

Tel.: 602 432 423

e-mail: info@betonconsult.cz

Objednatel:

Povodí Ohře, státní podnik

**Stavebně technický průzkum ostění krytého profilu
Libotenické strouhy (ř. km 0,066 - 0,464)**



Zpracoval:

Miroslav Gottwald
hlavní technik diagnostiky staveb

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

Doc. Ing. Jiří DOHNÁLEK, CSc.
autorizovaný inženýr pro zkoušení a diagnostiku
ČKAIT - 0003854

Praha, prosinec 2021

Číslo zprávy: 83/21

1. Obsah

1. Obsah	2
2. Úvod.....	3
3. Stručný popis posuzovaného objektu.....	4
4. Metodika provedených zkoušek stavebně technického průzkumu	6
5. Vizuální hodnocení stavu objektu.....	7
5.1 Úsek č. 1 – železobetonové ostění (staničení 0 m – 5 m), ř. km 0,066 – 0,071	7
5.2 Úsek č. 2 – kamenné opěry a cihelná klenba (staničení 5 – 226 m), ř.km 0,071 – 0,292	8
5.3 Úsek č. 3 – kamenné opěry a stropní prefa panely (staničení 226 – 397 m), ř.km 0,292 – 0,464.....	11
5.4 Vstupní objekty do KP (šachty a odvodňovací kanály)	14
6. Výsledky provedených zkoušek	16
6.1 Pevnost betonu v tlaku	16
6.2 Predikce koroze výztuže u železobetonových prvků	20
6.3 Pevnost zdiva.....	21
6.4 Chemické rozborý	25
7. Celkové zhodnocení výsledků zkoušek a doporučení sanačního zásahu.....	28
7.1 Úsek č. 1 – železobetonové ostění	28
Doporučení sanačního zásahu	29
7.2 Úsek č. 2 – kamenné opěry a cihelná klenba	30
Doporučení sanačního zásahu	31
7.3 Úsek č. 3 kamenné opěry a stropní prefabrikované panely.....	33
Doporučení sanačního zásahu	34

2. Úvod

Na základě smlouvy o dílo č. SOD 1136/2021 mezi povodím Ohře, státní podnik a společností Betonconsult, s.r.o. byl proveden stavebně technický průzkum ostění krytého profilu Libotenické strouhy (ř.km. 0,066 až 0,464). Průzkumné práce probíhaly od 15. 11. až do 9. 12. 2021. Cílem prací bylo popsat aktuální technický stav konstrukce a navrhnout taková opatření, která by vedla ke zvýšení její celkové odolnosti a stability.

Stavebně technický průzkum se skládal z těchto činností:

- podrobná vizuální prohlídka ostění a návazných konstrukcí včetně staničení úseku po 10 m barevným sprejem přímo na konstrukci,
- akustické trasování povrchu a kvantifikace rozsahu defektů, tabelární záznam poruch,
- výpočtová pevnost zdiva v klenuté části profilu,
- kvalita zdicí malty a zdicích prvků, životnost konstrukce,
- odběr jádrových vývrtů z povrchu železobetonových částí ostění krytého profilu o průměru 70 mm,
- stanovení pevnosti betonu v tlaku destruktivně na jádrových vývrtech včetně objemové hmotnosti betonu,
- podrobná prohlídka a popis pláště jádrových vývrtů s ohledem na možnost degradace uvnitř konstrukce,
- stanovení korozního stavu výztuže nedestruktivně porovnáním souboru tloušťky krycí a zkarbonatované vrstvy betonu,
- nedestruktivní pevnosti betonu v tlaku špičákovou metodou (kvalita povrchové vrstvy),
- hodnotící zpráva o stavu konstrukce a aktuální životnosti zdicích prvků, doporučení nápravných opatření.

Stavebně technický průzkum předmětného krytého profilu, resp. jeho ostění na vnitřním lici byl zaměřen na detailní ověření technického stavu konstrukce, kvalitu zdicích prvků a zdicí malty. V dílčích oblastech staničených úseků byla dále provedena výpočtová pevnost zdiva a určení aktuální kvality zdicích prvků.

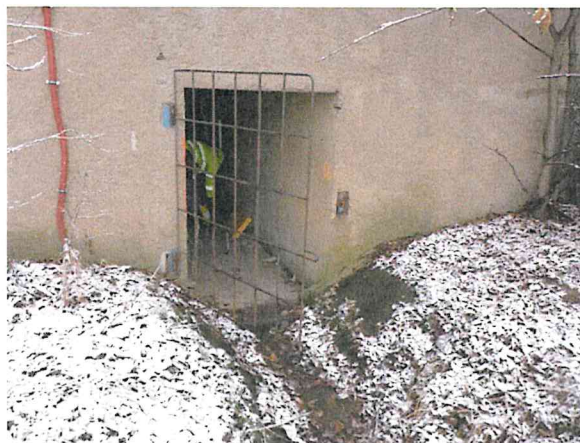
Na základě provedené vizuální prohlídky konstrukce byly stanoveny rozsahy veškerých imperfekcí, zjištěných na vnitřním líci konstrukce.

Předkládaná zpráva ze stavebně technického průzkumu ostění krytého profilu tak neuvádí pouze formální zařazení jednotlivých konstrukčních prvků do pevnostních tříd, ale poskytuje projektantovi vodítko při rozhodování o typu sanačního zásahu, resp. provedení nápravných opatření, a to s ohledem na zajištění dostatečné stability stávajících konstrukčních prvků.

3. Stručný popis posuzovaného objektu

Předmětný krytý profil Libotenické strouhy (ř.km 0,066 až 0,464) je ve směru toku zaústěn na okraji obce a současně vyústění profilu je provedeno do řeky Labe. Předmětné ostění krytého profilu probíhá pod zástavbou obce a pod hlavními komunikacemi.

V rámci konstrukčního uspořádání předmětného krytého profilu se jedná o tři dílčí stavebně odlišné úseky o celkové délce 397 m. Stáří zkoumaných konstrukcí je různorodé a lze předpokládat, že nejstarší úseky jsou datovány do počátku minulého století, avšak některé typy v případě prefabrikovaných prvků na stropní konstrukci lze uvažovat z období 70. let minulého století.



Staničení úseků je provedeno proti toku proudu (po 10 metrech) a na konstrukci jsou dané úseky vyznačeny barevným sprejem.

V úvodním staničení č. 1 (0 – 5 m) byla zachycena konstrukce z monolitického železobetonu v oblasti vyústění krytého profilu stoky směrem do Labe. Z hlediska výstavby lze tuto část objektu datovat do nedávné minulosti. Jedná se o železobetonovou monolitickou konstrukci.

Ta navazuje na úsek označený č. 2, tvořený cihelnou klenbou a kamennými opěrami, tvořícími současně z hlediska stavebně technologického provedení nejstarší úsek zkoumané strouhy. Kamenné opěry tvoří lícové zdivo a kamenné jádro, tedy armování, jehož tloušťka byla ověřena v intervalu od 700 až do 600 mm. Šířka vnitřního líce profilu je 1,2 m a výška cca 1,95 m. Klenbu tvoří cihelné zdivo, v některých úsecích uložené jak v příčném, tak i

podélném směru objektu. Tloušťka cihelné klenby je cca 30 cm. V lokálních oblastech je



klenba tvořena také kombinovaným zdivem z kamene a cihel.

Dno zkoumaného úseku je vyskládáno z kamene, původně dodatečně přespárováno a vyplněno cementovým tmelem.

Dílčí úsek č. 3 je situován v rámci staničení od úrovně 226 m až do 397 m. Objekt je tvořen kamennými opěrami

s ověřenou tloušťkou opěr cca 650 mm. Opět se jedná o kamenný obklad a vnitřní kamenné armování. Stropní konstrukci v tomto úseku tvoří PZD panely s tloušťkou pohybující se v intervalu od 200 až do 270 mm. Šíře profilu uvnitř strouhy je cca 1,2 m a výška cca 1,4 m. Dno předmětné Libotenické strouhy je v daném úseku vyloženo kamenem a původně bylo plošně přespárováno a vyplněno cementovou maltou.



Předmětná Libotenická strouha je také vybavena třemi většími vstupními objekty (šachty) a šesti zaústěnými kanály pro odvodnění komunikace na horním líci konstrukce.

Předmětné šachty ve většině případů navazují na kamenné zdivo a jsou lokálně dobetonovány do horní oblasti až po stropní desku. Ta je buďto zmonolitněna nebo ji tvoří prefabrikáty.

V případě zaústovacích prvků pro odvodnění povrchu jsou krčky v místě zaústění do profilu strouhy zděné či vyložené kamenem na zdicí maltu. V lokálních oblastech je horní oblast dobetonována a zesílena věncem, na němž je uložen odvodňovací kanál.

V rámci stavebně technického průzkumu bylo provedeno rozdělení konstrukce na dílčí stavební úseky a současně vstupní objekty.

Součástí strouhy je také splašková stoka z PVC armatur o průměru cca 300 mm. Splašková stoka je částečně uložena na dno štol a částečně na její stěnu. Tu vytváří železobetonový sokl s proměnnou výškou od 0,5 m až do výšky 1,1 m. Rozdílnost výšky

způsobuje menší spád stoky než je průměrný spád strouhy. Splašková stoka je pak napojena přímo do čistírny odpadních vod, situované na konci vyústění předmětného krytého profilu strouhy.

4. Metodika provedených zkoušek stavebně technického průzkumu

V případě zkoumaného ostění krytého profilu strouhy byla provedena nejprve celoplošná vizuální prohlídka dílčích částí objektu. Současně bylo pro lepší orientaci provedeno rozdělení objektu na jednotlivé staničené úseky po cca 10 m. Současně je konstrukce rozdělena do tří úseků, odpovídající různému konstrukčnímu řešení.

Cílem vizuálního hodnocení aktuálního stavu konstrukcí byly kvantifikace defektů, a to tabelární formou.

U železobetonových prvků objektu bylo provedeno akustické trasování, umožňující odhalit dutiny v podpovrchových oblastech a skrytě probíhající korozi výztuže. Toto je zjišťováno sunutím ocelové kuličky, fixované na tyči po zkoumaném povrchu. Změnou ozvuku je tak identifikována delaminovaná oblast, tedy oddělené krycí vrstvy betonu nad výztuží.

Zdící prvky byly podrobeny nedestruktivním zkouškám s cílem stanovit jejich aktuální kvalitu a především další životnost a využitelnost.

Zkoumané dílčí části předmětných objektů byly dále podrobeny chemickým rozborům stran napadení či kontaminace konstrukcí různými degradačními procesy, které negativně ovlivňují jejich životnost.

Dále byl zkoumán volný obsah chloridových iontů a síranů jako SO_4 v betonu, a to subdodávkou laboratoře ALS Czech Republic. Nadlimitní množství těchto látek uvnitř betonu a zdící malty negativně ovlivňuje jeho životnost, resp. rychlost koroze výztuže, tedy i stabilitu samotné konstrukce.

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.

5. Vizuální hodnocení stavu objektu

5.1 Úsek č. 1 – železobetonové ostění (staničení 0 m – 5 m), ř. km 0,066 – 0,071

Předmětný úsek se nachází na počátku provedeného staničení od 0 m až do 5 m, v místě vyústění profilu do Labe. Jedná se o dodatečně kompletně zmonolitněnou konstrukci, včetně



dna. V rámci ověření geometrických rozměrů konstrukce bylo zjištěno, že tloušťka monolitických stěn je cca 205 mm. Výška objektu uvnitř prostoru je cca 2 m a šířka cca 1,3 m.

Na základě provedeného vizuálního hodnocení lze konstatovat, že konstrukce především stropu v monolitické

části úseku ostění krytého profilu obecně trpí nízkou krycí vrstvou betonu nad výztuží, která pochází již z výroby konstrukce. Evidentně byly výztužné pruty uloženy na dno bednicích prvků, které se nyní v poměrně velkém rozsahu propisují.

Zřejmá je také v některých oblastech technologická nekázeň, kde je konstrukce hůře probetonována. Daná oblast vyústění krytého profilu tak v zimním období může být namáhána výraznějšími teplotními spády.

V rámci viditelné koroze výztuže dochází také k oddělování dalších krycích vrstev betonu nad výztuží, způsobené převážně expanzními účinky korozních zplodin na výztuži.

V níže uvedené tabulce jsou zachyceny veškeré defekty, zjištěné na povrchu konstrukce.



Typ konstrukce	Žb monolitická	stěna	strop	podlaha
Rozsah porušení betonu /m ² /	0 – 5 mm	2	3	Sprašuje 80 %
	5 – 30 mm	6	1	-
	30 – 45 mm	1	-	-
Trhliny	/m/	2	-	-
Šířka trhlin	/mm/	0,2 – 0,4	-	-
Rozsah koroze výztuže	/m/	2	10	-
Úbytek materiálu	/mm/	1 - 2	1 - 2	-
Dutiny	/m ² /	2	3	-
Průsaky	/počet/	-	-	-

Z výše uvedeného souhrnu defektů je tedy zřejmé, že výztuž je situována ve zkarbonatované vrstvě betonu a prakticky plošně probíhá uvnitř konstrukčního prvku koroze výztuže, a to i v oblastech, které prozatím nejsou vizuálně poškozeny.

V dané oblasti je třeba vnímat potřebu sanačního zásahu s cílem zajistit výrazné zpomalení rozvoje koroze výztuže uvnitř konstrukčního prvku a posílit krycí vrstvy betonu nad výztuží.

5.2 Úsek č. 2 – kamenné opěry a cihelná klenba (staničení 5 – 226 m), ř.km 0,071 – 0,292

Zkoumaná část úseku ve staničení 5 až 226 m (odpovídá říčním km 0,071 až 0,292) je bez pochyby nejstarším úsekem, tvořeným z kamenných opěr a kombinované klenby převážně cihelné, doplněné také kamennými prvky.

Výška profilu v daném úseku je cca 1,9 m s šířkou cca 1,2 m uvnitř objektu. Tloušťka kamenných stěn se pohybuje v intervalu od 760 až do 600 mm, jejichž výška je cca 1,6 m k patě klenby. Na horním líci zhlaví kamenných stěn je uložena převážně cihelná klenba o tloušťce 300 mm. Ta je v některých úsecích dodatečně kombinována kamennými prvky.

Součástí předmětného úseku je také splašková stoka z PVC armatur o průměru cca 300 mm. Splašková stoka je částečně uložena na dno štoly a částečně na její stěnu. Tu vytváří



železobetonový sokl s proměnnou výškou od 0,5 m až do výšky 1,1 m. Rozdílnost výšky způsobuje menší spád stoky než je průměrný spád strouhy. Splašková stoka je pak napojena přímo do čistírny odpadních vod, situované na konci vyústění předmětného krytého profilu strouhy.

V rámci vizuálního hodnocení stavu zdicích prvků bylo zjištěno, že v délce cca 150 m je zkoumaná konstrukce postižena zasolením zdiva, tedy výkvěty solí, které souvisí s dlouhodobým zatékáním do konstrukčního prvku a současně s vývojem, resp. zvýšeným obsahem dusičnanu uvnitř zdicí malty.

