


Revize	Popis revize	Datum revize
--------	--------------	--------------

		AQUA PROCON s.r.o. Projektová a inženýrská společnost Palackého tř. 12, 612 00 Brno tel.: +420 541 426 011 E-mail: info@aquaprocon.cz www.aquaprocon.cz
Vedoucí projektu	Ing. Vlastislav Kolečkář	
Vedoucí dílčího projektu		
Zodpovědný projektant	Ing. Vlastislav Kolečkář	
Vypracoval	Ing. Petr Prax, Ph.D.	
Kontroloval	Ing. Jan Polášek	

Investor	Statutární město Brno
Objednatel	Statutární město Brno

Formát	12×A4	Měřítko	Stupeň	DUR	Datum	10/2021	Zakázkové číslo	1572121-11
--------	-------	---------	--------	-----	-------	---------	-----------------	------------

Projekt BRNO, RETENČNÍ NÁDRŽ - ČERVENÝ MLÝN			Souprava	
Příloha	HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY		Číslo přílohy	Revize
			B.1	0

B.1.1	Identifikační údaje	3
B.1.1.1	Identifikační údaje projektu	3
B.1.1.2	Údaje o zadavateli studie	3
B.1.1.3	Údaje o zpracovateli	3
B.1.1.4	Údaje o vlastníku dotčené vodohospodářské infrastruktury	3
B.1.1.5	Údaje o provozovatelích dotčené vodohospodářské infrastruktury	3
B.1.1.6	Příslušný vodoprávní úřad	4
B.1.2	Seznam vstupních podkladů	4
B.1.2.1	Mapové podklady	4
B.1.2.2	Podklady vodohospodářské – stávající dokumentace	4
B.1.2.3	Ostatní podklady	4
B.1.3	Úvodní informace	5
B.1.4	Cíle předkládaných hydrologicko - hydraulických výpočtů	5
B.1.5	Analýza a vyhodnocení vybraných podkladů	6
B.1.5.1	Retenční nádrž Červený mlýn – kolaudační rozhodnutí	6
B.1.5.2	Generel odvodnění města Brna, AQUATIS a.s., 12/2009	6
B.1.5.3	Manipulační řád pro Retenční nádrž Červený mlýn	6
B.1.6	Hydrologicko- hydraulická analýza a návrh potřebného akumulačního objemu RN ČM	7
B.1.7	Ověření potřeb akumulačního objemu v souvislosti s PPO města Brna (vyhodnocení akumulační v závislosti na provozním účelu podle bodu - A)	7
B.1.8	Snížení ekologických dopadů na podzemní vody v bezprostředním okolí RN Červený mlýn (provozní účel B)	8
B.1.9	Snížení vlivu emisí z jednotné kanalizace v povodí kmenové stoky C na recipient (Vyhodnocení provozního účelu C)	8
B.1.10	Ochrana kanalizace pro veřejnou potřebu před hydraulickým přetížením – povodí kmenové stoky C (vyhodnocení provozního účelu D)	10
B.1.11	Závěr	12

B.1.1 Identifikační údaje

B.1.1.1 Identifikační údaje projektu

Projekt: BRNO, RETENČNÍ NÁDRŽ - ČERVENÝ MLÝN

Stát: Česká republika

Kraj: Jihomoravský kraj

Okres: Brno-město,

Místo stavby: Brno – Královo Pole

Katastrální území: Ponava (611379)

B.1.1.2 Údaje o zadavateli studie

Objednatel: Statutární město Brno
Dominikánské náměstí 196/1, Brno – město,

B.1.1.3 Údaje o zpracovateli

Zhotovitel dokumentace: AQUA PROCON s.r.o.,
Palackého 12, 612 00 Brno 602 00 Brno
IČO : 44992785
DIČ: CZ44992785

Garant hydrotechnických
výpočtů: Ing. Petr Prax, Ph.D.

Spolupracovali: Ing. Michal Štindl, Ing. Vlastislav Kolečkář, Ing. Josef Šebek, Ing. Jiří Kubík,

B.1.1.4 Údaje o vlastníkovi dotčené vodohospodářské infrastruktury

Vodní toky: Statutární Město Brno
Dominikánské nám. 1
601 67 Brno

B.1.1.5 Údaje o provozovatelích dotčené vodohospodářské infrastruktury

Vodní toky:
(Ponávka) Lesy ČR, s.p., správa toků, oblast Dyje, Brno

Lesy města Brna, a.s.
Křižíkova 247, 664 34 Kuřim

Ponávka, štolu pod
Lesnou: Brněnské vodárny a kanalizace, a.s.
Pisárecká 555/1a, 603 00 Brno,

Retenční nádrž Červený
mlýn: Brněnské vodárny a kanalizace, a.s.
Pisárecká 555/1a, 603 00 Brno, Lesy města Brna

Kanalizace pro veřejnou potřebu: Brněnské vodárny a kanalizace, a.s.
Pisárcká 555/1a, 603 00 Brno

B.1.1.6 Příslušný vodoprávní úřad

Magistrát města Brna, odbor vodního a lesního hospodářství a zemědělství
Kounicova 67, Brno

