

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

**KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A ENVIRONMENTÁLNÍHO
MODELOVÁNÍ**



**VYUŽITÍ ŠEDÉ VODY V REKREAČNÍM OBJEKTU V OBCI
SÝKOŘICE**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Lenka Pavlíčková, Ph.D.

Bakalant: Anežka Hradecká

©2022

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Anežka Hradecká

Územní technická a správní služba v životním prostředí

Název práce

Využití šedé vody v rekreačním objektu v obci Sýkořice

Název anglicky

Use of grey water in a recreational facility in Sýkořice

Cíle práce

Na základě zjištěných poznatků z dostupné odborné literatury navrhnout nejvhodnější technické řešení využití šedé vody pro stavbu rekreačního objektu, který není napojen na obecní vodovodní síť. Hlavním kritériem pro návrh využití šedé vody bude vybrat z několika možných technických řešení to řešení, které bude nejekonomičtější, ale současně šetrné k životnímu prostředí v lokalitě CHKO Křivoklátsko. Posuzované návrhy budou uvažovat i se splněním podmínek pro dotační program DEŠŤOVKA.

Metodika

Pro zpracování bude nutné získat všechny dostupné informace k problematice využívání šedé vody ve stavbách, zjistit legislativní požadavky a konkrétní požadavky, které stanoví CHKO Křivoklátsko a obec Sýkořice.

Prvním krokem bude provedení rešerše v odborné české i zahraniční literatuře. Popsání možnosti recyklace šedé vody včetně její filtrace a dalšímu zpracování po prvním využití šedé vody.

Druhým krokem bude získání informací k hospodaření s vodou v CHKO Křivoklátsko a obci Sýkořice.

Třetím krokem je zpracování terénního průzkumu posuzované stavby a jejího okolí – včetně zjištění současného stavu s fotodokumentací a zakreslením do mapy.

Ve čtvrtém kroku se provede návrh variant využití šedých vod.

Pátým krokem je zhodnocení.

Šestým krokem je dotace Dešťovka.

Doporučený rozsah práce

40

Klíčová slova

šedá voda, filtrace, dotace, CHKO Křivoklátsko

Doporučené zdroje informací

BUTLER, D. – DAVIES, J W. Urban drainage. London; New York: Spon Press, 2004. ISBN 041530606.

HANOUSEK, M. Voda pro chataře a zahrádkáře. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-0400-5.

HOLT P, JAMES E., 2006: Waste water reuse in the Urban Environment: selection of technologies. Armineh Mardirossian, Issues 1, 80 pages.

SOJKA, Jan. Čistírny odpadních vod: pro rodinné domy. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4504-6.

ŠÁLEK, J. Voda v domě a na chatě: využití srážkových a odpadních vod. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-3994-6.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FZP

Vedoucí práce

Ing. Lenka Pavlíčková, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 7. 2. 2022

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 2. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 10. 03. 2022

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Využití šedé vody v rekreačním objektu v obci Sýkořice“ vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 28.03.2022

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Lence Pavlíčkové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a podporu při psaní této bakalářské práce.

V Praze dne 28.03.2022

Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřena na hospodaření s šedou vodou v rekreačním objektu. První část je věnována literární rešerši, ve které je obecně popsána šedá voda, dále legislativa ve vodním hospodářství. Dále recyklace šedé vody a typy čistíren šedých vod. Porovnání využití šedých vod v ČR a ve světě. Možnosti získání finančních prostředků při realizaci projektu z dotačního programu Dešťovka.

V praktické části je práce zaměřena na tvorbu návrhů a jejich vyhodnocení. Posouzení navrhovaných řešení pro danou lokalitu s cílem výběru nejvhodnější varianty možného řešení využití šedé vody v rekreačním objektu.

Klíčová slova

šedá voda, filtrace, dotace, CHKO Křivoklátsko

Abstract

The bachelor thesis is focused on grey water management in a recreational facility. The first part is devoted to a literature search, in which grey water is generally described, as well as legislation in water management. Then, grey water recycling and types of grey water treatment plants. Comparison of grey water use in the Czech Republic and worldwide. Possibilities of obtaining funding for the implementation of the project from the Rainwater subsidy programme.

In the practical part, the work is focused on the development of proposals and their evaluation. Assessment of the proposed solutions for the site in order to select the most suitable option for the possible solution of grey water use in a recreational facility.

Keywords

grey water, filtration, grant, CHKO Křivoklátsko

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíle práce	2
3. Literární rešerše.....	3
3.1. Popis odpadních vod	3
3.2. Městské odpadní vody	4
3.3. Pohled na odpadní vody v ČR.....	5
3.4. Pohled na odpadní vody v Evropě, ve světě.....	6
3.5. Popis šedých vod	7
3.6. Legislativa ve vodním hospodářství v oblasti šedých vod	9
3.7. Způsoby čištění šedých vod	12
3.8. Využití tepla z šedé vody v budovách.....	19
3.9. Recyklace šedých vod a jejich využití.....	22
3.10. Dotace Dešť'ovka	23
3.11. Hospodaření s šedou vodou ve světě	24
4. Charakteristika studijního území.....	25
4.1. Základní informace o k.ú. Sýkořice	25
4.2. CHKO Křivoklátsko.....	26
5. Metodika	28
6. Současný stav řešené problematiky	29
6.1. Vývoj problematiky v zájmovém území	29
7. Výsledky (návrh).....	31
7.1. Ekonomické zhodnocení 5 typů ČOV	31
7.2. Výběr ČOV pro konkrétní objekt	32
7.3. Výhody a náklady	36
7.4. Realizace ČOV v konkrétním objektu.....	38
8. Diskuse.....	40
9. Závěr a přínos práce.....	42
10. Přehled literatury a použitých zdrojů	44
11. Přílohy	50

1. Úvod

Voda je jednou ze základních podmínek existence člověka na Zemi. Hospodaření s vodou je na všech místech světa zásadní. I česká veřejnost si posledních dvacet let začíná uvědomovat, že zdroje čisté vody, tedy pitné vody, jsou omezené a neobnovitelné. Česká republika má z minulosti vybudovanou kvalitní a udržitelnou vodárenskou síť, a to zejména ve velkých městech. Vodárenskou sítí se dopravuje do každé domácnosti pouze pitná voda. Pitnou vodou splachujeme WC a zaléváme rostliny, tedy pitnou vodu využíváme i tam, kde by stačilo používat vodu nepitnou. Náš vodárenský systém není vybudován na to, aby odděloval pitnou vodu od nepitné vody. Upravená nepitná voda vykazuje parametry, která vyhovují jak domácnostem, tak průmyslové výrobě. Tato voda je z ekonomického pohledu levnější a dostupnější pro její nižší, ale pro tyto účely vyhovující kvalitu.

Pro využívání šedé vody musí být k jejímu používání ve stavbě vybudovaný samostatný rozvod této vody včetně systému čištění a hospodaření s touto vodou. V současné době nenutí legislativa České republiky provozovatele stavby, aby investoval do takového systému, který opětovným využitím vody šetří provozní náklady. Náklady na vybudování dvojích rozvodů vody a systému čištění jsou v řádu statisíců. Při novostavbě není stavebník povinen dvojí vodovodní řád ve stavbě budovat a pro dodatečnou instalaci dvou vodovodních okruhů to prakticky znamená vyměnit vodovodní rozvody v celé stavbě a technologii dát do země vedle domu nebo do sklepa stavby.

Pro vybrání vhodného technického řešení využití šedé vody pro rekreační objekt v lokalitě CHKO Křivoklátsko obec Sýkořice bude uvažováno o takovém řešení, které je provozně snadno udržitelné minimálně 20 let.

2. Cíle práce

Na základě zjištěných poznatků z dostupné odborné literatury bude navrženo nejvhodnější technické řešení využití šedé vody pro stavbu rekreačního objektu, který není napojen na obecní vodovodní síť a kanalizaci. Hlavním kritériem pro návrh využití šedé vody bude jednoduchá obsluha, malé prostorové nároky, přístupnost pro servis a s tím spojená velikost systému a cena. Současně je třeba zvolit technologii, která je šetrná k životnímu prostředí v CHKO Křivoklátsko. Navržené řešení bude uvažovat o možnosti čerpání dotace z dotačního programu Dešťovka – Nová zelená úsporám.

Cílem této práce je tedy vybrat nejvhodnější technické a ekonomické řešení pro zvolený objekt, posouzení výnosnosti a návratnosti investice s ohledem na životní prostředí. Je třeba vzít v úvahu krajinu v CHKO Křivoklátsko, kde se rekreační objekt nachází, s cílem snižovat produkci odpadu, ovlivňovat čistotu ovzduší a čistotu vod.

3. Literární rešerše

3.1. Popis odpadních vod

Důvodem, proč se zabývat efektivním využitím vodních zdrojů, je velký problém nedostatku vody. Celosvětově více než 2 miliardy lidí čelí alespoň po určitou část roku nedostatku vody. Proto je třeba hledat nová řešení, která umožní maximálně efektivní využití vodních zdrojů. Problém je možno řešit několika způsoby. Jednou z možností je účinněji zachytávat a nakládat s dešťovými vodami. Dalším příkladem je zpracování a recyklace odpadních vod. Recyklovaná voda je jednou z priorit, jak řešit nedostatek vody. Nabízí se její relativně široké využití nejen v domácnostech, ale i v průmyslu a službách. Nicméně recyklace odpadní vody jakýmkoliv způsobem by měla být řešena v legislativní, technické i ekonomické oblasti (WWF 2021).

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (dále jen Vodní zákon) definuje odpadní vody: *„Odpadní vody jsou vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu) a jejich směsi se srážkovými vodami, jakož i jiné vody z těchto staveb, zařízení nebo dopravních prostředků odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Odpadní vody jsou i průsakové vody vznikající při provozování skládek a odkališť nebo během následné péče o ně, s výjimkou vod, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních.“* Je patrné, že Vodní zákon definuje odpadní vody téměř výhradně jako odpadní produkt lidské činnosti. Kromě části poslední věty se v tomto zákoně neřeší možnost recyklace.

Likvidace odpadních vod podle Vodního zákona spočívá ve *„vypouštění do vod povrchových nebo podzemních nebo akumulace s jejich následným odvozem na čistírnu odpadních vod.“* Zákon stanoví, že ten *„kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových nebo podzemních, je povinen zajišťovat jejich zneškodňování v souladu s podmínkami stanovenými v povolení k jejich vypouštění.“* Povolení uděluje vodoprávní úřad a podmínky pro vypouštění jsou určovány v souladu s nejlepšími dostupnými technologiemi.

Členové Evropské Unie se řídí v oblasti čištění odpadních vod zároveň směrnicemi Evropské Unie, konkrétně 91/271/EEC, o čištění městských odpadních vod a 2000/60/EC, stanovující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. Cílem Evropské Unie je vycházet z pohybu vod, ať už podzemních či nadzemních. Z toho vyplývá, že se Evropská Unie snaží přiblížit kvalitu vypouštěných odpadních vod v různých státech. Voda nezná hranice pouze jednoho státu. Cílem států Evropské Unie je mít jednotné normy, aby nedocházelo k značným rozdílům v kvalitě vody mezi jednotlivými členskými státy.

Problematikou odpadních vod se zabývá nejen Vodní zákon, ale i široká odborná veřejnost. Vodní zákon odpadní vody definuje. Existují i jiná pojetí odpadních vod. Příkladem mohou být různé odborné publikace, které se danému tématu věnují. Podle těchto publikací se odpadní voda dělí do různých kategorií, například podle původu či složení. Vodní zákon k žádnému dělení nepřistupuje. Pro opětovné využití odpadních vod jejich rozdělení může mít velký význam. Je třeba si uvědomit, že různě znečištěná voda vyžaduje různé způsoby a stupně čištění, aby odpovídala požadovaným limitům. A právě tyto informace by měly být jasněji určeny již v legislativě, protože jsou základem pro efektivní a ekonomické zpracování odpadních vod.

Odpadní vody z domácností se nejčastěji rozdělují na šedou a černou vodu. Černou vodu lze dělit na vodu žlutou a hnědou. Šedá voda je méně znečištěná než ostatní odpadní vody z domácností, konkrétně jsou to například vody z kuchyňského a koupelnového vybavení (mimo toalety). Z toalet pochází voda takzvaně černá, respektive splašková. Žlutou odpadní vodu tvoří čistá močovina, případně její směs s čistou vodou. Je jí nutno separovat přímo u zdroje. Využití žlutých vod se uvažuje v oblasti hnojení. Hnědá odpadní voda se také musí separovat u zdroje, jedná se o fekálie a jejich směsi s čistou vodou. Zpětné využití tohoto druhu odpadní vody je jako tzv. „půdní kondicionér“, tedy produkt zlepšující vlastnosti a kvalitu silně degradovaných nezemědělsky využívaných půd (Özoguz 2021).

3.2. Městské odpadní vody

Přes 100 let je využívána koncepce centralizovaného čištění odpadních vod. Jejimi výhodami je spolehlivost, robustnost a dostatečná účinnost. Některá města se rozhodla vybudovat čistírny odpadních vod, které jsou energeticky soběstačné. Produktem těchto

čistíren je bioplyn, ten se využívá na elektřinu a teplo. Jedním z nástrojů využitelných k recyklaci energie z městské odpadní vody je bioflokulace. Jedná se o zkoncentrování chemické energie, která je obsažena v městské odpadní vodě. Pomocí koncentračního gradientu se zvyšuje akumulární schopnost kalu. Ten potom může být zpracován anaerobní fermentací. Bioflokulací je možné zrecyklovat až 55 % chemické energie z odpadních vod. Zvyšuje se tak rozložitelnost produkovaného kalu a dochází ke snížení nákladů na aeraci (Butler a Davies 2000, Krátký 2014).

V České republice znovuvyužití městských odpadních vod zažívá svůj počátek. Naopak ve světě a v Evropské unii význam využití tohoto alternativního zdroje neustále roste. Evropská unie vydala již v roce 1998 směrnici Rady 98/15/ES o čištění městských odpadních vod. Z této směrnice vyplývá, že kdykoliv je to vhodné, měly by se odpadní vody recyklovat. V české legislativě je uskutečnění této myšlenky vykládáno rozporuplně. Ani zákonodárci, natož odborná veřejnost, projektanti, investoři a občané nedokáží jasně definovat jednoznačný závěr. Situace spojená s nakládáním s odpadními vodami se neustále mění, je ovlivněná trhem a investičními záměry. Recyklovaná městská odpadní voda je v ČR využita například na zavlažování golfového hřiště. Zavlažování je napájeno odtokem z městské čistírny odpadních vod. Tuto vyčištěnou vodu je třeba pravidelně kontrolovat, aby splňovala potřebné parametry. Voda je následně rozvedena po greenu. Tento průkopnický projekt se stal inspirací pro další golfové hřiště. Ve světě tato koncepce není nová. V USA a Austrálii je velká většina nově navržených greenů zavlažována takto recyklovanou vodou (Kukal 2020).

