

**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: 20

zpráva č. D 30/21

## **Diagnostický průzkum nádrže odpadní vody v ČOV automobilky TPCA Kolín**

Objednatel: **Stavební hut' Slatiňany, spol. s r.o.**

se sídlem: Sečská 570, 538 21 Slatiňany

Řešitel: **Horský s.r.o.**

se sídlem: Klánovická 286/12, 198 00 Praha 9

Zpracoval:

Dušan Bártek

Schválil:

Ing. Jan Horský

*odborný garant laboratoře,*

*AI v oboru zkoušení a diagnostika staveb,*

*oprávnění MD ČR – Diagnostický průzkum silničních objektů*

listopad 2021

## 1. ÚVOD

Na základě objednávky od společnosti Stavební huť Slatiňany, spol. s r.o. byl firmou Horský s.r.o. proveden diagnostický průzkum ŽB konstrukcí v nádrži odpadních vod v automobilce TPCA Kolín. Hlavním důvodem průzkumu bylo zjištění jejich stávajícího stavu před plánovanou sanací.

Jedná se o uzavřenou nádrž s vnitřními rozměry rozměrech cca 6 x 3 m a výškou 4 m s několika prostupy ve stropu. V době průzkumu byla vypuštěna a omyta, ale v provozu, a byla vybavena veškerou technologií. Průzkum byl limitován poměrně krátkou dobou odstávky nádrže.

Beton stěn je na celé ploše hloubkově degradovaný, v horních částech nádrže se ještě zachoval původní líc betonu, směrem dolů je již povrch odpadlý odhadem do 30 až 50 mm. Povrch betonu dna nelze posoudit (stojící kal a voda), na stropu je odhalená struktura hrubého kameniva a na mnoha místech i korodující spodní vrstva výztuže.

Pro účely tohoto průzkumu je popis konstrukcí dán světovými stranami (západní strana se vstupním žebříkem).



Obr. č. 1: umístění nádrže na mapě se severní orientací  
(zdroj: seznam.mapy.cz)



Obr. č. 2: východní stěna v horní části  
se zbytky původního líce





Obr. č. 3: východní a severní stěna ve spodní části nádrže



Obr. č. 4: strop mezi odvětrávacími otvory



Obr. č. 5: detail stěny ve spodní části – povrch betonu se drolí, 20-30 mm lze lehce odstranit rukou, hlouběji nasoudrzném betonu je patrna poměrně jasně žlutá usazenina

## 2. STANOVENÍ FYZIKÁLNĚ-MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ BETONU

### 2.1. Jádrové vývrtý z konstrukce

Z konstrukcí bylo odebráno 8 jádrových vývrtů V1-V8 o průměru 80 mm, 3 ze dna, 4 ze stěn a 1 ze stropu nádrže. Některé návrtý byly záměrně vedeny přes výztuž, aby nahradily z časových důvodů neprovedené bourané sondy.

### 2.2. Vizuální popis vývrtů a jejich parametry

Tab. č. 1a: Popis vývrtů V1 a V2

Označení vývrtu		V1		V2	
Laboratorní číslo		2669/21		2670/21	
Poloha vývrtů		<b>dno,</b> 1,0 m od Z stěny 0,8m od S stěny		<b>dno,</b> 0,6 m od Z stěny 0,3 m od J stěny	
Vývrtý - průměr / délka	mm	74,5 / 290		74,5 / 320	
Popis vývrtu		JZ beton vyrovnávky - do hloubky 110 mm, do 100 mm bez výrazných vad a poruch, pak se na spoji rozpadá Konstrukční beton - na spoji s JZ bet. se do hloubky cca 40 mm při vyjímání rozpadá, dále do 80 mm na řezu s vydroleným tmelem, pak bez výrazných viditelných vad či poruch		JZ beton vyrovnávky - do hloubky 120 mm, vrstevnatý s pracovními spárami po cca 20-30 mm, ve 110 mm patrně na prac. sp. rozdělen, na řezu na mnoha místech žlutě zbarvené oblasti Konstrukční beton - hutný do 80 mm na řezu s mírně vydroleným tmelem, žlutě zbarvené oblasti ve větší míře do 70 mm, lokálně pokračují celým vývrtem	
Kamenivo Rozložení Množství HK Druh HK Největší zrna	mm	(konstr. beton) rovnoměrné dostatečné množství (cca 30 %) HDK + HTK 16 x 14		(konstr. beton) rovnoměrné dostatečné množství (cca 30 %) HDK + HTK 16 x 14	
Zhutnění betonu		JZ	konstrukční	JZ	konstrukční
Póry < 1 / 1-7 mm	množství	malé / malé	malé / malé	malé / střední	malé / malé
Dutiny > 7 mm	ks	0	4	0	1
Kaverny	ks	-	-	-	-
nasákavost <sup>N)</sup> (ČSN 73 1316)	[%]	9,36	7,70	8,59	7,23
Výztuž		-		konstr. beton	
Typ / průměr / hloubka	mm			žebírková / 10 / v 40 a 55	
Stav				bez koroze	

