

Tel.: 602 432 423

e-mail: betonconsult@betonconsult.cz

Objednatel:

Povodí Ohře, státní podnik

Bezručova 4219

430 03 Chomutov

**Stavebně technický průzkum objektu injekční štolý na vodním díle
Stanovice**



Zpracoval:

Miroslav Gottwald
hlavní technik diagnostiky staveb

[Signature]
BETONCONSULT s.r.o.
140 00 Praha 4, V Rovínách 123
Tel.: 602 432 423, www.betonconsult.cz
DIČ: CZ27366774

Schválil:

Doc. Ing. Jiří Dohnálek, CSc.
autorizovaný inženýr a soudní znalec

[Signature]
Doc. Ing. Jiří DOHNÁLEK, CSc.
inženýr pro zkoušení a diagnostiku
ČKAIT - 0003854

Praha, říjen 2019

1. Obsah

1. Obsah.....	2
2. Úvod.....	3
3. Stručný popis vyšetřované konstrukce.....	4
4. Výsledky diagnostických prací a použité zkušební metody.....	5
4.1 Vizuální hodnocení stavu konstrukce	7
4.1.1 Vstupní oblast do injekční štoly (pod domem hrázného).....	7
4.1.2 Injekční štola	8
4.1.3 Vstupní oblast do injekční štoly (vzdušný líc – u bezpečnostního přelivu).....	9
4.2 Vyhodnocení výsledků provedených zkoušek	10
5. Celkové zhodnocení výsledků stavebně technického průzkumu	15
5.1 Vstup do injekční štoly (pod domem hrázného)	15
5.2 Vstupní oblast do injekční štoly (vzdušný líc hráze – u bezpečnostního přelivu)	16
5.3 Injekční štola	17
6. Doporučení nápravných opatření	19

2. Úvod

Na základě smlouvy o dílo č. 05619 ze dne 11. 6. 2019 mezi Povodím Ohře, státní podnik a firmou Betonconsult, s.r.o. byl v průběhu měsíců srpen až říjen 2019 proveden stavebně technický průzkum vybraných objektů na vodním díle Stanovice. V rámci zpřístupnění jednotlivých konstrukcí byl stavebně technický průzkum etapizován do několika dnů, které probíhaly ve výše uvedených měsících.

Předkládaná zpráva se tak zabývala především injekční štolou vodního díla Stanovice a jejich návaznými objekty v tomto znění:

- vstupní oblast do injekční štoly pod domem hrázního,
- vstupní oblast do injekční štoly na protilehlém břehu – vzdušný líc hráze u bezpečnostního přelivu,
- schodiště injekční štoly.

Cílem stavebně technického průzkumu je shromáždit informace o aktuální kvalitě a homogenitě posuzovaného ostění železobetonové konstrukce injekční štoly, včetně zhodnocení jejího aktuálního stavu a predikce prodloužení životnosti. Výstupem stavebně technického průzkumu je tedy cílený sanační zásah, který by umožnil bezproblémové fungování a další využívání provozního objektu.

Skladba stavebně technického průzkumu byla následující:

- vizuální hodnocení stavu ostění injekční štoly (tabelárně), rozsahy poruch a akustické trasování povrchu v místě staničení,
- odběr jádrových vývrtů o průměru 70 mm z předem stanovených pozic o délce cca 200 mm (vnitřní líc ostění),
- stanovení pevnosti v tahu povrchových vrstev betonu odtrhovou zkouškou,
- stanovení korozního stavu výztuže na základě porovnání nedestruktivních zkoušek tloušťky krycí a zkarbonatované vrstvy betonu,
- stanovení pevnosti betonu v tlaku na vynesných jádrových vývrtech,
- stanovení pevnosti betonu v tlaku nedestruktivně na povrchu konstrukce (vnitřní líc ostění),

- ověření přítomnosti reakčních gelů ASR v konstrukci jednoúčelovou fluorescenční metodou,
- hodnotící zpráva o stavu konstrukce, stabilita konstrukce, zbytková životnost konstrukce a doporučení nápravných opatření.

Předkládaná zpráva se nezabývá pouze formální charakterizací kvality betonu, ale jeho celkovým koncepčním zhodnocením a navržením takových opatření, která by stabilizovala aktuální stav konstrukce a umožnila prodloužit jeho životnost v řádu cca 30 let.

Zpracovaný stavebně technický průzkum by tak měl být zřetelným vodítkem pro projekt revitalizace posuzovaného objektu, včetně požadovaného rozsahu plánovaného sanačního zásahu.

3. Stručný popis vyšetřované konstrukce

Předmětem stavebně technického průzkumu je injekční štola včetně vstupních oblastí na vodním díle Stanovice. Injekční štola je situována v podélném směru hráze a byla vybudována pomocí posuvného bednění při výstavbě samotného vzdouvacího tělesa. Předpokládá se, že nejprve byly betonovány prvky jak injekční, tak i komunikační chodby a následně byly prováděny práce na sypané hrázi včetně těsnících prvků z návodního líce. Ostění tak postupně vznikalo v místě břehového zavázání vodního díla a štola tak klesala podél svažitosti břhů až na samotné dno plánovaného hrazení.

Samotná štola je úzkého profilu o šířce cca 2,5 m a výšce cca 3,7 m. Svažitost obou ramen injekční štoly je zpřístupněna úzkým monolitickým schodištěm. Vedle schodiště je situována betonová spádnice, vedoucí až na dno konstrukce, kde se nachází „rovinka“. V této oblasti je také řešeno měření průsaků a tlaků vodního sloupce uvnitř tělesa hráze.

Vstup do injekční štoly je zajištěn v místě břehového zavázání pod domem hrázného. Jedná se o půdorysně obdélníkový objekt s nadzemní částí o rozměrech 10 x 4,3 m. Celková výška objektu je 9 m. Ten je však výškově rozdělen v úrovni terénu pochozí deskou, která je vynášena monolitickou trémovou konstrukcí. Výška nadzemní části je cca 4 m a naopak přístupová oblast k injekční štole (pod úrovní terénu) dosahuje výšky až 5 m. Toto je zpřístupněno jednoramenným monolitickým schodištěm. Posuzované konstrukce v této

oblasti jsou tvořeny z monolitického železobetonu. Nadzemní část objektu má stropní konstrukci z prefabrikovaných panelů typu PZD. Vstup do přístupové části objektu zajišťují ocelová dvoukřídlá vrata. V tomto prostoru je také manipulační šachta, umožňující transport těžkých břemen do oblasti injekční štol.

Zmiňovaná trémová konstrukce, vetknutá do obvodových stěn jak v příčném tak i podélném směru je celoplošně tvořena z monolitického železobetonu. Dno vstupní oblasti se tak nachází v místě zaústění injekční štol.

V případě druhé vstupní oblasti do injekční štol je zřejmé, že se nachází v místě břehového zavázání vedle bezpečnostního přelivu. Vstup je zajištěn z oblasti vzdušného líce hráze. Tato oblast je zpřístupněna venkovním monolitickým schodištěm. Samotná přístupová chodba je půdorysného tvaru obdélníku o délce cca 52,2 m a šířce cca 1,6 m. Výška chodby je na úrovni 2,4 m. Všechny zkoumané konstrukční prvky jsou tvořeny z monolitického železobetonu. Ve středových partiích je výškový profil zpřístupněn svažitým schodištěm.

Zkoumané konstrukce jsou tak součástí vodního díla Stanovice, tvořené vodohospodářskou soustavou Stanovice – Březová. Předmětný vzdouvací objekt hráze tvoří přímá sypaná hráz kamenitá s návodním asfaltovým těsněním, v horní oblasti koruny hráze vybavena asfaltovou komunikací. Délka koruny hráze je cca 258 m a šířka 8,2 m. maximální výška hráze nad terénem je cca 57,5 m.

4. Výsledky diagnostických prací a použité zkušební metody

V případě zkoumaného objektu byla provedena nejprve celoplošná vizuální prohlídka všech konstrukčních prvků, a to na základě staničených úseků po celé délce injekční štol. Prohlídka byla doplněna akustickým trasováním.

Akustická trasovací metoda umožňuje odhalit dutiny v podpovrchových oblastech a skrytě probíhající korozi výztuže. Ta je zjišťována sunutím ocelové kuličky, fixované na tyči po zkoumaném povrchu. Změnou ozvuku je tak identifikována delaminovaná oblast, tedy oddělené krycí vrstvy betonu nad výztuží.

Z vnitřního líce ostění injekční štol bylo odebráno celkem 9 jádrových vývrtů. Vývrty byly po odběru fotograficky zdokumentovány a prohlédnuty tak, aby mohla být zhodnocena skladba betonu. Poté byly vývrty rozřezány na válcová zkušební tělesa, která byla využita ke stanovení pevnosti betonu v tlaku. Čela válcových těles byla před zkouškou okoncována

speciální sírovou směsí podle ČSN 73 1329. Následně byla tělesa odzkoušena v elektronicky řízeném hydraulickém tlakovém zkušebním stroji EDT 1600. Vyhodnocení pevnosti betonu v tlaku destruktivně probíhalo podle ČSN EN 13791, postupu B pro „Stanovení pevnosti betonu v tlaku v konstrukci“.

Nedestruktivně byla pevnost povrchových vrstev betonu jednotlivých konstrukčních prvků stanovena Maškovým špičákem. Metoda vychází ze zarážení speciálního ocelového sondovacího dláta dvaceti údery pod povrch náhodně vybraného zkušebního místa palicí o hmotnosti 2 kg. Hloubka vniku Maškova špičáku je měřeným parametrem, který se pomocí obecného kalibračního vztahu převádí na pevnost betonu v tlaku. Použitý obecný kalibrační vztah má toleranční meze ± 20 % a jeho přesnost je srovnatelná s metodou Schmidtova tvrdoměru podle ČSN 73 1373.

