

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD

KATEDRA MECHANIKY

ANALÝZA ODPADNÍCH VOD A JEJÍ NÁSLEDNÉ VYUŽITÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor práce: Bc. Martina Kvapilová

Vedoucí práce: Ing. Petr Kesl, Ph.D.

Akademický rok: 2020/2021

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta aplikovaných věd
Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Martina KVAPILOVÁ**
Osobní číslo: **A19N0057P**
Studijní program: **N3607 Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Stavitelství**
Téma práce: **Analýza spotřeby vod a jejich následné využití**
Zadávající katedra: **Katedra mechaniky**

Zásady pro vypracování

1. Vypracujte textové části dle zadání práce s ohledem potřeb vyhlášky pro nakládání s vodami jako celku u stavebních konstrukcí a vyšších obytných celků s možností vyhotovení výpočtů spotřeb a kapacit pro stavební povolení a dále statistické vyhodnocení a posouzení zadaného projektu s řešením vybraných částí včetně situačních výkresů.
2. Stavební řešení spotřeby vody, retence a zpětného využití vod jako celku v základních hydrotechnických výpočtech se zpracováním závěrečného vyhodnocení dle metody SBRA.
3. Zpracujte výkresovou a textovou část pro analýzu spotřeby vod a jejich následné využití s koncepcí hlavních konstrukčních prvků v návaznosti na celkové koncepční posouzení dané stavby nebo lokality.

Rozsah diplomové práce: **60 – 75 stran A4**
Rozsah grafických prací: **práce skládající se z výkresů a textových částí**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

1. ČSN EN 1990 – Zásady navrhování stavebních konstrukcí.
2. ČSN EN 1991 – Zatížení stavebních konstrukcí.
3. Zákon č. 254, 2001 Sb.
4. Hospodaření s vodou, ČKAIT 2019.
5. Frick / Knoll – Stavební konstrukce I. a II. JAGA 2005.

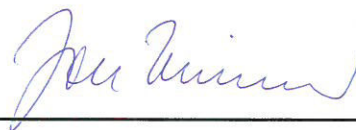
Vedoucí diplomové práce: **Ing. Petr Kesl, Ph.D.**
Katedra mechaniky

Datum zadání diplomové práce: **1. července 2020**

Termín odevzdání diplomové práce: **6. ledna 2021**



Doc. Dr. Ing. Vlasta Radová
děkanka



Doc. Ing. Jan Vimmr, Ph.D.
vedoucí katedry

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Analýza spotřeby vod a její následné využití“ vypracovala samostatně, pod odborným dohledem vedoucího diplomové práce Ing. Petra Kesla, Ph.D. a s použitím uvedených zdrojů.

V Plzni, dne

.....

Bc. Martina Kvapilová

Poděkování

V první řadě bych chtěla poděkovat mému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Petru Keslovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky, které mi poskytnul během konzultací.

Dále děkuji všem vyučujícím, kteří mi předali znalosti v oboru stavitelství, mé rodině a přátelům za podporu během studia.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá analýzou spotřeby šedých odpadních vod a potřeby bílých vod v obytném a administrativním objektu. Práce je rozdělena na teoretickou část, kde je přiblížena tato problematika a na část praktickou, ve které je teorie aplikována.

Klíčová slova

Spotřeba vody, odpadní voda, šedá voda, bílá voda, dešťová voda, černá voda

Abstract

The diploma thesis deals with the analysis of the consumption of gray wastewater and the need for the white water in a residential building and in an administrative building. The work is divided into a theoretical part - where this issue is approached and a practical part - where the theory is applied.

Keywords

Water consumption, wastewater, gray water, white water, rainwater, black water

Bibliografická citace VŠKP

KVAPILOVÁ, Martina. *Analýza spotřeby vod a její následné využití*. Plzeň, 2021. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta aplikovaných věd, Katedra mechaniky. Vedoucí práce Ing. Petr Kesl, Ph.D.

Obsah

Úvod.....	15
Současný stav řešené problematiky.....	16
V České republice	16
V zahraničí.....	16
Cíle práce.....	17
Motivace.....	18
Teoretická část.....	19
1. Voda v objektu.....	19
1.1 Pitná voda	19
1.1.1 Limitní parametry pro pitnou vodu.....	20
1.2 Provozní voda	23
1.2.1 Požadavky na kvalitu bílých vod	23
1.3 Odpadní voda.....	25
1.3.1 Černé vody.....	26
1.3.2 Šedé vody	28
1.3.3 Dešťové vody	29
2. Odvod odpadních vod	32
3. Možnosti úprav odpadních vod.....	33
3.1 Možnosti úpravy šedé vody.....	33
3.1.1 Systémy s jednoduchou úpravou	33
3.1.2 Systémy s chemickou úpravou.....	34
3.1.3 Systémy s fyzikální úpravou.....	34
3.1.4 Přírodní postupy čištění.....	34
3.1.5 Systémy s biologickou úpravou.....	34
3.1.6 Membránový proces čištění šedých vod	35

3.2	Možnosti úpravy dešťové vody.....	35
3.2.1	Svodové a podokapové filtry	35
3.2.2	Interní filtrační vložky.....	36
3.2.3	Externí filtrační šachty.....	36
4.	Možnosti využití odpadních vod	37
4.1	Využití dešťové vody	37
4.2	Využití šedé vody	37
4.3	Využití černé vody	37
5.	Vývoj cen vodného a stočného.....	38
6.	Vhodnost použití systému přečišťující šedé vody.....	40
	Praktická část.....	41
1.	Množství odpadních vod.....	41
2.	Navržení zařízení na konkrétní objekty	46
2.1	Projekt ubytovny pro odsouzené	46
2.1.1	Popis objektu.....	46
2.1.2	Zařizovací předměty v objektu	47
2.1.3	Počet osob v objektu	49
2.1.4	Stanovení množství odpadních vod	50
2.1.5	Stanovení potřeby bílé vody.....	55
2.1.6	Navržení vhodného zařízení	59
2.2	Projekt administrativní budovy	61
2.2.1	Popis objektu.....	61
2.2.2	Zařizovací předměty v objektu	62
2.2.3	Počet osob v objektu	62
2.2.4	Stanovení množství odpadních vod	63
2.2.5	Stanovení potřeby bílé vody.....	66

2.2.6	Navržení vhodného zařízení	69
3.	Zhodnocení	72
3.1	Zhodnocení šedé a bílé vody	72
3.2	Zhodnocení dešťové vody	73
Závěr	75
Seznam použité literatury a internetových zdrojů	76
Podklady pro zpracování diplomové práce	79
Přílohy diplomové práce	79

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Koloběh vody v budově, zdroj: autorka DP	19
Obrázek 2 – Označení provozní vody [5]	25
Obrázek 3 – No-mix toaleta [7]	27
Obrázek 4 - Model ubytovny pro odsouzené, zdroj: autorka DP	47
Obrázek 5 - Kombinovaná toaleta [16]	48
Obrázek 6 - Model administrativní budovy, zdroj: autorka DP	61

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Orientační hodnoty (G) pro bakteriologické monitorování [4]	23
Tabulka 2 - Orientační hodnoty (G) pro monitorování obecného systému [4] .	24
Tabulka 3 - Interpretace výsledků z bakteriologického sledování [4]	24
Tabulka 4 - Vyhodnocení výsledků z monitorovacího systému ^{E)} [4]	24
Tabulka 5 - Druh a původ odpadních vod, zdroj: autorka DP	26
Tabulka 6 - Chemické složení dešťové vody, zdroj: vlastní zpracování dle [9]	30
Tabulka 7 – Vývoj cen vodného a stočného, vlastní zpracování dle [13]	38
Tabulka 8 – Průměrná denní spotřeba vody - Severočeské vodovody a kanalizace, a.s., hodnoty převzaty z [14]	42
Tabulka 9 - Průměrná denní spotřeba vody - Pražské vodovody a kanalizace, a.s., hodnoty převzaty z [15]	42
Tabulka 10 - Spotřeba vody v bytové jednotce 1, zdroj: autorka DP	43
Tabulka 11 – Spotřeba vody v bytové jednotce 2, zdroj: autorka DP	43
Tabulka 12 – Spotřeba vody v bytové jednotce 3, zdroj: autorka DP	44
Tabulka 13 – Srovnání množství vody pro osobu za den, zdroj: autorka DP ..	44
Tabulka 14 – Srovnání množství spotřeby vody denních činností, zdroj: autorka DP	45
Tabulka 15 – Zařizovací předměty v ubytovně pro odsouzené, zdroj: autorka DP	48
Tabulka 16 – Počet osob v ubytovně pro odsouzené, zdroj: autorka DP	49
Tabulka 17 – Druhy zařizovacích předmětů v ubytovně pro odsouzené – šedá voda, zdroj: autorka DP	50

Tabulka 18 – Denní produkce šedé vody v ubytovně pro odsouzené – odsouzení, zdroj: autorka DP	52
Tabulka 19 - Denní produkce šedé vody v ubytovně pro odsouzené – příslušníci, zdroj: autorka DP	53
Tabulka 20 - Denní produkce šedé vody v ubytovně pro odsouzené – civilní zaměstnanci, zdroj: autorka DP	53
Tabulka 21 – Celková denní produkce šedé vody v ubytovně pro odsouzené, zdroj: autorka DP	54
Tabulka 22 - Druhy zařizovacích předmětů v ubytovně pro odsouzené – bílá voda, zdroj: autorka DP.....	55
Tabulka 23 – Denní potřeba bílé vody v ubytovně pro odsouzené – odsouzení, zdroj: autorka DP	57
Tabulka 24 - Denní potřeba bílé vody v ubytovně pro odsouzené – příslušníci, zdroj: autorka DP	57
Tabulka 25 - Denní potřeba bílé vody v ubytovně pro odsouzené – civilní zaměstnanci, zdroj: autorka DP	57
Tabulka 26 – Celková denní potřeba bílé vody v ubytovně pro odsouzené, zdroj: autorka DP	58
Tabulka 27 - Zařizovací předměty v administrativní budově, zdroj: autorka DP	62
Tabulka 28 - Počet osob v administrativní budově, zdroj: autorka DP	63
Tabulka 29 - Druhy zařizovacích předmětů v administrativní budově – produkce šedé vody, zdroj: autorka DP	64
Tabulka 30 - Denní produkce šedé vody v administrativní budově – muži i ženy, zdroj: autorka DP	65
Tabulka 31 - Denní produkce šedé vody v administrativní budově – provoz, zdroj: autorka DP	65
Tabulka 32 - Celková denní produkce šedé vody v administrativní budově, zdroj: autorka DP	66
Tabulka 33 - Druhy zařizovacích předmětů v administrativní budově – bílá voda, zdroj: autorka DP.....	67

Tabulka 34 - Denní potřeba bílé vody v administrativní budově – ženy, zdroj: autorka DP	68
Tabulka 35 - Denní potřeba bílé vody v administrativní budově – muži, zdroj: autorka DP	68
Tabulka 36 - Denní potřeba bílé vody v administrativní budově – provoz, zdroj: autorka DP	68
Tabulka 37 - Celková denní potřeba bílé vody v administrativní budově, zdroj: autorka DP	69
Tabulka 38 - Zhodnocení šedé a bílé vody, zdroj: autorka DP	72
Tabulka 39 - Zhodnocení srážkové vody, zdroj: autorka DP	73

Seznam grafů

Graf 1 – Vývoj cen vodného a stočného, vlastní zpracování dle [13].....	39
--	----

Úvod

V dnešní době si lidé v České republice nedokážou představit život bez pitné vody. Každodenní užívání pitné vody v domácnostech se stalo standardem. Pitná voda je přivedena téměř do každé domácnosti.

Bohužel jak ve světě, tak i v České republice, v posledních letech pitné vody ubývá. V letních obdobích je srážek méně, než bývalo, a často nastávají období sucha. Za úbytek pitné vody dále může i zvyšující se znečištění, které je produkováno lidskou činností. Dále je problémem úbytek podzemních vod. Jednou z příčin tohoto problému je, že se dříve moc neřešila srážková voda odváděná z objektů. Tento problém se řešil tím nejjednodušším způsobem – odvést srážkovou vodu spolu se splaškovou vodou do čistírny odpadních vod. Jak se postupem času zastavěné území rozrůstá, tím proniká méně dešťové vody do půdy a podzemní vody chybí. Následek je takový, že podzemních vod je méně a rodinné domy, které jsou závislé na vodě ze studny, jsou bez pitné vody.

Firmy přicházejí s produkty, které nabízejí částečné řešení tohoto problému. Myšlenka spočívá v tom, že je snaha o minimalizaci použití pitné vody tam, kde je to nezbytně nutné, jako jsou například kuchyňské dřezy, kde je pitné vody potřeba. V místech, kde pitné vody potřeba není, například toalety, je napojena dešťová nebo recyklovaná voda pocházející z odpadních vod objektu.

Současný stav řešené problematiky

V České republice

Situace v České republice je taková, že pitné vody tu bývá dostatek. Lidé si tu zvykli na to, že každá domácnost je napojena na vodovodní řád, který poskytuje určitou kvalitu vody a není nebezpečné ji používat k dlouhodobé konzumaci.

Bohužel úbytek vod, hlavně podzemních, se pociťuje až v posledních letech. V současné době, až na pár výjimek, využívají obytné budovy pitnou vodu u téměř všech zařizovacích předmětů. Existuje pár budov, kde se využívá dešťové vody nebo přečištěné šedé vody místo vody pitné. Bohužel těchto budov je pár. Častým případem jsou rodinné domy, které mají k dispozici nádrže na dešťovou vodu zachytávanou ze střechy. Tato dešťová voda se následně používá pro závlahu zahrady.

V zahraničí

V zahraničí je problematika pitné vody velice odlišná a závisí na daném státu. Ve státech, kde je pitné vody dostatek, se tato problematika neřeší. Na druhou stranu existují země, kde je o pitnou vodu nouze.

Ve velkém množství států kvalita vody vodovodního řádu není takové kvality, jak tomu bývá u nás. Voda, která je napojena na zařizovací předměty, jako jsou například dřezy, není určena ke konzumaci. Lidé v těchto státech jsou odkázáni na vodu balenou. Toto je například způsobeno tím, že voda vodovodního řádu pochází ze slané vody. Obecně slané vody jsou velmi náročné na čištění.