Tab. č. 1b: Popis vývrtů V3 a V4

Označení vývrtu		V3	V4
Laboratorní číslo		2671/21	2672/21
Poloha vývrtů		<b>dno,</b> 2,0 m od Z stěny 0,5 m od J stěny	<b>J stěna,</b> 0,8 m od Z stěny 1,1 m ode dna
Vývrtý - průměr / délka	mm	74,5 / 300	74,5 / 260
Popis vývrtu		JZ beton vyrovnávky - do hloubky 110 mm, na řezu vydrolený tmel, v hloubce 85 mm rozdělen (patrně na trhlině), na spoji nedohutněný ale soudržný. Konstrukční beton - beton hutný, bez viditelných vad či poruch	- původní čelo rozpadlé, na současném výrazné žluté výluhy - do 30 mm narušený (trhliny, výrazně vydrolený tmel na řezu), oblast narušeného betonu ostře ohraničena - dále hutný, s jednou větší dutinou, jinak bez viditelných vad či poruch
Kamenivo Rozložení Množství HK Druh HK Největší zrno	mm	(konstr. beton) rovnoměrné menší množství (cca 25 %) HDK + HTK 21 x 19	rovnoměrné dostatečné množství (cca 30 %) HDK + HTK 25 x 15
Zhutnění betonu		JZ	
Póry < 1 / 1-7 mm	množství	střední / střední	malé / malé
Dutiny > 7 mm	ks	4 (u spoje)	2
Kaverny	ks	-	-
nasákavost <sup>N)</sup> (ČSN 73 1316)	[%]	-	7,88
Výztuž		konstr. beton	vodorovná
Typ / průměr / hloubka	mm	žebírková / ? (odřez) / 55	žebírková / 12 / 15 (od stávajícího čela)
Stav		bez koroze	bez koroze

Tab. č. 1c: Popis vývrtů V5 a V6

Označení vývrtu		V5	V6
Laboratorní číslo		2673/21	2674/21
Poloha vývrtů		<b>Z stěna,</b> 0,6 m od S stěny 2,5 m od stropu	<b>S stěna,</b> 0,9 m od V stěny 1,3 m od stropu
Vývrtý - průměr / délka	mm	74,5 / 280	74,5 / 300
Popis vývrtu		- původní čelo rozpadlé, na současném výrazné žluté výluhy - do cca 70 mm narušený (trhliny, vydrolený tmel na řezu) - dále hutný, bez viditelných vad či poruch	- původní čelo rozpadlé, na současném výrazné žluté výluhy - do cca 30 mm narušený (trhliny, vydrolený tmel na řezu) - dále hutný, bez viditelných vad či poruch
Kamenivo Rozložení Množství HK Druh HK Největší zrno	mm	rovnoměrné dostatečné množství (cca 30 %) HDK + HTK 20 x 18	rovnoměrné dostatečné množství (cca 30 %) HDK + HTK 20 x 15
Zhutnění betonu			
Póry < 1 / 1-7 mm	množství	velmi malé / malé	velmi malé / malé
Dutiny > 7 mm	ks	1	2
Kaverny	ks	-	-
nasákavost <sup>N)</sup> (ČSN 73 1316)	[%]	7,68	6,35
Výztuž		svislá	-
Typ / průměr / hloubka	mm	žebírková / 12 / 35	
Stav		bez koroze	



Tab. č. 1d: Popis vývrtů V7 a V8

Označení vývrtu		V7	V8
Laboratorní číslo		2675/21	2676/21
Poloha vývrtů		<b>V stěna,</b> 1,6 m od S stěny 0,8 m od stropu	<b>strop, bok v prostupu stropu</b>
Vývrt - průměr / délka	mm	74,5 / 280	74,5 / 270
Popis vývrtu		- původní čelo rozpadlé, na současném výrazné žluté výluhy - do cca 30 mm narušený (trhlina, vydrolený tmel na řezu) - dále hutný, bez viditelných vad či poruch	- původní čelo narušené, odhalená zrna HK, na čele výrazné žluté výluhy - dále hutný, bez viditelných vad či poruch
Kamenivo Rozložení Množství HK Druh HK Největší zrna	mm	rovnoměrné dostatečné množství (cca 30 %) HDK + HTK 16 x 16	rovnoměrné dostatečné množství (cca 30 %) HDK + HTK 18 x 15
Zhutnění betonu			
Póry < 1 / 1-7 mm	množství	velmi malé / malé	malé / malé
Dutiny > 7 mm	ks	0	3
Kaverny	ks	-	-
nasákavost <sup>N)</sup> (ČSN 73 1316)	[%]	6,95	6,71
Výztuž		-	-
Typ / průměr / hloubka Stav	mm		



Obrázek č. 6: Vývrt V1



Obrázek č. 7: Vývrt V2



Obrázek č. 8: Vývrt V3



Obrázek č.9 a 10: Vývrt č. 4



Obrázek č.11 a 12: Vývrt č. 5



Obrázek č.13 a 14: Vývrt č. 6





Obrázek č.15 a 16: Vývrt č. 7



Obrázek č.17 a 18: Vývrt č. 8

### 2.3. Zkoušky fyzikálně-mechanických vlastností betonu na vývrtech

Po provedení popisu a fotodokumentaci 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 tabulce č. 2.

Tabulka č. 2: Výsledky zkoušek fyzikálně-mechanických vlastností betonu na vývrtech – spádový potěr

Prvek	Označení vývrtu	Lab. číslo	Objemová hmotnost (ČSN EN 12390-7) [kg/m³]	Nasákavost (ČSN 73 1316) [%]	Pevnost v tlaku na jednotlivých tělesech (ČSN EN 12504) / krychelná pevnost (ČSN EN 12390-3 Z1 + TKP18) [MPa]	Průměrná krychelná pevnost v tlaku [MPa]
dno	V1	2669/21	<b>2060</b>	<b>9,4</b>	31,9 / 31,0	<b>31,0</b>
dno	V2	2670/21	<b>2060</b>	<b>8,6</b>	17,9 / 17,4	<b>17,4</b>
dno	V3	2671/21	<b>2060</b>	<b>8,7</b>	15,2 / 14,8	<b>14,8</b>

Vzhledem k velkému rozptylu výsledků zkoušek nelze stanovit charakteristickou pevnost betonu. Doporučujeme předpokládat beton třídy C 12/15 dle ČSN EN 206+A2.