3.3. Pohled na odpadní vody v ČR

Šrámková Vojtěchovská a Wanner ve své publikaci situaci v České republice popisují takto: „*Současná česká legislativa neumožňuje jiný způsob opětovného využití vyčištěné vody než její vypouštění do recipientu podle znění § 38 zákona č. 254/2001Sb.*“

Podle zprávy Evropské komise v oblasti opětovného využívání vody z roku 2013 je Česká republika jedním ze 3 států Evropské Unie, které zatím vůbec neuvažují o zapracování problematiky opětovného využití vody do své legislativy a její využití v jakémkoli sektorů. Naopak 7 států, např. Španělsko, Francie, Portugalsko, již má platnou legislativu a vodu opětovně využívá. Další státy již vodní legislativu připravují,

případně v nejbližší době plánují začít připravovat (Evropská komise 2013; Šrámková Vojtěchovská a Wanner 2014).

Vyčištěné odpadní vody je možné vypouštět, případně využít pouze pro vlastní potřebu organizace. To je uzákoněno v české legislativě v § 38 zákona č. 254/2001 Sb., zákon o vodách. VŠCHT Praha vypracovala metodické pokyny k návrhu novely tohoto zákona (§ 38), kde se stanoví oblasti opětovného využití vyčištěné vody. Jedná se o stanovení míry rizika, podle toho jaký má tato voda vliv např. na obyvatelstvo nebo ekosystémy. Byly navrženy 3 kategorie rizika (vysoké, střední, nízké). Čím vyšší kategorie, tím vyšší požadavek na kvalitu vody. V těchto kategoriích rizik je potřeba stanovit obecné postupy čištění, konkrétně další separační stupeň, hygienické zabezpečení nebo moderní technologie (Šrámková Vojtěchovská a Wanner 2014).

3.4. Pohled na odpadní vody v Evropě, ve světě

Španělsko, Francie a některé státy mimo Evropu (Egypt, Jordánsko) mají platnou legislativu o odpadních vodách. Využívají v ní tzv. kalifornský „Title 22“. Nyní si představíme konkrétní příklady využití vyčištěných odpadních vod ve světě. Ostrovy Gran Canaria disponují nedostatečnými možnostmi vodních zdrojů a vliv má i turismus. Proto zavedli technologie odsolování mořské vody a regenerace odpadní vody. Dalším příkladem je Barcelona - Baix Llobregat, která znovuvyužívá vyčištěné odpadní vody z důvodu nedostačujících vodních zdrojů. Došlo k nahrazení zdrojů pro zavlažování, správě vodních toků a tvorbě hydraulické bariéry proti průniku slané vody. V oblasti je také koncentrace průmyslu, což zvyšuje hustotu zalidnění a vede k nedostatku vody. Vzorem využití legislativy je „Title 22“. Navyšuje se tak průtok řeky Llobregat a Ter o 50 mil. m³/rok. Francie, projekt „Sainte Maxime“, toto město má stálou populaci 12 500 obyvatel, která se v létě díky zájmu turistů zvyšuje na 60 000. Důsledkem je vliv na dostupnost vodních zdrojů a znečištění ekosystému. Byla zde využita technologie kombinující filtraci a UV-dezinfekci s chlorací. Další zajímavý projekt „Agon-Coutainville“ v Normandii zavlažuje golfové hřiště až po mytí automobilů. Na Korsice ve městě Sperone vznikl projekt využití vyčištěné odpadní vody pro atraktivní turistický resort. Vybudovali zde novou čistírnu odpadních vod, její technologie je založena na kumulaci regenerované vody v laguně a následné pískové filtraci (Holt a James 2006, Šrámková Vojtěchovská a Wanner 2014).

3.5. Popis šedých vod

Definice šedé vody není jednotná. Obecně by se ale dalo říci, že šedá voda je voda vyprodukovaná domácnostmi, konkrétně voda ze sprch, umyvadel, praček a kuchyňských dřezů. Hlavní je, že mezi ně rozhodně nepatří vody splaškové. Šedé vody jsou obecně méně znečištěné než ostatní odpadní vody. Celosvětově by mělo přibližně odpovídat, že množství vody, které se posílá do odpadu, by mělo být 70 % šedých vod a 30 % splaškových vod (Disha a kol. 2020).

Šedá voda - je dle ČSN EN 16941-2 definována jako: splaškové (domovní) odpadní vody, kromě odpadních vod z WC a pisoárů.

Lehká šedá voda – šedá voda s výjimkou odpadních vod z kuchyní a praček.

Šedá voda se dá po úpravě použít jako voda provozní (tzv. bílá voda) pro splachování záchodu, pisoáru a zalévání zahrad. Perspektivní je i znovuvyužití tepelné energie v šedých vodách (Šrámková Vojtěchovská a Wanner 2014).

Nepitná voda – voda, která je k dispozici pro používání, s výjimkou pití, přípravy potravin a používání pro osobní hygienu.

Obecně jsou známe tyto kategorie šedé vody:

- Neseparované šedé vody
- Šedé vody z kuchyní a myček
- Šedé vody z praček
- Šedé vody z umyvadel, van a sprch
- Ostatní šedé vody

Pojmenování šedá voda je podle typického zbarvení, neboť neobsahuje fekálie a moč. Šedá voda tvoří více než 50 % z veškeré odpadní vody vyprodukované v domácnosti. Nejvyšší podíl v šedých vodách má šedá voda ze sprch a van. Pokud se týká chemického složení šedé vody, je v ní obsažen vyšší podíl hůře rozložitelných organických látek. Poměr mezi CHSK a BSK je cca 4 : 1, v klasických komunálních vodách je tento poměr 2 : 1. Toto složení je ovlivněno především používání mýdla a šamponů ve sprchách. PH šedých vod je ovlivněno zdrojem těchto vod. V kuchyních je spíše kyselé. Šedá voda z praček má pH zásadité. Čím vyšší je teplota šedé vody, tím více a rychleji se v ní množí mikroorganismy. Koloidní látky a vyšší koncentrace nerozpuštěných látek (vlasy, zbytky jídla, vlákna, písek) zvyšují zákal šedé vody. To se může projevit jako problém při další úpravě šedé vody. Z organických látek byl problém

s koncentrací fosforu. Zákazem používání fosfátových přípravků v mycích prostředcích je výskyt fosforu v šedých vodách značně redukován. Dusík se v šedých vodách objevuje organicky vázaný např. v bílkovinách. Voda z kuchyní a z myček nádobí může obsahovat např. koliformní bakterie. Těžké kovy (železo), dále hořčík a vápník se v šedých vodách vyskytují jen v malých koncentracích (Bartoník a kol. 2012).

Životní styl obyvatelstva ovlivňuje hodnoty znečištění. Minimálně zatížené jsou vody z mytí a sprch. Komplikovanější je využití šedé vody z kuchyní a myček, vzhledem k vysokému obsahu tuků. Kritériem rozdělení šedé vody může být také intenzita znečištění. Podle tohoto kritéria se dělí na vody vhodné (použitelné pro recyklaci a následné využití) a vody podmíněně použitelné. Voda z umyvadel, van a sprch je použitelná. Voda z oblastí myček na nádobí a kuchyní je podmíněně použitelná pro recyklaci (Voda v domě 2022).

Hotely, bazény, sauny, restaurace a podobná zařízení se řadí mezi významné producenty šedých vod. Čím vyšší úroveň hotelu, tím vyšší spotřeba např. spotřeba vody v tříhvězdičkovém hotelu je kolem 150 l, v pětihvězdičkovém 1000 l. Spotřebu ovlivňuje vybavení hotelu, např. wellness centra, sauny, bazény, velké kuchyně. V šedé vodě je zde vyšší podíl hůře rozložitelných organických látek. Týká se to především mýdel a šampónů. Teplota šedých vod ze sprch, van a praček se pohybuje mezi 18 – 38°C. Dalším významným faktorem, který se posuzuje u kvality šedé vody, je pH. U vody z praní jsou zásadité (pH = 9-10), z kuchyní jsou kyselější (Bartoník a Plotěný 2012).

Každým rokem přibývají v ČR nové projekty rezidenčního bydlení, jen některé z nich jsou inteligentní, trvale udržitelné čtvrti. Jedná se o to, že využívají nejmodernější technologie, které vedou k uhlíkové neutralitě bydlení a také k úspoře energie a vody. Příkladem je projekt Chytré Líchy ve městě Židlochovice u Brna. Cílem tohoto projektu je snaha ušetřit až 50 % pitné vody. Všechny byty budou mít dělené rozvody vody. Proto mohou obyvatelé na splachování toalet a zalévání zahrady využívat šedou a dešťovou vodu. Obliba recyklace šedé vody se v Česku zvyšuje. Důvod je nejen ekologický, ale i ekonomický. Nevýhodou při realizaci čistírny šedé vody jsou relativně vysoké náklady na pořízení. Pro rodinný dům se cena pohybuje kolem 100 000 Kč bez DPH plus ceny stavebních prací. Daleko zajímavější a ekonomičtější je využití šedých vod u větších objektů. Zde je návratnost 8-10 let. Další nevýhodou pro čistírny šedé vody je potřeba

rekonstrukce stoupaček ve starších budovách, kam se nové rozvody špatně instalují (Keményová 2021).

3.6. Legislativa ve vodním hospodářství v oblasti šedých vod

Problematika čištění a využití šedé vody je upravena především v těchto právních předpisech. Prvním předpisem je ČSN 75 6780 Využití šedých a srážkových vod v budovách a na přilehlých pozemcích. Tato norma se používá společně s ČSN EN 16941-1 a ČSN EN 16941-2. Jsou v ní zpracovány podrobně požadavky, které evropské normy neobsahují. Využívá se pro navrhování, zkoušení, montáž, provoz a údržbu zařízení pro využití čištěných šedých vod v budovách a na přilehlých pozemcích. Zabývá se také rozvody nepitné vody a její kvalitou. Součástí normy je také využití tepla z šedých vod a způsoby jeho přenosu (ČSN 75 6780).

Navrhování projektu se opírá o definování zařízení pro odvádění a využívání šedých vod. Tato zařízení podle ČSN 75 6780 mohou být buď samostatnými zařízeními nebo v případě pravidelně se opakujícího nedostatku šedých nebo srážkových vod je možné využít kombinovaná zařízení pro využívání šedých a srážkových povrchových vod. Podle druhu znečištění (původu) a dalšího použití šedých vod je vyžadováno zřízení vnitřní kanalizace s odděleným potrubím pro jednotlivé druhy. Zásobování nepitnou vodou vyžaduje zřízení samostatného vnitřního vodovodu s odděleným potrubím pro nepitné, pitné a jiné vody. Vzhledem k tomu, že čištěná šedá voda může obsahovat například vyšší obsah solí, které mohou způsobit rychlejší poškození zařizovacích předmětů v koupelnách, musí být s touto skutečností jejich vlastníci seznámeni. Při využití nepitné vody pro splachování záchodů je vhodné před tlakovou čerpací stanicí osadit mechanický filtr. Dalším „nepřítelem“ zařízení a potrubí využívaných pro šedou vodu je mráz. Proto musí být před mrazem chráněna izolací o tloušťce alespoň 4 mm (ČSN 75 6780).

Nejméně znečištěné jsou lehké šedé vody ze sprch, van a umyvadel. Přestože z mikrobiologického hlediska vykazuje tato lehká šedá voda horší parametry než šedá voda z kuchyní, z pohledu čištění je její využití výhodnější. Při jímání šedých vod je třeba nezapomenout na odvětrávání jak kanalizace, tak nádrží (ČSN 75 6780).

V normě ČSN 75 6780 je uvedeno, že čištěná šedá voda by měla být bakteriálně nezávadná, bez plovoucích částic, pokud možno bezbarvá, a i při déle trvajícím

shromažďování bez zápachu. Zároveň navrhovaná technologie čištění šedých vod musí být navržena tak, aby nedošlo k ohrožení veřejného zdraví.

Čištění šedé vody a její další využití má smysl, pokud je denní produkce šedé vody větší než denní potřeba šedé vody. Využití šedé vody je tedy optimální v případě, že bude platit:

$$Y_G \geq D_G$$

kde je

Y_G denní produkce šedé vody v litrech za den (l/den);

D_G denní potřeba nepitné vody v litrech za den (l/den).

Pokud by tato nerovnost neplatila, existuje ještě řešení v případě, že je vhodná kombinace šedé a srážkové povrchové vody. Což tato norma umožňuje (ČSN 75 6780).

Denní produkce šedé vody v obytných budovách Y_G v litrech za den (l/den) vychází ze vztahu:

$$Y_G = n \cdot \Sigma Y_{p,d}$$

kde je

n počet osob v budově;

$\Sigma Y_{p,d}$ součet denních produkcí šedé vody souvisejících s osobami v litrech na osobu a den

V případě stanovení denní potřeby nepitné vody D_G se pro obytné budovy použije vztah:

$$D_G = n \cdot \Sigma D_{p,d} + D_{s,d} \cdot S$$

kde je

n počet osob v budově;

$\Sigma D_{p,d}$ součet denních potřeb nepitné vody souvisejících s osobami v litrech na osobu a den;

$D_{s,d}$ potřeba nepitné vody pro zalévání nebo kropení v litrech na čtvereční metr (v případě, že se zalévá jednou za den);

S plocha, která se zalévá nebo kropí v m².

Do našeho vztahu není zahrnuto využívání šedé vody pro úklid, ale pouze pro splachování a zalévání (ČSN 75 6780).

Volba objemu akumulčních nádrží na akumulaci čištěné šedé vody má být zvolena tak, aby vyčištěná šedá voda byla akumulována nejdéle 24 hod. Pokud se týká

kvality nepitné vody a posuzování zdravotních rizik čištěné šedé vody, se vychází z požadavků ČSN 75 7143 a ČSN ISO 20761 (ČSN 75 6780).

Dle § 3 zákona č 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví je „*pitná voda veškerá voda v původním stavu nebo po úpravě, která je určena k pití, vaření, přípravě jídel a nápojů a voda, která je určena k péči o tělo, k čištění předmětů, které svým určením přicházejí do styku s lidským tělem nebo potravinami.*“ Z toho vyplývá, že pitná voda musí být zdravotně nezávadná a čistá. Nejedná se v tomto případě jen o vodu na pití a vaření, ale také o vodu, která se používá na mytí předmětů a ploch, s kterými se člověk dostává do přímého kontaktu. To znamená, že hovoříme o vodě, kterou můžeme využít i na mytí automobilů v myčkách, zalévání, úklid atd. Je důležité věnovat hygienické nezávadnosti vody velký význam. Pokud bude nahrazena pitná voda vyčištěnou šedou vodou, mohlo by to v případě, že nebude kontrolována kvalita této vyčištěné vody, vést k ohrožení zdraví obyvatel. Požadavky kladené na kvalitu šedé vody vyplývají z přesného užití této vody. Prvním požadavkem je označení výtokových kohoutů piktogramem a nápisem, kdy musí být jasné, že nejde o pitnou vodu. V případě využití vyčištěné šedé vody například na úklid, jako je mytí různých povrchů a podlah, je možné používat vysoce jakostní vyčištěnou vodu s nízkým obsahem organických látek, aby nebyl podporován růst bakterií ve formě biofilmů (Kožišek 2012).

