

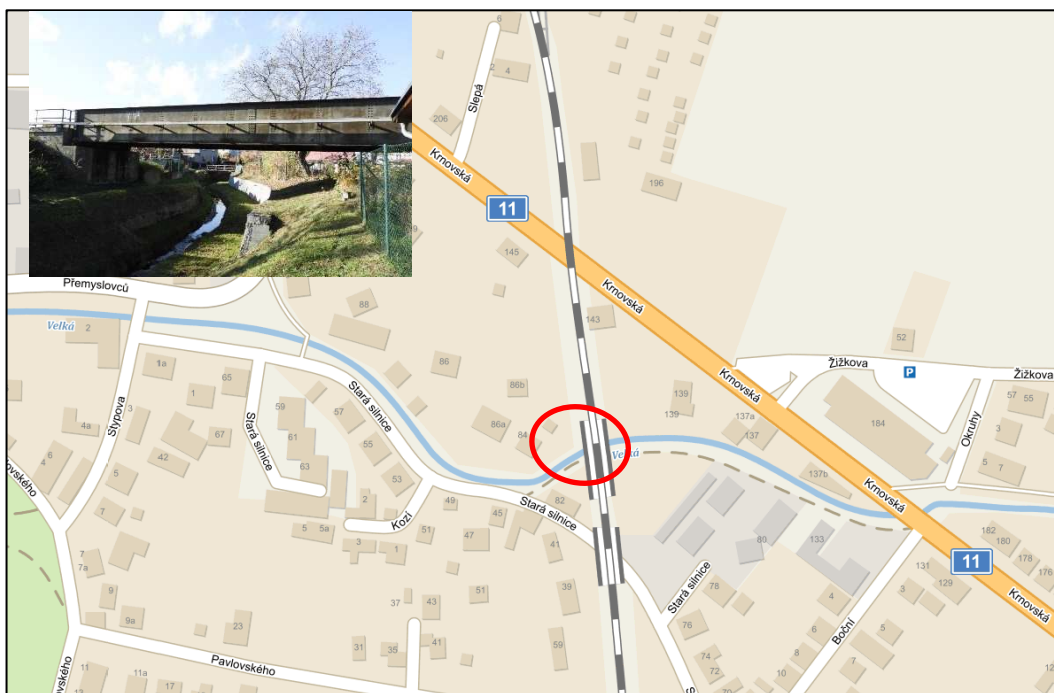
Číslo zakázky: 21040448000

Číslo dokumentu: 2

Číslo výtisku: 2

Stavebně technický průzkum a diagnostika železničních mostních objektů v obvodu OŘ Ostrava

**SO 02 Most v km 110,644
na trati Krnov – Opava východ**



listopad 2021

Číslo zakázky: 21040448000
Číslo dokumentu: 2

Zakázka: Stavebně technický průzkum a diagnostika železničních mostních objektů v obvodu OŘ Ostrava

Dokument: SO 02 Most v km 110,644 na trati Krnov – Opava východ

Objednatel: Správa železnic, státní organizace

Zhotovitel: INSET s.r.o., Divize Ostrava
Rudná 21, 700 30 Ostrava
Tel.: +420 596 123 565, e-mail: ostrava@inset.com

Odpovědný řešitel: Ing. Roman Stoček

Ředitel divize: Ing. Jiří Tkáč

Odborný garant: Ing. Martin Krejcar, CSc.

Dokument vypracovali: Ing. Roman Stoček

Měření provedli: Ing. Roman Stoček
Jan Obluk
Martin Obluk

Výstupní kontrola: Ing. Dáša Praisová

Rozdělovník: 1-2 Správa železnic, státní organizace.
0 spisovna INSET s.r.o.

OBSAH

1	Základní údaje.....	4
1.1	Údaje o objednateli a zhotoviteli prací.....	4
1.2	Podklady pro vypracování zprávy.....	4
1.3	Údaje o konstrukci.....	5
1.4	Účel a realizace prací.....	7
1.5	Použité přístroje	7
1.6	Průběh prací.....	7
2	Diagnostika betonu.....	7
2.1	Destruktivní zkoušení pevnosti betonu.....	7
2.2	Modul pružnosti statický	10
2.3	Stanovení míry karbonatace	11
2.1	Stanovení nasákavosti betonu	11
3	Diagnostika výztuže.....	12
3.1	Nedestruktivní určení polohy výztuže.....	12
3.2	Destruktivní kontrola výztuže	20
4	Závěr	23

PŘÍLOHY

1 – Protokoly z laboratorních zkoušek betonu

1 Základní údaje

1.1 Údaje o objednateli a zhotoviteli prací

Objednatel: **Správa železnic, státní organizace**

Dlážděná 1003/7
110 00 Praha 1 – Nové Město
IČ: 709 94 234

Zhotovitel: společnost **DIAGNOSTIKA OŘ OSTRAVA**

Na základě Smlouvy o sdružení ve společnost ze dne 2. 9. 2021 se sídlem
Společnosti: Lucemburská 1170/7, 130 00 Praha 3, uzavřené mezi:

Správcem Společnosti:

INSET s.r.o.

Lucemburská 1170/7,
130 00 Praha 3 - Vinohrady
IČ: 035 79 727

a Společníkem Společnosti:

SHP TS s.r.o.

Bohunická 133/50
619 00 Brno – Horní Heršpice
IČ: 283 42 771

Smluvní vztahy: Rámcová dohoda na poskytování služeb „Stavebně technický průzkum a diagnostika železničních mostních objektů v obvodu OŘ Ostrava“. Číslo objednatele E635-S-3772/2021, č. zhotovitele 21040448000-01
Objednávka ze dne 11. 10. 2021 číslo 21/635100033.

Předmět díla: Stavebně technický průzkum a diagnostika mostu – SMT.

1.2 Podklady pro vypracování zprávy

Tato zpráva byla vypracována na základě následujících podkladů:

- [1] INSET s.r.o., Diagnostika mostu v km 110,644, Krnov – Opava východ – prvotní záznamy z místních šetření při provádění průzkumných prací, Ing. Stoček, Ostrava, archivováno k 30. 11. 2021
- [2] Protokoly o laboratorních zkouškách betonu BETOTECH s. r. o.
- [3] ČSN EN 12504-1 Zkoušení betonu v konstrukcích – Část 1: Vývrty – odběr, vyšetření a zkoušení v tlaku
- [4] ČSN EN 1542 Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Zkušební metody – Stanovení soudržnosti odtrhovou zkouškou
- [5] ČSN EN 206+A2 Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- [6] ČSN EN 13791 Posuzování pevnosti v tlaku v konstrukcích a v prefabrikovaných betonových dílech