Tabulka č. 3: Výsledky zkoušek fyzikálně-mechanických vlastností betonu na vývrtech – konstrukční beton

Prvek	Označení vývrtu	Lab. číslo	Objemová hmotnost (ČSN EN 12390-7) [kg/m³]	Nasákavost (ČSN 73 1316) [%]	Pevnost v tlaku na jednotlivých tělesech (ČSN EN 12504) / krychelná pevnost (ČSN EN 12390-3 Z1 + TKP18) [MPa]	Průměrná krychelná pevnost v tlaku [MPa]
dno	V1	2669/21	<b>2170</b>	<b>7,7</b>	42,7 / 41,0	<b>41,0</b>
dno	V2	2670/21	<b>2180</b>	<b>7,2</b>	41,9 / 40,8	<b>40,8</b>
dno	V3	2671/21	<b>2160</b>	<b>7,9</b>	42,5 / 41,9	<b>41,9</b>
stěna	V4	2672/21	<b>2260</b>	<b>6,4</b>	55,3 / 60,8	<b>57,3</b>
stěna	V5	2673/21	<b>2180</b>	<b>7,7</b>	41,4 / 42,7	<b>42,1</b>
stěna	V6	2674/21	<b>2240</b>	<b>6,4</b>	54,8 / 49,9	<b>52,3</b>
stěna	V7	2675/21	<b>2240</b>	<b>6,9</b>	53,9 / 50,9	<b>52,2</b>
strop	V8	2676/21	<b>2240</b>	<b>6,7</b>	56,3 / 52,3	<b>53,7</b>

Výpočet charakteristické pevnosti betonu dle ČSN EN 1991:

Průměr	47,7 MPa
Směrodatná odchylka	6,87 MPa
Variační koeficient	0,14
Charakteristická pevnost	35,8 MPa

Zatřídění dle ČSN EN 206+A2 **C 30/37**

## 2.4. Pevnost povrchových vrstev betonu v tahu

Zkoušky byly provedeny na čelních částech vývrtů. Z povrchu vývrtů bylo pro tyto zkoušky odříznuto cca 5 cm vzorku, povrch byl obroušen do hranice počínající alkalické reakce betonu a zkušební terče byly nalepeny z obou stran takto upravených vývrtů. Z jednoho terče byl vývrt kotven do závitů v ocelové desce a z druhé strany pak byla zkouška tahem provedena při rychlosti nárůstu tahového napětí cca  $0,06 \text{ N/mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ . Pro zkoušku byl použit přístroj DZ-16, v.č. 1-0203. Výsledky zkoušek jsou uvedeny v tabulce č. 3.

Tab.č. 4: výsledky zkoušek pevnosti povrchových vrstev betonu v tahu (konstrukční beton)

Poloha zkoušek	Pevnost v tahu (ČSN 73 6242, příl.B) [N/mm <sup>2</sup> ]	Hloubka lomu [mm]	Charakter porušení [% zkoušené plochy]	
			beton	lepidlo
Vývrt 1 konstrukční beton	<b>4,20</b>	1-4	100	
Vývrt 2 konstrukční beton	<b>1,13<sup>*)</sup></b>	35-40	100	
Vývrt V3 konstrukční beton	<b>3,06</b>	1-3	100	
Vývrt V4	<b>3,73</b>	1-2	100	
Vývrt V5	<b>3,88</b>	1-10 <sup>**)</sup>	100	
Vývrt V6	<b>4,60</b>	1-10	100	
Vývrt V7	<b>4,86</b>	1-5	100	
Vývrt V8	<b>5,02</b>	1-10	100	

\*) k porušení došlo uvnitř betonu na výztuži

\*\*) k porušení došlo v trhlíně

## 3. CHEMICKÉ ANALÝZY BETONU

### 3.1 Tloušťka zkarbonatované vrstvy betonu

Tloušťka zkarbonatované vrstvy betonu byla zjištěna na vývrtech pomocí kolorimetrické zkoušky 1% roztokem fenolftaleinu.

Na většině vývrtů nebyla žádná zkarbonatovaná vrstva zjištěna. Pouze na vývrtu V3 byla zjištěna na konstrukčním betonu pod JZ betonem 3 mm vrstva zkarbonatovaného betonu.

### 3.2 Diferenční termická analýza

#### 3.2.1 PŘÍPRAVA VZORKU

Pro analýzu byl odebrán velmi narušený a silně zkorodovaný beton ze stěn. Vzorek byl vysušen při 85°C do konstantní hmotnosti, rozemlet celý na vibračním mlýnu na analytickou jemnost.



### 3.2.2 DIFERENČNÍ TERMICKÁ ANALÝZA (DTA)

Diferenční termická analýza (DTA) je jednou z prvních analýz, kterou provádíme na vzorku stavebních hmot a podle ní pak zadáváme dílčí analýzy. DTA je založena na měření rozdílu teplot zkoumaného vzorku a srovnávacího vzorku (etalonu). Základní požadavky kladené na referenční vzorek jsou: inertnost a stabilita (nesmí prodělavat fázovou přeměnu) v měřeném intervalu teplot, etalon a zkoumaný vzorek musí mít co nejpodobnější tepelnou kapacitu a tepelnou vodivost, případně stejnou velikost částic, jsou-li vzorky práškové. Jako etalon byl použit čistý korund, který nemá v měřeném intervalu žádný teplotní výkyv spojený s jakoukoli reakcí či morfologickou změnou. Rozdíly teplot byly registrovány současně s teplotou referenčního vzorku jako závislosti  $DT = f(T)$ . Rychlost nárůstu teploty byla 6°C za minutu (s výjimkou počátečního rozehrívání pece do 100°C kdy je rychlost nárůstu nižší). Velikost jednotlivých minim či maxim pak charakterizuje množství sledované látky. Vyhodnotit jde metodou GTA (náš přístroj neumožňuje), planimetricky či metodou DDTA. Pro první rozeznání však postačuje metoda DTA.

