

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**VYUŽITÍ ODPADNÍCH VOD V POLYFUNKČNÍM
OBJEKTU**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracovala:

Bc. Lucie Kyselová

Vedoucí práce:

Ing. Zuzana Veverková, Ph.D.

2021/2022



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Kyselová	Jméno: Lucie	Osobní číslo: 438162
Zadávací katedra: K125 - Katedra technických zařízení budov		
Studijní program: Budovy a prostředí		
Studijní obor: Budovy a prostředí		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Využití odpadních vod v polyfunkčním objektu	
Název diplomové práce anglicky: Wastewater use in a multifunctional building	
Pokyny pro vypracování: Studie využití odpadních vod v řešeném objektu - návrh možných variant, jejich vyhodnocení, závěr, výběr vhodné varianty pro řešení objekt.	
Zpracování projektové dokumentace vnitřního vodovodu a kanalizace zvolené varianty - půdorysy, řezy, situace, výpočty, technická zpráva	
Seznam doporučené literatury: prof. Ing. K.Kabele, CSc. a kol. : Energetické a ekologické systémy 1 - skripta ČVUT Valášek, J. a kol. - Zdravotnětechnická zařízení budov, Jaga 2006, ISBN 80-88905-60-5. Daniel Klaus, Technika budov - Příručka pro projektanty, Jaga Bartoník, A., Holba, M., Vrána, J., Ošlejšková, M., Plotěný, K. Šedé vody – možnosti využití jejich energetického potenciálu, Vodní hospodářství 2/2012, s.60-64 ČSN 75 5409 Vnitřní vodovody. CNI 2013 ČSN 75 6760 Vnitřní kanalizace. CNI 2014	
Jméno vedoucího diplomové práce: Ing.Zuzana Veverková, Ph.D.	
Datum zadání diplomové práce: 29.9.2021	Termín odevzdání diplomové práce: 2.1.2022 <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 diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové 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>	
30. 9. 2021 Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů pod vedením Ing. Zuzany Veverkové, Ph.D.

V Praze dne:

.....

Bc. Lucie Kyselová

Chtěla bych poděkovat vedoucí mé diplomové práce Ing. Zuzaně Veverkové, Ph.D. za cenné rady a věnovaný čas, který mi během mé práce věnovala. Zároveň bych chtěla poděkovat rodičům za podporu při studiu.

Anotace

Předmětem této diplomové práce je návrh vnitřního vodovodu a kanalizace a v polyfunkčním objektu. Ve studijní části jsou návrhy možných variant využití odpadních vod v řešeném objektu, vyhodnocení těchto variant a výběr vhodné varianty pro řešený objekt. V projektové části je zpracovaná dokumentace vnitřního vodovodu a kanalizace zvolené varianty - půdorysy, řezy, situace, výpočtová část a technická zpráva.

Klíčová slova

Odpadní vody, šedé vody, černé vody, žluté vody, bilance potřeby vody, množství dešťových vod, likvidace odpadních vod, využívání odpadních vod

Annotation

The subject of this diploma thesis is the design of internal water supply and sewerage and in a multifunctional building. The study part contains proposals for possible variants of wastewater use in the solved object, evaluation of these variants and selection of suitable variants for the solved object. The project part contains documentation of the internal water supply and sewerage of the selected variant - floor plans, sections, situation, calculation part and technical report.

Keywords

Wastewater, gray water, black water, yellow water, water demand balance, amount of rainwater, wastewater disposal, wastewater use

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Druhy odpadních vod.....	9
2.1 Dělení odpadních vod	9
2.2 Složení odpadních vod	9
2.3 Dělení splaškových odpadních vod.....	10
2.3.1 Černé vody	10
2.3.2 Hnědé vody	10
2.3.3 Žluté vody	11
2.3.4 Šedé vody.....	11
3. Likvidace odpadních vod.....	12
3.1 Likvidace splaškových odpadních vod	12
3.1.1 Žumpy (jímky).....	12
3.1.2 Septik	13
3.1.3 Domovní čističky odpadních vod	13
3.1.4 Odvod do veřejné splaškové (jednotné) kanalizace.....	14
3.2 Likvidace dešťových odpadních vod	15
3.2.1 Vsakování dešťových odpadních vod.....	15
3.2.2 Odvod do recipientu nebo dešťové kanalizace	16
3.2.3 Zadržení dešťové vody v retenční / akumulární nádrži.....	16
4. Zpětné využívání odpadních vod.....	17
4.1 Zpětné využití splaškových odpadních vod	17
4.1.1 Metody čištění šedých vod	18
4.1.2 Skladování provozní (bílé) vody.....	19
4.2 Zpětné využití dešťových odpadních vod	19
4.2.1 Skladování dešťové vody.....	20
4.3 Využití tepla z šedých odpadních vod	20

5.	Požadavky na jakost provozní vody	21
5.1	Hygienické požadavky na jakost vyčištěných šedých vod (bílé vody).....	21
5.2	Hygienické požadavky na jakost dešťových vod.....	21
6.	Výpočtové vztahy	22
6.1	Bilance potřeby vody	22
6.1.1	Průměrná denní potřeba vody	22
6.1.2	Maximální denní potřeba vody	26
6.1.3	Maximální hodinová potřeba vody	26
6.2	Množství dešťových odpadních vod	27
7.	Kritéria výběru využití odpadních vod v polyfunkčním objektu.....	28
7.1	Rozdělení spotřeby vody dle zařizovacích předmětů.....	30
8.	Závěr	34
9.	Seznam použité literatury a podkladů.....	35
10.	Seznam příloh	37

1. Úvod

Předmětem této diplomové práce je návrh vnitřního vodovodu a kanalizace v polyfunkčním objektu. Práce je rozdělena na studijní a projektovou část. Projektová část je zároveň rozdělena na technickou zprávu, výpočty a výkresy.

Ve studijní části diplomové práce se řeší druhy a rozdělení odpadních vod. Dle hygienických požadavků je určena bilance potřeby vody (průměrná denní potřeba vody, maximální denní potřeba vody, maximální hodinová potřeba vody). Dále jsou vypsány návrhy možných variant likvidace odpadních vod, vyhodnocení jednotlivých variant a jako závěr je výběr vhodné varianty pro daný objekt (polyfunkční objekt).

V projektové části diplomové práce se řeší návrh vnitřního vodovodu a kanalizace, který je zpracovaný na stupni dokumentace pro provádění stavby. Součástí projektu je technická zpráva, ve které je vypočtena bilance potřeby vody, způsob zásobování objektu vodou, způsob likvidace splaškových a dešťových vod, popis vnitřního vodovodu a kanalizace, tj. ležatý rozvod, stoupací potrubí, přípojovací potrubí a požární potrubí.

