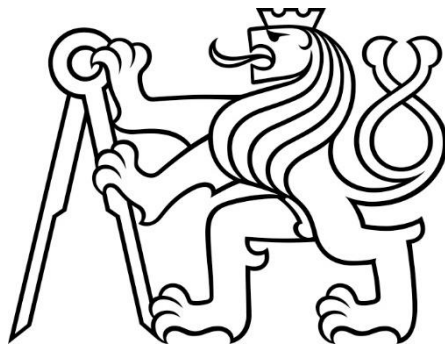


**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ**

**V PRAZE**

**FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**NÁVRH ZDRAVOTNÍ TECHNIKY V MATEŘSKÉ ŠKOLE**

**ANGEL**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Vypracoval:

Adam Irovský

Vedoucí práce:

Ing. Pavla Dvořáková, Ph.D.

Rok:

2022/2023

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Irovský	Jméno: Adam	Osobní číslo: 494954
Zadávací katedra: K125 - Katedra technických zařízení budov		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor/specializace: Konstrukce pozemních staveb		

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Návrh zdravotní techniky ve školce Angel	
Název bakalářské práce anglicky: Water supply and sewerage installation in Angel nursery	
Pokyny pro vypracování: 1) Zpracujte projektovou dokumentaci ZTI (kanalizace, vodovod) na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení. Zpracujte příslušné půdorysy, řezy, situaci, zadané výpočty a technickou zprávu. 2) Rešerše na téma hospodaření s vodou v mateřské škole.	
Seznam doporučené literatury: ČSN 75 5409 Vnitřní vodovody. ČNI 2013 ČSN 756760 Vnitřní kanalizace. ČNI 2014 Zdravotně technické instalace budov: Jaroslav Valášek a kol. Technická zařízení budov 1: Zdravotní technika, Vytápění. prof. Ing. Karel Kabele, CSc. a kol.	
Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Pavla Dvořáková, Ph.D.	
Datum zadání bakalářské práce: 28.2.2023	Termín odevzdání BP v IS KOS: 22.5.2023
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“.*

13.2.2023	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

## **Prohlášení**

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

V Praze dne

podpis

## **Poděkování**

Jako první bych chtěl poděkovat své vedoucí bakalářské práce paní Ing. Pavle Dvořákové, Ph.D., za její vřelý přístup, dávku motivace a lidskost s jakou přistupovala ke společné spolupráci. Velký dík patří celé rodině za trpělivost a nesmírnou dávku podpory během celého studia. V neposlední řadě bych rád poděkoval všem svým přátelům za cenné rady a speciálně Bc. Jiřímu Janu Pravečkovi a Janu Zajičkovi, kteří mi byli po celou dobu práce oporami.

## **Anotace**

Cílem bakalářské práce je návrh zdravotní techniky v objektu mateřské školy. Práce se skládá z teoretické a praktické části. První část se zabývá hospodařením s vodou, možností zpětného využití odpadní a dešťové vody. Druhá praktická část obsahuje projektovou dokumentaci kanalizace a vodovodu na úrovni dokumentace ke stavebnímu povolení.

## **Klíčová slova**

Hospodaření s vodou, dešťová voda, odpadní voda, kanalizace, šedá voda, recyklace, pitná voda

## **Annotation**

The aim of the bachelor thesis is the design of sanitary installations in the kindergarten building. The thesis consists of theoretical and practical parts. The first part deals with water management, the possibility of wastewater and rainwater recovery. The second practical part includes the design documentation of the sewerage and water supply system at the level of documentation for the building permit.

## **Keywords**

Water management, rainwater, wastewater, sewage, grey water, recycling, drinking water

## Obsah

1	Úvod.....	8
2	Voda.....	9
2.1	Spotřeba pitné vody.....	9
2.2	Heat Island .....	10
3	Odpadní voda.....	11
3.1	Druhy odpadních vod.....	11
3.1.1	Splaškové odpadní vody .....	11
3.1.2	Zemědělské a průmyslové vody .....	12
3.1.3	Balastní vody .....	12
3.1.4	Dešťové vody.....	12
3.2	Vznik splaškových odpadních vod.....	12
3.3	Rozdělení splaškových odpadních vod .....	13
3.3.1	Žlutá voda .....	14
3.3.2	Hnědá voda .....	14
3.3.3	Černá voda .....	14
3.3.4	Separace hnědé a žluté vody pomocí No-Mix toalety .....	15
3.3.5	Šedá voda.....	15
3.3.6	Bílá voda .....	15
4	Nakládání s odpadními splaškovými vodami .....	15
4.1	Veřejná kanalizační síť.....	16
4.1.1	Oddílná stoková síť.....	16
4.1.2	Jednotná stoková síť .....	17
4.2	Domovní čištění odpadních vod.....	17
4.3	Kořenová čistička odpadních vod .....	19
4.4	Jímka .....	20
4.5	Septik.....	20

5	Dešťové vody.....	21
5.1	Vsakování.....	21
5.1.1	Vsakovací bloky .....	22
5.1.2	Vsakovací šachty .....	23
6	Využití odpadních vod.....	24
6.1	Černé vody .....	24
6.2	Šedé vody.....	25
6.2.1	Tepelná energie.....	25
6.3	Dešťové vody .....	26
6.4	Dotační program Dešťovka.....	26
7	Aplikace na řešeném objektu.....	27
7.1	Identifikační údaje.....	27
7.2	Popis objektu.....	27
7.3	Černá voda .....	28
7.4	Využití šedé vody.....	28
7.5	Dešťová voda .....	29
7.5.1	Návrh akumulční nádrže: .....	30
8	Závěr .....	31
9	Zdroje.....	32
9.1	Seznam tabulek .....	34
9.2	Seznam obrázků .....	34

# 1 Úvod

Voda je nejdůležitější prvek pro vznik života na Zemi. Svět se v dnešní době nachází v situaci, kde až čtvrtina populace světa trpí nedostatkem pitné vody. Vliv změn klimatu tomuto trendu přispívá, a proto se ve vyspělejších částech světa začínají objevovat otázky, jak s tímto drahocenným prvkem šetřit a správně hospodařit, aby se zamezilo zbytečnému plýtvání. Čím více se civilizace posouvá a roste, tím více roste také spotřeba vody. Přitom celkovou plochu Země tvoří ze 70,7% voda a pouhých 29,3% zastupuje pevnina.

Největší problémy s nedostatkem pitné vody sužují převážně Afriku a část Středního východu, kde je situace kritická natolik, že lidé umírají na banální choroby, které pramení z pouhého výskytu bakterií a virů ve znečištěných vodách. Pokud se v těchto územích nějaká voda vyskytuje, musí pro ni mnohdy obyvatelé urazit až desítky kilometrů. Tyto jevy roztáčí spirálu mnoha dalších populačních problémů, jako je chudoba, hladomor a následná migrace z postižených lokalit. Tudíž je v zájmu celého světa řešit tuto situaci a snažit se využívat pitnou vodu, jak jen to je možné.

Musí přijít změna ve způsobu nahlížení na vodu jako na neomezený zdroj, který se objeví za pár setin vteřiny pouhým otočením kohoutku, ale jako na komoditu, se kterou je nutno rozumně a s rozvahou hospodařit. Jednou z možných cest může být recyklace odpadní vody, což znamená znovuvyužití znečištěné vody, která se vyčistí a může se dále využít například na zalévání zeleně nebo splachování v domácnostech.

Cílem této práce je seznámení se s možnostmi inteligentního hospodaření s vodou a recyklací dešťové a odpadní vody. Praktická část popisuje využití těchto metod na konkrétním objektu mateřské školy s názvem Angel. Součástí práce je také projektová dokumentace kanalizace a vodovodu.