U anorganických pojiv sledujeme zejména tyto teploty, jejichž přibližné hodnoty nejsou dogmatem, ale mohou se vzájemně ovlivňovat a částečně tak posouvat:

120°C uvolnění latentně vázané vody, která se neuvolnila při sušení vzorku

160°C Dehydratace sádrovce na hemihydrát  $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} > \text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$

180°C Dehydratace sádrovce na anhydrit  $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O} > \text{CaSO}_4$

100 – 320°C Rozklad hydrosilikátů

320 – 480°C prohořívání organických složek

480 – 550°C dehydratace vápna  $\text{Ca}(\text{OH})_2 > \text{CaO}$

580°C morfologická přeměna křemene

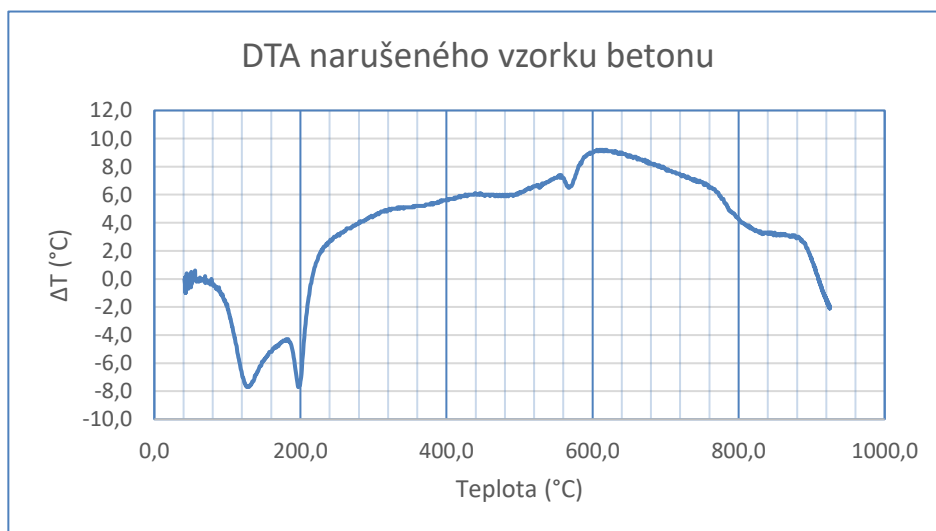
600 – 660°C pak zpravidla následují jílové minerály

660 – 780°C a dále pokračuje rozklad karbonátů – nejprve hořečnatého a pak vápenatého

Na základě zjištění, co se přibližně ve vzorku nachází, se provádí další analýza.

### 3.2.3 VÝSLEDKY ZKOUŠEK

Výsledky zkoušek DTA vzorku



V tomto vzorku je zřejmé:

- Výrazná minima na teplotách 140 a 200°C zachycující zejména dehydrataci sádrovce – v prvním stupni na hemihydrát a ve druhém stupni na anhydrid.
- Morfologická přeměna křemene 570°C-
- Rozklad karbonátů je nevýrazný 760 – n °C .

Na základě této analýzy, kdy je zjevné, že převažuje síranová koroze, kdy v nižší koncentraci  $\text{SO}_4^{2-}$  iontů vzniká převážně sádrovec a méně ettringit, nebyly prováděny jiné analýzy než kolorimetrické stanovení průniku síranových iontů do betonu.

### **3.2.4 KOLORIMETRICKÉ STANOVENÍ PRŮNIKU SÍRANOVÝCH IONTŮ DO BETONU**

Kolorimetrická metoda dle metodiky FHVA je založená na vybarvení zplodin síranové a sulfoaluminátové koroze směsí  $\text{BaCl}_2$  a  $\text{KMnO}_4$  a následném odstranění přebytku kyselinou šťavelovou. Zůstávající růžové zbarvení je znakem přítomnosti produktů síranové koroze. Metoda využívá téměř nulovou rozpustnost síranu barnatého, v němž se mechanicky a fyzikálně chemicky uzavře manganistan draselný a jeho redukce na nebarvící manganaté sole trvá mnohem delší dobu než manganistanu pouze vsáknutého do povrchu betonu.

Měření se provádí na leštěném povrchu hlavně z důvodu zvětšení časového odstupu redukce manganistanu pouze vsáknutého do betonu a manganistanu inkudovaného do sraženiny síranu barnatého. Tím je zde poukázáno též na omezující vlivy nepřesného stanovení zejména v případě pórovitého betonu, či betonu obsahujícího jílové minerály.

Z vyjádření FHVA vychází, že metoda zachycuje všechny druhy koroze síranovými ionty (ettringit, thaumasit, sádrovec). Nám se zdá, že některé nejsou vybarvené dostatečně, zkušeností s touto metodou je dosud málo.

Pro zkoušky byly použity vzorky z čel vývrtů, na nichž byly provedeny tahové zkoušky. Původně měly být kolorimetrické analýzy provedeny na všech vývrtech. Ale protože vzorky 1-3 jsou přikryty velkou tloušťkou spádového betonu, byl z těchto tří analyzován jen jeden a místo zbývajících dvou byla provedena analýza DTA a GTA, z nichž uvádím ve zprávě jen analýzu DTA, protože jednoznačně ukazuje na převažující typ koroze.

