



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ZDRAVOTNĚ TECHNICKÉ INSTALACE A VYUŽITÍ ŠEDÉ A DEŠŤOVÉ VODY V PRŮMYSLOVÉM AREÁLU

SANITATION INSTALLATION AND GREY AND RAIN WATER REUSE IN INDUSTRY COMPLEX

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

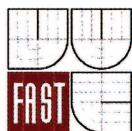
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Michal Talač

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAKUB VRÁNA, Ph.D.

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Michal Talač

Název Zdravotně technické instalace a využití šedé a dešťové vody v průmyslovém areálu


Vedoucí bakalářské práce Ing. Jakub Vrána, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce 30. 11. 2011

Datum odevzdání bakalářské práce 25. 5. 2012

V Brně dne 30. 11. 2011


doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. Stavební dokumentace zadané budovy.
2. České, popř. zahraniční technické normy.
3. Odborná literatura.
4. Zdroje na internetu.

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony a vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb
Obsah a uspořádání práce dle směrnice FAST:

- a) titulní list,
 - b) zadání VŠKP,
 - c) licenční smlouva podepsaná autorem VŠKP,
 - d) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
 - e) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
 - f) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
 - g) poděkování (nepovinné),
 - h) obsah,
 - i) úvod,
 - j) vlastní text práce s touto osnovou:
 - A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran
 - B. Výpočtová část
 - B1. výpočty související s analýzou zadání a koncepčním řešením instalací v celé budově a jejich napojením na sítě pro veřejnou potřebu
 - bilance potřeby vody
 - bilance potřeby teplé vody
 - bilance odtoku odpadních vod
 - B2. výpočty související s následným rozpracováním 1-3 dílčích instalací (kanalizace/vodovod) podle zadání vedoucího práce
 - návrh přípravy teplé vody
 - dimenzování potrubí
 - návrhy zařízení (čerpadla, vodoměry, lapáky, ...)
 - C. Projekt – v úrovni projektu pro provedení stavby, výkresy vyhotovit dle ČSN 01 3450
 - technická zpráva
 - situace stavby 1:200 (1:500)
 - podélné profily přípojek, detail vodoměrné sestavy
 - půdorysy základů a podlaží 1:50
 - rozvinuté řezy vnitřní kanalizace (rozsah zadá vedoucí práce)
 - axonometrie vodovodu
 - legenda zařizovacích předmětů
 - funkční (regulační) schéma, pokud je nutné
 - k) závěr,
 - l) seznam použitých zdrojů,
 - m) seznam použitých zkratk a symbolů,
 - n) seznam příloh,
 - o) přílohy – výkresy
- Vše bude svázáno pevnou vazbou. Volné dokumenty (metadata, posudky, výsledky obhajoby) budou vloženy do kapsy na předních deskách, výkresy budou poskládány a uloženy jako příloha v kapse na zadní straně desek. Na posledním listě bude vlepeno CD.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....
Ing. Jakub Vrána, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je návrh zdravotně technických instalací v administrativní budově areálu podniku E S L, a.s., včetně návrhu způsobu využívání dešťové a šedé vody. Teoretická část je vzhledem k odlišným vlastnostem a problematice jednotlivých vod rozdělena zvláště na vodu dešťovou a vodu šedou. V jednotlivých kapitolách jsou popsány vlastnosti vody, kvalita vody, historie a dnešní možnosti, jak s těmito vodami nakládat. Praktická část se zabývá návrhem domovního vodovodu a kanalizace. Součástí praktické části je návrh umístění a velikosti akumulční nádrže a čistírny odpadních vod, sloužící k úpravě šedé vody. Nezbytnou součástí praktické části jsou bilanční výpočty a následné dimenzování. Poslední kapitolou této práce je projekt, který výkresově zakončuje celou bakalářskou práci.

Klíčová slova

Dešťová voda, šedá voda, nakládání s dešťovými vodami, kanalizace, vodovod

Abstract

The aim of this Bachelor work is to outline a proposal for a plumbing system in the administrative premises of ESL plc, including a proposal for the usage of rainwater and greywater. Owing to the different attributes of rainwater and greywater, and the different issues surrounding them, the theoretical part is divided into two sections. In each section the attributes of the water, its quality, history and current methods of dealing with it are described. The practical part deals with proposals for domestic water supply and sewerage. The practical part includes a proposal for the location and size of storage tanks and wastewater treatment plants used for treating greywater. An essential element of this part is to equate the calculations with the subsequent design. The final section of this work is a project which includes technical drawings.

Keywords

Rainwater, greywater, disposal of rainwater, sewerage, water supply

Bibliografická citace VŠKP

TALAČ, Michal. *Zdravotně technické instalace a využití šedé a dešťové vody v průmyslovém areálu*. Brno, 2012. 92 s., 85 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Jakub Vrána, Ph.D..

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně, a že jsem uvedl(a) všechny použité, informační zdroje.

V Brně dne 24.5.2012



.....
podpis autora

Tato bakalářská práce byla zpracována v rámci grantového projektu Technologické agentury České republiky "Využití šedé a dešťové vody v budovách" - TA 01020311

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce, Ing. Jakobovi Vránovi, Ph.D., za cenné rady a náměty, kterými mě provázel po celou dobu řešení této práce. Poděkování také patří zaměstnancům společnosti ESL, a.s., za poskytnuté podklady a četné konzultace.

OBSAH

A. TEORETICKÁ ČÁST	10
1. Úvod.....	10
2. Základní pojmy z pohledu legislativy	10
A1. TEORETICKÁ ČÁST - DEŠŤOVÁ VODA.....	12
1. Historie hospodaření s dešťovou vodou.....	12
2. Kvalita dešťové vody	14
2.1 Znečištění v atmosférických srážkách	14
2.2 Znečištění dešťového odtoku ze střech.....	15
3. Nakládání s dešťovou vodou.....	17
3.1 Akumulace	17
3.2 Vsakování	18
3.3 Retence.....	19
4. Využití dešťové vody	20
4.1 Požadavky na kvalitu dešťové vody	22
5. Čištění a skladování	23
5.1 Čištění dešťové vody	24
5.2 Skladování zachycené dešťové vody	24
A2. TEORETICKÁ ČÁST - ŠEDÁ VODA	26
1. Úvod.....	26
2. Chemicko – fyzikální vlastnosti šedých vod.....	26
3. Požadavky na kvalitu šedých vod	28
4. Využití šedých vod.....	31
5. Čištění šedých vod	32

6. Potrubí šedých vod.....	34
6.1 Sběrné potrubí.....	34
6.2 Rozvodné potrubí.....	35
B. VÝPOČTOVÁ ČÁST.....	36
B1. VÝPOČTY SOUVISEJÍCÍ S ANALÝZOU ZADÁNÍ A KONCEPČNÍM ŘEŠENÍM INSTALACÍ V OBJEKTU.....	37
1. Bilance potřeby vody	37
2. Bilance potřeby teplé vody.....	39
3. Bilance odtoku odpadních vod.....	40
4. Bilance odtoku dešťových vod.....	41
5. Posouzení vhodnosti využívání dešťové vody.....	42
6. Bilance produkce šedých vod.....	44
B2. VÝPOČTY DÍLČÍCH INSTALACÍ	45
1. Návrh přípravy teplé vody	45
2. Dimenzování potrubí vnitřního vodovodu.....	49
2.1 Dimenzování potrubí vnitřního vodovodu teplé vody	50
2.2 Dimenzování potrubí vnitřního vodovodu studené vody	52
2.3 Dimenzování potrubí vnitřního vodovodu užitkové vody	54
2.4 Dimenzování potrubí vnitřního vodovodu cirkulační vody	56
Hydraulické posouzení navrženého potrubí.....	58
3. Dimenzování potrubí vnitřní kanalizace	60
3.1 Dimenzování potrubí vnitřní kanalizace splaškové vody	62
3.2 Dimenzování potrubí vnitřní kanalizace šedých vod.....	66
3.3 Dimenzování potrubí dešťové kanalizace.....	69

C. PROJEKT	71
1. Popis administrativní budovy.....	71
2. Technické řešení využívání dešťových a šedých vod aplikované na administrativní budově.....	72
2.1 Princip jímání dešťových a šedých vod	72
2.2 Spádový filtr.....	73
2.3 Akumulační nádrž.....	73
2.4 Membránová čistírna odpadních vod	73
2.5 Čerpací zařízení užitkové vody.....	74
3. Technická zpráva	77
4. Legenda zařizovacích předmětů.....	86
Závěr	88
Seznam použitých zdrojů	89
Seznam příloh.....	91

A. TEORETICKÁ ČÁST

1. Úvod

Srážková voda. Pojem, o kterém se v současné době hodně hovoří. Je to voda, se kterou si občas nevíme rady a neumíme s ní nakládat. Jednou z možností jak jednoduše a prakticky nakládat se srážkovými vodami, je jejich jímání do akumulčních nebo retenčních nádrží. Pokud je nádrž provedena jako retenční, umožňuje zadržení vody v případech, kdy zasakovací podmínky nejsou ideální. Mnohem zajímavější a ekonomicky návratnější je varianta, kdy místo retenční nádrže, která pomocí perforovaných stěn propouští vodu do podloží, umístíme nádrž akumulční. Tato nádrž nemá perforované stěny a umožňuje po předčištění akumulovat srážkovou vodu k následnému využití. Touto vodou lze pokrýt téměř polovinu spotřeby pitné vody v objektu, čímž se sníží náklady na její dodávku z veřejného vodovodního řadu.

Tato práce se kromě srážkové vody zabývá také zpětným využitím šedé vody. Ta je definována jako voda neobsahující močovinu a fekálie. To znamená, že se jedná o veškerou odpadní vodu, kromě vod z toalet. I tuto vodu lze po několikastupňové filtraci opět využívat stejným způsobem jako vodu srážkovou, například pro splachování, praní nebo jako užitkovou vodu pro venkovní účely.

Žijeme v době, kdy zdražování energií probíhá velmi intenzivně, a cena vody není v tomto směru výjimkou. Proto jsem si zvolil téma, které se zabývá zpětným využitím vod dešťových a šedých, a pokusím se dokázat, že i přes vysoké investiční náklady na pořízení akumulční nádrže, čistírny odpadních vod a všech potřebných technických zařízení, včetně oddělených kanalizací pro srážkovou a šedou vodu, je tento způsob využití mnohem efektivnější, než nechat dešťovou a šedou vodu volně odtéct do kanalizace, bez jakéhokoliv užitku.

2. Základní pojmy z pohledu legislativy

V České republice neexistuje jednoznačný výklad pojmů šedé a dešťové vody. Pojem dešťová (srážková) voda, lze dohledat v několika zákonech či vyhláškách, nicméně

definice se liší. Za hlavního legislativního zástupce této problematiky bychom mohli označit **Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)**, který se zabývá pouze povrchovými vodami. Ty jsou definovány jako vody přirozeně se nacházející na zemském povrchu. Dalším důležitým předpisem je **Zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)**. Ten pracuje s pojmem srážková voda, ale blíže tento pojem nedefinuje. I v **Zákoně č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)** lze najít pojem dešťová voda, ale bližší definice opět chybí.

Z výše uvedených zákonů je patrné, že česká legislativa není v problematice dešťových vod jednotná. Co se týče legislativní úpravy šedých vod, v České republice žádný takový zákon neexistuje ani nejsou zpracovány odpovídající normy. Inspirací v problematice šedých vod může být britská norma **BS 8525-1 Zásady navrhování zdravotně technických instalací při recyklaci vod v budovách** nebo norma německá **DIN 4045 Kanalizace - názvosloví**.

A1. TEORETICKÁ ČÁST - DEŠŤOVÁ VODA

1. Historie hospodaření s dešťovou vodou

Už v antice lze nalézt první řešení odvodňování měst. Ve starověku existovaly tzv. cisterny, což byly podzemní nádrže o objemech až 1000 m³. Dešťová voda z těchto nádrží se používala pro nejrůznější potřeby společnosti.

- V Babylonu, 3000 let před Kristem, sloužily několik metrů hluboké šachty k zasakování dešťových vod a také odpadních vod z kuchyní a koupelen z domů a paláců.
- Římské ulice disponovaly zvýšenou možností zasakování dešťových vod díky nevázaným spojům kamenných kvádrů, které byly navíc často napojené přes vpusti na kanalizaci. Retenční prostory pro vodu byly dány vysokými krajnicemi a cesty obsahovaly pochůzné kameny pro přecházení silnice.
- V římské říši se v atriu obytných domů nacházely otevřené nádrže, které jímaly dešťovou vodu ze střech. Nádrže obsahovaly přepady ústící do podzemních cisteren, v nichž nedocházelo k vypařování a znečištění vody i díky poměrně nízké teplotě vody. Později se tyto systémy změnil z necentrálních na centrální.
- V Malé Asii, na území tehdejšího Pergamonu bylo při vykopávkách nalezeno na ploše 8 ha celkem 80 cisteren s objemem mezi 10 až 130 m³. Cisterny byly vytesány ve skále a měly hruškovitý tvar. Hrdlo těchto cisteren bylo úzké a zakryté kamennými deskami.
- K nejslavnějším světovým příkladům patří Masada. Jedná se o skalní masiv ležící v Izraeli v Judské poušti. Na vrcholu skály je plošina 650 m dlouhá a 300 m široká. Na tomto místě byla přibližně 100 let př. n. l. vybudována pevnost a řada cisteren a nádrží pro zachycení občasných i vydatných dešťů. Dvě největší nádrže mají objem 750 m³ a 1000 m³.
- V Konstantinopoli lze nalézt pravděpodobně největší cisternu z období středověku o objemu 80 000 m³. Dnes je cisterna nazývána Jerebatan.

Po zániku římské říše upadlo mnoho znalostí antiky v zapomnění. Katastrofální hygienické podmínky v rychle rostoucích městech vedly k opětovnému budování

veřejných i soukromých zařízení pro zásobování vodou s jednoduchou úpravou vody. Významnými elementy těchto systémů byly i cisterny na dešťovou vodu doplněné o jednoduché filtrační zařízení.

- V Benátkách se v 19. století, kdy se zavedlo centrální zásobování vodou, nacházelo přes 4500 cisteren. Přibližně třetina sloužila k zásobování pitnou vodou. Znamé jsou i cisterny u nádražních domků.

V dnešní době stále přetrvává potřeba těchto cisteren. Jedná se především o oblasti s nízkou hustotou obydlí nebo extrémní dobou mezi dešti. Takovým příkladem jsou Berbeři v Tunisu, kteří používají cisterny s objemem několika tisíc litrů pro jednu rodinu. [1]

I na našem území lze dohledat pozůstatky vodních cisteren. Většina nádrží byla součástí hradů a zámků, kde sloužila k zásobování vodou v bezdeštných obdobích. Počátky výstavby těchto staveb lze odhadnout na začátek 14. století. Budovány byly většinou ve skalních masivech, kde jako izolace proti únikům vody sloužil ve velké míře jíl.



Obr. A1 1-1: Skalní masiv Masada [2]

2. Kvalita dešťové vody

Jelikož dešťové mraky vznikají odpařováním, mohla by být dešťová voda vodou destilovanou, tedy čistou vodou bez rozpuštěných látek. Už při průchodu vodní páry atmosférou však dochází ke znečištění v důsledku kontaktu s různými chemickými látkami obsaženými ve vzduchu. Množství těchto látek pak ovlivňuje výslednou kvalitu dešťové vody. Dešťová voda má při průchodu atmosférou pH přibližně 5, 6.

Znečištění již zachycené dešťové vody je v podstatě trojího původu:

- rozpuštěné a nerozpuštěné látky v atmosférických srážkách,
- znečištění nahromaděné během bezdeštného období na povrchu území, které je v době deště odváděno společně s dešťovou vodou,
- znečištění vznikající kontaktem dešťové vody s materiály na povrchu území.

Rozhodující vliv na množství znečišťujících látek v dešťovém odtoku je závislé na délce bezdeštného období, intenzitě atmosférických srážek a objemu tohoto odtoku. Téměř veškeré látkové znečištění, které se vyskytuje v dešťovém odtoku, vykazuje na začátku odtoku vyšší koncentrace znečišťujících látek než v jeho dalším průběhu (tzv. efekt prvního splachu). Vyšší koncentraci znečišťujících látek na začátku odtoku si lze vysvětlit obsahem atmosférického znečištění na počátku deště a dále smýváním povrchového znečištění. Oddělení prvního splachu (přibližně 1-3 mm deště) výrazně sníží látkové zatížení v zachycované dešťové vodě.

2.1 Znečištění v atmosférických srážkách

Jednou z příčin znečištění dešťového odtoku jsou znečišťující látky v atmosféře. Tyto látky jsou ve velké míře obsaženy ve velkých městech a průmyslových oblastech. Během deště dochází k vymývání látkového znečištění ve vzduchu a tím k čištění atmosféry. Dešťová voda není tedy čistý kondenzát, ale odráží jak přirozené pozadí zemského povrchu (mořské soli, erozi půdy), tak i antropogenní znečištění především kouřovými plyny a dopravou. Dešťová voda obsahuje jednak lokální nečistoty a také nečistoty ze vzdálených oblastí, protože látky obsažené v atmosféře mohou být přenášeny i z velké vzdálenosti.

Kyseliny a kyselinotvorné látky (kyselina sírová, dusičná, chlorovodíková) pocházejí převážně z antropogenních zdrojů. Tyto látky převažují nad látkami zásaditými (uhličitan vápenatý a hořečnatý, amoniakální dusík) pocházejícími především z přirozeného prostředí.

Zdrojem kyselin jsou převážně sloučeniny síry (zejména SO_2 a H_2S) a dusíku (N_2O , NO , NO_2) ze spalování fosilních paliv, z výfukových plynů motorových vozidel a mikrobiální denitrifikací v půdě a ve vodě. Sloučeniny chloru vznikají ze spalování umělých hmot s obsahem PVC (městské a průmyslové spalovny). Zdrojem zásaditých látek je jednak zemědělství (amonné ionty v hnojivech) a přirozené prostředí (uhličitan). K ostatním látkám patří především těžké kovy (emise z průmyslu a spaloven), organické látky (především uhlovodíky z výfukových plynů motorových vozidel) a rostlinné živiny (amonné ionty, fosfor).

2.2 Znečištění dešťového odtoku ze střech

Pro využívání dešťové vody lze s mnoha výhodami využívat plochu střech, proto je velmi důležité mít alespoň základní přehled o složení dešťového odtoku z povrchů střech. Tento odtok je zpravidla mnohem méně znečištěn než odtok z povrchů parkovišť a dopravních ploch.