B.1.2 Seznam vstupních podkladů

B.1.2.1 Mapové podklady

Základní mapa 1 : 10 000
Katastrální mapy
Ortofotomapy – ČUZK – 2018

B.1.2.2 Podklady vodohospodářské – stávající dokumentace

- Retenční nádrž Červený mlýn – kolaudační rozhodnutí, 18.11. 1994 – předal MMB OVLHZ v 11/2019
- Brno, retenční nádrž Červený mlýn – studie proveditelnosti, AQUATIS a.s., 01/2017
- Brno, retenční nádrž Červený mlýn – dokumentace pro územní rozhodnutí, AQUATIS a.s., 04/2019
- Manipulační řád pro Retenční nádrž Červený mlýn, BVK, 10/2014
- Generel odvodnění města Brna, C – Část vodní toky, D – Část kanalizace, AQUATIS a.s., 12/2009
- Územní plán města Brna, 1994
- Návrh ÚP města Brna, 2020
- Převedení Ponávky, Studie, Hydroprojekt s.p., odštěpný závod Brno, 12/1981
- Ověření významu RN Červený mlýn z hlediska PPO města Brna, AQUAPROCON,s.r.o., 06/2020
- Studii uskutečnitelnosti, Dostavba kanalizace v Brně II, Sdružení Garnets – VRV, XI/2020)
- Brno, Protipovodňová opatření Ponávka – Retenční nádrž Řečkovice, DÚR, Šindlar s.r.o., 10/2021.

Podklady, fotodokumentace a informace z průzkumu zájmové lokality

B.1.2.3 Ostatní podklady

- Matematický model zájmového území - převzatý z Generelu odvodnění města Brna, AQUATIS a.s., 12/2009.

B.1.3 Úvodní informace

Stávající retenční nádrž u Červeného mlýna je otevřená, průtočná nádrž ležící v údolní nivě původní trasy říčky Ponávky. Ve smyslu §2, písm. (3) vodního zákona 254/2001 Sb. v platném znění lze stávající lagunu u Červeného mlýna považovat za útvar povrchových vod (vymezené soustředění povrchové vody ve vodní nádrži), viz následující obrázek.



Obr 1: Jižní pohled na nádrž během hydrogeologického průzkumu (foto Geotest)

Podle platného provozního řádu je tato nádrž využívána jako „retenční“ i jako „protipovodňové opatření“ - bránící nejen přetížení jednotné kanalizace od srážkových vod z intravilánu, ale také pro zachycení povodní z povodí vodního toku Ponávky. Její celkový provozovaný objem činí 26 000 m³. Objem je odvozován z nepravidelné konfigurace zátopy nádrže o ploše cca 2,5 ha s proměnlivou hloubkou zátopy, která u bezpečnostního přelivu činí cca 1,7 m. Výše uvedená retenční kapacita ve stávající nádrži byla poprvé zmíněna v roce 1972, kdy byla výpočtem odvozena z nedostatečné kapacity kmenové stoky „C“ podle „Kanalizačního generelu města Brna“ (Hydroprojekt Brno). Tento údaj je v současnosti „hájen“, bez přihlédnutí k uskutečněným protipovodňovým opatřením v zájmovém území a bez zohlednění aktuálních hydrologických dat o zájmovém povodí.

Objem RN Červený mlýn o kapacitě 26 000 m³ je uváděn také v platném GOMB z roku 2010. Tato kapacita byla analyzována ve studii „Brno, retenční nádrž Červený mlýn – studie proveditelnosti“, kterou zpracoval Aquatis a.s. v lednu 2017. V rámci zpracování studie a jejího projednávání bylo konstatováno (viz zápisy z jednání), že pro správnou funkci stokového systému bez vazby na požadavek převedení části Q100 z Ponávky by potřebný objem nové RN Červený mlýn činil 15 000 m³ pro návrhový průtok o periodicitě $p=0,50$ rok⁻¹. Provedené výpočty však v čistopisu nejsou doloženy.

Vzhledem k výše uvedenému trvá MmB, odbor VLHZ na zachování kapacity RN Červený mlýn ve výši 26 000 m³ nebo požaduje navrhnout a schválit řešení, jak nahradit chybějících 11 000 m³ jiným způsobem. Důvodem tohoto požadavku jsou obavy, že by snížením požadovaného objemu RN Červený mlýn vedlo ke zhoršení stávajícího stavu spolehlivosti stokové sítě s odkazem na setrvávající hydraulické problémy na ulici Myslínova či v ulici Sportovní. Tedy při zvýšených povodňových průtocích v říčce Ponávce, které se oproti teoretickým předpokladům vyskytují již při průtocích menších než Q1 (jednoletý průtok).

B.1.4 Cíle předkládaných hydrologicko - hydraulických výpočtů

Vzhledem k výše uvedenému trvá MmB, odbor VLHZ na zachování kapacity RN Červený mlýn ve výši 26 000 m³ nebo požaduje navrhnout a schválit řešení, jak nahradit chybějících 11 000 m³ jiným způsobem. Tak, aby byla zlepšena protipovodňová ochrana města Brna v povodí kmenové stoky „C“ pod nátokem Ponávky do

štol pod Lesnou a nezhoršil se stávající stav provozní spolehlivosti stokové sítě pod RN Červený mlýn. Tedy popsat a obhájit návrhový stav, který by měl platit podle koncepce navrhovaných úprav v rámci projektu „Dostavba kanalizace v Brně II“. Důvodem tohoto požadavku jsou obavy, že by snížením požadovaného objemu RN Červený mlýn došlo ke zhoršení stávajícího stavu spolehlivosti stokové sítě.