2. Druhy odpadních vod

Odpadní voda, je taková voda, která byla využita k lidské potřebě a následně byla znečištěna lidskou činností.

2.1 Dělení odpadních vod

Odpadní vody se dělí podle charakteru znečištění:

- Splaškové odpadní vody
- Průmyslové a zemědělské odpadní vody
- Dešťové (srážkové) vody

Splaškové odpadní vody jsou vyprodukované v obytných budovách, veřejných budovách (školy, školky, úřady, kulturní zařízení...), jiných budovách ze všech sociálních a kuchyňských zařízení.

Průmyslové a zemědělské odpadní vody jsou z průmyslové a zemědělské produkce, které byly znečištěné při použití strojních zařízení a jiných zařízení použitých při výrobních procesech. Tyto vody, zejména průmyslové, mohou obsahovat jiné složky např. olej.

Dešťové (srážkové) odpadní vody jsou takové, které dopadají na zemi ve formě srážek. Tyto vody řešíme při odvodnění střech a zpevněných ploch (např. chodníky, silnice, zámkové dlažby u rodinných domů, ...).

2.2 Složení odpadních vod

Splaškové odpadní vody jsou tvořeny převážně močí a fekáliemi. Dále se zde nachází i čisticí, mycí a prací prostředky a zbytky potravy (tuky,...).

Znečištění průmyslových odpadních vod je velmi různorodé a záleží na orientaci dané průmyslové nebo zemědělské výroby. Podniky a firmy, které vypouštějí odpadní vody přímo do vodoteče, musí mít čistírnu odpadních vod nebo alespoň jednoduchou úpravnu odpadní vody. [1]

Dešťové (srážkové) vody obsahují různé látky, které do sebe pohltí během cesty atmosférou. Takové látky jsou: kyslík, dusík, oxid uhličitý, oxidy síry, dusíku, amoniak, pyl, bakterie a další nečistoty různých velikostí.

Průchodem dešťové kapky atmosférou bere voda další pevné smáčivé či rozpustné částice. Do vody se též rozpouští vzdušný oxid uhličitý (CO_2) za vzniku kyseliny uhličité, což zvyšuje kyselost a snižuje Ph dešťové vody do rozmezí Ph 5,5 až 6,0. Naopak rozpuštěný amoniakální dusík (NH_3) kyselost dešťových srážek snižuje. Běžně se hodnota Ph srážkové vody na území České republiky pohybuje v rozmezí 4,4 až 6,5. Kyselost dešťové vody může během roku kolísat, hodnota Ph pod 5,5 je považována za kyselý déšť se všemi spojenými negativními důsledky na životní prostředí. [2]

2.3 Dělení splaškových odpadních vod

Splaškové odpadní vody se rozdělují na černé a šedé vody. Černé vody se rozdělují na žluté a hnědé.

2.3.1 Černé vody

Klasickým odváděním odpadních vod z toalet – tzn. hnědých a žlutých vod současně – získáváme vody černé. Pokud dokážeme černé vody zadržovat oddělené od ostatních (budou tedy velice málo zředěné), můžeme je přeměnit na přírodní hnojivo, kterým budeme umět nahradit syntetické produkty. V některých pilotních projektech bylo použito separování výhradně černých vod (využití v zemědělství ke hnojení). [3]

2.3.2 Hnědé vody

Hnědými vodami se rozumějí fekálie, které obsahují především uhlík, méně dusík, fosfor a draslík, ale také větší množství vápníku, hořčíku a železa. Jeden člověk vyprodukuje ročně kolem 50 l fekálií. [3]

2.3.3 Žluté vody

Tedy moč, se skládá z vodného roztoku metabolických odpadů, hlavně močoviny, rozpuštěných solí, zejména chloridu sodného, a dalších organických látek. Obsahuje nutrienty, jedná se zejména o dusík (N), fosfor (P) a draslík (K), dále síru, bór a další prvky. Jejich skutečný obsah se liší v závislosti na stravě. Moč je obvykle dobře vyvážené hnojivo s podobným poměrem hlavních živin jako průmyslově vyráběné hnojivo NPK. Pro hnojení se ji doporučuje ředit v poměru 1 : 8 s vodou. Jeden člověk vyprodukuje ročně přibližně 500 l moči. [3]

2.3.4 Šedé vody

Šedou vodou nazýváme podle normy EN 12056 (Vnitřní kanalizace) splaškové odpadní vody neobsahující fekálie a moč, které odtékají z umyvadel, van, sprch, dřezů apod. Šedou vodu, zejména z koupelen, je možné po úpravě využívat jako vodu provozní (tzv. bílou vodu) pro splachování záchodů, pisoárů a zalévání zahrad. Nejvýznamnější znečištění šedých vod způsobují detergenty z pracích prášků, šamponů, mýdel, zubních past a podobně. Odpadní vody z kuchyňských umyvadel a z drtičů odpadů jsou občas vyjímány ze zdrojů šedé vody, protože mívají vysokou koncentraci znečištění. [3]

3. Likvidace odpadních vod

3.1 Likvidace splaškových odpadních vod

Splaškové odpadní vody se likvidují pomocí:

- Žumpy (jímky)
- Septiku
- Domovní čističky odpadních vod
- Odvod do veřejné splaškové (jednotné) kanalizace

Před výběrem vhodného řešení likvidace splaškových odpadních vod na řešeném objektu je třeba zohlednit různé parametry, co by mohli ovlivnit výběr, nebo výběr omezit.

Parametry mohou být:

- využití objektu (např. trvale obydlený nebo rekreační objekt)
- umístění objektu (např. recipient, vhodná geologická skladba)
- velikost pozemku, na kterém bude umístěný objekt
- finanční náklady
- náročnost údržby vybraného zařízení

3.1.1 Žumpy (jímky)

Žumpa neboli bezodtoká jímka, která může být plastová nebo betonová, slouží k zadržování odpadní vody. Odpadní voda se zde pouze akumuluje (nečistí se). Jímka se musí nechat vyvážet fekálním vozem, který odpadní vodu odveze do čistírny odpadních vod. Velikost žumpy určuje, po jaké době se bude jímka vyvážet, čím menší jímka, tím častěji se bude muset vyvézt.