2.2.1 Znečištění hromaděné na střechách během bezdeštného období

Pro střechy je dešťová voda jediným způsobem jejich čištění. Dešťová voda odtékající ze střech objektů obsahuje vysoký podíl rozpuštěných kyslíčků (CO_2 a SO_2) a proměnlivý podíl organických látek (pyl, klacíky, listí, ptačí trus, prach, choroboplodné zárodky). Podle dosavadních zkušeností je toto choroboplodné zatížení vody tak nepatrné, že při zodpovědném využívání této vody nemůže dojít k poškození lidského zdraví.

2.2.2 Znečištění vzniklé při kontaktu dešťové vody s různými materiály

Kvalita vody závisí na druhu krytiny a střešních prvků, ze kterých voda stéká. Tím, že voda přichází do kontaktu s těmito materiály, dochází ke znečištění.

Opotřebováním stavebních částí budov (vlivem vody, slunce, mrazu, deště) dochází k uvolňování částic různých materiálů, které potom tvoří značnou část znečištění dešťového odtoku. Rozsah znečištění je dán typem střešní krytiny a jejím opotřebením.

Z nátěrů střech a okapů se uvolňuje určité množství částic. Toto množství opět závisí na konkrétních podmínkách (stav a stáří nátěrů, použitá nátěrová hmota, technika provedení nátěru). Dešťové okapy a další kovové součásti střech korodují a uvolňují toxické látky jako měď, zinek, chrom.

Azbestocement vylučuje po delším bezdeštném období lindan, který vykazuje řadu akutních i trvalých účinků na lidské zdraví. Dle Nařízení vlády č. 258/2001 Sb. je lindan klasifikován jako toxická látka nebezpečná pro životní prostředí.

Značnou roli pro náhradu nevhodných materiálů mohou sehrát i předpisy pro povinné předčištění dešťového odtoku ze střech, obsahující vysoký podíl znečišťujících látek, např. zinku a mědi. V těchto případech je stavebník ochoten, resp. nepřímo donucen použít náhradní, pokud možno inertní materiály. [1]

Tab. A1 2-1: Průměrné koncentrace vybraných látek v dešťovém odtoku ze střech [1]

Ukazatel	Rozměr	Šikmá střecha	Plochá střecha se štěrkopískovou vrstvou
Cu	$\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$		
Střecha bez Cu instalací		15 - 30	15 - 25
Střecha s Cu instalacemi		100 - 300	100 - 300
Cu střecha		800 - 2000	-
Zn	$\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$		
Střecha bez Zn instalací		20 - 70	10 - 40
Střecha s Zn instalacemi		50 - 200	50 - 200
Titan-Zn střecha		1000 - 4000	-
Pb	$\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$		
Střecha bez Pb instalací		10 - 30	2 - 10
Střecha s Pb instalacemi		100 - 300	-
Pb střecha		5000 - 7000	-
Cd	$\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	90 - 1000	0,05 - 0,1
Fe	$\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	0,1 - 0,5	100 - 200

3. Nakládání s dešťovou vodou

V dnešní době existují 3 základní způsoby nakládání s dešťovou vodou. Když pomíneme možnost, kdy je dešťová voda přímo svedena do kanalizace, nabízejí se nám efektivnější možnosti co dělat s kvalitní vodou, kterou získáme zdarma.

3.1 Akumulace

Akumulaci dešťové vody lze chápat, jako zadržení vody v nádržích s následným využitím. Nádrže mohou být nadzemní, které se velmi často používají u rodinných domů a rekreačních objektů k zalévání zahrad. Jejich výhodou je nízká pořizovací cena, která je způsobena absencí zemních prací. Nevýhodou tohoto řešení je omezená provozní doba, kdy v zimních měsících musí být nádrž vypuštěná. Omezená akumulací kapacita také nezajišťuje stálou dodávku vody v období s nízkými dešťovými srážkami. Velmi používané jsou tzv. IBC kontejnery. Jedná se o velkoobjemové plastové nádrže umístěné do ocelové kostry. Vyrábějí se o objemech od 600 do 1 000 litrů.

Druhým typem zásobníku jsou zásobníky podzemní. Ty se umísťují do připravené stavební jámy, nejlépe na zhutněný podklad. Nevýhodou podzemních zásobníků je vyšší pořizovací cena nádrže spojená s pořízením všech potřebných zařízení, jako jsou filtry, čerpadla nebo potrubní rozvody a nutnost zřízení stavební jámy. Pořizovací cena je závislá na tom, jak moc chceme tuto vodu využívat. V případě využití pouze pro venkovní potřeby (zalévání zahrady, mytí auta) budou pořizovací náklady nižší, než v případě, kdy se rozhodneme pro využití vody ke vnitřním potřebám, jako například pro praní, splachování a ostatní činnosti, kde nám postačuje kvalita užitkové vody. Při použití těchto nádrží nejsme limitováni ročním obdobím, protože se ukládají do nezamrzlé hloubky a proto je lze oproti nadzemním nádržím využívat i v zimním období.

3.2 Vsakování

Tato varianta se nejčastěji používá v případech, kdy akumulace vody není pro investora zajímavým řešením. Podmínkou tohoto řešení jsou vhodné hydrogeologické poměry v místě vsaku. Tyto poměry se určují hydrogeologickou zkouškou. Výstupem této zkoušky by mělo být celkové posouzení dané lokality z hlediska vhodnosti vsaku, posouzení vlivu zvoleného vsakovacího zařízení na okolní zástavbu včetně stanovení odstupové vzdálenosti od všech budov, komunikací a studní pro zásobování pitnou vodou. Nejdůležitějším parametrem při tomto způsobu nakládání se srážkovými vodami je vsakovací součinitel, který udává, jak kvalitně se bude voda vsakovat do horninového podloží. Při volbě tohoto způsobu musíme mít na mysli, že nesmíme ohrozit kvalitu spodních vod. Přímě zasakovat se mohou pouze ty vody, které nemají přímý vliv na kvalitu podzemní vody. Ostatní vody (například z parkovišť pro motorová vozidla nebo letišť) lze zasakovat až po vhodném předčištění.

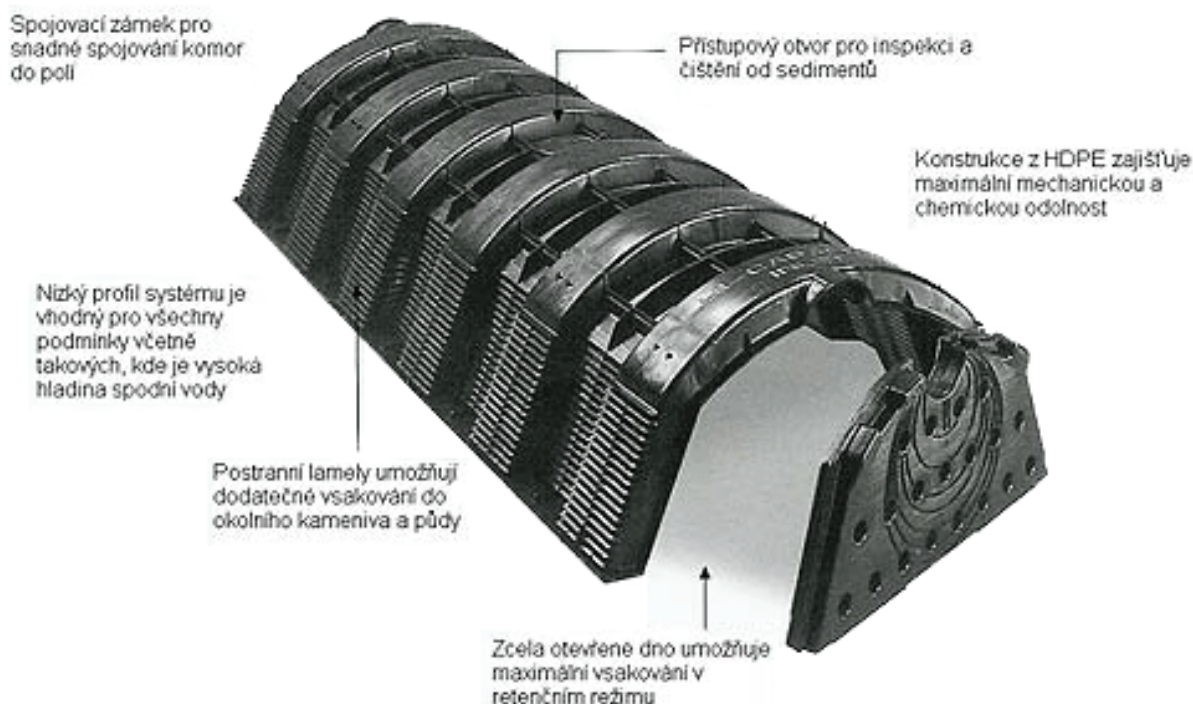
Zasakování lze provádět v nadzemních nebo podzemních zařízeních. Mezi nadzemní patří nejčastěji různé typy průlehmů a nádrží, včetně uměle zbudovaných vodních ploch. Do podzemních zařízení lze zařadit všechny podzemní uměle vytvořené prostory. Jedná se například o podzemní prostory vyplněné štěrkem nebo bloky, ale také tunelové systémy a vsakovací šachty.

U malých objektů (např. rodinné domy) se nejčastěji používají drenážní potrubí ukládané do štěrkového obsypu. Při návrhu drenážního potrubí je zapotřebí dodržet určité základy. Potrubí se skládá z vlastní perforované trubky, která musí být obalena netkanou textilií, abychom zabránili zanášení potrubí drobnými nečistotami. Potrubní trasa obsahuje revizní šachty pro čištění a kontrolu stavu. Kromě trativodů se v poslední době začaly uplatňovat vsakovací tunely, které mají přibližně 3x větší akumulační schopnost než štěrk a jsou schopny lépe pojmout přívalové deště.

U větších objektů je vsakování možno realizovat pomocí štěrkových žeber s drenážním potrubím minimální dimenze DN 250. Další možností je osazení vsakovacího objektu složeného z vsakovacích bloků. Jedná se v podstatě o velkou akumulační nádrž, která není opatřena hydroizolací a pomocí perforovaných stěn umožňuje regulované vypouštění.

3.3 Retence

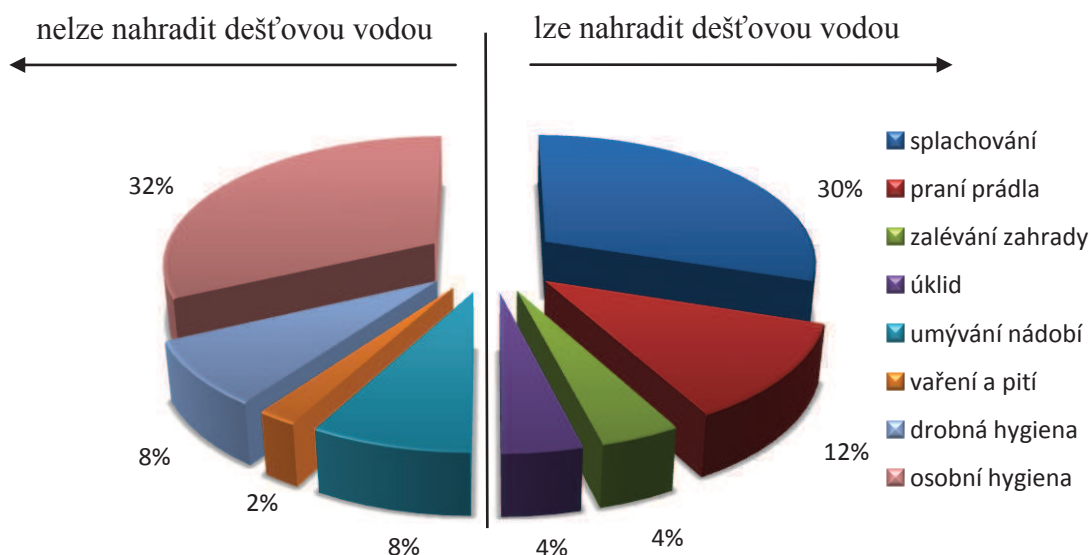
Retence se navrhuje v případech, kdy je potřeba zajistit řízený odtok vody z přivalových dešťů například do kanalizace a akumulace ani vsakování není možné z jakýchkoli důvodů. Těmito důvody mohou být nejčastěji nevhodné hydrogeologické podmínky. V tomto případě se vybuduje retenční nádrž, která se napojí na šachtu osazenou škrtícím zařízením pro regulovaný odtok. Nádrže jsou nejčastěji provedeny jako plastové bloky, které se osazují pod úroveň terénu. Jejich objem je dán velikostí plochy střech, popřípadě, dalších odvodňovaných prostorů. Nádrž lze provést jako akumulční, tzn. obalením hydroizolační fólií, nebo při možnosti alespoň omezeného vsaku lze nádrž zhotovit jako vsakovací. Každá takováto nádrž musí obsahovat nouzový přepad, který slouží k odtoku vody buď do kanalizace, nebo vsakovacího zařízení a také odvzdušnění. Součástí větších nádrží bývá revizní otvor. Retence dešťové vody se uplatňuje především u větších objektů. Kromě podzemních retenčních nádrží lze zbudovat i nádrže povrchové. Povrchové nádrže lze budovat všude tam, kde je dostatek volného prostoru. [3]



Obr. A1 3-1: Retenční a vsakovací nádrž [4]

4. Využití dešťové vody

Průměrná spotřeba pitné vody na jednoho obyvatele dnes činí přes 100 litrů vody denně. Tato voda je využívána k osobní hygieně, praní, vaření, splachování a dalším běžným činnostem. Na přibližně polovinu z těchto činností není nutné používat vodu pitnou, a proto jí lze bez problému nahradit vodou dešťovou.



Obr. A1 4-1: Diagram množství možné náhrady pitné vody vodou dešťovou [1]

V mnoha případech nejsou nároky na kvalitu vody vždy stejné. Tam, kde přicházíme s vodou osobně do styku (vaření, pití, mytí nádobí, tělesná hygiena) musí být používána voda pitná. Ovšem v ostatních případech (praní, splachování WC, zalévání, údržba) lze stejně dobře jako vodu pitnou využít vodu dešťovou. Spotřeba dešťové vody závisí zejména na tom, kde všude bude využívána a kolika osobami.

V současnosti lze dešťovou vodu využívat následujícím způsobem:

- Splachování WC

Pro WC a instalace (přívodní potrubí, odpady) je dešťová voda výhodná, protože je měkká a nedochází tedy k usazování vodního kamene, jak tomu může být u vody z vodovodního řádu. Splachováním spotřebujeme přibližně 30% vody v domácnosti

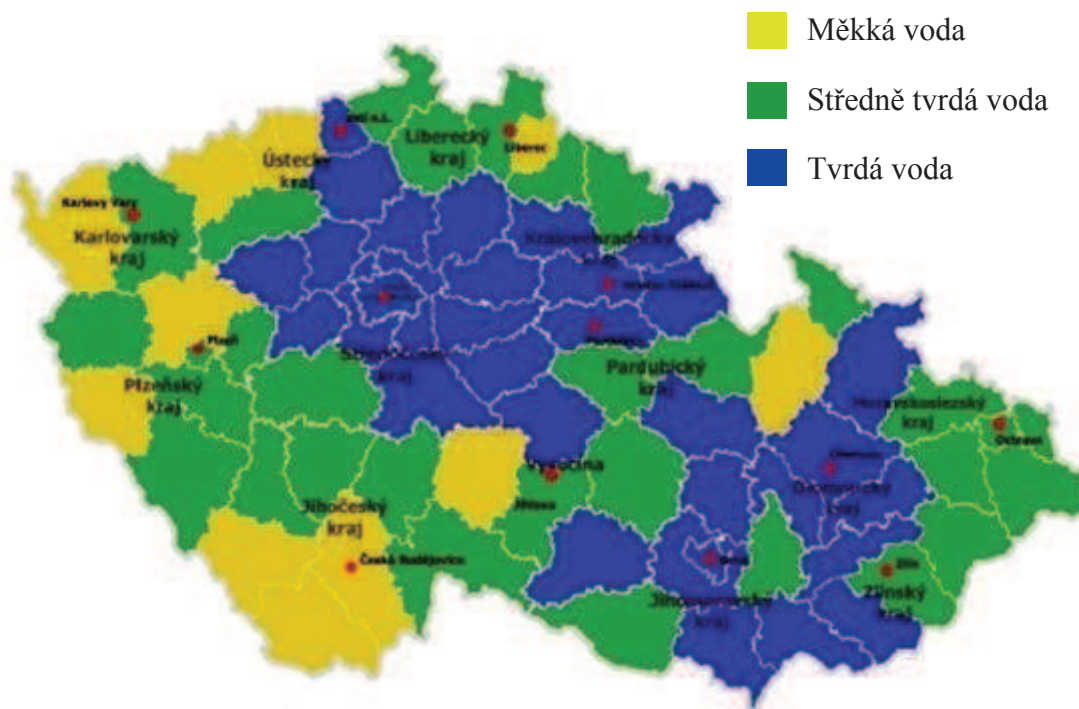
a přitom u něj vůbec nevyžadujeme kvalitu pitné vody. Proto je zde nahrazení vody pitné dešťovou více než výhodné.

- Zavlažování

Dešťová voda obsahuje minimální množství soli, a proto nedochází k zasolování půdy. Existují rostliny, např. kanadské borůvky, které jinou než dešťovou vodu velmi těžko snášejí.

- Praní

Zachycená srážková voda se s mnoha výhodami využívá k praní prádla a to zejména v oblastech, kde je jiná dostupná voda (podzemní, nebo i upravená) příliš tvrdá nebo obsahuje vyšší podíl železa nebo manganu apod. Největší výhodou dešťové vody je její měkkost. Díky měkkosti vody se lépe rozpouští prací prášky, čímž se snižuje jejich spotřeba. Prací prášek nemá tendenci se usazovat a tvořit vodní kámen a proto není nutno používat změkčovače vody. Úspory zde tedy kromě spotřeby vody vznikají i snížením množství pracího prášku a změkčovače vody a v neposlední řadě menším opotřebením pračky.