Výsledky provedených měření ukazují následné obrázky:

Obr. 19 vývrt 3 – bez zjevné koroze



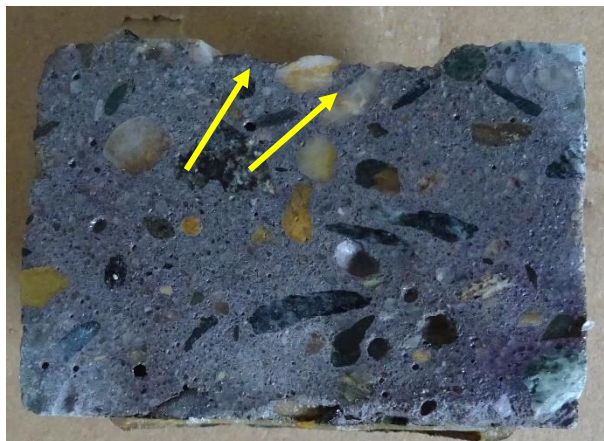
Obr. 20 vývrt 4  
Korozní zplodiny jen kolem mikrotrhlinek  
u kameniva



Obr. 21 vývrt 5  
Korozní zplodiny jen na povrchu a kolem  
mikrotrhlinek



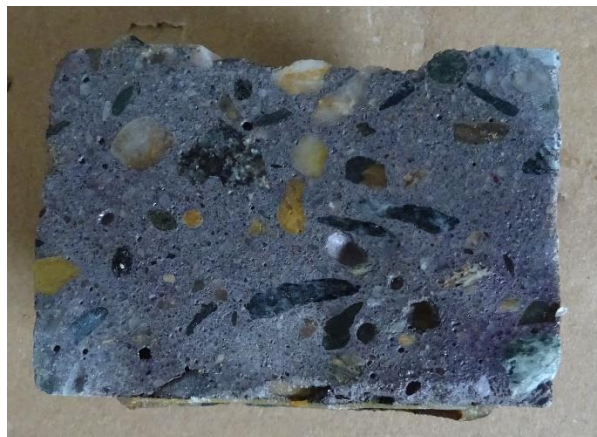
Obr. 22 vývrt  
Korozní zplodiny jen u povrchu a kolem  
mikrotrhlinek





Obr. 23 vývrt 7

Korozní zplodiny jen u povrchu

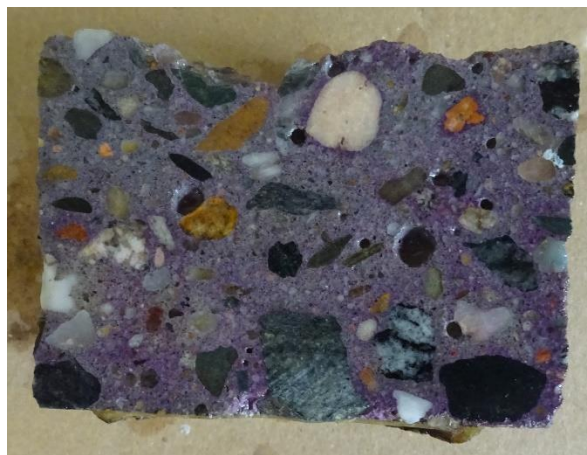


Obr. 24 vývrt 8

Korozní zplodiny jen kolem mikrotrhlinek

Ale nějakou trhlinkou i průsak až do

Hloubky 40 mm



Přestože se koroze v mikrotrhlinkách objevuje její nebezpečnost je dosud malá, což ukazují vysoké tahové pevnosti.

## **4. PRŮZKUM VÝZTUŽE**

### **4.1. Přímý průzkum**

Vzhledem ke krátkému času odstávky nádrže nebylo možno provést většinu bouraných sond a ty byly nahrazeny cíleným umístěním některých vývrtů tak, aby procházely přes výztuž (viz tab. 1).

Vývrt V2 (dno) – v hloubce 40 a 55 mm v konstrukčním betonu zachyceny 2 pruty (vzájemně kolmé) průměru 10 mm, bez koroze

Vývrt V3 (dno) – v hloubce 55 mm v konstrukčním betonu částečně zachycen 1 prut, bez koroze

Vývrt V4 (stěna) – v hloubce 15 mm od současného povrchu zachycen 1 prut vodorovné žebříkové výztuže průměru 12 mm, bez koroze

Vývrt V5 (stěna) – v hloubce 35 mm od současného povrchu zachycen 1 prut svislé žebříkové výztuže průměru 12 mm, bez koroze

#### Sonda do stropu

V místě prostupu byla na boku stropní konstrukce obourána odhalená výztuž v místě odpadlé krycí výztuže a stop po její korozi. Prut žebříkové výztuže průměru 12 mm byl korodovaný ze strany líce o cca 2-3 mm (úbytek na průřezu cca 30%). Osovou vzdálenost prutů je možné určit v místech odpadlé krycí vrstvy na cca 10 cm.



Obr. č. 25: prut výztuže na boku prostupu stropu.

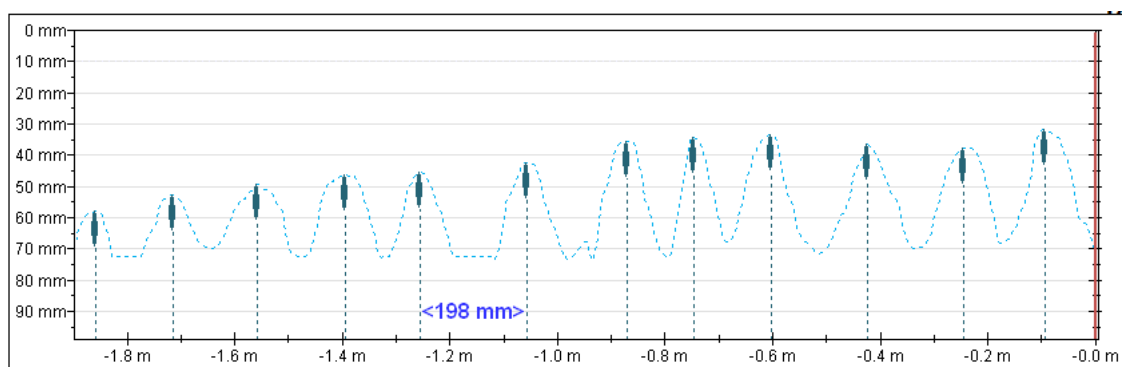
## **4.2 Nedestruktivní stanovení polohy a krycí vrstvy výztuže**

Pro nedestruktivní zjištění polohy a stanovení tloušťky krycí vrstvy betonu byl použit přístroj Profometer PM6 firmy Proceq pracující na principu elektromagnetické indukce. V přístroji byl nastaven zjištěný průměr výztuže (12 mm) a to s použitým vyhodnocovacím programem zajišťuje přesnost měření hloubky +/- 1-2 mm (dle hloubky) a polohy +/- 5 mm.