## 2 Voda

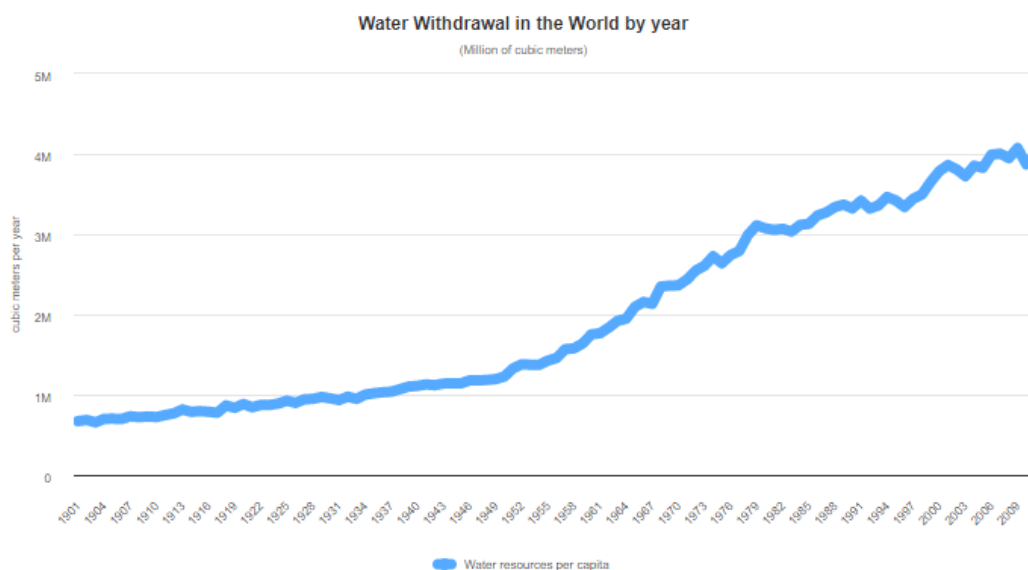
Už malé dítě ví, co znamená zkratka H<sub>2</sub>O. Základní stavební kámen veškerého života na světě. Pro člověka nenahraditelná látka, která tvoří až 70% našeho těla. Bez vody by se člověk nemohl hýbat ani dýchat, nepřežil by déle jak 3 dny. Přesto se k ní chová většina populace jako k něčemu bezcennému, čeho je na světě nevyčerpatelné množství.

### 2.1 Spotřeba pitné vody

Spotřeba pitné vody se ve světě výrazně liší. Evropské země kralují prostředku tabulky s průměrnou denní spotřebou okolo 100–200 litrů na osobu za den. Na pomyslném vrcholku pyramidy se nacházejí Spojené arabské emiráty s denní spotřebou až 600 litrů. Zní to nereálně, když se prakticky celá země nachází uprostřed pouště. Může za to téměř neomezený zdroj financí, který dovoluje takový luxus, jako je nejdelší krytá lyžařská sjezdovka v areálu Meydan One v centru Dubaje. Takový rozmar vyjde až na 170 miliard korun. [1]

Pak je tu velká propast, která vede k africkým státům, kde se k nezávadné pitné vodě dostane jen málokdo.

Celkový trend celosvětové spotřeby pitné vody vlivem růstu populace stoupá. V roce 1970 byla roční spotřeba 3 100 000 milionů kubických metrů vody. Číslo, které si jen stěží dokážeme představit. Za posledních 50 let ovšem stoupla spotřeba o dalších 25% a tento trend nebere konce. [2]

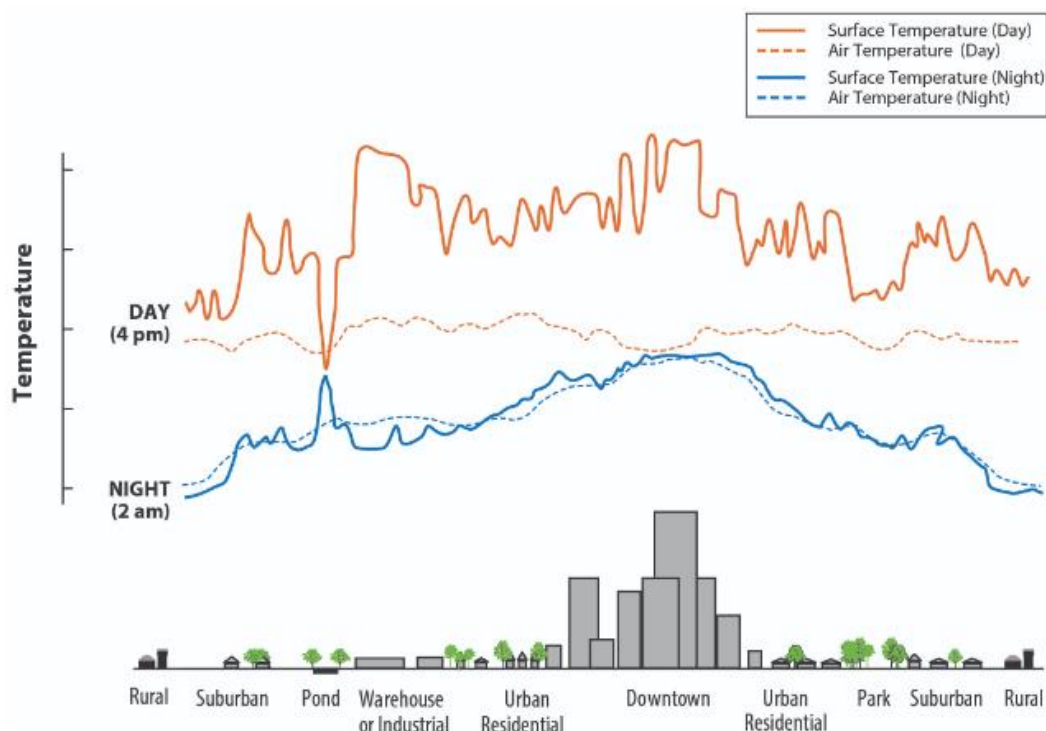


Obrázek 1 – Celosvětová spotřeba vody [2]

## 2.2 Heat Island

Heat Island, v překladu tepelný ostrov, je termín pro obydlené území, nejčastěji město, kde je znatelně vyšší teplota než v okolí. Největší rozdíl teplot pozorujeme v noci, kdy se teplota mezi okolím a městskou částí může lišit až o 10 °C.

Hlavní důvod vzniku takového prostředí je betonová zástavba města, která společně se silniční sítí akumuluje teplo jako baterie. Naakumulované teplo pak šíří zpět do okolí ještě dlouho po západu slunce. [3]



Obrázek 2 – Průběh teploty během dne [4]

Vyšší teploty ve městech nejsou jen pocitový problém, má to za následek mnoho vážných problémů. Vyšší teplota sama o sobě může lidem škodit. Nejvíce na ní trpí skupiny malých dětí a seniorů, u kterých může docházet k respiračním problémům a srdečním příhodám. Dále pak vysoká teplota přispívá ke vzniku škodlivin, jako je přízemní ozon nebo oxid dusíku, které jsou pro lidské tělo nebezpečné. V suché, parné části města je také zvýšená prašnost prostředí. [4]

Možností, jak předejít těmto nepříjemným dopadům na obyvatelstvo, je několik. Většina se ovšem setkává v jednom bodě, zeleň. V městech této doby chybí větší plocha zeleně, která by narušila monotónnost betonové zástavby a asfaltových silnic. Způsobů,

jak zeleň do měst zakomponovat, je nepřehledné množství. Od parků, sadů, vodních nádrží, po zelené střechy budov.

Zeleň neabsorbuje takové množství tepla a navíc dokáže tuto přijatou energii v podobě tepla zpracovat a nikoliv jen vyzářit zpět do okolí, jako to dělají betonové konstrukce. Další výhodou zeleně je přítomnost vody v prostředí, která má za důsledek snížení teploty vlivem postupného odpařování. Z možnosti zadržení dešťové vody benefitují také čističky odpadních vod, které nejsou tak zahlcené odtékající dešťovou vodou. [4]

Všechna tato řešení jsou ovšem velmi náročná právě na vodu. Jelikož se veškerá voda, kterou spotřebujeme, odvádí mimo město, aby se mohla znovu přivést potrubím v podzemí, nezbyvá ve městech téměř žádná vodní plocha. Proto vznikají organizace, které mají za cíl udržet vodu ve městech a zamezit prohlubování problému tepelných ostrovů. Touto tematikou se například zabývá Green City Accord, což je hnutí několika evropských měst, která se zavazují k čistějšímu, zelenějšímu a zdravějšímu prostředí. Recyklace odpadních vod a sběr dešťové vody jsou velmi klíčové v řešení tohoto problému.

## **3 Odpadní voda**

Odpadní voda je voda, která má změněnou kvalitu vlivem lidského využití. Většinou se jedná o změnu kvality k horšímu. Podle způsobu a vzniku rozdělujeme znečištění odpadních vod na chemické a biologické.

