

ČESKÁ ZEMEDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

**Návrh systému pro využití vody
na splachování toalet v bytových podmínkách**

**System design for water reuse for toilets flushing
in housing conditions**

Diplomová práce

Vedoucí práce: doc. Ing. Stanislava Papežová, CSc.

Autor práce: Bc. Michal Pitlík

Praha 2017

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Michal Pitlík

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Návrh systému pro využití vody na splachování toalet v bytových podmínkách

Název anglicky

System design for water reuse for toilets flushing in housing conditions

Cíle práce

Provedte rozbor spotřeby vody při koupání, sprchování a splachování toalety v bytových podmínkách. Navrhněte systém pro využití vody ze sprchy a vany pro splachování toalety v bytovém prostředí. Zmapujte možné přínosy a rizika jak pro uživatele tohoto systému, tak pro výrobce.

Metodika

1. Prostudujte příbuznou problematiku a konkrétní dostupná řešení recyklace vody v bytových podmínkách.
2. Seznamte se s problematikou čištění vody při recyklaci.
3. Provedte rozbor spotřeby vody při splachování toalety.
4. Vyhodnoťte možný přínos využití šedé vody ze sprchy pro splachování toalety.
5. Navrhněte systém pro využití vody ze sprchy či vany pro splachování toalety v bytových podmínkách.
6. Provedte ekonomické hodnocení z pohledu výrobce systému a z pohledu uživatele.
7. Uveďte hlavní překážky pro výrobu, nasazení a provoz systému a navrhněte možnosti jejich řešení.

Doporučený rozsah práce

40 – 50 stran

Klíčová slova

úspora vody, recyklace vody, voda v domácnosti, šedá voda

Doporučené zdroje informací

BÖSE, K. – HERLE, J. *Voda pro dům a zahradu*. Praha: SNTL, 1991. ISBN 80-03-00322-9.

ČECHOVÁ, J. *Hospodaření s dešťovými a šedými vodami*. Diplomová práce. ČZU v Praze. 2014

PLETICHA, M. *Ekonomická analýza využití vody domácnostmi v ČR*. Diplomová práce. ČZU v Praze. 2013

PLOTĚNÝ, K. *Dělení vod, bílé a šedé vody – nové poznatky a možnosti využití*. Sborník semináře

Vodohospodářské chuťovky. Brno: Asio, s.r.o., 2011. s. 21–27

ŠÁLEK, J. *Voda v domě a na chatě : využití srážkových a odpadních vod*. Praha: Grada, 2012. ISBN

978-80-247-3994-6.

ŠRÁMKOVÁ, M., WANNER, J. *Opětovné využití vyčištěné odpadní vody*. Sborník konference Pitná voda

2010. České Budějovice: W&ET Team, 2010. s. 259-264. ISBN 978-80-254-6854-8.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – TF

Vedoucí práce

doc. Ing. Stanislava Papežová, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra elektrotechniky a automatizace

Elektronicky schváleno dne 4. 3. 2016

prof. Ing. Jaromír Volf, DrSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 4. 3. 2016

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 04. 03. 2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: "Návrh systému pro využití vody na splachování toalet v bytových podmínkách" vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Jsem si vědom, že moje diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

Jsem si vědom že, se na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.“

V Praze dne 30.3. 2016

.....
Michal Pitlík

Poděkování

Nejdříve bych rád poděkoval vedoucí práce paní doc. Ing. Stanislavě Papežové, CSc., za její vstřícný přístup, rady a čas, který mi věnovala. Chci také poděkovat respondentům, kteří se podíleli jak na vyplnění dotazníku, tak i těm, kteří se účastnili měření vstupních hodnot, bez kterých by nebylo možné ověřit některé předpoklady. Nakonec bych rád poděkoval všem, kteří mi věnovali čas, své rady a názory v rámci konzultací při tvorbě této práce.

Návrh systému pro využití vody na splachování toalet v bytových podmínkách

Abstrakt

Pitná voda je nesmírně cennou komoditou. I přes její význam a stoupající cenu se však v mnoha zemích stále používá ke splachování toalet. Cílem této práce je navrhnout systém splachování toalet pro domácnosti, který by bez složité a nákladné instalace potenciálně dosahoval až stoprocentní úspory pitné vody.

První část práce obsahuje základní informace o spotřebě a cenách pitné vody. V další části jsou charakterizovány některé již existující systémy a technologie pro úsporu vody na toaletách. Na základě uvedených podkladů jsou pak navrženy principy připravovaného systému spolu s popisem jeho konkrétních částí a funkcí. Součástí je také seznam klíčových dílů a cenový odhad pro stavbu prototypu. V poslední části je představena problematika komerčního uvedení navrženého systému na trh. Je zde popsána motivace ze strany kupujících a ideální trh pro začátek prodeje. Byla také stanovena optimální prodejní cena systému.

Obsah práce je koncipován jako příprava na stavbu prototypu a prvotní impulz pro další ucelený vývoj. Vzhledem k omezenému rozsahu není součástí detailní dokumentace a přesný konstrukční návrh. Práce však pojímá komplexně celé téma od uvedení do problematiky přes principiální návrh prototypu až po prodej.

Klíčová slova

Úspora vody, recyklace vody, voda v domácnosti, šedá voda

System design for water reuse for toilets flushing in housing conditions

Abstract

Drinking water is a highly valuable commodity. Despite its importance and increasing price, drinking water is still widely used for flushing toilets. The aim of this paper is to design a toilet flushing system for household, which could potentially save up to 100 % of drinking water without the need of complex and costly installation.

Basic information about consumption and prices of drinking water is presented in the first part of the paper. Subsequently, some of the existing systems and technologies for water savings in toilets are characterised. These were used as the basis for the proposed system principles, as well as for the description of its specific parts and functions. A list of key components and an estimated cost of the prototype construction are also included. Commercial marketing issues of the designed system are discussed in the last part of the paper, together with the motivation of buyers and the ideal market for launching sales. The optimal sales price of the system is also determined.

The paper is compiled as a preparation for the prototype construction and a primary impulse for the further development. Detailed documentation and precise engineering design are not included due to the limited scope of the paper. However, the thesis approaches the topic comprehensively. Introduction to the subject, the primary prototype design and the marketing issues are provided.

Keywords

Water saving, water recycling, water in households, water gray

Obsah

1 Úvod.....	1
1.1 Motivace.....	2
1.2 Cíle práce	3
1.3 Teoretické přínosy.....	4
2 Teoretická východiska	5
2.1 Spotřeba vody.....	5
2.1.1 Závislost ceny vody na spotřebě.....	7
2.2 Cena vody.....	7
2.2.1 Cena vody v České Republice	7
2.2.2 Vývoj ceny vodného a stočného v České republice (1991–2015).....	10
2.2.3 Cena vody v blízké budoucnosti.....	10
2.2.4 Cena vody ve světě	11
2.3 Kupní síla obyvatelstva	16
2.3.1 Parita kupní síly	17
2.4 Běžné toalety a jejich rozdělení	18
2.4.1 Klasické volně stojící toalety.....	19
2.4.2 Toalety s nádržkou s vysokou montáží.....	19
2.4.3 Závěsné toalety s nádržkou pod omítkou	20
2.4.4 Toalety s tlakovým splachováním	20
2.5 Existující systémy pro úsporu vody na toaletách.....	20
2.5.1 Úsporné splachovací ventily.....	20
2.5.2 Šetřič vody na toalety	21
2.5.3 Pneumatické tlakové splachování.....	21
2.5.4 Podtlakové splachování	22

Diplomová práce

2.5.5	Bezvodné pisoáry.....	23
2.5.6	Spalovací toalety.....	23
2.5.7	Mrazící toalety	25
2.5.8	Kompostovací toalety	26
2.5.9	Separáční toalety.....	27
2.5.10	Splachovací toalety s integrovaným umyvadlem	29
2.6	Srovnání uvedených systémů.....	30
2.7	Šedá a bílá voda	31
2.7.1	Způsoby recyklace šedé vody	32
2.8	Recyklační sprcha Cintep.....	34
3	Návrh systému	35
3.1	Princip navrhovaného systému	35
3.2	Popis bytových podmínek.....	36
3.2.1	Dispoziční uspořádání a rozměry malé toalety.....	36
3.2.2	Zdroj vody pro splachování	36
3.3	Návrh konstrukce	37
3.3.1	Základní funkce systému	38
3.3.2	Elektrické prvky systému.....	41
3.4	Konstrukční uzly	43
3.4.1	Napouštění z vany či sprchy	43
3.4.2	Propojovací část a vedení	45
3.4.3	Strojní a řídicí uzel.....	47
3.4.4	Akumulační nádrž.....	50
3.4.5	Napojení na toaletu	61
3.4.6	Napájecí jednotka	62
3.5	Seznam součástí a služeb nutných pro stavbu prototypu	63
3.6	Ekonomické a marketingové aspekty systému	65

Diplomová práce

3.6.1	Motivace ze strany zákazníka	65
3.6.2	Vlastnosti systému z pohledu zákazníka	66
3.6.3	Potenciální úspory domácností	67
3.6.4	Doba návratnosti	67
3.6.5	Nalezení nejlukrativnějšího trhu	68
3.6.6	Stanovení prodejní ceny.....	69
3.6.7	Návrh a stručný popis možného marketingového mixu	70
4	Výsledky a závěr.....	72
4.1.1	Výsledky a zjištění.....	72
4.1.2	Hlavní překážky zavedení systému.....	73
4.1.3	Pokračování projektu	74
5	Bibliografie	75
6	Seznam tabulek	81
7	Seznam obrázků	81
8	Seznam příloh	82

1 Úvod

Voda je nepostradatelným prvkem pro přežití naší civilizace. Pokrývá 71 % (1) zemského povrchu, přičemž většina (94 %) je zastoupena slanou vodou (obr. 1-1). Sladká voda tvoří pouhých 6 % (1) z celkového objemu vody na Zemi, pro konzumaci je však vhodná jen její malá část. Zatím existují oblasti s dostatkem kvalitní a levné pitné vody. Nicméně stále větší množství zemí se potýká s problémy vázanými na dlouhodobý nedostatek vody nebo její znečištění. Nedostatek kvalitní vody má přímý dopad na zdraví obyvatelstva, zemědělství a také může mít významné geopolitické následky (2).

Tabulka 1- Poměr slané a sladké vody na planetě Zemi dle (1)



Čím dál častěji se objevují zmínky (2) o tom, že za vzrůstající migrační vlnou a některými válečnými konflikty jsou globální klimatické změny a nedostatek kvalitní pitné vody. Dlouhotrvající sucha mají také přímý dopad na nedostatek základních plodin, což může přispívat k napětí ve společnosti a vzestupu extrémistických spolků (2).

Diplomová práce

Na většině území České republiky je dostupná levná a vysoce kvalitní pitná voda. To má za následek nedostatečnou, převážně finančně motivovanou, snahu obyvatel o úsporu pitné vody. Dešťová voda není obvykle využívána, do vody jsou vypouštěny spousty chemických prostředků. Pitná voda nejvyšší kvality je běžně používána ke splachování toalet. Vzhledem k tomu, že se většina z nás se splachováním pitnou vodou setkává velkou část nebo celý svůj život, nepřijde nám tento stav zvláštní. Stoupající cena vodného a stočného tvoří určitý tlak na úspory. Z pohledu naší planety se dá tvrdit, že splachování vysoce kvalitní pitnou vodou je plýtvání. Na výrobu a rozvod pitné vody jsou vynakládány obrovské finanční prostředky. Tato voda je pak ve velké míře použita i ke splachování výkalů, což vytváří problém s opětovnou potřebou dekontaminace vody. Je tento stav opravdu přínosný a nutný? Neexistují jiné způsoby, které jsou šetrnější k našemu okolí a zároveň nejsou tak nákladné?

1.1 Motivace

Na trhu je k dispozici relativně velké množství technologií, které jsou určeny k úspoře vody. Patří sem vše od bateriových perlátorů, speciálních sprchových hlavíc až po pračky a myčky s nízkou spotřebou vody. V poslední době se také rozvíjí trh s technologiemi recyklace a lokálního čištění vody. Společným cílem těchto řešení je snížení spotřeby pitné vody a eliminace vody splaškové. Častějším nasazením podobných řešení může být docíleno toho, aby více vody zůstávalo v krajině. Pokud lidé sami financují technologie pro čištění špinavé vody, kterou produkují, tak jsou více motivováni ke snížení používání agresivních a nerozložitelných chemikálií.

Až na pár výjimek, jsou všechny technologie recyklace vody určeny pro použití v rodinných, bytových či komerčních stavbách. Tyto technologie jsou také často spojené s vyššími investicemi. Vzhledem k potenciálnímu nedostatku a stoupající ceně pitné vody je pravděpodobné, že se recyklace a správné hospodaření s vodou stane běžnou součástí všech nových staveb.

Na první pohled se zdá, že oblasti úsporných technologií určených pro bytové podmínky bylo věnováno dost pozornosti. Většina komerčně dostupných produktů je však postavena na principu snížení průtoku vodovodních spotřebičů. Velká část kvalitní pitné vody je stále

Diplomová práce

používána na splachování toalet. Na řešení tohoto problému se zaměřuje předložená práce. V ideálním případě by se na splachování toalet nepodílela žádná pitná voda a zároveň by nedošlo k poklesu komfortu pro jejich uživatele. Tohoto cíle však není v prostředí běžných bytů jednoduché dosáhnout.

1.2 Cíle práce

Stav, kdy se běžně používá kvalitní pitná voda na splachování toalet, není dobrý. Konkrétní dostupné technologie, které tento problém řeší, jsou primárně určené pro rodinné domy a větší objekty. Hlavním cílem práce je tedy přispět alespoň malou měrou ke změně tohoto stavu a navrhnout řešení určené do prostředí bytů.

Mezi dílčí cíle práce patří zmapování a stručné představení technologií a řešení, které již existují a mohly by přispět ke snížení spotřeby při splachování toalet v domácích podmínkách. Do mapování také budou zahrnuty technologie, jejichž principy by byly využitelné pro připravovaný systém a pro využití v bytech nejsou vhodné. Dalším dílčím cílem je provedení ekonomického zhodnocení a definování marketingových parametrů, které by teoreticky umožňovaly komerční úspěch navrhovaného zařízení. I to nejlepší technické řešení nebude mít moc velkou hodnotu, pokud si ho nikdo nebude moci poříditi kvůli vysoké ceně.

V návaznosti na tuto práci se počítá s přípravou a stavbou funkčního prototypu pro ověření základních funkcí a předpokladů. Teprve po delším testování prototypu bude možné začít s detailnějším zpracováním podkladů pro budoucí výrobu. Rozsah práce neumožňuje vytvoření detailní technické dokumentace pro samotnou výrobu. V práci jde hlavně o definování principiálních řešení a základních konstrukčních celků.

1.3 Teoretické přínosy

V případě, že by se podařilo navrhnout, otestovat a uvést na trh systém, který by dokázal minimalizovat nutnost použití pitné vody pro splachování toalet v prostředí bytů, mělo by to nesporné výhody, jak pro samotné uživatele, tak pro naši společnost. Mezi potenciální výhody by mohlo patřit následující:

- **Úspora pitné vody** – Další snížení spotřeby pitné vody.
- **Úspora financí** – Pro uživatele systému ve většině případů znamená snížení spotřeby vody také úsporu nákladů.
- **Úspora energie** – Na výrobu a přepravu vody je vynakládána elektrická energie. Tato energie by tedy také mohla být částečně uspořena, což může přispět ke snížení emisí CO₂.

2 Teoretická východiska

Aby bylo možné provést principiální návrh zařízení, je nejdříve nutné nastudovat příbuznou problematiku. Témata zájmu byla pro lepší přehled rozdělena na ekonomický a technický okruh.

Ekonomická východiska se zaměřují na informace, které jsou významné pro komerční úspěch. Jedná se tedy primárně o cenu a spotřebu pitné vody a kupní sílu obyvatelstva. Je možné říci, že pro navrhované zařízení je trh s vysokou cenou pitné vody a zároveň vysokou kupní silou obyvatelstva ideální.

Technická východiska se soustředí na aktuálně existující technická řešení. Budou popsány technologie, které by jako celek nebo jeho část, mohly naplnit hlavní cíl úspory pitné vody při splachování toalet v prostředí bytů.

2.1 Spotřeba vody

Pro vývoj navrhovaného systému je nezbytně nutná znalost objemu a struktury spotřeby vody obyvatel. Spotřeba konkrétního jedince se do značné míry odvíjí od jeho návyků a technologií, které používá. Spotřeba vody se také liší napříč státy. V tabulce 2 je možné nalézt průměrnou spotřebu na osobu a den ve vybraných státech Evropy. Faktem je také to, že žádný vodovodní systém není bez úniků. Ty se dále promítají do celkové reálné spotřeby a potažmo i ceny vody.

Tabulka 2 - Průměrná spotřeba vody ve vybraných zemích v roce 2008 dle (3)

Země	Spotřeba l / os / den	Ztráty kvůli netěsnostem %
Polsko	102	15
Portugalsko	107	40
Litva	116	25
Slovensko	128	32
Malta	130	15
Bulharsko	139	54
Maďarsko	152	18
Česká republika	152	20

Diplomová práce

Belgie	153	6
Belgie	153	23
Německo	155	9
Nizozemsko	184	5
Dánsko	191	7
Rumunsko	194	32
Francie	196	23
Celkem/průměr	202	21
Rakousko	214	11
Lucembursko	221	30
Finsko	231	17
Řecko	239	35
Anglie a Wales	241	23
Skotsko	241	32
Itálie	267	29
Španělsko	283	9
Švédsko	302	18
Kypr	310	18
Irsko	317	27

Z tabulky 2 vyplývá, že spotřeba v jednotlivých státech se výrazně liší. Dle uvedených hodnot až 3x. účely byla tedy použita průměrná hodnota dle (3) 202 litrů / osobu / den.

Podstatným faktem je též struktura spotřeby. Dle (3) můžeme definovat průměrnou spotřebu vody při různých činnostech:

- Jedno sprchování: 35–75 litrů
- Jedna koupel: 80 litrů
- Spláchnutí toalety: 8 litrů
- Splachování toalety za den / osobu dle (4) 46 litrů
- Pračka: 65 litrů
- Myčka: 25 litrů

Doporučení příslušné komise EU výrobcům toalet je takové, že maximální objem spláchnutí by neměl přesáhnout 5 litrů. Aktuálně dodávané toalety jsou již běžně konstruovány na spláchnutí pomocí 3 litrů vody (5).

Diplomová práce

2.1.1 Závislost ceny vody na spotřebě

Lidé v České republice jsou motivováni k úsporám. Ať už je to kvůli šetrnému chování k životnímu prostředí, zavedení úspornějších technologií nebo kvůli stoupající ceně vodného a stočného. Faktem je, že spotřeba vody na osobu klesá (6). Paradoxním je, že čím spotřeba pitné vody klesá, tím více stoupá její cena. Tento jev je způsoben převážně tím, že vodárenské společnosti rozpočítávají náklady na výrobu vody, ztráty, její distribuci a následné čištění do menšího objemu. Zatímco spotřeba vody klesá, distribuční infrastruktura stárne. Starší infrastruktura je spojena s nutností obnovy a vyššími náklady při častějších poruchách.

2.2 Cena vody

Cena pitné vody je jedním z klíčových faktorů pro komerční úspěch celého systému. Vyšší cena motivuje jedince, jak k větším úsporám a šetrnému zacházení s vodou, tak k vyhledávání různých technologií, které by jim s úsporou pomohly. Vyšší cena vody znamená také potenciálně rychlejší návratnost jakéhokoli technického zařízení, které s úsporou pomáhá. Podle konkrétní ceny je také možné nalézt potenciálně nejzajímavější trh pro budoucí prodej navrhovaného systému.

2.2.1 Cena vody v České Republice

Abychom mohli relevantně pracovat s cenou vody v rámci České republiky, je nutné nejdříve vyjasnit některé pojmy a definovat, z čeho se skládá. V různých pramenech jsou často uváděny ceny různých složek celkové ceny vody. Může tak dojít ke zkreslení při srovnávání samotných cen v různých lokalitách a v různých časech.

Základní pojmy související s cenou vody v rámci České republiky

Pro pochopení toho, z čeho se cena pitné vody skládá, je nutné vyjasnit dva základní pojmy. Cena pitné vody se obvykle skládá z takzvaného vodného a stočného. Tyto dva pojmy můžeme dle (7) definovat následovně:

Diplomová práce

„Vodné je cenou za pitnou vodu a za službu spojenou s jejím dodáním. Právo na vodné vzniká vtokem vody do potrubí napojeného bezprostředně za vodoměrem a není-li vodoměr, vtokem vody do vnitřního uzávěru připojeného pozemku nebo stavby, popřípadě do uzávěru hydrantu nebo výtokového stojanu.

Stočné je cena za službu spojenou s odváděním a čištěním, případně zneškodňováním odpadních vod. Právo na stočné vzniká okamžikem vtoku odpadních a srážkových vod do kanalizace.“

Vodné a stočné jsou pojmy, které definuje zákon číslo 274/2001 sbírky o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). Konkrétní vymezení vodného a stočného nalezneme v § 20. Stejný paragraf také vymezuje, kdo je a kdo není povinen platit za vodné a stočné. V praxi se cena vodného a stočného uvádí v korunách za metr krychlový odebrané či odvedené vody.

Konečná cena vody – vodného a stočného je nejčastěji určována jednou ročně. Ta je pro koncového spotřebitele obvykle stanovena součtem následujících položek (8):

- Vodné
- Stočné
- Oprávněné náklady – dle cenového výměru ministerstva financí
- Přiměřený zisk – meziroční nárůst maximálně o 5 %

Samotná vodovodní infrastruktura je v konkrétních obcích spravována různými subjekty. V některých případech se jedná o soukromé firmy, v jiných případech je správcem obec. Z výše uvedeného vyplývá, že konkrétní celková cena jednoho metru krychlového pitné vody se mění jak v čase, tak dle konkrétní lokality v rámci České republiky. Porovnání cen je v tomto směru zásadně ztíženo. Rozdílnost ceny vody můžeme ilustrovat na následující mapě dle (9). Je patrné, že se cena vody v jednotlivých okresech lišila v únoru 2017 i o více než 50 Kč.

Diplomová práce

2.2.2 Vývoj ceny vodného a stočného v České republice (1991–2015)

Od roku 1991 do roku 2015 se zvýšila celková průměrná cena vodného a stočného dle (6) 16krát. Je pravděpodobné, že toto zvýšení je do určité míry zkresleno inflací. Faktem však zůstává, že cena vody neustále stoupá. Z tabulky 3 je také patrné, že se stoupající cenou vody klesá i její spotřeba.