Pevnost v tahu povrchové vrstvy odtrhovou zkouškou u betonové konstrukce se provádí na očištěném povrchu nejlépe mechanickým odstraněním povrchových partií a přebroušením diamantovým kotoučem. Na očištěný povrch se nalepí dvousložkovým epoxidovým lepidlem čtvercový zkušební terč o velikosti 5 cm x 5 cm. Po vytvrzení lepidla se ke zkušebnímu terči připojí hydraulická odtrhová aparatura DYNA Z 16, která umožňuje vyvozovat tahovou sílu kolmou k podkladu a registrovat její úroveň na mezi porušení. Při hodnocení tahové pevnosti je důležitým parametrem také stav lomové plochy mezi podkladem a zkušebním terčem.

V přístupných povrchových oblastech bylo provedeno stanovení tloušťky krycí vrstvy betonu nad výztuží. Ke stanovení byl použit magnetický indikátor výztuže Profometr 5 (Proceq, Švýcarsko), který umožňuje stanovit tloušťku krycí vrstvy betonu nad výztuží s přesností ± 1 mm. Tloušťka zkarbonatované vrstvy byla stanovována kolorimetrickým testem tak, že na prach, vynášený při příklepovém vrtání bylo sprejem aplikováno kolorimetrické činidlo – fenolftalein. Tloušťka zkarbonatované vrstvy je indikována stavem, kdy dojde k barevnému přechodu vynášeného prachu na temně fialovou. V tomto okamžiku je zastaveno vrtání a hloubka návrtu je považována za tloušťku zkarbonatované vrstvy.

Porovnání souboru tloušťky krycí a zkarbonatované vrstvy umožňuje posoudit, zda se výztuž nachází již ve zkarbonatované oblasti, či je dosud v alkalickém betonu, jehož alkalitou je pasivována a chráněna před rozběhem elektrochemické koroze. Porovnání obou souborů tedy umožňuje posoudit korozní stav i v oblastech, které nejsou dosud vizuálně poškozeny oddělením krycích vrstev.

Posouzení přítomnosti alkalické reakce kameniva v betonu bylo provedeno fluorescenční metodou podle AASHTO - T - 299 - 93. Test se provádí na odebraných vzorcích z konstrukce tak, aby vznikla čerstvá lomová plocha zkoumaného vzorku. Tento je opláchnut vodou a na něj je nanesen roztok octanu uranylu, kterým je možné detekovat reakční produkty alkalické reakce kameniva, tzv. reakční gely. Roztok se nechá reagovat po dobu 3 až 5 minut. Potom je opláchnut vodou a následně je vzorek nasvícen UV lampou vlnové délky 254 nm. Přítomnost ASR gelu se projeví žlutozelenou fluorescencí.

Provedené zkoušky probíhaly v souladu s českými normami, popřípadě s harmonizovanými - tzv. evropskými normami. Některé zkoušky vycházejí z technických podmínek pro sanace železobetonových konstrukcí TP SSBK III s využitím dlouhodobých zkušeností zpracovatelů stavebně technického průzkumu. Výsledky zkoušek jsou uvedeny v příložených tabulkách.

4.1 Vizuální hodnocení stavu konstrukce

4.1.1 Vstupní oblast do injekční štoly (pod domem hrázného)

Prakticky jediným zřejmým defektem je výskyt delaminovaných ploch nad korodující výztuží, a to oddělováním krycích vrstev betonu nad výztuží. Koroze výztuže je poměrně rozsáhlá a korozní úbytky se tak pohybují v intervalu od 1 do 4 mm.

V případě nadzemní části lze konstatovat, že obvodové stěny vykazují degradaci betonu do hloubky až cca 20 mm na ploše cca 10 % povrchu. Naopak korodující výztuž je zastoupena na ploše cca 30 % povrchu. Na spodním líci stropní desky je tato situace obdobná, neboť distanční výztuž se nachází v těsných podpovrchových oblastech. Koroze výztuže na spodním líci stropní desky je tak zastoupena na ploše cca 20 % povrchu.

Naopak spodní partie objektu pod úrovní terénu jsou zasaženy rozsáhlejší korozí, a to v případě obvodových stěn na úrovni cca 30 % a především stropní trámy pak vykazují korozi smykové výztuže na úrovni až 45 %. Korozní úbytky se tak i v tomto případě pohybují v intervalu od 1 do 4 mm.

Dále byly u nadzemní části zaznamenány také vertikální trhliny, probíhající nejčastěji v místě korodující výztuže, tedy nad výztuží. Zjištěná celková délka trhlín je cca 4 m o šířce 0,1 až 0,4 mm. Současně další trhliny byly zastiženy i v podzemní části objektu, a to v celkové délce cca 27 m. Šíře trhlín se pohybuje v intervalu od 0,1 mm až do 0,4 mm.

Některé trhliny již byly dodatečně sanovány. Další z trhlín jsou pak doprovázeny uhličitánovými výluhy. Jedná se především o horizontální pracovní spáru, zasaženou trhlínou, kde dochází k lokálním průsakům.

4.1.2 Injekční štola

Předmětný prostor, resp. vnitřní líc ostění injekční štoly byl zkoumán v případě obou schodišťových ramen, vedoucích podél svahu terénu v místě břehového zavázání a současně ve spodních partiích hráze, tedy na dně injekční štoly (rovinka), kde je samotné měření průsaků a vodních sloupců.

Při odběru jádrových vývrtů bylo zjištěno, že tloušťka ostění je větší než 400 mm. Otvory po odebraných jádrových vývrtech pak byly následně zapraveny.

Při vizuální prohlídce bylo provedeno staničení jednotlivých úseků podle jednotlivých dilatačních spár objektu, které jsou pomocí tabulek již na konstrukci vyznačeny. Změřeny tak byly pouze délkové úseky mezi těmito dilatačními celky. Nejkratší úsek na konci staničení měří délku cca 6,75 m. Většina dílčích staničení má délku cca 25,5 m.

Při hodnocení stavu objektu je vizuální prohlídka podstatným zdrojem informací, které postihují nejen degradaci betonu do různých hloubek, ale současně zaznamenány byly i délky trhlín. Důležitá je také šíře trhlín, která v případě, že překračuje hodnoty 0,4 mm, vyžaduje stabilizaci tlakovou injektáží.

Dále byla hodnocena rozsáhlost koroze výztuže na vnitřním líci ostění injekční štoly, včetně výskytu dutin, které mohou souviset s oddělováním krycích vrstev a především aktivní průsaky a výluhy, související s netěsností pracovních spár, resp. dilatací.

Výsledky vizuálního hodnocení jsou součástí tabelární přehledové tabulky jednotlivých staničených úseků s rozsahem defektů. V níže uvedené tabulce jsou uvedeny souhrnné informace o stavu ostění injekční štoly.

Přehled poruch na povrchu ostění injekční štoly

Druh poškození	Rozsah poškození /jednotky/	Celkem /všechny staničené úseky/
Degradace betonu	0 -5 mm	32 m ²
Degradace betonu	5 – 30 mm	68 m ²
Degradace betonu	nad 30 mm	0 m ²
Trhliny do 0,4 mm	0,1 mm – 0,4 mm	369,5 m
Širší trhliny nad 0,4 mm	0	0 m
Koroze výztuže	Úbytky materiálu 2 mm – 4 mm	69,5 m
Dutiny		32 m ²
Průsaky	Aktivní/ Neaktivní /m/	4 A , 20 N
Výluhy	uhličitanové	239 m ²
Pracovní spáry	Poškozené trhlinou	23 m
Pracovní spáry	Poškozené degradací	4 m

Výše uvedené rozsahy poruchy byly zaznamenány na vnitřním líci ostění a jedná se o celkový součet. Z uvedených hodnot tedy vyplývá, že nejvíce zastoupeny na vnitřním líci ostění jsou především trhliny a uhličitanové výluhy. Ve většině případů jsou zmiňované trhliny právě doprovázeny výluhy, což signalizuje zatékání do konstrukce.

Z hlediska výše uvedených defektů se nejedná při rozměru konstrukce o zásadnější poškození a lze předpokládat, že konstrukce bude standardním způsobem sanovatelná.

4.1.3 Vstupní oblast do injekční štoly (vzdušný líc – u bezpečnostního přelivu)

Posuzované konstrukce vstupní oblasti do injekční štoly vykazují především korozní napadení výztuže s korozními úbytky materiálu až do 4 mm.

U obvodových stěn tak byla zachycena pouze lokální koroze, neboť některé partie na stěnách již byly dodatečně sanovány. Plošný rozsah těchto defektů lze odhadnout na cca 2 m². Současně na stěnách byly zaznamenány vertikální trhliny, které jsou situovány v poměrně

pravidelném rastru, a to po obou stranách stěn chodby. Zjištěná celková délka trhlin je cca 15 m a jejich šíře se pohybuje v intervalu od 0,2 mm až do 0,5 mm. Současně byly zaznamenány lokálně oddělené krycí vrstvy betonu nad výztuží, a to v rozsahu 1 m². Je to dáno tím, že uvnitř konstrukce probíhá skrytě koroze výztuže a expanze korozních zplodin odděluje povrchové vrstvy.

Dále koroze probíhá ve styčné oblasti zhlaví stěny a vodorovné konstrukce stropní desky. Tyto partie jsou především narušeny degradací a dutinami. To lze odhadnout na cca 4 m².

Na spodním líci stropní desky je zřejmá především koroze výztuže v celkovém rozsahu cca 30 % povrchu. Korozní úbytky se tak pohybují v intervalu od 1 mm až do 3 mm. Současně byly na spodním líci stropní desky v místě přístupové chodby zaznamenány trhliny doprovázené uhličitánovými výluhy. Celková délka trhlin je cca 11 m a jejich šíře se pohybuje v intervalu od 0,2 mm až do 0,5 mm. Většina trhlin je doprovázena uhličitánovými výluhy.

Ve styčné oblasti mezi vodorovnou a svislou konstrukcí jsou zaznamenány také uhličitánové výluhy, způsobené dlouhodobým zatékáním do konstrukce. Výluhy jsou zachyceny na ploše cca 5 m².