Současně úseky ve staničení 180 m až 226 m jsou opatřeny na spodním líci klenby a stěn stříkanou omítkou. V lokálních oblastech se již jedná o její pozůstatky. Přesto její tloušťka se pohybuje převážně v intervalu od 10 do 25 mm. Naopak stěny jsou omítkou opatřeny převážně ve staničeném úseku od 80 až do 130 m.



V níže uvedené tabulce jsou zaznamenány veškeré defekty, zjištěné v rámci hodnocení stavu konstrukce.

Typ konstrukce		Kamenná opěra	Cihelná klenba	Podlaha
Výluhy	/m ² /	Výluhy = 7 Průsaky = 2 Zasolení zdiva = 65	Výluhy = 9 Průsaky = 1 Zasolení zdiva =	-
Hloubka poškození zdiva	5 – 50 mm /%/	30	20	10
	50 – 150 mm /m ² /	35,5	42	0,5
Trhliny	/m/	2	20	-
Šířka trhlin	/mm/	0,2 – 0,5	0,1 – 0,3	-
Rozsah poškození zdící malty	/%/	30	60	20
Hloubka poškození zdící malty	/mm/	2 - 50	2 - 80	10 – 80 /100
Dutiny	/m ² /	60	57	-
Rozeklání zdiva	/m ² /	61	30	-
Porost vegetace	/m ² /	1	-	-

Z výše uvedené přehledové tabulky vyplývá, že kombinované zdivo opěr je tvořeno převážně opukou, cihlami, v lokálních případech i prvky z vápence. Přesto nad úrovní



podlahy je zřejmé lokálně v některých oblastech rozezlání zdiva v celkovém rozsahu cca 61 m². Jedná se o oblasti, kde není prozatím zdivo úplně uvolněné, avšak hloubkové defekty zdící malty či zdících prvků přesahují až 150 mm.

V případě spodního líce klenby bylo zjištěno celkem 30 m² hloubkového narušení zdících prvků, které by v dlouhodobém časovém horizontu mohlo vést až k úplnému selhání stavu klenby a její funkčnosti.

Podstatnou informací je také stav zasolení zdiva, který v případě kamenných opěr je poměrně rozsáhlý v místě, kde klenba navazuje na stěny.

Současně byly ve zkoumaném úseku zaznamenány tři oblasti s aktivními průsaky, kde do konstrukce dlouhodobě zatéká, což ji v důsledku dodatečně poškozuje.

Cílem sanačního zásahu by mělo být zajištění stability klenby např. hloubkovým přespárováním a omezení zatékání do konstrukce. V rámci chemických rozborů dílčích částí odebraných vzorků bude podstatnou informací míra zasolení stávajících konstrukčních prvků.

Dno v hodnoceném úseku je ve většině případů zaneseno úsadou sedimentu v tloušťce až 20 cm. V některých oblastech, kde to bylo možné, byly provedeny lokální sondy s místem, kde byl sediment odstraněn a provedena aktuální kontrola stavu kamenné dlažby krytého profilu.



Z uvedených zjištění vyplývá, že kamenná dlažba je ve všech úsecích v postatě celistvá a rozdílnost je pouze v místě defektu spárovací malty, která jednotlivé dílčí kameny vyplňuje (spojuje). Narušená je tedy hloubkově tato malta a v některých oblastech došlo k úplnému uvolnění kamenných prvků na dně strouhy. Zaznamenány byly také lokální defekty spíše bodového charakteru, kde dílčí část kamene zcela absentuje. Přesto toto poškození lze odhadovat v řádu 10 % povrchu po celé délce zkoumaného úseku.

5.3 Úsek č. 3 – kamenné opěry a stropní prefa panely (staničení 226 – 397 m), ř.km 0,292 – 0,464

Předmětný úsek ve staničení 226 až 397 m (ř.km 0,292 až 0,464) je tvořen kamennými



opěrami, na nichž jsou uloženy prefabrikované panely typu PZD. V rámci hodnocení stavu konstrukcí byla zjištěna rozdílná tloušťka některých prvků v daných úsecích, která se převážně pohybuje v intervalu od 200 mm až do 270 mm u prefabrikátů. Tloušťka opěr byla zjištěna na úrovni cca 650 mm. Kamenné opěry jsou tvořeny lícovým zdivem a kamenným

armováním. Výška profilu v daném úseku je cca 1,4 m a šířka cca 1,25 m.

V rámci vizuálního hodnocení stavu kamenných opěr byly nejčastěji zaznamenány defekty nad patou zdiva, tedy nad úrovní dna, a to v podobě vypadané zdící malty a hloubkových defektů zdiva na úroveň až 150, resp. 200 mm.

Ve styčné spáře mezi vodorovnou a svislou konstrukcí byly panely uloženy do maltového lože, které je výrazně zdegradované a v podstatě se rozpadá.

V některých úsecích byly také zaznamenány přiznané dilatace, která jsou spíše jednostranné, tedy na jedné straně konstrukce a nepropisují se do dalších prvků.

Dále vizuální prohlídka zjistila lokální poškození lícového zdiva včetně odpadnutí části kamene a lokální narušení i kamenného armování uvnitř jádrového zdiva. Tyto hloubkové defekty byly zaznamenány pouze v lokálních oblastech.

Dno ve zkoumaném úseku je vyskládáno z kamene, který byl dodatečně vyspárován cementovou maltou. Některé oblasti úseku jsou zaneseny úsadou sedimentů v minimální tloušťce 10 mm. V rámci hodnocení stavu dna byly v některých oblastech vrstvy sedimentu odstraněny a povrch konstrukce byl dodatečně kontrolován. Zřejmá je v těchto oblastech absence záhlvkové malty mezi jednotlivými kameny. Hloubkové defekty nebyly v daných oblastech zaznamenány. Absence kamenů v úseku nepřesahuje odhadovanou plochu 10 % povrchu. Naopak absence cementové záhlvky v jednotlivých spárách mezi kameny je více než 40 % povrchu. Jedná se o odhad podle provedených sond, neboť povrch je zanesen zmiňovanou úsadou sedimentu.

Typ konstrukce		Kamenná opěra	Podlaha
Výluhy	/m ² /	61	-
Hloubka poškození zdiva	5 – 50 mm /%/	-	10
	50 – 150 mm /m ² /	-	1
Trhliny	/m/		
Šířka trhlin	/mm/		
Rozsah poškození zdící malty	/%/	30	20
Hloubka poškození zdící malty	/mm/	2 - 10	10 - 80
Dutiny	/m ² /	18,5	
Rozezlání zdiva	/m ² /	16,5	

V případě prefabrikovaných panelů typu PZD jsou zřejmé plošné průsaky konstrukce, a to na úrovni až 60 % povrchu. V rámci vizuálního hodnocení daného úseku byly zaznamenány na spodním líci prefabrikovaných panelů statické defekty v podobě přerušení výztuže a její výrazné koroze.

Z níže uvedené přehledové tabulky defektů je zřejmé zásadní poškození výztuže, resp. její přerušení v úseku 226 m až 270 m, a to na ploše 15 % povrchu.



Jedná se o oblast, která je poškozena také vnášenými chloridy v podobě rozmrazovacích prostředků v zimním období. Celkový zjištěný rozsah koroze na spodním líci prefabrikovaných prvků je na úrovni 40 % povrchu s úbytky materiálu až do 6 mm, lokálně 8 mm. Ve zmiňovaných případech také dochází k přerušení výztuže.

Typ konstrukce	<i>Prefa panel PZD</i>	strop
Rozsah porušení betonu	5 – 30 mm /%/	30
	30 – 50 mm /m ² /	34,5
Trhliny	/m/	-
Šířka trhlin	/mm/	-
Rozsah koroze výztuže	/%/	40
Úbytek materiálu	/mm/	2 – 6 /lok 8 mm – přerušená výztuž 15%
Dutiny	/m ² /	48,5
Průsaky	Plocha %	60
Výluhy	/m ² /	5

Sanační zásah v dané oblasti bude muset být velmi razantní a bez výměny poškozených konstrukčních prvků nelze dále dlouhodobě konstrukci spolehlivě provozovat.



5.4 Vstupní objekty do KP (šachty a odvodňovací kanály)

V rámci hodnocení stavu vstupních objektů do předmětného krytého profilu strouhy byly zjištěny celkem tři vstupní šachty a 6 odvodňovacích kanálů, zaústěných do horního líce profilu.

Prakticky lze konstatovat, že funkční odvodňovací prvky z horního líce vozovky,



zaústěné do zkoumaného profilu, jsou ve většině případů tvořeny zaústovacím krčkem, který je vyzděn z kamenných prvků na zdicí maltu. Tyto oblasti zajišťují odvod dešťových srážek z horního líce povrchů a komunikací. Zdicí prvky jsou v přijatelném stavu, avšak zdicí malta vykazuje poměrně rozsáhlý rozpad a hloubkové defekty. Prozatím není zcela

zřejmé, že by došlo k zásadnějšímu rozeklání zdiva, které by postupně vedlo k jeho úplnému rozpadu. Tyto konstrukční prvky byly zaznamenány v úrovni staničení 45 m, 77,5 m, 120 m, 140 m, 165 m a 195 m.

V případě odvodňovací vpusti z horního líce povrchu ve staničení 140 m je zaústovací krček vyzděn z plných cihel. Zřejmě je degradace zdicích prvků a rozpad zdicí malty v dané oblasti.

Naopak vpusť v úrovni 190 m je plně funkční a dodatečně vybavená železobetonovým ztužujícím prvkem (věncem), který povrchové vrstvy stabilizuje. Zaústovací krček je vyzděn z kamene s lokální degradací zdicí malty. Oproti předešlým konstrukcím se jedná o mírné narušení.

V rámci vizuálního hodnocení jsou v níže uvedené tabulce zaznamenány defekty železobetonových konstrukcí vstupních objektů (šachet), které jsou převážně tvořeny do výšky cca 1,6 m nad úroveň podlahy krytého profilu kamenným kombinovaným zdivem, nad nímž následuje zmonolitnění vstupní oblasti šachty. Ve většině případů jsou i stropní desky zmonolitněny, nebo je zde usazen záklop z prefabrikovaných panelů typu PZD.



Typ konstrukce	Žb monolitická	stěna	strop
Rozsah porušení betonu	0 – 5 mm /m ² /	-	-
	5 – 30 mm /%/	60	6
	30 – 45 mm /m ² /	-	-
Trhliny	/m/	-	-
Šířka trhlin	/mm/	-	-
Rozsah koroze výztuže	/%/	4	30
Úbytek materiálu	/mm/	1 - 3	2 – 4 /6
Dutiny	/m ² /	4	2
Průsaky	/počet/	-	2
Výluhy	/m ² /	1	1

Z výše uvedených defektů v přehledové tabulce pro železobetonové prvky je zřejmé, že stropní konstrukce trpí ve většině případů nízkým krytím betonu, což způsobuje rozsah koroze výztuže a její patřičný rozběh. Lze tedy konstatovat, že rozsah koroze přesahuje 30 % povrchu a uvnitř konstrukčního prvku tak skrytě probíhá koroze výztuže plošně i v místech, která prozatím nejsou poškozena oddělováním krycích vrstev.



V některých oblastech bylo také zaznamenáno zasolení zdiva v patě konstrukce a současně v oblasti navázání mezi železobetonovými prvky a zdicími prvky. Rozpad zdicí malty v daných oblastech je až 50 mm do hloubky. V některých oblastech je poškozené také zdivo s hloubkou narušení až 150 mm. Jedná se o celkový rozsah 2 m².

Co se týká zpracování železobetonových konstrukčních prvků, je zřejmá horší technologická kázeň v místě navázání na zdicí prvky, kde jsou monolitické stěny hůře probetonovány.

Cílem sanačního zásahu by mělo být lokální hloubkové přespárování zdiva především nad úrovní paty nebo v místě velkých defektů, doložení zdiva a u železobetonových konstrukcí provedení kompletní posílení krycích vrstev betonu nad výztuží a stabilizace koroze uvnitř konstrukčního prvku.

6. Výsledky provedených zkoušek

6.1 Pevnost betonu v tlaku

V rámci provedeného stavebně technického průzkumu byly odebrány celkem 2 jádrové vývrtky z vnitřního líce ostění v úseku č. 1 a současně 2 ze stropních prefabrikátů v úseku č. 3. Průměr vynesných těles jádrových vývrtů je cca 70 mm.

Na plášti vynesných jádrových vývrtů z vnitřního líce ostění úvodního úseku (staničení 0 až 5 m) je zřejmá různorodost zpracování konstrukce, kde postupně docházelo také

k segregaci kameniva. Plášť vynesného betonu je vyplněn drceným lomovým kamenivem frakce 4/8 a 8/16 mm. Tyto frakce jsou také doplněny hrubšími podíly těžného říčního písku. Ten převažuje u jádrového vývrtu č. 1, který je výhradně tvořen maltovým tmelem a hrubšími



podíly písku s maximální frakcí 4/8 mm. I když je maltový tmel poměrně solidně zpracován, je zřejmé, že jemnozrnné podíly písků a nejnižší frakce kameniva budou mít ve výsledku dopad na pevnosti betonu v tlaku. Jiná situace je u vývrtu č. 2, odebraného ze stejné konstrukce, kde vyplnění struktury betonu kamenivem je poměrně stejnorodé a nejsou zřejmé

zásadnější segregace kameniva.

Kvalita zpracování betonu odpovídá vizuální prohlídce, kde byly zjištěny lokálně technologické nekázně v podobě hůře probetonovaných oblastí konstrukce.

V případě vývrtů, vynesných ze stropních prefabrikovaných panelů typu PZD je zřejmé, že prefabrikované prvky netrpí žádnou zásadnější segregací kameniva či jinými defekty v rámci zpracování konstrukce při ukládání čerstvé směsi do formy. Na plášti vynesných jádrových vývrtů je zřejmý pouze větší počet vzduchových pórů. Frakce kameniva drceného lomového se pohybují v intervalu 4/8 a 8/16 mm. Maltový tmel spolehlivě obaluje veškerá zrna kameniva a nevykazuje na svém povrchu známky zásadnějšího poškození či jiných defektů. V těsných podpovrchových partiích je zřejmá mírná segregace kameniva, což může postupně vést k rychlejší degradaci podpovrchových vrstev. Jedná se však o oblast s tloušťkou cca 15 až 20 mm.



Celkově lze charakterizovat stávající betony jako vyhovující, nadále spolehlivě využitelné, avšak jejich životnost ovlivňují jiné degradační procesy.

Z vnesených jádrových vývrtů byla řezáním zhotovena zkušební válcová tělesa, která byla následně změřena a zvážena tak, aby na nich mohla být stanovena objemová hmotnost. Tato tělesa byla následně okoncována speciální rychletuhnoucí sírovou směsí a odzkoušena na pevnost betonu v tlaku destruktivně v elektronicky řízeném hydraulickém stroji EDT 1600.