Obr. A1 4-2: Mapa tvrdosti vody v ČR [5]

Tab. A1 4-1: Tvrdost vody [1]

Voda	Jednotka ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$)	Jednotka ($^{\circ}\text{N}$ německý)
Velmi měkká	$< 0,5$	$< 2,8$
Měkká	$0,5 - 1,25$	$2,8 - 7,0$
Středně tvrdá	$1,26 - 2,5$	$7,1 - 14,0$
Tvrdá	$2,51 - 3,75$	$14,1 - 21,0$
Velmi tvrdá	$> 3,76$	$> 21,1$

- Údržba

Při mytí aut, na úklid a všude tam, kde není zapotřebí hygienicky nezávadná voda, se může používat voda dešťová. Ve všech těchto případech je ekonomicky i ekologicky nevýhodné využívat vodu pitnou.

Tab. A1 4-2: Spotřeba vody možných spotřebičů dešťové vody v domě (DIN 1989) [1]

	Spotřebič	Spotřeba při použití (litry)
Toaleta	Se splachovačem	6 - 9
	Úsporné tlačítko	< 3
	Tlakový splachovač	6
Pračka	Náplň 4,5-5 kg	37 - 55
	Náplň 6 kg	65

Příklady možného využití dešťové vody v průmyslu:

- zavlažování zelených ploch vně i uvnitř areálu,
- chlazení v uzavřeném okruhu,
- vysokotlaké čištění,
- broušení skla,
- mytí automobilů.

4.1 Požadavky na kvalitu dešťové vody

Užíváním dešťové vody z hlediska jejího složení nesmí dojít:

- k ohrožení zdraví uživatele,
- k ohrožení kvality pitné vody (např. z důvodu špatné instalace),
- k omezení komfortu užívání vody,
- ke kontaminaci životního prostředí (především půdy a podzemní vody).

Tab. A1 4-3: Požadavky na složení dešťové vody ze střech [1]

Druh znečištění vody	Závlaha	Úklid	WC	Praní prádla
Nerozpuštěné látky	Inertní nerozpuštěné látky jsou neškodné	Při vyšších koncentracích nevhodné	Zpravidla bez významu	Zpravidla nutná úprava (filtrace)
Organické látky	Inertní a lehce odbouratelné jsou neškodné	Zpravidla bez významu		V obvyklých koncentracích bez významu
Těžké kovy	Nebezpečí akumulace v půdní vrstvě			
Pesticidy	Ohrožení rostlin a půdních organismů			
Mikroorganismy	Zpravidla bez významného vlivu		Zpravidla bez významného vlivu	
Barva		Zpravidla bez významu	Zpravidla bez významu	Nebezpečí obarvení
Zápach				Zpravidla bez významu
Agresivita vody				Podle složení vody a typu pračky
Celkové posouzení	Dešťová voda je často mnohem vhodnější než voda pitná	Použití zpravidla bez omezení	Použití zpravidla bez omezení	V případě nadbytku dešťové vody a v s pitnou vodou pro poslední fázi pracího procesu

5. Čištění a skladování

Pro správnou funkci celého systému nakládání s dešťovými vodami je čištění a skladování prioritními oblastmi, kterými bychom se měli zabývat. Jakékoliv podcenění důležitosti správného filtračního zařízení nebo nedodržení zásad skladování naakumulované vody může vést k provozním problémům a v případě špatných skladovacích poměrů i ke zvýšené tvorbě nežádoucích mikroorganismů.

5.1 Čištění dešťové vody

Při využívání dešťové vody především pro účely závlahy zeleně nebo mytí aut, postačí systém čištění vody nevyžadující žádnou zvláštní filtraci. Je ovšem vhodné zabezpečit akumulární nádrž proti nadměrnému zanášení většími nečistotami, které by mohly nádrž zanášet. Využití vody pro praní a splachování vyžaduje mnohem kvalitnější filtraci.

Při čištění dešťové vody se uplatňují dva procesy:

- filtrace
- sedimentace

Sedimentace probíhá buď přímo v akumulární nádrži, nebo v nádrži usazovací, která je umístěna před akumulární nádrží na dešťovou vodu.

Pro filtraci můžeme použít dva typy filtrů - interní a externí. Externími filtry rozumíme samostatné filtrační šachty, které se umísťují mezi okapový svod a nádrž. Zpravidla umožňují napojení dvou větví okapových svodů a po přefiltrování vody umožní odtok čisté vody do nádrže a v případě samočisticích filtrů odtok přebytečné vody a nečistot do kanalizace. Interní filtry jsou umístěny uvnitř nádrže, mají jeden přítok, odtok vyčištěné vody do nádrže a možnost napojení přepadového sifonu pro odtok přebytečné vody.

Používáme-li dešťovou vodu pro praní a splachování WC, kde voda prochází jemnými tryskami, je vhodné použít jemný filtr pro montáž do tlakového potrubí. [4]

5.2 Skladování zachycené dešťové vody

K zachycování dešťového odtoku se používají nadzemní a podzemní nádrže. Pro zajištění dostatečné hygieny jsou vhodnější nádrže podzemní, jelikož je voda uchovávána v chladu a bez přímého slunečního záření. Nadzemní nádrže jsou levnější variantou, ale voda je vystavována kolísání teplot. Z tohoto důvodu se především u novostaveb doporučuje nádrže umístit do země. Skladování vody ve sklepě se nedoporučuje (vliv vyšší teploty eventuálně světla) a pokud se tam voda přece jen

skladuje, neměla by teplota prostředí stoupnout nad 18 °C, aby nevzniklo nebezpečí rozvoje mikroorganismů. Pro vodu v nádržích platí zásada: co nejméně světla a co nejnižší teplota okolí. Také se doporučuje neskladovat vodu v nádržích příliš dlouho.

Faktory příznivě ovlivňující kvalitu vody a hygienu při využívání dešťových vod:

- jímání ze střech bez zvláštního zatížení, např. holubů,
- filtrační systém mezi zachytnou plochou a nádrží,
- sedimentace v nádrži vlivem uklidněného přítoku,
- ochrana proti přístupu tepla a světla do nádrže,
- ochrana nádrže před plyny z kanalizace,
- ochrana nádrže proti vniknutí hmyzu a vzdušné vody,
- odběr vody alespoň 15 cm nade dnem nádrže,
- pravidelné kontroly a údržba nádrže.

Pokud jsou tyto faktory dodržovány a zařízení je zřízeno a udržováno dle předepsaných doporučení, jsou vody z těchto nádrží bez omezení použitelné pro dané potřeby. [1]

A2. TEORETICKÁ ČÁST - ŠEDÁ VODA

1. Úvod

Jak již bylo zmíněno na začátku, šedou vodu můžeme například dle britské normy BS 8525-1:2010 definovat jako komunální vodu bez fekálií a moče. Jsou to tedy vody z umyvadel, sprchových koutů, van, dřezů, myček nádobí a praček. Tyto vody se svádí oddílnou kanalizací k vyčištění a následně mohou být použity jako voda provozní. Ta se dá využívat zcela stejně, jako voda dešťová. Uplatnění lze najít jako zálivková voda pro zahradu, voda pro splachování, praní a pro úklid. Legislativní ošetření této vody v České republice stále chybí, proto se musíme inspirovat zahraničím, kde jsou tyto vody již běžně používány a legislativně upraveny.

V České republice je výzkum a vývoj v této oblasti na začátku. Samozřejmě disponujeme firmami, které se zabývají čištěním odpadních vod, ale poptávka po celkovém systému na zpětné využití šedých vod je limitována malými zkušenostmi a velkými vstupními investicemi. Nicméně i u nás existují první realizace, a to v Praze, v hotelu Mosaic House. [8]

2. Chemicko – fyzikální vlastnosti šedých vod

Mezi hlavní chemicko – fyzikální vlastnosti lze považovat teplotu, pH, zákal, plovoucí látky a chemickou a biochemickou spotřebou kyslíku. Tyto vlastnosti nejsou u všech šedých vod stejné, proto je vhodné tyto vody rozdělit dle způsobu vzniku.

Šedé vody mohou pocházet z:

- kuchyňských spotřebičů (myčky, dřezy),
- zdrojů osobní hygieny (vany, sprchy, umyvadla),
- praní,
- všech výše uvedených zdrojů dohromady jako neseparované šedé vody.

Teplota, pH

Výstup šedé vody z pračky se pohybuje v rozmezí 28 – 32 °C a jeho pH bývá ovlivněno pracími přísadami (změkčovadla vody, aviváže, prací prášky) a činí 9,3 – 10. Z důvodu vysoké teploty je voda náchylná k vyšší tvorbě mikroorganismů. Pro snížení vysoké hodnoty pH je vhodné používat ekologické prací prostředky.

Ze zařizovacích předmětů na osobní hygienu, je odváděná voda přibližně 18 – 38 °C teplá. I zde teplota přispívá zvýšenému riziku tvorby mikroorganismů. Hodnota pH těchto vod, včetně vod z kuchyňských dřezů je od 5 do 8,6.

Zákal, plovoucí látky

Vody z praček mívají obvykle nižší hodnoty zákalu, než vody z koupelen. Naopak na množství plovoucích látek jsou bohatší šedé vody z praček, které obsahují velké množství uvolněných vláken z oblečení. To ovšem neznamená, že v odpadních vodách z umyvadel a van nenajdeme plovoucí látky. Ty se nacházejí i tam, nejčastěji ve formě vlasů. Nejvyšším producentem plovoucích látek jsou myčky a kuchyňské dřezy. Odpadní voda zde obsahuje velké množství plovoucích látek, které jsou zde zastoupeny především zbytky jídla. Ty představují mnoho problémů při následném čištění šedých vod.

Chemická a biochemická spotřeba kyslíku

Pokud chceme dosáhnout kvalitních výsledků čištění odpadní vody přitékající do čistírny, je vhodné přihlídnout k možnosti zpětného využití těchto vod dle parametrů chemické a biologické spotřeby kyslíku. Dle těchto parametrů se za vody vhodné k recyklaci považují vody odtékající z van, umyvadel, sprchových koutů. Jako méně vhodné, či podmíněně použitelné vody můžeme považovat ty, které vznikají v kuchyňských dřezech a myčkách nádobí. Tyto vody nejsou vhodné k recyklaci z důvodů vysokého obsahu pevných látek (zbytky potravin v dřezech a vysoké množství tuku) a kvůli vysokému obsahu čistících a leštících prostředků, které produkují myčky nádobí. Při respektování těchto zásad, kdy vody dělíme na vhodné a podmíněně použitelné lze dosahovat na výstupu z čistírny parametry vyčištěné vody blížící se

kvalitou k vodě pitné. Tuto vodu nazýváme bílou a lze s ní bezpečně splachovat, prát nebo zalévat. [8]

Tab. A2 2-1: Přehled všech fyzikálně chemických parametrů [9]

Fyzikálně-chemické parametry	Jednotka	Pračky	Vany, sprchy, umyvadla	Kuchyně a myčky	Neseparovaná šedá voda
pH	[-]	9,3 – 10	5 – 8,6	6,3 – 7,4	6,1 – 8,4
Teplota	[°C]	28 – 32	18 – 38	—	—
Barva	[Pt/C]	50 – 70	60 – 100	—	—
Zákal	[NTU]	14 – 296	20 – 370	—	—
Plovoucí látky	[mg/l]	79 – 280	7 – 120	—	—
Rozpuštěné látky	[mg/l]	—	126 – 599	—	—
Vodivost	[S/m]	190 – 1400	82 – 22000	—	360 – 520
Alkalita (jako CaCO ₃)	[mg/l]	83 – 200	24 – 136	20 – 340	—
Tvrdost (jako CaCO ₃)	[mg/l]	—	18 – 52	—	—
BSK5	[mg/l]	48 – 682	19 – 200	669 – 756	41 – 194
CHSK	[mg/l]	375	64 – 8000	26 – 1600	495 – 623
TOC	[mg/l]	100 – 280	15 – 225	—	—
SO ₄ ²⁻	[mg/l]	—	12 – 40	—	39,8 – 88,5
Cl ⁻	[mg/l]	9 – 88	3,1 – 88	—	16,3 – 33,4
Oleje a tuky	[mg/l]	8,0 – 35	37 – 97	—	—

3. Požadavky na kvalitu šedých vod

Kvalitu šedých vod v České republice neupravuje žádný zákon, vyhláška ani norma. Je nutné se proto inspirovat zahraničními předpisy. Jedním z takových předpisů je britská norma BS 8525-1:2010 zabývající se šedými vodami. V této normě lze nalézt doporučené hodnoty kvality šedé vody a jejího monitorování.

Norma doporučuje, aby návrh systémů šedých vod byl navržen tak, aby neohrožoval lidské zdraví, a zajistil vhodnou výrobu vody pro daný účel. Časté testování vzorků není nutné, ale doporučuje se sledovat kvalitu vody během údržby, aby byl ověřen výkon systému šedých vod. Všechny odchylky od běžného stavu je nutno analyzovat a vyhodnotit příčiny výkyvu systému. Není vhodné systém testovat ihned po uvedení do provozu. Výsledky by nebyly objektivní z toho důvodu, že na začátku se testují technická zařízení systému a k tomu se používá voda z veřejného vodovodu, která by výsledky ovlivnila.

Kvalitu vody uvádí tabulka A2 3-1., která uvádí parametry týkající se zdravotního rizika. Tabulka A2 3-3. uvádí parametry týkající se jakosti vody a vhodnosti použití k vybraným účelům. Bakteriologické výsledky se porovnávají s tabulkou A2 3-2. a výsledky obecného monitorování se porovnávají s tabulkou A2 3-4.

Tab. A2 3-1: Orientační hodnoty (G) pro bakteriologické monitorování [8]

Parametr	Postřikové aplikace	Bezpostřikové aplikace			Testování	
	Tlakové mytí, zahradní rozstřikovač a mytí vozidel	Splachování WC	Závlaha zahrad ^{A)}	Praní	Postřikové aplikace	Bezpostřikové aplikace
Escherisia 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 zelenářských zahradách, na domácí půdě, pak informace o růstu těchto plodin před spotřebou by měly být poskytovány pro
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.

Tab. A2 3-2: Interpretace výsledků z bakteriologického sledování [8]

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 A2 3-1.)

Tab. A2 3-3: Orientační hodnoty (G) pro monitorování obecného systému [8]

Parametr ^{C)}	Postřikové aplikace	Bezpostřikové aplikace			Testování	Typ systému
	Tlakové mytí, zahradní rozstřikovač a mytí vozidel	Splachování WC	Zavlažování Zahrad	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.

Tab. A2 3-4: Vyhodnocení výsledků z monitorovacího systému^{E)} [8]

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

E) Systém je pod kontrolou, pokud parametry jsou v úrovních, které uvádí tabulka A2 3-3. 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 A2 3-3.)

Výsledky budou značně ovlivněny provozními režimy a zvyklostmi uživatelů. Výkyvy jsou dány různými způsoby používání umyvadel, van a sprch. Velikost znečištění odtékajících látek je ovlivněna mycími prostředky.

Při provádění údržby je vhodné zjistit kvalitu vody. Pro snížení rizika kontaminace personálu je vhodné systém při údržbě zcela vypustit a vypláchnout pitnou vodou.

Zařizovací předměty a jejich výtokové armatury musí být označeny. Jako označení lze použít výstražnou cedulku, nebo lze tyto místa označit nápisem "Nepitná voda". Tam, kde se vyskytuje více zdrojů nepitné vody, musí být nápis ve tvaru "Nepitná voda: ŠEDÁ VODA". [8]



Obr. A2 3-1: Výstražná cedulka označující místo s nepitnou vodou [9]

4. Využití šedých vod

Šedé vody ve funkci provozní vody lze uplatnit ve všech typech budov. I v této oblasti lze nalézt budovy vhodnější, kterými jsou například hotely, koupaliště, nemocnice a všude tam, kde se doba vyčištění blíží době využití vyčištěné vody. Ideální jsou například hotely, kdy se ráno hosté sprchují a vytvářejí odpadní vodu pro čistírnu. Tím se v dopoledních hodinách vytvoří zásoba vyčištěné vody, která se využívá po celý den. Tento systém lze použít i u administrativních budov, škol i rodinných domů.

Využití šedých vod je vhodné na splachování WC, úklidy prostorů a mytí podlah. Velmi vhodné je u rodinných domů, škol, hotelů používat tuto vodu k zavlažování. U zavlažování bychom se měli vyvarovat zalévání kořenové zeleniny.

Tab. A2 4-1: Potřeba provozní vody v budově [9]

Způsob využití provozní vody	Potřeba provozní vody	
	Úsporná zařízení	Neúsporná zařízení
Záchody v domácnosti	24 l/(osoba.den)	45 l/(osoba.den)
Záchody v administrativní budově	12 l/(osoba.den)	22 l/(osoba.den)
Záchody ve škole	6 l/(osoba.den)	12 l/(osoba.den)
Pračka v domácnosti	12 l/(osoba.den)	20 l/(osoba.den)
Zalévání zahrady	cca 1 l/m ² (na plochu celé zahrady, i když se zalévá jen její část)	

Pokud produkce šedých vod není dostatečná, je vhodné systémy kombinovat například s jímáním dešťové vody. Dešťová voda je relativně čistější než voda šedá, nicméně kvalita dešťových vod je velice závislá na materiálu, ze kterého odtéká a také na atmosférickém znečištění. [8]

Systémy hospodaření lze zavést v novostavbách i starších objektech. Výhodou novostaveb je skutečnost, že projektant může dopředu navrhnout oddílnou kanalizaci pro šedou a splaškovou vodu a také oddělené rozvody pro pitnou a užitkovou vodu. Při přechodu na tento systém u stávajících staveb se neobejdeme bez velkého množství bouracích a zednických prací. To celý systém prodražuje a návratnost investice se oddaluje.

