

**Doc. Ing. Jiří DOHNÁLEK, CSc.**

autorizovaný inženýr a soudní znalec

V Rovínách 123, 140 00 Praha 4

tel.: 602 324 116

e-mail: [dohnalek@sanacebetonu.cz](mailto:dohnalek@sanacebetonu.cz)

**Zpracováno pro:**

Trnavská vodárenská společnost, a.s.

Priemyselná 10

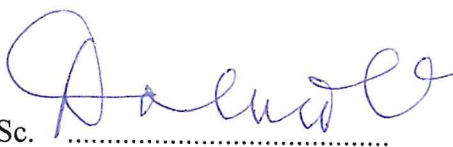
921 79 Piešťany

**Stavebně technický průzkum a  
posouzení stavu železobetonových  
konstrukcí na vyhnívací nádrži VN 3 na  
ČOV v Zelenči**

---

**Zpracoval:**

Doc. Ing. Jiří Dohnálek, CSc.



Praha, listopad 2021

## 1. Úvod

Předkládaná zpráva o stavebně technickém průzkumu železobetonového vrchlíku vyhnívací nádrže č. 3 na čistírně odpadních vod v Želenci byla zpracována na základě objednávky Trnavské vodárenské společnosti, a.s., Priemyselná 10, 921 79 Piešťany z 28. 9. 2021.

Cílem stavebně technického průzkumu bylo co nejobjektivněji charakterizovat aktuální stav železobetonového vrchlíku, u kterého byla v minulém období prokázána absence plynotěsnosti. Stavebně technický průzkum se zaměřil jak na stanovení kvality betonu vrchlíku, tak i na posouzení korozního stavu výztuže.

Stáří posuzované vyhnívací nádrže je cca 30 let. Projektová dokumentace, zpracovaná firmou HYDROKONSULT Bratislava, je datována 12/1989. Jak vyplývá z kopií fragmentů projektové dokumentace (viz příloha), jedná se o celomonolitickou konstrukci. Svislé válcové stěny byly zhotoveny do standardního bednění, v případě železobetonového vrchlíku však bylo nejprve provedeno ztracené ocelové bednění, které bylo na spodním líci ponecháno a mělo zajišťovat současně i potřebnou plynotěsnost vrchlíku.

Vzhledem k hustší konzistenci použité betonové směsi pro betonáž vrchlíku došlo, jak vyplývá i z příložené fotodokumentace, ke vzniku řady pracovních spár, resp. lokálně nez hutněných oblastí.

Tlaková zkouška, provedená v roce 2021 jednoznačně prokázala, že na horním líci vrchlíku se vyskytuje řada oblastí, kde dochází k úniku vzduchu/plynu. Tyto oblasti byly vyznačeny žlutou barvou a jsou patrné i v příložené fotodokumentaci.

Příčinou tohoto stavu je vysoce pravděpodobná koroze ocelového ztraceného bednění, případně jeho svarů.

Je tedy zřejmé, že musí být provedena důkladná sanace železobetonového vrchlíku tak, aby byla do budoucna dlouhodobě spolehlivě zajištěna jeho plynotěsnost, a tedy i potřebná funkčnost vyhnívací nádrže.

V souvislosti s tím byly provedeny následující diagnostické práce, které jsou součástí odsouhlasené věcné a cenové nabídky. Jedná se o:

- stanovení kvality horního líce vrchlíku nedestruktivně metodou Maškova špičáku,
- stanovení tloušťky krycí vrstvy betonu nad výztuží,

- stanovení tloušťky zkarbonatované vrstvy fenolftaleinovým testem,
- odběr vzorků betonu a stanovení jeho nasákavosti,
- posouzení alkalické reakce kameniva na vzorcích odebraného betonu,
- stanovení pevnosti v tahu povrchových vrstev odtrhovými zkouškami in situ,
- zpracování závěrečné hodnotící zprávy včetně návrhu sanačních opatření na jeho vnějším líci.

Objednatel poskytl zpracovateli jako podklad dílčí fragmenty původní projektové dokumentace. Bohužel výkresy výztuže (armatury) se nedochovaly.

Dále vychází zpracovatel z ústního sdělení objednatele/provozovatele a dále firmy K+K Technology, Koldinova 672, 339 01 Klatovy II, která prováděla v roce 2021 tlakovou zkoušku a identifikovala oblasti vrchlíku se zjevnými netěsnostmi.

Dále uvedené poznatky a závěry však vycházejí především z terénního stavebně technického průzkumu i z následných laboratorních zkoušek.

## 2. Provedené zkoušky a jejich výsledky

Podle poskytnutých fragmentů projektové dokumentace je vnitřní průměr vyhnívací nádrže 15,0 m. Tloušťka válcové stěny je 800 mm, na vnějším líci je pak 80 mm tlustá vrstva tepelné izolace.