Znečištění a množství různých druhů šedé vody se odvíjí od jejich původu. Podstatně vyšší znečištění existuje u šedé vody jímané z myček nádobí a dřezů. Lehká šedá voda získávaná ze sprch a umyvadel je znečištěná méně. Z toho vyplývá, že šedá voda jímaná z dřezů a myček nádobí může vyžadovat intenzivnější čištění. Při navrhování druhu a kapacity čistírny šedé vody se bere zřetel na průtoky vody, které se vypouštějí z různých zařizovacích předmětů. Například průtok z plné vany se pohybuje kolem 0,5 l/s, zatímco průtok vody ze sprchy může být 0,1 l/s – 0,3 l/s, proto i zařízení pro využití šedé vody musejí zvládat tyto nepravidelné průtoky. Dalším aspektem při navrhování celého procesu je výběr vhodných materiálů. Všechna zařízení pro využití šedé vody mají být odolná po celou dobu životnosti vůči všem znečišťujícím látkám obsaženým v šedé vodě. V případě že se čištěná šedá voda využije pro zalévání zahrad, je-li uměle změkčená, může být nevhodná pro některé rostliny a půdy vzhledem k obsahu solí (ČSN EN 16941-2).

Vyčištěnou šedou vodu využívanou k nepitným účelům je vhodné využívat v tomto pořadí. Nejprve splachování WC, dále externí využití bez postřiku, využití k praní v pračkách a nakonec externí využití postřikem. Pořadí jímání vody pro snížení potřeby čištění je sestaveno v tomto pořadí: sprchy a vany, umyvadla, pračky a v poslední řadě kuchyňské dřezy nebo myčky nádobí (ČSN EN 16941-2).

3.7. Způsoby čištění šedých vod

Šedá voda se upravuje prostřednictvím těchto technologií:

- a) mechanickou úpravou (sedimentace, filtrace)
- b) chemickou úpravou (koagulace, elektrokoagulace, fotokatalýza, pokročilé oxidační procesy)
- c) fyzikální úpravou (filtrace, membránová filtrace)
- d) biologické čištění (biofilmové reaktory, aktivace, kombinace aktivace a membránové filtrace)
- e) přírodní způsoby čištění

Výrobní postupy čištění šedých vod jsou uskutečňovány od jednoduchých dvoustupňových postupů (hrubé filtrování a dezinfekce) k propracovaným fyzikálním, fyzikálně-chemickým a biologickým postupům. Elementární dvoustupňové technologie se skládají většinou z nerezového síta (hrubá filtrace) a dezinfekce sloučeninami, které obsahují chlór, případně UV zářením. S těmito technologiemi jsou však spojené tyto problémy: vznik nežádoucích pachů, vznik chloraminu, zákal, který zamezuje použití UV záření (Bartoník a kol. 2012).

Fyzikální technologie, jako jsou náplňové filtry, běžné filtrační lože, pískové filtry a nejčastěji používaná membránová filtrace, zvládají filtraci např. bělicích činidel. Filtry opouští voda připravená pro následné biologické procesy. Fyzikální technologie nedokážou vyčistit organické frakce odpadních vod. Doplňují je koagulace, adsorpce, procesy iontové výměny, ozonizace (Bartoník a kol. 2012, Ludwig 2006).

Biologická filtrace napodobuje procesy úpravy vody, které probíhají v přírodě. Prostřednictvím aerobních mikroorganismů dochází k dočištění vody, která splňuje i nejpřísnější limity. Velmi dobrou kvalitu upravené odpadní vody zajišťují membránové bioreaktory. Tato pokročilá technologie vyčistí a upraví odpadní vody do kvality, která v mnoha faktorech splňuje kvalitu pitné vody (MŽP 2021).

Kapacitu čistíren odpadních vod je možno zvýšit kombinací biologického a membránového čištění. Jedná se o takzvané biomembránové reaktory (MBR). Toto čištění v první fázi zajišťují katalyzované enzymy – biokatalyzátory, které se nacházejí v aktivovaném kalu. Tento biologický kal se postupně filtruje prostřednictvím membrány. Membránová filtrace substituuje dočišťování v dosazovacích nádržích. Velkou výhodou kombinace membránového a biologického čištění je lepší kvalita vyčištěné vody, což zajišťuje odstranění nerozpuštěných látek a lepší hygienizaci. Biomembránové reaktory lze podle použité konstrukce rozdělit na dva základní typy. První typ má membránové moduly ponořené do reakční suspenze. Tyto moduly jsou buď deskově uspořádané nebo se aplikují dutá vlákna. Deskový modul je tvořen vodorovně uspořádanými deskami, které jsou uchycené na nosné konstrukci. Při filtraci se šedá voda dostává směrem z povrchu membránu do dutého prostoru uvnitř membránu. Vyčištěná voda (permeát) se odvádí trubkou do kolektoru. Modul z dutých vláken se skládá ze svazku dutých vláken, které jsou připevněné na jednom konci ke kolektoru permeátu. K filtraci vody v tomto případě dochází směrem z povrchu vlákna do dutého prostoru uvnitř. Enzym ve druhém typu bioreaktoru se vyskytuje buď jen v membránovém modulu anebo v celém prostoru bioreaktoru. Membránové moduly ponořené přímo do reakční suspenze dosahují lepších výsledků v čištění šedé vody, dokáží pracovat s vyšším množstvím biomasy, prodlužuje se tak zdržení dané směsi a tím se získá i vyšší přeměny stupních látek. Membrány se vyrábějí například z polyethylenu, polypropylenu, polysulfonu a z podobných polymerních materiálů. Vyšší chemickou, mechanickou a tepelnou odolnost mají anorganické membrány (keramické nebo kovové). Tyto membrány jsou však dražší než polymerní. U druhého typu se nacházejí membránové moduly mimo bioreaktor (Art 2009, TZB-info 2021).

V současnosti je méně využívané anerobní biologické čištění odpadních vod. V tomto anerobním procesu není přítomen kyslík a organické látky se rozkládají na methan a oxid uhličitý. Tuto směs nazýváme bioplyn. Bioplyn je možné využívat k výrobě elektrické energie a ohřevu vody (TZB-info 2021).

Samotný proces čištění odpadní vody v čističce šedých vod začíná filtrací mechanických nečistot. Při této filtraci se používají pískové filtry, náplňové filtry, běžné filtrační lože. Následuje biologické čištění a čištění přes membránovou filtraci. Membránové filtry velmi dobře čistí šedou vodu, ale jsou náchylné k zanášení, proto jim

musí předcházet předčištění pomocí pískových filtrů. Proces čištění pokračuje. Voda se nejčastěji pomocí čerpadla odsává podtlakem a vyčištěná voda se akumuluje v nádrži. Během čištění se zbaví voda většiny virů a bakterií. Následně je voda dezinfikována většinou pomocí UV lampy. Čištění odpadní vody probíhá v čističce, kde se kombinují různé technologie (Agrafioti a Galanakis 2019, Bartoník a kol. 2012).

Mezi přírodní způsoby čištění se řadí například usazování a filtrace na půdním filtru. Využití je většinou u chat a malých objektů. Pískové filtrace šedých vod byla využívána více v minulosti. Šedou vodu lze čistit dezinfekcí, prostřednictvím sloučenin, které obsahují chlor. Ale rizikem je vznik chloraminu, nebo chlorovaných uhlovodíků (Bartoník a kol. 2012, TZB-info 2012).

Kořenové čistírny

Vegetační (kořenové) čističky pracují na stejných zásadách jako přirozené mokřady, ve kterých probíhají samočistící děje. Předčištěná odpadní voda protéká kořenovým filtrem, což je základní princip kořenové čističky. Obsahem kořenového filtru jsou jemné kamínky. Čistící proces zajišťují bakterie, které žijí na povrchu těchto jemných kamínků. Kořenový filtr je osázen rostlinami, ty zajišťují doplňkovou funkci filtru. Rostliny využívají a získávají živiny a dodávají kyslík. Na kořenech těchto rostlin sídlí bakterie. V zimním období fungují jako tepelná izolace (Kořenovky 2022a).

Kořenové čistírny pracují na postupně navazujících krocích. Prvním krokem je předčištění vody. Šedá voda musí být před průtokem kořenovým filtrem vyčištěna od mechanických nečistot a pokud je potřeba ještě anaerobně předčištěna. K tomu dochází ve více komorovém septiku – anaerobním separátoru. Pokud se čistí větší množství šedé vody, používají se sedimentační nádrže např. v obcích. Takto ošetřená voda v malých dávkách vtéká na povrch kořenového filtru. V tomto filtru se pomalu vsakuje přes kořenový filtr, který je osázen rostlinami mokřad. V dalším kroku se v současné době využívají vertikální pulzně skrápěné filtry. V tomto systému se předčištěná voda postupně hromadí v pulzní šachtě. Když je šachta zaplněna vodou, je voda vypuštěna na kořenový filtr. Povrch filtru je pokryt rozvodným potrubím s mnoha otvory. Z šachty se najednou vypustí více shromážděné vody a díky tomu a tomuto rozvodnému potrubí se voda rovnoměrně rozdělí po povrchu filtru. Voda následně protéká vrstvami jemného štěrku a písku, kde se zbavuje nečistot. Účinnost je možné zvýšit využitím vertikálního filtru, voda pak několikrát cirkuluje. V kořenové čističce dochází k řadě přirozených procesů. Jedná

se o procesy v nezatopené části filtru, které vyžadují přístup kyslíku – aerobní procesy. V zatopené části kořenového pole dochází k anaerobním procesům, které probíhají bez přístupu kyslíku a anoxickým procesům. V kořenové čističce zároveň dochází k řadě reakcí a dalších procesů. Z fyzikálních procesů se jedná o sedimentaci pevných vysrážených látek a jejich následnou filtraci v kořenovém prostoru. Z chemických procesů se jedná o vstřebávání, rozklad a přeměnu odpadních látek do jiných stabilních forem, celkové oxidační a redukční procesy. Biologické procesy způsobují nejrůznější druhy mikroorganismů, které se účastní celkového čistícího procesu. Dochází zde k rozkladu dusíkatých organických látek, tuků, škrobů, cukrů, celulózy a sloučenin fosforu. Rostliny vysázené v kořenových čistírnách odebírají v průběhu svého růstu odpadní látky jako svoje živiny (Kořenovky 2022b).

Čistit odpadní vody je možné i využitím dalších přírodních způsobů než jen vegetační kořenovou čistírnou. Jedná se o půdní filtry, akvakultury, biologické nádrže a bioeliminátory. Procesy, ke kterým dochází nejen v mokřadním prostředí, ale i v půdním a vodním prostředí, se staly základem pro toto přírodní čištění. Velkou výhodou přírodního čištění odpadních vod jsou nízké náklady na energii, údržbu a provoz, relativně jednoduché stavební provedení, vysoký čistící účinek při odstraňování bakteriálního znečištění a využití schopnosti vázat část dusíku a fosforu, kterou mají mokřadní rostliny. Přírodní čištění je ovšem náročné na prostor a závislé na klimatických podmínkách. V případě vegetačních kořenových čistíren je zaznamenán nízký čistící účinek při odstraňování amoniaku. Také je zde třeba vyřešit nadměrné množství přebytečné biomasy (Skučková 2020, Šálek 2012).

Typy čistíren šedých vod (porovnání nabízených řešení na trhu)

Při zadání požadavků na výběr čistírny šedé vody je dle ČSN 75 6081 třeba vycházet z produkce odpadní vody na jednu osobu. Při dvou osobách v rekreačním objektu je počítáno s 0,15 m³ na osobu a den. V časovém intervalu vyprazdňování žumpy jednou měsíčně vychází objem akumulární nádoby/žumpy na 9 m³ (TZB-info 2022).

1. ASIO NEW, spol. s r.o.

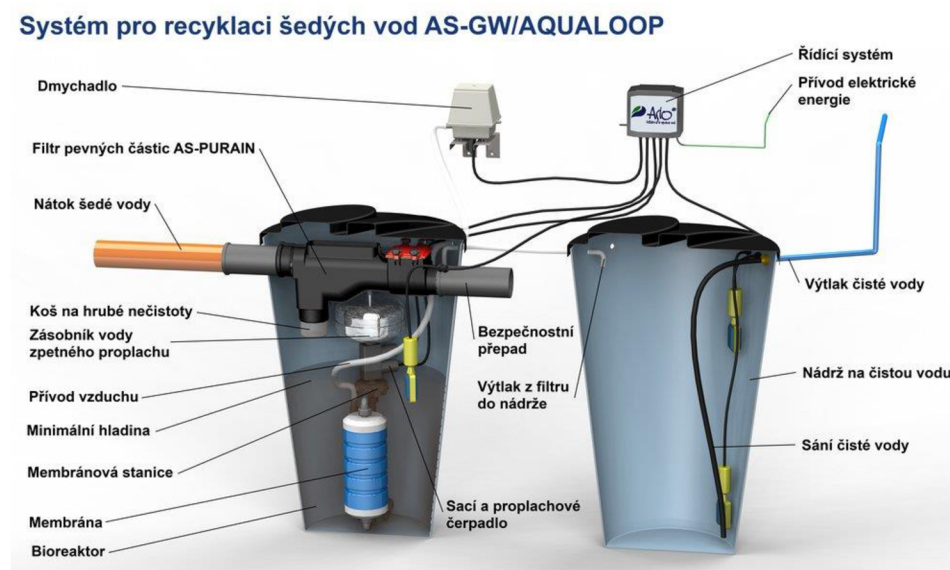
Nabízený systém je v nejmenší variantě vhodný pro 6 osob v rodinném domě.

AS-GW-AQUALOOP 6

Počet osob	6
Maximální denní nátok (L/den)	300
Objem akumulace šedé vody (L)	300
Objem akumulace provozní vody (L)	300
Umístění	sklep

Popis technologického řešení

Šedá voda nejprve mechanicky předčištěna a následně biologicky vyčištěna a přes membránový modul je tato čistá voda dále čerpána do nádrže vyčištěné vody. V případě rekuperace tepla z šedé vody lze doplnit tepelným výměníkem (ASIO 2022). Uvedený systém je znázorněn na Obrázku 1.



Obrázek 1: Systém AS-GW/AQUALOOP (ASIO 2022).