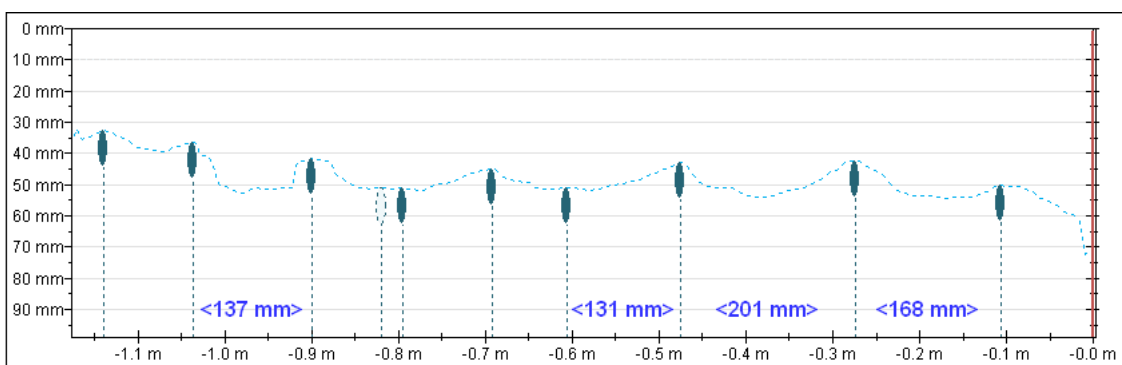
Vzhledem k opadanému a nesoudržnému povrchu části stěn bylo měření možno provést pouze **v horních částech stěn nádrže** – tedy původní krytí. V místech, kde je beton opadaný je současné krytí velmi malé. Na každé stěně bylo provedeno jedno měření svislé a jedno vodorovné výztuže. Zjištěné hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 5, dále jsou obrázky z výstupu z přístroje.

Tab.č. 5: výsledky zjištěných hodnot z nedestruktivního měření výztuže

Poloha měření LB – levobřežní, PB – pravobřežní,	Výztuž	Množství prutů	Krytí od-do, průměr [mm]	Obrázek č.
severní stěna u rohu s východní	svislá	6 na bm	32-58, 41	26
	vodorovná	7 na bm	33-51, 43	27
východní stěna, střed	svislá	6 na bm	47-53, 51	28
	vodorovná	5 na bm	60-63, 61	29
jižní stěna u rohu se západní	svislá	6 na bm	54-73, 58	30
	vodorovná	9 na bm	59-72, 66	31
západní stěna u rohu se severní	svislá	7 na bm	47-62, 52	32
	vodorovná	8 na bm	54-67, 58	33

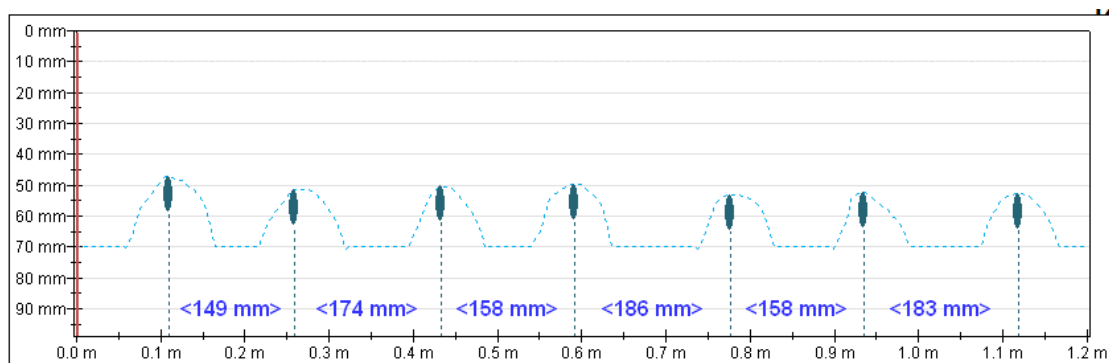


Obr. č. 26: výstup z přístroje – poloha výztuže, červená čára vpravo značí začátek měření u rohu s V stěnou

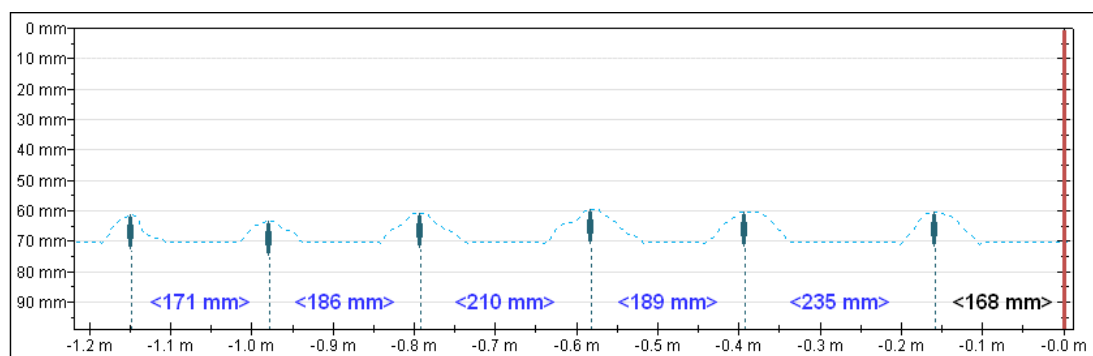


Obr. č. 26: výstup z přístroje – poloha výztuže, červená čára vpravo značí začátek měření pod stropem

