

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: 8

zpráva č. D 43/23

Diagnostický průzkum betonové konstrukce na jezu Nymburk

Objednatel: **Kucián statika s.r.o.**
se sídlem: 17. listopadu 236, 530 02 Pardubice

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

Zpracoval:
Jan Hejno
Dušan Bártek

Schválil:
Ing. Jan Horský
*odborný garant laboratoře,
AI v oboru zkoušení a diagnostika staveb,
oprávnění MD ČR – Diagnostický průzkum silničních objektů*

září 2023

1. ÚVOD

Na základě objednávky společnosti Kucián statika s.r.o. byl firmou Horský s.r.o. proveden diagnostický průzkum betonové konstrukce na jezu Nymburk.

Zadáním bylo následující:

- odběr jádrového vývrtu ze zábradlí včetně stanovení pevnosti betonu v tlaku
- odběr jádrového vývrtu z klenby včetně stanovení pevnosti betonu v tlaku
- nedestruktivní ověření polohy betonářské výztuže na zábradlí
- zjištění hloubky karbonatace betonu na osmi místech
- stanovení chloridových iontů v betonu v jedné hloubce na třech místech

Průzkum na místě byl proveden dne 8.9. 2023. Pro účely průzkumu je poloha uvažována od pravého břehu.



2. STANOVENÍ FYZIKÁLNĚ-MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ BETONU

2.1. Jádrové vývrtý z konstrukce

Celkem byly odebrány dva jádrové vývrtý DN 80 mm. Jeden vývrt byl ze zábradlí a jeden z klenby. Na vývrtech byl proveden popis a stanovena pevnost betonu v tlaku.

2.2. Vizuální popis vývrtů a jejich parametry

Tab. č. 1: Popis vývrtů

Označení vývrtu		N1	N2
Místo odběru		zábradlí 1. díl od pravého břehu 3,0 m od začátku zábradlí 1,0 m nad chodníkem	klenba u uložení na krajní pilíř na pravobřežní straně
Laboratorní číslo		2043/23	2044/23
Vývrtý - průměr / délka	mm	74,0 / 150 (celá tloušťka zábradlí)	74,0 / 215
Popis vývrtu		Beton hutný s póry.	Beton hutný s póry.
Kamenivo Rozložení Množství HK Druh HK / největší zrna	mm	rovnoměrné cca 25% objemu HTK (malá frakce) / 15 x 11	rovnoměrné cca 30% objemu HTK (malá frakce) / 25 x 17
Zhutnění betonu			
Póry < 1 / 1-7 mm	množství	střední / větší	střední / malé
Dutiny > 7 mm	ks	0	0
Kaverny	ks	-	-
Výztuž		-	-
Typ / průměr / hloubka	mm	-	-
Stav		-	-



vývrt N1 - zábradlí



vývrt N2 - klenba



pohled na zábradlí s místem odběru vývrtu



pohled na klenbu s místem odběru vývrtu

2.3. Zkoušky fyzikálně-mechanických vlastností betonu na vývrtech

Po provedení popisu, fotodokumentaci a karbonataci 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 vývrtů jsou uvedeny v tabulkách č. 2.

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

Označení vývrtu - prvek	Objemová hmotnost (ČSN EN 12390-7) [kg/m ³]	Pevnost v tlaku na jednotlivých tělesech (ČSN EN 12504) [MPa]		Krychelná pevnost v tlaku (ČSN EN 12390-3 + TKP18) [MPa]		Průměrná krychelná pevnost v tlaku [MPa]
N1 - zábradlí	2210	33,6	34,9	32,6	33,6	33,1
N2 - klenba	2250	47,8	52,2	48,1	52,5	50,3

3. CHEMICKÉ ANALÝZY BETONU

3.1 Tloušťka zkarbonatované vrstvy betonu

Tloušťka zkarbonatované vrstvy betonu byla zjištěna pomocí kolorimetrické zkoušky 1% roztokem fenolftaleinu. Byla provedena na vývrtech a v úsecích, kde bylo provedeno nedestruktivní měření polohy betonářské výztuže. Změřené hodnoty jsou uvedeny níže, v tabulce č. 3.

