

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

OBOR VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ A VODNÍ STAVBY

KATEDRA HYDROMELIORACÍ A KRAJINNÉHO INŽENÝRSTVÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Studie vodního hospodářství v areálu kláštera Drasty

Evaluation of water management at the location of Drasty monastery

Jáchym Rykl

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Martin Šanda, Ph.D.



Praha 2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

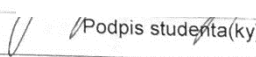
I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Rykl	Jméno: Jáchym	Osobní číslo: 468194
Zadávající katedra: K143, Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Studie vodního hospodářství v areálu kláštera Drasty	
Název bakalářské práce anglicky: Evaluation of water management at the location of Drasty monastery	
Pokyny pro vypracování: Na základě archivovaných dat denních srážek (Praha 6, Podbaba) a dat srážek a teplot (ČVUT v Praze, UCEEB Buštěhrad) zhodnoťte hydrologickou situaci v lokalitě vznikajícího kláštera Drasty, Praha-východ. Stanovte základní hydrologickou bilanci lokality a navrhněte možný způsob využití odpadních vod pro zásobování vodní zahrady na pozemku SV od areálu kláštera. Navrhněte rámcově řešení vodních prvků v terénu a režim nakládání s odpadní vodou. Zhodnoťte též režim využití zhotovených akumulčních nádrží v kontextu sběrných ploch na střechách a plochách objektů, nádvoří a zjistěte případné možnosti kombinace vod srážkových a odpadních pro provoz vodní zahrady resp. pro závlahu zahrady produkční, především ve vegetačním období.	
Seznam doporučené literatury: projektová dokumentace pro rekonstrukci a výstavbu kláštera, topografické mapy lokality	
Jméno vedoucího bakalářské práce: doc. Ing. Martin Šanda, Ph.D.	
Datum zadání bakalářské práce: 17.2.2020	Termín odevzdání bakalářské práce: 17.5.2020
<small>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</small>	
 Podpis vedoucího práce	 Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.</i>	
<u>25.2.2020</u> Datum převzetí zadání	 Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Studie vodního hospodářství v areálu kláštera Drasty“ vypracoval samostatně a použil jen literaturu a prameny, které cituji v přiložené bibliografii.

Souhlasím s užitím tohoto díla v souladu s § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze, dne 18. května 2020

.....
Jáchym Rykl

Chtěl bych poděkovat všem, kteří mi pomohli s vypracováním této práce a díky nimž jsem ji zvládl dopsat v klidu a pokoji, což považuji za malý zázrak. Jmenovitě chci poděkovat své manželce Sárce, která mě po celou dobu podporovala a povzbuzovala, dále panu doc. Martinovi Šandovi za vedení této práce, vstřícný a ochotný přístup a výbornou komunikaci a konzultace i v době pandemie. V neposlední řadě bych také rád poděkoval panu Ing. Luboši Vondrovi za poskytnutí veškeré dostupné projektové dokumentace areálu kláštera a za vstřícný přístup a konzultaci některých technických řešení. Děkuji.

Anotace

Budovaný areál kláštera bosých karmelitek v Drastech se nachází na místě bývalého zemědělského statku a jeho přilehlých pozemků, kde nyní řádové sestry budují celý komplex budov, pěstebních zahrad, parku, lesa atd. V současnosti je vypracován projekt dešťové a splaškové kanalizace, nicméně v projektu nejsou zaneseny žádné okrasné vodní prvky v parku a veškerá zachycená dešťová voda je počítána na závlahu pěstebních zahrad. Uprostřed komplexu budov je studna, která je ale jediným zdrojem vody pro celý klášter. Zkoušky vydatnosti se ukázaly být dobré, nicméně při stavbě a intenzivním odběru v kombinaci s nízkými srážkovými úhrny v minulých letech došlo k poklesu hladiny podzemní vody a tudíž bude zapotřebí efektivního hospodaření s vodou v celém komplexu.

Cílem této studie je zvážit možná řešení hospodaření s veškerou vodou v komplexu kláštera, to znamená se zachycenou dešťovou vodou i s vyčištěnou vodou z ČOV, a stanovit množství těchto vod včetně ztrát výparem z vodních ploch a výpočtem vláhových potřeb rostlin na pěstebních zahradách. Výsledkem práce je dále návrh trasy potůčku a vodních ploch v parku, návrh čerpadla k tomuto vodnímu prvku a specifikace možných scénářů, aby bylo zajištěno dostatečné množství vody na závlahu a v okrasném vodním prvku a naopak při jejím přebytku uložení do akumulčních nádrží či její přímý odtok do recipientu.

Klíčová slova: výpar, vláhová potřeba, vodní hospodářství, akumulace, bezpečnostní přeliv, okrasný vodní prvek

Summary

The premises in construction of Barefoot Carmelites monastery is located within the former farmyard and together with surrounding grounds is becoming to be a complex consisting of monastery, chapel, accommodation and service buildings, gardens, park, forest etc. Currently the project of wastewater and rainwater drainage was completed, but there are no water elements in the park now and all accumulated rainwater is planned for garden watering only. The wastewater is treated in a local home wastewater treatment plant. The well as the only water source for use including drinking is located in the middle of the monastery. In this well, a yield test was performed and the results suggested sufficient supply, however through the construction of the monastery buildings the groundwater level has dropped and therefore responsible water management is needed.

The goal of this study is to consider possible solutions of efficient water management in the complex, which means to evaluate the volume of accumulated rainwater, daily production of wastewater, evaporation from the water surface of ponds and the stream and to determine the required volume of water for watering the gardens. Complementary tasks require design of the ponds and stream trace, pumping requirements and assessment of possible scenarios (lack of water, excess of water) and water management decision.

Key words: evaporation, water requirement, water accumulation, water management, emergency spillway, decorative water element

Obsah

Prohlášení	3
Anotace.....	5
Summary	5
1. Úvod.....	9
1.1. Historie řádu bosých karmelitek	9
2. Popis lokality	11
3. Meteorologická data a měření	13
3.1. Zdroje a přesnost dat.....	13
3.2. Průměrné roční úhrny srážek	14
3.3. Průměrné teploty	14
4. Dešťová voda a její využití.....	15
4.1. Úhrn srážek.....	15
4.2. Sběrné plochy a zachycený objem vody za rok.....	15
4.3. Intenzita návrhové srážky	16
4.4. Využití dešťové vody pro zálivku	18
Orientační výpočet potřebného objemu pro zálivku podle měsíců - výpočet vláhové potřeby základních rostlin	18
4.5. Další možné využití dešťové vody.....	21
Stávající návrh - přeliv a odtok do recipientu.....	21
Návrh zasakování přebytečné dešťové vody.....	21
5. Odpadní voda a její využití.....	23
5.1. Popis ČOV	23
5.2. Stávající a nový návrh nakládání s vyčištěnou odpadní vodou.....	25
6. Návrh okrasného vodního prvku	25
6.1. Vstupní požadavky	25
6.2. Vodní plochy	26
Výpočet výparu z vodní plochy.....	26
Výpočet maximální plochy vodních prvků na základě ztrát vody výparem a produkce ČOV	27
6.3. Konstrukce a celkové schéma	28
Celkové schéma okrasného vodního prvku.....	28
Základní skladba materiálů zahradních jezírek a jejich realizace	28

Potůček.....	30
Dolní jezírko	32
Čerpadlo.....	34
Přepad z akumulární nádrže – betonový žlab	37
Vhodné rostliny	40
Závěr	44
Přílohy.....	48

1. Úvod

Tato práce pojednává o hospodaření s vodou v areálu nově vznikajícího kláštera řádu bosých karmelitek v Drastech. Cílem je navrhnout a popsat efektivní hospodaření s vodami dešťovými a vyčištěnými splaškovými, jejich využití na zálivku a provoz okrasných vodních prvků a také zjednodušený návrh těchto prvků. Dále se zabývá přibližným stanovením výparu vody z vodních ploch, stanovením množství zachycené dešťové vody a vláhové potřeby pro pěstované plodiny.

V současné době je klášter ve výstavbě, ale dešťová kanalizace, jímky na zachycenou vodu, splašková kanalizace a ČOV jsou již vybudovány. Proto návrh okrasných vodních prvků počítá se stávajícím stavem a je koncipován tak, aby jeho řešení vyhovovalo daným kritériím, což jsou mimo jiné co nejnižší energetická náročnost, zároveň estetičnost a zasazení do stávajícího architektonického návrhu areálu. Výzvou je bezpochyby vypracování jakéhosi manipulačního řádu celého systému a postihnoutí všech možných klimatických scénářů pro co nejlepší využití vody; aby jí bylo dostatek na zálivku v suchých měsících a naopak aby nezpůsobila žádné problémy ve vodných obdobích.

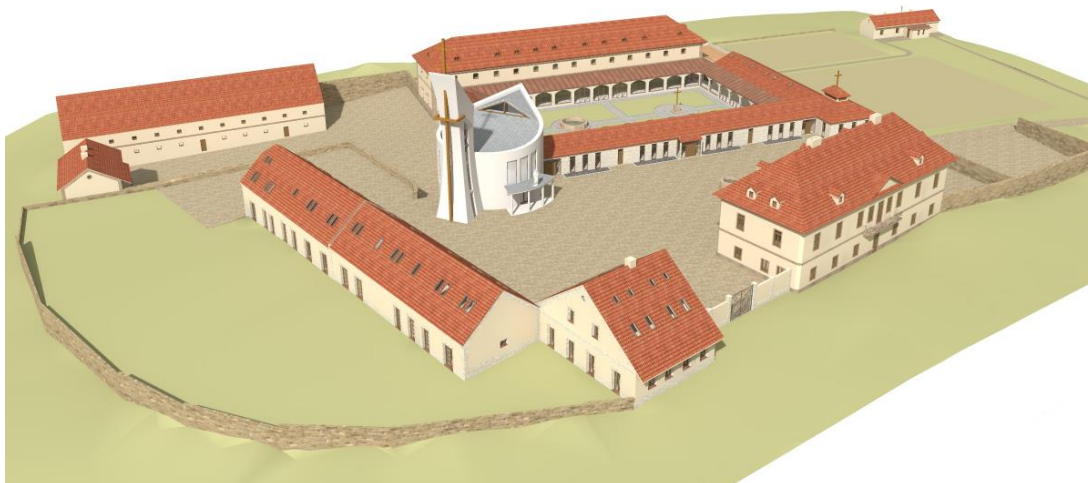
1.1. Historie řádu bosých karmelitek

Ačkoliv je práce zaměřená na technická řešení vodohospodářského problému, za zmínku určitě stojí - alespoň stručně - historie řádu sester pro lepší pochopení kompozičního řešení komplexu a pro rozšíření vědomostí čtenáře.

Historie řádu bosých karmelitánů sahá do 16. století. Vznikl ve Španělsku reformou karmelitánského řádu. Za hlavní zakladatele jsou považováni sv. Terezie z Avily a sv. Jan od Kříže. Roku 1535 vstoupila Terezie do karmelitánského kláštera v Avile, nicméně kvůli své nemoci se nemohla plnohodnotně účastnit řeholnických prací. Z tohoto důvodu však měla více času se věnovat tzv. kontemplativní modlitbě a její touha po větším prostoru v této oblasti se přetavila v návrat k původní řeholi karmelitánského řádu a následné oddělení od karmelitánů starší observance. Spiritualita řádu stojí kromě všeobecných křesťanských zásad také na životě vnitřní modlitby a životě podle konstitucí a díla jeho zakladatelů (1).

Jak již bylo zmíněno, jedná se o řád kontemplativní, posláním řádu je modlitba za církev, svět a spásu všech lidí. Pro tyto účely sestrám přestal vyhovovat nynější klášter na

Hradčanském náměstí kvůli ruchu a tudíž nedostačujícím podmínkám pro modlitby a meditaci. Proto se po delším hledání vhodného místa rozhodly právě pro Drasty. Ty jsou svou polohou a dostupností z Prahy vyhovující a navíc jsou velmi klidným místem, což byla jedna z hlavních podmínek pro nerušené vykonávání služby. Cílem je tedy vytvořit klidné, pokojné a povznášející místo, které bude sloužit jak řeholnímu životu sester, tak i veřejnosti. Z tohoto důvodu je kladen důraz na architektonické řešení nejen budov, ale i parku, rozprostírajícího se na značně rozlehlé ploše pod klášterem, kde bude mimo jiné vysázena alej, vybudovány stezky pro pochůzky a okrasné vodní prvky.



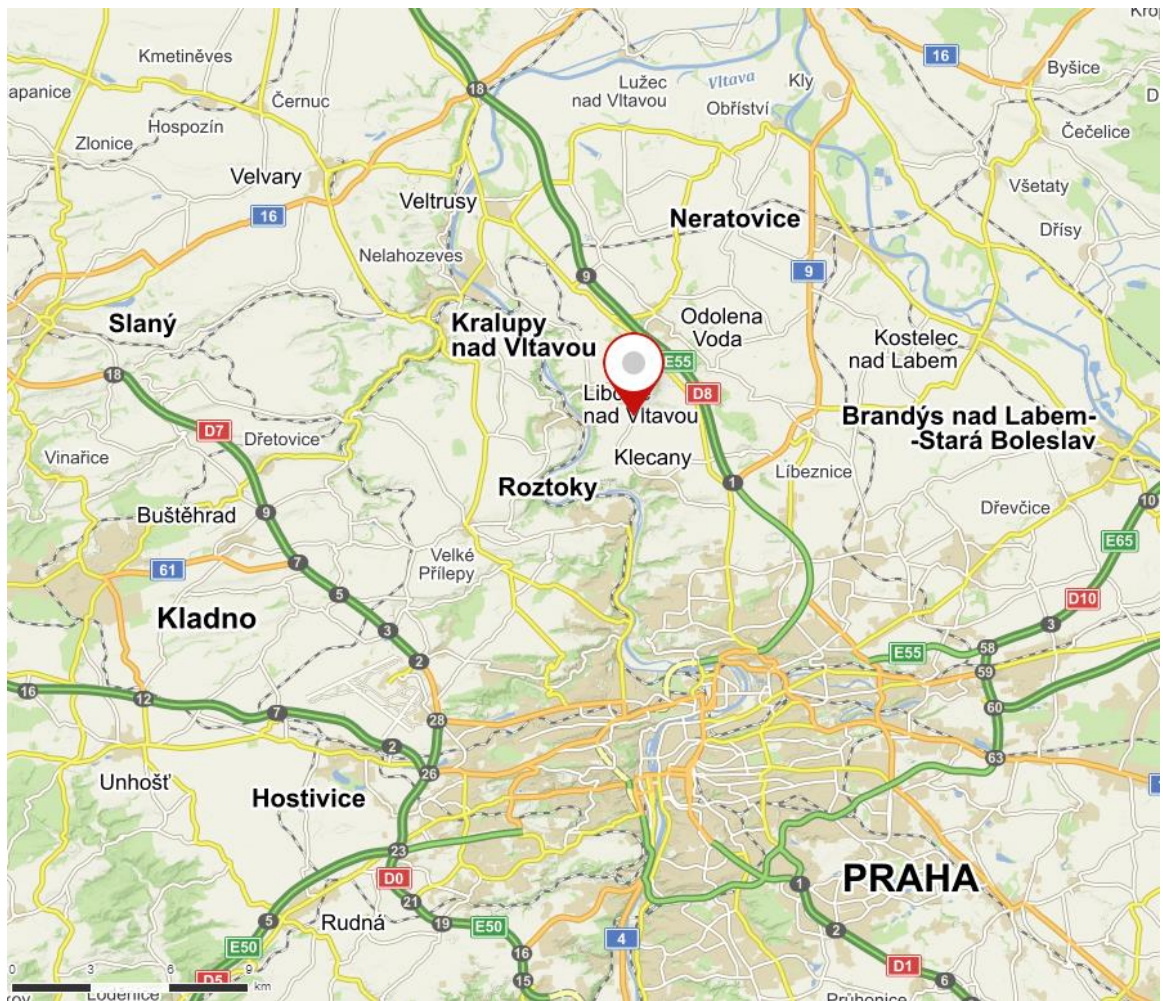
Obr. 1: Vizualizace kláštera (Zdroj: architektonický ateliér AV 19, s.r.o.)