Dále jsou státy, kde značné procento populace nemá vůbec přístup k pitné vodě. Dle srovnání států je na tom nejhůř země Demokratická republika Kongo, kde nemá 53,8% populace žádný přístup k pitné vodě. [1]

Cíle práce

Cílem diplomové práce „Analýza spotřeby vod a její následné využití“ je přiblížit dané téma v teoretické části, v praktické části stanovení množství šedé odpadní vody, stanovení potřeby vody bílé, stanovení množství vody srážkové a navržení vhodného řešení. Pro praktickou část jsou vybrány dva objekty. Prvním vybraným objektem je objekt autorky diplomové práce - bakalářská práce s názvem „Ubytovna pro odsouzené“. Druhý objekt také zpracovala autorka v rámci semestrální práce v bakalářském studiu - „Administrativní budova“.

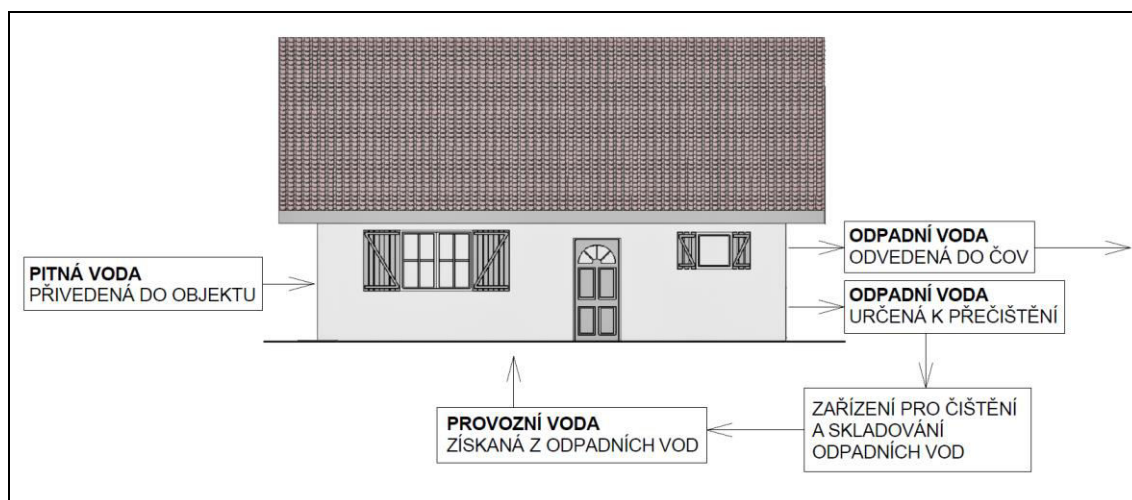
Motivace

Motivací pro vypracování diplomové práce na toto téma byl fakt, že pitné vody ubývá. Dále je brán v potaz i to, že v případě využívání recyklované vody by se ušetřily náklady pro pitnou vodu, která by se nemusela využívat všude a nahradila by jí voda bílá. Dále by se ušetřily finance za stočné.

Teoretická část

1. Voda v objektu

V obytných objektech, kde se využívá bílé vody, která se dostane přečištěním šedé odpadní vody, můžeme vodu v objektu rozdělit do třech skupin. První skupinou je voda, která je do objektu přivedena z vodárny a splňuje nejpřísnější parametry – pitná voda. Dále v tomto objektu je voda provozní, která už nesplňuje parametry pitné vody, ale své užití najde jinde – například pro splachování WC nebo praní prádla. Poslední voda, která je zde zastoupena, je voda odpadní. Ta vzniká znehodnocením vody pitné, provozní nebo dešťové a je většinou odvedena do čistírny odpadních vod. Na obrázku 1 je zobrazeno schéma koloběhu vody v budově. Tyto zmíněné tři druhy vod jsou dále podrobněji popsány v následujících podkapitolách.



Obrázek 1 - Koloběh vody v budově, zdroj: autorka DP

1.1 Pitná voda

V současnosti je tato voda ve většině případů rozvedena po celé domácnosti ke každému zařizovacímu předmětu. Tato voda se využívá i pro splachování toalet, kde takové kvality vody není potřeba. Tato voda musí být zdravotně nezávadná, je určena k pití a nesmí vyvolávat zdravotní potíže.

1.1.1 Limitní parametry pro pitnou vodu

1.1.1.1 pH

Hodnoty pH vyjadřuje stupnice od 0 do 14, kdy hodnoty 0 až 6 jsou hodnoty pro kyselé roztoky, pro zásadité roztoky vyjadřují hodnoty 8 až 14.

Pro pitnou vodu se udávají limitní hodnoty mezi 6,5 až 9,5. Optimální rozmezí je od 6 do 8. Tyto hodnoty pro pitnou vodu nemají přímý zdravotní význam. Nízké hodnoty pH mají vliv na korozi kovů, voda je více agresivní a vody mají zpravidla málo minerálů. Vysoké hodnoty pH zas snižují účinnost desinfekce a voda může být nepříjemné chuti. Například voda v nově vybetonované studně může mít velmi vysoké pH – až 12. Je to způsobené alkalickými zbytky cementu. Tento jev může trvat i několik měsíců, ale není zde žádné zdravotní riziko. [2]

1.1.1.2 Měrná vodivost

Tato veličina udává přibližnou míru koncentrace elektrolytů. Elektrolyty jsou iontově rozpuštěné látky ve vodě a vyjadřují nepřímo minerální látky, které jsou rozpuštěné ve vodě. Limit pro pitnou vodu je hodnota 125 mS/m – tato hodnota odpovídá cca 1000 mg/l obsahu rozpuštěných látek. Vhodné hodnoty pro pitnou vodu jsou menší – 25 až 50 mS/m. Tyto hodnoty odpovídají obsahu rozpuštěných látek mezi 200 – 400 mg/l. Vody, které přesahují daný limit, nejsou vhodné pro pravidelné pití a můžou vyvolat zažívací potíže. Vysoký obsah elektrolytů může také snížit životnost potrubí a bojlerů. [2]

1.1.1.3 Vápník a hořčík (celková tvrdost)

Doporučené rozmezí je 2 až 3,5 mmol/l. Pro hořčík je stanoveno minimálně 10 mg/l a pro vápník 30 mg/l. Ze zdravotního hlediska je větší množství vápníku a hořčíku žádoucí. U vyšších hodnot bohužel nastávají technické problémy. Technické problémy se podobají vyšším hodnotám měrné vodivosti, snižují tedy životnost potrubí a bojlerů. Navíc vyšší hodnoty špatně rozpouštějí mýdlo a prací prášek. Při zahřívání dojde k odstranění CO_2 a změně hydrogenuhličitanu na uhličitan vápenatý, který se následně srazí ve formě vodního kamene na stěnách varných nádob, trubek i bojlerů. [2]

1.1.1.4 Dusičnany

Tyto látky v malém množství (jednotkách mg/l) jsou přirozenou součástí vod. Obsah těchto látek bývá zpravidla zvýšen (hodnoty dosahují až v řádu stovek mg/l). Tyto látky představují zdravotní riziko. [2]

1.1.1.5 Dusitany

Tato látka v pitné vodě také představuje zdravotní riziko. Limit této látky je 0,5 mg/l, ale vzhledem ke stejnému účinku s dusičnany musí být zároveň dodržena podmínka, aby součet poměrů zjištěného obsahu dusičnanů v mg/l děleného 50 a zjištěného obsahu dusitanů v mg/l děleného 3 byl menší nebo rovný 1. [2]

1.1.1.6 Amonné ionty

Tyto látky vypovídají o možnosti kontaminace vody dusíkatými hnojivky, které se používají v zemědělství. Dále může být voda kontaminována odpadní vodou ze septiků, nevhodně umístěným kurníkem nebo hnojištěm, kde může prosáknutím znečistit podzemní zdroj vody. V případě, že se jedná o zvýšený obsah této veličiny, jedná se zpravidla o čerstvý průsak těchto znečistění, což je ve většině případů doprovázeno zápachem vody. Po 4 až 6 týdnech se v kontaminované vodě vlivem oxidace amonné ionty přemění na zvýšený obsah dusitanů, a následně po cca půl roce může dojít oxidací ke zvýšení obsahu dusičnanů, které jsou již chemicky stabilní a ve vodě přetrvávají. [2]

1.1.1.7 Železo

Železo je běžná součást přírodních vod. V pitné vodě může být vyšší obsah způsobený korozí potrubí. V případě koncentrace 0,3 mg/l a vyšší může voda způsobit například hořkou chuť. Železo ve vyšších koncentracích dále může způsobit rezavou barvu vody – tato voda může obarvit prádlo. Železité bakterie mohou také zapříčinit usazeniny v potrubí. [2]

1.1.1.8 Mangan

Výskyt manganu představuje podobnou problematiku jako u železa. Často se mangan a železo vyskytují společně. Mangan barví hnědočerně. Limit pro

mangan je 0,05 mg/l. V případě přírodně se vyskytujícího manganu se toleruje až 0,2 mg/l, pokud není ovlivněna senzorická kvalita vody. [2]

1.1.1.9 Chloridy

Ukazatel s podobným významem jako byly v předchozí kapitole amonné ionty, jedna z hlavních makrosložek vody s obvyklým přirozeným obsahem až desítek mg/l. Limit je stanoven na 100 mg/l. Je-li zvýšený obsah ovlivněn geologickým podložím, lze připustit maximálně až 250 mg/l. Vyšší koncentrace ovlivňují nepříznivě chuť a korozní schopnost vody; často se také pojí s vyšším obsahem sodíku, což má za příčinu solení silnic, který může být rizikem pro nemocné se sodíkovou dietou a jeho dlouhodobý zvýšený příjem následně vede ke zvýšení krevního tlaku. [2]

1.1.1.10 Sírany

Sírany jsou součástí přírodních vod. Limit je stanoven na 250 mg/l. Ve vyšších koncentracích mohou ovlivnit chuť a v kombinaci s hořčíkem mohou způsobit zažívací potíže. Dále se mohou objevit i technické potíže, například usazování vodního kamene nebo koroze vybraných kovů. [2]

1.1.1.11 Koliformní bakterie

Tento ukazatel slouží jako indikátor obecného znečištění bakteriemi. Pokud jsou ve vodě přítomny, rapidně se zvyšuje pravděpodobnost žaludečních a střevních problémů. [2]

1.1.1.12 Escherichia coli (E.coli)

Je to hlavní indikátor fekálního znečištění. Původ je humánní i animální. Limit je 0 KTJ/100 ml. (KTJ = kolonii tvořící jednotka; počet KTJ lze zjednodušeně chápat jako počet bakterií v daném objemu vody. Limitem se rozumí mezní nebo nejvyšší mezní hodnota podle vyhlášky č. 252/2004 Sb. [2]

Mimo výše uvedených parametrů musí být dále pitná voda průhledné barvy, bez zákalu, teploty 8 – 12 °C.

1.2 Provozní voda

Provozní voda nespĺňuje parametry pitné vody. Využití najde například pro splachování toalet, praní prádla, zavlažování zahrady nebo mytí auta.

Tato voda může pocházet z různých zdrojů. Voda může pocházet například z odpadní šedé vody, která je produkována daným objektem, případně úpravou dešťové vody.

1.2.1 Požadavky na kvalitu bílých vod

Bohužel v České republice neexistuje norma, která by se zabývala kvalitou bílých vod. V roce 2010 byla ve Velké Británii vydána norma, která se zabývá touto problematikou a obsahuje doporučení, které se týká kvality těchto vod. [3]

Doporučené parametry vody jsou vypsány v následujících čtyřech tabulkách (tabulka 1 až tabulka 4).

Tabulka 1 - Orientační hodnoty (G) pro bakteriologické monitorování [4]

Parametr	Postřikové aplikace	Bezpostřikové aplikace			Testování	
	Tlakové mytí, zahradní rozstřikovač a mytí vozidel	Splachování WC	Zavlažování zahrad ^{A)}	Praní	Postřikové aplikace	Bezpostřikové aplikace
Escherichia coli [počet/ml]	Není zjištěno	250	250	Není zjištěno	BS EN ISO 9308-1	BS EN ISO 9308-3
Střevní enterokoky [počet/ml]	Není zjištěno	100	100	Není zjištěno	BS EN ISO 7899-1 nebo 7899-2	BS EN ISO 7899-1
Legionella pneumophila [počet/ml]	10	Nelze aplikovat	Nelze aplikovat	Nelze aplikovat	BS 6068-4.12	Nelze aplikovat
Koliformní bakterie celkem^{B)} [počet/ml]	10	1000	1000	10	Blue Book Method 223 D [N2]	BS EN ISO 9308-3

A) Pokud ošetřené šedé vody byly použity v zelinářských zahradách, na domácí půdě, pak informace o růstu těchto plodin před spotřebou by měly být poskytovány pro uživatele v předávací dokumentaci.

B) „Celková koliformní bakterie“ je ukazatelem provozního parametru pro interpretaci. Bakteriologické orientační hodnoty uvedené pro upravené šedé vody odráží potřebu kontrolovat kvalitu vyčištěné vody pro dodávky a užití.

Tabulka 2 - Orientační hodnoty (G) pro monitorování obecného systému [4]

Parametr ^{C)}	Postřikové aplikace	Bezpostřikové aplikace			Testování	Typ systému
	Tlakové mytí, zahradní rozstřikovač a mytí vozidel	Splachování WC	Zavlažování zahrad ^{A)}	Praní		
Zákal [NTU]	< 10	< 10	Nelze aplikovat	< 10	BS 1427	Všechny systémy
pH	5–9,5	5–9,5	5–9,5	5–9,5	BS 1427	Všechny systémy
Zbytkový chlor [mg/l]	< 2,0	< 2,0	< 0,5	< 2,0	BS EN ISO 7393-2	Všechny systémy
Zbytkový brom [mg/l]	0,0	< 5,0	0,0	< 5,0	Blue Book 218, Method E10 [N3]	Všechny systémy

C) Kromě těchto parametrů by měly být všechny systémy kontrolovány na nerozpuštěné látky a barvu. Upravené šedé vody by měly být vizuálně čisté, bez plovoucích nečistot a nemá být problematická barva pro všechna použití. Barva je obzvláště důležitá pro automatické pračky.