5. Čištění šedých vod

Při čištění šedých vod se můžeme setkat se základním jednoduchým dvoustupňovým procesem, kterým je hrubá filtrace a dezinfekce, až po důmyslné fyzikální, fyzikálně - chemické a biologické procesy. U jednoduchých procesů si vystačíme zpravidla s nerezovým sítem pro odstranění hrubých nečistot, a vlastní dezinfekcí, která se

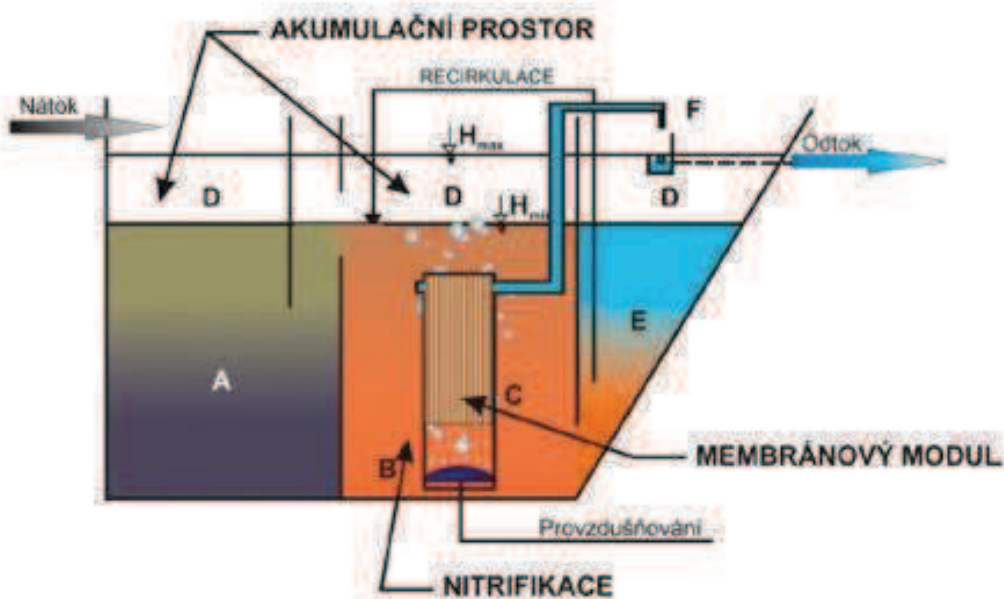
provádí chlórem nebo UV zářením. Při dezinfekci UV zářením hrozí u sloučenin chlóru vznik chlorovaných uhlovodíků. Další komplikací je přítomnost zákalu, který může zamezovat průniku UV záření.

Při použití klasických fyzikálních procesů jsme schopni vyčistit vodu na velmi vysokou kvalitu. Mezi tyto procesy patří filtrace (náplňové filtry, běžné filtrační lože, pískové filtry) anebo velmi využívaná membránová filtrace. Ta ovšem musí mít před vlastní filtrací umístěno zařízení pro předčištění, aby nedocházelo, k zanášení těchto filtrů. Fyzikální procesy se musí doplňovat dalšími procesy pro odstranění organických frakcí.

Biologické procesy jsou převážně realizovány membránovým čištěním. Zde se nejčastěji používají vedle klasických aktivačních procesů biofiltry. Kombinace biologických procesů s fyzikálními zaručuje nejvyšší parametry vyčištěné vody. [9]



Obr. A2 5-1: Čistírna odpadních vod s membránovým modulem [10]



Legenda:

- | | |
|--------------------------------|------------------------|
| A – usazovací a kalový prostor | D – akumuláční prostor |
| B – membránový modul | E – dosazovací prostor |
| C – aktivace | F - odtok |

Obr. A2 5-2: Schéma čistírny odpadních vod s membránovým modulem [11]

6. Potrubí šedých vod

Potrubí lze rozdělit na sběrné a rozvodné. Sběrné je potrubí kanalizační a odvádí vyprodukovanou vodu do čistírny, a to nejlépe gravitačně. Rozvodné potrubí spojuje čistírnu odpadních vod s jednotlivými výtakovými armaturami provozní vody.

6.1 Sběrné potrubí

Při budování sběrných potrubí šedých vod je vhodné myslet na osazení různých lapáků a filtrů. V koupelně lze uvažovat a lapáku vlasů, který ochrání nádrž před zbytečným zatížením vlasy a proti nadměrnému zatížení čistírny zbytky jídla, lze v kuchyňských dřezech osadit síta a filtry.

Velmi důležité je myslet na obtok čistírny, který umožní odvádění odpadní vody rovnou do kanalizace v době, kdy je čistírna nebo některá část systému recyklace šedých vod

mimo provoz. Obtok lze využít i v době čištění odpadního potrubí různými agresivními prostředky. Ty se totiž do čistírny nesmí dostat.

6.2 Rozvodné potrubí

Pro toto potrubí je důležité, že se v celé své délce nesmí napojit na potrubí pitné vody. Tento požadavek je blíže specifikován v normě ČSN EN 1717. Potrubí a všechny výtokové armatury musí být označeny tím, že se nejedná o vodu pitnou, ale o vodu provozní. Označení na potrubí musí být po celé jeho délce jasně viditelné a ve vzdálenosti maximálně 0,5 m. Pokud je rozvodné potrubí zaizolováno, musí být stejným způsobem označena izolace. [12]

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

V této části budou znázorněny postupy dimenzování a bilančních výpočtů.

Dimenzovány budou potrubí pro:

- vody splaškové,
- vody šedé,
- vody dešťové.

Bilanční výpočty budou provedeny pro:

- potřebu vody,
- potřebu teplé vody,
- odtok odpadních vod,
- odtoku dešťových vod,
- posouzení vhodnosti využívání dešťové vody,
- produkci šedých vod.

B1. VÝPOČTY SOUVISEJÍCÍ S ANALÝZOU ZADÁNÍ A KONCEPČNÍM ŘEŠENÍM INSTALACÍ V OBJEKTU

Část B1 je zaměřena na bilanční výpočty. Bilančními výpočty rozumíme výpočty potřeb média (pitné, teplé, odpadní vody) z hlediska jednotlivých časových úseků (roky, měsíce, dny, hodiny).

1. Bilance potřeby vody

Bilance potřeby vody je počítána ze směrných čísel roční potřeby vody. Ty jsou dány Vyhláškou č. 120/2011 Sb., konkrétně tabulkou 12. Jelikož se posuzovaná budova skládá z části administrativní a části, která je provozního charakteru, je třeba tyto směrná čísla roční potřeby vody vyjádřit pro obě části.

Pro kancelářskou budovu: $q_{r,k} = 14 \text{ m}^3/\text{osobu}$ a 250 pracovních dní

Pro provozovny místního významu: $q_{r,p} = 26 \text{ m}^3/\text{osobu}$ a 250 pracovních dní

Roční potřeba vody pro celou budovu:

$$Q_r = \sum q_{r,k} \cdot n + q_{r,p} \cdot n$$

$$Q_r = 14 \cdot 10 + 26 \cdot 4$$

$$Q_r = 244 \text{ m}^3/250 \text{ pracovních dní}$$

Průměrná denní potřeba vody:

Denní potřeba vody je počítána pouze na pracovní dny, cca 250 dní.

$$Q_p = Q_r/m$$

$$Q_p = 244 / 250$$

$$Q_p = 976 \text{ l/den}$$

Maximální denní potřeba vody:

$$Q_m = Q_p \cdot k_d$$

$$Q_m = 976 \cdot 1,5$$

$$Q_m = 1\,464 \text{ l/den}$$

Maximální hodinová potřeba vody:

$$Q_h = \frac{Q_m}{t} \cdot k_h$$

$$Q_h = \frac{1464}{8} \cdot 1,8$$

$$Q_h = 330 \text{ l/h}$$

Kde:

$q_{r,k}$ směrné číslo roční potřeby vody pro kancelářskou budovu [m^3]

$q_{r,p}$ směrné číslo roční potřeby vody pro provozovnu [m^3]

k_d součinitel denní nerovnoměrnosti [-]

k_h součinitel hodinové nerovnoměrnosti [-]

t uvažovaná délka pracovní doby [h]

n počet lidí [-]

m předpokládaný počet pracovních dnů [den]

2. Bilance potřeby teplé vody

Potřebu teplé vody lze vyjádřit buď ze známých údajů, nebo pomocí normy ČSN EN 15316-3-1 Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení potřeb energie a účinností soustavy. I v této části je nutné rozdělit budovu na část administrativní a část provozní.

Potřeba teplé vody se stanoví ze vztahu:

$$V_{W,day} = \frac{V_{W,f,day} \cdot f}{1000}$$

Potřeba teplé vody pro administrativní část:

$$V_{W,day,k} = \frac{10 \cdot 10}{1000}$$

$$V_{W,day,k} = \mathbf{0,1 \text{ m}^3/\text{den}}$$

Potřeba teplé vody pro provozní část:

$$V_{W,day,p} = \frac{30 \cdot 3}{1000}$$

$$V_{W,day,p} = \mathbf{0,9 \text{ m}^3/\text{den}}$$

Celková potřeba teplé vody:

$$V_{W,day} = V_{W,day,k} + V_{W,day,p}$$

$$V_{W,day} = 0,1 + 0,9$$

$$V_{W,day} = \mathbf{1 \text{ m}^3/\text{den}}$$

Kde:

$V_{W,f,day}$ specifická potřeba teplé vody [l/(sprchová koupel · den)]

f počet měrných jednotek [-]

3. Bilance odtoku odpadních vod

Bilance odtoku odpadních vod je provedena na základě vypočítané průměrné potřeby vody v části 1. Vypočítaná průměrná denní potřeba vody činí 976 l/den.

Maximální hodinová produkce odpadních vod:

$$Q_h = \frac{Q_p \cdot k_h}{24}$$

$$Q_h = \frac{976 \cdot 7,2}{24}$$

$$Q_h = 292,8 \text{ l/h}$$

Roční produkce odpadních vod:

$$Q_r = Q_p \cdot n$$

$$Q_r = 976 \cdot 250$$

$$Q_r = 244 \text{ m}^3/\text{den}$$

Kde:

Q_p průměrná denní potřeba vody [m^3]

k_h součinitel hodinové nerovnoměrnosti dle ČSN 75 6101[-]

n počet uvažovaných pracovních dní [den]

4. Bilance odtoku dešťových vod

Množství odváděných dešťových srážek se stanoví z redukované střešní plochy, což je půdorysná plocha střechy vynásobená odtokovým součinitelem a dále pak vynásobením průměrným ročním úhrnem srážek v dané oblasti. Pro těžce propustné plochy se uvažuje odtokový součinitel 0,9.

Půdorysná plocha objektu:

$$A = l \cdot b$$

$$A = (16,1 \cdot 7) - (3,85 \cdot 1)$$

$$A = 108,85m^2$$

Redukovaná půdorysná plocha objektu:

$$A_{red} = A \cdot \Psi$$

$$A_{red} = 108,85 \cdot 0,9$$

$$A_{red} = 97,96 m^2$$

Celkové množství dešťových vod odváděných ze střechy:

$$Q_s = A_{red} \cdot r$$

$$Q_s = 97,96 \cdot 0,500$$

$$Q_s = 48,98 m^3/rok$$

Kde:

l, b půdorysné rozměry střechy [m]

Ψ součinitel odtoku dle druhu povrchu [-]

r dlouhodobý srážkový úhrn v dané lokalitě [m/rok]

5. Posouzení vhodnosti využívání dešťové vody

Posouzení se provádí srovnáním potřeby dešťové vody v objektu pro provozní účely (splachování, praní prádla, úklid, zálaha zahrady nebo mytí aut) s velikostí dešťového odtoku ze střechy. Pokud potřeba vody vyjde větší než množství dešťového odtoku, je potřeba některou z výše uvedených činností vynechat. Vyjádření množství vody potřebné pro zalévání a mytí automobilu bude provedeno dle směrných čísel potřeby vody. Proto nejsou tato čísla zahrnuta do denní potřeby ale objevují se až v roční potřebě provozní vody.

Denní potřeba provozní vody:

$$Q_{24} = q_{WC} \cdot m + q_{PR} \cdot m$$

$$Q_{24} = 17 \cdot 6 + 15 \cdot 1$$

$$Q_{24} = 117 \text{ l/den}$$

Roční potřeba provozní vody:

$$Q_R = Q_{24} \cdot n + Q_{AUT} \cdot m + Q_{ZAH}$$

$$Q_R = 117 \cdot 250 + 1000 \cdot 5 + 4000$$

$$Q_R = 38\,250 \text{ l/rok}$$

Roční zisk dešťové vody:

$$V_d = A \cdot \psi_d \cdot h_r \cdot \zeta$$

$$V_d = 108,85 \cdot 0,8 \cdot 500 \cdot 0,95$$

$$V_d = 41\,363 \text{ l/rok}$$

Posouzení:

$$V_d > Q_R$$

$$41\,363 > 38\,250$$

Z vypočtených hodnot lze usuzovat, že využití dešťové vody je vhodné.

Stanovení objemu nádrže:

Nádrž se dimenzuje na 2 až 3 týdny bezdeštného období

$$V = Q_{24} \cdot (14 - 21 \text{ dní})$$

$$V = 119 \cdot 20$$

$$V = 2,4 \text{ m}^3$$

Kde:

q_{WC} denní potřeba provozní vody pro 1 záchod [l/den]

q_{PR} denní potřeba provozní vody pro 1 pračku [l/den]

m počet zařizovacích předmětů stejného druhu [-]

n předpokládaný počet pracovních dnů [den]

Q_{AUT} směrné číslo roční potřeby vody pro oplach osobního auta [m³/rok]

Q_{ZAH} směrné číslo roční potřeby vody pro zalévání zahrady [m³/rok]

A půdorysná plocha střechy [m²]

Ψ_d součinitel odtoku dešťové vody ze střechy [-]

h_r roční úhrn srážek v dané oblasti [m/rok]

ζ hydraulická účinnost filtru [-]

6. Bilance produkce šedých vod

Bilance produkce šedých vod se provádí pro optimální návrh velikosti čistírny odpadních vod, pokud je šedá voda dále v objektu využívána. Jednou z možností jak tuto bilanci vyčíslit, je pomocí směšovací rovnice. Ta má tvar:

$$m_m = m_w \cdot \frac{t_w - t_k}{t_m - t_k}$$

$$m_m = 1 \cdot \frac{60 - 13,5}{40 - 13,5}$$

$$m_m = 1,75 \text{ m}^3$$

Kde:

m_w objem teplé vody [m^3]

m_m objem smíšené teplé a studené vody [m^3]

t_w teplota teplé vody [$^{\circ}\text{C}$]

t_k teplota studené vody [$^{\circ}\text{C}$]

t_m teplota smíšené vody [$^{\circ}\text{C}$]

B2. VÝPOČTY DÍLČÍCH INSTALACÍ

Část B2 úzce souvisí s částí B1. V části B2 je znázorněn postup výpočtu a způsob přípravy teplé vody a návrhy dimenzí všech potrubí, vypočtených dle bilančních výpočtů předchozí kapitoly.

1. Návrh přípravy teplé vody

Návrh přípravy teplé vody je proveden dle české normy ČSN 06 0320 Ohřívání užitkové vody - Navrhování a projektování. Vzhledem k tomu, že průběh potřeby vody v dané periodě není nijak normově stanoven, ale jedná se pouze o předpoklad, může být návrh přípravy a skutečná potřeba odlišná. Výpočet je rozdělen na potřebu vody pro sprchování dělníků, a oplach rukou a nádobí administrativních pracovníků.

Potřeba teplé vody na mytí osob (sprchování) - $V_{o,s}$

$$V_{o,s} = n_l \cdot \sum(n_d \cdot U_3 \cdot \tau_d \cdot p_d)$$

$$V_{o,s} = 4 \cdot (1 \cdot 0,23 \cdot 0,085 \cdot 1)$$

$$V_{o,s} = \mathbf{0,0782 \text{ m}^3/\text{den}}$$

Potřeba teplé vody na mytí osob (umyvadlo) - $V_{o,u}$

$$V_{o,u} = n \cdot \sum(n_d \cdot U_3 \cdot \tau_d \cdot p_d)$$

$$V_{o,u} = 10 \cdot (5 \cdot 0,14 \cdot 0,014 \cdot 1)$$

$$V_{o,u} = \mathbf{0,098 \text{ m}^3/\text{den}}$$

Potřeba teplé vody na mytí nádobí - V_j

$$V_j = n \cdot V_d$$

$$V_j = 10 \cdot 0,001$$

$$V_j = \mathbf{0,01 \text{ m}^3/\text{den}}$$

Celková potřeba teplé vody - V_{2p}

$$V_{2p} = V_{0,s} + V_{s,u} + V_j$$

$$V_{2p} = 0,0782 + 0,098 + 0,01$$

$$V_{2p} = \mathbf{0,1862 \text{ m}^3/\text{den}}$$

Kde:

n_l počet uživatelů [-]

n_d počet dávek [-]

U_3 objemový průtok teplé vody při teplotě t_3 do výtoku [m^3/h]

τ_d doba dávky [h]

p_d součinitel prodloužení doby dávky [-]

V_d objem dávky v dané periodě [m^3]

Potřeba tepla odebraného z ohřivače TV za danou periodu Q_{2p}

$$E_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = (1 + z) \cdot Q_{2t} = (1 + z) \cdot V_{2p} \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$$

$$E_{2p} = (1 + 0,4) \cdot 0,1862 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10)$$

$$E_{2p} = \mathbf{13,65 \text{ kWh/den}}$$

$$E_{2t} = \mathbf{9,75 \text{ kWh/den}}$$

$$E_{2z} = \mathbf{3,89 \text{ kWh/den}}$$

Kde:

E_{2p} teplo odebrané z ohřívače TV [kWh/den]

E_{2t} teoretické teplo odebrané z ohřívače TV [kWh/den]

E_{2z} teplo ztracené při ohřevu a distribuci TV [kWh/den]

z poměrná ztráta tepla při ohřevu a distribuci [-]

c měrná tepelná kapacita [J/(kg·K)]

t_1 teplota studené vody [°C]

t_2 teplota teplé vody [°C]