Tabulka 3 - Vývoj ceny vody a její spotřeby v ČR mezi lety 1991 a 2015 dle (6)

Rok	Spotřeba	Vodné	Stočné	Cena celkem	Náklady na osobu a rok
1991	161,2 l	2,60 Kč	2,10 Kč	4,70 Kč	276,73 Kč
1992	159,2 l	3,30 Kč	2,80 Kč	6,10 Kč	354,70 Kč
1993	137,3 l	6,62 Kč	5,88 Kč	12,50 Kč	626,61 Kč
1994	129,0 l	9,45 Kč	7,35 Kč	16,80 Kč	791,57 Kč
1995	121,0 l	10,82 Kč	8,09 Kč	18,90 Kč	835,29 Kč
1996	116,1 l	12,18 Kč	9,66 Kč	21,84 Kč	926,14 Kč
1997	112,8 l	13,76 Kč	10,19 Kč	23,94 Kč	986,33 Kč
1998	110,4 l	15,33 Kč	11,45 Kč	26,78 Kč	1 079,66 Kč
1999	108,9 l	17,01 Kč	13,55 Kč	30,56 Kč	1 215,35 Kč
2000	107,4 l	18,38 Kč	14,70 Kč	33,08 Kč	1 297,46 Kč
2001	103,5 l	19,53 Kč	15,44 Kč	34,97 Kč	1 321,80 Kč
2002	102,6 l	20,48 Kč	16,70 Kč	37,17 Kč	1 392,93 Kč
2003	102,9 l	21,84 Kč	17,75 Kč	39,59 Kč	1 487,77 Kč
2004	102,4 l	22,58 Kč	18,27 Kč	40,85 Kč	1 527,67 Kč
2005	98,9 l	23,63 Kč	19,01 Kč	42,63 Kč	1 539,93 Kč
2006	97,5 l	24,57 Kč	20,27 Kč	44,84 Kč	1 596,66 Kč
2007	98,5 l	25,83 Kč	22,58 Kč	48,41 Kč	1 741,47 Kč
2008	94,2 l	28,56 Kč	25,07 Kč	53,63 Kč	1 845,15 Kč
2009	92,5 l	30,91 Kč	27,61 Kč	58,52 Kč	1 977,13 Kč
2010	89,5 l	32,01 Kč	28,93 Kč	60,94 Kč	1 992,12 Kč
2011	88,6 l	33,88 Kč	30,69 Kč	64,57 Kč	2 089,56 Kč
2012	87,9 l	37,28 Kč	33,74 Kč	71,02 Kč	2 280,20 Kč
2013	87,2 l	38,76 Kč	33,58 Kč	72,34 Kč	2 303,86 Kč
2014	82,3 l	40,02 Kč	34,27 Kč	74,29 Kč	2 233,16 Kč
2015	87,9 l	40,94 Kč	35,31 Kč	76,25 Kč	2 447,88 Kč

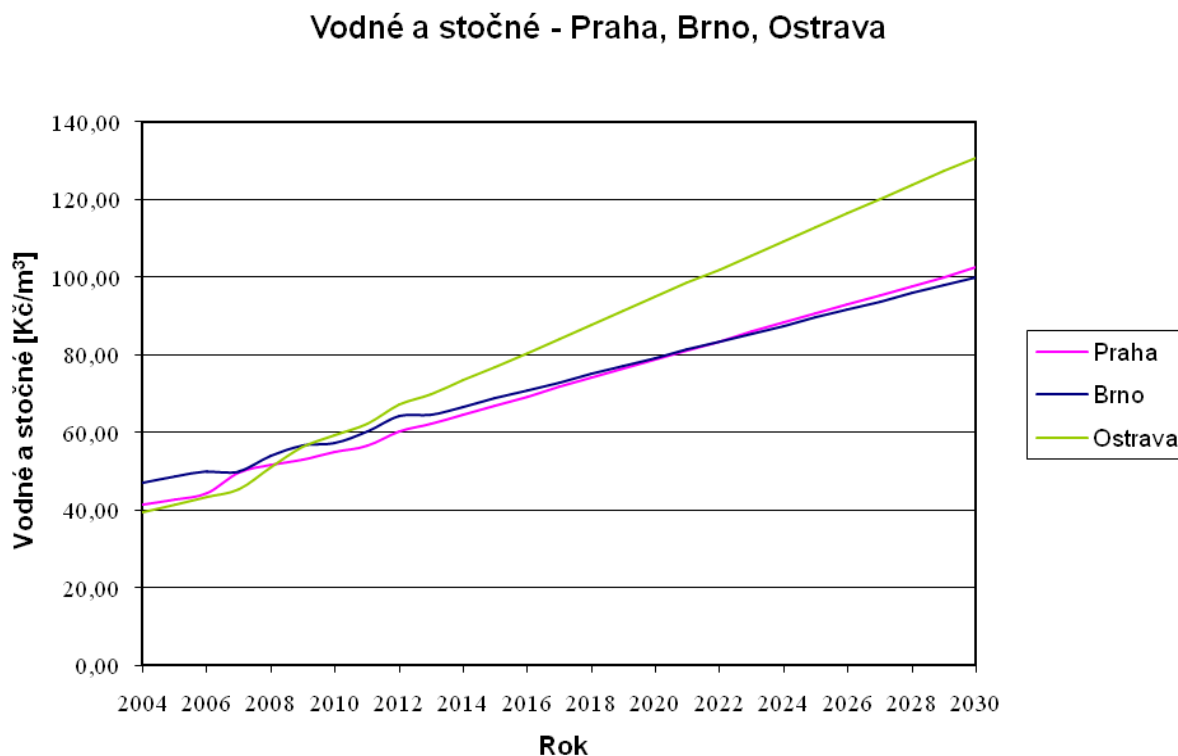
2.2.3 Cena vody v blízké budoucnosti

Z předchozí tabulky 3 vyplývá, že celková cena vodného a stočného se průběžně z různých důvodů zvyšuje. Na základě těchto dat lze usuzovat, že tento trend bude nadále pokračovat.

Diplomová práce

Stoupající náklady na údržbu infrastruktury, zapojení komerčních subjektů, a klimatický vývoj nasvědčuje tomu, že cena vody se bude skutečně zvyšovat. Konkrétní predikci pro některá česká města můžeme vidět v následujícím grafu dle (10).

Obrázek 2-2- Predikce vývoje ceny vody v Praze, Brně a Ostravě dle (10)



2.2.4 Cena vody ve světě

Komerční úspěch či neúspěch navrhovaného systému je do vysoké míry určen cenou pitné vody. Jak už bylo výše uvedeno, z pohledu prodeje navrhovaného systému jsou nejzajímavějšími lokalitami ty s nejvyšší cenou pitné vody. Konečná cena vody za metr krychlový se často liší i v rámci konkrétního státu a je vždy závislá na mnoha faktorech. V některých lokalitách se dokonce za vodu platí paušální částka bez ohledu na skutečně spotřebovaný objem vody. Takto složitá situace a různorodost trhu s vodou značně ztěžuje přímé porovnání cen napříč různými státy. Jako základní přehled v rámci Evropy bude uvedeno srovnání cen vodného a stočného včetně DPH ve vybraných evropských městech. Data jsou aktuální k červnu 2010. Ceny jsou uvedeny v USD/m³ a dále jsou přepočteny na Kč/m³ dle kurzu platného v červnu 2010.

Diplomová práce

Tabulka 4 - Srovnání cen vodného a stočného ve vybraných městech Evropy dle (11)

Město	Stát	Cena USD/ m ³	Cena Kč/ m ³
Reykjavik	Iceland	1,06	22,18
Barcelona	Spain	1,44	30,34
Athens	Greece	1,48	31,20
Riga	Latvia	1,50	31,57
Zagreb	Croatia	1,86	39,00
Madrid	Spain	1,92	40,33
Wrocław	Poland	1,94	40,67
Stockholm	Sweden	2,04	42,78
Krakow	Poland	2,14	44,92
Genova	Italy	2,46	51,76
Budapest	Hungary	2,48	52,18
Warsaw	Poland	2,48	52,22
Bratislava	Slovakia	2,51	52,77
Tallinn	Estonia	2,54	53,46
Praha	Czech Republic	2,69	56,51
Malmo	Sweden	2,71	57,01
Brno	Czech Republic	2,72	57,20
Rotterdam	Netherlands	2,74	57,67
Las Palmas	Spain	2,82	59,25
Ostrava	Czech Republic	2,83	59,43
Kosice	Slovakia	2,83	59,49
London	UK	3,08	64,70
Zurich	Switzerland	3,11	65,36
Amsterdam	Netherlands	3,22	67,70
Geneva	Switzerland	3,28	68,88
Basel	Switzerland	3,45	72,54
Essen	Germany	3,46	72,68
Helsinki	Finland	3,47	73,02
Lyon	France	3,48	73,14
Birmingham	UK	3,54	74,39
Nantes	France	3,55	74,51
Oslo	Norway	3,57	74,94
Nice	France	3,63	76,33
Newcastle	UK	3,63	76,39
Munich	Germany	3,79	79,69
Strasbourg	France	3,90	81,95
Paris	France	3,91	82,18
Brussels	Belgium	4,12	86,63
Toulouse	France	4,25	89,25
Vienna	Austria	4,26	89,55

Diplomová práce

Antwerp	Belgium	4,37	91,92
Graz	Austria	4,47	93,95
Manchester	UK	4,51	94,76
Bristol	UK	4,55	95,70
Köln	Germany	4,56	95,93
Düsseldorf	Germany	4,67	98,19
Marseille	France	4,70	98,80
Luxembourg	Luxembourg	4,79	100,68
Hamburg	Germany	4,82	101,27
Stuttgart	Germany	4,89	102,76
Frankfurt	Germany	4,90	102,92
Berlin	Germany	5,67	119,06
Gent	Belgium	5,79	121,78
Glasgow	UK	5,89	123,78
Aarhus	Denmark	7,61	159,97
Copenhagen	Denmark	8,00	168,22

Pro srovnání světových cen a charakterizaci globálního trhu byla z (12) převzata data k roku 2011. Převod ceny z USD na Kč byl proveden dle kurzu platného v roce 2011.

Tabulka 5 - Srovnání cen vodného a stočného ve vybraných městech světa dle (12).

Město	Stát	Cena USD/ m ³	Cena Kč/ m ³
Caracas	Venezuela	0,22	3,42
Chicago	USA	0,99	15,47
Milan	Italy	1,08	17,01
St Petersburg	Russia	1,13	17,73
Sofia	Bulgaria	1,25	19,57
Houston	USA	1,25	19,65
Bucharest	Romania	1,4	21,96
Santiago-de-Chile	Chile	1,44	22,54
Cape Town	South Africa	1,48	23,21
Venice	Italy	1,48	23,22
Memphis	USA	1,52	23,81
Barcelona	Spain	1,52	23,92
Moscow	Russia	1,69	26,50
Vilnius	Lithuania	1,77	27,83
Athens	Greece	1,79	28,07
Madrid	Spain	2,12	33,35
Sao Paulo	Brazil	2,14	33,59
Hiroshima	Japan	2,24	35,23
Bogota	Colombia	2,28	35,78
Amsterdam	Netherlands	2,29	36,02

Diplomová práce

Fukuoka	Japan	2,39	37,48
Las Vegas	USA	2,39	37,56
Chiba	Japan	2,46	38,55
Los Angeles	USA	2,48	38,92
Stockholm	Sweden	2,52	39,62
Genova	Italy	2,65	41,54
Krakow	Poland	2,80	44,03
New York City	USA	2,9	45,52
Istanbul	Turkey	3,01	47,30
Bratislava	Slovakia	3,06	48,01
Izmir	Turkey	3,07	48,26
Washington DC	USA	3,1	48,64
Miskolc	Hungary	3,12	48,98
Belo Horizonte	Brazil	3,14	49,24
Ottawa	Canada	3,15	49,38
Frankfurt	Cermany	3,25	51,06
Boston	USA	3,27	51,29
Malmo	Sweden	3,28	51,56
Las Palmas	Spain	3,34	52,44
Košice	Slovakia	3,35	52,65
London	UK	3,51	55,08
Gdansk	Poland	3,52	55,32
Philadelphia	USA	3,57	56,07
Detroit	USA	3,58	56,15
Brno	Czech Republic	3,59	56,30
Prague	Czech Republic	3,6	56,51
San Jose	USA	3,69	57,94
Ostrava	Czech Republic	3,72	58,36
Muscat	Oman	3,79	59,50
Warsaw	Poland	3,8	59,72
Dortmund	Germany	3,81	59,75
Edmonton	Canada	3,82	59,93
Budapest	Hungary	3,93	61,75
Perth	Australia	4,01	62,94
Essen	Germany	4,10	64,33
Birmingham	UK	4,11	64,52
Brussels	Belgium	4,13	64,85
Oslo	norway	4,25	66,71
Lyon	France	4,25	66,80
Calgary	Canada	4,33	67,98
Nice	France	4,36	68,46
Helsinki	Finland	4,38	68,76
Caziantep	Turkey	4,38	68,81

Diplomová práce

Paris	France	4,41	69,17
San Francisco	USA	4,48	70,28
Richmond	USA	4,5	70,66
Strasbourg	France	4,54	71,23
Vienna	Austria	4,6	72,26
Toulouse	France	4,63	72,76
Auckland	New Zealand	4,66	73,22
Ceneva	Switzerland	4,71	73,98
Espoo	Finland	4,74	74,47
Graz	Austria	4,91	77,03
Zurich	Switzerland	4,93	77,46
San Diego	USA	5	78,49
Tondheim	norway	5,1	80,09
Manchester	UK	5,16	81,03
Munich	Germany	5,22	81,92
Bristol	UK	5,27	82,75
Columbus	USA	5,33	83,67
Cardiff	UK	5,38	84,49
Düsseldorf	Germany	5,44	85,38
Köln	Germany	5,45	85,58
Marseille	France	5,47	85,92
Cothenburg	SWeden	5,49	86,17
Antwerp	Belgium	5,52	86,65
Adelaide	Australia	5,69	89,39
Luxembourg	Luxembourg	5,74	90,19
Basel	Switzerland	5,88	92,34
Stuttgart	Germany	5,94	93,22
Honolulu	USA	6,06	95,18
Melbourne City	Australia	6,12	96,14
Clasgow	UK	6,43	100,95
Brisbane	Australia	6,46	101,41
Hamburg	Germany	6,56	103,04
Sydney	Australia	6,62	103,97
Berlin	Germany	6,9	108,29
Bremen	Germany	6,93	108,8
Cent	Belgium	7,54	118,44
Copenhagen	Denmark	7,65	120,04
Nassau	Bahamas	8,56	134,44
Aarhus	Denmark	10,02	157,33

Z předešlých tabulek 4 a 5 je patrné, že mezi nejdražší země z hlediska ceny vodného a stočného patří Dánsko, Německo, Belgie, Švédsko nebo Austrálie. Naopak mezi ty levné

Diplomová práce

se řadí například Venezuela, Itálie, Řecko, Španělsko, Japonsko nebo Rusko. Je pravděpodobné, že dnešní cena vody bude o něco vyšší. Předešlý přehled slouží k prvotnímu stanovení lokalit s vysokou cenou pitné vody.

2.3 Kupní síla obyvatelstva

Na základě předchozího srovnání konkrétních měst můžeme vytipovat státy s obecně vyšší cenou vody. Vzhledem k tomu, že státy s nejdražší vodou se nachází převážně v Evropě bude se práce zaměřovat na Evropský trh. K určení nejvýhodnějších nejzajímavější lokalit pro potenciální prodej zařízení, je potřeba zhodnotit koupěschopnost obyvatel v konkrétních státech. Samotná vysoká cena vody totiž nutně nemusí znamenat, že obyvatelé daného státu bude mít dostatek prostředků na zakoupení úsporného systému. Z pohledu úspěšnosti prodeje je tedy nejlepší kombinací stát s vysokou cenou vodného a stočného a zároveň s vysokou kupní silou obyvatelstva. Dle výše uvedených hodnot (12) z tabulky 5 vodného a stočného se budeme zajímat o následující státy, ve kterých mají konkrétní města nejvyšší cenu vodného a stočného:

- Německo
- Francie
- Lucembursko
- Švédsko
- Švýcarsko
- Rakousko
- Belgie
- Velká Británie
- Dánsko
- Norsko

Abychom mohli stanovit potenciálně nejzajímavější trhy pro budoucí prodej, budeme hledat ty státy, kde má obyvatelstvo vysokou kupní sílu. Vysoká cena vody zde znamená větší finanční úspory a vysoká kupní síla zase, že pořízení systému by pro konkrétní obyvatele nebylo tak finančně zatěžující jako ve státech s nižší kupní silou. Abychom mohli relevantně

Diplomová práce

srovnat kupní sílu ve vybraných státech, využijeme k tomuto účelu ukazatel nazývaný parita kupní síly. Pro dodržení konzistence dat bude pracováno s hodnotami aktuálními opět pro rok 2011.

2.3.1 Parita kupní síly

Pro srovnání reálné kupní síly bez zkreslení měnovými kurzy použijeme u vybraných států takzvanou paritu kupní síly. Tento pojem můžeme dle (13) definovat následovně:

„Parita kupní síly (anglicky Purchasing power parity, PPP) zvolené měny X vyjadřuje hodnotu jednotky této zvolené měny X, vyjádřené v jednotkách výchozí národní měny. Číselně je to tedy počet jednotek národní měny, za který lze koupit stejné množství výrobků a služeb na výchozím vnitrostátním trhu (např. českém), jako za jednotku měny X na vnitrostátním trhu měny X.

Parita kupní síly měn není sice zcela exaktně definovanou veličinou, avšak lépe, než kurz měny umožňuje podstatně přesnější srovnání skutečné ekonomické úrovně, struktury a výkonnosti států. Základem výpočtu parity je porovnání cen v národních měnách u dostatečného počtu shodných výrobků a služeb na vnitrostátních trzích. To se zpravidla provádí metodou spotřebního koše vyjadřujícího běžné náklady domácnosti. V Česku toto porovnání provádí a obsahem spotřebního koše se zabývá Český statistický úřad.“

Na základě (14) a (15) byla sestavena následující tabulka 6, která charakterizuje srovnání kupní síly ve vybraných státech v roce 2011. Dále je uvedeno procentuální srovnání kupní síly v porovnání s Českou republikou.

Diplomová práce

Tabulka 6 - Srovnání kupní síly obyvatelstva u vybraných států

Stát	Index PPP USD	Přepočet na Kč	Srovnání s ČR
Slovensko	1 301,30 USD	23 016 Kč	92 %
Česká republika	1 407,60 USD	24 896 Kč	100 %
Germany	3 944,70 USD	69 770 Kč	280 %
France	3 995,80 USD	70 674 Kč	284 %
Anglie	4 200,40 USD	74 292 Kč	298 %
Austrálie	4 310,40 USD	76 238 Kč	306 %
Švédsko	4 561,20 USD	80 674 Kč	324 %
Belgie	4 687,00 USD	82 899 Kč	333 %
Dánsko	6 153,00 USD	108 828 Kč	437 %
Lucembursko	6 488,90 USD	114 769 Kč	461 %
Norsko	6 827,00 USD	120 749 Kč	485 %
Švýcarsko	7 917,30 USD	140 033 Kč	562 %

Z tabulky 6 vyplývá, že nejvyšší kupní síla obyvatelstva je ve Švýcarsku, Norsku, Lucembursku a Dánsku. Tyto informace budou dále použity pro hledání nejzajímavějšího trhu pro prodej navrhovaného zařízení.

2.4 Běžné toalety a jejich rozdělení

V další části práce budou uvedena technická východiska a podklady. Cílem práce je mimo jiné návrh systému, který sníží objem využití pitné vody pro splachování. Je tedy nutné uvést základní informace o dnes využívaných konstrukcích toalet. Při návrhu moderních toalet je konstrukce zaměřená na úsporu vody již standardem. U klasických „gravitačních“ splachovacích systémů celou úspornost určují dva základní parametry. Jedná se o geometrii proudění vody a samotný splachovací systém, který určí velikost průtoku. Moderní toalety mohou být konstruovány různým způsobem. Toalety můžeme rozdělit podle různých kritérií. Dle (16) můžeme provést rozdělení například takto:

- Dle způsobu instalace
 - Stojící
 - Závěsné
- Dle způsobu splachování
 - Zálevné (také nazvány jako gravitační)
 - Podtlakové

Diplomová práce

- Chemické
- Suché
- Dle použitého materiálu
 - Keramické
 - Nerezové
 - Plastové

Pro potřeby této práce bylo vytvořeno specifické rozdělení zaměřené na bytové podmínky. Běžně používané toalety v bytových podmínkách jsou následující:

- Klasické volně stojící toalety
- Toalety s nádržkou s vysokou montáží
- Závěsné toalety s nádržkou pod omítku
- Toalety s tlakovým splachováním

2.4.1 Klasické volně stojící toalety

Volně stojící toaleta je obecně známá součást většiny domácností. Jedná se o toaletu složenou z mísy napojené do odtokového potrubí. Na míse je umístěna nádržka pro akumulaci vody, která obsahuje napouštěcí a splachovací ventily. Z pohledu úspory vody je podstatným parametrem konkrétní geometrie mísy a konstrukce splachovacího mechanismu. Splachovací mechanismus řídí objem vody, který je použit na jedno spláchnutí.

2.4.2 Toalety s nádržkou s vysokou montáží

Jedná se prakticky o stejné řešení jako v předchozím případě. Hlavní rozdíl je v tom, že akumulační nádržka na vodu je umístěna výrazně výše nad mísou. Mísa je pak propojena s nádržkou pomocí dlouhé trubky. Kromě specifické dispozice a možné úspory místa má tato konstrukce výhodu ve splachování větším tlakem vody. Větší tlak umožňuje využít ke spláchnutí menší množství vody.

Diplomová práce

2.4.3 Závěsné toalety s nádržkou pod omítkou

Jedná se o modernější řešení umístění toalety. Svou funkcí a principem splachování se tento systém neliší od předchozích kategorií. Hlavním rozdílem je to, že nádržka s napouštěcím a splachovacím mechanismem je zastavěná do zdi. Samotná mísa je pak přišroubovaná na zeď a nedotýká se podlahy. Tato konfigurace toalety je výhodná hlavně z pohledu snadného úklidu.

2.4.4 Toalety s tlakovým splachováním

Toalety s tlakovým splachováním nemají nádržku se zásobou vody. Splachování je provedeno přímým vypouštěním vody z vodovodního řádu. Samotnou délku a intenzitu spláchnutí řídí speciální ventil. Absence akumulární nádržky, napouštěcího a vypouštěcího mechanismu spoří místo a celou konstrukci značně zjednodušuje. Vzhledem k tomu, že samotné spláchnutí je provedeno vodou pod tlakem, je možné použít menší objem a tím uspořit vodu. Nevýhodou tohoto systému je větší hlučnost.

2.5 Existující systémy pro úsporu vody na toaletách

Pro představení možností úspory vody při splachování je nutné prostudovat existující technologie, které snižují nebo dokonce úplně eliminují potřebu vody na toaletách. Nelze říci, že všechny dále uvedené systémy jsou v České republice běžně rozšířeny. Některé uvedené technologie nejsou vhodné pro využití v prostorách malých bytů a jiné zase vyžadují speciální podmínky pro provoz. Uvedená řešení však má smysl prozkoumat kvůli potenciálnímu využití úsporných principů. Některé další systémy, které se nedají v bytových podmínkách běžně použít, nejsou v přehledu uvedeny. Týká se to například využití dešťové vody.

2.5.1 Úsporné splachovací ventily

Splachovací ventil má za úkol dávkovat určitý objem vody na konkrétní spláchnutí. Moderní splachovací mechanismy včetně ventilů se dají namontovat i do starších toalet a tím ušetřit vodu. Důležitou vlastností těchto ventilů je to, že umožňují nastavení objemu vody

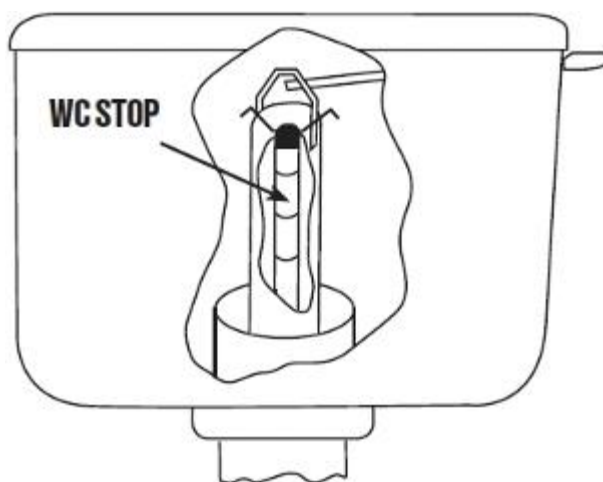
Diplomová práce

pro spláchnutí. Také jsou většinou konstruovány tak, že je možné zvolit mezi tzv. „malým“ a „velkým“ spláchnutím. U moderních toalet to bývá okolo 3 l vody na „malé spláchnutí“ a 6 l vody na „velké spláchnutí“. U starých typů ventilů mohlo jedno spláchnutí znamenat spotřebu více než 11 litrů vody (17).

2.5.2 Šetřič vody na toalety

Na českém trhu je dostupný šetřič vody určený do starších toalet. V principu se jedná o speciálně upravené závaží, které se zavěsí do osy splachovacího ventilu, viz následující obrázek. Tato zátěž způsobí výrazně rychlejší uzavírání ventilu. U starších toalet tak uživatel může dávkovat spláchnutí přesně dle potřeby. Výrobce udává, že je možné uspořit až 70 % vody na splachování (18). Aktuální cena je 295 Kč (18).

Obrázek 2-3 - Umístění šetřiče vody dle (18)



2.5.3 Pneumatické tlakové splachování

Na trhu je také k dostání systém pod obchodním označením UP owerflush. Při napouštění vody do splachovací nádržky dochází v uzavřeném prostoru ke stlačení vzduchu v její horní části. Napouštění je zastaveno dosažením požadovaného tlaku vzduchu ve splachovací nádržce. Po aktivaci splachování vytéká voda pod vysokým tlakem. Samotné spláchnutí je pak výrazně razantnější a je pro něj potřebné menší množství vody. Tlak vody je dle výrobce srovnatelný s účinkem, který by mělo spláchnutí z nádržky umístěné 20 m vysoko nad mísou. Pro správnou funkci tohoto splachovacího systému je nutná speciální záchodová

Diplomová práce

mísa a napojení na vodovodní rozvod o minimálně definovaném tlaku. Dle prodejce StavebninyOnline.sk je aktuální cena (19) po přepočtu na Kč cca 10 500 Kč.