V žádném z dokumentů, které jsou v současnosti k dispozici, nejde dohledat analýza, která by koncepčně posoudila a reálně vyčíslila potřebný retenční objem v místě stávající Laguny Červený mlýn nebo doporučila a obhájila aktuálně potřebný objem nově budované RN Červený mlýn, včetně zohlednění výhledových potřeb urbanizace v zájmovém území. Generel odvodnění z roku 2009 připouštěl možnost, že pro potřebu zachycení či zploštění povodňové vlny v Ponávce je nutno uvažovat také s přepadem, který může za povodně přepadat z vodního toku do kanalizace pro veřejnou potřebu (v uzlu RK Myslínova). Jednalo se průtokovou kulminaci $Q_{\text{přepadu}} = 2,60 \text{ m}^3/\text{s}$ (bez udání očekávaného objemu této povodňové vlny).

Předkládaná zpráva má tedy za cíl soustředit, popsat a hydraulicky posoudit vliv veškerých technických opatření, které umožní snížení objemu RN Červený mlýn z původně plánovaného a požadovaného objemu $26\,000 \text{ m}^3$ o $11\,000 \text{ m}^3$. Opatření budou projednány se všemi dotčenými orgány a organizacemi, včetně MmB odboru VLHZ. Teprve následně bude možné snížit kapacitu nově navrhované, podzemní RN Červený mlýn z původních $26\,000 \text{ m}^3$ na $15\,000 \text{ m}^3$. Takto zpracovaná řešení provedených hydraulických analýz bude součástí zpracované změnové dokumentace pro územní rozhodnutí pro RN Červený mlýn, která je nezbytná pro vydání změny územního rozhodnutí.

B.1.5 Analýza a vyhodnocení vybraných podkladů

V této části zprávy uvádíme citace a závěry z dokumentů, které se zabývaly funkcí a kapacitou RN Červený ve vztahu k zachování hydraulické spolehlivosti kanalizace pro veřejnou potřebu města Brna v povodí kmenové stoky C v jeho sub-povodí, mezi RN Červený mlýn a OK C01.

B.1.5.1 Retenční nádrž Červený mlýn – kolaudační rozhodnutí

Kolaudační rozhodnutí na stávající RN Červený mlýn (otevřenou lagunu) vydal Magistrát města Brna, odbor vodního a lesního hospodářství dne 18.11. 1994. Ve vazbě na kapacitu a funkci RN Červený mlýn je v tomto kolaudačním rozhodnutím uvedeno, že:

„Stavba bude užívána k retenci max. $26\,000 \text{ m}^3$ dešťové vody při přívalových deštích. Provoz nádrže bude prováděn dle předloženého manipulačního řádu“.

B.1.5.2 Generel odvodnění města Brna, AQUATIS a.s., 12/2009

V rámci GOMB byl výpočtový model stokové sítě, v souladu s platnou legislativou, řešen pro periodicitu návrhového deště $p=0,50 \text{ rok}^{-1}$ bez povodňového přítoku (nebo jeho části) z vodního toku Ponávka. V „Generelu odvodnění města Brna“ Část C. „Vodní toky“ byla protipovodňová ochrana řešena samostatným hydraulickým modelem, zpracovaným v rozsahu nejvýznamnějších vodotečí, procházejících zájmovým územím vymezeným v Územním plánu města Brna. Model popsal dopady (rozlivy) způsobené teoretickou povodňovou vlnou TPV Q_{100} a uzlovými (konstantními nátoky), které měly zohlednit interakci s odváděním dešťových vod ze zastavěného území V modelu výhledového stavu byla zjednodušenou formou zadána „navrhovaná výhledová opatření“ vedoucí k transformaci povodňových průtoků z extravilánu a tomu odpovídající zkapacitnění průtočných profilů v intravilánu. Generel vodních toků ve svých závěrech pouze konstatuje, že výhledová disproporce mezi kulminačním přítokem povodňové vlny ($TPV \geq Q_{100}$) a kapacitou štol pod Lesnou bude řešena přepadem do „původního koryta říčky Ponávky“ v místě RK Myslínova. Jedná se tedy o uzlový přítok ve výpočtovém uzlu RK Myslínova (viz Grafická příloha předmětné zprávy) do kmenové stoky „C“, která je prostřednictvím OK C04 propojena s RN ČM.

B.1.5.3 Manipulační řád pro Retenční nádrž Červený mlýn

Retenční nádrž Červený mlýn na kmenové stoce C provozují Brněnské vodárny a kanalizace, a.s. Podle platného manipulačního řádu z října 2014. v tomto manipulačním řádu se mimo jiné uvádí:

„Kmenová stoka C v tomto území nemá přirozený recipient, do kterého by mohly být zaústěny dešťové vody po odlehčení. Retenční nádrž slouží k zajištění retence $20\,748 \text{ m}^3$ dešťové vody při přívalových deštích. Do retenční nádrže jsou zaústěny odpadní vody z odlehčovací komory OKC02 z povodí sídliště Lesná a dále

z odlehčovací komory OKC04 na kmenové stoce C z povodí Řečkovice a Královo Pole. Dále je retenční nádrž plněna dešťovými vodami z komunikací Svitavské radiály a dešťovými vodami z areálu nákupního centra Tesco“.

V žádném z výše uvedených podkladů není uveden a výpočtem doložen potřebný akumulací objem RN Červený mlýn z pohledu „hydraulické spolehlivosti systému“ městského odvodnění v Brně.