2. ENVI-PUR, s.r.o.

Tento dodavatel nabízí technická řešení skládající se z membránové technologie, UV dezinfekce a sorpce na granulovaném aktivním uhlí (ENVI-PUR 2022).

Popis technologického řešení

Šedá voda přejde přes membrány a UV dezinfekci, a nakonec je dočištěna aktivním uhlím (ENVI-PUR 2022).

3. ABPLAST s.r.o

Dodavatel má v nabídce ČOV pro rekreační chaty a chalupy, která je vhodná i pro čištění šedé vody. V systému se nejprve mechanicky rozmělní hrubé nečistoty, a následně v neprovzdušňovaném prostoru dochází k biologickému odbourávání dusíku, kde jsou vytvořené podmínky na částečné biologické odbourávání fosforu (ABPLAST 2022).

Dále se voda gravitačně vede do provzdušňovaného prostoru, kde za přítomnosti kyslíku dochází k biologické degradaci organického znečištění a k nitrifikaci amoniakálního dusíku. Vzduch se do popisovaného provzdušňovacího systému dodává prostřednictvím membránového dmychadla s bočním kanálkem což je vysokotlaký ventilátor z prostoru mimo biologický reaktor (ABPLAST 2022).

Další stupeň čištění vody je separace, kde dochází k oddělení vyčištěné vody od kalu, přičemž vyčištěná voda se vypouští do druhé nádoby (ABPLAST 2022).

4. Hellstein spol. s r.o.

Princip čištění této ČOV určené pro rekreaci – STM® je v kombinaci biologického procesu, který je aktivovaný kalem přisedlým na plochách biodisku a kalem v roztoku. Aktivní látkou je v čistícím procesu aktivovaný kal což je směs mikroorganismů, které ke svému růstu a rozvoji potřebují vždy látky obsažené v odpadní vodě a zejména vzdušný kyslík. V popisovaném čistícím procesu nesmí být užity žádné přídavné chemikálie. Oddělování aktivovaného kalu od vyčištěné vody probíhá v tomto systému vždy ve zvláštní sekci. Vyčištěná voda odtéká přepadem a aktivovaný kal je vrácen štěrbinou pod popisovaný biodisk. Mikroorganismy v čistírně STM provádějí čištění vody (Hellstein 2022).

Při biochemickém návrhu systému STM je vždy uvedena minimální hodnota chemické analýzy na odtoku, které jsou dosaženy po asi 60denním provozu malé čistírny STM (Hellstein 2022).

5. Michal Roubíček – obec Úhonice

Systém hospodaření se šedou vodou si navrhl majitel rodinného domu sám pro 4 osoby, ale v současné době systém šedé vody využívají již jenom dvě osoby. Základem systému je rozdělení odpadu ze sprch a umyvadel na mytí a jeho svedení do první akumulární podzemní nádrže na šedou vodu. Zachycená dešťová vodu je svedena do druhé podzemní betonové nádrže a zbylé odpadní vody jsou svedeny do klasické podzemní jímky. Jímka se jednou měsíčně vyváží (Roubíček 2022).

Řešení pro šetření vody si navrhl majitel z důvod úspory nákladů na odvoz odpadní jímky. Část obce, kde se nachází jeho rodinný dům nemá do současné doby zavedenou obecní kanalizaci (Roubíček 2022).

Popis způsobu filtrace šedé vody – systém filtrace

Domácí systém je navržen tak, že automaticky filtruje šedou vodu bez „skladování“, tedy až ve chvíli, kdy je voda v rodinném domě potřeba (odběrná místa - umyvadlo, sprcha, pračka a plnění nádržky pro WC). V okamžiku, kdy dojde v potrubí pro šedou vodu ke snížení tlaku, se automaticky zapne oběhové čerpadlo, které dopraví šedou vodu z nádrže na šedou vodu do filtru na hrubé nečistoty a dále pak do filtru s membránou a UV lampou a k odběrnému místu přečištěné šedé vody a kanalizačním potrubím se opět dostane do nádrže pro šedou vodu.

Koloběh čištění šedé vody je nastaven tak, aby si systém automaticky udržoval minimální poloviční hladinu v nádrži pro šedou vodu, která je na tuto úroveň hladiny automaticky doplňována z nádrže na dešťovou vodou nebo následně i z vodovodního řádu. Obě podzemní nádrže jsou železobetonové o velikosti 7 m³ a nádrž na dešťovou vodu má přepad do vsakovacího systému na zahradě. Systém využívání šedé vody byl původně při výstavbě rodinného domu navržený pro 4 osoby (2 dospělé osoby a 2 děti). V současné době jsou v objektu 2 osoby a systém musí majitel nastavit na menší, tedy poloviční spotřebu vody. Hlavní částí systému je filtr s nanomembránou, který se i automaticky čistí zpětným proplachem a UV lampa na konci čištění. Systém je naprogramován automaticky, bezobslužně. (Roubíček 2022).



Obrázek 2: Systém ČOV pana Michala Roubíčka (Hradecká 2022).

3.8. Využití tepla z šedé vody v budovách

Při projektování budov je vhodné se zaměřit nejen na úspory ve vytápění a chlazení, ale i na oblast vodního hospodářství budovy. Cílem je využití inovativních metod, které umožní redukovat spotřebu vody a minimalizovat vypouštěné vody odpadní. Jedná se o tzv. inteligentní budovy, s nízkoenergetickým standardem. Tyto budovy jsou hodnoceny z hlediska jejich vlivu na životní prostředí a je i otázkou prestiže projektantů, aby hledali úspory v oblasti vodního hospodářství. Obecně je známo, že šedé vody obsahují teplo (teplota je 18 - 38°C). Toto teplo lze výhodně využívat. Znovuvyužití tepla ze šedých vod pomáhá snížit náklady na ohřívání teplé užitkové a provozní vody. Také se dá využít na vytápění budov. Odpadní voda je vhodným druhotným zdrojem energie, je v ní ukryt velký tepelný potenciál. Teplota odpadní vody je relativně stabilní, což je výhoda pro tepelná čerpadla. I za bezdeštného období jsou průtokové podmínky odpadní vody relativně vyrovnané. Toho se využívá ve světě již několik let. U nás se zatím toto využití často nerealizuje. Problematikou využití odpadní vody v kanalizaci jako zdroje tepla pro vytápění a ohřev budov se vědecká veřejnost zabývá již téměř 10 let (od roku 2013). Výsledkem je pozitivní ekonomický přínos a také přínos z hlediska životního prostředí.

V současné době již existují vhodné technologie, metodická podpora i dostupná data, což by pomohlo tomu, aby se využívala tepelná energie z odpadní vody ve stokové síti a stala se tak běžnou součástí kanalizace a byla prakticky aplikována v ČR (Stránský a kol. 2016, TZB-info 2012).

Šedá voda má různou teplotu. Je ovlivněna mnoha faktory, např. návštěvností objektů, směnovitostí provozu. Proto je vhodné každý objekt individuálně posoudit. Vyšší hospodárnost bude logicky tam, kde je vyšší produkce odpadních vod i potřeba a kde se vypouští voda s vyšší teplotou. Jedním ze způsobů, jak snížit náklady na ohřev TUV (teplé užitkové vody), provozní teplé vody, popřípadě na vytápění objektu je recyklace tepla ze šedých vod (Art 2009, Bartoník a kol. 2012).

Místní systémy rekuperace tepla jsou založeny na možnosti odebírání tepla z odtékající vody, tato voda předehřívá studenou vodu do sprch nebo jiných programů. Vyskytují se dva druhy aplikací. První druh je předehřev studené vody pro okamžitou spotřebu. Druhý druh je předehřev studené vody do zásobníku TUV. Tyto řešení odebírání tepla vyhovují rodinným domům a objektům s menším provozem (Bartoník a kol. 2012).

Pro větší objekty produkující velké množství šedých vod jsou určeny centrální systémy. Vzhledem k tomu, že je zde odběr vody kolísavý, je třeba shromáždit vodu v akumulární jímce. Ta se využívá dále jako zdroj tepla pro primární okruh tepelného čerpadla. Jednoduchá konstrukce tepelného výměníku je velkou výhodou. Tato konstrukce se řeší plastovými trubkami nebo hadicemi. Což představuje nízké investiční náklady. Toto řešení má i nevýhodu, není možné vodu ochladit pod bod mrazu.

Aby jímka nezamrzla, musí se tepelné čerpadlo kontrolovat a dohlížet pravidelně na jeho provoz. Abychom mohli teplo z jímky odebírat, musí být zajištěn požadovaný průtok a „cílová“ teplota. S tepelným čerpadlem v tomto systému jsou spojeny i další problémy. Když se překročí hraniční teplota, musíme tepelnému čerpadlu zajistit odběr tepla z jiného zdroje. Zároveň výhodou tohoto systému je možnost dodávat teplo do rozvodné sítě teplovodního vytápění. V letních měsících se naopak využívá tento systém na chlazení. Běžnou výbavou tepelných čerpadel v současné době je i chladicí režim (Bartoník a kol. 2012, Ludwig 2006).

V domácnostech lze využívat technologie založené na recyklaci šedých vod s maximálním využitím jejich energetického potenciálu. Tento systém je podmíněn

mechanickým předčištěním šedých vod pomocí jemného síta a jejich shromažďováním v zásobní nádrži. Součástí zásobní nádrže je tepelné čerpadlo, které odevzdává energii do zásobníku teplé užitkové vody. Mechanicky vyčištěná šedá voda se poté přečerpává do reaktoru s vestavěným membránovým modulem. Ochrana proti selhání systému v případě nízké produkce šedé vody je zajištěna přítokem pitné vody. Membrány a permeát vyčistí šedou vodu a ta je přečerpána do akumulární nádrže. Hygienické bezpečí zajišťuje UV lampa a šedá voda je připravena k recyklaci (Bartoník a kol. 2012).

Využití tepla z odpadních vod

Neseparované šedé vody získané z umyvadel, praček a sprch mají v místě, kde odtékají, relativně vysokou teplotu. Jedná se o teplotu zhruba 18 - 35 °C. Odpadní vody odtékající pouze z praček vykazují teplotu cca 28 - 32 °C. Nejteplejší je šedá voda ze sprch a umyvadel, její teplota se pohybuje od 18 do 30 °C. V místě produkce se všechny tyto šedé vody vypouštějí do veřejné kanalizace, při tom existuje možnost jejich využití. Zvýšená teplota těchto vod příznivě ovlivňuje čisticí procesy v městských čistírnách odpadních vod. Množství vyprodukovaných šedých vod, jejichž zdrojem jsou umyvadla, pračka a sprchy, je vysoká. Proto se nabízí možnost doplnit systém využití o takzvanou rekuperaci tepla. Podle lokality, kde k rekuperaci tepla dojde, se může jednat jednak o lokální odběr tepla. Ten je vhodný například pro rodinné domy a menší provozy. Prvním lokálním systémem rekuperace tepla z odpadních vod je předehřátí vody do zásobníku teplé vody. Druhou z možností je okamžitá spotřeba předehřáté vody. Teplota předehřáté vody je cca 20 °C. Doba, než je předehřátá voda k dispozici, je ovlivněna délkou potrubí a umístěním tepelného výměníku. Je možné tuto vodu přímo napojit do okruhu sprch a umyvadel. Tím se snižuje spotřeba teplé užitkové vody. Prostřednictvím směšovací baterie dojde k promíchání menšího množství teplé vody s vodou studenou. Pro tento systém je typická okamžitá spotřeba tepelné energie. Předehřátí studené vody pro okamžitou spotřebu je efektivnější než systém akumulace předehřáté vody do zásobníku teplé vody. Naopak centrální odběr tepla mohou využívat velké provozy, které mají možnosti akumulovat odpadní šedé vody (Eslami-nejad a Bernier 2009, Kukul 2020).

Teplu, jehož zdrojem jsou šedé vody, je možno podle místa spotřeby energie rozdělit na teplo využitě pro vytápění objektů, teplo kterým se ohřívají provozní teplé vody a třetím způsobem využití je ohřev teplé užitkové vody. Pokud se systém využití šedých vod doplní o rekuperaci tepla, příznivě se ovlivní náklady vynakládané na ohřev

teplé užitkové vody a vytápění objektu. Situace na trhu s energiemi, kdy dochází aktuálně k růstu jejich cen, nabízí možnost zamyslet se nad tímto využitím (Art 2009, Kukul 2020).

Aplikace centrálních systémů rekuperace tepla

Jak již bylo zmíněno, větší objekty, například kancelářské budovy, hotely apod., produkují větší množství šedých vod. Specifickým znakem je kolísavost odběru vody v těchto objektech. Proto je vhodné vodu shromažďovat v akumulační jímce. Ta slouží jako zdroj tepla pro primární okruh tepelného čerpadla. Výhodou je jednoduchá konstrukce tepelného výměníku, který se řeší plastovými trubkami nebo hadicemi. Problémem při tomto řešení je, že nelze vodu ochladit pod bod mrazu. Jímka by mohla zamrznout, pokud by nedocházelo ke kontrolám teploty. Teplo z jímky je možné odebírat pouze při požadované teplotě a požadovaném průtoku. Když dojde k překročení limitní teploty, je třeba zajistit tepelnému čerpadlu jiný zdroj tepla. Výhodou při využití tepelného čerpadla je možnost zajistit dodávky tepla i do rozvodné sítě teplovodního vytápění. Další výhodou je využití tepelného čerpadla v letních měsících k chlazení. Investiční náklady na centrální systémy jsou vyšší, avšak teploty takto získané je možné využít i pro provozní aplikace například bazény, prádelny (Kukul 2020, Picard a kol. 2006).

3.9. Recyklace šedých vod a jejich využití

Využití šedé vody v domácnosti (na splachování)

Provozní voda získaná z recyklované šedé vody se využívá na splachování záchodů. V domácnostech se jedná cca o 30 %, v komerčních budovách až 60 % z celkové potřeby provozní vody. Pro provozní vodu vzniklou úpravou šedé vody je třeba mít připravený samostatný vodovod. Jedná se o vodu bílou nepitnou. Z toho vyplývá, že místa, kde se používá tato voda, by měla být označena nápisem „nepitná voda“ nebo zákazovou značkou podle ČSN. Potrubí pro rozvod provozní vody nesmí být spojeno s potrubím pitné vody. Abychom mohli šedou vodu recyklovat, musíme i ji odvádět v samostatné vnitřní kanalizaci. Tento systém má požadavek na dvě odpadní potrubí (Bartoník a kol. 2012).

Využití šedé vody na zalévání

Využití recyklovaných šedých vod k zavlažování se v České republice řídí podle ČSN 757143. Při praní prádla s využitím pracích prostředků vznikají sole, organické

látky, nutrienty a patogeny. Prací a čisticí prostředky obsahují velké množství chemických sloučenin, jako např. surfaktanty, bělicí činidla, aditiva nebo pomocné prostředky. Aby bylo využití šedých vod na závlahu půdy efektivní, je nutná přítomnost některých solí, zejména obsahujících nutrienty, a ještě lépe v nějakém vhodném poměru, s cílem vyhnout se nepříznivým či dokonce toxickým účinkům na rostliny. Na půdy, které obsahují vyšší koncentrace bóru, sodíku, zinku, hliníku, není vhodné využívat šedé vody pro závlahu (Bartoník a kol. 2012, Ludwig 2006).