Tab. č. 3: Výsledky zkoušek tloušťky zkarbonatované vrstvy betonu

Poloha zkoušek	Hloubka karbonatace (od povrchu konstrukčního betonu) [mm]
klenba (vývrt N2)	25
zábradlí - 1. díl od pravobřežní strany (vývrt N1)	33 - vnější strana zábradlí 30 - vnitřní strana zábradlí
zábradlí - 2,5 m od začátku zábradlí na pravobřežní straně	22
zábradlí - 19,0 m od začátku zábradlí na pravobřežní straně	15
zábradlí - 32,5 m od začátku zábradlí na pravobřežní straně	23
zábradlí - 50,0 m od začátku zábradlí na pravobřežní straně	33
zábradlí - 61,0 m od začátku zábradlí na pravobřežní straně	18
zábradlí - 76,5 m od začátku zábradlí na pravobřežní straně	23

3.2. Zkoušky kontaminace betonu chloridovými ionty

Zkoušky byly provedeny na náhodně vybraných místech. Celkem byly odebrány 3 vzorky metodou zachycování prachu z vrtaných sond, a to v jedné hloubkové úrovni.

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 tj. 15%.

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. 4.

Tab. č. 4: Výsledky zkoušek kontaminace betonu chloridovými ionty

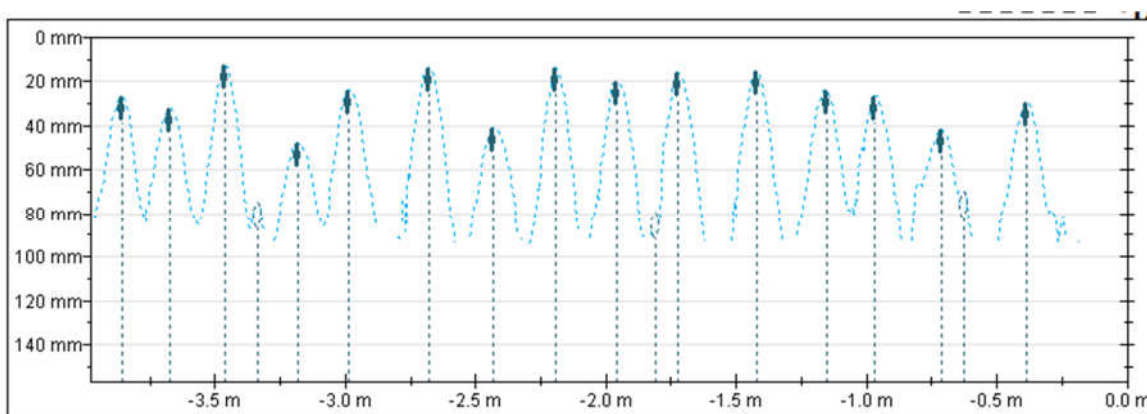
Poloha odběru	Hloubka odběru [mm]	Obsah Cl^- v betonu [%]	Obsah Cl^- k hmotnosti cementu [%]
zábradlí - 8,0 m od začátku zábradlí na pravobřežní straně / 0,2 m nad chodníkem	0–30	0,008	0,052
zábradlí - 59,0 m od začátku zábradlí na pravobřežní straně / 0,5 m nad chodníkem	0–30	0,002	0,012
klenba - u vývrtu N2, výtoky mezi klenbou a poprsní zdí	0–30	0,002	0,014

