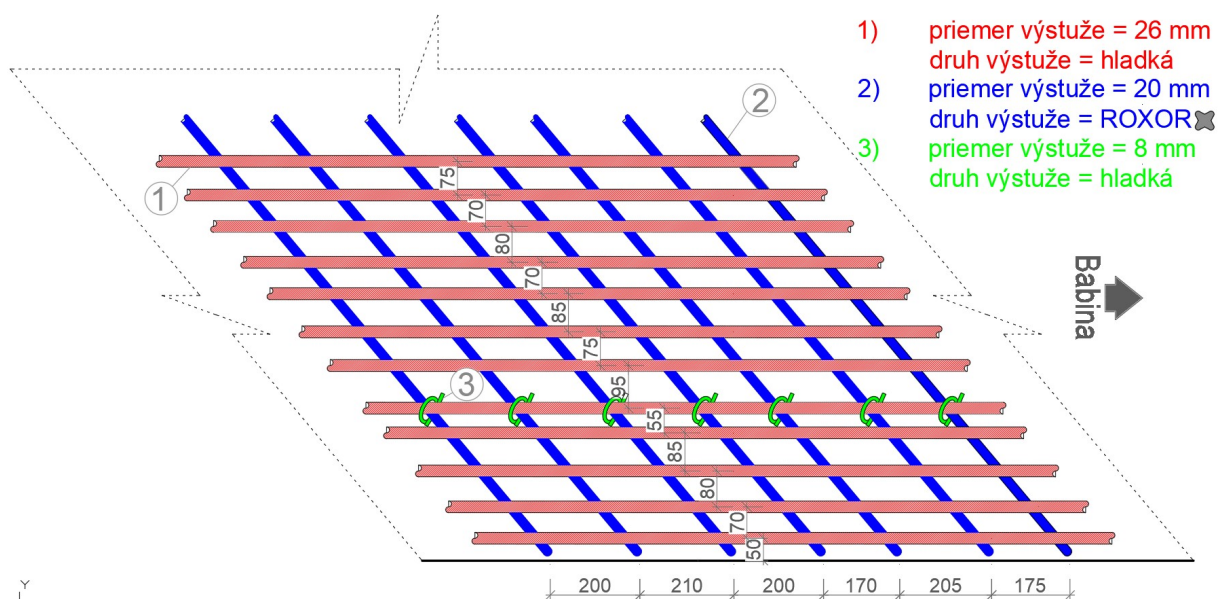
Do vyhodnotenia nebol uvažovaný vývrt V2 pre jeho zlý stav počas odoberania. Vyhodnotenie triedy betónu na základe deštruktívneho skúšania je uvedené v tab. 21.

