

SANACE ŽB STROPNÍ KONSTRUKCE VODÁRNY – LÁZNĚ AURORA

**TECHNICKÁ ZPRÁVA
D. 1.2 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ**

STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM

Obsah

1.	ZÁKLADNÍ ÚDAJE	1
2.	PODKLADY	1
3.	POPIS STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE.....	2
4.	POPIS PORUCH NA ZÁKLADĚ PRŮZKUMNÝCH PRACÍ.....	3
5.	VYHODNOCENÍ TECHNICKÉHO STAVU KONSTRUKCÍ	8
6.	NAVRHOVANÉ OPRAVY	9
7.	ČASOVÁ NÁROČNOST SANACE.....	12
8.	POŽADOVANÉ PARAMETRY NAVRŽENÝCH MATERIÁLŮ	13

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Název akce: Sanace ŽB stropní konstrukce vodárny – lázně Aurora

Místo stavby: Slatinné lázně Třeboň, s.r.o.
Lázeňský dům Aurora
Lázeňská 1001; 379 13 Třeboň
k.ú.: Třeboň, p.č. 1977/15

Objednatel: Slatinné lázně Třeboň s.r.o.
Lázeňský dům Aurora
Lázeňská 1001
379 01 Třeboň
IČO: 251 79 896
DIČ: CZ25179896

Zpracovatel: Ing. Michal Pospíšil
Spojovací 398
Dolní Bukovsko, 373 65
IČ: 049 93 632

2. PODKLADY

Podklady pro provedení stavebně konstrukčního řešení dokumentace pro stavební povolení byly:

- objednávka č. 10OB220353/2022,
- osobní návštěva předmětného objektu,
- pořízená fotodokumentace,
- zaměření objektu,
- dokumentace stávajícího stavu

3. POPIS STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE

Řešený prostor se nachází ve vodárně v areálu lázně Aurora. Veškeré sanační práce budou probíhat na stropní konstrukci objektu vodárny. Práce budou prováděny za provozu vodárny. Bude nutné provést opatření pro zabránění znečištění vody (zakrytí nádrží). Stavba nevyžaduje žádné dočasné ani trvalé zábory okolních pozemků, případné zařízení staveniště bude umístěno na pozemku lázní vedle vodárny.

Železobetonová konstrukce bazénu je z 80. let 20. století. Nosnou stropní konstrukci tvoří monolitický železobetonový skořepinový strop o rozměru skořepiny cca 0,6 x 0,6 m. Sanace bude provedena nad vodními nádržemi, jedná se o půdorysnou plochu 8,0 x 13,3 m. Na plochách stropní konstrukce se vyskytuje zkorodovaná výztuž, zejména na nosných i příčných žebrech stropní konstrukce. Zkorodovaná výztuže se objevuje i v ploše skořepin. V důsledku koroze dochází k oddělování povrchových vrstev betonu od výztuže a odhalování zkorodované výztuže.

Pod stropní konstrukcí jsou umístěny nádrže s vodou, vodní výpary způsobují vysokou vlhkost, která negativně ovlivňuje životnost železobetonové konstrukce a podporuje rychlejší korozi výztuže.

Sanovaná prostory se nachází nad otevřenými vodními nádržemi. Před zahájením sanačních prací bude nutné vybudovat zakrytí nádrží a zajistit tak ochranu vody před znečištěním.

Pro sanační práce bude vybudováno lešení, které zajistí přístup ke stropní konstrukci.

4. POPIS PORUCH NA ZÁKLADĚ PRŮZKUMNÝCH PRACÍ

VIZUÁLNÍ A AKUSTICKÝ PRŮZKUM

Stropní konstrukce je vystavena působení vysoké vlhkosti, v důsledku které dochází k rozvoji koroze výztuže a degradaci betonu. Postupem času docházelo ke karbonataci krycí vrstvy v celé její tloušťce, beton přestal být alkalický a přestal chránit výztuž před korozi. Vlivem nedostatečné ochrany výztuže ŽB konstrukcí a nepříznivých okolních podmínek dochází k velké korozi výztuže. Zkorodovaná výztuž zvětšuje svůj objem a způsobuje odpadávání krycí vrstvy. Z těchto důvodů je na řadě míst viditelná prorezlá výztuž, která je již zcela odhalená. V době výstavby původní ŽB stropní konstrukce nebyly dostatečně dodržovány krycí tloušťky výztuže. Kombinací výše uvedených nepříznivých vlivů se konstrukce nyní nachází ve stavu vyžadující rekonstrukci.