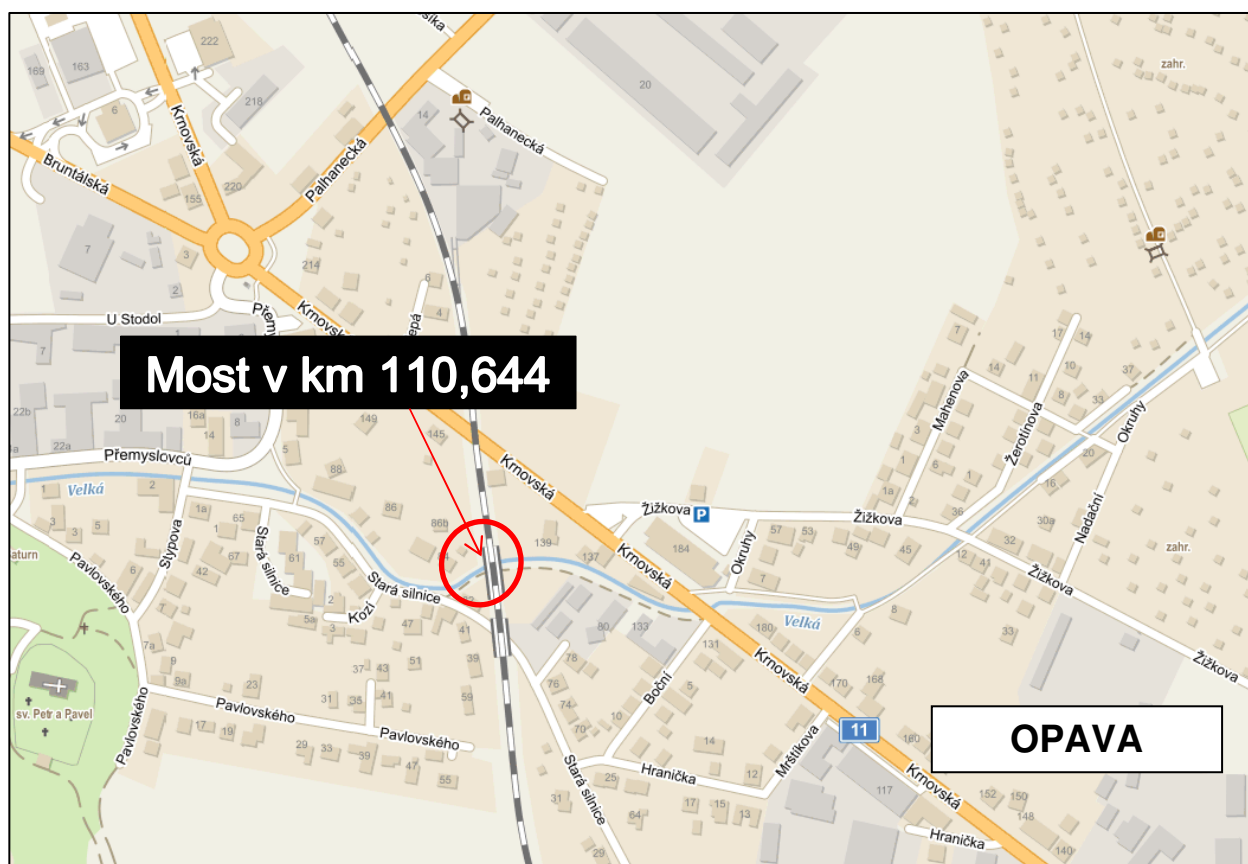
1.3 Údaje o konstrukci

Předmětem provádění diagnostických prací je železniční most nacházející se na trati Krnov – Opava východ v km 110,644.

Jedná se o most o jednom poli, stálý, s horní mostovkou, kolmý. Překonávanou překážkou je stálá vodoteč - potok Velká. Délka přemostění činí 22,0 m, šířka činí 5,5 m, počet kolejí 1.

Nosná konstrukce je ocelová a tvoří ji dva plnostěnné nýtované nosníky, které jsou uloženy na opěře O 01 na ocelová pevná stolicová ložiska a na opěře O 02 na ocelová pohyblivá ložiska válcová.

Opěry jsou masivní betonové s rovnoběžnými betonovými křídly.



Obrázek 1 – lokalizace mostu



Obrázek 2 – pohled zprava



Obrázek 3 – pohled zleva

1.4 Účel a realizace prací

Na základě výše uvedené objednávky se zhotovitel zavázal provést diagnostické práce v tomto rozsahu:

Činnost	měrná jednotka	počet
Diagnostika spodní stavby		
Odběr vzorků betonu vývrtem Ø 50 mm	ks	2
Stanovení pevnosti betonu v tlaku na vývrtnu Ø 50 mm v laboratoři včetně stanovení statického modulu pružnosti, zařazení betonu do pevnostní třídy podle ČSN EN 13791, stanovení objemové pevnosti betonu v laboratoři	ks	3
Odběr vzorků betonu vývrtem Ø 100 mm	ks	2
Stanovení pevnosti betonu v tlaku na vývrtnu Ø 100 mm v laboratoři včetně stanovení statického modulu pružnosti, zařazení betonu do pevnostní třídy podle ČSN EN 13791, stanovení objemové pevnosti betonu v laboratoři	ks	3
Stanovení hloubky karbonatace	ks	4
Ověření polohy a krytí výztuže – nedestruktivně	ks	4
Ověření polohy a krytí výztuže – destruktivně	ks	2

1.5 Použité přístroje

K provedení diagnostických a průzkumných prací, měření a jejich dokumentaci byly použity následující přístroje:

- Radar Proceq GP8800 – speciální radar pro diagnostiku betonových konstrukcí se specializovaným softwarem (GP 88-002-0039)
- Radar HILTI PS 1000 – speciální radar pro diagnostiku betonových konstrukcí
- Jádrová vrtačka HILTI se sadou vrtáků
- Fotoaparáty Nikon Coolpix B700, Panasonic DMC-FT30

1.6 Průběh prací

Vlastní diagnostické práce na konstrukci mostu v terénu byly provedeny v období od 3. 11. 2021 do 4. 11. 2021. Laboratorní zpracování a sepsání závěrečné zprávy proběhlo v listopadu 2020.

2 Diagnostika betonu

2.1 Destruktivní zkoušení pevnosti betonu

2.1.1 Metodika

Tato část průzkumu sloužila k vyjmutí vzorků betonu a k jejich následnému laboratornímu zpracování za účelem určení pevnosti betonu v tlaku.

2.1.2 Realizace a výsledky

Pro stanovení pevnosti betonu v tlaku bylo z konstrukce odebráno celkem 7 vzorků – 4 kusy z úložných prahů a 3 ks z dříků opěr. Byly odebrány jádrové vývrty o průměru 50 a 100 mm.

Místa provádění jednotlivých jádrových vývrtnů jsou znázorněna na následujícím schématu. Vrty byly prováděny diamantovou korunkou s vodním výplachem. Následně byla na

odebraných jádrech zjištěna hloubka karbonatace roztokem fenolftaleinu. Po zdokumentování byly vzorky označeny a předány do zkušební laboratoře, kde byly upraveny ve smyslu normy a odzkoušeny. Protokoly ze zkoušek jsou uvedeny v přílohách této zprávy, naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 1. Charakteristická pevnost betonu byla určena postupem podle ČSN EN 13 791, výsledky jsou uvedeny v tabulce 2. Výnosy z vrtů jsou zachyceny na fotografiích uvedených v tabulce 3.

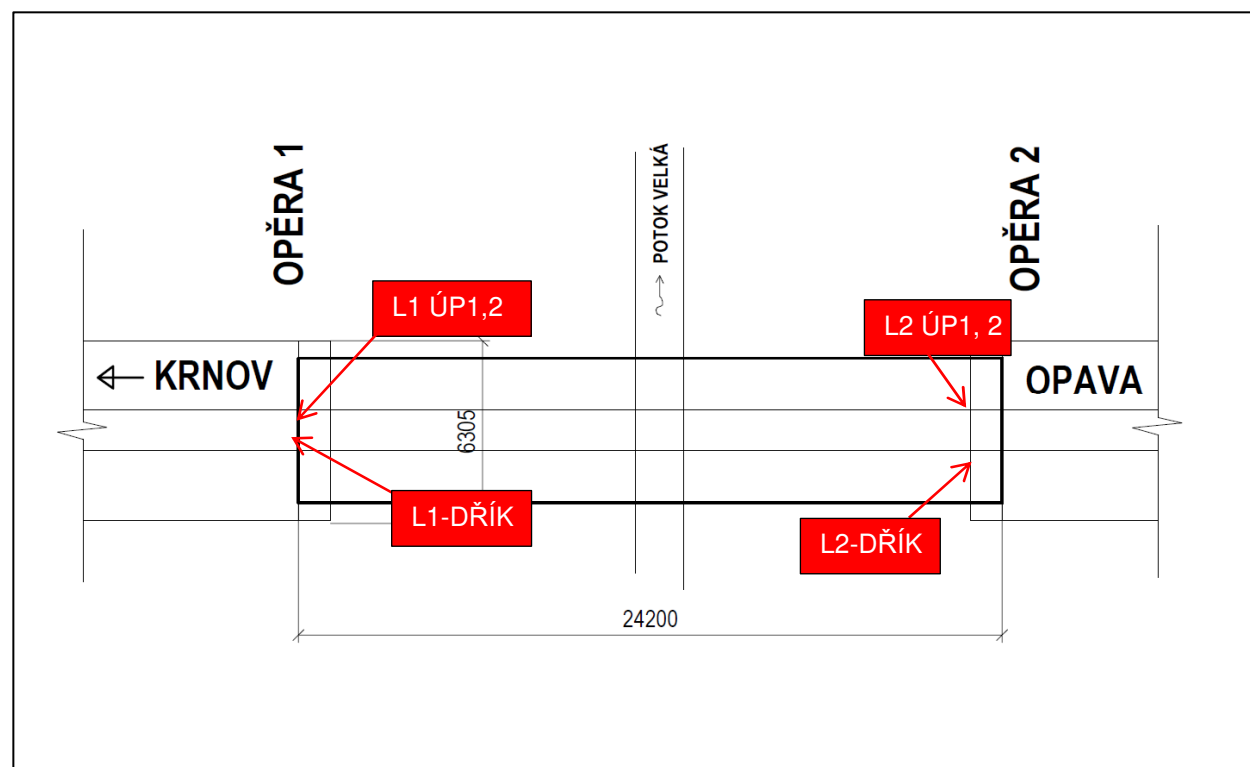
Charakteristická pevnost betonu opěr odpovídá třídě betonu C20/25.

