

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**ZPĚTNÉ VYUŽITÍ ODPADNÍCH VOD
V PENZIONU B V AREÁLU HOTELU
KRÁLOVKA**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

PETR HOMOLÁČ

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Zuzana Veverková, Ph.D.

LS 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Homoláč Jméno: Petr Osobní číslo: 468769
Zadávací katedra: K125 Katedra technických zařízení budov
Studijní program: (B3651) Stavební inženýrství
Studijní obor: (3608R008) Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Zpětné využití odpadních vod v penzionu B v areálu hotelu Královka

Název bakalářské práce anglicky: Re-use of wastewater in the B guesthouse in the Královka Hotel area

Pokyny pro vypracování:

Zpracujte studii využití odpadních vod v řešeném objektu - návrh možných variant, výběr vhodné varianty pro řešený objekt.

Zpracování projektu vybrané varianty:

- zpracujte projektovou dokumentaci vodovodu a kanalizace zvolené varianty na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení dle vyhlášky 499/2006 Sb. Projekt dokumentujte půdorysy, svislými a podélnými řezy, výpočty a technickou zprávou.

Seznam doporučené literatury:

prof. Ing. K.Kabele , CSc. a kol. : Energetické a ekologické systémy 1 - skripta ČVUT

Valášek, J. a kol. - Zdravotnětechnická zařízení budov, Jaga 2006, ISBN 80-88905-60-5.

ČSN 75 5409 Vnitřní vodovody. CNI 2013

ČSN 75 6760 Vnitřní kanalizace. CNI 2014

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Zuzana Veverková, PhD.

Datum zadání bakalářské práce: 18.2.2020 Termín odevzdání bakalářské práce: 17.5.2020

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů a poskytnutých konzultací.

V Hradci Králové dne 15.5.2020

.....
Petr Homoláč

PODĚKOVÁNÍ

Za vedení mé bakalářské práce, poskytnuté konzultace, cenné rady a vřelý přístup bych chtěl poděkovat paní Ing. Zuzaně Veverkové, Ph.D. Rád bych poděkoval také své rodině a přátelům za vytrvalou podporu při studiu.

OBSAH

| | |
|---|----|
| 1. ÚVOD..... | 8 |
| 2. ODPADNÍ VODY A NAKLÁDÁNÍ S NIMI..... | 9 |
| 2.1. Druhy odpadních vod..... | 9 |
| 2.1.1. Dělení dle původu..... | 9 |
| 2.1.2. Dělení dle jakosti..... | 11 |
| 2.2. Nakládání s odpadními vodami a jejich likvidace..... | 12 |
| 2.2.1. Základní ukazatele a parametry hodnocení kvality odpadní vody..... | 12 |
| 2.2.2. Centrální čistírny odpadních vod..... | 13 |
| 2.2.3. Domovní čistírny odpadních vod..... | 13 |
| 2.2.4. Jímky..... | 14 |
| 2.2.5. Septiky..... | 14 |
| 2.2.6. Zemní pískové filtry..... | 14 |
| 2.2.7. Kořenové čistírny odpadních vod..... | 15 |
| 2.2.8. Infiltrační (vsakovací) systémy..... | 15 |
| 2.3. Možnosti zpětného využití odpadních vod..... | 17 |
| 2.3.1. Využití splaškových vod..... | 17 |
| 2.3.2. Využití dešťových vod..... | 18 |
| 2.3.3. Zpětné získávání tepla z odpadních vod..... | 19 |
| 3. ÚVAHA NAD MOŽNOU APLIKACÍ SYSTÉMŮ ZPĚTNÉHO VYUŽITÍ ODPADNÍCH VOD V PENZIONU B V AREÁLU HOTELU KRÁLOVKA..... | 21 |
| 3.1. Základní charakteristika objektu..... | 21 |
| 3.2. Analýza možných variant řešení..... | 21 |
| 3.3. Zvolené řešení..... | 23 |
| 4. ZÁVĚR..... | 24 |
| 5. SEZNAM LITERATURY A PODKLADŮ..... | 25 |
| 6. SEZNAM OBRÁZKŮ..... | 27 |
| 7. SEZNAM PŘÍLOH..... | 28 |

ANOTACE

Hlavním cílem této bakalářské práce je vytvoření základního přehledu o problematice nakládání s odpadními vodami vznikajícími v budovách, průzkum možností jejich zpětného využití a aplikace poznatků při zpracování studie využití odpadních vod v budově penzionu B v areálu Hotelu Královka. V praktické části této práce je zpracován projekt vodovodu a kanalizace zvolené varianty.

KLÍČOVÁ SLOVA

Šedá voda, dešťová voda, vodovod, kanalizace, zpětné využití odpadních vod, čištění odpadních vod, čistírna odpadních vod, likvidace odpadních vod

ABSTRACT

The main goal of this bachelor thesis is to create a basic overview of the issue of wastewater management in buildings, to explore the possibilities of its re-use and application of the findings in the study of wastewater re-use in the B Guesthouse building situated in the Hotel Královka area. The practical part of this thesis is focused on the design of water supply and sewerage system of the chosen variant.

KEY WORDS

Grey water, rainwater, water supply, sewerage, re-use of wastewater, water purification systems, water purification plant, wastewater disposal

1. ÚVOD

V současné době se potýkáme s klimatickými změnami, suchá léta střídají teplé zimy s menším množstvím srážek. Rozvoj zemědělství a postupné odvodňování české krajiny, které probíhalo zejména v druhé polovině 20. století, se nyní projevují sníženou schopností půdy vsakovat vodu. Po kolektivizaci vznikaly velké půdní bloky s pěstovanými monokulturami, dochází k nevhodnému střídání plodin a pěstování širokořádkových plodin na velké ploše i více let po sobě. To vše způsobuje, že srážková voda rychle odtéká z krajiny, aniž by byla využita.

To je problém i v městské krajině, kde jsou velké plochy zpevněných ploch a zástavby, ze které voda odtéká bez užítku do kanalizace.

Kombinace těchto faktorů vede ke snižování hladin podzemních vod. V letních měsících se dokonce setkáváme s vysycháním studen a se zákazy napouštění bazénů. V posledních letech také roste cena pitné vody. To jsou důvody, proč se problematika nedostatku vody v krajině v poslední době čím dál více dostává do širokého povědomí veřejnosti.

Vzhledem k očekávanému nepříznivému vývoji této situace by měla být vyvíjena snaha hledání ekologických a zároveň ekonomických způsobů hospodaření s vodou. Na pitnou vodu již není možné nahlížet jako na nevyčerpatelný zdroj. Je nezbytné zajistit lepší hospodaření s vodními zdroji a úsporu vody.

Ze svých domovů vypouštíme velké množství odpadních vod. Na trhu jsou dostupné systémy, které nám umožňují tuto situaci řešit prostřednictvím zpětného využití odpadních vod. Tyto systémy nabízejí možnost úspory pitné vody její náhradou za dostatečně kvalitní vodu jiného původu. Alternativní systémy nakládání s vodou v budovách lze přizpůsobit tak, aby nedocházelo ke zbytečné spotřebě pitné vody, neomezovaly pohodlí uživatele a byly ekonomicky vhodné.

V této práci si kladu za cíl zpracování obecného přehledu problematiky nakládání s odpadními vodami a zpětného využívání odpadních vod vznikajících v objektech a zpracování úvahy nad možnou aplikací některých systémů zpětného využití odpadních vod v budově penzionu B v areálu Hotelu Královka. Praktická část je věnována zpracování projektu vodovodu a kanalizace zvolené varianty na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení.

2. ODPADNÍ VODY A NAKLÁDÁNÍ S NIMI

Text této (druhé) kapitoly kombinuje informace z více zdrojů uvedených v seznamu použité literatury. Jednotlivé části nejsou odkazovány, protože není zcela zřetelné, kdy se jedná o interpretaci zdroje a kdy o vlastní myšlenku. V případě doslovné citace je na konci citace uveden zdroj v informativní podobě.