Obrázek 1: Koroze výztuže příčných i podélných žeber

Největší poškození je patrné na žebrech skořepinového stropu, kde je v některých místech patrná již zcela odhalená zkorodovaná výztuž. Větší rozsah poškození vykazují

příčná žebra (**Obrázek 1**). V minulosti byly normy na tloušťku krycí vrstvy výztuže velmi benevolentní oproti dnešním požadavkům a zřídka se používaly distanční prvky pro zajištění polohy výztuže. Krycí vrstva výztuže není konstantní a v některých místech je výztuž uložena jen několik milimetrů pod povrchem konstrukce. Nedostatečná krycí vrstva betonu byla zjištěna také v plochách skořepin, kde je patrná kresba zkorodovaných kari sítí (**Obrázek 2**).



Obrázek 2: Koroze výztuže příčných žebel, koroze výztuže v ploše skořepiny

Výraznější poškození ŽB konstrukce je vždy přímo nad nádrží s otevřenou vodní hladinou a to z důvodu vystavení vyšší vlhkosti (**Obrázek 4**). V ploše nad komunikačním prostorem je znatelně menší poškození ŽB konstrukce. Ve vrcholu střechy se nachází středový ŽB trám, na kterém je patrné poškození. Zkorodovaná výztuž způsobila odtržení krycí vrstvy a prokreslení výztuže na povrch trámu v celé jeho délce (**Obrázek 3**).



Obrázek 3: Koroze výztuže – středový trám



Obrázek 4: Poškozená ŽB stropní konstrukce nad nádržemi s vodou

ZKOUŠKY KARBONATACE BETONU

Při provádění zkoušky karbonatace bylo zjištěno, že je krycí vrstva betonu degradovaná a je nutné ji odstranit až do té hloubky, kde bude prokazovat dostatečnou ochranu pro výztuž. Dle provedených zkoušek se jedná o vrstvu průměrně cca 10 mm, max. 20 mm. Větší míru karbonatace vykazuje beton přímo nad vodní hladinou.

Poškozený beton bude odstraněn sbíjecími kladivy. Po odstranění nesoudržných částí betonu bude opět provedena zkouška karbonatace fenolftaleinovým testem. Povrch betonu bude odstraněn do hloubky, kdy se beton po natření 1% roztokem fenolftaleinu v atylalkoholu zbarví do červenofialové barvy. Touto zkouškou je potvrzena dostatečná alkalita betonu a je zajištěna ochrana výztuže před korozí. Předpokládaný rozsah bouracích prací je cca 30% celkové plochy stropní konstrukce.



Obrázek 5: Zkouška karbonatace – poškozený beton



Obrázek 6: Zkouška karbonatace – zdravý beton po odbourání cca 1 cm betonu

TLOUŠŤKA KRYCÍ VRSTVY VÝZTUŽE

Bylo provedeno měření krycí vrstvy výztuže. V ploše nad otevřenou hladinou je krycí vrstva betonu 0-5 mm, tato tloušťka je nedostačující a nezajišťuje ochranu výztuže před korozí. Na mnoha místech je již viditelná zkorodovaná výztuž, která se nachází přímo u povrchu betonové konstrukce.



Obrázek 7: Prokreslování zkorodované výztuže, nedostatečná krycí vrstva

Na základě zjištění nedostatečné krycí vrstvy betonu v celé ploše stropní konstrukce se navrhuje celoplošná aplikace migrujícího inhibitoru koroze, který se používá pro zastavení či zpomalení koroze výztužných prvků i ve zkarbonatovaném betonu.