2. Popis lokality

„Drasty jsou vesnice, částí města Klecany v okrese Praha-východ. Nachází se asi 1 kilometr jižně od vesnice Vodochody, v nadmořské výšce 300 až 320 metrů. První písemná zmínka o Drastech pochází z roku 1305; v té době byl majitelem osady jistý Mladota. Další zmínka je z roku 1316 kdy byl učiněn záznam v půhonní knize o sporu mezi Domaslavem z Drast a Mladoněm z Klecan. Z roku 1385 pochází zápis z Desek zemských, tehdy královský lovcí Ctibor Tlama prodal tvrz pražskému měšťanu, mistru Janovi, od něž ji roku 1415 koupil královský kuchař Hanuš Frank a roku 1437 Jošt z Kačice. O tvrzi existují písemné záznamy až do roku 1482, kdy byl zaznamenán poslední majitel Jiří Chmelický z Chmelic. Dnes se v osadě nachází zemědělská usedlost, rybník a asi dvě desítky domů. Počátkem roku 2018 pozemky s usedlostí zakoupily sestry z kláštera řádu bosých karmelitek z Prahy-Hradčan; od konce roku 2018 začaly zpustlé objekty adaptovat na své nové klidné sídlo.“ (převzato z (2))

„Dvůr je od r. 1958 kulturní památkou, podléhá tedy památkové ochraně. Dvůr bude rozdělený na horní část určenou pro veřejnost, pro hosty a návštěvníky, a dolní část, která bude tvořit hospodářské zázemí pro provoz kláštera. Součástí areálu kláštera bude – kromě samotné klášterní kvadratury s kaplí – dům pro hosty, dům pro správce, bytový dům a poustevna. Všem příchozím bude sloužit veřejný lesopark. Součástí prostoru sester bude pás zeleně okolo kláštera, kde bude jejich pěstební zahrada, ovocný sad, louka a les. V areálu bude postavena nově zbudovaná kaple, zasvěcená sv. Terezii z Avily.“ (převzato z (3))

Louka, patřící k areálu, je tzv. pramenní nivou Máslovického potoka, nicméně voda zde vidět není, hladina podzemní vody je zaklesnutá přibližně dva metry pod povrchem a Máslovický potok fyzicky pramení až v rybníčku pod silnicí.



Obr. 2: Drasty (Zdroj: <http://mapy.cz/zakladni?x=14.3958315&y=50.1936620&z=13&source=ward&id=4463>)



Obr. 3: Celkový pohled na klášter a okolí, vizualizace, pohled ze SV strany (Zdroj: architektonický ateliér AV 19, s.r.o.)

3. Meteorologická data a měření

3.1. Zdroje a přesnost dat

Pro stanovení množství zachycené dešťové vody, stanovení výparu z vodních ploch a vláhové potřeby byla použita data z co nejlépe odpovídajících lokalit v okolí Drast, jelikož přesná data z lokality Drasty k dispozici nejsou. Srážkové úhrny poskytl Výzkumný ústav vodohospodářský (VÚV) T. G. Masaryka v Praze-Podbabě, průměrné měsíční srážkové úhrny a teploty pro Středočeský kraj byly převzaty z veřejně přístupných dat ČHMÚ (4) a podrobná data teplot a srážkových úhrnů poskytlo Univerzitní centrum energeticky efektivních budov ČVUT (UCEEB) dokonce v minutovém kroku. Z těchto dat byly vypočteny váženým průměrem hodnoty v následujícím poměru v závislosti na vzdálenosti zdroje dat od obce Drasty. U dat z ČHMÚ byla počítána vzdálenost obce Drasty od pomyslného těžiště Středočeského kraje.

Vzdálenosti od obce Drasty:

1. Pomyslné těžiště Středočeského kraje: 24 km
2. VÚV v Praze-Podbabě: 9 km
3. UCEEB Buštěhrad: 17 km

$$SÚ_{výsledný} = \frac{1224}{259} * \left(\frac{1}{9} SÚ_{VÚV} + \frac{1}{17} SÚ_{UCEEB} + \frac{1}{24} SÚ_{ČHMÚ} \right) \quad (3.1)$$

$$T_{výsledná} = \frac{408}{41} * \left(\frac{1}{17} T_{UCEEB} + \frac{1}{24} T_{ČHMÚ} \right) \quad (3.2)$$

kde

SÚ – srážkový úhrn [mm/rok],

T – Teplota [°C]

Zlomky před závorkami jsou obrácenými hodnotami sečtených zlomků v závorkách, aby tak byl vyrovnán vážený průměr hodnot, tj. $\frac{1}{9} + \frac{1}{17} + \frac{1}{24} = \frac{259}{1224}$ a obdobně $\frac{1}{17} + \frac{1}{24} = \frac{41}{408}$.

Pozn.: Z finančních a organizačních důvodů nebylo možno použít data z UJV Řež a z letiště Aero Vodochody, což by byly nejbližší zdroje dat. Celkové uvolnění denních dat srážek a teplot ze záznamů stanic ČHMÚ proběhlo bohužel až v závěru zpracování této práce. Pro

účely této práce (hrubý odhad velikosti vodních ploch na základě výparu a maximální zadržovaný objem dešťové vody na zálivku) však postačí zdroje dat, které byly výše uvedeny.

3.2. Průměrné roční úhrny srážek

Průměrné roční úhrny srážek byly vypočteny váženým průměrem z dat VÚV, ČHMÚ A UCEEB.

Tab. 1: Roční srážkové úhrny v mm/rok

ROK	UCEEB	VÚV	ČHMÚ	ČHMÚ průměr (1981-2010)	SÚ ^{Výsledný}
2015	335,6	350,7	459	587	363,7
2016	379,0	522,8	535	587	476,9
2017	421,0	561,9	615	587	523,8
2018	313,7	419,1	423	587	384,6
2019	318,7	451,4	519	587	418,4
Průměr	353,6	461,2	510,2	587	433,5

3.3. Průměrné teploty

Průměrné teploty posledních 5 let byly převzaty z dat ČHMÚ a UCEEB, viz:

Tab. 2: Průměrné měsíční teploty ve °C

UCEEB	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Roční průměr
2015	2,0	0,7	5,4	9,1	13,8	16,8	21,8	22,9	14,5	8,5	7,2	5,7	10,7
2016	-0,1	3,6	4,3	9,0	14,5	18,7	20,4	19,1	18,2	8,6	3,4	1,1	10,1
2017	-4,8	2,1	7,6	8,1	15,3	19,6	20,0	20,1	13,2	11,1	4,7	1,9	9,9
2018	3,2	-2,5	1,6	14,1	17,2	18,8	22,0	22,5	16,7	11,2	4,5	2,9	11,0
2019	-0,2	3,5	7,3	10,6	12,1	22,7	21,0	20,7	15,3	11,0	5,8	3,1	11,1
Průměr	0,0	1,5	5,3	10,2	14,6	19,3	21,0	21,0	15,6	10,1	5,1	2,9	10,6
ČHMÚ	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Roční průměr
2015	1,9	0,6	4,9	8,5	13,3	16,6	20,9	22,2	13,7	8,4	6,6	5	10,2
2016	-0,4	3,6	4,0	8,3	14,2	17,8	19,3	17,9	16,8	8,2	3,1	0,5	9,4
2017	-5,0	1,8	6,7	7,7	14,5	18,8	19,2	19,2	12,4	10,4	4,5	1,7	9,3
2018	2,9	-2,6	1,5	13,3	16,9	18,2	20,8	21,5	15,3	10,5	4,6	2,4	10,4
2019	-0,5	2,3	6,5	10,0	11,4	21,5	19,8	19,5	14,1	9,8	5,8	2,7	10,2
Průměr	-0,2	1,14	4,72	9,56	14,1	18,6	20,0	20,1	14,5	9,46	4,92	2,46	9,9

Výsledné teploty přepočítané váženým průměrem jsou vypočteny v kapitole 6.2 Vodní plochy.

4. Dešťová voda a její využití

4.1. Úhrn srážek

V Tab. 1 byl dle váženého průměru ze tří stanic vypočten průměrný možný očekávaný roční úhrn srážek 433,5 mm/rok. Je možné, že je tato hodnota značně podhodnocená, jelikož dlouhodobý roční úhrn srážek pro Středočeský kraj dle ČHMÚ je 587 mm/rok (4), nicméně hodnota 433,5 mm/rok vychází z posledních 5 let, jejichž trend je výrazněji sušší a proto pro výpočet objemu zachycené dešťové vody bude uvažována tato nižší hodnota, která je z hlediska disponibilního objemu vody na zálivku na straně bezpečnosti.

4.2. Sběrné plochy a zachycený objem vody za rok

Pro určení objemu zachycené dešťové vody byla použita metoda sběrných ploch, kterými byly v tomto případě výhradně střechy objektů, s objemem vody z nádvoří a cest se počítá pouze pro dimenzování bezpečnostního přelivu jezírka (viz dále) a pro kontrolu sítě dešťové kanalizace.

$$V = A * SÚ_{roční} * \Psi = 3927 * 0,4335 * 1 = 1\,702,35 \text{ m}^3 \quad (4.1)$$

kde

$A = 3927 \text{ m}^2$ - plocha střech

$\Psi = 1,0$ - součinitel odtoku dle ČSN 75 9010 pro střechy s nepropustnou horní vrstvou a sklonem více než 5 %

$SÚ_{roční} = 433,5 \text{ mm/rok}$ - roční srážkový úhrn

V - maximální objem dešťové vody na akumulaci za rok

Celková plocha těchto sběrných ploch byla určena na základě prováděcí dokumentace, poskytnuté firmou EASY CMP s.r.o. pod vedením projektového manažera projektu Ing. Luboše Vondry ve spolupráci s architektonickou firmou AV 19, s.r.o. V Tab. 3 jsou vypočteny možné objemy pro akumulaci v daných měsících:

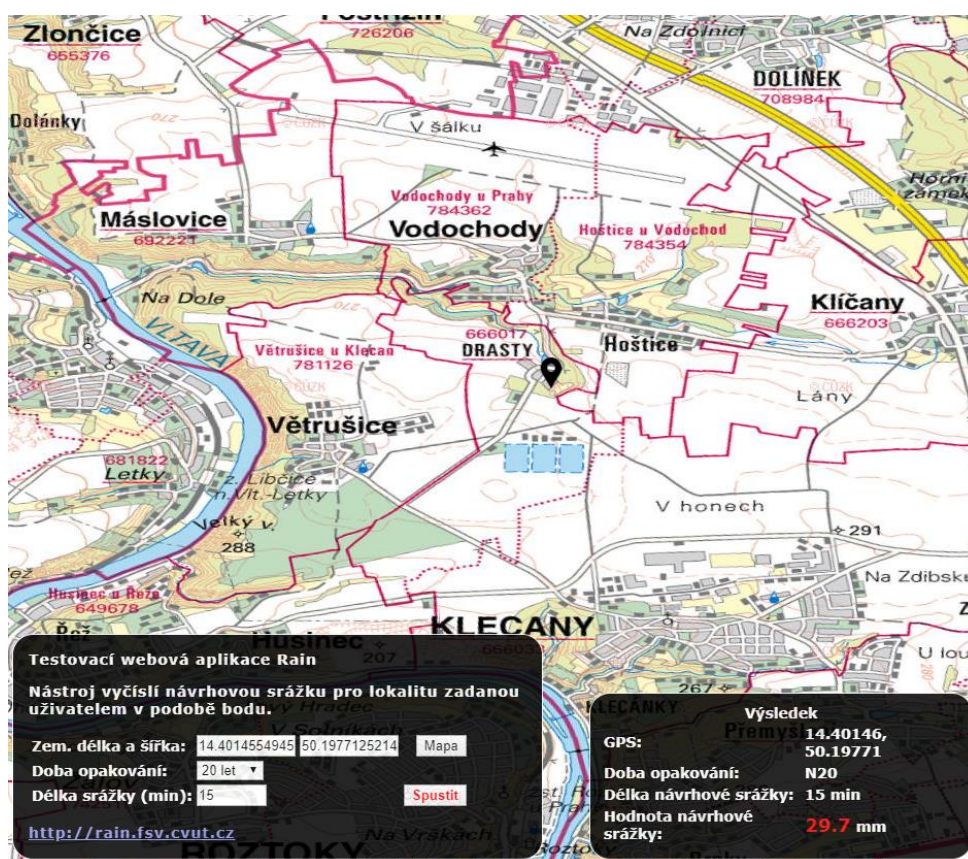
Tab. 3: Měsíční srážkové úhrny ($SÚ_{\text{výsledný}}$ – vážený průměr srážkových úhrnů z dat ČHMÚ, VÚV A UCEEB) a maximální možné zachycené objemy vody

MĚSÍC	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
$SÚ_{\text{výsledný}}$ [mm]	17,84	16,52	28,58	32,19	45,69	71,16	35,63	60,31	32,86	44,09	25,45	23,12
V [m ³]	51,75	47,91	82,87	93,34	132,49	206,37	103,32	174,90	95,28	127,85	73,80	67,05

Akumulovaná voda bude využívána především pro zálivku, proto nejdůležitější jsou hodnoty akumulovaných objemů ve vegetačním období, tj. období od dubna do konce září. Nevyužitá voda ale proteče systémem akumulačních nádrží a přes bezpečnostní přeliv v poslední nádrži odeče do spodního jezírka, viz příloha č. 4 - Situace objektů vodního hospodářství. Pomůže tak výměně vody v nádržích, aby zde voda nezahnívala a neobsahovala zdraví škodlivé organismy.

4.3. Intenzita návrhové srážky

Hodnota intenzity návrhové srážky byla stanovena na základě dat z webové aplikace Bodový výpočet náhradní maximální intenzity srážky, poskytované zdarma na webových stránkách Katedry hydromeliorací a krajinného inženýrství Fakulty stavební ČVUT v Praze. Hodnota byla odečtena pro déšť s dobou trvání 15 minut a dobou opakování 20 let (5).



Obr. 4: Výstup aplikace pro výpočet hodnoty intenzity návrhové srážky

Jak je patrné z Obr. 4, hodnota návrhové srážky je 29,7 mm, odpovídající intenzitě 15 minutového deště s dobou opakování 20 let. Dle ČSN 73 6101 je pro odvodnění obytné oblasti bez kontroly povodňového stavu od přívalových dešťů intenzita návrhového

deště s dobou trvání 15 minut stanovena pro dobu opakování 5 let. Tomu pak odpovídá hodnota návrhové srážky 19,6 mm. Protože ale hodnota návrhové srážky bude použita pro dimenzování bezpečnostního přelivu z jezírka, bude počítáno s hodnotou odpovídající dešti s dobou trvání 15 minut a dobou opakování 20 let, což odpovídá doporučení TNV 75 2935 pro malé vodní nádrže (6).

Nyní je možno přikročit k výpočtu objemu vody, který bude nutno odvést z pozemků v nejnepríznivější možné situaci, což je stav, kdy jsou všechny akumulční nádrže na dešťovou vodu plné a zároveň dojde ke spadu srážkového úhrnu odpovídajícímu svou délkou a intenzitou 15ti minutovému dešti s dobou opakování 20 let a stanovit tak návrhový průtok pro bezpečnostní přeliv spodního jezírka, viz kapitola 6.3 Konstrukce a celkové schéma část Dolní jezírko.

$$Q_N = \sum \frac{A_i * SÚ_{int.návrh.srážky} * \Psi_i}{t} = 207 \text{ l/s} \quad (4.2)$$

kde

A - odvodňovaná plocha [m²]

Ψ - součinitel odtoku

SÚ_{int. návrh. srážky} = 29,7 mm

t – čas trvání srážky = 900 s

Tab. 4: Odvodňovaných plochy s příslušnými součiniteli odtoku

	Střechy	Horní dvůr	Dolní dvůr	Jezírka
Plocha [m ²]	3927	2457	1303	480
Ψ - součinitel odtoku	1	0,5	0,5	1

Horní a dolní dvůr je vydlážděn dlažbou značky Best – Archia (7). Tato dlažba odpovídá povrchu s hodnotou součinitele odtoku 0,5. Pozn.: pro kontrolu kapacity dešťové kanalizace nebyla samozřejmě počítána plocha jezírek. Kontrola kapacity dešťové kanalizace nebyla součástí této práce, proto je zde uvedena pouze okrajově.

Stávající jímací objekty a dešťová kanalizace

Dle původního návrhu byla již provedena realizace jímacích objektů na dešťovou vodu, napojených na dešťovou kanalizaci areálu. „Areálové rozvody potrubí budou provedeny z

trub PVCKG a budou svedeny přes revizní a lomové šachty do jednotlivých stok a odtud do centrálních betonových nádrží na akumulaci dešťové vody o objemu 30 m³ a stávající betonové jímky. Zachycená dešťová voda bude zpětně využívána pro rozliv na pozemcích. (zalévání záhonů, zahrad). Bezpečnostní přepad z nádrží bude proveden do jezírka.