Na tyto stěny navazuje masivní 800 mm vysoký a přibližně 1.000 mm široký horní věnec, do kterého je vetknuta železobetonová skořepin. Tloušťka této skořepiny není v poskytnutých podkladech kótována z poměru měřítek, lze však usoudit, že tloušťka je cca 200 mm. Na horním líci pak byla provedena blíže nespecifikovaná hydroizolační vrstva, tepelná izolace a vnější krytina.

I když nejsou k dispozici výkresy armatury, lze z dimenzí válcových stěn usuzovat, že byly vyztuženy pouze standardní měkkou výztuží bez vnějšího předpětí.

V takto vyztužených stěnách standardně ve spodní třetině až polovině vznikají tzv. štěpné teplotní trhliny, které se následně rozšiřují v důsledku smršťování betonu. Pokud nádrž byla několik let nevyužívána, došlo v důsledku smrštění k významnému rozevření těchto

trhlin, takže po zprovoznění nádrže docházelo v těchto trhlinách k průsakům. Podle ústních sdělení reagoval provozovatel obepnutím spodní části nádrže předpjatými lany.

U teplotních trhlin ve stěnách nádrže dojde vždy po zprovoznění s odstupem několika měsíců ke kladné objemové změně betonu, který je v kontaktu s vodou, k jejich sevření a současně i ke kolmataci nečistotami, obsaženými v technologickém médiu. Většinou tyto trhliny tedy nepředstavují žádný funkční problém, a to jak z hlediska těsnosti nádrže, tak její plynutěsnosti.

S ohledem na tyto skutečnosti staticky posuzovat tuto stěnu postrádá význam a bez dostupné původní projektové dokumentace (armovacích výkresů) je posouzení prakticky nemožné. Současně neznáme ani aktuální předpínací sílu v dodatečně instalovaných lanech.

Opatřit informace o vyztužení válcové stěny na vnějším a vnitřním líci je sice možné, ale pouze bouranými sondami, tj. provedením vodorovných a svislých rýh jak zvnějšku, tak z vnitřku nádrže. Této poměrně pracný a nákladný postup by však z hlediska záměru obnovit plynutěsnost vyhnívací nádrže nepřinesl žádný reálný výsledek. Stěny nádrže jsou po statické stránce vyhovující.

Proto bylo rozhodnuto, a to i s ohledem, že nádrž je aktuálně zaplněna vodou, zaměřit stavebně technický průzkum na posouzení kvality betonu vrchlíku a posouzení korozního stavu jeho výztuže.

Průzkum s ohledem na popsané podmínky nevychází z posouzení spodního líce vrchlíku, na kterém bylo při realizaci provedeno ocelové ztracené bednění, na které byl následně proveden polyuretanový nástřík. Spodní líc železobetonového vrchlíku je tedy vizuálně zcela skryt těmito vrstvami a současně provedení jakýchkoliv zkoušek na spodním líci vrchlíku by vyžadovalo provedení nákladného lešení a přinejmenším lokální odstranění plechového bednění.

## ***2.1 Stanovení pevnosti betonu v tahu železobetonového vrchlíku***

Železobetonový vrchlík byl k datu místního šetření 19. 10. 2021 celoplošně zpřístupněn. Na svém horní, líci.



Po odstranění krytiny, tepelně izolačních a hydroizolačních vrstev, lze vizuálně posoudit autentický horní líc vrchlíku. Na tomto povrchu bylo vybráno náhodně 8 zkušebních míst, na kterých byla provedena tzv. odtrhová zkouška. Ta umožňuje stanovení tzv. pevnosti v tahu povrchových vrstev. Jedná se o standardní a podstatnou mechanickou vlastnost betonu, která má úzkou vazbu na jeho další vlastnosti, tj. zejména pevnost v tlaku a příčném tahu, resp. tahu za ohybu.

Zkouška se provádí tak, že na lehce přebroušený povrch zkušebního místa se speciálním lepidlem nalepí čtvercový duralový odtrhový terč s půdorysnými rozměry 50 x 50 mm. Po vytvrzení lepidla se ocelovým táhlem k terči připojí přenosná hydraulická odtrhová aparatura DYNA Z 16, která umožňuje vyvozovat tahovou sílu kolmou k podkladu a registrovat její úroveň na mezi porušení.

Výsledky těchto zkoušek jsou uvedeny v příložené tabulce. Dílčí hodnoty se pohybují v intervalu 1,56 MPa do 2,28 MPa. Průměrná hodnota tahové pevnosti je 1,92 MPa.

Při přepočtu této pevnosti na pevnost tlakovou v poměru 1:13 vychází tlaková pevnost 25 MPa. Stanovená hodnota tahové pevnosti tedy poskytuje základní orientaci o kvalitě betonu, resp. jeho mechanických vlastnostech.

## ***2.2 Stanovení pevnosti betonu v tlaku nedestruktivně metodou Maškova špičáku***

Vzhledem k tomu, že odběr jádrových vývrtů k provedení destruktivních zkoušek by byl u relativně tenkostěnné skořepiny vrchlíku s ohledem na její nezbytnou integritu z hlediska plynutěsnosti nevhodný, bylo pro stanovení pevnosti betonu v tlaku použita nedestruktivní metoda Maškova špičáku.

