

# **ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

## **FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



### **HOSPODAŘENÍ S VODOU**

### **V ADMINISTRATIVNÍ BUDOVĚ**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Vypracovala:

Šárka Žďánská

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Pavla Dvořáková, Ph.D.


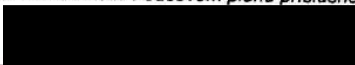
2022/2023

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

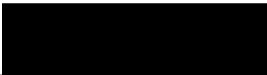
### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Žďánská</u>	Jméno: <u>Šárka</u>	Osobní číslo: <u>476444</u>
Zadávající katedra: <u>K 125 Katedra technických zařízení budov</u>		
Studijní program: <u>(B3651) Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor/specializace: <u>(3608R008) Konstrukce pozemních staveb</u>		

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Hospodaření s vodou v administrativní budově</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Water Management in an Office uilding</u>	
Pokyny pro vypracování: Teoretická část: <u>Studie hospodaření s vodou v administrativní budově.</u>	
Praktická část: <u>Zpracování projektu zdravotně technických instalací - kanalizace, vodovod. Projekt bude obsahovat půdorysy, svislé řezy, podélné řezy, příslušné výpočty a technickou zprávu.</u>	
Seznam doporučené literatury: prof. Ing. K. Kabele, CSc. a kol. : Energické 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: <u>Ing. Pavla Dvořáková, Ph.D.</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>28.2.2023</u>	Termín odevzdání BP v IS KOS: <u>22.5.2023</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
 Podpis vedoucího práce	 Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.</i>	
<u>28.2.2023</u> Datum převzetí zadání	 Podpis studenta(ky)

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze 20. 5. 2023

.....  
podpis

**Poděkování:**

Nejprve bych chtěla poděkovat své vedoucí práce Ing. Pavle Dvořákové, Ph.D., za vedení této práce, cenné rady a variabilní konzultační čas. Svým nejbližším pak děkuji za podporu, kterou mi věnovali po celou dobu studia.

## Obsah

1	Úvod .....	8
2	Obecné informace o vodě .....	8
2.1	Spotřeba pitné vody.....	8
3	Odpadní vody .....	9
3.1	Definice jednotlivých vod .....	9
3.2	Chemické složení šedé vody .....	9
3.3	Čistění a úprava šedých vod .....	10
3.4	Čistění a úprava dešťových vod.....	11
4	Nakládání s odpadními vodami .....	12
4.1	Centrální likvidace odpadních vod.....	12
4.1.1	Jednotné soustavy .....	12
4.1.2	Oddílné soustavy.....	12
4.2	Místní likvidace odpadních vod .....	13
4.2.1	Jímky (žumpy).....	13
4.2.2	Septik .....	14
4.2.3	Pískový filtr .....	15
4.2.4	Domácí čističky odpadních vod (DČOV) .....	15
4.2.5	Kořenová čistička odpadních vod (KČOV).....	16
4.2.6	Likvidace dešťové vody .....	17
4.2.6.1	Vsakování.....	17
4.2.6.2	Drenážní podmok.....	18
4.2.6.3	Vsakovací studny .....	18
4.2.6.4	Filtry.....	19
5	Využití odpadních vod .....	21
5.1	Využití dešťové vody.....	21
5.1.1	Příklad využití dešťové vody uvnitř objektu .....	21
5.1.2	Příklad využití dešťové vody mimo objekt.....	23
5.2	Využití šedé vody .....	23
5.2.1	Příklad využití šedé vody uvnitř a vně objektu.....	23
5.3	Využití hnědé a žluté vody .....	24
5.3.1	Metoda kompostovací toalety.....	25
5.3.2	Metoda využití žluté vody na závlahu .....	25
5.4	Využití energie z odpadních vod.....	26
5.4.1	Příklad centrálního rekuperačního výměníku.....	26
5.4.2	Příklad lokálního rekuperačního výměníku .....	26

6	Aplikace v administrativní budově.....	27
6.1	Popis řešené budovy.....	27
6.2	Popis vybrané metody .....	29
6.2.1	Podrobnější princip vybrané metody .....	31
6.2.1.1	Předčištění šedých vod.....	31
6.2.1.2	Nátok šedé vody do nádrže .....	31
6.2.1.3	Biologické čištění.....	32
6.2.1.4	Membránová stanice .....	32
6.2.1.5	Dmychadlo.....	33
6.2.1.6	Plovákový spínač.....	33
6.2.1.7	Doplňovací jednotky.....	33
6.2.1.8	Řídící jednotka.....	34
6.2.1.9	Nádrž na dešťovou vodu .....	34
7	Závěr .....	35
8	Literatura a zdroje.....	36
8.1	Použitá literatura .....	36
8.2	Seznam obrázků:.....	37
8.3	Seznam tabulek:.....	39

**Abstrakt:**

Cílem bakalářské práce je navrhnout zdravotně technické instalace v nové budově obecního úřadu v Hovorčovicích, zvolit vhodné řešení, které bude šetřit pitnou vodou a aplikovat zpětné využití odpadních vod vznikajících v administrativním objektu a jeho okolí. Práce má teoretickou a praktickou část. Teoretická část se zabývá hospodařením s vodou a možnostmi zpětného využití odpadních vod. V praktické části je zpracován návrh ZTI pro vybraný objekt. Konkrétně se jedná o zpětné využití šedých a dešťových vod, přečištěných v domovní čističce, návrh retenční nádrže na vodu dešťovou a rozdělení odpadních vod na vody šedé a černé.

**Klíčová slova:**

zpětné využití odpadních vod v administrativní budově, odpadní vody, domácí čistička odpadních vod, šedé vody, dešťové vody, využití šedých vod, využití dešťových vod, vodovod, kanalizace, hospodaření s vodou

**Abstract:**

The aim of this bachelor's thesis is to design sanitary installations in the new municipal office in Hovorčovice, to choose a suitable solution that will save drinking water and apply the reuse of wastewater generated in the administrative building and its surroundings. The thesis has a theoretical and a practical part. The theoretical part is about water management and the possibilities of reusing wastewater. The practical part contains a sanitary installations proposal for the selected object. Specifically, this involves the reuse of grey water and rainwater, purified in a household cleaner, the design of a retention tank for rainwater and the division of grey and black water.

**Keywords:**

reuse of wastewater in an administrative building, wastewater, domestic wastewater treatment plant, gray water, rainwater, use of gray water, use of rainwater, water supply, sewerage, water management

# 1 Úvod

Opětovné využití šedých vod nabývá v posledních letech většího významu. Zvyšování potřeby vody a zároveň snižování srážek vede v některých zemích k nedostatku pitné vody, a proto se hledají alternativní řešení. Jedním z řešení je úprava tzv. šedých vod na vodu užitkovou, tzv. bílou. V některých zemích je již částečně využívání šedých vod nařízeno, např. v Japonsku, na splachování WC. V České republice máme prozatím dostatek vodních zdrojů, ale v jiných státech EU již problémy s nedostatkem vody nastaly. Pitné je méně a méně a je nutné s ní zacházet s rozvahou.

Jedním z řešení, jak šetřit pitnou vodu, je zpětně využít vodu odpadní. Tuto vodu pak lze využít např. na splachování toalet, sprchování nebo třeba závlahu, zkrátka odpadní voda může být zpětně využita tam, kde splní hygienické požadavky. Stejně tak můžeme využít vodu srážkovou, která nenabývá takového znečištění, jako voda odpadní, a svými vlastnostmi je občas vhodnější než voda pitná, např. na praní prádla (voda dešťová je měkčí). Dalším důvodem zpětného využití může být ekonomická stránka problematiky. Voda se za nemalé náklady čerpá, upraví a hygienicky zabezpečuje. Je zaplácena a nakonec je, místo na pití, z velké části použita na splachování toalet.

## 2 Obecné informace o vodě

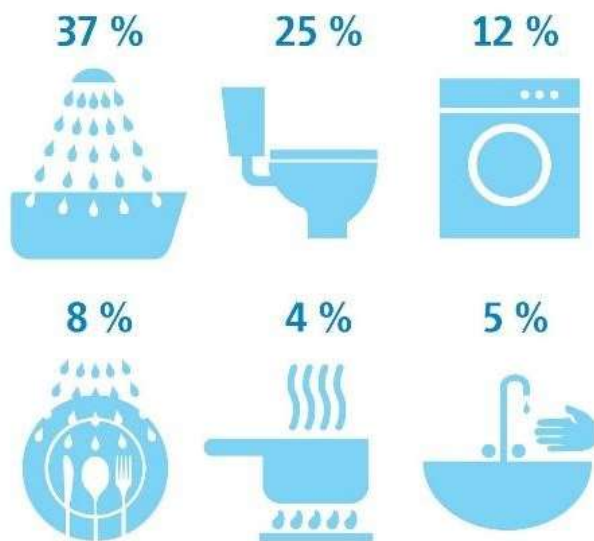
Voda je chemická sloučenina vodíku a kyslíku. Spolu se vzduchem, resp. zemskou atmosférou, tvoří základní podmínky pro existenci života na Zemi. Za normálních podmínek (teploty a tlaku) je to bezbarvá, čirá kapalina bez zápachu, v silnější vrstvě namodralá. V přírodě se vyskytuje ve třech skupenstvích, v pevném – led, sních, kapalném – voda a v plynném – vodní pára. Voda je zastoupena na povrchu Země ze 70 %. Z toho je 97 % slané – mořské vody a pouze 3 % sladké vody. [1]

Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, stanoví, že "pitnou vodou je veškerá voda v původním stavu nebo po úpravě, která je určena k pití, vaření, přípravě jídel a nápojů, voda používaná v potravinářství, voda, která je určena k péči o tělo, k čištění předmětů, které svým určením přicházejí do styku s potravinami nebo lidským tělem, a k dalším účelům lidské spotřeby, a to bez ohledu na její původ, skupenství a způsob jejího dodávání." [2]

### 2.1 Spotřeba pitné vody

V České republice činí průměrná spotřeba vody na den na osobu něco mezi 100–120 litry. Jak je ze statistik patrné, tak pitné vody se k pití využije jen zlomek a zbytek je využit k jiným účelům. V domácnostech se většina pitné vody spotřebuje v koupelnách, na mytí a splachování WC. Při koupeli v průměrně velké vaně je spotřebováno cca 150 litrů vody, při mytí ve sprše cca 80-90 litrů. Tato voda je znečištěna pouze saponáty a drobnými mechanickými nečistotami (vlasy, chlupy atp.), tudíž se jedná o mírně znečištěnou vodu, která odeče bez většího využití do kanalizace. [3]





Zbýlých 9 % činí ostatní spotřeba (úklid, zalévání, napouštění bazénu atd.).

Obrázek 1 – Spotřeba vody v domácnostech

### 3 Odpadní vody

#### 3.1 Definice jednotlivých vod

**Černé vody:** Jsou veškeré odpadní vody z domácností včetně vody z WC obsahující moč, fekálie a toaletní papír.

**Hnědé vody:** Část černé odpadní vody obsahující fekálie. Obsahují cca 16 % dusíku, 36 % fosforu a 17 % draslíku.

**Žluté vody:** Část černé odpadní vody obsahující moč.

**Šedé vody:** Část černé odpadní vody pocházející z koupelen a kuchyní neobsahující moč a fekálie. Mohou obsahovat stopy po jídle, tucích, čistících a pracích prostředcích a vlasy. Jedná se o nejméně znečištěné odpadní vody, a proto jsou ideální na zpětné využití.

**Bílá voda:** Jiné označení pro vodu užitkovou (provozní), která vzniká přečištěním šedé vody. Bílá voda není pitná.

**Srážkové povrchové vody:** Srážkové vody, které se nevsáknou do podloží a jsou přímo z povrchu terénu nebo budov odváděny do odvodňovacího nebo stokového systému.

[4]

#### 3.2 Chemické složení šedé vody

Z hlediska chemického složení je poměr mezi CHSK a BSK 5 zpravidla 4 : 1, což ukazuje na vyšší podíl obtížněji rozložitelných organických látek. V klasických komunálních vodách je poměr CHSK/BSK 5 obvykle okolo 2 : 1. Tento nepříznivý poměr platí zejména pro odtoky ze sprch, kde se používají mýdla a šampony. Co se týká pH šedých vod (u komunálních vod je pH obvykle 7–8), tak zejména vody z praní jsou zásadité (pH = 9–10), oproti tomu vody z klasických kuchyní jsou spíše kyselejší. Teplota šedých vod z oblasti van, sprch a praček kolísá mezi 18–38 °C.

Šedá voda je plná nerozpustných látek jako vlasy, zbytky jídla, písek atd. Odpadní vody mohou obsahovat i fosfor, ale to záleží na uživateli. Největší koncentrace fosforu byla v minulosti v mycích přípravcích, které jsou v dnešní době zakázány, nebo ve velké míře omezeny. Ve vodách se nachází i těžké kovy a další kovy jako je Fe, Mg, Ca, ale jejich koncentrace je pod přípustnou hranicí.[5]

#### CHSK:

Chemická Spotřeba Kyslíku je definována jako hmotnostní koncentrace kyslíku, která je ekvivalentní hmotnosti silného oxidačního činidla spotřebovaného na oxidaci oxidovatelných látek obsažených v 1litru vody. Hlavní skupinu těchto oxidovatelných látek ve vodě tvoří organické látky, které voda v různé koncentraci (podle stupně svého znečištění) obsahuje. CHSK slouží k odhadu organického znečištění vody. [8]

#### BSK 5:

Biochemická Spotřeba Kyslíku za pět dní je definována jako hmotnostní koncentrace rozpuštěného kyslíku spotřebovaného za stanovených podmínek biochemickou oxidací organických (částečně i anorganických) látek ve vodě. Hodnotu BSK lze považovat za míru koncentrace biologicky (mikroorganismy, bakterie apod.) rozložitelných organických látek ve vodě. [8]

Fyzikálně - chemické parametry	Jednotka	Pračky	Vany, sprchy, umyvadla	Kuchyně a myčky
teplota	[°C]	9,3-10	5-8,6	6,3-7,4
Zákal	[NTU]	14-296	20-370	-
Plovoucí látky	[mg/l]	79-280	7-120	134-1300
Tvrdość (CaCO <sub>3</sub> )	[mg/l]	-	18-52	-
BSK <sub>5</sub>	[mg/l]	48-682	19-200	669-756
CHSK	[mg/l]	375	64-8 000	26-1 600
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	[mg/l]	-	12,4	-
Cl	[mg/l]	9,0-88	3,1-88	-
Oleje a tuky	[mg/l]	8,0-35	37-97	-

Tabulka 1 – Fyzikálně-chemické vlastnosti šedých vod [5], [6]

### 3.3 Čištění a úprava šedých vod

Přečištěná šedá voda (voda bílá) musí být hygienicky nezávadná, pokud možno bezbarvá a bez plovoucích částic, a i po dlouhodobější akumulaci bez zápachu. S ohledem na tyto požadavky by měla být navržena technologie čištění šedých vod. Technologie na čištění šedých vod se dělí na několik typů:

- a) mechanické čištění
- b) fyzikální čištění
- c) chemické čištění
- d) biologické čištění
- e) přírodní způsoby čištění

### **Mechanické čištění**

Základním čistícím procesem je sedimentace a filtrace. Doporučenými objekty mechanického přečištění šedých vod jsou česle, sedimentační nádrž, spádová a rotační síta a v případě nátoků vod z kuchyně i lapače tuků. Sedimentační nádrže mohou být kruhové nebo obdélníkové. Při návrhu je potřeba eliminovat možný vznik turbulentního proudění, který negativně ovlivňuje sedimentační procesy mechanického stupně. Jako jediného stupně se používá v případech, kdy je dostačující jednoduchá úprava. V ostatních případech se mechanický stupeň využívá jako předčištění před dalšími stupni.