### **3.1 Druhy odpadních vod**

Odpadní vody dělíme podle původu a vlivu znečištění. Rozdělují se do několika skupin. Podle tohoto rozdělení je dále zpracováváme. Jedná se o vody splaškové, zemědělské, průmyslové, dešťové, balastní a další.[5]

#### **3.1.1 Splaškové odpadní vody**

Splaškové odpadní vody pocházejí z domácností rodinných domů, bytových domů, škol, školek a staveb občanské vybavenosti. Je to produkt každodenní lidské činnosti během dne. Hlavní látkou, která zde hraje roli znečišťujícího prvku je především moč a fekálie.[5]

### 3.1.2 Zemědělské a průmyslové vody

Zemědělské a průmyslové vody můžeme dát do jedné kategorie. Jsou to vody znečištěné při výrobě a provozu daného podniku. Druh a míra znečištění je závislá na typu zařízení.

### 3.1.3 Balastní vody

Speciální kategorie, která není tak známá jako ostatní. Jedná se o podzemní vody, které se dostávají do systému nežádoucím prosakováním, vadou netěsnosti nebo povrchovým přitékáním přes drenáže nebo přepady vodovodních nádrží a rybníků. Přítomnost balastních vod je v systému odvodnění nežádoucí, protože zvyšuje objem přitékajících vod do čistícího systému. [5]

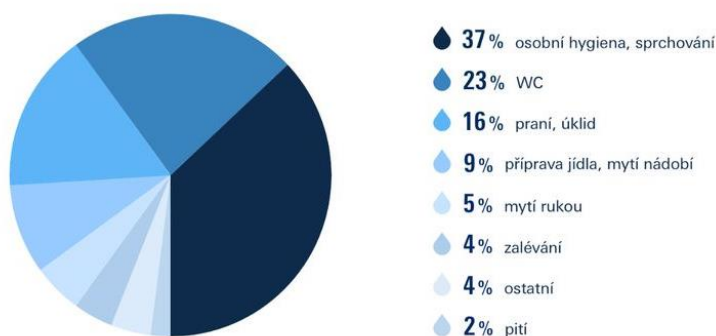
### 3.1.4 Dešťové vody

Jak už z názvu vyplývá, jedná se o vodu vznikající dešťovými nebo sněhovými srážkami. Tyto vody mohou být znečištěné z ovzduší podle typu lokality a podnebí. Volně dopadající srážky většinou končí na střeších, silnicích, chodnicích a jiných konstrukcích, odkud jsou odváděny do kanalizace. Většina těchto vod se dá akumulovat a znovu využívat v objektech k zalévání zahrad, sadů nebo splachování toalet.

## 3.2 Vznik splaškových odpadních vod

Jak už bylo řečeno výše, splašková odpadní voda pochází z domácností, obytných budov, škol, úřadů nebo zařízení pro občanskou vybavenost. Hlavním zdrojem této vody jsou zařizovací prvky umístěné v objektu

### Spotřeba vody v domácnosti



voda.ltd  
VODA NENÍ SAMOZŘELÝM

Obrázek 3 – Spotřeba pitné vody v domácnosti [6]

Ve většině objektů dochází k využívání vody pitné. Pitná voda je v České republice snadno dostupná, ale nikoliv neomezená. Proto je nutné hledat alternativní zdroje vody. Průměrná spotřeba v České republice lehce roste, tudíž se naskýtá příležitost k možnému šetření pitné vody nahrazením vodou užitkovou. 23% pitné vody spotřebuje člověk na splachování toalety, což je v průměru až 26 litrů na den. Nejvyšší spotřeba v České republice je v Praze, a to 113 litrů na osobu za den. Konkrétně v Praze převyšuje spotřeba pitné vody republikový průměr.

Z celkových 113 litrů je nutné využití pitné vody u pouhých 64 litrů. Pokud dojde k nahrazení pitné vody i v ostatních odvětvích jako je zalévání zahrady, praní a úklid dojde k ušetření až 43% pitné vody. [7]

	Průměrné denní hodnoty (v litrech)	Průměrné denní hodnoty (v Kč)
WC	26	2,81
Os.hygiena, sprchování	41	4,43
Praní, úklid	18	1,95
Příprava jídla, mytí nádobí	10	1,08
Mytí rukou	6	0,65
zalévání	5	0,54
pití	2	0,22
ostatní	5	0,54
CELKEM	113 litrů	12,22

Obrázek 4 – Spotřeba pitné vody během jednotlivých činností[7]

### 3.3 Rozdělení splaškových odpadních vod

Splaškové odpadní vody se rozdělují do dvou kategorií. Na vody šedé, méně znečištěné, které se dají s menšími náklady vyčistit. Dále pak na vody černé, které pocházejí z toalet a obsahují fekálie a moč. U těchto vod je čištění velmi nákladné. Černé vody se rozdělují na vody žluté a hnědé.

### 3.3.1 Žlutá voda

Jedná se o vody z toalet, které jsou znečištěné močí. Skládají se z roztoku metabolických odpadů, především močoviny, rozpuštěných solí a dalších organických látek. Dále obsahuje nutrienty, zejména dusík, fosfor, draslík a mnoho dalších. Tento druh vody se dá využívat jako zemědělské hnojivo. Člověk ročně vyprodukuje až 500 litrů moči. Žlutá voda patří do kategorie vody černé. [8]

### 3.3.2 Hnědá voda

Hnědá voda je voda, která obsahuje fekálie. Tento druh odpadní vody obsahuje ve velké míře uhlík. Dalšími méně zastoupenými prvky jsou dusík, draslík, fosfor, vápník a železo.

### 3.3.3 Černá voda

Při klasickém způsobu odvádění vod z toalet dochází k míšení tzv. vod žlutých a hnědých a vzniká voda černá. Černá voda je tedy spojení těchto odpadních vod, které obsahují tak velké znečištění, že se nevyplácí recyklace vod v objektu. Existuje způsob, jak oddělit žlutou a hnědou vodu přímo v zařizovacím předmětu. Separace umožňuje rozdílné vedení vod a tedy i příslušné čištění a zpracování. Tento způsob je podle singapurských vědců levnější a mnohem efektivnější. Odseparované vody se dají snadněji využít jako paliva nebo hnojiva [9] [11]



Obrázek 5 – Speciální toaleta No-Mix Vacuum Toilet[10]

### **3.3.4 Separace hnědé a žluté vody pomocí No-Mix toalety**

Výše zmíněná toaleta na obrázku pracuje na principu oddělení žluté a hnědé vody. Moč je vedena do zařízení, kde se z ní oddělí dusík, fosfor a draslík. Tyto prvky se pak dále využívají k výrobě hnojiv.

Exkrementy putují jinou cestou do bioreaktoru, ve kterém vzniká bioplyn. Ten se využívá jako palivo. [11]

### **3.3.5 Šedá voda**

Šedé odpadní vody pocházejí ze zařizovacích předmětů, mimo těch, kde je přítomná moč nebo fekálie. Některé zdroje rozdělují šedou vodu na světle a tmavě šedou, přičemž tmavě šedá voda pochází z kuchyňských dřezů a myček nádobí. Ovšem tyto vody jsou také značně znečištěné tuky, oleji a čisticími prostředky, takže lépe zapadají do kategorie vod černých. Naopak vody světle šedé, které pocházejí ze sprch, umyvadel, van a praček, jsou ideální k recyklaci, jelikož jsou jen nepatrně znečištěné. U těchto světle šedých vod jsou největšími znečišťujícími prvky hygienické přípravky, prací prostředky a prostředky čisticí. Každý člověk vyprodukuje v průměru od 25-100 tisíc litrů šedé vody ročně.[9]

### **3.3.6 Bílá voda**

Bílá voda vzniká z vody šedé, a to po přečištění a dezinfekci. Takto upravená voda je připravena k dalšímu použití. Také se jí říká voda provozní, protože se využívá k provozním účelům v domácnostech a dalších zařízeních. Bílá voda ovšem nedosahuje stejných hodnot kvality jako je pitná voda. [12]

## **4 Nakládání s odpadními splaškovými vodami**

Čištění odpadních vod může probíhat na různých místech. Jako první a nejvíce procentuálně zastoupená volba je odvod odpadních vod pomocí veřejné kanalizační sítě do centrální čističky odpadních vod. V čističce dojde k předčištění odpadní vody a následnému dočištění, které probíhá ve vodním recipientu.