Ta vychází ze zarážení ocelového sondovacího dlát pod povrch náhodně vybraného zkušebního místa dvaceti údery palice o hmotnosti 2 kg. Měřeným parametrem je hloubka vniku špičáku pod povrch zkušebního místa. Tento parametr je pak pomocí obecného kalibračního vztahu převáděn na pevnost betonu s tzv. nezaručenou přesností. Je to dáno tím, že vztah mezi povrchovou tvrdostí a pevností má statistický, nikoliv fyzikální charakter a toleranční meze kalibračního vztahu se pohybují v intervalu  $\pm 20\%$ .

Při interpretaci výsledků je třeba vzít v úvahu, že touto metodou je hodnocena kvalita betonu v povrchových oblastech prvků. Výsledky tedy odrážejí významně i povrchovou degradaci, přičemž kvalita – pevnost jádrového betonu je obvykle vyšší.

Měření bylo provedeno na 12 zkušebních místech s dílčími výsledky v intervalu 20,6 až 38 MPa. Průměrná hodnota stanovené pevnosti v tlaku je 29,7 MPa. To je hodnota, která umožňuje zařadit hodnocený beton do třídy C 20/25. Toto zařazení dobře odpovídá i stanovené tahové pevnosti betonu (viz kapitola 2.1).

### **2.3 Nasákavost betonu**

Vzhledem k tomu, že nebylo možné/vhodné odebrat standardní jádrové vývrty, byla z povrchové oblasti krycí vrstvy řezáním vyjmuta menší zkušební tělíska tak, jak to vyplývá i z příložené fotodokumentace. Na těchto vzorcích betonu byla posouzena jednak alkalická reakce kameniva (viz kapitola 4.5), jednak byla stanovena nasákavost betonu. Gravimetricky stanovená nasákavost betonu odráží velmi přesně objem kapilárního pórového systému. Ten má pak velice těsný vztah k hutnosti betonu, a tedy i k pevnosti betonu v tlaku.

Zpracovatel této zprávy dlouhodobě buduje a doplňuje kalibrační vztah mezi nasákavostí a pevností betonu v tlaku. Z tohoto kalibračního vztahu vyplývá, že stanovené hodnoty nasákavosti v intervalu 5,34 % do 7,44 % - průměr 6,13 % odpovídají pevnosti betonu v tlaku na úrovni 25 až 30 MPa. Tento interval velmi dobře koreluje s výsledky nedestruktivního stanovení pevnosti betonu v tlaku Maškovým špičákem i se stanovenými pevnostmi betonu v přímém tahu.

**Na základě těchto tří zkoušek a jejich vzájemného porovnání lze tedy s jistotou konstatovat, že železobetonová konstrukce odpovídá minimálně třídě betonu C 20/25. Nelze však vyloučit i vyšší zařazení. Jedná se tedy o standardní konstrukční beton, který je nadále schopen plnit své statické funkce.**

## **2.4 Tloušťka krycí vrstvy betonu nad výztuží a tloušťka zkarbonatované vrstvy**

Pro nedestruktivní posouzení korozního stavu výztuže je nejjednodušší, pokud se u vybraných konstrukčních prvků zjistí tloušťka zkarbonatované vrstvy tzv. fenolftaleinovým kolorimetrickým testem a současně se magnetickým indikátorem výztuže ověří tloušťka krycích vrstev.

Pro rozběh elektrochemické koroze obecně platí, že musí být splněny současně tři podmínky, a to:

- k výztuži musí mít přístup kyslík,
- kapilární 'pórový systém musí být zavodněn (přítomnost elektrolytu),
- alkalita betonu (pórového roztoku v betonu) musí být menší než 9,6.

V novém mladém betonu je výztuž přirozeně chráněna jeho vysokou alkalitou, která se pohybuje na úrovni 12,5 až 13,0. V důsledku tzv. karbonatace, tedy postupné reakce vzdušného oxidu uhličitého s hydroxidem vápenatým v betonu, dochází k postupnému snižování alkality. Pokud rozhraní vrstvy se sníženou alkalitou se přiblíží k výztuži, jsou všechny tři výše uvedené podmínky splněny a v exteriéru pak zpravidla dojde s vysokou jistotou k rozběhu elektrochemické koroze. Optimální strategií by tedy bylo zamezit, aby povrchové krycí vrstvy betonu nad výztuží karbonatovaly. To však obecně není možné. Snahou proto je zvýšit hutnost těchto krycích vrstev (zpomalit proces karbonatace a zároveň zvětšit tloušťku krycí vrstvy betonu nad výztuží, aby doba potřebná ke zkarbonatování krycí vrstvy byla co nejdelší.