Výhody:

Nízké pořizovací náklady

Vhodné na rekreační objekty

Nemusí být geologický průzkum

Nevýhody:

Vyšší provozní náklady (vývoz)

Nevhodné pro trvale obydlené objekty

3.1.2 Septik

Septik se skládá z několika komor a může být buď betonový, nebo plastový. Nejčastěji jsou dvoukomorové nebo tříkomorové septiky. Mezi každou komorou je přepážka, díky které dochází k mechanicko - biologickému čištění. Čím více komor, tím je přečištění účinnější. Septik musí být doplněn o filtr (např. pískový nebo šterkový), poté se může vyčištěná voda ze septiku vsakovat nebo vypouštět do recipientu.

Výhody:

Nízké pořizovací náklady

Nízké provozní náklady (oproti jímce)

Není potřeba elektrická energie

Nevýhody:

Dočistovací filtr

Větší plocha na zastavění

Musí být geologický a hydrogeologický průzkum (vsakování) nebo souhlas správce vodního toku (pro odvod do recipientu)

3.1.3 Domovní čističky odpadních vod

Nejmodernější a nejdokonalejší způsob nakládání s odpadními vodami představuje domovní čistička odpadních vod, která dokáže odpadní vody zbavit až 97% nečistot. Domovní čističky fungují na stejném principu jako velké čistírny odpadních vod. Čištění vody obvykle probíhá ve třech fázích. Hrubé předčištění zbaví vodu hrubých nečistot, následuje aerobní biologické čištění při kterém se oddělí kal, a v poslední fázi jsou kal a vyčištěná voda přeneseny do příslušných prostorů, kde jsou skladovány a následně zpracovány. [7]

S vyčištěnou vodou je možné naložit několika způsoby. Lze ji vypouštět do povrchových vod, nechat vsakovat do podzemních vod nebo vypouštět do veřejné kanalizace, která ale nesmí být ukončena obecní čistírnou, ale musí ústit do

povrchových vod. Poslední možností je shromažďování vyčištěné vody v bezodtokové jímce a její využití k zalévání. [7]

Výhody:

Nízké provozní náklady

Nevýhody:

Vysoké pořizovací náklady

Nutnost pravidelné obsluhy

Potřeba elektrické energie

Vyšší provozní náklady

Musí být geologický a hydrogeologický průzkum (vsakování) nebo souhlas správce vodního toku (pro odvod do recipientu)

3.1.4 Odvod do veřejné splaškové (jednotné) kanalizace

Veřejná splašková kanalizace slouží pro odvod splaškových odpadních vod z objektů do čistírny odpadních vod (ČOV). Veřejná splašková kanalizace slouží pouze pro odvod splaškových odpadních vod, oproti jednotné kanalizaci, která odvádí splaškové i dešťové odpadní vody. Jednotné kanalizační sítě se již nerealizují a s postupem času se nahradí oddílnou soustavou (splaškovou a dešťovou kanalizací). Objekt tvořený z vnitřní kanalizace se napojí na veřejnou kanalizační síť pomocí kanalizační přípojky se souhlasem správce sítě. Kanalizační přípojka je hrazena majitelem objektu, stejně jako opravy přípojky. Pouze pokud je přípojka na pozemku pro veřejnou potřebu (obecní, státní pozemek), tak opravy přípojky hradí správce sítě.

3.2 Likvidace dešťových odpadních vod

Dešťové odpadní vody se likvidují pomocí:

- Vsakování
- Odvod do recipientu nebo dešťové kanalizace
- Zadržení dešťové vody v retenční / akumulární nádrži

Před výběrem vhodného řešení likvidace dešťových odpadních vod na řešeném objektu je třeba zohlednit různé parametry, co by mohli ovlivnit výběr, nebo i výběr omezit.

Parametry mohou být:

- využití objektu (např. trvale obydlený nebo rekreační objekt)
- umístění objektu (např. recipient, vhodná geologická skladba)
- velikost pozemku, na kterém bude umístěn objekt
- finanční náklady
- náročnost údržby vybraného zařízení

3.2.1 Vsakování dešťových odpadních vod

Nejlepším řešením likvidace dešťových vod je pomocí vsakování, voda totiž zůstává na místě (pozemku) kam dopadla a neodvádíme ji jinam. V místě vsakovacího zařízení se provede hydrogeologický průzkum, aby bylo zjištěno, zda je skladba půdy vhodná pro vsakování. Pokud hydrogeologický průzkum ukáže, že podloží je vhodné, pak se na místě udělají vsakovací tělesa. Jejich velikost se vypočítá dle zastavěných ploch na pozemku a umístění by se mělo volit tak, aby nebyly podmáčené základy okolních objektů.

Výhody:

Likvidace dešťových vod na pozemku

Nezatěžují se čističky odpadních vod

Pomůže to při povodních

Nevýhody:

Nutná vhodná skladba podloží

Pořízení hydrogeologického posudku

3.2.2 Odvod do recipientu nebo dešťové kanalizace

Dešťové odpadní vody se mohou odvádět pomocí regulovaného průtoku do recipientu (vodního toku) nebo do dešťové kanalizace, v krajním případě i do jednotné kanalizace, to je ale až poslední možnost likvidace dešťových vod. Pokud je v místě objektu vodní tok. Pokud bychom chtěli srážkové vody odvádět do dešťové kanalizace, musí souhlasit správce sítě. Když je u objektu pouze jednotná kanalizace, žádný vodní tok ani nelze vsakovat, je jediné řešení odvádět dešťové vody pomocí jednotné kanalizace.

Výhody:

Není nutný hydrogeologický posudek

Nezáleží na skladbě podloží

Nevýhody:

Odvádíme srážky mimo pozemek

V případě jednotné kanalizace zatěžujeme čistírnu odpadních vod

3.2.3 Zadržení dešťové vody v retenční / akumulární nádrži

Toto je další možné řešení, ale neslouží k přímé likvidaci dešťových odpadních vod, ale pouze k zadržení vody na pozemku. Rozdíl mezi retenční a akumulární nádrží je ten, že retenční nádrž má bezpečnostní přepad. Proto je lepší použít retenční nádrž, akumulární je krajní řešení, protože z akumulární nádrže se musí voda spotřebovat dříve, než se nádoba přeplní.

Z retenční nádrže vede bezpečnostní přepad, z kterého je nutné řešit likvidaci pomocí vsakovacího tělesa, odvodu do recipientu či dešťové (jednotné) kanalizace, již popsáno.

Výhody:

Částečné zadržení vody

Závisí na likvidaci dešťových vod

Nízké provozní náklady

Nevýhody:

Dostatečná velikost pozemku

Závisí na likvidaci dešťových vod

Vyšší pořizovací náklady

Při použití akumulární nádrže se musí voda spotřebovat, aby nedošlo k přeplnění.