Výhody tlakového splachování:

- Stejně nároky na instalaci jako běžné záchody
- Úspora vody
- Dokonalejší spláchnutí s menším objemem vody

Nevýhody tlakového splachování:

- Nutnost napojení na vodovodní řad s vyšším tlakem vody
- Relativně vyšší pořizovací náklady oproti běžným toaletám

2.5.4 Podtlakové splachování

Podtlakové neboli vakuové splachování je relativně složitý a nákladný splachovací systém, používaný převážně v letadlech či vlacích. Na trhu se však objevují toalety na principu podtlakového splachování určené pro vybavení koupelen. Hlavní výhodou této technologie je použití vody pouze k oplachu mísy a jako bariera vstupu zápachu z potrubí. Samotné splachování je realizováno pomocí vakua. Tyto toalety tak mají velmi malou spotřebu vody. Pořizovací cena vakuové toalety se pohybuje od 70 000 Kč (20).

Výhody podtlakového splachování:

- Nízká spotřeba vody
- Možnost oddělení moči od pevné složky

Nevýhody podtlakového splachování:

- Vysoká pořizovací cena
- Nutnost napojení na speciální vakuové vedení a další prvky systému

Diplomová práce

2.5.5 Bezvodné pisoáry

Bezvodné pisoáry jsou úsporným řešením určeným zvláště pro veřejné záchody. Princip bezvodných pisoárů je založen na faktu, že moč zdravého člověka je sterilní. Potenciální zápach je způsoben bakteriemi, které se ve zvýšené míře začnou množit, pokud se moč dostane do kontaktu s vodou. Na první pohled vypadá bezvodný pisoár stejně jako ten klasický s vodním splachováním. Hlavní rozdíl je pouze ve speciálním odtokovém ventilu v dolní části, který umožní odtok moči a zároveň zamezuje zpětnému vniknutí zápachu z kanalizace. Některé modely těchto pisoárů jsou vybaveny speciálním antibakteriálním povrchem, který neumožňuje jakékoli množení bakterií a potenciální vznik zápachu. Bezvodné pisoáry nejsou napojeny ani na zdroj elektřiny ani na zdroj vody. Pro správnou funkci je nutná pouze pravidelná výměna ventilu. Tyto ventily se vyznačují omezenou životností, která se odvíjí od četnosti použití a pohybuje se od 6 do 18 měsíců (21).

Výhody bezvodných pisoárů

- Jednoduchá instalace
- Funkce bez přívodu vody a elektřiny
- Velká potenciální úspora vody na veřejných místech
- Relativně nízká cena

Nevýhody bezvodných pisoárů

- Nutnost pravidelné výměny odtokového ventilu
- Vhodné pouze do pánských toalet

2.5.6 Spalovací toalety

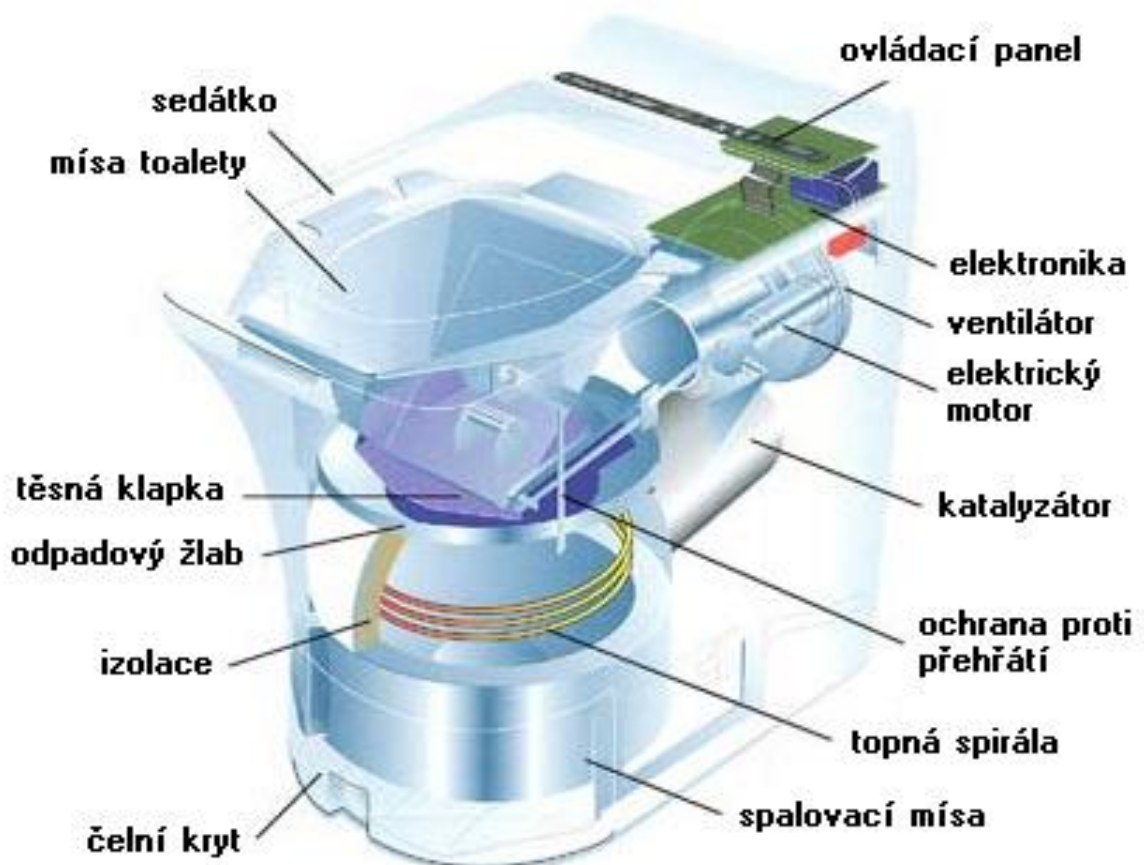
Jedná se o speciální druh toalety, který je za určitých okolností využitelný i v bytových podmínkách. Základní princip spočívá ve zpopelňování moči a exkrementů.

Kompletní funkci můžeme popsat dle (22):

Diplomová práce

„Toaletu snadno obslouží i dítě. Ventilátor se rozběhne, jakmile zvednete víko toalety. Před každým použitím se do toalety vloží vodotěsný sáček. Po vykonání potřeby zavřete víko toalety a stisknete tlačítko start. Toaletu můžete použít, i když právě probíhá spalování. Platinou potažený katalyzátor odstraní pachy z výstupního vzduchu, který je zhruba o 30°C teplejší než je teplota v místnosti. Kompletní spalovací proces u chladné toalety probíhá 70 minut. Provoz toalety není omezen okolní teplotou. Množství popela je pouze 1 kávový šálek na osobu za měsíc. Při plném vytížení (pro 14 osob denně) se popelník vyprazdňuje 1x za měsíc.“

Obrázek 2-4 - Schéma ekologické spalovací toalety Popelka - Cinderella dle (22)



Výhody spalovacích toalet:

- Provoz bez použití vody
- Minimální nároky na obsluhu (odstraňování popela 1x za měsíc při plném vytížení)

Diplomová práce

- Minimální objem odpadu
- Není nutné napojovat na kanalizaci

Nevýhody spalovacích toalet:

- Vysoká pořizovací cena (125 000 Kč)
- Vyšší spotřeba elektrické energie
- Nutnost napojení na komínový systém

2.5.7 Mrazící toalety

Mrazící toalety nejsou v České republice příliš rozšířené. Základní princip spočívá v okamžitém zmrazení exkrementů a moči, kterou jsou v této formě dále udržovány. Nízká teplota zabezpečuje eliminaci zápachu. Po maximálním naplnění toalety musí být obsah uživatelem vyneseno. Exkrementy i moč jsou ukládány do speciálních kompostovatelných sáčků. Toaleta je přenosná a určena do exteriéru i interiéru. Z pohledu uživatele toaleta vypadá a funguje podobně jako běžná toaleta viz následující obrázek. Pro své fungování potřebuje pouze připojení do zásuvky na 230 V. Vzhledem k využití tepelné izolace nemá toaleta velkou spotřebu elektrické energie.

Výhody mrazících toalet:

- Nulová spotřeba vody
- Možnost kompostování nahromaděného obsahu
- Jednoduchá instalace
- Možnost přenášení toalety

Nevýhody mrazících toalet:

- Nutnost pravidelného, relativně častého vyprazdňování
- Nutnost napojení na přívod elektrické energie
- Nutnost nákupu a vkládání speciálních separačních pytlů
- Vysoká pořizovací cena (od 48 000 Kč) (23)

Diplomová práce

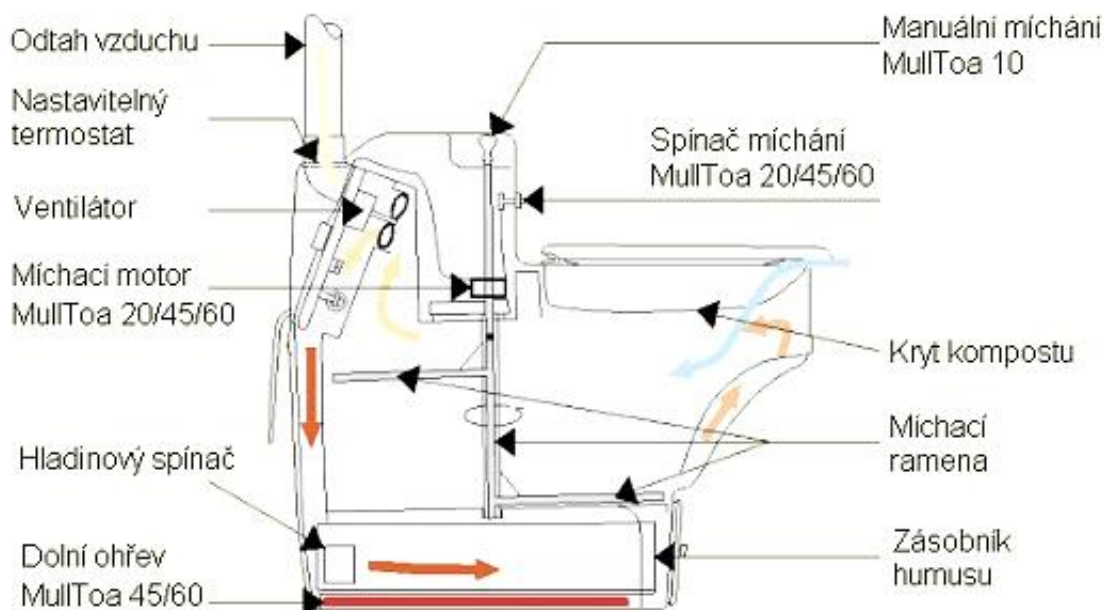
Obrázek 2-5 - Ukázka mrazící toalety Biolan Icelett dle (23)



2.5.8 Kompostovací toalety

Dalším úsporným zástupcem jsou kompostovací toalety. Tyto toalety fungují na principu přirozeného aerobního rozkladu exkrementů pomocí půdních bakterií. Toaleta sleduje a udržuje správné mikroklima tak, aby samotný rozklad probíhal optimální rychlostí. Zajišťuje také pravidelné promíchání, kvůli rovnoměrnému rozkladu celé směsi. Odpad z této toalety je možné využít jako kvalitní hnojivo nebo součást kompostu. Pro instalaci je nutné připojit zařízení na přívod elektrické energie a ventilační potrubí odvádějící plyny. Zhruba 95 % tuhé složky se v průběhu rozkladu změní na plyn. Na rozdíl od splachovací toalety musí uživatel vynášet tuhoun kompostovanou složku. Přestože tento druh toalety funguje na jednoduchých principech, je jeho kompletní konstrukce relativně složitá. Složitá konstrukce může teoreticky vést k častějším poruchám. V závislosti na konkrétní konstrukci a počtu uživatelů se obsah vynáší v intervalu několika měsíců až jednoho roku. Cena podobné toalety se pohybuje od 30 000 Kč. Kompostovací toalety jsou hojněji využívány v severských zemích.

Obrázek 2-6 - Schéma biologické kompostovací toalety MullToa 60 dle (24)



Výhody kompostovacích toalet:

- Nulová spotřeba vody
- Nízká spotřeba elektrické energie
- Přetvoření odpadu na hodnotné hnojivo

Nevýhody kompostovacích toalet:

- Nutnost napojení na ventilaci pro odvod plynů
- Nutnost odnášení kompostovaných zbytků (několikrát ročně)
- Potenciálně složitá konstrukce – možnost častějších poruch
- Není určeno pro použití větším množstvím osob (optimálně 1–4 dle konkrétního modelu)

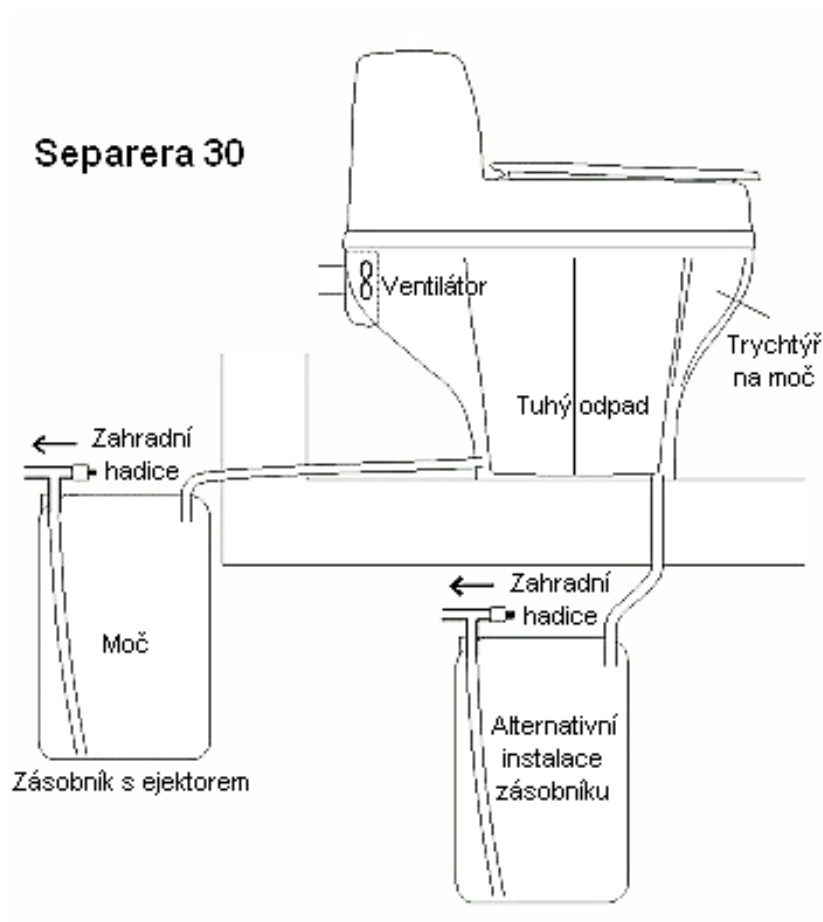
2.5.9 Separační toalety

Separační toalety oddělují moč a exkrementy, tak aby nedocházelo k jejich smísení a následnému kvašení. Jak je vidět na následujícím obrázku, toaleta obsahuje nádobu na tuhý odpad a odvod moči pomocí vestavěného trychtýře. Samostatná moč je po zředění vodou

Diplomová práce

následně použitelná jako hnojivo. Tuhá separovaná složka je pak vhodná pro následné kompostování. Separační toalety je nutné napojit na zdroj elektrické energie a na komínový odtah vzniklých plynů. Z pohledu uživatele je nutné jednou za několik měsíců až jednou ročně odnést tuhous separovanou složku. Separační toaleta se dá pořídít cca od 20 000 Kč.

Obrázek 2-7 - Schéma separační toalety dle (25)



Výhody separačních toalet:

- Nulová spotřeba vody
- Nízká spotřeba elektrické energie
- Přetvoření odpadu na hodnotné hnojivo
- Nižší cena oproti jiným podobným technologiím

Nevýhody separačních toalet:

Diplomová práce

- Nutnost napojení na vzduchový odvod plynů
- Nutnost odnášení tuhé zachycené složky
- Není určeno pro použití větším množstvím osob (optimálně 1–4 dle konkrétního modelu)

2.5.10 Splachovací toalety s integrovaným umyvadlem

Jedná se o celkem jednoduché a velice účinné řešení úspory vody. Po každé návštěvě toalety je nutné si umýt ruce. Umyvadlo je spojeno s akumulací nádržkou toalety. Voda z umyvadla vtéká přímo do nádržky. Zachycená voda je dále využita na splachování. Pokud v nádržce není dostatek vody z umyvadla, toaleta si sama dopustí potřebný objem z vodovodní přípojky. Mezi umyvadlo a splachovací nádržku je vložen jednoduchý systém filtrující vodu. Celý princip je ilustrován na následujícím obrázku 2-8 dle (26).

Základní parametry systému dle distributora (27):

- Snížení spotřeby vody při splachování o 40–70%
- Duální splachování 3 a 4,7 l vody
- Cena pro koncového zákazníka 500 € (13 508 Kč dle kurzu 12. 3. 2017)

Jako další možný způsob konstrukce se jeví integrovaná toaleta společně s umyvadlem do koupelnové skříňky. Toto řešení by potenciálně umožnilo zabudování další technologie související s úsporou vody.

Výhody toalet s integrovaným umyvadlem:

- Využití šedé vody po mytí rukou – úspora vody
- Umyvadlo je součástí toalety, nemusí se tedy instalovat a napojovat jinde
- V zahraničí celkem snadno dostupný produkt

Nevýhody toalet s integrovaným umyvadlem:

- Některé modely mají výrazně vyšší cenu, než běžné toalety

Diplomová práce

Obrázek 2-8- Schéma toalety s integrovaným umyvadlem dle (21)



2.6 Srovnání uvedených systémů

Výše uvedené toalety a zařízení pro úsporu vody mají různé výhody a nevýhody. Z pohledu navrhovaného systému je však nutné provést shrnutí a srovnání jejich vhodnosti. V následující tabulce 7 je u každého řešení zhodnoceno, zda je použitelný v bytových podmínkách bez omezení obyvatel bytu. Použitelností v bytových podmínkách se rozumí, že systém potenciálně může uspořit vodu a zároveň jeho instalace nevyžaduje stavební

Diplomová práce

úpravy. V případě, že bychom připustili možnost stavebních úprav bytové jednotky a případně dalších částí stavby, jsou použitelné všechny uvedené technologie. V tabulce 7 je také uvedeno hodnocení z pohledu využití technologie pro návrh připravovaného systému. Vhodnost je stanovena na základě toho, zda je princip fungování daného systému aplikovatelný při vývoji připravovaného zařízení. Zároveň je brán zřetel na to, zda existuje možnost minimalizace vody při splachování bez omezování uživatele toalety.

Tabulka 7 - Srovnání uvedených systémů pro úsporu pitné vody

Název systému	Použitelnost v bytech	Vhodné pro rozpracování
Úsporné splachovací ventily	Ano	Ne
Šetřič vody na toalety	Ano	Ne
Pneumatické tl. splachování	Ano	Ne
Podtlakové splachování	Ne	Ne
Bezvodné pisoáry	Ano	Ne
Spalovací toalety	Ne	Ne
Mrazící toalety	Ano	Ne
Kompostovací toalety	Ne	Ne
Separční toalety	Ano	Ne
Toalety s umyvadlem	Ano	Ano

Na základě předchozího srovnání můžeme říci, že pro další rozpracování a účely této práce je nejvhodnější technologie toalety s integrovaným umyvadlem. Tato technologie funguje na principu akumulace použité vody z umyvadla, a její následné opětovné využití pro spláchnutí. Splachování takzvanou šedou vodou je zde pouze částečné. Objem vody po mytí rukou není dostatečný na pokrytí celého objemu spláchnutí. Samotný princip má největší potenciál pro použití v připravovaném systému.

2.7 Šedá a bílá voda

V předchozí kapitole byl použit pojem „šedá voda“. Bylo by vhodné tento pojem dále objasnit. Šedou vodu můžeme definovat dle (4) například takto:

„Šedou vodou nazýváme podle EN 12056 splaškové odpadní vody neobsahující fekálie a moč, které odtékají z umyvadel, van, sprch, dřezů apod. Šedou vodu, zejména z koupelen, je možné po úpravě použít jako vodu provozní (tzv. bílou vodu) pro

Diplomová práce

splachování záchodů, pisoárů a zalévání zahrad, čímž vzniká výrazná úspora nákladů na stočné.“

Šedou vodu také můžeme definovat následujícím způsobem dle (10):

„Šedou vodou nazýváme podle ČSN EN 12056 splaškové odpadní vody neobsahující fekálie a moč, jedná se tedy o vodu z van, sprch, umyvadel, kuchyňských výlevků, myček nádobí a praček. Po úpravě lze šedé vody použít zejména na splachování toalet, zavlažování zahrad a úklidové práce. Úprava šedých vod však musí být vždy provedena tak, aby nebylo ohroženo zdraví lidí.“

Dle (4) můžeme také šedou vodu rozdělit do následujících kategorií podle způsobu jejich vzniku:

- Neseparované šedé vody
- Šedé vody z kuchyní a myček
- Šedé vody z praček
- Šedé vody z umyvadel, van a sprch
- Ostatní šedé vody

Z výše uvedeného rozdělení je nejlépe použitelná kategorie šedé vody pro naše účely z umyvadel, van a sprch. Za běžných okolností je tato voda nejméně znečištěná. Její další úprava na bílou vodu je tedy nejjednodušší.

2.7.1 Způsoby recyklace šedé vody

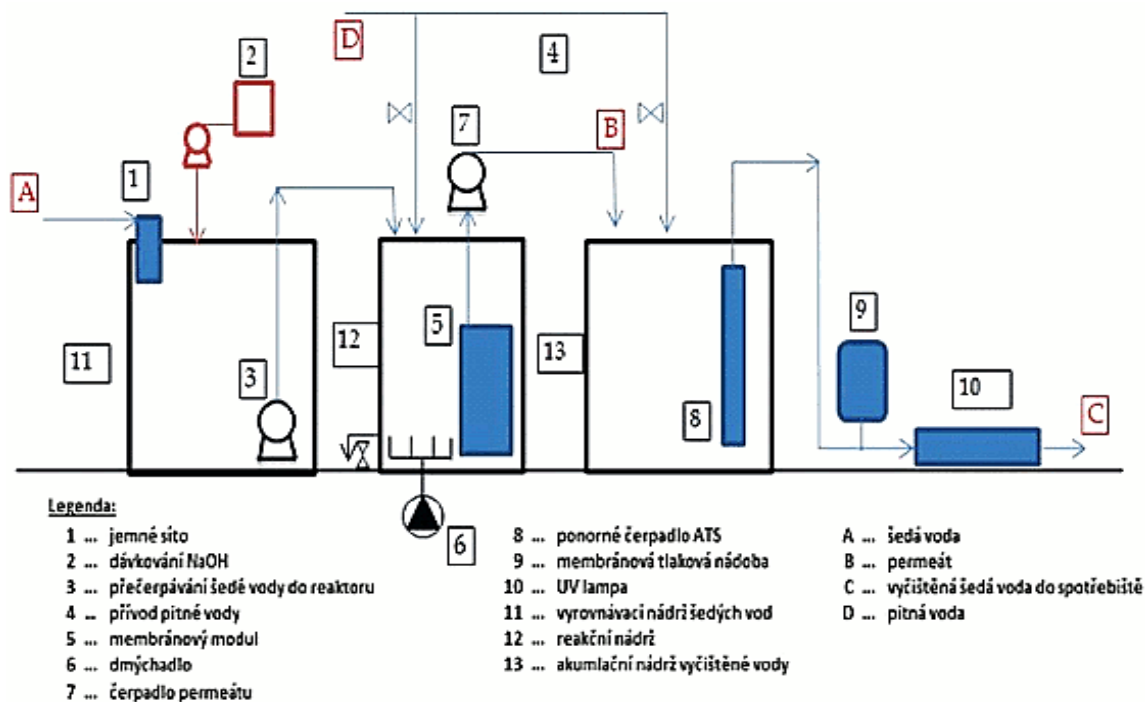
Pro opětovné použití je nutné vodu upravit. Podle technologie úpravy můžeme provést následující rozdělení dle (28):

- Mechanická úprava – sedimentace a filtrace
- Chemická úprava – koagulace, fotokatalýza, přidávání dezinfekcí
- Fyzikální úpravu – využití speciálních filtrů a membrán (reverzní osmóza)
- Biologické čištění – využití mikro organismů
- Přírodní způsoby čištění – například kořenové čističky

Diplomová práce

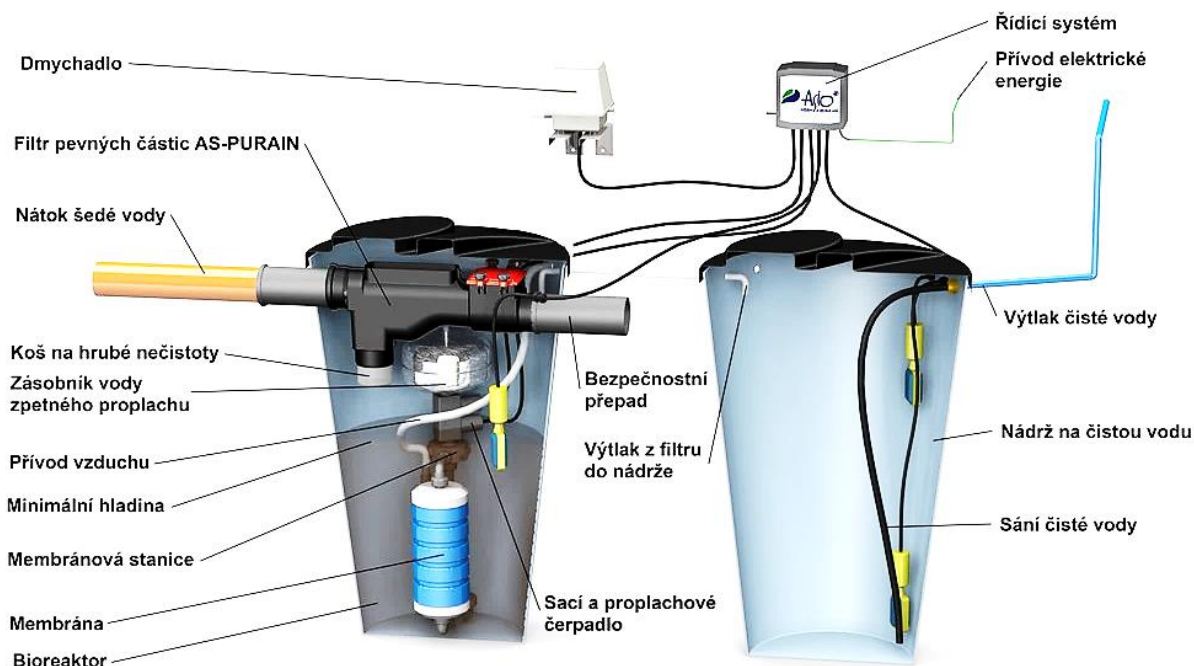
Konkrétní proces recyklace šedé vody si můžeme předvést na následujícím schématu dle (29). Jádrem uvedeného systému je biologický reaktor s membránovou separací (MBR). Využití této technologie výrazně snižuje nároky na velikost. I přes menší nároky na prostor tento systém není určen do domácností. Je navržen spíše do větších objektů, například hotely nebo veřejné budovy.