Posuzovat korozi výztuže pouze podle viditelně korodujících prutů, nad kterými již došlo k odpadnutí krycích vrstev, je nesprávné. Jedná se obvykle pouze o dílčí část výztuže, která v konstrukci koroduje. Převážná část korodující výztuže koroduje „skrytě“ s ohledem na to, že objem korozních zplodin na výztuži zatím nedosáhl takového objemu, který by vyvolal expanzní tlaky nezbytné k oddělení krycích vrstev.

Provedené zkoušky, které se zaměřily na stanovení tloušťky zkarbonatované a krycí vrstvy, jsou uvedeny v příložených dílčích tabulkách, komplexně pak jsou v tabulce souhrnné.

Provedené zkoušky se zaměřily na stanovení tloušťky zkarbonatované a krycí vrstvy a jsou uvedeny v příložených dílčích tabulkách. Zjištěné tloušťky krycích a zkarbonatovaných vrstev na horním líci vrchlíku jsou:

- karbonatece	3,9 mm,
- krycí výztuže	42,5 mm,
- sloup	4,3 mm,
- spodní líc monolitické desky u vstupu do komory	7,0 mm,
- stropní prefabrikáty	6,8 mm.

Na základě porovnání tloušťky krycí a zkarbonatované vrstvy lze tedy konstatovat, že:

**U výztuže na horním líci vrchlíku nedochází ke korozi výztuže a výztuže je proti korozi dlouhodobě chráněna,**

## **2.5 Alkalická reakce kameniva v betonu**

Alkalická reakce kameniva v betonu je procesem, kdy alkálie přirozeně obsažené v cementu, reagují s určitými typy hornin, zejména pak s tzv. amorfním křemenem. K této reakci je opět nezbytná přítomnost vody v kapilárním pórovém systému, také alkalickou reakcí jsou prakticky výhradně postiženy betonové a železobetonové konstrukce, exponované v exteriérových podmínkách, nebo v podmínkách, kdy je v okolí konstrukčních prvků trvale přítomna voda.

V důsledku reakce alkálií vzniká alkalicko-křemičitý gel, jehož objem je o více než 200 % větší než objem výchozích fází. Dochází tak podobně jako při tvorbě ledu v betonu k předpětí mikrostruktury cementového tmelu, k vzniku tahových a tlakových napětí a k postupnému rozpadu betonu. Na rozdíl od mrazové degradace, která postihuje především povrchové promrzající oblasti konstrukčních prvků, alkalická reakce kameniva má celobjektový charakter a postihuje konstrukční prvek v celém průřezu. Alkalická reakce se relativně obtížně identifikuje. Na lomové ploše betonu nebo řezné ploše např. na plášti jádrových vývrtů lze v počátečních fázích alkalické reakce kameniva zaznamenat kolem určitých zrn tmavé oblasti, které signalizují tvorbu křemičitého gelu.



Na řezných nebo lomových plochách se používá tzv. uranylacetátová metoda, kdy se na povrch aplikuje nástřikem roztok uranylacetátu. Takto ošetřená plocha se pak pozoruje v ultrafialovém světle určité vlnové délky. Alkalicko-křemičité gely se pak projevují typickým zeleným odstínem.

Až do konce minulého století panovala u nás představa, že betony v našich podmínkách nejsou alkalickou reakcí ohroženy. Koncem minulého století však došlo k postupnému rozpadu dálničního cemento-betonového krytu na dálnici Praha – Hradec Králové (D 11). Následně se provedla řada zkoušek v celorepublikovém měřítku a z nich vyplynulo, že výskyt alkalické reakce i v našich podmínkách je relativně častý a její riziko tedy značné. Proto je v současné době standardem, že u železobetonových konstrukcí v exteriéru nebo u konstrukcí, které jsou trvale v kontaktu s vodou, se riziko výskytu alkalické reakce prověřuje.

Uranylacetátový test byl proveden na odebraných vzorcích betonu po zkoušce nasákavosti. Testování je provedeno tak, že se vzorky, resp. jejich lomové a řezné plochy opatří nástřikem uranylacetátu a pozorují se v zatemněné místnosti pod UV lampou. Zeleně světélkující oblasti indikují přítomnost alkalicko-křemičitých gelů.

**Z těchto testů, resp. pozorování vyplývá, že v hodnocených betonech se alkalické gely nevyskytují a beton tedy není ohrožen průběhem alkalické reakce kameniva.**

### **3. Celkové závěry a doporučení pro sanaci**

Z provedeného stavebně technického průzkumu vyplývá, že železobetonový vrchlík v tloušťce cca 200 mm je proveden ze standardního konstrukčního betonu, který lze s jistotou zařadit do třídy C 20/25.

Tomuto zařazení odpovídá jak stanovená pevnost v tahu povrchových vrstev, tak nedestruktivně stanovená pevnost betonu v tlaku metodou Maškova špičáku, ta i stanovená nasákavost.