V České republice je podle ročenky „Modré zprávy“ připojeno na veřejnou kanalizační síť přes 84% obyvatel celé republiky. Ve větších městech, jako je Praha, se

tato statistika blíží téměř až ke 100%. Naopak venkov a satelity kolem měst využívají jiné druhy čištění odpadních vod. Počet čističek odpadních vod (ČOV) také lineárně roste. V roce 2015 přibylo v republice až 50 čističek odpadních vod oproti roku předešlému. Celkový počet čističek se v naší republice pohybuje kolem 2500 jednotek.[13]

Masivně využívaný způsob likvidace odpadních vod pomocí veřejné kanalizační sítě a ČOV je velmi rychlý a účinný. Další výhodou je možnost kontroly kvality přečištěné vody a tedy dohled nad zpětně využívanou čistou vodou. Také je tento způsob více pohodlný, člověk jenom zmáčkne splachovací tlačítko a problém už se sám přeneso o několik kilometrů dál. Řešení čištění odpadních vod na vlastním pozemku alternativními metodami už vyžaduje nějaké úsilí, čas a peníze.

## **4.1 Veřejná kanalizační síť**

Soubor potrubních rozvodů a dalších zařízení, které odvádí odpadní vody, se nazývá kanalizace. Hlavní účel je dopravit odpadní vodu od místa vzniku k místu přečištění.

Jedná se o nejjednodušší způsob, který je pro obyčejného člověka téměř neviditelný. Potrubí je uloženo hluboko v zemi, tudíž se s ním člověk téměř neseťká. Postupně se po trase potrubí připojují další objekty a veřejná prostranství. Odbočka od stokové sítě k revizní šachtě nacházející se na hranici pozemku, se nazývá kanalizační přípojka. Tyto přípojky jsou vytvářeny ke každému novému objektu, který se bude napojovat na stokovou síť. Ke stavbě přípojky je nutné potvrzení od správce sítě. Existují dva druhy stokové sítě, oddílná a jednotná.

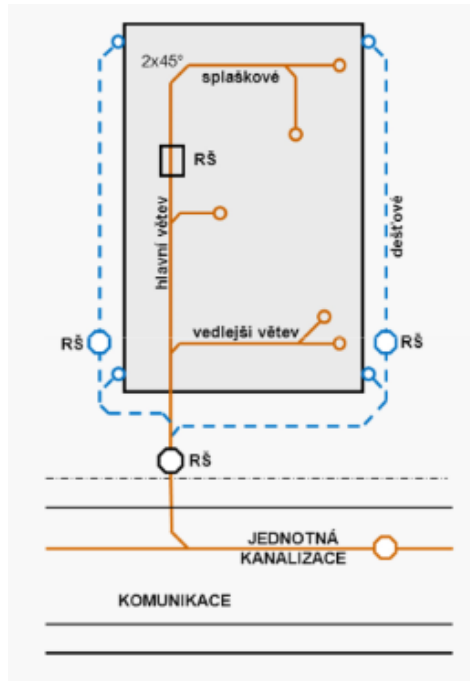
### **4.1.1 Oddílná stoková síť**

Oddílná stoková síť vede zvlášť různé druhy odpadních vod, které nemusejí nutně skončit na stejném místě. Jedná se hlavně o vodu splaškovou, která je vedena do čističky odpadních vod. V druhém potrubí je pak vedena voda dešťová, která nemusí být tak důkladně čištěna, a putuje po mírném čištění do vodního toku. Tento způsob je efektivnější a levnější. Velmi znečištěná splašková voda se nemísí s relativně čistou vodou dešťovou a je tedy jednodušší ji pak přecistit. Do čističky odpadních vod se nedostávají tak velké objemy vody a nedochází k přehlcení.

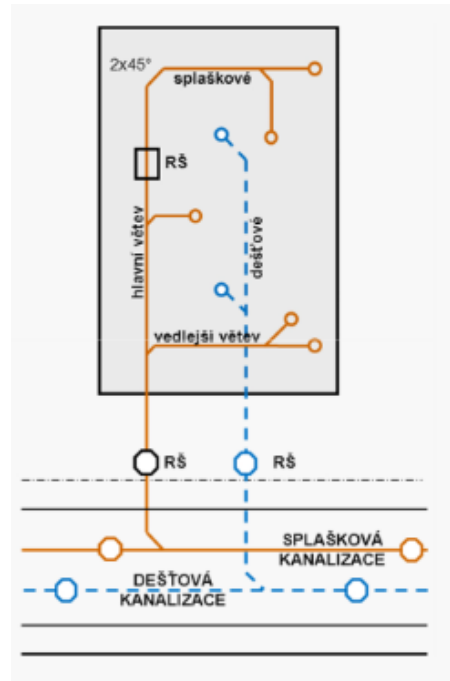


### 4.1.2 Jednotná stoková síť

Naopak jednotná kanalizační síť svede obě vody do jednoho potrubí a společně cestují k čističce odpadních vod. Tento způsob vedení je doposud frekventovanější, ale nově vytvářené stokové sítě se už projektují častěji v režimu oddílném. [14]



Obrázek 6 – Jednotná kanalizace [14]



Obrázek 7 – Oddílná kanalizace [14]

## 4.2 Domovní čištění odpadních vod

Tento způsob čištění v okolí vzniku odpadní vody se často uplatňuje u objektů, u kterých není možné připojení k veřejné kanalizaci. Vznikají tak na pozemku domovní čističky odpadních vod.

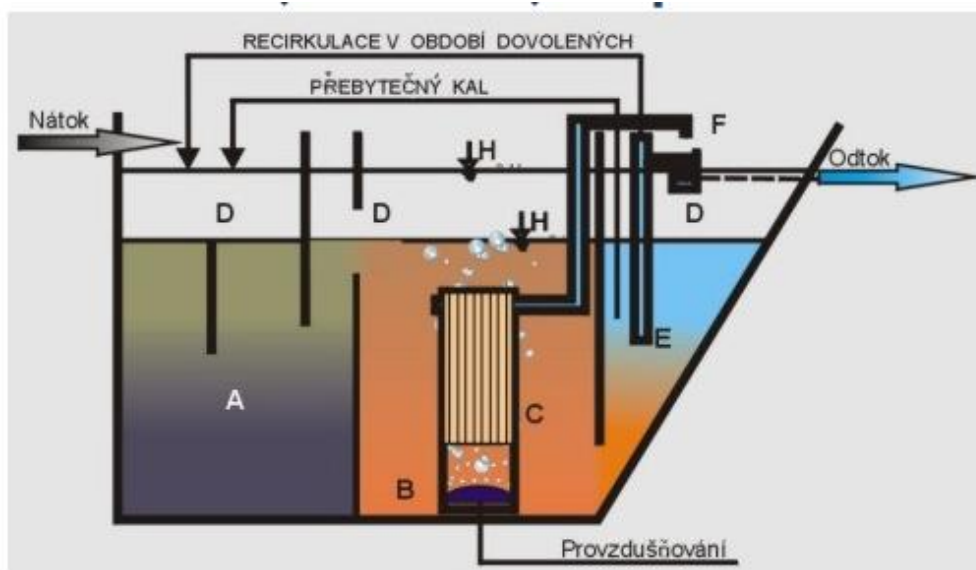
Vlastní domovní čistička je prakticky zmenšená centrální čistička odpadních vod, obě pracují na podobném principu. Jedná se o nádrž umístěnou na pozemku, kde dochází za pomoci biologických a chemických procesů k přečištění odpadní vody. Přesný průběh procesu čištění se liší podle výrobce.

Každý majitel takové čistící jednotky se musí předem rozhodnout, jak bude chtít s vyčištěnou vodou nakládat.

Pokud se přečištěná voda nebude dále využívat v objektu ani okolí, je svedena buď do dešťové kanalizace, nebo blízkého vodního toku (rybník, řeka). Další možností je

vsakování čisté vody do podzemí přímo na pozemku. V tomto případě je ovšem nutné mít hydrogeologický posudek, zda je podloží vhodné k vsaku.

Varianta, při které se přečištěná voda z čističky využívá k dalšímu použití, je také velmi častá. Přečištěná voda se poté přepustí do akumulární nádrže, odkud už je čerpána podle potřeby na zalévání zahrady nebo k dalšímu využití. Tato voda je stále pouze užitková a nesmí se konzumovat. I v tomto provedení je potřeba doložit hydrogeologický posudek.[15] [16]



**Legenda:**

- A - Usazovací a kalový prostor
- B - Membránový modul
- C - Aktivace
- D - Akumulační prostor
- E - Dosazovací prostor
- F - Odtok

Obrázek 8 – Schema domácí čističky odpadních vod [17]

Na obrázku je schématicky popsána čistička odpadních vod od firmy ASIO. V čističce odpadních vod dochází ke 3 fázím čištění.