Výpočet nutného objemu zásobníku V_z

$$V_z = \frac{\Delta Q_{\max}}{\rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)}$$

$$V_z = \frac{9,2}{1,163 \cdot (55 - 10)}$$

$$V_z = 0,175 \text{ m}^3 = 175 \text{ l}$$

Volba zásobníku teplé vody

Minimální objem = 175 l

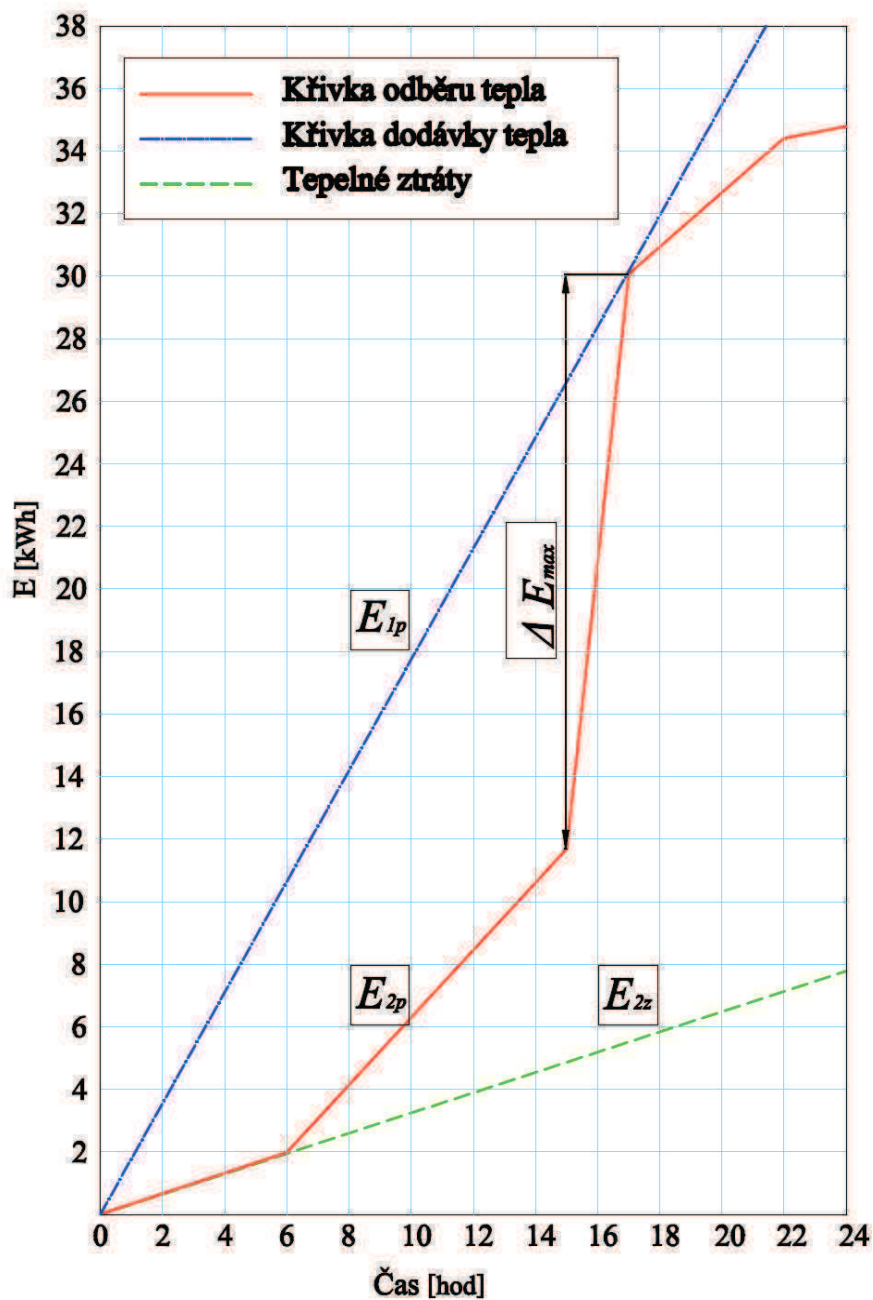
Navržený zásobník = 200 l

Typ: Stacionární zásobník TV B 200 S - Protherm

Rozměry (v x d): 1270 x 577 mm

Hmotnost: 90 kg

Křivky odběru a dodávky tepla s nepřerušovanou dodávkou tepla do zásobníku



Obr. B2 1-1: Křivky odběru pro administrativní budovu

Tab. B2 1-1: Procentuální rozdělení potřeb teplé vody během periody

DENNÍ DOBA	POTŘEBA	E_{2p}
7 - 15	25 %	3,41
15 - 17	65 %	8,87
17 - 22	10 %	1,36

2. Dimenzování potrubí vnitřního vodovodu

Dimenzování potrubí vnitřního vodovodu je provedeno dle normy ČSN 75 5455 - Výpočet vnitřních vodovodů.

Stanovení výpočtového průtoku Q_d je dáno kombinací výtokového průtoku pro skupinu zařizovacích předmětů, u kterých se předpokládá hromadný odběr vody. To je v mém případě skupina 3 sprch, využívaných na konci pracovní doby pro zaměstnance dělnické profese. Dále se v budově nachází administrativní část, která je do výpočtu připočtena 25 % potřebou vody v době odběrové špičky.

Konečný vzorec pro určení výtokového průtoku Q_d :

$$Q_d = \sum_{i=1}^m \varphi_i \cdot Q_{Ai} \cdot n_i + 0,25 \sqrt{\sum_{i=1}^m (Q_{Ai}^2 \cdot n_i)}$$

Kde:

- | | |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| φ | součinitel současnosti odběru vody z výtokových armatur a zařízení stejného druhu [-] |
| Q_A | jmenovitý výtok jednotlivými druhy výtokových armatur a zařízení [l/s] |
| n | počet výtokových armatur stejného druhu [-] |
| m | počet druhů výtokových armatur [-] |

2.1 Dimenzování potrubí vnitřního vodovodu teplé vody

Hlavní větev T1 - T7

Dimenzování

ÚSEK		JMENOVITÝ VÝTOK [l/s]								Q _d	L	d _a x s (mm) - DN	V _d
		VS		D		U		SK					
		0,2		0,2		0,2		0,2					
OD	DO	PŘIBÝVÁ	CELKEM	PŘIBÝVÁ	CELKEM	PŘIBÝVÁ	CELKEM	PŘIBÝVÁ	CELKEM	[l/s]	[m]	[mm]	[l/s]
2		3								4	5	6	7
T1	T2	0	0	1	1	0	0	0	0	0,25	0,24	20x3,4	1,80
T2	T3	0	0	0	1	1	1	0	0	0,47	3,83	25x4,2	2,15
T3	T4	0	0	1	2	1	2	0	0	0,62	3,64	32x5,4	1,76
T4	T5	0	0	0	2	0	2	2	2	0,93	2,02	40x6,7	1,64
T5	T6	0	0	0	2	4	6	1	3	1,93	2,80	50x8,3	2,23
T6	T7	1	1	0	2	1	7	0	3	2,30	2,66	63x10,5	1,65

Tlakové ztráty

R	R*L	Σξ	ΔPf	R*L+Z
[kPa/m]	[kPa]	[-]	[kPa]	[kPa]
8	9	11	12	13
3,15	0,76	7,30	10,60	11,36
3,18	12,18	2,70	5,80	17,98
1,58	5,76	6,30	9,66	15,42
1,07	2,16	5,10	6,80	8,96
1,41	3,94	5,80	14,50	18,44
0,61	1,63	4,00	5,30	6,93
				79,09

Vedlejší větev T4' - T7

Dimenzování

ÚSEK		JMENOVITÝ VÝTOK [l/s]								Q _d	L	d _a x s (mm) - DN	V _d
		VS		D		U		SK					
		0,2		0,2		0,2		0,2					
OD	DO	PŘIBÝVÁ	CELKEM	PŘIBÝVÁ	CELKEM	PŘIBÝVÁ	CELKEM	PŘIBÝVÁ	CELKEM	[l/s]	[m]	[mm]	[l/s]
2		3								4	5	6	7
T4'	T5'	0	0	0	0	1	1	0	0	0,25	4,61	20x3,4	1,8
T5'	T5	0	0	0	0	0	1	1	1	0,47	2,34	25x4,2	2,15
T5	T6	0	0	0	2	4	6	1	3	1,93	2,80	50x8,3	2,23
T6	T7	1	1	0	2	1	7	0	3	2,30	2,66	63x10,5	1,65

Tlakové ztráty

R	R*L	Σξ	ΔPf	R*L+Z
[kPa/m]	[kPa]	[-]	[kPa]	[kPa]
8	9	11	12	13
3,15	14,54	6,10	9,75	24,29
3,18	7,44	10,60	23,10	30,54
1,41	3,94	5,80	14,50	18,44
0,61	1,63	4,00	5,30	6,93
				80,19

2.2 Dimenzování potrubí vnitřního vodovodu studené vody

Hlavní větev S1 - S8

Dimenzování

ÚSEK		JMENOVITÝ VÝTOK [l/s]								Q _d	L	d _a x s (mm) - DN	V _d
		VS		D		U		SK					
		0,2		0,2		0,2		0,2					
OD	DO	PŘIBÝVÁ	CELKEM	PŘIBÝVÁ	CELKEM	PŘIBÝVÁ	CELKEM	PŘIBÝVÁ	CELKEM	[l/s]	[m]	[mm]	[l/s]
2		3								4	5	6	7
S1	S2	0	0	1	1	0	0	0	0	0,25	0,25	20x3,4	1,80
S2	S3	0	0	0	1	1	1	0	0	0,47	3,85	25x4,2	2,15
S3	S4	0	0	1	2	1	2	0	0	0,62	3,62	32x5,4	1,76
S4	S5	0	0	0	2	0	2	2	2	0,92	2,04	40x6,7	1,64
S5	S6	0	0	0	2	4	6	1	3	1,93	3,27	50x8,3	2,23
S6	S7	0	0	0	2	0	6	0	3	1,93	0,76	50x8,3	2,23
S7	S8	1	1	0	2	1	7	0	3	2,30	1,70	63x10,5	1,65

Tlakové ztráty

R	R*L	Σξ	ΔPf	R*L+Z
[kPa/m]	[kPa]	[-]	[kPa]	[kPa]
8	9	11	12	13
3,71	0,94	7,30	10,60	11,54
3,72	14,31	0,70	2,31	16,62
1,86	6,75	4,30	6,80	13,55
1,26	2,57	5,10	6,70	9,27
1,64	5,35	5,80	14,50	19,85
1,64	1,24	1,10	2,88	4,12
0,78	1,32	16,50	21,45	22,77
				97,72

Vedlejší větev S4' - S8

Dimenzování

ÚSEK		JMENOVITÝ VÝTOK [l/s]								Q _d	L	d _a x s (mm) - DN	V _d
		VS		D		U		SK					
		0,2		0,2		0,2		0,2					
OD	DO	PŘIBÝVÁ	CELKEM	PŘIBÝVÁ	CELKEM	PŘIBÝVÁ	CELKEM	PŘIBÝVÁ	CELKEM	[l/s]	[m]	[mm]	[l/s]
2		3								4	5	6	7
S4'	S5'	0	0	0	0	1	1	0	0	0,25	4,54	20x3,4	1,80
S5'	S5	0	0	0	0	0	1	1	1	0,47	2,32	25x4,2	2,15
S5	S6	0	0	0	2	4	6	1	3	1,93	3,27	50x8,3	2,23
S6	S7	0	0	0	2	0	6	0	3	1,93	0,76	50x8,3	2,23
S7	S8	1	1	0	2	1	7	0	3	2,30	1,70	63x10,5	1,65

Tlakové ztráty

R	R*L	Σξ	ΔPf	R*L+Z
[kPa/m]	[kPa]	[-]	[kPa]	[kPa]
8	9	11	12	13
3,72	16,87	7,60	12,10	28,97
3,71	8,60	1,60	2,62	11,22
1,64	5,35	5,80	14,50	19,85
1,64	1,25	1,10	2,88	4,13
0,78	1,32	16,50	21,45	22,77
				86,93

2.3 Dimenzování potrubí vnitřního vodovodu užitkové vody

Hlavní větev U1 - U6

Dimenzování

ÚSEK		JMENOVITÝ VÝTOK [l/s]								Q _d	L	d _a x s (mm) - DN	V _d
		WC		P		AP		VL					
		0,15		0,15		0,2		0,4					
OD	DO	PŘIBÝVÁ	CELKEM	PŘIBÝVÁ	CELKEM	PŘIBÝVÁ	CELKEM	PŘIBÝVÁ	CELKEM	[l/s]	[m]	[mm]	[l/s]
2		3								4	5	6	7
U1	U2	1	1	0	0	0	0	0	0	0,20	0,90	16x2,7	2,30
U2	U3	1	2	0	0	0	0	0	0	0,22	4,12	20x3,4	1,64
U3	U4	2	4	0	0	0	0	0	0	0,25	4,15	20x3,4	1,80
U4	U5	0	4	0	0	1	1	0	0	0,47	1,10	25x4,2	2,15
U5	U6	2	6	1	1	0	1	1	1	0,73	7,63	32x5,4	2,00

Tlakové ztráty

R	R*L	Σξ	ΔPf	R*L+Z
[kPa/m]	[kPa]	[-]	[kPa]	[kPa]
8	9	11	12	13
6,97	6,24	6,50	15,20	21,44
2,93	12,06	1,50	1,60	13,66
3,71	15,36	2,70	4,52	19,88
3,18	3,50	1,50	3,62	7,12
2,31	17,63	15,00	30,00	47,63
				62,09

Vedlejší větve U2' - U6

Dimenzování

ÚSEK		JMENOVITÝ VÝTOK [l/s]								Q _d	L	d _a x s (mm) - DN	V _d
		WC		P		AP		VL					
		0,15		0,15		0,2		0,4					
OD	DO	PŘIBÝVÁ	CELKEM	PŘIBÝVÁ	CELKEM	PŘIBÝVÁ	CELKEM	PŘIBÝVÁ	CELKEM	[l/s]	[m]	[mm]	[l/s]
2		3								4	5	6	7
U2'	U3'	0	0	1	1	0	0	0	0	0,20	1,05	16x2,7	2,30
U3'	U4'	1	1	0	1	0	0	0	0	0,37	8,32	25x4,2	1,70
U4'	U5	1	2	0	1	0	0	1	1	0,57	1,89	32x5,4	1,60
U5	U6	2	6	1	1	0	1	1	1	0,73	7,63	32x5,4	2,00

Tlakové ztráty

R	R*L	Σξ	Δp _f	R*L+Z
[kPa/m]	[kPa]	[-]	[kPa]	[kPa]
8	9	11	12	13
6,97	7,32	2,00	4,20	11,52
2,43	20,19	8,60	13,70	33,89
1,65	3,12	2,10	2,56	5,68
2,31	17,63	15,00	30,00	47,63
				100,16

2.4 Dimenzování potrubí vnitřního vodovodu cirkulační vody

Hlavní větev T7 - C2

Dimenzování

ÚSEK		da x s (mm) - DN	qt (W/m)	TL. IZOLACE (mm)	TEPELNÁ ZTRÁTA (W)	PODLE TEPELNÉ ZTRÁTY		UPRAVENO PODLE 6.2		l (m)
od	do					Qc (l/s)	v (m/s)	Qc (l/s)	v (m/s)	
7	6	63x10,5	10,2	30	27,132	0,014	0,1	0,04	0,1	2,66
6	5	50x8,3	9,1	30	25,48	0,014	0,1	0,04	0,1	2,80
5	4	40x6,7	7,8	30	15,756	0,014	0,1	0,04	0,1	2,02
4	3	32x5,4	6,9	30	25,116	0,014	0,1	0,04	0,1	3,64
3	C1	25x4,2	6,0	30	20,76	0,014	0,1	0,04	0,2	3,46
C1	C2	20x3,4	-	30	-	0,014	0,1	0,04	0,3	10,60

Σ114,244

Tlakové ztráty

R	I*R	Σζ	Δp	I*R + Δp
[kPa/m]	[kPa]	[-]	[kPa]	[kPa]
0,002	0,01	4,00	0,020	0,03
0,003	0,01	5,80	0,030	0,04
0,005	0,01	5,10	0,025	0,04
0,012	0,04	6,30	0,032	0,08
0,038	0,13	2,50	0,050	0,18
0,114	1,21	23,00	1,035	2,24
				2,60

Návrh cirkulačního čerpadla

Minimální dopravní výška se stanoví ze vztahu:

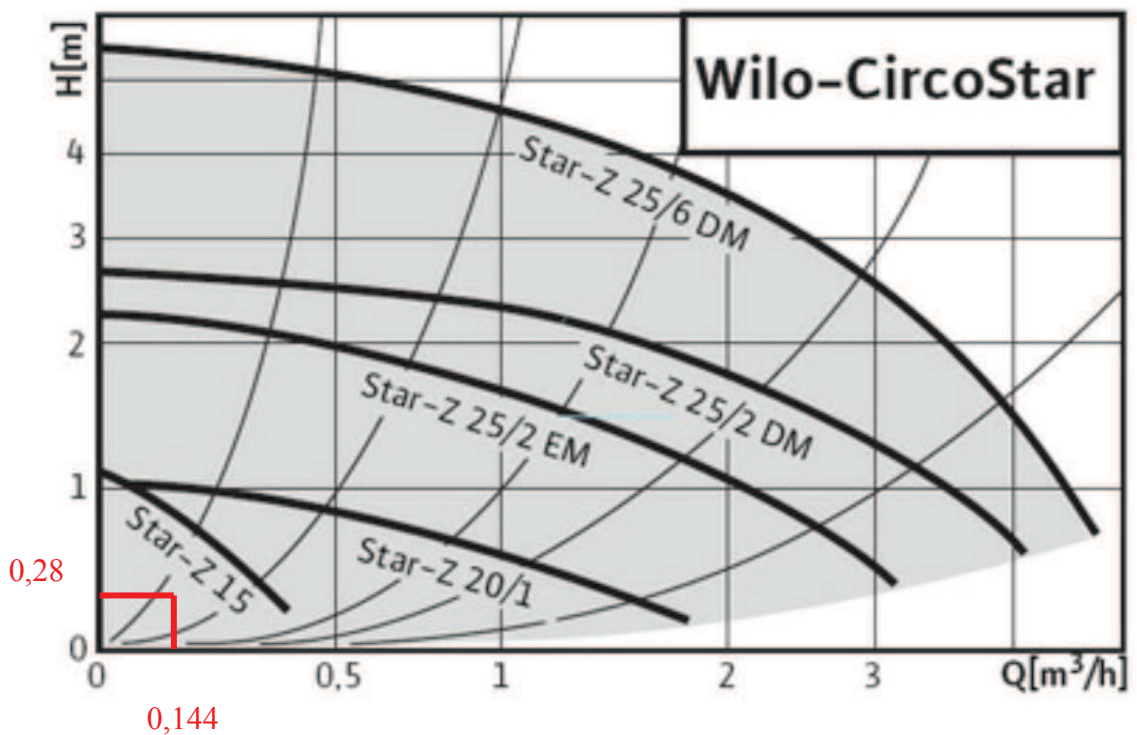
$$H = \frac{1000 \cdot \Delta p_{RF}}{\rho \cdot g}$$

$$H = \frac{1000 \cdot 2,60}{995,61 \cdot 9,81}$$

$$H = 0,28 \text{ m}$$

Zvolené čerpadlo:

Wilo - CircoStar - Z 15/1



Obr. B2 2-1: Pracovní oblast čerpadel Wilo CircoStar

Hydraulické posouzení navrženého potrubí

$$p_{dis} \geq p_{minR} + \Delta p_e + \Delta p_{WM} + \Delta p_{AP} + \Delta p_{RF}$$

$$400 \geq 150 + 110,8 + 40 + 0 + 97,92$$

$$425 \geq 398$$

Dispoziční přetlak na začátku posuzovaného potrubí p_{dis}

$$p_{dis} = 425 \text{ kPa}$$

Minimální požadovaný hydrodynamický přetlak před výtokovou armaturou na konci posuzovaného potrubí p_{minR}

$$p_{minR} = 150 \text{ kPa}$$

Tlaková ztráta (snížení tlaku) způsobená výškovým rozdílem mezi geodetickými úrovněmi začátku a konce posuzovaného úseku potrubí Δp_e

$$\Delta p_e = \frac{h \cdot \rho \cdot g}{1000}$$

$$\Delta p_e = \frac{11,3 \cdot 999,7 \cdot 9,81}{1000}$$

$$\Delta p_e = 110,8 \text{ kPa}$$

Tlakové ztráty vodoměrů

Navržen vodoměr Premex - Spanner pollux

$$\Delta p_{WM} = 40 \text{ kPa}$$

Tlakové ztráty napojených zařízení, např. průtokových ohřivačů vody Δp_{AP}

$$\Delta p_{AP} = 0 \text{ kPa}$$

Tlakové ztráty vlivem tření a místních odporů v potrubí Δp_{RF}

$$\Delta p_{RF} = 97,92 \text{ kPa}$$

3. Dimenzování potrubí vnitřní kanalizace

Návrh dimenze se provádí na základě vypočteného průtoku. Dle průtoku se navrhne vhodná dimenze s přihlédnutím na empirické zásady. Navržený průměr potrubí musí mít větší hydraulickou kapacitu (průtok), než vypočtený průtok. Dimenzování se provádí dle ČSN EN 12 056-2, ČSN EN 12 056-3 a ČSN 75 6760. Návrh dimenze u přípojovacího potrubí se provádí pomocí tabulkových hodnot pro jednotlivé zařizovací předměty.