4. Zpětné využívání odpadních vod

Odpadní vody se mohou využít jak dešťové, tak i splaškové. Podmínkou je vhodná úprava.

4.1 Zpětné využití splaškových odpadních vod

Černé vody (žlutá a hnědá voda - fekálie a moč), pouze pokud jsou oddělené od šedých vod, se dají použít jako hnojivo po vhodné úpravě.

Černé vody se buď přímo kompostují nebo jen shromažďují, případně vysušují a kompostování probíhá někde jinde. Kromě dusíku, fosforu a draslíku (NPK) obsahují lidské exkrementy celou řadu dalších mikroprvků, které by se měly vrátit zpět do půdy jako velmi cenné hnojivo. Před aplikací na záhony je dobré je zkompostovat, přičemž některá zařízení kompostují rovnou, jiné jsou tzv. přestupní stanicí. Toalety, které exkrementy skutečně kompostují, mají velkokapacitní zásobník (umístěný obvykle v suterénu), ve kterém probíhá kompostovací proces. Klasickým představitelem je toaleta Clivus-Multrum. Pokud je zásobník jednokomorový, nelze kompost dobře oddělit od čerstvých fekálií - z hygienických důvodů mají některé typy výměnné či rotační zásobníky, ve kterých kompost několik měsíců dozrává a stává se hygienicky nezávadným. Tento patent se objevil ve třicátých letech minulého století ve Švédsku pod názvem Clivus Multrum, jeho

konečné využití je přímo v místě vzniku, přičemž takto dobře zkompostovaný odpad je hygienicky nezávadný a nezapáchá. Díky kompostovacímu procesu se neustále významně zmenšuje objem hmoty. [8]

Jedna z nejvýhodnějších metod oddělení odpadních vod je způsob, kdy je voda mechanicky rozdělena na vody žluté, šedé a hnědé. Zařízení na separování žluté a hnědé vody jsou speciální klozetové mísy, kde se moč uskládňuje a zpracovává oddělené od fekálií, bez zředění jinými vodami nebo jen s velmi malým zředěním a je možné je dále použít přímo na hnojení půdy. [8]

Šedé vody (bez fekálie a moči) se dají využívat po dostatečné úpravě jako vody provozní (bílé vody). Provozní vodou můžeme splachovat WC a pisoáry, používat vodu pro úklid nebo s ní zalévat zahradu.

Šedé vody lze rozdělit na neseparované, vody z kuchyní a myček, praček, z umyvadel, van a sprch a ostatní šedé vody. Nejméně zatížené znečištěním jsou vody z umyvadel, van a sprch, ostatní vody z praček, myček, dřezů apod. jsou hůře čistitelné, a proto jsou označovány jako vody podmíněně použitelné. [8]

4.1.1 Metody čištění šedých vod

Fyzikálně-chemické metody čištění, využívající mikrofiltrace a ultrafiltrace (pískové filtry a membrány), jsou účinnější, protože eliminují znečištění optickými látkami a dezinfikují se nakonec UV zářením [8]

Biologické metody, kdy k rozkladu přispívají mikroorganismy nebo membránové bioreaktory (např. aerobní biologické filtry), ale ty vyžadují dodatečnou dezinfekci. Šedé vody se čistí v několika stupních, nejdříve se hrubou filtrací odstraní hrubé nečistoty (různá vlákna, vlasy apod.), následuje filtrace s mechanicko-biologickým čištěním, kde se nežádoucí bakterie rozkládají pomocí mikroorganismů za přístupu kyslíku (proces se může podle potřeby v určitých časových intervalech opakovat) a posledním stupněm je sedimentace, kde se zbytkové částice usazují a následně odvádějí do kanalizace. Takto očištěná voda se dezinfikuje UV zářením a lze ji znovu používat v kvalitě na mytí i koupání. [8]

4.1.2 Skladování provozní (bílé) vody

Upravená voda se shromažďuje v zásobníku, který musí být z nekorozivního, pevného materiálu, vodotěsný a přístupný pro kontrolu vody a čištění nádrže. Umístěný může být v budově i v zemi a označený výstražnou tabulkou „provozní užitková voda“. Zásobník může sloužit společně pro akumulaci i dešťových vod za předpokladu, že bude opatřen uklidňovacím kusem proti víření vody v nádrži a případné sedimentaci drobných nečistot (vtokový hrnec nebo dvě kolena potrubí). Proti případnému unikání zápachu z kanalizace je nutné zabezpečit nádrž odvětráním. Podle STN EN 1717 je rovněž třeba zabezpečit oddílné rozvody na tuto upravenou vodu, aby neunikly do rozvodného potrubí pitné vody. [8]

4.2 Zpětné využití dešťových odpadních vod

Dešťové odpadní vody se mohou zpětně využít pro mytí aut, zalévání zahrady, praní prádla a pro splachování WC a pisoárů.

Zachycenou vodu lze použít například pro závlahu zahrady, a to ručním postříkem nebo profesionálním závlahovým systémem. V případě použití profesionálního závlahového systému musíme zajistit dodávku vody do nádoby pro případ nedostatku srážek. Je možné použít i vodu ze studny nebo vrtu a v době nedostatku srážek nádobu dopouštět. Další možností je dopouštění z veřejného vodovodu. [9]

V tomto případě je vhodné požádat správce vodovodu o podružné měření a vyhnout se tak platbě za stočné. Toto je ideální u menších ploch, kde se investice do nově budovaného podzemního zdroje nevyplatí. U větších ploch nad 300 m² je lepší vybudovat nový zdroj podzemní vody, který lze využít i pro běžnou spotřebu vody. Další variantou je využít zachycenou vodu na splachování WC. V tomto případě je nutné si uvědomit, že takto použitá voda se stává vodou odpadní a bude nutná smlouva s provozovatelem kanalizace, pokud jí vodu odvádíte. [9]

Obecně je základem celého systému nádoba a vhodné čerpadlo nebo čerpací systém. Podle způsobu využívání je nutné zajistit úroveň čištění. Na splachování postačují filtry hrubých nečistot. V případě, že se chcete dešťovou vodou i sprchovat, je nutné zvolit filtrační systémy, které se používají pro šedou vodu. [9]

V období nedostatku dešťových srážek je nutné mít celý systém zálohovan pitnou vodou. Zde je vyžadováno čerpadlo, které udrží tlak v systému, tzv. domácí vodárna. [9]