Velmi pozitivní skutečností je velmi dobrá tloušťka krycích vrstev betonu nad výztuží, která je v průměru 42,5 mm. Naproti tomu tloušťka zkarbonatovaných vrstev je pouze v průměru 3,9 mm. Nízká karbonatace je nepochybně ovlivněna tím, že horní líc vrchlíku byl dlouhodobě zakryt střešními vrstvami včetně tepelné izolace a vrstvy hydroizolační.

Z porovnání obou těchto parametrů vyplývá, že výztuž je uložena hluboko v alkalickém prostředí a není tedy ani dlouhodobě ohrožena korozí.

Současně však vizuální zhodnocení povrchu (viz příložená fotodokumentace) prokázalo významný výskyt nez hutněných oblastí, resp. pracovních spár, které jsou příčinou nevyhovující plynutěsnosti tohoto konstrukčního prvku.

**S ohledem na jednoznačné zajištění plynutěsnosti je vhodné, aby sanační zásah byl proveden jak na spodním líci vrchlíku, tj. po odstranění ocelového bednění, tak i na jeho horním líci.**

V souvislosti se sanací spodního líce železobetonového vrchlíku se doporučuje po odstranění ocelového bednění provést doplňující posouzení vnitřního líce, a to opět kombinací stanovení tahové pevnosti a nedestruktivně stanovené pevnosti betonu v tlaku.

I když bude provedena sanace na spodním líci vrchlíku, jednoznačně doporučuji, aby byl sanační zásah proveden i na jeho horním líci. Vzhledem tomu, že horní líc je odhalen, je dobře přístupný, nebude provedení tohoto sanačního zásahu spojeno s významnými finančními náklady.

Sanaci doporučuji provést tak, že v nez hutněných oblastech, resp. v oblastech, kde jsou vetknuty ocelové nohy vnějších ocelových můstků, bude provedeno odstranění/citlivé mechanické vybourání vždy geometricky vymezené oblasti (čtverec, obdélník). Sanovány budou zejména oblasti, vyznačené žlutou barvou v souvislosti s již provedenou tlakovou zkouškou.

Vymezené oblasti se obříznou diamantovým kotoučem, osazeným na úhlové brusce do hloubky cca 20 až 30 mm tak, aby v žádném případě nedošlo k narušení vnější osnvy ocelové výztuže. Poté se lehkými elektrickými příklepovými kladivy oblast vybourá.

Po odsátí prachových zplodin průmyslovým vysavačem se na vnitřní povrch provede tzv. epoxidový adhezní můstek. Jeho provedení spočívá v aplikaci vhodné epoxidové pryskyřice (obvykle válečkováním). Vzápětí po aplikaci do čerstvé vrstvy epoxidu se posypem aplikuje suchý monofrakční křemičitý písek. Po vytvrzení pryskyřice se přebytečný písek opět odsaje.

Epoxidová vrstva bude sloužit jednak jako plynutěsná zábrana, současně vytvoří vyčnívající zrna kameniva z epoxidové vrstvy dokonalou mechanické propojení s nově doplňovanou správkovou maltou. Tato správková malta s ohledem na malé objemy materiálu

musí být prefabrikovaná a musí být přepravována přímo na místě ukládání. Vhodným typem materiálu je např. MONOMIX TH (technický list viz příloha).

Tímto způsobem se na povrchu vytvoří „záplaty“, které by měly s vysokou jistotou eliminovat veškeré oblasti, kterými docházelo k průniku vzduchu z vnitřních prostor.