4. PRŮZKUM VÝZTUŽE

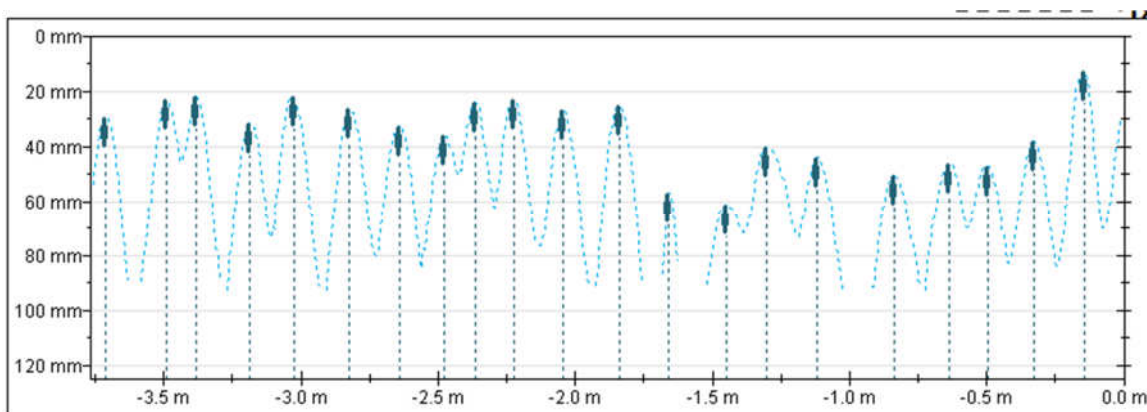
Zjištění polohy a hloubky uložení betonářské výztuže bylo provedeno pomocí přístroje Profometr PM 6 a radarem Hilty PS 1000. Celkem bylo provedeno šest měření na vnitřní straně zábradlí rozprostřených po celé jeho délce. U vývrtu N1 byla pro stanovení průměru výztuže provedena jedna bouraná sonda. Zde bylo zjištěno, že v zábradlí je v hloubce 21 mm **svislá hladká výztuž Ø 12 mm** s mírnou povrchovou korozí. Dle měření sestává podélná (vodorovná) výztuž pouze ze dvou prutů v koruně zábradlí. Z porovnání hodnot zjištěných nedestruktivně a na sondě lze odhadnout odchylku přístroje od skutečného krytí +/- 2 mm.

Tab. č. 5: Zjištěné skutečnosti při nedestruktivním průzkumu výztuže zábradlí

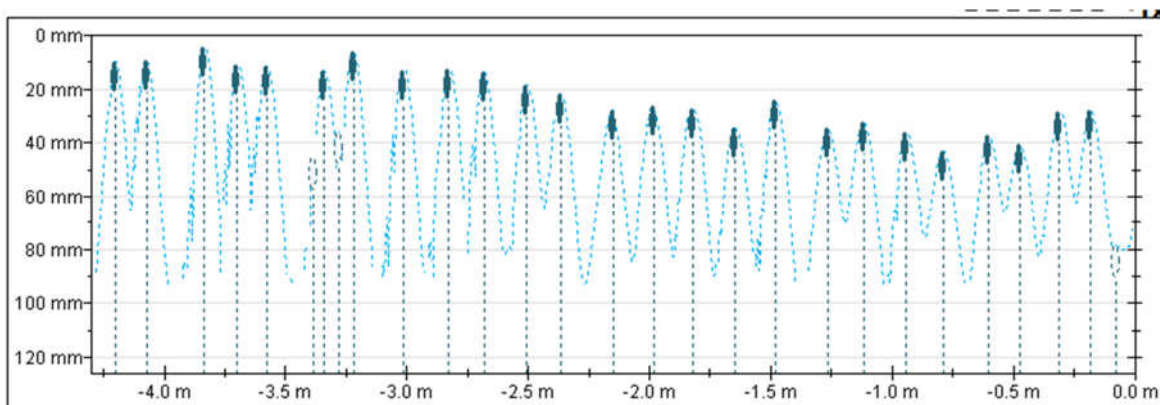
Poloha měření	Pruty přilehlé k vnitřní ploše zábradlí				
	Celkový počet [ks]	Počet na bm [ks]	Minimální krytí [mm]	Maximální krytí [mm]	Střední hodnota [mm]
0-4,0 m od pravého začátku zábradlí	15	4	12	48	25
18,0-22,0 m od pravého začátku zábradlí	21	6	13	61	32
32,0-36,5 m od pravého začátku zábradlí	25	6	4	43	24
48,0-52,5 m od pravého začátku zábradlí	29	6	4	51	12
59,0-63,0 m od pravého začátku zábradlí	21	6	17	50	28
75,0-79,5 m od pravého začátku zábradlí	27	6	9	34	19