Uvedené výsledky zkoušek jsou pevnosti válcové, tedy pevnosti, které se běžně stanovují na válci o průměru 150 mm a výšce 300 mm. S ohledem na skutečnost, že takto velká tělesa nelze v mnoha případech z konstrukcí vůbec odebírat, jsou u menších těles pomocí souboru výše uvedených zkoušek tyto výsledky kalibrovány a zařídovány a současně hodnoceny dle ČSN EN 13 791, postupu B pro určení minimální charakteristické pevnosti betonu v tlaku v konstrukci dle ČSN EN 206.



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 $\pm 20\%$ a jeho přesnost je srovnatelná s metodou Schmidtova tvrdoměru podle ČSN 73 1373.

Výsledky všech provedených zkoušek jsou níže uvedeny v tabulce.

Konstrukce - povrch	Nedestruktivně stanovená pevnost	Odpovídající třída betonu	Destruktivně stanovená pevnost	Odpovídající třída betonu	Objemová hmotnost
	[MPa]		[MPa]		[kg/m ³]
Stropní deska (úsek č. 1, 0 až 6 m)	31,2	C 12/15	nehodnoceno	nehodnoceno	nehodnoceno
Stěny (úsek č. 1, 0 až 6 m)	43,4	C 25/30	23,54	Odhad C 20/25	2.168
Stropní panely PZD (úsek 3, 226 až 397 m)	36,9	C 20/25	37,42	Odhad C 20/25	2.303

Z dlouhodobých zkušeností víme, že průměry menších jádrových vývrtů bývají v případě zkoušek mírně podhodnocovány v řádu cca 15 %. V rámci provedeného souboru zkoušek jsou tyto výsledky kalibrovány a upraveny tak, aby jejich statistické jištění bylo bezpečné.

Na základě výše uvedených výsledků zkoušek lze konstatovat, že úvodní železobetonový monolitický úsek vykazuje u stropní desky výrazně snížené hodnoty, a to na úrovni třídy C 12/15. Jedná se tedy o oblast, kde došlo k zásadnějšímu snížení mechanických vlastností betonu na povrchu konstrukce, a to nejen možností v zimě promrzáním stávajícího prvku, ale současně degradací, která probíhá v okolí korodující výztuže.

Naopak u svislých stěn je prozatím aktuální pevnost na úrovni třídy C 20/25 zcela vyhovující. S ohledem na malý počet zkušebních těles se jedná pouze o odhad pevnostní třídy.

Jiná situace je v případě PZD panelů, kde jádrový beton vykazuje mimořádně vysoké pevnosti, avšak spodní líc konstrukce je značně poškozen do poměrně velké hloubky, což ovlivňuje i mechanické vlastnosti betonu.

Z hlediska pevnosti betonu v tlaku jsou konstrukční prvky, resp. jejich výsledky pevnosti nadále vyhovující, avšak jejich životnost či další využitelnost ovlivňují jiné degradační procesy.

6.2 Predikce koroze výztuže u železobetonových prvků

Všechny zkoumané železobetonové konstrukční prvky byly dále podrobeny nedestruktivním zkouškám s cílem zachytit aktuální korozní stav výztuže uvnitř konstrukce.

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, a to především v rámci predikce koroze výztuže.

V níže uvedené tabulce jsou zaznamenány souhrny všech dílčích měření uvnitř krytého profilu, které jsou pak zprůměrovány a prezentovány jako jeden výsledek.

Konstrukce - povrch	Veličina	min [mm]	max [mm]	Průměrná hodnota [mm]	Stav ochrany výztuže alkalitou betonu
Strop (úsek č. 1, 0 až 5 m)	krytí	5	33	17,9	Výztuž není chráněna
	karbonatace	56	83	73,7	
Stěny (úsek č. 1, 0 - 56 m)	krytí	26	49	34,0	Výztuž není chráněna
	karbonatace	19	32	26,8	
PZD panely (úsek č. 3, 226 – 397 m)	krytí	3	22	10,2	Výztuž není chráněna
	karbonatace	13	34	24,7	

Výše uvedené výsledky zkoušek jednoznačně dokládají, že deskové materiály (prefabrikované panely), situované na spodním líci stropní konstrukce v úseku č. 3, vykazují velmi nízké krycí vrstvy betonu nad výztuží, což vede k lokálními propisování výztuže při mělkém uložení a také plošnému rozsahu koroze. Ta je v mnoha případech přerušena a hloubkově poškozena. V dané oblasti jsou konstrukční prvky dožité a navíc zasažené zvýšeným obsahem chloridových iontů, které negativně ovlivňují korozní stabilitu výztuže.

Aktuální korozní stabilita především stropní konstrukce v úseku č. 1 je z dlouhodobého hlediska velmi nepříznivá. Hloubka zkarbonatované vrstvy hluboko přesahuje spodní osnovu výztuže, což v praxi znamená, že uvnitř konstrukčního prvku probíhá plošně koroze, která má negativní dopad na oddělování krycích vrstev betonu nad výztuží a její následné poškozování. Prozatím expanzní účinky korozních zplodin na výztuži nejsou na takové úrovni, aby došlo k plošnému či výraznějšímu poškození konstrukce. Přesto se jedná o nezvratný stav, který je třeba vhodným sanačním zásahem dlouhodobě a spolehlivě stabilizovat.

6.3 Pevnost zdiva

Ke zkouškám kvality zdiva in situ chybí v našich normách prakticky jakékoliv podklady. Pokud se týče kamenných prvků, připadá v úvahu pouze vyjímání celistvých částí ze zdiva a jejich následné destruktivní zkoušení. V případě zdicí malty se používají ke stanovení její kvality nedestruktivní metody, případně se její kvalita odhaduje podle jejího složení zjištěného chemickým rozbořem.

Pro posuzování kvality malty ve zdivu byla použita speciální nedestruktivní tvrdoměrná metoda vyvinutá a dlouhodobě provozovaná zpracovatelem posudku. Předmětem zkušebního postupu je stanovení tvrdosti malty. Tvrdost malty je při této metodě charakterizována jejím odporem proti vnikání válcového indentoru. Princip metody tedy vychází z předpokladu, že existuje závislost mezi pevností malty v tlaku a její tvrdostí. Při zkoušce je sledován počet úderů m kladivem o hmotnosti 1 kg ze vzdálenosti 0,2 m potřebný k zaražení indentoru do hloubky 5 mm. Údaj *m* představuje měřený parametr, který je korelován s pevností malty v tlaku. Získané hodnoty je třeba dále statisticky jistit s ohledem na spodní toleranční mez použitého kalibračního vztahu.

Kvalita kamenných zdicích prvků byla hodnocena prostřednictvím metody Schmidtova tvrdoměru podle ČSN 73 1373. I když tato aplikace není normována, jsou s jejím použitím dlouhodobě uspokojivé zkušenosti. Princip metody vychází z pružného rázu dvou těles. Pružinovým mechanismem tvrdoměru je vrhán kovový úderník proti povrchu zkušebního místa a míra jeho odskoku je měřeným parametrem. Tento měřený parametr se na základě speciálního kalibračního vztahu převádí na hodnoty pevnosti v tlaku kamene. V případě kamenného zdiva jsou výsledky této zkoušky vždy specificky ovlivňovány nejen druhem kamene, ale i velikostí testovaného kamenného prvku a v případě menších bloků i kvalitou malty ve zdicích spárách včetně tloušťky ložných a svislých spár. Proto je třeba provést upřesnění vztahu mezi odskokem registrovaným Schmidtovým tvrdoměrem a pevností kamene pomocí tlakových zkoušek. Přesnost stanovení kvality obou součástí zdiva je cca $\pm 20\%$.

Odvození výpočtové pevnosti zdiva bylo provedeno podle normy ČSN ISO 13822 „Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí“. Charakteristická pevnost zdiva v tlaku se určuje na základě průměrných pevností zdicích prvků a zdící malty dle následujícího vztahu:

$$f_K = K \cdot f_b^\alpha \cdot f_m^\beta$$

f_K	charakteristická pevnost zdiva
K	konstanta závislá na druhu zdiva
f_b	průměrná pevnost zdicích prvků
f_m	průměrná pevnost zdící malty
α	exponent závislý na tloušťce ložných spár a druhu malty
β	exponent závislý na druhu malty

Výpočtová (návrhová) pevnost v tlaku se pak určí podle vztahu:

$$f_d = \frac{f_K}{\gamma_{m1} \cdot \gamma_{m2} \cdot \gamma_{m3} \cdot \gamma_{m4}}$$

f_d	výpočtová pevnost zdiva
γ_{m1}	základní hodnota součinitele spolehlivosti
γ_{m2}	součinitel zahrnující vliv pravidelnosti vazby a vyplnění spár
γ_{m3}	součinitel zahrnující vliv zvýšené vlhkosti zdiva
γ_{m4}	součinitel zahrnující vliv svislých a šikmých trhlin

Z toho vyplývá, že pro posouzení kvality zdiva jako celku je důležité vizuální hodnocení zaměřené na tloušťku ložných a svislých spár ve zdivu i celkové provedení, tedy především tzv. vazbu jednotlivých zdicích prvků.

Kromě stanovení výpočtové pevnosti zdiva na základě provedených zkoušek bylo zjišťováno celkové aktuální zhodnocení stavu zdicích prvků především co do hloubky poškození, která se pohybuje od 70 mm až na úroveň 150 mm (lokální poškození). Současně lokálně dochází k poškození jádrového (kamenné armování) zdiva, a tudíž i k rozpadu zdicí malty.

V potaz je také nezbytné brát skutečnost, že zdivo je v některých místech v lepším stavu a nevykazuje zásadnější defekty. I kvalita těchto oblastí byla zkoumána tak, aby mohlo být zdivo krytého profilu hodnoceno jako celek.

Na základě zkoušek zdicích prvků a zdicí malty v jednotlivých úsecích zkoumaného krytého profilu bylo provedeno stanovení výpočtové pevnosti zdiva podle ČSN ISO 13 822. Zjištěná výpočtová pevnost zdiva klenby v tlaku se pohybuje v rozmezí od 0,72 MPa až do 1,41 MPa. V případě kamenných opěr se výpočtová pevnost zdiva pohybuje v intervalu od 7,94 MPa až do 10,46 MPa.

V případě posouzení zdiva má dominantní vliv na jeho pevnost kvalita zdicí malty. Pomocí součinitelů byl zohledněn nepříznivý vliv vysoké vlhkosti zdiva na jeho pevnost a zohledněn také výskyt poruch zdiva, zjištěných při vizuální prohlídce. Důvodem snížení pevnosti jsou především oblasti s rozpadem zdicích prvků, kde dochází k odhalení i jádrového armování.

Na konstrukci byly také zjištěny další dostatečně nestabilní části konstrukce. Prakticky dochází k vypadávání lícového zdiva v těsných podpovrchových partiích nad úrovní dna strouhy. Nebyly však při vizuální prohlídce zaznamenány žádné úseky, které by bylo možné označovat jako kompletně havarované. **Spíše se jedná o lokální defekty, které v dlouhodobém časovém horizontu mohou ovlivňovat stabilitu konstrukce. Tyto oblasti zcela jednoznačně vyžadují sanační zásah.**

Z hlediska trvanlivosti tak lze posuzované ostění krytého profilu hodnotit jako narušené s ohledem na lokální hloubkové poškození konstrukce. Podstatnou mírou k rozpadu či poškození zdiva přispívá i zasolení zdiva v oblastech, kde je nad profilem situována komunikace. Současně s tím nepříznivě ovlivňuje stav konstrukce i dlouhodobé zatékání do objektu.

Pravděpodobný je i výskyt trhlin hloubkového charakteru, který umožňuje vnikání vody do zdiva a zejména uchycení vegetace na povrchu zdicích prvků. Přesto nelze podcenit aktuální stav konstrukce, a to především s ohledem na skutečnost, že poškozené zdivo klenby je zastoupeno na ploše více než 40 % povrchu. Jedná se jak již o zmiňované poškozené oblasti s vypadaným lícovým zdivem, nebo o oblasti, kde zdicí malta zcela absentuje v poměrně hlubokém rozsahu (cca 80 mm). Stabilita zděné konstrukce se tak může ve střednědobém časovém horizontu výrazně zhoršit, což může mít za následek ohrožení její stability (cca 10 let).

U kamenných opěr je situace s ohledem na mocnost konstrukce stěn příznivější. Zde je narušené zdivo zastoupeno na ploše cca 30 % povrchu.

Uvedené výsledky pevnosti zdiva ukazují nižší hodnoty v místě poškození konstrukce a naopak nejvyšší hodnoty v místě, kde je zdivo prozatím kompaktní, nebo bylo dodatečně nahrazeno novými zdicími prvky. Ostatní partie kolísají někde v rozmezí výše uvedeného intervalu pevnosti zdiva.

Zásadním ukazatelem jsou také zjištěné pevnosti cihel klenby, a to jak v místě poškození, tak i v místě nenarušené části konstrukce, které dosahují poměrně dobrých hodnot. Jejich průměry ne zcela vybočují a pohybují se v případě nedestruktivních zkoušek v intervalu od 14,7 MPa až do 16,7 MPa a v případě tlakových zkoušek pak v průměrné hodnotě cca 42 MPa. **Z hlediska aktuální pevnosti zdicích prvků jsou použité cihly v konstrukci nadále ve vyhovujícím stavu a lze uvažovat s jejich dalším ponecháním v konstrukci.**

Z hlediska pevnosti zdicí malty je situace horší, neboť její kvalita je výrazně proměnlivá. V nepoškozené části zdiva byly zaznamenány hodnoty zdicí malty v průměru na úrovni 0,86 MPa, ovšem s intervalem od 0,40 MPa až do 1,80 MPa.

Při statickém posuzování zdiva je třeba zohlednit skutečnost, že jeho tahová pevnost je prakticky nulová a toto namáhání u něj nelze připustit.

Celkově lze aktuální stav zdiva hodnotit jako poškozený a z hlediska další životnosti v dlouhodobém časovém horizontu nevyhovující. Stávající ostění krytého profilu tak lze považovat za dožitě, a to nejen s ohledem na výpočtovou pevnost zdiva. V tomto případě lze konstatovat, že zdivo vykazuje proměnlivou stabilitu, resp. délku životnosti. Tu lze v oblastech, které jsou poškozeny vypadáváním lícového zdiva, odhadovat na úrovni cca 10 let bez jakéhokoliv sanačního zásahu. Je nezbytné si však

uvědomit, že bez patřičných oprav bude docházet k zásadnějšímu prohlubování defektů v konstrukci a k jejímu následnému výraznějšímu chátrání.

6.4 Chemické rozbor

Zkoumané konstrukce ostění krytého profilu, především stropní prvky, byly dále podrobeny chemickým rozborům betonu a zdící malty (u klenby), neboť degradační procesy mohou také probíhat v jejich mikrostruktuře. Za tímto účelem byly na odebraných vzorcích provedeny ověřovací testy na působení alkalické reakce kameniva v betonu, jejíž expanzní účinky jsou pro betonové konstrukce destruktivní. U malt byla podstatná míra zasolení zdiva.