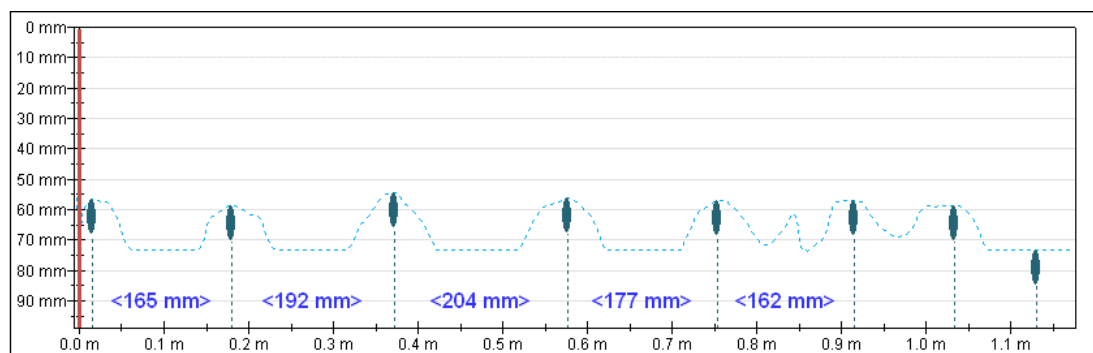




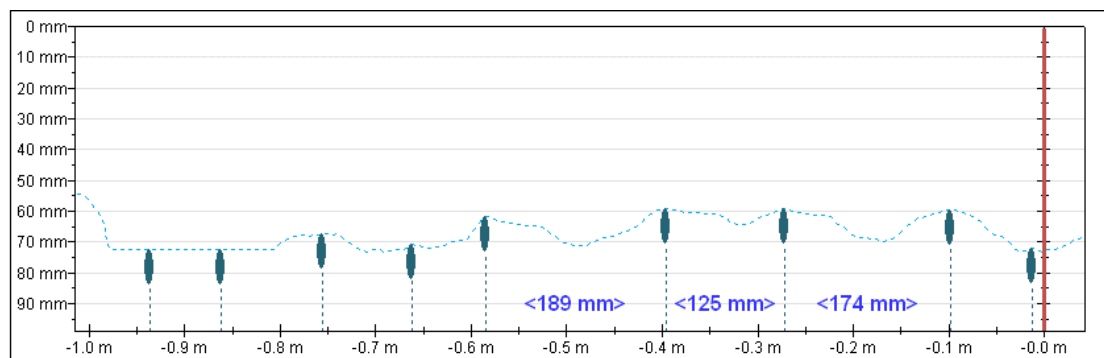
Obr. č. 27: výstup z přístroje – poloha výztuže, střed stěny



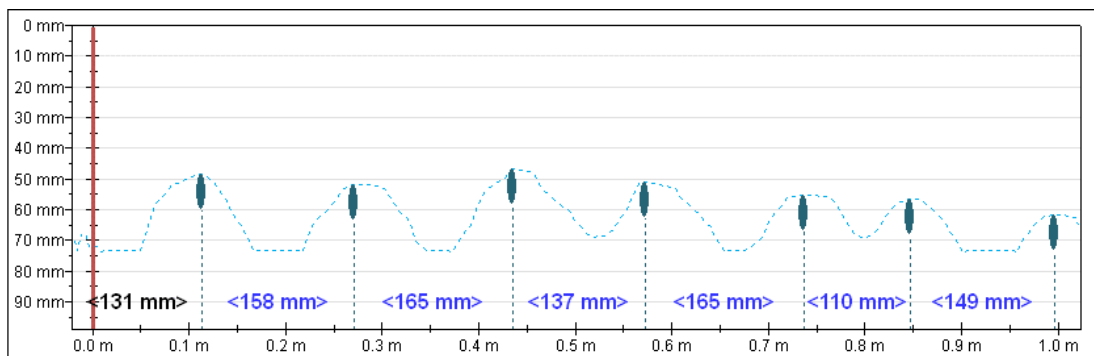
Obr. č. 28: výstup z přístroje – poloha výztuže, červená čára vpravo značí začátek měření pod stropem



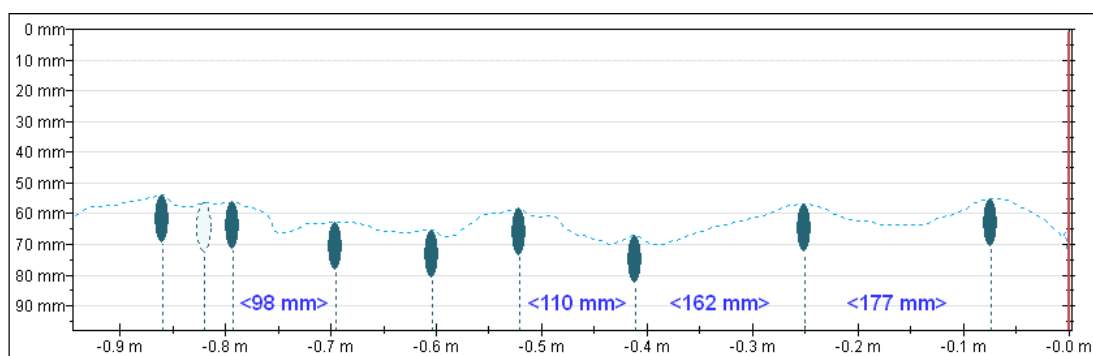
Obr. č. 29: výstup z přístroje – poloha výztuže, červená čára vlevo značí začátek měření u rohu se západní stěnou



