

MORAVSKÁ VYSOKÁ ŠKOLA OLMOUC

Ústav podnikové ekonomiky

Využívání dešťové vody v domácnosti a její ekonomická výhodnost

Economic use of rainwater in the home

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Jméno studenta: Alinče Jindřich

Vedoucí práce: Ing. Štefan Kolumber, Ph.D.

Olomouc 2020

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jen zdroje v seznamu literatury a použitých zdrojů.

Tištěná verze textu práce je shodná s textem práce na CD nosiči a elektronickou verzí vloženou do studijního systému IS/STAG.

V Praze dne 30. 3. 2020

Alinče Jindřich

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji svému vedoucímu Ing. Štefanu Kolumberovi, Ph.D. za odborné vedení práce, za cenné rady a ochotu v průběhu zpracování této práce. Dále bych rád poděkoval své rodině za podporu během studia.

Moravská vysoká škola Olomouc
Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jindřich Alinče**
Osobní číslo: **M17088**
Studijní program: **B6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Podniková ekonomika a management**
Název tématu: **Využívání dešťové vody v domácnosti a její ekonomická výhodnost**
Téma anglicky: **Economic Use of Rainwater in the Home**
Zadávací katedra: **Ústav podnikové ekonomiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Úvod - Úvod do problematiky dlouhotrvajícího sucha.
2. Teoretická část - Problematika sucha a její možné řešení, poznatky o záchytných systémech na dešťovou vodu.
3. Metodická část - Návrh záchytného systému na dešťovou vodu včetně všech náležitostí a její využívání v domácnosti.
4. Praktická část - Počítání ekonomické výhodnosti a návratnosti záchytného systému podle ušetřených nákladů za pitnou vodu.
5. Závěr - Zhodnocení výsledku.

Rozsah grafických prací: Dle norem MVŠO
Rozsah pracovní zprávy: Dle norem MVŠO
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:


1. BÖSE, Karl-Heinz. Dešťová voda pro dům a zahradu. Ostrava: HEL, 1999. ISBN 80-86167-08-9.
2. SIEGEL, Seth M. Budiž voda: izraelská inspirace pro svět ohrožený nedostatkem vody. Přeložil Hana ŠKAPOVÁ. Praha: Aligier, 2016. ISBN 978-80-906420-0-3.
3. VRÁNA, Jakub. Voda a kanalizace v domě a v bytě: instalatérské práce. Praha: Grada, 2005. Profi & hobby. ISBN 80-247-0800-0.
4. Voda včera, dnes a zítra - Zbyněk Hrkal

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Štefan KOLUMBER, Ph.D.
Ústav podnikové ekonomiky


Datum zadání bakalářské práce: 24. května 2019
Termín odevzdání bakalářské práce: 31. března 2020

Podpis studenta: Datum: 24. 10. 2019

Podpis vedoucího práce: Datum: 24. 6. 2019


Mgr. Irena KOVAČIČINOVÁ
prorektorka




Ing. Zuzana STEFANOVÁ, Ph.D.
manažer ústavu

V Olomouci dne 19. června 2019

Obsah

ÚVOD	9
1 TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1.1 Problematika sucha.....	10
1.1.1 Klimatické změny	11
1.1.2 Závadné vody	11
1.1.3 Úniky.....	11
1.2 Příklad pro svět.....	12
1.3 Špatný příklad pro svět.....	12
1.4 Koloběh vody	13
1.5 Zadržování vody.....	13
1.5.1 Budování přehrad	14
1.5.2 Budování jezů na řekách	14
1.5.3 Budování retenčních nádrží.....	14
1.5.4 Budování rybníků	14
1.5.5 Sazení stromů	14
1.5.6 Budování záchytného systému	15
1.6 Využití dešťové vody	15
1.6.1 Dešťová voda	15
1.6.2 Proč využívat dešťovou vodu.....	15
1.6.3 Zisk dešťové vody	16
1.6.4 Spotřeba dešťové vody.....	16
1.7 Záchytný systém na dešťovou vodu	17
1.7.1 Právní ustanovení	18
1.7.2 Kritéria pro výstavbu záchytného systému	19

1.8	Cena pitné vody	23
2	METODICKÁ ČÁST	24
2.1	Návrh záchytné nádrže	24
2.2	Návrh domácí vodárny	27
2.3	Návrh potrubí na svod dešťové vody.....	30
2.4	Návrh projektu.....	32
2.4.1	Tvarovky na potrubí	35
2.5	Náklady na zemní práce	38
2.5.1	Výpočet objemu zeminy určené k odvozu.	39
2.5.2	Výpočet nakypření	41
	Náklady na odvoz zeminy	41
2.5.3	Výpočet objemu zásypu	41
2.5.4	Výpočet objemu šterku.....	42
2.6	Náklady na řemeslné práce.....	42
3	PRAKTICKÁ ČÁST	43
3.1	Shrnutí nákladů.....	43
3.1.1	Shrnutí nákladů	45
3.2	Funkčnost záchytného systému	45
3.2.1	Výpočet potřeby vody	45
3.2.2	Výpočet objemu zachycené vody.....	46
3.3	Výpočet nákladů na elektřinu za čerpání.....	46
3.3.1	Náklady za elektrickou energii na rok.....	47
3.4	Návratnost záchytného systému	47
3.4.1	Návratnost záchytného systému bez použití dotace.....	47
3.4.2	Návratnost záchytného systému s použitím dotace.....	49
3.5	Návrhy a doporučení	50
3.6	Přínos pro životní prostředí	51

3.7 Přínos práce	52
ZÁVĚR.....	53
Literatura a zdroje	54
Seznam znaků a zkratk	57
Seznam tabulek	58
Seznam obrázků	59
Seznam Příloh	60
Anotace.....	71

ÚVOD

V posledních letech se neustále hovoří o vlivu naší činnosti na životní prostředí. Naše bytí na planetě způsobuje značné změny klimatu a jedním z nich je také úbytek pitné vody na planetě. S globálním oteplováním přichází samozřejmě větší sucho, které začíná působit i na území České republiky. S vodou se zbytečně plýtvá a přitom je spousta metod, jak s ní šetřit a myslet tak na dalekou budoucnost. Tato práce by měla být jakýmsi návodem, jak využívat dešťovou vodu a zároveň ušetřit finanční náklady, ale také by měla lidi po přečtení donutit přemýšlet i o takových věcech, jako je třeba úbytek pitné vody.

Vzhledem k tématu této bakalářské práce, se budeme věnovat ubývajícím množství pitné vody na planetě a vzhledem k této vážné budoucí hrozbě, rozebírat metody, jak lze s vodou šetřit.

V teoretické části se budeme věnovat problematice ubývajících vody a popíšeme metody, jak lze vodu šetřit. Uvedeme jednotlivé poznatky o záchytných systémech a popíšeme záchytný systém na dešťovou vodu pro rodinný dům.

V metodické části konkrétně popíšeme a navrhne projekt záchytného systému včetně vypočítání nákladů na jeho zhotovení.

V praktické části se budeme věnovat výpočtům, zdali se nám využíváním dešťové vody v domácnosti ušetří finanční náklady vynaložené na pitnou vodu. Výpočtem se tedy snažíme zjistit, zda nám dešťová voda ušetří finanční náklady nebo to nebude mít žádný vliv. Dále se budeme věnovat tomu, co tento projekt přinese pro životní prostředí a jaký bude jeho přínos této práce celkově.

Pro tuto bakalářskou práci byl vybrán typový dům postavený v Praze, na který bude záchytný systém aplikován. Dům bude pro čtyřčlennou rodinu a součástí domu bude zahrada o výměře 1000 metrů čtverečných. Dům bude klasických rozměrů 12 na 10 metrů se sedlovou střechou a garáží pro auto 6 na 4 metry.

Cílem práce je zkoumání ekonomické výhodnosti při využívání dešťové vody v domácnosti. Účelem je navrhnout projekt záchytného systému na dešťovou vodu se všemi náležitostmi a spočítanými náklady na výstavbu pro rodinný dům v Praze s čtyřčlennou rodinou a zahradou. Dalším cílem je výpočet návratnosti podle ušetřených nákladů za spotřebovanou pitnou vodu. Jedním z dalších cílů je také popsat přínos pro životní prostředí a přínos této práce celkově.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Problematika sucha

Sucho je v poslední době stále větším problémem, který řeší už několik let, různé státy po celé planetě. Pitná voda zkrátka ubývá a ubývat zřejmě bude. Například ubývající ledovec v Antarktidě, který je největším zdrojem pitné vody. Ledovec se vlivem globálního oteplování rozpouští a mísí s mořskou vodou. Problém je v naší činnosti, vlivem zemědělství a průmyslu je voda kontaminována a je v podstatě nepoužitelná. V poslední době se tento problém začal projevovat i v České republice. Je to způsobeno tím, že se mění klima a teploty se zvyšují. Pokud tedy chceme udělat nějaké kroky k tomu, aby se tento proces zastavil nebo alespoň zpomalil, je zapotřebí šetřit vodou.

„Vodu neoceníme, dokud nám nevyschne studna a to platí o všem v životě.“¹

Každý z nás považuje pitnou vodu za samozřejmost, jelikož si jí každý může natočit doma z kohoutku nebo si ji může koupit v plastové lahvi v obchodě. Samozřejmě to tak je a také dlouho bude, ale tahle myšlenka je celkem sobecká k budoucím generacím. Pokud budeme s vodou plýtvat, proces sucha se jen urychlí.

„Z vesmíru se zdá, že Země je obrovský modrý obr - více než dvě třetiny povrchu jsou pokryty vodou. Ale žijí trpí osm miliard lidí. Někteří musejí denně bojovat o jediný doušek pitné vody.“²

Celý povrch země tvoří zhruba 98% vody, ale jen z toho se dá použít 2,5% vody na zemědělství a spotřebu, avšak pitná voda tvoří jen jedno procento. Tyto čísla už nejsou tak pozitivní. Zde v České republice sice zatím problém není tak vážný, ale nemůžeme přehlížet situaci ve světě. Pokud se bude nadále zvyšovat globální oteplování, můžeme očekávat, že problém bude i u nás. V posledních letech jsme si v České republice mohli povšimnout změny počasí, jako například větší teplo v létě a méně srážek. Déšť je méně často, ale za to ve formě přívalových dešťů, které rychle odtečou a nenasytí půdu vodou. To způsobuje problémy v dostatku vody potřebné k zemědělství a konzumaci. Loňský rok 2018 byl pro řadu měst v České republice dost problematický, protože klesala hladina spodní vody a lidé byli závislí na nouzovém zásobování pitnou vodou. Pokud chceme dostatek vody, musíme se naučit vodu zadržovat.

¹ Citáty slavných osobností [online]. [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: <https://citaty.net/citaty/15518-benjamin-franklin-vodu-neocenime-dokud-nam-nevyschne-studna-a-to-pl/>

² Hydrotech. [online]. [cit. 2019-11-04]. Dostupné z: <https://www.hydrotech-group.com/cz/blog/voda-na-zemi-kolko-jej-na-planete-mame-a-ake-mnozstvo-z-toho-tvori-pitna-voda>

1.1.1 Klimatické změny

„V důsledku změny klimatu stoupá teplota vody u hladin jezer a řek, což znamená rychlejší odpařování. Růst teplot vede k tomu, že pro zajištění stejné míry zavlažení zemědělských plodin potřebujeme víc vody.“³

Problémem je, že se se změnou klimatu mění i srážky, které jsou tak potřebné. Díky jejich nepravidelnosti půda vysychá a vytvoří jakousi krustu na povrchu. Následně když na tuto krustu zaprší, tak voda rychle odteče a nevsákne se. Proto je důležité tuto vodu zadržovat. Pro půdu je v tomto případě nejlepší, když prší déle v malých srážkových dávkách. V posledních letech je na území České republiky patrný pokles spodní vody a vše je způsobeno právě zmiňovanou změnou klimatu. V Česku jsou teplejší léta, která způsobují sucho, a to občas naruší krátké přívalové deště.

1.1.2 Závadné vody

Za toto si lidstvo může bohužel samo svou činností a plýtváním zdrojů pitné vody. Průmysl a ekonomika států dohání vědce k vymýšlení chemikálií, které mohou urychlit například růst potravin pěstovaných na polích. V dnešní době se vše urychluje a platí to i pro průmysl. Bohužel tyto chemikálie jsou škodlivé a splavují se do řek a jezer, ale také do spodní vody. Například pěstování na polích probíhá tak, že se pěstované potraviny postříkují pesticidy, nebo jsou již obsaženy v hnojivech. Dále také továrny vypouštějí chemikálie do řek. Bohužel jakmile jednou znečistíme vodní zdroj, tak o něj přijdeme.⁴

1.1.3 Úniky

Některé země mají velké úniky na vodovodních sítích. Když uvážíme, jak je pitná voda pro celou planetu cenná, tak únik několika milionů krychlových metrů vody není nijak přívětivý. Je to především způsobené zastaralou infrastrukturou. Havárie na vodovodních řadech se často špatně odstraňují a než dojde k uzavření řady z důvodu poruchy, vyteče zde spousta vody. V Pražských vodovodech a kanalizacích jsou například přivaděče mezi vodojemy o průměru 800 mm, což v případě poruchy způsobí únik přesahující 1000 litrů za vteřinu. Pro představu, než dojde k jejímu uzavření například po jedné hodině, unikne z řady 3600 metrů krychlových, pitné vody. Těmto únikům by se mělo předcházet, protože je to obrovský objem vody, který mohl být využit užitečněji.

³ SIEGEL, Seth M. *Budiž voda: izraelská inspirace pro svět ohrožený nedostatkem vody*. Vydání třetí. Praha: Aligier, 2018, 6 s. ISBN 978-80-906420-5-8.

⁴ SIEGEL, Seth M. *Budiž voda: izraelská inspirace pro svět ohrožený nedostatkem vody*. Vydání třetí. Praha: Aligier, 2018, 7 s. ISBN 978-80-906420-5-8.

1.2 Příklad pro svět

Jedním z příkladů správného nakládání s vodou je Izrael. Tento stát měl kdysi obrovské problémy s nedostatkem vody z důvodu, že většina území tohoto státu tvoří poušť. Izraelská ekonomika byla v troskách, a přeci jen si dokázali poradit s důmyslným přístupem k nakládání s vodou.

„Izrael nejen že netrpí krizí z nedostatku vody, naopak má vody přebytek. Dokonce vodu dodává některým sousedním státům.“⁵

Pomocí technologických řešení a plánování se tato země s krizí dokázala vypořádat a do dnes je pro svět příkladem. Například dokázali pomocí odborníků přijít na to, jak odsolovat mořskou vodu, a tudíž jí proměnit na životodárnou tekutinu. Dále také usilovali o recyklaci splaškové vody, což bylo důležité pro závlahu rostlin. Jedním z nápadů šetření s vodou bylo vodu zdražit a tím dostat do povědomí lidí to, aby přemýšleli, kolik vody spotřebují a na co se dá využít.

1.3 Špatný příklad pro svět

Jedním ze špatných příkladů zacházení s vodou je Aralské jezero. Toto jezero bylo z důsledku plánu komunistického sovětského svazu zničeno. Do jezera přitékaly dvě řeky, které byly odkloněny kvůli zemědělství a především výrobě bavlny. Z důsledku odklonění řek pro účely zavlažování, začala v jezeru klesat hladina vody. Jezero nakonec vyschlo, až na pár malých jezírek, které mají obrovský obsah soli. Místo jezera je tam teď poušť, která roznáší slaný prach na bavlníkové plantáže. Spoustu lidí muselo opustit okolí tohoto jezera, protože pro ně znamenalo zdroj obživy. Bydleli zde například rybáři, kteří museli odjet lovit ryby na jiná jezera. Jedním z dalších problémů této katastrofy je, že zbývající voda v jezeru je jedovatá a to z důvodu velkého množství pesticidů ze zemědělské činnosti.⁶

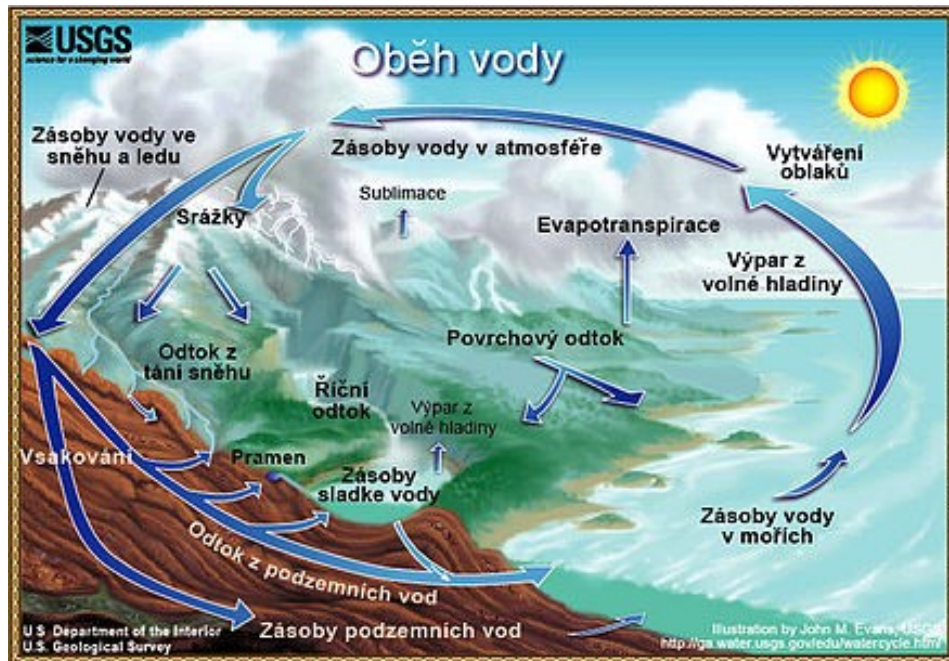
Dobrou zprávou je, že se jezero začíná opět plnit. Kazachstán se rozhodl vybudovat přehradu, která byla dostavena v roce 2005, a díky tomu se podařilo zvednout hladinu. Podle informací opět vzrostl počet ryb ve vodě, a tudíž se zde znovu mohou živit rybáři. Je samozřejmé, že Aralské jezero už nikdy nebude takové jako dřív. Berme tuto skutečnost jako zstrašující případ pro nakládání s vodou a uvědomme si, že jednou o ni můžeme přijít úplně.