### **Chemické čištění**

Chemický proces koagulace je technologie, kdy je do šedých vod přidáván koagulant, nejčastěji na bázi solí železa nebo hliníku. Vlivem těchto látek dochází ke koagulaci a flokulaci nečistot ve vodě. Koagulací (čiřením) se z vody odstraňují koloidní látky anorganického a organického původu. Cílem této metody je převést přítomné nečistoty do separovatelné formy, větších celků, které lze z vody odstranit například sedimentací či filtrací. Dalšími chemickými technologiemi jsou například dezinfekce vody nebo ozonizace. Procesy, při kterých se separují a zahubí patogenní mikroorganismy a viry ve vodách.

### **Fyzikální čištění**

Fyzikální čištění (filtrace) zahrnuje procesy založené na adsorpci nerozpuštěných látek na filtračním loži pískového filtru a dále membránové filtrace. Podstatou metody je oddělit pevné, nerozpuštěné fáze, od fáze kapalné (vody). V technologii vod to mohou být různé hrubé mechanické nečistoty jako zbytky potravin, listí, kamenů, ale i sraženin a bakteriálního a virového znečištění. [7], [8]

### **Biologické čištění**

V této technologii se používají biofilmové reaktory, aktivační nádrže, membránové bioreaktory, biologické provzdušňovací filtry. V kombinaci s fyzikálními technologiemi se jedná o ideální systém pro dosažení i těch nejpřísnějších limitů recyklované vyčištěné šedé vody. Aktivace je proces spočívající v provzdušňování směsi odpadní vody a aktivovaného kalu. Aktivovaný kal je tvořen směsnou kulturou organismů, které se účastní procesu čištění. [7]

## **3.4 Čištění a úprava dešťových vod**

Znečištění dešťové vody nastává již v atmosféře. Dochází k znečištění rozpustnými a nerozpustnými látkami. Další znečištění nastává při obdobích sucha, kdy se hromadí na povrchu a následně je při dešti odvedeno dešťovou vodou. Čištění dešťové vody je závislé na tom, kde se voda používá a k jakému druhu znečištění dojde. Ve většině případů stačí jednoduché mechanické přečištění pomocí filtrů nebo sít. Pokud se však jedná o znečištění v průmyslových oblastech a oblastech zatížených dopravou, je vhodné mechanické čištění doplnit ještě dezinfekcí. [9]

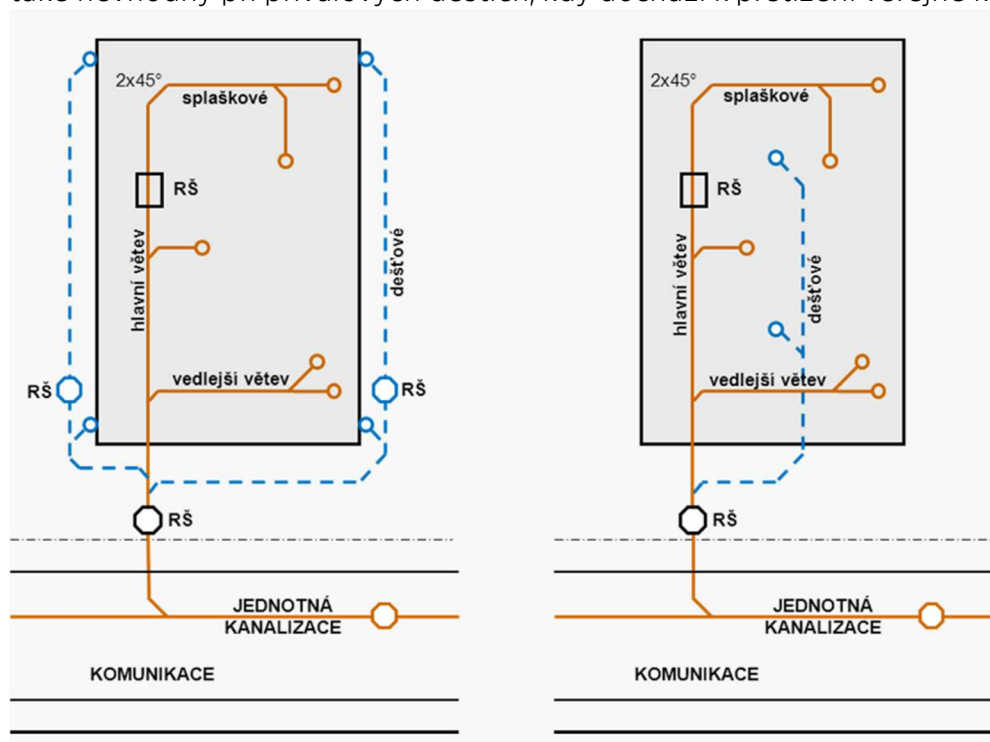
## 4 Nakládání s odpadními vodami

### 4.1 Centrální likvidace odpadních vod

Jedná se o soustavu kanalizačního potrubí, která odvádí odpadní vody z objektu a odvodňovaného území do vnější kanalizační sítě a následně do čistírny odpadních vod, případně do recipientu.

#### 4.1.1 Jednotné soustavy

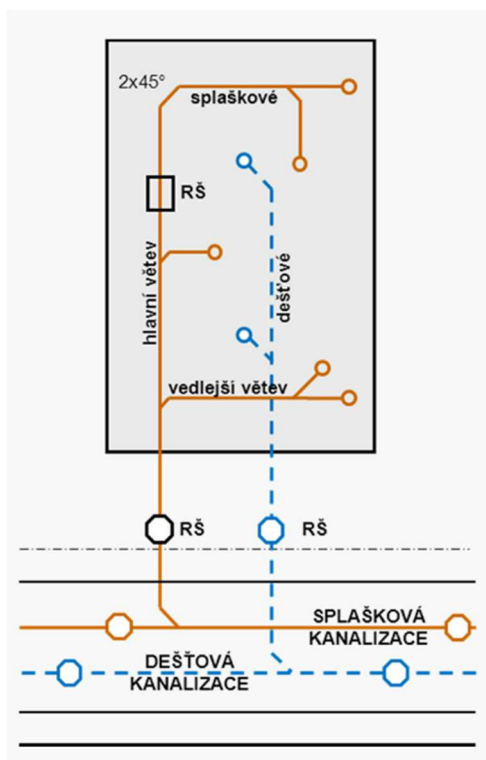
Splaškové a dešťové odpadní vody jsou odváděny společným potrubím do čistírny odpadních vod. Jedná se o nejjednodušší řešení z hlediska uživatele budovy. Odpadní voda je odvedena z objektu a nadále není potřeba její problematiku řešit. Toto řešení má však nevýhodu v zamezení využití dešťových vod, které jsou touto metodou znečištěny a odvedeny z pozemku a jsou zbytečně přečišťovány ve veřejné ČOV. Tento způsob je také nevhodný při přívalových deštích, kdy dochází k přetížení veřejné kanalizace. [10]



Obrázek 2 – Napojení na jednotnou kanalizační síť

#### 4.1.2 Oddílné soustavy

Splaškové a dešťové vody jsou, každá vlastním potrubím, odváděny z objektu do veřejných separovaných kanalizací. Splaškové vody jsou vedeny do čistírky odpadních vod a dešťové do recipientu. Toto řešení je oproti jednotné soustavě výhodné v tom, že nedochází ke zbytečnému čištění neznečištěné dešťové vody a k přehlcení odpadního systému a ČOV. Tímto způsobem je také dešťová voda lépe vrácena do přírody. [10]



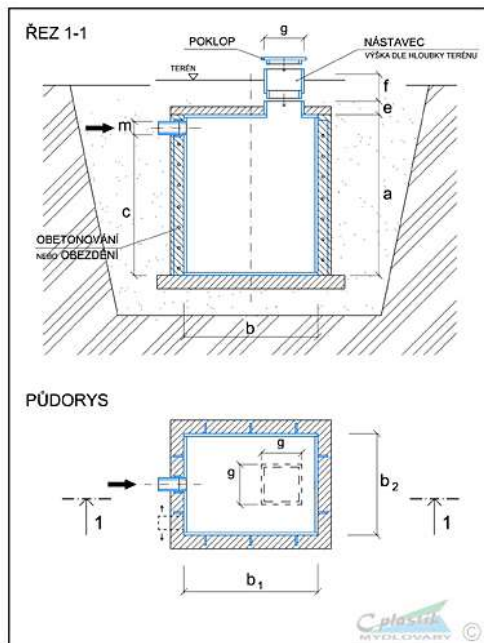
Obrázek 3 – Napojení na oddílnou kanalizační síť

## 4.2 Místní likvidace odpadních vod

Odpadní vody nejsou svedeny do vnější kanalizace, ale jsou zpracovány, popřípadě akumulovány přímo na pozemku. Akumulovaná odpadní voda nebo zbytkový kal je následně vyvážen do veřejné ČOV.

### 4.2.1 Jímky (žumpy)

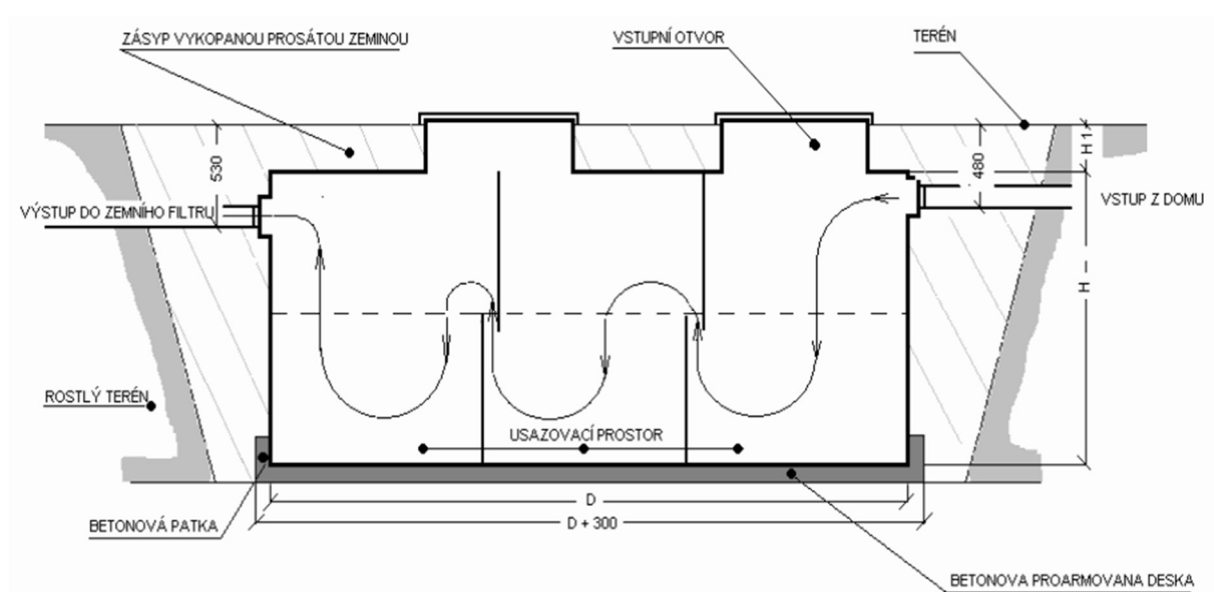
Jedná se o vodotěsné jednokomorové plastové nebo betonové nádrže s přítokovou rourou. Slouží pouze k akumulaci odpadní vody. Je nutné zajistit pravidelný odvoz odpadní vody do ČOV a to zhruba jednou do měsíce. Výhodou jímky je nízká pořizovací cena a na provoz není potřeba elektrické energie. Nevýhodou jsou provozní náklady na poměrně častý odvoz. Žumpa by měla být odvětrána. Velikost jímky se navrhuje na počet připojených osob a na interval vyvážení odpadní vody. Běžné objemy jímek jsou  $1 \text{ m}^3$ – $25 \text{ m}^3$ . [11], [10]



Obrázek 4 – Betonová jímka

#### 4.2.2 Septik

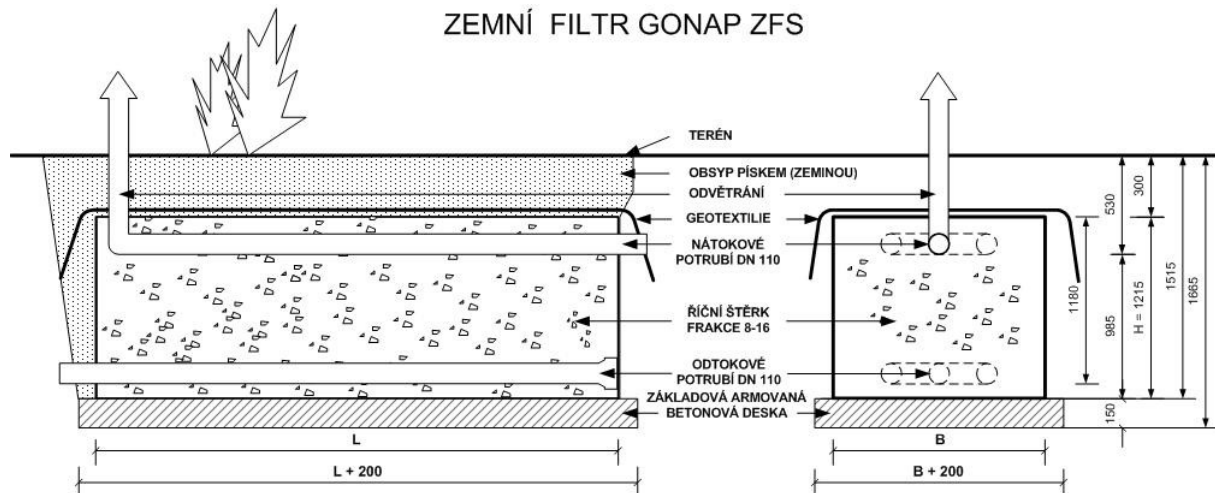
Na rozdíl od jímky se jedná o zařízení, které nejen akumuluje odpadní vodu, ale následně ji i přečišťuje. Septik lze považovat za nejjednodušší čistící zařízení. K přečištění využívá sedimentace. Je tvořen plastovou či betonovou nádrží rozdělenou na dvě až čtyři komory. Dělicí stěny jednotlivých komor mají otvory v různých výškách tak, aby se nahromaděný kal nedostával dál do dalších komor. Nádrž funguje jako usazovací prostor. Nečistoty se usazují na dně nádrže a na hladině vody. Poslední komora je potom napojena na dešťovou kanalizaci, na odvod do recipientu, nebo do vsakovacích systémů. V případě, že přečištění vod není dostačující, se za septik ještě umísťuje zemní nebo aktivní biologický filtr. Použití septiku je podmíněno souhlasem příslušných hygienických orgánů. Výhodou je, že lze septik používat v provozech s nepravidelnou zátěží a není potřeba elektrické energie. Nevýhodou je, že je nutno vyvážet usazený kal, přibližně jednou do roka. [11], [10]



Obrázek 5 – Schéma septiku.