4.2 Vyhodnocení výsledků provedených zkoušek

Celá zkoumaná oblast injekční štoly byla rozdělena na vstupní část, schodiště injekční štoly a oblast mezi schodišti (dno injekční štoly). V těchto oblastech byly provedeny jak nedestruktivní, tak i destruktivní zkoušky s cílem zachytit aktuální kvalitu a homogenitu zkoumaného ostění.

Z celkově devíti vnesených jádrových vývrtů byla řezáním zhotovena relevantní zkušební tělesa na okružní diamantové pile. Ta byla následně podrobena zkoušce pevnosti betonu v tlaku v elektronicky řízeném hydraulickém zkušebním stroji ELE-ADR 250/25, a to na pevnost betonu v tlaku.

Uvedené výsledky zkoušek se standardně stanovují na válci o průměru 150 mm a výšce 300 mm. S ohledem na skutečnost, že takto velká tělesa nelze v mnoha případech vůbec odebrat, jsou u menších těles pomocí souboru výše uvedených zkoušek tyto výsledky

kalibrovány a zařídovány a následně hodnoceny dle ČSN EN 13 791, postupu B pro určení minimální charakteristické pevnosti betonu v tlaku v konstrukci dle ČSN EN 206.

Destruktivní pevnosti betonu v tlaku byly doplněny nedestruktivně stanovenou pevností betonu v tlaku na povrchu konstrukce metodou Maškova špičáku.

V níže uvedené tabulce jsou zapsány průměry jednotlivých zkoušek pevnosti betonu v tlaku v předmětné zkoumané oblasti.

Konstrukce - povrch	Nedestruktiv- ně stanovená pevnost	Odpovídající třída betonu	Destruktivně stanovená pevnost	Odpovída- jící třída betonu	Průměrná objemová hmotnost
	[MPa]		[MPa]		[kg/m ³]
Vstupní oblast do injekční štoly - stěny	39,6	C 25/30	38,36	C 30/37	2.395
Vstupní oblast do injekční štoly - stropy	34,9	C 20/25	nehodnoceno		
Injekční štola - schodiště	31,4	C 16/20	34,07	C 30/37	2.372
Oblast mezi schodišti štoly (dno)	38,8	C 25/30	36,17	C 30/37	2.379

Upozorňujeme, že z dlouhodobých zkušeností víme, že při vyhodnocování výsledků pevnosti betonu v tlaku v konstrukci jsou výsledky u menších průměrů těles mírně podhodnocovány v řádu cca 15 %. Je to dáno především tím, že s kumulací zrn kamene uvnitř jádrového vývrtu v lokálních oblastech dochází ke zvýšení, resp. ke zpevnění konstrukce. Naopak oblasti, kde kamenivo téměř absentuje, mají velmi nízké hodnoty pevnosti betonu v tlaku. Důležitým parametrem při stanovení pevnosti betonu v tlaku je tak i minimální rozměr kameniva vůči průměru tělesa. Jednotlivé zkoušky jsou pak kalibrovány v rámci souboru provedených zkušebních postupů.

Výše zmiňovaná struktura betonu je ve všech odebraných jádrových vývrtech vyhovující. Prakticky je totožná skladba betonu, tvořená drceným a těžkým říčním kamenivem frakce 4/8 a 8/16 mm s maximálním nadsítým 32 mm. Na plášti vnesených jádrových vývrtů nebyla zachycena žádná velká zrna kameniva. Prakticky lze konstatovat, že kamenivo je na plášti vnesených jádrových vývrtů poměrně rovnoměrně rozloženo a

nedochází k výraznější segregaci či absenci jemnozrnných podílů kameniva. V těsných podpovrchových partiích je kamenivo dostatečně vyplněno a tak nedochází k výraznějšímu rozpadu podpovrchových vrstev. Maltový tmel je hutný, i když vykazuje na konstrukci značné vzduchové póry. To je především dáno problematikou hutnění konstrukce z doby výstavby. Přesto lze konstatovat, že maltový tmel je velmi dobře zpracován a při ukládání betonu do konstrukce byla betonové směsi věnována dostatečná pozornost. Zachycené výztužné pruty uvnitř konstrukce ostění injekční štol v lokálních oblastech vykazuje korozi. Jedná se především v místě defektů, způsobených trhlinou, kde dochází k transportu vlhkosti až k výztužným prutům. Naopak povrchové vrstvy, které nejsou zasaženy defekty, tento transport vlhkosti neumožňují a zachycená výztuž v těchto partiích je prakticky korozně intaktní.

Z výše uvedených výsledků zkoušek jednoznačně vyplývá, že jádrový beton je velmi dobře zpracován a odpovídá tak pevnostní třídě C 30/37. Z hlediska doby výstavby předmětné hráze se jedná o mimořádné hodnoty.

Povrchové vrstvy vykazují mírné snížení mechanických vlastností betonu, nejedná se však o zásadnější poškození. Z hlediska hodnocení struktury betonu je zřejmé, že některé partie jsou hůře zpracovány především co do vzduchových pórů (tedy hutnění), avšak při ukládání betonu do konstrukce lze konstatovat, že mu byla věnována dostatečná pozornost a beton je v tomto směru nadále spolehlivě využitelný. Lze také předpokládat, že výskyt větších vzduchových pórů mohlo způsobit použití hrubšího cementu při výstavbě.

V rámci výše uvedených výsledků zkoušek také pro plánovaný sanační zásah hraje důležitou roli aktuální stav povrchové vrstvy, která v některých oblastech vykazuje mírnější snížení mechanických vlastností betonu. Toto způsobuje především karbonatace betonu, resp. jeho rychlost způsobená vysokou vlhkostí uvnitř provozního objektu. Přesto lze konstatovat, že konstrukce nejsou výrazněji poškozeny.

Lze tedy předpokládat, že pevnostní třídy povrchových vrstev lze zařadit spolehlivě o jednu vyšší kategorii, neboť statistické jištění provedených výsledků zkoušek výrazně tyto povrchové vrstvy snižuje.

Pro zjištění aktuální kvality a spolehlivosti homogenity povrchových vrstev byly také provedeny odtrhové zkoušky s cílem zjistit aktuální tahovou pevnost povrchové vrstvy vnitřního líce ostění injekční štol. Dílčí hodnoty tahových pevností se tak pohybují

v intervalu od 1,22 MPa až do 3,79 MPa. Zjištěná průměrná hodnota tahové pevnosti je 2,54 MPa. Jedná se o zcela vyhovující hodnoty, které podtrhují nedestruktivně provedené zkoušky, resp. s nimi dostatečně korelují.

Výše uvedené zkoušky pevnosti v tahu povrchových vrstev jednoznačně dokládají, že stávající povrchové vrstvy jsou mírně narušeny degradací, přesto se nejedná o zásadnější poškození. Z hlediska tahových pevností lze tedy předpokládat, že po potřebné předúpravě povrchu bude stávající konstrukce vyhovující pro standardní adhezně kotvený sanační zásah.

Povrch vnitřního líce ostění injekční štolý byl dále podroben nedestruktivním zkouškám s cílem zachytit aktuální korozní stav výztuže uvnitř konstrukce. Podstatou těchto zkoušek by měla být predikce vývoje koroze výztuže uvnitř zkoumaného ostění. To bylo provedeno na základě nedestruktivních zkoušek, a to porovnáním souboru tloušťky krycí vrstvy betonu nad výztuží a tloušťky zkarbonatované vrstvy betonu. Tato metoda umožňuje prognózovat vývoj koroze výztuže uvnitř konstrukce i v oblastech, které nejsou dosud vizuálně poškozeny oddělením krycích vrstev.

Konstrukce - povrch	Veličina	min [mm]	max [mm]	Průměrná hodnota [mm]	Stav ochrany výztuže alkalitou betonu
Vstupní oblast injekční štolý - stěny	krytí	37	65	51,5	Výztuž chráněna
	karbonatace	15	29	21,7	
Vstupní oblast injekční štolý - stropy	krytí	9	25	16,0	Koroze výztuže
	karbonatace	13	27	20,9	
Schodiště injekční štolý	krytí	15	72	43,9	Lokální koroze
	karbonatace	14	21	18,2	
Oblast mezi rameny schodišť (dno injekční štolý)	krytí	21	77	58,6	Výztuž chráněna
	karbonatace	11	15	13	

Z výše uvedených výsledků zkoušek jednoznačně vyplývá, že převážná většina výztuže je prozatím situována dostatečně hluboko v alkalickém betonu, jehož alkalitou je pasivována a chráněna před rozběhem koroze výztuže. Přesto v některých oblastech na základě vizuální prohlídky byly zaznamenány oddělené krycí vrstvy, resp. korodující výztuž. To tedy znamená, že především u ramen schodiště dosahují nejvyšší hodnoty zkarbonatované vrstvy již za hranici nejnižší uložené osnovy výztuže uvnitř betonu.

Ztráta pasivační schopnosti v této oblasti vede k expanzi korozních zplodin na povrchu výztuže, což v praxi vede k oddělení krycích vrstev betonu nad výztuží (výskyt dutin).

S ohledem na plošný rozsah konstrukce lze uvedené hodnoty koroze výztuže považovat za lokální poškození. Nejúčinnější obranou proti vnikání vlhkosti do konstrukce a následnému vývoji koroze výztuže je kvalitní sekundární ochrana povrchu, tj. nepoškozené povrchové vrstvy, a to především v místě trhlin. Lze předpokládat, že standardní sanační zásah v místě korodující výztuže i svislých trhlin výrazně zpomalí vývoj koroze výztuže v oblastech, které jsou tímto jevem postiženy.

Dále byla zbylá tělesa z jádrových vývrtů využita pro stanovení přítomnosti alkalické reakce kameniva uvnitř betonu.