B.1.6 Hydrologicko- hydraulická analýza a návrh potřebného akumulací objemu RN ČM

Hydrologicko – hydraulické posouzení a optimalizace objemu víceúčelové, retenční nádrže obecně představuje komplikovanou optimalizační úlohu. Stávající, neřízený, akumulací objem bez možnosti jeho odlehčení do vhodného recipientu je v současné podobě provozován již třicet let. V rámci tohoto období vodohospodářský systém prověřila řada významných hydrologických událostí. Přestože RN Červený mlýn nedisponuje trvalým monitorovacím zařízením, je možno konstatovat, že po tuto dobu nedocházelo v povodí navazující stokové sítě k rozlivu odpadních vod. Což se běžně stávalo před dokončením RN v Řečkoviciích a před přeměrováním toku řeky Ponávky štolou pod Lesnou. Z tohoto důvodu je pochopitelné, že se stávající akumulací objem 26 000 m³ jeví jako opodstatněný i v případě její plánované stavební úpravy, do podoby „kryté – podzemní nádrže“.

Z analýzy způsobu provozování a z historicky zaznamenaným rizikovým jevů na jednotné kanalizaci vyplývá, že nádrž je v současnosti využívána k následujícím provozním účelům:

- A. Ochrana povodí kmenové stoky C před následky přítoku povrchových vod z řeky Ponávky v prostoru rozdělovací komory RK Myslínova. Podle aktuální verze Generelu odvodnění města Brna z roku 2009 je RN Červený mlýn využívanou součástí PPO města Brna
- B. Snížení ekologických dopadů na podzemní vody v bezprostředním okolí RN Červený mlýn
- C. Snížení vlivu emisí z jednotné kanalizace z povodí kmenové stoky C na hydrosféru (oddálené profily - Svitavský náhon, Svratka, Svitava - tedy dopady způsobené přepady z odlehčovací komory)
- D. Ochrana kanalizace pro veřejnou potřebu před hydraulickým přetížením – povodí kmenové stoky C – ve staničení km 0,00 – 3,60.

Z výše uvedené specifikace funkcí je zřejmé, že se jedná o „víceúčelovou nádrž“ s vícekritériálním pohledem na optimální stanovení návrhového objemu. Pořadí ve kterém byly funkce této „víceúčelové nádrže“ popsány neodpovídá pořadí důležitosti, ale spíše logice a realizovatelné návaznosti provedených analýz posuzovaného vodohospodářského systému. Ten je popsán v následujícím textu. Požadované efekty na systém bylo nutno posuzovat a ověřovat pomocí kalibrovaného, matematického, deterministického simulačního modelu stokové sítě města Brna. V případě potřeby posouzení vlivu povodňových událostí v řece Ponávce na systém odvodnění města Brna bylo dokonce nutno model rozšířit o modelování povodí extravilánu (o plochou s rozlohou 37,38 km²).

B.1.7 Ověření potřeb akumulací objemu v souvislosti s PPO města Brna (vyhodnocení akumulace RN v závislosti na provozním účelu podle bodu - A)

Problematikou vyčíslení potřebného akumulací objemu RN ČM z pohledu PPO se zabývala samostatná studie „Ověření významu RN Červený mlýn z hlediska PPO města Brna“ (AQUA PROCON, 08/2020). Ze závěrů podrobných hydraulických analýz vyplynulo, že by „RN Červený mlýn“, s přispěním následně definovaných nápravných opatření, již nemusel být součástí protipovodňových staveb. RN ČM by pak nemusela být navrhována na akumulaci povrchových vod z extravilánu. Odstavení systému veřejné kanalizace od přítoku povrchových vod by představovalo nejen obrovský příspěvek pro snížení navrhovaného akumulací objemu, ale zabránilo též nežádoucímu přítoku balastních vod na ČOV v Modřicích.

Na zpracovanou studii navázala DÚR s názvem „Brno, Protipovodňová opatření Ponávka – Retenční nádrž Řečkovice (Šindlar s.r.o., 10/2021), která potvrdila její závěry a dále rozpracovala opatření pro zvýšení účinnosti protipovodňových opatření v povodí Ponávky - před jejím zaústěním do Štoly pod Lesnou. Hydraulický výpočet prokázal schopnost vodohospodářských zařízení zabezpečit PPO města Brna podél vodního toku Ponávky bez nutnosti využití RN Červený mlýn. Tuto nádrž proto nebude nutno dimenzovat na přítok povrchových vod z povodí vodního toku Ponávka. Nádrž se tak stává výhradně objektem, který bude součástí kanalizace pro veřejnou potřebu města Brna. Tohoto stavu bude dosaženo po realizaci opatření, které byly v DÚR definovány takto:

Rozdělovací komora Řečkovice (viz. RK Řečkovice – poloha výpočtového uzlu v příložené situaci)

Úpravy a výměna regulačních stavidel na rozdělovací komoře před RN Řečkovice. Úpravy na jmenovaném stávajícím objektu zabezpečí regulaci průtoku v korytě vedeném na obtoku podél pravobřežní hráze nádrže. Z hydraulického hlediska se jedná o regulaci průtoků v rozsahu od minimálních M-denních průtoků do průtoku $12,11 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Opravený, regulovatelný přeliv umožní odklonění povodňových průtoků do RN Řečkovice v rozsahu 0 až $15,83 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Rozdělení průtoku bude řízeno v závislosti na reálných průtocích, dosažených v těchto závěrových profilech: na soutoku Ponávky s Medláneckým potokem, ve Štole pod Lesnou a na dosažené výšce hladiny v Retenční nádrži Řečkovice. Suchá retenční nádrž RN Řečkovice musí být celým svým stávajícím objemem ($355\,254 \text{ m}^3$) k dispozici pouze pro PPO města Brna.