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 jakýchkoliv zdrojů vody, může být obsah alkálií výrazně snížen dlouhodobým vyluhováním. Podobně, pokud byl beton vystaven transportu vlhkosti na jedné straně a na protilehlé spíše vysoušen, může dojít v jedné oblasti k redukci obsahu alkálií, naopak ve druhé k jejímu zvýšení. Totéž platí i o transportu vlhkosti v místě, kde mohou být v zimním období vnášeny do konstrukce jiné látky, např. chloridy z rozmrazovacích prostředků.

Současně je nezbytné upozornit, že obsah alkálií 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 kamenivo, a to zejména jemné frakce. Naopak některé typy kameniva mohou alkálie absorbovat. Výrazný vliv na obsah alkálií v betonu mohou mít dále přísady popílku a jemně mleté vysokopevnostní strusky v betonu.

Posouzení těchto vlivů 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.

Pro posouzení přítomnosti alkálií na odebraných jádrových vývrtech ze stěn i stropní desky kolektoru byla zhotovena menší zkušební tělesa, která byla následně podrobena orientační zkoušce na přítomnost alkalicko-křemičitých reakčních gelů. Žádné ze

zkoumaných těles, odebraných z zkoumaného objektu, nevykazuje navázání reakčních gelů, tedy žlutozelenou fluorescenci.

Předmětné železobetonové konstrukce zkoumaného objektu krytého profilu nejsou kontaminovány alkalickou reakcí kameniva.

Podstatným degradačním procesem pro maltový tmel v betonu je také působení síranových iontů jako SO_4 a volných chloridových iontů. Tyto degradační procesy probíhají v mikrostruktuře zkoumané konstrukce, jejíž účinky jsou v podstatě nezvratné. Z tohoto důvodu byly z odebraných jádrových vývrtů dále stanoveny obsahy jak volných chloridových iontů, tak i síranů jako SO_4 . Informace o obsahu volných chloridových iontů v betonu a síranů jako SO_4 byly stanoveny u betonových vzorků potenciometrickou titrací na eluátu, který byl získán zkušebním postupem SOPD 0607-23 (ČSN EN 4080-10) laboratoře ALS Czech Republic, s.r.o.

Depasivace ocelové výztuže, tedy ztráta ochranné vlastnosti tenké vrstvy oxidu železa na povrchu oceli, může být hloubkově poškozena působením volných chloridových iontů na povrchu výztuže. Hlavní rozdíl mezi korozí, podporovanou působením CO_2 (karbonatace betonu), spočívá v hloubce zkarbonatované vrstvy. V případě CO_2 má tato vrstva pravidelnou hloubku, zatímco v případě chloridových iontů je hloubka poškození výrazně nepravidelná a vyskytují se zde velmi hluboké defekty, např. přerušení výztuže apod. Látky v podobě chloridů (solí – NaCl , obsažené např. v rozmrazovacích prostředcích), jsou do konstrukce transportovány absorpcí v místě styku se zkoumanou konstrukcí.

Uvážíme-li při dávce cementu 380 kg/m^3 , je limitní hranicí volných chloridových iontů v betonu dávka na úrovni 0,4 %. Je tedy zřejmé, že výsledky, zjištěné na odřezcích z vynesných jádrových vývrtů, jsou zcela vyhovující, neboť zjištěné hodnoty se pohybují v intervalu od 425 mg/kg sušiny až do 2805 mg/kg sušiny. **I když je nejistota měření poměrně výrazná na úrovni až 58,4 %, lze konstatovat, že v tomto směru se jedná o vysoké hodnoty.** Konstrukční prvky stropní desky mají stále podlimitní obsah volných chloridových iontů v betonu, avšak vysoká hodnota je zachycena v místě stropu, nad nímž je situována hlavní komunikace. **Již zvýšený obsah těchto látek v konstrukci může lokálně ovlivnit vývoj koroze výztuže a postupně vede k jejímu plnému přerušení. Prakticky se jedná o nezvratný proces.**

V případě síranů SO_4 , resp. jejich vysokého obsahu (beton i zdící malta), může být konstrukce z hlediska další životnosti či funkčnosti natolik poškozena, že její následné

setrvání je prakticky nemožné. Jednotlivé podíly obsažených složek na vynesných jádrových vývrtech, byly stanovovány potenciometrickou titrací na eluátu, který byl získán zkušebním postupem dle ČSN 72 0127 „Základní postup rozboru silikátů – Stanovení síranů vážkově“. Výsledky zkoušek jsou uvedeny jako procentuální podíl ze sušiny, získaný při teplotě +105 °C.

Z výše uvedených zkoušek jsou u všech zkoumaných konstrukcí hodnoty podlimitní a pohybují se převážně v intervalu od 0,50 % sušiny až do 0,73 % sušiny. Nejistota měření u těchto výsledků se pohybuje v intervalu od 22 % až do 40,4 %. Limitní hranicí pro obsah síranových iontů uvnitř betonu je 1,5 %. Zjištěné hodnoty u všech zkoumaných konstrukcí jsou podlimitní.

Pro stanovení aktuálního stavu zděné konstrukce, resp. její predikce životnosti je významnou informací obsah zasolení zdiva – salinity, kde se hodnotí obsahy chloridových iontů, síranů a dusičnanů ve zdivu (zdící maltě). Udává se v hmotnostních procentech každé soli nebo v miligramech soli na hmotnostní jednotku stavebního materiálu. Jednotlivé podíly obsažených složek byly stanovovány potenciometrickou titrací na eluátu, který byl získán zkušebním postupem SOP D 06 07-023 laboratoře ALS Czech Republic, s.r.o. Výsledky jsou uváděny v mg/kg sušiny. Dále pro obsahy dusičnanů a síranů byl zvolen postup metodou iontové kapalinové chromatografie dle SOP D06 02 068 (ČSN EN ISO 10304-1).

Zachycené výkvěty solí na povrchu konstrukce lze charakterizovat jako důsledek pohybu vody ve zdivu. Aby mohlo docházet k pohybům roztoků solí ve zdivu, je nutné, aby stávající materiály měli určitou vlhkost, která tento pohyb umožňuje. Výkvětové soli jsou škodlivé pro konstrukci tím, že narušují pevnost a strukturu omítky, především, pokud je znemožněn transport vlhkosti ven z konstrukce. Většina výkvětových solí je hygroskopická a váže na sebe vodu při opakovaných pochodech dodává další vlhkost do konstrukce.

Nejzápornější vliv u výkvětových solí (u nově vznikajících sloučenin) jsou krystalické tlaky při jejich tvorbě. Tyto tlaky postupně vedou k rozrušování konstrukce, způsobené vznikajícími objemovými změnami. Hodnota vznikajícího tlaku způsobeného zvětšováním objemu reagující výsledné látky ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) je až 111 MPa.

Pro objektivní analýzu se používají jak klasické vážkové metody, tak i titrační analýzy.

Zatřídění zdiva dle salinity bylo provedeno na základě ČSN P 73 0610 tab. 1:

Stupeň zasolení zdiva	Obsah solí v mg / g vzorku a v procentech hmotnosti					
	Chloridy		Dusičnany		Sířany	
	mg/g	% hmotnost	mg/g	% hmotnost	mg/g	% hmotnost
Nízký	<0,75	<0,075	<1,0	<0,1	<5,0	<0,5
Zvýšený	0,75 až 2,0	0,075 až 0,20	1,0 až 2,5	0,1 až 0,25	5,0 až 20	0,5 až 2,0
Vysoký	2,0 až 5,0	0,20 až 0,50	2,5 až 5,0	0,25 až 0,50	20 až 50	2,0 až 5,0
Velmi vysoký	>5,0	>0,50	>5,0	>0,50	>50	>5,0
Naměřené průměrné hodnoty	1,87 mg/g		1,65 mg/kg		8,91 mg/g	

Na základě porovnání s výsledky laboratorních zkoušek je možné konstatovat, že zdivo je mírně zasaženo výkvěty solí, protože všechny vzorky vykázaly zvýšenou salinitu. S tím souvisí také vlhkost zdiva, která se pohybuje v intervalu od 6,65 % do 9,71 %. Jedná se tedy o zvýšenou vlhkost objektu.

Sanační zásah musí reflektovat zjištěné defekty a stav konstrukce s ohledem na její zasažení solemi a vlhkostí.

7. Celkové zhodnocení výsledků zkoušek a doporučení sanačního zásahu

Z provedeného stavebně technického průzkumu ostění Libotenické strouhy vyplývají níže uvedené závěry a doporučení nápravných opatření:

7.1 Úsek č. 1 – železobetonové ostění

- Na základě provedené vizuální prohlídky byla zaznamenána na spodním líci stropní konstrukce a stěn degradace betonu s hloubkou poškození od 5 až do 30 mm v celkovém rozsahu 11 m². Hlubší defekty na úrovni až cca 40 mm byly zaznamenány na ploše 1 m².
- Konstrukce obvodových stěn je zasažena trhlinami v celkové délce 2 m, s šířkou do 0,4 mm.
- Koroze výztuže byla zachycena v celkové délce cca 12 m. Převažuje odhalená výztuž na spodním líci stropní konstrukce. Úbytky materiálu se pohybují v intervalu od 1 do 2 mm. Akustické trasování v dané oblasti prokázalo výskyt dutin na celkové ploše 5 m².

- Aktuální kvalita betonu, odebraná z obvodových stěn v úseku č. 1 odpovídá pevnostní třídě C 20/25. Nedestruktivní pevnost je o třídu vyšší na úrovni třídy C 25/30. Naopak spodní líc stropní desky vykazuje poměrně nízké hodnoty v rámci viditelné degradace betonu, čímž tedy došlo ke snížení jeho mechanických vlastností. Aktuální třída je na úrovni C 12/15 podle platné ČSN EN 206. **Jedná se o vyhovující hodnoty a stran spodního líce stropní konstrukce je to odraz aktuální degradace povrchu v rámci koroze výztuže. Konstrukční prvek je však nadále spolehlivě využitelný pro sanační zásah.**
- **Predikce koroze výztuže železobetonového ostění v úseku č. 1 je v rámci stropu i stěn poměrně nepříznivá, neboť hloubka zkarbonatované vrstvy mnohonásobně překračuje hloubku uložení výztuže. De facto výztuž je velmi mělce uložena v podpovrchových partiích již z výroby konstrukce, což postupně vede k jejímu lokálnímu propisování a k rozběhu výraznější koroze. Aktuální korozní stabilita konstrukce v úseku č. 1 je z dlouhodobého hlediska nepříznivá. Sanační zásah musí být cílen na posílení krycí vrstvy a realkalizaci prostředí výztuže.**

Doporučení sanačního zásahu

V rámci rekonstrukčních opatření se doporučuje plošný sanační zásah jak u stěn, tak i u stropní konstrukce. Cílem sanačního zásahu by měla být realkalizace prostředí výztuže a zpomalení rozvoje koroze uvnitř konstrukčního prvku. **Jelikož se jedná o nezvratný proces, je možno jej pouze vhodným způsobem zpomalit, nikoliv zcela zastavit.**

Těmto krokům však předchází citlivá preparace povrchu vysokotlakým vodním paprskem tak, aby byla struktura betonu narušena a připravena pro adhezně kotvený sanační zásah. V rámci viditelné korodující výztuže je třeba provést mechanické obourání dané oblasti tak, aby profil výztuže byl obnažen a korodující výztuž je třeba zbavit korozních zplodin. Teprve poté je možné očištěnou výztuž ošetřit vhodným antikorozním nátěrem nebo adhezním můstkem s inhibitory koroze. Doporučuje se uvažovat o celoplošné sanaci daného úseku, kde minimální tloušťka reprofilované vrstvy na povrchu stěn by měla být 10 mm a na spodním líci stropu naopak 20 mm.

Dále doporučujeme využít správkové malty takového typu, které v sobě mají zabudovány inhibitory koroze. Ty jsou v rámci sanačního zásahu na konstrukci nanášeny v kapalně formě (v reprofilační maltě) a později migrují v plynné formě

kapilárním pórovým systémem betonu do konstrukce a na samotné výztuži vytváří ochrannou vrstvu, která zpomaluje korozní procese, resp. expanzní účinky koroze na výztuži.

Tento podpůrný prvek umožní prodloužit životnost konstrukce v požadovaném časovém horizontu, a to minimálně na 20 let.

7.2 Úsek č. 2 – kamenné opěry a cihelná klenba

- Na základě provedené vizuální prohlídky je nezbytné konstatovat, že stávající zdivo, ať již kamenných opěr či cihelné klenby, je hloubkově narušeno v celkovém rozsahu cca 25 % povrchu. Jedná se o defekty s hloubkou poškození do 50 mm. Lokální oblasti vykazují poškození až do 150 mm, a to na celkové ploše cca 78 m. Zřejmě je také narušení zdicí malty s hloubkou poškození od 2 mm až do 80 mm. Plošně se jedná o cca 40 % povrchu.
- U opěr bylo zaznamenáno v rámci vizuální prohlídky také lokální rozeklání zdiva, tedy oblasti, kde je zdicí malta vypadaná a zdivo prozatím není zcela uvolněné, avšak hloubkové poškození je poměrně výrazné. Jedná se o oblast nad úrovní podlahy uvnitř zkoumané strouhy, a to v rozsahu 61 m². Obdobné narušení bylo zaznamenáno v lokálních oblastech, kde do konstrukce dlouhodobě zatéká také u klenby, a to v rozsahu 30 m².
- Na základě provedených chemických rozborů bylo zjištěno, že zasolením zdiva jsou zasaženy kamenné opěry v rozsahu 65 m² a cihelná klenba pak v rozsahu 19 m². Opět se jedná o oblasti, kde do konstrukce dlouhodobě zatéká.
- Kamenná dlažba je plošně umístěna v daném úseku, kde bylo zaznamenáno v podstatě celistvé zdivo s rozdílností pouze stavu záhlvkové cementové malty, která je v dílčích oblastech poškozena. S ohledem na úsadu sedimentu byly provedeny pouze lokálně odhalené části konstrukce v rámci referenčních ploch, na jejichž základě bylo odhadnuto hlubší poškození dna v rozsahu cca 2 % povrchu (kamenná dlažba). Oblast, kde je hloubkově narušena zdicí malta, resp. záhlvková cementová malta je zastoupena na ploše cca 20 % povrchu, s hloubkou narušení 10 – 80 mm, lokálně i 100 mm.
- Stanovená výpočtová pevnost zdiva se pohybuje v intervalu od 0,72 MPa v poškozené oblasti konstrukce až po 1,41 MPa v nepoškozené části konstrukce. S ohledem na stáří stávajících prvků a aktuální stav konstrukce se jedná stále o přijatelné, resp. vyhovující

hodnoty, které jsou výstupním podkladem pro potřebnou sanaci stávající konstrukce tak, aby byla zajištěna její dostatečná stabilita a spolehlivost.