Průtok splaškových vod $Q_{w,w}$ se počítá dle vztahu:

$$Q_{w,w} = K \cdot \sqrt{\sum DU}$$

kde:

K je součinitel odtoku, [$l^{0,5}/s^{0,5}$]

$Q_{w,w}$ průtok splaškových vod [l/s]

$\sum DU$ součet výpočtových odtoků [l/s]

Celkový průtok splaškových odpadních vod Q_{tot} se počítá dle vztahu:

$$Q_{tot} = Q_{w,w} + Q_c + Q_p$$

Kde:

$Q_{w,w}$ průtok splaškových vod [l/s]

Q_c trvalý průtok [l/s]

Q_p čerpaný průtok [l/s]

Průtok dešťových vod $Q_{r,w}$ se počítá dle vztahu:

$$Q_r = i \cdot A \cdot C$$

Kde:

C součinitel odtoku dešťových vod [-]

i intenzita deště [$l/s \cdot m^2$]

A půdorysný průmět odvodňované plochy [m^2]

Průtok odpadních vod $Q_{r,w}$ ve svodném potrubí nebo přípojce jednotné vnitřní kanalizace je dán vztahem:

$$Q_{r,w} = 0,33 \cdot Q_{w,w} + Q_c + Q_p + Q_r$$

Kde:

$Q_{w,w}$ průtok splaškových vod [l/s]

Q_c trvalý průtok [l/s]

Q_p čerpaný průtok [l/s]

Q_r průtok dešťových vod [l/s]

3.1 Dimenzování potrubí vnitřní kanalizace splaškové vody

Kanalizační potrubí B1

Dimenzování přípojovacích potrubí

PATRO	ÚSEK	DRUH ZP	POČET ZP	DU	Σ DU	K	Q _{ww}	Q _{max}	DN
[-]	[-]	[-]	[ks]	[l/s]	[l/s]	[l ^{0,5} /s ^{0,5}]	[l/s]	[l/s]	[mm]
2. NP	1 - 2	WC	1	2,00	2,00	1	1,41	2,50	110
	2 - 3	PM	1	0,50	0,50	1	0,71	0,80	50
	2 - 4	WC	1	2,00	2,50	1	1,58	2,50	110
		PM	1	0,50					

Dimenzování odpadního potrubí

$$Q_{w,w} = K \cdot \sqrt{\Sigma DU}$$

PATRO	ÚSEK	DRUH ZP	POČET ZP	DU	Σ DU	K	Q _{ww}	Q _{max}	DN
[-]	[-]	[-]	[ks]	[l/s]	[l/s]	[l ^{0,5} /s ^{0,5}]	[l/s]	[l/s]	[mm]
2. NP	4 - 5	WC	1	2,00	2,50	1	1,58	5,20	110
		PM	1	0,50					

Celkový průtok odpadních vod

$$Q_{tot} = Q_{w,w} + Q_c + Q_p$$

Hydraulická kapacita svislého potrubí Q_{max} = 5,20 l/s

Jmenovitá světlost odpadního a větracího potrubí navržena **DN 110**.

Dimenzování svodného potrubí

$$Q_{r,w} = 0,33 \cdot Q_{w,w} + Q_c + Q_p$$

Využití šedé a dešťové vody v průmyslovém areálu
 B2. Výpočtová část - Výpočty dílčích instalací

ÚSEK	SKLON	Q_{ww}	Q_c	Q_p	Q_r	$Q_{r,w}$	Q_{max}	DN
[-]	[%]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[mm]
5 - 6	3	1,58	0,00	0,00	0,00	0,52	7,30	110
6 - 7	3	5,04	0,00	0,00	0,00	1,66	11,80	125
7 - 8	2	5,04	0,00	0,00	0,00	1,66	9,60	125

Kanalizační potrubí B2

Dimenzování připojovacích potrubí

PATRO	ÚSEK	DRUH ZP	POČET ZP	DU	ΣDU	K	Q_{ww}	Q_{max}	DN
[-]	[-]	[-]	[ks]	[l/s]	[l/s]	[l ^{0,5} /s ^{0,5}]	[l/s]	[l/s]	[mm]
4. NP	1 - 2	WC	1	2,00	2,00	1	1,41	2,50	110
	2 - 3	WC	2	2,00	4,00	1	2,00	2,50	110
3. NP	4 - 5	WC	1	2,00	2,00	1	1,41	2,50	110
	5 - 6	WC	2	2,00	4,00	1	2,00	2,50	110
2. NP	7 - 8	WC	1	2,00	2,00	1	1,41	2,50	110
	8 - 9	WC	1	2,00	3,50	1	1,87	2,50	110
		VL	1	1,50					

Dimenzování odpadního potrubí

$$Q_{w,w} = K \cdot \sqrt{\Sigma DU}$$

PATRO	ÚSEK	DRUH ZP	POČET ZP	DU	ΣDU	K	Q_{ww}	Q_{max}	DN
[-]	[-]	[-]	[ks]	[l/s]	[l/s]	[l ^{0,5} /s ^{0,5}]	[l/s]	[l/s]	[mm]
4. NP	3 - 6	WC	2	2,00	4,00	1	2,00	5,20	110
3. NP	6 - 9	WC	4	2,00	8,00	1	2,83	5,20	110
2. NP	9 - 10	WC	5	2,00	11,50	1	3,39	5,20	110
		VL	1	1,50					

Celkový průtok odpadních vod

$$Q_{tot} = Q_{w,w} + Q_c + Q_p$$

Hydraulická kapacita svislého potrubí $Q_{\max} = 5,20$ l/s

Jmenovitá světlost odpadního a větracího potrubí navržena **DN 110**.

Kanalizační potrubí B3

Dimenzování odpadního potrubí

$$Q_{w,w} = K \cdot \sqrt{\sum DU}$$

PATRO	ÚSEK	DRUH ZP	POČET ZP	DU	$\sum DU$	K	Q_{ww}	DN
[-]	[-]	[-]	[ks]	[l/s]	[l/s]	[$l^{0,5}/s^{0,5}$]	[l/s]	[mm]
1. NP	1 - 2	VP	1	0,80	0,80	1	0,89	75

Celkový průtok odpadních vod

$$Q_{tot} = Q_{w,w} + Q_c + Q_p$$

Hydraulická kapacita svislého potrubí $Q_{\max} = 0,89$ l/s

Jmenovitá světlost odpadního potrubí navržena **DN 75**.

Dimenzování svodného potrubí

$$Q_{r,w} = 0,33 \cdot Q_{w,w} + Q_c + Q_p$$

ÚSEK	SKLON	Q_{ww}	Q_c	Q_p	Q_r	$Q_{r,w}$	Q_{\max}	DN
[-]	[%]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[mm]
2 - 3	5	0,89	0,00	0,00	0,00	0,29	9,40	110
3 - 4	5	1,78	0,00	0,00	0,00	0,59	9,40	110
4 - 5	5	2,67	0,00	0,00	0,00	0,88	9,40	110
5 - 6	5	2,67	0,00	0,00	0,00	0,88	9,40	110

Kanalizační potrubí B4

Dimenzování odpadního potrubí

$$Q_{w,w} = K \cdot \sqrt{\sum DU}$$

PATRO	ÚSEK	DRUH ZP	POČET ZP	DU	Σ DU	K	Q _{ww}	DN
[-]	[-]	[-]	[ks]	[l/s]	[l/s]	[^{0,5} /s ^{0,5}]	[l/s]	[mm]
1. NP	1 - 2	VS	1	0,80	0,80	1	0,89	75

Celkový průtok odpadních vod

$$Q_{tot} = Q_{w,w} + Q_c + Q_p$$

Hydraulická kapacita svislého potrubí $Q_{max} = 0,89$ l/s

Jmenovitá světlost odpadního potrubí navržena **DN 75**.

Dimenzování svodného potrubí

$$Q_{r,w} = 0,33 * Q_{ww} + Q_c + Q_p + Q_r$$

ÚSEK	SKLON	Q _{ww}	Q _c	Q _p	Q _r	Q _{r,w}	Q _{max}	DN
[-]	[%]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[mm]
2 - 3	3	0,89	0,00	0,00	0,00	0,29	7,30	110

Kanalizační potrubí B5

Dimenzování odpadního potrubí

$$Q_{w,w} = K \cdot \sqrt{\sum DU}$$

PATRO	ÚSEK	DRUH ZP	POČET ZP	DU	Σ DU	K	Q _{ww}	DN
[-]	[-]	[-]	[ks]	[l/s]	[l/s]	[^{0,5} /s ^{0,5}]	[l/s]	[mm]
1. NP	1 - 2	VP	1	0,80	0,80	1	0,89	75

Celkový průtok odpadních vod

$$Q_{tot} = Q_{w,w} + Q_c + Q_p$$

Hydraulická kapacita svislého potrubí $Q_{max} = 0,89$ l/s

Jmenovitá světlost odpadního potrubí navržena **DN 75**.

Dimenzování svodného potrubí

$$Q_{r,w} = 0,33 * Q_{ww} + Q_c + Q_p + Q_r$$

ÚSEK	SKLON	Q_{ww}	Q_c	Q_p	Q_r	$Q_{r,w}$	Q_{max}	DN
[-]	[%]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[mm]
2 - 3	3	0,89	0,00	0,00	0,00	0,29	7,30	110

3.2 Dimenzování potrubí vnitřní kanalizace šedých vod

Kanalizační potrubí G1

Dimenzování přípojovacích potrubí

PATRO	ÚSEK	DRUH ZP	POČET ZP	DU	Σ DU	K	Q_{ww}	Q_{max}	DN
[-]	[-]	[-]	[ks]	[l/s]	[l/s]	[l ^{0,5} /s ^{0,5}]	[l/s]	[l/s]	[mm]
2. NP	1 - 2	U	1	0,50	0,50	1	0,71	-	40

Dimenzování odpadního potrubí

$$Q_{w,w} = K \cdot \sqrt{\Sigma DU}$$

PATRO	ÚSEK	DRUH ZP	POČET ZP	DU	Σ DU	K	Q_{ww}	Q_{max}	DN
[-]	[-]	[-]	[ks]	[l/s]	[l/s]	[l ^{0,5} /s ^{0,5}]	[l/s]	[l/s]	[mm]
2. NP	2 - 3	U	1	0,50	0,50	1	0,71	2,00	75

Celkový průtok odpadních vod

$$Q_{tot} = Q_{w,w} + Q_c + Q_p$$

Hydraulická kapacita odpadního potrubí $Q_{max} = 2,0$ l/s

Jmenovitá světlost odpadního a větracího potrubí navržena **DN 75**.

Dimenzování svodného potrubí

$$Q_{r,w} = 0,33 * Q_{ww} + Q_c + Q_p + Q_r$$

ÚSEK	SKLON	Q_{ww}	Q_c	Q_p	Q_r	$Q_{r,w}$	Q_{max}	DN
[-]	[%]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[mm]
3 - 4	3	0,71	0,00	0,00	0,00	0,23	-	50
4 - 5	3	3,14	0,00	0,00	0,00	1,04	7,30	110
5 - 6	3	4,28	0,00	0,00	0,00	1,41	7,30	110
6 - 7	2	4,28	0,00	0,00	0,00	1,41	5,90	110

Kanalizační potrubí G2

Dimenzování připojovacích potrubí

PATRO	ÚSEK	DRUH ZP	POČET ZP	DU	Σ DU	K	Q_{ww}	Q_{max}	DN
[-]	[-]	[-]	[ks]	[l/s]	[l/s]	[l ^{0,5} /s ^{0,5}]	[l/s]	[l/s]	[mm]
4. NP	1 - 2	U	1	0,50	0,50	1	0,71	-	40
	2 - 3	DJ	1	0,80	0,80	1	0,89	1,50	75
U		1	0,50						
3. NP	4 - 5	U	1	0,50	0,50	1	0,71	-	40
	6 - 7	DJ	1	0,80	0,80	1	0,89	1,50	75
		U	1	0,50					
2. NP	8 - 9	U	1	0,50	0,50	1	0,71	-	40
	9 - 10	U	1	0,50	0,50	1	0,71	-	40
	9 - 11	U	2	0,50	1,00	1	1,00	1,50	75
	11 - 12	U	1	0,50	0,50	1	0,71	-	40
	11 - 13	U	3	0,50	1,50	1	1,22	1,50	75
	14 - 15	SK	2	0,60	1,20	1	1,10	1,50	75
	14 - 16	SK	1	0,60	0,60	1	0,77	-	50
	14 - 17	SK	1	0,60	0,60	1	0,77	-	50

Dimenzování odpadního potrubí

$$Q_{w,w} = K \cdot \sqrt{\sum DU}$$

PATRO	ÚSEK	DRUH ZP	POČET ZP	DU	$\sum DU$	K	Q_{ww}	Q_{max}	DN
[-]	[-]	[-]	[ks]	[l/s]	[l/s]	[l ^{0,5} /s ^{0,5}]	[l/s]	[l/s]	[mm]
4. NP	2 - 3	DJ	1	0,80	0,80	1	0,89	3,50	110
3. NP	3 - 5	DJ	1	0,80	1,30	1	1,14	3,50	110
		U	1	0,50					
3. NP	5 - 8	DJ	2	0,80	2,10	1	1,45	3,50	110
		U	1	0,50					
2. NP	8 - 14	DJ	2	0,80	2,60	1	1,61	3,50	110
		U	2	0,50					
	14 - 15	DJ	2	0,80	4,10	1	2,02	3,50	110
		U	5	0,50					
	15 - 19	DJ	2	0,80	5,90	1	2,43	3,50	110
		U	5	0,50					
		SK	3	0,60					

Odpadní potrubí musí mít v celé své délce průměr DN 110

Celkový průtok odpadních vod

$$Q_{tot} = Q_{w,w} + Q_c + Q_p$$

Hydraulická kapacita svislého potrubí $Q_{max} = 3,50$ l/s

Jmenovitá světlost odpadního potrubí navržena **DN 110**.

Kanalizační potrubí G3

Dimenzování připojovacích potrubí

PATRO	ÚSEK	DRUH ZP	POČET ZP	DU	$\sum DU$	K	Q_{ww}	Q_{max}	DN
[-]	[-]	[-]	[ks]	[l/s]	[l/s]	[l ^{0,5} /s ^{0,5}]	[l/s]	[l/s]	[mm]
2. NP	1 - 2	U	1	0,50	0,50	1	0,71	-	40
	2 - 3	AP	1	0,80	0,80	1	0,89	-	50

Dimenzování odpadního potrubí

$$Q_{w,w} = K \cdot \sqrt{\sum DU}$$

PATRO	ÚSEK	DRUH ZP	POČET ZP	DU	$\sum DU$	K	Q_{ww}	Q_{max}	DN
[-]	[-]	[-]	[ks]	[l/s]	[l/s]	[l ^{0,5} /s ^{0,5}]	[l/s]	[l/s]	[mm]
1. NP	3 - 4	AP	1	0,80	1,30	1	1,14	2,00	75
		U	1	0,50					

Celkový průtok odpadních vod

$$Q_{tot} = Q_{w,w} + Q_c + Q_p$$

Hydraulická kapacita odpadního potrubí $Q_{max} = 2,0$ l/s

Jmenovitá světlost odpadního a větracího potrubí navržena **DN 75**.

3.3 Dimenzování potrubí dešťové kanalizace

Umístění svodů pro dešťovou kanalizaci jsou navrženy tak, aby každý svod jímá polovinu odtoku dešťových srážek ze střechy. Proto platí průtok dešťových vod v dešťovém svodu $R1 = R2$

Průtok dešťových vod pro jedno odpadní potrubí

$$Q_r = i \cdot \frac{A}{2} \cdot C$$

$$Q_r = 0,03 \cdot \frac{108,85}{2} \cdot 1$$

$$Q_r = 1,63 \text{ l/s}$$

Navrženo odpadní potrubí DN 110 $Q_{max} = 2,9$ l/s

Po přechodu na svodné potrubí DN 110 se hydraulická kapacita zvedá při sklonu 1% na 4,2 l/s.

Půdorysná plocha objektu:

$$A = l \cdot b$$

$$A = (16,1 \cdot 7) - (3,85 \cdot 1)$$

$$A = 108,85m^2$$

Kde:

i intenzita deště [$l/s.m^2$]

A půdorysný průmět odvodňované plochy [m^2]

C součinitel odtoku dešťových vod [-]

l, b půdorysné rozměry střechy [m]

C. PROJEKT

Tato část práce je zaměřena na konkrétní stavbu administrativní budovy v průmyslovém areálu.

1. Popis administrativní budovy

V přízemí objektu jsou skladovací prostory pro potřeby výzkumných laboratoří. Skladové prostory jsou rozděleny na čtyři části, které budou odděleny pomocí lehké ocelové konstrukce vyplněné pletivem. Zde je také umístěno veškeré technické zařízení (plynový kondenzační kotel, ohřev teplé vody atd.) pro provoz objektu.