Obsah alkálií (obsah sodíku a draslíku) v betonu je jedním z rozhodujících faktorů, který ovlivňuje riziko vzniku alkalické reakce kameniva v betonu. Reálné stanovení obsahu alkálií v betonu však komplikuje celá řada skutečností. Tam, kde je beton vystaven působení deště nebo jiných zdrojů vody, může být obsah alkálií výrazně snížen dlouhodobým vyluhováním. Podobně, pokud byl beton vystaven transportu vlhkosti, např. na jedné straně byl konstrukční prvek zavlhčován a na druhé spíše vysoušen, mohlo dojít v jedné oblasti k redukci obsahu alkálií, naopak v druhé k jejímu zvýšení. Rozdílné názory panují, pokud se týká vlivu alkálií, obsažených v rozmrazovacích solích. V tomto ohledu je tedy nejspolehlivějším postupem odběr vzorků betonu z takové hloubky pod povrchem, kam objektivně posypové soli nemohly proniknout.

Obsah alkálií dále mohou zvyšovat alkálie, obsažené v různých typech kameniva, např. v živici. Pokud existuje podezření, že alkálie mohou být přítomny v minerálech kameniva, doporučuje se, aby bylo z hlediska obsahu alkálií analyzováno separátně kameniva, a to zejména jemné frakce. Naopak některé typy kameniva mohou alkálie absorbovat. Výrazný vliv a obsah alkálií v betonu mohou mít dále přísady popílku a jemně mleté vysokopecní strusky v betonu.

Posouzení vlivu těchto příměsí vyžaduje, aby byl k dispozici jejich hmotnostní podíl, obsažený v betonu a stanovený obsah alkálií se s ohledem na tyto skutečnosti mohl redukovat.

Současně je nezbytné si uvědomit, že alkálie se v betonu vyskytují od prvopočátku. Identifikace reakčního gelu je tak nezbytné provádět porovnáním výsledků ověřovací fluorescenční metody s výsledky laboratorních zkoušek.

Posouzení přítomnosti alkalické reakce kameniva v betonu bylo provedeno fluorescenční metodou podle AASHTO-T-299-93. Test se provádí na odebraných vzorcích z konstrukce tak, aby vnikla čerstvá lomová plocha zkoumaného vzorku. Tento je opláchnut vodou a na něj je nanesen roztok octanu uranylu, kterým je možné detekovat reakční produkty alkalické reakce kameniva, tzv. reakční gely. Roztok se nechá reagovat po dobu 3 až 5 minut. Potom je opláchnut vodou a následně je vzorek nasvícen UV lampou vlnové délky 254 nm. Přítomnost ASR gelu se projeví žlutozelenou fluorescencí.

Pokud je detekce ASR výše uvedenou metodou neúspěšná a přesto konstrukce vykazuje typické poruchy, může se jednat o stav, kdy k reakci došlo již v uplynulém čase a nyní je z konstrukce postupně vyluhována.

Z odebraných jádrových vývrtů byla zhotovena zkušební tělesa, která byla podrobena orientační zkoušce přítomnosti alkalicko-křemičitých gelů fluorescenční metodou. Žádné z těles nevykazuje navázání reakčních gelů. Je tedy zcela zřejmé, že konstrukce není kontaminována alkalickou reakcí kameniva. **Případný sanační zásah tak může být prováděn standardním způsobem, kotveným k podkladu adhezí.**

5. Celkové zhodnocení výsledků stavebně technického průzkumu

Na základě provedeného stavebně technického průzkumu injekční štolý a přístupových oblastí na vodním díle Stanovice jsou níže shrnuty závěry ze stavebně technického průzkumu a současně provedeno doporučení nápravných opatření pro stabilizaci zkoumaných konstrukcí.

5.1 Vstup do injekční štolý (pod domem hrázného)

- Na obvodových stěnách byla zaznamenána degradace betonu s hloubkou poškození do 5 do 20 mm, a to na ploše 20 % povrchu. Dále byly na konstrukci obvodových stěn zachyceny trhliny v celkové délce 31 m, jejichž šíře se pohybuje v intervalu od 0,1 mm až do 0,4 mm. V suterénní oblasti

obvodových stěn jsou zřejmé pracovní spáry, které jsou doprovázeny lokálními průsaky a uhličitánovými výluhy.

- Akustická trasovací metoda nezachytila na povrchu konstrukce žádné dutiny.
- Viditelná koroze výztuže u obvodových stěn je 30 % povrchu s úbytky materiálu od 1 do 4 mm.
- Na spodním líci stropní desky mezi 1. NP a 1. PP je zřetelná degradace betonu v rozsahu 25 % povrchu. Jedná se především o oblasti s korodující výztuží, zasahující do hloubky cca 20 mm.
- Na povrchu konstrukce nebyly zaznamenány žádné trhliny ani dutiny.
- Rozsah koroze výztuže u stropní desky mezi 1. NP a 1. PP včetně trámové konstrukce je 32 % povrchu. Ve většině případů se jedná o rozdělovací či smykovou výztuž. Korozní úbytky se tak pohybují v intervalu od 1 do 4 mm.
- Nedestruktivně stanovená pevnost betonu v tlaku na spodním líci stropní konstrukce odpovídá třídě C 20/25 podle platné ČSN EN 206.
- Korozní stav výztuže je na spodním líci stropní konstrukce nepříznivý. Tloušťky krycích vrstev se pohybují v intervalu od 9 mm do 25 mm. Průměrná hodnota krytí je 16,0 mm. Současně průměrná tloušťka zkarbonatované vrstvy je 20,9 mm s dílčími hodnotami od 13 mm do 27 mm.

5.2 Vstupní oblast do injekční štoly (vzdušný líc hráze – u bezpečnostního přelivu)

- U obvodových stěn nebyla zaznamenána žádná zásadnější degradace. Akustické trasování povrchu pouze zachytilo výskyt dutin v celkovém rozsahu 5 m².
- Ve styčné spáře mezi stěnou a vodorovnou konstrukcí stropní desky byly zaznamenány uhličitánové výluhy v celkovém rozsahu 5 m².
- Na stěnách byly zaznamenány trhliny v celkové délce 15 m, jejichž šíře se pohybuje v intervalu od 0,1 mm až do 0,4 mm.
- Na spodním líci stropní desky je zřetelná koroze výztuže v celkovém rozsahu 30 % povrchu s úbytky materiálu od 1 mm až do 3 mm. Současně jsou

korodující výztužné pruty doprovázeny degradací betonu v místě koroze s hloubkou poškození do 20 mm, a to na shodné ploše cca 30 % povrchu.

- Na spodním líci stropní desky byly zaznamenány trhliny v celkové délce 11 m, jejichž šíře se pohybuje v intervalu od 0,1 mm až do 0,4 mm. Trhliny jsou ve většině případů doprovázeny uhličitánovými výluhy.
- Aktuální pevnost betonu v tlaku ve vstupních oblastech do injekční štol u stěn byla zachycena destruktivně na úrovni 38,36 MPa, což odpovídá pevnostní třídě C 30/37. Naopak povrchové vrstvy vykazují hodnoty na úrovni pevnostní třídy C 25/30 podle platné ČSN EN 206.
- Korozní stav výztuže v oblasti vstupu do injekční štol vykazuje u obvodových stěn ve většině případů vyhovující hodnoty, kde se výztuž prozatím nachází v alkalickém betonu, jehož alkalitou je pasivována a chráněna před rozběhem koroze výztuže. Jinak je tomu u stropní desky, kde byly zaznamenány ve vstupních oblastech koroze na úrovni 40 % povrchu. Zde se tedy plošně výztuž nachází ve zkarbonatované oblasti a není chráněna alkalitou betonu proti korozi výztuže.
- Odebrané jádrové vývrty v místě zaústění štol nevykazují známky alkalické reakce kameniva. Zkoumané vývrty nejsou kontaminovány alkalickou reakcí kameniva.

5.3 Injekční štola

- Na povrchu ostění injekční štol byla zaznamenána degradace betonu s hloubkou poškození do 5 mm na ploše 32 m². Hlubší degradace do 30 mm je zastoupena na ploše 68 m². Nad úroveň 30 mm hloubky poškození nebyly zachyceny žádné partie.
- Na konstrukci ostění injekční štol byly zaznamenány trhliny s šířkou do 0,4 mm, a to v celkové délce 369,5 m. Širší trhliny na konstrukci nebyly zachyceny.
- Koroze výztuže na vnitřním líci ostění dosahuje v ploše délky 69,5 m s úbytky materiálu od 2 do 4 mm.

- Akustická trasovací metoda na povrchu konstrukce zachytila dutiny v celkovém rozsahu 32 m².
- Dále byly na konstrukci zaznamenány aktivní průsaky v místě pracovních spár nebo dilatací, a to v celkovém rozsahu 4 oblastí. Naopak 20 oblastí je neaktivních a byly zaznamenány především v pracovních spárách, doplněné uhličitánovými výluhy, a to v plošném rozsahu 239 m².
- Současné pracovní spáry jsou v některých oblastech postiženy trhlinou v délce 23 m, nebo degradací v rozsahu 4 m. Hloubka poškození v těchto oblastech nepřesahuje 15 mm.
- V místě ostění injekční štoly (na schodišti) dosahují destruktivní pevnosti betonu v tlaku hodnot na úrovni třídy C 30/37. Naopak povrchové vrstvy, stanovené nedestruktivně, pak na úrovni třídy C 16/20 a v případě dna injekční štoly pak C 25/30. Přesto se jedná o mimořádné hodnoty a konstrukční beton je v tomto směru nadále spolehlivě využitelný.
- Tahové pevnosti, zjišťované na povrchu konstrukce, jsou mimořádně vysoké a lze konstatovat, že stávající konstrukce z hlediska pevnosti povrchových vrstev je způsobilá pro standardní adhezně kotvený sanační zásah.
- Aktuální stav koroze výztuže uvnitř konstrukčního prvku je z hlediska injekční štoly v místě obou schodišť s lokální korozí, kde nejnižší hodnoty tloušťky krycí vrstvy betonu nad výztuží jsou na úrovni 15 mm a nejvyšší hodnoty tloušťky zkarbonatované vrstvy pak 21 mm. Jedná se tedy o lokální poškození.
- Naopak korozní stav výztuže uvnitř konstrukce ostění injekční štoly v místě dna (rovinka) je příznivý. Tloušťka zkarbonatované vrstvy nedosahuje ani nejnižší osnovy výztuže. V této oblasti je výztuž prozatím uložena dostatečně hluboko v alkalickém betonu, jehož alkalitou je pasivována a chráněna před rozběhem koroze.
- Na vynesných jádrových vývrtech byla testována přítomnost alkalické reakce kameniva v betonu. Veškeré hodnoty jsou v tomto případě negativní. To tedy znamená, že konstrukce ostění injekční štoly není kontaminována alkalickou reakcí kameniva.