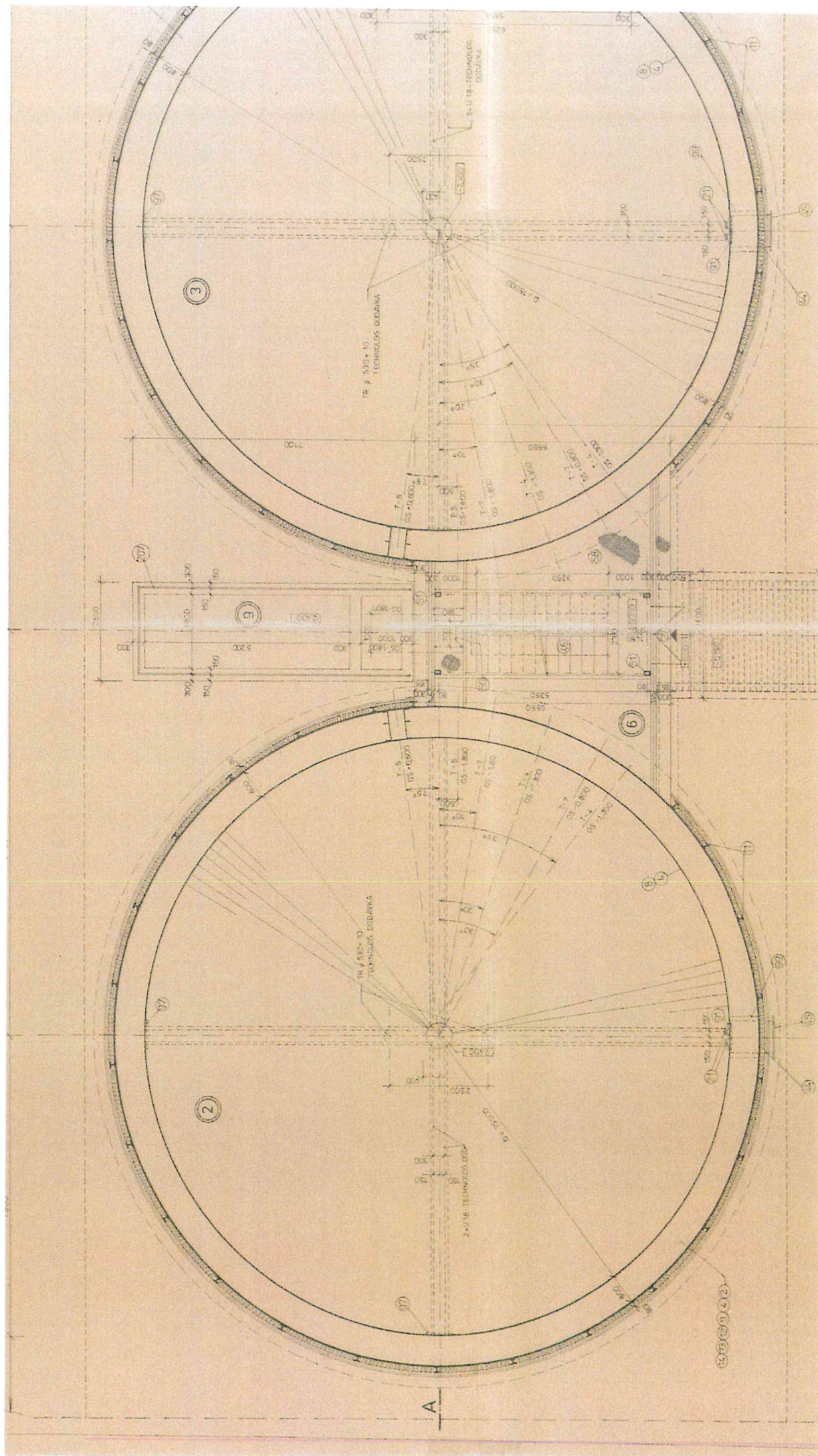
Poté se celoplošně na horní líc vrchlíku válečkováním naaplikuje cemento-polymerní stěrka WATERFIN PV (technický list viz příloha). Tato cemento-polymerní stěrka poskytne povrchu další posílení z hlediska garance plynutěsnosti.

Na takto sanovaný povrch pak bude možné přímo provést nové střešní souvrství dle projektu.

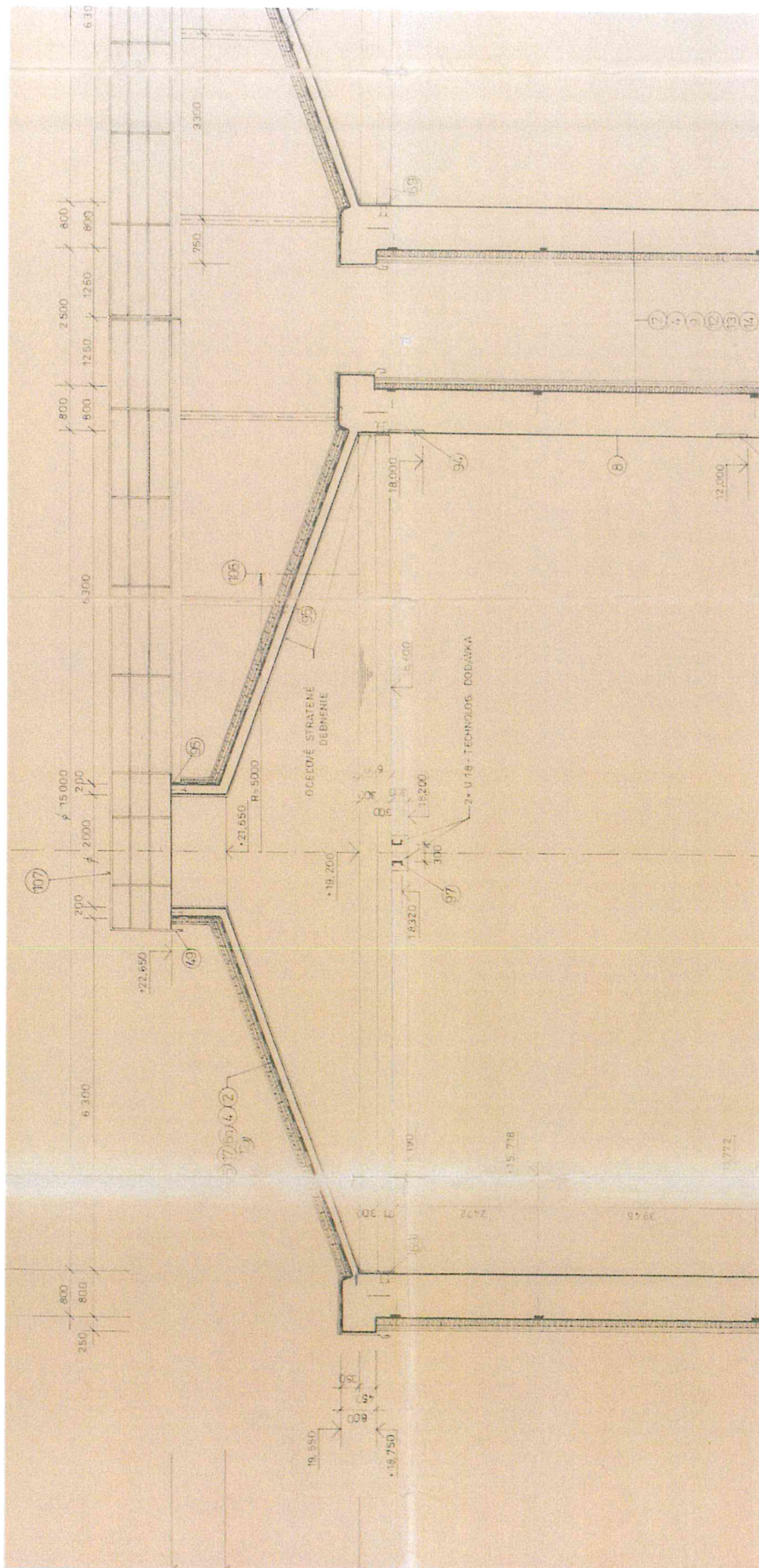
Předpokládaná sanace spodního líce vrchlíku a výše popsaná sanace jeho horního líce by měla s naprostou jistotou garantovat obnovení plné plynutěsnosti vyhnívací nádrže.