⁵ SIEGEL, Seth M. *Budiž voda: izraelská inspirace pro svět ohrožený nedostatkem vody*. Vydání třetí. Praha: Aligier, 2018, 8 s. ISBN 978-80-906420-5-8.

⁶ National Geographic Česko. *Aralské jezero opět pomalu ožívá! Vrací se do něj ryby*. [online]. 2017 [cit. 2019-12-31]. Dostupné z: <https://www.national-geographic.cz/clanky/aralske-jezero-opet-oziva-vraci-se-do-nej-ryby-20170625.html>

1.4 Koloběh vody

Obr. 1: Koloběh vody



Zdroj: Wikipedia. *Koloběh vody* [online]. 2019 [cit. 2019-12-30]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Kolob%C4%9Bh_vody

Každý z nás se na základní škole učil o koloběhu vody. Je to jednoduché, voda se odpařuje, sublimuje a pak naprší na pevninu, odkud zase řekami odteče do moře. Většina lidí na planetě je závislá na zásobách vody z dešťových srážek, tak proč bychom jí měli nechat jen tak odtéct, když silně prší?

1.5 Zadržování vody

Máme hned několik metod jak zadržovat vodu.

- Budování přehrad
- Budování jezů na řekách
- Budování retenčních nádrží
- Budování rybníků
- Sazení stromů
- Budování záchytných systémů

Jednotlivé metody si nadále popíšeme a nejvíce se budeme věnovat budování záchytného systému, který budeme dále zkoumat z ekonomického hlediska.

1.5.1 Budování přehrad

„Přehrada je vzdouvací stavba přehrazující vodní tok a jeho údolí a vytvářející vodní nádrž. Přehradu tvoří přehradní hráz spolu s funkčním zařízením (výpusti, přelivy, odběry atd.), které může být umístěno přímo v hrázi nebo v samostatných objektech.“⁷ Každý zná Vltavskou kaskádu, která je velkým přínosem pro vodní hospodářství v Čechách. Vezměme si z tohoto díla příklad a budujme další přehrady. Jednak to reguluje průtok v řece, čímž můžeme také zabránit bleskové povodni způsobené přivalovým deštěm a jednak je to velký zdroj vody. Přehradit řeku, získat tak velký zdroj vody a zároveň využívat průtok k výrobě elektřiny je úžasný způsob zacházení s vodou.

1.5.2 Budování jezů na řekách

„Jez je vzdouvací stavba přehrazující koryto vodního toku, výjimečně i údolí, sloužící hlavně k vytvoření zdrže, získání spádu anebo zajištění plavebních podmínek.“⁸ Budování jezů je v podstatě takové přehrazení řeky za účelem zadržení a zpomalení vody. Jako u přehrad se tím získává větší zdroj vody a lze průtok využít k výrobě energie. Jezy mohou být pevné nebo pohyblivé, které dokážou regulovat hladinu vody.

1.5.3 Budování retenčních nádrží

Retenční nádrže slouží k zachytávání přivalových dešťů. Nejčastěji se budují v místě potoka nebo strouhy, která slouží pro odvod vody z velkých ploch jako například polí.

1.5.4 Budování rybníků

Budováním rybníků získáváme zdroj přírodní vody s podvodním životem. Rybník vytváří spoustu výhod pro životní prostředí. Najde zde domov spoustu živočichů a ryb. Rybníky se dají tvořit v místech průtoku potoka nebo vývěru pramene. O rybníky je potřeba pečovat a chránit je před kontaminací.

1.5.5 Sazení stromů

Stromy mají výbornou vlastnost v tom, že zadržují vodu v krajině. Když prší v místě lesa, padající kapky se vsakují do měkké půdy a kořenů stromů. V podstatě stromy zastavují vodu v jejím putování po povrchu země. Sazení stromů je skvělá metoda k udržení vody v krajině a udržení hladiny spodní vody. Přínosem sazení stromů je také, že čistí vzduch, což je zejména důležité pro snižování množství oxidu uhličitého v atmosféře.

⁷ KAŇKOVSKÝ, Petr. *Vodní toky*. Praha: Institut environmentálních služeb, 2012, 13 s. ISBN 978-809-0520-202.

⁸ KAŇKOVSKÝ, Petr. *Vodní toky*. Praha: Institut environmentálních služeb, 2012, 71 s. ISBN 978-809-0520-202.

1.5.6 Budování záchytného systému

Budováním záchytného systému se myslí především zachytávání dešťové vody do plastové nebo betonové retenční nádrže, ze které je voda využívána jako užitková. Jde především o to, aby voda například ze střech neodtekla do kanalizace ale, aby byla využita. Rodinné domy, které mají záchytný systém na dešťovou vodu, mohou tuto vodu využívat v domě nebo na zahradě. Využívat v domě se dá například na splachování nebo na praní a úklid. Na zahradě se využije k zalévání nebo mytí auta. Tento systém může ušetřit náklady vynaložené na pitnou vodu a to budeme nadále v této práci zkoumat.

1.6 Využití dešťové vody

1.6.1 Dešťová voda

„Je destilovaná voda z oblaků, které se při pádu na zemský povrch znečišťuje látkami obsaženými v ovzduší.“⁹

1.6.2 Proč využívat dešťovou vodu

Za využití dešťové vody šetříme peníze. Když si spočítáme, kolik ročně vynaložíme peněz na splachování nebo zalévání zahrady. Představme si, že když nahradíme pitnou vodu za dešťovou na účel splachování WC, můžeme tím ušetřit až 50% nákladů za vodu. U vody pitné také platíme stočné a díky využívání dešťové vody již nemusíme.

Dalším důvodem je nižší energetická náročnost. *„Čerpadla dopravují pitnou vodu dlouhým potrubím od místa zdroje až do domu, často ze vzdálenosti více než 100km. Aby se překonal hydraulický odpor v potrubí a vodní tlak.“¹⁰* K tomu abychom spláchli pitnou vodu do WC, je využita spousta elektrické energie. Proto je lepší myslet na životní prostředí a využívat jednodušší a šetrnější variantu.

Díky využívání dešťové vody nespotřebujeme tolik pracích prostředků, protože dešťová voda obsahuje méně vápníku a hořčíku a tudíž voda není tvrdá. Tvrdá voda následně ničí pračku. Díky tomu že je dešťová voda měkká, ušetříme za prací prostředky a tím ušetříme i pračku.

Dále je také snížen odtok vody z ploch ve městech, což zamezuje odtoku dešťové vody do kanalizací a tím zamezuje rozvodnění toků. Záchytná nádrž na dešťovou vodu v podstatě vytváří retenční nádrž na pozemku domu.

⁹ VRÁNA, Jakub. *Voda a kanalizace v domě a v bytě: instalatérské práce*. Praha: Grada, 2005, 11 s. ISBN 80-247-0800-0.

¹⁰ BÖSE, Karl-Heinz. *Dešťová voda pro dům a zahradu*. Ostrava: HEL, 1999, 6 s. ISBN 80-861-6708-9.

„Dešťovou vodu bez vápna přijímají rostliny dobře a projevuje se to kladně zvláště u hrnkových kultur: na keramických květináčích se nevyskytuje takový vápenatý povlak jako u zálivky používající tvrdou vodu.“¹¹

Pokud budeme využívat dešťovou vodu, pak bude menší nápor na kanalizační síť. Spousta domácností odvádí dešťovou vodu do kanalizace a tím pádem je v období deště obrovský nápor na stokové síť. Tím, že začnou všichni využívat dešťovou vodu, tento nápor klesne a klesnou i náklady na rekonstrukce nebo výstavby větších kanalizačních sítí.¹²

Je krásný pocit udělat něco pro životní prostředí. Snad si tyto důvody uvědomí více lidí a začnou přemýšlet o tom, že je to velice praktické a zároveň ekologické.

1.6.3 Zisk dešťové vody

Výpočet pro zisk dešťové vody vypadá takto:

„Zisk dešťové vody/rok (v litrech) = jímací plocha (v metrech čtverečních) x koeficient odtoku x srážky/rok (v milimetrech).“¹³

Abychom zjistili, kolik dokážeme získat dešťové vody, potřebujeme zjistit roční úhrn srážek v dané lokalitě. Tento roční úhrn srážek je samozřejmě proměnný, ale v této práci budeme počítat s dlouhodobým průměrem udávaným hydrometeorologickým ústavem.

Koeficient odtoku je u šikmých střech 0,8.¹⁴

1.6.4 Spotřeba dešťové vody

Spotřeba vody se počítá podle potřeby na jednu osobu. Jsou to hodnoty v litrech, podle kterých lze určit, kolik spotřebuje průměrná čtyřčlenná rodina na splachování toalet, praní nebo zalévání zahrady. Pračky většinou udávají, kolik spotřebují vody za rok a toalety mají nádobku s objemem obvykle na 10 litrů.

Průměrné hodnoty se pak dají vypočítat podle počtu používání v domácnosti. Některé vodohospodářské společnosti uvádějí průměrnou spotřebu vody v domácnostech a rozdělují jí podle účelu. Pražské vodovody a kanalizace uvádějí jednotlivé objemy v litrech, a jelikož budeme v této práci počítat výhodnost záchytného systému v Praze, tak využijeme tyto hodnoty. Objemy jsou samozřejmě průměrné a nelze říci, že je to u všech v domácnosti stejné.

¹¹ BÖSE, Karl-Heinz. *Dešťová voda pro dům a zahradu*. Ostrava: HEL, 1999, 8 s. ISBN 80-861-6708-9.

¹² BÖSE, Karl-Heinz. *Dešťová voda pro dům a zahradu*. Ostrava: HEL, 1999, 8 s. ISBN 80-861-6708-9.

¹³ BÖSE, Karl-Heinz. *Dešťová voda pro dům a zahradu*. Ostrava: HEL, 1999, 24 s. ISBN 80-861-6708-9.

¹⁴ BÖSE, Karl-Heinz. *Dešťová voda pro dům a zahradu*. Ostrava: HEL, 1999, 24 s. ISBN 80-861-6708-9.

Pražské vodovody a kanalizace uvádějí, že se spotřebuje:

25 litrů na splachování WC na jednu osobu za den

16 litrů na praní a úklid na osobu za den

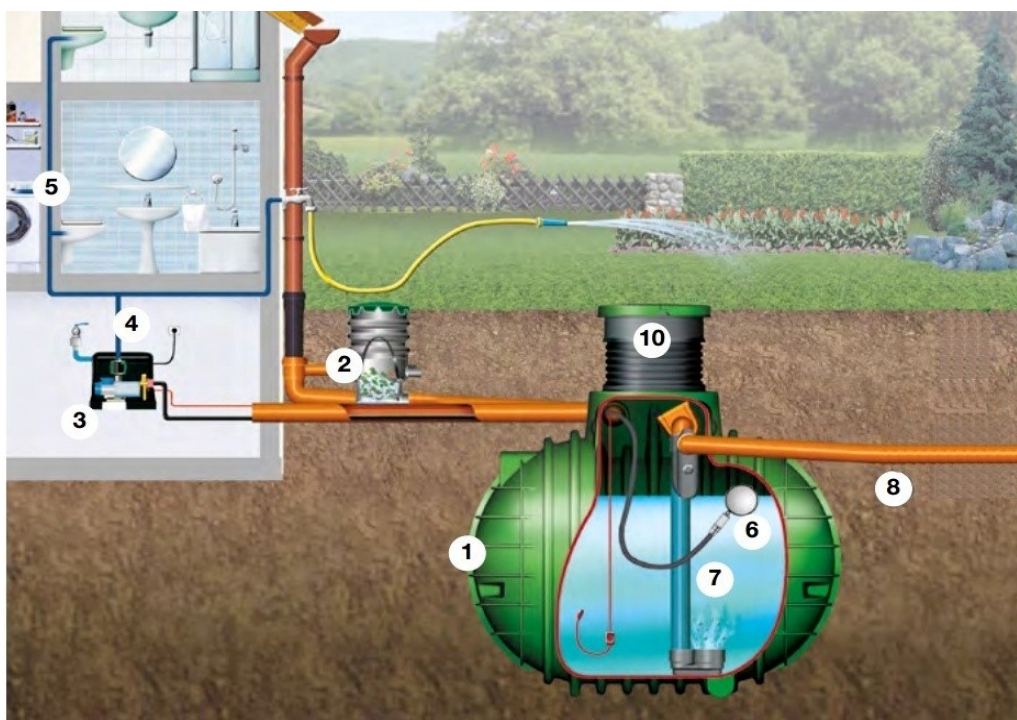
5 litrů na zalévání zahrady na osobu za den

4 litry na ostatní spotřebu za osobu za den, což bude v našem případě například mytí auta ¹⁵

Hodnoty jsou uvedeny v příloze, viz příloha č. 1

1.7 Záchytný systém na dešťovou vodu

Obr. 2: Záchytný systém na dešťovou vodu



Zdroj: Archenergy. *Dotace dešťovka* [online]. [cit. 2019-11-15]. Dostupné z: <http://www.archenergy.cz/dotace-ir-op-nzu/destovka-dotace/>

Na obrázku č. 2 vidíme, jak systém funguje. Máme zde plastovou nádrž, do které je odváděna voda ze střechy domu plastovým potrubím. Zde se voda akumuluje a je čerpána zpět do domu domácí vodárnou. Z vodárny je pak voda tlačena do rozvodů sloužících ke splachování, praní, užitku nebo zalévání. Nádrž se navrhuje podle plochy střechy domu a slouží k ní vzorec, při kterém počítáme i srážkové údaje na danou oblast a koeficient využitelné srážkové vody. Součástí systému musí být také filtry, které odstraní z vody hrubé nečistoty.

¹⁵ Pražské vodovody a kanalizace. *Spotřeba vody* [online]. 2019 [cit. 2019-12-31]. Dostupné z: <https://www.pvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/spotreba-vody/>

Filtry mohou být před vtokem do nádrže, aby nebyly nečistoty v nádrži a dále jemné filtry před domácí vodárnou. Před pračku je vhodné umístit ještě jeden jemný filtr. Domácí vodárna by měla mít dostatečný výkon na vyčerpání vody z nádrže a zároveň by měl být její součástí tankový zásobník. Tento zásobník nám udržuje tlak v potrubí, aby vodárna nemusela čerpat neustále. Když tlak v zásobníku klesne pod požadovanou úroveň, vodárna sama zapne a zásobník dočerpá.

Plastová akumulární nádrž musí být uložena v zemi, aby nám udržovala teplotu vody pod úrovní 14 stupňů. Je to z toho důvodu, aby se nám ve vodě nepřemnožili bakterie. Dalším důvodem je, aby byla v nezámrazné hloubce. Tato nezámrazná hloubka je v běžných zeminách minimálně 80cm. Dalším kritériem pro uložení nádrže je obsypání pískem nebo šterkem jemné frakce, aby nedošlo k poškození nádrže. Obsyp by měl být zhruba 50 cm z každé strany, tudíž výkop na tuto nádrž musí být o 50 cm větší, než je rozměr samotné nádrže.