- Aktuální pevnosti zdicí malty se pohybují v intervalu od 0,49 MPa až do 0,79 MPa. V případě zdicích prvků (cihly) je aktuální pevnost na úrovni 15,9 MPa, což odpovídá značce P20 pro cihelné zdivo. Naopak kamenné zdivo je v případě opěr vyhovující a dosahuje pevností nad úroveň 40 MPa. Z hlediska hodnocení stavu konstrukce či přiblížení její aktuální životnosti či pevnosti bylo provedeno zatřídění konstrukce podle hodnocení betonu dle ČSN EN 206. V tomto případě by aktuální stav kamene odpovídal pevnostní třídě C 20/25.
- **Z hlediska pevností se jedná o vyhovující stav, avšak malta je zřejmě poškozena dlouhodobým zatékáním do konstrukčních prvků.**

Doporučení sanačního zásahu

S ohledem na zástavbu, pod kterou stávající strouha probíhá, bude velmi komplikované řešit její obnovu hydroizolační vrstev z horního líce. Na rubové straně konstrukce by v tomto případě byla obnova hydroizolace zcela žádoucí, alespoň v oblastech, kde jsou konstrukční prvky prosoleny či zasaženy výraznějšími degradačními procesy. Podstatou celého sanačního zásahu musí být zastavení zatékání do konstrukčního prvku.

Pokud není možné provést obnovu izolačních vrstev na rubové straně, doporučuje se provést hloubkové přespárování stávajících zdicích prvků a vyplnění chybějících vypadaných spár, včetně doplnění zdiva v oblastech, které jsou hloubkově poškozeny.

Kvalitní provedení spárování vyžaduje, aby byla odstraněna stávající spárovací malta (v tomto případě mnohdy vypadaná) a zdicí malta v ložných a styčných spárách minimálně do hloubky 50 mm. Toto by se týkalo především kamenných opěr zdiva. Pokud se týká přímo kamenných opěr, doporučuje se provést pouze lokální opravy, neboť toto zdivo, byť je narušeno zatékáním, je poměrně masivní.

V případě klenby se doporučuje doplnit spáry např. ručním nebo strojním vyplněním maltou s minimálními objemovými změnami, tedy s minimálním smrštěním. Použití standardních cementových malt k tomuto účelu není vhodné. Tyto malty sice vykazují vysokou pevnost v tlaku, současně však i vysoké smrštění. V důsledku těchto objemových změn se vytváří mezi zdicími prvky a novou výplňovou maltou vlasové trhliny, kterými po provedení přespárování může pronikat voda (vlhkost) a současně se z nich uchycovat

vegetace. Pro spárování je tedy vhodné využít prefabrikované spárovací malty s potlačenými objemovými změnami. Důležitým faktorem je, aby použité spárovací malty byly mrazově stabilní. Jedná se především o úvodní oblasti v místě zaústění, resp. vyústění strouhy směrem do řeky Labe. V oblastech, kde k promrzání konstrukce již nedochází, není třeba tuto maltu využít. V oblastech, kde dochází k výraznějšímu rozezlání či hloubkovému poškození zdiva, je třeba tuto oblast doložit zdicími prvky.

V úrovni paty zdiva, kde dochází k výraznějšímu zatékání, nebo v oblasti klenby, by mělo být cílem opatření zastavit či výrazně omezit množství vody, vztlínající vlhkosti či zatékání do konstrukce. Kromě standardní izolace s obnovou na horním líci lze v současnosti využít mnoho moderních prostředků, které jsou aplikovány i ve vnitřních prostorech podzemních částí objektu, např. předmětné strouhy.

Na trhu je celá škála materiálů s různými vlastnostmi, avšak prakticky účinné jsou např. injektážní akrylátové gely proti průsakům vody. Ty se používají k utěsňování průsaků vody skrz zděné konstrukce v rámci např. aktivních průsaků. Systém gelu je dle nastavení katalyzátorem a iniciátorem v čase od několika sekund po časy v rámci desítek minut. V mokřích či suchých podmínkách se objem gelu reverzibilně zmenšuje či zvětšuje tak, aby byla zajištěna perfektní vodotěsnost.

Další z těchto prostředků, které výrazně dokáží omezit vnikání vlhkosti do konstrukce na její rubové straně při aplikaci např. z vnitřního líce, jsou tzv. infúzní clony. Ty jsou používány k vytvoření hydroizolační bariéry pomocí injektážního krému nebo postřiku, určených právě do vlhkého zdiva. Pórovým systémem konstrukce tento prostředek postupně proniká do zdiva a do maltových spár, kde vytváří nepropustnou clonu proti vztlínající vlhkosti. Jedná se o prostředek vhodný pro odvlhčování všech druhů zdiva, včetně smíšeného kamenného.

Tyto infúzní a těsnicí materiály by byly využity pouze v oblastech, které jsou poškozeny zasolením zdiva či jinými defekty např. aktivním zatékáním. V ostatních případech postačí provedení plošného přespárování konstrukce a doplnění zdicí malty.

V současnosti bez jakéhokoli sanačního zásahu lze předpokládat, že životnost konstrukce se pohybuje někde v intervalu od 10 do 12 let. Sanačním zásahem, byť bude pracný a poměrně nákladný, lze životnost konstrukce prodloužit v řádu až 25 let.

Vyplnění spár, odtěžení sedimentu a vyčištění povrchu dna jsou v rámci sanačních prací zcela jasné kroky a je nezbytné doplnit spáry mezi kamennou dlažbou např. cementovou

zálivkovou maltou. I k těmto účelům lze využít speciální maltoviny na bázi mikrocementu. Tyto mikrobetony se vyznačují zvýšenou objemovou změnou materiálu současně omezeným smrštěním. Nevznikají zde nežádoucí trhlinky.

Oblasti klenby, které jsou dodatečně opatřeny cementovými omítkami, prozatím nevykazují žádné zásadnější statické poruchy. Je však nezbytné si uvědomit, že přítomnost jakýchkoliv omítek na spodním líci cihelné klenby není vhodná, protože tato relativně těsná omítka zabraňuje vysychání zdiva. Zvyšuje tedy vlhkostní, a v případně koncových oblastí štol, i mrazové namáhání zdiva. V tomto směru se tedy doporučuje alespoň ve výhledovém časovém horizontu cementovou omítku především z povrchu klenby odstranit a zdivo celoplošně hloubkově přespárovat.

Vstupní objekty do předmětné strouhy by měly být řešeny v rámci sanace shodným způsobem jako dané části konstrukcí. U monolitických šachet a monolitických částí konstrukce je třeba uvažovat o plošném sanačním zásahu, který eliminuje vývoj koroze výztuže a posílí krycí vrstvu betonu nad výztuží. V tomto směru je možné uvažovat o shodném sanačním zásahu jako v případě úseku č. 1.

Naopak odvodňovací kanály, zaústěné do strouhy, jsou ve většině případů zděny buď z kamene nebo z cihel. V tomto případě se doporučuje postupovat shodným způsobem jako v případě sanačního postupu u úseku č. 2. Je třeba provést přespárování konstrukce a pokud možno její izolování na rubové straně. Pokud tento krok není možný a do konstrukce v dané oblasti dlouhodobě zatéká, je nezbytné pro tuto lokální oblast použít infúzní clony či injektážní krémy.

7.3 Úsek č. 3 kamenné opěry a stropní prefabrikované panely

- V rámci vizuálního hodnocení stavu kamenných opěr byly zaznamenány defekty nad patou zdiva s hloubkou poškození od 150 až do 200 mm. Jedná se pouze o lokální defekty. Zdicí malta u opěr je porušena v celkovém rozsahu 30 % povrchu. Hloubka narušení zdicí malty se pohybuje v intervalu od 2 do 10 mm. Nejedná se tak o žádné dramatické poškození. Zjištěné trhliny byly zachyceny v ložných a styčných spárách zdiva

a nepředstavují pro konstrukci žádné významnější riziko. Podstatné je zmiňované rozeklání zdiva nad úrovní paty konstrukce v rozsahu cca 17 m².

- Dalším velmi důležitým zjištěním u opěr jsou uhličitánové výluhy v celkovém rozsahu 61 m². Tyto výluhy převážně pocházejí ze zatékání v oblasti styčné spáry mezi svislou a vodorovnou konstrukcí. Prakticky výluhy ve většině případů stékají po stěně z oblasti uložení stropních panelů.
- **Prefabrikované panely vykazují plošné zatékání v rozsahu až 60 % povrchu. Ve většině případů jsou PZD panely situovány pod komunikacemi.**
- **Přerušení smykové výztuže i jiné poškození výztužných prutů souvisí také se zvýšeným obsahem chloridových iontů v konstrukci, které ji zásadně poškozují. Koroze výztuže byla zaznamenána v celkovém rozsahu 40 % povrchu s úbytky materiálu od 6 do 8 mm, lokálně také s úplným přerušením výztuže, a to na ploše až 15 % povrchu. Jedná se především o úsek mezi 226 m až 270 m. Z hlediska funkčnosti a životnosti lze tento stav konstrukce považovat za havarijní.**
- Z hlediska pevnosti betonu v tlaku jsou stávající stropní panely pevnostně na úrovni třídy C 20/25. Jedná se i o oblasti nedestruktivně stanovené na spodním líci konstrukce. Je třeba připomenout, že stanovení pevnosti betonu v tlaku nebylo provedeno v poškozených oblastech, neboť zde není možné jakoukoliv pevnost zjistit. Lze tedy uvažovat, že v místě zmiňovaných defektů je stávající konstrukce výrazněji poškozena.
- **Z hlediska predikce koroze výztuže je situace zcela zřejmá již z vizuální prohlídky, kde prakticky nulové krytí již z výroby poškozují konstrukci v dlouhodobém časovém horizontu. Hloubka uložení výztuže se pohybuje v intervalu od 3 do 22 mm, kde tloušťka zkarbonatované vrstvy již tuto hodnotu mnohonásobně převyšuje.**
- **V dané oblasti jsou stropní panely typu PZD dožité a navíc zasažené zvýšeným obsahem chloridových iontů, který negativně ovlivňuje korozní stabilitu výztuže. Jedná se o havarijní úsek konstrukce.**

Doporučení sanačního zásahu

V případě stropních prefabrikovaných panelů uvnitř strouhy bychom doporučili zvážit minimálně dva způsoby řešení. První způsob by obnášel výměnu prefabrikovaných panelů za nové, navržené s ohledem na dané prostředí, v rámci nichž by byla dále nově řešena hydroizolace stropu strouhy, kde je situována hlavní komunikace. Tento krok by dlouhodobě

stabilizoval konstrukci a umožnil by její prodloužení životnosti v horizontu až 50 let. Obnovu hydroizolačních vrstev by bylo vhodné provést také na svislé stěny minimálně 50 cm od horního líce konstrukce stropu.

Druhou možností je sanace panelů, včetně statického zajištění těch, u nichž došlo k jejich výraznému poškození. Tento krok je však třeba konzultovat a řešit s projektantem – statikem, který by dokázal navrhnout postupy od podchycení, svaření a zesílení či náhradu výztuže. Po provedení statického zajištění porušených panelů by však bylo nutné z našeho pohledu konstrukci dodatečně podepřít. **S ohledem na stávající profil uvnitř strouhy s výškou cca 1,4 mm se jedná o poměrně problematické řešení.**

V rámci komunikace v oblasti pojížděných vozovek je nezbytné také uvažovat o jejich obnově, neboť v daných oblastech jsou zřejmé výtluky a výskyt trhlin, které umožňují transport vlhkosti do konstrukce strouhy. V těchto partiích také do konstrukce zatéká a vnášeny jsou zde v zimní období chloridové ionty.

Výše uvedený sanační postup pro panely zahrnuje důsledek vysokého poměru karbonatce a krycí vrstvy ponechaných prvků a zohledňuje tak možnost prodloužení životnosti konstrukcí navrženým sanačním zásahem. S ohledem na vysokou relativní vlhkost uvnitř strouhy je nezbytné plánovat funkčnost a životnost sanačního zásahu v delším časovém horizontu. Relativní vlhkost pod úrovní 60 %, jako se to běžně řeší u pozemních staveb, zde nelze zcela jednoznačně docílit. S tímto je třeba počítat, neboť běžné sanační zásahy s životností 20 let ve vlhkém prostředí mají zkrácenou životnost na úroveň 12 až 15 let.

V případě obvodových stěn, resp. kamenných opěr, je nezbytné provést v lokálních oblastech hloubkové přespárování a doplnění zdiva, a to především nad úrovní podlahy, kde jsou některé hloubkové defekty zřejmé. Současně s tím se doporučuje odstranit uhlíčitanové výluhy a po opravě stropu či částečné výměně provést přespárování styčné oblasti mezi svislou a vodorovnou konstrukcí. Cílem všech sanačních kroků by mělo být omezení zatékání do konstrukce jako celku.

Pokud by měly být zaznamenány u kamenného zdiva aktivní průsaky, je třeba uvažovat o využití již zmiňovaných infúzních clon či injektážních krémů.

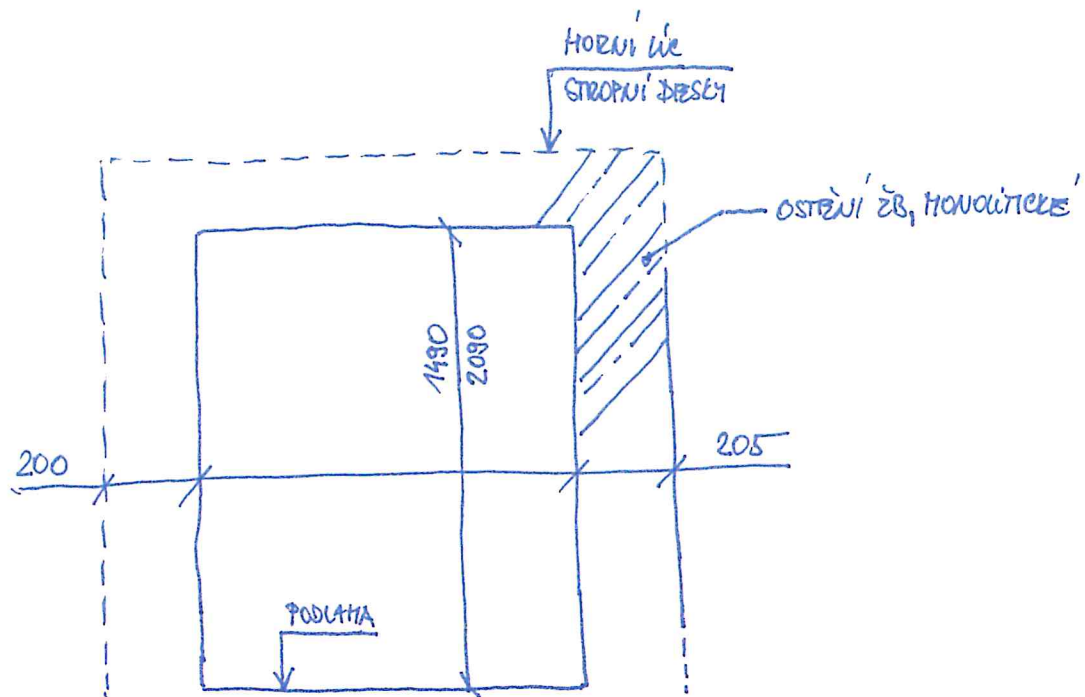
Z výše uvedených poznatků se přikláníme k výměně stropních prefabrikátů za nové, pokud to bude stran frekventované komunikace alespoň trochu možné. Jiné sanační kroky lze sice provést, ale s vynaložením značných finančních prostředků mají stále jen omezenou životnost.