Tabulka 3 - Interpretace výsledků z bakteriologického sledování [4]

Výsledek vzorku ^{D)}	Stav	Výklad
< G	Zelená	Systém pod kontrolou
od G do 10×G	Žlutá	Převzorkování potvrdí výsledek, prozkoumání činnosti systému
> 10×G	Červená	Pozastavit používání šedých vod dokud není problém vyřešen

D) G = směrné hodnoty (viz tabulka 1)

Tabulka 4 - Vyhodnocení výsledků z monitorovacího systému^{E)} [4]

Výsledek vzorku ^{F)}	Stav	Výklad
< G	Zelená	Systém pod kontrolou
> G	Žlutá	Převzorkování potvrdí výsledek, prozkoumání činnosti systému

E) Systém je pod kontrolou, pokud parametry jsou v úrovních, které uvádí tabulka 2. Pokud jsou hodnoty mimo uvedený rozsah, je nutné odebrat další vzorky. V případě přítomnosti barvy nebo nerozpuštěných látek na nežádoucí úrovni je nutné prozkoumat fungování systému a případný problém vyřešit.
F) G = směrné hodnoty (viz tabulka 2)

Parametry bílé vody mohou být proměnlivé z důvodu různého používání zařizovacích předmětů.

Před zahájením údržby by mělo být provedeno sledování kvality vody. Systém šedých vod by měl být vypuštěn a měl by být propláchnut čistou vodou kvůli snížení riziku kontaminace personálu, který zajišťuje údržbu.

Tam, kde jsou zařizovací předměty napojeny na bílou vodu, musí být jasně označeno, že se nejedná o vodu pitnou kvůli personálu a pracovníkům údržby. Označení je zobrazeno na obrázku 2.



Obrázek 2 – Označení provozní vody [5]

1.3 Odpadní voda

Odpadní vody se dělí na splaškové a dešťové. Splaškové odpadní vody pocházejí ze zařizovacích předmětů a dešťové odpadní vody pocházejí ze zpevněných povrchů a střech. Splaškové vody ze zařizovacích předmětů se mohou rozdělit na černé vody – splaškové vody, které pocházejí z toalet a pisoárů, a na šedé vody – odpadní vody z ostatních zařizovacích předmětů. V zahraničních literaturách je také často uvedeno, že odpadní vody z kuchyní jsou považovány za vody černé, z důvodu většího bakteriálního znečištění, hlavně v případě, kdy je dřez opatřen drtičem odpadu. Za odpadní vody se také považují dešťové vody ze střech a zpevněných povrchů. Tyto odpadní vody jsou málo znečištěné. Původ odpadních vod je blíže specifikovaný v tabulce 5.

Tabulka 5 - Druh a původ odpadních vod, zdroj: autorka DP

Druh odpadní vody	Původ
černé vody	toalety
	pisolány
	kuchyňské dřezy
šedé vody	kuchyňské dřezy
	umyvadla
	sprchy
	vany
	výlevky
	pračky
	myčky nádobí
dešťové vody	zpevněné povrchy
	střechy

1.3.1 Černé vody

Do této kategorie se zařazují vody vysokého biologického znečištění. Patří sem odpadní vody z toalet a pisolánů. Některá literární zdroje sem zařazují i vody z kuchyňských dřezů - hlavně tehdy, kdy je kuchyňský dřez opatřen drtičem odpadu.

Černé vody se mohou ještě dále separovat. Separováním moče se získá voda žlutá, separováním exkrementů voda hnědá.

1.3.1.1 Žluté vody

Tato odpadní voda obsahuje pouze moč. Dále voda obsahuje vysoký podíl nutrientů - hlavně dusík, fosfor, draslík. Dále obsahuje také síru, bór a další prvky. Skutečný obsah těchto látek se liší v závislosti na stravě jedince. Moč je zpravidla vyvážené hnojivo. Má podobný poměr hlavních živin tak jako průmyslově vyráběná hnojiva. [6]

1.3.1.2 Hnědé vody

Hnědé vody obsahují pouze exkrementy. Tento druh odpadních vod obsahuje hlavně uhlík. Dále obsahují v menším množství dusík, fosfor a draslík. Ve větším množství je zde zastoupen také vápník, hořčík a železo. [6]

Separace žluté vody se docílí tak, že se napojí pouze pisoáry. Separaci hnědé a žluté vody je možno docílit no-mix toaletou, která má dva odvody odpadní vody – jeden pro moč a druhý pro fekálie. Jak tato toaleta vypadá, je zobrazeno na obrázku 3.



Obrázek 3 – No-mix toaleta [7]

1.3.2 Šedé vody

Šedé odpadní vody pochází ze zřizovacích předmětů mimo toalet, pisoárů a v některých případech i kuchyňských dřezů. Kuchyňské dřezy se mohou do šedých vod zařadit pouze tehdy, kdy odpadní voda je méně biologicky znečištěna. Hlavní podíl šedých vod představuje odpadní voda ze sprch, van, výlevek a umyvadel. Dále jsou také do těchto odpadních vod zařazeny pračky a myčky nádobí.

Největší podíl znečištění šedých vod představují prostředky na čištění, jako jsou mýdla, šampony, zubní pasty, prací prášky, přípravky určené k čištění například podlah nebo oken.

1.3.2.1 Chemicko - fyzikální vlastnosti šedých vod

Šedé vody se mohou rozdělit podle toho, ze kterého zařizovacího předmětu pochází. Na základě tohoto rozdělení se mohou pozorovat různé parametry. Šedé vody se mohou rozdělit následovně:

- šedé vody neseparované,
- šedé vody pocházející z praček,
- šedé vody pocházející z kuchyní a myček,
- šedé vody pocházející z umyvadel, van a sprch. [3]

1.3.2.1.1 pH

U šedé neseparované vody se pH pohybuje kolem 5 – 8,6. Podobně je tomu tak i u šedých vod z koupelen a kuchyní. U odpadních vod z praček se pH pohybuje okolo 9,3 – 10. [3]

1.3.2.1.2 Zákal, plovoucí látky

Šedé vody pocházející z praček mají vyšší podíl plovoucích látek než vody, které pochází z van, sprch a umyvadel. Naopak zákal je vyšší u odpadních vod z koupelen. Největší množství plovoucích látek je u vod, které pocházejí ze dřezů, z důvodu výskytu zbytků jídla. Plovoucí látky mohou být problémem při úpravě šedých vod. [3]

1.3.2.1.3 Chemická a biochemická spotřeba kyslíku

Nejméně zatížené vody touto vlastností jsou vody z koupelen. Naopak odpadní vody z kuchyní jsou zatíženy nejvíce z důvodu zbytků jídla. Na základě této veličiny se může následně rozdělit odpadní šedá voda na vodu vhodnou pro recyklaci (odpadní vodu z praček a koupelen) a na vodu podmíněně vhodnou na recyklaci (odpadní vodu z kuchyní). [3]

1.3.3 Dešťové vody

Tyto vody pochází z atmosférických srážek. Dešťové vody dopadají na střešní plochy nebo zpevněné plochy, odkud jsou odváděny.

Znečištění dešťových vod jsou ovlivněny několika faktory. Významným faktorem je délka bezdeštného období, intenzita atmosférických srážek a objem dešťového odtoku. Vyšší koncentrace znečištění jsou způsobeny tím, že na začátku deště jsou vyplavována atmosférická znečištění, je mobilizována suchá depozice, dále jsou na povrchu ploch vytvořeny prvky koroze z minulých srážek. Zpravidla první 1 - 3 mm deště vede většinou k vysokému snížení znečištění ve srážkové vodě. [8]

Znečištění zachycené vody představuje:

- rozpuštěné a nerozpuštěné látky v atmosférických srážkách;
- znečištění nahromaděné na povrchu střech a zpevněných ploch, které je odváděno spolu s dešťovou vodou;
- znečištění vznikající při kontaktu dešťové vody s materiály na povrchu území. [8]

1.3.3.1 Znečištění v atmosférických srážkách

Ve velkých městech a průmyslových oblastech představuje toto znečištění vysoký podíl. Látky, které jsou obsaženy v atmosféře, mohou být vlivem větru přenášeny na velké vzdálenosti.

Kyseliny a kyselinotvorné látky vznikají převážně z činnosti člověka. Zdrojem kyselin jsou nejčastěji sloučeniny síry a sloučeniny dusíku ze spalování fosilních paliv a z výfukových plynů motorových vozidel. Spalování umělých hmot

s obsahem PVC způsobují sloučeniny chloru obsažené ve srážkové vodě. Tyto znečištění převažují nad zásaditými látkami. Zásadité látky pocházejí většinou z přirozeného prostředí. Zdroj zásaditých látek je ze zemědělství - amonné ionty v hnojivech. Dále jsou mezi zásaditými látkami obsaženy uhličitany, které vznikají z přirozeného prostředí. [8]

V tabulce 6 je vypsáno chemické složení srážek, které naměřila organizace Česká geologická služba. Zde jsou uvedeny průměrné koncentrace vážené srážkovým úhrnem naměřeným v roce 2013. Pro srovnání jsou uvedeny dvě lokality – lokalita v okrese Chomutov - Jezeří (lokalita, kde je v blízkosti povrchový lom ČSA pro těžbu hnědého uhlí a uhelná elektrárna Komořany) a lokalita v okrese Pelhřimov - Salačova Lhota.

Tabulka 6 - Chemické složení dešťové vody, zdroj: vlastní zpracování dle [9]

	Jednotka	Okres Pelhřimov	Okres Chomutov
děšť	mm	652,6	867,6
pH		5,35	4,57
sodík	ug/l	201	195
draslík	ug/l	2 256	1 498
amoniak	ug/l	2 308	1 067
hořčík	ug/l	475	293
vápník	ug/l	988	932
mangan	ug/l	499,7	121,5
zinek	ug/l	20,8	28
olovo	ug/l	0,7	1,1
kadmium	ug/l	0,06	0,07
nikl	ug/l	0,5	1,3
železo	ug/l	26	19
chlor	ug/l	1 574	816
dusičnany	ug/l	6 487	2 722
sírany	ug/l	4 275	5 316

1.3.3.2 Znečištění nahromaděné na střešních a zpevněných plochách

Toto znečištění se nahromadí na odvodňovaných plochách během období bez deště. Dešťová voda, která odtéká ze střech a zpevněných povrchů obsahuje velký podíl rozpuštěných kyslíčků (CO_2 a SO_2) a proměnlivý podíl organických látek (pyl, klacky a listí ze stromů, ptačí trus, prach). Na plochách jsou také v nepatrném množství choroboplodné zárodky. Při zodpovědném používání dešťové vody nemůže dojít k ohrožení zdraví osob. [8]

1.3.3.3 Znečištění vzniklé při kontaktu dešťové vody s různými materiály

Znečištění dešťové vody také závisí na druhu povrchu, se kterým je voda v kontaktu – například se střešními krytinami, se svody dešťových vod apod. Opatření těchto materiálů má za následek odlupování částí, které se dostanou následně do vody. Toto znečištění není zanedbatelné. Množství je závislé na stavu budov a na použitých materiálech. Například koroze kovů má za následek uvolňování toxických látek, jako je například měď, chrom nebo zinek. Různé nátěry zas mohou vodu kontaminovat pesticidy. Z tohoto důvodu je dobré dbát na vhodnou volbu povrchu (krytiny). [8]

2. Odvod odpadních vod

Odvod odpadních vod je závislý na umístění budovy a na četnosti užívání. Ve městech a obcích, kde je vybudována čistírna odpadních vod, se odvod těchto vod řeší napojením na toto zařízení. U objektů, které nemají v blízkosti k dispozici čistírnu odpadních vod, se odvod odpadních vod z budovy řeší vybudováním žumpy nebo septikem. Které zařízení je vhodnější pro daný objekt se stanovuje na základě charakteru budovy a na umístění.

Odpadní vody, kde je v blízkosti vybudován kanalizační řád, jsou nejčastěji odváděny do čistírny odpadních vod, kde se odpadní voda přečišťuje a následně odvede do řeky. Zpravidla je vybudována jednotná stoková síť. Tímto kanalizačním potrubím se odvádí jednak voda splašková, tak i voda dešťová.

Dále existuje i oddílná stoková síť, kde se splašková voda odvádí do čistírny odpadních vod a dešťová voda, díky malému znečištění, přímo do recipientu.

U objektů, kde napojení na veřejnou kanalizaci není možné, se pro splaškové vody vybuduje žumpa nebo septik. Žumpa funguje tak, že shromažďuje splaškovou vodu, kterou je nutno následně odvést fekálním vozem. Septik splaškovou vodu čistí a následně vypouští.

Dnes již platí zákon, který řeší vsakování dešťových vod kvůli chybějící podzemní vodě. Z tohoto důvodu existuje mnoho objektů, kdy je odvod dešťové vody z objektu řešen pomocí vsakování na pozemku. Vsakování je řešeno pomocí vsakovacích zařízení.

3. Možnosti úprav odpadních vod

Existuje několik způsobů pro úpravu šedé a dešťové vody. Druhy systémů pro úpravu jsou vypsány v následujících kapitolách.

3.1 Možnosti úpravy šedé vody

Kvalitu bílé vody (přečištěné šedé vody) předepisují normy, které sledují především mikrobiologické ukazatele. Jedná se například o *Escherichia coli* nebo celkové koliformní bakterie – tyto ukazatele byly popsány v tabulkách v předchozích kapitolách. Mimo tohoto znečištění se dále sleduje vzhled.

Pro úpravu šedých vod existuje několik variant. Čistící procesy šedých vod se mohou rozdělit následovně:

- jednoduché úpravy (např. mechanické předčištění a dezinfekce systému),
- chemické úpravy (např. fotokatalýza, elektro - koagulace a koagulace),
- fyzikální úpravy (např. pískový filtr, absorpce a membrány),
- biologická úprava (např. biologicky provzdušňované filtry, rotující kontaktní bioreaktor a membránový bioreaktor),
- přírodní postupy čištění (např. mokřady, kořenové čistírny, rákosová pole).