6. Doporučení nápravných opatření

Výše uvedené výsledky stavebně technického průzkumu dokládají, že vnitřní líc ostění injekční štoly vykazuje pouze lokální defekty, a to v podobě trhlin či koroze výztuže. Naopak u vstupních oblastí jsou více poškozeny především korozí výztuže stropní desky.

Z hlediska potřeby sanačního zásahu lze tedy rozdělit tyto informace na dvě skupiny. V místě injekční štoly se jedná o lokální opravy, které umožní stabilizovat dočasně stávající povrchové vrstvy.

Naopak v místě vstupních oblastí bude nezbytné provést u stropních konstrukcí celoplošný sanační zásah. U stěn lze provést opět lokální opravy.

V případě injekční štoly v místě schodišťových ramen a dna samotné štoly doporučujeme provést lokální opravy tak, že oblasti s korozí výztuže budou mechanicky obourány, aby mohla být výztuž zbavena korozních zplodin. Na očištěnou výztuž se doporučuje aplikovat vhodný antikorozi ochranný nátěr a povrchové vrstvy zreprofilovat. Při tomto kroku je nezbytné si uvědomit, že k realkalizaci prostředí dojde pouze v oblasti, která je mechanicky obourána. V ostatních partiích může ve střednědobém časovém horizontu nadále docházet k dalšímu oddělování krycích vrstev betonu nad výztuží. Rozběhnutá koroze výztuže je nezvratným procesem a vhodným typem sanačního zásahu nelze tuto degradaci zastavit, ale pouze ji zpomalit.

V případě viditelných trhlin především s aktivními průsaky či výluhy se doporučuje provést jejich zpětné dotěsnění. K tomuto kroku mohou být použity dvě varianty, a to buď tlaková polyuretanová injektáž, nebo kašovitá suspenze na polymercementové bázi s přísadou těsnících krystalizačních prvků.

U tlakové injektáže se využívají běžně přetlakovací pakry, které jsou navrtány do podpovrchových partií a těmito oblastmi se vtlačuje do konstrukce těsnicí suspenze na bázi polyuretanů.

V případě zpětného dotěsňování trhlin suspenzemi na bázi cementu je nezbytné provést mechanické obourání této oblasti a vytvořit v místě trhliny žlábek ve tvaru “U“, který je lokálně doplňován kašovitou směsí v konzistenci dry-pack (např. Xypex Concentrate – nebo Patch'n Plug) a po vyplnění žlábků je tato oblast celoplošně přetřena krystalizačním nátěrem po obou stranách opravy v šířce cca 20 až 30 cm.

Při plánování těchto sanačních zásahů je nezbytné si uvědomit, že se jedná o poměrně finančně nákladné akce. Doporučuje se tedy v tomto směru provést pouze lokální opravy v místě korodující výztuže a vytipovat trhliny, u kterých tento dotěšňovací proces přinese zásadnější zlepšení či opravdové dotěsnění. Širší trhliny pod 0,3 nelze stejně žádným způsobem běžně injektovat či sanovat. U těchto trhlín je možné pouze povrchové vrstvy očistit a zapravit je krystalizačním nátěrem tak, aby došlo dočasně k jejich zpětnému dotěsnění (nárůstem krystalu v aplikovaném nátěru).

Obdobná situace je i v případě vstupních oblastí, kde se u stěn doporučují pouze lokální opravy ve výše uvedeném typu sanačního zásahu.

Jiná situace nastává na spodním líci stropních desek, kde se doporučuje provést celoplošná sanace. Ta se týká především konstrukcí u vstupní oblasti pod domem hrázného, kde trámová stropní deska je zasažena nejen korozí smykové výztuže, ale především v místě stropní desky i výztuže rozdělovací. V tomto směru se tedy doporučuje citlivé mechanické obourání všech korodujících prvků, předúprava povrchu a odstranění korozních zplodin z povrchu výztuže. Následně je nezbytné výztuž opatřit vhodným antikorozním ochranným nátěrem a konstrukci celoplošně sanovat v minimální nově zbudované tloušťce 10 až 12 mm.

V případě druhé vstupní oblasti na vzdušném líci hráze (vedle bezpečnostního přelivu) je přístupová chodba poměrně dlouhá a v tomto směru lze tedy uvažovat pouze o provedení lokálních oprav v místě korodující výztuže. Stejně tak doporučujeme v této oblasti dotěsnit spáru mezi svislou a vodorovnou konstrukcí, kde jsou zřetelné uhličitánové výluhy po zatékání.

Na stropní konstrukci v této oblasti je však zcela zásadní provést dotěsnění stávajících trhlín, které jsou především postiženy uhličitánovými výluhy. Ty signalizují, že do konstrukce v delším časovém horizontu zatéká.

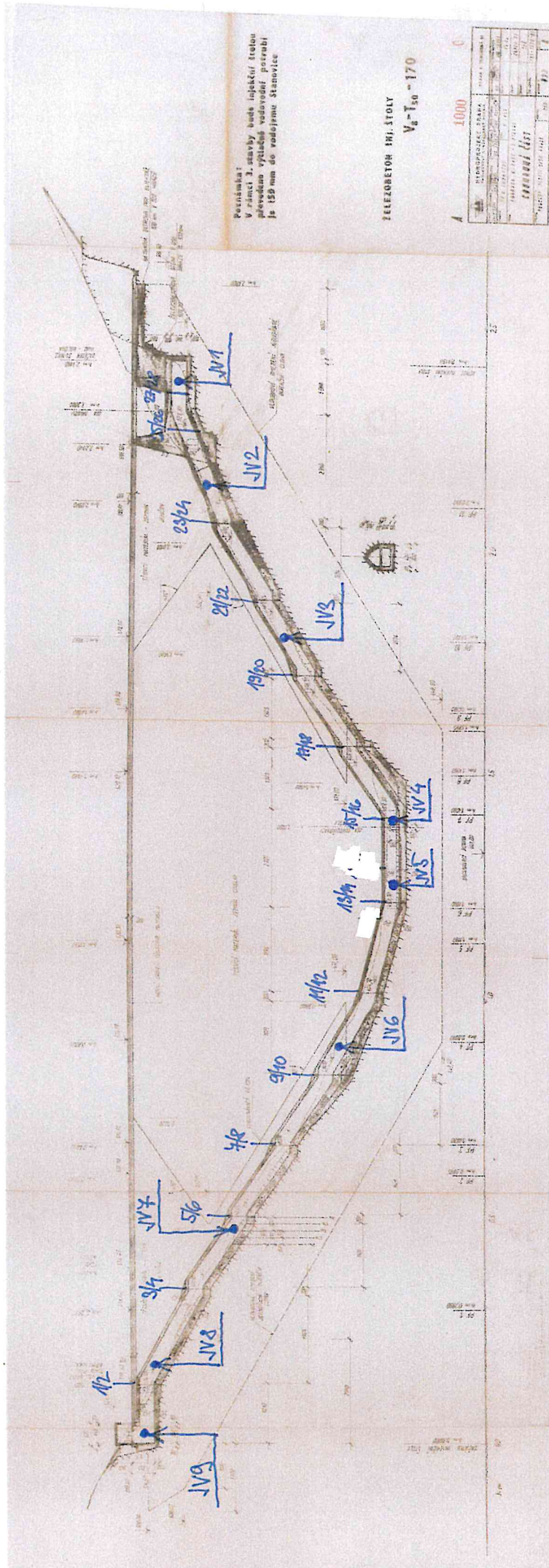
Výše uvedená nápravná opatření umožní stabilizovat konstrukci pro její další bezproblémovou dlouhodobou využitelnost a současně zabrání degradačním procesům, které by se mohly na povrchu konstrukce rozvíjet i ve střednědobém časovém horizontu.

Nelze však předpokládat, že provedené sanační kroky stabilizují konstrukci na dlouhá léta a nebude nutné provádět další údržbové práce. V místě provedené realkalizace prostředí, tedy v oblasti lokálních oprav, může ve střednědobém časovém horizontu (5 let) dojít k dalšímu oddělování části krycích vrstev betonu nad výztuží, a to

těsně vedle provedených oprav. Je to dáno především tím, že koroze výztuže probíhá v postižené oblasti vždy i skrytě uvnitř konstrukčního prvku, a to i tam, kde se prozatím povrchové vrstvy z konstrukce neoddělily.