1.7.1 Právní ustanovení

Ohledně dešťové vody jsou důležitá kritéria, která je dobré vědět. Například pokud odvádíme srážkovou vodu do kanalizace, což bude v našem případě splachování, nemusíme platit stočné. Právní ustanovení V § 20 odst. 6 zní takto:

„Povinnost platit za odvádění srážkových vod do kanalizace pro veřejnou potřebu se nevztahuje na plochy dálnic, silnic, místních komunikací a účelových komunikací veřejně přístupných, plochy drah celostátních a regionálních včetně pevných zařízení potřebných pro přímé zajištění bezpečnosti a plynulosti drážní dopravy, zoologické zahrady a plochy nemovitostí určených k trvalému bydlení a na domácnosti.“¹⁶

Dalším pro nás důležitým předpisem je, že nesmíme propojit potrubí z veřejného vodovodu s potrubím na dešťovou vodu, aby nedošlo ke kontaminaci vody pitné. Dalo by se to vyřešit tím, že umístíme zpětné klapky na vodovodní potrubí s pitnou vodou, ale bohužel i tak se to počítá jako propojení potrubí. Pro nás je toto bohužel komplikace, protože v momentě, kdy nám dojde voda v nádrži na dešťovou vodu, tak nemůžeme splachovat ani prát. V tomto případě je vhodné pro případ nouze přivést do naší nádrže potrubí, kterým se může napustit vodou pitnou.

¹⁶ KAŇKOVSKÝ, Petr. *Osoba oprávněná k provozování vodovodů a kanalizací*. Líbeznice: Pro Vyšší odbornou školu stavební a Střední školu stavební Vysoké Mýto vydalo vydavatelství Medim, 2007, 24 s. Učební text (Vyšší odborná škola stavební a Střední škola stavební Vysoké Mýto). ISBN 978-808-7140-116.

V posledních letech je možné také využít dotace na výstavbu tohoto systému. Podle uváděného postupu stačí vyplnit formulář a splnit veškeré podmínky stanovené pro tento projekt.

Jednou z podmínek je zákaz již zmiňovaného propojení s vodovodem. O dotaci mohou žádat majitelé rodinných domů a novostaveb. Při využívání dešťové vody na splachování nám dotace zaplatí maximálně polovinu vynaložených nákladů avšak je omezena na 20 000 až 30 000kč plus za každý kubický metr nám zaplatí 3500kč.¹⁷ Po té už stačí jen čekat, zdali nám dotaci schválí. V této práci budeme počítat samozřejmě s oběma variantami, s dotací a bez dotace. Návratnost s dotací bude samozřejmě rychlejší.

1.7.2 Kritéria pro výstavbu záchytného systému

Při návrhu musí mít vše nějaká kritéria, aby systém fungoval tak jak má. Prvním kritériem je tedy návrh dostatečné kapacity nádrže. Můžeme vypočítat pomocí vzorce.

„V (objem nádrže) = (roční úhrn srážek v mm x půdorysná plocha střechy x koeficient odtoku střechy (u šikmé střechy pozinkovaný plech 0,8; pálené tašky 0,75) / 14 (koeficient využitelné srážkové vody).“¹⁸

Tímto vzorcem tedy vypočítáme doporučenou kapacitu. Budeme k tomu dále potřebovat údaje o srážkách uvedených na stránkách hydrometeorologického ústavu. Výpočtům se budeme věnovat v praktické části.

Dalším kritériem je nádrž správně umístit. Nejlepší místo je co nejbližší k domu, abychom ušetřili náklady za svodové a vodovodní potrubí.

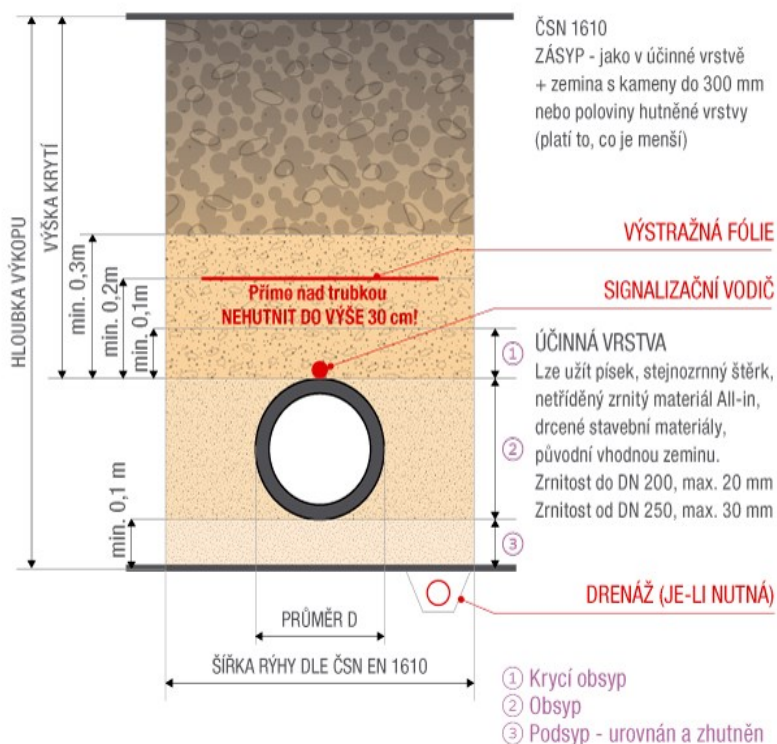
Potrubí, které odvádí vodu do nádrže, musí být uloženo v zemi a nemusí splňovat podmínku nezámrzné hloubky. Potrubí musí být uloženo v 10 centimetrů vysoké vrstvě zhutněného písku. Více informací o uložení najdeme na obrázku uloženého potrubí, viz **obrázek č. 3**. Potrubí by mělo být z PVC (polyvinylchlorid), protože je snadné na manipulaci a má dlouhou životnost. Z okapu střechy je svodové potrubí, které nám prochází do země. Právě v místě tohoto vstupu do země je takzvaný "gajgr", neboli lapač střešních splavenin. Ten má za účel pochyťat například listy nebo nečistoty usazené na střeše. Příklad toho jak vypadá gajgr můžeme vidět na **obrázku č. 4**. Od

¹⁷ Dešťovka. [online]. [cit. 2020-02-07]. Dostupné z: <https://www.dotacedestovka.cz/>

¹⁸ PONCAROVÁ, Jana. Nádrž na dešťovou vodu: Kolik vám ušetří a jak ji vybrat? [online]. 2.1.2017 [cit. 2019-12-21]. Dostupné z: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/nadrz-na-destovou-vodu>

gajgru vede potrubí v tloušťce, kterou musíme vypočítat. Výpočet slouží k správnému zvolení dimenze potrubí a tím byl optimalizován odtok dešťových vod. Výpočet provedeme při návrhu záchytného systému v metodické části.

Obr. 3: Uložení potrubí



Zdroj: Tzb-info. [online]. [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/16351-system-fv-infra-vyuziti-fv-hdpe-potrubí-montazni-instrukce-pro-pokladku-a-spojovani>

Obr. 4: Gajgr



Zdroj: Pkv plus. [online]. [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: <https://www.pkvplus.cz/p/lapac-stresnich-vod-gajgr-spodni-odtok-d-110-standard-cerny>

Vzorec pro výpočet návrhu potrubí zní takto:

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

i - intenzita deště = 0,03 l/s. m²

A - půdorysný průmět odvodňované plochy nebo účinná plocha střechy [m²]

C - součinitel odtoku dešťových vod [-]¹⁹

Součinitel odtoku dešťových vod je u nepropustných střech 1,0.

Potrubí musí být v minimálním sklonu 2%.²⁰ Sklon 2% znamená, že na jeden metr délky je 2 centimetry rozdíl ve výšce. Potrubí by se v místě připojení dalšího potrubí mělo dimenzovat na větší průměr, čili pokud se jedna 110mm trubka napojí do další 110 mm trubky, tak by mělo pokračovat v potrubí o tloušťce 125 mm, aby byl zajištěn průtok. Toto pravidlo však musí být ověřeno výpočtem. Potrubí musí být zaústěno

¹⁹ Katedra technických zřízení budov K11125. *Výpočty a tabulky pro návrh kanalizačního potrubí*. [online]. [cit. 2019-12-22]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=podklady&id=36>

²⁰ CHEJNOVSKÝ, Pavel. *Osoba oprávněná k provozování vodovodů a kanalizací*. Líbeznice: Pro Vyšší odbornou školu stavební a Střední školu stavební Vysoké Mýto vydalo vydavatelství Medim, 2007, 11 s. Učební text (Vyšší odborná škola stavební a Střední škola stavební Vysoké Mýto). ISBN 978-808-7140-055

v nejvyšším místě záchytné nádrže, aby se naplnila seshora a zároveň nedocházelo k akumulaci vody v potrubí.

Dalším důležitým kritériem je, aby záchytná nádrž měla přepad vody. To znamená, aby nedocházelo v nádrži k přetlaku, nebo vytékání vody poklopem z nádrže, musí se v nádrži udělat otvor pro odtok vody. Nejlepším možným způsobem je udělat otvor v nejvyšším bodě nádrže a potrubím přebytečnou vodu odvádět do vsakovací jámky. Vsakovací jámka je v podstatě vykopaná díra v zemi, která je vysypaná šterkem větší frakce. Šterk větší frakce vytvoří prostor pro přepad této přebytečné vody. Tento přepad vody je důležitý hlavně v případech přívalových dešťů nebo dlouhotrvajících srážek.

V nádrži se nachází nasávací potrubí domácí vodárny, které je umístěno až na dno nádrže a na jejím konci se nachází filtr se zpětnou klapkou. Zpětná klapka je z důvodu udržení vody v domácí vodárně v případě, kdy domácí vodárna nečerpá. Toto sací potrubí, které prochází do domu, musí být uloženo v nezámrazné hloubce. Potrubí by mělo být z polyetylenu, protože je to kvalitní potrubí, které není potřeba chránit obsypem. Stačí jen vykopat rýhu v zemi, položit a zasypat. Před domácí vodárnou se na potrubí musí umístit filtr na jemné nečistoty. Jde o filtr, který je možno rozebrat a vyčistit v případě zanesení nečistotami.

Domácí vodárna se musí navrhovat podle více kritérií. Jednak je důležité, jak je dům vysoký a jaký potřebujeme výtlak od čerpadla. Dále nás zajímá také výkon. Důležité je uvědomit si například, jak daleko budeme mít nádrž nebo v jaké bude výškové úrovni. Pokud máme rovný terén a dvoupatrový dům a nádrž máme blízko domu, tak postačí čerpadlo s menším výkonem. Čerpadlo můžeme mít buď s tlakovým zásobníkem, nebo s tlakovým spínačem. Čerpadla s tlakovým spínačem jsou o dost dražší, proto pro náš projekt použijeme čerpadlo s tlakovým zásobníkem. Domácí vodárna by měla být umístěna buď ve sklepě, nebo v garáži, aby nedělala hluk v domě. Proti tlumení vibrací způsobených čerpadlem je dobré dát pod čerpadlo gumové podložky.

Z domácí vodárny je voda rozvedena klasickým vnitřním potrubím na toalety nebo do úklidové místnosti, ale také na zahradu. Toto potrubí je klasické plastové s označením PPR na studenou vodu. Spoje jsou svařované. Vzhledem k tomu, že v domě bude voda zásobovat pouze WC, pračku a bude využita jako voda na úklid nebo zalévání zahrady, postačí průměr potrubí 25mm a v prvním patře stačí průměr 20 mm. Před každou toaletou musí být uzávěr na možnou výměnu flexi hadičky. Před vstupem potrubí do pračky bude uzávěr a dodatečný filtr na jemné nečistoty. Pokud v domě známe umístění rozvodů na WC, tak je dobré se na ně napojit, abychom nemuseli

vybourávat tolik zdiva. Musíme přitom dávat pozor, abychom nepropojili potrubí s pitnou vodou.

Pro zhotovení tohoto systému budeme potřebovat firmu na zemní práce, která vlastní stroje na hloubení výkopů. Výkopy slouží k uložení potrubí a nádrže na dešťovou vodu. Na ukládání dešťového potrubí není potřeba mít zvláštní zkušenosti. Stačí zachovat spád a obsyp. Na instalátérské práce uvnitř domu by bylo zapotřebí odborné pomoci od instalatéra. Musíme počítat se všemi náklady na výkopy a také odvoz hlíny. Náklady na vyhotovení budeme počítat v metodické a praktické části. Je důležité si uvědomit, že pokud bychom chtěli čerpat dotace na tento systém tak je dobré, aby nám celý tento systém zhotovila jedna firma, která se tím zabývá nebo alespoň člověk, který má povolení tuto práci vykonávat. S výstavbou jsou spojené vysoké náklady. Nejdražší položkou bude zřejmě plastová nádrž a výkopové práce s odvozem hlíny.

Při výkopových pracích vznikne přebytná zemina, se kterou se musíme nějak vypořádat. Buď ušetříme a rozprostřeme jí po pozemku nebo jí za peníze necháme odvézt. Tak či tak se odvozu hlíny nevyhneme, protože většinou na rozprostření hlíny nelze použít jílovitou, která bývá často 50cm pod povrchem. Hlínu musíme nechat odvézt autodopravcem na skládku, kde se dále hlína třídí.

1.8 Cena pitné vody

Cena pitné vody bude v našem projektu znamenat položku, díky níž se nám podaří dosáhnout návratnosti. Cena za pitnou vodu je pohyblivá položka s nárůstem, který se dá vyjádřit pomocí údajů z historického vývoje ceny. Pokud budeme počítat návratnost vyjádřenou v letech, musíme počítat s tím, že cena nebude každý rok stejná, ale poroste směrem nahoru. Údaje o vývoji ceny získáme na webových stránkách Pražských vodovodů a kanalizací. Na stránkách jsou uvedeny ceny za jednotlivé roky. V roce 2010 byla cena za vodné a stočné 56,51 Kč a v roce 2020 byla 94,09 Kč.²¹ Podrobně viz příloha č. 3. Z toho můžeme vyčíst průměrný meziroční nárůst, který využijeme v praktické části pro počítání návratnosti.

Při výpočtech našeho projektu zahrnujeme i cenu za stočné protože náš modelový dům je připojený na veřejnou kanalizaci.

²¹ Pražské vodovody a kanalizace. *Vývoj vodného a stočného v Praze* [online]. 2020 [cit. 2020-02-14]. Dostupné z: <https://www.pvk.cz/vse-o-vode/cena-vodneho-a-stocneho/vyvoj-vodneho-a-stocneho-v-praze/>

Při výpočtech návratnosti nás bude zajímat, kolik vynaložíme nákladů za pitnou vodu a vzhledem k tomu, že nám cena za vodu neustále roste, budeme potřebovat výpočet tohoto nárůstu za několik let. K tomu můžeme využít aritmetickou posloupnost. Vzorce pro aritmetickou posloupnost se používají k výpočtu n-tého členu a to pro nás bude znamenat počet let. Vzorce zní takto:

$$„a_n = a_1 + (n - 1) \times d“^{22} \quad n = \text{počet členů (n-tý člen)} \quad d = \text{diference (rozdíl)}$$

Tento vzorec nám bude sloužit k výpočtu ceny za 1 m³ vody v následujících letech. Z něho pak bude vycházet vzorec pro součet těchto cen za několik let.

$$„S_n = \frac{n}{2} \times (a_1 + a_n)“^{23} \quad n = \text{počet členů (n-tý člen)}$$

Díky těmto vzorcům můžeme vypočítat přesnou cenu za 1 metr krychlový v následujících letech a z toho později vypočítat přesnou dobu návratnosti. Toto je nezbytná součást, kterou musíme zohlednit, protože se díky tomu můžeme dostat na úplně jiné hodnoty. Pokud chceme, aby náš projekt byl co nejpřesnější, musíme k němu co nejpřesněji přistupovat.

2 METODICKÁ ČÁST

V metodické části budeme podrobně navrhovat celý projekt záchytného systému včetně popisu jednotlivých součástí a výpočtu nákladů za materiál. K projektu zhotovíme jednoduchý výkres, který poukáže na umístění záchytné nádrže na pozemku, a uvidíme v něm napojení jednotlivých potrubí. Jedná se tedy o analýzu a sběr dat ohledně cen materiálu, funkčnosti jednotlivých prvků a jejich využití v projektu.

2.1 Návrh záchytné nádrže

Obr. 5: Nádrž na dešťovou vodu

²² MIKULČÁK, Jiří. *Matematické, fyzikální a chemické tabulky a vzorce pro střední školy*. Praha: Prometheus, 2003, 45 s. ISBN 978-807-1962-649.

²³ MIKULČÁK, Jiří. *Matematické, fyzikální a chemické tabulky a vzorce pro střední školy*. Praha: Prometheus, 2003, 46 s. ISBN 978-807-1962-649.