Úpravy na hrázi Retenční nádrže v Řečkovících

Výměna strojního vybavení a jeho doplnění o dálkové ovládání plnění a vypouštění nádrže v rozsahu 0 – $2,55 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Výpočtový uzel je v příloženém výkresu označen jako „SV Řečkovice“.

Rozdělovací komora Myslínova

Přítokový objekt do „Štoly pod Lesnou“ bude přestavěn a doplněn o automatické strojní zařízení, které zabezpečí separaci povodněmi unášených splavenin z povodí. Objekt bude dimenzován v souladu s návrhovou kapacitou štoly. V místě přítoku do štoly byla upřesněna hodnotou $13,97 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Poloha výše uvedených objektů je naznačena v příložené situační příloze. Veškeré výpočty byly shrnuty v příloze F – v uvedené DÚR. Samostatnou kapitolou a požadavkem na posuzovanou vodohospodářskou soustavu v předkládané DÚR je také „**Výběr a úprava monitorovaných míst a zabezpečení trvalého monitoringu vodního toku**“. Nezbytnou součástí systému bude také zabezpečení dálkového přenosu naměřených dat a pokynů pro řízení plnění a prázdnění RN Řečkovice v reálném čase, což je stěžejním požadavkem pro zabezpečení **Centrálního dispečinku provozovatele RN Řečkovice**.

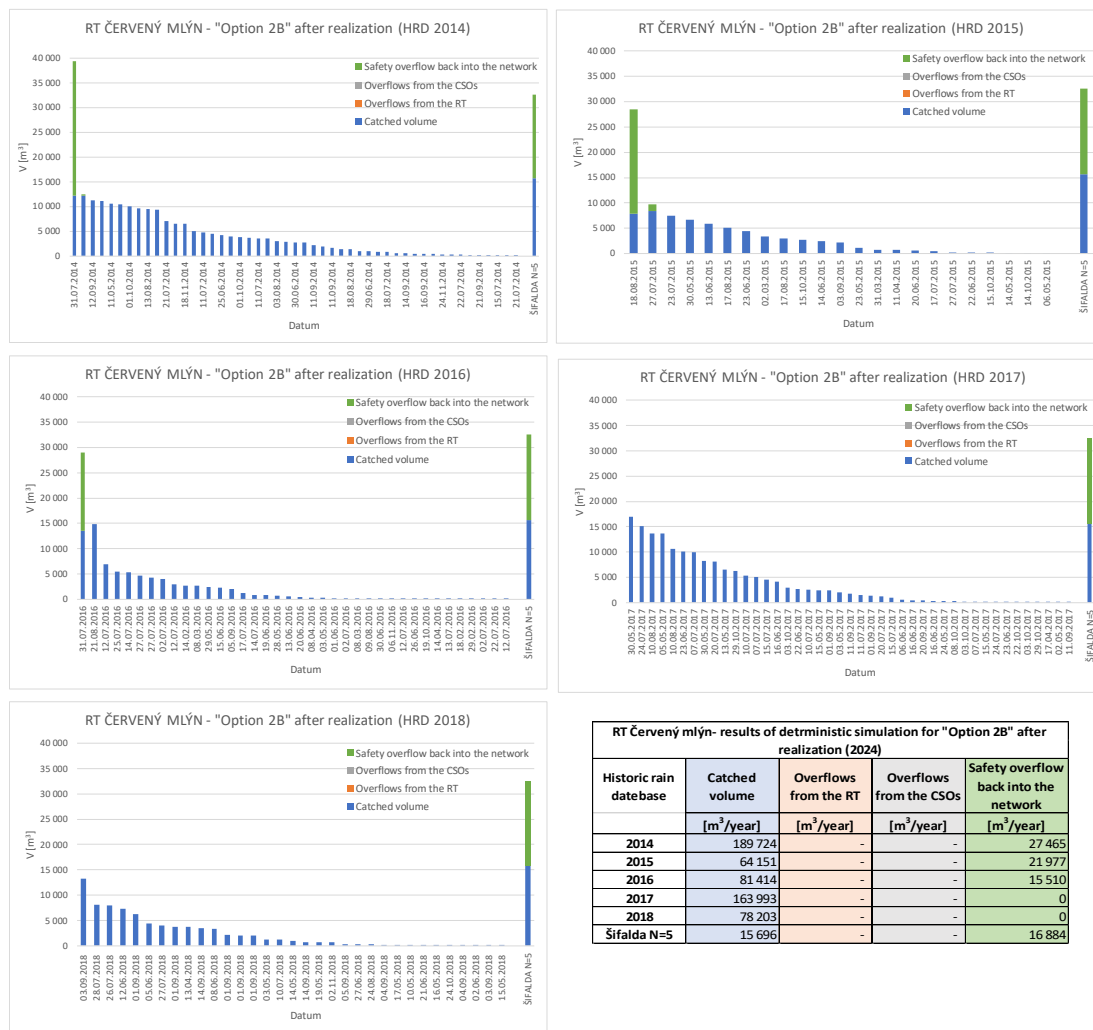
B.1.8 Snížení ekologických dopadů na podzemní vody v bezprostředním okolí RN Červený mlýn (provozní účel B)

Nově navržená, podzemní RN ČM z vodostavebního betonu, bude vybavena nejnovějšími prvky strojního vybavení pro automatický oplach, prázdnění a hydroseparaci shrabků a plavenin pomocí samočisticích česlí. Konstruktivní detaily a technické řešení je podrobně popsáno v následujících přílohách projektové dokumentace. Jejich realizací se zabráni veškerým estetickým problémům a ekologickým zátěžím, které bylo v minulosti možno sledovat v zatápěném prostoru nádrže. Podrobný popis těchto provozních problémů v prostoru stávající RN ČM je podrobně komentován ve Studii uskutečnitelnosti, v rámci kapitoly 4.4.5 – Dostavba kanalizace v Brně II (Sdružení Garnets – VRV, XI/2020).