Celý systém pro využívání dešťových vod je tvořen nátokem s filtračními prvky, které zajišťují čištění dešťových vod od mechanických nečistot, vlastní akumulční nádrží, čerpací technikou a bezpečnostním přepadem do jezírka. Dešťová voda se bude využívat na závlivku zahrady, jako užitkovou vodu na mytí auta, podlah atd. Ke shromažďování a uchovávání dešťové vody je ideální použít podzemní nádrže, které zajišťují stabilní teplotu vody bez přístupu světla a tím nedochází ke zkáze vody. Akumulační nádrže jsou instalovány do nezámrazné hloubky, což umožňuje prakticky celoroční využívání dešťové vody. Monolitické samonosné nádrže se nemusí obetonovávat. Je to ideální řešení pro celoroční využívání vody.“ (převzato z (8)) Další možnost využití přebytku dešťové vody je rozvedena více v kapitole 4.5 Další možné využití dešťové vody. Pro schéma původního návrhu systému pro nakládání s dešťovou vodou viz Přílohu č. 1 - Původní návrh dešťové kanalizace areálu. Rozměry výše zmíněné stávající betonové jímky jsou dle ručního měření 8,9 x 4 x 2,3 m. Bezpečnostní přeliv (odtok) je umístěn 40 cm pod horní hranou. Odpovídající maximální objem akumulované vody je 68 m³.

4.4. Využití dešťové vody pro závlivku

Orientační výpočet potřebného objemu pro závlivku podle měsíců - výpočet vláhové potřeby základních rostlin

Akumulovaná voda bude využita primárně na závlivku pěstebních zahrad. Plocha těchto zahrad je dle projektové dokumentace (viz Příloha č. 2 - Areálová situace se zakreslenými pěstebními plochami) rozdělena do 3 částí:

- 1) Květinová zahrada (522 m²)
- 2) Pěstební zahrada (1095 m²)
- 3) Skleník (65 m²) (ve výpočtu zahrnuto do ploch pěstební zahrady)

Závlahové množství na pěstebních plochách bylo vypočteno v závislosti na předpokládaném charakteru plodin metodou ideální srážky dle Hemerky a Klatta dle ČSN 75 0434 (9).

$$MZ_{\text{celkové}} = k_z(IS_{\text{opravená}} - SÚ) \quad (4.3)$$

kde

$MZ_{\text{celkové}}$ – závlahové množství [mm]

k_z – ztrátový součinitel

$IS_{\text{opravená}}$ – ideální srážka dle Hemerky a Klatta, opravená podle normovaných teplot

$SÚ$ – srážkový úhrn [mm]

Tab. 5: Doplnková závlaha pro pěstební zahradu dle Hemerky a Klatta

Výpočet doplňkové závlahy pro pěstební zahradu							
Dlouhodobý teplotní a srážkový průměr	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
Teploty [°C]	9,9	14,4	19,0	20,6	20,7	15,1	9,8
Srážkový úhrn $SÚ$ [mm]	32,2	45,7	71,2	35,6	60,3	32,9	44,1
Teplota dle Hemerky [°C]	9,0	14,0	17,0	19,0	18,0	14,0	12,0
Rozdíl teplot	0,9	0,4	2,0	1,6	2,7	1,1	-2,2
IS brambory [mm]	0,0	55,0	65,0	85,0	75,0	0,0	0,0
IS rajčata [mm]	0,0	0,0	55,0	65,0	75,0	65,0	55,0
IS mrkev, petržel [mm]	50,0	65,0	75,0	85,0	85,0	60,0	0,0
IS brambory opravená [mm]	0,0	56,8	75,2	93,0	88,3	0,0	0,0
IS rajčata opravená [mm]	0,0	0,0	65,2	73,0	88,3	70,7	44,1
IS mrkev, petržel opravená [mm]	54,6	66,8	85,2	93,0	98,3	65,7	0,0
Závlahové množství hrubé MZ_h [mm]	22,4	77,9	154,3	223,5	214,5	103,5	0,1
$MZ_{\text{celkové}}$ [mm] (závlaha postřikem - $k_z = 1,2$)	26,9	93,5	185,2	268,2	257,4	124,2	0,1
Měsíční objemy závlahové vody [m³]	10,4	36,2	71,7	103,8	99,6	48,1	0,0

*pozn.: IS - ideální srážka dle Hemerky pro středně těžkou půdu [mm]

**pozn.: Závlahové množství hrubé (MZ_h) bylo počítáno za jednotlivé plodiny, ale měsíční objem závlahové vody pak byl vypočten jako jeho součin vynásobený třetinovou plochou pěstebních zahrad. Výpočet tedy počítá s tím, že budou pěstovány tři plodiny na třech stejně velkých plochách.

(Příklad pro duben: IS mrkev, petržel opravená (54,6 mm) – Srážkový úhrn (32,2 mm) = MZ hrubé (22,4 mm). MZ hrubé (22,4 mm) * k_z (1,2) = $MZ_{\text{celkové}}$ (26,9 mm). $MZ_{\text{celkové}}$ (26,9 mm) * Plocha pěstebních ploch (1160 m²) = Měsíční objem závlahové vody (31,2 m³). Toto číslo by ale odpovídalo stavu, kdy by na celé ploše pěstebních zahrad byla pěstována mrkev a petržel. Proto při předpokladu, že mrkev a petržel spolu, brambory a rajčata budou každá z plodin pěstována na třetině

z celkové pěstební plochy, je nutno tuto hodnotu ještě podělit třemi. Výsledek je tedy $31,2 : 3 = 10,4 \text{ m}^3$ závlahové vody.)

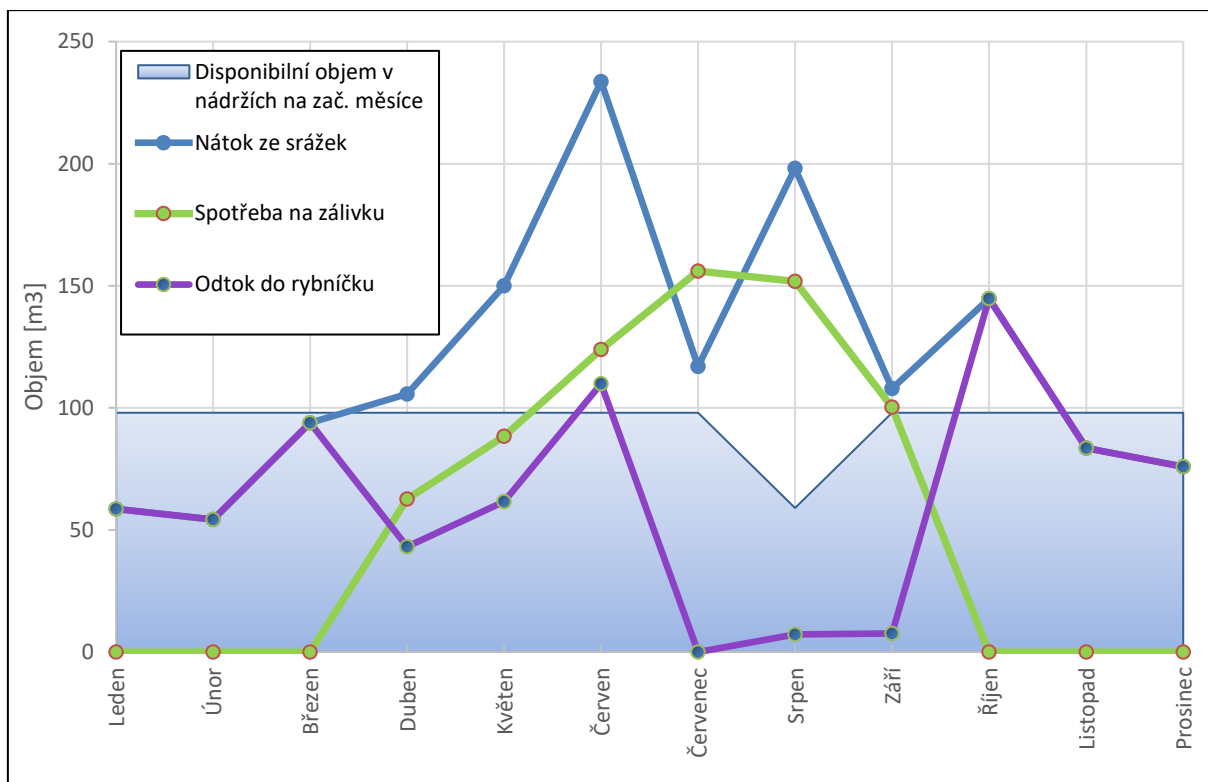
Výpočet závlahového množství pro květinovou zahradu je zatížen řadou nejasností, jelikož není jasné, jaké květiny zde budou pěstovány. Proto bylo zapotřebí najít kompromisní hodnotu závlahového množství pro okrasné rostliny. Na to neexistuje žádná norma a proto se lze opírat pouze o výzkumy nebo zkušenost. „*V našich podmínkách platí, že za normálních podmínek se evapotranspirace u většiny běžných rostlin pohybuje v rozmezí 5-6 mm za den. Z toho vyplývá, že v období bez srážek je třeba tuto ztrátu doplňovat. Ten, kdo na zahrádce pěstuje zeleninu, která je na vláhový deficit velmi citlivá, bude muset zalévat každý den. Okrasná zahrada stačí zalévat třeba jen jednou za 2-3 dny, ale závlahová dávka by měla být vyšší (alespoň 10–15 mm). Samozřejmě velmi záleží na efektivitě využití závlahové dávky. To ovlivňuje denní doba, kdy se zavlažuje, a samozřejmě také způsob, jakým se zavlažuje (postřikovač, kapková závlaha atd.)*,” (převzato z (10)).

Pro uvedení konkrétního příkladu nám poslouží závlahové množství pro růže. Ty potřebují dávku 30 – 50 mm v intervalu 10 – 14 dní od jarního pučení do konce srpna, tzn. přibližně 100 mm/měsíc (11).

Měsíční objem vody pro zálivku (MO) pro květinovou zahradu ve vegetačních měsících (duben až září) bude při zálivce 100 mm/m²/měsíc:

$$MO = \text{závlahová dávka} * \text{plocha} = 100 * 522 * 10^{-3} = 52,2 \text{ m}^3 \quad (4.4)$$

Graf na Obr. 5 zachycuje průběh bilance objemů v průběhu roku. Tento model počítá s tím, že už je systém v provozu, tudíž nikdy nenastane chvíle, kdy budou všechny akumulční nádrže prázdné. Při uvedení systému do provozu je nutno toto uvážit.



Obr. 5: Balance objemů dešťové vody v systému akumulčních nádrží

4.5. Další možné využití dešťové vody

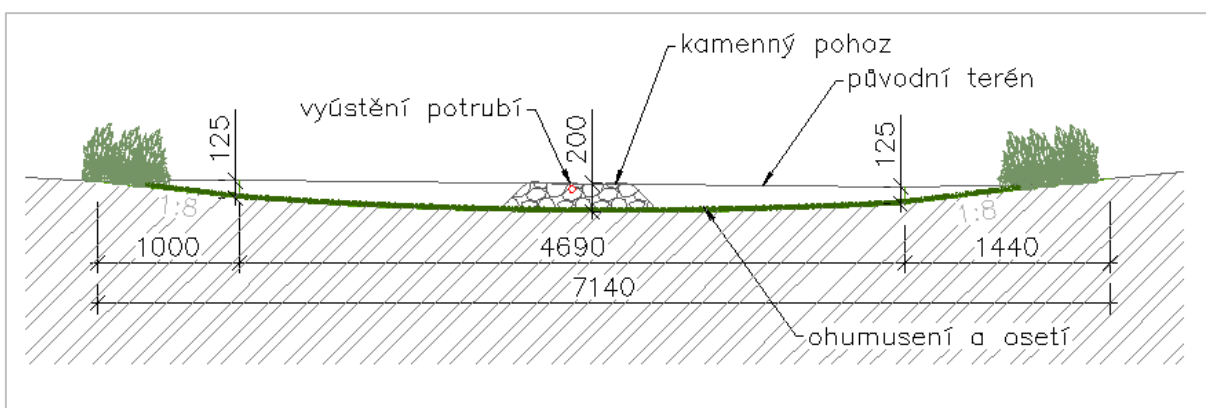
Stávající návrh - přeliv a odtok do recipientu

Podle dokumentace o skutečném provedení stavby je nyní navržen odtok přebytečné dešťové vody z betonové jímky (poslední nádrž v systému akumulace dešťové vody) do dolního rybníčku a z něj je pak přes bezpečnostní přeliv odvedena voda do propustku pod silnicí a odtéká do recipientu. Toto řešení je plně funkční a dostatečné, nicméně přebytečnou vodu pouze částečně zachytí v dolním rybníčku a většina z ní odeče z pozemku pryč.

Návrh zasakování přebytečné dešťové vody

Jak již bylo zmíněno, stávající návrh nakládání s přebytečnou dešťovou vodou je plně funkční, nicméně jeho nedostatkem je její nevyužití a rychlý odtok. Proto je zde na místě alespoň okrajově zmínit možnost zasakování vody a tak nadlepení bilance hladiny podzemní vody na pozemku. Zasakovací průleh by mohl být situován v horní části údolní nivy, tzn. nad horním jezírkem okrasného vodního prvku, viz příloha 3 – Situační schéma okrasného vodního prvku. Bylo by třeba zautomatizovat proces rozdělování vody do

soustavy jezírek a do zásaku. Pro tento účel by mohla dobře posloužit tlaková čidla v dolním jezírku a v akumulčních nádržích napojená na čerpadlo umístěné v nově zbudované dvojici betonových jímek. Pokud by byla dosažena maximální hladina v dolním rybníčku a zároveň v akumulčních jímkách, čerpadlo by přes trojcestný ventil začalo čerpat vodu do vsakovacího průlehu. Tato varianta má tu nevýhodu, že spotřebovává elektrickou energii i přes to, že morfologie území by umožňovala gravitační dopravu vody do vsakovacího území. Od ryze gravitační dopravy bylo upuštěno kvůli náročnosti údržby nutných automatických uzávěrů. Varianta s čerpadlem se tomu vyhýbá. Až by hladina v jímkách klesla pod určitou úroveň, čerpadlo by vypnulo. Nevýhodou tohoto řešení nakládání s přebytkem dešťové vody je, že by nedocházelo k maximální výměně vody v dolním jezírku, nicméně stále do něj bude zaveden odtok z ČOV, tudíž zde k nějaké výměně vody docházet bude. Pokud by i přesto bylo třeba z nějakého důvodu vodu v rybníčku vyměnit, byla by možnost automatizaci vypnout, čerpadla ovládat ručně a uměle vést vodu na určitou dobu pouze do jezírka a ne do vsakovacího průlehu. Na Obr. 6 je řez vsakovacím průlehem.