Z výše vypsanych úprav se nejčastěji používá biologická úprava, dále fyzikální úprava a přírodní postupy čištění. [10]

3.1.1 Systémy s jednoduchou úpravou

Tento systém čištění šedých vod zahrnuje většinou základní čistící procesy, které spočívají v sedimentaci nebo hrubé filtraci. Tento systém je vhodný doplnit o řádnou dezinfekci před opětovným využitím.

Účinnost těchto systémů je omezena z hlediska organických a anorganických pevných látek. Využití tohoto systému se najde všude tam, kde je šedá voda mírně znečištěna. [10]

3.1.2 Systémy s chemickou úpravou

Do této kapitoly se mohou zařadit procesy založené na koagulaci a elektrokoagulaci (do šedé vody se dávkuje chemikálie na bázi železa nebo hliníku). Mezi další metody se může uvést čištění šedých vod hydroxylovými radikály (reakčním mechanismem jsou vysoce reaktivní hydroxylové radikály OH). Tato metoda se může použít například pro čištění šedých vod z prádelny. [10]

3.1.3 Systémy s fyzikální úpravou

Tyto systémy se mohou rozdělit do dvou kategorií – písková filtrace a membránová filtrace. Tyto dva systémy se mohou z důvodu efektivity použít v kombinaci. Použití pískového filtru k předúpravě (pískový filtr je schopen odstranit hrubé částice) a následné použití membránové filtrace a dezinfekce. [10]

3.1.4 Přírodní postupy čištění

Zde se zahrnují obvykle umělé mokřady, rákosová pole nebo jezírka. Toto čištění odstraňuje mikrobiální znečištění v malé míře. Přírodní čištění je považováno za ekologicky šetrnou technologii. Je také levné na pořízení a provoz. Na toho čištění je bohužel požadována velká plocha. [10]

3.1.5 Systémy s biologickou úpravou

Tyto systémy jsou většinou doplněny o předúpravu, která spočívá v mechanických čistících procesech - hrubé předčištění na česlích nebo sítích při odtoku do sběrné nádrže. Dále může následovat sedimentační nádrž, filtrace v kombinaci se samotnou biologickou úpravou.

Využití těchto systémů je u budov, které produkují větší množství šedých vod a šedé vody jsou více znečištěné.

Tato metoda dosahuje vysokého stupně odstranění organických látek. Z důvodu hygienického zabezpečení je vhodné systém doplnit například o UV lampu. [10]

3.1.6 Membránový proces čištění šedých vod

Tato technologie je kombinace biologického čištění a velmi účinné separace pevné i tekuté fáze. Hlavní výhody jsou takové, že kvalita odtoku není ovlivňována nedostatečnými sedimentačními vlastnostmi sekundárního kalu a není zde nepříznivá pěna na hladině. Tento proces čištění šedých vod může být provozován i za vysoké koncentrace biomasy – to má za následek žádoucí snižování objemů nádrží a snižování produkce kalu. [10]

3.2 Možnosti úpravy dešťové vody

Rozdělení čištění dešťových vod můžeme podle místa osazení mechanického filtru rozdělit následovně:

- svodové a podokapové filtry,
- interní filtrační vložky,
- externí filtrační šachty.

3.2.1 Svodové a podokapové filtry

Tato filtrace odstraňuje pouze hrubé nečistoty – mech, větve nebo listí. Tyto filtry jsou osazeny při využití pro zalévání zahrady. [11]

Dle místa určení se mohou filtry rozdělit následovně:

- svodové filtry (okapový filtr, odlučovač listí)
- podokapové filtry (filtrační podokapový hrnec, podokapový lapač nečistot)

3.2.2 Interní filtrační vložky

Jsou osazovány do akumulčních nádrží dešťové vody. Filtrace spočívá prostřednictvím filtračního koše nebo samočisticí vložky. [11]

3.2.3 Externí filtrační šachty

Vybudováním této šachty se dosáhne samostatné filtrační jednotky nezávislé na sběrné nádrži. Většinou jde o kulaté šachty s přítokovým, odtokovým a dle potřeby i přepadovým potrubím do kanalizace. [11]

4. Možnosti využití odpadních vod

4.1 Využití dešťové vody

Možnosti využití odpadních vod jsou různé. Využívá se například dešťová voda, která se zadržuje v retenční nádrži. Využití najde pro zalévání zahrady, praní prádla, splachování toalet nebo úklid. Využívání dešťové vody má výhodu v tom, že se voda před použitím nemusí tolik upravovat, zpravidla stačí pouze filtr mechanických nečistot. Další výhodou je v případě praní prádla z důvodu měkkosti vody. Srážková voda je měkká a k vyprání prádla stačí méně prášku na praní.

Srážkovou vodu se nedoporučuje používat v oblastech s velkou prašností, vedle velkých komunikací a v oblastech s velkým počtem holubů. V případě vyšších požadavků na kvalitu srážkové vody z hlediska mikrobiologického znečištění, je možné do systému zařadit UV zářič, který dešťovou vodu dezinfikuje. [12]

4.2 Využití šedé vody

Další využití najde voda šedá, která pochází ze zařizovacích předmětů. Tuto vodu je nutno přečistit před dalším využitím. Po přečištění vznikne voda bílá. Tato voda se může použít pro stejné činnosti, jako u vody dešťové - zalévání zahrady, praní prádla, splachování toalet nebo úklid.

4.3 Využití černé vody

Černá odpadní voda by se dále mohla využít v zemědělství jako hnojivo. Černá voda se dále může separovat na hnědou a žlutou vodu. Černé, hnědé a žluté vody je nutno před použitím určitou dobu uskladnit. Doba uskladnění je pro různé odpadní vody rozdílná. Uskladněním tyto vody získají vyšší obsah půdě prospěšných prvků. Dále se při uskladnění eliminují látky nebezpečné pro hnojení.

5. Vývoj cen vodného a stočného

Cena za m³ vody se skládá z ceny, která je rozdělena na cenu za vodné a za cenu za stočné. Vodné představuje cenu za přivedenou vodu do zařizovacích předmětů. Stočné představuje cenu za znehodnocenou vodu odvedenou do čistírny odpadních vod.

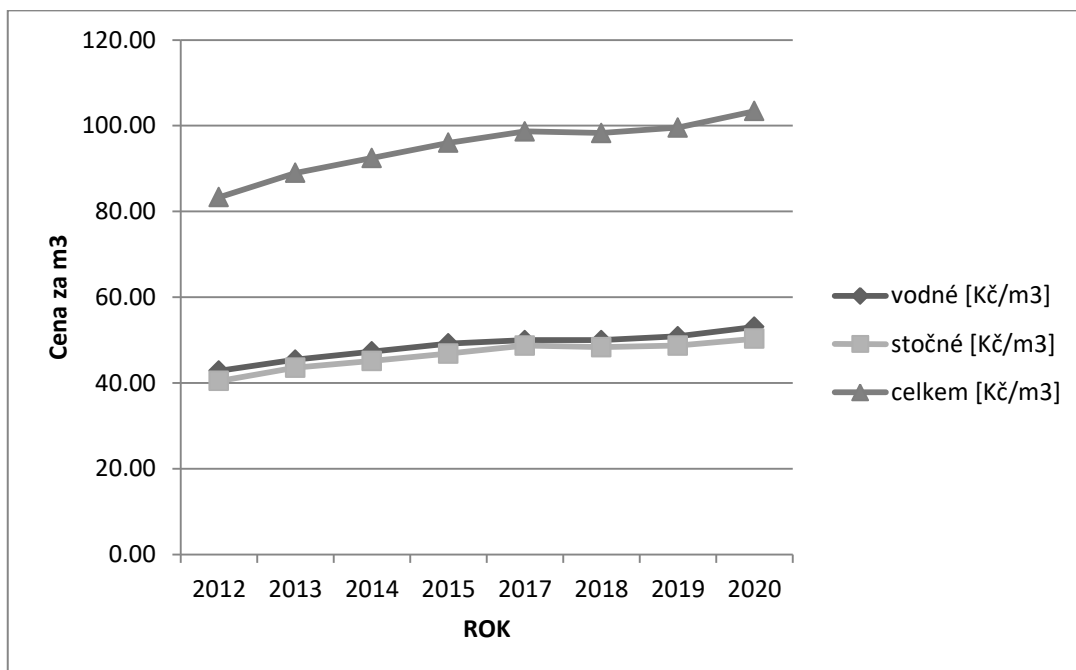
V případě, kdy by se v objektu využívala přečištěná šedá voda, bylo by ušetřeno za vodu, která by byla přivedena do objektu (vodné) a také by se ušetřilo za odvedenou vodu (stočné), protože by se procesem voda zredukovala na menší množství.

V tabulce 7 a grafu 1 jsou zobrazeny ceny od roku 2012 do roku 2020, za které se poskytovala voda v Ústeckém kraji. Z tabulky a grafu je patrné, že ceny vodného a stočného se každým rokem zvyšují. Toto zvýšení je způsobeno částečně inflací a částečně růstu cen za tyto služby.

Tabulka 7 – Vývoj cen vodného a stočného, vlastní zpracování dle [13]

	vodné [Kč/m³]	stočné [Kč/m³]	celkem [Kč/m³]
2012	42,86	40,44	83,30
2013	45,41	43,57	88,98
2014	47,32	45,14	92,46
2015	49,20	46,83	96,03
2017	49,98	48,69	98,67
2018	49,98	48,32	98,30
2019	50,86	48,69	99,55
2020	53,07	50,32	103,39

Graf 1 – Vývoj cen vodného a stočného, vlastní zpracování dle [13]



6. Vhodnost použití systému přečišťující šedé vody

Přečišťování šedých vod se vyplatí v objektech, kde jsou odpadní šedé vody zastoupeny ve vyšším množství. Velké množství šedých vod pochází například z van a sprch nebo z mytí aut.

Objekty, které mají vyšší produkci šedých vod, jsou například:

- objekty určené pro bydlení (rodinné domy a bytové domy),
- objekty určené pro ubytování osob (hotely, vysokoškolské koleje, ubytovny),
- myčky aut,
- různé sportovní areály (plavecké haly, fitness centra, tělocvičny),
- některé výrobní objekty.

U výrobních objektů je nutno zvážit, zda produkující odpadní voda je vhodná k čištění a následnému využití.

Tyto objekty jsou vhodné z důvodu většího množství vody ze sprch a van. U myček aut je také vhodné použití systému pro přečištění šedé vody, protože voda je také méně znečištěna a její produkce je vyšší.

Objekty, které mají nižší produkci šedých vod, jsou například:

- restaurace,
- objekty určené pro prodej (supermarkety, čerpací stanice, obchody s oblečením, trafiky),
- administrativní budovy.

Restaurace produkují odpadní vody ve značném množství, které pocházejí z kuchyňských dřezů. Bohužel tato odpadní voda pro čištění není vhodná z důvodu vyššího biologického znečištění. U menších administrativních budov je zřejmé, že se použití tohoto zařízení příliš nevyplatí. U větších administrativních budov je nutno zvážit, zda používání bílých vod pocházejících z odpadních šedých vod se vyplatí.

Praktická část

1. Množství odpadních vod

Množství odpadních vod závisí na charakteru objektu, dále na počtu a druhu zařizovacích předmětů. Odpadní vody se rozdělují na odpadní vody šedé, odpadní vody černé a odpadní vody dešťové. Velkou roli zde hrají množství odpadních vod šedých z důvodu následného využití. Na základě množství těchto vod se dále navrhne nádrž. Dále je nutné stanovit potřebu bílé vody. Odpadní vody, které nebudou přečišťovány, budou následně odvedeny do čistírny odpadních vod. Množství dešťových vod se stanoví na základě plochy střechy.

Některé vodárny mají na stránkách zveřejněny průměrné denní hodnoty jednotlivých činností pro jednu osobu. Hodnoty jednotlivých vodáren se liší.

Pro ukázkou a porovnání jsou v následujících tabulkách, v tabulce 8 a v tabulce 9, zobrazeny průměrné denní hodnoty v litrech dané činnosti pro jednu osobu. Jsou vybrány hodnoty, které uvádí Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. a Pražské vodovody a kanalizace, a.s.

V tabulce 8 jsou uvedeny hodnoty spotřeby vody společnosti Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. Celková spotřeba vody na osobu zde vychází na 90 litrů.

Tabulka 8 – Průměrná denní spotřeba vody - Severočeské vodovody a kanalizace, a.s., hodnoty převzaty z [14]

	Průměrné denní hodnoty v litrech
Toaleta	22
Osobní hygiena	30
Praní, úklid	14
Příprava jídla, mytí nádobí	8
Pití	4
Mytí rukou	4
Zalévání, ostatní	8
CELKEM	90

V tabulce 9 jsou uvedeny hodnoty spotřeby vody společnosti Pražské vodovody a kanalizace, a.s. Zde vychází spotřeba vody pro jednu osobu o něco více – na 114 litrů, což je o 24 litrů více, než tomu bylo u společnosti Severočeské vodovody a kanalizace.

Tabulka 9 - Průměrná denní spotřeba vody - Pražské vodovody a kanalizace, a.s., hodnoty převzaty z [15]

	Průměrné denní hodnoty v litrech
Toaleta	26
Osobní hygiena	42
Praní, úklid	18
Příprava jídla, mytí nádobí	10
Pití	2
Mytí rukou	6
Zalévání	5
Ostatní	5
CELKEM	114

Pro srovnání výše uvedených hodnot spotřeby vody bylo provedeno měření ve třech bytových jednotkách a hodnoty byly následně přepočítány pro jednu osobu.

V bytové jednotce číslo 1, kde jsou zařizovací předměty: dřez, umyvadlo, pračka, vana a toaleta, je voda rozdělena na teplou a studenou z důvodu dálkového ohřevu teplé užitkové vody. V bytě jsou dvě osoby. Denní spotřeba vody na osobu byla spočítána na 157 litrů. Hodnoty jsou podrobněji zobrazeny v tabulce 10.