V první fázi dochází k takzvanému předčištění. Odpadní voda natéká do usazovacího prostoru (A na obrázku). V tomto místě se oddělí voda od pevných částic, které se usadí u dna nádrže. Pevné částice jsou zde bez přístupu vzduchu podrobené anaerobnímu rozkladu. Zbylá voda bez pevných částic pak postupuje dále přepadem do druhé komory.

Druhou fází se rozumí aerobní a biologické čištění v aktivačním prostoru. Toto čištění už probíhá za přítomnosti vzduchu. Vzduch se zde vyskytuje díky membránovému modulu (B), ve kterém se nachází aerační systém s přívodem vzduchu. Dále za přítomnosti bakterií dochází k biologickému čištění.

Třetí a poslední fáze čištění je odčerpání vody přes filtrační membrány. Takto přečištěná voda je připravená k dalšímu použití. Usazený kal na dně se pak odsává pomocí kalového čerpadla do usazovacího a kalového prostoru (A). [16] [17]

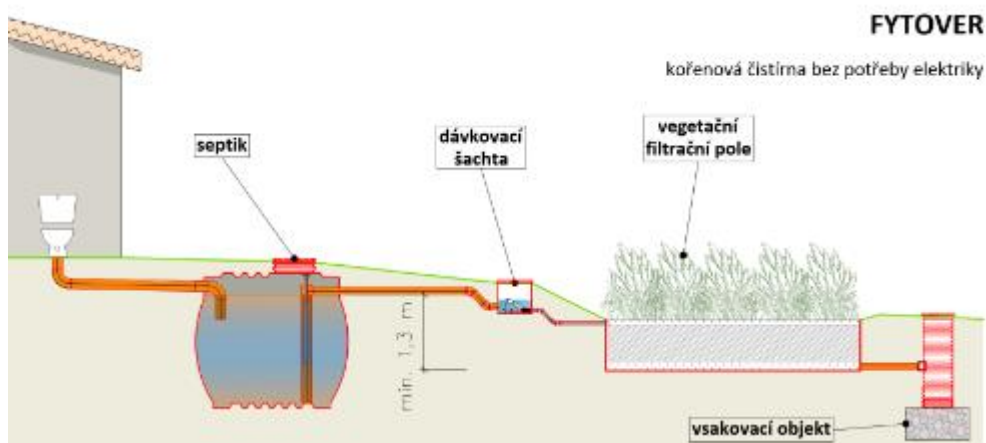
### 4.3 Kořenová čistička odpadních vod

Jedná se o nejekologičtější způsob čištění odpadní vody. Celý proces nevyžaduje elektrickou energii. Princip je podobný jako u domácí čističky, působí zde mechanické a biologické procesy čištění.

Kořenová čistička se skládá z několika komponentů. Jako první se odpadní voda dostane do 4komorového septiku, kterému se také přezdívá anaerobní separátor. Zde dojde podobně jako v první komoře u klasické domácí čističky k oddělení a usazení pevných částic.

Dále pak už pokračuje voda zbavená pevných částic. Ta se dostává do pulzní šachty, kde se voda rozstříkuje přes šterkový filtr. Rozstřík musí probíhat rovnoměrně, aby byl kýžený efekt správný.

Z pulzní šachty putuje voda do kořenového filtru. Tam se setká s bakteriemi, které fungují obdobně jako u domácí čističky. Voda protéká skrz kořeny rostlin a filtry až k finální destinaci, šachtě, odkud je umožněn odběr vody pro další využití, nebo se voda volně vsakuje do podloží. [18]



Obrázek 9 – Schema kořenové čističky odpadních vod od firmy Grania [19]

## 4.4 Jímka

Veřejností známý pojem, většina lidí se s takovým způsobem likvidace odpadních vod jistě setkala. Nejčastěji se vyskytuje na chatách nebo letních obydlích. Velký rozdíl je u žump neboli jímek v tom, že se zde voda nijak nečistí. Pouze se akumuluje na jednom místě, odkud se pak odváží do centrální čističky odpadních vod.

Jedná se tedy o nádrž umístěnou v blízkosti objektu, která pojme veškerou odpadní vodu z provozu, a uchová ji. Taková jímka je pak čerpána a odvážena i několikrát do měsíce, záleží na typu a velikosti. K čerpání a odvozu odpadní vody z jímky je určen speciální fekální vůz, který zajistí manipulaci s vodou.

Jedná se o finančně středně náročnou variantu likvidace odpadních vod, avšak za parních letních dní o sobě jímka může dávat vědět specifickým zápachem. Proto se doporučuje nezanedbávat vývoz a čištění jímek.

## 4.5 Septik

Obdobně jako u jímky se septik skládá z nádrže, ve které se hromadí odpadní voda. Nádrž se ovšem liší v počtu komor, septik má nádrž vícekomorovou, nejčastěji tříkomorovou. V jednotlivých komorách dochází k postupnému usazování kalu a nečistot. Takové přechištění není dostatečné, proto se k septiku osazuje dodatečný filtr, který následně umožňuje zbylou vodu volně vsakovat. To je jeden z hlavních rozdílů mezi septikem a jímkou. Je tedy časté, že se k septiku osazuje filtr, pískový nebo biologický a zbavíme se tedy nutnosti častého vyvážení fekálií do centrální čističky odpadních vod. Perioda vyvážení usazených nečistot u septiků je mnohonásobně delší než u jímek. [20] [21]

V případě použití septiku už ovšem potřebujeme stavební povolení, patřičný projekt a vyjádření od vodoprávního úřadu, jak častá bude nutná kontrola kvality odpadního kalu.

## 5 Dešťové vody

Dešťová voda spadá do kategorie odpadních vod, ovšem svým znečištěním to často není tak úplně pravda. Okolní prostředí vysoce ovlivňuje kvalitu a čistotu dešťových vod. Jsou extrémní lokality, kde je dešťová voda vysoce znečištěna vlivem okolního prostředí. Může to být v blízkosti továrních závodů, dolů nebo dalších specifických zařízení. Ovšem na většině území padá z nebe téměř neznečištěná voda, která v sobě skrývá veliký potenciál v šetření pitné vody. Proto se zdá pouhý odvod dešťové vody ze střech rovnou do kanalizační sítě jako plýtvání šance na úsporu, kterou nám tento zdroj nabízí.

Dešťová voda má i své nevýhody, člověk nikdy s přesností neví, kdy bude pršet a naopak, kdy má čekat dlouhé období sucha. Proto je to zdroj velmi nepředvídatelný a nemůže na něm být závislý chod domácnosti.

V této době už je zákonně ošetřeno, že nově vzniklá stavba by měla likvidovat dešťovou vodu přímo na pozemku. Je to hlavně z důvodu, aby se předešlo zahlcení čističky odpadních vod při nárazových srážkách. Další výhodou je doplňování podzemní vody, jejíž zásoba se s přibývajícím rokem tenčí. Také se tím docílí udržení vody ve městech, které prospívá celkovému životnímu komfortu obyvatel, jak už bylo zmíněno v kapitole 2.2.

To, jakým způsobem by se měla voda likvidovat, už záleží na majiteli pozemku. Vody můžeme akumulovat a využívat podle svého mínění, nebo volně vsakovat do země s možným využitím retenčního zařízení.

### 5.1 Vsakování

Pokud to místní podmínky a typ podloží dovolí, vsakování je ideální způsob likvidace dešťových vod. Stavbou zabráníme přirozenému dopadu dešťových vod a ovlivníme tím hydrogeologické poměry. Proto se varianta vsakování zdá jako nejpřirozenější volba. Vsakování je zajištěno pomocí vsakovacího zařízení, do kterého je dešťová voda přivedena buď rovnou z dešťových svodů, nebo akumulací nádrže.

Vsakování se nejčastěji řeší pomocí podzemního vsaku. V ojedinělých případech může docházet i k povrchovému vsakování. V obou případech je vhodný hydrogeologický posudek, který určí, zda je vsakování na lokálních poměrech uskutečnitelné.

Povrchové vsakování může být řešeno pomocí zatravněných souvrství humusu, které fungují jako přírodní filtr. Další variantou jsou vsakovací průlehy nebo jezírka. Tyto prvky mohou zároveň plnit i estetickou funkci.