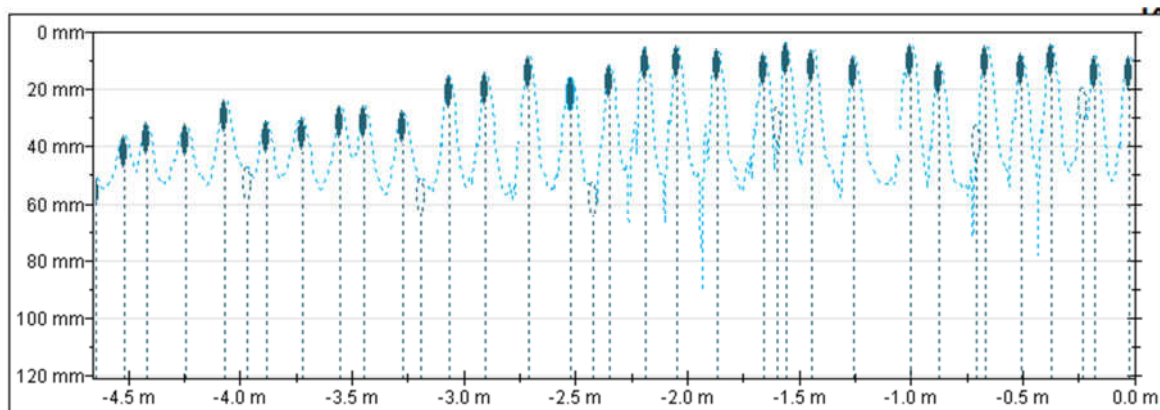
0-4,0 m od pravého začátku zábradlí



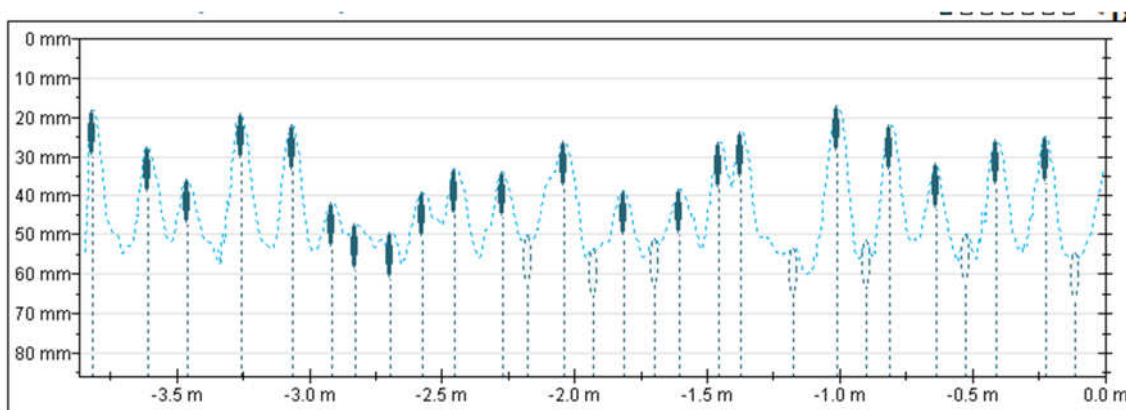
18,0-22,0 m od pravého začátku zábradlí



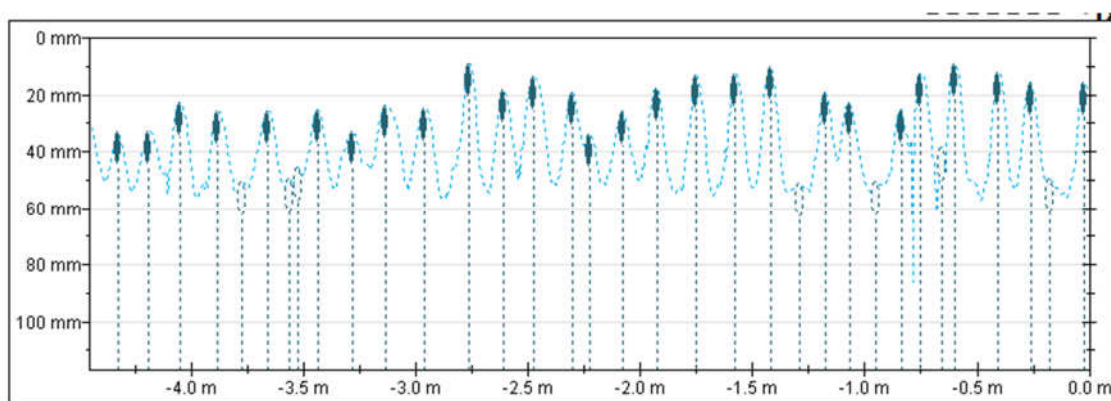
32,0-36,5 m od pravého začátku zábradlí



48,0-52,5 m od pravého začátku zábradlí

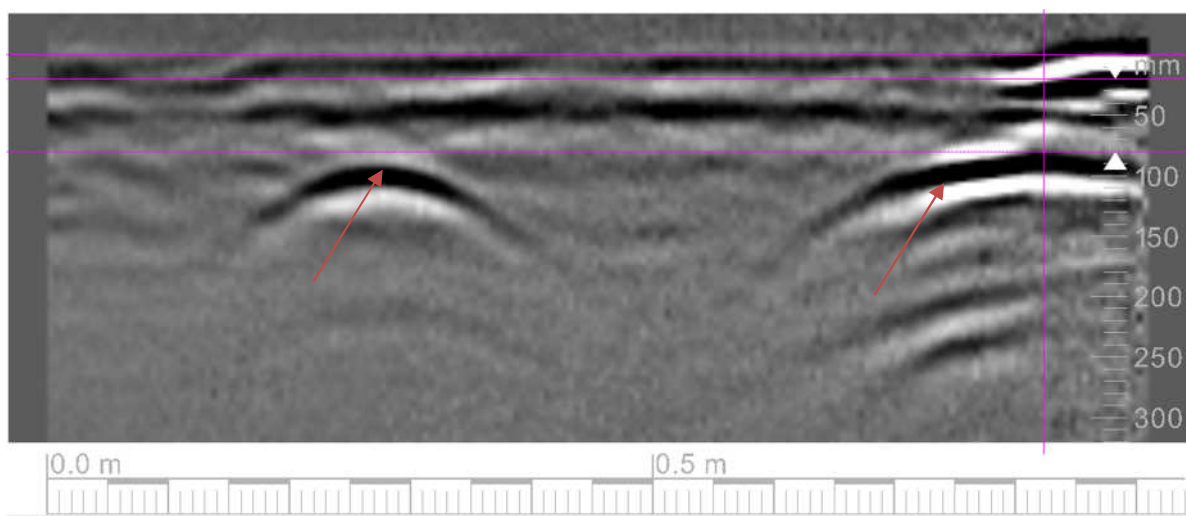


59,0-63,0 m od pravého začátku zábradlí



75,0-79,5 m od pravého začátku zábradlí

Lokálně v místě vývrtu byla radarem Hilty PS 1000 zjišťována i výztuž klenby. Na poměrně omezené ploše u vetknutí klenby na opěru byly zjištěny dva pruty podélné výztuže - jeden cca 220 mm nad spodní hranou klenby druhý cca 50 mm pod horní hranou klenby, boční krytí obou prutů bylo cca 90 mm. Rozdělovací výztuž nebylo možno spolehlivě určit.



Výstup z radaru – klenba, šipkami znázorněny ozvy výztuží, fialovou svislou čarou horní hrana klenby.