Tabulka 1 – Laboratorně naměřené pevnosti betonu a objemové hmotnosti

Místo odběru	Upřesnění	Označení vzorku	Objemová hmotnost	Krychelná pevnost betonu v tlaku
			[kg/m ³]	[MPa]
SPODNÍ STAVBA	opěra 1	L1 ÚP 1	2220	23,4
	opěra 1	L1 ÚP 2	2170	22,0
	opěra 2	L2 ÚP 1	2290	33,5
	opěra 2	L2 ÚP 2	2170	20,5
	opěra 1	L1 - DŘÍK	2140	19,8
	opěra 1	L1 - DŘÍK	2160	20,2
	opěra 2	L2 - DŘÍK	2420	55,2

Tabulka 2 – Charakteristické pevnosti betonu podle ČSN EN 13791

$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k$	21,8	MPa
$f_{ckis} = f_{is, nejmenší} + 4$	23,8	MPa
menší z hodnot je: $f_{ckis} =$	21,8	MPa
Pevnostní třída betonu:	C20/25	

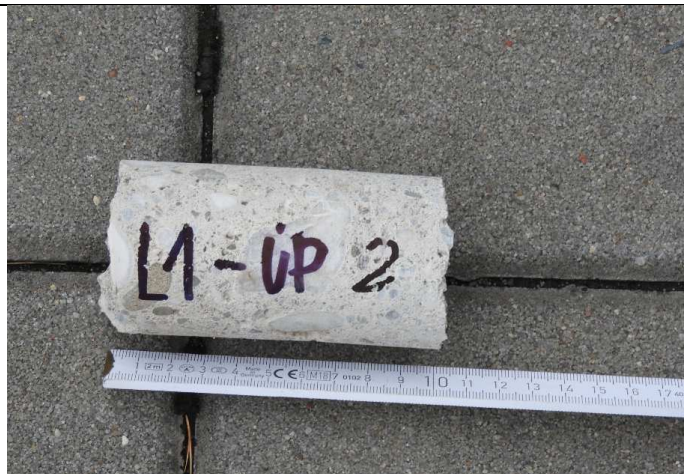


Obrázek 4 – schéma rozmístění vrtů v půdorysném schématu mostu

Tabulka 3 - fotodokumentace vrtů



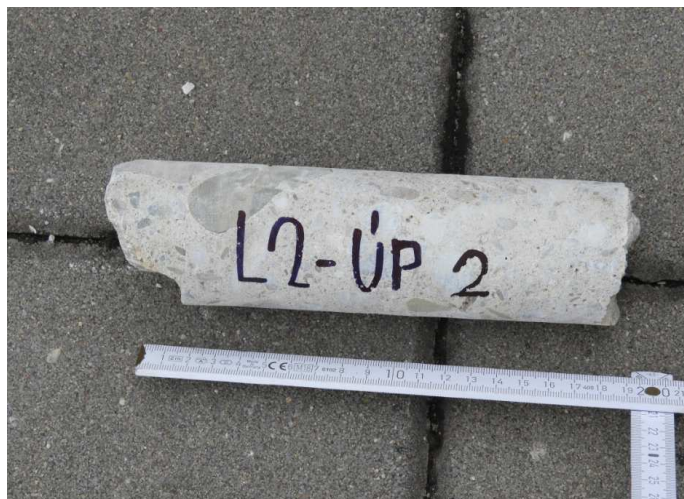
výnos z vrtu s fenolftaleinovým testem



výnos z vrtu



výnos z vrtu s fenolftaleinovým testem



výnos z vrtu



výnos z vrtu s fenolftaleinovým testem



výnos z vrtu s fenolftaleinovým testem



Obrázek 5 – odběr vzorku betonu

2.2 Modul pružnosti statický

2.2.1 Metodika

Statický modul pružnosti betonu byl určen podle ČSN 1992-1-1 tabulka 3.1. Z této normy byl použit analytický vztah $E_{cm} = 22(f_{cm}/10)^{0,3}$, kde f_{cm} je průměrná hodnota válové pevnosti betonu zjištěná na zkušebních tělesech. Zjištěné hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 4 – statický modul pružnosti

Místo odběru	Upřesnění	Označení vzorku	Válcová pevnost betonu v tlaku	Statický modul pružnosti
			[MPa]	[GPa]
SPODNÍ STAVBA	opěra 1	L1 ÚP 1	19,5	26,9
	opěra 1	L1 ÚP 2	18,3	26,4
	opěra 2	L2 ÚP 1	27,9	29,9
	opěra 2	L2 ÚP 2	17,1	25,8
	opěra 1	L1 - DŘÍK	16,5	25,6
	opěra 1	L1 - DŘÍK	16,8	25,7
	opěra 2	L2 - DŘÍK	46,0	34,8
Průměrná hodnota				27,9

2.3 Stanovení míry karbonatace

2.3.1 Metodika

Míra karbonatace byla zkoušena na odebraných vzorcích betonu. Na odebrané vývrty byl postříkem aplikován roztok fenolftaleinu, jenž nijak barevně nereaguje na zkarbonátovaném (málo zásaditém) betonu, zatímco na nezkarbonátovaném betonu (pH nad 9,5) se zbarví červenofialově.

2.3.2 Výsledky

Vzorky betonu jsou zachyceny na fotografiích uvedených v tabulce 43. Naměřené hloubky karbonatace u vrtů jsou uvedeny v tabulce 5.

Maximální zjištěná hloubka karbonatace dosahuje u betonu na úložném prahu do hloubky 10 mm. Beton v dříku není karbonatací zasažen vůbec.

Tabulka 5 – hloubka karbonatace

místo zkoušky		označení vzorku	hloubka karbonatace
			mm
SPODNÍ STAVBA	opěra 1	L1 ÚP 1	10
	opěra 2	L2 ÚP 1	5
	opěra 1	L1 - DŘÍK	0
	opěra 2	L2 - DŘÍK	0

2.1 Stanovení nasákavosti betonu

2.1.1 Metodika

Zkušební vzorky jsou nejprve zváženy, poté jsou vloženy do sušárny o teplotě 105 °C. Po uplynutí požadované doby jsou vzorky vyjmuty a po ochlazení na teplotu místnosti opět zváženy. Vzorky jsou vloženy do vany tak, aby se nedotýkaly, vana je zalita vodou 2 cm nad horní povrch trámů. V předem určených časových intervalech jsou vzorky z vody vyjmuty, osušeny vlhkým hadrem a zváženy. Následně je vypočtena nasákavost betonu.