Úvodem této kapitoly se nabízí definovat, co to vlastně odpadní voda je.

„Za odpadní vody se pokládají vody použité v sídlištích (v obcích, domech, závodech, zdravotnětechnických zařízeních a v jiných objektech nebo zařízeních), jestliže mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu), a též jiné vody z nich odtékající, jestliže může být ohrožena jakost povrchových nebo podzemních vod.“ Zdravotnětechnická zařízení a instalace, Jaroslav Valášek a kolektiv, str. 190

2.1. Druhy odpadních vod

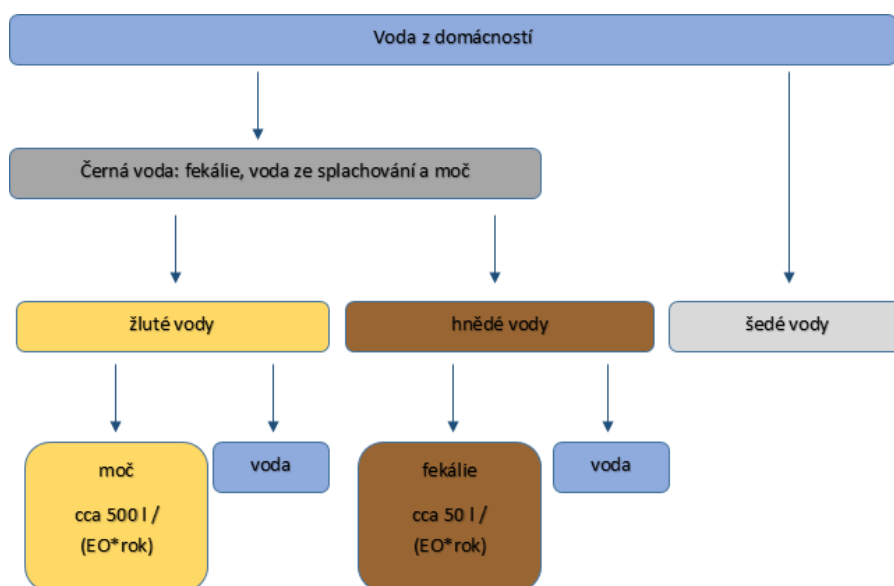
Odpadní vody lze dělit podle několika kritérií. Podle původu je můžeme rozdělit na vody: splaškové, povrchové (srážkové), průmyslové, infekční a podzemní. Podle jakosti pak odpadní vody dělíme na: čerstvé, nahnílé, infekční, radioaktivní a toxické. Druh a míra znečištění odpadní vody udává požadavky na kanalizační systém, kterým je voda odváděna a také zásadně ovlivňuje možnosti její likvidace nebo jejího případného dalšího využití.

2.1.1. Dělení dle původu

2.1.1.1. Splaškové vody

„Splašková odpadní voda je voda odváděná z obytných budov a z budov, v nichž jsou poskytovány služby, která vzniká převážně jako produkt lidského metabolismu a činnosti v domácnosti.“ Čistírny odpadních vod pro rodinné domy, Jan Sojka, str. 23

Základní rozdělení splaškových odpadních vod je možné vidět na obrázku č. 1.



Obr. 1 Rozdělení splaškových vod v domácnosti.

2.1.1.1. Hnědé vody

Jako hnědé vody jsou označovány fekálie. Obsahují celou řadu nutrientů především uhlík, méně dusík, fosfor a draslík, ale také větší množství vápníku, hořčíku a železa. Jeden člověk vyprodukuje ročně okolo 50 l fekálií.

2.1.1.2. Žluté vody

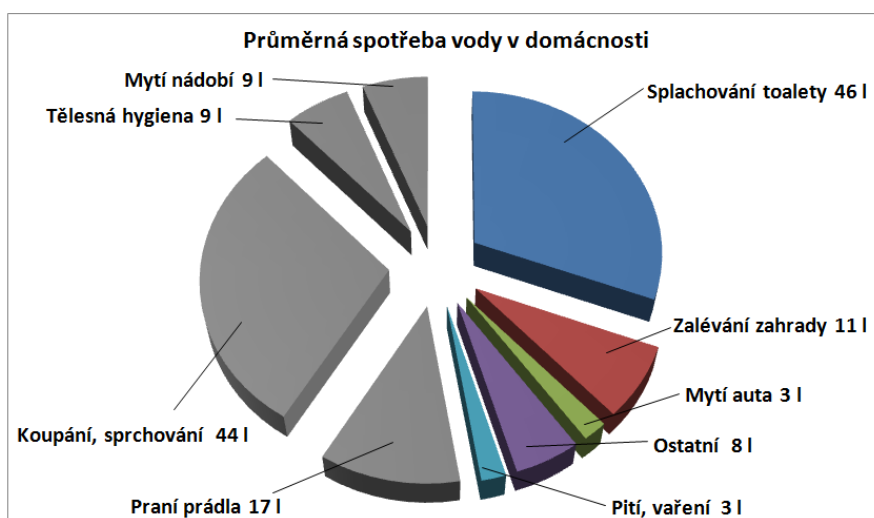
Moč, pro své charakteristické zbarvení označovaná jako žlutá voda, je produktem lidského metabolismu. Obsahuje cenné nutrienty, mezi hlavními dusík, fosfor a draslík, proto je možné ji využít k výrobě zemědělských hnojiv. Jeden člověk vyprodukuje ročně přibližně 500 l moči.

2.1.1.3. Černé vody

Jedná se o vody běžně odváděné z toalet vznikající kombinací obou předešlých druhů. Pokud dokážeme zabránit jejich zředění ostatními odpadními vodami, pak je potenciálně možná jejich přeměna na přírodní hnojivo a následné využití v zemědělství.

2.1.1.4. Šedé vody

Šedé vody jsou ostatní splaškové vody vznikající v domácnostech. Jedná se o odpadní vody z umyvadel, van, sprchových koutů, praček, kuchyňských dřezů a dalších zařízení. Z obrázku č. 2 je patrné, že šedé vody (v obrázku značené šedou barvou) tvoří podstatnou část z celkové denní produkce odpadních vod domácností. Tyto vody jsou ze splaškových odpadních vod nejnáze čistitelné. Vyčištěnou šedou vodu označujeme jako vodu „bílou“. Tuto vodu je možné zpětně využívat jako vodu provozní, například na zalévání, praní a splachování toalet a pisoárů.



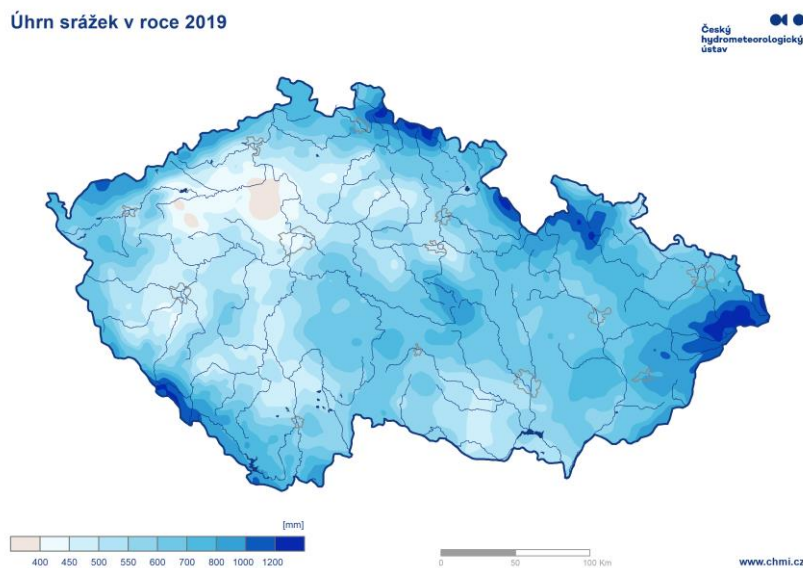
Obr. 2 Průměrná spotřeba vody v domácnosti

2.1.1.2. Povrchové (srážkové) vody

Tyto vody vznikají dopadem atmosférických srážek. Množství srážek dopadající na zemský povrch je proměnlivé a závisí na místních klimatických podmínkách.