Tabulka 10 - Spotřeba vody v bytové jednotce 1, zdroj: autorka DP

Druh	Množství [měsíc/2os]	Jednotky	Denní množství na osobu	Jednotky
Studená voda	4,75	m3	79,17	l
Teplá voda	4,67	m3	77,83	l
Celkem	9,42	m3	157,00	l

V další bytové jednotce, kde probíhalo měření, je také voda rozdělena na teplou a studenou. Zařizovací předměty jsou zde totožné jako v bytové jednotce číslo 1. Je zde dřez, umyvadlo, pračka, vana a toaleta. V této bytové jednotce je pouze jedna osoba a denní spotřeba vody vychází o 42 litrů méně než v předchozí bytové jednotce. Podrobnější hodnoty jsou zobrazeny v tabulce 11.

Tabulka 11 – Spotřeba vody v bytové jednotce 2, zdroj: autorka DP

Druh	Množství [měsíc/1os]	Jednotky	Denní množství na osobu	Jednotky
Studená voda	1,72	m3	57,33	l
Teplá voda	1,73	m3	57,67	l
Celkem	3,45	m3	115,00	l

Pro bytovou jednotku číslo 3 byly hodnoty pro změnu měřeny v závislosti na černé a šedé vodě. Toho šlo docílit z důvodu dvou vodoměrů. Jeden vodoměr je umístěn na toaletě a měří spotřebu vody pouze pro toaletu a druhý vodoměr je umístěn v koupelně a měří spotřebu vody kuchyňského dřezu, umyvadla, sprchového koutu a pračky. Oproti předchozím bytovým jednotkám není v tomto bytě vana, ale pouze sprchový kout. Teplá užitková voda není dodávána dálkově. V koupelně je umístěn bojler na ohřev teplé užitkové vody. V této

bytové jednotce jsou čtyři osoby. Hodnoty jsou podrobněji zobrazeny v tabulce 12.

Tabulka 12 – Spotřeba vody v bytové jednotce 3, zdroj: autorka DP

Druh	Množství [měsíc/4os]	Jednotky	Denní množství na osobu	Jednotky	%
Pro černou vodu	2,20	m ³	18,33	l	27%
Pro šedou vodu	6,02	m ³	50,17	l	73%
		celkem:	68,50	l	

Z výše uvedených hodnot je patrné, že spotřeba vody může kolísat z důvodu druhu zařizovacích předmětů (velkou roli hraje v tomto případě vana nebo sprchový kout), dále je spotřeba vody závislá na tom, zda má být k dispozici dostatek teplé užitkové vody. V bytové jednotce číslo 3, která je závislá na teplé vodě z bojleru (množství teplé užitkové vody je závislé na velikosti nádrže bojleru), je výrazně nižší spotřeba vody než v prvních dvou bytových jednotkách, které mají dálkový ohřev vody – mají tedy teplé vody tolik, kolik potřebují a nejsou ničím omezovány.

Tabulka 13 srovnává denní množství spotřebované vody pro jednu osobu v různých bytových jednotkách. Dále tabulka uvádí hodnoty vodáren.

Tabulka 13 – Srovnání množství vody pro osobu za den, zdroj: autorka DP

	Denní množství - osoba	Jednotky
Bytová jednotka 1	157	l
Bytová jednotka 2	115	l
Bytová jednotka 3	68,5	l
Pražské vodovody a kanalizace, a.s.	90	l
Severočeské vodovody a kanalizace	114	l

Z důvodu kolísání hodnot spotřeby vody bylo dále provedeno měření jednotlivých činností. Měřily se činnosti: koupel ve vaně, sprchování, ranní hygiena, mytí rukou, čištění zubů, praní prádla a mytí nádobí.

Množství vody při sprchování vyšlo v průměru na 50 litrů vody, zatímco napuštěná vana vyšla 2x více – na 100 litrů vody. Spotřeba vody při ranní

hygieně – čištění zubů + mytí obličeje vyšla na 4 litry. Pouhé čištění zubů vyšlo na 2 litry. Při mytí rukou vyšla spotřeba vody na 1 litr. Pračka si pro praní prádla vzala celkově 30 litrů vody. Spotřeba vody pro praní prádla je závislá na druhu a značce pračky. Dále je nutné dodat, že pračka byla naplněna pouze ze $\frac{3}{4}$ z celkového objemu. Mytí nádobí (umývání cca 5 kusů nádobí pod tekoucí vodou) vyšlo na 4 litry vody. Naměřená spotřeba vody při jednotlivých činnostech je přehledně vypsána v tabulce 14.

Tabulka 14 – Srovnání množství spotřeby vody denních činností, zdroj: autorka DP

Činnost	Spotřeba v m³	Spotřeba v l
Koupel ve vaně	0,100	100
Sprchování	0,050	50
Ranní hygiena	0,004	4
Mytí rukou	0,001	1
Čištění zubů	0,002	2
Mytí nádobí	0,004	4
Praní prádla*	0,030	30
*pračka naplněna oblečením cca na 3/4 objemu		

Z měření vyplývá, že pro eventuální výpočet spotřeby vody v bytové jednotce by se nemělo opomíjet pár důležitých faktorů. V první řadě zde hraje roli druh budovy. V rodinném domku bude spotřeba vody vyšší, zatímco v bytových jednotkách se vody spotřebuje méně. Dalším velice důležitým faktorem je, zda je k dispozici vana nebo sprchový kout. Dalším faktorem je dostupnost teplé vody – zda je teplá užitková voda ohřívána v bojleru nebo je dodávána dálkově. Při dálkovém dodávání spotřeba vody stoupá.

Dále je nutné dodat, že měření spotřeby vody při ranní hygieně, mytí rukou, čištění zubů a mytí nádobí bylo prováděno na zařizovacích předmětech, které jsou opatřeny spořičem vody.

2. Navržení zařízení na konkrétní objekty

Diplomová práce dále řeší navržení zařízení na zpracované objekty. Prvním objektem si autorka práce zvolila její bakalářskou práci – projekt ubytovny pro odsouzené. Tento objekt je vhodný z důvodu vysokého množství odpadních vod ze sprch.

Dalším objektem bude také její projekt, který zpracovala autorka práce v rámci předmětu v bakalářském studiu – projekt administrativní budovy. Tento objekt už se nezdá být tak vhodný, jako je tomu u předchozího objektu. Administrativní budova je vybrána pro případné porovnání s předchozím objektem.

2.1 Projekt ubytovny pro odsouzené

2.1.1 Popis objektu

Prvním řešeným objektem je projekt ubytovny pro odsouzené, který, jak již bylo zmíněno, je bakalářská práce autorky. Tento objekt se zdá být velice vhodným pro využívání šedých vod z důvodu vysokého podílu odpadních vod ze sprch, které následně najdou uplatnění.

Místo ubytovny pro odsouzené je na okraji Bíliny. Bílina se nachází v kraji Ústí nad Labem. Součástí je pozemek, který je z části dvojitě oplocen pletivem s ostnatým drátem. Neoplocená část slouží pro parkování zaměstnanců a návštěv odsouzených. V oplocené části se nachází venkovní prostory pro chod věznice, v další části jsou prostory pro venkovní volnočasové aktivity odsouzených. V rozích dvojitého oplocení jsou tři strážní věže.

Objekt ubytovny pro odsouzené má čtyři nadzemní podlaží a není podsklepený. První a druhé nadzemní podlaží slouží pro provoz věznice. Třetí a čtvrté nadzemní podlaží slouží pro ubytování odsouzených. Obě nadzemní podlaží (třetí a čtvrté), určené pro odsouzené, obsahují oddíl pro 28 odsouzených a vnitřní prostory pro volnočasové aktivity.

Střeška je plochá, nepochozí, se sklonem 2° (3,5%) a s celkovou plochou 620 m². Střešní krytinu tvoří asfaltový pás.

V rámci bakalářské práce byl zpracován model, který je zobrazen na obrázku 4.



Obrázek 4 - Model ubytovny pro odsouzené, zdroj: autorka DP

2.1.2 Zařizovací předměty v objektu

V objektu jsou k dispozici toalety a sprchy, které jsou určeny pro zaměstnance; dřez, který je umístěn v kantýně; v oddílech pro odsouzené jsou sprchy, toalety, dřez a pračka. Ve 4. nadzemním podlaží jsou navíc, oproti předchozímu nadzemnímu podlaží, dvě kombinované toalety s umyvadlem, které jsou umístěny v celách kázeňských trestů. Kombinovaná toaleta je zobrazena na obrázku 5.



Obrázek 5 - Kombinovaná toaleta [16]

Bližší specifikace počtu zařizovacích předmětů je v tabulce 15.

Tabulka 15 – Zařizovací předměty v ubytovně pro odsouzené, zdroj: autorka DP

	1.NP	2.NP	3.NP	4.NP	celkem
toalet	3	6	5	5+2*	21
umyvadel	4	9	7	7	27
sprch	1	3	3	3	10
kuchyňských dřezů	-	1	1	1	3
výlevek	-	-	1	1	2
praček	-	-	1	1	2
*kombinovaná toaleta					

2.1.3 Počet osob v objektu

Navržená kapacita odsouzených je stanovena pro 56 osob, kdy je brán v potaz 4 m² cely pro odsouzeného. Počet pracovníků věznice, kteří jsou v budově ve stejnou dobu, je celkem stanoveno na 29 osob. Pracovníci se mohou rozdělit na dvě skupiny. Jednu skupinu tvoří pracovníci, kteří jsou v budově 7 dní v týdnu – příslušníci a vychovatelé. Tito osoby byly celkově spočítány na 11 osob. Druhou skupinou jsou pracovníci, kteří obývají budovu pouze 5 dní v týdnu a nejsou v budově celý den (pouze 8 hodin) – administrativní pracovníci, vychovatelé a zdravotníci (civilní zaměstnanci). Těch je celkem 18. Další skupinou osob v budově tvoří návštěvy odsouzených, kterých může být v jednu dobu maximálně 12. Tabulka 16 zobrazuje podrobnější počet osob v jednotlivých nadzemních podlažích.

Tabulka 16 – Počet osob v ubytovně pro odsouzené, zdroj: autorka DP

	Č.	místnost	počet osob	dni v týdnu
1.NP	1.01	Operační středisko	4	7
	1.05	Strážní stanoviště	2	7
	1.10	Návštěvní místnost	12	7
	1.11	Dílna	1	7
2.NP	2.01	Kancelář 1	2	5
	2.03	Kancelář 2	2	5
	2.04	Kancelář 3	2	5
	2.05	Kancelář 4	2	5
	2.06	Kancelář 5	2	5
	2.33	Ordinace	2	5
	2.15	Místnost rozdělení	4	7
	2.13	Oddělení informatiky	2	5
3.NP	3.01 - 3.06, 3.27	7x cela pro 4 vězně	28	7
	3.07	Vychovatel	2	5
4.NP	4.01 - 4.06, 4.28	7x cela pro 4 vězně	28	7
	4.07	Vychovatel	2	5
celkem:			97	

2.1.4 Stanovení množství odpadních vod

Ubytovna pro odsouzené bude produkovat tři druhy odpadních vod – odpadní vody šedé, které se budou dále využívat, a na základě množství se navrhne velikost nádrže. Dále bude objekt produkovat vody, které se odvedou do čistírny odpadních vod. Poslední odpadní vodou je voda dešťová, pro které se navrhne vsakovací zařízení.

Zařizovací předměty v budově, které budou produkovat šedou vodu a zařizovací předměty, které budou produkovat odpadní vodu odváděnou do čistírny odpadních vod, jsou přehledně znázorněny v tabulce 17.

Tabulka 17 – Druhy zařizovacích předmětů v ubytovně pro odsouzené – šedá voda, zdroj: autorka DP

NP	zařizovací předmět	počet
1.NP	<u>umyvadlo</u>	<u>4</u>
	<u>sprchový kout</u>	<u>1</u>
	toaleta	3
2.NP	<u>umyvadlo</u>	<u>9</u>
	<u>sprchový kout</u>	<u>3</u>
	toaleta	4
	dřez	1
3.NP	<u>umyvadlo</u>	<u>7</u>
	<u>sprchový kout</u>	<u>3</u>
	<u>pračka</u>	<u>1</u>
	toaleta	5
	dřez	1
	<u>výlevka</u>	<u>1</u>
4.NP	<u>umyvadlo</u>	<u>7</u>
	<u>sprchový kout</u>	<u>3</u>
	<u>pračka</u>	<u>1</u>
	toaleta	5
	dřez	1
	<u>výlevka</u>	<u>1</u>

Šedě vyplněná pole s podtrženým textem tabulka znázorňuje zařizovací předměty, které produkují šedou vodu. Bílá pole s obyčejným textem jsou zařizovací předměty, které budou napojeny na kanalizaci odvádějící splaškovou vodu do čistírny odpadních vod.

V následujících odstavcích bude spočítáno produkované množství šedé a dešťové vody v ubytovně pro odsouzené.

2.1.4.1 Stanovení množství šedé vody za den

Šedá voda v budově, jak již bylo zmíněno v předchozím odstavci, bude produkována následujícími zařizovacími předměty:

- umyvadla,
- sprchové kouty,
- pračky,
- výlevky.

Největší podíl šedých vod bude ze sprch, které jsou umístěny v celách odsouzených. Toto množství bude stanoveno na základě počtu osob odsouzených, průtoku sprchy a doba sprchy. Každý odsouzený bude mít nárok na pěti minutovou sprchu, která má průtok 10 l/min.

Další nezanedbatelný podíl šedých vod bude z hygieny odsouzených – ranní hygieny, která zahrnuje čištění zubů a umytí obličeje, mytí rukou po toaletě a večerní čištění zubů.

Zanedbatelný podíl šedé vody bude voda z praček, která bude zahrnuta také v produkci šedé vody. Každý oddíl má k dispozici jednu pračku, která je ve věznicích povinná. Nepředpokládá se zvýšení podíl šedých vod z praček z důvodu velmi malého používání. Každý vězeň dostává pravidelně čisté oblečení a čisté povlečení.

Další část šedých vod bude produkována zaměstnanci věznice. Zaměstnanci – příslušníci budou produkovat šedou ze sprch a umyvadel, zaměstnanci civilisté budou produkovat šedou vodu, která bude pocházet pouze z umyvadel.