**Situační nákres se zakreslením pozice odběru
jádrových vývrtů**

INJEKČNÍ ŠTOLA VD STAVOVICE - POZICE ODBĚRU JV (OSTĚVÍ) 24.1.2019



Tabelární vyhodnocení výsledků zkoušek

Přehled výsledků zkoušek - VD Stanovice

Parametr / Konstrukční prvek	Injekční štola - ostění			
	vstupní část - stěny	vstupní část - stropy	schodiště - injekční štola	dno injekční štoly (mezi schodišti)
Průměrná pevnost betonu v tlaku /MPa/ - nedestruktivně	39,6	34,9	31,4	38,8
Charakteristická pevnost betonu v tlaku /MPa/ - nedestruktivně	33,9	28,4	23,8	33,2
Třída betonu	C 25/30	C 20/25	C 16/20	C 25/30
Pevnost betonu v tahu /MPa/	2,54			
Tloušťka krycí vrstvy /mm/	51,4 (37 - 65)	16,0 (9 - 25)	43,9 (15 - 72)	58,6 (21 - 77)
Tloušťka zkarbonatované vrstvy /mm/	21,7 (15 - 29)	20,9 (13 - 27)	18,2 (14 - 21)	13,0 (11 - 15)
Průměrná pevnost betonu v tlaku /MPa/ - destruktivně (válcová)	34,87 = C 30/37			
Charakteristická pevnost betonu v konstrukci /MPa/ (válcová)	29,87			

Stanovení pevnosti betonu v tlaku nedestruktivně

Akce:

VD Stanovice

Konstrukce:

Injekčn štola (vstupní část) - ostění

Datum zkoušky:

25.07.2019

Teplota vzduchu:

11,0°C

Vlhkost vzduchu:

78,5%

Typ zkušebního přístroje:

Maškův špičák

zkušební místo	umístění zkušebního místa	vnik špičáku [mm]	R_{be} [MPa]
1	ostění	10	41,1
2	ostění	12	35,2
3	ostění	11	38,0
4	ostění	9	44,3
5	ostění	10	41,1
6	ostění	11	38,0
Průměr [MPa]		39,6	
Sm. odchylka [MPa]		2,9	
Variační koef. k_n		7,3% 1,98	
R_{bg} [MPa]		33,9	
Třída betonu		C 25/30	

Výsledky stanovení tloušťky krycí vrstvy výztuže

Akce:

VD Stanovice

Konstrukce:

Injekční štola (vstupní část) - ostění

Datum zkoušky:

25.07.2019

Teplota vzduchu:

11,0°C

Vlhkost vzduchu:

78,5%

Typ zkušebního přístroje:

Profometer 5

Zkoušená oblast	Tloušťka krycí vrstvy [mm]												
ostění	52	58	47	55	37	41	37	71	65				
Statistické vyhodnocení:	<div> <div>x=51,4mm</div> <div>s=11,4mm</div> </div> <div> <div>n=9</div> <div>v=22,1%</div> </div>												

Stanovení tloušťky zkarbonatované vrstvy

Akce:	VD Stanovice
Konstrukce:	Injekční štola (vstupní část) - ostění
Datum zkoušky:	25.07.2019
Teplota vzduchu:	11,0°C
Vlhkost vzduchu:	78,5%
Typ zkušebního přístroje:	Fenolftaleinový test

Zkoušená oblast	Tloušťka zkarbonatované vrstvy [mm]						
ostění	16	29	15	22	25	23	
Statistické vyhodnocení:	x=21,7mm			s=4,9mm			
	n=6			v=22,6%			

Stanovení pevnosti betonu v tlaku nedestruktivně

Akce:

VD Stanovice

Konstrukce:

Injekčn štola (vstupní část) - stropní desky

Datum zkoušky:

25.07.2019

Teplota vzduchu:

11,0°C

Vlhkost vzduchu:

78,5%

Typ zkušebního přístroje:

Maškův špičák

zkušební místo	umístění zkušebního místa	vnik špičáku [mm]	R_{be} [MPa]
1	strop	12	35,2
2	strop	13	32,6
3	strop	10	41,1
4	strop	12	35,2
5	strop	14	30,2
6	strop	12	35,2
Průměr [MPa]		34,9	
Sm. odchylka	[MPa]	3,3	
Variační koef.	-	9,4%	
k_n	-	1,98	
R_{bg} [MPa]		28,4	
Třída betonu		C 20/25	

Výsledky stanovení tloušťky krycí vrstvy výztuže

Akce:

VD Stanovice

Konstrukce:

Injekčn štola (vstupní část) - stropní deska

Datum zkoušky:

25.07.2019

Teplota vzduchu:

11,0°C

Vlhkost vzduchu:

78,5%

Typ zkušebního přístroje:

Profometer 5

Zkoušená oblast	Tloušťka krycí vrstvy [mm]														
stropní deska - spodní líc	12	19	22	15	10	13	9	15	16	19	21	20	11	13	25
Statistické vyhodnocení:	x=16,0mm s=4,6mm n=15 v=29,0%														

Stanovení tloušťky zkarbonatované vrstvy

Akce:	VD Stanovice
Konstrukce:	Injekčn štola (vstupní část) - ostění
Datum zkoušky:	25.07.2019
Teplota vzduchu:	11,0°C
Vlhkost vzduchu:	78,5%
Typ zkušebního přístroje:	Fenolftaleinový test

Zkoušená oblast	Tloušťka zkarbonatované vrstvy [mm]						
ostění	22	15	13	21	25	27	23
Statistické vyhodnocení:	x=20,9mm			s=4,7mm			
	n=7			v=22,7%			

Výsledky zkoušek jádrových vývrtů - stanovení válcové pevnosti betonu v tlaku

Akce:

Konstrukce:

Datum zkoušky:

Teplota vzduchu:

Zkušební přístroj:

VD Stanovice

Injekční štola - ostění

21.08.2019

20°C

lis ELE - ADR 250/25

číslo vzorku dle ZL	označení vzorku objednatel m	Kd		průměr		λ	K _λ	hmotnost m [g]	objemová hmotnost m / V [kg/m ³]	pevnost v tlaku		průměr / délka výztuže JV [mm]
		průměr	0,878	výška po koncování	h _k [mm]	h _k / d				F	f _{cyl}	
		d [mm]		výška h [mm]						[kN]	[MPa]	
407/19 - 1	JV 1/1	69,83		97,52	97,52	1,397	1,072	887,89	2377	137,10	38,02	
407/19 - 2	JV 1/2	69,82		79,31	79,31	1,136	1,122	715,44	2356	104,91	27,81	
408/19 - 1	JV 2/1	69,84		73,42	73,42	1,051	1,146	669,50	2380	120,76	31,34	
408/19 - 2	JV 2/2	69,89		69,46	69,46	0,994	1,163	629,48	2362	133,43	34,05	
409/19 - 1	JV 3/1	69,77		100,68	100,68	1,443	1,067	899,43	2337	116,44	32,51	
409/19 - 2	JV 3/2	69,76		72,26	72,26	1,036	1,150	645,06	2336	125,88	32,61	
410/19 - 1	JV 4/1	69,81		94,03	94,03	1,347	1,078	881,46	2449	132,93	36,68	
410/19 - 2	JV 4/2	69,76		93,16	93,16	1,335	1,080	844,88	2373	150,31	41,48	
411/19 - 1	JV 5/1	69,64		84,11	84,11	1,208	1,102	760,67	2374	111,58	30,28	
411/19 - 2	JV 5/2	69,81		74,95	74,95	1,074	1,140	683,68	2383	134,27	35,06	
412/19 - 1	JV 6/1	69,74		92,26	92,26	1,323	1,081	834,61	2368	148,66	40,99	
412/19 - 2	JV 6/2	69,82		92,77	92,77	1,329	1,081	849,08	2391	139,38	38,37	
413/19	JV 7	69,73		100,00	100,00	1,434	1,068	925,00	2422	119,53	33,38	
414/19 - 1	JV 8/1	69,57		95,83	95,83	1,377	1,075	857,86	2355	103,34	28,81	
414/19 - 2	JV 8/2	69,61		59,29	59,29	0,852	1,232	529,68	2347	156,85	38,12	
415/19	JV 9	69,62		101,37	101,37	1,456	1,065	924,38	2395	136,58	38,36	
Průměr												
Směrodatná odchylka												34,87
Variální koeficient												4,2
												12,01%
Charakteristická pevnost betonu dle ČSN EN 13791 - Postup B												29,87
												MPa

$$f_{cyl} = \frac{F}{A \times K_d \times K_\lambda}$$

A - průřezová plocha zkušebních těles

F - síla na mezi porušení

K_d - koeficient zohledňující průměr jádrového vývrtu

K_λ - koeficient zohledňující štiřlost jádrového vývrtu

f_{cyl} - válcová pevnost na tělese s průměrem 150 mm a štiřlostí λ = 2,0

Zkoušku provedl: BETONCONSULT, s.r.o.

Stanovení pevnosti betonu v tlaku nedestruktivně

Akce:

VD Stanovice

Konstrukce:

Injekčn štola (schodiště) - ostění

Datum zkoušky:

25.07.2019

Teplota vzduchu:

11,0°C

Vlhkost vzduchu:

78,5%

Typ zkušebního přístroje:

Maškův špičák

zkušební místo	umístění zkušebního místa	vnik špičáku [mm]	R_{be} [MPa]
1	ostění	12	35,2
2	ostění	16	26,0
3	ostění	14	30,2
4	ostění	14	30,2
5	ostění	12	35,2
Průměr [MPa]		31,4	
Sm. odchylka [MPa]		3,5	
Variační koef. k_n		11,2%	
		2,15	
R_{bg} [MPa]		23,8	
Třída betonu		C 16/20	

Výsledky stanovení pevnosti v tahu povrchových vrstev

Akce:	VD Stanovice
Konstrukce:	Injekčn štola - ostění
Datum zkoušky:	19.09.2019
Teplota vzduchu:	11,0°C
Vlhkost vzduchu:	64,2%
Typ zkušebního přístroje:	DYNA Z16
Tvar zkušebního terče:	čtverec 50x50 mm

Číslo	Odtrhová síla	Plocha	Pevnost v tahu	Charakter lomové plochy	Poznámka
1	6,37	25,0	2,55	100% A	
2	5,57	25,0	2,23	100% A	
3	3,17	25,0	1,27	100% A	
4	8,20	25,0	3,28	100% A	
5	9,47	25,0	3,79	100% A	
6	5,65	25,0	2,26	100% A	
7	3,05	25,0	1,22	100% A	
9	9,27	25,0	3,71	100% A	
Průměr [MPa]			2,54		
směrodatná odchylka [MPa]			0,94		
variační koeficient			36,88%		

A beton	Y lepidlo
	Z odtrhový terč

A - kohezní porucha podkladu
 A/Y - kohezní porucha mezi podkladem a lepidlem
 Y - kohezní porucha v lepidle
 Y/Z - porušení adheze mezi lepidlem a zkušebním terčem

Výsledky stanovení tloušťky krycí vrstvy výztuže

VD Stanovice

Injekční štola (schodiště) - ostění

25.07.2019

11,0°C

78,5%

Profometer 5

Zkoušená oblast	Tloušťka krycí vrstvy [mm]														
ostění	63	49	57	57	50	53	54	18	17	15	24	35	22	57	35
	31	58	67	72											
Statistické vyhodnocení:	x=43,9mm				s=17,9mm										
	n=19				v=40,8%										