3.10. Dotace Dešťovka

Dotační program Dešťovka byl nejprve vyhlášen v rámci Národního programu Životní prostředí. Od září 2021 byl začleněn pod dotační program Nová zelená úsporám. Při realizaci a pořízení systému čištění šedé odpadní vody je možno využít dotace Dešťovka. Jedná se o dotační program Nová zelená úsporám – rodinné domy, výzva č. 1/2021 a Nová zelená úsporám – bytové domy, výzva č. 2/2021 poskytovaný SFŽP a Ministerstvem životního prostředí a financovaný z Národního plánu obnovy. Dotační program podporuje udržitelné hospodaření s vodou v domácnostech. Jeho cílem je motivovat stavebníky i současné vlastníky rodinných a bytových domů v celé ČR k účelnému hospodaření s vodou a k redukci spotřebované pitné vody z povrchových a podzemních zdrojů. Žádost je možné podat do června 2025. Z dotace lze uhradit až 50 % výdajů na pořízení systému na využívání vyčištěné odpadní vody jako vody užitkové, případně pro zálivku zahrady, s jednou či dvěma nádržemi a možnou kombinací s dešťovou vodou (SFŽP ČR 2022).

Maximální částka dotace je 105 000 Kč při kombinaci odpadní šedé vody s vodou dešťovou. V případě využití pouze šedé vody jako užitkové pro splachování i zálivku je maximální částka dotace až 60 000 Kč (Nová zelená úsporám 2022b).

Tyto dotace se vztahují na pořízení akumulčních nádrží, systému a hospodaření s šedou odpadní vodou a dešťovou odpadní vodou, zemních prací a trubního vedení včetně 10 000 Kč na odborný posudek. Stát tak přispěje až 50 % výdajů na pořízení těchto systémů. Prvním krokem k získání dotace je podání žádosti o dotaci a doložení odborného posudku vypracovaného oprávněnou osobou. Podání žádosti včetně všech souvisejících dokumentů probíhá online přes systém AIS SFŽP ČR. Občan k založení účtu uživatele potřebuje mít zřízenou tzv. elektronickou identifikaci. Dalším krokem je samotná

realizace projektu. Pro proplacení dotací se předkládají dokumenty o provedených pracích. O dotaci je možné požádat před zahájením, v průběhu nebo po dokončení prací (Dešťovka.eu 2022a, Nová zelená úsporám 2022a).

3.11. Hospodaření s šedou vodou ve světě

Evropské země Německo, Švýcarsko a Norsko jsou pro ČR v hospodaření s šedou vodou příkladem. Průměrná denní spotřeba na jednoho obyvatele Evropy činí cca 150 l vody. Je to poloviční spotřeba, než jakou má Američan. Z této průměrné spotřeby vody se využije 44 l na koupání a sprchování, 9 l na tělesnou hygienu a zbylých 97 l vody je možné nahradit alternativním zdrojem, recyklovanou šedou vodou. Její využití v domácnosti je na splachování toalet, praní prádla a zalévání zahrad (Plotěný 2013, Procházka 2019).

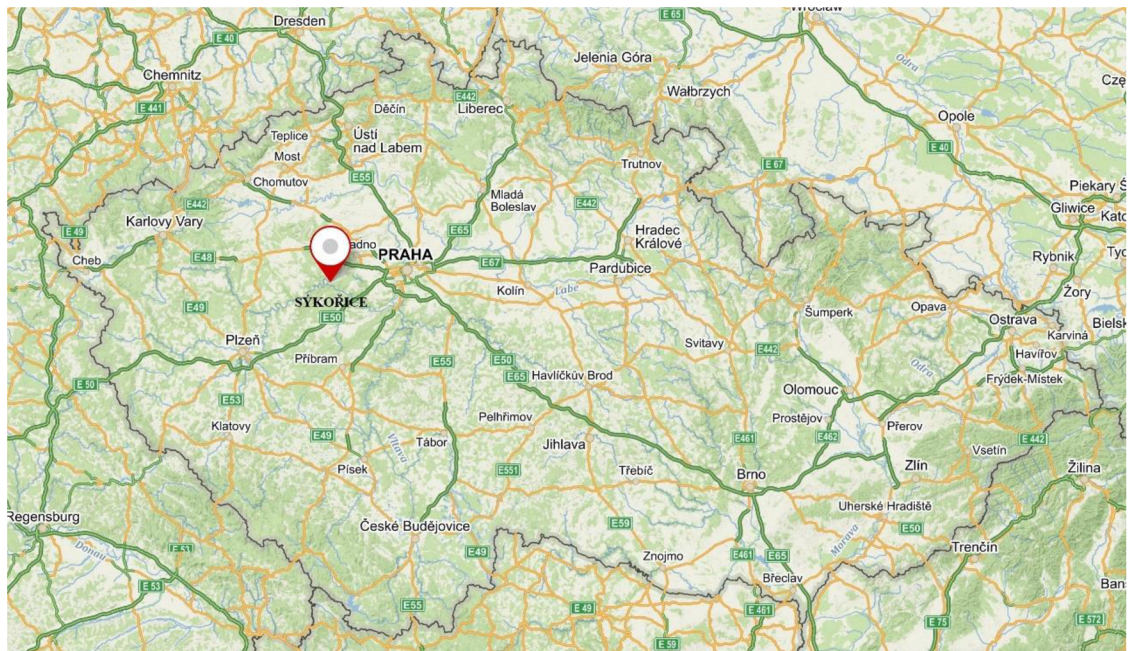
Hospodaření s odpadní vodou je důležité, dokáže ve spoustě případů nahradit vodu pitnou, což si obyvatelé naší planety ještě zcela neuvědomují. Na celém světě je v celkovém měřítku snížený roční počet srážek. Tento celosvětový problém lidé často nevnímají. Spotřeba vody v USA je dvojnásobná než spotřeba vody v Evropě. Pohybuje se kolem 300 l na jeden a jednoho obyvatele. Recyklace odpadní vody je jedním z řešení tohoto problému. Proto by bylo vhodné zvážit možnost využití odpadní vody ve větším měřítku, než se děje dosud. Nabízejí se oblasti infrastruktury – hotely, školky, nemocnice, školy (Horáková 2003, Procházka 2019).

4. Charakteristika studijního území

4.1. Základní informace o k.ú. Sýkořice

Obec Sýkořice, kde je umístěný rekreační objekt, má platný územní plán. Zde je podrobně popsáno zásobování vodou, které je v současné době vyřešeno realizací místních uličních vodovodních zásobních řádů ze systému, který je napojený na přivaděč DN 150 z řady „R“ Klíčava - Kladno. Z vodovodního řádu je napojena pouze část rekreačních objektů. Z důvodu ekonomické náročnosti není na tento vodovodní řád napojený náš popisovaný rekreační objekt (Šulc 2019).

Odkanalizování území je řešeno společně se sousední obcí Zbečno, kde je navržena centrální čistírna odpadních vod. Na území obce Sýkořice jsou provozovány splaškové kanalizační stoky ve stávajících komunikacích a veřejných plochách kombinací gravitačních a výtlačných kanalizačních řádů. Nepřipojené objekty a nově stavěné objekty jsou navrhovány s likvidací odpadních vod prostřednictvím bezodtokových jímek na vyvážení. Popisovaný rekreační objekt patří mezi nepřipojené objekty, a proto jsou odpadní vody shromažďovány do jímky a následně vyváženy (Šulc 2019).



Obrázek 3: Vyznačení Sýkořic v rámci celé ČR (www.mapy.cz upravila Hradecká 2022).

4.2. CHKO Křivoklátsko

CHKO Křivoklátsko se nachází na západním okraji středních Čech. Oblast leží v geomorfologickém celku Křivoklátská vrchovina, v severní části Plaské pahorkatiny. Oblastí protéká řeka Berounka a její hluboké údolí je páteří celého území. Toto území bylo 24. listopadu 1978 vyhlášeno chráněnou krajinnou oblastí. V roce 1977 byla oblast Křivoklátska přijata OSN UNESCO za biosférickou rezervaci pro své vysoké přírodovědné hodnoty. Celková rozloha je 628 km². V oblasti se nachází kolem 1800 taxonů cévnatých rostlin, 155 druhů ptáků, 60 druhů savců, 12 druhů obojživelníků, 1500 druhů brouků a 750 druhů motýlů. Výškové rozmezí oblasti Křivoklátsko je od 217 m n. m. do 616 m n. m. Ze všech středočeských pahorkatin vykazuje tato oblast nejvyšší stanovištní a druhovou pestrost, vyznačuje se značným bohatstvím flóry a fauny. Je to způsobeno výskytem stinných a vlhkých poloh, které se střídají s plochami extrémně teplými. Většina území CHKO je tvořena horninami Barrandienu a jen malá část na severu leží na druhohorních horninách křídového útvaru. Mořské usazeniny skryjsko-týřovického středního kambria patří k nejstarším horninám této oblasti. Ve vrstvách se nacházejí četné zkamenělé pozůstatky fauny (trilobité, ostnokožci, ramenonožci). V mladší pražské pánvi jsou uloženy písky, břidlice, droby, bazalty, jíly. V údolích se nacházejí pokryvné sedimenty, naplavené šterky a písky. V oblasti jsou četná kamenná moře a skalní útvary. Půdy, které vznikly na místních horninách, jsou hnědozemě. Na mírných svazích z proterozoických břidlic je kambizem, která je špatně provzdušněná a silně uléhavá. Povrch skalních výchozů tvoří litozemě. Oblast CHKO je celkově chudá na podzemní vody. Povrchová voda je odvodňována řekou Berouňkou, jejíž délka je 42,5 km. Na území CHKO je 340 vodních nádrží, největší Klíčava. Pro Křivoklátsko je charakteristický velký rozsah lesů a hustá síť potoků. Průměrné roční úhrny srážek 500 mm, ve vegetačním období pouze 350 mm. Příroda Křivoklátska je ovlivněna říčním a vrcholovým fenoménem. To znamená vysoká pestrost hornin, rokle, skalní stěny, kaňonovitá údolí, otevřená bezlesí, suchomilné trávníky (AOPK ČR 2005, Tláskalová 2019).

Obec Sýkořice se rozkládá na rozhraní okresů Beroun, Kladno a Rakovník. Je územně správní jednotkou podřízenou Rakovníku. Pro lesní porosty Křivoklátska je typický výskyt uzavřených enkláv skalních stepí na skalnatých srážech kolem Berouňky, kde roste třemdava bílá, česnek tuhý, mochna písečná a mochna skalní. Specifickým

útvarem jsou takzvané pleše, bezlesé svahy vrcholů, na nichž se vyskytuje česnek chlumní, lomikamen vždyživý, pěchava vápnomilná. V lesích Křivoklátska žije typická lesní fauna střední Evropy jako prase divoké, jelen evropský, jezevec lesní, vydra říční, čáp černý. Negativním prvkem této oblasti je vysoká koncentrace rekreačních chat (AOPK ČR 2005).

5. Metodika

Prvním krokem je provedení rešerše v odborné české i zahraniční literatuře. Dále popis možnosti recyklace šedé vody včetně její filtrace a dalšího zpracování k prvnímu využití šedé vody. Dále využití dotace Nová zelená úsporám – Dešťovka při realizacích čističek šedé vody.

Druhým krokem je získání základních informací v obci Sýkořice a hospodaření s vodou na daném pozemku.

Třetím krokem je fyzický průzkum na místě stavby a jejího okolí, a to včetně zjištění současného a navrhovaného stavu s fotodokumentací a zakreslením stavby do mapy.

Čtvrtým krokem je návrh variant využití šedých vod.

Pátým krokem je ekonomické zhodnocení nabízených řešení vybraných dodavatelů technologie zpracování a využívání šedé vody v rekreační stavbě.

Šestým krokem je vyhodnocení a vybrání nejlepšího řešení konkrétního dodavatele. Hlavním kritériem pro výběr bude jednoduchá obsluha, malé prostorové nároky, přístupnost pro servis a cena kompletní realizace „na klíč“. Hodnotícím kritériem je i technologie, která je šetrná k životnímu prostředí CHKO Křivoklátsko.

6. Současný stav řešené problematiky

6.1. Vývoj problematiky v zájmovém území

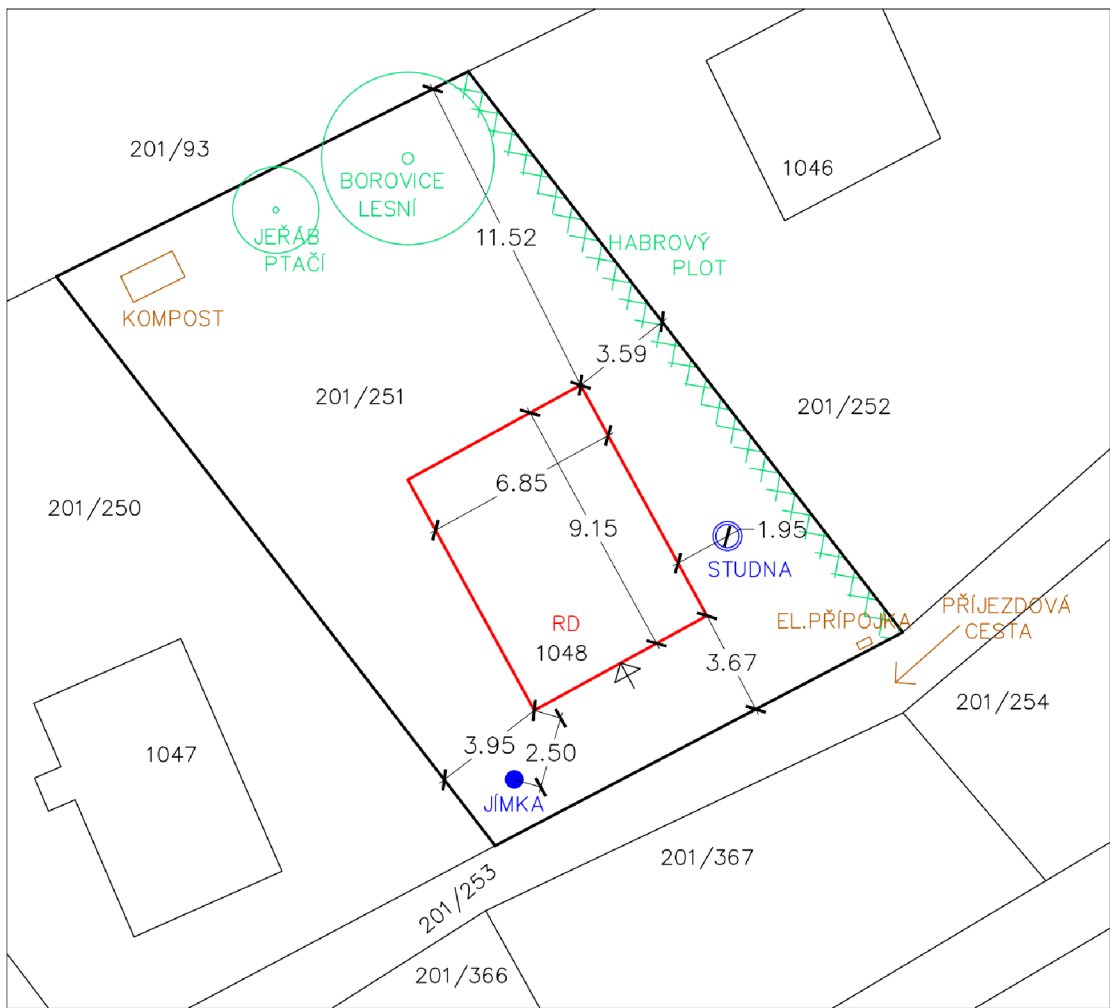
Vybraný rekreační objekt se nachází na parcele 201/251 v k.ú. Sýkořice. Jedná se o stavební parcelu 1048, na které stojí stavební objekt č. ev. 665. Podle územního plánu se jedná o Plochy rekreace individuální (RI). Hlavní využití jsou stávající stavby individuální rekreace. Přípustné využití jsou stávající objekty občanské vybavenosti, rekonstrukce, přístavby a stavební úpravy stávajících objektů, občanská vybavenost provozovaná v rámci stávajícího rekreačního objektu, doplňkové stavby ke stavbě hlavní (altány, kolny na nářadí, přístřešky, atp.), nezbytná dopravní a technická infrastruktura. Nepřípustné využití je výstavba dalších nových rekreačních objektů, stavby určené k trvalému bydlení. Není zde teda možné postavit rodinný dům. Mohl by se zde postavit pouze rekreační objekt (rekonstrukce stávajícího) (Šulc 2019).