### 4.2.3 Pískový filtr

Pískový filtr se volí tam, kde jsou nepropustné zeminy. Filtruje se přes cca 1 m vysoké pískové lože. V horní části pískového lože se nachází drenážní potrubí. Voda je filtrována skrze písek a štěrk a dole sbírána sběrným potrubím a odvedena např. do recipientu. (Viz kapitola 4.2.7 Kořenová čistička odpadních vod.) [10], [13]



Obrázek 6 – Zemní filtr

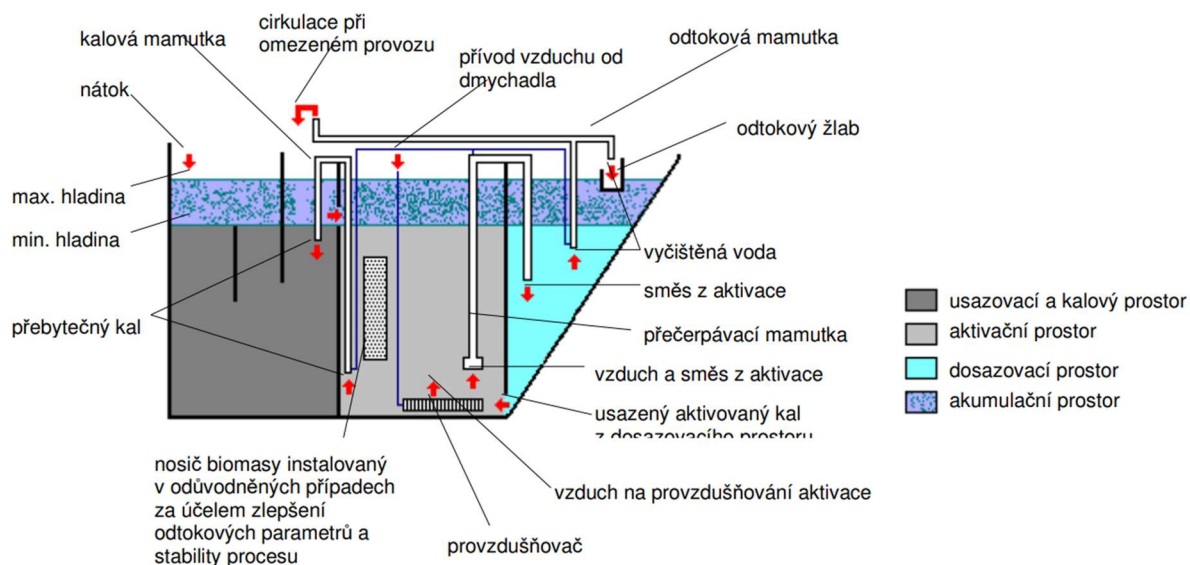
### 4.2.4 Domácí čističky odpadních vod (DČOV)

DČOV jsou založeny převážně na mechanickém a biologickém čištění, případně doplněné o chemické čištění. Jedná se o vylepšený septik, nádrž s několika oddělenými komorami, který zpravidla potřebuje elektrickou energii. Na rozdíl od septiku není vždy potřeba vyvážet usazený kal.

#### Proces čištění:

(příklad čističky AS – VARIOCOMP od společnosti ASIO spol, s.r.o.)

První fází je tzv. předčištění. Odpadní voda natéká do usazovacího prostoru, první komory. Zde dochází k oddělování pevných částic a jejich usazování. Dále jsou nečistoty podrobeny anaerobnímu rozkladu, tzn. bez přístupu kyslíku. Takto předčištěná voda pak přepadem natéká do aktivační nádrže, kde probíhá druhá fáze čištění, aerobní a biologické čištění. Tento prostor je provzdušňován pomocí dmýchadla. Za pomoci vzduchu a bakterií tu dochází k přečištění odpadní vody. Následuje třetí fáze čištění, a to likvidace odpadních vod z dosazovací nádrže. Mamutkou je přečištěná voda vytažena do odtokového žlabu a odtud může být rozvedena a využita např. na zalévání zahrady. Usazený aktivovaný kal je recirkulován zpět do aktivačního prostoru.[14]



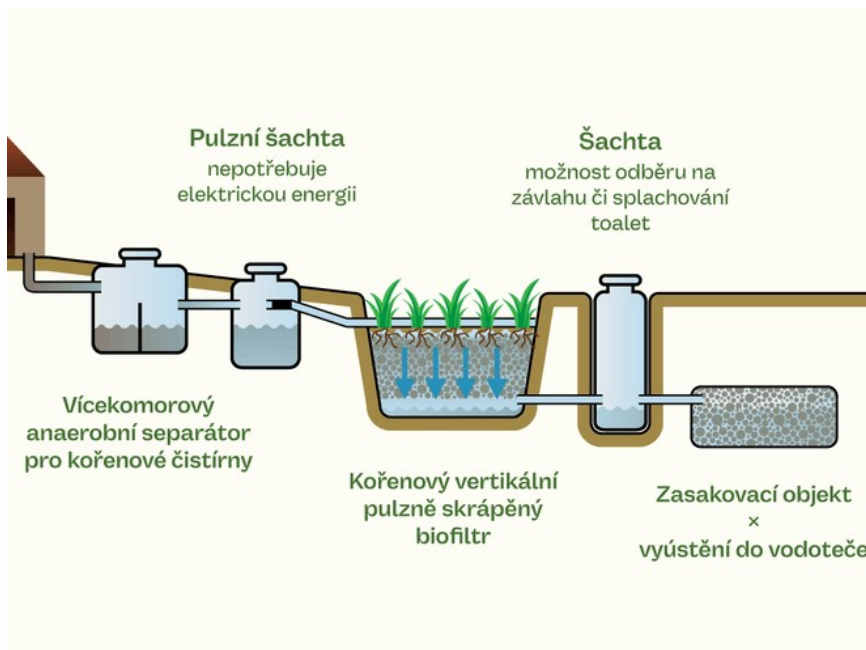
Obrázek 7 -schéma čističky AS – VARIOCOMP od společnosti ASIO spol, s.r.o.

#### 4.2.5 Kořenová čistička odpadních vod (KČOV)

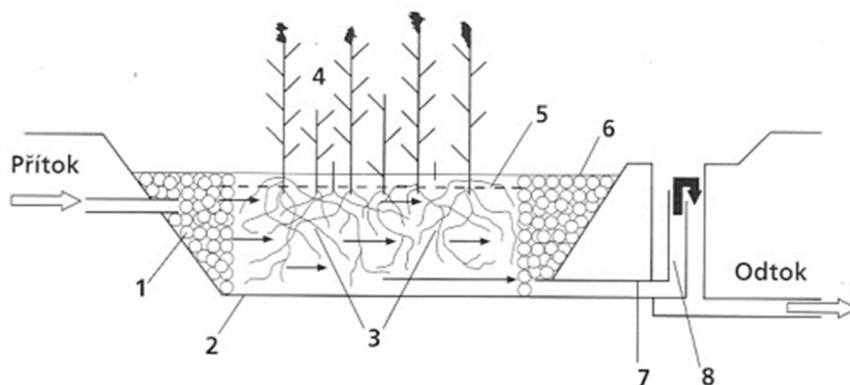
Kořenové čističky odpadních vod jsou uměle vybudované mokřady, které mají schopnost čistit odpadní vodu s účinností srovnatelnou s jinými biologickými čistírnami. Odpadní vody jsou svedeny do septiku, případně anaerobní čistírny, kde jsou mechanicky předčištěny a dojde tak ke snížení obsahu nerozpuštěných látek. Následně jsou vody odvedeny přes pulzní šachtu do pískového filtru. Pulzní šachta zabezpečuje přerušované dávkování čišťené vody. Pískový filtr funguje jako umělý mokřad. Voda je pomocí rozdělovacího potrubí rovnoměrně rozvedena do filtru, který se skládá z různých frakcí písku a štěrku. V pískovém filtru dochází k fyzikálně–chemickým procesům. Kromě filtrace dochází i k biologickému rozkladu, nitrifikaci a denitrifikaci. Pískový filtr může být uspořádaný jak vertikálně, tak horizontálně. Bakterie na povrchu zrn napomáhají k čištění odpadní vody. Součástí KČOV jsou mokřadní rostliny které, kromě estetické funkce, mají částečný vliv na čištění vody a stabilizaci povrchu. Vyčištěnou vodu lze vypouštět do toku, zpětně využít nebo odvést do zasakovacího zařízení, případně na odpar do biotopu.

Klady tohoto řešení jsou malé provozní náklady. Není potřeba elektrická energie v případě uspořádání ve spádu. Technologii lze využít při přerušovaném provozu. Jedná se o dobré ekologické řešení. Přečištěnou vodu lze zpětně využít. Nevýhodou je potřeba velkého prostoru na pozemku a vyvážení kalu ze septiku zhruba jednou za rok. [15], [16], [17]





Obrázek 8 – Schéma kořenové čistírky - vertikální



Obrázek 9 – Schéma kořenové čistírky – horizontální:

1 - distribuční zóna (kamenivo, 50-200 mm), 2 - nepropustná bariéra (PE nebo PVC), 3 - filtrační materiál (kačírek, štěrk, drcené kamenivo), 4 - vegetace, 5 - výška vodní hladiny v kořenovém loži nastavitelná v odtokové šachtě, 6 - odtoková šachta, 7 - sběrná drenáž, 8 - regulace výšky hladiny.

#### 4.2.6 Likvidace dešťové vody

Každá stavba a stavební pozemek musí mít vyřešeno hospodaření s dešťovou vodou. Dle české legislativy (novela z roku 2021 k zákonu č. 334/1992 Sb.) se upřednostňuje jejich zadržení na pozemku, výpar nebo vsakování na povrchu nebo do vegetace na konstrukcích stavby. Pokud to pozemek neumožňuje, dešťová voda by měla být po dostatečném přečištění odvedena do recipientu, případně do jednotné kanalizace.

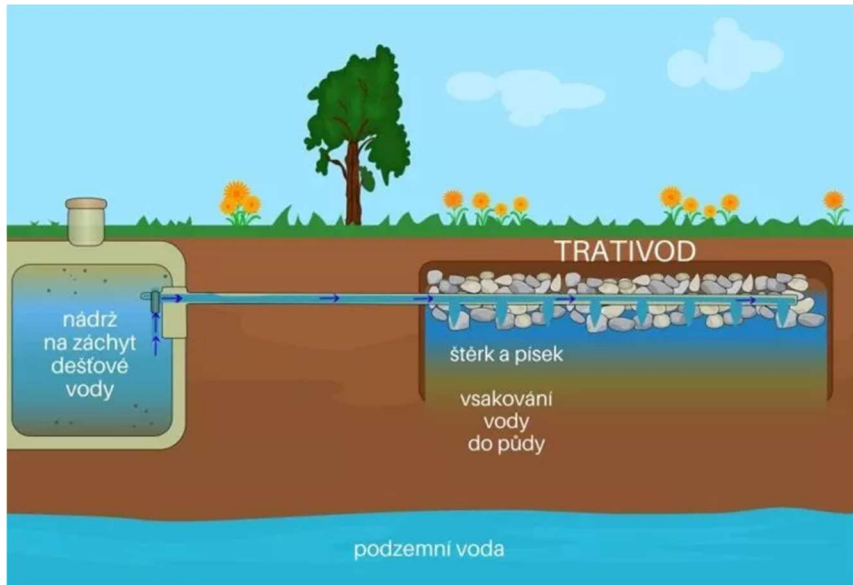
##### 4.2.6.1 Vsakování

Pozemek, na kterém je řešeno vsakování, musí splňovat určité podmínky. Půda musí mít dostatečnou propustnost, hladina spodní vody musí být minimálně 1 metr pod dnem vsakovacího zařízení a musí být splněna dostatečná vzdálenost od podsklepených budov a hranic pozemku. Vsakování je závislé na geologických poměrech a z tohoto důvodu je potřeba nechat vypracovat geologický průzkum (dle ČSN 75 9010).

Vsakování je možné řešit pomocí podzemních zařízení v několika podobách. Například vsakovacími bloky, šachtami (studny) nebo tunely a podmoky. [18], [12]

#### 4.2.6.2 Drenážní podmok

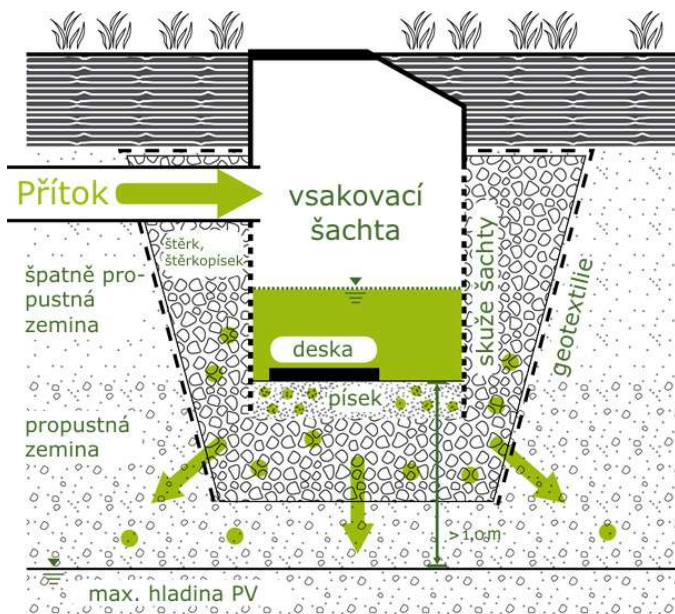
Drenážní podmok se používá tam, kde je propustný terén. Běžně se před podmok umísťuje septik, z něhož je voda vedena do dávkovače a do rozvaděče. Soustavou drenážního potrubí se voda vsakuje do podloží. Hloubka uložení trubek je minimálně 1 m a sklon potrubí 0,3 % až 0,5 %. Délka a počet ramen je vztažena na počet připojených osob. Odhadem 12,5 m až 25 m na osobu. [10]