Obrázek 2-9 - Technologické schéma čištění šedých vod dle (29)



Podobnou čističku šedých vod je možné na trhu zakoupit jako hotový a připravený celek. Například se jedná o model AS-GW/AQUALOOP společnosti Asio (30), viz následující schéma. Čistírnu je možné zakoupit od menších zařízení určených pro rodinné domy až po větší systémy určené například pro hotely. Podobné zařízení bylo využito v hotelu „Am Kurpark“. Hotel disponuje 50 pokoji, 90 lůžky a má 24 zaměstnanců (31). Instalací tohoto zařízení bylo uspořeno přes 5 000 l pitné vody denně (31).

Obrázek 2-10 - Systém pro recyklaci šedých vod společnosti ASIO, spol. s r.o. dle (30)



2.8 Recyklační sprcha Cintep

Do této chvíle jsme provedli rozbor zařízení, která mají potenciál uspořit vodu při splachování. Vzhledem k vyspělosti sprchy Cintep je však přínosné tuto technologii také uvést. Nemá sice potenciál využití při splachování, je však použitelná v bytových podmínkách.

Sprchování a pravidelná tělesná očista včetně koupání se velkou měrou podílí na spotřebě jak vody, tak tepelné energie běžných domácností. Společnosti Cintep se podařilo navrhnout extrémně úspornou sprchu. Použitá voda se přímo při sprchování čistí a znovu se přivádí do sprchy. Pro využití vody v uzavřeném koloběhu je nutné zajistit vyčištění a odpovídající kvalitu. Dostatečná kvalita vody je zajištěna vysokoteplotním ošetřením (32). Kvůli snížení energetické náročnosti dále zařízení pracuje s rekuperací tepla. Klíčovou vlastností tohoto systému je, že minimalizuje nároky na spotřebu vody bez ohledu na délku sprchování.

3 Návrh systému

V předchozí části práce byly mimo jiné představeny různé technologie recyklace a úspory vody při splachování toalet. Každá ze zkoumaných technologií měla své výhody a nevýhody. Některé systémy dosáhly maxima, tedy 100 % úspory vody. Z různých důvodů však nejsou ve své většině vhodné pro jednoduchou instalaci do bytů. Na základě předchozího hodnocení je možné říci, že nejzajímavější technologie pro další rozpracování jsou toalety s integrovaným umyvadlem. Na základě principu toalet s integrovaným umyvadlem bude navržen připravovaný systém. Celý návrh bude koncipován jako rámcový podklad pro stavbu prvního prototypu, nikoli sériově vyráběného zařízení.

3.1 Princip navrhovaného systému

Základní princip fungování toalety s integrovaným umyvadlem je následující. Zachycená, šedá voda u umyvadla, je uchována ve splachovací nádržce a následně použita na splachování toalety. Hlavní slabinou je to, že zachycená voda z umyvadla sama o sobě na splachování nestačí. Další podstatnou nevýhodou toalet s integrovaným umyvadlem je to, že pro jejich použití je nutné vyměnit celou toaletu.

Na jakém principu tedy bude pracovat připravovaný systém? Zařízení bude splachovat pomocí již jednou použité vody a zároveň pro jeho instalaci nebude potřebné provádět výměnu původní toalety. Důležitou vlastností pro uživatele bude ta, že se při používání toalety nic nezmění. Dalším navrženým parametrem je to, že při instalaci systému nebude nutné provádět žádné stavební úpravy interiéru. Pro lepší přehled budou základní požadavky na navrhovaný systém uvedeny v bodech:

- Zdroj vody pro systém bude primárně šedá voda
- Instalace nebude spojena s nutností výměny staré toalety
- Instalace nebude spojena s nutností stavebních úprav
- Po instalaci systému se nezmění způsob ovládání a použití toalety

Diplomová práce

- Navrhovaný systém by měl oproti toaletám s integrovaným umyvadlem zvýšit úsporu pitné vody při splachování až na 100 %

3.2 Popis bytových podmínek

Již od počátku je počítáno s tím, že systém bude navrhován primárně do bytových podmínek. Abychom mohli pokračovat v konkrétním návrhu, je nutné definovat a upřesnit co jsou to bytové podmínky a jaký budou mít dopad na konstrukci systému. Bytové podmínky jsou specifické hlavně následujícími parametry:

- Omezený prostor
- Celý systém musí být umístěn v bytové jednotce
- Při instalaci systému se nepočítá se zásahem do konstrukce budovy
- Nepočítá se také s přestavbou interiéru v rámci instalace systému

3.2.1 Dispoziční uspořádání a rozměry malé toalety

Aby bylo možné přesněji definovat bytové podmínky bylo provedeno měření v interiéru toalety malého panelákového bytu. Byly změřeny a zaznamenány základní rozměry toalety. Tyto hodnoty budeme považovat za situaci s nejmenším možným prostorem. Pokud se povede, aby se systém vešel do takto omezeného prostoru, je použitelný ve většině dalších prostorových uspořádání. Nejmenší prostor je u toalet umístěných samostatně. Další variantou s větším prostorem je umístění toalety v koupelně. Zjištěné základní rozměry jsou následující:

- Vnitřní půdorys místnosti 102 x 80 cm
- Výška stropu 230 cm
- Vnější půdorys toalety 73 x 38 cm

3.2.2 Zdroj vody pro splachování

Největším nedostatkem toalety s integrovaným umyvadlem, která slouží jako inspirace pro navrhovaný systém, je to, že nedokáže zcela pokrýt splachování pomocí šedé vody. Je tedy

Diplomová práce

nutné najít jiný zdroj, než umyvadlo. Klíčem k nalezení vhodného zdroje jsou hodnoty spotřeby vody v koupelně a na toaletě. Tak jak bylo představeno v první části práce, průměrná spotřeba v koupelně a na toaletě je následující:

- Jedno sprchování: 35–75 litrů
- Jedna koupel: 80 litrů
- Splachování toalety za den / osobu dle (4) 46 l

Z těchto teoretických hodnot vyplývá, že ideálním zdrojem pro pokrytí splachování je voda ze sprchy a vany. Hodnoty, na základě kterých byl stanoven vhodný zdroj šedé vody, jsou pouze průměrné. Přesná spotřeba při splachování, sprchování a koupání se může lišit kvůli mnoha různým faktorům. Mezi tyto faktory patří například délka sprchování, použítá sprchová hlavice a druh a nastavení splachovacího systému.

To, jestli je možné pokrýt splachování pomocí vody ze sprchy či vany bylo v rámci práce měřeno v reálných bytových podmínkách. Na celkový objem spotřebované vody má zásadní vliv frekvence sprchování, koupání a splachování. Z těchto důvodů bylo v rámci návrhu systému provedeno měření a sledování splachování v prostředí deseti různých bytových podmínek. Všechny naměřené hodnoty jsou uvedeny v příloze 3. Na základě zjištěných údajů bude v další části práce stanovena optimální velikostí akumulární nádrže a bude ověřeno, jaká byla reálná úspora pitné vody na splachování.

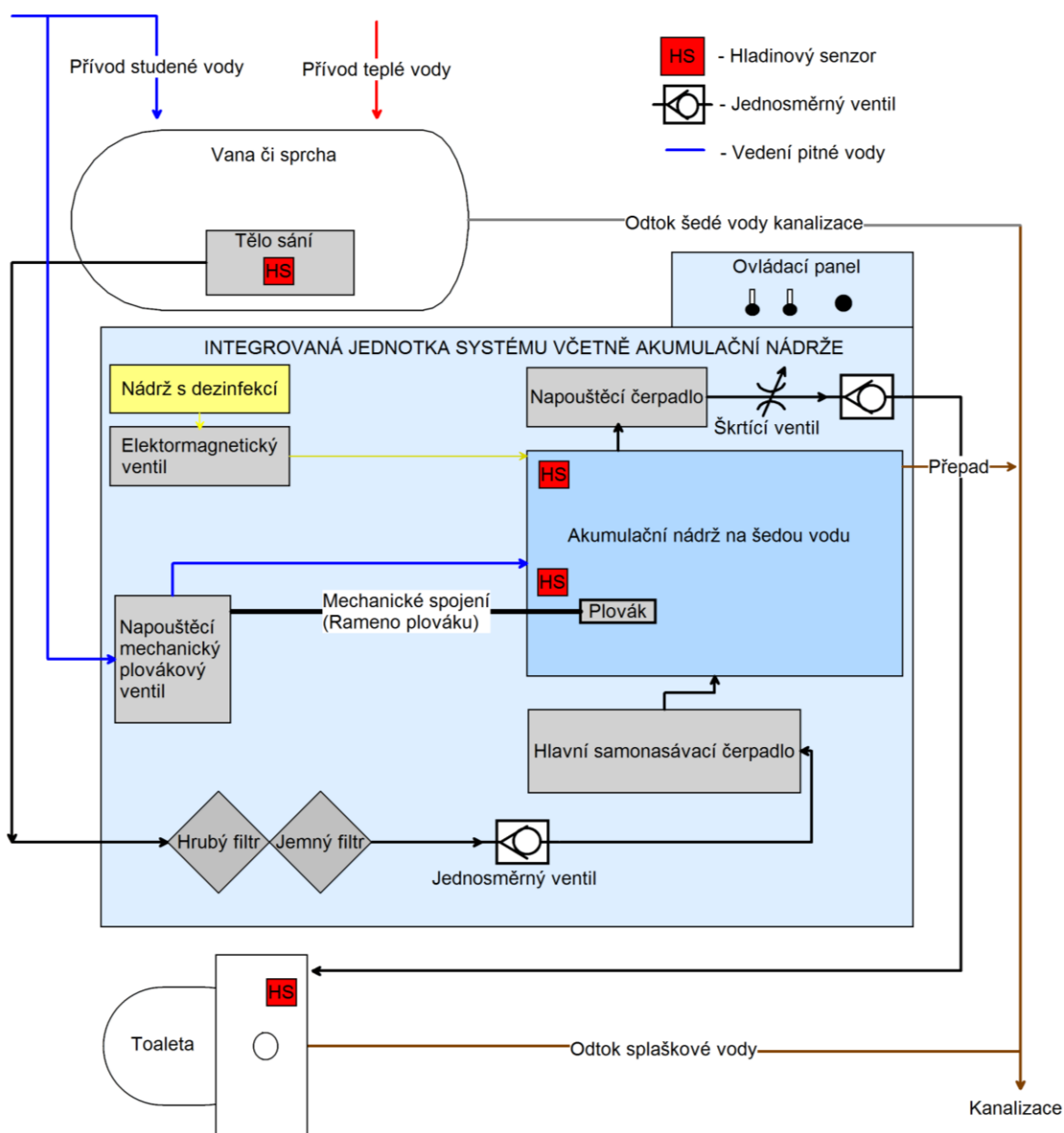
3.3 Návrh konstrukce

Základní princip systému byl již definován. Podařilo se specifikovat, v jakém prostředí a s jakým omezením bude používán. V neposlední řadě bylo stanoveno, odkud bude zařízení odebírat vodu pro splachování. V této fázi je k dispozici již dostatek podkladů, aby mohlo být přistoupeno k hrubému konstrukčnímu návrhu. I přes relativně jednoduchý princip fungování bude systém tvořit velké množství dílů. Pro zjednodušení samotného návrhu bude zařízení navrhováno a popisováno po takzvaných „Konstrukčních uzlech“. V další části práce bude systém popsán z pohledu funkce a vedení vody a poté z pohledu zapojení elektronických prvků.

3.3.1 Základní funkce systému

Na základě předchozích údajů a závěrů je již možné definitivně popsat celou funkci navrhovaného systému. Na obrázku 3-1 je zobrazeno zjednodušené funkční schéma, podle kterého bude popsána celá funkce z pohledu proudění vody a mechanického propojení součástí.

Obrázek 3-1 - funkční schéma připravovaného systému včetně vyznačení toku vody



Diplomová práce

Pomocí hladinového čidla HS umístěného v těle sání bude zařízení průběžně sledovat hladinu vody ve vaně či sprše. Pokud hladina překoná nastavenou mez, spustí se hlavní samonasávací čerpadlo a přes filtr a jednosměrný ventil bude voda přečerpána do akumulační nádrže. Po celou dobu čerpání, pomocí elektromagnetického ventilu, bude zároveň dávkováno malé množství dezinfekce. Čerpání bude probíhat tak dlouho, dokud hladinové čidlo ve vaně či sprše nedetekuje pokles na dolní mez, nebo do chvíle kdy hladinové čidlo v akumulační nádrži detekuje její naplnění. Na obrázku 3-2 jsou hladinové senzory vyznačeny červenými čtverci s nápisem „HS“.

Spuštění čerpání vody z vany je také podmíněno nastavením systému. Pomocí ovládacího panelu může uživatel přepínat mezi módem pro koupání a sprchování. Pokud bude aktivní mód koupání, čerpadlo je spuštěno až samotným uživatelem, pomocí stisknutí tlačítka. V případě módu sprchování dojde k aktivaci čerpání automaticky.

Napouštění splachovací nádrže toalety je aktivováno hladinovým senzorem, umístěným ve splachovací nádržce. Jakmile hladina v nádržce toalety poklesne pod minimální stav, systém začne čerpat vodu z akumulační nádrže na šedou vodu. Vzhledem k tomu, že systém je vybaven dvěma na sobě nezávislými čerpadly (Obrázek-3-1, Hlavní nasávací čerpadlo a Napouštěcí čerpadlo), může dopouštění splachovací nádržky probíhat současně při sprchování. Dopouštění pomocí napouštěcího čerpadla bude probíhat tak dlouho, dokud nebude nádržka toalety opět plná nebo dokud nedojde voda v akumulační nádrži systému. Systém je také vybaven napouštěcím mechanickým plovákovým ventilem. Pomocí tohoto ventilu je nádrž propojena s vodovodním řádem. V případě nedostatku šedé vody pak ventil sám dopustí minimální objem vody, který je v systému vždy připraven pro doplnění toalety. K nedostatku vody v akumulační nádrži může tedy dojít pouze v případě poruchy systému, nebo v případě odčerpání akumulované šedé vody v kombinaci s výpadkem dodávky pitné vody.

Za vstupními filtry je zařazen jednosměrný ventil, který zabraňuje návratu vody do vany či sprchy. Na výstupu ze systému je zařazen jednosměrný a škrťací ventil. Tyto ventily zajišťují, že bez ohledu na výšku umístění nádrže a na stav aktuálních hladin vody v akumulační a splachovací nádrži, nebude docházet k samovolnému přelévání vody.

Diplomová práce

Zařazený škrťací ventil zajišťuje, že voda z akumulární nádrže bude vytékat pouze v případě, že bude spuštěné napouštěcí čerpadlo. K nahrazení obou výstupních prvků by se dal alternativně využít jednosměrný tlakový regulovatelný ventil.

V horní části nádrže je také umístěn přepad, který slouží pro odvod přebytečné vody v případě poruchy a nekontrolovaného napouštění.

Diplomová práce

3.3.2 Elektrické prvky systému

Na následujícím obrázku 3-2 je uvedeno schéma zapojení jednotlivých elektronických součástí. Kvůli lepší přehlednosti ve schématu není vyznačeno propojení vedení vody systémem a také není zobrazeno mechanické spojení plováku s napouštěcím ventilem.

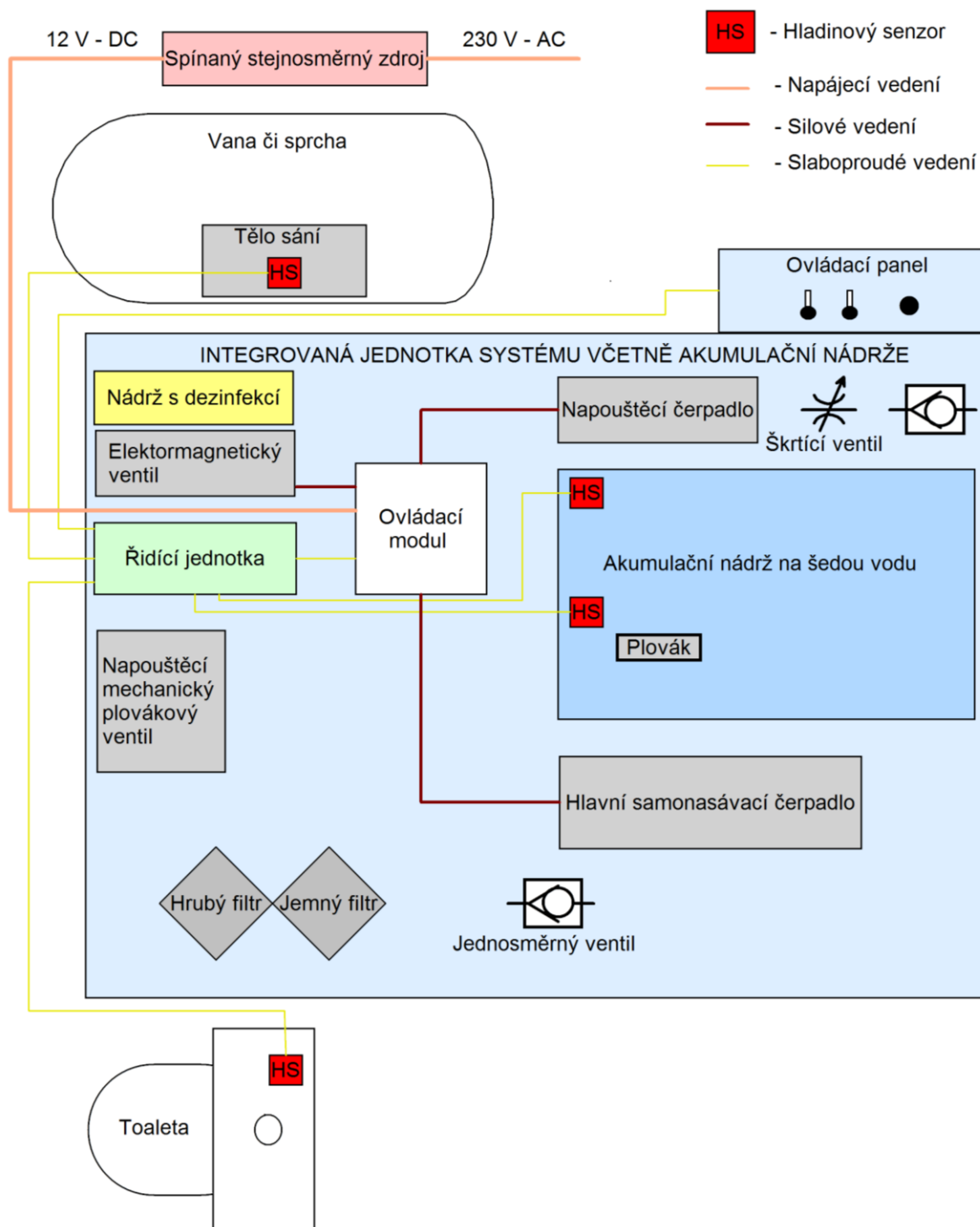
V systému jsou umístěny 4 hladinová čidla, na obrázku 3-2 označena jako „HS“. Čidla jsou propojena pomocí slaboproudých vodičů s řídicí jednotkou, která neustále vyhodnocuje jejich stav. Na základě vyhodnocení potom řídicí jednotka ovládá prostřednictvím ovládacího modulu jednotlivé „silové složky“ systému. Silovými složkami se rozumí elektrické spotřebiče, které ke své práci odebírají větší proud. Jedná se konkrétně o samonasávací a napouštěcí čerpadlo a elektromagnetický ventil. Nejvýkonnějším prvkem systému z pohledu napájení je samonasávací čerpadlo.

Na ovládacím modulu jsou umístěny elektronicky ovládaná relé, která spouštějí napájení čerpadel a ventilu. Ovládací modul také zajišťuje napájení řídicí jednotky a celého systému. Vzhledem k nepatrnému proudovému odběru řídicí jednotky je s ovládacím modulem spojena pomocí slaboproudého vedení, které zároveň zabezpečuje komunikaci mezi oběma prvky.

Pro účely stavby a testování prototypu bylo navrženo použití napájecího napětí 12 V. Takovéto napětí zachovává maximální míru bezpečí při časté montáži, demontáži či selhání některého z testovaných komponentů. Kvůli minimalizaci nebezpečí úrazu vysokým napětím při testování je navrženo to, že samotný zdroj stejnosměrného napětí bude oddělen od zbytku systému. Vzhledem k vyšší ceně některých prvků napájených napětím 12 V je pravděpodobné, že pro komerční produkci již bude použito napájení střídavým napětím 230 V.

K řídicí jednotce je připojen ovládací panel, pomocí kterého je možné celý systém zapnout či vypnout. Na panelu je také umístěn přepínač pro aktivaci „módu koupání“, který zajistí, že systém z vany odčerpá vodu až po stisknutí tlačítka, které je na panelu také umístěno.