5. VYHODNOCENÍ TECHNICKÉHO STAVU KONSTRUKCÍ

- Rozsah poškození ploch na zkoumaných plochách není do větších hloubek jak 20 mm.
- Krycí vrstva betonu je v mnoha místech nedostatečná, na řadě míst došlo k odpadnutí materiálu kolem výztuže, v některých místech je evidentní, že je krycí vrstva betonu odfouklá, další výztuž se prokresluje skrz krycí vrstvu, vlivem zkorodované výztuže – funkce krycí vrstvy výztuže je zcela **nedostačující**.
- Odhalená zkorodovaná výztuž vykazuje úbytek z průřezu výztuže. Hrozí riziko zkorodování výztuže do takové míry, že nebude již schopná plnit nosnou funkci. Zkorodovaná výztuž může způsobit kolaps jednotlivých ŽB prvků – zejména žeber, které jsou nejvíce poškozené. Funkce ocelové výztuže je ohrožena, po odhalení a očištění výztuže je nutné stav výztuže řešit se statikem, který posoudí její únosnost a navrhne případně úpravy. Stav výztuže je **nevyhovující a je nutné provést její ošetření**, případně náhradu.
- Vrstva krycího betonu je v důsledku působení vysoké vlhkosti **zkarbonatovaná** a neposkytuje betonářské výztuži dostatečnou ochranu před korozi. Tloušťka krycí vrstvy betonářské výztuže je **nedostačující** a je nutné ji obnovit.
- Nejvýraznější poruchy jsou detekovány v prostoru nad nádržemi s otevřenou vodní hladinou, kde dochází k největšímu výparu vody.
- V **lokálních** poruchách je zřejmé, že jsou způsobeny nedostatečnou krycí vrstvou výztuže. Pro zabránění další degradaci výztuže je nutné odstranit poškozené vrstvy betonu a obnovit krycí vrstvu výztuže.

SHRNUTÍ: Míra poškození zkoumaných konstrukcí v prostoru vyžaduje komplexní přístup k sanaci, lokální nebo částečné opravy konstrukce jsou nevhodné. Zásadním problémem je koroze výztuže, která zvětšuje svůj objem a způsobuje degradaci okolního betonu. Koroze výztuže je podpořena vysokou vlhkostí z odpařující se vody z otevřených vodních nádrží. Pro opravu stávajících poruch je nutné zabránit další korozi výztuže a výztuž ošetřit. Z toho důvodu je navržen komplexní zásah do konstrukce, který si klade za cíl odstranění veškerého poškozeného betonu, dále ošetření výztuže a nanesení nových funkčních krycích a ochranných vrstev konstrukce.

6. NAVRHOVANÉ OPRAVY

Zakrytí konstrukcí

Pod sanovaným stropem se nachází 2 velké a 4 malé dosazovací nádrže. Sanace bude prováděna za nepřerušného provozu vodárny. Před zahájením sanačních prací bude nad nádržemi vybudováno celoplošné zakrytí.

Na hranu nádrží budou osazeny dřevěné trámy min. průřezu 140 x 180 mm v osově vzdálenosti 700 mm, na které budou ve dvou vrstvách křížem připevněny OSB desky tl. 15 mm. Konstrukce bude dále v celé ploše i po stranách zakryta geotextilií 500 g/m². Zákrytná konstrukce bude sloužit i jako pochozí konstrukce pro sanaci stropů nad nádržemi. Pod geotextilií bude instalována PE folie tl. 150 mic beze spojů - silážní folie.

Podlaha pod střechou je tvořena ocelovými pororošty. Aby bylo zabráněno šíření prachu a nečistot do zbývajících částí vodárny, bude podlaha v celé ploše zakryta geotextilií 500 g/m² a OSB deskami tl. 15 mm v jedné vrstvě.

Pomocné lešení

V prostorách mimo nádrže bude vystavěno pomocné lešení, ze kterého bude prováděna sanace stropní konstrukce.