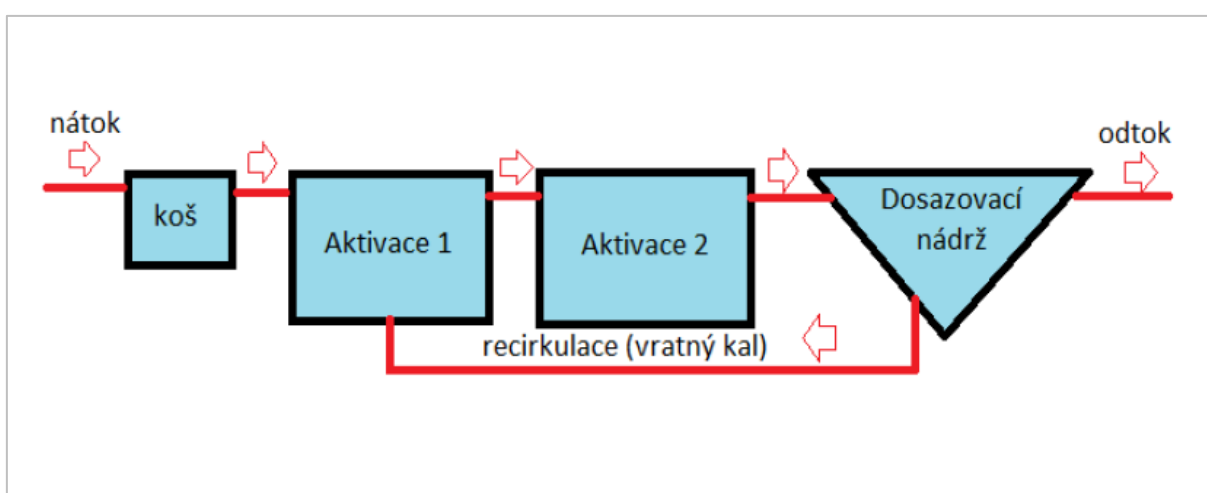
Obr. 6: Vzorový příčný řez vsakovacím průlehem, kótováno v mm, měřítko 1:50

5. Odpadní voda a její využití

5.1. Popis ČOV

Areál kláštera není napojen na centrální kanalizační síť, ale disponuje vlastní čistírnou odpadních vod (dále pouze ČOV), dimenzovanou na 50 ekvivalentních obyvatel (EO). ČOV je umístěna u severozápadního rohu areálu budov. Princip čištění odpadní vody byl převzat z technické zprávy D1-1 ČOV projektové dokumentace firmy EASY CMP s.r.o. Pro čištění splaškových odpadních vod je navržena čistírna odpadních vod CLEANNY 50, výrobce VODA CZ s.r.o. „Princip komplexního čištění odpadních vod je založen na biologickém čištění heterogenním biologickým kalem udržovaným ve vznosu, se simultánní denitrifikací, kde zdrojem uhlíku pro procesy denitrifikace je samotné organické znečištění odpadní vody. Splašková odpadní voda z kanalizace je přivedena do vyjímatelného lapače hrubých mechanických nečistot (česlicového koše, popř. česlí), který je osazen v nátokové zóně biologického reaktoru. Nátoková zóna je první část aktivační nádrže, která je od druhé části aktivační nádrže oddělena nornými stěnami. Do nátokové zóny je zaústěn vývod hydraulicko-pneumatického čerpadla vratného kalu z dosazovací nádrže. Zde dochází k okamžitému smíchání odpadní vody s aktivovaným kalem a tím i k biochemickým procesům čištění. Tato část aktivační nádrže je z důvodu zajištění míchání osazena jemno-bublinným aeračním elementem. Množství vzduchu je zpravidla pomocí regulačního ventilu sníženo tak, aby bylo zajištěno pouze míchání aktivační směsi. Nižší intenzita dodávky vzduchu je vhodná i z důvodu efektivního zachycení plovoucích nečistot (tuků) vstupujících do systému spolu s odpadní vodou. Pokud nedojde v nátokové zóně k úplnému biologickému odbourání plovoucích nečistot, je nutné při pravidelné kontrole provozu ČOV tyto plovoucí nečistoty zachycené pomocí norných stěn v nátokové zóně odstraňovat. Po promíchání aktivační směsi s odpadní vodou pomocí provzdušňovacího systému v nátokové zóně směs čištěné vody a aktivovaného kalu odtéká pod nornými stěnami do druhé nitrifikační zóny. Zde pokračují za intenzivního okysličování aeračními elementy biologické procesy čištění. Po biologickém odstranění znečištění v aktivační - nitrifikační části ČOV natéká směs aktivovaného kalu a vyčištěné vody do prostoru dosazovací zóny přes nátokovou štěrbinu. V dosazovacím prostoru dojde k sedimentaci aktivovaného kalu a jeho zahuštění u dna. Po separování aktivovaného kalu od vyčištěné vody sedimentací v dosazovacím prostoru odtéká vyčištěná voda přes přelivnou hranu do odtokového potrubí ČOV. Ve spodní, zúžené části dosazovací nádrže je umístěno sání hydraulicko-

pneumatického čerpadla zahuštěného aktivovaného kalu. Tím je zabezpečeno kontinuální vracení odsazeného aktivovaného kalu zpět do procesu čištění. Výstup tohoto čerpadla je zaústěn do nátokové zóny ČOV. Při provozu ČOV dochází ke značným jak látkovým, tak hydraulickým nerovnoměrnostem v nátoky odpadní vody. Z těchto důvodů dochází někdy k vyflotování aktivovaného kalu v dosazovací nádrži a k vyplavání plovoucích nečistot na hladinu dosazovací nádrže. Tyto nežádoucí jevy neovlivňují kvalitu vyčištěné vody, ale je nutné je z hladiny dosazovací nádrže pravidelně odstraňovat. K tomuto účelu je v dosazovací nádrži osazeno hydraulicko-pneumatické čerpadlo, které zajistí odtah plovoucích nečistot z hladiny dosazovací nádrže.“ Převzato z (12) a (13)



Obr. 7: Technologické schéma ČOV (Zdroj: Převzato z (12))

Množství látek na odtoku z ČOV dle výpočtu (14).

Tab. 6: Množství látek na výtoku z ČOV

Chemické látky	Znečištění na vstupu	Znečištění na výstupu
BSK5 – biologická spotřeba kyslíku	400 mg/l	24 mg/l
CHSK – chemická spotřeba kyslíku	800 mg/l	104 mg/l
NL – nerozpuštěné látky	367 mg/l	37 mg/l
Nc – celkové množství dusíku	73 mg/l	5 mg/l
Pc – celkové množství fosforu	17 mg/l	1 mg/l

5.2. Stávající a nový návrh nakládání s vyčištěnou odpadní vodou

Dle stávajícího návrhu a provedení je vyčištěná voda z ČOV vedena PVC potrubím do propustku pod silnicí a voda odvedena do recipientu. Jelikož však proběhla domluva a konzultace se stavbyvedoucím před samotným provedením, bylo již při tomto prvotním návrhu počítáno s dotací okrasného vodního prvku vyčištěnou odpadní vodou. Potrubí je sice zaústěno do propustku a odpadní voda odtéká pryč z pozemku, ale je připraveno druhé potrubí, kterým místo do propustku bude voda odváděna do nejnižší položeného jezírka, viz příloha č. 3 – Situační schéma okrasného vodního prvku. Dále bude vhodné na výtok z čistírny umístit ještě dodatečně pískový filtr pro dočištění odpadní vody. Toto opatření má za úkol zajistit ochranu okrasného vodního prvku před vyplavením kalu z domovní ČOV a následným znečištěním celého systému. Pískový filtr je třeba dimenzovat na návrhový odtok z ČOV.

6. Návrh okrasného vodního prvku

6.1. Vstupní požadavky

Na návrh okrasného vodního prvku byly stanoveny požadavky ekonomické a estetické. Ekonomickými požadavky se myslí co nejnižší spotřeba energií a přiměřené množství zemních, kladečských, geodetických a dalších řemeslných prací. Jedním z důsledků těchto požadavků bylo například rozhodnutí o verzi umístění okrasného prvku do tzv. pramenní nivy Máslovického potoka. Jedná se o území s nejnižší nadmořskou výškou na pozemku, kde se kdysi zřejmě vyskytovala voda na povrchu, nyní je však zaklesnutá více než 2 metry pod povrchem. Druhým návrhem bylo umístit jednu polovinu jezírek do svahu a až druhá polovina by se nacházela v pramenní nivě. Od této varianty bylo upuštěno zaprvé z důvodu velkého rozsahu zemních prací a značného zásahu do pozemku, dále pak z důvodu nutnosti pořízení velmi výkonného čerpadla kvůli potřebné dopravní výšce, jejíž hodnota by byla vysoká kvůli ztrátám třením v potrubí a morfologickým poměrům na pozemku a v neposlední řadě kvůli estetickému výrazu celého areálu – jezírka by v horní části parku působila nepřírozeně. Dalším požadavkem bylo, aby byl vodní prvek v dohledu z cest a aby tak procházky parkem byly oživeny pohledem na vodní plochy. Při výsledné podobě okrasného prvku se tedy dbalo na vyhovění všem těmto požadavkům.

6.2. Vodní plochy

Výpočet výparu z vodní plochy

Jak již bylo zmíněno v kapitole 3.1 Zdroje a přesnost dat, nebyla k dispozici meteorologická data z lokality Drasty a proto byla data vypočtena váženým průměrem ze tří zdrojů – Veřejná data ČHMÚ – úhrny srážek a teploty Středočeského kraje, teploty a srážkové úhrny z UCEEBu ČVUT v Buštěhradě a úhrny z VÚV TGM v Praze-Podbabě. Pro výpočet výparu z volné hladiny existuje vztah Penman, beroucí v potaz řadu veličin (dobu slunečního svitu, průměrnou denní teplotu, nasycení vodních par atd.). Tyto veličiny sice byly k dispozici z měření UCEEB, ale vzhledem ke vzdálenosti obce Drasty a obce Buštěhrad bylo od tohoto způsobu výpočtu z důvodu možné nepřesnosti a poměrně náročnému výpočtu upuštěno. Namísto toho byl výpar z volné hladiny stanoven orientačně na základě regresní empirické rovnice, odvozené matematickým modelem pro Českou republiku, stanovující výpar z vodní hladiny pouze v závislosti na teplotě vzduchu (15):

$$VVH = 0,0824 * T_{Vzd}^{1,289} \quad (6.1)$$

kde

VVH - výpar z vodní hladiny [mm/den]

T_{Vzd} - průměrná měsíční teplota vzduchu [°C]

Tab. 7: Průměrný denní výpar za období 2015-2019

Měsíc	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Průměr
Teplota [°C]	14,36	19,03	20,61	20,65	15,13	17,96
Výpar [mm/den]	2,56	3,67	4,07	4,08	2,73	3,42

Pro porovnání byly převzaty hodnoty ze meteorologické stanice Praha-Libuš, která se nachází v podobné nadmořské výšce a s podobnými teplotami.

Tab. 8: Průměrný denní výpar naměřený pomocí výparoměru GGI-3000 za období 1971-2000 (Převzato z (15))

Klimatologická stanice	Dlouhodobý denní průměr	Dolní kvartil	Horní kvartil	Nejvyšší denní výpar	Nejnižší denní výpar
Praha-Libuš	2,94	1,8	3,8	9,6	0

Z porovnání, ač bylo provedeno různými metodami, lze vyčíst, že se výpar v posledních letech dle výpočtu empirickou regresní rovnicí zvýšil přibližně o 0,5 mm/den, což by odpovídalo i zvyšující se průměrné teplotě v posledních 5 letech a lze ho tedy prohlásit za přijatelně přesný. Přibližný výpar, který lze očekávat v letech budoucích v období květen až září, se tedy bude pohybovat okolo hodnoty 3,5 mm/den a nejvyšší průměrný měsíční výpar lze předpokládat lehce přes 4 mm/den, pokud nedojde k zásadním změnám klimatu v následujících letech.

Výpočet maximální plochy vodních prvků na základě ztrát vody výparem a produkce ČOV

Vstupní hodnotou pro výpočet maximální možné plochy okrasných vodních prvků v parku byl stanoven nejvyšší možný výpar z volné vodní hladiny a produkce čistírny odpadních vod. Přítok dešťové vody z akumulčních nádrží nebyl uvažován, jelikož se jedná o zdroj nejistý a v měsících červenec, srpen a září je předpokládán přítok téměř nulový (téměř veškerá zachycená dešťová voda bude spotřebována na zálivku). A ačkoliv bude dolní jezírko z předchozích měsíců naplněné (dalo by se tedy počítat s jakýmsi vstupním disponibilním objemem), není záhodno, aby v něm vodní hladina během výše zmíněných měsíců klesala. Čistírna je navržena kapacitně pro 50 ekvivalentních obyvatel (EO), to je ale maximální stav. Průměrná produkce odpadní vody bude od cca 25 EO. Dle Vyhlášky č.120/2011 Sb., Přílohy č.12 (16) je roční spotřeba na 1 EO v bytě s teplou tekoucí vodou 35 m³/rok, tzn. 95 l/os/den. Denní produkce kláštera tak bude přibližně:

$$\begin{aligned} Q_{ob, denní} &= \text{Počet EO} * \text{denní spotřeba 1EO} = 25 * 0,095 \\ &= 2,375 \text{ m}^3/\text{den} \end{aligned} \quad (6.2)$$

Veškerou vyčištěnou vodu bude možno čerpat do systému okrasných vodních prvků. Maximální ztráta vody z okrasných vodních prvků tak může být 2,375 m³/den, protože dotace z jiných neustále zajištěných zdrojů vody do okrasných prvků nebyla uvažována. Jelikož bude celý systém okrasných prvků vyložen vodotěsnou fólií, jedinou složkou ztrát vody bude výpar. Maximální možný vypařený objem vody potom je:

$$Q_{max, výpar} = Q_{ob, denní} = 2,375 \text{ m}^3/\text{den} \quad (6.3)$$

V předchozí části této kapitoly byl vypočten průměrný denní výpar za období květen až září. Nejvyšší denní výpar byl za posledních 5 let v měsíci srpnu s průměrnou denní hodnotou 4,08 mm/den. Na tuto hodnotu bude navržena plocha okrasných prvků.

$$A_{max} = \frac{Q_{ob, denní}}{VVH_{srpen}} = \frac{2,375}{0,00408} \doteq 582 \text{ m}^2 \quad (6.4)$$

kde

VVH - výpar z vodní hladiny [mm/den]

A_{max} – maximální možná plocha okrasných vodních prvků

$Q_{ob, denní}$ – denní produkce odpadních vod areálu kláštera

6.3. Konstrukce a celkové schéma

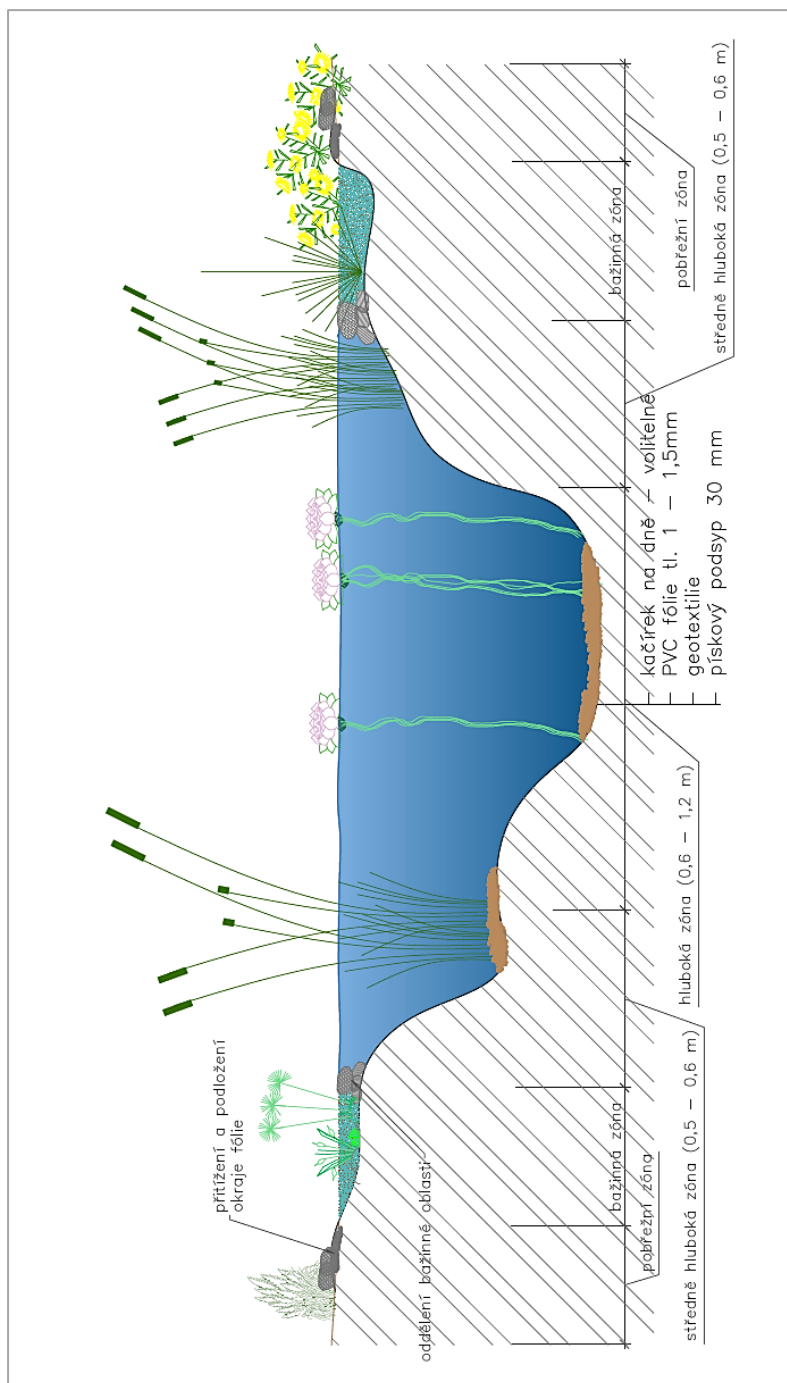
Celkové schéma okrasného vodního prvku

Po konzultaci s řádovými sestrami byla zvolena varianta jezírek v tzv. pramenní nivě Máslovického potoka, totiž v nejnižší části pozemku, kde dříve pravděpodobně opravdu voda tekla (nebo se alespoň častěji vyskytovala), nyní však hladina podzemní vody zaklesla hlouběji a tak je pramenní niva bez známek výskytu vody na povrchu. Umístění okrasného vodního prvku do pramenní nivy tak bude působit přirozeně a navíc nebude nutné zdolávat značné převýšení při čerpání vody. Okrasný vodní prvek bude sestávat ze systému čtyř jezírek, propojených potůčkem, viz příloha 3 – Situační schéma okrasného vodního prvku o celkové ploše vodních ploch 480 m². Celková plocha splňuje s rezervou podmínku maximální plochy, stanovené na základě výparu z volné vodní hladiny.