## **Fragmenty z projektové dokumentace VN**









## **Tabulky s výsledky zkoušek**

## Výsledky stanovení pevnosti v tahu povrchových vrstev

Akce:

**ČOV Zeleneč**

Konstrukce:

ŽB vrchlík vyhnívací nádrže VN3

Datum zkoušky:

19.10.2021

Typ zkušebního přístroje:

DYNA Z16

Tvar zkušebního terče:

čtverec 50x50 mm

Stáří podkladu:

více než 10 let

Číslo zkušebního místa	Odtřhová síla [kN]	Plocha porušení [cm <sup>2</sup> ]	Pevnost v tahu [MPa]	Charakter lomové plochy	lokalizace
1	4,32	25,0	1,73	100% A	vrchlík
2	4,68	25,0	1,87	100% A	vrchlík
3	4,14	25,0	1,66	100% A	vrchlík
4	5,32	25,0	2,13	100% A	vrchlík
5	5,31	25,0	2,12	100% A	vrchlík
6	5,69	25,0	2,28	100% A	vrchlík
7	3,89	25,0	1,56	100% A	vrchlík
8	5,04	25,0	2,02	100% A	vrchlík
<b>Průměr [MPa]</b>			<b>1,92</b>		
směrodatná odchylka [MPa]			0,24		
variační koeficient			12,52%		

A beton

Y lepidlo

Z odtřhový terč

A - kohezní porucha podkladu

A/Y - kohezní porucha mezi podkladem a lepidlem

Y - kohezní porucha v lepidle

Y/Z - porušení adheze mezi lepidlem a zkušebním terčem



## Stanovení pevnosti betonu v tlaku nedestruktivně

Akce: **ČOV Zeleneč**  
Konstrukce: **ŽB vrchlík vyhnívací nádrže VN3**  
Datum zkoušky: **19.10.2021**  
Typ zkušebního přístroje: **Maškův špičák**