Při dopadu dešťových vod na zemský povrch dochází pouze k jejich nízkému znečištění, proto tyto vody vykazují velký potenciál k dalšímu využití i bez nutnosti jejich další úpravy. Dešťové vody mohou být dále využívány jako vody užitkové, například na praní, splachování, zalévání nebo údržbu.

Na obrázku č. 3 je možné vidět mapu České republiky s vyznačeným úhrnem srážek v minulém roce.



Obr. 3 Úhrn srážek na území ČR v roce 2019

2.1.1.3. Průmyslové vody

Jedná se o odpadní vody vznikající ve výrobě průmyslových subjektů. Jejich množství a složení závisí na druhu výroby a použité výrobní technologii. Průmyslové vody zpravidla vyžadují čištění již v místě provozu. Způsob čištění se navrhuje na míru konkrétního provozu.

2.1.1.4. Infekční vody

Jedná se o odpadní vody odváděné především z laboratoří, nemocnic a dalších léčebných zařízení. Infekční odpadní vody se vyznačují vysokým stupněm bakteriologického i mechanického znečištění. Obecně je doporučováno tyto vody oddělovat již v místě jejich vzniku od běžných splaškových vod, jelikož před jejich vypuštěním do kanalizační sítě je vyžadováno jejich předčištění. To vyžaduje užití účinných dezinfekčních činidel a prostředků, což se také projeví na provozních nákladech. Mezi běžně užívané čisticí prostředky patří plynný chlor, ozon, ultrafialové záření, vodný roztok chlornanu sodného nebo chlordioxid.

2.1.1.5. Podzemní vody

Jedná se o vody vyskytující se pod povrchem země v pásmu nasycení v přímém styku s horninami.

2.1.2. Dělení dle jakosti

2.1.2.1. Čerstvé vody

Odpadní voda s dostatkem kyslíku, ve které neprobíhají anaerobní procesy.

2.1.2.2. Nahnílé vody

Jedná se o odpadní vodu, ve které již začaly probíhat anaerobní procesy. To se zpravidla projevuje jejím intenzivním zápachem, změnou barvy a větším zákalem.

2.1.2.3. Infekční vody

Viz 2.1.1.4. Infekční vody.

2.1.2.4. Radioaktivní vody

Odpadní voda, znečištěná radioaktivními látkami.

2.1.2.5. Toxické vody

Odpadní voda obsahující látky působící toxicky již v malých koncentracích.

2.2. Nakládání s odpadními vodami a jejich likvidace

Rozhodující pro návrh konkrétního systému nakládání s odpadními vodami je jejich množství, kvalita a místní podmínky a situace. V případě, že není možné připojení objektu na centrální kanalizační síť, nabízí se možná řešení v podobě akumulace odpadních vod a jejich odvozu nebo individuální způsob čištění. Hlavním kritériem, které musí čistírny splnit, je zajištění požadované kvality vyčištěné vody. K hodnocení kvality odpadní vody slouží řada ukazatelů a parametrů. Znečišťující látky jsou z vody odstraňovány různými procesy čištění a vyčištěná odpadní voda je vracena do přírody nebo dále využívána, například jako voda provozní.

2.2.1. Základní ukazatele a parametry hodnocení kvality odpadní vody

Znečištění v odpadních vodách má buď organický, nebo anorganický původ. Koncentrace znečišťujících látek v odpadních vodách je vyjádřena jako hmotnost znečišťujících látek obsažených v jednotkovém objemu vody [mg/l, g/l] nebo jako jejich množství (hmotnost) za čas [kg/den, g/s]. Základním měřítkem je znečištění vyprodukované jedním ekvivalentním obyvatelem za jeden den.

2.2.1.1. Znečištění organickými látkami

Nejvýznamnějším parametrem pro posuzování kvality odpadních vod je *biochemická spotřeba kyslíku (BSK₅)*. Jedná se o vyjádření obsahu biologicky rozložitelných látek v odpadních vodách. Hodnota je rovna množství rozpuštěného molekulárního kyslíku, které je spotřebováno mikroorganismy při biologickém rozkladu ve vodě obsažených organických látek za určitý časový interval. Na hodnotě BSK₅ se podílejí i anorganické látky.

Dalším měřítkem je *chemická spotřeba kyslíku (CHSK_{Cr})*. Tento parametr udává obsah látek schopných chemické oxidace vyjádřeným jako množství kyslíku ku spotřebě použitého oxidačního činidla.

Poměrem CHSK_{Cr} ku BSK₅ je vyjádřen *stupeň biologické rozložitelnosti organických látek*. Platí, že čím vyšší je hodnota tohoto poměru, tím obtížněji rozložitelné látky jsou v odpadní vodě obsaženy.

Ztráta žíháním je dalším z parametrů hodnocení množství organických látek přítomných v odpadních vodách. Vyjadřuje rozdíl mezi hmotností suchého vzorku a jeho hmotností po žíhání.

Celkový organický uhlík (TOC) vyjadřuje množství organických látek ve vodě.

2.2.1.2. Znečištění anorganickými látkami

Z anorganických látek mají na kvalitu odpadní vody největší vliv biogenní prvky a těžké kovy. Z biogenních prvků je to zejména *fosfor* a *dusík*. Tyto prvky podporují růst řas a sinic, které do odpadní vody dodávají další organické látky, což má za následek zvýšení potřeby kyslíku ve srovnání s původním znečištěním odpadní vody.

2.2.1.3. Další způsoby vyjádření znečištění

Nerozpuštěné látky (NL) znázorňují zastoupení pevných látek v odpadních vodách. Jsou dále děleny na usaditelné a neusaditelné.

Veškeré látky zahrnují obsah rozpuštěných i nerozpuštěných látek a popisují celkové znečištění odpadních vod.

2.2.1.4. Další parametry

Parametr *pH* nebo-li záporný dekadický logaritmus aktivity vodíkových iontů je měřítkem kyselosti nebo zásaditosti odpadních vod.

Zásadní vliv na kvalitu odpadních vod má také *teplota*.

2.2.2. Centrální čistírny odpadních vod

Vypouštění odpadních vod do veřejné kanalizační sítě s centrální čistírnou odpadních vod představuje ekologickou, nejjednodušší a nejlepší variantu. Kanalizační řád stanovuje požadavky na kvalitu odpadní vody odváděné do kanalizace.

2.2.3. Domovní čistírny odpadních vod

Domovní čistírny se navrhují zpravidla v místech, kde není možné připojení na kanalizační systém s centrální čistírnou odpadních vod.

Čištění odpadních vod v domovních čistírnách probíhá čtyřmi základními způsoby a jejich kombinací.

Prvním způsobem je mechanické čištění spočívající v mechanickém oddělení znečišťujících látek. Obvykle je prováděno ve dvou stupních, kdy nejprve probíhá oddělení polutantů na česlích a v lapácích písku, po kterém následuje proces sedimentace. Druhým způsobem je fyzikálně-chemické čištění. Tento způsob čištění je založen na smísení koagulantu nebo flokulantu (sražlivé látky) s vodou, což vede ke vzniku chemického kalu (vloček).

Třetím způsobem je biologické čištění, které je založeno na přirozené schopnosti mikroorganismů rozkládat organické znečištění. Rozlišujeme biologické procesy aerobní, které probíhají za přítomnosti molekulárního kyslíku a anaerobní probíhající v prostředí bez něj.

Čtvrtým způsobem jsou extenzivní způsoby čištění využívající samočistící procesy, ke kterým běžně dochází ve vodách a v půdě v přírodě.

Výhodou tohoto systému je vysoká účinnost čištění vody. Nevýhodou jsou vyšší pořizovací náklady, potřeba pravidelné obsluhy a potřeba elektrické energie k jejich provozu.

U domovních čistíren odpadních vod je třeba počítat s faktem, že ve srovnání s velkými centrálními čistírnami jsou mnohem více náchylné ke kolísání teplot, což se negativně projevuje na čistírenských procesech. Domovní čistírny odpadních vod pracující na principu bakteriálního čištění zpravidla vyžadují trvalý přísun splašků.