Základní skladba materiálů zahradních jezírek a jejich realizace

Před začátkem výkopových prací je nutné vyměřit místa, kde budou jezírka situována. Poté mohou být započaty výkopové práce. Při nich je třeba dbát na to, že jezírka mají tři různé hloubkové zóny. První zóna je zóna nejmělčí, tzv. bažinná. Ta se vyznačuje hloubkou přibližně 20 - 30 cm a měla by být od ostatních zón oddělena např. většími valouny. V této zóně se daří dobře bahenním rostlinám, které nepotřebují přímý kontakt s vodní hladinou. Další je středně hluboká zóna s hloubkou od 20 do 60 cm a poslední je hluboká zóna, jejíž hloubka dosahuje až 1,2 metru. Po vyhloubení dostatečně hluboké jámy s odstupňovanými hloubkami je dále třeba zahladit nerovnosti výkopu podsypem z praného písku vrstvou

min. 3 cm. Tato vrstva slouží jako ochrana před protržením fólie a na zjemnění tvarů dna jezírka. Na vrstvu písku je pak položena geotextilie a naposled PVC fólie. Po obvodě je možné naklást valouny a fólii přes ně přetáhnout a zatížit shora dalšími valouny, aby byla fólie fixována. Pro pěstování vodních rostlin a pro zakrytí nevzhledné fólie a přiblížení se co nejvíce přirozenému vzhledu je vhodné vyložit jezírko valouny a kačírky. Na Obr. 8 je vzorový příčný řez jezírkem.



Obr. 8: Vzorový příčný řez jezírkem

Potůček

Doporučené množství vody v okrasných potůčcích je dle (17) 100 l/h na 1 cm šířky potůčku, tzn. na 30 cm široké koryto potůčku je potřeba průtok přibližně 1 l/s a na 50 cm široké koryto 1,4 l/s. Oproti tomu zahraniční zdroje udávají hodnoty 250 gph (gallons per hour) na palec šířky (18), což přepočteno na metrické jednotky odpovídá průtoku 400 l/h na 1 cm šířky. Hodnoty tedy značně varíují a proto nejvhodnějším řešením bude zakoupení dostatečně výkonného čerpadla s regulací výkonu (ať již integrovanou nebo externí) a nastavit optimální průtok až na základě výsledku realizace potůčku. Spád potůčku by měl být plynulý. Jelikož terén, kde bude potůček situován, má pozvolný charakter, voda v potůčku bude plynout pomaleji. Hloubka by se měla pohybovat mezi hodnotami 10 a 50 cm. Pro přirozenější vzhled je doporučeno kombinovat různé šířky a hloubky koryta (19). Postup stavby potoka vyloženého PVC fólií svépomocně dle (19): „*Vhodná fólie je 1-1,5 mm, stejná jako pro stavby jezírek. Ideální je vytvořit potok z jednoho kusu jezírkové fólie, příp. by se měla překrývat (cca. 10 cm). Po jejím natažení vodou vyzkoušejte, zdali někde nemizí a teče, kde jste chtěli. Konečné úpravy koryta provedete štěrkem (okraje folie musí být vždy směrem nahoru).*“

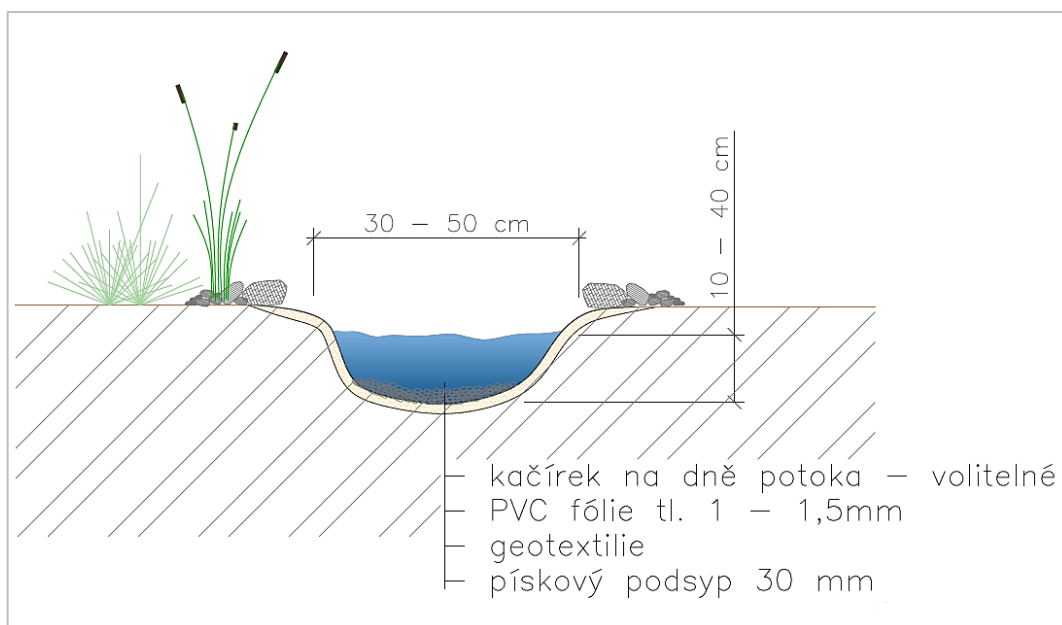
Postup:

- *nakupte zeminu v pahorek (s potřebným spádem)*
- *začněte vykopávat koryto v ústí potoka do jezírka*
- *koryto vymodelujte (včetně různých zúžení, kaskád)*
- *udusejte poté zeminu*
- *vybudujte podélně stružku k zabránění vzlínání*
- *na dno nasypete písek (10 cm) – opět udusejte*
- *natáhněte geotextílii*
- *na to rozložte fólii (bez záhybů)*
- *vyzkoušejte proudění vody*
- *dodejte štěrk, kameny“ (převzato z (19)).*



Obr. 9: Zdařilá realizace stavby potůčku (Zdroj: http://www.jezirka-zahrada.cz/admin/img_fotogalerie/holidaymtn.jpg)

Na Obr. 10 je vyobrazen vzorový příčný řez korytem potůčku.



Obr. 10: Vzorový příčný řez korytem potůčku

Dolní jezírko

Jezírko ve spodní části systému bude stejně jako celý systém okrasných vodních prvků vyloženo nepropustnou fólií a do něho bude svedena vyčištěná odpadní voda z ČOV, přečištěná ještě pískovým filtrem. Kromě přítoku vody z ČOV bude do jezírka zaústěno žlabové koryto, sloužící jako bezpečnostní přeliv retenčních nádrží na dešťovou vodu. Do jezírka bude zavedeno potrubí, opatřené jemnými česlemi nebo sítkem s velikostí ok do 6 mm a toto potrubí bude propojovat dolní jezírko s čerpací šachtou, kde bude umístěno ponorné čerpadlo. Čerpadlo bude vodu čerpat do nejvýše položeného jezírka. Výtok z výtlačného potrubí bude esteticky a technicky vhodně vyřešen – výtlačné potrubí bude vyústěno do šachty, odkud bude voda volně vytékat do jezírka potrubím s větším průměrem. Voda tak bude v systému cirkulovat a přebytečná bude odtékat do propustku pod silnicí. Odtok bude proveden jako lichoběžníkové koryto s vydlážděným dnem a ošetými břehy. Odtok bude dimenzován na průtok vyvolaný návrhovou srážkou, viz kapitola 4.3 Intenzita návrhové srážky. Návrhový průtok Q_n pro dimenzování odtoku a zároveň bezpečnostního přelivu dolního jezírka byl vypočten dle následujícího vztahu:

$$Q_n = C * S * \sqrt{R * i} \quad (6.5)$$

kde

C – Chézyho rychlostní součinitel [$m^{0.5}/s$]

S – průtočná plocha [m^2]

R – hydraulický poloměr [m]

i – podélný sklon

$$C = \frac{1}{n} * R^{\frac{1}{6}} \quad (6.6)$$

kde

C – Chézyho rychlostní součinitel [$m^{0.5}/s$]

n – Manningův součinitel drsnosti

R – hydraulický poloměr [m]

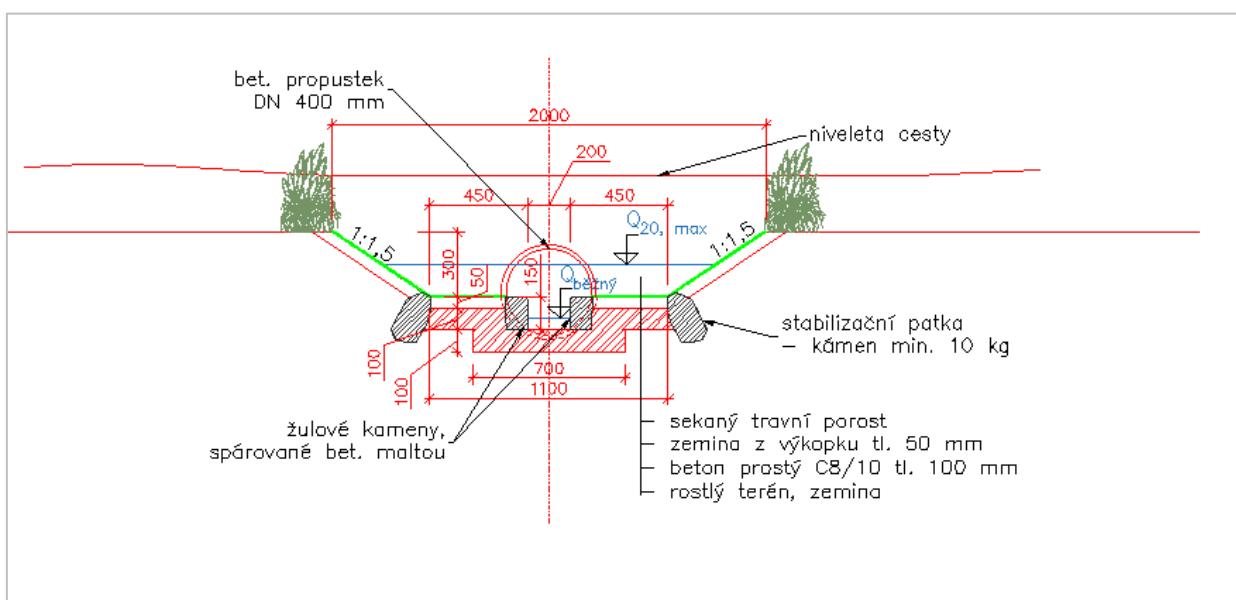
Ve výsledném návrhu bylo počítáno s těmito hodnotami:

$$i = 1,0 \%$$

$$n_{\text{kyneta}} = 0,025 \text{ – odpovídá kamenné dlažbě (20)}$$

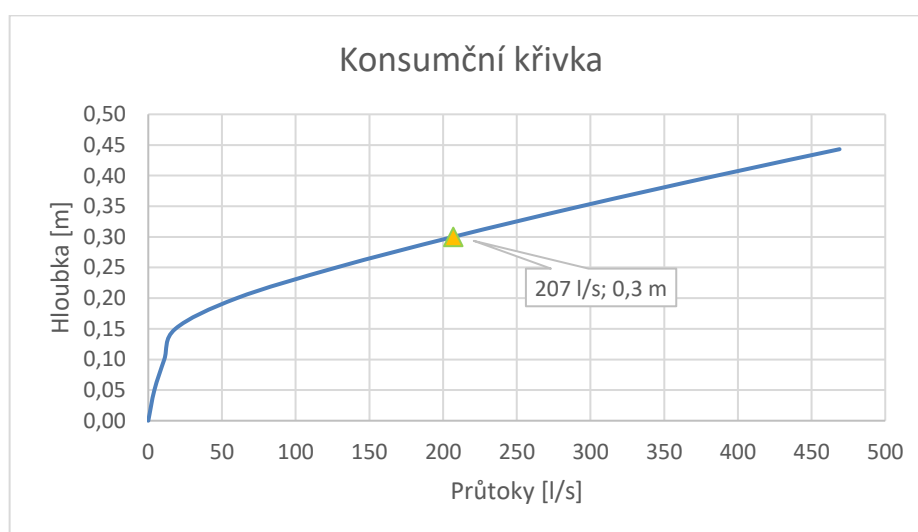
$$n_{\text{berma}} = 0,035 \text{ – odpovídá nízké trávě (20)}$$

rozměry viz Obr. 11:



Obr. 11: Vzorový příčný řez bezpečnostním přelivem, kótováno v mm, měřítko 1:30.

Na Obr. 12 je pak konsumční křivka přelivu s vyznačenou hodnotou návrhového průtoku.



Obr. 12: Konsumční křivka bezpečnostního přelivu s vyznačenou hodnotou návrhového průtoku

Pro křížení s cestou byl navržen kruhový betonový propustek DN400 mm se sklonem 2,5 %. Propustek pod cestou bude vyústěn do koryta kamenitého skluzu se čtyřmi stupni pro tlumení kinetické energie vody. Tento skluz dosáhne nivelety dna propustku pod silnicí a voda tímto propustkem bude odvedena pryč z pozemku. Při normálních stavech bez dotace dešťovou vodou zde poteče pouze přebytek vyčištěné vody, který se nevypaří, proto v bezpečnostním přelivu i v kamenitém skluzu bude uprostřed zhotoven žlábek pro převedení malých průtoků. Po většinu roku tak bude koryto bezpečnostního přelivu a kamenitého skluzu suché a voda poteče pouze tímto žlábkem. Toto opatření bylo navrženo čistě s estetickým záměrem. Dále bude zapotřebí vyřešit detail křížení plotu a odtoku. V místě křížení bude přerušena klášterní zeď a bude zde zapotřebí plot vést dostatečně vysoko nad úrovní dna, minimálně však 0,5 m, aby se tak nestal nechtěnou překážkou při vyšších průtocích a nezasahoval do průtočného profilu.

Čerpadlo

Voda v systému jezírek bude čerpána ponorným výtlačným čerpadlem, schopným čerpat jemně znečištěnou vodu s drobnými částicemi (velikost částic specifikována výrobcem). Čerpadlo bude umístěno v betonové šachtě poblíž dolního jezírka. Šachta bude u dna spojena potrubím DN160 mm s dolním jezírkem, je nutno dbát na precizní zpracování detailů napojení jezírkové fólie na potrubí. Dále bude zajištěno, aby se do potrubí nedostávaly nadměrné částice. To lze zajistit například sítím na vtoku nebo šachtovým vertikální vtokem. Na vtokovém potrubí bude osazeno šoupě pro situace, kdy bude potřeba provést revizi šachty, vyměnit čerpadlo atd. Čerpadlo musí mít dostačující průtok při příslušném průtoku. Výtlačné potrubí bude dlouhé 103 metrů, proto důležitým faktorem pro určení potřebného výtlačku jsou ztráty třením v potrubí, které jsou mocninovou funkcí rychlosti v potrubí. Z tohoto důvodu je třeba pečlivě dbát na výběr průměru potrubí. V Tab. 9 jsou příslušné ztráty třením pro jednotlivé průtoky a průměry potrubí. Hodnoty byly vypočteny webovou aplikací, dostupnou na webových stránkách TZB info (21). Výpočet vychází z Darcy-Weisbachovy rovnice.