4.2.1 Skladování dešťové vody

První zásadní výzvou je dešťovou vodu efektivně zadržet. Pro samotné zadržení vody slouží retenční nádoby, kdy nejvíce preferovanou formou je zakoupení plastových retenčních nádob, kterých je na trhu široká nabídka. Využít lze ale i nepoužívanou žumpu, IBC kontejnery atd. Nádoba nemusí být umístěna pod zemí, i když je to vhodnější řešení. [9]

Před koupí nádoby je potřeba zvážit, který typ je pro danou lokalitu vhodné použít. Rozhodujícími faktory při výběru jsou: výška hladiny spodní vody, skladba podloží, možnosti umístění apod. Při samotné volbě velikosti retenční nádoby pak musíme vycházet z velikosti plochy střechy, ze které budeme vodu jímat. Nesmíme také zapomenout, že při přivalových deštích může spadnout vody i dvakrát více a je potřeba zajistit přepad z retenční nádoby. [9]

4.3 Využití tepla z šedých odpadních vod

Odvádění odpadních vod, zejména při využití šedých vod, je vhodné energeticky optimalizovat. Pokud je to ekonomicky výhodné a technicky možné, je vhodné využití tepelné energie z šedých vod. Teplota šedé vody je různá a závislá na mnoha faktorech, jako je návštěvnost zařízení, směninnost provozu, atd. Proto se jeví jako nejvýhodnější individuální posouzení každého objektu. Ekonomičnost bude lepší tam, kde je vyšší produkce odpadních vod i potřeba a kde se vypouští voda

s vyšší teplotou. Recyklace tepla ze šedých vod je jedním ze způsobů jak snížit náklady na přípravu teplé vody, případně na vytápění objektu. [10]

Teplo z šedé vody může být ohřívání látce (vodě) předáno:

- přímo pomocí výměníku s dvojitou dělicí stěnou
- prostřednictvím teplotonosné látky ve vloženém meziokruhu [10]

Místa přenosu tepelné energie z šedých vod (umístění výměníku):

- v blízkosti místa vzniku šedé vody nebo přímo u zařizovacího předmětu
- na potrubí vnitřní kanalizace, které odvádí šedou vodu
- v čerpací šachtě nebo zařízení na čištění vod
- ve sběrné jímce určené k tomuto účelu
- na jiném k tomu vhodném místě [10]

5. Požadavky na jakost provozní vody

5.1 Hygienické požadavky na jakost vyčištěných šedých vod (bílé vody)

Technologie úpravy / čištění šedých vod musí být navržena pro daný účel tak, aby nevzniklo žádné riziko ohrožující zdraví lidí. Není nutné časté testování vzorků bílé vody, nicméně sledování jakosti vody by mělo být prováděno během údržby, aby byl ověřen výkon technologie úpravy/čištění šedých vod. K zajištění požadované kvality u veřejných budov je možné využít systém HACCP - „Systém rozhodujících bodů pro ovládnutí nebezpečí na základě analýzy“. Přičemž k záznamům o provedených úkonech se doporučuje využít provozní deník zařízení. [10]

5.2 Hygienické požadavky na jakost dešťových vod

Při používání dešťové vody nesmí dojít z hlediska jejího složení k ohrožení zdraví uživatelů, k omezení komfortu užívání vody a ke kontaminaci životního prostředí (především půdy a podzemní vody). [10]

6. Výpočtové vztahy

6.1 Bilance potřeby vody

6.1.1 Průměrná denní potřeba vody

$$Q_p = q \cdot n$$

Q_p	průměrná denní potřeba vody	[l/den]
q	specifická potřeba vody směrnice MVLH č. 9/73	[l/osobu*den]
n	počet jednotek (lůžka, osoby)	[osoba]

- 1NP (ambulance)

12 pracovníků (lékaři i sestry)

IV. ZDRAVOTNICKÁ A SOCIÁLNÍ ZAŘÍZENÍ	
Vybavení: WC, umyvadla a tekoucí teplá voda	
na 1 pracovníka v denním průměru za rok	
zdravotnická střediska, ambulatoria, ordinace	
21. na jednoho pracovníka	18 m ³

Tabulka 1 - Směrná čísla roční potřeby vody dle vyhlášky č. 120/2011 Sb. [4]

$$Q_p = 12 \cdot 18 = 216 \text{ m}^3/\text{rok} = 216\,000 \text{ l/rok}$$

$$Q_p = 216\,000 / 200 \quad (200 \text{ pracovních dnů v roce})$$

$$Q_p = 1080 \text{ l/den}$$

- 2NP (byty)

9 bytů po 2 osobách = 18 osob

I. BYTOVÝ FOND	
byty	
1. na jednoho obyvatele bytu s tekoucí studenou vodou mimo byt za rok	15 m ³
2. na jednoho obyvatele bytu bez tekoucí teplé vody (teplé vody na kohoutku) za rok	25 m ³
3. na jednoho obyvatele bytu s tekoucí teplou vodou (teplá voda na kohoutku) za rok	35 m ³

Tabulka 2 - Směrná čísla roční potřeby vody dle vyhlášky č. 120/2011 Sb. [4]

$$Q_p = 18 * 35 = 630 \text{ m}^3/\text{rok} = 630\,000 \text{ l}/\text{rok}$$

$$Q_p = 630\,000 / 365 \quad (365 \text{ pracovních dnů v roce})$$

$$Q_p = \underline{1727 \text{ l}/\text{den}}$$

- **2NP (kanceláře)**

2 kanceláře po 6 osobách = 12 osob

kancelářské budovy (bez stravování)		na jednu osobu při průměru 250 pracovních dnů za rok
4.	WC, umyvadla	8 m ³
5.	WC, umyvadla a tekoucí teplá voda	14 m ³
6.	WC, umyvadla a tekoucí teplá voda s možností sprchování	18 m ³

Tabulka 3 - Směrná čísla roční potřeby vody dle vyhlášky č. 120/2011 Sb. [4]

$$Q_p = 12 * 14 = 168 \text{ m}^3/\text{rok} = 168\,000 \text{ l}/\text{rok}$$

$$Q_p = 168\,000 / 250 \quad (250 \text{ pracovních dnů v roce})$$

$$Q_p = \underline{672 \text{ l}/\text{den}}$$

- **3NP (byty)**

4x 3 osoby + 1x 2 osoby = 14 osob

I. BYTOVÝ FOND		
byty		
1.	na jednoho obyvatele bytu s tekoucí studenou vodou mimo byt za rok	15 m ³
2.	na jednoho obyvatele bytu bez tekoucí teplé vody (teplé vody na kohoutku) za rok	25 m ³
3.	na jednoho obyvatele bytu s tekoucí teplou vodou (teplá voda na kohoutku) za rok	35 m ³