2.2.4. Jímky

Jímky lze obecně definovat jako nádrže sloužící k akumulaci odpadní vody.

Bezodtokové jímky k akumulaci splaškových odpadních vod označujeme jako žumpy. V akumulčních nádržích lze jímat také další druhy odpadních vod, což nám nabízí možnost jejich dalšího využití.

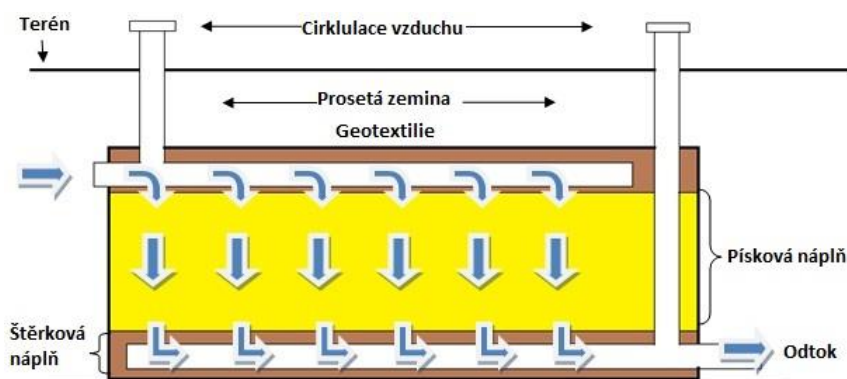
Žumpy se používají u objektů nepřípojených k centrální kanalizační síti a v místech, kde není možná instalace místního systému čištění odpadních vod, například z důvodu pouze občasného pobytu osob. Žumpy umísťujeme u rekreačních objektů nebo jako dočasné řešení u objektů, u kterých se v blízkém časovém horizontu očekává napojení na centrální čistírnu odpadních vod. Výhodou tohoto systému jsou nízké pořizovací náklady. Hlavní nevýhodou těchto zařízení je nutnost jejich pravidelného vyvážení projevující se vysokými provozními náklady, nutným umožněním příjezdu fekálního vozu a zápachem při vývozu. Objem žumpy se obvykle navrhuje jako násobek objemu fekálního vozidla zajišťujícího její vývoz. Do žump se neodvádí dešťové vody.

2.2.5. Septiky

Septik je průtočná nádrž, zpravidla rozdělená do několika komor, ve které probíhá proces odstraňování pevných usaditelných látek z odpadních vod společně s anaerobním procesem. Do septiků se neodvádí dešťové vody. Účinnost čištění odpadních vod v septiku není vysoká, proto septiky bývají kombinovány s dalšími dočišťovacími systémy, jako jsou kořenové čistírny odpadních vod nebo zemní pískové filtry. Platí doporučení, že doba zdržení vody v septiku by se měla pohybovat mezi třemi až pěti dny. Vhodná oblast použití septiků je podobná jako u žump, navrhuje se u objektů, které nejsou zásobovány teplou vodou, rekreačních objektů a domů, u kterých je v blízkém časovém horizontu očekáváno napojení na čistírnu odpadních vod. Mezi jejich hlavní výhody patří nízké pořizovací a provozní náklady, provozní nenáročnost a nulová spotřeba elektrické energie.

2.2.6. Zemní pískové filtry

Zemní pískové filtry jsou běžně používány na dočištění odpadních vod odtékajících z domovních čistíren a ze septiků. Dočišťování je založeno na současně probíhajících fyzikálně-chemických a biochemických procesech. Těleso zemního filtru oddělené vodotěsně od okolní zeminy, například fólií, je tvořeno vodorovnou horní rozváděcí drenáží, například perforované potrubí minimální světlosti DN 100, filtračním ložem z písku a dolní sběrnou drenáží s odvětrávacím potrubím. Na obrázku č. 4 je možné vidět schéma zemního pískového filtru.



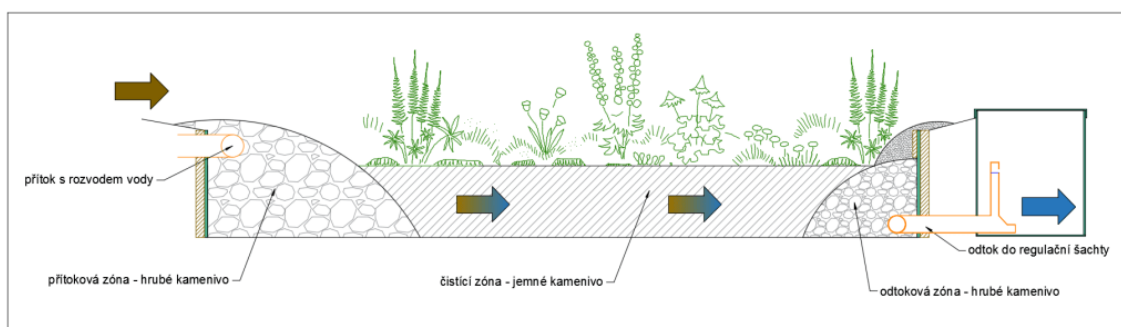
Obr. 4 Schéma zemního pískového filtru

2.2.7. Kořenové čistírny odpadních vod

Čištění odpadních vod v kořenových čistírnách funguje podobně jako u zemních pískových filtrů, tedy na principu filtrace a sedimentace a mikrobiálních procesů (aktivita bakterií žijících na kořenech rostlin). Před nátokem odpadní vody do čistírny musí být voda zbavena mechanických nečistot, například v septiku. Po předčištění voda proudí do tzv. kořenového filtru, což je vlastní čistící zóna tvořená jemným štěrkem prorostlým kořeny rostlin. Mezi nejčastěji používané druhy rostlin patří rákos obecný, chřastice rákosovitá, zblochan vodní, orobinec širokolistý, kosatec žlutý a další. Ačkoliv rostliny vysazené v čistírně odebírají z vody živiny, plní spíše jen podpůrnou funkci, proto mohou být čistírny využívány i v zimních měsících.

Hlavní výhodou je energetická i ekonomická nenáročnost provozu tohoto systému.

Nevýhodou tohoto systému jsou jeho prostorové nároky, kdy na jednoho ekvivalentního obyvatele připadá plocha 5 – 10 m², obecně platí, že čím je systém čištění propracovanější, tím menší jsou jeho prostorové nároky. Další nevýhodou je délka procesu čištění vody, která se pohybuje okolo deseti dnů. Na obrázku č. 5 je možné vidět schéma kořenové čistírny odpadních vod s horizontálním průtokem.



Obr. 5 Kořenová čistírna s horizontálním průtokem

2.2.8. Infiltrační (vsakovací) systémy

Jedná se o systémy, jejichž hlavní funkcí je likvidace odpadních vod jejich odváděním do vod podzemních. Vedlejší funkcí může být dočasná retence odpadní vody. Jejich umístěním můžeme snížit zatížení kanalizační sítě, ale také nám umožňují likvidovat odpadní vody v lokalitách, kde připojení na kanalizační síť není možné. Podkladem pro návrh vsakovacího zařízení musí být vždy hydrogeologický průzkum lokality. Při umístění těchto systémů je třeba dodržet dostatečnou vzdálenost od objektů, aby nedošlo k narušení základových podmínek. Vsakovací systémy mohou být nadzemní nebo podzemní. Mezi nadzemní vsakovací systémy řadíme průlehy a vsakovací nádrže. Mezi podzemní vsakovací systémy patří drenážní systémy, vsakovací tunely a boxy a vsakovací šachty a jímky.

2.2.8.1. Vsakovací nádrže a průlehy

Jedná se o nadzemní systémy sloužící k dočasné akumulaci a vsakování vody. Výhodou je separace znečištění vsakováním přes povrchovou humusovou vrstvu.

Nevýhodou je jejich otevřená plocha, na kterou dopadá déšť a zvětší se tak potřebná vsakovací plocha a objem objektu.