Tab. 9: Tlakové ztráty třením v potrubí v závislosti na průměru a průtoku v potrubí

HDPE	Průtok	1l/s	1,5 l/s	2 l/s	2,5 l/s	3 l/s	4l/s
DN [mm]	ID [mm]	Ztráty na 103 m [m v.s.]	Ztráty na 103 m [m v.s.]	Ztráty na 103 m [m v.s.]	Ztráty na 103 m [m v.s.]	Ztráty na 103 m [m v.s.]	Ztráty na 103 m [m v.s.]
32	28	11	23,7	40,2			
40	35,2	3,8	7,8	13,2			
50	44	1,3	2,7	4,5	6,6	9,2	
63	55,4	0,4	0,8	1,5	2,1	3	5,1

Minimální hladina v čerpací šachtě se nachází v nadmořské výšce 261,05 m n.m. a kóta dna potrubí v místě vyústění do šachty při výtoku do nejvýše položeného jezírka je 265,20 m n.m. Geodetická dopravní výška je tedy 4,15 m, ztráty třením dle tabulky výše. Dále bude výtlačné potrubí opatřeno mechanickou zpětnou klapkou, umístěnou nad čerpadlem. Zpětná klapka zajišťuje, aby čerpadlo bylo schopno začít čerpat na plný výkon z klidového stavu. Tato zpětná klapka představuje tlakovou ztrátu místní, která je ale podobně jako ztráty na výtoku nebo ztráty změnou směrového vedení potrubí v porovnání se ztrátami třením zanedbatelná. Dále je zapotřebí zmínit dvě varianty provozu čerpadla. První variantou je nepřetržitý provoz čerpadla. Výhodami této varianty je nižší pořizovací cena čerpadla, stálý odběr vody z dolního jezírka a tím pádem nepozorovatelné kolísání hladiny a jednodušší automatizace pouze pomocí plovákového spínače. Nevýhodou je stálý odběr elektrické energie. Druhou variantou je tzv. přerušovaný provoz čerpadla. Výhodou tohoto provozu je odběr elektřiny pouze v době sepnutí čerpadla. Tato varianta má však řadu nevýhod, jako jsou například vyšší ztráty třením v potrubí díky vyšším rychlostem, kolísání hladiny v dolním jezírku, nutnost vyřešit škrťací kus na výtoku z výtokové šachty a vyšší pořizovací cena čerpadla. Po vypočtení přibližných nákladů za elektrickou energii se dokonce projevila jako nákladnější právě druhá varianta, proto od ní bylo upuštěno a bude osazeno čerpadlo se stálým provozem. Příkladem vhodného čerpadla může být například čerpadlo Grundfos Unilift AP 12.50 (22) – toto čerpadlo ještě vyžaduje doplnit o regulátor výkonu. Za čerpadlem v čerpadlové šachtě bude ještě prostor pro umístění UV lampy. Při nadměrném množení řas a dalších nežádoucích vodních organismů bude možno tento prvek do soustavy přidat.



Obr. 14: Oblouková dřevěná lávka (zdroj: <https://www.drevostavby.in/mosty-a-lavky/>)

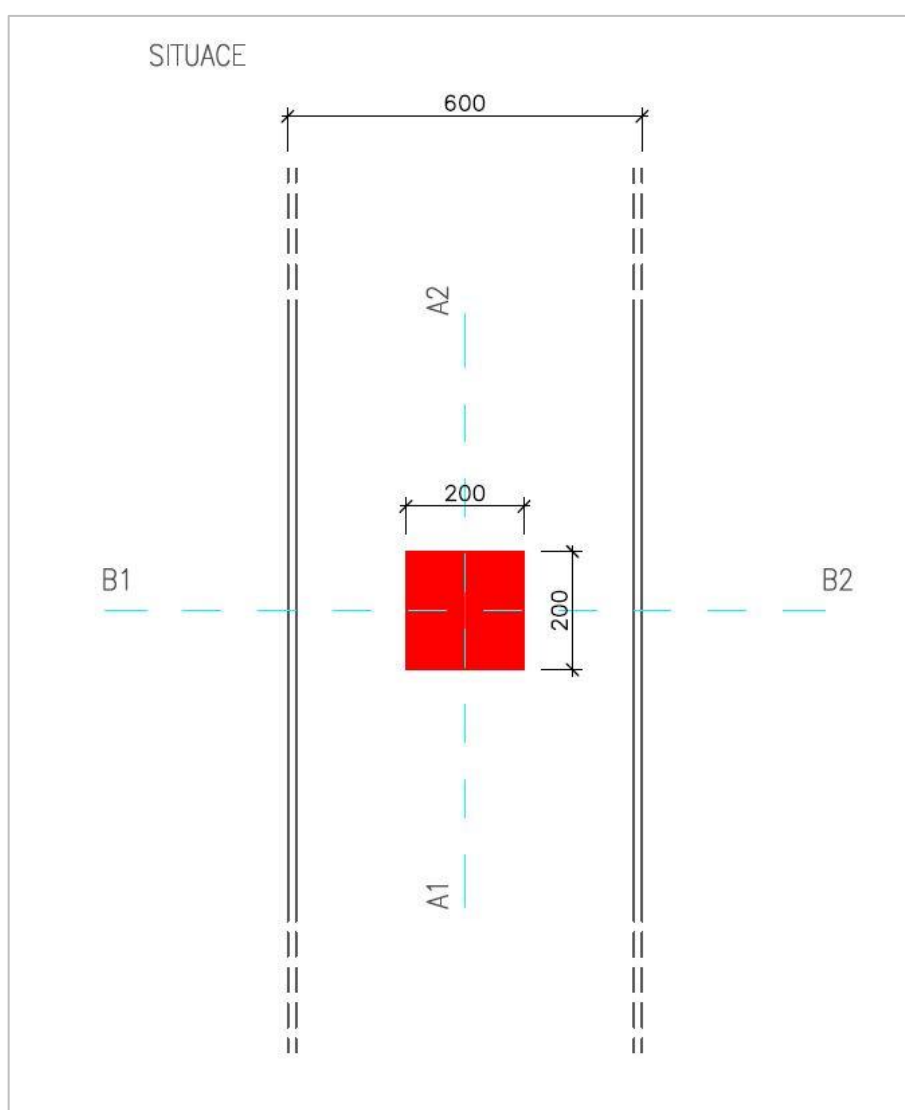


Obr. 15: Dřevěný mostek (zdroj: <https://www.drevostavby.in/mosty-a-lavky/>)

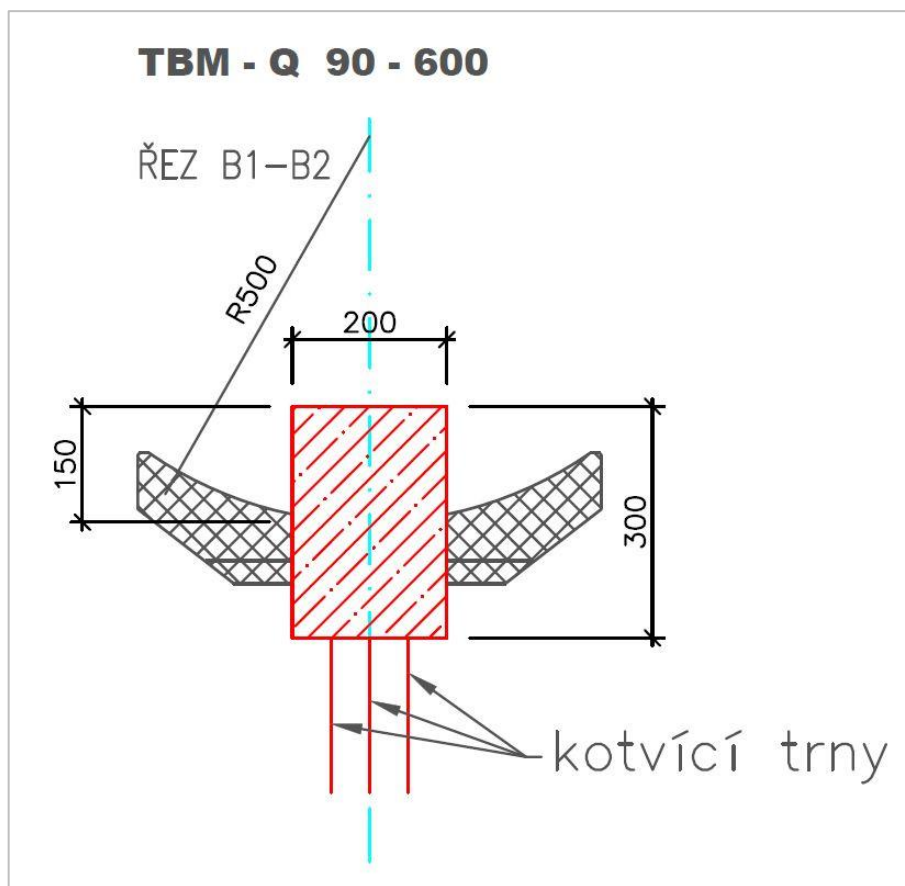
Přepad z akumulční nádrže – betonový žlab

Jak již bylo zmíněno dříve, jakmile nastane situace, kdy se naplní kapacita akumulčních nádrží na dešťovou vodu, přebytečná voda bude odváděna do dolního jezírka v systému

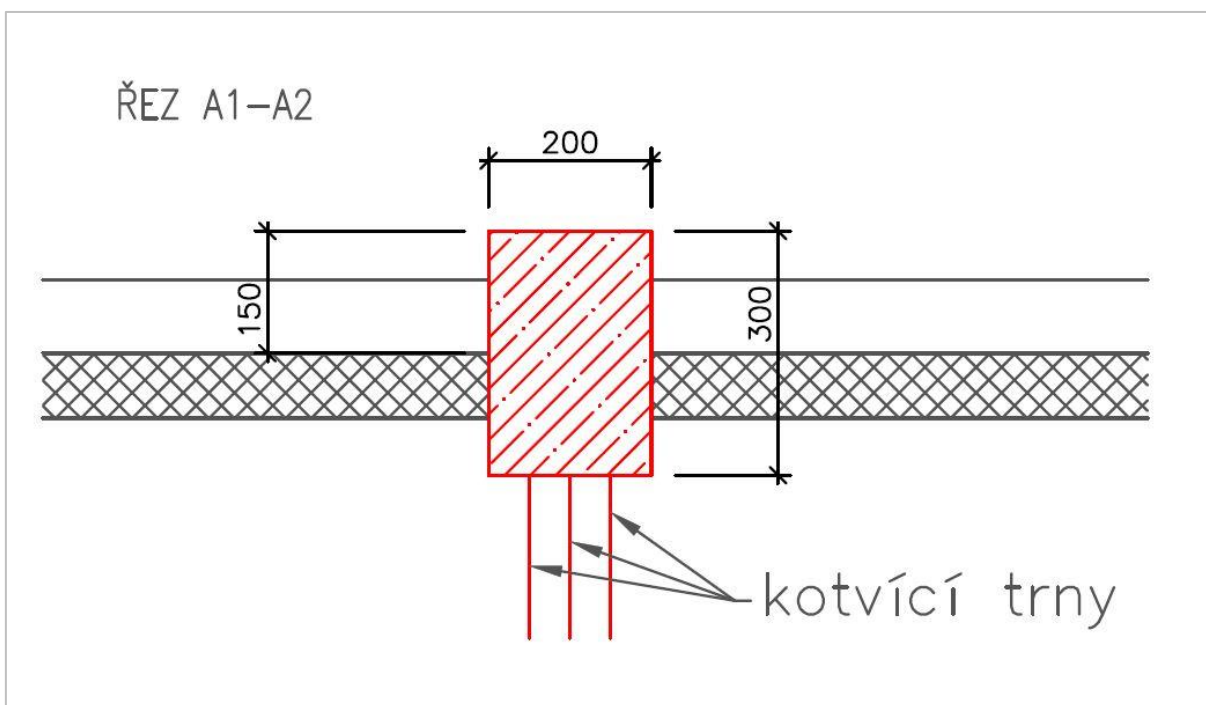
okrasného vodního prvku. Dle projektové dokumentace areálových sítí (12) je voda svedena do jezírka pomocí povrchového betonového žlabu. Tento žlab bude nutno doplnit paralelním potrubím nebo rozšířit, aby vyhovoval kapacitně pro odvedení průtoku návrhové srážky (viz kapitola 4.3 Intenzita návrhové srážky). Při napojení žlabu do spodního jezírka je nutno dbát na precizní provedení detailů jezírkové fólie. Dále bude žlab při jeho ústí opatřen „rozražečem“, tj. betonovým blokem, zavázaným do podloží a s dostatečným armováním pro tlumení kinetické energie vody při vyšších průtocích. Toto opatření je bráno pouze jako dočasné, z výpočtů vyplývá, že žlab nebude schopen převést kapacitní průtok a proto je doporučeno ho zkapacitnit a důkladně zavázat do podloží.



Obr. 16: Půdorysný výkres žlabu a rozražeče, kótováno v mm



Obr. 17: Příčný řez rozražečem a žlabem, kótováno v mm (výkres žlabu převzat z <http://www.betonika.cz/rubriky/projekcni-podklady/>)



Obr. 18: Podélný řez rozražečem a žlabem, kótováno v mm

Vhodné rostliny

Jako poslední téma zůstává výběr vhodných rostlin do soustavy jezírek. Rostliny jsou dělené dle jejich ideálního umístění a funkce. Tato kapitola byla zpracována na základě bakalářské práce s názvem Studie návrhu zahradního jezírka (24).

1. Rostliny pro zónu s hlubokou vodou 1 – 1,2 m
 - a) kalatka (*Aponogeton*)
 - b) stulík (*Nuphar*)
 - c) plavín (*Nymphoides*)
 - d) vodoklas (*Orontium*)
 - e) leknín (vybrané druhy: *Nymphaea alba*, *N. capensis*, *N. Colossea*, *N. Darwin*, *N. Gladstoniana*)



Obr. 19: Vodoklas vodní (*Orontium aquaticum*)

(Zdroj: <https://www.plantica.cz/vodni-rostliny/orontium-aquaticum-vodoklas.html>)

2. Rostliny pro zónu se středně hlubokou vodou 20 – 60 cm
 - a) blatouch bahenní (*Caltha palustris*)
 - b) šmel okoličnatý (*Butomus umbellatus*)
 - c) puškovec obecný (*Acorus calamus*)
 - d) lekníny (vybrané druhy: *N. Conqueror*, *N. Hermine*, *N. candida*, *N. Ellisiana*)



Obr. 20: Šmel okoličnatý (*butomus umbellatus*)

(Zdroj: <http://www.agau.cz/products/butomus-umbellatus-smel-okolicnaty-/>)

3. Rostliny pro bažinnou a pobřežní zónu

Tato zóna se vyznačuje plochami bez volné vodní hladiny, které jsou ale po celé vegetační období vlhké. Příbřežní rostliny napomáhají nejen biologické rovnováze, ale zároveň zakrývají detaily okrajů jezírka a jezírko tak působí přirozenějším dojmem.

3.1 Rostliny, které vyžadují mít kořeny pod vodou, ale zbytek rostliny je nad vodní hladinou:

- a) zábělník bahenní (*Comarum palustre*)
- b) prustka obecná (*Hippuris vulgaris*)
- c) marsilka Drummondova (*Marsilea drummondii*)
- d) modráska srdčitá (*Pontedeira cordata*)
- e) šípatka (*Sagittaria*)
- f) perlová kaprad' (*Onoclea sensibilis*)

- g) podezřeň královská (*Osmunde regalis*)

3.2 *Rostliny, které nemají rády kořeny pod vodou, ale vysazují se do vlhké humusové půdy:*

- a) puškovec trávovitý (*Acorus gramiens*)
- b) áron vlašský (*Arum italicum*)
- c) touleň srdčitá (*Houttuynia cordata*)
- d) kejklířka (*Mimulus*)
- e) úpolín (*Trollius*)
- f) zblochan vodní (*Glycra maxima*)
- g) ostřice visutá (*Carex pendula*)
- h) bezkolenec modrý (*Molinia caerulea*)

4. Okysličovací rostliny

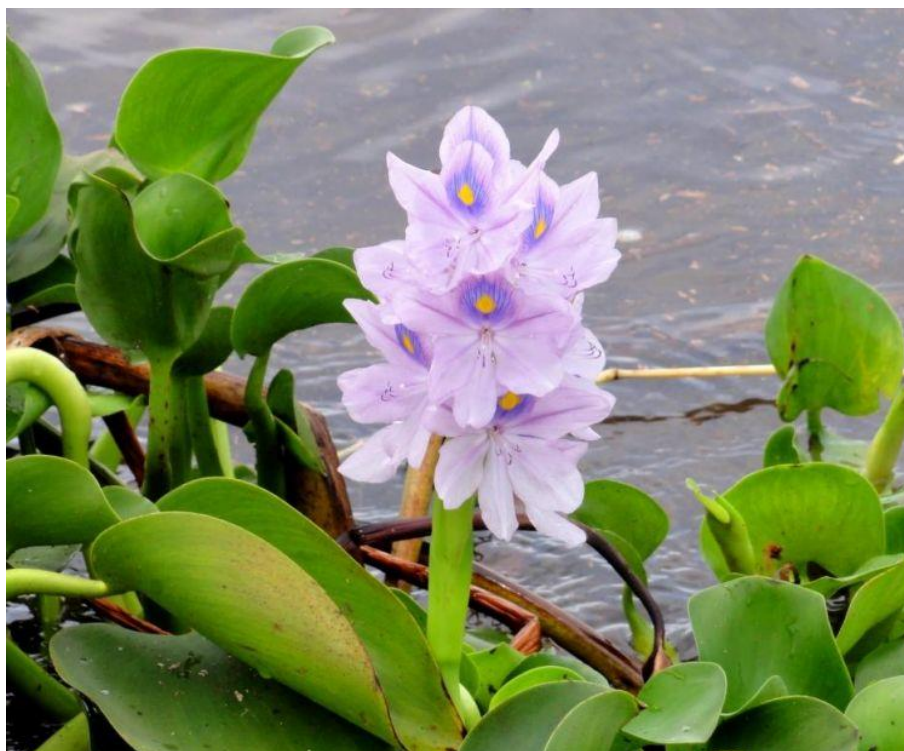
Tyto rostliny nejsou okrasnými rostlinami, nejsou příliš vzhledné, ale prokysličují vodu a brání růstu nežádoucích zelených řas.