2.1.2 Realizace a výsledky

Na odebraných vývrtech byla v laboratoři před provedením zkoušek pevnosti provedena zkouška nasákavosti betonu. Zkoušky nasákavosti byly provedeny v akreditované zkušební laboratoři BETOTECH s.r.o. Ostrava. Protokoly o provedených zkouškách jsou součástí příloh této zprávy. Nasákavost má nepříznivý vliv na mrazuvzdornost betonu, voda obsažená v pórech se při teplotách pod nulou mění v led, který se rozpíná a narušuje strukturu betonu. Limitní hodnota nasákavosti je 6,5 %. Výsledky jsou uvedeny v následující tabulce. Průměrná hodnota nasákavosti betonu činí 4,0 %. Limitní hodnota nasákavosti činí 6,5 %. **Beton tedy splňuje požadavky normy na nasákavost.**

Tabulka 6 – nasákavost betonu

Místo odběru	Upřesnění	Označení vzorku	Nasákavost	Průměrná hodnota
			[%]	[%]
SPODNÍ STAVBA	opěra 1	L1 ÚP 1	2	4,0
	opěra 1	L1 ÚP 2	9	
	opěra 2	L2 ÚP 1	2	
	opěra 2	L2 ÚP 2	5	
	opěra 1	L1 - DŘÍK	2	
	opěra 2	L2 - DŘÍK	2	

3 Diagnostika výztuže

3.1 Nedestruktivní určení polohy výztuže

3.1.1 Metodika

Pro nedestruktivní stanovení polohy výztuže ve vyšetřovaných konstrukcích bylo použito radarového prosvěcování pomocí dvou přístrojů pracujících na podobném principu. Oba přístroje jsou produkty renomovaných výrobců, kteří patří ke světové špičce v oboru.

1. **Proceq GP 88200.** Tento přístroj používá radarovou technologii SFCW (Stepped-Frequency Continuos-Wave) s využitím více frekvencí bez tradičních pulsních antén systému GPR. Přístroj používá frekvence 400–6000 MHz. Tímto přístrojem lze registrovat polohu kovových i nekovových konstrukcí, změny vlastností materiálu, výskyt případných defektů jako jsou štěrková hnízda, kaverny, trhliny apod. Přístroj je opatřen jedním kolečkem, které zaznamenává délku dráhy. Přístroj při jednom průjezdu měří stopu šířky 100 mm. K přístroji je připojen tablet Apple iPad, který má nainstalován vyhodnocovací software jak pro plošné vyšetření konstrukce, tak pro liniové měření. Maximální hloubkový dosah přístroje je u suchého betonu až 650 mm.

2. **HILTI PS1000 01X Concrete Pulse Radar.** Tento přístroj používá vysokofrekvenční elektromagnetické impulsy, které vysílá do zkoumaného prostředí a následně registruje jejich odraz. Touto metodou lze registrovat polohu kovových i nekovových konstrukcí, změny vlastností materiálu, výskyt případných defektů jako jsou štěrková hnízda, kaverny, trhliny apod. Přístroj je opatřen čtyřmi kolečky, která umožňují plynulý pohyb přístroje po povrchu vyšetřované konstrukce a zároveň zaznamenávají délku dráhy. Přístroj při jednom průjezdu měří stopu šířky 150 mm. Přístroj má v sobě zabudován vyhodnocovací software jak pro plošné vyšetření konstrukce o rozměrech 600 x 600 mm nebo 1200 x 1200 mm, tak pro liniové měření. Maximální hloubkový dosah přístroje je cca 300 mm.



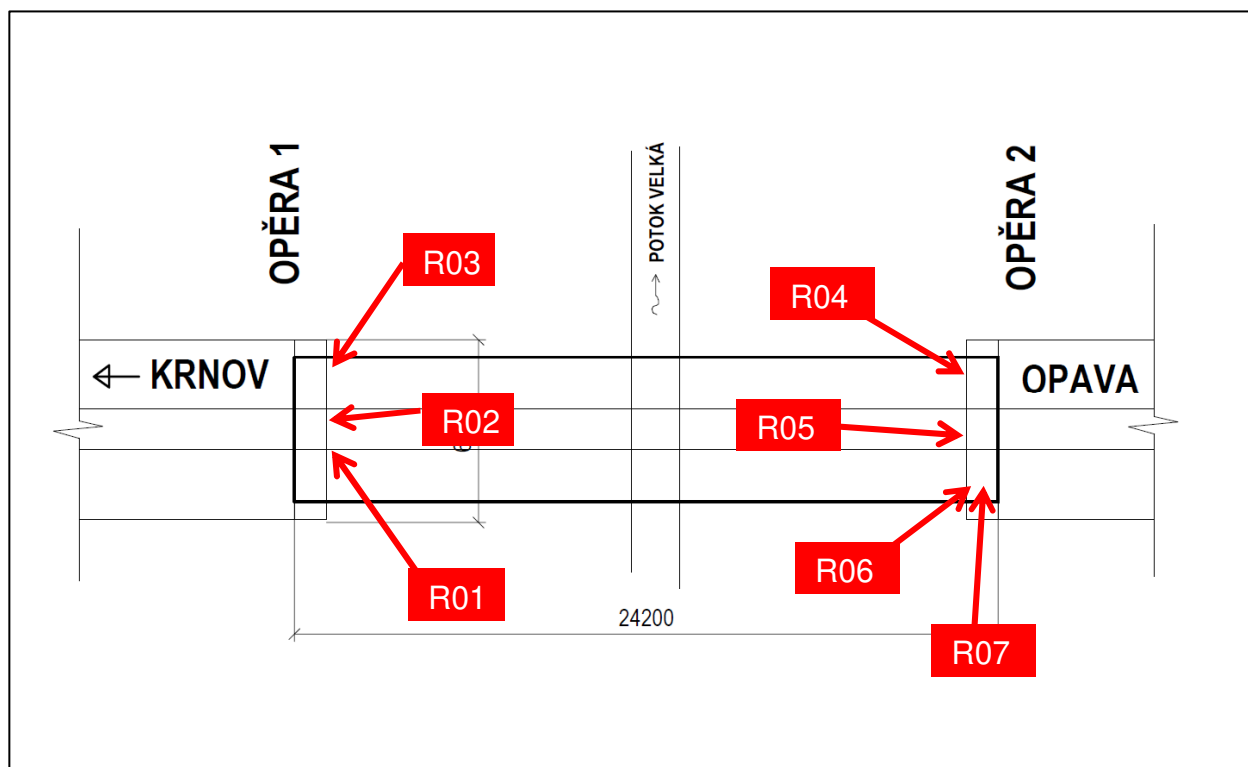
Obrázek 6 – RADAR PROCEQ GP 8800 s připojeným iPadem



Obrázek 7 – RADAR HILTI PS1000 01X Concrete Pulse Radar.