Tabulka 4 - Směrná čísla roční potřeby vody dle vyhlášky č. 120/2011 Sb. [4]

$$Q_p = 14 * 35 = 490 \text{ m}^3/\text{rok} = 490\,000 \text{ l}/\text{rok}$$

$$Q_p = 490\,000 / 365 \quad (365 \text{ pracovních dnů v roce})$$

$$Q_p = \underline{1343 \text{ l}/\text{den}}$$

- **3NP (kanceláře)**

1 kancelář po 2 osobách = 2 osoby

kancelářské budovy (bez stravování)	
na jednu osobu při průměru 250 pracovních dnů za rok	
4. WC, umyvadla	8 m ³
5. WC, umyvadla a tekoucí teplá voda	14 m ³
6. WC, umyvadla a tekoucí teplá voda s možností sprchování	18 m ³

Tabulka 5 - Směrná čísla roční potřeby vody dle vyhlášky č. 120/2011 Sb. [4]

$$Q_p = 2 * 14 = 28 \text{ m}^3/\text{rok} = 28\,000 \text{ l/rok}$$

$$Q_p = 28\,000 / 250 \quad (250 \text{ pracovních dnů v roce})$$

$$Q_p = 112 \text{ l/den}$$

- **1PP (lékárna)**

3 osoby

IV. ZDRAVOTNICKÁ A SOCIÁLNÍ ZAŘÍZENÍ	
Vybavení: WC, umyvadla a tekoucí teplá voda	
na 1 pracovníka v denním průměru za rok	
zdravotnická střediska, ambulatoria, ordinace	
21. na jednoho pracovníka	18 m ³
lékárny, hygienicko-epidemiologické stanice	
22. na jednoho pracovníka	18 m ³

Tabulka 6 - Směrná čísla roční potřeby vody dle vyhlášky č. 120/2011 Sb. [4]

$$Q_p = 3 * 18 = 54 \text{ m}^3/\text{rok} = 54\,000 \text{ l/rok}$$

$$Q_p = 54\,000 / 200 \quad (200 \text{ pracovních dnů v roce})$$

$$Q_p = 270 \text{ l/den}$$

- **1PP (kanceláře)**

1 kancelář po 12 osobách = 12 osob

kancelářské budovy (bez stravování)	
na jednu osobu při průměru 250 pracovních dnů za rok	
4. WC, umyvadla	8 m ³
5. WC, umyvadla a tekoucí teplá voda	14 m ³
6. WC, umyvadla a tekoucí teplá voda s možností sprchování	18 m ³

Tabulka 7 - Směrná čísla roční potřeby vody dle vyhlášky č. 120/2011 Sb. [4]

$$Q_p = 12 * 14 = 168 \text{ m}^3/\text{rok} = 168\,000 \text{ l/rok}$$

$$Q_p = 168\,000 / 250 \quad (250 \text{ pracovních dnů v roce})$$

$$Q_p = 672 \text{ l/den}$$

Průměrná denní potřeba vody			
Patro (účel)	[l/den]	[l/den]	Celkem [l/den]
1NP (ambulance)	1080	1080	5910
2NP (byty)	1727	1730	
2NP (kanceláře)	672	680	
3NP (byty)	1343	1350	
3NP (kanceláře)	112	120	
1PP (lékárna)	270	270	
1PP (kanceláře)	672	680	

Tabulka 8 - Průměrná denní potřeba vody

6.1.2 Maximální denní potřeba vody

$$Q_m = Q_p * k_d$$

Q_m	maximální denní potřeba vody	[l/den]
Q_p	průměrná denní potřeba vody	[l/ den]
k_d	součinitel denní nerovnoměrnosti	[-]

počet obyvatel	k_d
do 1 000	1,5
1 000 – 5 000	1,4
5 000 – 20 000	1,35
20 000 – 100 000	1,25
nad 100 000	1,15

Tabulka 9 - Koeficient denní nerovnoměrnosti podle Směrnice č. 9/1973 [5]

$$Q_m = 5910 * 1,35 \text{ (město Zábřeh)}$$

$$\underline{Q_m = 7979 \text{ l/den}}$$

6.1.3 Maximální hodinová potřeba vody

$$Q_h = Q_m * k_h * z^{-1}$$

Q_h	maximální hodinová potřeba vody	[l/hod]
Q_m	maximální denní potřeba vody	[l/ den]
k_h	součinitel hodinové nerovnoměrnosti	[-]
z	doba čerpání vody	[hod] ⁻¹

- k_h se určuje na základě charakteru zástavby (1,8 - 2,1)
1,8 roztroušená zástavba

	Průměrná denní potřeba vody	Součinitel denní nerovnoměrnosti	Maximální denní potřeba vody	Součinitel hodinové nerovnoměrnosti	Doba čerpání vody	Maximální hodinová potřeba vody
Patro (účel)	[l/den]	kd [-]	[l/den]	kh [-]	[hod] ⁻¹	[l/hod]
1NP (ambulance)	1080	1,35	1458	1,8	10	262
2NP (byty)	1730		2336		24	175
2NP (kanceláře)	680		918		10	165
3NP (byty)	1350		1823		24	137
3NP (kanceláře)	120		162		10	29
1PP (lékárna)	270		365		10	66
1PP (kanceláře)	680		918		10	165
Celkem	5910				7979	

Tabulka 10 - Tabulka bilancí potřeby vody

6.2 Množství dešťových odpadních vod

(Výpočet dle ČSN EN 12056-3)

$$Q_R = i * C * A$$

Q_R	průtok dešťových odpadních vod	[l/s]
i	intenzita deště (pro ČR 0,03)	[l/ s*m ²]
C	součinitel odtoku (závisí na sklonu a povrchu)	[-]
A	půdorysný průmět odvodňované plochy	[m ²]

Povrch	Spád		
	< 1%	1 až 5%	> 5%
Střechy	0.9	0.9	0.9
Asfaltové a betonové plochy	0.7	0.8	0.9
Obyčejné dlažby	0.5	0.6	0.7
Štěrkové plochy	0.3	0.4	0.5
Propustné plochy	0.2	0.25	0.3

Tabulka 11 - Tabulka součinitele odtoku z odvodňované plochy [6]

$$Q_R = 0,03 * 0,9 * 723,72$$

$$Q_R = 19,54 \text{ l/s}$$

7. Kritéria výběru využití odpadních vod v polyfunkčním objektu

Tato diplomová práce se zabývá zpětným využití odpadních vod v polyfunkčním objektu.