2.1.4.1.1 Produkované množství šedých odpadních vod pro osobu za den

V následujících tabulkách je spočítáno produkované množství šedých odpadních vod pro jednu osobu. Osoby jsou rozděleny do třech skupin – odsouzení, příslušníci a zaměstnanci civilisté. Nejvíce produkované množství šedých vod je u odsouzených. Další nezanedbatelné množství produkuje příslušníci z důvodu sprchování po pracovní době. Civilní zaměstnanci, kteří chodí do práce pouze na 8 hodin denně, produkuje odpadní šedou vodu v malém množství.

V tabulce 18 je spočítána celková denní produkce šedé vody odsouzeného, kde jsou zahrnuty běžné denní činnosti. Produkce šedých vod těchto činností je stanoveno měřením, které je zmíněno v předchozích odstavcích. Dále je také v této tabulce spočítána spotřeba vody pro úklid, který vykonávají odsouzení každý den. Produkce šedé odpadní vody pro úklid je celkem 60 litrů (6 x 10 – ti litrových kýblů vody). Tato hodnota je stanovena odhadem. V poslední řadě je zde produkce šedé vody pro praní prádla. Praní prádla je odhadováno s četností 1x denně.

Tabulka 18 – Denní produkce šedé vody v ubytovně pro odsouzené – odsouzení, zdroj: autorka DP

Činnost	Spotřeba vody v litrech	Denní opakování	Denní spotřeba činnosti [l]
Ranní hygiena	4	1	4
Mytí rukou	1	10	10
Čištění zubů	2	1	2
Sprchování*	50	1	50
celková denní produkce šedé vody odsouzeného [l]:			66
Úklid	10	6	60
Praní prádla	30	1	30
celková denní produkce šedé vody pro provoz [l]:			90
*doba sprchování 5 minut při průtoku 10 l/min			

V tabulce 19 je spočítána produkce šedé vody příslušníka. Jsou zde činnosti: mytí rukou a sprchování. Je počítáno s tím, že příslušníci jsou v budově 24 hodin denně.

Tabulka 19 - Denní produkce šedé vody v ubytovně pro odsouzené – příslušníci, zdroj: autorka DP

Činnost	Spotřeba vody v litrech	Denní opakování	Denní spotřeba činnosti [l]
Mytí rukou	1	10	10
Sprchování*	50	1	50
celková denní produkce šedé vody příslušníka [l]:			60

V poslední tabulce v tomto odstavci (tabulka 20) je spočítána produkce šedé vody civilního zaměstnance. Tito zaměstnanci chodí do objektu na 8 hodin denně

Tabulka 20 - Denní produkce šedé vody v ubytovně pro odsouzené – civilní zaměstnanci, zdroj: autorka DP

Činnost	Spotřeba vody v litrech	Denní opakování	Denní spotřeba činnosti [l]
Mytí rukou	1	7	7
celk. denní produkce šedé vody civilního zaměstnance [l]:			7

2.1.4.1.2 Celkové produkované množství odpadních šedých vod za den

V tabulce 21 je spočítána celková denní produkce šedé odpadní vody. Produkce je stanovena na základě počtu odsouzených, příslušníků a civilních zaměstnanců. Dále jsou brány hodnoty celkové denní produkce šedé vody, které jsou pro odsouzeného, příslušníka a civilního zaměstnance spočítány zvlášť a jsou spočítány v předchozím odstavci. Návštěvy odsouzených do tohoto výpočtu zahrnuté nejsou z důvodu zanedbatelného produkovaného množství šedé odpadní vody. V tabulce je dále uvažován dvojnásobný počet příslušníků z důvodu dvou směn – denní a noční směna.

Tabulka 21 – Celková denní produkce šedé vody v ubytovně pro odsouzené, zdroj: autorka DP

Jednotka	Produkce šedé vody v litrech	Počet jednotek	Celkem
Odsouzený	66	56	3696
Příslušník, vychovatel	60	22	1320
Civilní zaměstnanec	7	18	126
Provoz	90	1	90
celková denní produkce šedé vody [l]:			5232

Celková denní produkce tedy činí 5 232 litrů. Na základě této hodnoty se dále navrhne velikost nádrže pro šedou vodu.

2.1.4.2 Stanovení množství dešťových vod

Množství dešťových vod Q je stanoveno výpočtem, který je převzatý z [17]. Do výpočtu je zahrnuta využitelná plocha střechy - P , množství srážek - j (množství srážek je závislé na lokalitě – pro každou lokalitu je stanoveno dle dat Českého hydrometeorologického ústavu), koeficient odtoku střechy - f_s (je zde uvažován povrch střechy) a koeficient odtoku filtru mechanických nečistot - f_f (který udává výrobce).

$$Q = \frac{j \cdot P \cdot f_s \cdot f_f}{1000}$$

Plocha střechy ubytovny pro odsouzené je 620 m². Krytinu tvoří asfaltový pás. Objekt se nachází ve městě Bílina v Ústeckém kraji, kde je stanoveno množství srážek $j = 600$ mm/rok.

Množství zachycené srážkové vody pro ubytovnu pro odsouzené

$$Q = \frac{600 \cdot 620 \cdot 0,7 \cdot 0,9}{1000} = 260,4 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Střecha ubytovny pro odsouzené ročně zachytí 260,4 m³ vody za rok, což je v přepočtu 260 400 litrů. Vzhledem k tomu, že budova produkuje velké množství šedých odpadních vod, neměla by zachycená dešťová voda v budově využití.

2.1.5 Stanovení potřeby bílé vody

Voda přivedená k zařizovacím předmětům bude dvojího typu – pitná voda z vodáren a přečištěná šedá voda (bílá voda). Zařizovací předměty, které budou odebírat bílou vodu, budou toalety a výlevky.

Ostatní zařizovací předměty budou odebírat vodu pitnou. Jakou vodu bude zařizovací předmět odebírat, je přehledně rozepsáno v tabulce 22.

Tabulka 22 - Druhy zařizovacích předmětů v ubytovně pro odsouzené – bílá voda, zdroj: autorka DP

NP	zařizovací předmět	počet
1.NP	umyvadlo	4
	sprchový kout	1
	toaleta	3
2.NP	umyvadlo	9
	sprchový kout	3
	toaleta	4
	dřez	1
3.NP	umyvadlo	7
	sprchový kout	3
	pračka	1
	toaleta	5
	dřez	1
	výlevka	1
4.NP	umyvadlo	7
	sprchový kout	3
	pračka	1
	toaleta	5
	dřez	1
	výlevka	1

Světle šedě vyplněná pole s tučně textem tabulka znázorňuje zařizovací předměty, které budou napojeny na bílou vodu. Bílá pole s obyčejným textem jsou zařizovací předměty, které budou napojeny na pitnou vodu z vodáren.

U zařizovacích předmětů napojených na bílou vodu musí být jasně vyznačeno, že se nejedná o vodu pitnou.

V následujících odstavcích bude spočítána potřeba bílé vody pro dané zařizovací předměty v ubytovně pro odsouzené.

2.1.5.1 Denní potřeba bílé vody

Bílá voda bude přivedena k následujícím zařizovacím předmětům:

- toaleta,
- výlevka.

Největší podíl bílé vody budou odebírat veškeré toalety. Bílou vodu bude odebírat také výlevka, která zároveň produkuje šedou vodu.

Množství potřeby bílé vody je spočítáno obdobně, jak tomu bylo u produkce odpadní šedé vody.

2.1.5.1.1 Potřeba bílé vody pro osobu za den

V následujících tabulkách je spočítáno požadované množství bílých vod pro jednu osobu. Osoby jsou rozděleny do třech skupin – odsouzení, příslušníci a zaměstnanci civilisté. Potřeba je stanovena pro splachování toalet, kde je rozděleno malé a velké splachování. Malé spláchnutí spotřebuje 3 litry vody, zatímco velké spláchnutí spotřebuje o 3 litry více, tedy 6 litrů. Dále je zde zahrnutý úklid.

V tabulce 23 je spočítána celková denní potřeba bílé vody odsouzeného. Dále je také v této tabulce spočítána potřeba vody pro úklid, který vykonávají každý den odsouzení. Potřeba bílé vody pro úklid je celkem 60 litrů (6 x 10 – ti litrových kýblů). Tato hodnota je stanovena odhadem.

Tabulka 23 – Denní potřeba bílé vody v ubytovně pro odsouzené – odsouzení, zdroj: autorka DP

Činnost	Spotřeba vody v litrech	Denní opakování	Denní spotřeba činnosti [l]
Toaleta - velké spláchnutí	6	1	6
Toaleta - malé spláchnutí	3	7	21
celková denní potřeba bílé vody odsouzeného [l]:			27
Úklid	10	6	60
celková denní potřeba bílé vody provozu [l]:			60

V tabulce 24 je spočítána potřeba bílé vody příslušníka. Potřeba vody je uvažována pouze pro splachování toalet. Je počítáno s tím, že příslušníci jsou v budově 24 hodin denně.

Tabulka 24 - Denní potřeba bílé vody v ubytovně pro odsouzené – příslušníci, zdroj: autorka DP

Činnost	Spotřeba vody v litrech	Denní opakování	Denní spotřeba činnosti [l]
Toaleta - velké spláchnutí	6	1	6
Toaleta - malé spláchnutí	3	7	21
celková denní potřeba bílé vody příslušníka [l]:			27

V poslední tabulce v tomto odstavci (tabulka 25) je spočítána potřeba bílé vody civilního zaměstnance. Tito zaměstnanci chodí do objektu na 8 hodin denně.

Tabulka 25 - Denní potřeba bílé vody v ubytovně pro odsouzené – civilní zaměstnanci, zdroj: autorka DP

Činnost	Spotřeba vody v litrech	Denní opakování	Denní spotřeba činnosti [l]
Toaleta - velké spláchnutí	6	1	6
Toaleta - malé spláchnutí	3	4	12
celk. denní potřeba bílé vody civilního zaměstnance [l]:			18

2.1.5.1.2 Celkové množství potřeby bílých vod

V tabulce 26 je spočítána celková denní potřeba bílé vody. Potřeba je stanovena na základě počtu odsouzených, příslušníků a civilních zaměstnanců. Dále jsou brány hodnoty celkové denní potřeby bílé vody, které jsou pro odsouzeného, příslušníka a civilního zaměstnance spočítány zvlášť a jsou spočítány v předchozím odstavci. Návštěvy odsouzených do tohoto výpočtu zahrnutý nejsou z důvodu zanedbatelného množství potřeby bílé vody. V tabulce je dále uvažován dvojnásobný počet příslušníků z důvodu 2 směn – denní a noční směna.

Tabulka 26 – Celková denní potřeba bílé vody v ubytovně pro odsouzené, zdroj: autorka DP

Jednotka	Potřeba bílé vody v litrech	Počet jednotek	Celkem
Odsouzený	27	56	1512
Příslušník, vychovatel	27	22	594
Civilní zaměstnanec	18	18	324
Provoz	60	1	60
celková denní potřeba bílé vody [l]:			2490

Celková denní potřeba tedy činí 2 490 litrů. Odpadní šedá voda pokryje potřebu bílé vody.

2.1.6 Navržení vhodného zařízení

Návrh zařízení bude pro šedou a dešťovou odpadní vodu zvlášť. Pro šedou odpadní vodu bude navržena čistírna šedých vod. Pro dešťovou vodu bude navržen vsakovací systém.

2.1.6.1 Navržení zařízení pro šedou vodu

Stanovené denní množství odpadních šedých vod je stanoveno na 5 232 litrů. Na základě tohoto údaje se navrhuje nádrž s čistícím zařízením společnosti ASIO s.r.o. – AS-GW/SiClaro – 10, s maximálním denním nátokem 10 000 litrů.

Technologie spočívá v tom, že odpadní voda natéká přes filtr mechanických nečistot reakční nádrže, kde se čistí biologicky. V membránovém modulu je ve spodní části osazen aerační systém. Membránový modul je osazen v reakční nádrži. Čerpadlo, které pod tlakem odsává vodu přes membrány a odvádí již vyčištěnou vodu do akumulární nádrže vyčištěné vody, je osazeno nad membránovým modulem. Přečištěná voda je z akumulární nádrže čerpána k zařizovacím předmětům, které tuto vodu odebírají. Reakční nádrž má havarijný přepad. Do systému je možno doplňovat pitnou vodu. [18]

2.1.6.2 Navržení zařízení pro dešťovou vodu

Roční úhrn srážek byl spočítán v předchozí kapitole na 260,4 m³/rok, což je za den cca 713 litrů dešťové vody. Vzhledem k chybějící podzemní vodě by autorka práce upřednostnila v tomto případě použití vsakovacího systému.