3.1.2 Popis provedení a výsledky

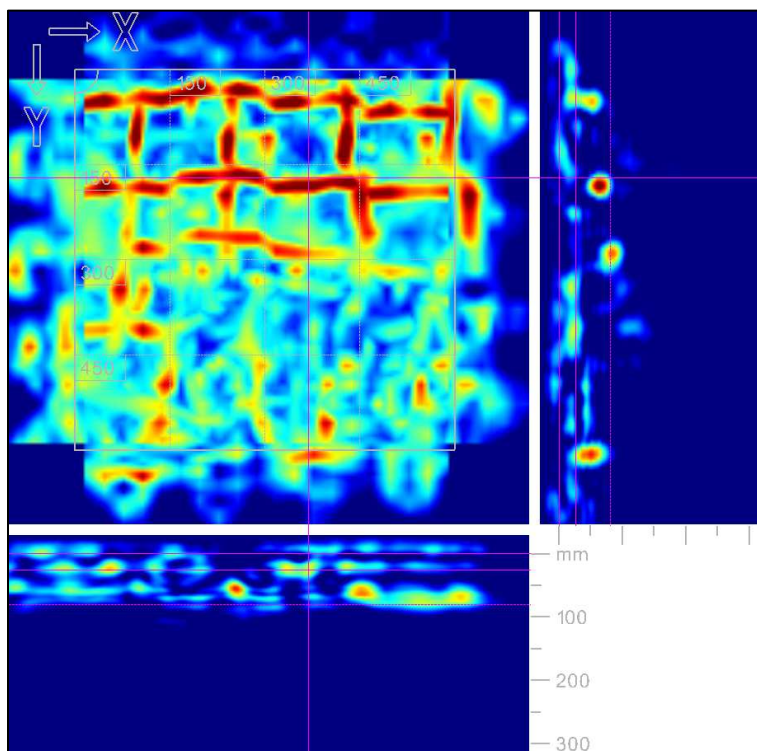
Nedestruktivní určení polohy výztuže bylo provedeno na lících obou opěr. Na těchto místech bylo provedeno celkem 7 měření – radarových snímků. Poloha těchto míst je znázorněna ve schématu uvedeném na následujícím obrázku. Výsledky detekce radarem v grafické podobě po zpracování vyhodnocovacím softwarem s komentářem jsou uvedeny na obrázcích za nimi.



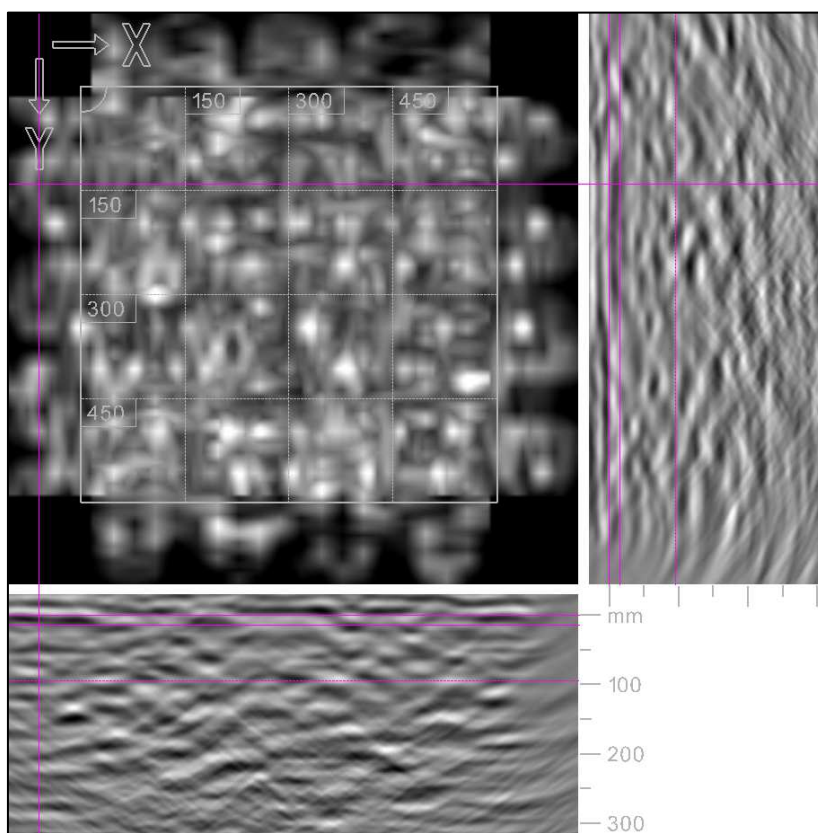
Obrázek 8 – schéma umístění míst nedestruktivní diagnostiky výztuže



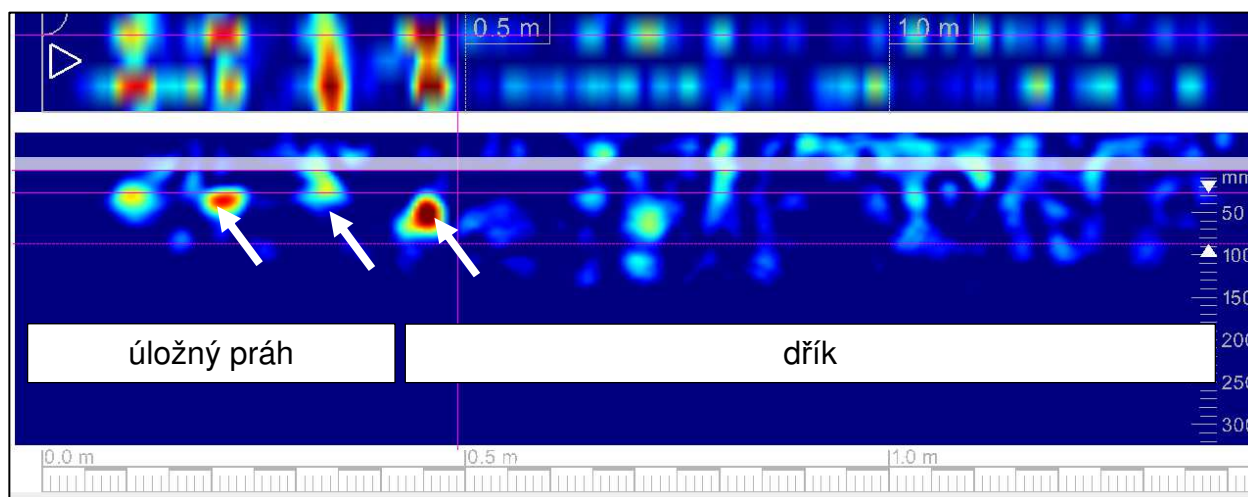
Obrázek 9 – pohled na opěru 1 s vyznačením rozmístění radarových snímků



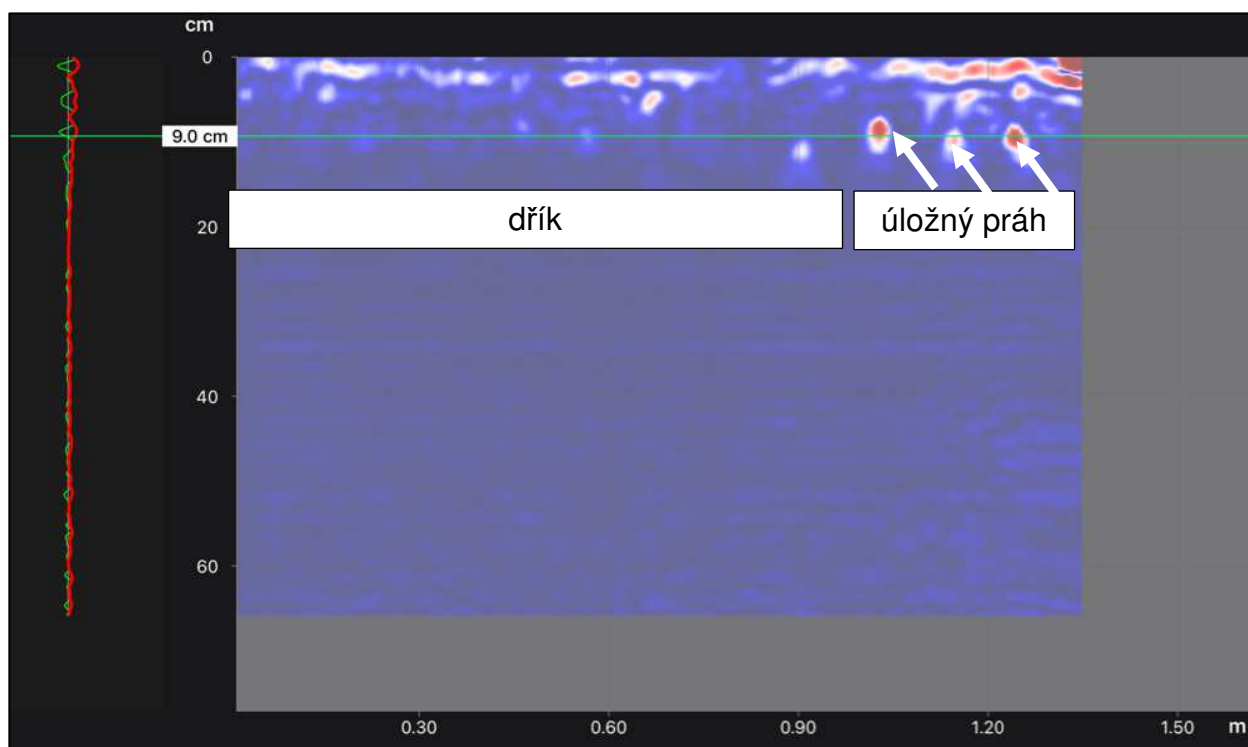
Obrázek 10 – snímek R01, opěra 1 – plošný sken na pravé straně pod ložiskem, detekována podélná (vodorovná) a příčná (svislá) výztuž, (HILTI hloubkový dosah do 300 mm)