Obrázek 3-2- funkční schéma elektrického a řídicího systému bez rozvodů vody



3.4 Konstrukční uzly

Jak již bylo uvedeno, pro zjednodušení popisu a návrhu celého systému je celá konstrukce rozdělena do šesti konkrétních uzlů. Každý uzel má svou funkci, vlastnosti, součásti a parametry, které budou dále představeny. Systém je rozdělen do následujících uzlů:

- Napouštění z vany či sprchy
- Propojovací část a vedení
- Strojní a řídicí uzel
- Akumulační nádrž
- Napojení na toaletu
- Napájecí jednotka

3.4.1 Napouštění z vany či sprchy

Tento uzel můžeme považovat za vstupní nasávací část pro šedou vodu. Jeho úkolem je nasávání vody z vany či sprchy a zároveň měření hladiny vody. Vstupní nasávací část musí být ve vaně či sprše uložena v nejnižším bodě. Ideální poloha tohoto uzlu by byla přímo v odtoku vany či sprchy. Napojení přímo do odtokového systému vany či sprchy by pravděpodobně znamenalo nutný stavební zásah. Vzhledem k velkému množství různých tvarů a druhů výpustí však v rámci testování prototypu bude využit jednodušší způsob umístění. Po otestování základních funkcí systému a pro komerční fázi projektu se nabízí možnost integrace napouštěcí části přímo do výpusti nebo vnitřní části odtokového systému vany a sprchy se sifonem. Pro aktuální testování je nutné, aby tato nasávací část byla odolná proti mechanickému namáhání a poškození, například když se uživatel sprchy či vany na tento díl sem tam postaví celou vahou těla. Uzel se tedy skládá z následujících součástí:

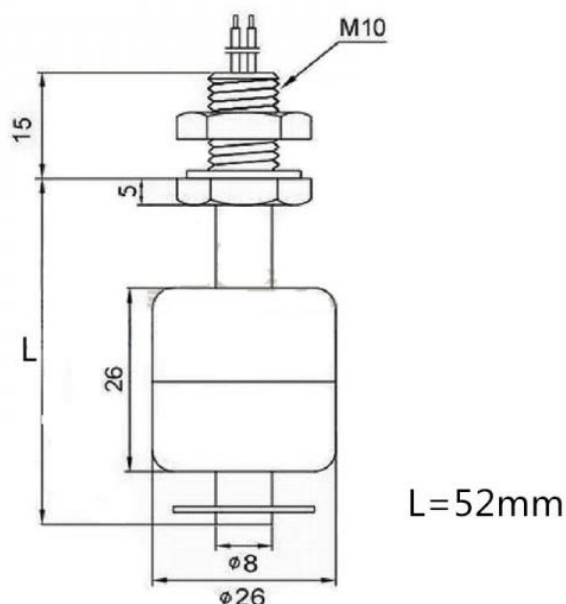
- 1 x mechanický hladinový spínač
- 1 x tělo sání
- 4 x gumové přísavky Ø 5 mm

Mechanický hladinový spínač

Pro přesné snímání hladiny při zachování bezpečnosti se jako nejlepší jeví mechanický magnetický hladinový spínač. Oproti jiným hladinovým snímačům není nutné, aby neizolovanou částí procházel proud. Navrhovaný spínač také může být zároveň odolný proti nečistotám a usazeninám. Na trhu bohužel není běžně k dispozici menší hladinový spínač než s hlavním rozměrem 30 mm. Pro stavbu prototypu a ověření základních funkcí by měl být dostupný snímač dostatečný. Postupně by však bylo vhodné vyvinout vlastní řešení s velikostí nejdelšího rozměru do 10 mm. Pro stavbu prototypu byl zvolen snímač následujících parametrů dle (33):

- Cena 99 Kč včetně DPH
- Označení: Plovákový senzor vodní hladiny
- Délka kabelu: 36 cm
- Maximální zatížení: 50 W
- Maximální spínací proud: 0.5 A
- Provozní teploty: -20 ~ + 80 °C
- Čistá hmotnost: 12 g
- Materiál: PP

Obrázek 3-3 - výkres použitého plovákového senzoru dle (33)



Diplomová práce

Tělo sání

Tělo sání je plastový díl, do kterého je integrováno hladinové čidlo. Jedná se o jakousi koncovku nasazenou na sací hadici. Tělo slouží jako hrubý filtr nečistot, sací koncovka a měřidlo vodní hladiny. V rámci budoucí hromadné výroby je nejvhodnější technologií pro výrobu tlakové lití plastů. Pro výrobu prototypu bude tento díl vytištěn pomocí technologie 3D tisku. Kvůli vysoké pevnosti bude mít tělo sání tloušťku plného materiálu větší než 3 mm. Na spodní stranu těla jsou připevněny gumové přísavky pro upevnění na dno vany či sprchy. Pro výrobu prototypu bude nakoupena plastová struna do 3D tiskárny. Zvolený materiál má následující vlastnosti dle (34) :

- Cena: 319 Kč včetně DPH
- Označení: PLA struna - (Polylactid acid)
- Tavný bod: 190–220 °C
- Mez kluzu při 5 mm/min: 62 Mpa

Gumové přísavky

Pomocí čtyř gumových přísavek Ø 5 mm bude připevněno tělo sání na dno vany či sprchy. Dle konkrétního výrobce se cena pohybuje kolem 8 Kč za kus.

3.4.2 Propojovací část a vedení

Na předchozí uzel navazuje hadicové vedení, které propojuje nasávací vstupní uzel a další část systému. Tato část se skládá prakticky z hadice a vodičů pro napojení hladinového čidla. Na začátku a konci vedení se nachází napojovací část. U prototypu bude napojení hadic provedeno nasazením hadic na konektory s větším průměrem. Samotná pružnost hadic a podtlak při čerpání zajistí dostatečné a těsné spojení. U komerční verze je plánováno použití rychlospojek. Délka vedení bude při instalaci závislá na umístění vany či sprchy a samotného systému spolu s nádrží. Z tohoto důvodu bude nutné počítat s možností přizpůsobení délky hadice při instalaci systému. Průměr a tuhost hadice je koncipována na základě parametrů čerpadla. Pro prototyp byla zvolena hadice o délce 10 m dle (35). Hadice

Diplomová práce

bude použita i pro spojování některých vnitřních částí systému. Základní parametry včetně ceny jsou uvedeny v tabulce 8.

Tabulka 8 - parametry nakupované hadice dle (35)

Sací hadice AQUA							
Kód	Průměr		Pracovní tlak	Podtlak	Hmotnost	Poloměr ohybu	Cena
---	(mm)		(MPa)	(KPa)	g/m	(mm)	Kč/m
431004	20	24	0,3	50	173	110	19

Náklady na nákup hadice budou 190 Kč.

Slaboproudý vodič

Pro stavbu prototypu byl zvolen následující vodič určený pro slaboproudé propojení čidel a dalších komponent. Stejný vodič bude použit na různých místech systému s výjimkou napájecích větví s vyšším proudem.

- Celková cena vodiče včetně DPH dle (36) - 112 Kč
- Nakupovaná délka: 20 m
- Označení: Dvojlinka 2x0,35mm 2, Ujm 300V, Ijm 8A, vodič lanko

Silnoproudý vodič

Elektrická součást systému s největším výkonem bude pravděpodobně hlavní samonasávací čerpadlo. Toto čerpadlo má výkon 340 W (37). Mezi další součástky, které nebude možné propojit slaboproudým vodičem patří elektromagnetický ventil, ovládací modul a napouštěcí čerpadlo. V ideálním případě by měl být vodič schopen přenést celý výkon navrženého napájecího zdroje, což je 700 W (38). Na základě předchozích údajů byl zvolen vodič o níže uvedených parametrech dle (39) a délce 20 m.

- Cena včetně DPH za metr: 18,6 Kč
- Nakupovaná délka: 20 m
- Označení: Kabel síťový 3x1,5 mm 2, vodič lanko H05VV-F

Diplomová práce

3.4.3 Strojní a řídicí uzel

Strojní a řídicí uzel je nejsložitější a nejdůležitější částí celého systému. Tato část obstarává ovládání systému, čerpání a filtraci vody. Strojní a řídicí uzel je integrován do dolní části těla nádrže a obsahuje mimo jiné následující součásti:

- Ovládací jednotku
- Čerpadlo pro čerpání šedé vody
- Čerpadlo pro napuštění toalety
- Filtrační systém

Ovládací jednotka

Ovládací jednotka má na starosti průběžné sledování stavu hladinových čidel a následné ovládání čerpadel a dávkování desinfekčního prostředku. Pro svou jednoduchost nízkou cenu a možnost snadného programování byla pro prototyp zvolena platforma Arduino. Pro následnou sériovou výrobu bude vhodné využít jednocelově navržený obvod s potenciálně zlomkovou výrobní cenou. Jako převodník pro ovládání bude využit Arduino modul se čtyřmi integrovanými galvanicky oddělenými relé.

- Klon Arduino UNO R3 – cena dle různých prodejců do 600 Kč včetně příslušenství
- Arduino modul obsahující 4 x relé s přepínacími kontakty 250 V/10A – cena u různých prodejců do 100 Kč

Čerpadlo pro čerpání šedé vody

Čerpadlo pro odčerpávání vody z vany či sprchy je nejdůležitější komponentou systému. Velikost čerpadla musí být taková, aby nepřesahovala navrhovanou šířku samotné akumulární nádrže tedy (18 cm mínus tloušťka pláště mínus mezera mezi pláštěm). Maximální rozměr šířky byl stanoven na 16 cm.

Jak již bylo uvedeno v kapitole 3.3.2, systém včetně čerpadel bude napájen stejnosměrným napětím 12 V viz dále napájecí jednotka. Dosáhne se tím maximální míra bezpečnosti při vývoji a testování prototypu. Je tak omezeno riziko úrazu nebezpečným elektrickým

Diplomová práce

proudem. Vzhledem k charakteru čerpání nesmí být provoz omezen možným nasáváním vzduchu. Z tohoto důvodu tak přicházejí v úvahu čerpadla konstruovaná pouze jako samonasávací.

Minimální průtok čerpadla byl stanoven na základě faktu, že běžný průtok sprchové hlavice dosahuje 15 l/min (40). V případě čerpání vany po koupeli by však bylo vhodné disponovat i vyšším možným průtokem. Malý jmenovitý průtok by znamenal dlouhou dobu čerpání nebo stoupání hladiny vody při sprchování. Vzhledem k tomu, že v rámci prototypu se budou testovat různé filtrační vložky s různě velkým průtokovým odporem bude zvoleno čerpadlo s vyšším jmenovitým výkonem. Na základě předešlých parametrů bylo vybráno následující čerpadlo s konkrétními parametry dle (37):

- Cena včetně DPH: 4 536 Kč
- Označení: Samonasávací čerpadlo Rower Pompe Marina 20–12 V 0,3 kW
- Maximální průtok: 33 l / min
- Maximální výtlač: 24 m
- Maximální sací hloubka: 8 m
- Napájecí napájení: 12 V
- Výkon: 0,34 kW
- Sací připojení: 3/4 "- 20 mm
- Výtlačné připojení: 3/4 "- 20 mm
- Délka: 230 mm
- Šířka: 120 mm
- Výška: 190 mm
- Hmotnost: 6 kg

Čerpadlo pro napuštění toalety

Kvůli maximální jednoduchosti systému byla zvolena koncepce se dvěma čerpadly. Alternativně by se dal systém koncipovat s jedním čerpadlem a rozváděcími magneticky ovládanými ventily. Kvůli větší složitosti, ceně a náchylnosti takovéto konstrukce na nečistoty byla pro stavbu prototypu zvolena konstrukce s dvěma čerpadly.

Diplomová práce

Druhé čerpadlo má za úkol provádět dopouštění splachovací nádržky toalety. Proces dopouštění nevyžaduje k čerpání tak velký průtok, jako při čerpání z vany či sprchy. Z tohoto důvodu je možné využít čerpadlo s menším výkonem. Při výběru čerpadla bylo nutné brát v úvahu podobné parametry jako u předchozího čerpadla. Jedná se tedy o napájení stejnosměrným proudem o napětí 12 V. Maximální šířka čerpadla může být 16 cm. Na základě známých parametrů bylo vybráno následující čerpadlo s konkrétními parametry dle (41):

- Cena včetně DPH: 1 953 Kč
- Název čerpadla: Membránové čerpadlo SHURflo Junior
- Typ čerpadla: 3 - komorové membránové čerpadlo
- Průtok: 7 l / min
- Pracovní tlak: 1,4 baru
- Maximální proud: 3,9 A
- Příkon: 50 w
- Maximální výška výtlačku: 2,5 m
- Rozměry 200 x 125 x 105 mm
- Hmotnost: 1,8 kg

Filtrační systém

Pro dosažení dostatečné životnosti zařízení včetně čerpadel je nutné, aby se do systému nedostávaly větší nečistoty. I přesto, že voda z vany a sprchy patří v rámci šedé vody do nejméně znečištěné kategorie, je nutné ji před samotným vstupem do systému filtrovat. Hrubá předfiltrace je provedena již v prvním uzlu tím, že geometrie nasávací vstupní části nedovolí nasát větší předměty a nečistoty. Další část filtračního systému je předřazena před čerpadlo a jednosměrný ventil. Filtrační systém je navržen jako dvoustupňový a je integrován do dolní části nádrže. K filtrům musí být možný vnější přístup kvůli čištění. Celou filtraci bude zajišťovat předfiltr a jemnější filtr. Pro účely stavby prototypu byly zvoleny filtry společnosti Manta Ecologica. Jejich výhodou je možnost jednoduché kontroly zanesení a zároveň je možné použít různé vložky s různou filtrační účinností. V našem případě budou použity dva stejné filtry s různými filtračními vložkami. Nejdříve vložku

Diplomová práce

s hrubší filtrací a poté vložku s jemnější filtrací. V rámci testování prototypu budou dále testovány různé filtrační vložky. Samotné filtry budou připojeny sériově. Byly tedy zvoleny filtry následujících parametrů dle (42):

- Cena jednoho filtrů včetně DPH: 492 Kč
- Označení filtru: Filtr na vodu – pouzdro 3P 5“, DN 1" MANTA ECOLOGICA
- Výška filtru 190 mm
- Vzdálenost připojení (šířka hlavy filtru) 130 mm.
- Maximální pracovní tlak: 8 barů
- Podporované propojovací rozměry: 1/2", 3/4", 1", 5/4", 6/4", 2"
- Maximální průtok filtrem 230 l / min

3.4.4 Akumulační nádrž

Akumulační nádrž je největším navrženým uzlem systému. Kromě jeho základní funkce uchování vody pro napuštění toalety je v něm integrován strojní uzel. Akumulační nádrž musí vyhovovat mnoha požadavkům. Musí bezpečně udržet relativně velké množství vody. Funguje jako plášť systému. V jejích útrokách je umístěna většina součástek, které jsou různým způsobem propojeny a připevněny k nádrži. Nádrž tedy slouží i jako samonosná kostra. V horní části nádrže jsou umístěny odvzdušňovací otvory, které zabraňují vzniku přetlaku či podtlaku při změně výšky hladiny.

Objem nádrže

Jednou z nejdůležitějších vlastností systému je objem nádrže. Pro komerční nasazení je počítáno s tím, že si zákazník bude moci vybrat z několika nádrží o různé kapacitě. Moc malá nádrž by totiž znamenala, že systém neuspoří dostatečné množství vody a moc velká nádrž zase zabere více prostoru a je nákladnější. Vzhledem k důležitosti tohoto parametru bude optimální objem stanoven jak na základě dostupných teoretických hodnot, tak na základě provedeného měření.

V prvním kroku stanovíme optimální velikost nádrže na základě obecně dostupných údajů. Pro výpočet použijeme následující hodnoty dle (3) a (4)

Diplomová práce

- Jedno sprchování: 35–75 litrů – bude uvažována průměrná hodnota 55 litrů
- Jedna koupel: 80 litrů
- Splachování toalety za den na osobu 46 litrů

Výpočet bude prováděn pro modelovou domácnost s 2, 3 a 4 členy. Nejběžnější variantou je to, že se lidé převážně sprchují. Bude tedy pracováno s předpokladem, že se každý člen rodiny jednou denně sprchuje. Jednoduchým výpočtem {01} bude stanoven denní objem šedé vody vyprodukovaný ve sprše. Výpočtem {02} bude stanoven objem vody, který je denně potřebný pro splachování toalety. Výpočty jsou uvedeny pro tři členy domácnosti. Výsledky pro ostatní počty členů domácnosti jsou uvedeny v následující tabulce 9 včetně stanovení teoretického objemu nádrže. Teoretický objem nádrže byl stanoven na základě potřebného objemu vody na splachování toalety. Hodnota objemu byla zaokrouhlena o malou rezervu nahoru.

Výpočet vyprodukované šedé vody V_t ve sprše na základě teoretických hodnot

$$V_t = n \cdot V_{sp} = 3 \cdot 55 = 165 \text{ l} \quad \{01\}$$

kde

V_t – Průměrný objem vyprodukované šedé vody v tříčlenné domácnosti za den [l]

V_{sp} – Teoretický průměrný objem vody spotřebovaný při jednom sprchování [l]

n – Počet členů domácnosti [-]

Výpočet potřebného objemu vody pro splachování V_s na základě teoretických hodnot

$$V_s = n \cdot S_d = 3 \cdot 46 = 138 \text{ l} \quad \{02\}$$

kde

V_s – Potřebný objem vody pro denní splachování tříčlenné rodiny [l]

S_d – Teoretický průměrný objem vody potřebný na splachování pro jednu osobu za den [l]

Diplomová práce

Tabulka 9 - Teoretický objem nádrže v závislosti na počtu členů domácnosti

n	V_t	V_s	Teoretický objem nádrže
2	110 l	92 l	100 l
3	165 l	138 l	140 l
4	220 l	184 l	190 l

Z tabulky 9 je patrné, že na základě teoretických hodnot by bylo možné pokrýt spotřebu vody pro splachování toalety ze 100 % šedou vodou. Jak již bylo uvedeno, práce se bude dále soustředit na stanovení objemu nádrže pomocí naměřených a zjištěných hodnot v prostorách reálných bytových podmínek. Měření bylo prováděno v deseti domácnostech s různým režimem denního fungování a počtem členů. Délka zaznamenávání hodnot ve sledovaných domácnostech byla v rozmezí 5 až 17 dnů. V rámci měření byly zjišťovány následující hodnoty a informace:

- Jaký druh splachování toalety je v domácnosti použit?
- Jaký objem má jedno spláchnutí?
- Kolikrát denně se splachuje toaleta?
- Kolik má daná domácnost stálých členů?
- Jaký je průběžný stav členů rodiny?
(Zda při měření například některý člen rodiny neodjel na více dní mimo domov?)
- Jak často se členové domácnosti sprchují
- Jak často se členové domácnosti koupou

Kompletní výsledky měření a všechny zaznamenané hodnoty jsou uvedeny v příloze 3 práce. Dále bude stanoven objem nádrže na základě naměřených a zjištěných hodnot.

Na základě zjištěných hodnot byl určen objem vyprodukované šedé vody v konkrétních domácnostech. V rámci měření byla zjišťována četnost koupání a sprchování. Kompletní dotazování a měření bylo provedeno v 10 domácnostech, které měly dohromady 23 členů. Dle vyhodnocení uvedeného v příloze 3 byly stanoveny následující průměrné hodnoty.

- 6,26 sprchování týdně
- 0,52 koupání týdně

Diplomová práce

Je tedy možné říci, že ve sledovaných domácnostech se v průměru každý člen sprchuje 6,26krát a koupe 0,52krát týdně. V ideálním případě by byla měřena přesná spotřeba vody ve sprše a vaně. Toto bohužel nebylo jednoduše proveditelné. Dále tedy budou použity opět hodnoty dle (3) a (4)

- Jedno sprchování: 35–75 litrů – bude uvažována průměrná hodnota 55 litrů
- Jedna koupel: 80 litrů

Na základě těchto údajů bude stanoven přesnější objem šedé vody vyprodukované v domácnosti za den jednou osobou. Pomocí výpočtu {03} nejprve stanovíme celkový, týdenní, vyprodukovaný objem šedé vody V_{rt} , který vyprodukuje v průměru jeden obyvatel sledované domácnosti. Z této hodnoty bude poté výpočtem {04} stanoven denní průměrný objem šedé vody, kterou vyprodukuje jeden obyvatel sledovaných bytů V_r .

$$V_{rt} = (6,26 \cdot 55) + (0,52 \cdot 80) = 385,35 \text{ l} \quad \{03\}$$

kde

V_{rt} – objem šedé vody, vyprodukovaný jednou osobou za týden ve sledovaných domácnostech [1]

$$V_r = \frac{V_{rt}}{7} = \frac{385,35}{7} \cong 55 \text{ l} \quad \{04\}$$

kde

V_r – objem šedé vody, vyprodukovaný jednou osobou za den ve sledovaných domácnostech [1]

Výsledná hodnota 55 l se shoduje s teoretickou hodnotou používanou v předešlých výpočtech. Provedením předchozích výpočtů {03} a {04}, které vycházeli mimo jiné z reálně zjištěných frekvencí sprchování a koupání, bylo dokázáno, že samotné koupání do výpočtu není potřebné zahrnout. Je to způsobeno mimo jiné tím, že pravidelně se koupe pouhých 7 % dotazovaných osob – viz příloha 3.

Diplomová práce

Vzhledem k dostatečnému množství naměřených dat bude dále pracováno s každou sledovanou domácností samostatně. Tento přístup umožní ověřit, zda by výše stanovených 55 litrů šedé vody na osobu za den, pokrylo průměrnou potřebu splachování ve sledovaných domácnostech za uplynulé období. Výpočet pro domácnost 1, je proveden v {05}. Ostatní výpočty byly kvůli svému rozsahu provedeny v rámci přílohy 3. V tabulce 10 budou uvedeny jen výsledky a hodnoty z příloh 2 a 3.

K výpočtům byly využity následující vstupní údaje:

- Zjištěný průměrný počet spláchnutí na osobu za den v konkrétních bytech viz příloha 3 – Tabula 10 - n_s .
- Naměřený objem jednoho spláchnutí v konkrétních domácnostech viz příloha 3 Tabulka 10 - V_{sn} .

Pro přehlednost bude uveden výpočet {05}, kde bude stanovena potřeba denního objemu šedé pro pokrytí splachování jedné osoby v domácnosti 1.

$$V_{ds} = V_{sn} \cdot S_n = 7 \cdot 9,2 = 64,4 \text{ l} \quad \{05\}$$

Kde

n_s – Průměrný počet spláchnutí na osobu za den stanovený z naměřených hodnot [-]

V_{sn} – Naměřený objem jednoho spláchnutí [l]

V_{ds} – Spočtený denní objem šedé vody potřebné na splachování v bytě na osobu [l]

Tabulka 10 – Souhrn vypočtených hodnoty pro sledované domácnosti dle přílohy 3

Číslo bytu ->	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Počet dnů evidence	5	8	7	8	6	5	8	6	7	17
n_s – Průměrný počet spláchnutí na osobu za den [-]	9,2	5,2	3,4	3,5	7,3	5,5	6,5	6,2	3,9	5,2
V_{sn} – Naměřený objem jednoho spláchnutí [l]	7	4	4	5	4	6	8	6	6	5
V_{ds} – Denní objem šedé vody potřebné na splachování v bytě na osobu [l]	64,4	20,7	13,5	17,5	29,3	32,8	52	37	23,4	26,2

Diplomová práce

Z tabulky 10 vyplývá, že pouze v bytě číslo 1 by splachování nebylo zcela pokryto šedou vodou. Potřebných 64,4 l na osobu a den by nemohlo být pokryto 55 l šedé vody. V ostatních případech by objem šedé vody 55 litrů na osobu byl naprosto dostačující. Na základě vypočtených výsledků je možné říci, že ve sledovaných domácnostech by systém mohl splnit zadání téměř 100 % úspory pitné vody.

Posledním krokem pro definitivní návrh objemu nádrže je jeho výpočet na základě naměřených údajů. Pro lepší přehlednost jsou výsledné hodnoty zaznamenány do tabulky 11. Příklad výpočtu objemu je uveden {06} a {07} pro dvoučlennou domácnost.

$$V_t = 55 \cdot n = 55 \cdot 2 = 110 \text{ l} \quad \{06\}$$

$$V_{srd} = V_{sc} \cdot f_p \cdot n = 5,5 \cdot 5,6 \cdot 2 = 61,6 \text{ l} \quad \{07\}$$

kde

V_{srd} – Průměrný vypočtený objem vody potřebný pro pokrytí splachování v jeden den [l]

V_t – Průměrný objem vyprodukované šedé vody za den v jedné domácnosti [l]

n – Počet členů domácnosti [-]

f_p – Celková vypočtená, průměrná frekvence splachování na osobu za den
dle přílohy 3 – 5,6 x

V_{sc} – Celkový průměrný objem jednoho spláchnutí ve všech sledovaných domácnostech
dle přílohy 3 – 5,5 l

Navržený objem nádrže musí být větší než hodnota V_{srd} . Vyprodukovaný objem šedé vody V_t musí být větší než potřebný objem pro splachování V_{srd} .

Tabulka 11 - Objem nádrže v závislosti na počtu členů domácnosti z naměřených hodnot

n	V_t	V_{srd}	Navržený objem nádrže
2	110 l	61,6 l	70 l
3	165 l	92,4 l	100 l
4	220 l	123,2 l	130 l

Z výpočtů, které vychází z naměřených hodnot vyplývá, že nádrže by mohly být v konkrétních podmínkách domácnosti, které byly sledovány o něco menší. Z naměřených hodnot je také patrné, že optimální hodnota objemu nádrže by se u konkrétních domácností

Diplomová práce

značně lišila i při stejném počtu obyvatel. Rozdíly jsou způsobeny hlavně rozdílným objemem a frekvencí splachování. Z tohoto důvodu budou navrženy nádrže s větším objemem, tak aby byly schopné kompenzovat výkyvy ve sprchování, koupání a splachování. Doporučené objemy nádrže jsou tedy následující:

- 90 l – Domácnost se 2 obyvateli
- 120 l – Domácnost se 3 obyvateli
- 150 l – Domácnost se 4 obyvateli

Tvar nádrže

Vzhledem k omezeným prostorovým podmínkám je tvar nádrže klíčový. Na základě provedeného měření a zjišťování běžných dispozic toalet v bytových podmínkách byl navržen ideální tvar. Jedná se o kvádr o délce 100 cm šířce 18 cm a výšce od 100 do 220 cm dle optimálního objemu nádrže a velikosti přístrojového uzlu. Na první pohled bude nádrž působit jako hladký panel bez jakýchkoli nerovností. Připojení hadic a napájecího kabelu bude řešeno v dolní části. Designově by pak takovýto návrh neměl rušit běžný interiér toalety nebo koupelny.