- a) chebule karolínská (*Cabomba caroliniana*)
- b) hvězdoš podzimní (*Callitriche hermaphroditica*)
- c) pramenička obecná (*Fontinalis antipyretica*)

5. Plovoucí rostliny

Rostliny, rostoucí pouze na hladině bez nutnosti zakořenit i rostliny, které zakořenit potřebují. Těmito rostlinami by se nemělo osázet více než třetina jezírku kvůli stínu, který vytvářejí svými listy.

- a) kalatka dvouklasá (*Aponogeton distachyos*)
- b) tokozelka, „vodní hyacint“ (*Eichhornia crassipes*)
- c) lotos (*Nelumbo*)
 - potřeba vybrat mrazuvzdorné druhy
- d) plavín štítnatý (*Nymphoides peltata*)
- e) bublinatka obecná (*Urticularia vulgaris*)
 - masožravý druh vodních rostlin plovoucí těsně pod hladinou. Pomocí měchýřků polyká hmyz.



Obr. 21: Tokozelka nadmutá (*Eichhornia crassipes*) (Zdroj: <https://www.biolib.cz/cz/image/id180343/>)



Obr. 22: Kalatka dvouklasá (*Aponogeton distachyos*) (Zdroj: http://www.e-herbar.net/main.php?g2_itemId=53541)

Závěr

Cílem této práce bylo zhodnotit stávající stav navržených prvků vodního hospodářství v objektu nově budovaného kláštera v Drastech, stanovit množství vyprodukovaných odpadních vod a zachycených vod dešťových a navrhnout jejich efektivní využití.

Nejprve bylo stanoveno maximální množství akumulované dešťové vody, které bude možno zachytit a vypočtena bilance zachycené vody a potřebné vody na zálivku pěstebních zahrad. Z bilance vyplynulo, že vody na zálivku by měl být dostatek a tak vyvstala otázka, jak naložit s vodou přebytečnou. Pro tento účel byl navržen zasakovací průleh, který nadlepšuje vodní bilanci v údolní nivě. Dále bylo stanoveno průměrné množství vyprodukované vody odpadní, což byl vstupní parametr pro výpočet maximální plochy vodní hladiny okrasného vodního prvku. Jelikož okrasný vodní prvek bude vyložen nepropustnou fólií, jedinou ztrátou vody bude výpar. Právě proto byla stanovena maximální plocha na základě množství vyprodukované odpadní vody a průměrného denního výparu. Ten byl vypočten regresní rovnicí v závislosti na průměrné teplotě vzduchu. Ačkoliv je do okrasného vodního prvku sveden případ z akumulčních jímek a tudíž se dá předpokládat, že bilance vody bude nadlepena vodou dešťovou, návrh okrasného vodního prvku je dimenzován pouze s uvážením objemu vyčištěné odpadní vody.

Pro bezpečné odvedení přebytečného množství vody z okrasného vodního prvku např. při intenzivní srážkové události byl navržen bezpečnostní přeliv s dostatečnou kapacitou na převedení průtoku, vyvolaného deštěm s dobou trvání 15 minut a dobou opakování 20 let.

Dále byla navržena trasa a poloha jezírek včetně popisu jejich správného provedení a navrženo vhodné čerpadlo pro recirkulaci vody v okrasném vodním prvku na základě geodetické dopravní výšky a tlakových ztrát ve výtlačném potrubí v závislosti na jeho průměru a průtoku v něm. Na závěr byl sepsán seznam doporučených rostlin, napomáhajících udržení ideálních podmínek v jezírkách a sloužících bezpochyby jako zkrášlující efekt okrasného vodního prvku.

Citovaná literatura

1. Wikipedia. *Řád bosých karmelitánů*. [Online] 2. 10 2019. [Citace: 20. 2 2020.] https://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%98%C3%A1d_bos%C3%BDch_karmelit%C3%A1n%C5%AF.
2. Wikipedle. *Drasty*. [Online] 23. 6 2019. [Citace: 28. 2 2020.] <https://cs.wikipedia.org/wiki/Drasty>.
3. Karmel Drasty. *Stěhování bosých karmelitek do Drast*. [Online] 2020. [Citace: 28. 2 2020.] <https://karmeldrasty.eu/>.
4. Historická data. *Český hydrometeorologický ústav*. [Online] [Citace: 3. 3 2020.] <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky#>.
5. Kafka, Petr a kol., a další. Webová aplikace pro stanovení Bodové náhradní maximální intenzity srážky. [Online] 2016. [Citace: 3. 4 2020.] <https://rain1.fsv.cvut.cz/webapp/d-rain-point/>.
6. Vrána, Karel, a další. *Standardy péče o přírodu a krajinu*. [Online] 2017. [Citace: 14. 4 2020.] <http://standardy.nature.cz/res/archive/375/061082.pdf?seek=1512661436>.
7. BEST - Dlažby. *Obchod BEST*. [Online] [Citace: 20. 4 2020.] <https://obchod.best-as.cz/result/product?search=archia>.
8. Fejk, M. SO.33 - Akumulační nádrže na dešťovou vodu. Verdek 61, Dvůr Králové nad Labem : Mafep energo s.r.o.
9. Meliorace. Potřeba vody pro doplňkovou závlahu. *ČSN 75 0434*.
10. Žák, V. Domácí vodní hospodaření. *Voda - základ života*. [Online] 2016. [Citace: 23. 3 2020.] <http://www.vodazakladzivota.cz/clanky/40-domaci-vodni-hospodareni-kolik-vody-spolkne-zahrada>.
11. Zalévání růží. *Růže*. [Online] [Citace: 23. 3 2020.] <http://www.ruze.cz/pestovani-ruzi/zalevani-ruzi/>.
12. Fejk, M. Objekty bydlení sester v Drastech - Dokumentace areálových sítí a infrastruktury. Dvůr Králové nad Labem : MAFEP energo s.r.o., 11 2018.

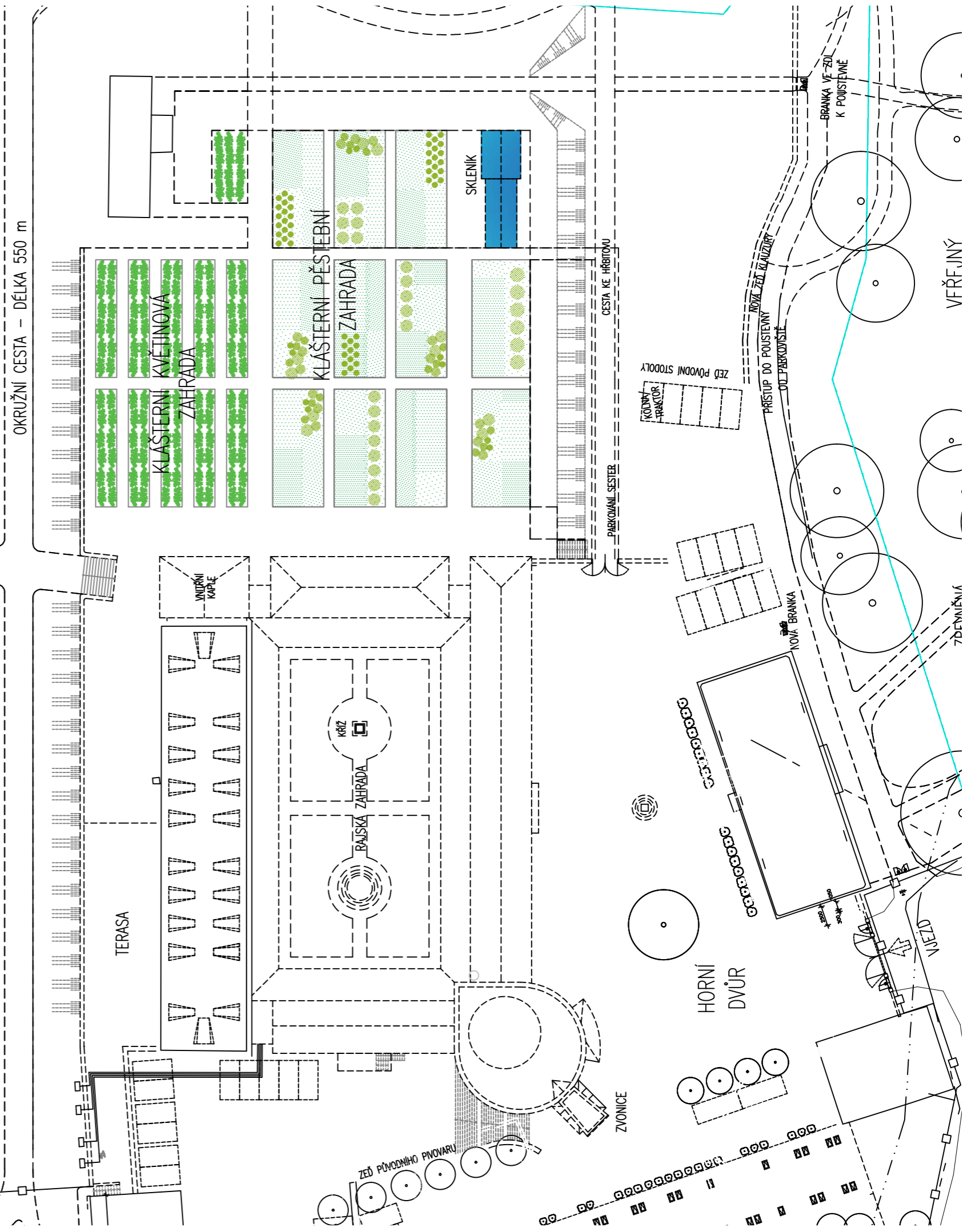
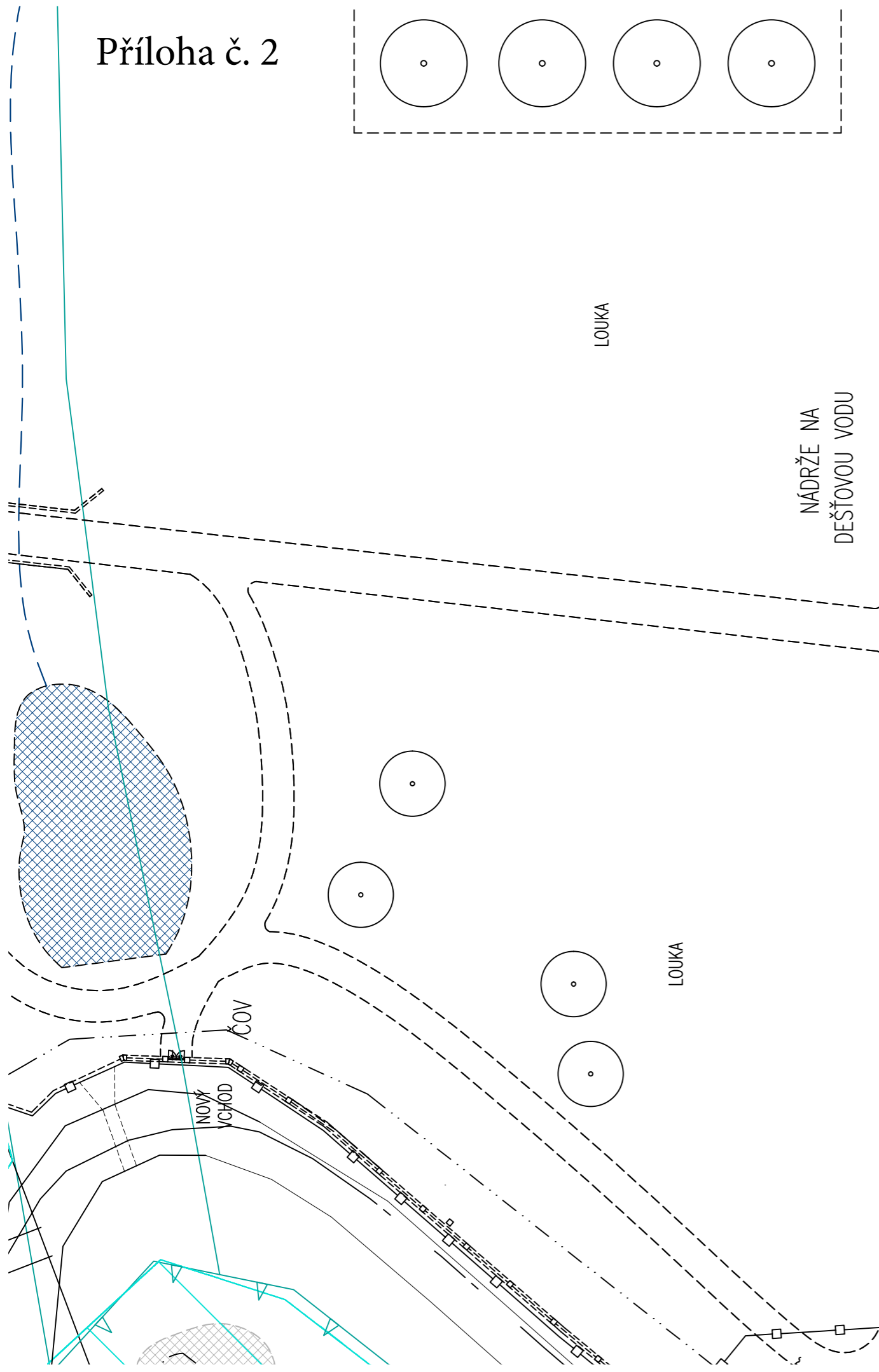
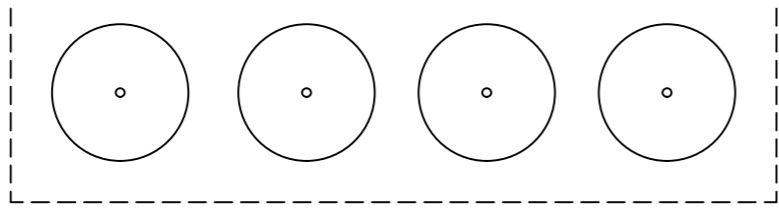
13. vodacz.com. *Návod k obsluze - jednoduché čistírny odpadních vod, řada Cleanny 8 - 50*. [Online] VODA s.r.o. Bohuslava Martinů 1038/20, 500 02, Hradec Králové. [Citace: 5. 3 2020.] <https://www.vodacz.com/cs/download/navod-k-obsluze->.
14. Hlavínek, P., Beran, A. Výpočtový program pro ČOV 50 EO. *Množství látek na odtoku z ČOV*. Brno, Hradec Králové : Voda CZ s.r.o., 2019.
15. Beran, A., Fialová, P., Kozín, R., Melišová, E., Blocher, J., Bašta, P. Odvození vzorců pro výpočet výparu, využití dálkového průzkumu Země pro výpočet výparu. Výzkumná zpráva projektu TJ01000196, 2019.
16. Směrná čísla roční potřeby vody. *TZB*. [Online] [Citace: 4. 3 2020.] <https://voda.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/94-smerna-cisla-rocni-potreby-vody>.
17. Jezírková čerpadla. *Naše jezírka*. [Online] [Citace: 24. 3 2020.] <https://www.nasejezirka.cz/cs/21-jezirkova-cerpadla>.
18. Pond trade magazine. *How to build a perfect stream*. [Online] [Citace: 5. 6 2020.] <https://www.pondtrademag.com/guide-building-perfect-stream/>.
19. Stavba potoka. *Jezírka & zahrady*. [Online] [Citace: 4. 5 2020.] <http://www.jezirka-zahrada.cz/clanky/stavba-potoka>.
20. Katedra hydrauliky - Ke stažení. *Katedra hydrauliky ČVUT*. [Online] [Citace: 23. 4 2020.] http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Hydraulika/Hydraulika/Predmety/Hya/ke_stazeni/cviceni/tabulky_1.pdf.
21. Vytápění. *TZB info*. [Online] [Citace: 6. 5 2020.] <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/87-vypocet-tlakove-ztraty-trenim-v-potrubi>.
22. Kalová čerpadla. *Bola*. [Online] [Citace: 6. 5 2020.] https://www.bola.cz/admin/files/e_product_files/1/914/ap_12_50.pdf.
23. Lávky a mosty. *Drevostavby*. [Online] [Citace: 6. 5 2020.] <https://www.drevostavby.in/mosty-a-lavky/>.