Výpočet:

Poznámka: výpočet je převzat z [19]

Odvodňovaná plocha: $A_E = 620 \text{ m}^2$

Odtokový koeficient: $\psi_m = 0,9$

Koeficient zásoby vsakovacího bloku Garantia: $s_R = 0,95$

Zvolená četnost dešťů: $n = 0,2 \text{ rok}^{-1}$

Koeficient propustnosti: $k_f = 1 \cdot 10^{-3}$ m/s (písčítá půda)

Šířka výkopu: $b_R = 1,80$ m

Hloubka výkopu: $h_R = 0,84$ m

Místní srážkové údaje:

T = 15 min

Intenzita 15 minutového deště: $i_n = 220$ l/(s · ha)

Korekční součinitel pro intenzitu dešťů: $k_{\check{C}R} = 0,4$

Výpočet:

Vypočtená délka zasakovacího prostoru: $L = 2$ m

Doporučený objem nádrže (pro vsakovací bloky, tunely): $V_{dop} = 3$ m³

Objem nádrže po přepočtu na rozměry bloku: $V = 3,6$ m³

Délka vsakovací jímky: $L_{vsak} = 2,4$ m

Zvolený počet vsakovacích bloků Garantia: $a = 12$ ks

Doporučená plocha geotextílie: $A_{Geo} = 24$ m²

Doporučený počet spojovacích prvků: $a_{Verb} = 48$ ks

Rozměry navržené vsakovací nádrže: 2,4 x 1,8 x 0,84 m

2.2 Projekt administrativní budovy

2.2.1 Popis objektu

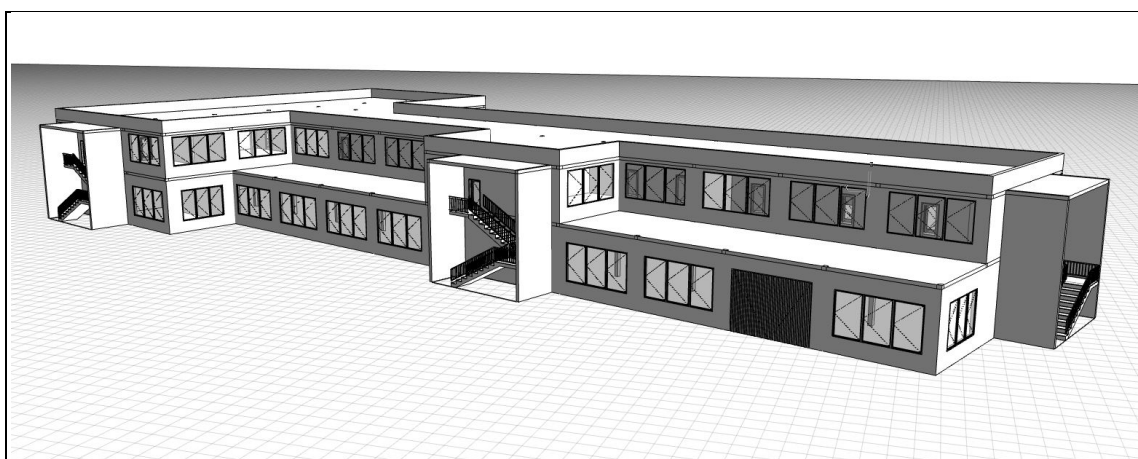
Druhým řešeným objektem je projekt administrativní budovy. Tato budova bohužel není tak vhodná pro opětovné využití odpadních vod z důvodu menšího produkovaného množství šedých vod.

Objekt se nachází v obci Újezdeček, v kraji Ústí nad Labem. Součástí objektu je pozemek, na kterém je parkoviště. Parkoviště slouží pro zaměstnance. Pozemek není oplocený.

Objekt je nepodsklepený a má dvě nadzemní podlaží. 1. nadzemní podlaží slouží jako sklad. Je zde skladová plocha o rozloze 1 762 m², toalety pro muže a ženy, technická místnost, vrátnice a showroom. V 2. nadzemním podlaží jsou kanceláře, odkládací místnost, kuchyňka a toalety pro muže a ženy.

Střecha objektu je plochá, nepochozí a má sklon 2° (3,5%). V místech 1. nadzemního podlaží a venkovních schodišť má střecha sklon 10%. Celková plocha je spočítána na 2 329,19 m². Střešní krytina je tvořena asfaltovým pásem.

V rámci semestrální práce byl zpracován model administrativní budovy. Model je zobrazen na obrázku 5.



Obrázek 6 - Model administrativní budovy, zdroj: autorka DP

2.2.2 Zařizovací předměty v objektu

V tomto objektu jsou k dispozici toalety, pisoáry, umyvadla a výlevky jak v 1. nadzemním podlaží, kde jsou prostory určené hlavně pro skladování stavebních materiálů, tak i v 2. nadzemním podlaží, kde jsou kanceláře. Dále je v 2. nadzemním podlaží k dispozici kuchyňka, kde je dřez. V 1. nadzemním podlaží jsou celkem 4 toalety, 2 pisoáry, 4 umyvadla a 1 výlevka. Ve 2. nadzemním podlaží je 10 toalet, 4 pisoáry, 8 umyvadel, 2 výlevky a 1 kuchyňský dřez. Počty zařizovacích předmětů jsou přehledně zobrazeny v tabulce 27.

Tabulka 27 - Zařizovací předměty v administrativní budově, zdroj: autorka DP

	1.NP	2.NP	celkem
toalet	4	10	14
pisoárů	2	4	6
umyvadel	4	8	12
kuchyňských dřezů	-	1	1
výlevek	1	2	3

2.2.3 Počet osob v objektu

Osoby v administrativní budově jsou stanoveny převážně výpočtem, který je založený na určité kubatuře prostoru pro jednoho zaměstnance v kanceláři. Na jednoho zaměstnance připadá 14 m³ prostoru (minimálně je však požadováno 12 m³). Počet osob, který je stanovený pro 1. nadzemní podlaží (jsou zde převážně prostory pro skladování) jsou stanoveny odhadem. V 1. nadzemním podlaží je celkem stanoveno 12 osob, ve 2. nadzemním podlaží je celkem 238 osob. Přehledněji jsou počty osob v administrativní budově zobrazeny v tabulce 28.

Tabulka 28 - Počet osob v administrativní budově, zdroj: autorka DP

	Č.	Název místnosti	Plocha (m ²)	Světlá výška	Počet osob
1.NP	1.01	Vstupní hala	33,06		1
	1.02	Showroom	67,69		2
	1.04	Skladové prostory	1762,62		6
	1.05	Úklidová místnost	3,4		2
	1.08	Technická místnost	46,56		1
2.NP	2.07	Kancelář 1	35,8	3,35	9
	2.08	Kancelář 2	21,3	3,35	5
	2.09	Kancelář 3	20,84	3,35	5
	2.10	Kancelář 4	21,3	3,35	5
	2.11	Kancelář 5	69	3,35	17
	2.12	Kancelář 6	120,44	3,35	29
	2.13	Kancelář 7	75,97	3,35	18
	2.14	Kancelář 8	42,98	3,35	10
	2.15	Kancelář 9	46,13	3,35	11
	2.16	Kancelář 10	72,52	3,35	17
	2.17	Kancelář 11	33,78	3,35	8
	2.18	Kancelář 12	105,66	3,35	25
	2.19	Kancelář 13	69,72	3,35	17
	2.20	Kancelář 14	104,94	3,35	25
	2.21	Kancelář 15	152,69	3,35	37
2.24	Úklidová místnost	3,52		1	
				celkem	250

2.2.4 Stanovení množství odpadních vod

V tomto objektu jsou odpadní vody rozděleny také do tří skupin tak, jak tomu bylo u předchozího objektu – odpadní vody produkující šedou vodu, odpadní vody odvedené do čistírny odpadních vod a dešťové odpadní vody.

Zařizovací předměty v budově, které budou produkovat šedou vodu a zařizovací předměty, ze kterých se bude odpadní voda odvádět do čistírny odpadních vod, jsou přehledně znázorněny v tabulce 29.

Tabulka 29 - Druhy zařizovacích předmětů v administrativní budově – produkce šedé vody, zdroj: autorka DP

NP	zařizovací předmět	počet
1.NP	<u>umyvadlo</u>	<u>4</u>
	<u>výlevka</u>	<u>1</u>
	pisoiár	2
	toaleta	4
2.NP	<u>umyvadlo</u>	<u>8</u>
	<u>výlevka</u>	<u>2</u>
	<u>dřez</u>	<u>1</u>
	pisoiár	4
	toaleta	10

Šedě vyplněná pole s podtrženým textem znázorňuje tabulka zařizovací předměty, které produkují šedou vodu. Bílá pole s obyčejným textem jsou zařizovací předměty, které budou napojeny na kanalizaci odvádějící splaškovou vodu do čistírny odpadních vod. Oproti předchozí budově je zahrnut do šedé vody i kuchyňský dřez.

V následujících odstavcích bude spočítáno produkované množství šedé a dešťové vody v administrativní budově.

2.2.4.1 Stanovení množství šedé vody za den

Šedá voda v budově, jak již bylo zmíněno v předchozím odstavci, bude produkována následujícími zařizovacími předměty:

- umyvadla,
- výlevky,
- dřez.

V tomto případě bude produkce šedých vod znatelně menší než v předchozím případě z důvodu produkce vod pouze z umyvadel, výlevek a dřezu. Tyto zařizovací předměty mají velmi malou produkci oproti sprchám nebo vaně.

2.2.4.1.1 Produkované množství šedých odpadních vod pro osobu za den

V následujících tabulkách je spočítáno produkované množství šedých odpadních vod pro jednu osobu. Zaměstnanci budou v budově pouze 8 hodin denně a 5 dní v týdnu.

V tabulce 30 je spočítána celková denní produkce šedé vody jednoho zaměstnance (bez rozdílu mužů a žen), kde je zahrnuto mytí rukou a mytí nádobí.

Tabulka 30 - Denní produkce šedé vody v administrativní budově – muži i ženy, zdroj: autorka DP

Činnost	Spotřeba vody v litrech	Denní opakování	Denní spotřeba činnosti [l]
Mytí rukou	1	10	10
Mytí nádobí	4	0,5	2
celková denní produkce šedé vody zaměstnance [l]:			12

Další podíl šedých vod je z provozu budovy – úklidu, kde je denní spotřeba o něco vyšší než v předchozím případě. Spotřeba této činnosti je spočítána v následující tabulce – tabulka 31.

Tabulka 31 - Denní produkce šedé vody v administrativní budově – provoz, zdroj: autorka DP

Činnost	Spotřeba vody v litrech	Denní opakování	Denní spotřeba činnosti [l]
Úklid	10	10	100
celková denní produkce šedé vody pro provoz [l]:			100

2.2.4.1.2 Celkové produkované množství odpadních šedých vod za den

V tabulce 32 je spočítána celková denní produkce šedé odpadní vody. Produkce je stanovena na základě počtu zaměstnanců. Dále jsou brány hodnoty celkové denní produkce šedé vody pro zaměstnance a úklid. Hodnoty jsou spočítány v předchozím odstavci.

Tabulka 32 - Celková denní produkce šedé vody v administrativní budově, zdroj: autorka DP

Jednotka	Produkce šedé vody v litrech	Počet jednotek	Celkem
Zaměstnanec	12	250	3000
Provoz	100	1	100
celková denní produkce šedé vody [l]:			3100

Celková denní produkce tedy činí 3 100 litrů, Na základě této hodnoty se dále navrhne velikost nádrže pro šedou vodu.

2.2.4.2 Stanovení množství dešťových vod

Množství dešťových vod je také stanoveno výpočtem, který byl použit u předchozího objektu.

$$Q = \frac{j \cdot P \cdot f_s \cdot f_f}{1000}$$

Plocha střechy administrativní budovy je 2 329,19 m². Krytinu tvoří asfaltový pás. Objekt se nachází ve městě Újezdeček v Ústeckém kraji, kde je stanoveno množství srážek $j = 600$ mm/rok.

Množství zachycené srážkové vody pro administrativní budovu

$$Q = \frac{600 \cdot 2\,329,19 \cdot 0,7 \cdot 0,9}{1000} = 880,434 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Střecha administrativní budovy ročně zachytí 880,434 m³ vody za rok, což je v přepočtu 880 434 litrů za rok.

2.2.5 Stanovení potřeby bílé vody

Voda přivedená k zařizovacím předmětům bude dvojího typu – pitná voda z vodáren a přečištěná šedá voda (bílá voda). Zařizovací předměty, které budou odebírat bílou vodu, budou toalety a výlevky. Ostatní zařizovací předměty budou odebírat vodu pitnou. Jakou vodu bude zařizovací předmět odebírat, je přehledně rozepsáno v tabulce 33.

Tabulka 33 - Druhy zařizovacích předmětů v administrativní budově – bílá voda, zdroj: autorka DP

NP	zařizovací předmět	počet
1.NP	umyvadlo	4
	výlevka	1
	pisoiár	2
	toaleta	4
2.NP	dřez	1
	umyvadlo	8
	výlevka	2
	pisoiár	4
	toaleta	10

Světle šedě vyplněná pole s tučně textem znázorňuje tabulka zařizovací předměty, které budou napojeny na bílou vodu. Bílá pole s obyčejným textem jsou zařizovací předměty, které budou napojeny na pitnou vodu z vodáren. Výjimkou tvoří pisoiáry, které nebudou napojené na žádnou vodu z důvodu suchého provozu. U zařizovacích předmětů napojených na bílou vodu musí být jasně vyznačeno, že se nejedná o vodu pitnou.

V následujících odstavcích bude spočítána potřeba bílé vody v administrativní budově.

2.2.5.1 Denní potřeba bílé vody

Bílá voda bude přivedena k následujícím zařizovacím předmětům:

- toaleta,
- výlevka.

Největší podíl bílé vody budou odebírat toalety. Bílou vodu bude také odebírat výlevka, která zároveň produkuje šedou vodu.

Množství potřeby bílé vody je spočítáno obdobně, jak tomu bylo u produkce odpadní šedé vody.

2.2.5.1.1 Potřeba bílých vod pro osobu za den

V následujících tabulkách je spočítáno potřebné množství bílých vod pro jednu osobu. Zaměstnanci budou v budově pouze 8 hodin denně a 5 dní v týdnu.

V následujících tabulkách, tabulka 34 a tabulka 35, je spočítána celková denní potřeba bílé vody jednoho zaměstnance s rozdílem mužů a žen z důvodu rozdílné potřeby provozní vody kvůli toaletám. U mužů je předpokládáno použití pro malou potřebu suchých pisoárů a záchodových mís, zatímco ženy mají k dispozici pouze záchodové mísy.

Tabulka 34 - Denní potřeba bílé vody v administrativní budově – ženy, zdroj: autorka DP

Činnost	Spotřeba vody v litrech	Denní opakování	Denní spotřeba činnosti [l]
Toaleta - velké spláchnutí	6	1	6
Toaleta - malé spláchnutí	3	4	12
celková denní potřeba bílé vody zaměstnance (ženy) [l]:			18

Tabulka 35 - Denní potřeba bílé vody v administrativní budově – muži, zdroj: autorka DP

Činnost	Spotřeba vody v litrech	Denní opakování	Denní spotřeba činnosti [l]
Toaleta - velké spláchnutí	6	1	6
Toaleta - malé spláchnutí	3	2	6
Spláchnutí pisoáru	0	2	0
celková denní potřeba bílé vody zaměstnance (muži) [l]:			12

V tabulce 36 je spočítána potřeba bílé vody pro provoz budovy. Zde je zahrnut pouze úklid.