Parcela má rozlohu 500 m² a pozemek je mírně svažité. Vrstevnice jsou 332 m n. m., 334 m n. m., 336 m n. m. Pozemek je osázen vzrostlými stromy borovice lesní a jeřáb ptačí. Od sousedních pozemků je oddělen živým habrovým plotem.

Studna na pozemku je od stavby ve vzdálenosti 1,95 m a je vrtaná o hloubce 70 m.

Na hranici pozemku je ve vzdálenosti 2,5 m od stavby vybudovaná podzemní betonová jímka o velikosti 5 m³.

Stavba bude mít obdélníkový tvar 9,150 m x 6,850 m. IPP / sklep budou tvořit betonové prolévací tvárnice. 1 NP je řešeno jako dřevostavba se sedlovou střechou. Zdrojem tepla pro vytápění a ohřev teplé vody bude tepelné čerpadlo vzduch / voda a sporáková kamna.



Obrázek 4: Situace (Hradecká 2022).

7. Výsledky (návrh)

7.1. Ekonomické zhodnocení 5 typů ČOV

Investice obecně

Investici obecně chápeme jako vynaložení finančních prostředků způsobem, který přináší výnos. Jedná se o součet nákladů na pořízení navrhované technologie pro čištění šedé vody. Způsoby pořízení investice mohou být dodavatelsky tzv. „na klíč“ nebo vlastní činností (Klínský a kol. 2017).

Vstupní data pro ekonomické zhodnocení 5 typů ČOV

Vstupní data jsou čerpána z e-shopů výrobců ČOV, z nabídek dodavatelů a na základě rozhovoru s majitelem ČOV. Položky v nabídkách jsou rozděleny na výdaje za čistírnu, příslušenství a montáž. Do příslušenství jsou zahrnuty výdaje na řídicí jednotku, šachtu na dmychadlo, zamykací kryt a další typové prvky, které dodavatelé blíže nespécifikovali. Položka montáž byla výrobcem vyčíslena jednou částkou dle ceníků, nebo v hodinách a hodinové sazbě. Čistírna AS-GV/Aqualoop 6 je nabízena také jako kompaktní čistírna (Dešťovka.eu 2022b).

Ekonomické zhodnocení 5 typů ČOV

Nejvyšší náklady 150 000 Kč jsou vynaloženy při domácí výrobě ČOV. Náklady na domácí čistírnu pana Roubíčka zvýšily výdaje na montážní práce, které si prováděl majitel sám. Není kvalifikovaná osoba, a proto montážní práce spotřebovaly trojnásobek času v hodinách v porovnání s prací odborníků. Součástí domácí čistírny bylo vybudování betonových jímek v ceně 64 000 Kč. Náklady na pořízení čistírny AS-GW/Aqualoop 6 představují částku 112 658 Kč. V porovnání s ostatními čističkami je to třetí nejvyšší částka (Dešťovka.eu 2022b).

	ASIO AS-GW- AQUALOOP 6	ENVI-PUR BC 4 EXCLUSIVE	ABPLAST Aquatec AT6	Hellstein STMH2	Roubíček Domáci výroba ČOV
čistírna	86 750 Kč	118 171 Kč	41 019 Kč	93 000 Kč	62 000 Kč
příslušenství	21 188 Kč	11 590 Kč	6 232 Kč	4 350 Kč	64 000 Kč
montáž	4 720 Kč	5 000 Kč	5 324 Kč	5 000 Kč	24 000 Kč
Celkem	112 658 Kč	134 761 Kč	52 575 Kč	102 350 Kč	150 000 Kč

Tabulka 1: Náklady na 5 typů ČOV (Dešťovka.eu 2022b).

7.2. Výběr ČOV pro konkrétní objekt

Kraus 2019 ve své publikaci uvádí, při výběru domácí ČOV se kladou 3 základní otázky. Kolik osob trvale užívá domácí ČOV, kam se bude vypouštět a jak využívat vyčištěnou vodu z čističky a jaké úřední povinnosti jsou spojené se stavbou ČOV. Dalším krokem je zhodnotit vlastnosti a přednosti vybraných ČOV. Pro samotného uživatele je rozhodující cena čističky ČOV, kvalita ČOV, to znamená použitý plastový materiál a technologie. Konečného spotřebitele v dnešní domě zajímají také reference a recenze získané od rodiny, sousedů, přátel, ale i na internetu. Nejvýznamnější dodavatelé čističek v ČR jsou: ASIO, ENVI-PUR, ABPLAST, Hellstein.

Kritéria výběru ČOV pro rekreační objekt

Podstatnou roli v tom, jak bude ČOV ve zvolené stavbě fungovat, hraje správná volba typu ČOV, její velikost a vhodné umístění. Bylo zvoleno 8 kritérií – počet osob, obsluha, technologie, uložení ČOV, velikost čistírny, cena základní sestavy, cena vedlejších nákladů a možnost bezproblémového čerpání dotace na zvolenou čistírnu.

Základním kritériem při výběru vhodné ČOV je zvolení takové čističky, která bude svým výkonem odpovídat počtu osob připojených k čistírně. V návrhu se počítá se 2 osobami. V případě občasných návštěv nebo nárazově vyšší tvorbě šedé vody je třeba počítat s určitou rezervou.

	ASIO	ENVI-PUR	ABPLAST	Hellstein	Roubíček
Počet ekvivalentních osob	6	2–4	6	1–3	4

Tabulka 2: Počet ekvivalentních osob u 5 typů ČOV podle výrobců (Hradecká 2022).

Jako druhý důležitý parametr z pohledu uživatele ČOV se považuje nenáročná obsluha. Vzhledem k lokalitě, kde se objekt nachází, je vhodné, aby čistírna nevyžadovala téměř žádnou údržbu, se zajištěním stabilního provozu a maximální účinností bez hluku a zápachu. Požadavkem majitele stavby je volba čistírny, kde vývoz kalu bude max. 1 x za rok.

Od moderní bezúdržbové čistírny se požaduje co nejjednodušší technologie. Požadavek na vlastní systém čištění uvnitř čistírny odpadních vod by měl být založen na jednoduché konstrukci, s případným jednoduchým servisem. Nelze opomenout fakt, že uvnitř čistírny se vyskytují nejrůznější cizorodé látky. Není žádoucí, aby uživatel zasahoval do vnitřní části čistírny. Umístění dmyhadla se odvíjí od typu čistírny. Pokud dmyhadlo není součástí čistírny a vyžaduje další prostor, případně další hloubení jámy pro dmyhadlo, vhodnost této čistírny pro zvolenou lokalitu se snižuje.

	ASIO	ENVI-PUR	ABPLAST	Hellstein	Roubíček
Umístění dmyhadla	V druhé nádrži	Součást čistírny	Do 5 m od čistírny	Do 10 m od čistírny	Bez dmyhadla

Tabulka 3: Umístění dmyhadla u 5 typů ČOV (Hradecká 2022).

Náročnost zemních prací a s tím spojený odvoz vybagrovaného materiálu vzhledem k lokalitě CHKO Křivoklátsko vedla k zamyšlení se nad problematikou uložení ČOV. Podzemní uložení čistírny lze považovat za nevyhovující v souvislosti s velikostí pozemku, špatné přístupové cestě, přístup na pozemek je možný po nezpevněná lesní cestě. Z čehož vyplynul další požadavek, kterým je nadzemní uložení čistírny, nejlépe ve sklepě stavby.

Návrh, který vychází z požadavku uložení ČOV v podzemním podlaží rekreačního objektu, požaduje minimalizovat velikost čistírny. Což lze označit jako další parametr, významný pro výběr vhodné čističky.

	ASIO	ENVI-PUR	ABPLAST	Hellstein	Roubíček
Průměr čističky v cm/výška nádrže v cm	2*60/140	140/160	140/180	180/200	150*180*250 (d*š*v)

Tabulka 4: Průměr čističky v cm u 5 typů ČOV (Hradecká 2022).

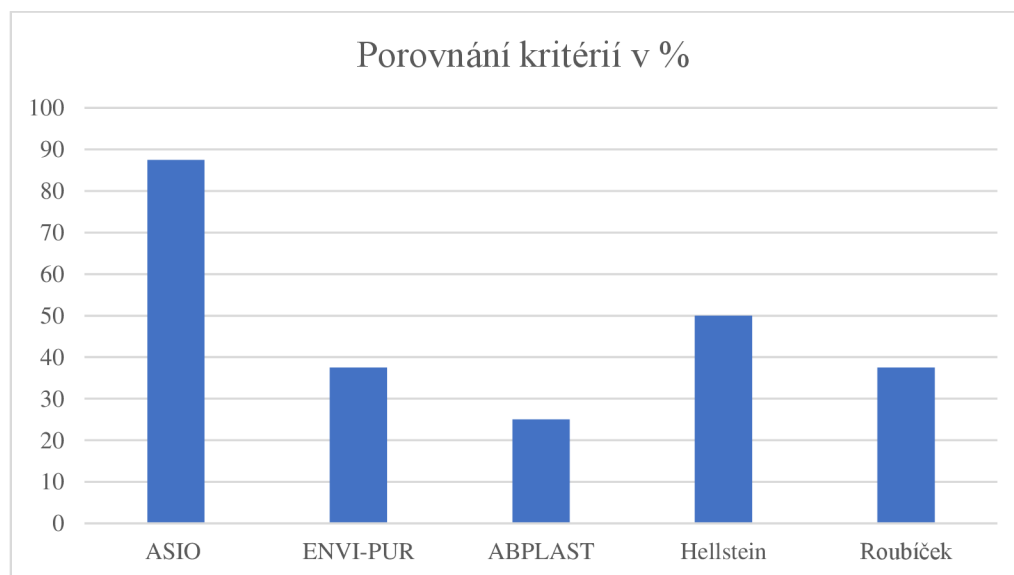
Výpočet pořizovacích nákladů, od kterých se odvíjí cena ČOV, závisí na tom, jak složitý mechanismus čistírny obsahují a z kolika částí se skládají. Při porovnávání cen se vyčíslují veškeré náklady, které jsou v ní zahrnuty. Měla by to být i doprava a instalace a uvedení do provozu čistírny odpadních vod. Pro přesnější výpočet celkových nákladů se připočítají ještě další nezbytné vedlejší náklady, které nejsou v ceně čistírny odpadních vod zpravidla zahrnuty. Jedná se o výkopové práce, přivedení odpadu z domu a elektřiny (na pohon dmychadla). Cena vedlejších nákladů se stává dalším významným kritériem. Požadavek majitele na celkové vynaložené náklady spojené včetně dvojích rozvodů a stavebních prací byl stanoven na 150 000 Kč. Z čehož limit pro samotnou čistírnu je 110 000 Kč a vedlejší pořizovací náklady stanovil majitel maximálně 10 000 Kč.

Náklady investované do čistírny odpadních vod lze částečně kompenzovat dotací. Možnost spolupráce dodavatele ČOV při vyřízení dotace aktuálního dotačního programu Nová zelená úsporám představuje další zvolené kritérium.

Zvolená kritéria jsou vyhodnocena v Tabulce 5.

Čistírna	Počet osob	Vyvážení kalu max 1 x ročně	Dmychadlo u ČOV	Nadzemní uložení	Velikost	Cena do 110 000 Kč	Vedl. náklady	Dotace
ASIO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	NE	ANO	ANO
ENVI-PUR	ANO	NE	ANO	NE	NE	NE	NE	ANO
ABPLAST	ANO	NE	NE	NE	NE	ANO	NE	NE
Hellstein	ANO	ANO	NE	NE	NE	ANO	NE	ANO
Roubíček	ANO	ANO	ANO	NE	NE	NE	NE	NE

Tabulka 5: Kritéria u 5 typů ČOV (Hradecká 2022).



Graf 1: Porovnání kritérií ANO v % (Hradecká 2022).

7.3. Výhody a náklady

Výhody využití ČOV AS-GW-AQUALOOP 6

Tato čistička využívá prověřené membránové technologie. Pracuje s použitím energeticky málo náročných technologií, kdy dochází ke kvalitní úpravě méně znečištěných vod. Využití vyčištěné odpadní vody na splachování a zalévání se uspoří pitná voda, která je závislá na dešti, objekt využívá studnu. Navržená čistička vzhledem k membránové technologii snižuje prostorové nároky, tím investice a je možné ji umístit ve sklepních prostorech. Úspory za vypouštěnou odpadní vodu snižují dobu návratnosti celé investice (ASIO 2022).

Náklady na realizaci návrhu

Celková investice na vybudování čistírny šedé vody v rekreačním objektu v obci Sýkořice představuje součet položek, které musí klient zaplatit od projektu po převzetí díla. Lze je vyčíslit jako součet nákladů vynaložených před zahájením stavby, náklady na pořízení čističky a vybudování dvojích rozvodů vody.