Zdroj: Pkv plus. [online]. [cit. 2019-12-22]. Dostupné z: <https://www.pkvplus.cz/p/nadrz-basic-tank-7000-l-jednokomorova>

Záchytná nádrž je pro nás tou nejdůležitější položkou. Nádrž nám zadržuje dostatečný objem vody na využívání. Její návrh spočívá v tom, že musíme vypočítat doporučenou kapacitu podle vzorce, který jsme uváděli v teoretické části. Vzorec zní takto:

*„V (objem nádrže) = (roční úhrn srážek v mm x půdorysná plocha střechy x koeficient odtoku střechy (u šikmé střechy pozinkovaný plech 0,8; pálené tašky 0,75) / 14 (koeficient využitelné srážkové vody)“.*²⁴

Jednotlivé položky tohoto vzorce musíme zjistit abychom byli schopni vypočítat objem.

Roční úhrn srážek

Zjistíme z hydrometeorologického ústavu, kde nám poukazují jednotlivé úhrny srážek v daných oblastech. Z tabulek uvedených na těchto stránkách zjistíme, že dlouhodobý srážkový normál je pro území Prahy cca 600 mm za rok.²⁵ To znamená, že za rok naprší 600 litrů na jeden metr čtverečný. Dlouhodobý průměrný srážkový normál pro celou Českou republiku je cca 700 mm za rok, čili 700 litrů na jeden metr čtverečný. Podrobné údaje jsou uvedeny v příloze č. 2.

²⁴ PONCAROVÁ, Jana. *Nádrž na dešťovou vodu: Kolik vám ušetří a jak ji vybrat?* [online]. 2.1.2017 [cit. 2019-12-21]. Dostupné z: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/nadrz-na-destovou-vodu>

²⁵ Český hydrometeorologický ústav. *Územní srážky* [online]. 2019 [cit. 2020-02-14]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky#>

Půdorysná plocha střechy

Dům má rozměry tyto rozměry. 12 metrů délka a 10 metrů šířka. K domu je přidružena garáž o rozměrech 6 x 4 metry. Plocha střechy přečnává o 50 cm nad každou stěnou tudíž je o půl metru delší na každé straně. Pokud tedy k délkám půdorysu přičteme 50 cm, bude mít plocha střechy rozměry 13 metrů krát 11 metrů. Musíme také připočíst plochu střechy na garáži. Z jedné strany přidružené k domu střechu nepočítáme, protože je překryta střechou z domu ale počítáme 6 x 4 plus na dvou stranách je převis 50cm. V celém součtu je to tedy takto.

$$\text{Půdorysná plocha střechy} = (13 \times 11) + (6 \times 5)$$

$$\text{Půdorysná plocha střechy} = 173 \text{ metrů čtverečných}$$

Koeficient odtoku střechy

Budeme brát v úvahu, že na rodinném domu máme pálené tašky, při kterých se uvádí koeficient 0,75.

Výpočet

Když vše dosadíme do vzorce, vyjde nám toto.

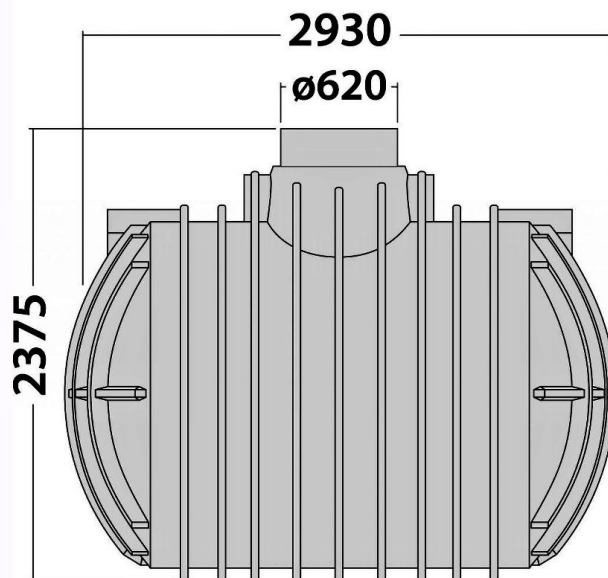
$$V \text{ objem nádrže} = (600 \times 173 \times 0,75)/14$$

$$\text{V objem nádrže} = 5560 \text{ litrů}$$

Doporučený objem je tedy zhruba 5,6 metrů krychlových. My ovšem zvolíme raději objem **7000 litrů**, protože v posledních letech v česku bývají krátké přívalové deště. Vzhledem k tomu, že chceme zachytit co nejvíce vody, potřebujeme mít velkou zásobní nádrž. Přívalový déšť je krátkodobý a může napršet až 50 milimetrů na metr čtverečný. Přívalové deště většinou udeří v letních horkých dnech, kdy jsou deště jen občasné. V těchto dnech je důležité vodu dobře zachytit s dostatečnou rezervou.

Navrhujeme k našemu projektu tedy nádrž o objemu 7000 litrů. Nádrž BASIC tank 7000 l jednokomorová je ideální pro nás. Dostupná na internetovém obchodu pkvplus.cz. Nádrž je samonosná to znamená, že má po stranách žebrovaní kvůli vyztužení. To znamená, že když je nádrž prázdná, půda ji svým tlakem nezničí nebo nepromáčkne. Její rozměry a tvar jsou patrné na **obrázku č. 6**. Její šířka bez vstupního komína je 1980mm.

Obr. 6: Rozměry a tvar nádrže



Zdroj: Pkv plus. [online]. [cit. 2019-12-22]. Dostupné z: <https://www.pkvplus.cz/p/nadrz-basic-tank-7000-l-jednokomorova>

„Konstrukce samonosného žebrování poskytuje mimořádnou odolnost. Má neomezenou životnost díky použití výrobní technologie rotačního tváření plastů. Výrobce poskytuje záruku 20 let, životnost je neomezena.“²⁶

Internetový obchod uvádí, že nám nádrž dovezou zdarma. Její cena je **29 499 Kč**. Je možno k ní dokoupit nástavce na vstupní komín. Nástavec nám umožní se do nádrže dostat z úrovně terénu, aby byl zajištěn přístup do nádrže z důvodu oprav. Nástavec bývá o délce 500 milimetrů, což by v našem případě mělo vystačit. Cena za tento nástavec je **2 283 Kč**.

2.2 Návrh domácí vodárny.

Domácí vodárna nám čerpá vodu, ze záchytné nádrže pomocí čerpadla. Toto čerpadlo tlačí vodu do tlakového zásobníku. Tlakový zásobník je v podstatě kovová nádoba, která má uvnitř nafouknutý gumový balon. Pokud se do zásobníku načerpá voda, natlačený balon se rozpíná a vodu nám tlačí do rozvodů po domě bez toho, aniž by čerpadlo muselo čerpat. Pokud v zásobníku klesne tlak vody na požadovanou úroveň, čerpadlo opět sepne a natlačí vodu do zásobníku.

Obr. 7: Domácí vodárna

²⁶ Pkv plus. [online]. [cit. 2019-12-22]. Dostupné z: <https://www.pkvplus.cz/p/nadrz-basic-tank-7000-l-jednokomorova>



Zdroj: Bola. [online]. [cit. 2019-12-22]. Dostupné z: <https://www.bola.cz/domaci-vodarna-grundfos-jp-4-47-pt-h-60l-bbvp>

Na obrázku č. 7. vidíme domácí vodárnu, kterou použijeme pro náš projekt. Vybrali jsme domácí vodárnu značky Grundfos, která patří mezi nejlepší čerpadla, co se týče kvality a životnosti. Na internetovém obchodě bola.cz nabízejí dvě možnosti těchto domácích vodáren. Jedna má zásobník na 20 litrů a jedna na 60 litrů. Na stránkách je přímo napsáno: „*Domácí vodárny se vyrábějí v provedení s 20 l tlakovou nádobou a 60 l nádobou. Vodárna JP 4-47 PT-H/60 L s tlakovou nádobou je vhodná pro využití v rodinných domech. Vodárny s 20 litrovou tlakovou nádobou jsou vhodné spíše na chaty a chalupy*“.²⁷ Tudíž podle této rady vybíráme domácí vodárnu s 60 litrovou nádobou. Pro nás je také důležité, abychom se podívali na parametry čerpadla. Parametry musíme zhodnotit, zdali splní účel pro náš dům. Především nás zajímá průtok čerpadla a jeho sací a dopravní výška.

Tabulka 1: Parametry domácí vodárny

Dopravní výška čerpadla	42 m
Frekvenční měnič	Ne
Krytí	IP 44
Materiál tlakové nádoby	Ocel
Napájení čerpadla	230 VAC
Objem tlakové nádoby	60 l
Průtok čerpadla	4,7 m ³ /h
Sací výška	8 m
Hmotnost	21.00 kg

²⁷ Bola. [online]. [cit. 2019-12-22]. Dostupné z: <https://www.bola.cz/domaci-vodarna-grundfos-jp-4-47-pt-h-60l-bbvp>

Zdroj: Bola. [online]. [cit. 2019-12-22]. Dostupné z: <https://www.bola.cz/domaci-vodarna-grundfos-jp-4-47-pt-h-60l-bbvp>

Z tabulky nás zajímá dopravní výška, což je naprosto dostačující pro náš dvoupatrový dům. Průtok čerpadla je také naprosto dostačující na běžné splachování WC nebo zalévání zahrady. Sací výška je 8 metrů. Naše domácí vodárna bude umístěna v garáži zhruba 30 centimetrů nad terénem. Naše zachytná nádrž je vysoká necelých 2,5 metrů plus komínový nástavec 0,5 metrů. To znamená, že dno nádrže se bude nacházet v hloubce přibližně 3 metry pod terénem. Pokud tedy sečteme 3 metry a 30 centimetrů, bude naše sací výška 3,30 metrů. Tato domácí vodárna nám naprosto vyhovuje, protože nepřesahuje maximální sací výšku. Některé domy jsou ve svažitém terénu, a pokud je nádrž umístěna v nejnižším bodě je dobré si převýšení přepočítat, aby nedošlo k nesprávnému návrhu čerpadla.

Čerpadlo je zkonstruované z koroziivzdorné oceli, což zaručuje dlouhodobou životnost a také bezúdržbový provoz.

Cena čerpadla

Toto čerpadlo jsme vybrali na internetovém obchodě bola.cz a jeho cena je **8 301 Kč**. Doprava čerpadla je možná za poplatek **600 Kč**. K čerpadlu jsou k dispozici veškeré údaje a návody na jeho instalaci včetně připojení na elektřinu.

Jak už bylo zmíněno výše, domácí vodárna se bude nacházet v garáži, aby byl rodinný dům chráněn před hlukem. Abychom chránili čerpadlo co nejvíce, nainstalujeme před něj filtr na jemné nečistoty. Filtr musí být rozebíratelný, aby bylo možno jej vyčistit. Čistota filtru je důležitá k zajištění optimálního průtoku a výkonu čerpadla

Náklady na čerpání

Při výpočtu návratnosti musíme počítat i s náklady vynaloženými na údržbu a provoz této domácí vodárny. Tato domácí vodárna je z kvalitního materiálu a předpokládáme dlouhou životnost. Není potřeba provádět u čerpadla výrazné servisní úkony, ale občas je dobré zkontrolovat jeho stav.

„Životnost čerpacích systémů se předpokládá obvykle v rozmezí 15 – 20 let.“²⁸

Musíme tedy počítat s tím, že čerpadlo v průběhu 15 – 20 let budeme muset vyměnit. V této práci počítáme návratnost, a tudíž musíme zahrnout i tento náklad. Náklad si můžeme představit jako roční odpis. Kupní cena, ale nepředstavuje největší finanční náklad, ten způsobuje spíše náklad na elektrickou energii.

„Pořizovací náklady představují podle analýzy LCC (Life Cycle Cost) jen malou část nákladů během celé životnosti čerpací stanice. Ve většině případů budou dominovat náklady na energii“.²⁹

Potřebujeme tedy pro tento projekt vyčíslit spotřebu elektrické energie. Pro výpočet potřebujeme zjistit, kolik wattů spotřebuje čerpadlo za hodinu. Po té přepočteme podle spotřeby vody. Zkrátka zjistíme průměrnou spotřebu za rok a podle toho vypočítáme, kolik hodin čerpadlo bude muset čerpat. Po té už zjistíme cenu za jednu kWh (kilowatthodinu) a vynásobíme počtem potřebných hodin na čerpání.

Cena za jednu kWh je v Praze průměrně 4,47 Kč.³⁰

Cena za kWh se každoročně o něco zvyšuje a tak je lepší počítat s rostoucími náklady.

Čerpadlo, které jsme vybrali pro tento projekt, má příkon 850 wattů. To znamená, že spotřebuje 0,85 kW za hodinu. Dalším kritériem je i výkon čerpadla v závislosti na výšce výtlačku. Díky těmto informacím můžeme spočítat náklady v podobě spotřeby elektrické energie. Výpočet provedeme v praktické části při počítání návratnosti, abychom zahrnuli i životnost čerpadla.

2.3 Návrh potrubí na svod dešťové vody

Potrubí navrhujeme z PVC materiálu protože je nejpoužívanější. PVC potrubí s označením KG je polyvinylchloridové potrubí, které je snadné na ukládání a je velice kvalitní. Pokud je kvalitně položené a zasypané, tak není důvod k obavám, že by došlo k poškození potrubí. Potrubí se spojuje na jednoduchý hrdlový spoj, viz **obrázek č. 8**.

²⁸ HANSLÍK, Eduard. *Osoba oprávněná k provozování vodovodů a kanalizací*. Líbeznice: Pro Vyšší odbornou školu stavební a Střední školu stavební Vysoké Mýto vydalo vydavatelství Medim, 2007, 39 s. Učební text (Vyšší odborná škola stavební a Střední škola stavební Vysoké Mýto). ISBN 9788087140024.

²⁹ HANSLÍK, Eduard. *Osoba oprávněná k provozování vodovodů a kanalizací*. Líbeznice: Pro Vyšší odbornou školu stavební a Střední školu stavební Vysoké Mýto vydalo vydavatelství Medim, 2007, 39 s. Učební text (Vyšší odborná škola stavební a Střední škola stavební Vysoké Mýto). ISBN 9788087140024.

³⁰ Elektrina. [online]. 2019 [cit. 2020-02-06]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/cena-elektriny-za-kwh-2019-cez-eon-pre-a-dalsi-dodavatele>

Obr. 8: Hrdlový spoj PVC KG potrubí



Zdroj: Poradte. *Spojení KG trubek* [online]. [cit. 2019-12-22]. Dostupné z:
<https://www.poradte.cz/domacnost-a-bydleni/45555-spojzeni-kg-trubek.html>

V hrdlovém spoji je vložena těsnící guma, která zamezuje úniku vody.

V této práci potřebujeme navrhnout průměr tohoto potrubí. Na základě vzorce, který je uveden v teoretické části, vypočítáme průtok v litrech za sekundu. Díky výpočtu zjistíme z tabulek vhodný průměr potrubí pro daný průtok.

Vzorec pro výpočet průtoku:

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

i - intenzita deště = 0,03 l/s. m²

A - půdorysný průmět odvodňované plochy nebo účinná plocha střechy [m²]

C - součinitel odtoku dešťových vod [-] (1,0 u nepropustných střech)

Víme, že půdorysný průmět střechy je 173 m²

Dosaďme do vzorce

$$Q_r = 0,03 \cdot 173 \cdot 1,0$$

$$Q_r = 5,19 \text{ litrů za vteřinu}$$

Dle výpočtu jsme zjistili, že průtok bude okolo 5 litrů z celé střechy. Návrh potrubí musíme zjistit z tabulek.