Materiál nádrže

Z výše uvedeného vyplývá, že bude vhodné vyrábět několik rozměrových variant nádrží v závislosti na počtu obyvatel konkrétní domácnosti. Ideální technologií na výrobu polotovarů při velkosériové výrobě by bylo tlakové lití plastů. Pro stavbu prototypu a pro malosériovou výrobu však byl vybrán jiný přístup.

Celá konstrukce a nádrž bude vyráběna pomocí lepení deskového polykarbonátu. Polykarbonát má relativně vysokou pevnost a pružnost. Aby nenastal problém s deformacemi plně naplněné nádrže, bude nutné samotnou konstrukci při návrhu tomuto přizpůsobit. Dvě velké desky, které budou součástí nádrže, by se při plném napuštění nádrže pravděpodobně vyboulily. Podobným deformacím bude zabráněno vložením většího množství vertikálně umístěných žeber, které budou spojovat dvě největší protilehlé strany nádrže. Vertikální umístění také umožní bezproblémový pohyb vody. Pro účely prototypu

Diplomová práce

je zvolen průhledný polykarbonát o tloušťce 5 mm. Použitím průhledného materiálu bude umožněna jednoduchá kontrola všech součástí systému. Pokud by v rámci prototypu nenastaly s polykarbonátovým materiálem problémy, a podařila by se snížit jeho cena, počítá se u komerční verze s použitím desek z mléčného polykarbonátu. Nádrž s takovouto barvou nebude v interiéru koupelny či toalety působit rušivým dojmem. Pro stavbu prototypu byly zvoleny desky o parametrech dle (43):

- Cena za kus včetně DPH: 7 683 Kč
- Komerční označení: Makrolon mono 2UV – plný polykarbonát
- Počet nakupovaných kusů: 2
- Hmotnost: 1,2 kg / m² / mm
- Materiál: Polykarbonát (PC)
- Tloušťka: 5 mm
- Barva: šedá
- Šířka: 2 050 mm
- Délka: 3 050 mm
- Propustnost světla: 50%

Přesné vrtání a řezání polykarbonátu je relativně náročný proces. Z tohoto důvodu je doporučeno pro stavbu prototypu využít technologii dělení pomocí vodního paprsku. Dle vypracované dokumentace se desky nařežou na jednotlivé díly včetně funkčních vtoků a výtoků. Dále bude konstrukce slepena.

System pro dávkování desinfekce

Součástí hlavní nádrže je menší oddělený prostor, který slouží jako zásobník dezinfekčního prostředku. V dolní části tohoto prostoru je napojen elektromagnetický ventil, který do nádrže bude dávkovat malé množství desinfekce. Dezinfekce bude uvolňována po celou dobu běhu hlavního čerpadla pro čerpání šedé vody. Přesné dávkování je možné korigovat nástavcem našroubovaným na konci ventilu. Pro účely prototypu byl vybrán ventil s parametry dle (44):

Diplomová práce

- Označení: Elektromagnetický ventil 1/2"
- Cena včetně DPH: 241 Kč
- Materiál: kov + plast
- Napájecí napětí: DC 12 V
- Příkon: 8 W
- Proud: 0.6 A
- Vstup a výstup: 1/2 " (vnější průměr)
- Tlak: 0,02- 0,8Mpa
- Maximální teplota kapaliny: 100 °C
- Provozní režim: normálně zavřený
- Typ ventilu: membránový
- Použití: voda a kapaliny s nízkou viskozitou
- Rozměry: 85 x 60 mm

Mechanický napouštěcí ventil

I při optimálně navrženém objemu nádrže je pravděpodobné, že nastane nerovnováha mezi množstvím vody ve vaně a sprše a spotřebou při splachování. Tento stav může nastat například v případě, že domácnost bude mít návštěvu více lidí. Z tohoto důvodu bude systém disponovat napojením na vodovodní řád, ze kterého bude dopouštět vodu na minimální hladinu. Systém bude tedy funkční i v případě, že se delší dobu nikdo nebude sprchovat a ani koupat. Pro maximální zjednodušení konstrukce bude sledování minimální hladiny a dopouštění provedeno pomocí klasického napouštěcího ventilu využívaného v toaletách. Předpokládá se, že ventil bude umístěn v horní části, nad hladinou vody uvnitř nádrže. Samotný plovák snímající hladinu bude pomocí nástavce umístěn v dolní části nádrže, kde bude reagovat na minimální hladinu vody v nádrži. Pro prototyp byl zvolen plastový napouštěcí ventil s parametry dle (45):

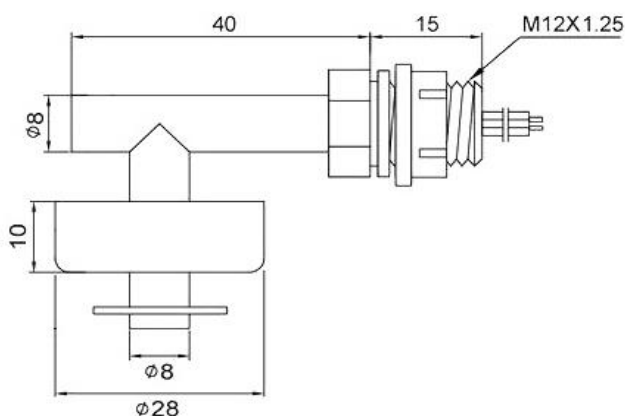
- Cena včetně DPH: 159 Kč
- Označení: Napouštěcí ventil boční 3/8"+1/2" plast 490, P

Hladinové spínače

V akumulační nádrži budou umístěny dva hladinové snímače. Jeden bude snímat minimální a druhý maximální hladinu pro ovládání obou čerpadel. Pokud bude v nádrži dosaženo maximální hladiny systém nedovolí dočerpání další šedou vodou. V případě dosažení minimální hladiny systém nepovolí dopuštění toalety. Čidlo zjišťující minimální stav hladiny je zařazeno pouze jako pojistka. Tento stav by za běžných okolností neměl nastat. V případě nedostatku vody by do systému byla dopuštěna voda z vodovodního řádu prostřednictvím mechanického napouštěcího ventilu. Minimální hladinu by tedy čidlo naměřilo například pokud by netekla pitná voda a zároveň by již všechna akumulovaná voda byla vyčerpána. Nestane se tak, že čerpadlo sloužící k dopouštění toalety by bylo spuštěno „na sucho“. Pro prototyp byl zvolen plovákový spínač určený pro boční zabudování. Spínač bude ukotven na úzké boční stěně nádrže. Zvolený spínač má následující parametry dle (46):

- Cena za kus včetně DPH: 89 Kč
- Komerční název: Plovákový Spínač Snímač Vodní Hladiny
- Délka kabelu: cca 350 mm
- Max. napětí: 100 V
- Max. spínací proud: 0,5 A
- Rozměry: 55 mm x 27 mm /délka a šířka modulu/

Obrázek 3-4 - základní rozměry použitých hladinových snímačů dle (46)



Diplomová práce

Ovládání

Samotné ovládání systému bude velice jednoduché. Na vnějším panelu budou umístěny dva páčkové přepínače a jedno tlačítko. Součástí přepínačů jsou kontrolní led diody. První přepínač bude sloužit k celkovému zapnutí či vypnutí systému. Jedná se o vypínač ovládající napájení celého systému. Druhý přepínač slouží k zapnutí či vypnutí „módu koupání“. V módu koupání systém nezačne čerpat vodu z vany, dokud čerpání neaktivujeme tlačítkem. Ve standardním módu čerpá systém vodu z vany, jakmile přesáhne určitou hladinu automaticky. A tlačítko tedy slouží ke spuštění čerpání v „módu koupání“. Pro prototyp budou nakoupeny přepínače a tlačítko s následujícími parametry dle (47):

- Cena za kus včetně DPH: 49 Kč
- Označení: Přepínač páčkový 2pol/2pin ON-OFF
- Napětí: 12 V DC
- Maximální proud: 25 A
- Barva a typ integrované kontrolky: LED zelená
- Cena za kus včetně DPH: 11 Kč
- Označení: Přepínač tlačítko kul. OFF-(ON)
- Napětí: 250 V
- Proud: 1 A

Přepad

Jedná se sice o prototyp zařízení. Je však nutné myslet na možnost selhání při ovládání. Může se jednat o selhání řídicí elektroniky, hladinových čidel nebo mechanického napouštěcího ventilu. V těchto případech by se nádrž mohla začít nekontrolovatelně napouštět a mohlo by dojít k rozpadu konstrukce nebo úniku vody mimo nádrž. Z tohoto důvodu je do horní části nádrže připojen bezpečnostní přepad. Přepad je pomocí hadice spojen s odtokovým odpadem. Hadice bude použita stejná jako v bodě „Propojovací část a vedení“.

Diplomová práce

3.4.5 Napojení na toaletu

Jeden ze stanovených cílů je ten, aby při instalaci systému nebylo potřebné vyměňovat starou toaletu. Tento fakt má snížit náklady a složitost samotné instalace. Aby tohoto bylo možné dosáhnout, musí se provést u původní toalety určité změny. Při napojení toalety na úsporný systém je nutné postupovat následujícím způsobem. Návod platí pro běžné volně stojící toalety a slouží pouze pro ilustraci nutných úprav při instalaci systému:

1. Uzavřít ventil přívodu vody do toalety
2. Pomocí spláchnutí vyprázdnit vodu z nádržky toalety
3. Odšroubovat hadici přívodu vody do toalety
4. Otevřít nádržku toalety a vyšroubovat napouštěcí ventil s napouštěcím mechanismem
5. Místo původního přívodu pitné vody našroubovat přívodní hadici napojenou na úsporný systém
6. Do nádržky vložit a zkalibrovat hladinové čidlo

Celé napojení na toaletu se skládá z více částí, které budou dále představeny:

Hadice

Úsporný systém je s toaletou spojen běžnou oplétanou hadicí. Její délka je závislá na umístění nádrže. Počítá se však s tím, že ve většině případů bude celý systém umístěn hned vedle toalety. S rezervou by tedy měla stačit hadice o délce 1 m. Pro stavbu prototypu byla vybrána hadice o parametrech dle (48):

- Prodejní cena včetně DPH: 80 Kč
- Označení prodejce: Hadice flexi nerez F1/2" x F1/2" 100 cm FALA
- Zakončení: matice 1/2"
- Délka: 100 cm
- Maximální tlak: 1MPa
- Maximální teplota: 90 °C
- Maximální průtok: 30 l / min

Diplomová práce

Vodiče pro připojení čidel

Hladinové čidlo v nádržce toalety bude propojeno se systémem stejným způsobem, jako hladinové čidlo ve vaně či sprše. K propojení bude využit vodič určený pro malé proudy.

Hladinové čidlo v nádržce

Aby celý systém správně fungoval je nutné sledovat hladinu v nádržce toalety. Jakmile je spláchnuto a hladina poklesne pod nastavenou mez, je tento pokles zaznamenán. Ovládací část spustí napouštěcí čerpadlo a nádržku doplní. Pro sledování hladiny je použito stejné čidlo jako je použito ke sledování hladiny v hlavní akumulární nádrži. Zvolené čidlo má následující parametry dle (46):

- Cena za kus včetně DPH: 89 Kč
- Délka kabelu: cca 350 mm
- Max. napětí: 100 V
- Max. spínací proud: 0,5 A
- Rozměry: 55 mm x 27 mm /délka a šířka modulu/

Šroubení a zakončení

Propojovací hadice bude na straně toalety přišroubována na součást, která se vloží do nádržky toalety. Ústím této součásti bude proudit napouštěná voda a na jejím konci bude umístěn jednosměrný ventil. Pod součást zároveň bude vložen pryžový těsnicí kroužek pro zachování těsnosti připojení k toaletě. Konkrétní geometrie a vlastnosti zakončení nejsou vzhledem k omezenému rozsahu práce uvedeny. V rámci stavby prototypu bude buď součást vyrobena pomocí 3D tisku, nebo sestavena z komerčně dostupných součástí. Je nutné počítat s tím, že voda napouštěná do toalety nemusí mít stejné fyzikální vlastnosti jako pitná voda.

3.4.6 Napájecí jednotka

Jak již bylo výše uvedeno, z důvodů maximální bezpečnosti při testování a úpravách prototypu, bylo stanoveno že systém bude napájen 12 V stejnosměrným napětím. Pro co

Diplomová práce

nejvyšší bezpečnost je napájecí jednotka oddělena od zbytku konstrukce. Samotný napájecí zdroj je nutné umístit do vodotěsného pouzdra a zajistit, aby jeho umístění bylo v souladu se všemi bezpečnostními normami předepsanými pro prostředí koupelen a toalet. Součet maximálního příkonu obou čerpadel je dle (37) a (41) $340 + 50 = 390 \text{ W}$. Tato hodnota výkonu je brána jako minimální možná. Při výběru bude také brána v úvahu dostatečná rezerva pro případné napájení výkonnějšího systému pro účely vývoje a testování. Na základě maximálního příkonu čerpadel a započtení výkonové rezervy, byl pro stavbu prototypu zvolen následující spínaný zdroj s napětím 12 V s konkrétními parametry dle (38):

- Cena dle prodejce včetně DPH: 2 619 Kč
- Typ: spínaný, stabilizovaný elektronický
- Výchozí napětí: 12 V DC
- Výchozí výkon: 700 W
- Výchozí proud: 58 A
- Vstupní napětí: AC 90-250 V
- Frekvence napájecího napětí: 50~60 Hz
- Stupeň ochrany: IP20
- Pracovní teplota: $-30 \sim +60 \text{ }^\circ\text{C}$
- Životnost: 50 000 hodin
- Délka: 24,1 cm
- Šířka: 12,5 cm
- Výška: 6,7 cm
- Certifikáty: CE, RoHS

3.5 Seznam součástí a služeb nutných pro stavbu prototypu

Vzhledem k omezenému rozsahu této práce není možné provést výčet všech komponentů použitých pro stavbu prototypu. Počítá se s tím, že různý materiál, (například lepidla, těsnicí kroužky, šroubení či jiné podobné komponenty) bude nakoupen v rámci stavby prototypu dle konkrétní potřeby. Většina nejdůležitějších komponentů a klíčových součástí systému je

Diplomová práce

v práci uvedena. Nezahrnutý materiál by neměl mít výrazný dopad na celkovou cenu prototypu. Jedná se však o stavbu prvního funkčního kusu. Je tedy pravděpodobné, že některé díly budou po otestování vyměněny za jiné vhodnější. Z těchto důvodů bude do kalkulace zahrnuta relativně velká finanční rezerva na nákup materiálu. Externí dodávkou se rozumí náklady na dopravu dílů a řezání polotovarů vodním paprskem.

V následující tabulce 12 jsou shrnuty základní komponenty a služby pro stavbu prototypu. Pro stavbu prototypu bude nutné nakoupit další spotřební materiál. Patří sem například lepidla, těsnící kroužky, izolace atd. Do stejné kategorie patří menší díly, které bude možné přesně ocenit až v rámci prací na detailní výkresové dokumentaci. Vzhledem k nízké ceně 3D tisku bude také vhodné zvážit vlastní výrobu některých komponent. Z těchto důvodů je do celkového rozpočtu zahrnuta rezerva ve výši 10 000 Kč.

Tabulka 12 - Soupis položek a cen nutných ke stavbě prototypu zařízení

Název a popis	Kusů	Cena za kus	Celková cena
Mechanický hladinový spínač	1	99,0 Kč	99 Kč
Plastová struna do 3D tiskárny	1	319,0 Kč	319 Kč
Gumové přísavky Ø 5 mm	8	5,0 Kč	40 Kč
Sací hadice AQUA 5 m	5	38,0 Kč	190 Kč
Dvojlinka 2x0,35 mm 2, Ujm 300V	20	5,6 Kč	112 Kč
Silnoproudý vodič - H05VV-F	20	18,6 Kč	372 Kč
Klon Arduino UNO R3 včetně příslušenství	1	600,0 Kč	600 Kč
Arduino modul obsahující 4 x relé 250 V/10 A	1	100,0 Kč	100 Kč
Čerpadlo Rower Pompe Marina 20–12 V 0,3 kW	1	4 536,0 Kč	4 536 Kč
Membránové čerpadlo SHURflo Junior	1	1 953,0 Kč	1 953 Kč
Filtr – 3P 5“, DN 1" MANTA ECOLOGICA	2	492,0 Kč	984 Kč
2UV – plný polykarbonát 5 mm 2 050 x 3 050 mm	2	7 683,0 Kč	15 366 Kč
Elektromagnetický ventil 1/2"	1	241,0 Kč	241 Kč
Napouštěcí ventil boční 3/8"+1/2" plast 490, P	1	159,0 Kč	159 Kč
Plovákový snímač vodní hladiny 55 mm x 27 mm	3	89,0 Kč	267 Kč
Přepínač páčkový 2pol/2pin ON-OFF	2	49,0 Kč	98 Kč
Přepínač tlačítko kul. OFF-(ON)	1	11,0 Kč	11 Kč
Hadice flexi nerez F1/2" x F1/2" 100 cm FALA	1	80,0 Kč	80 Kč
Spínaný, stabilizovaný elektronický 700 W	1	2 619,0 Kč	2 619 Kč
Doprava menších dílů	19	100,0 Kč	1 900 Kč
Dělení deskového materiálu vodním paprskem	1	2 000,0 Kč	2 000 Kč
Nákup nezahrnutého materiálu a rezerva	1	10 000,0 Kč	10 000 Kč
Součet	---	---	42 046 Kč

3.6 Ekonomické a marketingové aspekty systému

V předchozí části práce byly definovány konstrukční uzly a principy celého systému. Byl proveden výběr konkrétních dílů k nákupu. Dále byly stanoveny přibližné náklady na materiál a externí služby pro stavbu prvního prototypu.

Konkrétní celková cena vývoje závisí na mnoha dalších faktorech. Náklady na vývoj závisí na všem od délky vývoje, způsobu testování až po rozhodnutí, zda některé součásti nakupovat či vyrábět. Před uvedením na trh je také nutné, aby systém prošel certifikací a splňoval všechny zákonné normy týkající se trhu, na který bude uveden. V tuto chvíli je ke komerčnímu produktu stále daleko. Faktem však je, že na materiál na stavbu prvního prototypu by měla být dostatečná částka včetně rezervy 42 046 Kč. V rámci vývoje podobně složitého systému je tato částka relativně nízká. Z pohledu budoucích zákazníků je však takováto cena pravděpodobně vysoká.

Aby bylo možné dosáhnout komerčního úspěchu v další části práce bude navržena optimální prodejní cena. Znalost optimální cílové ceny již ve fázi testování prototypu je důležitou informací. Celý vývoj se poté může přizpůsobit tomu, aby došlo k optimalizaci ceny. Podobný přístup je uplatňován při vývoji některých automobilů. Na základě předem známého trhu a prodejní ceny jsou stanoveny maximální náklady na výrobu a nákup jednotlivých dílů. Další část práce se bude soustředit na stanovení těchto parametrů:

- Motivace ze strany zákazníka
- Nalezení nejlukrativnějšího trhu
- Stanovení maximální prodejní ceny z pohledu zákazníků
- Návrh a stručný popis možného marketingového mixu

3.6.1 Motivace ze strany zákazníka

V rámci této práce bylo provedeno dotazníkové šetření na 91 respondentech. Všichni dotazovaní jsou starší 18 let a žijí na území ČR. Byly pokládány otázky týkající se spotřeby pitné vody a zájmu o systém pro úsporu pitné vody. Celý dotazník a kompletní odpovědi jsou součástí přílohy 2. Šetření odhalilo následující fakta:

Diplomová práce

- Pouze 24 % dotázaných si myslí, že celková cena vody je příliš vysoká.
- I přesto, že většina uvedla, že ostatní se chovají neehospodárně, 79 % dotázaných odpovědělo, že se snaží šetřit.
- Z odpovědí vyplývá, že velkou motivací k větším úsporám pitné vody by bylo až přímé omezení komfortu lidí. Větší motivace je u dotazovaných zaznamenána v případě, nedostatku vody, její snížené kvality nebo v případě dlouhotrvajícího sucha.
- Valná většina respondentů by uvažovala o nákupu úsporného systému, pokud by byl jednoduše použitelný. Konkrétně to bylo 89 %.

3.6.2 Vlastnosti systému z pohledu zákazníka

V dotazníkovém šetření bylo zjištěno, jaké vlastnosti by měl mít připravovaný systém z pohledu zákazníka. Bylo zjišťováno, podle jakých parametrů by se zákazník rozhodoval při nákupu úsporného systému. V závorce je zaznamenán počet respondentů, kteří uvedli, že je tento parametr pro ně hodně důležitý nebo spíše důležitý.

(Hodně důležitá + spíše důležitá = součet) celkový maximální počet 92.

1. Objem vody, který systém ročně uspoří (63 + 28 = 91)
2. Reálná životnost systému (52 + 37 = 89)
3. Jednoduchost nebo náročnost údržby (35 + 51 = 86)

Z dotazníkového šetření tedy vyplývá, že z pohledu potenciálních zákazníků je klíčové, kolik vody systém uspoří a jak dlouhou bude mít reálnou životnost.

3.6.3 Potenciální úspory domácností

Jednoduchým výpočtem {08} je možné stanovit teoretickou, roční, finanční úsporu pro průměrnou, českou, tříčlennou rodinu. Bude vycházeno z již určených hodnot a bude uvažováno s průměrnou cenou vody v ČR v roce 2015 dle (6) 76,25 Kč. Vyšší cena vody znamená vyšší úspory.

$$U = 365 \cdot n \cdot p \cdot f_p \cdot \frac{V_{sc}}{1000} = 365 \cdot 3 \cdot 76,25 \cdot 5,6 \cdot \frac{5,5}{1000} = 2\,572 \text{ Kč} \quad \{08\}$$

kde

U – celková roční finanční úspora za splachování [Kč]

n – Počet členů domácnosti [-]

p – průměrná cena vodného a stočného [Kč/m³]

f_p – Celková vypočtená, průměrná frekvence splachování na osobu za den
dle přílohy 3 – 5,6 [-]

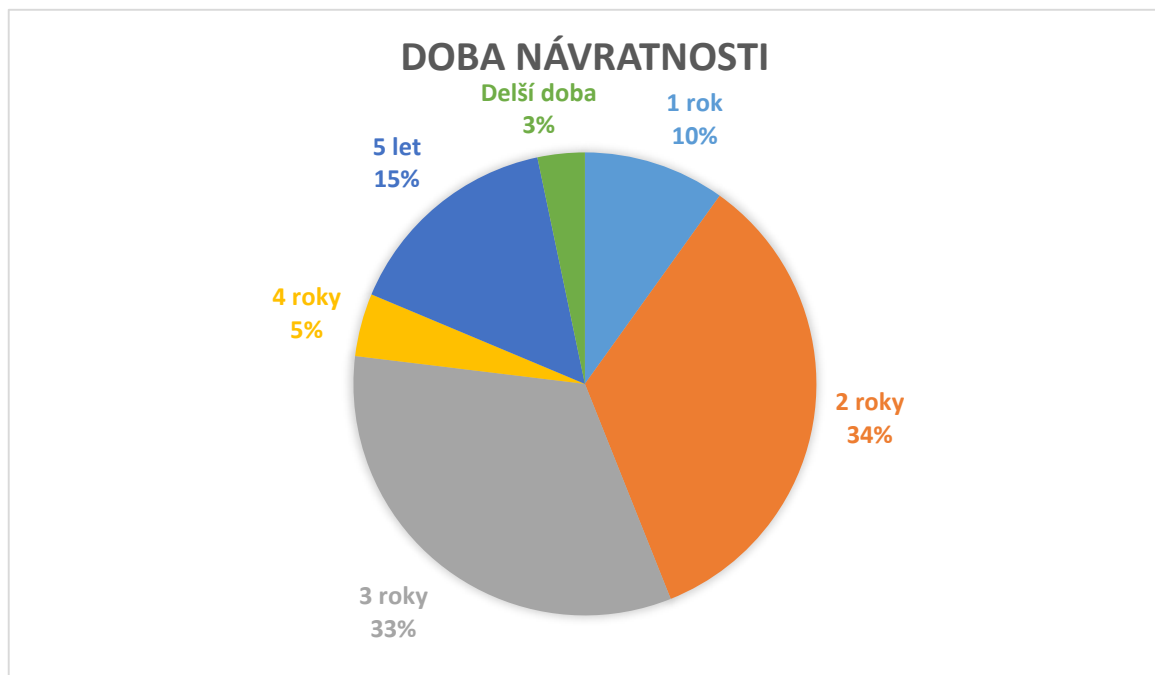
V_{sc} – Celkový průměrný objem jednoho spláchnutí ve všech sledovaných domácnostech
dle přílohy 3 – 5,5 [l]

3.6.4 Doba návratnosti

V rámci dotazníkového šetření byla pokládána následující otázka, která pomůže přiblížit ideální cenu z pohledu zákazníků. V otázce byla zjišťována představa o návratnosti zakoupeného zařízení:

„Pokud byste se rozhodovali podle doby návratnosti systému (za jak dlouho se Vám vrátí částka, za kterou jste systém zakoupili) jaká nejdelší doba by pro Vás byla akceptovatelná? Po této době pak každý měsíc reálně spoříte jak vodu, tak Vaše finance.“

Obrázek 3-5 - Graf rozložení odpovědí na otázku nejdelší přijatelné návratnost systému



Z odpovědí vyplývá, že většina dotazovaných by preferovala finanční návratnost do 2 až 3 let od nákupu. Z předešlých výsledků je však patrné, že cena není nejdůležitějším faktorem v rozhodování. Je pravděpodobné, že se potenciální zákazníci budou rozhodovat na základě více faktorů. Z pohledu konečné ceny systému znamená krátká doba návratnosti nižší cenu. Nižší cena zase potenciálně zkracuje reálnou dobu životnosti systému. Vzhledem k tomu, že životnost systému byla hodnocena jako důležitější než cena, bude uvažována za ideální návratnost z pohledu zákazníka 3 roky.