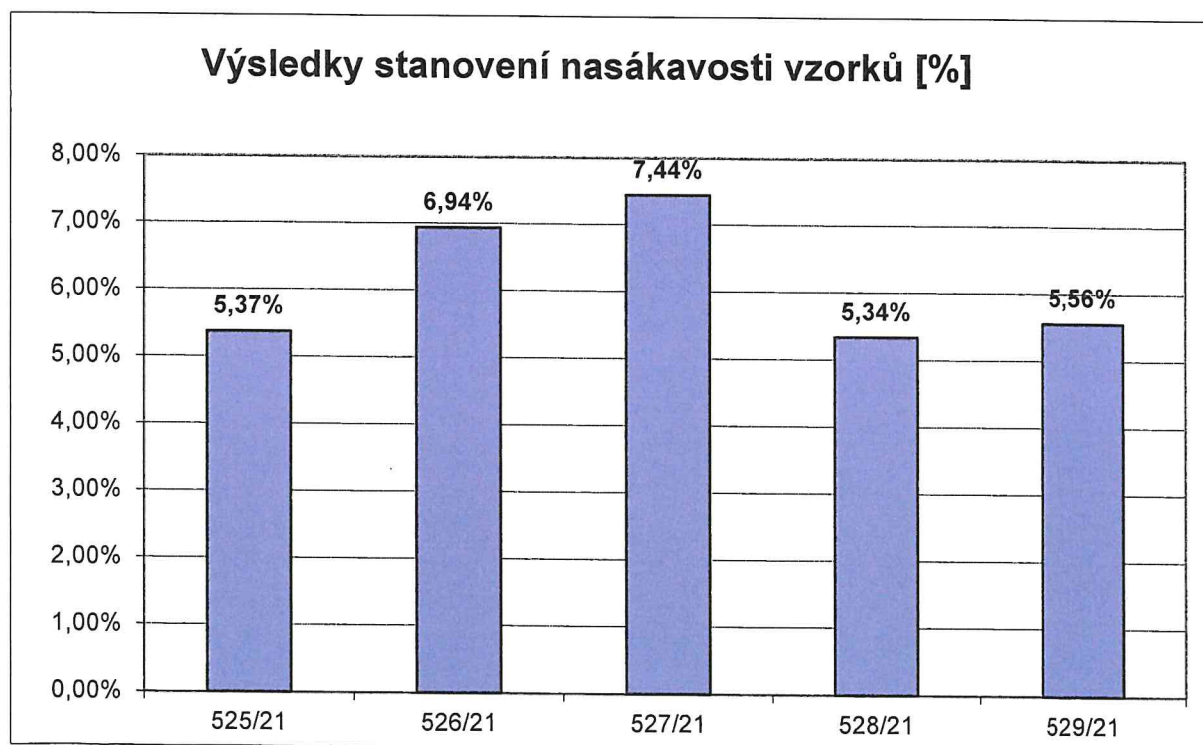
zkušební místo	umístění zkušebního místa	vník špičáku [mm]	R <sub>be</sub> [MPa]
1	vrchlík	11	38,0
2	vrchlík	13	32,6
3	vrchlík	13	32,6
4	vrchlík	11	38,0
5	vrchlík	16	26,0
6	vrchlík	17	24,0
7	vrchlík	19	20,6
8	vrchlík	15	28,0
9	vrchlík	15	28,0
10	vrchlík	16	26,0
11	vrchlík	17	24,0
12	vrchlík	11	38,0
<b>Průměr [MPa]</b>		<b>29,7</b>	
Sm. odchylka	[MPa]	5,8	
Variační koef.	-	19,6%	
k <sub>n</sub>	-	1,77	

## Výsledky stanovení nasákavosti betonu

Akce:  
 Konstrukce:  
 Datum zahájení zkoušky:  
 Datum ukončení zkoušky:  
 Teplota vzduchu:  
 Vlhkost vzduchu:

**ČOV Zeleneč**  
 ŽB vrchlík vyhnívací nádrže VN3  
 20.10.2021  
 22.10.2021  
 20°C  
 65,0%

číslo vzorku dle ZL	označení vzorku objednatelem	hmotnost nasáklého vzorku [g]	hmotnost suchého vzorku [g]	nasákavost [%]
525/21	Z1	166,50	158,01	5,37%
526/21	Z2	80,78	75,54	6,94%
527/21	Z3	24,41	22,72	7,44%
528/21	Z4	20,72	19,67	5,34%
529/21	Z5	56,59	53,61	5,56%
<b>průměr</b>				<b>6,13%</b>
sm.odchylka				0,81%
var.koef.				13,14%



## Výsledky stanovení tloušťky krycí vrstvy výztuže

Akce:

**ČOV Zeleneč**

Konstrukce:

ŽB vrchlík vyhnívací nádrže VN3

Datum zkoušky:

19.10.2021

Typ zkušebního přístroje:

Profometer 5

Zkoušená oblast	Tloušťka krycí vrstvy [mm]															
vrchlík	67	31	31	19	25	23	19	48	71	19	16	39	53	26	31	
	36	35	32	33	67	61	54	34	47	38	39	38	60	62	43	
	50	50	36	47	36	63	72	75	35	35	49	40	43	41	42	
	33	32	38	45	31	20	18	22	68	58	60	78	69	63	35	
	37	36	53	51	44	35	38	41	29	33	23	25	24	43	40	
	53	60	66	56	41	40	48	46	42	50	31	40	36			
Statistické vyhodnocení:	x=42,5mm				s=14,6mm											
	n=88				v=34,4%											

## Stanovení tloušťky zkarbonatované vrstvy

Akce:

**ČOV Zeleneč**

Konstrukce:

ŽB vrchlík vyhnívací nádrže VN3

Datum zkoušky:

19.10.2021

Typ zkušebního přístroje:

Fenolftaleinový test

Zkoušená oblast	Tloušťka zkarbonatované vrstvy [mm]						
vrchlík	3	2	8	4	5	3	3
	5	3	3	5	3		
Statistické vyhodnocení:	x=3,9mm			s=1,6mm			
	n=12			v=39,6%			