Obr. č. 30: výstup z přístroje – poloha výztuže, červená čára vpravo značí začátek měření pod stropem



Obr. č. 31: výstup z přístroje – poloha výztuže, červená čára vlevo značí začátek měření u rohu se severní stěnou



Obr. č. 32: výstup z přístroje – poloha výztuže, červená čára vpravo značí začátek měření pod stropem

## 5. SHRUTÍ VÝSLEKŮ A ZÁVĚR

### 5.1. Shrnutí a diskuze výsledků

Beton konstrukce je povrchově výrazně narušený korozními vlivy protékajících medií. Narušení je podle přibližných odhadů plošně do průměrné hloubky cca 30 mm, lokálně se však objevují místa s korozními vlivy až do 70 mm (vývrt 5). Přesnější měření zde nebylo možné, protože na mnohých místech není možno odhadnout původní líc betonu. Povrch narušených míst je výrazně probarven žlutými výluhy a rozpadá se (viz foto čel vývrtů).

Z jednotlivých měření je možno shrnout výsledky takto:

- Beton konstrukce je kvalitní z hlediska pevnosti a staticky důležitých parametrů, je možné ho zařadit do pevnostní třídy C 30/37 dle ČSN EN 206+A2
- Beton má sice vynikající pevnostní charakteristiky, ale z našeho pohledu nebyl použit do daného prostředí vhodný cement, takže je korozně značně neodolný. Tento fakt dokumentujeme

pohledem na spádový potěr podlahy, který je lokálně velmi problematický, ale korozní vlivy se zde projevují mnohem méně – patrně byl použit vhodnější cement.

- Spádový potěr podlahy je kvality proměnné – jedná se o ručně hutněnou plochu ze zavhlého potěru a pevnost tak kolísá od rozpadajících se vzorků do pevností kolem 30 MPa. Pevnost vzorků, které bylo možno zkoušet odpovídá pevnostní třídě C 12/15, ale je nutno brát v úvahu, že jsou zde místa kdy pevnost konverguje k 0.
- Výztuž stěn a dna je v chráněné oblasti, tomu přispívá i její poměrně hluboké uložení (minimální naměřené krytí je 36 mm, běžně se však pohybuje okolo 50 mm), na stropě je větší množství výztuže odhalené a je zde nutno postupovat při sanaci dle metodik SSBK.
- Korozní vliv je zde kombinovaný. Z narušených míst byla provedena analýza DTA a GTA, která jednoznačně ukazuje na korozi síranovými ionty. Charakter porušení však spíše odpovídá korozi kyselými složkami vod, nebo solemi, kde anion solí reaguje s vápníkem za uvolnění jiných složek – klasickým reprezentantem takového narušení jsou amonné sole.
- Pro tento typ koroze hovoří výrazné a přesné rozhraní narušeného a nenarušeného betonu, které přímo koreluje s nástupem alkality betonu (stanoveno fenolftaleinem). Důkazem pro toto tvrzení jsou velmi vysoké hodnoty odtrhových pevností v místě tohoto rozhraní. Pokud by zde byla pouze koroze síranovými ionty, došlo by k podstatnému snížení tahových pevností betonu (vysvětlení – v případě koroze síranovými ionty vznikají korozní zplodiny s větším objemem než původní složky betonu – toto napětí v betonu se projeví nejprve zvýšenými tlakovými pevnostmi betonu, ale současně sníženými tahovými pevnostmi betonu). Proto se domníváme, že koroze síranovými ionty je pouze doprovodná ke korozi kyselými vodami či organickými solemi (viz výše).

Z těchto poznatků vyplývá též návrh pro sanaci betonové konstrukce.

## 5.2. Návrh opatření

Protože rozhraní mezi soudržným a kvalitním (byť neodolným) betonem a rozpadlou povrchovou vrstvou je velmi ostré a koreluje s nástupem alkality betonu, je možné velmi dobře kontrolovat odstranění nesoudržných vrstev (fenolftaleinem a odtrhovými pevnostmi). Tloušťka oprav je relativně dost velká na to, aby sanace proběhla drahými sanačními postupy, ale dost malá na to, aby byla konstrukce zesilována přibetonováním dalších vrstev.

Z výsledků průzkumu vyplývá jako ekonomicky nejvýhodnější a při tom kvalitní postup opravy s využitím všech předpisů norem a SSBK následující postup:

- Odstranění všech nesoudržných vrstev až na pevný beton (kontrola odtrhovými pevnostmi a FFT).
- V místech, kde byla obnažena výztuž tuto očistit, je-li nutno doplnit a ochránit pasivačním nátěrem

- K soudržnému betonu konstrukce přikotvit síť – výběr ponecháváme projektantům
- Reprofilaci provést metodou stříkaného betonu
- **Zásadní požadavek zde je na použití vhodného cementu pro toto prostředí. Čím je cement bohatší na latentně hydraulické složky (cementy s vysokým obsahem strusky či jiných pucolánových složek), tím je odolnější. Čistý portlandský cement byt' má nejlepší vazebné vlastnosti je v tomto prostředí naprosto nevhodný, protože neodolává žádným korozním vlivům.**

Tímto způsobem využijeme pevnostní charakteristiky původní konstrukce a ochráníme vše před korozními vlivy tohoto prostředí. Každé prodloužení doby opravy znamená hlubší narušení stávající konstrukce a výrazné zvýšení nákladů na opravu.

---

KONEC ZPRÁVY

---