2.2.8.2. Drenážní vsakovací systémy

Jedná se o podzemní vsakovací systém. Výhodou tohoto systému jsou nízké pořizovací náklady v porovnání s ostatními podzemními vsakovacími objekty. Nevýhodou je malý čistý retenční objem a kratší životnost tohoto systému v porovnání s ostatními vsakovacími objekty. Na obrázku č. 6 je možné vidět výstavbu tohoto vsakovacího systému.

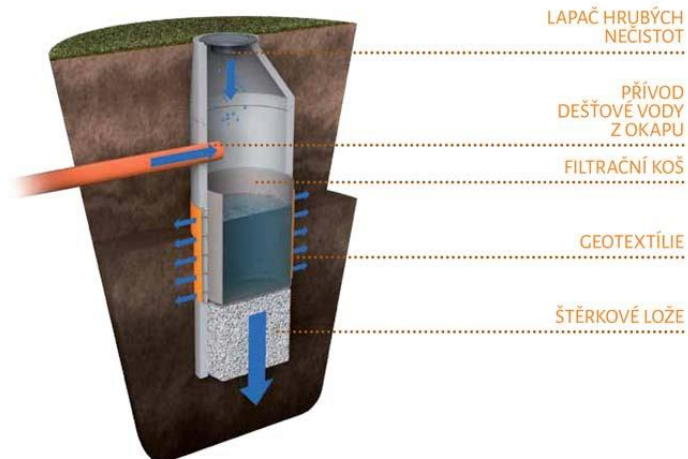


Obr. 6 Drenážní vsakovací systém

2.2.8.3. Vsakovací šachty a jímky

Jedná se o podzemní zařízení sloužící k vsakování vody. Výhodou tohoto vsakovacího zařízení je jeho jednoduchost, snadná čistitelnost a nízké náklady na pořízení. Hlavní nevýhodou je malá vsakovací plocha tohoto zařízení. Schéma vsakovací jímky je možné vidět na obrázku č. 7.

SCHÉMA VSAKOVACÍ JÍMKY



Obr. 7 Schéma vsakovací jímky

2.2.8.4. Vsakovací tunely a boxy

Jedná se o podzemní infiltrační systém. Výhodou tohoto systému je téměř stoprocentní čistý retenční objem, možnost revize, snadná čistitelnost a výrazně delší životnost než u šterkových drenážních systémů. Na obrázku č. 8 je možné vidět schéma tunelového vsakovacího objektu.



Obr. 8 Vsakovací tunel

2.3. Možnosti zpětného využití odpadních vod

„Postupně nastává odklon od letité filozofie nakládání s odpadními vodami, co nejrychleji se jich zbavit za téměř jakoukoliv cenu. Rostoucí ceny energií a cen i vody samotné pomohly ke změně obecného náhledu na odpadní vody jako na komoditu, kdy je možné zpětně využívat nejenom vodu samotnou, ale i energii v ní obsaženou.“ Využití tepla z šedých vod k ohřevu TUV, Karel Plotěný, dostupné z: www.asio.cz

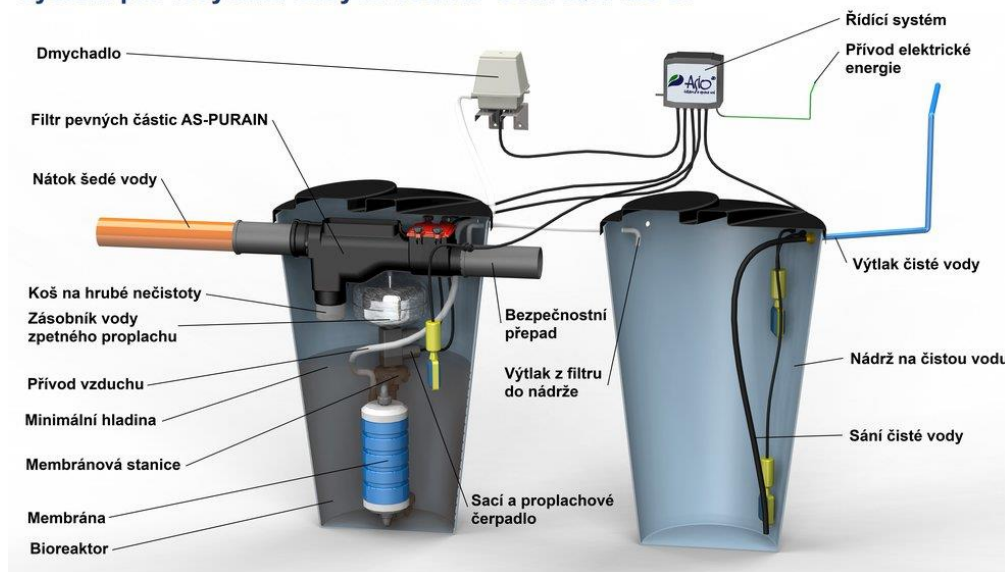
„Decentralizované zneškodňování odpadních vod umožňuje netradiční zacházení a nakládání s odpadní vodou jako s cennou surovinou, kterou lze využít a zpracovat v místě vzniku a následně ji zpětně využívat. V zahraničí se pro vyjádření pojmu decentralizované odvádění a následné zpětné využití odpadních vod používá název DESAR (decentralised sanitation and reuse) a začíná se uplatňovat v současné době i u nás.“ Zpětné využívání odpadních vod v domech pro bydlení, Zdeňka Lhotáková, dostupné z: www.tzb-info.cz

2.3.1. Využití splaškových vod

Největší potenciál pro zpětné využití mají ze splaškových vod vody šedé. Předpokladem pro další využití je jejich odvádění separátně od ostatních splaškových vod. Šedé odpadní vody jsou jímány v akumulacích nádržích a následně čištěny. Technologie úpravy musí být navržena tak, aby nedošlo ke vzniku rizika pro zdraví lidí. Metody čištění jsou převážně fyzikálně-chemické a biologické. Fyzikálně-chemické metody čištění využívají procesu jemné filtrace přes pískové filtry a membrány a dezinfekci UV zářením. Ve srovnání s biologickými metodami jsou účinnější. Biologické čištění využívá působení mikroorganismů. Obecně čištění probíhá v několika stupních. Prvním stupněm je odstranění hrubých nečistot, následuje filtrace s mechanicko-biologickým čištěním, sedimentace a nakonec se vyčištěná voda dezinfikuje UV zářením.

Vyčištěná provozní voda („bílá“ voda) se shromažďuje v zásobníku. Uchování bílé vody je třeba zařídit tak, aby se minimalizovala možnost růstu mikroorganismů. Zásobníky je proto vhodné umístit do chladnějších míst chráněných před denním světlem, do země nebo do sklepních prostor. Z důvodu ztráty kvality vody s časem by zadržení vody v zásobníku nemělo být delší než jeden den. Tomu je přizpůsoben objem zásobníku, který se zpravidla navrhuje tak, aby pokryl denní potřebu provozní vody v objektu. Systém zpětného využití šedé vody je také možno zkombinovat s dešťovou odpadní vodou, kdy jsou vody ze systému akumulace dešťové vody doplňovány do zásobníku provozní vody, případně akumulovány dohromady s provozní vodou. Příklad systému pro recyklaci šedých vod je možné vidět na obrázku č. 9.

Systém pro recyklaci šedých vod AS-GW/AQUALOOP



Obr. 9 Příklad systému pro recyklaci šedých vod

Zpětné využití černých vod spočívá v jejich přímé kompostaci v místě vzniku, v jejich shromažďování, vysoušení a následné kompostaci na jiném místě nebo oddělováním moči. Na trhu existují speciální kompostovací toalety s velkými zásobníky, toalety umožňují separaci hnědých vod od žlutých a dalších. Výsledný produkt je po úpravě možné používat jako hnojivo.

2.3.2. Využití dešťových vod

Základním předpokladem pro využití dešťových vod je jejich zachycení sběrným potrubím a odvod z místa dopadu. Odstranění hrubých nečistot z přiváděné dešťové vody probíhá pomocí různých filtračních zařízení, jako jsou lapače a filtračních koše.