Příloha č. 1: Ostění Libotenické strouhy
ÚSEK č. 1 – ř.km 0,066 – 0,071
(staničení 0 – 5 m)

Situační terénní nákres zkoumaného úseku

LIBOTENICKÁ STROUHA

ÚSEK Č. 1; F.km 0,066 - 0,071



Tabelární vyhodnocení výsledků provedených zkoušek

Stanovení pevnosti betonu v tlaku nedestruktivně

Akce: **Ostění krytého profilu Libotenické strouhy**
Konstrukce: Vnitřní líc ostění strouhy - ŽB konstrukce
Vstupní oblast - stěny - úsek č. 1 (0 - 5 m)
Datum zkoušky: 09.12.2021
Teplota vzduchu: 2,0°C
Vlhkost vzduchu: 78,6%
Typ zkušebního přístroje: Maškův špičák

zkušební místo	umístění zkušebního místa	vnik špičáku [mm]	R_{be} [MPa]
1	stěny	9	44,3
2	stěny	8	47,8
3	stěny	10	41,1
4	stěny	10	41,1
5	stěny	8	47,8
6	stěny	7	51,6
7	stěny	11	38,0
8	stěny	12	35,2
Průměr [MPa]		43,4	
Sm. odchylka [MPa]		5,2	
Variační koef. -		11,9%	
k_n -		1,86	
R_{bg} [MPa]		33,7	
Třída betonu		C 25/30	

Výsledky zkoušek jádrových vývrtů - stanovení válcové pevnosti betonu v tlaku

Akce:

Konstrukce:

Datum zkoušky:

Teplota vzduchu:

Zkušební přístroj:

Ostění krytého profilu Libotenické strouhy

Vnitřní líc ostění strouhy - ŽB konstrukce

Vstupní oblast - stěny - úsek č. 1 (0 - 6 m)

22.11.2021

20°C

lis ELE - ADR 250/25

Kd		0,878		průměr		70							
číslo vzorku dle ZL	označení vzorku objednatele m	průměr d [mm]	výška h [mm]	výška po koncování h _k [mm]	λ h _k / d	K _λ	hmotnost m [g]	objemová hmotnost m / V [kg/m ³]	pevnost v tlaku		průměr / délka výztuže JV [mm]		
									F [kN]	f _{cyl} [MPa]			
570/21	JV 1	70,15	88,91	88,91	1,267	1,088	720,65	2097	69,18	18,74			
571/21	JV 2	70,17	92,76	92,76	1,322	1,081	803,47	2240	104,09	28,35			
Průměr												23,54	
Směrodatná odchylka												6,8	
Variační koeficient												28,86%	

$$f_{cyI} = F / A * K_d * K_{\lambda}$$

A - průřezová plocha zkušebních těles

F - síla na mezi porušení

K_d - koeficient zohledňující průměr jádrového vývrtu

K_λ - koeficient zohledňující štíhlost jádrového vývrtu

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

Zkoušku provedl: BETONCONSULT, s.r.o.

Stanovení tloušťky zkarbonatované vrstvy

Akce: **Ostění krytého profilu Libotenické strouhy**
Konstrukce: Vnitřní líc ostění strouhy - ŽB konstrukce
Vstupní oblast - stěny - úsek č. 1 (0 - 5 m)
Datum zkoušky: 09.12.2021
Teplota vzduchu: 2,0°C
Vlhkost vzduchu: 78,6%
Typ zkušebního přístroje: Fenolftaleinový test

Zkoušená oblast	Tloušťka zkarbonatované vrstvy [mm]						
stěny	29	32	25	28	19	28	
Statistické vyhodnocení:	x=26,8mm			s=4,1mm			
	n=6			v=15,1%			

Výsledky stanovení tloušťky krycí vrstvy výztuže

Akce:

Ostění krytého profilu Libotenické strouhy

Konstrukce:

Vnitřní líc ostění strouhy - ŽB konstrukce

Vstupní oblast - stěny - úsek č. 1 (0 - 5 m)

Datum zkoušky:

09.12.2021

Teplota vzduchu:

2,0°C

Vlhkost vzduchu:

78,6%

Typ zkušebního přístroje:

Profometer 5

Zkoušená oblast	Tloušťka krycí vrstvy [mm]														
stěny															
	38	35	40	35	37	26	36	28	35	32	30	49	35	32	36
	40	28	29	33	31	30									
Statistické vyhodnocení:	x=34,0mm					s=5,1mm									
	n=21					v=15,0%									

Stanovení pevnosti betonu v tlaku nedestruktivně

Akce: **Ostění krytého profilu Libotenické strouhy**
Konstrukce: Vnitřní líc ostění strouhy - ŽB konstrukce
Vstupní oblast - strop - úsek č. 1 (0 - 5 m)
Datum zkoušky: 09.12.2021
Teplota vzduchu: 2,0°C
Vlhkost vzduchu: 78,6%
Typ zkušebního přístroje: Maškův špičák

zkušební místo	umístění zkušebního místa	vnik špičáku [mm]	R _{bc} [MPa]
1	strop	10	41,1
2	strop	18	22,3
3	strop	14	30,2
4	strop	12	35,2
5	strop	13	32,6
6	strop	16	26,0
Průměr [MPa]		31,2	
Sm. odchylka [MPa]		6,1	
Variační koef.		19,5%	
k _n		1,98	
R_{bg} [MPa]		19,2	
Třída betonu		C 12/15	

Stanovení tloušťky zkarbonatované vrstvy

Akce: **Ostění krytého profilu Libotenické strouhy**
Konstrukce: Vnitřní líc ostění strouhy - ŽB konstrukce
Vstupní oblast - strop - úsek č. 1 (0 - 5 m)
Datum zkoušky: 09.12.2021
Teplota vzduchu: 2,0°C
Vlhkost vzduchu: 78,6%
Typ zkušebního přístroje: Fenolftaleinový test

Zkoušená oblast	Tloušťka zkarbonatované vrstvy [mm]						
strop	75	69	80	79	83	56	
Statistické vyhodnocení:	x=73,7mm			s=9,0mm			
	n=6			v=12,3%			

Výsledky stanovení tloušťky krycí vrstvy výztuže

Akce:

Ostění krytého profilu Libotenické strouhy

Konstrukce:

Vnitřní líc ostění strouhy - ŽB konstrukce

Vstupní oblast - strop - úsek č. 1 (0 - 5 m)

Datum zkoušky:

09.12.2021

Teplota vzduchu:

2,0°C

Vlhkost vzduchu:

78,6%

Typ zkušebního přístroje:

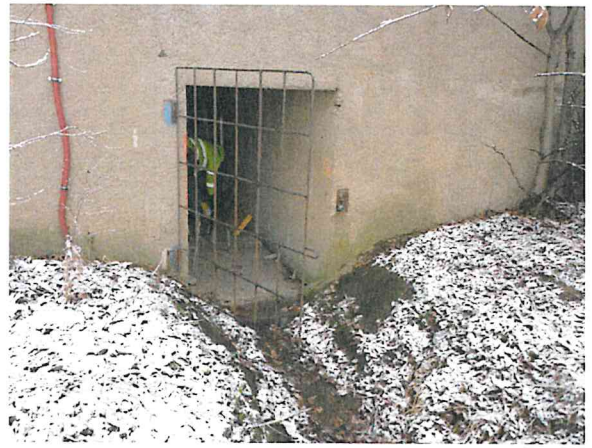
Profometer 5

Zkoušená oblast	Tloušťka krycí vrstvy [mm]															
strop																
	5	7	10	12	27	19	22	33	21	31	13	15	18	20	16	
	27	23	22	26	33	7	9	5	10	16	13	19	22	20	17	
Statistické vyhodnocení:	<div> <div>x=17,9mm</div> <div>s=7,8mm</div> <div>n=30</div> <div>v=43,5%</div> </div>															

**Průvodní fotografie zkoumaného úseku ostění
Libotenické strouhy**



1.JPG



1B.JPG



P1360261.JPG



P1360262.JPG



P1360263.JPG



P1360264.JPG



P1360265.JPG



P1360266.JPG



P1360267.JPG



P1360268.JPG

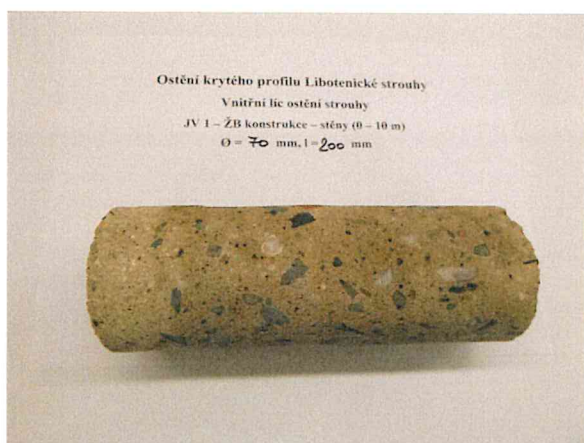


P1360269.JPG



P1360270.JPG

Fotografie odebraných jádrových vývrtů
(stěny v úseku č. 1)



P1110380.JPG



P1110381.JPG



P1110382.JPG



P1110383.JPG



P1110384.JPG



P1110385.JPG



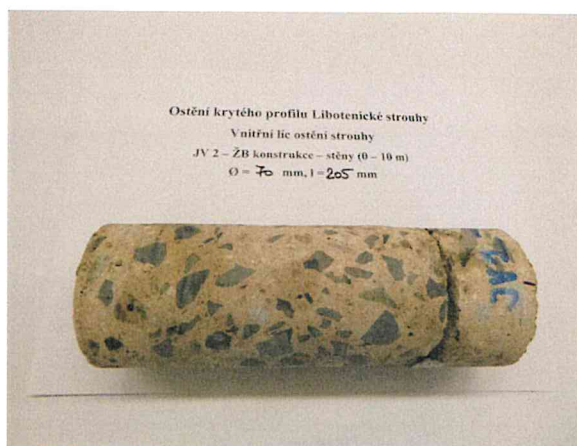
P1110386.JPG



P1110387.JPG



P1110388.JPG



P1110389.JPG



P1110390.JPG



P1110391.JPG



P1110392.JPG



P1110393.JPG



P1110394.JPG



P1110395.JPG



P1110396.JPG



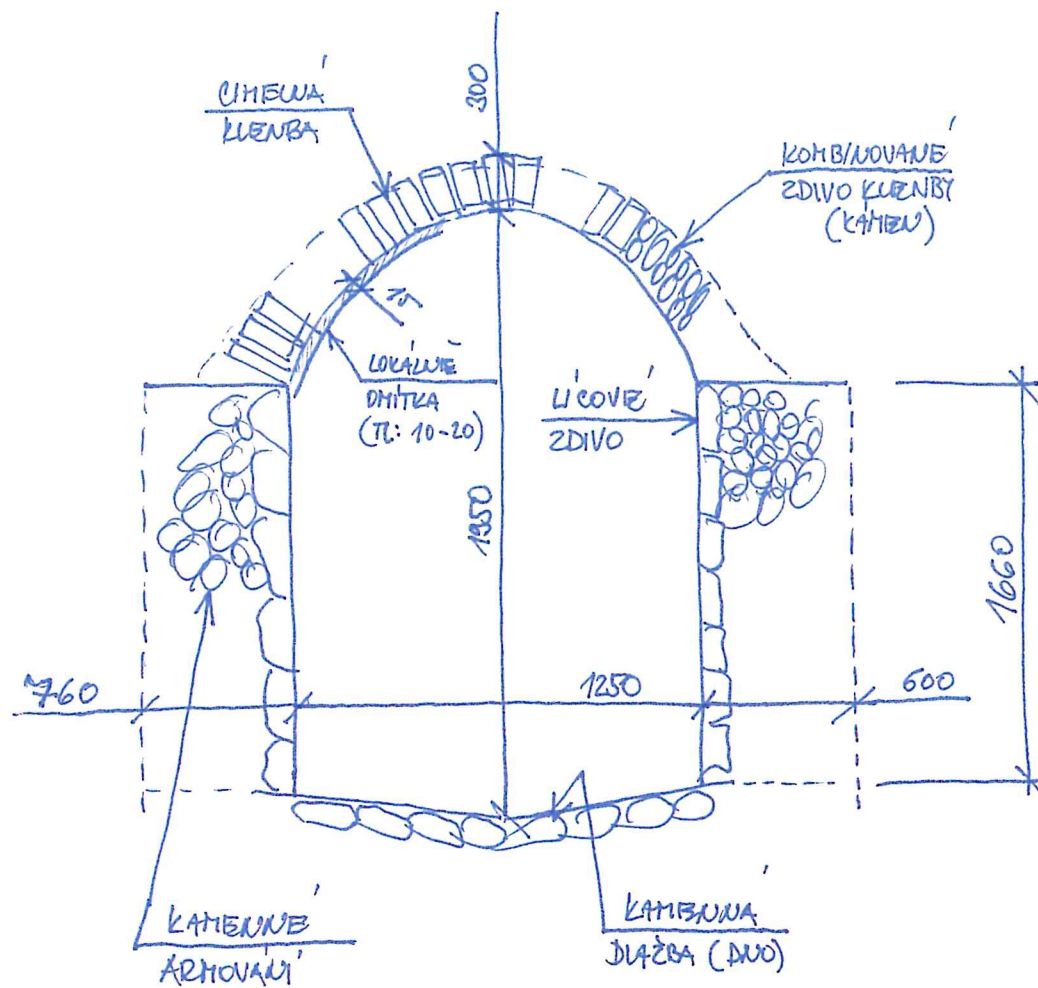
P1110397.JPG

Příloha č. 2: Ostění Libotenické strouhy
ÚSEK č. 2 – ř.km 0,071 – 0,292
(staničení 5 – 226 m)

Situační terénní nákres zkoumaného úseku

LIBOTENICKÁ STROUHA

ÚSEK Č. 2; ř.km 0,071-0,292



Tabelární vyhodnocení výsledků provedených zkoušek

Stanovení pevnosti zdiva dle ČSN ISO 13822

Název akce: Libotenická strouha - úsek č. 2 (5 - 226 m)

Konstrukční prvek: Zděná klenba (cihla)