Projektová dokumentace	5 000 Kč
Stavební povolení	1 000 Kč
Čistírna AS-GW/Aqualoop 6	112 658 Kč
Stavební a montážní práce – dvojí rozvody	20 000 Kč
Materiál na vnitřní rozvody (dvojí rozvody) 20 m	13 990 Kč
Celkem	152 648 Kč

Tabulka 6: Celkové náklady na realizaci (Ceníky řemesel 2022, Dešťovka.eu 2022d, Modrá střecha 2019).

Ekonomické zhodnocení investice konkrétního objektu

Při hodnocení úspěšnosti investování lze nejčastěji brát v úvahu ukazatele výnosnosti investice a doby návratnosti investice. Pro vyjádření lze využít statické ukazatele efektivnosti investic, které se využívají v podnikové ekonomice. S tím, že čistý roční zisk z investice vypočteme jako rozdíl mezi provozními náklady spojenými s ročním provozem čistírny a náklady vynakládanými ročně na vyvážení žumpy. Jedná se o roční úsporu, která pro majitele objektu představuje zisk.

Výnosnost investice = roční zisk z investice/pořizovací náklady investice

Doba návratnosti = pořizovací náklad investice/roční zisk z investice

Zisk

Roční náklady na vyvážení žumpy – roční náklady na provoz = 27 732 -6 873 = 20 859 Kč

Výnosnost investice = 20859 / 152 648 = 0,1366

Vyjádřeno v procentech = **13,66 %**

Doba návratnosti = 152 648/20 859= **7,32 roku** (Klínský a kol. 2017)

Z výpočtů vyplývá, že doba návratnosti zvolené čističky je přes 7 let a výnosnost přes 13 %. Životnost čističky šedé vody se pohybuje v závislosti na volbě dodavatele v rozmezí 8 až 20 let. Některé komponenty mají životnost kratší (SABTIKAS © 2022). Vzhledem k tomu, že objekt není napojen na veřejný vodovod a jediným zdrojem vody je studna, nelze do výpočtu úspory promítnout cenu vodného.

ČOV AS-GW-AQUALOOP 6	
Cena 1 kWh E. ON k 18.1. 2022	8,09 Kč
Doba chodu dmychadla	12 h
Spotřeba el. energie za den	0,54 kWh/d; 4,37 Kč/d
Spotřeba el. energie za měsíc	131 Kč/měsíc
Výměna membrán	800 Kč
Kontrola OZO	3 000 Kč
Roční náklady	6 873 Kč

Tabulka 7: Roční náklady na provoz ČOV (ASIO 2022, Elektřina 2022).

Žumpa	
Cena vývoz za m ³	295 Kč
Objem jímky	5 m ³
Náklady na jeden vývoz jímky	1 475 Kč
Cena za dopravu	38 Kč/km
Vzdálenost Sýkořice Rakovník 22 km	836 Kč
Frekvence vývozu	1 za měsíc
Roční náklady	27 732 Kč

Tabulka 8: Roční náklady na vývoz žumpy (www.mapy.cz, Naše jímky 2022).

Cena za vývoz jímky se pohybuje v rozmezí 800 - 3 500 Kč. Vývoz jímky není levná záležitost, proto se doporučuje ji umístit spíše jen k rekreačním objektům a chatám.

Náklady na vývoz jímky pro 2 osoby při velikosti jímky 5 m³ jsou ročně cca 22 500 Kč, pokud se předpokládá cena jednoho vývozu 1 500 Kč a počet vývozů 15 za rok (Naše jímky s.r.o. 2022).

7.4. Realizace ČOV v konkrétním objektu

Příloha 5 obsahuje schématický popis vybrané technologie pro úpravu šedé vody v rekreační stavbě. Základním zdrojem pitné vody pro stavbu je vrtaná studna (7), u které je umístěno čerpadlo s automatikou. Dále se využívá pro ohřev vody boiler (8) a modré

schématické vedení vody je dvojité – teplá a studená vody do kuchyně pitná voda dřez (9), umyvadlo (10), vana (11).

Šedá voda se jímá z odpadu kuchyňského dřezu (9), umyvadla (10), vany (11) a dopravuje se potrubím do nádrže na čištění šedé vody (2) a dále do akumulární nádrže přečištěné šedé vody.

Přečištěná šedá voda se využívá pro zalévání (6) a splachování WC (5). Rozvod šedé vody – červená barva má i zálohu rozvodu vody pitné pro případ, kdyby byla kapacita akumulární nádrže přečištěné šedé vody (3) prázdná, tak řídicí jednotka (4) šedou vodu přes čerpadlo šedé vody na zálivku (6) a splachování WC (5) nedopraví. Při této situaci využije obsluha vodu pitnou ze studny prostřednictvím druhého systému pro tyto dva spotřebiče vody.

8. Diskuse

V návrhu technického řešení čištění šedé vody byla snaha zvolit čistírnu odpadních vod, která by dokázala vyčistit šedou vodu na vodu nepitnou použitelnou pro závlahu a splachování WC. Čistírna AS – GW/AQUALOOP 6 je kompaktní čistírna, která je dostupná ve dvou variantách nadzemní a podzemní. Pro zvolený rekreační objekt vyhovují svými parametry nádrže, která budou uloženy ve sklepě stavby a nebude požadováno vybudování betonových jímek, nebo jímek plastových, uložených pod zemí ve šterku. Nabídka čistíren, které splňují tyto požadované parametry je omezená. Na trhu jsou dostupné čistírny od firmy ASIO. Jedná se o čistírny obsahující zařízení s membránovou vestavbou AQUALOOP. Tento systém dle informací výrobce neprodukuje téměř žádnou přebytkovou vodu a je využitelný nejen na šedou vodu z domácností, ale i na vodu dešťovou. Nepochybně velká výhoda tohoto systému (TZB-info 2012).

K dalším kladným přínosům se řadí zjištění, že se problematikou čištění šedých vod a prezentací technologií čištění zabývá stále více firem. Firmy nabízejí možnosti propojení dodaných technologií s žádostí o dotaci Dešťovka poskytované SFŽP (Dešťovka.eu 2022c).

Dle zkušeností Honzíka 2020, předsedy samosprávy bytového domu v Jiříkově u Rumburku, lze plně pokrýt potřebu vody na splachování WC přečištěnou vodou z koupelen obyvatel bytového domu. Dodavatelem ČOV pro tento bytový dům byla firma ASIO NEW spol. s r.o. Vyčištěná voda má parametry užitkové vody a lze ji používat i na závlahu. Zařízení ČOV je uloženo nad zemí ve sklepním prostoru a denně vyrobí potřebné množství vody. Vzhledem k technologii firmy ASIO NEW spol. s r.o. nebylo třeba budovat velké podzemní akumulární nádrže. Pro 22 bytů bytového domu stačí dvě nádrže velikost 3 m³. Roční úspora za vynaložené náklady na spotřebu vody dle Honzíka činí 20 640 Kč. Na pořízení bytový dům získal dotaci 60 000 Kč. Celková cena po odečtu dotace je 435 000 Kč. Návrh investice vzhledem ke spotřebě vody představuje 17 let.

Podle Němcové 2020 jsou názory na využití šedé vody protichůdné. Majitel developerské firmy Ekospol Evžen Korec 2020 využití technologií čištění šedé vody odmítá. Náklady na pořízení a realizaci systému čištění šedé vody a jejího opětovného

využití jsou vysoké a návratnost v řádu desítek let velmi dlouhá. Přínos ve využití šedé vody je vyhodnocen jako minimální a ekonomicky neefektivní.

Majitel rekreační nemovitosti v obci Sýkořice, CHKO Křivoklátsko, patří k lidem, kteří si uvědomují vážnost situace a snaží se řešit problémy spojené s nedostatkem pitné vody. Navrhované řešení pro něho z pohledu návratnosti 7,32 let vypočtené investice nebylo překvapením. Informace zveřejněné na internetu předpokládají návratnost investice do znovuvyužití odpadní vody 5–10 let (Bola spol s.r.o. 2022).

Na druhou stranu si uvědomuje, že využití šedé vody jako vody nepitné nese další náklady spojené s údržbou sanitárních zařízení např. ventilu u kohoutu a sítěk u splachovače, je velmi úzký a snadno se zanáší a ucpe. Jak již bylo zmíněno v průběhu práce.

Dalším významným ekonomickým hlediskem navrhovaného řešení je snížení nákladů na vývoz žumpy. Snížení počtu vývozů bude znamenat i snížení spotřeby paliva pro dopravce a tím snížení čerpání zdrojů těchto paliv. Z pohledu životního prostředí lze hovořit o snížení uhlíkové stopy, která je součástí ekologické stopy.

9. Závěr a přínos práce

Cílem práce bylo aplikovat poznatky v oblasti využití šedé vody v konkrétním rekreačním objektu.

První teoretická část byla zaměřena na obecný popis odpadních vod, popis šedé vody, legislativu ve vodním hospodářství, způsoby využití šedé vody, typy čistíren šedých vod. Je zde popsán i dotační program Dešťovka.

V praktické části byly vykalkulovány pořizovací náklady pro konkrétní objekt v obci Sýkořice na 5 čistíren odpadních vod, jejichž výrobci se řadí mezi dodavatele čistíren vhodných pro rodinné domy a rekreační objekty. Čistírna pana Roubíčka, který si čistírnu navrhl sám a vyrobil svépomocí, finančně vychází nevýhodně oproti dodavatelsky realizovaným čistírnám. Její realizace je s částkou 150 000 Kč vynaložených na vybudování čistírny, bez vedlejších nákladů, nejnákladnější. Nabídka firmy ABPLAST s.r.o. ČOV Aquatec AT6 se zařadila s cenou 52 575 Kč k cenově nejnižším. Ovšem při posouzení dalších nákladů nezbytných k tomuto typu ČOV (výkopových prací, nákladů na pořízení dmyhadla, jeho uložení a propojení s ČOV) cena výrazně roste. Požadavek majitele, kdy cena včetně vedlejších nákladů by neměla překročit 120 000 Kč, splňuje výrobek firmy ASIO NEW, spol. s r.o. z Brna, AS-GW-AQUALOOP 6. Pořizovací náklady na tuto čistírnu jsou 112 658 Kč. Po ekonomickém zhodnocení nákladů následovalo zohlednění požadavků majitele rekreačního objektu na ČOV. Volbou 8 požadovaných kritérií a následnému posouzení vybraných čistíren, zda-li tato kritéria splňují, vyhověla z 88 % čistírna firmy ASIO NEW, spol. s r.o. Tato čistírna využívá membránové technologie, disponuje malou velikostí dmyhadla, které lze bez problémů umístit na stěnu a minimální velikostí řídicí jednotky, která se opět umístí na stěnu, a především pro majitele největší výhodou je nadzemního umístění čistírny. Jako jediná ze zvolených 5 typů, se čistírna firmy ASIO NEW, spol. s r.o. stala „favoritem“ mezi čistírnami.

Realizace ČOV AS-GW-AQUALOOP 6 a její ekonomické zhodnocení představuje vyčíslení nejen nákladů na pořízení, ale také nákladů na dvojí rozvody vody, projektovou dokumentaci a veškeré instalatérské práce. Celkové náklady na investice jsou 152 648 Kč. Pro posouzení úspěšnosti vynaložené investice byla vypočtena výnosnost a

návratnost této investice. Roční výnosnost 13,66 % odpovídá vypočtené době návratnosti 7,32 roku.

Vzhledem k tomu, že firma ASIO NEW, spol. s r.o. uvádí životnost této ČOV minimálně 10 let, stojí za úvahu posouzení návratnosti a životnosti. Pro majitele nemovitosti má velký význam enviromentální dopad tohoto záměru. Již volba lokality Sýkořice v CHKO Křivoklátsko sebou nese svá specifika. Najít univerzální řešení je těžké. Existují modelové příklady, ve kterých jsou podklady čerpány z typických situací, například pro dům bez možnosti napojení na veřejnou kanalizaci je vytvořena technologie odpovídající tomuto modelovému příkladu. V námi sledovaném příkladu rekreačního objektu bylo specifické využití pitné vody ze studny. Tento objekt není napojen na vodovodní síť, a proto při posuzování ekonomické návratnosti nebylo možné vyčíslit úsporu za pitnou vodu. Další možností vedoucí ke snížení nákladů se nabízí využití kombinace šedé a dešťové vody.

10. Přehled literatury a použitých zdrojů

České odborné knihy, monografie:

Hanousek M., 2005: Voda pro chataře a zahrádkáře. Grada, Praha, 94 s.

Horáková M., 2003: Analytika vody. Vysoká škola chemicko-technická, Praha, 335 s.

Klínský P., Münch O., Frydryšková Y., Čechová J., 2017: Ekonomika. Eduko nakladatelství, s.r.o., Praha, 188 s.

Plotěný K., 2013: Intenzifikace čistíren odpadních vod: energetický pohled: technická pomůcka k činnosti autorizovaných osob: TP 1.23.1. Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, Praha, 74 s.

Sojka J., 2013: Čistírny odpadních vod: pro rodinné domy. Grada, Praha, 96 s.

Šálek J., 2012: Voda v domě a na chatě: využití srážkových a odpadních vod. Grada, Praha, 146 s.

Český internetový zdroj – článek na webových portálech:

ABPLAST, 2022: ČOV pro rekreační chaty a chalupy (online) [cit.2022.02.15], dostupné z <<https://www.abplast.cz/cs/m-285-cov-pro-rekrecni-chaty-a-chalupy>>.

AOPK ČR, ©2005: Střední Čechy, chráněná území ČR (online) [cit.2022.02.16], dostupné z <<https://www.ochranaprirody.cz/publikacni-cinnost/chranena-uzemi-cr/stredni-cechy/>>.

ASIO, 2022: Čistírny šedých vod AS-GW/AQUALOOP (online) [cit.2022.02.15], dostupné z <<https://www.asio.cz/cz/as-gw-aqualoop>>.

Bartoník A., Plotěný K., 2012: Čištění šedých vod a možnost využití energie z nich (online) [cit.2022.01.30], dostupné z <<https://www.asio.cz/cz/153.cisteni-sedych-vod-a-moznost-vyuziti-energie-z-nich>>.

Bola spol s.r.o., 2022: Čištění šedých vod v domácnosti a možnost využití energie z nich (online) [cit.2022.03.03], dostupné z <<https://www.bola.cz/poradna/cisteni-sedych-vod-v-domacnosti-a-moznost-vyuziti-energie-z-nich>>.

Ceníky řemesel, 2022: Instalatéri (online) [cit.2022.03.10], dostupné z <<https://www.cenikyremesel.cz/ceniky/instalateri>>.