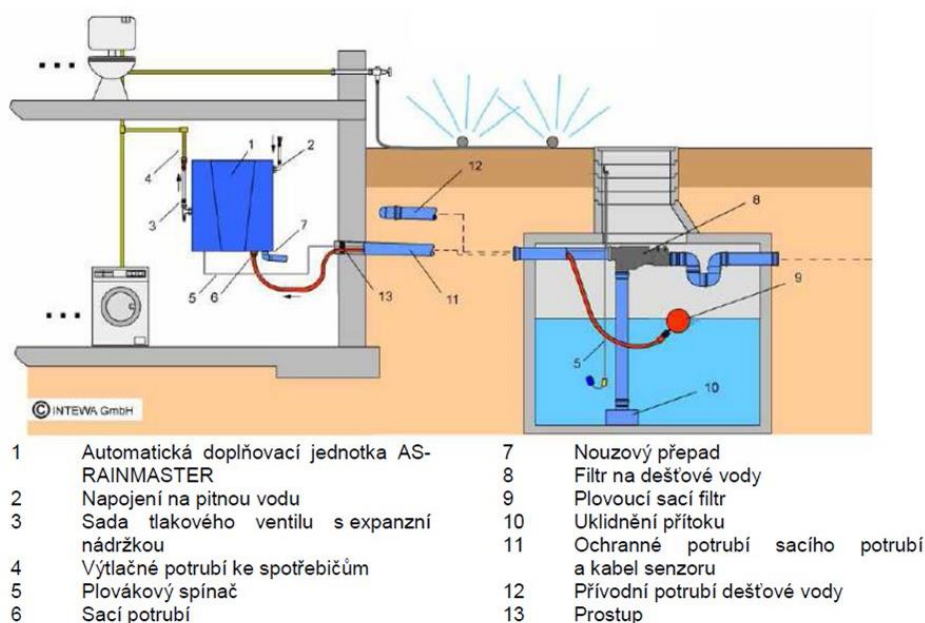
Akumulace probíhá v podzemních nebo nadzemních zadržovacích nádržích umístěných obvykle vně objektu. Podzemní nádrže jsou výhodnější, jelikož v nich dochází k pomalejší degradaci zadržované vody v důsledku stabilnější a nižší teploty než u nádrží nadzemních. Tyto nádrže mohou být v různém provedení v závislosti na okolních podmínkách.

Nátok vody do akumulární nádrže bývá vybaven uklidňujícím prvem, aby v nádrži nedocházelo k víření sedimentů. Nádrž je vybavena bezpečnostním přepadem, který v závislosti na místní situaci odvádí přebytečnou vodu buď do kanalizace, vodního recipientu nebo vsakovacího zařízení.

Dešťové vody je možné dále upravovat, ale díky jejich nízkému znečištění je možné je využívat i bez dalších úprav v místech, kde není zapotřebí hygienicky nezávadná voda. Při využití uvnitř objektů, například na praní, je další úprava doporučena.

Vně objektů jsou dešťové vody využívány na zavlažování, doplňování vody do zahradních nádrží a jezírek, údržbu a další. Pro tato využití je zpravidla dostačující nádrž osadit čerpadlem, například ponorným nebo plovoucí sací soupravou, a hadicovým systémem.

Dešťová voda má také velký potenciál využití uvnitř objektů jako voda užitková. Je možné ji využívat na praní, splachování toalet a pisoárů, na údržbu a další. Předpokladem pro zásobování zařizovacích předmětů užitkovou vodou je vytvoření samostatného rozvodu užitkové vody v objektu. Čerpání dešťových vod do objektu a řízení celého systému zpětného využití se provádí pomocí provozních a monitorovacích jednotek s funkcí přepnutí na odběr pitné vody z vodovodu v případě nedostatečného množství užitkové vody v akumulční nádrži. Je však nutné zamezit spojení obou rozvodů. Schéma systému zpětného využití dešťových vod je možné vidět na obrázku č. 10.



Obr. 10 Systém zpětného využití dešťové vody

2.3.3. Zpětné získávání tepla z odpadních vod

Kanalizace z budov odvádí až 30% tepelné energie do budov dodané. Základem technologií zpětného získávání tepla je užití tepelného výměníku. Obecně platí, že čím větší je spotřeba teplé vody v objektu, tím větší jsou tepelné zisky z výměníků. V závislosti na umístění výměníku systémy pro zpětné získávání tepla dělíme na centrální a lokální. Rozhodujícími parametry odpadních vod pro návrh výměníku jsou jejich množství, složení, teplota a kontinuálnost nátoku.

2.3.3.1. Centrální systémy

Aplikace je vhodná spíše u větších objektů, jelikož tyto systémy potřebují větší množství vody. Principem je využití tepla odpadních vod jako zdroje tepla pro tepelné čerpadlo. Odpadní vody jsou napojeny přes výměník na primární okruh tepelného čerpadla.

2.3.3.2. Lokální systémy

Lokální systémy umožňují předehřev studené vody proudící do sprch a dalších zařízení pomocí tepla z vody odtékající. Tyto systémy jsou vhodné jak pro velké, tak pro menší budovy. Základní dva druhy aplikace těchto systémů jsou předehřev vody do zásobníku TV a předehřev vody pro okamžitou spotřebu.

2.3.3.2.1. Předehřev vody pro zásobník TV

Principem tohoto systému je umístění tepelného výměníku na potrubí studené vody přicházející do zásobníku TV a následný předehřev studené vody odpadními vodami z objektu. Z důvodu větší délky potrubí přivádějícího odpadní vodu má tento systém vyšší tepelné ztráty, a tudíž menší účinnost předehřevu.

2.3.3.2.2. Předehřev vody pro okamžitou spotřebu

Tento systém pracuje vždy, když je spotřebovávána teplá voda na lokální úrovni. Odváděná voda ze zařizovacího předmětu, například ze sprchy, přes výměník předehřívá studenou přiváděnou vodu. Mezi takovéto výměníky patří podvaničkové sprchové výměníky, žlabové sprchové výměníky nebo trubní víceplášťové výměníky. Výhodou tohoto systému je snížení spotřeby teplé vody a větší účinnost než u předehřevu pro zásobník TV (potrubí je kratší, ztráty jsou menší). Na obrázku č. 11 je možné vidět lokální sprchový výměník AS-SPRCHA od firmy Asio spol. s r.o. se schématem zapojení.



Obr. 11 Sprchový výměník AS-SPRCHA

3. ÚVAHA NAD MOŽNOU APLIKACÍ SYSTÉMŮ ZPĚTNÉHO VYUŽITÍ ODPADNÍCH VOD V PENZIONU B V AREÁLU HOTELU KRÁLOVKA

3.1. Základní charakteristika objektu

Systémy představené v předchozí kapitole jsou v rámci praktické části práce aplikovány na novostavbě budovy penzionu B v areálu Hotelu Královka v obci Janov nad Nisou. Areál hotelu se stejnojmennou rozhlednou se nachází na vrcholu hory Nekras v chráněné krajinné oblasti Jizerské hory v nadmořské výšce 859 metrů. Jedná se o nepodsklepenou budovu o třech nadzemních podlažích a obytným podkrovím. V 1.NP je situováno technické zázemí objektu a čtyři samostatné ubytovací jednotky. Ve 2.NP a 3.NP se nacházejí vždy čtyři ubytovací jednotky. Kapacita zařízení je 40 lůžek a 22 přistýlek. Provoz hotelu je celoroční. Areál hotelu je napojen na vodovod z nedaleké vesnice Bedřichov. Vzhledem k odlehlosti lokality není k areálu přivedena kanalizační síť.