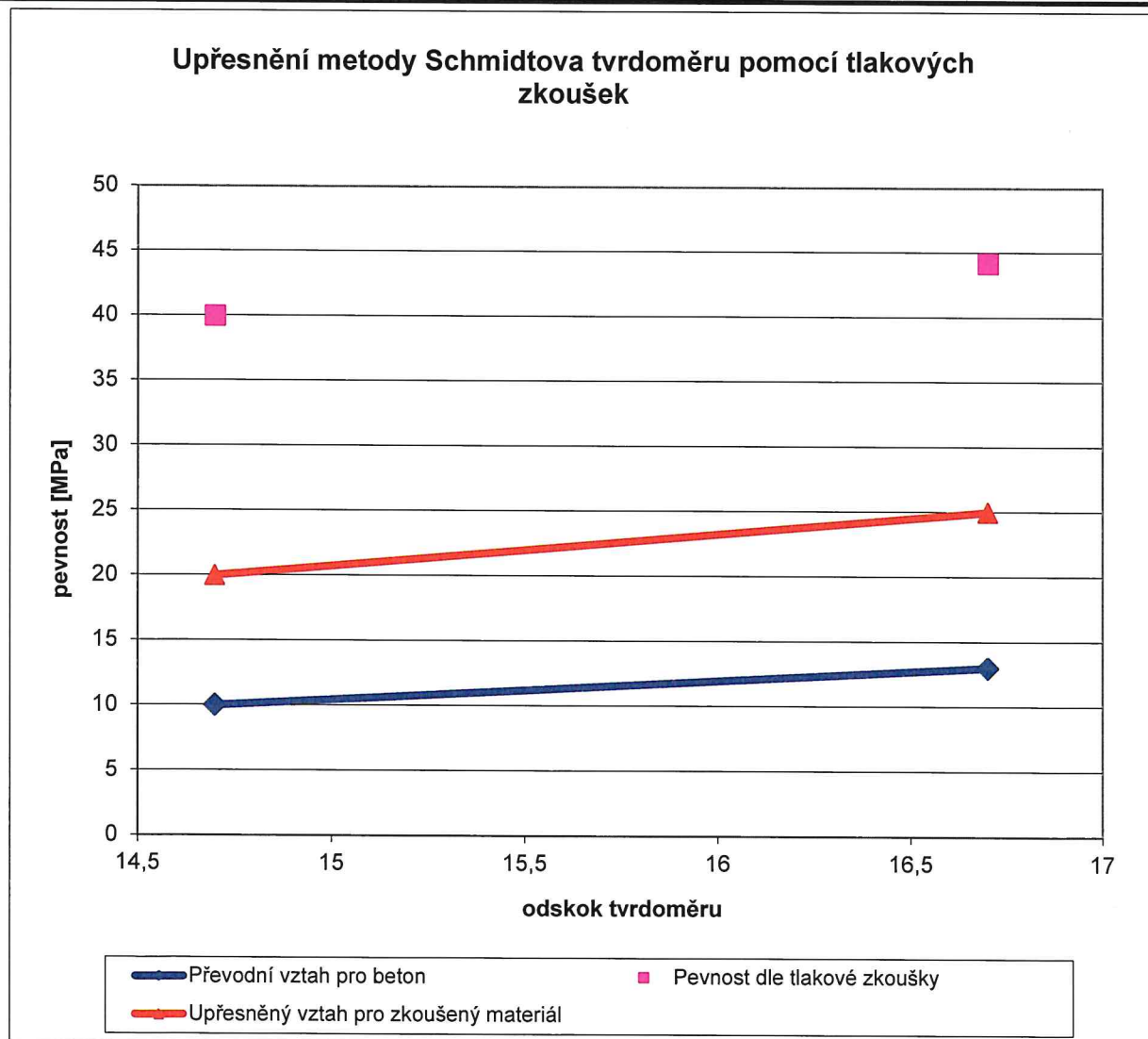
Datum zkoušek: 14.12.2021

	Nepoškozená oblast	Poškozená oblast
Vazba zdiva	dobrá	dobrá
Trhliny v konstrukci	vodorovné	příčné
Poškození zdiva	střední	rozsáhlé
Součinitel K	0,30	0,50
Součinitel α (tl. ložných spár a druh malty)	0,35	0,50
Součinitel β (druh malty)	0,90	0,90
Malta průměrná pevnost	0,75	0,49
Cihla průměrná pevnost	16	14
Charakteristická pevnost [MPa]	2,9	1,9
Součinitel γ_{m1}	1,1	1,3
Součinitel γ_{m2} (vazba a vyplnění spár)	1,30	1,30
Součinitel γ_{m3} (vlhkost)	1,2	1,2
Součinitel γ_{m4} (svislé a šikmé trhliny)	1,2	1,3
Výpočtová pevnost [MPa]	1,41	0,72

Upřesnění metody Schmidtova tvrdoměru pomocí tlakových zkoušek

Název akce: Libotenická strouha
Konstrukční prvek: Zděná konstrukce - cihelná klenba
Datum zkoušek: 14.12.2021

Zkušební místo	Průměrný odskok Schmidtova tvrdoměru	Poloha tvrdoměru při zkoušce	Převodní vztah pro beton [MPa]	Pevnost dle tlakové zkoušky [MPa]	Upřesněný vztah pro zkoušený materiál [MPa]
Nepoškozená oblast	16,7	vodorovně	13	44,2	25,0
Poškozená oblast	14,7	vodorovně	10	40	20,0



Stanovení pevnosti cihel v tlaku nedestruktivně

Ostění krytého profilu Libotenické strouhy

Vnitřní líc ostění strouhy

Zděná klenba (cihla) - úsek č. 2 (5 - 226 m)

09.12.2021

 $2,0^{\circ}\text{C}$

78,6%

Schmidt L

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	38	42	47	40	39	44	42	15,8
2.	44	40	39	47	45	49	44	16,5
3.	43	48	49	40	43	45	45	16,7
4.	37	36	39	38	41	39	38	14,7
Průměr							[MPa]	15,9
Směrodatná odchylka							[MPa]	0,9
Variační koeficient							[%]	0,1

Stanovení pevnosti malty v tlaku nedestruktivně

Akce:

Ostění krytého profilu Libotenické strouhy

Vnitřní líc ostění strouhy - ŽB konstrukce

Konstrukce:

Zděná klenba (cihla) - úsek č. 2 (5 - 226 m)- poškozeno

Datum zkoušky:

09.12.2021

Teplota vzduchu:

2,0°C

Vlhkost vzduchu:

78,6%

Typ zkušebního přístroje:

Mechanický válcový indenter

Měřené místo	Počet úderů na zatlačení indentoru						Průměrný počet úderů	R_m [MPa]
Konstrukční prvek:								
1.	5	4	3	3	5	7	5	0,57
2.	3	5	4	4	6	4	4	0,54
3.	2	3	2	4	4	3	3	0,32
4.	3	5	7	7	3	1	4	0,54
Celkový průměr /MPa/								0,49
Směrodatná odchylka /Mpa/								0,10
Variační koeficient /%/								20,4

Stanovení pevnosti malty v tlaku nedestruktivně

Akce:

Ostění krytého profilu Libotenické strouhy

Vnitřní líc ostění strouhy - ŽB konstrukce

Konstrukce:

Zděná klenba (cihla) - úsek č. 2 (5 - 226 m) - nepoškozeno

Datum zkoušky:

09.12.2021

Teplota vzduchu:

2,0°C

Vlhkost vzduchu:

78,6%

Typ zkušebního přístroje:

Mechanický válcový indentor

Měřené místo	Počet úderů na zatlačení indentoru						Průměrný počet úderů	R_m [MPa]
Konstrukční prvek:								
1.	5	4	6	5	5	7	5	0,74
2.	6	5	4	4	6	4	5	0,64
3.	5	5	5	4	4	6	5	0,64
4.	8	7	7	7	4	6	7	1,00
Celkový průměr /MPa/								0,75
Směrodatná odchylka /Mpa/								0,15
Variační koeficient /%/								19,9

Stanovení pevnosti zdiva dle ČSN ISO 13822

Název akce: Libotenická strouha - úsek č. 2 (5 - 226 m)

Konstrukční prvek: Zděná opěra (kámen)

Datum zkoušek: 14.12.2021

	Opěra
Vazba zdiva	dobrá
Trhliny v konstrukci	vodorovně
Poškození zdiva	střední
Součinitel K	0,25
Součinitel α (tl. ložných spár a druh malty)	0,30
Součinitel β (druh malty)	0,85
Malta průměrná pevnost	0,40
kámen průměrná pevnost	41
Charakteristická pevnost [MPa]	26,0
Součinitel γ_{m1}	1,3
Součinitel γ_{m2} (vazba a vyplnění spár)	1,50
Součinitel γ_{m3} (vlhkost)	1,4
Součinitel γ_{m4} (svislé a šikmé trhliny)	1,2
Výpočtová pevnost [MPa]	7,94

Stanovení pevnosti betonu v tlaku nedestruktivně

Akce: **Ostění krytého profilu Libotenické strouhy**
Konstrukce: Vnitřní líc ostění strouhy
Zděné opěry (kámen) - úsek č. 2 (5 - 226 m)
Datum zkoušky: 09.12.2021
Teplota vzduchu: 2,0°C
Vlhkost vzduchu: 78,6%
Typ zkušebního přístroje: Schmidt N

zkušební místo	umístění zkušebního místa	R_{be} [MPa]
1	zděné opěry	36,0
2	zděné opěry	50,4
3	zděné opěry	36,0
4	zděné opěry	53,1
5	zděné opěry	34,2
6	zděné opěry	36,9
Průměr [MPa]		41,10
Směrodatná odchylka [MPa]		7,6
Variační koeficient		18,5%
k_n		1,98
R_{bg}		26
Třída betonu		C 20/25

Stanovení pevnosti malty v tlaku nedestruktivně

Akce:

Ostění krytého profilu Libotenické strouhy

Vnitřní líc ostění strouhy - ŽB konstrukce

Konstrukce:

Zděné opěry (kámen) - úsek č. 2 (5 - 226 m)

Datum zkoušky:

09.12.2021

Teplota vzduchu:

2,0°C

Vlhkost vzduchu:

78,6%

Typ zkušebního přístroje:

Mechanický válcový indenter

Měřené místo	Počet úderů na zatlačení indentoru						Průměrný počet úderů	R_m [MPa]
Konstrukční prvek:								
1.	3	5	7	4	3	3	4	0,51
2.	2	5	2	2	4	3	3	0,32
3.	3	3	3	6	4	6	4	0,51
4.	3	2	5	6	4	4	4	0,48
5.	5	1	2	2	7	3	3	0,37
6.	3	3	1	1	2	4	2	0,23
Celkový průměr /MPa/								0,40
Směrodatná odchylka /Mpa/								0,11
Variační koeficient /%/								26,3