Dešťovka.eu, 2022a: Dotace + Posudek – Dešťovka – 3. využití šedé odpadní vody (online) [cit.2022.02.16], dostupné z <<https://eshop.destovka.eu/podani-zadosti-a-odborny-posudek-destovka-3-seda-odpadni-voda/>>.

Dešťovka.eu, 2022b: Čistírny šedých vod (online) [cit.2022.20.02], dostupné z <<https://eshop.destovka.eu/cistirny-sedych-vod/>>.

Dešťovka.eu, 2022c: Hodnocení obchodu (online) [cit.2022.03.03], dostupné z <<https://eshop.destovka.eu/hodnoceni-obchodu/>>.

Dešťovka.eu, 2022d: Jak získat dotaci 50 % z program dešťovka? Jak požádat o dotaci? (online) [cit.2022.03.10], dostupné z <<https://eshop.destovka.eu/dotace-destovka/>>.

Elektřina, 2022: Ceník elektřiny 2022 Innogy, ČEZ, E.ON: Kde nejvíce ušetříte? (online) [cit.2022.03.10], dostupné z <<https://www.elektrina.cz/cenik-elektriny-2022-innogy-cez-e-on-kde-nejvice-usetrite>>.

ENVI-PUR, 2022: Recyklace vody (online) [cit.2022.02.15], dostupné z <<https://www.envi-pur.cz/recyklace-odpadni-vody-pro-domacnosti-hotely/#3>>.

Hellstein, 2022: Čistírna odpadních vod pro rekreační objekt (online) [cit.2022.02.16], dostupné z <<https://hellstein.cz/cov-pro-rekreaci/>>.

Honzík J., 2020: Bytový dům, kde se splachuje přečištěnou vodou z koupelen? Ano, máme (online) [cit.2022.03.23], dostupné z <<https://ekolist.cz/cz/zelena-domacnost/rady-a-navody/bytovy-dum-kde-se-splachuje-precistenou-vodou-z-koupelen-ano-mame>>.

Keményová Z., 2021: Češi využívají šedou vodu stále víc. Nová legislativa její zavádění usnadní (online) [cit.2022.01.30], dostupné z <<https://archiv.hn.cz/c1-66977900-cesi-vyuzivaji-sedou-vodu-stale-vic-nova-legislativa-jeji-zavadeni-jeste-usnadni>>.

Kořenovky, 2022a: Jak fungují kořenové čistírny (online) [cit.2022.02.15], dostupné z <<https://www.korenova-cisticka.cz/korenove-cistirny/jak-funguji-korenove-cistirny>>.

Kořenovky, 2022b: Základní principy kořenových čistíren (online) [cit.2022.02.15], dostupné z <<https://www.korenova-cisticka.cz/korenove-cistirny/jak-funguji/zakladni-principy-korenovych-cistiren>>.

Kožíšek F., 2012: Šedé vody z pohledu hygienika a legislativy (online) [cit.2022.01.30], dostupné z <http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/sede_vody_SOVAK_2_2012.pdf?highlightWords=tepl%C3%A1+u%C5%BEitkov%C3%A1+voda>.

Kraus M., 2019: Srovnání domácích ČOV: ASIO, ENVI-PUR, Aquatec a Hellstein (online) [cit.2022.02.19], dostupné z <<https://zakra.cz/blog/srovnani-znacek-asio-envi-pur-aquatec-a-hellstein-jak-vybrat-cov-a-nase-zkusenosti/>>.

Modrá střecha, 2019: Na kolik vás vyšly rozvody vody, elektřiny? (online) [cit.2022.03.10], dostupné z <<https://www.modrastrecha.cz/forum/pripojky-a-site/nalik-vas-vysly-rozvody-vody-elekriny-atd/>>.

MŽP, ©2021: Studie problematiky recyklace šedých vod v sídlech ČR (online) [cit.2022.01.30], dostupné z <<https://www.smv.cz/res/archive/014/001700.pdf>>.

Naše jímky, 2022: Kolik stojí jímky a septiku? Porovnání cen a nákladů (online) [cit.2022.02.18], dostupné z <<https://www.nasejimky.cz/clanky/kolik-stoji-vyvoz-jimky-a-septiku/>>.

Němcová V., 2020: Odpadní vodou můžeme splachovat. Za pár let v ní půjde i prátl (online) [cit.2022.03.23], dostupné z <<https://www.ekonews.cz/odpadni-vodou-dnes-muzeme-splachovat-za-par-let-v-ni-pujde-i-pratl/>>.

Nová zelená úsporám, 2022a: Krok za krokem na cestě k dotaci z program Nová zelená úsporám (online) [cit.2022.02.16], dostupné z <https://novazelenausporam.cz/files/documents/storage/2022/02/18/1645191167_Krok%20za%20krokem%20k%20dotaci%20z%20NZU_2022.pdf>.

Nová zelená úsporám, 2022b: Rodinné domy (online) [cit.2022.02.16], dostupné z <<https://novazelenausporam.cz/rodinne-domy/>>.

SABTIKAS, 2022: Nejčastější dotazy – konstrukce a instalace ČOV (online) [cit.2022.02.26], dostupné z <<http://www.sabtikas.cz/nejcastejsi-dotazy-konstrukce-instalace-cov>>.

SFŽP ČR, ©2022: Dešťovka (online) [cit.2022.02.16], dostupné z <<https://www.sfzp.cz/dotace-a-pujcky/destovka/>>.

Šulc J., 2019: Územní plán Sýkořice, úplné znění po změně č.3 (online) [cit.2022.02.18], dostupné z <<https://www.sykorice.cz/urad/uzemni-plan/>>.

TZB-info, 2012: Čištění šedých vod a možnost využití energie z nich (online) [cit.2022.02.16], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/9411-cisteni-sedych-vod-a-moznost-vyuziti-energie-z-nich>>.

TZB-info, 2021: Biomembránové reaktory: Když se spojí membránové procesy a biologické čištění (online) [cit.2022.01.30], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/23052-biomembranove-reaktory-kdyz-se-spoji-membranove-procesy-a-biologicke-cisteni>>.

TZB-info, 2022: Výpočet velikosti žumpy dle ČSN 75 6081 (online) [cit.2022.02.15], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/108-vypocet-velikosti-zumpy-dle-csn-75-6081>>.

Voda v domě, 2022: Co je to šedá voda? (online) [cit.2022.01.30], dostupné z<<https://www.vodavdome.cz/co-je-to-seda-voda/>>.

Anglické odborné knihy, monografie:

Butler D., Davies J. W., 2000: Urban drainage second edition. Spon Press, London and New York, 566 s.

Holt P., James E., 2006: Waste water reuse in the Urban Environment: selection of technologies. Armineh Mardirossian, 80 s.

Ludwig A., 2006: The New Create an Oasis with Greywater, Choosing, Building and Using Greywater Systems. Berkeley, 144 s.

Anglický internetový zdroj – monografie, článek na webových portálech:

Agrafioti E., Galanakis Ch., 2019: Sustainable Water and Wastewater Processing (online) [cit. 2022.02.18], dostupné z <<https://www.elsevier.com/books/sustainable-water-and-wastewater-processing/galanakis/978-0-12-816170-8>>.

Art L., 2009: Common Grey Water Errors and Preferred Practices (online) [cit. 2022.02.15], dostupné z <<http://oasisdesign.net/greywater/misinfo/>>.

Disha A., Harun M., Akter S., Billah S., Noman M., 2020: Reusing greywater for cultivation of Capsicum frutescens and Calendula officinalis (online) [cit.2022.01.21], dostupné z <<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111088>>.

Eslami-nejad P., Bernier M., 2009: Impact of grey water heat recovery on the electrical demand of domestic hot water heaters (online) [cit. 2022.02.13], dostupné z<http://ibpsa.org/proceedings/BS2009/BS09_0681_687.pdf>.

Evropská komise, 2013: Updated report on wastewater reuse in the European union (online) [cit.2021.11.20], dostupné z <https://ec.europa.eu/environment/water/blueprint/pdf/Final%20Report_Water%20Reuse_April%202013.pdf>.

Picard D., Delisle V., Bernier M., Kummert M., 2006: On the combined effect of wastewater heat recovery and solar domestic hot water heating (online) [cit. 2022.02.18], dostupné z<<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.667.5467&rep=rep1&type=pdf>>.

Özoguz Y., 2021: Efficient Management of Wastewater, Its Treatment and Reuse in the Mediterranean Countries (online) [cit.2021.11.20], dostupné z <https://cgi.tu-harburg.de/~awwwweb/wbt/emwater/documents/summary_english.pdf>.

WWF, 2021: Water scarcity Overview (online) [cit.2021.11.20], dostupné z<<https://www.worldwildlife.org/threats/water-scarcity>>.

Kapitoly v knize, články ve sbornících:

Bartoník A., Holba M., Vrána J., Ošlejšková M., Plotěný K., 2012: Šedé vody – možnosti využití jejich energetického potenciálu a způsoby jejich čištění a znovuvyužití. In: Bartoník A., Holba M., Vrána J., Ošlejšková M., Plotěný K. (eds.): Vodní hospodářství, Čkyně. 60-64.

Krátký M., 2014: Městské odpadní vody – významný zdroj vody pro závlahy. In: Krátký M. (ed.): Vodní hospodářství, Čkyně. 21-23.

Stránský D., Kabelková I., Jelínek M., Bareš V., Šťastná G., 2016: Analýza využití tepelné energie z odpadní vody v kanalizaci jako součást generelů odvodnění. In: Stránský D., Kabelková I. (eds.): Vodní hospodářství, Čkyně. 12-15.

Šrámková Vojtěchovská M., Wanner J., 2014: Opětovné využití odpadní vody a legislativa České republiky. In: Šrámková M., Wanner J. (eds.): Vodní hospodářství, Čkyně. 1-5.

Bakalářské/diplomové práce:

Kukal J., 2020: Možnosti nakládání s odpadními vodami. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 53 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.

Procházka P., 2019: Využití odpadních vod v domácnosti. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 49 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.

Skučková R., 2020: Hospodaření s dešťovými a šedými vodami. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 62 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.

Tláškalová K., 2019: Příspěvek k flóře a vegetaci NPR Kohoutov. Západočeská univerzita, Fakulta pedagogická, Plzeň. 131 s. (diplomová práce). „nepublikováno“.

Technické normy:

ČSN 75 6780: Využití šedých a srážkových vod v budovách a na přilehlých pozemcích. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2021. 40 s.

ČSN EN 16941-2: Zařízení pro využití nepitné vody na místě – Část 2: Zařízení pro využití čištěné šedé vody. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2021. 32 s.

Legislativní materiály – zákon, vyhláška, norma:

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), v platném znění.

Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, v platném znění.

Směrnice EU 91/271/EEC, o čištění městských odpadních vod, v platném znění.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/EC, stanovující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky, v platném znění.

Ostatní:

Roubíček M., produktový manažer v Siemensu [ústní sdělení]. Úhonic, 17.01.2022.

11. Přílohy



Příloha 1: Pohled na pozemek z jihu (Hradecká 2022).



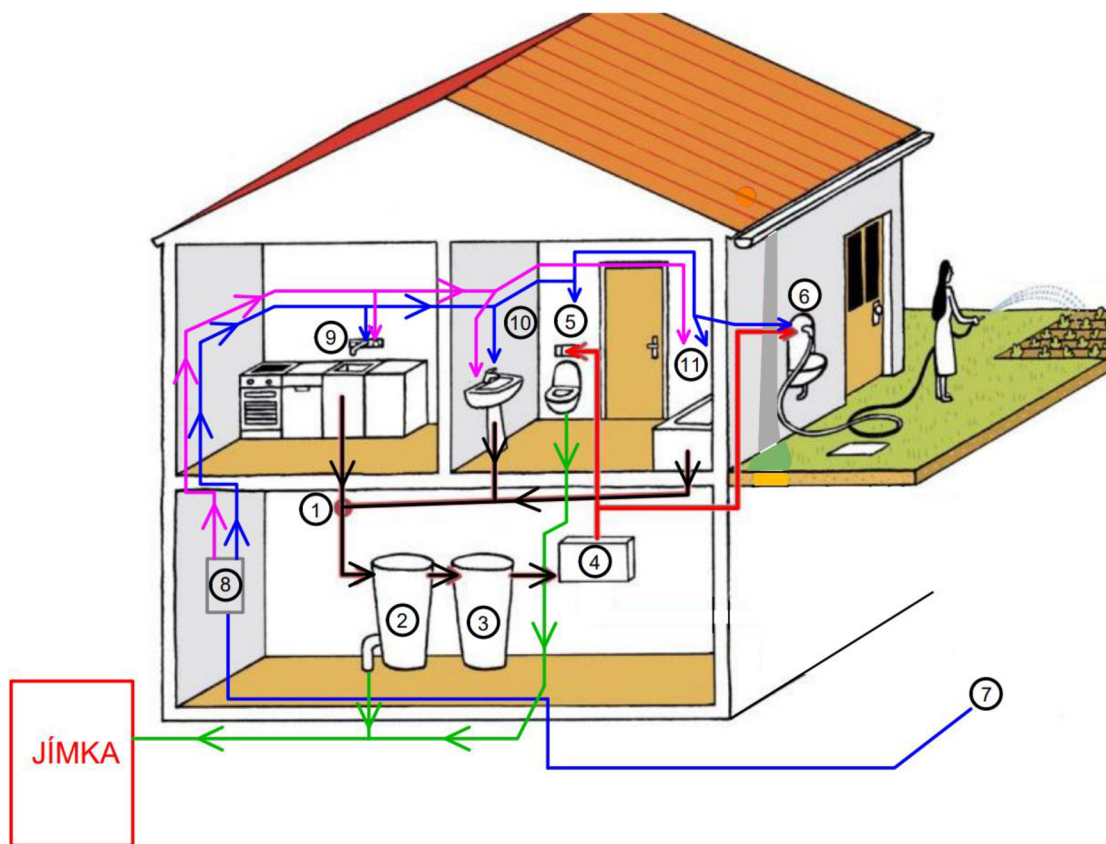
Příloha 2: Pohled na pozemek ze severu (Hradecká 2022).



Příloha 3: Umístění studny (Hradecká 2022).



Příloha 4: Umístění jímky (Hradecká 2022).



Legenda popisu:

- 1 - Jímání šedé vody
- 2 - Čištění šedé vody
- 3 - Akumulace přečištěné šedé vody
- 4 - Řídící jednotka
- 5 - Voda na splachování WC
- 6 - Voda na zálivku
- 7 - Studna vč. čerpadla
- 8 - Boiler
- 9 - Pitná voda dřez
- 10 - Pitná voda umyvadlo
- 11 - Pitná voda vana

Legenda čar:

- Rozvod pitné vody
- Rozvod šedé vody
- Sběr šedé vody
- Rozvod teplé vody
- Splašková kanalizace

Příloha 5: Schéma řešení pro hospodaření s šedou vodou v rekreačním objektu (Kraus 2021 upravila Hradecká 2022).