Tabulka 2: Hydraulické kapacity dešťového odpadního potrubí

Jmenovitá světlost vnitřního odpadního potrubí DN	Hydraulická kapacita vnitřního dešťového odpadního potrubí Q_{RWP} [l/s] stupeň plnění $f = 0,30$	Hydraulická kapacitavnějšího dešťového odpadního potrubí Q_{RWP}
---	---	--

70	3,2	2,0
90	4,8	
100	8,1	3,0
125	12,6	6,0
150	25,0	9,0

Zdroj: Katedra technických zařízení budov K11125. [online]. [cit. 2019-12-22]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=podklady&id=36>

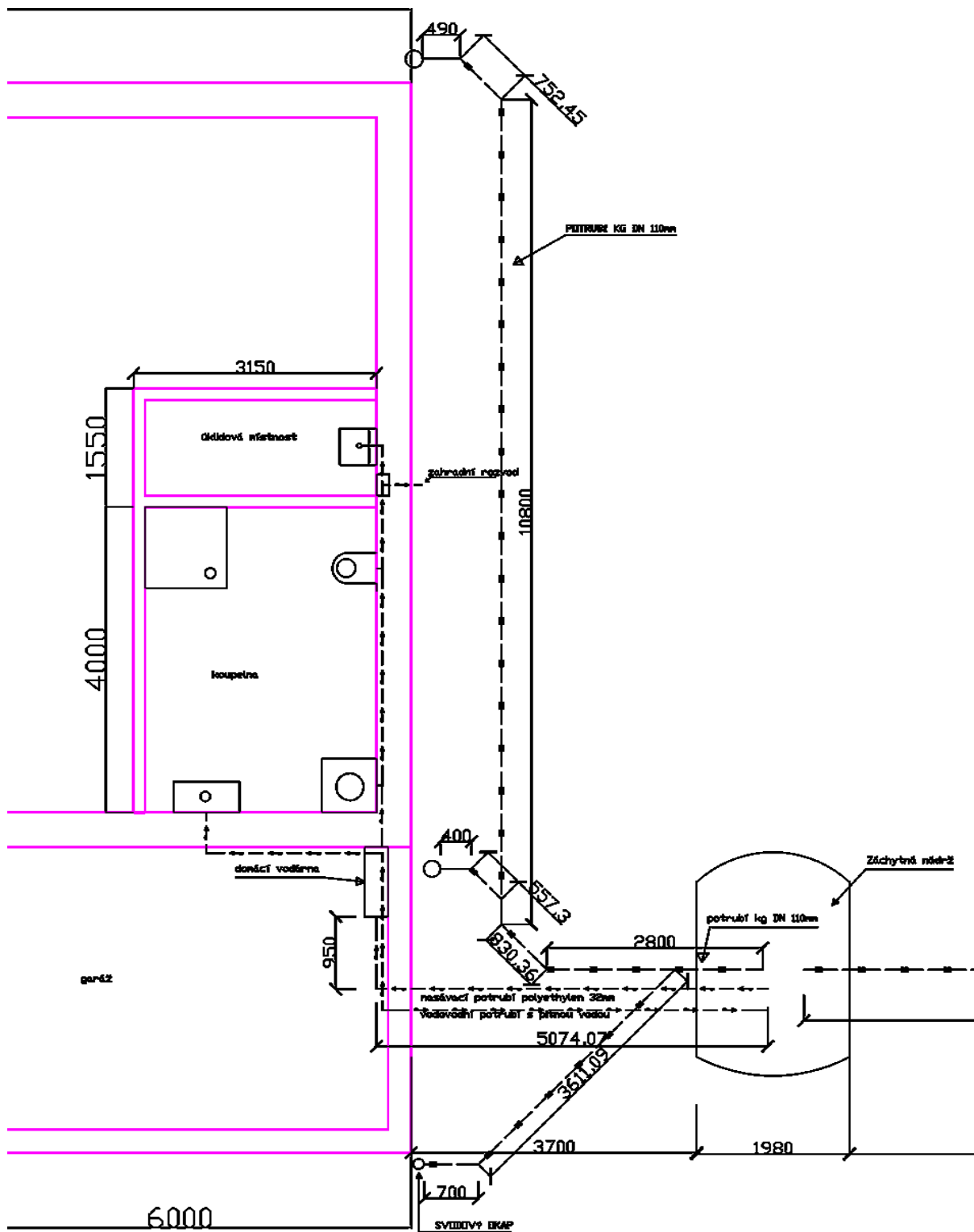
Z tabulky je zřejmé, že pokud máme vypočítaný průtok 5,19 l/s, musíme navrhnout potrubí o šířce DN 100 mm. Střechu máme sedlovou a rozdělenou na dva okapy, tudíž můžeme podle tabulky navrhnout menší profil potrubí. Jelikož byl průtok 5 litrů za sekundu počítán z celé plochy střechy včetně garáže, musíme počítat s tím, že máme střechu sedlovou rozdělenou na dva okapy. Dva okapy nám průtok rozdělí na polovinu. Když si průtok rozdělíme, vyjde nám průtok cca 2,5 litrů. Z garáže pak odtéká nejmenší průtok a pro to bude stačit potrubí o šířce DN 70 mm. Návrh by tedy měl být takový, že potrubí z garáže bude o tloušťce 70 mm. Potrubí ze dvou svodů z hlavní střechy by mělo být v průměru 90 mm. V místě napojení všech tří svodů by mělo být navrženo potrubí o šířce 100 mm.

Takto by se mělo postupovat podle návrhu. My však tuto možnost nemáme z důvodu toho, že se potrubí KG na venkovní rozvody vyrábí pouze od 110 mm. Potrubí o menší tloušťce jsou pouze pro vnitřní rozvody. Tudíž musíme návrh dimenzovat na šířku DN 110mm. V našem projektu bude toto potrubí od svodu okapů, až po vyústění do záchytné nádrže. Potrubí o rozměru 110 mm bude v našem případě lépe absorbovat přívalové deště.

Po návrhu potrubí můžeme přistoupit k vykreslení projektu, podle kterého budeme počítat náklady. Z projektu můžeme určit délky potrubí a zjistíme rozměry výkopů. Projekt je jednoduše vykreslený na **obrázku č. 9**. Tento obrázek obsahuje detailnější návrh systému na našem rodinném domě. Úplný výkres celého projektu bude v příloze, viz příloha č. 4.

2.4 Návrh projektu.

Obr. 9: Projekt záchytného systému



Zdroj: Vlastní tvorba ve zkušební verzi programu CADKON

Na obrázku projektu (obr. 9) je detailně vykresleno svodové potrubí na dešťovou vodu s rozměry. Můžeme si všimnout, že potrubí mění směr pod úhlem 45° aby nedocházelo ke zpomalení průtoku vody v potrubí. Okapní vpusti jsou označeny kružnicí. Od této kružnice

potrubí postupuje směrem do záchytné nádrže v minimálním spádu 2 %. Potrubí je tedy z PVC materiálu o tloušťce 110 mm. Cena potrubí je okolo **80 Kč** za 1 metr délky.³¹

Ze záchytné nádrže nám vede nasávací potrubí skrze základy domu do garáže, kde se napojí do navržené domácí vodárny Grundfos. Toto potrubí jsme dimenzovali na Polyetylen 32 mm s označením PE, který má dostatečný průtok pro rodinný dům a zároveň je toto potrubí velice odolné. Pro uložení v zemi jsme vybrali potrubí o tloušťce stěny 4,4 mm, což znamená, že je potrubí pevnější. Potrubí je uloženo v hloubce 900 mm kvůli nezámrazné hloubce. Cena potrubí polyetylen 32mm 4,4 se pohybuje okolo **36 Kč** za 1 metr délky.³²

Potrubí je v místě nasávání osazeno zpětnou klapkou (cena **140 Kč**)³³. Klapka nám udrží vodu v systému, když je čerpadlo vypnuté. V místě vstupu potrubí do vodárny je osazeno jemným filtrem kvůli nečistotám, které se nesmí dostat do čerpadla ani do systému uvnitř domu. Filtr je rozebíratelný, aby bylo možno jej vyčistit. Filtr je zobrazen na **obrázku č. 10**.

Obr. 10: Filtr na zachycení nečistot



Zdroj: Čistá voda. [online]. [cit. 2019-12-22]. Dostupné z: https://www.cistavoda.cz/univerzalni-trio-vodni-filtr/?gclid=EAIaIQobChMI9d3-sJPd5gIVQuDtCh2KHwA-EAKYAiABEgKF9PD_BwE#3/4%20col%20=%2025%20mm

Tento filtr je trojitý a jeho vnitřní filtrační části jsou pratelné. Cena filtru je **1390 Kč**

Od domácí vodárny vede vnitřní plastové potrubí (PPR) pro rozvod vody do koupelny, kde je napojena pračka a WC. Jak už jsme uvedli, před pračkou bude umístěn ještě jeden samostatný filtr s cenou **850 Kč**. Potrubí dále pokračuje do úklidové místnosti a z této místnosti je umístěn

³¹ Pkv plus. [online]. [cit. 2019-12-31]. Dostupné z: <https://www.pkvplus.cz/p/kgem-trubka-sn4-ml-110x3-2-1m>

³² Lunaplast. [online]. [cit. 2019-12-31]. Dostupné z: <http://www.lunaplast.cz/dokumenty/webmenu4440/cenik3568.pdf>

³³ Aquatopshop. [online]. [cit. 2020-02-07]. Dostupné z: https://www.aquatopshop.cz/ZPETNE-KLAPKY-c1_85_3.htm

vývod pro zahradní účely. Dále potrubí také vystupuje v místě koupelny do druhého patra. V druhém patře je zaústěno k druhé toaletní míse. Potrubí bude o rozměru 25 mm značené jako 3/4. Toto potrubí se svařuje pomocí svářečky. Potrubí se dá zakoupit v obchodních domech pro stavební materiál a na internetu se cena pohybuje okolo **25 Kč za metr**.

Tak jako je nasávací potrubí z nádrže vedeno dovnitř domu, musíme navrhnout i záložní přívod z domu do nádrže. To nám slouží v případě nízké hladiny vody v nádrži, doplnit nádrž vodou pitnou. Potrubí je vedeno od rozvodu v koupelně do garáže, kde bude umístěn uzávěr. Potrubí bude dimenzováno na průměr 25 mm z materiálu polyetylen. Toto potrubí musí být také uloženo v hloubce 900 mm kvůli dodržení nezámrzné úrovně. Cena potrubí je podle ceníku **23 Kč za metr délky**.³⁴ Musíme myslet na to, aby nedošlo k propojení potrubí pitné vody s potrubím na dešťovou vodu.

2.4.1 Tvarovky na potrubí

Součástí potrubí jsou jednotlivé tvarovky například na spoje nebo změnu směru potrubí. Jednotlivé tvarovky si ukážeme na obrázcích a popíšeme.

2.4.1.1 Tvarovky na KG potrubí

Pro nás bude především nejdůležitější změna směru čili takzvané kolena. Kolena v našem projektu budou v úhlu 45° a průměru 110 mm. Dále potřebujeme 2 odbočky pod úhlem 45°.

Obr. 11: Odbočka a koleno



Zdroj: Pkv plus. *Kg pvc* [online]. [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: <https://www.pkvplus.cz/kg-pvc>

Cena za KG koleno je **33 Kč**. Podle projektu budeme potřebovat 11 kusů, protože od gajgru budeme muset potrubí dostat do horizontální polohy a tudíž k tomu potřebujeme 2 kolena.

³⁴ Lunaplast. [online]. [cit. 2019-12-31]. Dostupné z: <http://www.lunaplast.cz/dokumenty/webmenu4440/cenik3568.pdf>

Celkem máme 3 gajgry, takže to znamená 6 kolen a zbytek je zalomení v projektu což je 5 kusů. Celkový počet kolen je tedy 11 kusů.

Cena za odbočku je **73 Kč**. Podle projektu budeme potřebovat celkem 2 odbočky.

Součástí potrubí KG je také gajgr, který stojí celkem **289 Kč**.³⁵ Potřebujeme celkem 3 kusy.

2.4.1.2 Tvarovky polyetylen potrubí

Tvarovky na potrubí z polyetylenu jsou většinou plastová kolena, spojky nebo téčka na rozdvojení. Tyto tvarovky se montují na principu šroubování a utahování na potrubí. Jde o jakýsi spoj, který se zaklesne do plastového potrubí a jeho součástí je gumové těsnění.

Obr. 12: Koleno, spojka



Zdroj: Aquatopshop. [online]. [cit. 2019-12-31]. Dostupné z: <https://www.aquatopshop.cz/>

Cena za koleno o průměru 32 mm je **45 Kč za kus**. Podle projektu bude pro nasávací potrubí potřeba jedno koleno v záchytné nádrži a dále dvě kolena v garáži.

Cena za jednu spojku o průměru 32 mm je **42 Kč**. Předpokládejme, že se nám nepodaří vše propojit na přesné rozměry a tak musíme počítat i s použitými spojkami. V této práci budeme počítat se dvěma kusy spojek.

Cena za koleno o průměru 25 mm na potrubí, které nám vede pitnou vodu do nádrže, činí **31 Kč**. Budeme potřebovat celkem 4 kusy, protože potrubí vede do garáže kolem domácí vodárny až k propojení z koupelny. Spojky o průměru 25mm stojí **27 Kč** a budeme potřebovat celkem 2 kusy.³⁶

³⁵ Pkv plus. [online]. [cit. 2019-12-31]. Dostupné z: <https://www.pkvplus.cz/>

³⁶ Aquatopshop. [online]. [cit. 2019-12-31]. Dostupné z: <https://www.aquatopshop.cz/>

Důležité jsou také kovové části potrubí především na připojení k domácí vodárně. Například mosazné šroubení, které nám tvoří přechod pro spojku na plastové potrubí. Mosazné šroubení stojí celkem **165 Kč**³⁷ a budeme potřebovat 2 kusy na vstup a na výstup.

Obr. 13: Mosazné šroubení



Zdroj: Aquatopshop. [online]. [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: <https://www.aquatopshop.cz/>

Do tohoto šroubení budeme potřebovat plastovou spojku o průměru 32 mm s vnějším závitem, abychom ji mohli našroubovat.

Obr. 14: Spojka s vnějším závitem 32 mm



Zdroj: Aquatopshop. [online]. [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: <https://www.aquatopshop.cz/>

Tato spojka stojí celkem **24 Kč**³⁸ a budeme potřebovat 1 kus.

Tento systém spojování potrubí je velice snadný a rychlý. Zkušený kutil zvládne potrubí spojovat sám, musí ale postupovat správně a přesvědčit se, že jsou spoje správně dotažené. V případě, kdy pak potrubí není dotaženo, může se stát, že se potrubí rozpojí a k čerpadlu se nedostane voda. Stejně tak snadné je spojování PVC KG potrubí, kdy stačí pouze namazat mazivem těsnící gumu, a poté do sebe potrubí zasunout. Hrdlo spoje je asi 7 centimetrů dlouhé a musíme se přesvědčit, že je potrubí skutečně zasunuté, jinak hrozí rozpojení v zemi a unikání dešťové vody do země.

³⁷ Aquatopshop. [online]. [cit. 2019-12-31]. Dostupné z: <https://www.aquatopshop.cz/>

³⁸ Aquatopshop. [online]. [cit. 2019-12-31]. Dostupné z: <https://www.aquatopshop.cz/>

2.4.1.3 Tvarovky na plastové potrubí pro vnitřní rozvody potrubí

Tyto tvarovky na potrubí o tloušťce 25 mm jsou v podobě kolen, spojek, t-kusů, nástěnek na rohový ventil a uzávěrů. Jak už jsme již psali, tyto tvarovky se svařují svařovací pistolí a je potřeba odborného instalatéra, aby tyto spoje profesionálně dodržel. Nelze přesně určit podle projektu, kolik budeme potřebovat těchto tvarovek, a tak provedeme odhadovaný počet kusů.

Koleno 90° stojí okolo **5,5 Kč** za kus a předpokládáme, že budeme potřebovat 20 kusů.

Spojka neboli nátrubek stojí **4,4 Kč** a předpokládáme, že potřebujeme 10 kusů.

T- kusy stojí **7 Kč** a budeme potřebovat celkem 10 kusů.

Nástěnné koleno stojí **25 Kč** a budeme potřebovat pro dvě toalety, jednu pračku, umyvadlo na úklid a na vývod pro zahradní zavlažování. Takže potřebujeme 5 kusů.

Kulový kohout stojí **98 Kč** a v našem projektu bude umístěn za domácí vodárnou, aby byla možnost rychlého vypnutí vody. Další kus bude umístěn v místě prostupu na zahradní zavlažování, abychom v zimě mohli uzavřít vstup ven kvůli zamrznutí. To znamená, že potřebujeme 2 kusy.

Důležitý je také takzvaný rohový ventil, který slouží k napojení toalety nebo umyvadlových baterií. Rohový ventil stojí okolo **100 Kč** za kus. V našem domě budou dvě toalety, jedna pračka a jedno umyvadlo. To znamená, že potřebujeme 4 kusy rohových ventilů.

Klasický zahradní kohout potřebný k ovládní venku stojí **95 Kč**.

Nákladů je samozřejmě mnohem víc, protože se k budování přistupuje individuálně, ale potřebujeme alespoň základní výčet všeho, o čem víme, že budeme potřebovat. Všechny tyto náklady na armatury vypočítáme v praktické části formou tabulky, aby byl zajištěn lepší přehled cen. Všechny tyto ceny jsou uvedeny na webové stránce **Aquatopshop**.

2.5 Náklady na zemní práce

Náklady na zemní výkopové práce musíme vypočítat orientačně, jelikož nevíme, jak dlouho se bude kopat. Průměrná cena za hodinu výkopových prací pomocí stroje je **500 – 800 Kč³⁹** za strojovou hodinu. Předpokládáme, že se za jeden den vykope jáma pro uložení záchytné nádrže

³⁹ Ceník řemesel. [online]. [cit. 2020-02-06]. Dostupné z: <https://www.cenikremesel.cz/vykopove-prace-cenik/>

a druhý den se vyhloubí rýhy na potrubí a přepadová jímka. Třetí den se zajistí zásyp potrubí a obsyp nádrže pískem. Následně dochází v ten samý den k zasypání zeminou.