3.2. Analýza možných variant řešení

Vzhledem ke skutečnosti, že objekt není možné napojit na kanalizační síť s centrální čistírnou odpadních vod, jako způsob nakládání s odpadními vodami připadá v úvahu pouze jejich jímání v akumulární nádrži, čištění přímo na místě pomocí septiku se zemním filtrem nebo kořenovou čistírnou odpadních vod, nebo čištění pomocí domovní čistírny odpadních vod. Jímání odpadních vod do žumpy by vzhledem k velikosti objektu bylo velmi neekonomické, jelikož by vyžadovalo velkou nádrž a její časté vyvážení. Problém by představoval také zápach spojený s vyvážením, který je v areálu hotelu nežádoucí. Nevhodné se zdá být také užití septiku se zemním filtrem nebo kořenovou čistírnou. Septik by musel být při doporučené době zadržení odpadní vody 3-5 dní velmi objemný [12]. Zemní filtr a kořenová čistírna mají velké nároky na plochu. Návrh domovní čistírny odpadních vod se jeví jako nejlepší varianta. Nevýhodou domovní čistírny jsou její vysoké pořizovací náklady a náklady, které vyžaduje její provoz. Výhodou je vyšší kvalita čištění vody.

S vyčištěnou vodou z čistírny je třeba dále nakládat. Lokalita kromě absence veřejné kanalizace neumožňuje ani odvádění vyčištěné vody do vodního recipientu. Jako způsob likvidace odpadní vody je proto navrženo její vsakování na pozemku přilehlém k objektu. Vypouštění vyčištěných vod do vody podzemní vyžaduje hydrogeologické posouzení lokality a povolení k vypouštění [6]. Ze vsakovacích zařízení připadá v úvahu zřízení drenážního šterkového objektu nebo užití blokových infiltračních systémů. Instalace ostatních typů vsakovacích zařízení se jeví jako méně vhodná. Oba uvažované systémy mají své výhody i nevýhody. Drenážní objekt je levnější na pořízení, ale má kratší životnost a větší prostorové požadavky. Pořízení blokového vsakovacího systému vyžaduje vyšší počáteční investici, avšak při správné údržbě má výrazně delší životnost [20]. Po zvážení výhod a nevýhod obou systémů se jeví jako vhodnější umístění blokového vsakovacího systému.

Snížení množství odpadní vody odcházející z objektu je možné zpětným využitím šedé vody. V objektu se nachází velké množství zařizovacích předmětů, ze kterých je možné šedou vodu odvádět a dispozice objektu umožňuje vedení dalších rozvodů potřebných k provedení tohoto systému. S ohledem na znečištění vody je třeba zvážit, zda šedou vodu odebírat ze všech typů zařizovacích předmětů, které šedou vodu produkují, nebo zda ji odvádět pouze od zařizovacích předmětů, u kterých lze očekávat menší znečištění odváděné vody. Vyčištěnou šedou vodu je možné využívat uvnitř objektu na splachování toalet a úklid, vně objektu na závlahu a údržbu. Nevýhodou jsou vysoké pořizovací náklady systému.

Díky geografické poloze lokality lze očekávat větší množství srážek zachycených střechou objektu. Dešťová voda proto představuje potenciální zdroj pro další využití uvnitř i vně objektu. Uvnitř objektu ji lze využít jako vodu provozní pro splachování toalet případně pro úklid. Vně objektu se nabízí její užití pro závlahu pozemku a údržbu bez nutnosti její úpravy. S instalací tohoto systému souvisí nutnost pořízení zadržovací nádrže a čerpacího systému.

V konečném návrhu je zvolena kombinace obou systémů, kdy vyčištěné šedé vody jsou využívány jako provozní voda pro splachování toalet uvnitř objektu a dešťové vody jsou využívány vně objektu pro zalévání a údržbu. Užití dešťových vod vně objektu na zalévání je upřednostněno před užitím vyčištěných šedých vod z důvodu skutečnosti, že k tomuto účelu není potřebné vynakládat prostředky za jejich čištění. Výhodou tohoto systému je, že využíváním šedé vody bude sníženo její množství odváděné do čistírný odpadních vod. Nevýhodou je nutnost pořízení akumulární nádrže na dešťovou vodu i nákladného systému pro čištění šedé vody.

Alternativním řešením závlahy pozemku by mohla být odpadní voda vypouštěná z čistírný odpadních vod.

Odpadní vody vznikající v objektu je možné využít ke zpětnému získávání tepla. Aplikace výměníku pro zpětné využití tepla z odpadních vod na předehřev studené vody přiváděné do zásobníku TV je proveditelná, ale z důvodu nízké návratnosti k ní nebylo přistoupeno. Instalace tepelného čerpadla pro ohřev TV v kombinaci s akumulární nádrží se také jeví jako možná, ale vzhledem k vysokým pořizovacím nákladům takového systému k ní také nebylo přistoupeno.

V objektu jsou aplikovány lokální sprchové výměníky pro předehřev studené vody.

3.3. Zvolené řešení

V objektu je navržen systém zpětného využití šedé odpadní vody. Méně znečištěné šedé odpadní vody z umyvadel, van a sprchových koutů jsou odváděny odděleně od ostatních splaškových vod do akumulární nádrže šedé vody umístěné před objektem. V akumulární nádrži je instalován čistící systém AS-GW/AQUALOOP od společnosti Asio spol. s r.o. Nevyužitá šedá voda bude přepadem se zpětnou klapkou odváděna do splaškové kanalizace. Vyčištěná šedá voda (provozní voda) je odváděna do akumulární nádrže provozní vody a odtud přes provozní a monitorovací jednotku

AS-RAINMASTER FAVORIT od firmy Asio spol. s r.o. čerpána do objektu. Provozní voda je v objektu využívána pro splachování toalet a výlevky. Pro zásobování zařizovacích předmětů provozní vodou je zřízen samostatný rozvod.

Čištění splaškové a nevyužité šedé vody bude zajištěno domovní čistírnou odpadních vod AS-MONOcomp od firmy Asio spol. s r.o. umístěnou na pozemku přilehlém k objektu. Vyčištěná voda z domovní čistírny bude vzhledem k nemožnosti napojení na kanalizační síť vsakována na pozemku přilehlém k objektu. Jako vsakovací zařízení byl zvolen objekt z plastových vsakovacích boxů.

Dešťová voda je ze střechy objektu odváděna do akumulární nádrže a následně využívána pro závlahu pozemku. Přebytečná dešťová voda je přes bezpečnostní přepad odváděna do vsakovacího objektu.

Na odpadní potrubí pod vaničky všech sprchových koutů v objektu jsou instalovány lokální sprchové výměníky pro predehřev přiváděné studené vody AS-SPRCHA od firmy Asio spol. s r.o.

Celkově navržený systém umožňuje relativně hospodárné a ekologické nakládání s pitnou a odpadní vodou. Jeho největší nevýhodou jsou vysoké pořizovací náklady.

4. ZÁVĚR

V současné době je voda neocenitelným přírodním zdrojem, který v krajině ubývá. V České republice je dosud přístup k vodě snadný a pohodlný, a proto často dochází ke zbytečnému plýtvání. V důsledku klimatických změn, nepříznivému množství a rozložení srážek v průběhu roku se snižují hladiny podzemních vod a ubývají přírodní zdroje pitné vody.

Je nejvyšší čas zajistit udržitelný způsob hospodaření s vodními zdroji. K tomu může přispět zejména využívání dostupných možností zužitkování odpadních vod z obytné zástavby.

V teoretické části jsem se snažil o zpracování obecného náhledu do problematiky nakládání s odpadními vodami a zpětného využití odpadních vod vznikajících v budovách.

V rámci práce jsem provedl úvahu nad možnou aplikací některých systémů zpětného využití odpadních vod v budově penzionu B v areálu Hotelu Královka.

V praktické části jsem pro zvolený systém zpětného využití odpadních vod zpracoval projektovou dokumentaci vodovodu a kanalizace na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení.

5. SEZNAM LITERATURY A PODKLADŮ

[1] VALÁŠEK, Jaroslav a kolektiv. *Zdravotnětechnická zařízení a instalace*. 1. vydání. Bratislava: Jaga group, 2001. ISBN 80-88905-65-6.