B.1.9 Snížení vlivu emisí z jednotné kanalizace v povodí kmenové stoky C na recipient (Vyhodnocení provozního účelu C)

Problematikou návrhu potřebného akumulačního objemu RN ČM z pohledu ekologických dopadů na hydrosféru se zabývalo několik samostatných studií a byl též tématem aktualizovaného Generelu odvodnění města Brna v rámci „Správy Generelu“ (MMB OÚPR, 2009 -trvá). Souhrn dosažených poznatků a jejich sub-optimalizace byl soustředěn do Studie uskutečnitelnosti, pro projekt Dostavba kanalizace v Brně II. Předkládané výstupy studie byly velmi detailně konzultovány s příslušnými úřady v rámci procesu schvalování přidělení dotačního titulu z fondů EU. Retenční nádrž a její akumulační objem není možno z ekologického pohledu chápat jako samostatný prvek systému, který by nezávisle ovlivňoval pouze vypouštění látkového znečištění na nejbližší odlehčovací komoře. Tou je v daném případě OK C01 Vlhká. Průměrné roční množství vypouštěné odpadní vody z této OK činí v současném stavu $14\,433 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$. Tento objem představuje pouze 1,5 % podíl veškerých odpadních vod vypouštěných bez čištění z brněnské kanalizace. K absolutnímu

zamezení vypouštěných odpadních vod z OK C01 za epizody z 31. 7. 2004 by zabránila až instalace 40 000 m³ retenčního objemu. Jak doložila statistická analýza dlouhodobých simulací, řešení nelze zaměřit pouze na zájmy řešeného subpovodí kmenové stoky C. Je nutno ho optimalizovat z pohledu hydrosféry města Brna. Již zachycení 5 000 až 10 000 m³, v průběhu každé srážkové epizody, významným způsobem napomáhá zpoždění průtoku odpadních vod systémem. To samozřejmě napomáhá dosažení vyššího podílu zachycení látkového znečištění v odpadních vodách a umožní jejich čištění na ČOV v Modřicích.



Obr 2: Vyhodnocení zachycených objemů v retenční nádrži Červený mlýn pomocí dlouhodobé simulace

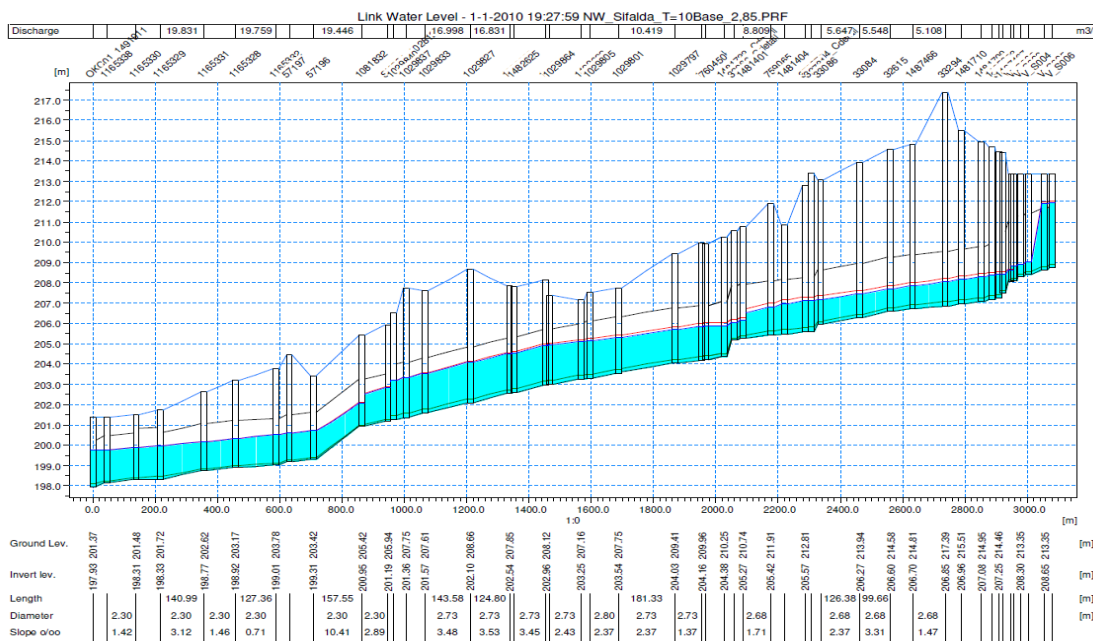
Jak dokládají obrazové a tabulkové přílohy obsažené ve zmíněné Studii uskutečnitelnosti (viz Obr.2), převážná většina v současnosti zachycených objemů v případech do RN ČM nepřesahuje 15 000 m³. Tento objem se také z pohledu investičních nákladů jeví jako limitní. Tato hodnota byla stanovena pomocí porovnání nákladů nezbytných pro odstranění obdobného podílu látkového znečištění v rámci jiných lokalit města Brna, ve kterých byla retenční nádrž již realizována nebo by ji bylo možné realizovat. V rámci zpracovávané studie bylo vzájemně porovnáno velké množství variant možných technických řešení pro umístění retenčních nádrží, které by z ekologického hlediska měly „srovnatelně příznivý“ dopad na hydrosféru. Tímto deterministickým, optimalizačním přístupem bylo pro posuzovanou polohu prokázáno, že horní hranicí efektivity je objem 15 000 m³. Případné hrozby výskytu extrémních srážek v budoucnosti, v rámci sledovaných klimatických změn, mají být v duchu strategie rozvoje městského odvodnění eliminovány instalací tzv. „Zelených opatření“. Jejich důsledná implementace bude vyžadována zejména v rozvojových plochách. Úplné znění a popis porovnávaných scénářů a citovaných závěrů je možno vyhledat v textové části zmíněné Studie uskutečnitelnosti.