3.6.5 Nalezení nejlukrativnějšího trhu

Jak již bylo zmíněno, nejlukrativnější trh pro prodej navrhovaného systému byl definován následovně: „Jedná se o trh s nejvyšší cenou pitné vody a zároveň nejvyšší kupní silou obyvatelstva.“ V teoretické části v kapitole „Cena vody“, byly srovnávány ceny vodného a stočného v různých městech Evropy a světa. Na základě tohoto srovnání byly stanoveny následující státy s nejvyšší cenou vodného a stočného:

- Německo
- Francie

Diplomová práce

- Lucembursko
- Švédsko
- Švýcarsko
- Rakousko
- Belgie
- Velká Británie
- Dánsko
- Norsko

Na základě porovnání z předešlé kapitoly s názvem „Kupní síla obyvatelstva“ je možné říci, že z uvedených států je nejvyšší kupní síla ve Švýcarsku, Norsku, Lucembursku a Dánsku. Z tohoto pohledu je tedy nejlukrativnějším trhem Švýcarsko.

V první fázi by tedy bylo vhodné celý marketing směřovat právě na švýcarský trh. Po získání dostatečně vysokého peněžního toku z prodejů je pak vhodné pokračovat na druhý nejzajímavější trh, kterým je Norsko.

3.6.6 Stanovení prodejní ceny

Celý navrhovaný systém je v současné době v přípravné fázi. V předchozí části práce byla stanovena hrubá cena materiálu potřebného na stavbu prototypu. Po dokončení prototypu budou teprve ověřovány základní předpoklady pro další vývoj. Aktuálně není tedy možné stanovit prodejní cenu na základě kalkulace výroby, distribuce a dalších položek týkající se připravovaného produktu.

Z tohoto důvodu byl zvolen opačný přístup. Na základě provedeného dotazníkového šetření, znalosti cen vodného a stočného bude stanovena teoretická optimální cena pro český trh. V předchozí části práce byla stanovena teoretická roční úspora pro průměrnou tříčlennou rodinu (2 572 Kč). Na základě dotazníkového šetření bylo také zjištěno, že optimální doba návratnosti z pohledu zákazníka jsou tři roky. Vynásobením těchto dvou hodnot dostaneme teoretickou optimální prodejní cenu pro český trh (7 716 Kč).

Diplomová práce

Vzhledem k daním a dalším nevýrobním nákladům je takováto cena opravdu nízká. Pokud však budeme uvažovat cenu vody v jiných státech, která je až 2x vyšší, najednou jsme na optimální prodejní ceně pro tamní trh na (15 432 Kč). Určitě zde budou hrát svou roli náklady na vývoz do zahraničí. Pokud však do této úvahy bude promítnuta ještě reálná kupní síla obyvatelstva, která je v některých státech výrazně vyšší, opět se dostaneme na vyšší prodejní cenu. Z výše uvedeného vyplývá, že budoucímu výrobcí systému se vyplatí primárně zaměřit na jiné trhy, než je Česká republika.

3.6.7 Návrh a stručný popis možného marketingového mixu

V posledním kroku návrhové části bude uvedeno shrnutí ve formě možného marketingového mixu pro navrhovaný systém úspory vody.

Výrobek

Funkce celého systému byla již detailně vysvětlena. Z pohledu zákazníka je však nutné, aby měl systém relativně dlouhou životnost a nebyl složitý na údržbu. Je také nutné vzbudit dojem exkluzivity a toho, že použitím systému zákazník dělá něco dobrého i pro své okolí. Systém by neměl rušit vzhled interiéru, ale měl by na sebe dokázat upozornit. Z tohoto důvodu je navržen čistý design, z matného mléčného materiálu, který je částečně propustný pro světlo. Polopropustný materiál umožní barevné nasvícení v závislosti na tom, co systém právě dělá. Ve chvíli, kdy bude systém odčerpávat vodu ze sprchy mohl by zářit zeleně a ve chvíli dopouštění toalety zase modře. Je také nutné, aby si budoucí zákazník mohl objednat celý systém i s kompletní instalací.

Cena

Problematika ceny byla již nastíněna. Podstatou je soustředit se na trh, kde i přes vyšší prodejní cenu bude návratnost systému optimálně kolem tří let. Další alternativou je soustředit se na movitou klientelu a navrhnout systém s nejlepšími možnými technickými a designovými parametry. Hlavním argumentem pro nákup by již ale nebyla úspora financí.

Diplomová práce

Propagace

Z pohledu propagace se jedná o relativně specifický produkt. V první fázi je vhodné se soustředit na cílenou internetovou PPC reklamu a on-line budování silné fanouškovské základny. Cílem nemá být pouze upozornit na samotný produkt. Podstatou bude spojení produktu s řešením problémů týkající se špatného nakládání s pitnou vodou. Hlavním prodejním kanálem by měly být webové stránky s jednoduchým konfigurátorem. V rámci konfigurátoru bude možné zvolit kombinaci specifických podmínek, do kterých se bude systém instalovat. Na základě této konfigurace poté bude součástí dodávky všechen potřebný materiál a případné doplňky.

Trh

Jak již bylo zmíněno v kapitole s názvem „Nalezení nejlukrativnějšího trhu“, nejzajímavější lokality pro prodej jsou ty s vysokou cenou vody a velkou kupní silou obyvatelstva. Z tohoto hlediska je navrženo Švýcarsko. V druhé fázi by bylo dobré zaměřit se na celý trh EU a pomocí partnerských organizací zajišťovat montáž a distribuci v rámci států EU s nejvyšší cenou vody.

4 Výsledky a závěr

Hlavním cílem práce bylo analyzovat příbuznou problematiku a principiálně navrhnout systém pro úsporu vody při splachování v bytových podmínkách. Tohoto cíle bylo dosaženo. Povedlo se popsat a srovnat různé existující úsporné systémy. Byl navržen princip, který by byl použitelný při úspoře vody při splachování v prostředí bytů. Byla představena konkrétní konstrukce prototypu a popsány její nejdůležitější prvky. Vzhledem k omezenému rozsahu práce nebylo možné provést detailní konstrukční návrh s výkresovou dokumentací. Povedlo se však komplexně obsáhnout celé téma od základního přehledu přes konkrétní návrh až po ekonomické a marketingové aspekty.

4.1.1 Výsledky a zjištění

V rámci práce bylo realizováno dotazníkové šetření na 91 respondentech. Výsledné odpovědi byly mimo jiné podkladem pro stanovení teoretické prodejní ceny systému, která by v České republice měla být 7 716 Kč. Také bylo zjištěno, že většina dotazovaných aktuálně není motivována k větším úsporám vody. Cenu vodného a stočného většina dotazovaných považovala za nízkou či přiměřenou. Hlavní motivací pro nákup podobného systému pak je úspora finančních prostředků. Jedním z nejdůležitějších parametrů, podle kterých by se respondenti rozhodovali o koupi úsporného systému je jeho životnost. Nízká cena vyplývající z nutnosti rychlé návratnosti je však v rozporu s požadavkem na dlouhou životnost. Z pohledu výrobce a prodejce systému je vhodné se soustředit na trhy s vyšší cenou vody a kupní silou obyvatelstva. Na základě provedeného srovnání se jedná například o Švýcarsko nebo Norsko. Byla také stanovena celková částka 42 046 Kč, potřebná na nákup materiálu pro stavbu prototypu. V částce je zahrnuta rezerva na nákup materiálu ve výši 10 000 Kč. Z pohledu vývoje takto složitého zařízení se jedná o relativně nízkou částku. V prototypu je použito poměrně výkonné čerpadlo, které umožňuje testování různých filtračních systémů. Návrh také počítá s napájením nízkým stejnosměrným napájením 12 V, což výrazně zvyšuje bezpečnost při vývoji a při testování v různém prostředí. Je pravděpodobné, že pro komerční konstrukci bude vhodné využít méně výkonné čerpadlo

Diplomová práce

a napájení běžným, síťovým, střídavým napětím 230 V. Síťové napětí a levnější čerpadlo přispějí ke snížení ceny komerčního produktu.

Byl proveden rozbor a měření spotřeby vody při koupání, sprchování a splachování v deseti různých domácnostech. Na základě zjištěných hodnot bylo stanoveno, že pomocí navrženého systému je možné skutečně dosáhnout až 100 % úspory pitné vody při splachování toalet. Bylo také zjištěno, že na trhu není žádný podobný produkt, určený do bytů, který by umožnil dosáhnout vysoké úspory vody při splachování, bez omezování uživatelů nebo nutné přestavby interiéru.

Na základě provedeného měření a dalších poznatků byla určena potenciální finanční úspora pro průměrnou českou tříčlennou domácnost. Aktuální roční úspora činí 2 572 Kč ročně. V případě, že bude nadále pokračovat trend zvyšování ceny vodného a stočného měla by také tato úspora stoupat.

4.1.2 Hlavní překážky zavedení systému

Hlavní překážkou uvedení navrhovaného systému na český trh je relativně nízká cena vody a nižší kupní síla obyvatelstva. V souvislosti s tím bylo provedeno srovnání cen vody v rámci celého světa a nalezeny trhy, které jsou z tohoto pohledu lukrativnější. Pro nalezení nejvhodnějšího trhu byla hodnocena reálná kupní síla obyvatelstva pomocí indexu „PPP“ vybraných států. Z tohoto pohledu jsou nejzajímavější trhy: Německo, Francie, Lucembursko, Švédsko, Švýcarsko, Rakousko, Belgie, Velká Británie, Dánsko a Norsko.

Kromě zaměření na lukrativní trhy se má smysl soustředit na snížení celkových výrobních nákladů. Návrh prototypu nebyl koncipován s cílem dosáhnout co nejnižších výrobních nákladů. Bylo myšleno hlavně na maximální bezpečnost a na variabilitu dílů při samotném vývoji. Navržená konstrukce například umožňuje testování různých filtračních systému a dalších alternativních komponent.

Diplomová práce

4.1.3 Pokračování projektu

Tato práce může sloužit jako ucelený vstup do problematiky úspory vody při splachování, na jejímž konci může být funkční a komerčně úspěšný produkt. Dalším krokem na cestě k návrhu by mělo být provedení detailního konstrukčního řešení včetně výkresové dokumentace a následná stavba prototypu. Dále by bylo dobré testovat a optimalizovat jednotlivé součásti pro maximální životnost s nižšími výrobními náklady. Na funkčním prototypu je nutné provést ověření základních předpokladů a funkcí. V rámci další práce by bylo dobré se zejména soustředit na následující otázky:

- Jak snížit cenu čerpadel při zachování vysoké životnosti?
- Jakým způsobem zachovat vysokou míru bezpečnosti při použití běžného střídavého napětí 230 V.
- Jaký materiál a způsob výroby by mohl snížit cenu nádrže?
- Jakým způsobem dosáhnout bezúdržbového systému bez nebezpečí jeho zanesení?
- Jaká technologie hladinových čidel by umožnila jejich miniaturizaci?
- Je výhodnější hladinová čidla samostatně vyvinout nebo použít existující řešení?
- Které části systému mají nejkratší životnost a jsou náchylné k poruchám?
- Jakým způsobem ochránit systém před havárií? Může se to týkat úniku vody, vzniku požáru při zkratu nebo jiný problém způsobený chybnou instalací.
- Jaké certifikace musí systém splňovat pro konkrétní trhy?

5 Bibliografie

1. s., Pražské vodovody a kanalizace a. Voda na Zemi . *Vodnistrazci.cz*. [Online] 2010. [Citace: 10. 3 2017.] <http://www.vodnistrazci.cz/vse-o-vode/o-vode/voda-na-zemi.html>.
2. aktualne.cz. Vysychání planety? Může přerůst ve války o vodu a stamilionové migrace, varují čeští vědci. *zpravy.aktualne.cz*. [Online] [Citace: 23. 1 2017.] <https://zpravy.aktualne.cz/zahranici/vysychani-planety-muze-prerust-ve-valky-o-vodu-a-stamilionov/r~bb212c04dd6411e68ea50025900fea04/>.
3. komise, Evropská. *Pili byste odpadní vodu ?* Lucenburg : Úřad pro publikace Evropské unie, 2012. ISBN 978-92-79-26318-7.
4. ASIO, spol. s r. o. Co je to šedá voda? *vodavdome.cz*. [Online] 2017. [Citace: 5. 2 2017.] <http://www.vodavdome.cz/co-je-to-seda-voda/>.
5. koupelny-eshop.com. Hopa GLAZE WC kombi 66x36x84 cm. *koupelny-eshop.com*. [Online] 2017. [Citace: 2. 3 2017.] https://www.koupelny-eshop.com/sanitarni_keramika/klozety/wc-kombi-glaze-66x36x84cm/.
6. s.r.o., PUEBLO. Cena vody 2017. <http://www.skrblik.cz>. [Online] 2017. [Citace: 1. 2 2017.] <http://www.skrblik.cz/energie/voda/cena-vody/>.
7. Co je vodné a stočné ? *VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, a. s.* [Online] 2009. <http://www.vodarenska.cz/co-je-vodne-a-stocne>.
8. Cena vody: Vodné a stočné: Za vodu platíme vodné a stočné. *Cenyenergie.cz*. [Online] <http://www.cenyenergie.cz/cena-vody-vodne-a-stocne/#/promo-ele>.
9. Cena vody 2017. *Skrblik.cz*. [Online] <http://www.skrblik.cz/energie/voda/cena-vody/>.
10. BOGÁŇOVÁ, Ida. Možnosti využití šedých vod. Brno : Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí, 2012.

Diplomová práce

11. Srovnání cen vody v Evropě. [Online] 2011.
<http://www.ovodarenstvi.cz/clanky/srovnani-cen-vody-v-evrope>.
12. Jaké jsou ceny vody napříč zeměkouli? *ovodarenstvi.cz*. [Online] 2012.
<http://www.ovodarenstvi.cz/clanky/ceny-vody-napric-zemekouli>.
13. Parita kupní síly. *wikipedia*. [Online] 2016.
https://cs.wikipedia.org/wiki/Parita_kupni_sily.
14. Gross Average Monthly Wages by Country and Year. [Online] 2011.
http://w3.unece.org/PXWeb2015/pxweb/en/STAT/STAT__20-ME__3-MELF/60_en_MECCWagesY_r.px/table/tableViewLayout1/?rxid=0806c85a-23f8-4249-a4d0-10980df459d1.
15. Graf USD / Kč, ČNB, grafy kurzů měn. *Kurzy.cz*. [Online] 2011.
<http://www.kurzy.cz/kurzy-men/kurzy.asp?A=G&V=3&m1=CZK&m2=USD&od=03.01.2011&do=30.12.2011&T=0>.
16. *zachodovemisy.cz*. Záchodové mísy - základní dělení . *zachodovemisy.cz*. [Online] [Citace: 10. 2 2017.] <http://www.zachodovemisy.cz/deleni.html>.
17. ČTK. Doporučení EU - splachovací nádržky na maximálně 5 litrů vody a Ecolabel. *voda.tzb-info.cz*. [Online] 2013. [Citace: 6. 2 2017.] <http://voda.tzb-info.cz/uspory-voda-kanalizace/10596-doporuceni-eu-splachovaci-nadrzky-na-maximalne-5-litru-vody-a-ecolabel>.
18. WATERSAVERS, s.r.o. Šetříče na toalety. *watersavers.eu*. [Online] 2017. [Citace: 24. 1 2017.] <http://www.watersavers.eu/e-shop/#wc-stop>.
19. Stavebninyonline.sk. Geberit DUOFIX UPpowerflush . *stavebninyonline.sk*. [Online] 2016. [Citace: 2. 2 2017.] <http://www.stavebninyonline.sk/geberit-duofix-uppowerflush.html>.
20. *elia.cz*. Vakuová eko toaleta ECO-VAC FAMILY . *elia.cz*. [Online] 2017. [Citace: 12. 1 2017.] <http://elia.cz/vakuove-toalety/32-vakuova-eko-toaleta-eco-vac-family-.html>.

Diplomová práce

21. s.r.o., EcoStep. Bezvodý pisoár ECOSTEP-P1. *bezvody-pisoar.cz*. [Online] 2017. [Citace: 1. 3 2017.] <http://www.bezvody-pisoar.cz/cz/>.
22. Iinternet-studio.cz. Spalovací toaleta Cinderella. *Ecoshop.cz*. [Online] 2007. [Citace: 17. 1 2017.] http://www.ecoshop.cz/vyrobek/465/0_ekologicke-toalety/.
23. ecoShop.cz. Mrazící toaleta Biolan Icelett. *Ecoshop.cz*. [Online] 2007. [Citace: 10. 3 2017.] http://www.ecoshop.cz/vyrobek/526/0_ekologicke-toalety/.
24. —. Kompostovací toaleta MullToa 65. *www.ecoshop.cz*. [Online] 2007. [Citace: 1. 3 2017.] http://www.ecoshop.cz/vyrobek/429/0*60_kompostovaci-toalety/.
25. —. Separační toaleta Separera 30 - 230V. *ecoshop.cz*. [Online] 2007. [Citace: 1. 3 2017.] http://www.ecoshop.cz/vyrobek/433/0_separacni-toalety/.
26. greendepot.com. The Caroma Profile: A Toilet and Sink – Combined! *greendepot.com*. [Online] 2014. [Citace: 2. 2 2017.] <http://blog.greendepot.com/category/water-conservation/>.
27. BUNKER-eshop: Duálne WC - vysoko ekonomické. [Online] <https://www.bunkre-kryty.sk/Dualne-WC-vysoko-ekonomicke-d16.htm?tab=description>.
28. Plotěný, Ing. Karel. Využití šedých a dešťových vod v budovách. *tzb-info.cz*. [Online] 2013. [Citace: 15. 1 2017.] <http://voda.tzb-info.cz/destova-voda/10121-vyuziti-sedych-a-destovych-vod-v-budovach>.
29. Gnosis9.net. Jak jednoduše recyklovat vodu . *gnosis9.net*. [Online] 2014. [Citace: 11. 2 2017.] <http://gnosis9.net/view.php?cisloclanku=2014060003>.
30. ASIO, spol. s r.o. AS-GW/AQUALOOP. *asio.cz*. [Online] 2017. [Citace: 6. 2 2017.] <http://www.asio.cz/cz/as-gw-aqualoop>.
31. *www.asio.cz*. Dělení vod, bílé a šedé vody – nové poznatky a možnosti využití. *www.asio.cz*. [Online] 2017. [Citace: 3. 3 2017.] <http://www.asio.cz/cz/55.deleni-vod-bile-a-sede-vody-nove-poznatky-a-moznosti-vyuziti>.

Diplomová práce

32. Ing. Dagmar Kopačková, Ph.D. Recyklační vodní sprcha. *tzb-info.cz*. [Online] 2014. [Citace: 2. 2 2017.] <http://voda.tzb-info.cz/uspory-voda-kanalizace/11220-recyklaclni-vodni-sprcha>.
33. s.r.o., ECLIPSE. Plovákový senzor vodní hladiny. *arduino-shop.cz*. [Online] [Citace: 20. 3 2017.] <http://arduino-shop.cz/arduino/1160-plovakovy-senzor-vodni-hladiny-1449950044.html>.
34. alza.cz. Gembird Filament PLA modrá. *alza.cz*. [Online] 2017. [Citace: 20. 3 2017.] https://www.alza.cz/gembird-filament-pla-modra-d4565314.htm?kampan=adpla_obecna_Tiskarny-Scennery-3D_low_c_9062889_1o1_DF5331&gclid=CInb-9GJ9dICFcQp0wod_wkB1w.
35. s.r.o., KONEKT-HADICE. Aqua - sací hadice. *www.konekt-hk*. [Online] 2017. [Citace: 2. 2 2017.] <http://www.konekt-hk.cz/aqua-saci-hadice-551/>.
36. GES-ELECTRONICS, a.s. CYH 2x0,35mm2/2-0 . *www.ges.cz*. [Online] 1991–2017 . [Citace: 2. 2 2017.] <https://www.ges.cz/cz/cyh-2x0-35mm2-2-0-GES06900205.html>.
37. Domintex.cz. Samonasávací čerpadlo Rower Pompe Marina 20 - 12V 0,3 kW. *domintex.cz*. [Online] 2011. [Citace: 3. 2 2017.] <https://www.domintex.cz/samonasavaci-čerpadlo-rower-pompe-marina-20-12v-03-kw/>.
38. Napájecí zdroj pro LED - 58A - 700W - 12V DC - plech. *www.ledveci.cz*. [Online] 2017. [Citace: 3. 3 2017.] <https://www.ledveci.cz/napajeci-zdroj-pro-led-58a-700w-12v-dc-plech>.
39. CYSY 3x1,5W, metráž . *ges.cz*. [Online] 2017. [Citace: 3. 30 2017.] <https://www.ges.cz/cz/cysy-3x1-5w-GES06900125.html>.
40. Kohoutová, Zuzana. Kolik vody spotřebujete a kde všude se dá ušetřit. *finance.idnes.cz*. [Online] 2008. [Citace: 2. 1 2017.] http://finance.idnes.cz/kolik-vody-spotrebujete-a-kde-vsude-se-da-usetrit-fbw-/viteze.aspx?c=A080331_012434_viteze_hla.

Diplomová práce

41. BURIMEX, s.r.o. Membránové čerpadlo SHURflo Junior 7 l/min. *svetkaravanu.cz*. [Online] 2017. [Citace: 2. 2 2017.] <https://www.svetkaravanu.cz/membranove-cerpadlo-shurflo-junior-7-lmin>.
42. Filtr na vodu - pouzdro 3P 5“, DN 1" MANTA ECOLOGICA. *e-cerpadla.cz*. [Online] 2017. [Citace: 2. 2 2017.] <http://www.e-cerpadla.cz/filtr-vodu-pouzdro-manta-ecologica-p-6891.html>.
43. zenit.cz. Makrolon mono 2UV - plný polykarbonát s oboustranným UV filtrem. *zenit.cz*. [Online] 2017. [Citace: 2. 2 2017.] <http://eshop.zenit.cz/makrolon-mono-2uv-plny-polykarbonat-s-oboustrannym-uv-filtrem/variant/5-seda-2050-3050-50/>.
44. Elektromagnetický ventil 1/2". *arduino-shop.cz*. [Online] 2017. [Citace: 10. 3 2017.] <http://arduino-shop.cz/arduino/1066-elektromagneticky-ventil-1-2.html>.
45. e-koupelny-inpo.cz. Napouštěcí ventil boční 3/8"+1/2" plast 490,P. *e-koupelny-inpo.cz*. [Online] 2017. [Citace: 5. 2 2017.] <http://www.e-koupelny-inpo.cz/ventily/14877-napou-t-c-ventil-bo-n-3-8-1-2-plast-490-p-8590309037699.html?gclid=CMmN98r3-NICFUoq0wodiZ4NcA>.
46. robotstore.cz. Plovákový Spínač Snímač Vodní Hladiny Arduino Modul. *robotstore.cz*. [Online] 2017. [Citace: 8. 2 2017.] <http://robotstore.cz/obchod/arduino/plovakovy-spinac-snimac-vodni-hladiny-arduino-modul/>.
47. tipa.eu. Přepínač páčkový 2pol./2pin ON-OFF 12VDC/25A. *tipa.eu*. [Online] 2017. [Citace: 11. 2 2017.] <https://www.tipa.eu/cz/prepinac-packovy-2pol-2pin-on-off-12vdc-25a-led-zelena/d-83640/?gclid=CJan8vSX-dICFcYy0wodFwEDIA>.
48. Hadice flexi nerez F1/2" x F1/2" 100cm FALA. *fiha-shop.cz*. [Online] 2017. [Citace: 1. 3 2017.] <https://www.fiha-shop.cz/Hadice-flexi-nerez-F1-2-x-F1-2-100cm-FALA-d4617.htm>.
49. BÖSE, Karl-Heinz. Voda pro dům a zahradu. Praha: SNTL, 1991. ISBN 80-03-00322-9.