Tyto 3 dny budeme počítat po 8 pracovních hodinách. To tedy znamená, že stroj bude pracovat 3 x 8 hodin, což představuje 24 hodin práce. Náklady vynaložené na práci stroje budou tedy 24 x 650 Kč = **15600 Kč**. Musíme také spočítat náklady na odvezenou zeminu. Odvoz zeminy stojí zhruba **700 – 1000 za metr krychlový**.⁴⁰ To pro nás představuje povinnost spočítat podle projektu přibližně objem výkopových prací. Máme projekt s rozměry a jsme schopni přibližně vyčíslit objem jednotlivých výkopů. Jedním z důležitých faktorů je také nakypření zeminy. To znamená, že při výkopech zemina zvýší svůj objem, a tudíž musíme celý spočítaný objem výkopů vynásobit koeficientem nakypření.

Koeficient je přibližně 1,2 – 1,3⁴¹

„Objem zeminy v pevném stavu násobíme koeficientem nakypření pro objem zeminy k odvozu.“⁴²

2.5.1 Výpočet objemu zeminy určené k odvozu.

K tomuto výpočtu potřebujeme rozměry, které máme v projektu. Celý vykreslený projekt, ze kterého vycházíme je v příloze č. 4.

Nejdříve začneme výpočtem výkopu na záchytnou nádrž. Záchytná nádrž má rozměry 2930 mm na délku a 2375 mm na výšku plus komínový nástavec 500 mm. Její šířka je 1980 mm. Z kritérií pro výstavbu víme, že obsyp nádrže musí být z každé strany 500 mm. Rozměry výkopu pak tedy budou 3930 mm délka, 2980 mm šířka a 3375 mm na výšku. Objem už stačí jen vypočítat podle vzorce na výpočet objemu kvádrů $V = A \times B \times C$.

$$V = 3,93 \times 2,98 \times 3,375$$

V = 39,52 metrů krychlových.

Dále je potřeba spočítat objem přepadové vsakovací jímky, která bude vyplněna štěrkem hrubší frakce. Jímka má rozměry 1,5 metrů na délku a 1,5 metrů na šířku. Do hloubky bude zasahovat

⁴⁰ Ceník řemesel. [online]. [cit. 2020-02-06]. Dostupné z: <https://www.cenikremesel.cz/vykopove-prace-cenik/>

⁴¹ Norma ČSN 73 6133. *Navrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010. 68 s. Třídící znak 736133

⁴² Norma ČSN 73 6133. *Navrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010. 68 s. Třídící znak 736133

2,5 metrů. Budeme tedy postupovat podle stejného vzorce. $V = 1,5 \times 1,5 \times 2,5$
 $V = 5,62$ metrů krychlových.

Zemina k výkopu potrubí bude navrácena zpět do výkopu, avšak musíme vypočítat objem zeminy, která bude nahrazena, obsypem potrubí. Potrubí musí být obsypáno pískem podle obrázku č. 3., tedy 100 mm pod potrubím a 100 mm nad potrubím. Pokud máme potrubí o tloušťce 110 mm, celková výška obsypu bude 310 mm. Šířka výkopu pro ukládání kanalizačního potrubí bude mít rozměr 400 mm. Pro výpočet objemu potřebujeme zjistit celkovou délku výkopů pro ukládání potrubí. Zjistíme z projektu, viz příloha č. 4. Délka výkopů pro potrubí bude přibližně 24,2 metrů. Nyní můžeme zjistit objem zeminy.

$$V = 0,4 \times 24,2 \times 0,310$$

$V = 3$ metry krychlové

Spočítali jsme tedy objem odvážené zeminy. Při výkopu nádrže nám vznikl velký objem, a tudíž pro nás bude dobré si alespoň nějakou část zeminy ponechat na zásyp, protože nádrž je kulatá a její krytí pískem musí být alespoň půl metru. Objem, který budeme potřebovat, lze vypočítat tak, že spočítáme objem nádrže spolu s objemem obsypu. Jednoduše řečeno přičteme k rozměrům nádrže 50 cm na každé straně. Nádrž má tvar válce a můžeme tedy počítat se vzorečkem na výpočet válce. „ $V = \pi r^2 v$.“⁴³ Malé r je poloměr a malé v je výška válce, které je v našem případě délka nádrže. Délka je 3930 mm a poloměr bude 2980/2.

$$V = 3,14 \times 1,490^2 \times 3,93$$

$V = 27,4$ m³ Objem odvážené zeminy z výkopu nádrže

V tomto momentě jsme zjistili objem, který nám zabere nádrž, s obsypáním tvořeným z písku. V tom případě můžeme odečíst tento objem od objemu odvážené zeminy vypočítaným na předchozí stránce. Tímto výpočtem zjistíme, kolik je potřeba ponechat zeminy na pozemku.

$$39,52 - 27,4 = \mathbf{12,12 \text{ m}^3}$$

Výpočet objemu, pro výkop tlakového potrubí počítat nebudeme, protože se hlína navrátí zpět do rýhy. Výkop pro tlakové potrubí je jednoduchou záležitostí zhotovitelnou i pomocí krumpáče a lopaty. Stačí pouze vykopat rýhu do hloubky 80 – 90 cm, položit potrubí a navrátit hlínu zpět. Tyto instalace dokáže zvládnout i méně zkušený kutil. V našem projektu je navíc

⁴³ MIKULČÁK, Jiří. *Matematické, fyzikální a chemické tabulky a vzorce pro střední školy*. Praha: Prometheus, 2003, 82 s. ISBN 978-807-1962-649.

délka této potřebné rýhy zhruba 2 metry, protože pak se potrubí uloží do výkopu pro kanalizační svod, který je ve stejném směru. Tím ušetříme náklady za výkopové práce.

Celkový objem odvážené zeminy z výkopu nádrže, z rýh na potrubí a výkopu vsakovací jímky je $27,4 + 5,62 + 3 = 36,02 \text{ m}^3$. Nesmíme zapomenout vynásobit koeficientem nakypření. Tento koeficient bude 1,2. Dopravce na odvoz hlíny samozřejmě počítá objem nakypřené zeminy.

2.5.2 Výpočet nakypření

$$36,02 \times 1,2 = 43,2 \text{ m}^3 \text{ zaokrouhlíme na } 43 \text{ m}^3$$

Objem tedy máme a stačí jen spočítat cenu za odvoz. Cena se pohybuje okolo 700 – 1000 Kč za metr krychlový. Cena se tedy liší a pro nás bude nejdůležitější sehnat nejlevnějšího poskytovatele odvozu zeminy. Budeme tedy počítat s cenou 700 Kč za metr krychlový.

Náklady na odvoz zeminy

$$43 \times 700 = 30\ 100 \text{ Kč}$$

2.5.3 Výpočet objemu zásypu

Výpočet objemu písku

Výpočet je potřebný k určení objemu potřebného písku k obsypání nádrže a potrubí. Výpočet provedeme jednoduše tak, že vezmeme náš, počítaný válec nádrže, se zásypem a odečteme od toho objem nádrže. Tím získáme objem potřebný na obsyp nádrže.

$$V = 27,4 - 7$$

$$V = 20,4 \text{ metrů krychlových písku.}$$

Na obsyp kanalizačního potrubí budeme potřebovat necelé 3 metry krychlové.

Celkově tedy budeme potřebovat 23,4 metrů krychlových. Zaokrouhlíme na 23 metrů krychlových.

Cena se uvádí za 1 tunu, pro to je potřeba přepočítat na tuny. Jednoduše vynásobíme hustotu písku počtem metrů krychlových. Hustota písku je přibližně 1500 kg na metr krychlový.

$$23 \times 1500 = 34\ 500 \text{ kg} = 34,5 \text{ t}$$

Cena zásypaného písku za jednu tunu je 254 Kč a cena dopravy pomocí kontejnerového nakladače je 1682 Kč⁴⁴. Ceny jsou včetně DPH. Nyní můžeme spočítat cenu vynásobením.

$$34,5 \times 254 = 8760 \text{ Kč} + \text{doprava } 1682 \text{ Kč}$$

Cena za písek je **10 445 Kč**

2.5.4 Výpočet objemu štěrku

Vsakovací jámka bude vysypána štěrkem větší frakce, aby pohltila přepadávající vodu z nádrže. Její objem jsme si určili při výpočtech objemu zeminy. Objem činil 5,62 metrů krychlových. Opět musíme objem přepočítat na tuny. Hustota štěrku větší frakce je 1200 kg na metr krychlový. Cena štěrku frakce 32 – 63 je 466 Kč za tunu.⁴⁵

$$5,62 \times 1,2 = \mathbf{6,75 \text{ tun}}$$

Cena štěrku: $6,75 \times 466 = 3146 \text{ Kč} + \text{doprava } 1320 \text{ Kč} = \mathbf{4466 \text{ Kč}}$

2.6 Náklady na řemeslné práce

Pro náklady na instalátérské práce použijeme elektronickou kalkulačku na webové stránce www.cenikyremesel.cz. Na této stránce jsou jednotlivé úkony, které instalatér dělá a je k nim přiřazena cena. Ceny za jednotlivé úkony můžeme vidět v ceníku, viz příloha č. 6. Při internetové kalkulaci musíme vycházet z projektu a používat rozměry, které budeme zadávat do této kalkulačky. Důležitou součástí je také znalost jednotlivých armatur a příslušenství náležících k tomuto projektu. Uváděli jsme, co vše bude potřeba k zhotovení projektu a uváděli jsme také počet těchto součástí. Nyní můžeme vše orientačně spočítat a zjistit tak cenu za instalátérské práce. Ceník za tyto úkony je bez materiálu takže počítáme pouze práci instalatéra.

Do kalkulačky jsme zadávali skutečné rozměry potrubí a jejich celkovou délku. Další částí kalkulace byla montáž jednotlivých tvarovek, které se zde uvádějí jako cena montáže za kus. Všechny tyto jednotlivé části jsme zadali do kalkulace a zjistili, že cena za práci instalatéra je **9686 Kč**. Tato cena je pouze za práci bez materiálu. Abychom zjistili všechny náklady, musíme spočítat i cenu použitého materiálu. Ceny použitého materiálu máme uvedené v cenách za kus a potřebujeme udělat celkovou kalkulaci těchto položek, abychom dosáhli celkového rozpočtu nákladů.

⁴⁴ Vs-ekoprag. [online]. [cit. 2020-02-07]. Dostupné z: <https://www.vs-ekoprag.cz/prodej-pisku-betonu>

⁴⁵ Vs-ekoprag. [online]. [cit. 2020-02-07]. Dostupné z: <https://www.vs-ekoprag.cz/prodej-pisku-betonu>

V tomto okamžiku máme navržený projekt s kalkulací nákladů jednotlivých položek určených k vyhotovení tohoto záchytného systému. Můžeme tedy pokročit do praktické části naší práce, kde se budeme věnovat součtu nákladů, výpočtům návratnosti a schopnost využívání tohoto systému.

3 PRAKTICKÁ ČÁST

V praktické části shrneme veškeré náklady vynaložené na tento záchytný systém, abychom mohli dále počítat ekonomickou výhodnost tohoto systému neboli návratnost. Počítat budeme verzi s dotacemi a verzi bez dotací. Musíme také na základě teoretické a metodické části zjistit, zda projekt může reálně fungovat a zdali bude vyhovovat potřebám domácnosti. Budeme se tedy zabývat tím, jestli nádrž poskytne dostatek vody během celého roku používání. V poslední řadě uvedeme výhody tohoto systému a možné doporučení či zlepšení na efektivnost tohoto systému.

3.1 Shrnutí nákladů

Pro shrnutí nákladů použijeme tabulky pro lepší orientaci. Tabulky použijeme u jednotlivých potrubí. Nejprve spočítáme náklady na vnitřní potrubí PPR a po té spočítáme potrubí polyetylen s příslušnými tvarovkami a čerpadlem. Následně uvedeme v tabulce výčet nákladů pro kanalizační potrubí KG včetně záchytné nádrže. V poslední fázi přičteme zjištěné náklady veškerých ostatních náležitostí.

Tabulka 3: Celkové náklady na PPR vnitřní potrubí včetně tvarovek

Název	Délka (m)	Počet kusů	Cena za metr	Cena za kus	Cena celkem
PPR potrubí pro vnitřní rozvody	20		25 Kč		500 Kč
koleno		20		5,5 Kč	110 Kč
spojka		10		4,4 Kč	44 Kč
Tkus		10		7 Kč	70 Kč
Nástěnné koleno		5		25 Kč	125 Kč
Kohout		3		98 Kč	294 Kč
Rohový ventil		4		100 Kč	400 Kč
Zahradní kohout		1		95 Kč	95 Kč
Mosazné šroubení		2		165 Kč	330 Kč

Filtr před pračku		1		850 Kč	850 Kč
Cena celkem					2818 Kč

Zdroj: Vlastní tvorba

Tabulka 4: Celkové náklady na polyetylenové potrubí včetně tvarovek a čerpadla

Název	Délka (m)	Počet kusů	Cena za metr	Cena za kus	Cena celkem
Potrubí PE 32 mm	8		36 Kč		288 Kč
Potrubí PE 25 mm	10		23 Kč		230 Kč
Koleno 32 mm		3 kusy		45 Kč	135 Kč
Koleno 25 mm		4 kusy		31 Kč	124 Kč
Spojka 32 mm		2 kusy		42 Kč	84 Kč
Spojka 25 mm		2 kusy		27 Kč	54 Kč
Spojka se závitem		1 kus		24 Kč	24 Kč
Zpětná klapka		1 kus		140 Kč	140 Kč
Filtr trojitý		1 kus		1390 Kč	1390 Kč
Čerpadlo		1 kus		8901 Kč	8901 Kč
Cena celkem					11 370 Kč

Zdroj: Vlastní tvorba

Tabulka 5: Celkové náklady na PVC KG potrubí včetně záchytné nádrže

Název	Délka (m)	Počet kusů	Cena za metr	Cena za kus	Cena celkem
Potrubí KG	27 metrů		36 Kč		972 Kč
Koleno		11 kusů		33 Kč	363 Kč
Odbočka		2 kusy		73 Kč	146 Kč
Gajgr		3 kusy		289 Kč	867 Kč
Nádrž		1 kus		28 499 Kč	28 499 Kč
Nástavec		1 kus		2 283 Kč	2 283 Kč
Cena celkem					33 130 Kč

Zdroj: Vlastní tvorba

Nyní máme výčet nákladů za všechny použité potrubí včetně náležitostí a můžeme nyní připočíst ostatní spočítané náklady za zemní práce, odvoz zeminy, písek, štěrk a instalátérské práce. Sečtením všech těchto nákladů získáme finální cenu za celý projekt. Finální cena za celý projekt nám tvoří východisko pro výpočet návratnosti. Později musíme připočíst také náklad za spotřebovanou elektřinu. Náklady na elektřinu musíme počítat podle potřeby vody.

3.1.1 Shrnutí nákladů

Celkové náklady na PPR potrubí včetně tvarovek jsou **2 810 Kč**. Celkové náklady na polyetylenové potrubí včetně tvarovek a čerpadla jsou **11 370 Kč**. Celkové náklady na KG potrubí včetně nádrže jsou **33 130 Kč**. Celkové náklady na zemní práce jsou **15 600 Kč**. Celkové náklady na odvoz zeminy jsou **30 100 Kč**. Celkové náklady za písek jsou **10 445 Kč**. Náklady na štěrk byly **4 460 Kč** a instalátérské práce byly za **9686 Kč**. Celkové náklady na celý projekt činí částku **117 601 Kč**. Pro lepší orientaci budou náklady uvedeny v příloze č. 5

3.2 Funkčnost záchytného systému

Vzhledem k funkčnosti tohoto systému musíme zahrnout několik faktorů. Musíme počítat s průměrným úhrnem srážek a zároveň s průměrnou denní spotřebou vody pro čtyřčlennou rodinu. Proto je důležité si nejdříve vypočítat, kolik vody budeme potřebovat a následně porovnat jestli náš systém splní tyto požadavky. Zjednodušeně řečeno, zdali náš systém bude mít dostatek vody. Z toho později určíme objem, který ušetříme místo používání pitné vody.