B.1.10 Ochrana kanalizace pro veřejnou potřebu před hydraulickým přetížením – povodí kmenové stoky C (vyhodnocení provozního účelu D)

Pro návrh retenčního objemu z pohledu prověření potřeb plnění funkce podle bodu D je rozhodující vyhodnocení průtokových poměrů od nátoky do RN ČM, přes vyhodnocení řízení průtoku v RN ČM po odlehčovací komoru OK C1 Vlhká, v závislosti na navrhovaném objemu v retenční nádrži.

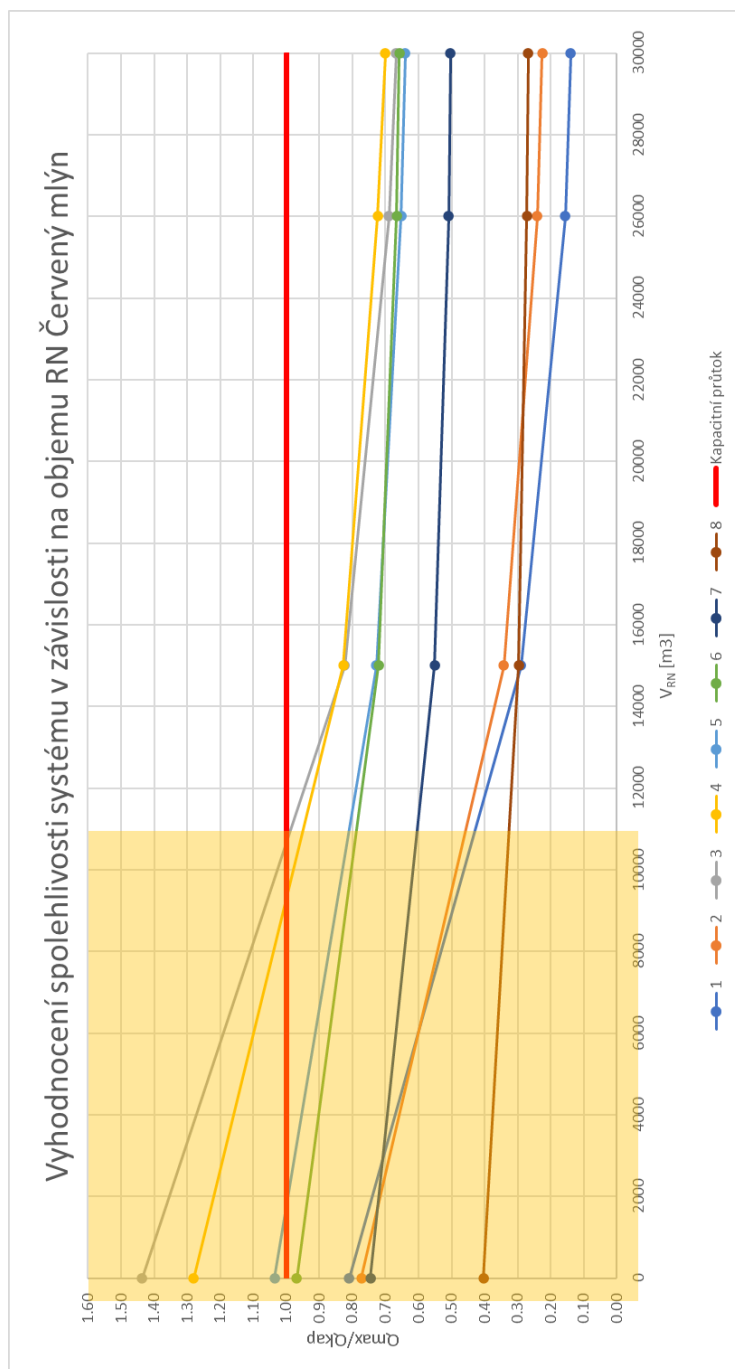
Pro předkládanou studii byl použit aktualizovaný, numerický model zájmového území, který byl též využit pro potřeby projektu „Ověření významu RN Červený mlýn z hlediska PPO města Brna“ (AQUA PROCON, 08/2020). V daném případě již nebylo nutno připojovat extravilánové území. Jednalo se tedy o posouzení zájmového území o celkové rozloze 10,61 km². Přesné určení retenčního objemu v nádrži vede přes dlouhodobou simulaci a následné statistické vyhodnocení provozní, hydraulické spolehlivosti stokové sítě v povodí kmenové stoky C pod RN ČM. V rámci Studie uskutečnitelnosti byl systém vyhodnocen pro roky 2014 až 2018. V rámci tak rozsáhlého množství vyhodnocovaných dat není snadné analýzu návrhu potřeby retenčního objemu v RN prezentovat. Pro názornější zobrazení uvedené metodiky je možno její výstupy zjednodušeně prezentovat na epizodní simulaci s využitím návrhového deště pro Brno, $p = 0,5 \text{ rok}^{-1}$. Tímto návrhovým deštěm byla zatížena zájmová oblast s postupným navyšováním retenčního objemu v RN. Jednalo se o objemy 0 m³, 15 000, 26 000 a 30 000 m³. Z těchto simulací je možno vytěžit výsledky hydraulických simulací pro reprezentativní výpočtové uzly. Výsledky jsou soustředěny v tabulce 1. Rozmístění reprezentativních výpočtových uzlů na posuzovaném úseku kmenové stoky zobrazuje přiložená situace řešeného zájmového území. Dosažené zatížení kmenové stoky C v posuzovaném úseku pro uvažovaný retenční objem 15 000 m³ je zobrazen v Obr. 3 pro rizikový scénář $p = 0,1 \text{ rok}^{-1}$ (tedy pro 10-letou návrhovou srážku).