Obrázek 10 – Schéma trativodu

#### 4.2.6.3 Vsakovací studny

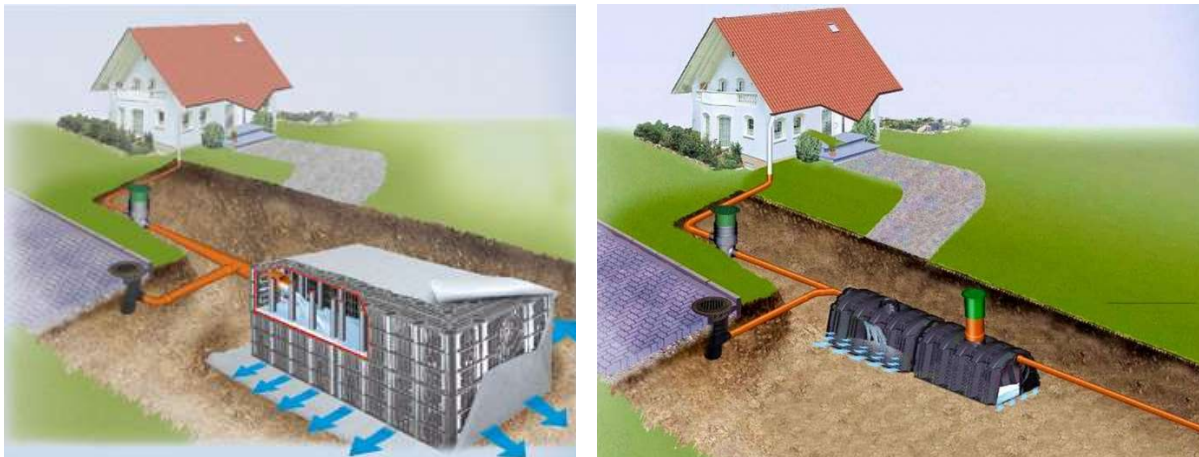
Vsakovací studna je obdobou drenážního podmoku. Může být použita jen tam, kde je hluboko uložená hladina podzemní vody. Výhoda tohoto zařízení je, že nezabírá tolik místa, což ovšem znamená, že má malou vsakovací plochu. Nelze použít samostatně. Je potřeba před studnu umístit retenční objekt. Zároveň musí být studna umístěna tam, kde jsou dobré vsakovací podmínky ve velkých hloubkách pod terénem. [12]



Obrázek 11 – Schéma vsakovací studny

### Vsakovací bloky/tunely

Jedná se o systém bloků, který se pomocí spojek dá skládat horizontálně i vertikálně do různých tvarů a velikostí z pravidla bez použití těžké techniky. Bloky zajišťují akumulaci a následný vsak dešťové vody do podloží. Mezi jejich výhody patří možnost revize a čištění. Mohou být buď tunelového tvaru nebo tvaru hranatých bloků. [18]



Obrázek 12 – Schématické napojení vsakovacích bloků (nalevo) a tunelů (napravo)

### Retenční nádrže, umělé mokřady

Retenční nádrže mohou být povrchové či podzemní s různě řešeným způsobem plnění a prázdnění. Běžnější bývají nádrže povrchové, které jsou sice náročnější na plochu, ale plní i estetickou funkci a podporují výpar vody do atmosféry. Nezbytnou součástí nádrže je bezpečnostní přeliv, který je zaústěn do vsakovacího zařízení nebo do jednotné kanalizace. Uměle vytvořené mokřady kombinují mělkou nádrž s vodními rostlinami za účelem biologického čištění povrchového odtoku. [12]

#### 4.2.6.4 Filtry

Každá dešťová voda musí být před dalším zpracováním zbavena hrubých nečistot, které by mohly zapříčinit problémy a ucpávat následující zařízení. K tomuto účelu se před např. vsakovací zařízení nebo za okapový svod umisťují filtrační jednotky.

#### Okapové filtrační jednotky

Jedná se o filtrační podokapový hrnec nebo svodový okapový filtr. Podokapový hrnec je určen k filtraci jednoho svodu. Filtr se ukládá do betonu nebo šterku a filtraci zajišťuje síto s cca 5cm vrstvou kameniva pro zachycení nečistot. Svodný okapový filtr se umisťuje přímo na okapový svod. Je určen jen na hrubé nečistoty, listí, klacíky, plody ovoce, apod. Jemné částice se zachytí jen z části. Filtry jsou samočisticí. Nepotřebují kontrolu ani údržbu. Nečistoty jsou odplavovány do kanalizace. [19]



Obrázek 13, 14 - Svodný okapový filtr (nalevo), podokapový hrnec (napravo)

### Košíčkové filtry

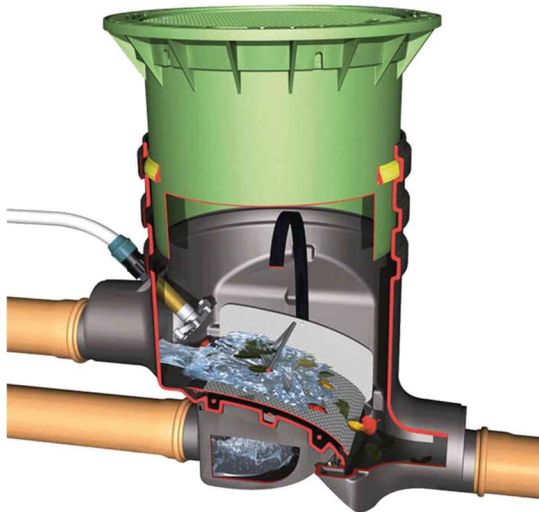
Košíčkové filtry jsou vhodné pro všechny druhy využití. Výtěžnost přefiltrované vody je 100%. Na rozdíl od samočisticích filtrů proteče všechna voda skrz filtr do nádrže. Nevýhodou je potřeba údržby, čištění filtru od naplavených nečistot. Košíček filtru lze umístit samostatně před nádrž nebo v některých případech bývá součástí nádrže.[19]



Obrázek 15 – Košíkový filtr

### Samočisticí filtrační jednotka

Bývá často součástí jímky. Pokud je přepad napojen na veřejnou kanalizaci, je možné využít samočisticího filtru. Filtr má tři otvory, nátok nad úrovní síta a dva při dně - jeden pro odtok vyčištěné vody z nádrže, druhý pro odtok nečistot a zbytkové vody do kanalizace. Výtěžnost přefiltrované vody je cca 90 – 95% podle typu filtrační vložky.[19]



Obrázek 16 – Samočisticí filtrační jednotka

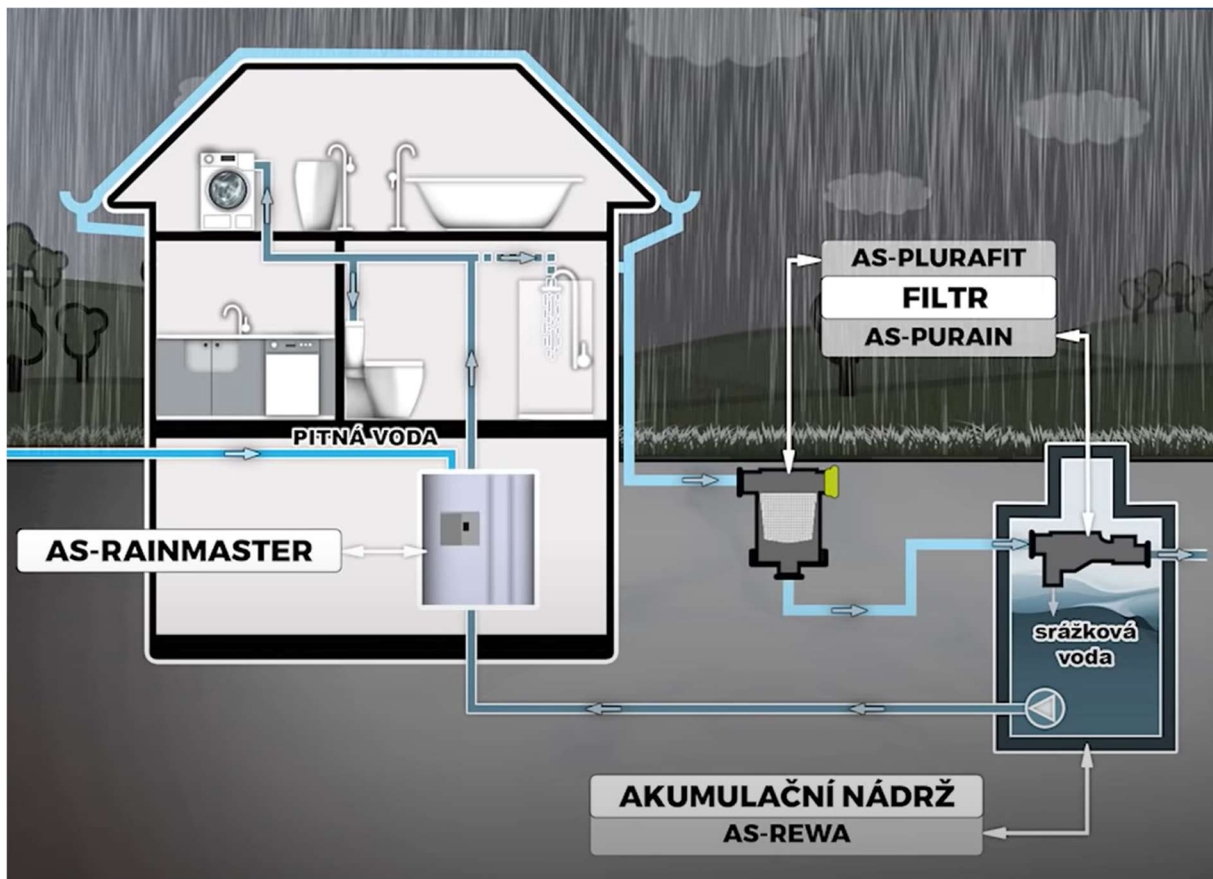
## 5 Využití odpadních vod

### 5.1 Využití dešťové vody

#### 5.1.1 Příklad využití dešťové vody uvnitř objektu

Dešťová voda ze střešní plochy je zachycena okapovými svody a sběrným potrubím a přes filtr vedena do akumulací nádrže. V případě, že by došlo k přeplnění, jsou nádrže konstruovány tak, aby voda měla kam odtéct. Přepadem přes zpětnou klapku do jednotné kanalizace, případně do zasakovacího zařízení. Odběr vody z nádrže je zajištěn sací soupravou, která si bere jen čistou vodu z horní třetiny výšky vody v nádrži. Systém je doplněn o zařízení pro rozvod vody, které v případě sucha doplňuje odběr vodou z vodovodního řadu.

Přečištěná voda je přivedena k zařizovacím předmětům. Vodu lze využít především na splachování toalet, jako vodu na úklid, ale i na praní prádla. Dešťová voda bývá měkčí než voda z vodovodního řadu, proto je vhodná právě na praní prádla. Nevýhodou může být, že v akumulované vodě bude více zárodků mikroorganismů. Voda v akumulací nádrži by neměla zůstat déle než 21 dní, poté hrozí větší riziko znečištění. V současné době se vyrábějí automatické pračky speciálně na praní prádla dešťovou vodou. Mají dva přívody, jeden na pitnou a jeden na dešťovou vodu. V procesu praní se využívá dešťové vody a v posledním cyklu se použije voda pitná. [20], [12], [21]



Obrázek 17 – Rozvod dešťové vody v objektu

### Nádrž

Optimální velikost nádrže vychází z předpokládané spotřeby a plochy, ze které se dešťová voda odebírá. Pro představu, pro rodinný dům je velikost nádrže zhruba 3–5 m<sup>3</sup>. Nádrž může být umístěna jak vně, tak uvnitř budovy. Doporučuje se nádrž umístit ven z důvodu zabezpečení stálé teploty vody a úspory místa. Podle umístění lze zvolit nádrž z vhodného materiálu, betonová, plastová, plastová dvouplášťová, atd. V případě, že se nádrž nachází v zemině, je potřeba počítat, zda na její zdi působí pouze tlak zeminy a v jaké výšce je hladina podzemní vody. [21]

### Filtrační zařízení

Filtr se umísťuje před nádrž do terénu nebo přímo do nádrže v případě, že má voda kam odtékat. (více o filtrech viz předešlá kapitola 4.2.8.2 Filtry) [21]

### Zařízení na rozvod vody v objektu

Zařízení, které zajišťuje, že se přečištěná voda dostane zpátky do objektu. Zároveň je zajištěno doplňování pitnou vodou z vodovodního řadu v případě suššího období, kdy v nádrži není dostatek vody dešťové. Rozvodné zařízení umísťujeme do sklepa, garáže nebo technické místnosti. [21]

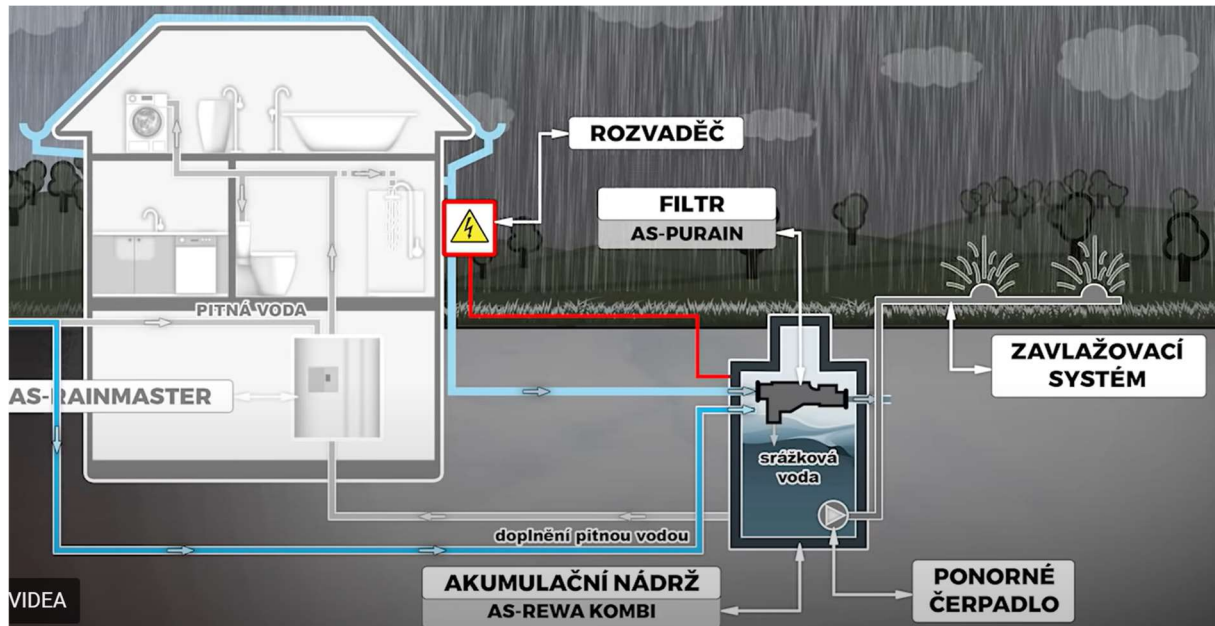
### Čerpadlo a zařízení pro doplnění pitnou vodou