Splaškové odpadní vody z tohoto objektu jsou:

Černé vody z WC (hnědá a žlutá voda - fekálie a moč)

Žluté vody z pisoárů (moč)

Šedé vody (bez fekálií a moči)

Možnosti využití splaškových odpadních vod v tomto objektu jsou:

Černá voda pro výrobu hnojiva

Šedá voda pro splachování WC a pisoárů

Šedá voda pro využití na úklid, mytí aut

Šedá voda pro využití na zalévání zahrady

Kombinace různých variant

Splaškové odpadní vody		
	Černá voda pro výrobu hnojiva	Šedá voda pro splachování WC a pisoárů, úklid a zalévání zahrady
Výhody	Cenné hnojivo	Ušetření pitné vody Nižší provozní náklady
Nevýhody	Oddělení šedých, žlutých a černých vod - potrubí	Oddělení šedých a černých vod - potrubí
	Shromáždění případně i kompostování černých vod - dostatečné místo	Vyšší pořizovací náklady
	Vyšší pořizovací náklady	Místo, kde se provozní voda shromažďuje
		Větší rozměr instalačních šachet Nutná filtrace šedých vod, případné zvažování použití různých šedých vod např. vody z dřezů, myček a praček (myčka a pračka obsahuje tuky)

Tabulka 12 - Tabulka výhod a nevýhod využití splaškových vod

Možnosti využití dešťových odpadních vod v tomto objektu jsou:

Dešťová voda pro splachování WC a pisoárů

Dešťová voda pro využití na úklid

Dešťová voda pro využití na zalévání zahrady

Dešťová voda pro praní prádla

Kombinace různých variant

Dešťové odpadní vody		
	Dešťová voda pro zalévání zahrady a mytí aut	Dešťová voda pro splachování WC a pisoárů, úklid a praní
Výhody	Ušetření pitné vody	Ušetření pitné vody
	Nižší provozní náklady	Nižší provozní náklady
	Závlaha zahrady po období "sucha"	
Nevýhody	Vyšší pořizovací náklady	Rozvod pitné a dešťové vody - potrubí
	Závislost na srážkách	Vyšší pořizovací náklady
	Místo, kde se dešťová voda shromažďuje	Závislost na srážkách
		Místo, kde se dešťová voda shromažďuje
		Větší rozměr instalačních šachet
		Nutná filtrace dešťových vod

Tabulka 13 - Tabulka výhod a nevýhod využití dešťových vod

7.1 Rozdělení spotřeby vody dle zařizovacích předmětů

1PP								
Zařizovací předmět	Počet [ks]	Spotřeba [l/osoba.po užití]	Spotřeba [l/osoba.d en]	Počet osob/jed notku	Počet jednotek na patře	Spotřeba vody [l/den.zařiz.př edmět]	Spotřeba vody [l/patro]	
Lékárna								
WC	1	6	30	3	1	90	1356	
Umyvadlo	4	3	30			90		
Sprchový kout	1	40	40			120		
Dřez	1	5	5			15		
Výlevka	1	6	6			6		
Kancelář								
WC	2	6	15	12	1	180		
Pisoár	2	3	12			144		
Umyvadlo	4	3	15			180		
Dřez	1	5	5			60		
Výlevka	1	6	6			72		
Veřejné WC								
WC	2	6	6	21	1	126		
Pisoár	2	3	3			63		
Umyvadlo	3	3	3			63		
Výlevka	1	7	7			147		

Tabulka 14 - Tabulka spotřeby vody na 1PP

1NP								
Zařizovací předmět	Počet [ks]	Spotřeba [l/osoba.po užití]	Spotřeba [l/osoba.d en]	Počet osob/jed notku	Počet jednotek na patře	Spotřeba vody [l/den.zařiz.př edmět]	Spotřeba vody [l/patro]	
Ambulance								
WC	4	6	15	2	6	180	1444	
Umyvadlo	16	3	39			468		
Dřez	12	5	15			180		
Čekárna								
WC	5	3	3	16	6	288		
Umyvadlo	5	3	3			288		
Výlevka	1	6	40			40		

Tabulka 15 - Tabulka spotřeby vody na 1NP

2NP								
Zařizovací předmět	Počet [ks]	Spotřeba [l/osoba.po užití]	Spotřeba [l/osoba.den]	Počet osob/jednotku	Počet jednotek na patře	Spotřeba vody [l/den.zařiz.předmět]	Spotřeba vody [l/patro]	
Byt- typ 3								
WC	1	6	30	2	9	540	2976	
Umyvadlo	1	3	30			540		
Sprchový kout	1	40	40			720		
Pračka	1	30	30			540		
Dřez	1	5	5			90		
Myčka	1	7	7			126		
Kancelář								
WC	2	6	15	6	2	180		
Umyvadlo	1	3	15			180		
Dřez	1	5	5			60		

Tabulka 16 - Tabulka spotřeby vody na 2NP

3NP								
Zařizovací předmět	Počet [ks]	Spotřeba [l/osoba.po užití]	Spotřeba [l/osoba.den]	Počet osob/jednotku	Počet jednotek na patře	Spotřeba vody [l/den.zařiz.předmět]	Spotřeba vody [l/patro]	
Byt- typ 1								
WC	1	6	30	3	4	360	2058	
Umyvadlo	2	3	30			360		
Vana	1	40	40			480		
Pračka	1	30	30			360		
Dřez	1	5	5			60		
Myčka	1	7	7			84		
Byt- typ 2								
WC	1	6	30	2	1	60		
Umyvadlo	1	3	30			60		
Sprchový kout	1	40	40			80		
Pračka	1	30	30			60		
Dřez	1	5	5			10		
Myčka	1	7	7			14		
Kancelář								
WC	1	6	15	2	1	30		
Umyvadlo	1	3	15			30		
Dřez	1	5	5			10		

Tabulka 17 - Tabulka spotřeby vody na 3NP

Spotřeba voda [l/patro] byla vypočtena z důvodu ověření správnosti s bilancí potřeby vody.

Zařizovací předmět	Spotřeba vody [l/den.zařiz.předmět]	Celková spotřeba vody [l/den]
WC	2034	2506
Pisoár	207	
Výlevka	265	
Umyvadlo	2259	3659
Vana	480	
Sprchový kout	920	
Pračka	960	960
Dřez	425	649
Myčka	224	

Tabulka 18 - Tabulka spotřeby vody ze všech pater

V této tabulce jsou rozděleny zařizovací předměty na předměty, kterými se odvádí voda do kanalizace (oranžová barva), vhodné pro využití šedé vody pro splachování WC, pisoárů, úklid (světle modrá barva), pračka (tmavě modrá barva) a dřez a myčka (žlutá barva).