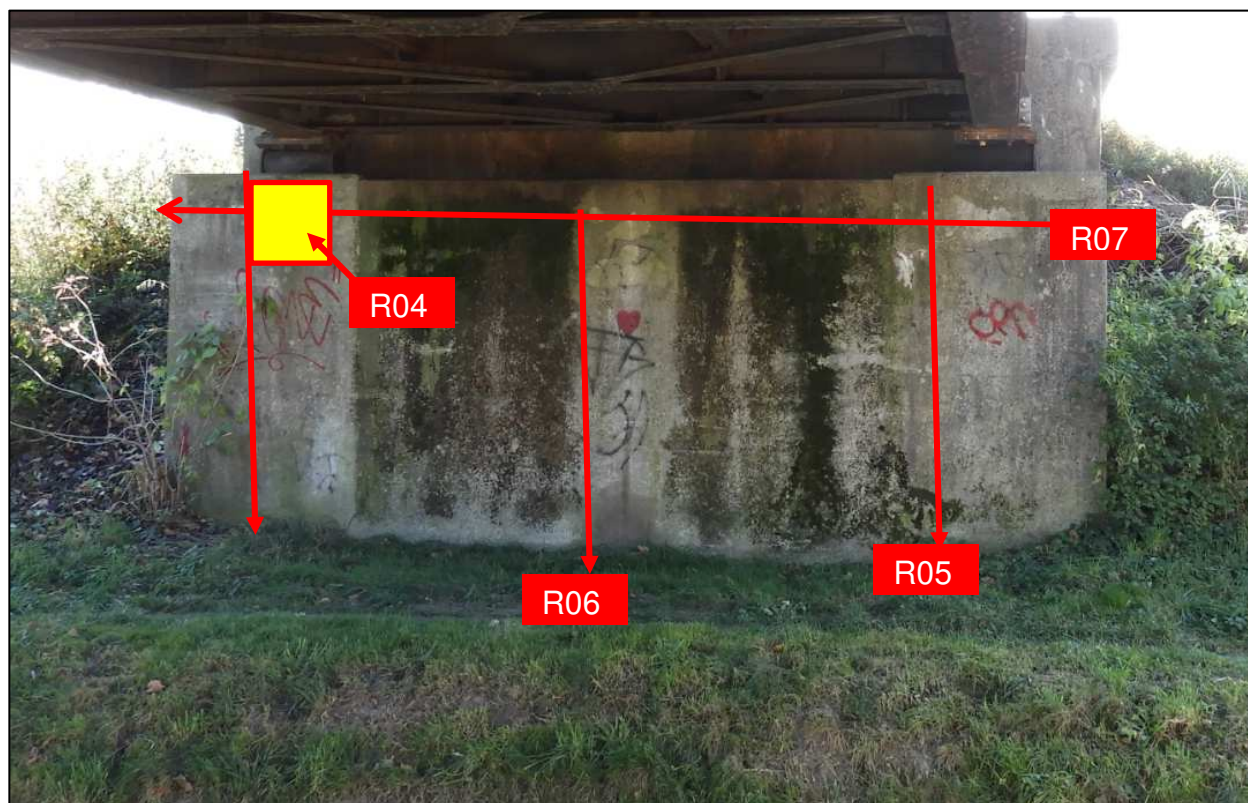
Obrázek 11 – snímek R02, opěra 1 – plošný sken uprostřed mezi ložisky, bez výztuže (detekce do hloubky 300 mm), (HILTI hloubkový dosah do 300 mm)



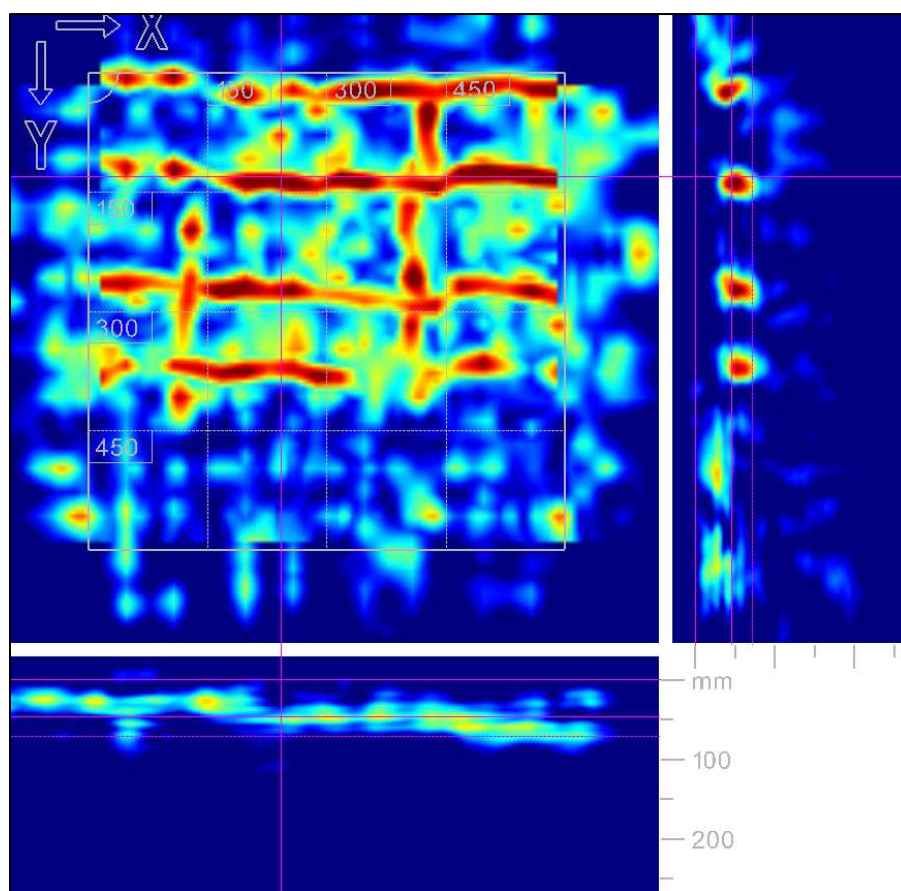
Obrázek 12 – snímek R03, opěra 1 – úložný práh, liniový sken svislým směrem (shora dolů), detekována podélná výztuž v úložném prahu, rozteč 100 mm, krytí 55 mm (HILTI hloubkový dosah do 300 mm)