Podzemní vsakovací zařízení jsou nejčastěji bloky, tunely nebo šachty, které mají za cíl naakumulovat zachycenou dešťovou vodu a poté ji postupně nechat vsakovat do půdy. Jsou koncipovány jako podzemní prostory, které jsou vyplněné štěrkem, ve kterém je umístěno drenážní potrubí.[22] [23]

### 5.1.1 Vsakovací bloky

Vsakování je provedeno pomocí vsakovacích bloků, které se dohromady sestaví do podzemní galerie, což je uskupení více bloků. Vsakovací galerie se dimenzují dle odváděného množství dešťové vody a schopnosti zeminy vsakovat naakumulovanou vodu. Bloky samy o sobě mají velkou nosnost a mohou se umisťovat i pod komunikaci. Velká nosnost je výhodou i v možnosti osazení, díky vysokým hodnotám únosnosti se bloky mohou instalovat i do větších hloubek, kde působí mnohonásobně větší zemní tlaky než blízko při povrchu.

Bloky fungují na principu rychlého přivedení dešťové vody z objektu a následné akumulace v podzemí, kde se poté voda postupně vsakuje do podloží nebo je odváděna do retenční nádrže. Díky velké kapacitě a způsobu provedení jsou vhodné i při velkých nárazových srážkách. Vyrábějí se v různých tvarových variantách jako bloky nebo tunely. [24]



Obrázek 10 – Vsakovací bloky AS-RIGOFILL od firmy Asio [25]



Obrázek 11 – Vsakovací tunely AS-KRECHT od firmy Asio [26]

### 5.1.2 Vsakovací šachty

Ojedinělý vertikální prvek sloužící na vsakování dešťové vody je výhodný pro svoji jednoduchost, přístupnost a finanční nenáročnost. Má však své nevýhody, kterým je především způsob vsakování do podloží, jenž je prováděn na velmi malé ploše, někdy se nazývá vsakováním bodovým. Zatímco vsakovací boxy a tunely rozprostírají vodu na velkých plochách, šachty dovolují vsakování na jednotkách metrů čtverečních. V podmínkách České republiky jsou vsakovací šachty samy o sobě prakticky nepoužitelné. Většinou se tedy používají v kombinaci s dalším vsakovacím zařízením. [22]



Obrázek 12 – Vsakovací šachta od firmy Asio [22]

## 6 Využití odpadních vod

### 6.1 Černé vody

Jak už bylo zmíněno výše v kapitole 3.3.3, černé vody se skládají z dvou různých druhů odpadních splaškových vod. Jedná se o vodu žlutou a hnědou. Ač by se mohlo zdát, že tyto velmi znečištěné vody už v sobě neskrývají žádný potenciál k dalšímu zpracování, opak je pravdou. Ačkoliv se druhotné zpracování černých vod nepraktikuje tak často jako u vod šedých, stále je to pro člověka zajímavý levný zdroj hnojiva a energie.

Pokud jsou černé vody správně odseparované od ostatních odpadních vod a nedochází k jejich naředění, mohou se využívat především jako hnojivo. Přírodní hnojivo z nich vzniká použitím správné technologie. Tento proces může probíhat přímo v okolí objektu, kde jsou na to zařízené speciální předměty, které umožní vysušení a následné kompostování černých vod. Ovšem tyto procesy člověk nemůže dělat svévolně na zahradě pomocí hnojení kýblem s fekáliemi. V tom případě by se mohl dostat do konfliktu jak se sousedy, tak s patřičnými úřady jako je ministerstvo životního prostředí nebo hygiena. Proto se častěji tyto odpady akumulují a následné zpracování se



nechá na odborných firmách. Ty si pak produkt odvezou a v profesionálním prostředí zrecyklují do podoby hnojiva. [8]

## 6.2 Šedé vody

Frekventovanějšího využití u běžných domácností se dostává vodám šedým. Co přesně šedé vody jsou a které zařizovací předměty tyto vody produkují, bylo detailněji popsáno v kapitole 3.3.5 Šedé vody.

Šedé vody se musí vyčistit od vzniklých nečistot vlivem používání v objektu. Po přečistění se z nich stávají vody bílé. Ty už je možné opět využívat v objektu, a to především na splachování toalet, praní a zavlažování.

Rozvody bílé vody musí být vždy označeny, aby nedošlo k zaměnění s vodou pitnou. Bílá voda sice projde čistícími procesy, ale už se nedá využívat jako voda pitná. Přesto, že se zpětné využití šedé vody týká pouze omezených činností, ušetří nám nahrazení pitné vody nemalé množství peněz. Dále je tu i faktor ekologický, kdy omezení plýtvání pitnou vodou zlepší dopad našeho života na okolní prostředí.

Způsoby, jak šedou vodu čistit, se na trhu zaobírá několik firem, které nabízejí produkty, jež v sobě obsahují všechny potřebné části od filtrů, čerpadel, po samotnou akumulaci nádrží. Zařízení se mohou umístit uvnitř objektu, nebo do země mimo objekt. Umístění záleží na dispozici objektu.

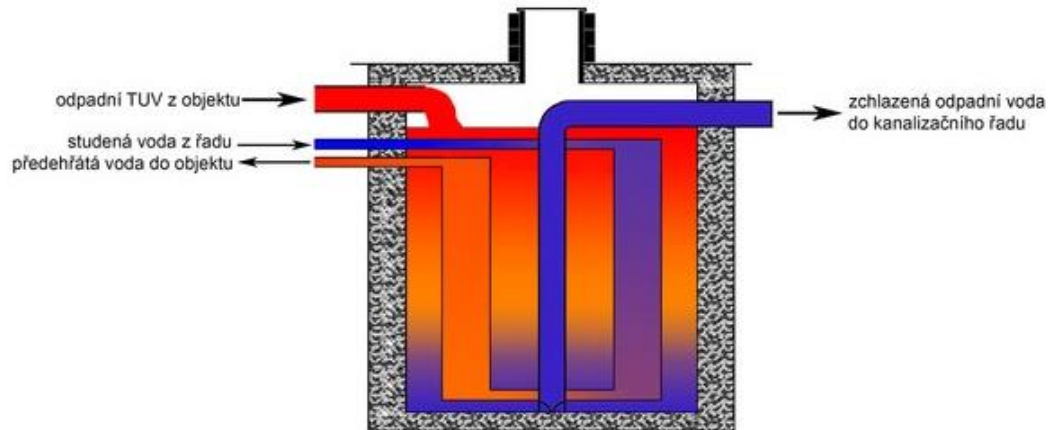
### 6.2.1 Tepelná energie

V dnešní době, kdy ceny energií dosahují závratných hodnot, se čím dál více klade důraz na šetření energie. Nově vzniklé stavby se už řeší jako pasivní s minimálním únikem tepla. Všechny komponenty se zdokonalují a zlepšují své izolační vlastnosti, aby nám cenná energie v podobě tepla neunikala pryč z objektu.

Sama o sobě voda také nese energii v podobě tepla. I tento zdroj se dá využít předtím, než se voda čistí a znovu použije. Podobně se recykluje i energie ze vzduchu, kde se odpadním vzduchem předehřívá nově přiváděný vzduch do objektu. A stejné to je i s vodou. Z šedé vody, která opouští objekt, se dá recyklovat energie sloužící například na přípravu teplé vody nebo na vytápění.

Tepelný výměník je zařízení, které dokáže zrecyklovat energii z šedé vody a předat ji jinému médiu. V principu se uvnitř tepelného výměníku potkají dva druhy

vody. Šedá voda o určité teplotě, která odchází z objektu, a nově přichází studená voda, která míří k zařizovacím předmětům. Vody se nemísí, pouze sdílejí společnou plochu, přes kterou si vyměňují teplo. Teplo se přenáší vedením, energii mezi vodou a plochou ve výměníku si předávají atomy a molekuly, které se pohybují. Výměník poté předá energii druhé kapalině, která má nižší teplotu. [27] [28]



Obrázek 13 – Tepelný výměník AKIRETHERM [28]

### 6.3 Dešťové vody

Využití dešťových vod se jeví jako nejlogičtější a nejekologičtější varianta. Dešťová voda zadržaná v objektu se shromažďuje v akumulční nádrži. Tam dochází k oddělení pevných nečistot a následně se pak rozvádí dle potřeby.

Využití dešťových vod je několik, nejčastěji se používá na závlahu pozemku, splachování toalet nebo na úklid. Obdobně jako u vody šedé nesmí dojít k záměně s vodou pitnou, jelikož nedosahuje takových kvalit.

Tento zdroj vody je prakticky zcela zdarma, proto většina domácností sběr dešťové vody využívá. Ať už amatérským způsobem, pomocí obyčejného barelu, do kterého jsou svedeny dešťové svody ze střech, z něhož následná distribuce vody probíhá pomocí zahradních konví, nebo sofistikovaným řešením od specializovaných firem, které nabízejí kompletní sadu akumulčních nádrží s filtry, případně čerpadly pro další rozvod.