Stanovení tloušťky zkarbonatované vrstvy

Akce:	VD Stanovice
Konstrukce:	Injekčn štola (schodiště) - ostění
Datum zkoušky:	25.07.2019
Teplota vzduchu:	11,0°C
Vlhkost vzduchu:	78,5%
Typ zkušebního přístroje:	Fenolftaleinový test

Zkoušená oblast	Tloušťka zkarbonatované vrstvy [mm]					
ostění	20	21	19	14	16	19
Statistické vyhodnocení:	x=18,2mm			s=2,4mm		
	n=6			v=13,3%		

Stanovení pevnosti betonu v tlaku nedestruktivně

Akce:

VD Stanovice

Konstrukce:

Injekčn štola (oblast mezi schodišti) - ostění

Datum zkoušky:

25.07.2019

Teplota vzduchu:

11,0°C

Vlhkost vzduchu:

78,5%

Typ zkušebního přístroje:

Maškův špičák

zkušební místo	umístění zkušebního místa	vník špičáku [mm]	R_{be} [MPa]
1	ostění	10	41,1
2	ostění	12	35,2
3	ostění	11	38,0
4	ostění	10	41,1
Průměr [MPa]		38,8	
Sm. odchylka	[MPa]	2,4	
Variační koef.	-	6,2%	
k_n	-	2,34	
R_{bg} [MPa]		33,2	
Třída betonu		C 25/30	

Výsledky stanovení tloušťky krycí vrstvy výztuže

Akce:

VD Stanovice

Konstrukce:

Injekční štola (oblast mezi schodišti) - ostění

Datum zkoušky:

25.07.2019

Teplota vzduchu:

11,0°C

Vlhkost vzduchu:

78,5%

Typ zkušebního přístroje:

Profometer 5

Zkoušená oblast	Tloušťka krycí vrstvy [mm]													
ostění	30	21	29	30	71	77	67	69	77	72	69	69	65	75
Statistické vyhodnocení:	x=58,6mm n=14				s=20,1mm v=34,2%									

Stanovení tloušťky zkarbonatované vrstvy

Akce:

VD Stanovice

Konstrukce:

Injekčn štola (oblast mezi schodišti) - ostění

Datum zkoušky:

25.07.2019

Teplota vzduchu:

11,0°C

Vlhkost vzduchu:

78,5%

Typ zkušebního přístroje:

Fenolftaleinový test

Zkoušená oblast	Tloušťka zkarbonatované vrstvy [mm]						
ostění	11	14	12	15			
Statistické vyhodnocení:	x=13,0mm			s=1,6mm			
	n=4			v=12,2%			

VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA ŽELEZOBETONOVÉHO OSTĚNÍ KOLEKTORU

Akce: VD Stanovice

Konstrukce: Injekční štola - ostění

Datum prohlídky: 10.04.2019

dilatační spáry	1 - 1/2 13,85 m	1/2 - 3/4 25,4 m	3/4 - 5/6 25,2 m	5/6 - 7/8 25,3 m	7/8 - 9/10 25,3 m	9/10 - 11/12 25,5 m	11/12 - 13/14 25,4 m	13/14 - 15/16 26,85 m
Rozsah porušení betonu /m ² /	3	-	2	-	4	2	2	1
	3	3	6	3	6	3	4	1
	-	-	-	-	-	-	-	-
Délka trhlin /m/	-	-	-	-	-	-	-	-
	7 0,1 - 0,3	10 0,1 - 0,4	31 0,1 - 0,4	22 0,1 - 0,4	27 0,1 - 0,4	43 0,1 - 0,4	37 0,1 - 0,4	14,5 0,1 - 0,4
Rozsah koroze výztuže /m ² /	5 bodová	8	10	7	2	2	1	1
	2 - 4	2 - 4	2 - 4	2 - 4	2 - 3	2 - 3	2 - 3	2 - 3
Dutiny /m ² /	5	2	5	5	2	2	1	1
Průsaky	2A	-	10N	-	-	-	-	-
Výluhy	9	8	10	8	23	30	30	10
Pracovní spára	9	9	-	2	3	-	-	-
	-	-	-	-	-	4	-	-

VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA ŽELEZOBETONOVÉHO OSTĚNÍ KOLEKTORU

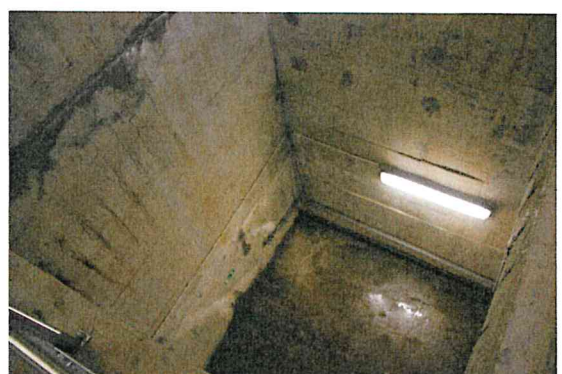
Akce: VD Stanovice
 Konstrukce: Injekční štola - ostění
 Datum prohlídky: 10.04.2019

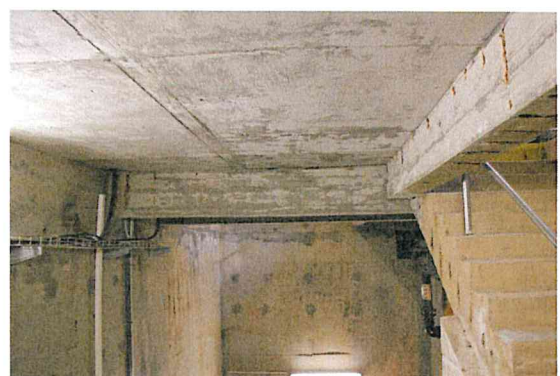
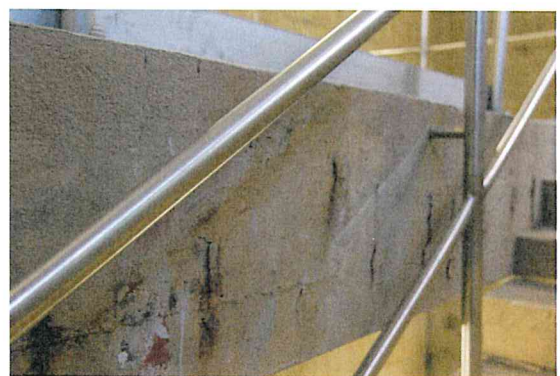
dilatační spáry	15/16 - 17/18 25,4 m	17/18 - 19/20 25,5 m	19/20 - 20/21 25,6 m	20/21 - 21/22 25,3 m	21/22 - 23/24 25,5 m	23/24 - 25/26 25,6 m	25/26 - 27/28 16,7 m	27/28 - konec 6,75 m
Rozsah porušení betonu /m ² /	1	1	8	2	1	3	2	-
	3	2	10	5	4	9	6	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
Délka trhlin /m/	-	-	-	-	-	-	-	-
	5 0,1 - 0,4	3 0,1 - 0,4	37 0,1 - 0,4	27 0,1 - 0,4	32 0,1 - 0,4	27 0,1 - 0,4	25 0,1 - 0,4	22 0,1 - 0,4
Rozsah koroze výztuže /m ² /	3 bodová	1	6	4	4	9	5	1,5
	1 - 3	2 - 3	2 - 4	2 - 4	2 - 4	2 - 4	2 - 4	1 - 3
Dutiny /m ² /	-	-	1,5	-	2	3	1,5	1
Průsaky	-	-	-	-	1A	-	1A	10N
Výluhy	3	3	22	18	20	19	6	20
Pracovní spára	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-

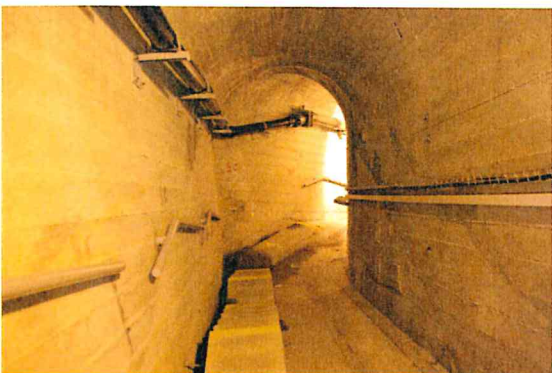
Průvodní fotodokumentace

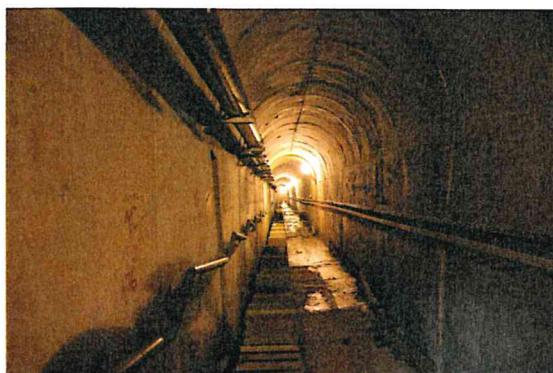


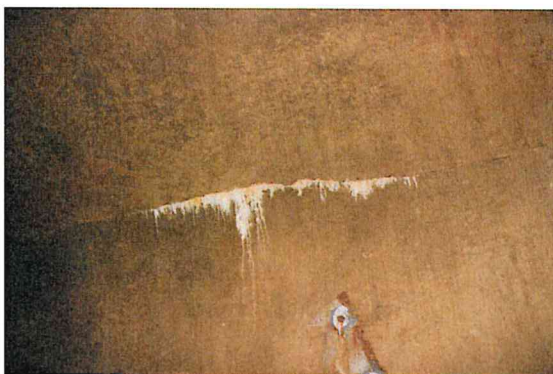




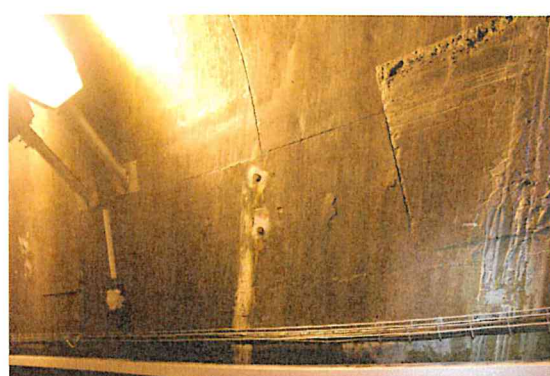
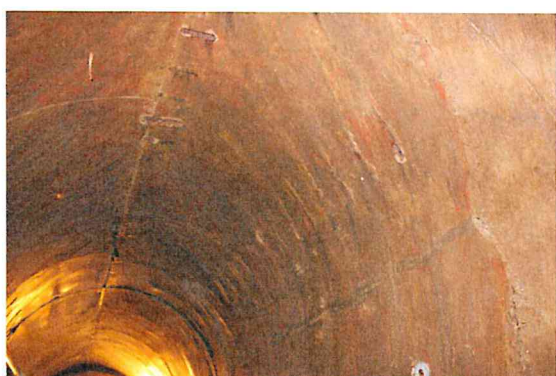