3.2.1 Výpočet potřeby vody

V teoretické části jsme si uvedli podle statistik Pražských vodovodů a kanalizací, že spotřebujeme **25 litrů** na splachování WC na jednu osobu za den, **16 litrů** na praní a úklid na osobu za den, **5 litrů** na zalévání zahrady na osobu za den a **4 litry** na ostatní spotřebu za osobu na den, což bude v našem případě například mytí auta. Ve výsledku to znamená **50 litrů** na osobu za den, což znamená, že 4 členná rodina spotřebuje **200 litrů za den**. Všechny tyto potřeby vody je možné nahradit dešťovou vodou.

Potřeba vody za měsíc pro 4 členy domácnosti = $200 \times 30,5 = 6\ 100$ litrů = **6,1 metrů krychlových**.

Potřeba vody za rok pro 4 členy domácnosti = $200 \times 365 = 73\ 000$ litrů = **73 metrů krychlových**.

3.2.2 Výpočet objemu zachycené vody

Výpočet provedeme dosazením do vzorečku pro zisk dešťové vody, který jsme si uvedli v teoretické části.

„Zisk dešťové vody/rok (v litrech) = jímací plocha (v metrech čtverečních) x koeficient odtoku x srážky/rok (v milimetrech).“⁴⁶

Zisk dešťové vody v litrech za rok = 173 m² (jímací plocha střechy) x 0,8 (koeficient odtoku ze šikmých střech) x 600 (srážkový úhrn v milimetrech)

Zisk dešťové vody v litrech za rok = 83 040 l = 83,04 metrů krychlových.

První kritérium funkčnosti máme splněné, jelikož potřeba vody byla 73 000 litrů a zisk dešťové vody je 83 040 litrů. Znamená to tedy, že nám vzniká přebytek 10 040 litrů dešťové vody. Výpočet vychází z průměrných hodnot a tak se v praxi můžou hodnoty lišit, ale podle průměrných údajů nám tedy nádrž vyhovuje pro celý rok. V některých měsících jsou úhrny srážek o něco slabší, a proto máme do nádrže zavedené potrubí pro dopuštění pitnou vodou, ale věříme, že nádrž bude fungovat a dopuštění nebudeme potřebovat. Vzhledem k tomu, že nám za rok vzniká přebytek vody 10 040 litrů, znamená to, že nám každý měsíc vzniká rezerva o objemu 836,7 litrů. Tato rezerva může sloužit například k výkyvům počasí. Nadbytečná voda přepadává z nádrže do vsakovací jímky vysypané šterkem.

Znamená to tedy, že spotřebujeme všech **73 000 litrů** potřebné vody. S tímto objemem vody budeme počítat návratnost.

3.3 Výpočet nákladů na elektřinu za čerpání

Objem vody máme určený a nyní musíme podle objemu spočítat náklady na elektřinu. Víme, že potřebné množství vody je 73 metrů krychlových a známe i příkon čerpadla za hodinu, který je 850 wattů neboli 0,85 kW. Dále potřebujeme znát, kolik čerpadlo vyčerpá za hodinu provozu. Tato hodnota se mění v závislosti na výtlačné výšce. Výtlačná výška je v našem projektu necelých 9 metrů. Výkon čerpadla v závislosti na dopravní výšce zjistíme z grafu v příručce o čerpadlu. Zjistíme, že výkon je zhruba 4 m³ za hodinu. Teď už stačí jen spočítat, kolik hodin bude čerpadlo čerpat 73 metrů krychlových vody.

Počet hodin čerpání = 73/4 = **18,25 h**

Výpočet spotřeby energie (kWh) = příkon (kW) x počet hodin provozu (h)

⁴⁶ BÖSE, Karl-Heinz. *Dešťová voda pro dům a zahradu*. Ostrava: HEL, 1999, 24 s. ISBN 80-861-6708-9.

Výpočet spotřeby energie = $0,85 \times 18,25 = 15,51 \text{ kWh}$

Cena za 1 kWh je **4,47 Kč**

3.3.1 Náklady za elektrickou energii na rok

Náklady na elektrickou energii vynaloženou na čerpání = počet kWh x cena za kWh

$15,51 \times 4,47 = 69,33 \text{ Kč}$

Náklady na elektrickou energii nejsou velké, ale je potřeba je započítat, aby byla návratnost spočítána co nejpřesněji.

3.4 Návratnost záchytného systému

V teoretické části jsme si uvedli, že návratnost bude tvořena ušetřením nákladů za pitnou vodu při využívání tohoto systému. Při počítání návratnosti je potřeba brát v úvahu celkové náklady na výstavbu. Tato počáteční investice by se měla navrátit a my musíme zjistit za jak dlouho. Máme tu několik faktorů, které ovlivňují návratnost. Jedním z faktorů je například životnost čerpadla, která je 15 – 20 let. My budeme počítat s životností 15 let. Dalším faktorem je také rostoucí cena za pitnou vodu. To znamená, že budeme počítat s průměrným nárůstem ceny i do budoucna. Pro nás to bude znamenat, že se nám návratnost začne zkracovat. Jde o to, že cena za metr krychlový pitné vody bude v budoucnu dražší než cena za metr krychlový vody dnes. V podstatě lze říci, že do budoucna bude náš záchytný systém více výhodný. Například v roce 2010 byla cena za 1 m³ vody (vodné + stočné) **56,51 Kč** a v roce 2020 cena činí **94,09 Kč** za metr krychlový. To je průměrný nárůst o 37,58 Kč za 10 let a 3,758 Kč za jeden rok. S každoročním průměrným nárůstem o **3,758 Kč** budeme počítat.

Návratnost budeme počítat dvakrát. Jednou bez využití dotací na výstavbu nádrže na dešťovou vodu a podruhé s využitím dotací. Bude nás zajímat, o kolik se změní doba návratnosti, když využijeme dotace. Podle podmínek dotace při využití dešťové vody na splachování a zalévání zahrady nám mohou zaplatit až 30 000 Kč a za každý kubický metr objemu nádrže nám zaplatí 3500 Kč. V součtu by to mohlo znamenat ušetření **54 500 Kč**, což je v poměru s celkovými náklady necelá polovina.

3.4.1 Návratnost záchytného systému bez použití dotace

Abychom vypočítali návratnost, nejdříve si určíme přibližně, za jak dlouho se nám navrátí náklady za výstavbu. Vypočítáme jednoduše pomocí vynaložených nákladů na pitnou vodu za rok. Zjistili jsme, že budeme potřebovat 73 metrů krychlových vody na rok, pro naše účely

(splachování, úklid, zalévání zahrady). Cena v roce 2020 za pitnou vodu činí 94,09 Kč. Spočítejme tedy náklady za jeden rok. Vynásobíme 73 m³ s cenou pitné vody.

Náklady na pitnou vodu za rok = 73 x 94,09 = 6868,57 Kč

Cenu následně použijeme na vydělení celkových nákladů na výstavbu.

Přibližná návratnost = 117 601/6868,57 = **17 let**

Počet let návratnosti použijeme pro vzorec aritmetické posloupnosti. Aritmetickou posloupnost potřebujeme pro výpočet přesných nákladů za pitnou vodu, protože v našem projektu počítáme s tím, že cena pitné vody meziročně roste o 3,758 Kč. Pomocí této posloupnosti zjistíme, kolik vynaložíme peněz na pitnou vodu za již zmiňovaných 17 let. Aritmetická posloupnost slouží k výpočtu n-tého členu a součtu těchto členů.

n-tý člen „ $a_n = a_1 + (n - 1) \times d$ “⁴⁷

součet prvních n členů „ $s_n = \frac{n}{2} \times (a_1 + a_n)$ “⁴⁸

Víme, že difference (d) je v našem případě 3,758 a n je v našem případě 17 let. Dosadíme do vzorce a vypočítáme. $a_{17} = 94,09 + (17 - 1) \times 3,758 = \mathbf{154,218 \text{ Kč}}$. Tolik bude stát 1 m³ za 17 let. Teď musíme spočítat, kolik nákladů vynaložíme koupí 1 metru krychlového každý rok za všech 17 let pomocí součtu n členů. $s_{17} = \frac{17}{2} \times (94,09 + 154,218) = \mathbf{2\ 110 \text{ Kč}}$.

Náklady za 1 metr krychlový za 17 let jsou 2 110 Kč. Teď už stačí jen vynásobit počtem potřebných metrů krychlových na jeden rok. 2 110 x 73 = **154 000 Kč**. Z této ceny je zřejmé, že rostoucí cena za pitnou vodu nám urychlila návratnost. Znamená to tedy, že návratnost bude kratší. Spočítáme tedy posloupnost za 15 let.

$a_{15} = 94,09 + (15 - 1) \times 3,758 = \mathbf{146,702 \text{ Kč}}$.

$s_{15} = \frac{15}{2} \times (94,09 + 146,702) = \mathbf{1\ 806 \text{ Kč}}$

Výpočet nákladů za pitnou vodu za 15 let = 1806 x 73 = **131 838 Kč**

⁴⁷ MIKULČÁK, Jiří. *Matematické, fyzikální a chemické tabulky a vzorce pro střední školy*. Praha: Prometheus, 2003, 45 s. ISBN 978-807-1962-649.

⁴⁸ MIKULČÁK, Jiří. *Matematické, fyzikální a chemické tabulky a vzorce pro střední školy*. Praha: Prometheus, 2003, 46 s. ISBN 978-807-1962-649.

Tyto spočítané náklady pro nás budou optimální, protože musíme po 15 letech připočíst náklady na nákup čerpadla. Uvedli jsme si totiž, že čerpadlo bude mít životnost 15 let. Znamená to pro nás, že po 15 letech znovu zaplatíme 8901 Kč za nákup čerpadla. Dále musíme připočítat náklady vynaložené na elektřinu za provoz čerpadla po 15ti letech. Víme, že čerpadlo spotřebuje elektřinu za 69,33 Kč ročně. Náklady na čerpání za 15 let jsou $15 \times 69,33 = \mathbf{1\ 040\ Kč}$. Když k nákladům na výstavbu, připočteme tyto náklady, tak získáme finální částku.

Celkové náklady záchytného systému za 15 let = $117\ 601 + 8901 + 1040 = \mathbf{127\ 542\ Kč}$. V porovnání s náklady vynaložené na pitnou vodu bez použití tohoto systému je to jasný výsledek o tom, že návratnost bude trvat přibližně **15 let**. To znamená, že v průběhu 15 let se nám počáteční investice navrátí v podobě ušetřených nákladů za pitnou vodu. Z toho můžeme jasně říci, že je to z dlouhodobého hlediska velice ekonomické. Pro lepší přehled vypočítáme návratnost s použitím dotace.

3.4.2 Návratnost záchytného systému s použitím dotace

Zjistili jsme, že dotace by nám mohli vynést až 54 500 Kč. Tuto částku odečteme od celkových nákladů na výstavbu. Po odečtení těchto nákladů budeme postupovat jako v předešlém případě s využitím aritmetické posloupnosti.

Celkové náklady s dotací = $117\ 601 - 54\ 500 = \mathbf{63\ 101\ Kč}$

Přibližná návratnost = $63\ 101 / 6\ 868,57 = \mathbf{9,2\ let = 9\ let}$

Cena za 1 m³ po 9 letech $a_9 = 94,09 + (9 - 1) \times 3,758 = \mathbf{124,154\ Kč}$.

Součet cen za 1 m³ během 9 let $s_9 = \frac{9}{2} \times (94,09 + 124,154) = \mathbf{982,098\ Kč}$.

Vynásobíme počtem metrů krychlových

Výpočet nákladů na pitnou vodu za 9 let = $982,098 \times 73 = \mathbf{71\ 693\ Kč}$.

K nákladům na výstavbu musíme také připočíst cenu za čerpadlo, které má životnost 15 let. Čerpadlo není potřeba měnit, ale musíme zlomkem vyjádřit jeho cenu. Představme si to jako formu odpisu.

Roční odpis čerpadla = $8\ 901 / 15 = 593,4\ Kč$

Odpis čerpadla za 9 let = $593,4 \times 9 = 5\ 340\ Kč$

Dále musíme také připočítat náklady za elektrickou energii v průběhu devíti let.

Cena elektrické energie za čerpání 9 let = $9 \times 69,33 = 624$ Kč

V celkovém součtu náklady činí = 63 101 (náklady na výstavbu) + 5 340 (odpis čerpadla) + 624 (elektrická energie) = **69 065 Kč**.

Z tohoto výpočtu je zřejmé, že návratnost systému s použitím dotace bude v průběhu **9 let** používání, což je o celých 6 let kratší než ve variantě bez dotace.

Výsledkem je tedy, že se skutečně vyplatí tento systém zhotovit, protože doba návratnosti je dostačující na to, aby nám v budoucnu šetřila náklady za pitnou vodu. S využitím dotace je to jen pouze 9 let, což je výborný výsledek. V tomto projektu jsme se dopracovali ke krátké návratnosti, avšak v jiném projektu to může být delší, protože ne každý projekt je jednoduchý na výstavbu a zahrnuje větší náklady, ale vzhledem k průměrným hodnotám můžeme říct, že se nám náklady na výstavbu 100% vrátí a určitě i nějakou dobu budou šetřit náklady na pitnou vodu. V souhrnu toho všeho můžeme říci, že tento systém je ekonomicky výhodný protože nám po době návratnosti spoří peníze, které vynaložíme na pitnou vodu. Je potřeba sdílet i informace o tom, jak jsou tyto systémy výhodné, protože to může zapříčinit větší zájem o budování těchto systémů. Následné hromadné šetření pitnou vodou může zlepšit životní prostředí.

3.5 Návrhy a doporučení

Tento záchytný systém na dešťovou vodu jsme shledali jako výhodný a je potřeba zaměřit se i na ostatní objekty než pouze na rodinné domy v Praze. Pokud řešíme v dnešní době z ekonomického hlediska šetření nákladů, je tento systém vhodný i pro firmy, které vlastní například velké výrobní haly nebo administrativní budovy. Výrobní haly mají velkou střešní plochu a díky tomu mohou zachytit i více dešťové vody. Dešťovou vodu po té mohou využívat na toalety pro zaměstnance, anebo jako užitkovou vodu potřebnou k výrobě. Firmy tím mohou ušetřit spoustu nákladů na spotřebu pitné vody, jelikož jejich spotřeba je o hodně vyšší než u rodinných domů. Výhodné je to i pro rodinné domy nebo chaty na venkově, kde mají problém s ubýváním spodní vody. V těchto vesnicích bývá problém především v letních obdobích, kdy zde vládne sucho a přívalové deště rychle odtečou pryč. Spoustu vesnic zaplatilo hodně peněz za dopravu vody, protože jim ta jejich došla. Tímto systémem by si zajistili dostatek vody na užitek a tím ušetří vodu pitnou. Systém by se mohl vytvořit na vesnicích i ve větším měřítku a to tak, že by vytvořili velkou záchytnou nádrž pro celou vesnici a sváděli do ní dešťovou vodu z ulic a velkých ploch. Zachycenou vodu pak následně mohou využívat například na polích a zahradách. Je tedy potřeba se naučit zachytávat dešťovou vodu a nenechat jí jen tak odtéct.

Doporučením je tedy se nad touto prací zamyslet a začít podobné systémy aplikovat místo toho, abychom jen tak plýtvali vodou. Bylo by dobré se naučit používat pitnou vodu jen ke konzumačním a hygienickým účelům.

Problematikou aplikace tohoto systému je, že lidé neradi investují peníze do takovýchto věcí a proto je důležité si určit přibližnou návratnost, díky které mohou přemýšlet jinak. Systém jim v podstatě šetří jejich peníze a to každoročně o velkou částku, což je pro ně motivace.

3.6 Přínos pro životní prostředí

V teoretické části jsme uvedli problematiku sucha a její okolnosti a tento systém nám je pomáhá redukovat. Náš projekt v podstatě splňuje veškeré aspekty důležité pro šetření životního prostředí. Zachytávání dešťové vody je jedním ze základů pro užitečné nakládání s vodou. Tímto systémem zabráníme zbytečnému odtoku vody ze zastavěných ploch do kanalizací. Systém je dobrý v tom, že zabráníme rychlému odpařování dešťové vody, protože je nádrž pod zemí. Toto rychlé odpařování je v důsledku globálního oteplování a díky tomuto zachytávání si udržíme vodu potřebnou pro naše využití. Dalším přínosem je, že šetříme pitnou vodu a veškeré energie vynaložené na výrobu a dopravu pitné vody. Pro představu si musíme uvědomit, kolik se vynaloží energie na to, aby se ke všem dopravila pitná voda. Je to neuvěřitelně dlouhá cesta plná velkých finančních a energetických nákladů. Zkrátka s menší spotřebou pitné vody je po ní i menší poptávka. Tím, že šetříme pitnou vodu, nakonec šetříme vodu celosvětově a to může oddálit nebo dokonce zastavit úbytek vody, která se dá upravit na vodu určenou pro konzumaci. Pokud by ve městech nebo vesnicích lidé využívali takovéto systémy hromadně, může to ušetřit spoustu pitné vody. Říká se, že jeden člověk nezmění životní prostředí, ale každý musí začít sám u sebe. Když si každý jednotlivec uvědomí, že udělá něco pro planetu a zároveň tím ušetří finance, může to v podvědomí lidí fungovat. Nejdůležitější je, naučit se s vodou zacházet a zbytečně neplýtvat a to vše splňuje náš systém. S tímto přínosem pro životní prostředí se nám zároveň dostane dobrého pocitu z toho, co děláme.