### 6.4 Dotační program Dešťovka

Pokud se člověk rozhodne, že chce nějakým způsobem šetřit svoji peněženku a životní prostředí, existuje dotační program Dešťovka, který přispívá na realizaci recyklace odpadní vody. Celý program zajišťuje Ministerstvo životního prostředí a Státní

fond životního prostředí. Cílem je upozornit na problémy s pitnou vodou a zpopularizovat možná řešení pro občany České republiky k udržitelnému hospodaření.

Existují 3 druhy systémů, na které lze dotaci uplatnit. První z nich je systém na využití zachycené dešťové vody na závlahu zahrady. Další se vztahuje také k zachycené dešťové vodě, ale její využití už je odlišné. Konkrétně na splachování toalet v objektu a případné zalévání zahrady. Třetí a poslední program už je orientován na recyklaci vody šedé na vodu bílou neboli užitkovou. Užitková voda je voda bílá, která se využívá v objektu. Voda může být využívána také k záливce. Je zde možnost kombinace vyčištěné odpadní vody s vodou dešťovou.

Celková výše podpory od státu se liší v závislosti na zvoleném programu, ale může dosahovat až 50 % ceny nákladů. Existuje přehledný web pod názvem [dotacedestovka.cz](http://dotacedestovka.cz), kde jsou všechny požadavky a pravidla k obdržení dotace přehledně vypsány. [29]

## **7 Aplikace na řešeném objektu**

### **7.1 Identifikační údaje**

Název stavby: Mateřská škola Angel

Místo stavby: Praha 12, Písková 830/25

Předmět: Zpracování projektové dokumentace ZTI v objektu na úrovni rozšířené projektové dokumentace ke stavebnímu povolení

### **7.2 Popis objektu**

Řešený objekt je mateřská škola, která se nachází v městské části Praha 12, v ulici Písková 830/25. Novostavba mateřské školy je situována severně od stávajícího objektu základní školy. Stavba bude probíhat na pozemcích investora.

Pozemek určený na zástavbu je rovinatý a nejsou na něm potřebné téměř žádné výškové úpravy. Pouze se musí vykácet stávající zeleň v místě budoucího parkoviště na levé straně objektu. Z jižní části bude spojovací chodník mezi novostavbou mateřské školy a dosavadní základní školou. Na pravé straně se pak bude nacházet dětské hřiště

s malým sadem. Vjezd k objektům je umožněn na levé straně z ulic Rakovského a Angelovova.

Objekt má dvě nadzemní podlaží, každé z nich je přístupné zvenku. 1. NP má hlavní vchod na jižní straně. Do 2. NP je přístup přes schodiště přistavěné na fasádě po severní i jižní straně stavby. Vertikální komunikace v budově je pak zprostředkována pomocí schodiště. Každé patro je určeno pro jednu věkovou skupinu. V 1. NP se nacházejí mladší děti a ve 2. NP starší děti předškolního věku. Každé patro má vlastní třídu, umývárnu, šatnu, sklady, zázemí pro učitelky a ředitelku, personální toalety, kuchyni a jídelnu s hernou, kde mají děti postele. Budova je navržena pro 56 dětí, 4 učitelky a ředitelku institutu.

### 7.3 Černá voda

Černá voda se v objektu sestává z odpadů od toalet, výlevků, myček nádobí a kuchyňských dřezů. Tyto vody se v objektu nebudou nijak využívat a putují do veřejné kanalizační sítě.

### 7.4 Využití šedé vody

V objektu bude navržen systém recyklace šedé vody a zpětného využití. Šedá odpadní voda z umyvadel a sprch bude oddělena od zbylých odpadních rozvodů a svedena do sedimentační jímky, ve které se usadí hrubé nečistoty. Dále voda pokračuje k soustavě betonových nádrží, které se nacházejí vně objektu na západní straně. Každá z nádrží má objem 2 m<sup>3</sup>. V první nádrži se nachází zařízení **AS-GW/AQUALOOP 36** od firmy Asio. Zde se šedá voda přečistí a následně odvede do sousední akumulární nádrže. V případě nedostatku šedé vody bude akumulární nádrž připojena na vodu pitnou. Z akumulární nádrže bude přečištěná bílá voda čerpána zpět do objektu. V případě přeplnění nádrže odteče šedá voda do jímky, odkud se bude přečerpávat do splaškové kanalizace. Na přečerpání bude sloužit kalové čerpadlo **LEO LSW** od firmy LEO pumps s dopravní výškou 9 m, což je pro tento účel dostačující.

### Celková produkce šedé vody v objektu:

Druh činnosti	Produkce šedé vody [l]	Počet prováděných činností během dne	Celková produkce šedé vody $Q_{\text{prod},i}$ [l/den]
Mytí rukou	3	427	1281
Mytí těla v umyvadle	15	10	150
Sprchování	45	1	45
Objem celkové produkce šedé vody objektu $Q_{\text{prod}}$ [l/den]			1476

Tabulka 1 – Výpočet celkové denní produkce šedé vody

### Celková potřeba šedé vody v objektu:

Účel jednotky	Vybavení		Počet lidí	Počet použití během dne jednou osobou	Spotřeba šedé vody pro splachování $Q_{\text{splach}}$ [l/den]
	počet wc	objem nádrže [l]			
wc pro dospělé	5	6	5	2	60
wc pro dospělé	5	3	5	5	75
wc pro děti	12	4	56	2	448
wc pro děti	12	2	56	6	672
Objem celkové produkce šedé vody objektu $Q_{\text{prod}}$ [l/den]					1255

Tabulka 2 – Výpočet celkové denní spotřeby šedé vody

Z výpočtů vyplývá, že celkové množství vyprodukované šedé vody stačí pokrýt požadovanou denní potřebu na splachování. Přebytek 221 litrů se buď vyčerpá při ojedinělých událostech, nebo oteče přepadem do kanalizační sítě. Pro mateřskou školu je tento zdroj šedé vody velmi výhodný, protože během dne dochází k velké produkci šedé vody.

## 7.5 Dešťová voda

Dešťová voda ze střechy objektu bude svedena pomocí odpadů na bocích fasády do retenční nádrže **AS-REWA GARDEN** od firmy Asio o objemu 7,1 m<sup>3</sup>. Nádrž je situována rovněž na západní straně objektu. Z nádrže se bude voda zbavená pevných nečistot čerpat k fasádě, kde bude vyveden zahradní ventil pro venkovní závlahu. Přebytečná dešťová voda bude odváděna přepadem do kanalizační sítě.

Pro čerpání dešťové vody z nádrže bude sloužit čerpadlo **PUMPA blue line PSDR250P**, které bude vodu čerpat k zahradnímu ventilu. Pro toto čerpadlo není stanoven výpočet ztrát, je uvažována pouze dopravní výška 3 m. V nádrži se bude nacházet plovák, který bude signalizovat čerpadlu výšku hladiny, aby nedošlo k čerpání na prázdno.

Pro objekt, jako je mateřská škola, je tento zdroj levné a ekologické vody velmi vhodný. Během dne probíhá velké množství venkovních aktivit s dětmi, při kterých se spotřebuje velké množství vody. Velké množství vody spotřebuje také přilehlý sad a dětská zahrádka, o kterou se děti během roku starají. Díky nahrazení pitné vody vodou dešťovou se ušetří nemalé finanční zdroje, které se dají využít na jiných místech.

### 7.5.1 Návrh akumulční nádrže:

Návrh akumulční nádrže je proveden podle normy ČSN 75 9010

$$V_c = \left( w * \frac{h_d}{100} \right) * (A_{red} + A_r) - \left( \frac{Q_0}{1000} \right) * t_c * 60$$

$V_c =$  akumulční objem  $m^3$

$A_r = 0 m^2$ , plocha hladiny retenční nádrže

$w = 1$ , součinitel stoletých srážek podle tabulky 14 ČSN 75 6760

$Q_0 = 0,5 \frac{l}{s}$ , regulovaný odtok do vsakovacího objektu

$A_{red} = 298,29 * 1$  (plocha střechy)

$t_c =$  doba trvání srážek

$h_d =$  návrhový úhrn srážek

$t_c$	$h_d$	$V_c$
5	11,3	3,22
10	16,5	4,62
15	19,5	5,37
20	21,1	5,69
30	23,2	6,02
40	24,7	6,17
<b>60</b>	<b>26,9</b>	<b>6,22</b>
120	30,6	5,53
240	36,6	3,72
360	42,5	1,88
480	43,2	-1,51
600	43,8	-4,93
720	44,5	-8,33
2090	46,4	-48,86
1440	46,9	-29,21
2880	58,9	-68,83
4320	62,5	-110,96

Tabulka 3 – Výpočet objemu akumulční nádrže

## 8 Závěr

V teoretické části mé práce jsem se zabíral celosvětovým problémem hospodaření s vodou a možnostmi zpětného využití dešťové a šedé vody. Představil jsem současné varianty recyklace odpadních vod, které se využívají.