Čerpadlo dopravuje vodu z akumulární nádrže do rozvodů a do spotřebičů pro dešťovou vodu, toalet, pisoárů, praček. Obvykle se používají samonasávací nebo ponorná čerpadla umístěná v suterénu, v samostatné šachtě nebo v zásobníku dešťové vody. K čerpadlu

patří spínací zařízení a plovákové snímače, které v případě potřeby zapínají a vypínají chod čerpadla. [21]

### 5.1.2 Příklad využití dešťové vody mimo objekt

Dešťová voda ze střešní plochy je zachycena okapovými svody a sběrným potrubím přes filtr vedena do akumulární nádrže. Je použita pouze na závlahu s vyšším tlakem v rozvodu. Rozdíl od metody využití vody v objektu je, že všechny součásti, filtr, ponorné čerpadlo a zařízení na doplnění pitnou vodou, jsou zabudovány v nádrži. Zařízení musí být napojeno na rozvaděč, který umísťujeme blízko nádrže. Tato metoda se používá pro rozvod vody pro zavlažovací systém nebo postřik venkovní hadicí. [21]

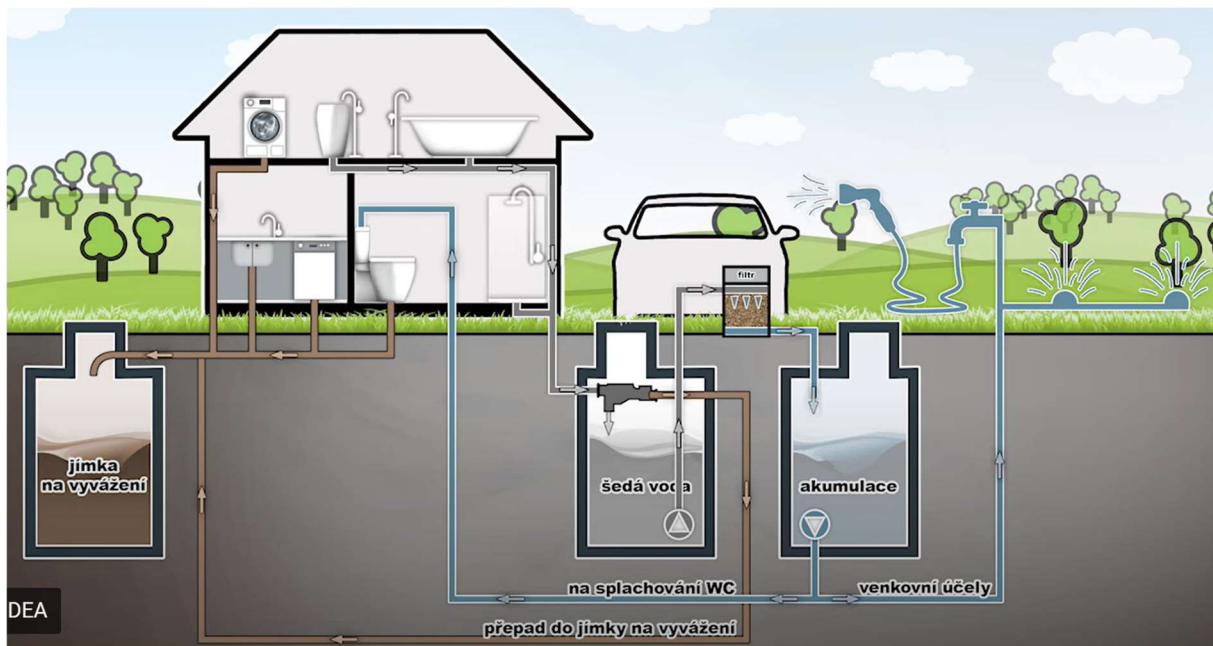


Obrázek 18 – Rozvod dešťové vody mimo objekt – zavlažovací systém

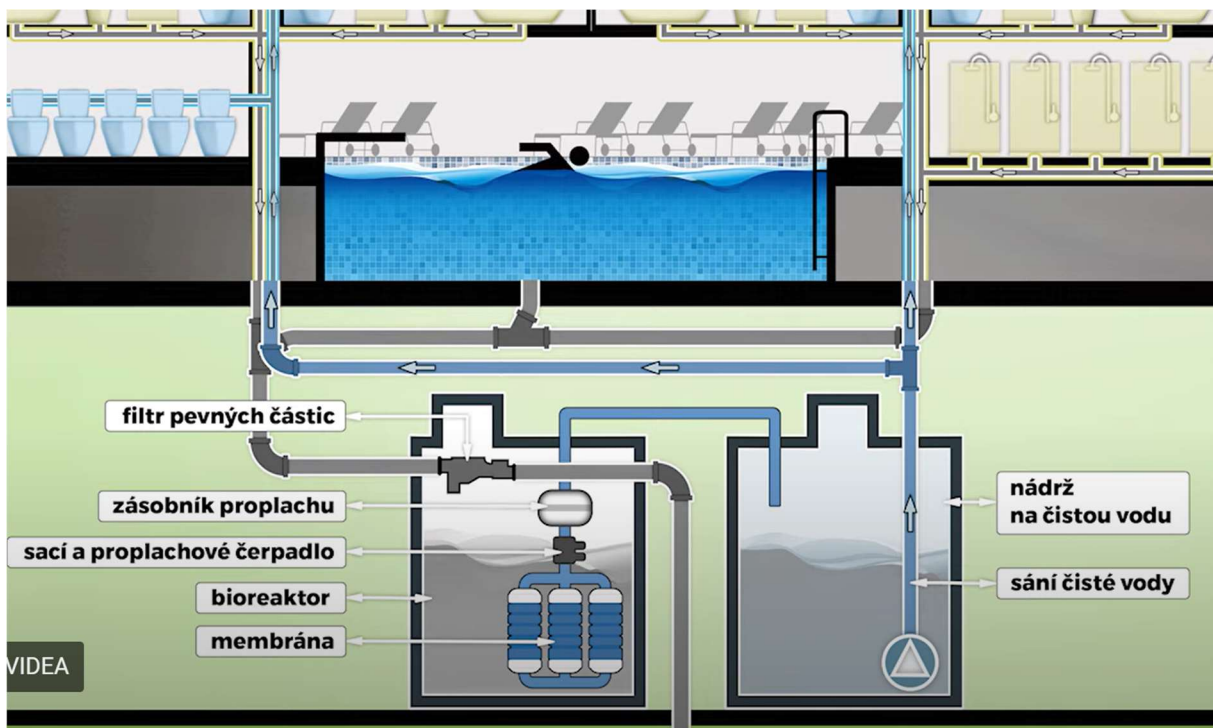
## 5.2 Využití šedé vody

### 5.2.1 Příklad využití šedé vody uvnitř a vně objektu

Nejprve je potřeba separovat zvláště vody neobsahující odpadní látky z lidského organismu. Voda z van, sprch, umyvadel (tzn. voda šedá) je svedena samostatným potrubím do nádrže, kde je na jejím vstupu nejprve přečištěna mechanicky a následně se v nádrži filtruje a biologicky čistí. Dále se přečištěná voda akumuluje v další nádrži. Nádrže mohou být umístěny jak uvnitř, tak venku v zemině. Z důvodu udržení stálé teploty vody se doporučuje umístit akumulární nádrž spíše do zemině. Přečištěná voda je následně čerpadlem vyhnána do rozvodného potrubí a k zařizovacím předmětům. Tato metoda je vhodná jak pro menší objekty, tak i pro větší, jako jsou hotely nebo penziony. Je potřeba, aby vznikalo dostatečné množství šedé vody. Kanalizace šedých vod by měla být odvětrána. [22]



Obrázek 19 – Rozvod šedé vody v objektu u menších staveb



Obrázek 20 – Rozvod šedé vody v objektu u větších staveb

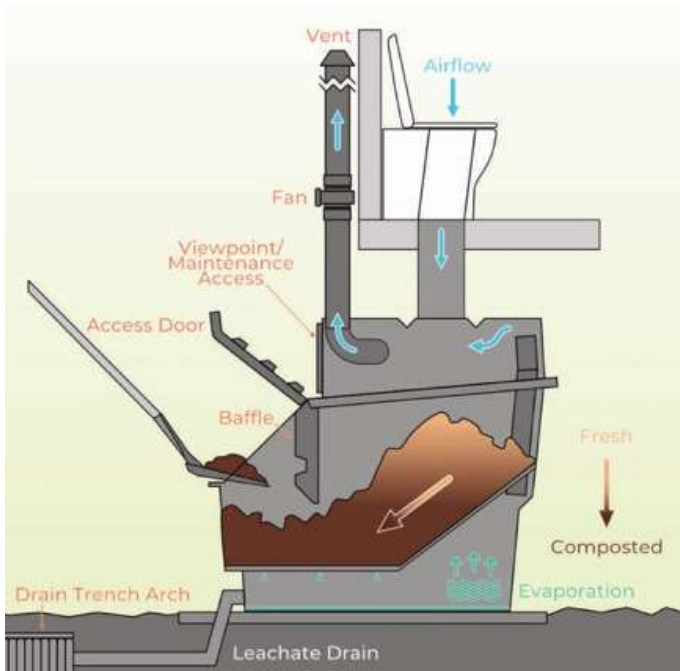
### 5.3 Využití hnědé a žluté vody

V současné době je možné využívat i černé vody, jejich využití je však v praxi méně časté než u vod šedých. Důvodem, proč chceme využívat černé vody, je jejich vysoký obsah živin a energie. Hnědé vody se dají shromažďovat na místě, sušit, a pak využít jako hnojivo. Moč obsahuje 80 % dusíku a 11 % fosforu a je tedy taktéž vhodná na výrobu hnojiva. Metod, jak lze černých vod využít je více, například se může jednat o speciální kompostovací toalety nebo systém, který oddělí žluté vody už u zdroje a dále je jímá v nádrži a dále zpracovává. Využití žluté vody je vhodné například u motorestů.



### 5.3.1 Metoda kompostovací toalety

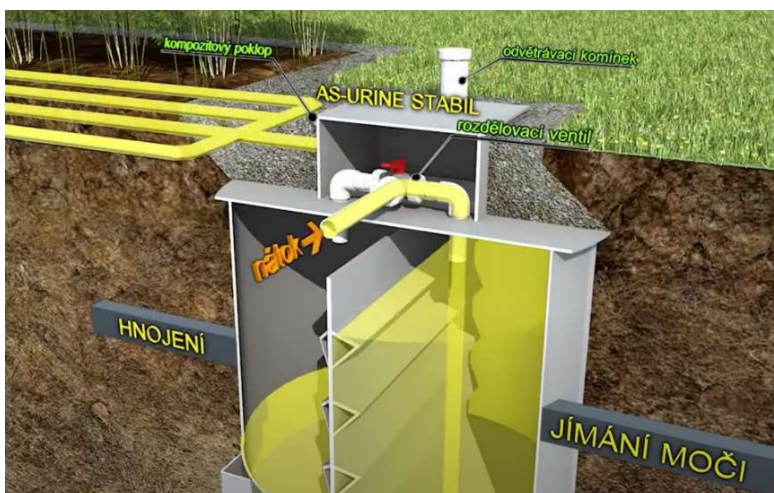
Asi nejnámějším příkladem tohoto typu je toaleta Clivus-Multrum. Funguje na principu síta, které oddělí tekuté a pevné látky. Tekutiny (moč, voda) protečou do nejspodnější komory, kde jsou skladovány a následně odváděny. V horním prostoru dochází za pomoci tepla a přiváděného vzduchu k procesům kompostování. Výsledný produkt je dobře zkompostovaný odpad, který je hygienicky nezávadný a nezapáchá. Jelikož tento typ WC je suchý, nepotřebuje k provozu elektřinu ani téměř žádnou vodu.[23]



Obrázek 21 – kompostovací toaleta Clivus - Multrum

### 5.3.2 Metoda využití žluté vody na závlahu

Žluté vody jsou již u zařizovacího předmětu odděleny od vod šedých a hnědých. Jsou svedeny do jímky. Nádrž je buď čistě akumuláčního charakteru. Sbírá moč a ta je následně odvezena pryč, nebo se může jednat o nádrž s více komorami, kde probíhá hygienizace. Výsledek hygienizace moči je voda, kterou je možné rozvést na pozemek jako zdroj zavlažování (hnojení), nebo voda, ze které lze vyrobit hnojivo. Nádrže musí být odvětrány a opatřeny speciálním filtrem na eliminaci zápachu amoniaku. [24]



Obrázek 22 – Nádrž na žlutou vodu s rozvedem na zavlažování

## 5.4 Využití energie z odpadních vod

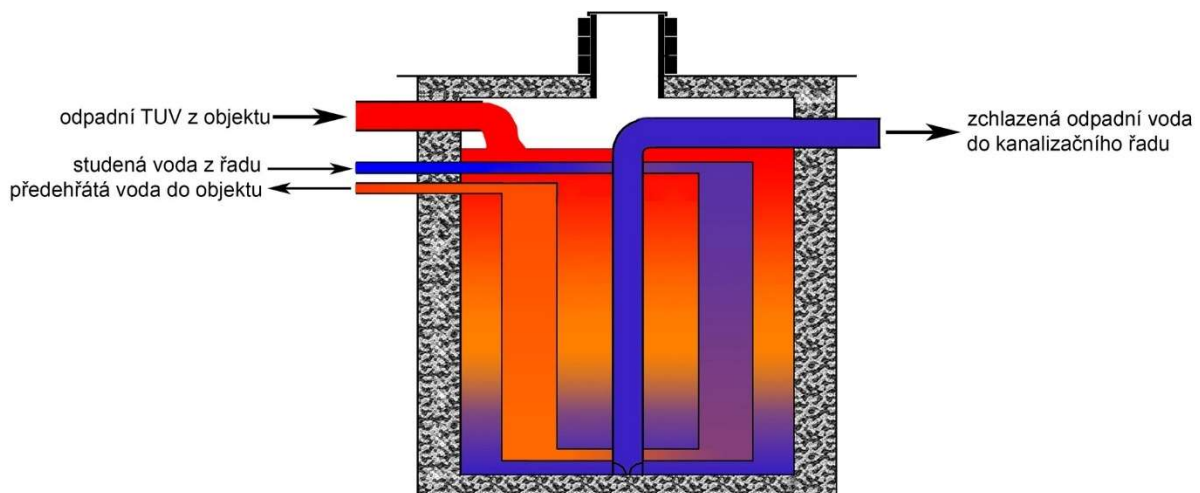
Zhruba 30 až 40 % celkové energetické náročnosti domácnosti odtéká do kanalizace v podobě odpadní teplé vody. Možnost využití tepla z odpadních vod se tedy jeví jako lepší alternativa, než s ním takto plýtvat. Vypouštěné vody lze použít k předehřevu přiváděné vody nebo jako zdroj pro primární okruh tepelného čerpadla.