Hlavní vstup do objektu se nachází vedle skladovacích prostor. Dvouramenné schodiště s mezipodestou je provedeno jako železobetonová konstrukce. Prostor schodiště je navržen jako chráněná úniková cesta. Po schodišti se dostaneme do jednotlivých pater objektu.

Ve II. nadzemním podlaží jsou umístěny oddělené šatny pro pracovníky výzkumu a vývoje. Po vstupu do podlaží se ocitneme na chodbě, odkud je přístup do ženských šaten, mužských šaten a serverové místnosti. Předpokládaný počet žen v šatně je 6 a mužů 10.

Ve III. a IV. nadzemním podlaží nalezneme samotné výzkumné pracoviště. Otevřené prostorné pracoviště umožňuje libovolné uspořádání nábytku a pracovních pozic jednotlivých výzkumníků. V každém z těchto pater je vyhrazen prostor pro čajovou kuchyňku a zázemí.

Výzkumná pracoviště budou vybavena jako administrativní (kancelářské) prostory. Pracovní náplň zaměstnanců bude převádění teoretických výpočtů do počítačových simulací, vytváření návrhů, modelů a technických podkladů pro prototypovou výrobu zařízení. Dále zde budou vytvářeny postupy pro výroby, transport atd.

V prostorách nebude prováděna činnost vedoucí ke vzniku škodlivin a nebezpečného odpadu.

2. Technické řešení využívání dešťových a šedých vod aplikované na administrativní budově

Aby celá aplikace mohla spolehlivě fungovat, je zapotřebí ji osadit prvky technického zařízení. Technickým zařízením rozumíme veškerá zařízení, která zajišťují plynulé hospodaření se srážkovými a šedými vodami.

Systém využití dešťových vod obsahuje tyto zařízení:

- spádový filtr,
- akumulační nádrž,
- membránová čistírna odpadních vod,
- čerpací zařízení užitkové vody.

2.1 Princip jímání dešťových a šedých vod

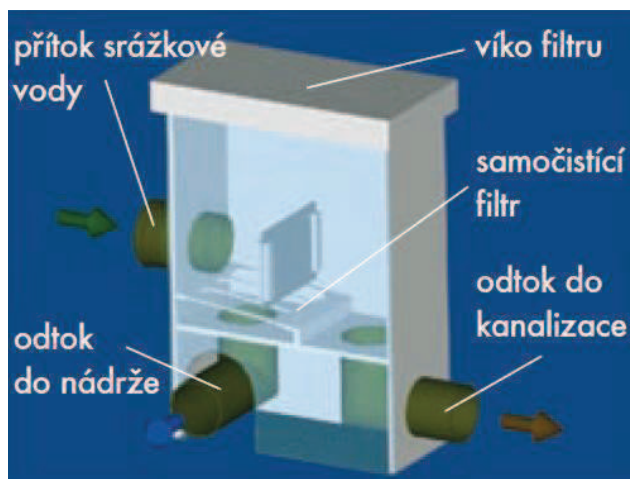
Způsobů jak jímat dešťové a šedé vody je mnoho. Liší se dle technických možností a na každou řešenou stavbu je nutno nahlížet individuálně s přihlédnutím k okolním podmínkám. Uvádím zde konkrétní variantu, jak dopravit dešťovou vodu ze střechy a šedou vodu od zařizovacích předmětů přes veškerá zařízení k následnému využití.

Dešťová voda dopadající na povrch střechy je sváděna okapovými svody do sběrného potrubí a následně do spádového filtru srážkové vody se samočisticí schopností. Přes nerezové sítko filtru přepadá čistá voda do nádrže, zbytek vody s nečistotami odtéká do kanalizace. Nádrž je společná pro dešťovou i šedou vodu. Při přeplnění nádrže odtéká voda přepadem z nádrže přes zpětnou klapku potrubím do kanalizace. Odběr vody z nádrže je zajištěn ponorným čerpadlem. Čerpadlo je osazeno frekvenčním měničem, který reguluje otáčky čerpadla. Nádrž je osazena plovákovým čidlem, které dává signál servoventilu, a ten v případě nedostatku vody v nádrži přepne odebírání vody z vodovodního řadu při splnění podmínek ČSN EN 1717 (v systému nesmí dojít k přímému propojení užitkové a pitné vody).

Sběr a jímání šedé vody probíhá potrubím určeným pro šedou vodu. Tímto potrubím je voda dopravována do domovní čistírny odpadních vod a následně čištěna.

2.2 Spádový filtr

Filtr zabraňuje vnikání drobných nečistot do nádrže a tím předcházíme možným provozním poruchám. Filtr bude osazen v nádrži, v každém ze dvou přítoků. Jedná se o samočisticí nátokový filtr s velikostí ok 0,5 mm, kdy po přítoku znečištěné vody na filtr, propadne vyčištěná voda do nádrže a nečistoty se odplaví do kanalizace.



Obr. C 2-1: Samočisticí filtr v interním provedení

2.3 Akumulační nádrž

Navržená velikost akumulární nádrže činí 5000 x 1360 x 1200 mm. Jedná se o netradiční řešení, kdy kvůli prostorovým podmínkám nebylo možno umístit 2 oddělené nádrže na dešťovou a šedou vodu. Nepříznivé vykreslení čáry roznášecích úhlů okolních budov vedlo ke sloučení nádrží do jedné velké nádrže. V přední části nádrže je osazen membránový modul pro čištění šedých vod. Dále se tam nachází výstroj, která přečerpává vyčištěnou odpadní vodu do komory dešťových vod. Oba vtoky jsou osazeny samočisticími filtry.

2.4 Membránová čistírna odpadních vod

Čištění odpadní vody bude probíhat v membránové čistírně odpadních vod. Ta kombinuje aktivační proces s procesem separace pevné a tekuté fáze. Odpadní voda vtéká do nádrže přes nátokový filtr, kde se mechanicky předčistí. Poté je voda provzdušňována a přes membrány se odděluje pevná složka od vyčištěné vody.

Vyčištěná voda je čerpadlem přepouštěna do nádrže na dešťovou vodu, kde se s touto vodou smíchá a je čerpána sacím čerpadlem do rozvodů provozní vody.

Během provozu se membrány zanášejí, a proto se každých 10 minut spíná uvolňovací fáze, která zajistí odstranění povlaku. Přibližně jednou za rok se filtr musí vytáhnout a kompletně zregenerovat.

2.5 Čerpací zařízení užitkové vody

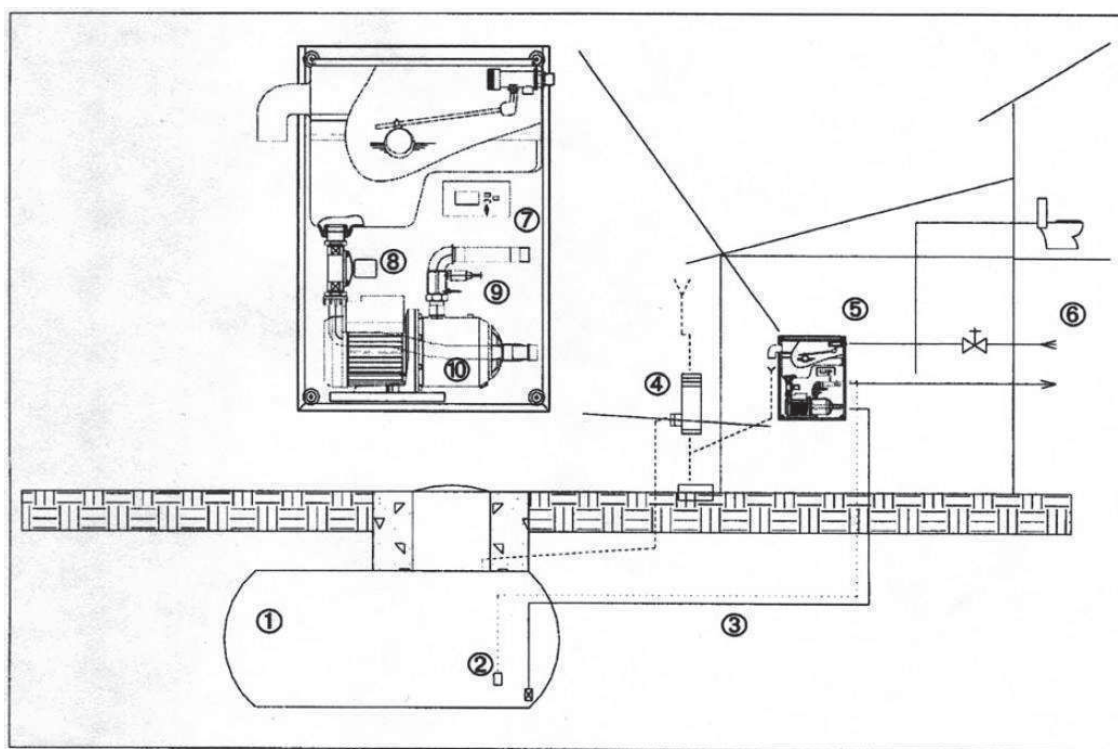
Dopravu užitkové vody z nádrže zajišťuje zařízení Wilo AF 22, které čerpá provozní vodu z nádrže a v případě nedostatku provozní vody se automaticky přepíná na doplňování vody z veřejné vodovodní sítě.



Obr. C 2-2: Čerpací zařízení Wilo-RainSystem 22

Jedná se o kompaktní zařízení připravené k okamžitému připojení, které je namontované na základním rámu, a je kompletně elektricky a hydraulicky propojeno. Zařízení se montuje na stěnu. Základní agregát tvoří samonasávací, horizontálně instalované, vícestupňové rotační čerpadlo. Čerpadlo nasává provozní vodu přímo

z nádrže. Čerpadlo tlačí vodu přes snímací jednotku k místům spotřeby. Regulační systém se v podstatě skládá ze spínacího zařízení vybaveného mikročipovou jednotkou (CPU) pro řízení, kontrolu, registraci a zadávání všech provozních procesů. Čerpadlo a ventil jsou řízeny pomocí této CPU jednotky. V pohotovostním stavu, kdy jsou uzavřena odběrová místa, je čerpadlo vypnuto. V případě otevření některého odběru poklesne tlak v systému. Je-li dosaženo spouštěcího tlaku 1,7 bar nabíhá čerpadlo. Po uzavření odběru tlak opět stoupne. Dojde-li k zastavení průtoku ve stoupačce a překročí-li tlak 3,0 bar, je čerpadlo po uplynutí doby doběhu 20 s odstaveno.



1 nádrž

2 Hladinový senzor

3 Sací potrubí s patním ventilem

4 Filtrační sběrač

5 Wilo-RainSystem AF 22

6 Přípojka čerstvé vody

7 Řídící jednotka RainControl Economy

8 Ventil doplňování pitné vody

9 Snímací jednotka (senzor)

10 Čerpadlo Wilo MultiCargo

Obr. C 2-3: Schéma zapojení jednotky

Indikátor stavu hladiny

Indikátor stavu hladiny je vhodný pro všechny typy nádrží. Úroveň hladiny je zobrazována v % maximálního užitečného objemu nádrže. Zařízení Wilo-RainSystem AF 22 je vybaveno hladinovým senzorem s rozsahem měření 0 – 5 mVS (0 až 5 metrů vodního sloupce). V menu indikátoru stavu hladiny lze nastavit všechny potřebné výšky, a to především:

- výška hladinového senzoru,
- výška přepadu,
- úroveň doplňování,
- výstražná úroveň.

Elektronicky řízený hlídač tlaku a průtoku

Používá se jako automatická kontrola tlakových stanic a vodáren. Automaticky zapíná čerpadla při poklesu tlaku a uzavírá je po zastavení průtoku. Chrání zařízení proti chodu nasucho při nedostatečném nátoky vody, při překročení povolené sací výšky i při netěsnostech potrubí nebo jeho uzavření.



Obr. C 2-4: Wilo - Fluidcontrol

3. Technická zpráva

Zdravotně technické instalace a přípojky

Akce:	Novostavba administrativní budovy
Místo:	Dukelská 69/71, Brno - Husovice
Stupeň:	Projekt pro realizaci stavby
Datum:	5 / 2012
Vypracoval:	Michal TALAČ

Úvod

Projekt řeší technické požadavky na vybudování a napojení nových vedení vodovodu a kanalizace na stávající inženýrské sítě vedené v areálu objektu firmy E S L, a.s. Součástí projektu je také napojení objektu na užitkovou vodu, čerpanou z nádrže na šedou a dešťovou vodu, umístěnou vedle objektu v zemi. Areál objektu spadá do katastrálního území Brno - Husovice. Podkladem pro vypracování byla projektová dokumentace-stavební část, požadavky investora a normy související. Výchozím předpokladem je vybudování a napojení nové části kanalizačního svodného potrubí na stávající rozvod kanalizace. Dalším předmětem této složky projektu je nové připojení domovního vodovodu, které bude napojeno ze stávajícího rozvodu vody na pozemku investora a užitkové vody napojené na nádrž provozní vody.

Při provádění stavby je nutné dodržet podmínky městského úřadu, stavebního úřadu a zásady bezpečnosti práce.

Potřeba vody

Bilance potřeby vody je počítána ze směrných čísel roční potřeby vody. Ty jsou dány Vyhláškou č. 120/2011 Sb., konkrétně tabulkou 12. Jelikož se posuzovaná budova skládá z části administrativní a části, která je provozního charakteru, je třeba tato směrná čísla roční potřeby vody vyjádřit pro obě části.

Pro kancelářskou budovu: $q_{r,k} = 14 \text{ m}^3/\text{osobu}$ a 250 pracovních dní

Pro provozovny místního významu: $q_{r,p} = 26 \text{ m}^3/\text{osobu}$ a 250 pracovních dní

Roční potřeba vody pro celou budovu:

$$Q_r = \sum q_{r,k} \cdot n + q_{r,p} \cdot n$$

$$Q_r = 14 \cdot 10 + 26 \cdot 4$$

$$Q_r = 244 \text{ m}^3/250 \text{ pracovních dnů}$$

Průměrná denní potřeba vody:

Denní potřeba vody je počítána pouze na pracovní dny, cca 250 dní.

$$Q_p = Q_r/m$$

$$Q_p = 244 / 250$$

$$Q_p = 976 \text{ l/den}$$

Maximální denní potřeba vody:

$$Q_m = Q_p \cdot k_d$$

$$Q_m = 976 \cdot 1,5$$

$$Q_m = 1464 \text{ l/den}$$

Maximální hodinová potřeba vody:

$$Q_h = \frac{Q_m}{t} \cdot k_h$$

$$Q_h = \frac{1464}{8} \cdot 1,8$$

$$Q_h = 330 \text{ l/h}$$

Potřeba teplé vody

Potřebu teplé vody lze vyjádřit buď ze známých údajů, nebo pomocí normy ČSN EN 15316-3-1 Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení potřeb energie a účinností soustavy. I v této části je nutné rozdělit budovu na část administrativní a část provozní.

Potřeba teplé vody se stanoví ze vztahu:

$$V_{W,day} = \frac{V_{W,f,day} \cdot f}{1000}$$

Potřeba teplé vody pro administrativní část:

$$V_{W,day,k} = \frac{10 \cdot 10}{1000}$$

$$V_{W,day,k} = 0,1 \text{ m}^3/\text{den}$$

Potřeba teplé vody pro provozní část:

$$V_{W,day,p} = \frac{30 \cdot 3}{1000}$$

$$V_{W,day,p} = 0,9 \text{ m}^3/\text{den}$$

Celková potřeba teplé vody:

$$V_{W,day} = V_{W,day,k} + V_{W,day,p}$$

$$V_{W,day} = 0,1 + 0,9$$

$$V_{W,day} = 1 \text{ m}^3/\text{den}$$

Vodovodní přípojka

Pro zásobování pitnou vodou bude vybudována nová vodovodní přípojka provedená z HDPE 100 SDR 11 Ø 63x5,8. Napojení na areálový vodovodní řad bude provedeno přes T-kus a po průchodu chráničkou se potrubí osadí kulovým uzávěrem. Přetlak vody v místě napojení přípojky na vodovodní řad se pohybuje v rozmezí 0,4 až 0,45 MPa. Výpočtový průtok přípojkou činí 330 l/h. Vodoměrová souprava s vodoměrem DN 25 bude umístěna v budově v místnosti číslo 103 - Technické zázemí.

Potrubí přípojky bude uloženo na pískovém podsypu tloušťky 100 mm a obsypáno pískem do výše 300 mm nad vrchol trubky. Podél potrubí bude položen signalizační vodič CYKY 1x2,5. Ve výšce 300 mm nad potrubím se do výkopu položí výstražná fólie.

Vnitřní vodovod

Vnitřní vodovod bude napojen na vodovodní přípojkou pitné vody z HDPE 100 SDR 11 Ø 63x5,8. Výpočtový průtok přípojkou činí 330 l/h. Vodoměr bude umístěn v místnosti 103 - Technické zázemí a hlavní uzávěr vnitřního vodovodu bude v místnosti 102 - Sklad. Přetlak vody v místě napojení přípojky na vodovodní řad se pohybuje v rozmezí 0,4 až 0,45 MPa.

Hlavní přívodní ležaté potrubí stávajícího areálového vodovodu do domu povede v hloubce 1,2 m pod terémem vně domu a do domu vstoupí ochrannou trubkou z podlahy. Po prostupu chráničkou se osadí potrubí hlavním uzávěrem vody. Potrubí do

budovy prochází chráničkou, která se během betonáže osadí a zabetonuje. V domě bude ležaté potrubí vedeno v podhledu.

Přívodní potrubí užitkové vody vstoupí do budovy v prostorách schodiště a dále bude vedeno pod mezipodestou do místnosti 103 - Technické zázemí. Zde je potrubí napojeno na jednotku pro čerpání provozní vody Wilo-Rainsystem AF 22. Výtlačné potrubí je vedeno v prostoru instalační šachty a v podhledu, ze kterého vstupuje přes strop k jednotlivým zařizovacím předmětům ve 2.NP.

Návod k montáži a obsluze jednotky je přiložen v přílohách.

Potrubí užitkové vody musí být minimálně každý 1 metr označeno nápisem provozní voda. Personál musí být informován o výskytu nepitné vody v budově.