Tab. 21 Vyhodnotenie triedy betónu – nosná konštrukcia

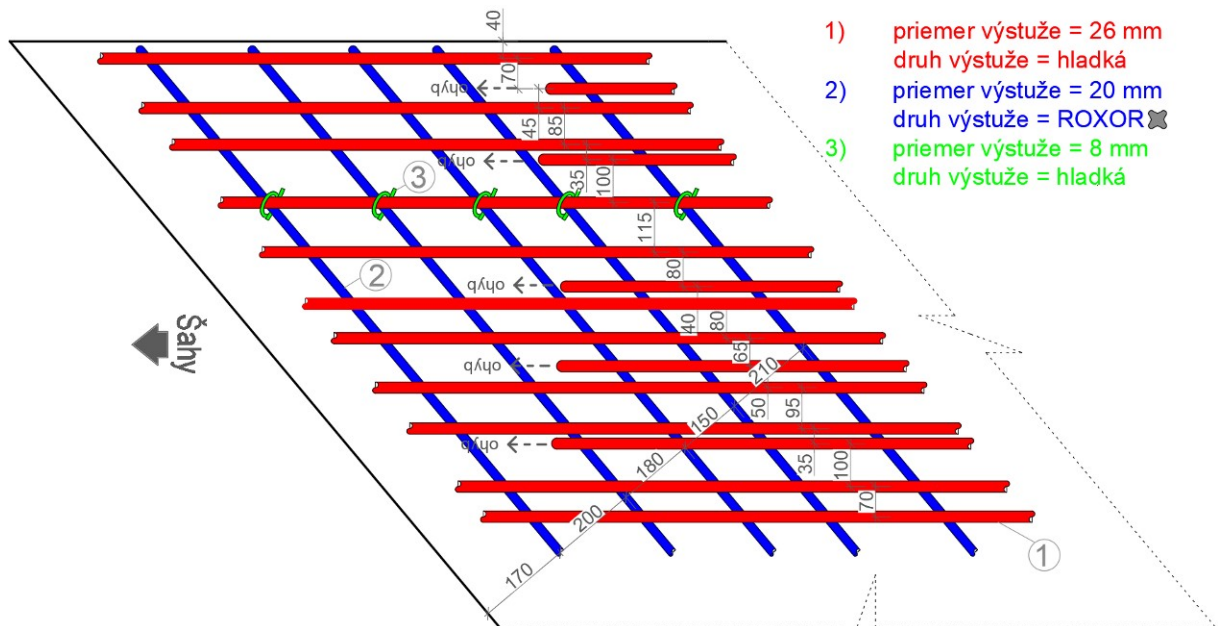
Priemerná pevnosť betónu v tlaku	f _{m(n),is}	25,2	[MPa]
Najmenšia zistená pevnosť betónu	f _{is,min}	14,8	[MPa]
Počet platných výsledkov (vzoriek)	n	3	[-]
Súčiniteľ závislí na počtu platných výsledkov	k	7	[-]
Charakteristická pevnosť betónu v tlaku	f _{ck,is,1}	18,2	[MPa]
	f _{ck,is,2}	18,8	[MPa]
	f_{ck,is}	18,2	[MPa]
Vyhodnotenie			
Trieda betónu (STN EN 206+A1:2017)		C 16/20	
Trieda betónu (STN 73 2001:1970, STN 73 6206:1971)		B 250	
Trieda betónu (STN 73 1201:1986, STN 732400:1986)		B 20	

5.9.3 Parametre výstuže

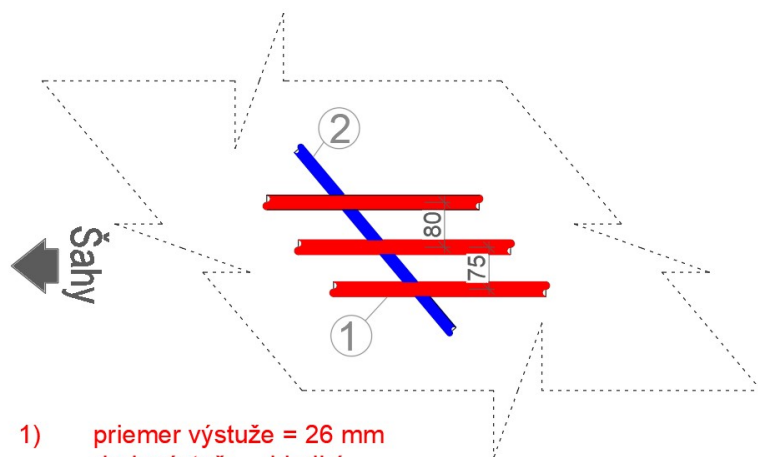
Poloha a počet výstužných prvkov na spodnej strane nosnej konštrukcie mostného objektu na základe nedeštruktívneho a deštruktívneho určovania parametrov výstuže sú zobrazené na obr.77 až 81.