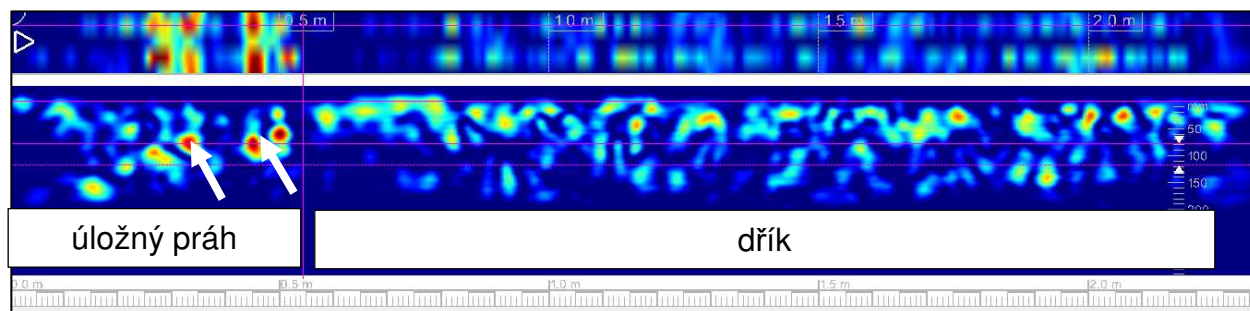
Obrázek 13 – snímek R03, úložný práh – liniový sken svislým směrem (zdola nahoru), detekována podélná výztuž v úložném prahu, dřík bez výztuže, (PROCEQ, hloubkový dosah do 600 mm)



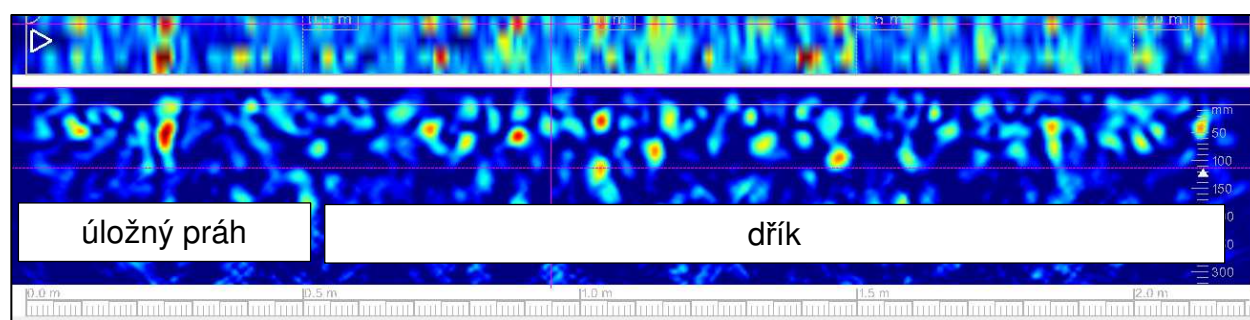
Obrázek 14 – pohled na opěru 2 s vyznačením umístění radarových sond



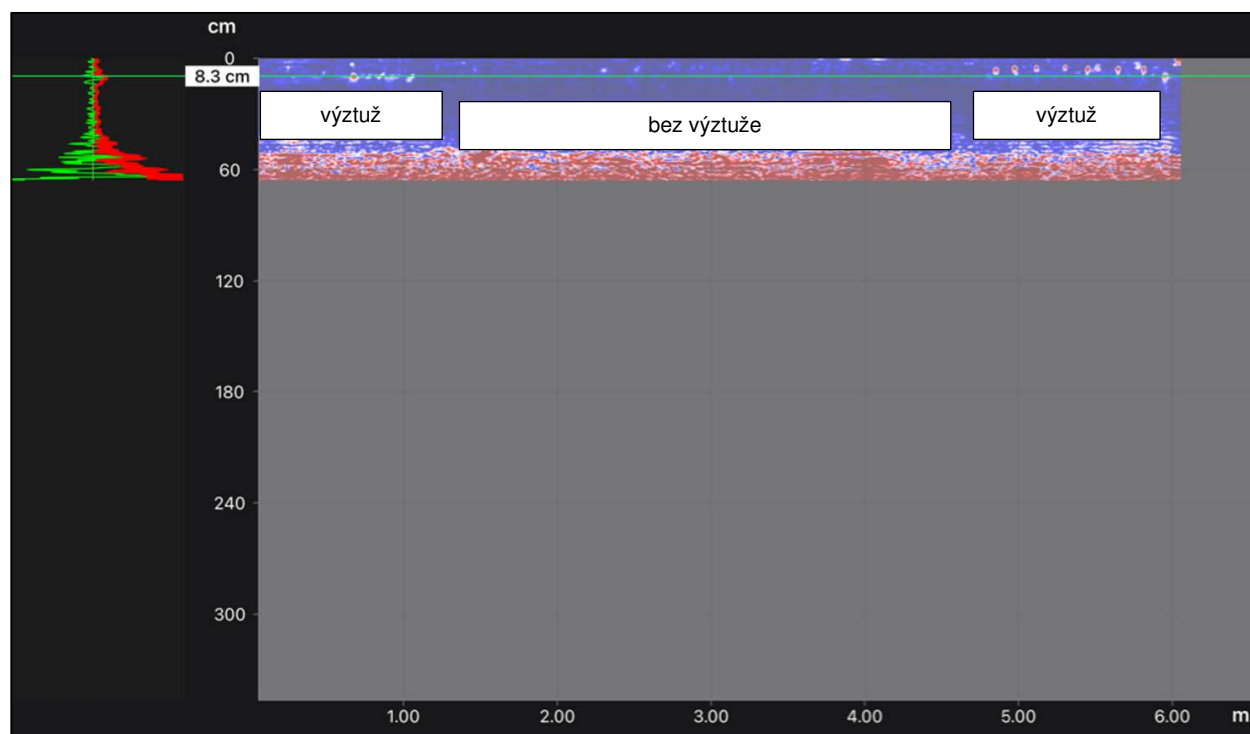
Obrázek 15 – snímek R04, opěra 2 – plošný sken na pravé straně pod ložiskem, detekována podélná (vodorovná) a příčná (svislá) výztuž, krytí 55 mm (HILTI hloubkový dosah do 300 mm)



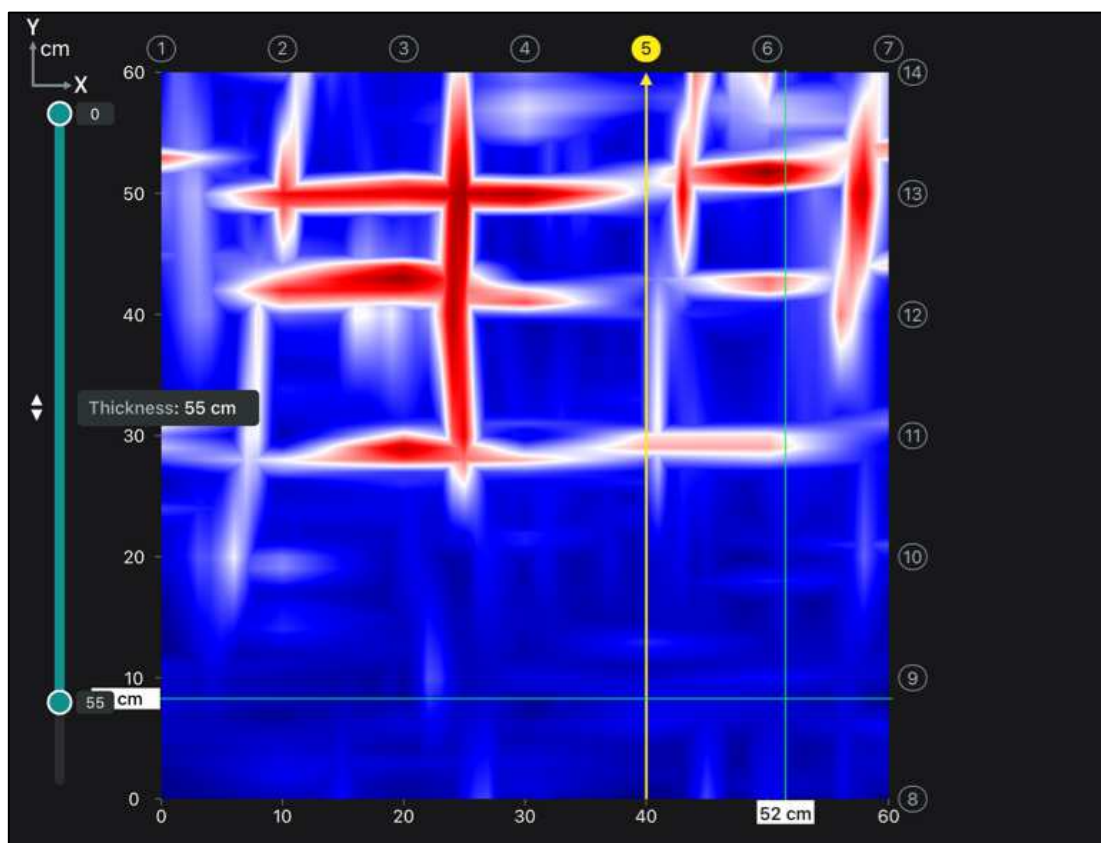
Obrázek 16 – snímek R05, úložný práh – liniový sken svislým směrem (shora dolů), detekována podélná výztuž v úložném prahu, rozteč 100 mm, krytí 75 mm (HILTI hloubkový dosah do 300 mm)