Diplomová práce

50. PLETICHA, M. Ekonomická analýza využití vody domácnostmi v ČR. Diplomová práce. ČZU v Praze. 2013
51. PLOTĚNÝ, K. Dělení vod, bílé a šedé vody – nové poznatky a možnosti využití. Sborník semináře Vodohospodářské chuťovky. Brno: Asio, s.r.o., 2011. s. 21–27
52. ŠÁLEK, J. Voda v domě a na chatě : využití srážkových a odpadních vod. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-3994-6.
53. ŠRÁMKOVÁ, M., WANNER, J. Opětovné využití vyčištěné odpadní vody. Sborník konference Pitná voda 2010. České Budějovice: W&ET Team, 2010. s. 259-264. ISBN 978-80-254-6854-8.

6 Seznam tabulek

Tabulka 1 - Poměr slané a sladké vody na planetě Zemi dle (1).....	1
Tabulka 2 - Průměrná spotřeba vody ve vybraných zemích v roce 2008 dle (3)	5
Tabulka 3 - Vývoj ceny vody a její spotřeby v ČR mezi lety 1991 a 2015 dle (6)	10
Tabulka 4 - Srovnání cen vodného a stočného ve vybraných městech Evropy dle (11)	12
Tabulka 5 - Srovnání cen vodného a stočného ve vybraných městech světa dle (12).....	13
Tabulka 6 - Srovnání kupní síly obyvatelstva u vybraných států	18
Tabulka 7 - Srovnání uvedených systémů pro úsporu pitné vody	31
Tabulka 8 - parametry nakupované hadice dle (35)	46
Tabulka 9 - Teoretický objem nádrže v závislosti na počtu členů domácnosti	52
Tabulka 10 – Souhrn vypočtených hodnoty pro sledované domácnosti dle přílohy 3	54
Tabulka 11 - Objem nádrže v závislosti na počtu členů domácnosti z naměřených hodnot	55
Tabulka 12 - Soupis položek a cen nutných ke stavbě prototypu zařízení	64

7 Seznam obrázků

Obrázek 2-1- cena vody v okresních městech 2017 dle (3).....	9
Obrázek 2-2- Predikce vývoje ceny vody v Praze, Brně a Ostravě dle (10)	11
Obrázek 2-3 - Umístění šetřiče vody dle (18).....	21
Obrázek 2-4 - Schéma ekologické spalovací toalety Popelka - Cinderella dle (22).....	24
Obrázek 2-5 - Ukázka mrazící toalety Biolan Icelett dle (23).....	26

Diplomová práce

Obrázek 2-6 - Schéma biologické kompostovací toalety MullToa 60 dle (24).....	27
Obrázek 2-7 - Schéma separační toalety dle (25)	28
Obrázek 2-8- Schéma toalety s integrovaným umyvadlem dle (21)	30
Obrázek 2-9 - Technologické schéma čištění šedých vod dle (29)	33
Obrázek 2-10 - Systém pro recyklaci šedých vod společnosti ASIO, spol. s r.o. dle (30)..	34
Obrázek 3-1 - funkční schéma připravovaného systému včetně vyznačení toku vody	38
Obrázek 3-2- funkční schéma elektrického a řídicího systému bez rozvodů vody	42
Obrázek 3-3 - výkres použitého plovákového senzoru dle (33)	44
Obrázek 3-4 - základní rozměry použitých hladinových snímačů dle (46)	59
Obrázek 3-5 - Graf rozložení odpovědí na otázku nejdelší přijatelné návratnost systému .	68

8 Seznam příloh

Příloha 1- Sledování objemu a frekvence splachování

Příloha 2 - Dotazník včetně počtu odpovědí – Systém pro úsporu vody

Příloha 3 - Zpracování dat z měření frekvence a objemu splachování

Příloha 1

Sledování objemu a frekvence splachování.

Návod na provedení měření

Děkuji Vám za zájem o projekt úspory vody při splachování v bytových podmínkách. Vyplněním následujících formulářů pomůžete získat důležitá data, která budou použita pro konstrukční návrh připravovaného úsporného systému. Následující dokument obsahuje tři části včetně popisů a návodů. První část obsahuje stručný dotazník, druhá část návod na provedení jednoduchého jednorázového měření a třetí část se týká průběžného zaznamenávání počtu spláchnutí v konkrétních dnech. U každé části naleznete návod, podle kterého je nutné postupovat. První a druhou část můžete vyplnit na začátku v průběhu nebo po skončení zaznamenávání frekvence splachování. Na konkrétním pořadí nezáleží.

Doporučujeme pozorně pročíst celý dokument. Pro samotné zaznamenávání hodnot je možné vytisknout buď celý dokument, nebo jen konkrétní záznamové tabulky. Pro záznam hodnot je nutné vytisknout minimálně stránky s následujícími názvy:

- Dotazník koupání a sprchování
- Měření splachování při stejném objemu splachované vody
,nebo
Měření splachování při různém objemu splachované vody – záznam
- Sledování frekvence splachování toalety – záznamový list

Diplomová práce

Dotazník koupání a sprchování

V první části je nutné vyplnit následující tabulku. Každý řádek reprezentuje jednoho obyvatele domácnosti (dále nazván také jako subjekt). Každý stálý obyvatel domácnosti, který bude po celou dobu zaznamenávání přítomen, uvede odhad toho, kolikrát týdně se průměrně sprchuje a kolikrát týdně se koupe. Počet subjektů se tedy musí shodovat s počtem lidí uvedeným ve sloupci „N“ v tabulce s názvem „Sledování frekvence splachování toalety – záznamový list“.

Číslo subjektu	Počet sprchování / týden	Počet koupání / týden
0. (vzor)	6	1
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		

Diplomová práce

Měření objemu splachované vody

V druhé části bude nutné provést jednoduché měření objemu vody při spláchnutí. K měření bude potřebný přístup k vodoměru, který zaznamenává spotřebu studené vody v bytě. Vodoměr obvykle bývá umístěn v revizní šachtě stoupaček blízko koupelny nebo toalety. V každém objektu však může být poloha vodoměru jiná.

Před začátkem samotného měření je nutné zjistit, jakým splachovacím systémem Vaše toaleta disponuje a zda máte možnost ovlivnit objem spláchnuté vody. Existuje více druhů splachovacích systémů. Pro naše účely je však podstatná pouze informace, zda můžete, či nemůžete u Vaší konkrétní toalety ovlivnit objem spláchnutí. Toalety, u kterých se nedá ovlivnit objem spláchnutí, většinou disponují jedním tlačítkem či táhlem. Toalety, u kterých je možné ovlivnit objem spláchnutí, mají často dvě tlačítka nebo možnost druhým stiskem zkrátit dobu splachování. Pokud Vaše toaleta umožňuje ovlivnění objemu spláchnuté vody a vy tuto možnost převážně nevyužíváte, k měření přistupujte, jako by objem vody nebylo možné ovlivnit.

Podle toho, zda při splachování používáte, či nepoužíváte různý objem vody, pokračujte dále. Pokud splachujete stále stejným objemem vody, proveďte měření a vyplňte následující tabulku. Pokud splachujete různým množstvím vody, přeskočte na část s názvem „Měření splachování při různém objemu splachované vody – popis“.

Měření splachování při stejném objemu splachované vody

Při měření dbejte na to, aby ve Vaší domácnosti nedošlo k odběru vody z jiného spotřebiče. Neměla by tedy být zapnutá například pračka, myčka, ani by nikdo v domácnosti neměl pouštět vodu.

Postup měření:

1. Z vodoměru odečtete hodnotu spotřeby pro studenou vodu a zapište ji do tabulky do řádku s názvem „Stav vodoměru před měřením“.
2. Spláchněte toaletu obvyklým způsobem a počkejte, až se toaleta plně dopustí. Poté odečtete a zapište novou hodnotu na vodoměru do řádku s názvem „Hodnota po prvním spláchnutí“.
3. Zopakujte bod 2 a po napuštění toalety odečtete a zapište novou hodnotu do řádku s názvem „Hodnota po druhém spláchnutí“.
4. Zopakujte bod 2 a po napuštění toalety odečtete a zapište novou hodnotu do řádku s názvem „Hodnota po třetím spláchnutí“.

Popis	Hodnota na vodoměru m³
Stav vodoměru před měřením	
Hodnota po prvním spláchnutí	
Hodnota po druhém spláchnutí	
Hodnota po třetím spláchnutí	

Měření splachování při různém objemu splachované vody – popis

Při měření dbejte na to, aby ve Vaší domácnosti nedošlo k odběru vody z jiného spotřebiče. Neměla by tedy být zapnutá například pračka, lednička, ani by nikdo v domácnosti neměl pouštět vodu.

Toto měření počítá s tím, že splachovací systém Vaší toalety umožňuje provést spláchnutí různým objemem vody. Pokud však tuto možnost nepoužíváte a splachujete převážně jedním objemem vody, proveďte měření popsané v předchozí části a vraťte se k nadpisu s názvem „Měření splachování při stejném objemu splachované vody“.

Při následujícím měření budeme zjišťovat dva stavy. Vypuštěný objem při takzvaném „malém a velkém spláchnutí“. V případě že máte splachovací systém, kde objem spláchnuté vody závisí na rychlosti nebo intenzitě zmáčknutí splachovacího tlačítka, případně z jakýchkoli důvodů může být objem vypuštěné vody pokaždé jiný, postupujte následovně. Při „malém spláchnutí“ se snažte spláchnout tak, aby byl objem spláchnuté vody minimální. Při měření „velkého spláchnutí“ splachujte tak, aby byl objem vody co největší.

Postup měření:

1. Z vodoměru odečtěte hodnotu spotřeby pro studenou vodu a zapište ji do tabulky do řádku s názvem „Stav vodoměru před měřením“.
2. Spláchněte toaletu tak, abyste vypustili co nejmenší množství vody a počkejte, až se toaleta plně dopustí. Poté odečtěte a zapište novou hodnotu na vodoměru do řádku s názvem „Hodnota po prvním spláchnutí – malé spláchnutí“.
3. Zopakujte bod 2 a po napuštění toalety odečtěte a zapište novou hodnotu do řádku s názvem „Hodnota po druhém spláchnutí – malé spláchnutí“.
4. Zopakujte bod 2 a po napuštění toalety odečtěte a zapište novou hodnotu do řádku s názvem „Hodnota po třetím spláchnutí – malé spláchnutí“.
5. Dále zopakujte body 2, 3 a 4 s tím, že budete splachovat tak, abyste vypustili maximální množství vody. Naměřené hodnoty zapisujte do tabulky do řádků obsahující „velké spláchnutí“.

Měření splachování při různém objemu splachované vody – záznam

Popis	Hodnota na vodoměru m³
Stav vodoměru před měřením	
Hodnota po prvním spláchnutí - „malé spláchnutí“	
Hodnota po druhém spláchnutí - „malé spláchnutí“	
Hodnota po třetím spláchnutí - „malé spláchnutí“	
Hodnota po prvním spláchnutí - „velké spláchnutí“	
Hodnota po druhém spláchnutí - „velké spláchnutí“	
Hodnota po třetím spláchnutí - „velké spláchnutí“	

Diplomová práce

Sledování frekvence splachování toalety – popis

V části pro sledování průběžné frekvence splachování je nutné zaznamenat každé spláchnutí do příslušného dne. Pokud Vaše toaleta neumožňuje provést různý objem spláchnutí, každé spláchnutí bude označeno tečkou. Pokud Vaše toaleta umožňuje provést různý objem spláchnutí, je nutné zaznamenat „malé spláchnutí“ tečkou a „velké spláchnutí“ čárkou. V rámci sledování není podstatný důvod splachování. V případě, že například vyléváte špinavou vodu a potom splachujete, opět se jedná o důvod pro záznam.

Do sloupce s názvem záznam splachování se evidují konkrétní spláchnutí v příslušných dnech pomocí teček a čárek. Do sloupce N se uvádí aktuální počet stálých obyvatel domácnosti v daných dnech. V případě, že má domácnost běžně 4 obyvatele a jeden člen například na víkend odjede, tak v tyto dny bude ve sloupci uvedeno číslo 3. Po jeho návratu opět 4. Nepřítomností člena domácnosti se rozumí to, že člen domácnosti nebude většinu dne a po celou noc doma. Pokud bude mít domácnost v době měření návštěvu, tak splachování návštěvy do sledování nebude zahrnuto. Návštěva tedy nemá ani vliv na konkrétní záznamy a ani na sloupec N. Do pole součet se uvádí součet počtu spláchnutí za daný den. V případě evidence tzv. „malého a velkého“ spláchnutí je součet tvořen dvěma hodnotami.

Součet „velkých spláchnutí“ + Součet „malých spláchnutí“

Pro záznam je nutné vytisknout tabulku na následující straně. Pro pohodlnější průběžné zaznamenávání hodnot je doporučeno tuto tabulku umístit co nejbližší toalety společně s psací potřebou.

Diplomová práce

Sledování frekvence splachování toalety – záznamový list

Datum	Den	Záznam splachování	N	Souč
<i>Vzor</i>	<i>Pátek</i>	○ ○ ○ ○ ○ I ○ ○ ○ I I	3	3+10
<i>Vzor</i>	<i>Sobota</i>	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	3	12
19.03.2017	neděle			
20.03.2017	pondělí			
21.03.2017	úterý			
22.03.2017	středa			
23.03.2017	čtvrtek			
24.03.2017	pátek			
25.03.2017	sobota			
26.03.2017	neděle			
27.03.2017	pondělí			
28.03.2017	úterý			
29.03.2017	středa			
30.03.2017	čtvrtek			
31.03.2017	pátek			

Příloha 2

Dotazník včetně uvedených počtu odpovědí – Systém pro úsporu vody

Vyplněním následujícího dotazníku přispějete k vývoji systému pro úsporu pitné vody v bytových podmínkách. Všechny uvedené informace budou zpracovávány anonymně a pouze pro účely vývoje tohoto systému. Vyplnění dotazníku Vám nezabere déle než 5 minut. Předem děkuji za váš čas a odpovědi. *Povinné pole

1 - Myslíte si, že v následujících 5 letech osobně pocítíte nedostatek či zdražení pitné vody? *

- 53
- 38

2 - Jaká je podle Vás aktuální cena pitné vody v ČR? *

- Cena vody je nízká 8
- Cena vody je přiměřená 61
- Cena vody je vysoká 22

3 - Máte přehled o tom, kolik platíte za metr krychlový pitné vody v místě, kde bydlíte? *

- Ano 42
- Ne 49

4 - Jak lidé v ČR podle Vás nakládají s pitnou vodou? *

- Snaží se šetřit 8
- Nezajímají se o spotřebu vody 32
- Zbytečně s vodou plýtvají (i přesto, že vědí, že jejich spotřeba je velká) 37
- Nedokážu posoudit 14

5 - Jak vy osobně nakládáte s pitnou vodou? *

Diplomová práce

- Snažím se šetřit 72
- Nezajímám se o spotřebu vody 14
- Zbytečně s vodou plýtvám (i přesto, že víte, že vaše spotřeba je velká) 5

6 - Jak by vás motivovaly následující výroky k úspoře pitné vody? *

Označte jen jednu elipsu na každém řádku.

	Vůbec nemotivuje	Spíše nemotivuje	Spíše motivuje	Hodně motivuje
6-a Úspora vody je správná věc	<input checked="" type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 12	<input type="radio"/> 51	<input type="radio"/> 25
6 -b Chci uspořit finanční prostředky	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 9	<input type="radio"/> 43	<input type="radio"/> 37
6-c Chci šetřit vlastní zdroje vody (pokud máte například vlastní studnu)	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 13	<input type="radio"/> 36	<input type="radio"/> 35

7 - Jak by vás motivovaly následující hypotetické situace k úspoře pitné vody?

*

Diplomová práce

Vůbec nemotivuje Spíše nemotivuje Spíše motivuje Hodně motivuje

7-a Úřady
nařídily úsporné
opatření při
spotřebě vody
(například při
suchu)

5 18 46 22

7-b Máte
nedostatek pitné
vody

2 2 20 67

7-c Máte
sníženou kvalitu
pitné vody

5 3 23 60

7-d Nastalo
intenzivní sucho a
vysoké teploty

3 9 30 49

8 - Pokud byste mohli zakoupit jednoduše použitelný systém pro úsporu vody, uvažovali byste o jeho zakoupení?

- Ano 80
- Ne 10

9 - V případě, že byste se rozhodovali o pořízení systému na úsporu pitné vody, jak by pro Vás byly důležité následující parametry. *

Diplomová práce

	Naprostο nedůležitý	Spíše nedůležitý	Spíše důležitý	Hodně důležitý
9-a Cena systému	<input type="radio"/> 0	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 47	<input type="radio"/> 39
9-b Složitost či jednoduchost instalace do interiéru	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 17	<input type="radio"/> 40	<input type="radio"/> 33
9-c Objem vody, který ročně systém uspoří	<input type="radio"/> 0	<input type="radio"/> 0	<input type="radio"/> 28	<input type="radio"/> 63
9-d Design a estetická stránka systému (jak zařízení vypadá ve vašem interiéru)	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 43	<input type="radio"/> 32	<input type="radio"/> 8
9-e Reálná životnost systému	<input type="radio"/> 0	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 37	<input type="radio"/> 52
9-f Délka záruky na funkčnost systému	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 18	<input type="radio"/> 39	<input type="radio"/> 32

Diplomová práce

Naprostě
nedůležitý

Spíše nedůležitý

Spíše důležitý

Hodně důležitý

9-g Jednoduchost

nebo náročnost

údržby (jak moc

0

5

51

35

se musíte o

systém starat)

10 - Pokud byste se rozhodovali podle doby návratnosti systému (za jak dlouho se Vám vrátí částka, za kterou jste systém zakoupili), jaká nejdelší doba by pro Vás byla akceptovatelná? Po této době pak každý měsíc reálně spoříte jak vodu, tak Vaše finance. *

- Do jednoho roku 9
- Do dvou let 31
- Do tří let 30
- Do čtyř let 4
- Do pěti let 14
- Ještě delší doba 3

Příloha 3

Zpracování dat z měření frekvence a objemu splachování

Příložená tabulka 1 – stanovení objemu jednoho spláchnutí V1 v jednotlivých bytech

Označení bytu	Počet měření							Vypočtený objem - l	
	0	1	2	3	4	5	6	V1	V2
1	81282	81282	81 296	81303	0	0	0	7	0
2	88096	88 100	88 104	88108	88114	88120	88126	4	6
3	71862	71866	71870	71874	0	0	0	4	0
4	1824631	1824636	1824641	1824646	0	0	0	5	0
5	139714	139 718	139 722	139726	139733	139740	139747	4	7
6	89551	89 557	89 563	89569	0	0	0	6	0
7	143724	143732	143740	143748	0	0	0	8	0
8	104441	104 447	104 453	104459	0	0	0	6	0
9	1363489	1 363 495	1 363 501	1363507	0	0	0	6	0
10	402 794	402 799	402804	402809	0	0	0	5	0

Diplomová práce

Příložená tabulka 2 – Souhrn zaznamenaných hodnot při sledování četnosti splachování a počtu obyvatel v různých dnech ve sledovaných domácnostech.

Datum	Den	Číslo bytu ->	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
09.03.2017	Čtvrtek	Počet spláchnutí	x	10	x	x	x	x	x	x	x	x
		Počet osob	x	2	x	x	x	x	x	x	x	x
10.03.2017	Pátek	Počet spláchnutí	x	10	x	7	x	x	x	x	x	13
		Počet osob	x	2	x	2	x	x	x	x	x	3
11.03.2017	Sobota	Počet spláchnutí	x	9	x	10	x	x	x	x	x	14
		Počet osob	x	2	x	2	x	x	x	x	x	3
12.03.2017	Neděle	Počet spláchnutí	x	11	x	9	x	x	x	x	x	23
		Počet osob	x	2	x	2	x	x	x	x	x	3
13.03.2017	Pondělí	Počet spláchnutí	x	9	10	10	x	x	x	x	x	18
		Počet osob	x	2	3	2	x	x	x	x	x	3
14.03.2017	Úterý	Počet spláchnutí	x	8	9	6	x	x	x	x	x	15
		Počet osob	x	2	3	2	x	x	x	x	x	3
15.03.2017	Středa	Počet spláchnutí	x	8	12	6	x	x	x	x	x	16
		Počet osob	x	2	3	2	x	x	x	x	x	3
16.03.2017	Čtvrtek	Počet spláchnutí	x	11	13	7	x	x	x	x	x	18
		Počet osob	x	2	3	2	x	x	x	x	x	3
17.03.2017	Pátek	Počet spláchnutí	x	13	13	6	x	x	x	x	x	12
		Počet osob	x	2	3	2	x	x	x	x	x	2
18.03.2017	Sobota	Počet spláchnutí	x	11	7	6	x	x	x	x	x	14
		Počet osob	x	2	3	2	x	x	x	x	x	2
19.03.2017	Neděle	Počet spláchnutí	x	13	7	8	x	x	18	x	x	17
		Počet osob	x	2	3	2	x	x	3	x	x	3
20.03.2017	Pondělí	Počet spláchnutí	10	11	x	6	9	12	12	x	10	13
		Počet osob	1	2	x	2	1	3	2	x	3	3
21.03.2017	Úterý	Počet spláchnutí	10	15	x	6	15	17	14	12	8	13
		Počet osob	1	2	x	2	2	3	2	2	3	3
22.03.2017	Středa	Počet spláchnutí	8	8	x	6	5	11	12	14	12	13
		Počet osob	1	2	x	2	1	2	2	2	3	3
23.03.2017	Čtvrtek	Počet spláchnutí	8	8	x	6	13	13	8	13	9	13
		Počet osob	1	2	x	2	2	2	1	2	3	3
24.03.2017	Pátek	Počet spláchnutí	10	11	x	6	16	17	10	11	6	13
		Počet osob	1	x	x	2	2	3	2	2	3	3
25.03.2017	Sobota	Počet spláchnutí	x	x	x	7	16	x	8	10	19	16
		Počet osob	x	x	x	2	2	x	1	2	3	3
26.03.2017	Neděle	Počet spláchnutí	x	x	x	x	x	x	12	14	18	13
		Počet osob	x	x	x	x	x	x	2	2	3	3
Počet dnů evidence			5	8	7	8	6	5	8	6	7	17
Průměrný počet spláchnutí na osobu za den			9,2	5,2	3,4	3,5	7,3	5,5	6,5	6,2	3,9	5,2
Průměrný počet spláchnutí na osobu a den			5,6									
Odchylna od průměru			3,6	-0,4	-2,2	-2,1	1,7	-0,1	0,9	0,6	-1,7	-0,4

Diplomová práce

Příložená tabulka – 3 – Výsledné hodnoty stanovené na základě sledování frekvence a počtu obyvatel jednotlivých domácností v konkrétních dnech.

Číslo bytu ->	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Počet dnů evidence	5	8	7	8	6	5	8	6	7	17
Průměrný počet spláchnutí na osobu za den	9,2	5,2	3,4	3,5	7,3	5,5	6,5	6,2	3,9	5,2
Celkový průměr splachování na osobu a den	5,6									
Odchylka počtu splachování od průměru	3,6	-0,4	-2,2	-2,1	1,7	-0,1	0,9	0,6	-1,7	-0,4
Naměřený objem jednoho spláchnutí	7	4	4	5	4	6	8	6	6	5
Denní spotřeba vody v bytě	64,4	20,7	13,5	17,5	29,3	32,8	52	37	23,4	26,2
Průměrný objem jednoho spláchnutí	5,5									

Příložená tabulka – 4 – Stanovení průměrné četnosti splachování a sprchování na základě sledování domácností.

Uživatel	Byt	Doma	Sprchování	Koupání
1	1	1	7	1
2	2	0,5	7	0
3	2	0,5	7	0
4	3	0,5	7	0
5	3	0,5	7	0
6	3	0,5	7	0
7	4	1	7	0
8	4	0,5	7	0
9	5	1	8	0
10	5	0,5	7	0
11	6	0,5	7	0
12	6	0,5	7	0
13	6	0,5	3	0
14	7	0,5	7	0
15	7	0,5	6	0
16	8	0,5	8	0
17	8	0,5	9	0
18	9	0,5	7	0
19	9	0,5	3	4
20	9	0,5	5	1
21	10	0,5	6	1
22	10	0,5	3	1
23	10	0,5	2	4
Průměr			6,26	0,52