Příprava betonového povrchu a očištění výztuže

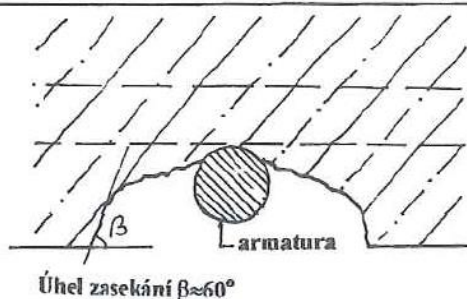
Povrch železobetonových průvlaků je značně poškozený. Dochází k odpadávání krycí vrstvy, na řadě míst je krycí vrstva vypouklá. Pod opadávající krycí vrstvou je viditelná zcela zkorodovaná výztuž. Navrhované opravy znamenají odstranění krycí vrstvy v celé ploše, v předpokládané tloušťce max. 2 cm (na zdravý beton, ověřit fenolftaleinovým testem).

Povrch betonu bude zdrsňen, z důvodu vytvoření vhodného podkladu pro nanášení sanačních materiálů. Po dokončení bouracích prací bude provedeno konečné dočištění povrchu. Konečné dočištění slouží k odstranění prachu vzniklého při předchozích úpravách. Před nanášením dalších sanačních materiálů by zanesená struktura betonu mohla způsobit horší soudržnost, proto bude povrch kompletně oprášen, ometen a bude provedeno vysávání prachu z povrchu konstrukce.

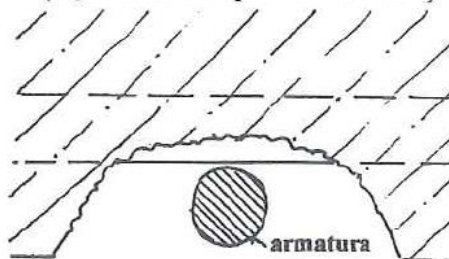
Výztuž je nutné očistit od zkorodovaných částic. Pro dosažení úspěšné sanace je velmi důležité kompletně očistit povrch výztuže od všech usazených oxidů, protože jsou známé případy, kdy se díky nedostatečnému vyčištění výztuže beton opět narušil a vyžadoval opravu.

Bude-li objevena výztuž, která je zasažena korozí pouze z čelního pohledu směrem k povrchu konstrukce, bude provedeno odstranění okolního betonu do hloubky 2/3 profilu. Pokud bude při očišťování výztuže nalezena šupinková koroze do větší hloubky, je nutné odstranit beton kolem celého prutu výztuže. Tímto postupem bude kromě korozních zplodin výztuže odstraněn i zkarbonatovaný beton.

Charakteristické obnažení prutu do 2/3 profilu



**Obnažení celého prutu armatury
(šupinová koroze po celém obvodu)**



Čištění výztuže od povrchové koroze bude provedeno mechanickými rotačními drátěnými kartáči na stupěň Sa 2 podle ČSN ISO 12 944. Z důvodu nutnosti zachování provozu vodárny nelze provádět tryskání vodou ani pískem. Očištění výztuže bude provedeno bezprostředně před zahájením nanášení ochranného nátěru výztuže. Poté bude povrch kompletně oprášen, ometen a bude provedeno vysávání prachu z povrchu konstrukce.

Ochrana výztuže proti korozi

Pro zajištění ochrany výztuže před korozí bude viditelná výztuž ošetřena ochranným antikorozním nátěrem obsahující inhibitory koroze (např. MasterEmaco P 5000 AP). Před aplikací nátěru musí být povrch oceli bez rzi, prachu, volných nečistot a mastnoty, musí být vlhký, ale ne mokrý. Příprava podkladu musí být v souladu s požadavky ISO 8501-1/ISO 12944-4, třída SA 2 pro celou plochu oceli v průřezu 360°, který má být pokryt nátěrem. Ochranný nátěr bude nanesen na výztuž celoplošně a minimálně ve dvou vrstvách, každá o tloušťce min 1 mm. Pro zajištění kompletního překrytí výztuže bude nátěr nanášen s přesahem na přilehlý podklad.

Aplikace inhibitoru koroze

Na odsekaný a očištěný povrch bude dále nanesen inhibitor koroze, který redukuje korozi v již zkarbonatovaném železobetonu. Doporučujeme použít jednosložkový nízkoviskózní migrující inhibitor koroze na bázi silanů (MasterProtect 8500 CI). Migrující inhibitor koroze se používá pro zastavení či zpomalení koroze výztužných prvků i ve zkarbonatovaném betonu.