Tabulka 36 - Denní potřeba bílé vody v administrativní budově – provoz, zdroj: autorka DP

Činnost	Spotřeba vody v litrech	Denní opakování	Denní spotřeba činnosti [l]
Úklid	10	10	100
celková denní potřeba bílé vody provozu [l]:			100

2.2.5.1.2 Celkové množství potřeby bílých vod

V tabulce 37 je spočítána celková denní potřeba bílé vody. Potřeba je stanovena na základě počtu zaměstnanců. Dále jsou brány hodnoty celkové denní potřeby bílé vody pro zaměstnance (muži a ženy) a úklid, které jsou spočítány v předchozím odstavci. Počet mužů a žen je uvažován tak, že bude polovina z celkového množství zaměstnanců muži a druhá polovina zaměstnanců budou ženy.

Tabulka 37 - Celková denní potřeba bílé vody v administrativní budově, zdroj: autorka DP

Jednotka	Potřeba bílé vody v litrech	Počet jednotek	Celkem [l]
Zaměstnanci - dámy	18	125	2250
Zaměstnanci - muži	12	125	1500
Provoz	100	1	100
celková denní potřeba bílé vody [l]:			3850

Celková denní potřeba tedy činí 3 850 litrů. Odpadní šedá voda nepokryje potřebu bílé vody, nádrž na bílou vodu se bude muset doplňovat vodou pitnou.

2.2.6 Navržení vhodného zařízení

Návrh zařízení bude pro šedou a dešťovou odpadní vodu zvlášť. Pro šedou odpadní vodu bude navržena čistírna šedých vod. Pro dešťovou vodu bude navržen vsakovací systém.

2.2.6.1 Navržení zařízení pro šedou vodu

Stanovené denní množství odpadních šedých vod je stanoveno na 3 100 litrů. Na základě tohoto údaje se navrhuje nádrž s čistícím zařízením společnosti ASIO s.r.o. – AS-GW/SiClaro – 5, s maximálním denním nátokem 5 000 litrů.

Technologie tohoto zařízení je stejná, jako u zařízení v ubytovně pro odsouzené

2.2.6.2 Navržení zařízení pro dešťovou vodu

Roční úhrn srážek byl spočítán v předchozí kapitole na 880,434 m³/rok, což je v průměru za den cca 2 412 litrů dešťové vody. Vzhledem k chybějící podzemní vodě by autorka práce upřednostnila v tomto případě použití vsakovacího systému.

Výpočet:

Poznámka: výpočet je převzat z [19]

Odvodňovaná plocha:	$A_E = 2\,329,16 \text{ m}^2$
Odtokový koeficient:	$\psi_m = 0,9$
Koeficient zásoby vsakovacího bloku Garantia:	$s_R = 0,95$
Zvolená četnost dešťů:	$n = 0,2 \text{ rok}^{-1}$
Koeficient propustnosti:	$k_f = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ (písečná půda)
Šířka výkopu:	$b_R = 1,80 \text{ m}$
Hloubka výkopu:	$h_R = 2,10 \text{ m}$

Místní srážkové údaje:

$T = 15 \text{ min}$

Intenzita 15 minutového deště: $i_n = 220 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$

Korekční součinitel pro intenzitu dešťů: $k_{\check{C}R} = 0,4$

Výpočet:

Vypočtená délka zasakovacího prostoru:	$L = 3,5 \text{ m}$
Doporučený objem nádrže (pro vsakovací bloky, tunely):	$V_{\text{dop}} = 13,4 \text{ m}^3$
Objem nádrže po přepočtu na rozměry bloku:	$V = 13,6 \text{ m}^3$
Délka vsakovací jámky:	$L_{\text{vsak}} = 3,6 \text{ m}$
Zvolený počet vsakovacích bloků Garantia:	$a = 45 \text{ ks}$
Doporučená plocha geotextílie:	$A_{\text{Geo}} = 54 \text{ m}^2$
Doporučený počet spojovacích prvků:	$a_{\text{Verb}} = 180 \text{ ks}$

Rozměry navržené vsakovací nádrže: 3,6 x 1,8 x 2,1 m

3. Zhodnocení

Z hlediska využívání šedých odpadních vod a nakládání s dešťovými odpadními vodami byly v této práci řešeny dva objekty – ubytovna pro odsouzené a administrativní budova.

3.1 Zhodnocení šedé a bílé vody

Denní produkce šedé vody v ubytovně pro odsouzené vyšla 5 232 litrů, což převyšuje denní potřeby bílé vody, která vyšla 2 490 litrů. Rozdíl mezi těmito dvěma hodnotami vychází 2 742 litrů, což je přebytek bílé vody. S touto přebývající vodou by se mohlo dále nakládat různými způsoby. Například by se bílá voda dala využít pro zavlažování rostlin, které by byly eventuelně pěstovány v prostorách volnočasových aktivit odsouzených. Dále zde přichází v úvahu například mytí eskortních vozidel bílou vodou v areálu ubytovny pro odsouzené.

Denní produkce šedých odpadních vod v administrativní budově vyšla 3 100 litrů. Tato hodnota je menší než požadovaná potřeba bílé vody, která vyšla 3 850 litrů. Rozdíl mezi těmito hodnotami je -750 litrů. Toto množství se bude muset doplnit pitnou vodou z vodovodního řádu.

Produkce šedé vody a potřeba vody bílé v těchto dvou objektech je přehledně zobrazeno v tabulce 38.

Tabulka 38 - Zhodnocení šedé a bílé vody, zdroj: autorka DP

Budova	Produkce šedé vody [l]	Potřeba bílé vody [l]	Rozdíl [l]
Ubytovna pro odsouzené	5232	2490	2742
Administrativní budova	3100	3850	-750

V případě, že by se v ubytovně pro odsouzené využívalo bílé vody tak, jak je stanoveno výpočtem v této práci, tak by se při objemu nádrže 10 000 litrů nádrž naplnila cca za čtyři dny. Po čtyřech dnech, kdy by byla nádrž plná, by

docházelo k havarijním přepadům bílé vody. Bílá voda by odtékala kanalizací do čistírny odpadních vod.

V případě, že by tyto dva řešené objekty byly umístěny blízko sebe, optimálním řešením by bylo, kdyby ubytovna pro odsouzené, která má produkci šedé vody více než potřebu vody bílé, by dodávala bílou vodu administrativní budově, která má produkci šedé vody menší než potřebu bílé vody. Toto řešení by eliminovalo havarijní přepady bílé vody v objektu ubytovny pro odsouzené. Administrativní budova by pro doplnění bílé vody nemusela využívat vody pitné.

3.2 Zhodnocení dešťové vody

Vypočítané množství zachycené srážkové vody bylo vypočítáno v ubytovně pro odsouzené na 260,4 m³/rok. V administrativní budově bylo vypočítáno 880,434 m³/rok, několikanásobně více z důvodu větší plochy střechy. Tyto hodnoty jsou přehledně zobrazeny v tabulce 39.

Tabulka 39 - Zhodnocení srážkové vody, zdroj: autorka DP

Budova	Zachycené množství srážek [m ³ /rok]
Ubytovna pro odsouzené	260,4
Administrativní budova	880,434

Nevýhoda využívání srážkových vod pro provoz v budově spočívá v tom, že atmosférické srážky jsou nepravidelné a může se stát, že bude buď srážek nedostatek, nebo naopak přebytek. V případě nedostatku by bylo nutno využívat jiného zdroje vody, v případě přebytku by se voda odváděla pryč. Další nevýhoda spočívá ve skladování – voda se nedoporučuje dlouhodobě skladovat.

Z tohoto důvodu je, oproti dešťové vodě, bílá voda jistější. Když bude produkce šedé vody, tak bude i potřeba vody bílé. V případě dešťové vody se může stát například to, že když budova bude delší dobu neobývaná (například u administrativní budovy to bude v období dovolených) bude dešťové vody

zrovna přebytek, ale voda zrovna v tu dobu nebude mít využití. Naopak zase může nastat případ, že v období sucha bude více potřeba dešťové vody, která nebude k dispozici.

Závěr

Zpětné využití odpadních vod je v dnešní době téma, které je u nás v České republice v začátcích. Zařízením, které šedé odpadní vody přečišťuje a následnou vyčištěnou vodu skladuje, se v dnešní době zabývá pouze jediná firma v České republice. Objektů, které šedou vodu využívají, je velmi málo.

V diplomové práci byla řešena spotřeba vody v objektu. Byla změřena denní spotřeba vody ve třech bytových jednotkách, které byly dále porovnány s hodnotami, které udávaly vodárny. Dále byly změřeny jednotlivé činnosti z hlediska spotřeby vody. Spotřeba vody změřená u jednotlivých činností byla klíčová k určení denního množství produkce šedých vod, jak v objektu ubytovny pro odsouzené, tak i v administrativní budově.

Dále se diplomová práce zabývala zpětným využitím šedých odpadních vod. Pro čištění šedých vod a pro následné využití vod bílých, bylo navrženo čistící zařízení pro šedou vodu. Toto zařízení čistí šedou vodu, následně produkuje a uskladňuje vodu bílou. Bílá voda je následně rozvedena k zařizovacím předmětům, které tuto vodu využívají.

Zpětné využití dešťových vod se neuvažovalo z důvodu nepravidelnosti atmosférických srážek a bylo navrženo vsakovací zařízení. Toto zařízení bylo navrženo dále z důvodu doplnění podzemních vod, nacházející se pod zemským povrchem, kterých poslední dobou ubývá.

Seznam použité literatury a internetových zdrojů

- [1] WORLD HEALTH ORGANIZATION. International standards for drinking water [online] - <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000225741>
- [2] *Rozbor vody – parametry* [online]. CENTRUM VODY. [cit. 24.10.2020]. Dostupné z: https://www.centrumvody.cz/Rozbor-vody-parametry-c10_35_2.htm
- [3] Ing. Renata Biela, *Kvalita šedých vod a možnost jejich využití* [online]. TZB-info. [cit.1.11.2020]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/8097-kvalita-sedych-vod-a-moznost-jejich-vyuziti>
- [4] British Standard BS 8525-1:2010. Greywater systems – Part 1: Code of practice. UK: BSI, 2010, 46 s.
- [5] *Orientační značení* [online]. Dostupné z: <https://www.navadec.cz/fotky20393/fotos/145.piktogram-nepitn%C3%A1-voda-bily.jpg>
- [6] Martina Beránková, *Odpadní voda – odpad nebo poklad?* [online]. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. [cit. 16.11.2020]. Dostupné z: <http://www.mfcr.cz/cs/legislativa/metodiky/2014/metodika-certifikace-vydaju-pro-programo-17527>
- [7] File:Roediger NoMix toilet (3331066762).jpg - Wikimedia Commons. [online]. Copyright © by Frank Seifert, 2006 [cit. 18.11.2020]. Dostupné z: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Roediger_NoMix_toilet_\(3331066762\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Roediger_NoMix_toilet_(3331066762).jpg)
- [8] Ing. Denisa Dvořáková, *Posouzení Využívání dešťové vody (I) - kvalita a čištění* [online]. TZB-info. [cit. 19.11.2020]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>

- [9] *Průměrné koncentrace vážené srážkovým úhrnem* [online]. Český hydrometeorologický ústav. [cit. 23.11.2020]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/2013_enh/precipitation_y_avg_total/y_avg_total_2640_per1M_CZ.html
- [10] PIDOU, M.: *Hybrid membrane processes for water reuse*, Cranfield university, School of Applied Science, Department of Sustainable Systems, Centre for Water Science, PhD Thesis, 2006, supervisor: Dr. Bruce Jefferson
- [11] RAČEK, Jakub. *Metodika návrhu systému využití šedých vod ve vybraných objektech*. Brno, 2016. 198 s., 2 přílohy, Dizertační práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce doc. Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D.
- [12] *Využití dešťové vody na zahradě a v domě* [online]. VodavDomě.cz [cit. 26.11.01.2020]. Dostupné z: <https://www.vodavdome.cz/vyuziti-destove-vody-na-zahrade-a-v-dome/>
- [13] *Ústecký kraj*. [online]. Cenavody.cz. [cit. 16.11.2020]. Dostupné z: <http://www.cenavody.cz/kategorie/ustecky-kraj>
- [14] *Spotřeba vody v domácnosti*. [online]. Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. - Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. [cit. 28.11.2020]. Dostupné z: <https://www.scvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/spotreba-vody/>
- [15] *Spotřeba vody*. [online]. Pražské vodovody a kanalizace, a.s. [cit. 28.11.2020]. Dostupné z: <https://www.pvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/spotreba-vody/>
- [16] HEAVY DUTY Kombinace WC a umyvadla. *Franke* [online]. Dostupné z: https://www.franke.com/cz/cs/ws/products/prison-units/p%C5%99%C3%ADslu%C5%A1enstv%C3%AD-kombinace/hdtx805m_detail.html

- [17] Ing. Zdeněk Reinberk, *Posouzení možnosti využití srážkové vody* [online]. TZB-info. [cit. 1.12.2020]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/105-posouzeni-moznosti-vyuziti-srazkove-vody>
- [18] *Čistírny šedých vod AS-GW/SiClaro: ASIO, spol. s r.o.* [online]. ASIO – čištění a úprava vod, dešťové a šedé vody. [cit. 2.12.2020]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/as-gw-siclaro>
- [19] *Výpočet objemu vsakovací nádrže* [online]. TZB-info. [cit. 15.12.2020]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>
- [19] *Výpočet objemu vsakovací nádrže* [online]. TZB-info. [cit. 15.12.2020]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>

Podklady pro zpracování diplomové práce

- původní dokumentace bakalářské práce: Ubytovna pro odsouzené
- původní dokumentace semestrální práce: Administrativní budova
- provedené měření spotřeby vody
- informace od výrobců a technické listy výrobků

Přílohy diplomové práce

Příloha č. 1 - Porovnání výsledků pomocí metody SBRA

Příloha č. 2 - Původní výkresová dokumentace: Ubytovna pro odsouzené

Příloha č. 3 - Původní výkresová dokumentace: Administrativní budova

Seznam výkresů je součástí jednotlivých příloh.

Přílohy jsou k dispozici pouze v tištěné podobě diplomové práce, která je v archivu ZČU.