Obr. 3. Podélný profil s vyznačením hydrodynamické hladiny pro návrhový scénář 15 000 m³ v RN ČM



Tab. 1 Výsledky epizodních simulací ve vybraných, reprezentativních výpočtových uzlech mat. modelu

návrhový objem v RN ČM	1		2		3		4		5		6		7		8	
	H_{max}/D	Q_{max}/Q_{kap}	H_{max}/D	Q_{max}/Q_{kap}	H_{max}/D	Q_{max}/Q_{kap}	H_{max}/D	Q_{max}/Q_{kap}	H_{max}/D	Q_{max}/Q_{kap}	H_{max}/D	Q_{max}/Q_{kap}	H_{max}/D	Q_{max}/Q_{kap}	H_{max}/D	Q_{max}/Q_{kap}
m ³	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
30 000	0.35	0.14	0.37	0.23	0.51	0.67	0.53	0.70	0.57	0.64	0.57	0.66	0.48	0.50	0.59	0.27
26 000	0.36	0.16	0.38	0.24	0.52	0.69	0.54	0.72	0.58	0.65	0.57	0.67	0.48	0.51	0.59	0.27
15 000	0.44	0.29	0.45	0.34	0.57	0.82	0.59	0.83	0.62	0.73	0.61	0.72	0.51	0.55	0.61	0.30
-	0.73	0.81	0.74	0.77	0.79	1.44	0.79	1.28	0.81	1.04	0.74	0.97	0.62	0.75	0.69	0.40



Graf 1 Vyhodnocení minimálního retenčního objemu v RN Červený mlýn s ohledem na hydraulickou spolehlivost posuzovaného systému

Ve vybraných výpočtových uzlech (body 1 až 8) lze z výsledků epizodních simulací pomocí dvouleté návrhové srážky určit vzájemně porovnatelné, bezrozměrné kritérium. Tím může být poměr mezi kulminačním průtokem (ovlivněný velikostí instalované retenční nádrže) s kapacitními možnostmi v posuzovaném místě stokové sítě (Q_{max}/Q_{kap}). Výsledek provedených analýz přehledně zobrazuje Graf 1. Jedná se o prezentaci vyhodnocení vývoje hydraulické spolehlivosti v závislosti na instalovaném retenčním objemu v posuzované RN ČM. Lomená čára vyhodnocuje trend této závislosti pro každý vybraný uzel na posuzované síti (v uzlech 1 až 8). Správně fungující systém by měl mít pro posuzovaný návrhový scénář všechny body pod červenou vodorovnou čarou. Tedy pod kapacitním limitem každého posuzovaného místa ($Q_{max}/Q_{kap} \leq 1$). V grafu je

vyznačena oblast, pro kterou není návrhová podmínka splněna. Odečtem hodnot na osy x plyne, že se jedná o oblast navrhovaných retenčních objemů 0 – 11.000 m³. Z grafu je patrné, že obě porovnávané varianty 15.000 i 26.000 m³ splňují požadavky kladené na hydraulickou spolehlivost posuzované sítě. Z grafu je také patrné, že objem RN ČM by měl být vyšší než 11.000 m³. Horní hranice tohoto intervalu je závislá na ekonomických možnostech investora či na jiném relevantním výběrovém kritériu.

B.1.11 Závěr

V předkládané zprávě jsou přehledně shrnuty výstupy hydrologicko – hydraulických analýz, které popisují nebo odkazují na provedené výpočty, které bylo nutno provést a které vedou k odůvodnění požadovaného objemu pro zabezpečení funkce bezpečného odvádění odpadních vod v posuzovaném systému. Jako optimální provozní objem se v určeném výpočtovém uzlu (RN Červený mlýn) jeví objem 15 000 m³. V podstatě byl tento objem nalezen pomocí kritériální funkce, která hledá průsečík doporučeného objemu z pohledu požadované hydraulické spolehlivosti a doporučeného investičního nákladu, který odpovídá nákladům na odstranění shodného, ročního látkového znečištění jinými prostředky, či stejným objemem v jiné lokalitě. Zbývající dvě řešené oblasti provozních potřeb (z pohledu provozního účelu - A a B) bylo možné, po ověření míry jejich reálného rizika, z kritériální funkce vědomě vyloučit.

Veškeré potřebné funkce víceúčelové nádrže umožní splnit železobetonová, krytá, podzemní nádrž s akumulačním objemem 15 000 m³ s možností jejího řízeného plnění a prázdnění, s přispěním prostředků PM RTC.