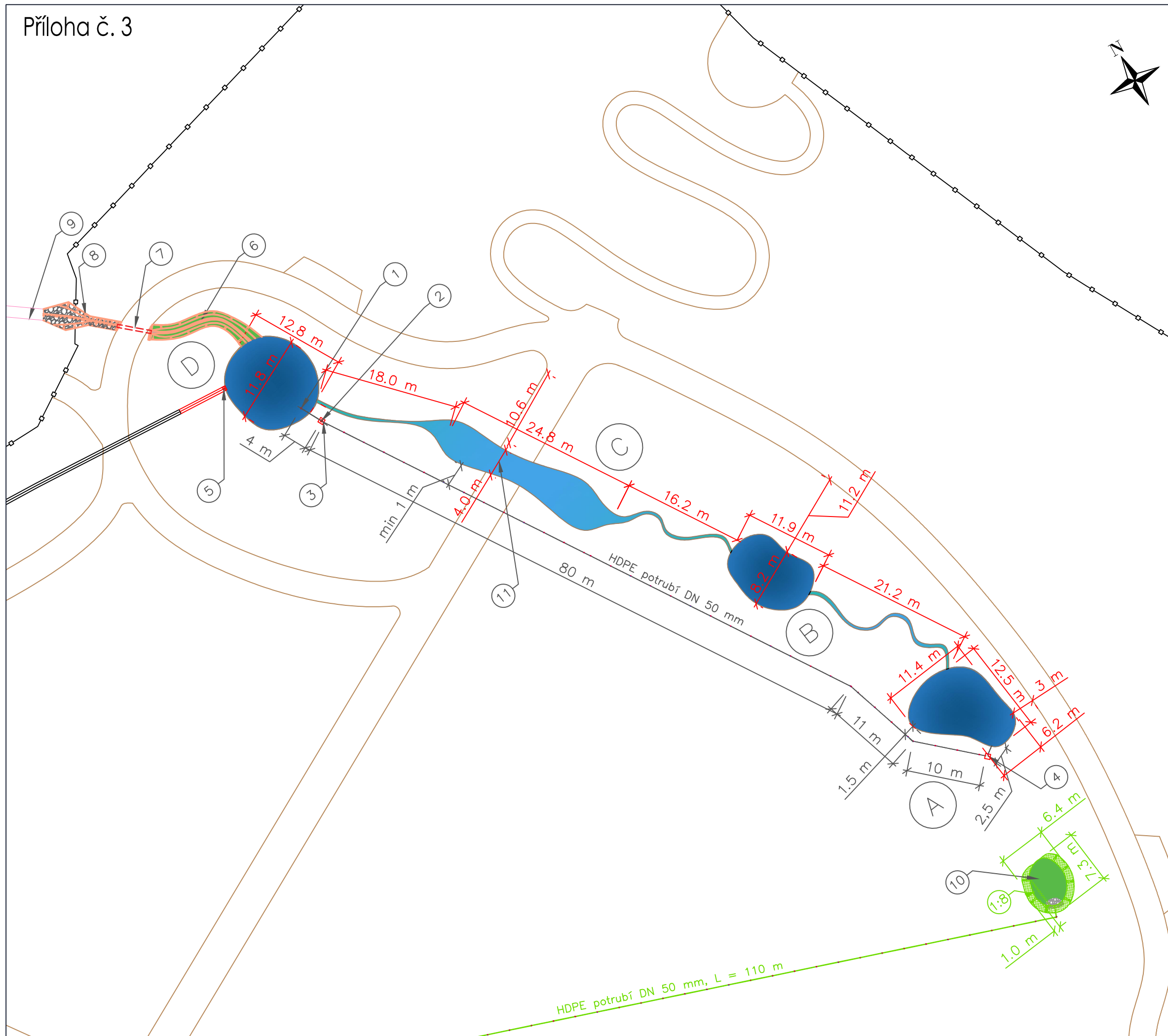
24. Ištvanová, K. *Studie návrhu zahradního jezírka - bakalářská práce*. [Online] 2009. [Citace: 4. 5 2020.] <https://docplayer.cz/16059945-Mendelova-zemedelska-a-lesnicka-univerzita-studie-navrhu-zahradniho-jezirka-bakalarska-prace.html>.
25. mapy.cz. [Online] [Citace: 2. 3 2020.] <http://mapy.cz/zakladni?x=14.3958315&y=50.1936620&z=13&source=ward&id=446>
3.
26. Iblová, R., Ibl, M. Vizualizace areálu kláštera v Drastech. místo neznámé : Architektonický ateliér AV 19, s.r.o., 2019.
27. Knožová, G., Rožnovský, J., Kohut, M. SBORNÍK MĚŘENÍ VÝPARU Z VODNÍ HLADINY. [Online] [Citace: 23. 3 2020.] <http://cbks.cz/sbornik05b/KnozovaRoznovskyKohut.pdf>.
28. Filtrační potoční čerpadla. *Doltak*. [Online] [Citace: 6. 5 2020.] <https://www.doltak.cz/produkt/aquaforte-dm-30000-vario-filtracni-potocni-čerpadlo--/>.

Přílohy

- 1) Původní návrh dešťové kanalizace areálu – schéma *Pozn.: kružnice s bodem ve středu jsou stromy, měřítko 1:750* (Zdroj: Výkresová dokumentace EASY CMP s.r.o.)
- 2) Areálová situace se zakreslenými pěstebními plochami *Pozn.: kružnice s bodem ve středu jsou stromy, měřítko 1:1000* (Zdroj: Výkresová dokumentace EASY CMP s.r.o.)
- 3) Situace okrasného vodního prvku
- 4) Situace objektů vodního hospodářství
- 5) Podélný profil okrasného vodního prvku (5x převýšený), výškové kóty v systému BpV
- 6) Situace odtoku a bezpečnostního přelivu z dolního jezírka

Příloha č. 2





Legenda:

1. nátok do šachty
2. čerpadlo a UV lampa v šachtě 700x700 mm, čerpadlo s regulovatelným výkonem
3. zpětná mechanická klapka
4. výtoková šachta 600x600 mm
5. povrchové vedení vody žlabovkami – na konci rozražeč vody pro tlumení kin. energie vody při vyšších průtocích
6. bezpečnostní přeliv
7. betonový kruhový propustek DN 400 mm
8. kamenný skluz se 4 stupni pro tlumení kin. energie vody
9. stávající propustek pod silnicí
10. vsakovací průleh
11. dřevěný mostek

- klášterní zeď
- potrubí HDPE DN50/63
- plánované trasy cest
- potrubí HDPE DN50/63

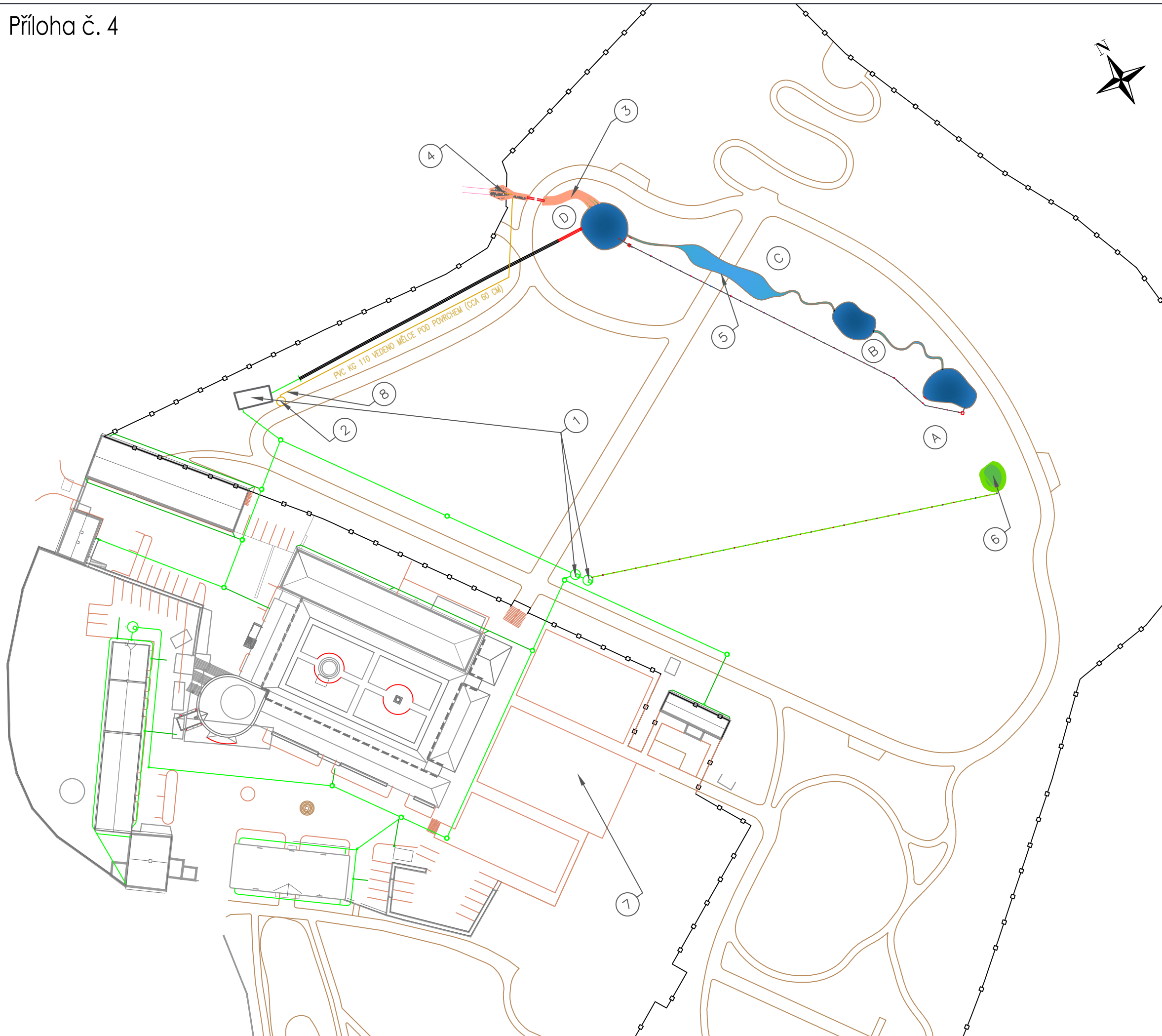
JEZÍRKA:

- A) Plocha: 104 m²; Objem: 66 m³; max. hlb.: 1,2 m
- B) Plocha: 82 m²; Objem: 48 m³; max. hlb.: 1,2 m
- C) Plocha: 136 m²; Objem: 75 m³; max. hlb.: 1 m
- D) Plocha: 120 m²; Objem: 170 m³; max. hlb.: 3 m

Celková situace jezírek

Akce: Okrasný vodní prvek Drasty

vypracoval: Jáchym Rykl	datum: 04/2020
formát: 420,00x297,00 mm	měřítko: 1:500



Legenda:

1. akumulční jímky
2. domovní ČOV
3. bezpečnostní přeliv z dolního jezírka
4. kamenitý skluz se 4 stupni a zaústění do stávajícího propustku pod silnicí včetně řešení křížení s klášterní zdí
5. dřevěný mostek
6. vsakovací průleh
7. pěstební zahrady
8. pískový filtr za ČOV

- výtok z ČOV DN125mm
- objekty kláštera
- dešťová kanalizace
- klášterní zeď
- potrubí HDPE DN50/63
- plánované trasy cest
- potrubí HDPE DN50/63 do vsaku

JEZÍRKA:

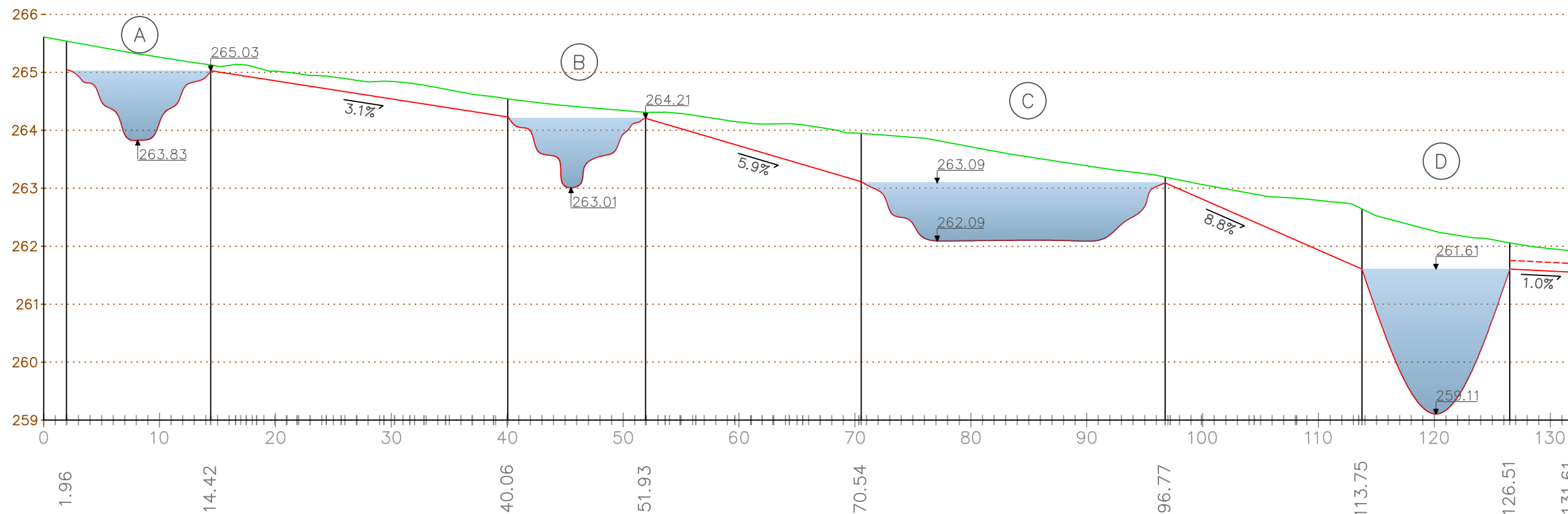
- A) Plocha: 104 m²; Objem: 66 m³; max. hlb.: 1,2 m
- B) Plocha: 82 m²; Objem: 48 m³; max. hlb.: 1,2 m
- C) Plocha: 136 m²; Objem: 75 m³; max. hlb.: 1 m
- D) Plocha: 120 m²; Objem: 170 m³; max. hlb.: 3 m

Celková situace

Akce: Okrasný vodní prvek Drasty

vypracoval: Jáchym Rykl	datum: 04/2020
formát: 420,00x297,00 mm	měřítko: 1:1000

— stávající terén
 — niveleta dna



Podélný profil 5x převýšený

Akce: Okrasný vodní prvek Drasty

vypracoval: Jáchym Rykl

datum: 05/2020

formát: 420,00x297,00 mm

měřítko: 1:400

Příloha č. 6

Legenda:

- konstrukce bezp. přelivu
- plánované trasy cest
- klášterní zeď
- povrchové vedení vody žlabovkami
- bet. propustek DN400mm
- kamenná rovnanina
- ohumusení a osetí