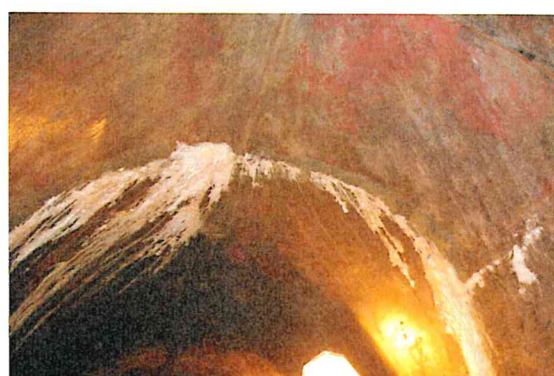


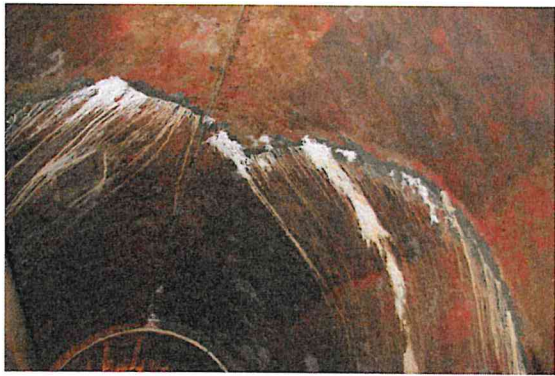




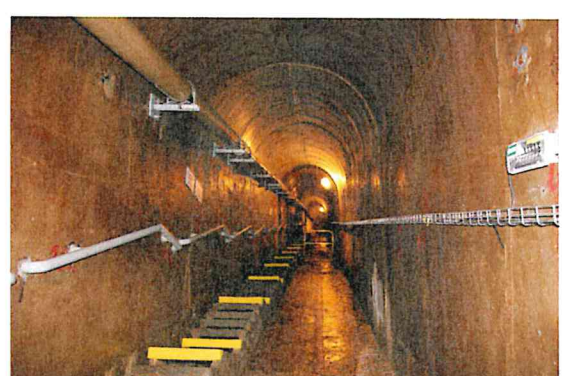
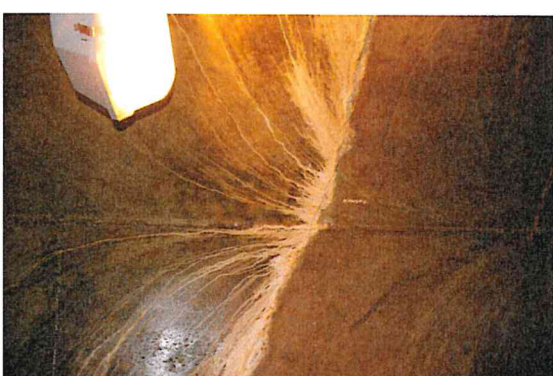




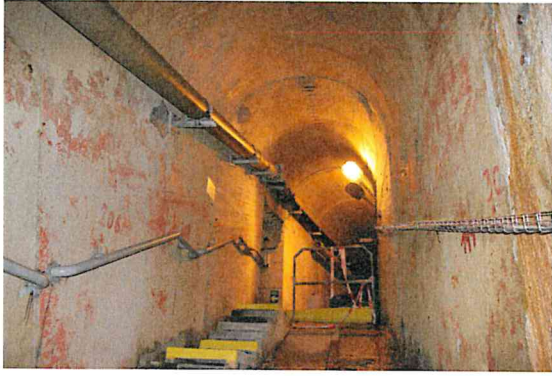




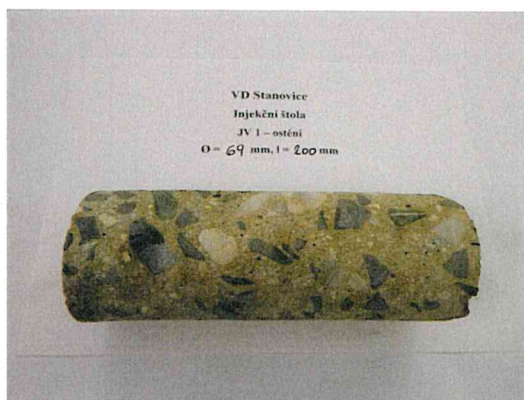


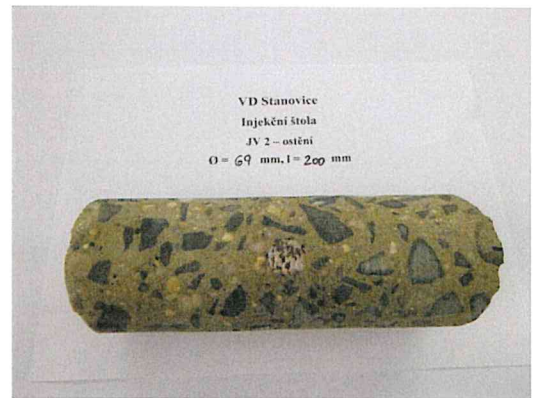


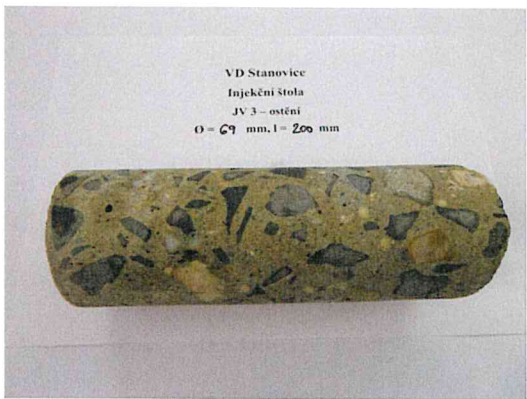


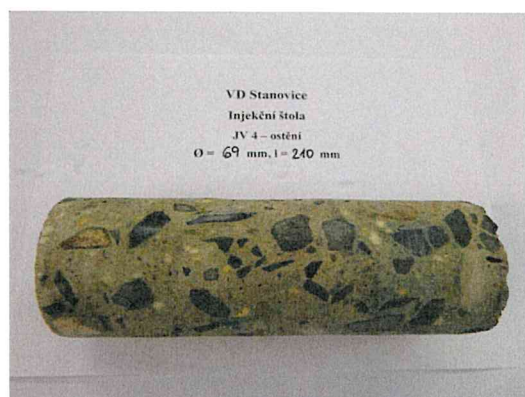


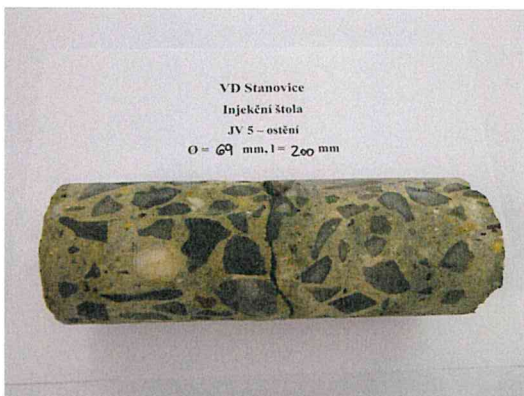
Fotodokumentace odebraných jádrových vývrtů

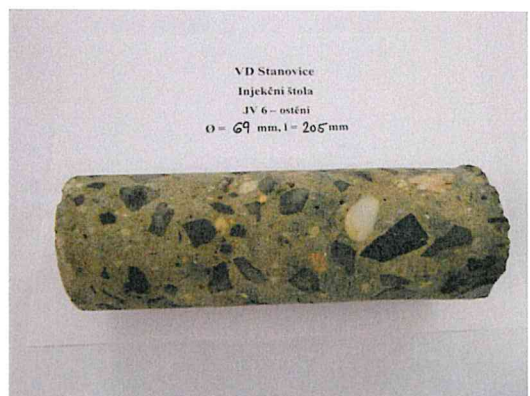


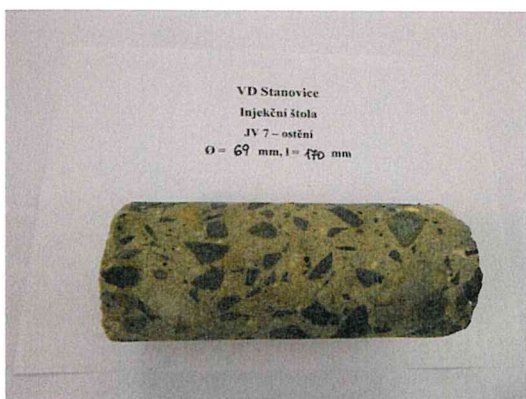












VD Stanovice
Injekční štola
JV 7 - ostění
Ø = 69 mm, l = 170 mm