[2] Šedé a dešťové vody jako provozní vody v budovách. In: *Vodavdome.cz* [online]. ©2020. [cit 19.5.2020]. Dostupné z: <https://www.vodavdome.cz/sede-a-destove-vody-jako-provozni-vody-v-budovach/>

[3] BERÁNKOVÁ, Martina. Odpadní voda – odpad nebo poklad?. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, 2016, roč. 58, č. 2, str. 43–45. ISSN 0322-8916.

[4] LHOTÁKOVÁ, Zdeňka. Zpětné využívání odpadních vod v domech pro bydlení. In: *tzb-info.cz* [online]. 12.5.2014 [cit. 19.5.2020]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/11202-zpetne-vyuzivani-odpadnich-vod-v-domech-pro-bydleni>

[5] ŠRÁMEK, Martin. Průmyslové vody a jejich praktická řešení. In: *Asio.cz* [online]. 6.8.2015 [cit. 19.5.2020]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/435.prumyslove-vody-a-jejich-prakticka-reseni>

[6] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)

[7] PLOTĚNÝ, Karel a BARTONÍK, Adam. Čištění šedých vod a možnosti využití energie z nich. In: *Asio.cz* [online]. 8.11.2012 [cit. 20.5.2020]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/153.cisteni-sedych-vod-a-moznost-vyuziti-energie-z-nich>

[8] PLOTĚNÝ, Karel. Recyklace šedých vod a jejich využití. In: *Asio.cz* [online]. 22.7.2019 [cit. 20.5.2020]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/999.recyklace-sedych-vod-a-jejich-vyuziti>

[9] OŠLEJŠKOVÁ, Marie. Kořenová čistírna odpadních vod. *Počítáme s vodou* [online]. ©2020. [cit. 20.5.2020]. Dostupné z: <https://www.pocitamesvodou.cz/korenova-cistirna-odpadnich-vod/>

[10] Kořenová čistírna s horizontálním průtokem. In: *Grania.cz* [online]. [cit. 20.5.2020]. Dostupné z: <https://grania.cz/korenove-cistirny-pruvodce-technologie/korenova-cistirna-s-horizontalnim-prutokem/>

[11] Kořenová čistička – funkce. In: *Kořenovky.cz* [online]. 2020 [cit. 20.5.2020]. Dostupné z: <http://www.korenova-cisticka.cz/o-korenovkach/fungovani/Korenova-cisticka%E2%80%93funkce.html>

[12] SOJKA, Jan. *Čistírny odpadních vod pro rodinné domy*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2013. ISBN 978-80-247-4504-6

[13] DVOŘÁKOVÁ, Denisa. Využívání dešťové vody (I) – kvalita a čištění. In: *tzb-info.cz* [online]. 19.2.2007 [cit. 21.5.2020]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>

[14] DVOŘÁKOVÁ, Denisa. Využívání dešťové vody (II) – možnosti použití dešťové vody a části zařízení. In: *tzb-info.cz* [online]. 12.3.2007 [cit. 21.5.2020]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni>

- [15] VRÁNA, Jakub. Nová evropská norma pro využití srážkových vod. In: *tzb-info.cz* [online]. 9.7.2018 [cit. 21.5.2020]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/17616-nova-evropska-norma-pro-vyuziti-srazkovych-vod>
- [16] CHALOUPKA, Vladimír. Srážkové vody a zákon o vodovodech a kanalizacích. In: *tzb-info.cz* [online]. 13.12.2006 [cit. 20.5.2020]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-voda-kanalizace/3757-srazkove-vody-a-zakon-o-vodovodech-a-kanalizacich>
- [17] ČOV, septik nebo jímka – v čem je rozdíl? Kde je vhodně použít?. In: *Vodavdome.cz* [online]. ©2020. [cit 19.5.2020]. Dostupné z: <https://www.vodavdome.cz/cov-septik-nebo-jimka-v-cem-je-rozdil-kde-je-vhodne-pouzit/>
- [18] rk. Proč se vyplatí domovní čistírny odpadních vod? In: *českéstavby.cz* [online]. 20.10.2009 [cit. 21.5.2020]. Dostupné z: <https://www.ceskestavby.cz/clanky/cisticky-cistení-odpadu-vody-cov-6039.html>
- [19] PLOTĚNÝ, Karel. Využití tepla z šedých vod k ohřevu TUV. In: *Asio.cz* [online]. 30.12.2016 [cit. 21.5.2020]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/630.vyuziti-tepla-z-sedych-vod-k-ohrevu-tuv>
- [20] VACEK, Jan. Jak vypadá vsakovací zařízení srážkových vod. In: *tzb-info.cz* [online]. 19.2.2018 [cit. 22.5.2020]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/16968-hospodareni-se-srazkovymi-vodami>
- [21] PLOTĚNÝ, Karel. NASS – Nekonvenční aranžování sanitárních systémů. In: *tzb-info.cz* [online]. 23.11.2015 [cit. 22.5.2020]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/13478-nass-nekonvencni-aranzovani-sanitarnich-systemu>

6. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Rozdělení splaškových vod v domácnosti [21]

Obr. 2 Průměrná spotřeba vody v domácnosti [8]

Obr. 3 Úhrn srážek v roce 2019, Český hydrometeorologický ústav [online]. [cit. 21.5.2020]. Dostupný z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mapy-charakteristik-klimatu>

Obr. 4 Schéma zemního pískového filtru, Výroba jímek [online]. [cit. 22.5.2020]. Dostupný z: <http://www.vyroba-jimek.cz/zemni-filtry/>

Obr. 5 Kořenová čistírna s horizontálním průtokem [10]

Obr. 6 Drenážní vsakovací systém [20]

Obr. 7 Schéma vsakovací jímky [online]. [cit. 21.5.2020]. Dostupný z: <https://www.prefa.cz/wp-content/gallery/vsakovaci-systemy/vsakovaci-systemy-01.jpg>

Obr. 8 Vsakovací tunel [online]. [cit. 20.5.2020]. Dostupný z: <https://www.rainshop.cz/Vsakovaci-tunel-Garantia-300-l-d12.htm>

Obr. 9 Příklad systému pro recyklaci šedých vod [online]. [cit. 21.5.2020]. Dostupný z: <https://www.asio.cz/cz/as-gw-aqualoop>

Obr. 10 Systém zpětného využití dešťové vody [online]. [cit. 21.5.2020]. Dostupný z: <https://www.vodashop.cz/as-rainmaster-favorit-20/>

Obr. 11 Sprchový výměník AS-SPRCHA [online]. [cit. 22.5.2020]. Dostupný z: <https://www.asio.cz/cz/vymenik-do-koupelny-as-sprcha>

7. SEZNAM PŘÍLOH

Přílohy jsou tvořeny projektovou dokumentací navrženého systému vodovodu a kanalizace se zpětným využitím odpadních vod v penzionu B v areálu Hotelu Královka.

SEZNAM PŘILOŽENÉ PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE:

00 – Technická zpráva

01 – Situace (M 1:500)

Vodovod

02 – Vodovod – Půdorys 1.NP (M 1:50)

03 – Vodovod– Půdorys 2.NP (M 1:50)

04 – Vodovod – Půdorys 3.NP (M 1:50)

05 – Vodovod – Izometrie (M 1:50)

Kanalizace

06 – Kanalizace – Půdorys 1.NP (M 1:50)

07 – Kanalizace – Půdorys 2.NP (M 1:50)

08 – Kanalizace – Půdorys 3.NP (M 1:50)

09 – Kanalizace – Půdorys základy (M 1:50)

10 – Kanalizace – Pohled na střechu (M 1:50)

11 – Kanalizace – Řez potrubím splaškové kanalizace (M 1:50)

12 – Kanalizace – Řez potrubím šedé kanalizace (M 1:50)

13 – Splašková kanalizace – Řez svodným potrubím (M 1:50)

14 – Šedá kanalizace – Řez svodným potrubím (M 1:50)

15 – Dešťová kanalizace – Řez svodným potrubím (M 1:50)

16 – Schéma systému čištění šedých vod (M 1:30)