Obrázek 17 – snímek R06, úložný práh – liniový sken svislým směrem shora dolů, bez výztuže (HILTI hloubkový dosah do 300 mm)



Obrázek 18 – snímek R07 – úložný práh, liniový sken podélným směrem, detekována svislá výztuž pod ložisky, střed bez výztuže, (PROCEQ, hloubkový dosah do 600 mm)



Obrázek 19 – snímek R04, opěra 2 – plošný sken na pravé straně pod ložiskem, detekována podélná (vodorovná) a příčná (svislá) výztuž, krytí 55 mm (PROCEQ, hloubkový dosah do 600 mm)

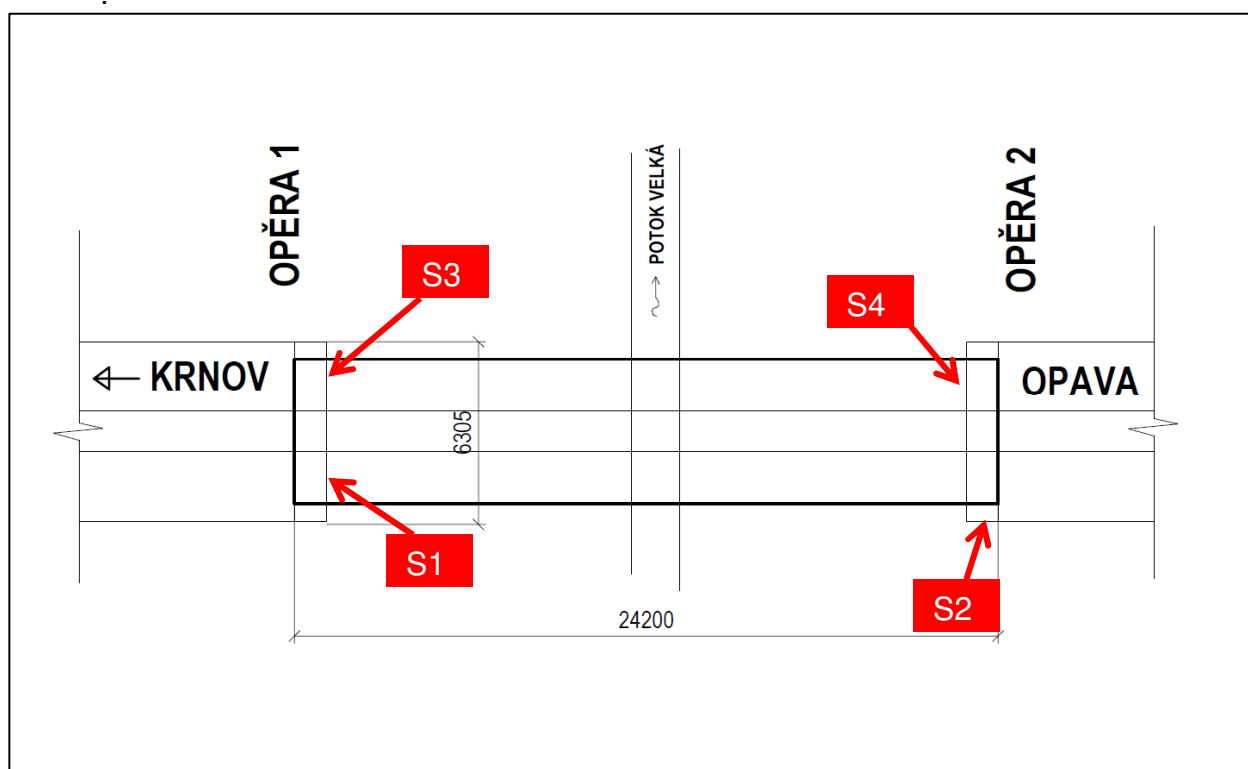
3.2 Destruktivní kontrola výztuže

3.2.1 Metodika

Pro kontrolu stavu, druhu a polohy uložení výztuže se provádí sondy do konstrukce tak, že se pomocí sekáče nebo přesně umístěným jádrovým vrtem odstraní krycí betonová vrstva a odhalí se povrch výztuže. Poté se vizuálně ev. za pomoci endoskopu zhodnotí stav, počet, druh a dimenze použité výztuže. V případě koroze výztuže se provede měření pro stanovení korozních úbytků výztuže.

3.2.2 Výsledky průzkumu

Ocelová výztuž použitá v konstrukci je na povrchu žebrovaná a je pravděpodobně typu 10 335 (J). Výztuž je uložena s dostatečným krytím - 50 mm a je bez korozních úbytků.



Obrázek 20 – schéma umísťení míst destruktivní diagnostiky na opěrách



Obrázek 21 – sonda S1 – vodorovná výztuž \varnothing 12 mm, svislá výztuž 6 mm, obě bez korozního úbytku, krytí 55 mm



Obrázek 22 – sonda S2 – vodorovná výztuž \varnothing 12 mm, bez korozního úbytku, krytí 55 mm



Obrázek 23 – sonda S3 – vodorovná výztuž \varnothing 12 mm, svislá výztuž 6 mm, obě bez korozního úbytku, krytí 45 mm



Obrázek 24 – sonda S3 – vodorovná výztuž \varnothing 12 mm, svislá výztuž 6 mm, obě bez korozního úbytku, krytí 45 mm



Obrázek 25 – sonda S4 – svislá výztuž \varnothing 6 mm, bez korozního úbytku, krytí 85 mm

4 Závěr

Obsahem této zprávy jsou závěry z provedeného diagnostického průzkumu mostního objektu nacházející se na trati Krnov – Opava východ v km 110,644.

Zásadní výsledky lze stručně shrnout do následujících bodů:

- Charakteristická pevnost betonu na opěrách odpovídá třídě betonu C20/25.
- Průměrná hodnota statického modulu pružnosti betonu obou opěr činí 27,9 GPa.
- Maximální zjištěná hloubka karbonatace betonu dosahuje do 10 mm.
- Beton splňuje požadavky na nasákavost.
- Obě opěry jsou slabě vyztuženy pouze v oblasti úložných prahů a jenom na okrajích v místech pod ložisky. Dřík obou opěr je bez ocelové výztuže.
- Ocelová výztuž použitá v úložných prazích je pravděpodobně typu 10 335, je uložena s dostatečným krytím, větším než 50 mm (min. krytí činí 50 mm). Výztuž je bez korozních úbytků.

Skutečnosti uvedené v této zprávě popisují zjištění k 11/2021 a mají platnost do 11/2023.

V Ostravě 30. 11. 2021

vypracoval: Ing. Roman Stoček