V rekuperačním výměníku dojde k předání tepla z teplejší odpadní vody do studené protékající pitné vody. Předehřátá pitná voda vstupující do objektu je přivedena do zásobníku teplé vody, kde se doohřeje, nebo i k ostatním spotřebičům s vlastním ohřevem vody, například k pračce nebo myčce nádobí. Tyto spotřebiče poté ohřejí vodu na požadovanou teplotu mnohem rychleji a s menší spotřebou energie. K dispozici máme buď lokální, nebo centrální rekuperační systém.[5]

Čím větší je spotřeba teplé vody, tím jsou větší energetické zisky. Nejlepší využití je tedy u objektů s předpokládaným větší počtem ekvivalentních obyvatel. Tedy například aquaparky, lázně, wellness zařízení, nemocnice, penziony, hotely atd. [25]

### 5.4.1 Příklad centrálního rekuperačního výměníku

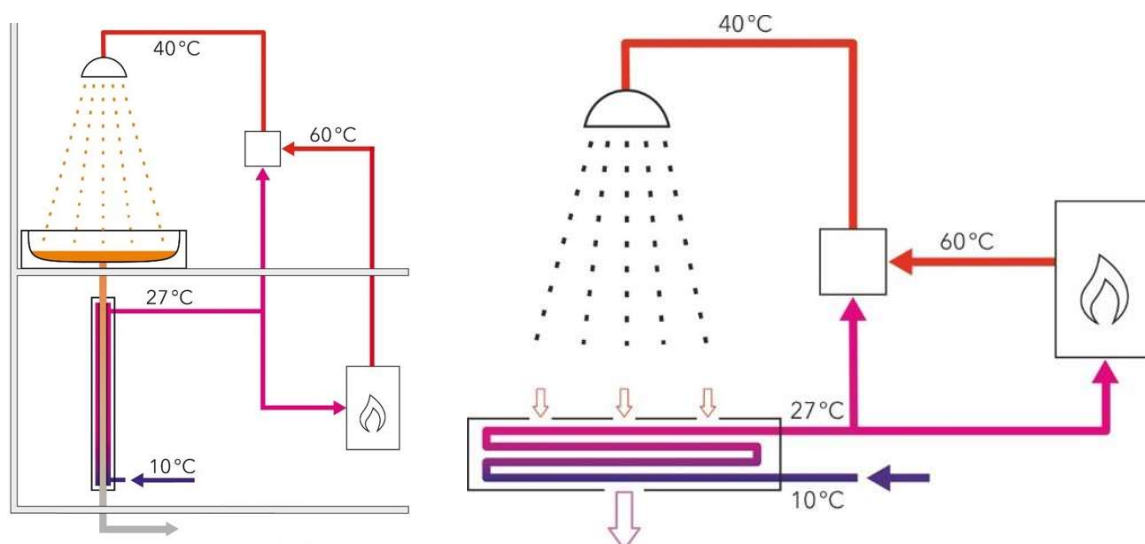
Centrální systémy jsou vhodné pro objekty s větším množstvím vyprodukované odpadní vody. Rekuperační výměník je osazen jako součást odpadního systému, do kterého jsou svedeny šedé vody, kde slouží jako zdroj tepla pro primární okruh tepelného čerpadla. Výměník se může nacházet jak vně, tak uvnitř budovy. [5], [25]



Obrázek 23 – Centrální rekuperační výměník

### 5.4.2 Příklad lokálního rekuperačního výměníku

Lokální zařízení je vhodnější pro menší objekty, např. rodinný dům. Jeho výhodou je beznákladový provoz, který nepotřebuje čerpadlo. Jedná se o systém z dvouplášťových trubek, ve kterých ve středu protéká teplá odpadní voda a ohřívá přiváděnou studenou vodu, která protéká vnější trubkou. Lokální systém umísťujeme blízko zařizovacího předmětu, kde chceme teplou vodu. Existují dva systémy, a to vodorovný a svislý. Svislé systémy mají větší účinnost, ale jsou méně vhodné pro rekonstrukce. Výměník musí být zabudován svisle a umístěn přímo pod sprchou, zasahuje tak o patro níž, což by mohlo vést ke konstrukčním problémům. [5],[25]



Obrázek 24 – Lokální rekuperační výměník – svislý (vlevo), vodorovný (vpravo)

## 6 Aplikace v administrativní budově

Administrativní budovy jsou specifické svým odběrem vody, jeho intenzitou a skladbou zařizovacích předmětů. V současné době jsou administrativní budovy stavěny tak, aby nabízely co největší otevřený prostor a koupelny a toalety bývají soustředovány do center budov. Obecně lze říci, že nejvyšším počtem zařizovacích předmětů jsou WC, poté umyvadla, dále dřezy v kuchyňkách, popřípadě je někde malé množství sprch a van. I zde však lze přemýšlet o využívání šedých odpadních vod, jen je dopředu zapotřebí zvážit efektivitu investování do jejich zpětného využití na základě odběru vody z umyvadel a dřezů.

Některé zdroje uvádějí, že při využití šedých vod bude využití pitné vody sníženo až o jednu čtvrtinu. Jako dobrá alternativa se nabízí systém, který kombinuje zpětné využití šedých vod a vod dešťových. Primárně je zpětně využívána voda šedá a v případě nedostatků, které zákonitě vznikají, je voda doplňována z nádrže na dešťovou vodu

Možnosti využití šedé a dešťové vody v administrativní budově jsou:

- voda na splachování WC a pisoárů
- voda na mytí podlahy
- zavlažování zelených ploch
- doplňování chladicích okruhů pro vzduchotechniku
- voda do požárních nádrží

### 6.1 Popis řešené budovy

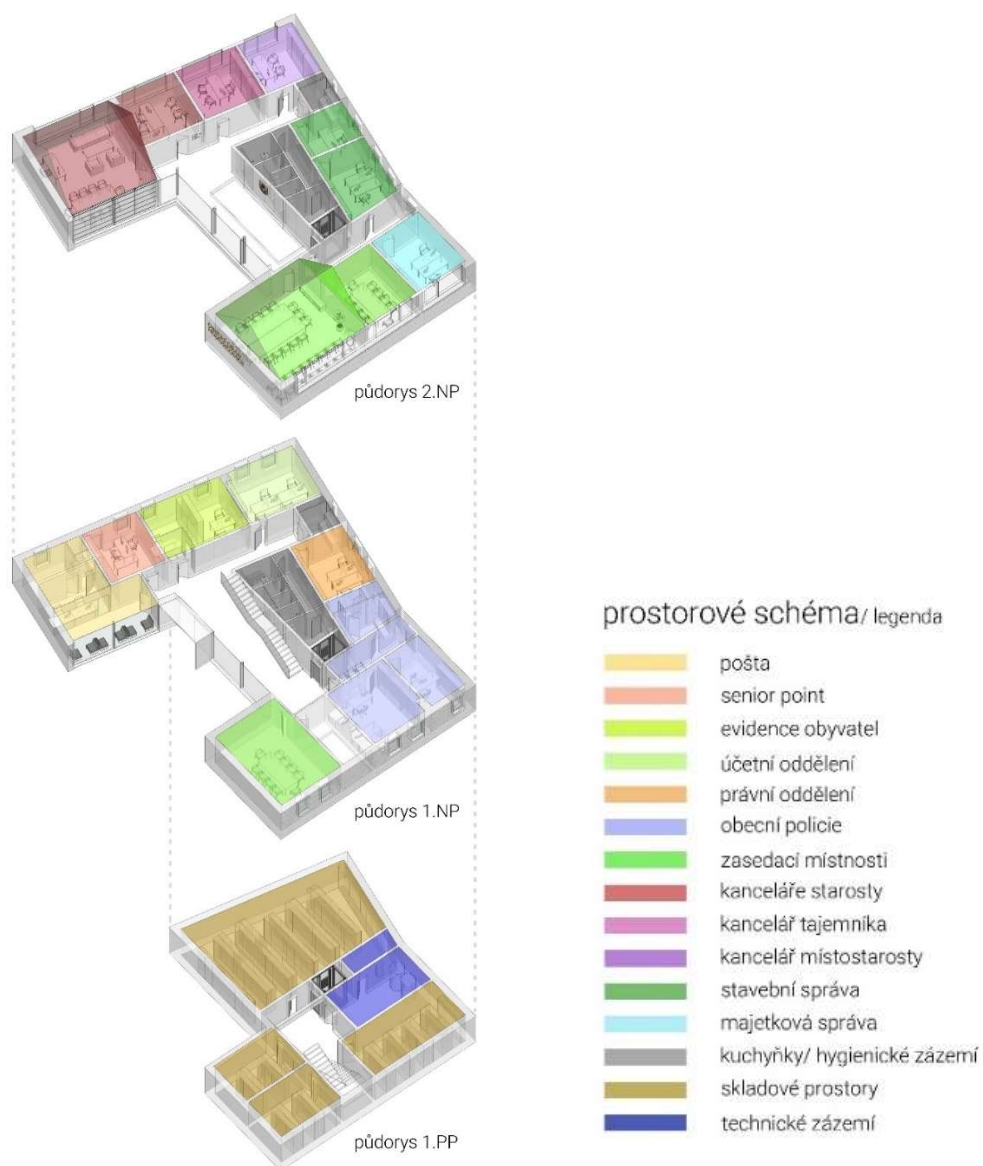
<b>Objekt:</b>	Nové sídlo obecního úřadu Hovorčovice	
<b>Typ:</b>	Administrativní budova	
<b>Lokalita:</b>	Praha – východ, Hovorčovice	
<b>Počet poschodí:</b>	2 nadzemní a 1 podzemní podlaží	
<b>Počet osob:</b>	25	počet pracovníků
	50	počet návštěvníků (denní odhad)

## Počet zařizovacích předmětů:

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚT	počet (n)
umyvadlo	9
dřez	2
výlevka	2
wc	9
sprchový kout	1

Tabulka 2 – Zařizovací předměty a jejich počet

Jedná se o administrativní budovu se dvěma nadzemními podlažími. V 1.PP se nachází úložné a skladovací prostory společně s technickým zázemím a IT serverem. Podsklepená část objektu má nepravidelný půdorys tvaru L o rozměrech 16,7 m x 18 m. V nadzemních podlažích se nacházejí kanceláře a zasedací místnosti s hygienickým zázemím vždy uprostřed podlaží. Celkové půdorysné rozměry nadzemní části objektu jsou 27,35 m x 21,75 m.



Obrázek 25 – Schéma řešeného objektu

## 6.2 Popis vybrané metody

Hlavním cílem je co nejvíce šetřit s pitnou vodou a pokusit se, pokud je to možné, se ji co nejméně zbavovat. Hlavní myšlenkou je tedy zajistit oddělení černých a šedých vod. Pomocí vhodně zvolené domovní čističky odpadních vod je třeba šedé vody přefiltrovat a odděleným, správně označeným, vodovodním potrubím rozvést po domě k příslušným zařizovacím předmětům.

Výpočtem bylo stanoveno, že šedých vod vzniká nedostatek, a to zhruba o polovinu méně (266 l/den), než je potřeba užitkové vody. Je tedy potřeba užitkovou vodu něčím doplňovat. Zvolila jsem variantu doplňování dešťovou vodou, jinak by musela být doplněna pitnou z vodovodního řadu a potom by systém ztrácel na smysluplnosti. Objekt se nachází východně od hlavního města Prahy. Roční úhrn srážek pro tuto oblast je 590 mm/rok. Roční zisk srážkových vod byl stanoven na 326,01 m<sup>3</sup>/rok.

Výpočet denní produkce a potřeby šedé vody byl stanoven pomocí excelové tabulky Stanovení produkce šedé a provozní vody, ASIO, spol. s. r. o.:

Druh budovy	Vybavení	Produkce šedé vody		Výpočet	
		Měrná jednotka	Produkce šedé vody na měrnou jednotku a den $q_{\text{prod}}$ (l/den)	Počet měrných jednotek $n_{\text{mj}}$	Celkem (l/den)
Administrativní budova	Umyvadla	osoba	12	25	300
	Čajové kuchyňky	osoba	5	10	50
	Sprchy <sup>2)</sup>	osoba	2	4	8
<b>celková denní produkce šedé vody [l/den]</b>					<b>358</b>

Tabulka 3 – Výpočet celkové denní produkce šedé vody

činnost	objem (l)	počet spláchnutí za den na osobu	počet pracovníků	celkem [l/den]
velké spláchnutí	6	2	25	300
malé spláchnutí	3	4	25	300
úklid (výlevka)	12	1	2	24
<b>celková denní potřeba šedé vody na splach. a úklid [l/den]</b>				<b>624</b>

Tabulka 4 – Potřebné denní množství užitkové vody na splachování toalet a na úklid administrativní budovy

Odpadní voda z umyvadel, dřezů a sprchy je svedena odpadním potrubím do DČOV umístěné v suterénu v technické místnosti. Navrženou domovní čističkou odpadních vod je AS-GW/AQALOOP 18 s akumulací nádrží od společnosti ASIO spol, s.r.o. Nejprve je voda mechanicky předčištěna pomocí samočisticího filtračního zařízení. Filtr je napojen na splaškovou kanalizaci a hrubé nečistoty jsou odvedeny do jednotné veřejné kanalizační sítě. Dále je filtrační zařízení opatřeno zpětnou klapkou. V DČOV probíhá biologické čištění

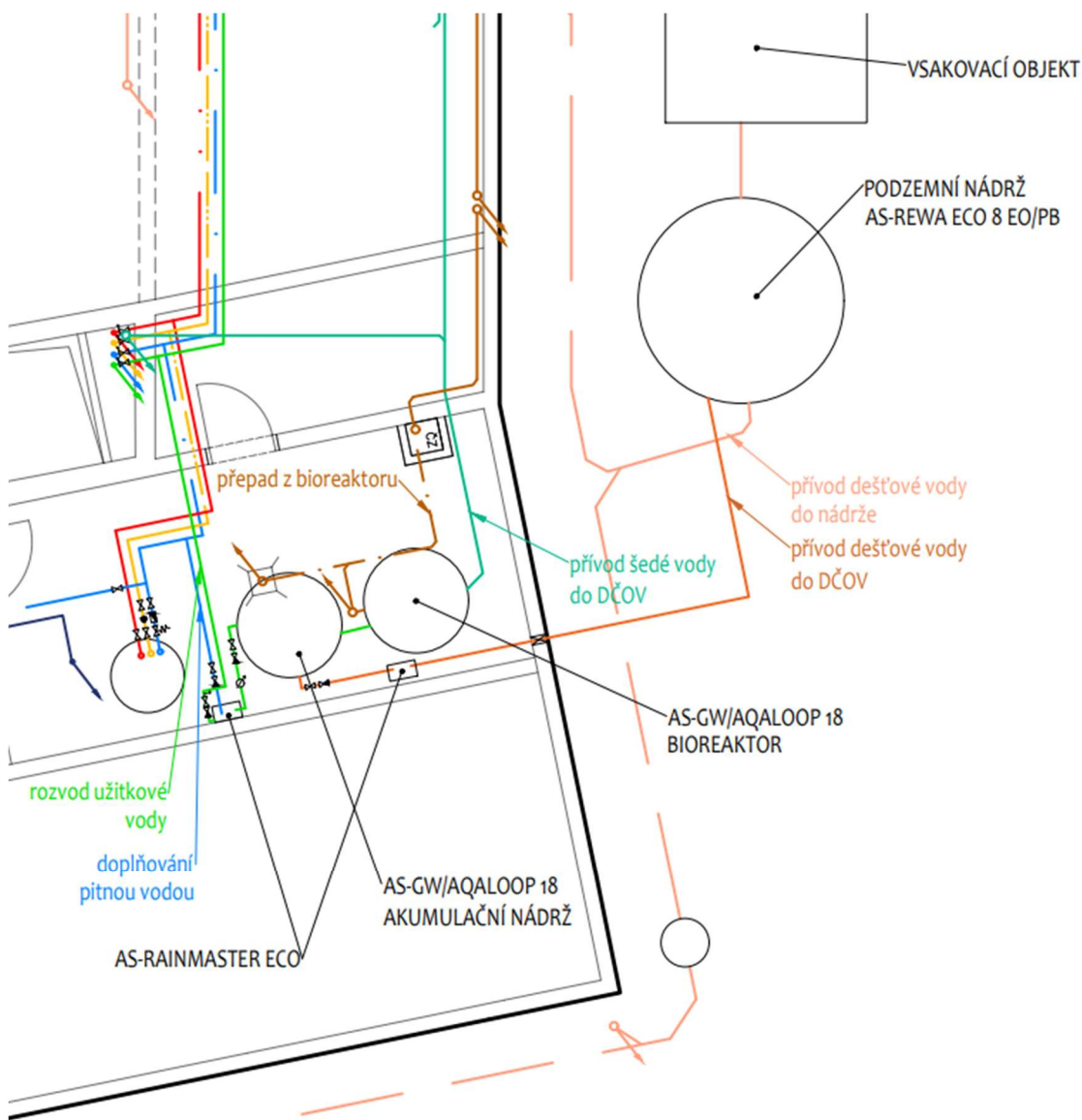
pomocí membránového bioreaktoru. Výsledný produkt je kvalitní vyčištěná voda zbavená kalu, zápachu a bakterií. Takto zpracovaná voda se z bioreaktoru přečerpá do akumulční nádrže.