Stoupačí potrubí povedou převážně v šachtách, společně s odpadními potrubími kanalizace a ostatních vedení, a pouze k zařizovacím předmětům ve 2. NP bude stoupačí potrubí vedeno skrz otvor ve stropě. Podlažní rozvodná a připojovací potrubí budou vedena v přizdívkách předstěnových instalací a pod omítkou.

Teplá voda pro budovu bude připravována v nepřímo ohřívaném zásobníku teplé vody s připojením pro kotel Protherm TV 200 S . Rozměry zásobníku v x d 1270 x 577 mm. Objem zásobníku činí 200 litrů. Na přívodu studené vody do tohoto ohříváče bude kromě uzávěru osazen ještě filtr, zpětná klapka a pojistný ventil nastavený na otevírací přetlak 0,6 MPa.

Cirkulační potrubí bude osazeno těmito prvky: kulový kohout, filtr, čerpadlo, zpětná klapka, kulový kohout. Jako cirkulační čerpadlo bude osazeno Wilo - CircoStar - Z 15/1.

Materiálem potrubí uvnitř domu bude PPR, PN 20. Potrubí vně domu, vedené pod terénem, bude provedeno z HDPE 100 SDR 11. Svařovat je možné pouze plastové potrubí ze stejného materiálu od jednoho výrobce. Pro napojení výtokových armatur budou použity nástěnky připevněné ke stěně. Spojení plastového potrubí se závitovou armaturou musí být provedeno pomocí přechodky s mosazným závitem. Volně vedené potrubí uvnitř domu bude ke stavebním konstrukcím upevněno kovovými objímkami

s gumovou vložkou. Potrubí vedené v zemi bude uloženo na pískovém loži tloušťky 100 mm a obsypáno pískem do výše 300 mm nad vrchol trubky. Jako uzavírací armatury budou použity mosazné kulové kohouty s atestem na pitnou vodu.

Jako tepelná izolace bude použita návleková izolace MIRELON tloušťky 30 mm pro teplou vodu včetně cirkulace a 9 mm pro studenou a provozní vodu.

Požární voda

Dle ČSN 73 0873 tab.2 celkové množství požární vody pro objekt - $Q = 4 \text{ l.s}^{-1}$, potrubí DN 80 mm. Vnitřní požární vodovod - dle ČSN 73 0873 čl. 4.4 b)1) S.p u žádného požárního úseku nepřesahuje hodnotu 9000, vnitřní požární vodovod není požadován. Vnější požární voda je zajištěna ze stávajících podzemních hydrantů na vodovodním řadu DN 100, který je veden v ul. Dukelské. Nejbližší podzemní hydrant je ve vzdálenosti cca 110 m od navrhovaného objektu.

Kanalizační přípojka

Objekt bude odkanalizován do stávající jednotné kanalizace DN 160, nacházející se v prostorách areálu.

Splašková kanalizace se připojí do stávající kanalizace rovnou. Šedé odpadní vody budou svedeny odděleným potrubím a zaústěny do čistírny odpadních vod.

Vody dešťové budou svedeny okapovými svody do nádrže na dešťovou vodu. Ta je kombinovaná s čistírnou odpadních vod. Tato nádrž zásobuje budovu provozní vodou.

Dimenze přípojky splaškové kanalizace je DN 125 a průtok odpadních vod činí 5,04 l/s. Kanalizace šedé vody vstupuje do čistírny dimenzí DN 125 s průtokem 4,28 l/s. Potrubí dešťové vody má dimenzi DN 110 a průtok 3,36 l/s. Nádrž je osazena bezpečnostními přepady pro obě komory. Přepady mají DN 160 a napojují se na stávající kanalizační potrubí v areálu. Před napojením na areálovou jednotnou kanalizaci bude zbudována revizní šachta 700 x 700 mm, kde budou osazeny zpětné klapky, pro případ vzduť kanalizace.

Vnitřní kanalizace

Splašková kanalizace

Kanalizace odvádějící odpadní vody z nemovitosti bude napojena na stávající kanalizační potrubí vedené v areálu.

Odpadní potrubí bude provedeno ze systému PVC-HT. Potrubí musí být minimálně každý 1 metr označeno nápisem splašková kanalizace, nebo jinak odlišeno od kanalizace šedých vod.

Svodná potrubí povedou v železobetonové základové desce. Materiál těchto potrubí je Geberit PE. Veškerá potrubí uložená v desce budou provedena ze systému Gebetit a budou svařována na tupo.

Svodná potrubí, které budou vedena v zemi, budou uložena do pískového lože o minimálním podsypu 100 mm. Materiál potrubí uložených v zemi bude PVC-KG.

Hlavní splaškové odpadní potrubí bude vyvedeno nad střechu minimálně 500 mm od povrchu střechy. Připojovací potrubí budou vedena v přízdívkách předstěnových instalací a pod omítkou. Potrubí budou upevňována ke stěnám a stropům kovovými objímkami s gumovou vložkou. Pro napojení pračky bude osazena zápachová uzávěrka HL 406.

Kanalizace šedých vod

Kanalizace šedých odpadních vod bude provedena ze systému PVC-HT. Potrubí musí být minimálně každý 1 metr označeno nápisem šedá kanalizace, nebo jinak odlišeno od kanalizace splaškových vod. Svodná potrubí, které budou vedena v zemi, budou uložena do pískového lože o minimálním podsypu 100 mm. Materiál potrubí uložených v zemi bude PVC-KG. Svodné potrubí šedé kanalizace je zaústěno do čistírny odpadních vod.

Hlavní odpadní potrubí bude vyvedeno nad střechu minimálně 500 mm od povrchu střechy. Připojovací potrubí budou vedena v přízdívkách předstěnových instalací a pod

omítkou. Potrubí budou upevňována ke stěnám a stropům kovovými objímkami s gumovou vložkou.

Dešťová kanalizace

Dešťová odpadní potrubí budou vnější, vedená po fasádě a budou v úrovni terénu opatřena lapači střešních splavenin HL 600.

Dešťová kanalizace se napojuje na nádrž, do které vtéká přes nátokový filtr.

Vnitřní kanalizace bude odpovídat ČSN EN 12056 a ČSN 75 6760. Materiálem potrubí v zemi budou trouby a tvarovky z PVC KG uložené na pískovém loži tloušťky 100 mm a obsypané pískem do výše 300 mm nad vrchol hrdel.

Zařizovací předměty

Budou použity zařizovací předměty podle sestav specifikovaných v legendě zařizovacích předmětů. Pisoár a záchodové mísy budou závěsné opatřeny montážním prvkem pro zavěšení. U umyvadel a dřezu budou stojánkové směšovací baterie. Sprchové baterie budou nástěnné. U výlevky bude osazen montážní prvek a ventil s dlouhým otočným výtokem. Výlevka bude opatřena platovou mřížkou. Automatická pračka bude napojena na rozvod provozní vody a na kanalizační potrubí bude připojena přes soupravu HL 406.

Pračka, WC, pisoár a výtokový ventil u výlevky, budou napojeny pouze na zdroj provozní vody.

Smějí být použity jen výtokové armatury zajištěné proti zpětnému nasátí vody podle ČSN EN 1717.

Zemní práce

Pro přípojky a ostatní potrubí uložená v zemi budou hloubeny rýhy o šířce 0,4-0,6 m. Tam, kde bude potrubí uloženo na násypu je třeba tento násyp předem dobře zhutnit. Při provádění je třeba dodržovat zásady bezpečnosti práce. Výkopy o hloubce větší než 1,6 m je nutno pažit příložným pažením. Výkopy je nutno ohradit a označit. Případnou

podzemní vodu je třeba z výkopů odčerpávat. Výkopek bude po dobu výstavby uložen podél rýh, přebytečná zemina odvezena na skládku. Před prováděním zemních prací je nutno všechny podzemní inženýrské sítě vytýčit. Při křížení a souběhu s jinými sítěmi budou dodrženy vzdálenosti podle ČSN 73 6005, normy ČSN 33 2000-5-52, ČSN 33 2000-5-54, ČSN 33 2160, ČSN 33 3301 a podmínky provozovatelů těchto sítí. Výkopové práce v místě křížení a souběhu s jinými sítěmi je nutno provádět ručně a velmi opatrně bez použití pneumatického, bateriového nebo motorového nářadí, aby nedošlo k poškození křížených sítí. Obnažené křížené sítě je při zemních pracích nutno zabezpečit proti poškození. Lože a obsyp křížených sítí budou uvedeny do původního stavu.

Při stavbě je nutno dodržet příslušné ČSN a zajistit bezpečnost práce.

Brno, 05/2012

Vypracoval: Michal TALAČ

4. Legenda zařizovacích předmětů

Označení na výkrese	Popis sestavy
WC	Jika Lyra plus - Závěsný klozet, 490mm x 350mm x 360mm, bílý, hluboké splachování Montážní prvek Duofix pro závěsné WC, s nádržkou do stěny Sigma 12 cm (UP320), ovládání zepředu, stavební výška 112 cm, Přívod vody R 1/2" s integrovaným rohovým ventilem a ručním ovládacím kolečkem Trubková chránička pro přívod vody pro Geberit AquaClean Splachovací koleno Ochranná zátka Kryt pro hrubou montáž pro servisní otvor 2 závitové tyče M12 pro upevnění keramiky Souprava pro připojení WC, ř 90 mm Odpadní koleno pro WC, PE-HD, ř 90 mm Přechodka, PE-HD, ř 90/110 mm Upevňovací materiál Ovládací tlačítko Rumba
P	Golem pisoár s vnitřním přívodem, bílý Geberit DuofixBasic montážní prvek pro pisoár, H130, s Geberit elektronickým ovládním splachování pisoáru Souprava pro hrubou montáž ovládním splachování s uzavíracím ventilem Stavební ochrana Nástěnka R 1/2" Připojovací trubka mezi přívodem ř 32 mm a pisoárem, s těsněním k pisoáru Zápachová uzávěrka pro pisoár ř 50 mm, s těsněním k pisoáru 2 závitové tyče M8 pro upevnění pisoáru Upevňovací materiál pro pisoár Upevňovací materiál Redukované odpadní koleno PE-HD, ř 63 mm na ř 50 mm, s těsněním pro zápachovou uzávěrku Souprava pro kompletaci pro Geberit ovládním splachování pisoáru, elektronické, 230V
U	Umyvadlo 50 x 41 mm LYRA PLUS - keramické bílé Zápachová uzávěrka - umyvadlová pochromovaná Baterie umyvadlová stojánková bez výpusti METALIA - pochromovaná jednopáková s dírou 2 x Rohový ventil - pochromovaný DN 15, s filtrem (pitná, teplá voda)
SK	Liniový podlahový žlab AlcaPlast APZ 1 - s nerezovým roštem, vzor buble Baterie sprchová nástěnná s horním vývodem METALIA -

	pochromovaná jednopáková s dírou Sprchová tyč Cubito. -s posuvným držákem ruční sprchy -s plastovým mýdelníkem Olymp/Lyra hadice sprchová 1.7m, chrom Olymp/Lyra sprcha ruční chrom, 3 funkce
VP	Podlahová vpust APV4344 105 × 105/50/75 přímá, mřížka nerez, nerezová příruba a límec 2. úrovně izolace, vodní a suchá zápachová uzávěra, DN 75
VS	Výlevka NORMA – plechová smaltová se zápachovou uzávěrkou Baterie nástěnná umyvadlová METALIA - pochromovaná jednopáková s dírou Kulový ventil – 1/2“
VL	Keramická úklidová výlevka Jika pro montáž na podlahu Plastová mřížka Rohový ventil pochromovaný DN 15 Připojovací trubička 3/8“ x 1/2“ délky 300 mm Manžeta Ø 110 pro napojení na kanalizační připojovací potrubí
DJ	Dřez nerezový MINOR s odkapní plochou NORMA - vestavný do kuchyňské linky Zápachová uzávěрка - flexi hadice Baterie dřezová stojánková METALIA - pochromovaná jednotková s dírou 2 x Rohový ventil - pochromovaný DN 15, s filtrem (pitná, teplá voda)

Označení na výkrese	I.NP	II.NP	III.NP	IV.NP	CELKEM
WC	-	2	2	2	6
P	-	1	-	-	1
U	-	5	1	1	7
DJ	-	-	1	1	2
SK	-	3	-	-	3
VP	2	-	-	-	2
VS	1	-	-	-	1
VL	-	1	-	-	1

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout způsob využívání šedé a dešťové vody v administrativní budově průmyslového areálu.

Práce byla realizována ve spolupráci s dodavatelskými firmami zabývajícími se touto problematikou a společností ESL, a.s., v jejímž areálu se bude řešená budova nacházet.

Jako první bylo nutné navrhnout způsob jímání těchto vod. Standardní oddělené nádrže nebylo možno z prostorových důvodů použít, protože při vykreslení roznášecího úhlu zeminy pod stavbou, vyšla tato čára skrz nádrž, a tudíž by mohlo dojít k jejich deformaci. Přistoupilo se tedy k výrobě jedné velké atypické nádrže, která obsahuje membránovou čistírnu i nádrž na dešťovou vodu.

Druhým stěžejním bodem projektu bylo dopravení provozní vody z nádrže do potrubního rozvodu. K tomu bude sloužit automatická jednotka pro čerpání provozní vody, která je vybavená všemi potřebnými zařízeními.

Tato práce pro mě byla velice přínosná, protože se neodehrávala pouze v teoretické rovině. V průběhu zpracovávání projektu jsem měl možnost vzniklé problémy řešit s lidmi, kteří se této oblasti věnují velmi dlouho. Jejich pohled na věc a nepřeborné množství technických řešení a nápadů mě v mnohém inspirovalo a přispělo k (snad) úspěšnému zpracování zadaného tématu.

Seznam použitých zdrojů

- [1] HLAVÍNEK, Petr.a kol. *Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území*. 1. vyd. Editor Jiří Kubík. Brno: Ardec, c2007, 164 s.
- [2] BAR-HILLEL, MIRA. [Http://www.dailymail.co.uk](http://www.dailymail.co.uk). *Izrael: Z pevnosti Masada Heroda k Mrtvému moři, dobrodružství biblických rozměrů* [online]. 2010 [cit. 2012-04-25].
- [3] MUDROCH, Lukáš Bc. *Co s dešťovou vodou?. Co s dešťovou vodou? - TZB-info* [online]. 12.09.2007 [cit. 2012-04-25].
- [4] REXCOM. *Vsakovací moduly, zasakovací moduly | RETENCE A ZASAKOVÁNÍ | RexCOM - kanalizace, odpady, vodovody* [online]. c2012 [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: <http://www.rexcom.cz/8783/retence-a-zasakovani/>
- [5] GEOCENTRUM. *Geocentrum anticalc; - problém s tvrdou vodou* [online]. c 2009 [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: <http://www.anticalc.cz/mapacr.php>
- [6] ING. DVOŘÁKOVÁ, Denisa. *Využívání dešťové vody (II) - možnosti použití dešťové vody a části zařízení - TZB-info* [online]. 12.3.2007 [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni>
- [7] ING. DVOŘÁKOVÁ, Denisa. *Využívání dešťové vody (I) - kvalita a čištění - TZB-info* [online]. 19.2.2007 [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>
- [8] ING. BIELA, Renata, Ph.D. *Kvalita šedých vod a možnost jejich využití - TZB-info* [online]. 5.12.2011 [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/8097-kvalita-sedych-vod-a-moznost-jejich-vyuziti>
- [9] *Vod. hospod.* 2012,č.2,s.60-65 BARTONÍK, Adam a kol. *Šedé vody - možnosti využití jejich energetického potenciálu a způsoby jejich čištění a znovuvyužití*.
- [10] *Načini ugradnje | Borplastika* [online]. [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: <http://www.borplastika.hr/bioloski-procistaci/nacini-ugradnje/>
- [11] ASIO S.R.O. *AS-VARIOcomp K ULTRA : ASIO, spol. s r.o.* [online]. c 2011 - 2012 [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/as-variocomp-k-ultra>

[12] BOGÁŇOVÁ, Ida. Možnosti využití šedých vod. Brno, 2012. 106 s., 6 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce Ing. Renata Biela, Ph.D.

[13] Návod k obsluze a montáži Wilo-Rainsystem AF 22

[14] Návod k obsluze a montáži Wilo-Fluidcontrol

Seznam příloh

ČÍSLO VÝKRESU	NÁZEV VÝKRESU	MĚŘÍTKO
01_A_01	SITUACE	1:100
01_B_01	KANALIZACE - SVODNÉ POTRUBÍ - ZÁKLADY	1:50
01_B_02	KANALIZACE - ODPADNÍ POTRUBÍ - PŮDORYS 1. NP	1:50
01_B_03	KANALIZACE - ODPADNÍ POTRUBÍ - PŮDORYS 2. NP	1:50
01_B_04	KANALIZACE - ODPADNÍ POTRUBÍ - PŮDORYS 3. NP	1:50
01_B_05	KANALIZACE - ODPADNÍ POTRUBÍ - PŮDORYS 4. NP	1:50
01_B_06	KANALIZACE - ODPADNÍ POTRUBÍ SPLAŠKOVÉ VODY - ROZVINUTÝ ŘEZ	1:50
01_B_07	KANALIZACE - ODPADNÍ POTRUBÍ ŠEDÉ VODY - ROZVINUTÝ ŘEZ	1:50
01_B_08	KANALIZACE - SVODNÉ POTRUBÍ SPLAŠKOVÉ VODY - ROZVINUTÝ ŘEZ	1:50
01_B_09	KANALIZACE - SVODNÉ POTRUBÍ	

	ŠEDÉ VODY - ROZVINUTÝ ŘEZ	1:50
01_B_10	KANALIZACE - SVODNÉ POTRUBÍ	
	SPLAŠKOVÉ VODY - ROZVINUTÝ ŘEZ	1:50
01_B_11	KANALIZACE - SVODNÉ POTRUBÍ	
	SPLAŠKOVÉ VODY - ROZVINUTÝ ŘEZ	
	- STÁVAJÍCÍ POTRUBÍ	1:50
01_C_01	VODOVOD - PŮDORYS 1. NP	1:50
01_C_02	VODOVOD - PŮDORYS 2. NP	1:50
01_C_03	VODOVOD - PŮDORYS 3. NP	1:50
01_C_04	VODOVOD - PŮDORYS 4. NP	1:50
01_C_05	VODOVOD - AXONOMETRIE	1:50
01_C_06	VODOVOD - PODÉLNÝ PROFIL PŘÍPOJKY	1:50

Technické listy

NÁVOD K MONTÁŽI A OBSLUZE WILO-RAINSYSTEM AF 22