V praktické části jsem se zaměřil na konkrétní návrh recyklace šedé a dešťové vody. Jedná se o systém na čištění, akumulace a následné distribuce splaškové odpadní vody zpět do objektu. Dále jsem navrhl systém pro dešťovou vodu, která se bude akumulovat a následně využívat na zalévání. Praktická část také obsahuje projektovou dokumentaci zdravotní techniky v mateřské škole.

## 9 Zdroje

- [1] Jaká je spotřeba vody ve světě?. *Vodnistrazci* [online]. Praha: Pražské vodovody a kanalizace, 2021 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://vodnistrazci.cz/voda-z-vodovodu/jaka-je-spotreba-vody-ve-svete>
- [2] Global water use. *Worldometers* [online]. Dover, Delaware, U.S.A.: United Nations (UN, UNESCO), 2023 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://www.worldometers.info/water/>
- [3] *Noční rozdíl teplot mezi městy a jejich okolím je až 10 °C* [online]. Praha: [www.stream.cz](http://www.stream.cz), 2021 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://www.stream.cz/otazky-a-odpovedi/jak-vznika-mestsky-tepelny-ostrov-64197632>
- [4] *Learn About Heat Islands* [online]. [epa.gov](http://epa.gov), 2022 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://www.epa.gov/heatislands/learn-about-heat-islands>
- [5] *Druhy odpadních vod* [online]. Silvie Drabinová, David Kunssberger, 2015 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: [http://poradme.se/index.php?title=Druhy\\_odpadn%C3%ADch\\_vod](http://poradme.se/index.php?title=Druhy_odpadn%C3%ADch_vod)
- [6] *Spotřeba vody v domácnosti* [online]. EnviWeb, 2020 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://www.enviweb.cz/116507>
- [7] *Průměrná spotřeba vody v ČR se pohybuje okolo 90 litrů na osobu a den* [online]. Hana Tomášková, 2022 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://www.komunalniekologie.cz/info/prumerna-spotreba-vody-v-cr-se-pohybuje-okolo-90-litru-na-osobu-a-den>
- [8] *Odpadní voda – odpad nebo poklad?* [online]. Ing. Martina Beránková, 2016 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://www.vtei.cz/2016/04/odpadni-voda-odpad-nebo-poklad/>
- [9] *Nové metody nakládání s odpadními vodami* [online]. Ing. Tatiana Mifková, Ph.D., 2011 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/technicka-zarizeni-budov/zdravotni-technika/nove-metody-nakladani-sodpadnimi-vodami>
- [10] *A Great Product Idea Undone by Human Factors: The NoMix Toilet* [online]. Rain Noe, 2014 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://www.core77.com/posts/27543/a-great-product-idea-undone-by-human-factors-the-nomix-toilet-27543>



- [11] *Revoluční záchod - zpracuje moč na hnojivo a výkaly na bioplyn. A šetří vodu* [online]. Martin Mach Ondřej, 2012 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/revolucni-zachod-zpracuje-moc-na-hnojivo-a-vykaly-na-bioplyn-a-setri-vodu>
- [12] *Šedá a černá voda aneb Jak se dělí odpadní vody v domácnosti* [online]. Mgr. Michal Kraus, 2022 [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: *Šedá a černá voda aneb Jak se dělí odpadní vody v domácnosti*
- [13] *Čištění odpadních vod v ČR* [online]. prof. Ing. Jiří Wanner, DrSc., 2021 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://vodnihospodarstvi.cz/cisteni-odpadnich-vod-cr/>
- [14] *Zdravotní technika: vnitřní kanalizace, ochrana proti vzdušné vodě*. Výuková prezentace. ČVUT Fakulta stavební. Vedoucí práce Ing. Stanislav Frolík, Ph.D.
- [15] *Instalace vody a kanalizace* [online]. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/176/01.html>. Učební text pro obor Instalatér, 2. ročník. Střední škola polytechnická, Brno. Vedoucí práce Ing. Ladislav Lupták, Lubomír Šmarda.
- [16] *Jak získat domovní čistírnu odpadních vod? Postup ČOV krok za krokem* [online]. Mgr. Michal Kraus, 2021 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://zakra.cz/blog/domovni-cistirna-odpadnich-vod-v-7-krocich/>
- [17] *Čistírna odpadních vod AS-VARIOcomp K ULTRA* [online]. Asio, 2023 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/4.cistirna-odpadnich-vod-as-variocomp-k-ultra>
- [18] *Co je a jak funguje kořenová čistička* [online]. Mgr. Michal Kraus, 2022 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://zakra.cz/blog/co-je-korenova-cisticka-a-jak-funguje/>
- [19] *Kořenové čistírny Grania* [online]. Grania, 2021 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://www.grania.cz/korenova-cisticka/>
- [20] *Žumpa vs. septik vs. domovní čistírna: 6 rozdílů* [online]. Mgr. Michal Kraus, 2021 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://zakra.cz/blog/6-rozdilu-mezi-zumpou-septikem-a-cov/>
- [21] *Jak funguje tříkomorový septik?* [online]. Mgr. Michal Kraus, 2020 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://zakra.cz/blog/jak-funguje-trikomorovy-septik/>

- [22] *Jak vypadá vsakovací zařízení srážkových vod* [online]. Ing. Jan Vacek, 2018 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/16968-hospodareni-se-srazkovymi-vodami>
- [23] *Odvod dešťové vody: Co říká zákon?* [online]. Mgr. Michal Kraus, 2022 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://zakra.cz/blog/odvod-destove-vody-zakon/>
- [24] *Vsakování dešťových vod* [online]. MEA Water Management, 2015 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/12262-vsakovani-destovych-vod>
- [25] *Vsakovací blok AS-RIGOFILL* [online]. Asio, 2023 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/99.vsakovaci-blok-as-rigofill>
- [26] *Vsakovací tunel AS-KRECHT* [online]. Asio, 2023 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/91.vsakovaci-tunel-as-krecht>
- [27] *Jak funguje výměník tepla?* [online]. Alfa Laval spol. s r.o., 2023 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://www.alfalaval.cz/info/czech/teorie-prenosu-tepla/>
- [28] *Rekuperace tepla z odpadních kanalizačních vod zpět do rodinných domů a ostatních objektů* [online]. AKIRE, 2018 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/priprava-teple-vody/17072-rekuperace-tepla-z-odpadnich-kanalizacnich-vod-zpet-do-rodinnych-domu-a-ostatnich-objektu>
- [29] *Dotace pro vlastníky či stavebníky rodinných a bytových domů na využití srážkové a odpadní vody v domácnosti i na zahradě* [online]. Státní fond životního prostředí ČR, 2017 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://www.dotacedestovka.cz/>

## 9.1 Seznam tabulek

Tabulka 1 – Výpočet celkové denní produkce šedé vody

Tabulka 2 – Výpočet celkové denní spotřeby šedé vody

Tabulka 3 – Výpočet objemu akumulární nádrže

## 9.2 Seznam obrázků

Obrázek 1 – Celosvětová spotřeba vody [2]

Obrázek 2 – Průběh teploty během dne [4]

- Obrázek 3 – Spotřeba pitné vody v domácnosti [6]
- Obrázek 4 – Spotřeba pitné vody během jednotlivých činností[7]
- Obrázek 5 – Speciální toaleta No-Mix Vacuum Toilet[10]
- Obrázek 6 – Jednotná kanalizace[14]
- Obrázek 7 – Oddílná kanalizace[14]
- Obrázek 8 – Schema domácí čističky odpadních vod [17]
- Obrázek 9 – Schema kořenové čističky odpadních vod od firmy Grania [19]
- Obrázek 10 – Vsakovací bloky AS-RIGOFILL od firmy Asio [25]
- Obrázek 11 – Vsakovací tunely AS-KRECHT od firmy Asio [26]
- Obrázek 12 – Vsakovací šachta od firmy Asio [22]
- Obrázek 13 – Tepelný výměník AKIRETHERM [28]