Provoz celé čistírny řídí řídicí systém plně automaticky. Pomocí čerpadla vytlačuje vyčištěnou vodu do potrubního rozvodu a k zařizovacím předmětům. V případě, že v akumulční nádrži není dostatek vody, je do nádrže přečerpána dešťová voda z venkovního zásobníku (AS-REWA ECO 8 EO/PB). Stav hladin v nádržích snímají plováková čidla. V obdobích sucha, kdy není možné využít srážkovou vodu, je provozní voda doplňována v řídicí jednotce AS-RAINMASTER ECO vodou z vodovodního řádu.

Černá voda z toalet je svedena odpadním splaškovým potrubím do jednotné veřejné kanalizace.

Dešťová voda je sváděna ze střechy odpadním potrubím do nádrže AS-REWA ECO 8 EO/PB o objemu 8 m<sup>3</sup>. Nádrž je umístěna v zemině mimo objekt. [22], [14], [26]

Potrubí budou zaizolováno, aby se zabránilo srážení vlhkosti. Všechna odběrná místa budou označena nápisem "UŽITKOVÁ VODA". [26]



Obrázek 26 – Schéma vybrané metody

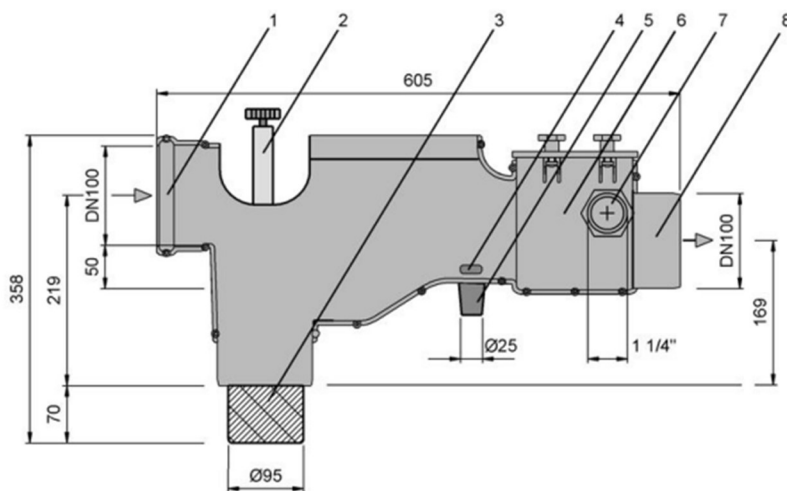
## 6.2.1 Podrobnější princip vybrané metody



Obrázek 27 - Schéma pro recyklaci šedých vod AS-GW/AQUALOOP

### 6.2.1.1 Předčištění šedých vod

Šedé vody natékají do nádrže přes předčišťující filtr, jak bylo řečeno výše. Filtr je umístěn uvnitř nádrže s bioreaktorem. Jeho funkce jsou zachytit hrubé nečistoty a zamezit zpětnému vtoku a vniknutí hlodavců, pomocí zpětné klapky. Při každém přeplnění jsou sedimenty z nádrže vyplaveny. [26]



Obrázek 28 – Schéma předčišťujícího zařízení: 1- Připojovací hrdlo/Přítok, 2- Držák vyjímatelného sítového filtru, 3 - Sítový filtr, 4 - Sběrač přetékající vody, 5 - Sací ventil s napojením na hadici, 6 - Zpětný ventil, 7 - Napojení čerpadla přebytečného kalu, 8 - Odtok/bezpečnostní odtok

### 6.2.1.2 Nátok šedé vody do nádrže

Z filtru je voda vedena potrubím, které ústí u dna nádrže, aby došlo ke zklidnění přiváděné kapaliny. [26]



Obrázek 29 – Zklidnění proudu nátokové vody

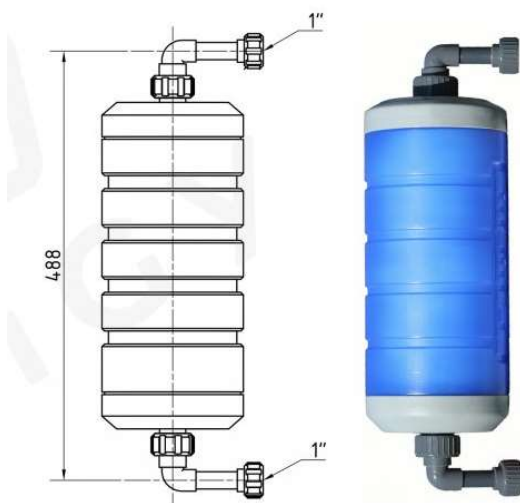
### 6.2.1.3 Biologické čištění

Po hrubé filtraci voda natéká do membránového bioreaktoru. Kontinuální biodegradace probíhá v provzdušněném fluidním loži pomocí bakterií. Po několika týdnech od zahájení provozu se bakterie usazují na nosiči biomasy se specificky velkým povrchem. Průtok vzduchu z dmychadla prochází přes membránovou jednotku a zajišťuje optimální zásobování kyslíkem. Odumřelé biomasy jsou vysávány automatickým odtahem kalu přes mechanické předčištění. [26]

### 6.2.1.4 Membránová stanice

Membránová stanice je umístěna vertikálně v biologickém reaktoru a je k ní připojena hadice na odtah permeátu, vyčištěné provozní vody. Rovnoměrný odtah vyčištěné vody čerpadlem do nádrže vyčištěné provozní vody zaručuje symetrické rozmístění patron. Membrány jsou automaticky čištěny, ze zásobní nádrže proplachové vody umístěné nad čerpadlem. Kromě čištění zpětným proplachem, je membrána pravidelně oplachována vzduchem, aby se uvolnily vlákna z vkladů. Za tímto účelem je membrána napojena na zdroj tlakového vzduchu, dmychadlo.

Patrona obsahuje dutá organická porézní vlákna s mikropóry (průměr vláken menší než 1 mm). Vlákna jsou uložena v kazetě a tím ochráněny před mechanickým poškozením. Základním principem čištění je filtrace. Membránová technologie je schopná z vody odfiltrovat viry a bakterie. Membrány jsou doplněny o speciální přísady, které zabraňují růstu mikroorganismů. Životnost modulu je 10 let. [26]

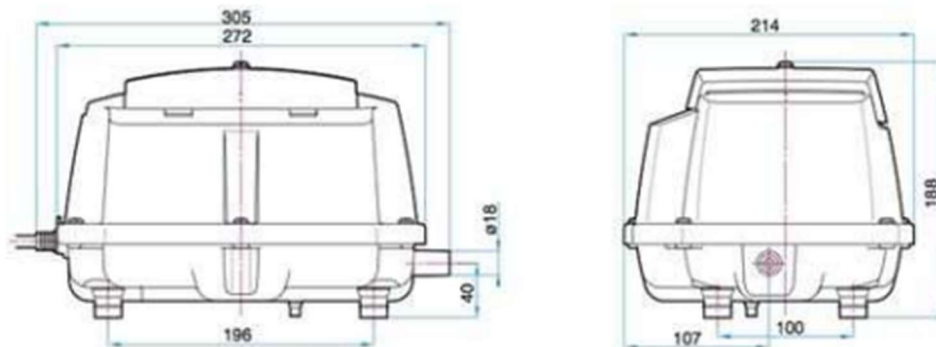


Obrázek 10 – Membránová patrona



### 6.2.1.5 Dmychadlo

Dmychadlo dodává potřebný kyslík do bioreaktoru a zároveň je veden pod membránovou stanicí, kde průchodem kolem membrán čistí membrány od usazenin. Každá patrona spotřebuje asi 30l vzduchu za minutu. [26]



Obrázek 31 - Dmychadlo

### 6.2.1.6 Plovákový spínač

V nádrži na provozní vodu umístím dva spínače s plováky, které slouží k hlídání hladiny vody v nádrži a také k vyslání signálu k přijímacímu řídicímu zařízení. Řídicí zařízení nám hlásí naplnění nebo nenaplnění nádrže. Pokud je nádrž plná nebo prázdná, dojde k sepnutí plováku a vyslání signálu řídicí jednotce. [26]



Obrázek 32 – Plovákový spínač

### 6.2.1.7 Doplnňovací jednotky

Jsou navrženy dvě doplňovací jednotky AS – RAINMASTER ECO. První doplňuje dešťovou vodu do akumulární nádrže užitkové vody v případě, že je jí nedostatek. Druhá doplňuje pitnou vodu do rozvodu užitkové vody v případě, že není dostatek přečištěné nebo dešťové vody v akumulární nádrži.

Samonasávací membránové čerpadlo si přivádí přečištěnou užitkovou vodu z nádrže k právě používaným spotřebičům. Je-li v akumulární nádrži nedostatek přečištěné užitkové a dešťové vody - automaticky se přepne elektrický třicestný kulovitý ventil na režim zásobování pitnou vodou. Sací potrubí z akumulární nádrže je pak uzavřeno a voda pro použití je odebírána ze zásobní nádržky, umístěné přímo v automatické jednotce RM. Zásobní nádržka je doplňována pitnou vodou přes plovoucí ventil. Pokud se akumulární nádrž opět naplní užitkovou nebo dešťovou vodou, dojde k přepnutí třicestného kulového ventilu na standardní režim doplňování užitkovou vodou.

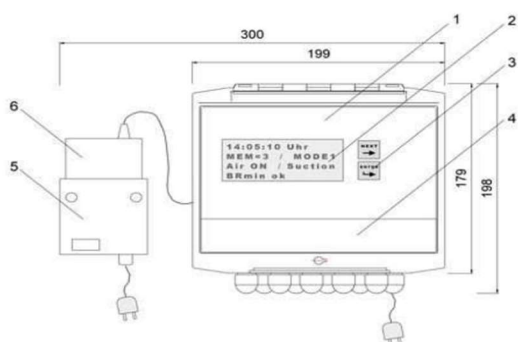
Druhá doplňovací jednotka již funguje pouze jako dvoucestný kulový ventil. Je-li v akumulární nádrži nedostatek užitkové vody, jednotka automaticky dopouští dešťovou vodu přivedenou z akumulární nádrže dešťové vody. [26], [28]



Obrázek 33 – Doplnovací jednotka

### 6.2.1.8 Řídicí jednotka

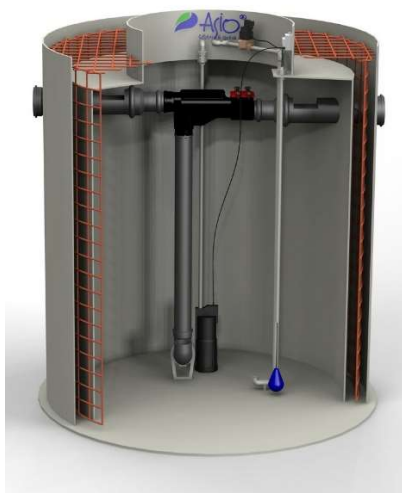
Systém je plně automatizovaný a řídí jednotlivé stanice. Je propojen s doplňovací jednotkou, dále je napojen na dmychadla a ovládá množství přiváděného vzduchu. Také je napojen na plovákové spínače v nádrži pro provozní vodu a ovládá také čerpadla v membránové jednotce pro sání a proplach. [26], [28]



Obrázek 32 – Řídicí jednotka: 1 - skříň, 2 - LCD - display, 3 - Tlačítka řízení, 4 - Montážní sada, 5 - Redukce, 6 - Zdroj

### 6.2.1.9 Nádrž na dešťovou vodu

Je navržena nádrže AS-REWA ECO 8 EO/PB s objemem 8 m<sup>3</sup>. Nádrž je vybavena plovoucím sacím filtrem na odběr vody, hladinovým snímačem a přepadem. Přebytečná voda z přepadu je odvedena do vsakovacího zařízení. Nádrž je napojena na doplňovací jednotku. [27]



Obrázek 35 - Nádrž AS-REWA ECO 8 EO/PB

## 7 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout zdravotně technickou instalaci a zpětné využití odpadních vod pro daný objekt. V první části jsem provedla rešerši možností nakládání s odpadními vodami. Potom jsem jednotlivé metody popsala, včetně zpětného využití odpadních vod. Následně jsem vybrala vhodnou metodu pro daný objekt a podrobně ji rozepsala. V druhé části jsem se zabývala konkrétním projektem ZTI pro daný objekt. Zpracovala jsem výkresovou dokumentaci, všechny půdorysy vodovodního i kanalizačního potrubí. Dále jsem zpracovala řezy svodných a odpadních potrubí a situaci objektu. Dokumentace také obsahuje technickou zprávu ZTI a výpočty.

V průběhu práce jsem zjistila, že využitelnost systémů závisí na provozu objektu. U administrativního objektu není produkce šedé vody dostačující na její využití a je nutné provozní vodu doplňovat vodou jinou. Jako zdroj jsem se rozhodla využít vodu dešťovou, abych dosáhla co nejekologičtějšího způsobu využití vody a nedocházelo ke zbytečnému plýtvání vody pitné.