**Průvodní fotografie zkoumaného úseku ostění
Libotenické strouhy**



P1360256.JPG



P1360258.JPG



P1360272.JPG



P1360273.JPG



P1360275.JPG



P1360276.JPG



P1360277.JPG



P1360278.JPG



P1360279.JPG



P1360280.JPG



P1360281.JPG



P1360282.JPG



P1360283.JPG



P1360284.JPG



P1360285.JPG



P1360286.JPG



P1360287.JPG



P1360288.JPG



P1360289.JPG



P1360290.JPG



P1360291.JPG



P1360292.JPG



P1360293.JPG



P1360294.JPG



P1360296.JPG



P1360297.JPG



P1360298.JPG



P1360299.JPG



P1360300.JPG



P1360301.JPG



P1360302.JPG



P1360303.JPG



P1360304.JPG



P1360305.JPG



P1360306.JPG



P1360307.JPG



P1360308.JPG



P1360309.JPG



P1360310.JPG



P1360311.JPG



P1360312.JPG



P1360314.JPG



P1360316.JPG



P1360317.JPG



P1360319.JPG



P1360320.JPG



P1360324.JPG



P1360325.JPG



P1360326.JPG



P1360327.JPG



P1360328.JPG



P1360329.JPG



P1360332.JPG



P1360333.JPG



P1360334.JPG



P1360335.JPG



P1360336.JPG



P1360337.JPG



P1360338.JPG



P1360339.JPG



P1360340.JPG



P1360341.JPG



P1360342.JPG



P1360343.JPG



P1360344.JPG



P1360346.JPG



P1360347.JPG



P1360348.JPG



P1360349.JPG



P1360350.JPG



P1360351.JPG



P1360352.JPG



P1360353.JPG



P1360354.JPG



P1360355.JPG



P1360356.JPG



P1360357.JPG



P1360358.JPG



P1360359.JPG



P1360360.JPG



P1360361.JPG



P1360362.JPG



P1360363.JPG



P1360364.JPG



P1360365.JPG



P1360366.JPG



P1360367.JPG



P1360368.JPG



P1360369.JPG



P1360370.JPG



P1360371.JPG



P1360372.JPG



P1360373.JPG



P1360374.JPG



P1360375.JPG



P1360376.JPG



P1360377.JPG



P1360378.JPG



P1360379.JPG



P1360380.JPG



P1360385.JPG



P1360386.JPG



P1360387.JPG



P1360388.JPG



P1360389.JPG



P1360390.JPG



P1360391.JPG



P1360392.JPG



P1360393.JPG



P1360395.JPG



P1360396.JPG



P1360397.JPG



P1360398.JPG



P1360400.JPG



P1360401.JPG



P1360402.JPG



P1360404.JPG



P1360405.JPG



P1360406.JPG



P1360407.JPG



P1360410.JPG



P1360411.JPG



P1360413.JPG



P1360414.JPG



P1360415.JPG



P1360416.JPG



P1360417.JPG



P1360418.JPG



P1360419.JPG



P1360420.JPG



P1360421.JPG



P1360422.JPG



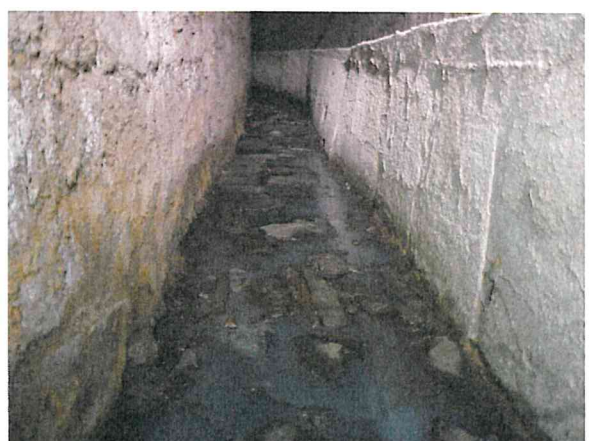
P1360425.JPG



P1360426.JPG



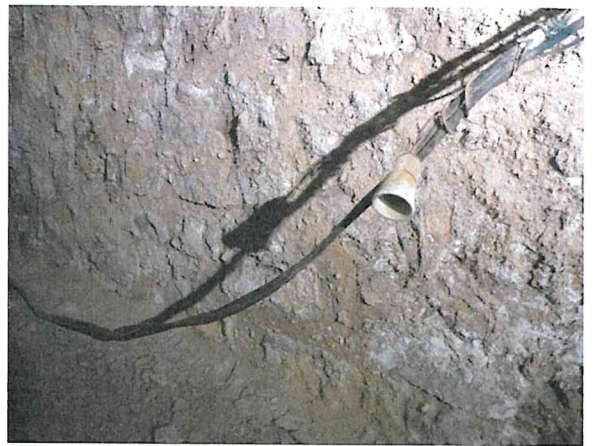
P1360427.JPG



P1360429.JPG



P1360430.JPG



P1360431.JPG



P1360432.JPG



P1360433.JPG



P1360434.JPG



P1360435.JPG



P1360436.JPG



P1360437.JPG



P1360438.JPG



P1360439.JPG



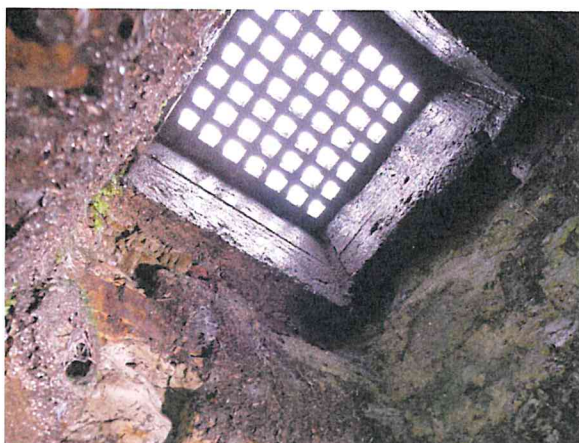
P1360440.JPG



P1360441.JPG



P1360442.JPG



P1360446.JPG



P1360447.JPG



P1360448.JPG



P1360449.JPG



P1360452.JPG



P1360453.JPG



P1360454.JPG



P1360455.JPG



P1360456.JPG



P1360457.JPG



P1360460.JPG



P1360462.JPG



P1360463.JPG



P1360464.JPG



P1360465.JPG



P1360466.JPG



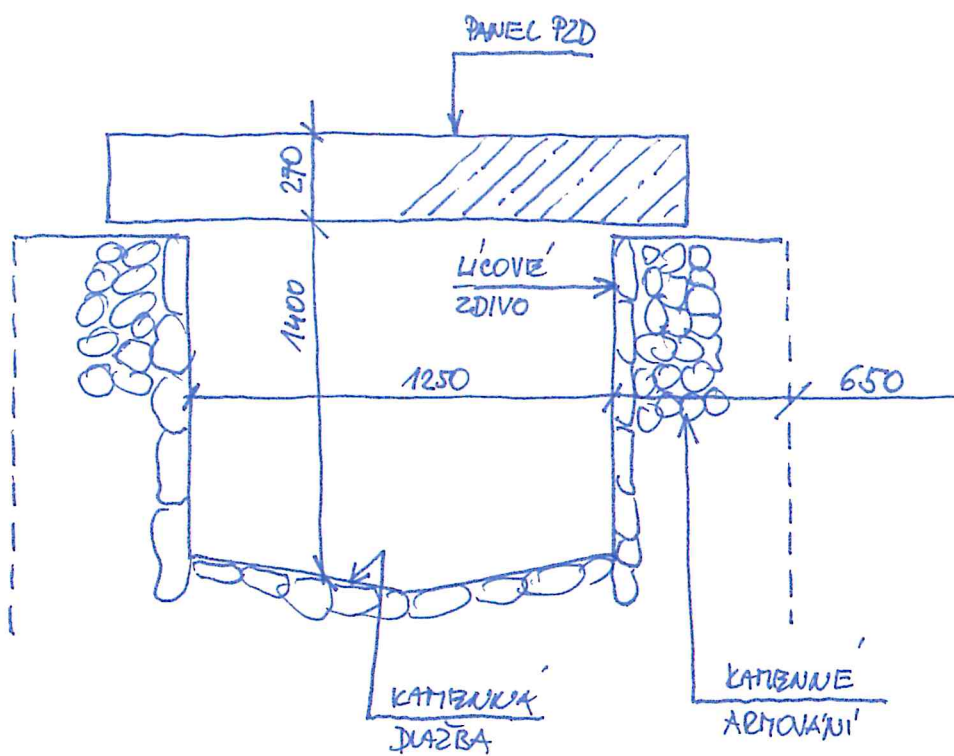
P1360467.JPG

**Příloha č. 3: Ostění Libotenické strouhy
ÚSEK č. 3 – ř.km 0,292 – 0,464
(staničení 226 – 397 m)**

Situační terénní nákres zkoumaného úseku

LIBOTENICKÁ STROUHA

ÚSEK č. 3, ř.km 0,292-0,464



Tabelární vyhodnocení výsledků provedených zkoušek

Stanovení pevnosti betonu v tlaku nedestruktivně

Akce: **Ostění krytého profilu Libotenické strouhy**
Konstrukce: Vnitřní líc ostění strouhy - ŽB konstrukce
Strop z PZD panelů - úsek č. 3 (226 - 397 m)
Datum zkoušky: 09.12.2021
Teplota vzduchu: 2,0°C
Vlhkost vzduchu: 78,6%
Typ zkušebního přístroje: Maškův špičák

zkušební místo	umístění zkušebního místa	vnik špičáku [mm]	R _{be} [MPa]
1	strop	13	32,6
2	strop	11	38,0
3	strop	14	30,2
4	strop	9	44,3
5	strop	12	35,2
6	strop	10	41,1
Průměr [MPa]		36,9	
Sm. odchylka	[MPa]	4,8	
Variační koef.	-	13,0%	
k _n	-	1,98	
R_{bg} [MPa]		27,4	
Třída betonu		C 20/25	

Výsledky zkoušek jádrových vývrtů - stanovení válcové pevnosti betonu v tlaku

Akce:

Konstrukce:

Datum zkoušky:

Teplota vzduchu:

Zkušební přístroj:

Ostění krytého profilu Libotenické strouhy

Vnitřní líc ostění strouhy - ŽB konstrukce

Strop z PZD panelů - úsek č. 3 (226 - 397 m)

22.11.2021

20°C

lis ELE - ADR 250/25

Kd		0,878		průměr		70									
číslo vzorku dle ZL	označení vzorku	objednatel	m	průměr d [mm]	výška h [mm]	výška po koncování h _k [mm]	λ h _k / d	K _λ	hmotnost m [g]	objemová hmotnost m / V [kg/m ³]	pevnost v tlaku		průměr / délka výztuže JV [mm]		
											F [kN]	f _{cyl} [MPa]			
572/21	JV 3			70,23	100,66	100,66	1,433	1,068	900,73	2310	138,49	38,12			
573/21	JV 4			70,24	95,79	95,79	1,364	1,076	851,96	2295	134,49	36,72			
Průměr														2303	
Směrodatná odchylka														10,4	
Variační koeficient														0,45%	
														37,42	
														1,0	
														2,65%	

$$f_{cy1} = F / A * K_d * K_{\lambda}$$

A - průřezová plocha zkušebních těles

F - síla na mezi porušení

K_d - koeficient zohledňující průměr jádrového vývrtu

K_λ - koeficient zohledňující štíhlost jádrového vývrtu

f_{cy1} - válcová pevnost na tělese s průměrem 150 mm a štíhlostí λ = 2,0

Zkoušku provedl: BETONCONSULT, s.r.o.

Stanovení tloušťky zkarbonatované vrstvy

Akce: **Ostění krytého profilu Libotenické strouhy**
Konstrukce: Vnitřní líc ostění strouhy - ŽB konstrukce
Strop z PZD panelů - úsek č. 3 (226 - 397 m)
Datum zkoušky: 09.12.2021
Teplota vzduchu: 2,0°C
Vlhkost vzduchu: 78,6%
Typ zkušebního přístroje: Fenolftaleinový test

Zkoušená oblast	Tloušťka zkarbonatované vrstvy [mm]						
strop	13	27	28	34	20	26	
Statistické vyhodnocení:	x=24,7mm			s=6,6mm			
	n=6			v=26,9%			

Výsledky stanovení tloušťky krycí vrstvy výztuže

Akce:

Ostění krytého profilu Libotenické strouhy

Konstrukce:

Vnitřní líc ostění strouhy - ŽB konstrukce
Strop z PZD panelů - úsek č. 3 (226 - 397 m)

Datum zkoušky:

09.12.2021

Teplota vzduchu:

2,0°C

Vlhkost vzduchu:

78,6%

Typ zkušebního přístroje:

Profometer 5

Zkoušená oblast	Tloušťka krycí vrstvy [mm]															
strop																
	3	10	5	7	4	9	12	8	5	6	14	19	15	8	9	
	11	10	17	22	16	10	9	5								
Statistické vyhodnocení:	x=10,2mm s=4,9mm n=23 v=48,1%															

Stanovení pevnosti zdiva dle ČSN ISO 13822

Název akce: Libotenická strouha - úsek č. 3 (226 - 397 m)

Konstrukční prvek: Zděná opěra (kámen)

Datum zkoušek: 14.12.2021

	Opěra
Vazba zdiva	dobrá
Trhliny v konstrukci	vodorovně
Poškození zdiva	střední
Součinitel K	0,25
Součinitel α (tl. ložných spár a druh malty)	0,35
Součinitel β (druh malty)	0,90
Malta průměrná pevnost	1,80
kámen průměrná pevnost	63
Charakteristická pevnost [MPa]	48,0
Součinitel γ_{m1}	1,5
Součinitel γ_{m2} (vazba a vyplnění spár)	1,50
Součinitel γ_{m3} (vlhkost)	1,7
Součinitel γ_{m4} (svislé a šikmé trhliny)	1,2
Výpočtová pevnost [MPa]	10,46

Stanovení pevnosti betonu v tlaku nedestruktivně

Akce: **Ostění krytého profilu Libotenické strouhy**
Konstrukce: Vnitřní líc ostění strouhy
Zděné opěry (kámen) - úsek č. 3 (226 - 397 m)
Datum zkoušky: 09.12.2021
Teplota vzduchu: 2,0°C
Vlhkost vzduchu: 78,6%
Typ zkušebního přístroje: Schmidt N

zkušební místo	umístění zkušebního místa	R_{be} [MPa]
1	zděné opěry	58,5
2	zděné opěry	72,9
3	zděné opěry	49,5
4	zděné opěry	68,4
5	zděné opěry	63,9
6	zděné opěry	66,6
Průměr [MPa]		63,30
Směrodatná odchylka [MPa]		7,6
Variační koeficient		11,9%
k_n		1,98
R_{bg}		48
Třída betonu		C 35/45

Stanovení pevnosti malty v tlaku nedestruktivně

Akce:

Ostění krytého profilu Libotenické strouhy

Vnitřní líc ostění strouhy

Konstrukce:

Zděné opěry (kámen) - úsek č. 3 (226 - 397 m)

Datum zkoušky:

09.12.2021

Teplota vzduchu:

2,0°C

Vlhkost vzduchu:

78,6%

Typ zkušebního přístroje:

Mechanický válcový indenter

Měřené místo	Počet úderů na zatlačení indentoru						Průměrný počet úderů	R_m [MPa]
Konstrukční prvek:								
1.	6	8	10	8	10	8	8	1,49
2.	13	10	16	9	7	8	11	2,18
3.	10	10	9	8	7	10	9	1,69
4.	10	12	9	10	14	6	10	2,07
5.	6	7	9	12	8	10	9	1,59
6.	7	10	11	12	7	9	9	1,80
Celkový průměr /MPa/								1,80
Směrodatná odchylka /Mpa/								0,25
Variační koeficient /%/								13,8

**Průvodní fotografie zkoumaného úseku ostění
Libotenické strouhy**



P1360468.JPG



P1360470.JPG



P1360471.JPG



P1360472.JPG



P1360473.JPG



P1360474.JPG



P1360475.JPG



P1360476.JPG



P1360477.JPG



P1360478.JPG



P1360479.JPG



P1360480.JPG



P1360481.JPG



P1360482.JPG



P1360483.JPG



P1360484.JPG



P1360485.JPG



P1360486.JPG



P1360487.JPG



P1360488.JPG



P1360490.JPG



P1360493.JPG



P1360494.JPG



P1360495.JPG



P1360496.JPG



P1360497.JPG



P1360498.JPG



P1360499.JPG



P1360500.JPG



P1360501.JPG



P1360502.JPG



P1360503.JPG



P1360504.JPG



P1360505.JPG



P1360506.JPG



P1360507.JPG



P1360508.JPG



P1360509.JPG



P1360510.JPG



P1360511.JPG



P1360512.JPG



P1360513.JPG



P1360514.JPG



P1360515.JPG



P1360516.JPG



P1360517.JPG



P1360518.JPG



P1360519.JPG



P1360520.JPG



P1360521.JPG



P1360522.JPG



P1360523.JPG



P1360524.JPG



P1360525.JPG



P1360526.JPG



P1360527.JPG



P1360528.JPG



P1360529.JPG



P1360530.JPG



P1360531.JPG



P1360532.JPG



P1360533.JPG



P1360534.JPG



P1360535.JPG



P1360536.JPG



P1360537.JPG



P1360538.JPG



P1360539.JPG



P1360540.JPG



P1360541.JPG



P1360542.JPG



P1360543.JPG



P1360544.JPG



P1360545.JPG



P1360546.JPG



P1360547.JPG



P1360548.JPG



P1360549.JPG



P1360550.JPG



P1360551.JPG



P1360552.JPG



P1360553.JPG



P1360554.JPG



P1360555.JPG



P1360556.JPG



P1360557.JPG



P1360558.JPG



P1360559.JPG



P1360560.JPG



P1360561.JPG



P1360562.JPG



P1360563.JPG



P1360564.JPG



P1360565.JPG



P1360566.JPG



P1360567.JPG



P1360568.JPG



P1360569.JPG



P1360570.JPG



P1360571.JPG



P1360572.JPG



P1360573.JPG



P1360574.JPG



P1360575.JPG



P1360576.JPG



P1360577.JPG



P1360578.JPG



P1360579.JPG



P1360580.JPG



P1360581.JPG



P1360582.JPG



P1360583.JPG



P1360584.JPG



P1360585.JPG



P1360586.JPG



P1360587.JPG



P1360588.JPG



P1360589.JPG



P1360590.JPG



P1360591.JPG



P1360592.JPG



P1360593.JPG



P1360595.JPG

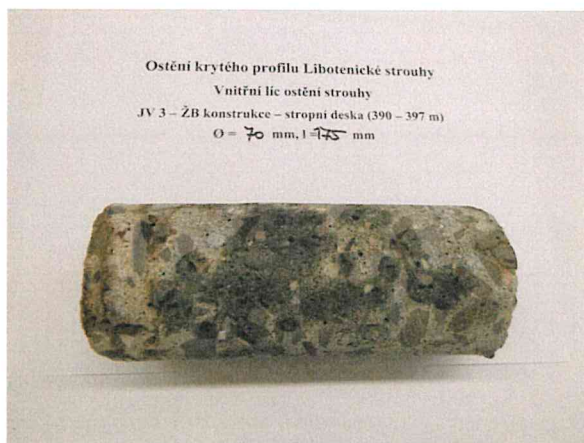


P1360602.JPG



P1360608.JPG

Fotografie odebraných jádrových vývrtů
(strop v úseku č. 3)



P1110398.JPG



P1110399.JPG



P1110400.JPG



P1110401.JPG



P1110402.JPG



P1110403.JPG



P1110404.JPG



P1110405.JPG



P1110406.JPG



P1110407.JPG



P1110408.JPG



P1110409.JPG



P1110410.JPG



P1110411.JPG



P1110412.JPG



P1110413.JPG



P1110414.JPG