Z tabulky je zřejmá potřeba vody pro splachování a úklid v množství 2506 l/den. Potřeba šedých vod bude navržena na tuto hodnotu.

Voda z umyvadel, van a sprchových koutů je zcela dostačující.

Z toho vyplývá, že pro potřeby splachování WC, pisoárů a úklidu není již potřeba ani dešťová voda a odpadní voda z dřezu, myčky a pračky. Dokonce i některé umyvadla, vany a sprchové kouty nebudou potřeba. Odpadní voda ze zařizovacích předmětů v 1PP nebude potřeba pro zpětné využívání, což se jeví jako výhodné z důvodu nutného přečerpání do nádrže na šedé odpadní vody.

Shromáždění šedé vody v tomto objektu může být buď v zemině vně objektu, nebo v technické místnosti uvnitř objektu. V objektu se nacházejí dvě technické místnosti, jedna se nachází v 1PP a druhá v 3NP. Pro polyfunkční objekt se využije technická místnost v 1PP, odpadní vody se nebudou muset přečerpávat do nejvyššího podlaží a v technické místnosti v 1PP bude k nádržím nejvhodnější přístup. V případě nedostatku provozní vody bude nádoba provozní vody napojena

na rozvod pitné vody a v opačném případě bude bezpečnostní přepad, ze kterého se přebytečné vody odvedou do kanalizace.

Instalační šachty jsou dostatečně prostorné pro rozvod potrubí provozní vody, rozvod studené, teplé a cirkulační vody a požární vody.

Tím, že nejsou potřeba šedé odpadní vody z dřezů a myček, řeší se jednodušší filtrace než, kdyby se využívali i vody z dřezů a myček (filtrace tuků).

Tím, že se jedná o městský objekt a nebylo by zde přímé využití hnojiva, se s hromaděním (kompostováním) černých vod neuvažuje.

Dešťovou vodu můžeme využívat na zalévání zeleně okolo objektu nebo na mytí aut. Pro splachování WC a pisoárů, úklid a praní již dešťovou vodu využívat nemusíme díky využití šedých odpadních vod.

Dešťovou vodu můžeme shromažďovat uvnitř, nebo vně objektu. Nesmí se však zapomenout na možné přeplnění nádrže a možnost přetečení. To můžeme svést do dešťové kanalizace nebo vsakovat na pozemku investora. Nejvhodnější řešení pokud to hydrogeologické poměry dovolí, je vsakování - likvidace dešťových vod v místě dopadu srážek. Hydrogeologický posudek schvaluje likvidaci dešťových vod pomocí vsakování, takže nejvhodnější varianta u toho objektu je retenční nádrž se vsakováním na pozemku investora.

8. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo vybrat nejvhodnější variantu využití odpadních vod v polyfunkčním objektu. Navržená varianta reprezentuje nejvhodnější návrh z hlediska náročnosti technického řešení, ekologického hlediska a ekonomiky provedení, kde bylo přihlédnuto k přiměřené míře výše vstupních investic ku minimalizaci provozních nákladů na spotřebu pitné vody.

V objektu jsou odváděny tři druhy odpadních vod, kde některé z těchto vod znovu využíváme. Dešťové vody jsou používány pro venkovní potřeby zahrady, nebo pro potřeby majitele objektu. Některé šedé vody jsou znovu využívány pro potřeby splachování přečištěnou vodou. Šedé vody nejsou v tomto projektu využívány pro praní prádla z důvodu vyšší náročnosti na čistotu vody. Splaškové vody jsou odvedeny do veřejné kanalizace, bez dalšího využití.

Využívané jsou šedé vody z dvou nejvyšších nadzemních pater a částečně z prvního nadzemního patra, zbylé vody z 1NP a 1PP by neměli v objektu využití z hlediska bilance spotřeby. Veškerá úprava těchto vod se odehrává v technické místnosti v 1PP, odkud se upravená voda znovu rozvede do míst spotřeby.

Z enviromentálního hlediska je výhodné zadržení veškeré dešťové vody v retenční nádrži s možností využití a následné zasakování na místě dopadu srážek.

Na základě studie byla vypracována projektová dokumentace vnitřního vodovodu a kanalizace, která je přílohou.

9. Seznam použité literatury a podkladů

- [1] Průmyslové odpadní vody | labtech.eu. *Analytické laboratoře, vývoj a výroba přístrojů* | labtech.eu [online]. Copyright © 2007 [cit. 07.11.2021].
Dostupné z: <https://www.labtech.eu/prumyslove-odpadni-vody/>
- [2] Čistota, kvalita a chemické složení dešťové vody | Vodarium. *Vodarium | Vaši specialisté na dešťovou vodu a její využití* [online].
Dostupné z: <https://vodarium.cz/cistota-kvalita-a-chemicke-slozeni-destove-vody/>
- [3] Odpadní voda – odpad nebo poklad? | VTEI. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace* [online].
Dostupné z: <https://www.vtei.cz/2016/04/odpadni-voda-odpad-nebo-poklad/>
- [4] 120/2011 Sb. Vyhláška, kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon *Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. Copyright © AION CS, s.r.o. 2010 [cit. 19.11.2021].
Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-120>
- [5] [online]. Dostupné z: <http://www.voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/8156-stanoveni-potreby-vody-v-pripade-malych-spotrebist>
- [6] [online]. Dostupné z: <http://www.voda.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/152-vypocet-mnozstvi-destovych-srazkovych-odpadnich-vod-gr>

- [7] Způsoby likvidace odpadních vod v domácnosti - Srovnátor.cz. *Srovnator.cz - 9 z 10 návštěvníků ušetří na pojištění* [online].
Dostupné z: <https://www.srovnator.cz/clanky/zpusoby-likvidace-odpadnich-vod-v-domacnosti/>
- [8] [online]. Dostupné z: <http://www.voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/11202-zpetne-vyuzivani-odpadnich-vod-v-domech-pro-bydleni>
- [9] [online]. Dostupné z: <http://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/technicka-zarizeni-budov/optimalni-vyuziti-destove-vody-aneb-jak-usetrit-na-vodnem-a-stocnem>
- [10] [online]. Dostupné z: <http://www.voda.tzb-info.cz/destova-voda/10121-vyuziti-sedych-a-destovych-vod-v-budovach>

10. Seznam příloh

Projektová část

- Technická zpráva
- Výpočtová část
- Výkresová část
- Projekční podklady