Podklad musí být suchý a zbaven všech nečistot. Nesoudržné a volné části betonu musí být odpovídajícím způsobem opraveny sanační maltou. Inhibitor koroze se nanáší celoplošně nástřikem pomocí nízkotlakého stříkacího zařízení s odpovídající tryskou, která vytvoří plochý postřikový kužel. Na stropní plochy se inhibitor koroze nanáší ve třech vrstvách. V uzavřených prostorech je nutno zajistit dostatečné větrání.

Míchání a zpracování inhibitoru koroze bude provedeno podle technických listů výrobce.

Obnovení betonového povrchu – opravná malta

Původní betonový povrch bude v celé ploše obnoven do původního tvaru za pomoci vysokopevnostní malty pro použití na stěny i stropy. Opravná malta musí být odolná proti karbonataci (doporučeno MasterEmaco S 488). Sanační malta bude nanášena v tloušťce max. 20 mm.

Opravná malta se nanáší na podkladní beton, který je čistý, pevný, s otevřenými póry, savý a přiměřeně drsný. Hrany opravných míst by měly být osekané pod úhlem 90° až 135° a zdrsněné. Připravený podklad by měl být předem navlhčen, doporučuje se 24 hodin, nejméně však 2 hodiny před nanášením opravné malty. Povrch musí být matně vlhký, bez stojící vody.

Míchání a zpracování sanační malty bude provedeno podle technických listů výrobce.

Vzhledem k vlhkostním a klimatickým podmínkám v řešeném prostoru není nutné provádět opatření k zamezení předčasného výparu vody.

Hydroizolační stěrka

Pro zvýšení ochrany betonu a výztuže proti nepříznivým okolním podmínkám bude jako konečná vrstva použita pružná dvousložková hydroizolační stěrka na

cementoakrylátové bázi (doporučeno MasterSeal 560). Hydroizolační stěrka plní funkci jako antikarbonatační nátěr při nízkém krytí výztuže a je vodonepropustný. Objednatel požaduje bílý odstín. Hydroizolační stěrka se nanáší na čistý a soudržný beton

7. ČASOVÁ NÁROČNOST SANACE

Předpokládaná časová náročnost sanace je 12 týdnů.

1. Příprava stavby, zakrývání nádrží a podlah – 2 týdny
2. Bourací práce – odstranění poškozeného betonu, očištění výztuže – 3 týdny
3. Ochranné nátěry výztuže, aplikace sanační malty – 3 týdny
4. Aplikace hydroizolační stěrky – 1 týden
5. Závěrečný úklid, demontáž zakrytí nádrží – 2 týdny
6. Předání stavby – 1 týden

8. POŽADOVANÉ PARAMETRY NAVRŽENÝCH MATERIÁLŮ

Tabulka 1 - Požadované parametry reprofilačních malt

Parametr	Požadovaná hodnota
Pevnost v tlaku	> 25 MPa > 35 MPa
Modul pružnosti (28 dní)	> 15 MPa
Soudržnost s podkladem bez adhezního můstku	$\varnothing > 2 \text{ MPa}$
Smršťování	< 0,5 ‰
Sklon k tvorbě trhlin	1 trhlina do šířky do 0,1 mm
Mrazuvzdornost	-
Kapilární absorpce	$\leq 0,5 \text{ kg/m}^2\text{h}^{0,5}$

Tabulka 2 - Požadované parametry na ochranu armatury

Parametr	Požadovaná hodnota
Přilnavost na beton	> 2,0 MPa
Přilnavost na ocel	> 1,5 MPa
Odolnost vůči chloridům a CO ₂	ano
Chemická báze inhibitoru koroze	100 % silan

Očekávaná životnost těchto úprav provedených výše navrženým způsobem je minimálně 15 – 20 let.

Ing. Michal Pospíšil

Autorizovaný technik pro pozemní stavby

V Dolním Bukovsku dne 24. 5. 2022