Návrh tak obsahuje rozdělení vnitřní kanalizace na kanalizaci černou a šedou, rozdělení vodovodu s užitkovou a pitnou vodou, návrh domovní čističky na přečištění šedých vod a akumulární nádrž na dešťovou vodu.

## 8 Literatura a zdroje

### 8.1 Použitá literatura

- [1] Voda. Wikipedie [online]. 2023 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Voda>
- [2] Pitná voda: Hygienu vody a pitná voda v legislativě ČR. Wikipedie [online]. 2023 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Pitn%C3%A1\\_voda](https://cs.wikipedia.org/wiki/Pitn%C3%A1_voda)
- [3] Člověk a voda: Spotřeba vody v domácnosti a jak jí snížit?. Počítáme s vodou [online]. 2023 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.pocitamesvodou.cz/spotreba-vody-v-domacnosti-a-jak-ji-snit/>
- [4] BERÁNKOVÁ, Martina. Odpadní voda – odpad nebo poklad?. *tzbinfo* [online]. 2017 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/16057-odpadni-voda-odpad-nebo-poklad>
- [5] Čištění šedých vod a možnost využití energie z nich. Asio, spol., s.r.o. [online]. 2012 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/news/cisteni-sedych-vod-a-moznost-vyuziti-energie-z-nich.137>
- [6] BIELA, Renata. Kvalita šedých vod a možnost jejich využití. *tzbinfo* [online]. 2011 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/8097-kvalita-sedych-vod-a-moznost-jejich-vyuziti>
- [7] ČSN 75 6780 Využití šedých a srážkových vod v budovách a na přilehlých pozemcích. Česká agentura pro standardizaci, 2021.
- [8] Technologie vody. AQUACON [online]. Copyright 2023 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.aquacon.cz/technologie-vody/#dezinfekce vody>
- [9] KRAUS, Michal. Odvod dešťové vody dle novely zákona. ZAKRA [online]. 2022 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://zakra.cz/blog/odvod-destove-vody-zakon/>
- [10] FROLÍK, Stanislav. ZDRAVOTNÍ TECHNIKA VNITŘNÍ KANALIZACE, OCHRANA PROTI VZDUTÉ VODĚ. Katedra technických zařízení budov K11125 [online]. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125tz01/prednasky/125tz01-03.pdf?dt=1646326248>
- [11] ČOV, septik nebo jímka – v čem je rozdíl? Kde je vhodně použít?. *Voda v dome.cz* [online]. Copyright 2023 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.vodavdome.cz/cov-septik-nebo-jimka-v-cem-je-rozdil-kde-je-vhodne-pouzit/>
- [12] STRÁNSKÝ, David a kolektiv. Srážkové vody a urbanizace krajiny. *Profesis.ckait.cz* [online]. 2022 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://profesis.ckait.cz/dokumenty-ckait/tp-1-20/tp-1-20-1/#2-1>
- [13] Zemní pískové filtry. GONAP [online]. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.gonap.cz/produkty/septiky-zemni-filtry/zemni-piskove-filtry/>
- [14] ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD AS-VARIOcomp 5-20: PROJEKČNÍ A INSTALAČNÍ PODKLADY. Asio spol., s.r.o. [online]. 2022 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: [https://www.asio.cz/download/\\_/materialy-variocomp-k/pip\\_as-variocomp\\_2022\\_03\\_09\\_cz.pdf](https://www.asio.cz/download/_/materialy-variocomp-k/pip_as-variocomp_2022_03_09_cz.pdf)
- [15] KOŘENOVÉ ČISTÍRNKY. Dekonta [online]. 2020 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: [https://www.dekonta.cz/files/uploads/Let%C3%A1ky/K%C4%8COV/KCOV\\_CZ\\_16.3.2020\\_FIN%C3%81L.pdf](https://www.dekonta.cz/files/uploads/Let%C3%A1ky/K%C4%8COV/KCOV_CZ_16.3.2020_FIN%C3%81L.pdf)
- [16] POLÁK, Petr. Kořenové čističky odpadních vod (KČOV). *Dekonta* [online]. 2011 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/7689-korenove-cisticky-odpadnich-vod-kcov>

- [17] POLÁK, Petr. Co je a jak funguje kořenová čistička. ZAKRA [online]. 2020 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/7689-korenove-cisticky-odpadnich-vod-kcov>
- [18] MEA Water Management s.r.o. Vsakování dešťových vod. Tzbinfo [online]. 2015 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/12262-vsakovani-destovych-vod>
- [19] Filtrace dešťové vody. Belis.cz [online]. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.belis.cz/44-detail-filtrace-destove-vody-filtrace-destove->
- [20] Mám zájem o praní v dešťové vodě. Potřebuji k tomu speciální pračku?. Počítáme s vodou [online]. ©2023 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.pocitamesvodou.cz/otazky-a-odpovedi/mam-zajem-o-prani-v-destove-vode-potrebuji-k-tomu-specialni-pracku/>
- [21] Využití srážkových vod pomocí výrobků firmy Asio spol., s.r.o. Asio spol., s.r.o. [online]. ©2023 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/destova-voda-v-dome>
- [22] Využití šedých vod pomocí výrobků firmy Asio spol., s.r.o. Asio spol., s.r.o. [online]. ©2023 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/sede-vody>
- [23] Clivus Multrum – The continuous composting process [online]. © 2021. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://clivusmultrum.com.au/blog/item/76-clivus-multrum-continuous-composting>
- [24] Obr.22ASIO, spol. s.r.o. – AS – URINE – program na využití žlutých vod [online]. © 2023. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/21.vyuziti-zlutych-vod-as-urine>
- [25] AKIRE s.r.o. Rekuperace tepla z odpadních kanalizačních vod zpět do rodinných domů a ostatních objektů. Tzbinfo [online]. 2018 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/priprava-teple-vody/17072-rekuperace-tepla-z-odpadnich-kanalizacnich-vod-zpet-do-rodinnych-domu-a-ostatnich-objektu>
- [26] AS-GW/AQUALOOP: PROJEKČNÍ A INSTALAČNÍ PODKLADY. Asio spol., s.r.o. [online]. ©2023 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: [https://www.asio.cz/download/\\_/materialy-as-gw-aqualoop/as-gw\\_aqualoop\\_pip.pdf](https://www.asio.cz/download/_/materialy-as-gw-aqualoop/as-gw_aqualoop_pip.pdf)
- [27] Nádrže na dešťovou vodu AS-REWA. Asio spol., s.r.o. [online]. © 2023 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/85.nadrze-na-destovou-vodu-as-rewa>
- [28] AS-RAINMASTER ECO: NÁVOD K INSTALACI A POUŽITÍ ZAŘÍZENÍ. Asio spol., s.r.o. [online]. 2016 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: [https://www.asio.cz/download/\\_/materialy-as-rainmaster/rainmaster-eco\\_2016\\_03\\_23.pdf](https://www.asio.cz/download/_/materialy-as-rainmaster/rainmaster-eco_2016_03_23.pdf)

## 8.2 Seznam obrázků:

- Obr.1** Počítáme s vodou – Spotřeba vody v domácnostech [online]. ©2023. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.pocitamesvodou.cz/spotreba-vody-v-domacnosti-a-jak-ji-snizit/>
- Obr.2** FROLÍK, Stanislav. ZDRAVOTNÍ TECHNIKA VNITŘNÍ KANALIZACE, OCHRANA PROTI VZDUTÉ VODĚ. Katedra technických zařízení budov K11125 [online]. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125tz01/prednasky/125tz01-03.pdf?dt=1646326248>

- Obr.3** FROLÍK, Stanislav. ZDRAVOTNÍ TECHNIKA VNITŘNÍ KANALIZACE, OCHRANA PROTI VZDUTÉ VODĚ. Katedra technických zařízení budov K11125 [online]. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125tz01/prednasky/125tz01-03.pdf?dt=1646326248>
- Obr.4** C plastik – Jímka hranatá [online]. 2023. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <http://www.cplastik.cz/index.php?page=vyroby&b=plasty&c=jimky>
- Obr.5** Janeček a Vlček – Samonosné septiky Dostupné z: [online]. ©2006. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <http://www.janeckavlk.cz/bioseptiky/obetonovane.php>
- Obr.6** septic-betonovejimky.cz – Trativod [online]. [cit. 2023-05-17] Dostupné z: <https://septic-betonovejimky.cz/glossary/trativod/>
- Obr.7** profesis.ckait.cz - Schéma vsakovací šachty [online]. 2022. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://profesis.ckait.cz/dokumenty-ckait/tp-1-20/tp-1-20-1/#2-1>
- Obr.8** GONAP – Zemní filtr GONAP ZFS [online]. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.gonap.cz/produkty/septiky-zemni-filtry/zemni-piskove-filtry/>
- Obr.9** ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD, AS-VARIOcomp 5-20 - Funkční schéma základní varianty ČOV 5, 8, 12, 15, 20 [online]. 2022. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: [https://www.asio.cz/download/\\_/materialy-variocomp-k/pip\\_as-variocomp\\_2022\\_03\\_09\\_cz.pdf](https://www.asio.cz/download/_/materialy-variocomp-k/pip_as-variocomp_2022_03_09_cz.pdf)
- Obr.10** ZAKRA – Kořenová čistírna-p-800-1 [online]. 2020. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://zakra.cz/blog/co-je-korenova-cisticcka-a-jak-funguje/>
- Obr.11** tzbinfo - TYPICKÉ USPOŘÁDÁNÍ KČOV [online]. © 2001 - 2023. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/7689-korenove-cisticky-odpadnich-vod-kcov>
- Obr.12** Bohm – extruplast – Sicker Vsakovací block 300 [online]. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://boehmextruplast.cz/cs/produkty/vsakovaci-systemy/46-sicker-vsakovaci-block-300>
- Obr.13** Bohm – extruplast – Okapový filtr Regendieb de luxe [online]. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.boehmextruplast.cz/cs/produkty/vyuziti-destove-vody/filtracni-technika/54-okapovy-filtr-regendieb-de-luxe>
- Obr.14** 793101034.s1.eshop-rychle.cz - Podokapový filtrační hrnec [online]. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://793101034.s1.eshop-rychle.cz/Podokapovy-filtracni-hrnec-d146.htm>
- Obr.15** 793101034.s1.eshop-rychle.cz - Externí filtrační šachty [online]. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.belis.cz/10-detail-vyuziti-destove-vody-filtrace-destove-vody>
- Obr.16** Lacentrale-eco - OPTIMAX EXTERNAL filtr na dešťovou vodu DN400 [online]. © 2008 – 2023. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://lacentrale-eco.com/cs/cuve-et-reseau/accessoires-eau-pluie/filtres-externes-a-enterrer-fr/filtre-d-eau-de-pluie-autonettoyant-optimax-pro-externe-dn110-dn160-cuves-beton-plastique-graf.html>
- Obr.17** ASIO, spol. s.r.o. - Rozvod dešťové vody uvnitř objektu [online]. © 2023. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/destova-voda-v-dome>
- Obr.18** ASIO, spol. s.r.o. - Rozvod dešťové vody mimo objekt [online]. © 2023. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/destova-voda-v-dome>
- Obr.19** ASIO, spol. s.r.o. - Rozvod šedé vody mimo objekt [online]. © 2023. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/sede-vody>
- Obr.20** ASIO, spol. s.r.o. - Rozvod šedé vody mimo objekt [online]. © 2023. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/sede-vody>

- Obr.21 Clivus Multrum – The continuous composting process [online]. © 2021. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://clivusmultrum.com.au/blog/item/76-clivus-multrum-continuous-composting>
- Obr.22 ASIO, spol. s.r.o. – AS – URINE – program na využití žlutých vod [online]. © 2023. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/21.vyuziti-zlutych-vod-as-urine>
- Obr.23 tzbinfo - Rekuperační výměník AKIRETHERM [online]. © 2001 - 2023. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/priprava-teple-vody/17072-rekuperace-tepla-z-odpadnich-kanalizacnich-vod-zpet-do-rodinnych-domu-a-ostatnich-objektu>
- Obr.24 ASIO, spol. s.r.o. – Recyklace tepla z šedých vod [online]. © 2023. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/news/recyklace-tepla-z-sedych-vod.963>
- Obr.25 triglyph – prostorové schéma [online]. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.triglyph.cz/projekty/nove-sidlo-obecniho-uradu-hovorcovice/>
- Obr.26 Schéma vybrané metody
- Obr.27 Systém pro recyklaci šedých vod AS-GW/AQUALOOP. In: ASIO, spol. s r.o. [online]. © 2023 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/142.cistirny-sedych-vod-as-gw-aqualoop>
- Obr.28 Předčištění AQUALOOP. In: ASIO, spol. s r.o. [online]. © 2023 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: [https://www.asio.cz/download/\\_/materialy-as-gw-aqualoop/as-gw\\_aqualoop\\_pip.pdf](https://www.asio.cz/download/_/materialy-as-gw-aqualoop/as-gw_aqualoop_pip.pdf)
- Obr.29 Plastová nádrž na dešťovou vodu AS-REWA Eco. In: ASIO, spol. s r.o. [online]. © 2023 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/85.nadrze-na-destovou-vodu-as-rewa>
- Obr.30 Membránová patrona AS-GW/AQUALOOP C-MEN. In: TriglyShop [online]. © 2023 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.triglyshop.cz/jimky-septiky-a-cov/domovni-csv-as-gw-aqualoop-6/>
- Obr.31 Dmychadla u AQUALOOP: L-60L. In: Asio, spol., s.r.o. [online]. © 2023 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: [https://www.asio.cz/download/\\_/materialy-as-gw-aqualoop/as-gw\\_aqualoop\\_pip.pdf](https://www.asio.cz/download/_/materialy-as-gw-aqualoop/as-gw_aqualoop_pip.pdf)
- Obr.32 Plovákový hladinový spínač. In: JKCN [online]. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <http://cz.jiukang.net/float-switch/cable-float-level-switch.html>
- Obr.33 Modul pro dešťové vody RM Eco. Asio spol., s.r.o. [online]. 2016 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: [https://www.asio.cz/download/\\_/materialy-as-rainmaster/rainmaster-eco\\_2016\\_03\\_23.pdf](https://www.asio.cz/download/_/materialy-as-rainmaster/rainmaster-eco_2016_03_23.pdf)
- Obr.34 Řídicí systém. Asio spol., s.r.o. [online]. ©2023 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: [https://www.asio.cz/download/\\_/materialy-as-gw-aqualoop/as-gw\\_aqualoop\\_pip.pdf](https://www.asio.cz/download/_/materialy-as-gw-aqualoop/as-gw_aqualoop_pip.pdf)
- Obr.35 Nádrž na dešťovou vodu AS-REWA. In: ASIO, spol. s r.o. [online]. © 2023 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/85.nadrze-na-destovou-vodu-as-rewa>

### 8.3 Seznam tabulek:

Tabulka 1	Fyzikálně-chemické vlastnosti šedých vod
Tabulka 2	Zařizovací předměty a jejich počet
Tabulka 3	Výpočet celkové denní produkce šedé vody
Tabulka 4	Potřebné denní množství užitkové vody na splachování toalet a na úklid administrativní budovy