Obr. 77 Vystuženie nosnej konštrukcie



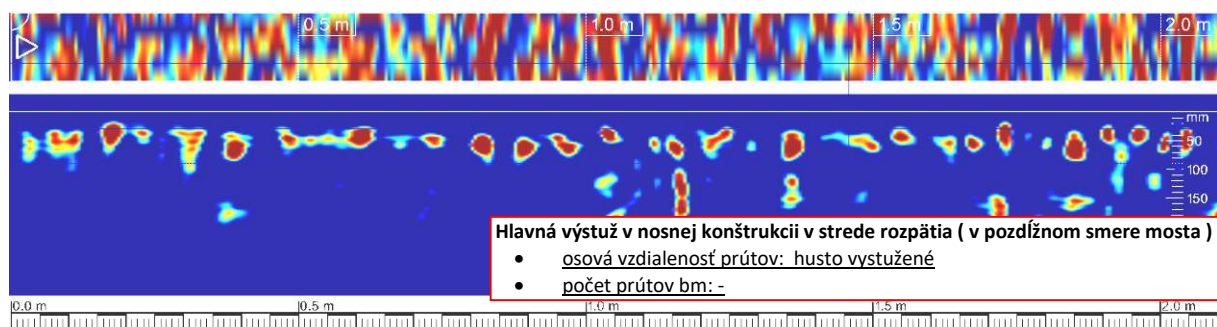
Obr. 78 Vystuženie nosnej konštrukcie pri opore Babina



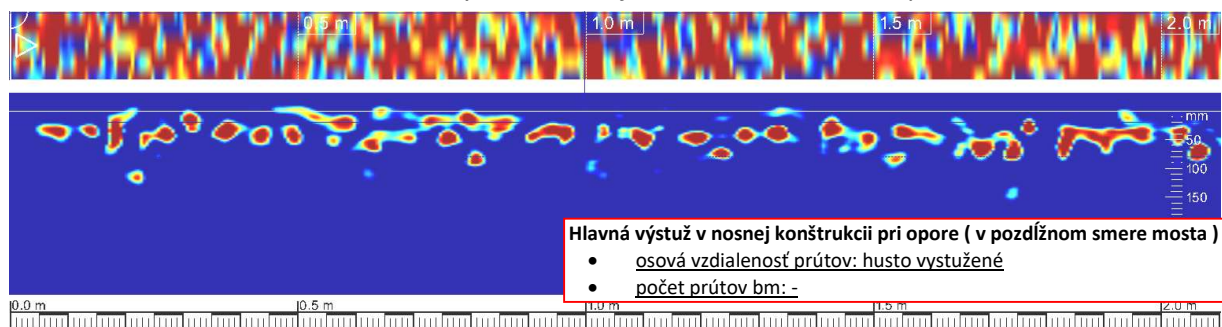
- 1) priemer výstuže = 26 mm
druh výstuže = hladká
krytie výstuže zospodku = 25 mm
- 2) priemer výstuže = 20 mm
druh výstuže = ROXOR ✕
krytie výstuže zospodku = 55 mm



Obr. 79 Vystuženie nosnej konštrukcie



Obr. 80 Hlavná výstuž v nosnej konštrukcii v strede rozpätia



Obr. 81 Hlavná výstuž v nosnej konštrukcii pri opore

6 Zhrnutie výsledkov diagnostiky

Táto správa obsahuje výsledky stavebno-technického prieskumu na nosných konštrukciách vybraných mostných objektov. Rozsah prác na jednotlivých nosných konštrukciách mostných objektoch bol realizovaný na základe požiadaviek objednávateľa.

Medzi vybrané mostne objekty patria:

- 526-001 – Most ponad trať ŽSR pre obcou Bzovík,
- 526-002 – Most cez mlynský náhon pred obcou Bzovík,
- 526-003 – Most cez mlynský potok pred obcou Bzovík,
- 526-004 – Most cez potok Krupinica pred obcou Bzovík,
- 526-005 – Most cez Čekovský potok v obci Bzovík,
- 526-007 – Most cez potok Vrbovčok pred obcou Senohrad,
- 526-008 – Most cez potok Litavica za obcou Senohrad,
- 527-034 – Most cez potok Lúčky pred obcou Senohrad,
- 527-035 - Most cez potok Litava v obci Senohrad.

Výsledky diagnostických prác na nosných konštrukciách vybraných mostných objektoch sú prezentované a následné zhrnuté v kapitole 5.

V Žiline, dňa 11. 05. 2020

Ing. Peter Kotek, PhD.