Voda určená ke konzumaci pomalu, ale neustále mizí a v podstatě za to může obyvatelstvo planety, tak proč máme s pitnou vodou splachovat WC nebo zalévat zahradu? Proč ji necháme jen tak odtéct, když jsou přívalové deště? Proč by se měla dešťová voda odvádět ze střech do kanalizací? Tyto otázky si každý člověk musí položit sám a sám si na ně odpovědět. Zamyslet se nad nimi a uvažovat o změně.

Přínos pro životní prostředí musíme brát z dlouhodobého hlediska, protože nevíme, kolik bude vody za 100 nebo 1000 let. Víme jen, že skutečně ubývá. Musíme tedy tuto problematiku řešit

už dnes a při nejlepším začít dělat opatření, které problematice úbytku vody pomohou. Záchytné nádrže jsou jen jednou z variant, ale jsme si jisti, že tím můžeme skutečně pomoci.

Průměrně může jeden rodinný dům ušetřit 73 m³ pitné vody ročně, tak si představme, kolik by ušetřili všechny rodinné domy v České republice za pouhý jeden rok. Kolik by ušetřili všechny rodinné domy v Evropě nebo na celém světě? Ano, je to neuvěřitelné množství a to přesně planeta potřebuje.

3.7 Přínos práce

Přínosem této práce je souhrn informací, které může využít každý člověk po přečtení. Práce může zastávat funkci jakéhosi návodu například pro lidi, kteří by tento systém chtěli zhotovit a zároveň jim poukázat na výhodnost systému. Práce určuje přehled o vlastnostech systému a zároveň přehled o nákladech na jeho výstavbu. Rady a základní postupy při budování, to vše je součástí této práce. Tato práce by mohla motivovat lidi k budování těchto systémů, nebo alespoň přemýšlet o životním prostředí a způsobu jak šetřit s vodou. V souhrnu toho všeho je přínosem práce hlavně přínos pro životní prostředí a přínos pro lidi, kteří chtějí tento systém zhotovit. Hlavním přínosem je také určení metod, jak je možno zacházet s vodou a neplýtvat. Práce může poukázat na smysluplné využití dešťové vody a tím změnit ekologický dopad na životní prostředí. Snížení spotřeby pitné vody vede ke zpomalení úbytku vody celosvětově. Posledním přínosem práce je promítnutí nákladů, které vynaložíme za pitnou vodu a určuje jejich srovnání. Například když ročně spotřebujeme 107 litrů vody pro čtyřčlennou rodinu za den, znamená to, že za 15 let utratíme 281 736 Kč na používání pitné vody a díky tomuto systému jsme schopni ušetřit 131 838 Kč. Přínosem je tedy přehled o celkových nákladech vynaložených se záchytným systémem a zároveň poukázat na výhodnost těchto systémů.

ZÁVĚR

V teoretické části jsme si uvedli důležité poznatky o problematice sucha a jeho působení napříč planetou. Uvedli jsme si příklad špatného zacházení s vodou a důvody úbytku vody. Následně jsme zmínili okolnosti o koloběhu vody a příklady správného zacházení s vodou. Se správným zacházením s vodou souvisel i popis možných metod, jak zadržovat vodu v krajině. Jednou z těchto metod, byla metoda záchytných systémů na dešťovou vodu, kterou jsme detailně popsali. Znázornili jsme jednotlivé informace o těchto systémech, potřebné k návrhu projektu pro rodinný dům s čtyřčlennou rodinou v Praze. Nedílnou součástí bylo také uvést poznatky o dešťové vodě a jejím použití v domácnosti. Dále jsme podrobně popsali funkci tohoto záchytného systému na dešťovou vodu.

V metodické části jsme zhotovili návrh projektu tohoto systému na základě zjištěných informací o těchto systémech a vyčíslili jsme náklady jednotlivých potřebných součástí. Jednotlivé součásti jsme analyzovali a popsali jejich funkčnost i vlastnosti. Dále jsme vyčíslili náklady na veškeré práce zahrnuté do této výstavby systému jako například řemeslné práce, zemní práce a doprava. V metodické části jsme se tedy dobrali k detailnímu návrhu projektu na náš modelový rodinný dům a podařilo se nám charakterizovat jednotlivé náklady na jednotlivé položky projektu. Díky tomu jsme analyzovali celý projekt a určili přehled o finančních nákladech a funkcích jednotlivých položek.

V praktické části jsme shrnuli veškeré náklady na výstavbu tohoto záchytného systému na dešťovou vodu, abychom mohli počítat návratnost tohoto systému. Popsali jsme funkčnost tohoto systému a díky tomu jsme zjistili, že námi navrhovaná nádrž na zachytávání bude vyhovovat a měla by zajistit dostatek vody po celý rok. Můžeme tedy říci, že funkčnost systému bude dodržena. Cílem naší práce bylo počítání návratnosti. Při počítání návratnosti jsme postupovali tak, že jsme počítali návratnost bez dotace a návratnost s dotací. Při počítání jsme využili vzorec pro aritmetickou posloupnost, protože jsme počítali s každoročním nárůstem ceny pitné vody. Po výpočtech jsme došli k závěru, že návratnost bez využití dotace byla 15 let

a návratnost s využitím dotace 9 let. Pro naši, práci to znamená, že je tento systém velice ekonomicky výhodný obzvlášť při využití dotace. Znamená to, že po určitých letech se nám splatí původní vynaložené náklady a od té doby začínáme šetřit finance za pitnou vodu. Dále jsme popsali možné návrhy a doporučení při využití tohoto systému a v poslední řadě jsme popsali přínos pro životní prostředí a přínos celé této práce.

Literatura a zdroje

SIEGEL, Seth M. *Budiž voda: izraelská inspirace pro svět ohrožený nedostatkem vody*. Vydání třetí. Praha: Aligier, 2018. ISBN 978-80-906420-5-8.

KAŇKOVSKÝ, Petr. *Vodní toky*. Praha: Institut environmentálních služeb, 2012. ISBN 978-809-0520-202.

VRÁNA, Jakub. *Voda a kanalizace v domě a v bytě: instalatérské práce*. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-0800-0.

BÖSE, Karl-Heinz. *Dešťová voda pro dům a zahradu*. Ostrava: HEL, 1999. ISBN 80-861-6708-9.

KAŇKOVSKÝ, Petr. *Osoba oprávněná k provozování vodovodů a kanalizací*. Líbeznice: Pro Vyšší odbornou školu stavební a Střední školu stavební Vysoké Mýto vydalo vydavatelství Medim, 2007. Učební text (Vyšší odborná škola stavební a Střední škola stavební Vysoké Mýto). ISBN 978-808-7140-116.

MIKULČÁK, Jiří. *Matematické, fyzikální a chemické tabulky a vzorce pro střední školy*. Praha: Prometheus, 2003. ISBN 978-807-1962-649.

CHEJNOVSKÝ, Pavel. *Osoba oprávněná k provozování vodovodů a kanalizací*. Líbeznice: Pro Vyšší odbornou školu stavební a Střední školu stavební Vysoké Mýto vydalo vydavatelství Medim, 2007. Učební text (Vyšší odborná škola stavební a Střední škola stavební Vysoké Mýto). ISBN 978-808-7140-055.

HANSLÍK, Eduard. *Osoba oprávněná k provozování vodovodů a kanalizací*. Líbeznice: Pro Vyšší odbornou školu stavební a Střední školu stavební Vysoké Mýto vydalo vydavatelství Medim, 2007. Učební text (Vyšší odborná škola stavební a Střední škola stavební Vysoké Mýto). ISBN 9788087140024.

Norma ČSN 73 6133. *Navrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010. 68 s. Třídící znak 736133

Citáty slavných osobností. [online]. [cit. 2020-03-08]. Dostupné z:

<https://citaty.net/citaty/15518-benjamin-franklin-vodu-neocenime-dokud-nam-nevyschne-studna-a-to-pl/>

Hydrotech. [online]. [cit. 2019-11-04]. Dostupné z: <https://www.hydrotech-group.com/cz/blog/voda-na-zemi-kolko-jej-na-planete-mame-a-ake-mnozstvo-z-toho-tvori-pitna-voda>

National Geographic Česko. *Aralské jezero opět pomalu ožívá! Vrací se do něj ryby*. [online]. 2017 [cit. 2019-12-31]. Dostupné z: <https://www.national-geographic.cz/clanky/aralske-jezero-opet-oziva-vraci-se-do-nej-ryby-20170625.html>

Pražské vodovody a kanalizace. *Spotřeba vody* [online]. 2019 [cit. 2019-12-31]. Dostupné z: <https://www.pvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/spotreba-vody/>

Dešťovka. [online]. [cit. 2020-02-07]. Dostupné z: <https://www.dotacedestovka.cz/>

PONCAROVÁ, Jana. *Nádrž na dešťovou vodu: Kolik vám ušetří a jak ji vybrat?* [online]. 2.1.2017 [cit. 2019-12-21]. Dostupné z: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/nadrz-na-destovou-vodu>

Katedra technických zřízení budov K11125. *Výpočty a tabulky pro návrh kanalizačního potrubí*. [online]. [cit. 2019-12-22]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=podklady&id=36>

Pražské vodovody a kanalizace. *Vývoj vodného a stočného v Praze* [online]. 2020 [cit. 2020-02-14]. Dostupné z: <https://www.pvk.cz/vse-o-vode/cena-vodneho-a-stocneho/vyvoj-vodneho-a-stocneho-v-praze/>

Český hydrometeorologický ústav. *Územní srážky* [online]. 2019 [cit. 2020-02-14]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky#>

Pkv plus. [online]. [cit. 2019-12-22]. Dostupné z: <https://www.pkvplus.cz/p/nadrz-basic-tank-7000-l-jednokomorova>

Bola. [online]. [cit. 2019-12-22]. Dostupné z: <https://www.bola.cz/domaci-vodarna-grundfos-jp-4-47-pt-h-60l-bbvp>

Elektrina. [online]. [cit. 2020-02-06]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/cena-elektriny-za-kwh-2019-cez-eon-pre-a-dalsi-dodavatele>

Pkv plus. [online]. [cit. 2019-12-31]. Dostupné z: <https://www.pkvplus.cz/p/kgem-trubka-sn4-ml-110x3-2-1m>

Lunaplast. [online]. [cit. 2019-12-31]. Dostupné z: <http://www.lunaplast.cz/dokumenty/webmenu4440/cenik3568.pdf>

Aquatopshop. [online]. [cit. 2020-02-07]. Dostupné z: https://www.aquatopshop.cz/ZPETNE-KLAPKY-c1_85_3.htm

Pkv plus. [online]. [cit. 2019-12-31]. Dostupné z: <https://www.pkvplus.cz/>

Aquatopshop. [online]. [cit. 2019-12-31]. Dostupné z: <https://www.aquatopshop.cz/>

Ceník řemesel. [online]. [cit. 2020-02-06]. Dostupné z: <https://www.cenikremesel.cz/vykopove-prace-cenik/>

Vs-ekoprag. [online]. [cit. 2020-02-07]. Dostupné z: <https://www.vs-ekoprag.cz/prodej-pisku-betonu>

Wikipedia. *Koloběh vody* [online]. 2019 [cit. 2019-12-30]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Kolob%C4%9Bh_vody

Archenergy. *Dotace dešťovka* [online]. [cit. 2019-11-15]. Dostupné z: <http://www.archenergy.cz/dotace-irop-nzu/destovka-dotace/>

Tzb-info. [online]. [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/16351-system-fv-infra-vyuziti-fv-hdpe-potrubi-montazni-instrukce-pro-pokladku-a-spojovani>

Pkv plus. [online]. [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: <https://www.pkvplus.cz/p/lapac-stresnich-vod-gajgr-spodni-odtok-d-110-standard-cerny>

Porad'te. *Spojení KG trubek* [online]. [cit. 2019-12-22]. Dostupné z: <https://www.poradte.cz/domacnost-a-bydleni/45555-spojeni-kg-trubek.html>

Katedra technických zařízení budov K11125. [online]. [cit. 2019-12-22]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=podklady&id=36>

Čistá voda. [online]. [cit. 2019-12-22]. Dostupné z: https://www.cistavoda.cz/univerzalni-trio-vodni-filtr/?gclid=EAIaIQobChMI9d3-sJPd5gIVQuDtCh2KHwA-EAkYAiABEgKF9PD_BwE#3/4%20col%20=%2025%20mm

Pkv plus. *Kg-pvc* [online]. [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: <https://www.pkvplus.cz/kg-pvc>

Seznam znaků a zkratek

PVC KG – Polyvinylchloridové plastové potrubí pro odvod kanalizačních nebo dešťových vod.

PE potrubí – Polyetylenové potrubí pro venkovní rozvod vod.

PPR potrubí – Vnitřní rozvodové potrubí na vodu.

Gajgr – Lapač střešních splavenin umístěný v místě prostupu z okapu do kanalizačního potrubí.

Seznam tabulek

Tabulka 1	Parametry domácí vodárny	28
Tabulka 2	Hydraulické kapacity dešťového odpadního potrubí	31
Tabulka 3	Celkové náklady na PPR vnitřní potrubí včetně tvarovek	42
Tabulka 4	Celkové náklady na polyetylenové potrubí včetně tvarovek a čerpadla	43
Tabulka 5	Celkové náklady na PVC KG potrubí včetně záchytné nádrže	43
Tabulka 6	Spotřeba vody	60
Tabulka 7	Roční úhrn srážek napříč územím České republiky	61
Tabulka 8	Vývoj ceny za pitnou vodu	63
Tabulka 9	Orientační kalkulace nákladů	66
Tabulka 10	Ceník instalatérských prací	67

Seznam obrázků

Obr. 1	Koloběh vody	13
Obr. 2	Záchytný systém na dešťovou vodu	17
Obr. 3	Uložení potrubí	20
Obr. 4	Gajgr	20
Obr. 5	Nádrž na dešťovou vodu	24
Obr. 6	Rozměry a tvar nádrže	26
Obr. 7	Domácí vodárna	27
Obr. 8	Hrdlový spoj PVC KG potrubí	30
Obr. 9	Projekt záchytného systému	32
Obr. 10	Filtr na zachycení nečistot	33
Obr. 11	Odbočka a koleno	34
Obr. 12	Koleno, spojka	35
Obr. 13	Mosazné šroubení	36
Obr. 14	Spojka s vnějším závitem 32 mm	36

Seznam Příloh

Příloha č. 1. Spotřeba vody	60
Příloha č. 2. Roční úhrn srážek napříč územím České republiky	61
Příloha č. 3. Vývoj ceny za pitnou vodu	63
Příloha č. 4. Vložený výkres projektu záchytného systému ve formátu A3	64
Příloha č. 5. Orientační kalkulace nákladů	66
Příloha č. 6. Ceník instalatérských prací	67

Příloha č. 1: Spotřeba vody

Tabulka 6: Spotřeba vody

Průměrné denní hodnoty (v litrech)	Průměrné denní hodnoty (v Kč)	
WC	25	2,25
Os.hygiena, sprchování	40	3,60
Praní, úklid	16	1,44
Příprava jídla, mytí nádobí	9	0,81
Mytí rukou	6	0,54
zalévání	5	0,45
pití	2	0,18
ostatní	4	0,36
CELKEM	107 litrů	9,63

Příloha č. 2: Roční úhrn srážek napříč územím České republiky

vysvětlivky:

S = úhrn srážek [mm]

N = dlouhodobý srážkový normál 1961-1990 [mm]

% = úhrn srážek v % normálu 1961-1990

Tabulka 7: Roční úhrn srážek napříč územím České republiky

Kraj		Měsíc												Rok
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Česká republika	S	65	31	48	25	91	53	58	77	62	43	43	38	634
	N	42	38	40	47	74	84	79	78	52	42	49	48	674
	%	155	82	120	53	123	63	73	99	119	102	88	79	94
Praha a Středočeský	S	44	28	37	25	72	47	52	72	46	36	40	18	519
	N	32	30	36	43	70	75	72	73	46	36	40	35	590
	%	138	93	103	58	103	63	72	99	100	100	100	51	88
Jihočeský	S	66	35	49	16	85	69	69	70	50	37	33	33	612
	N	34	33	39	49	75	94	83	82	51	37	43	39	659
	%	194	106	126	33	113	73	83	85	98	100	77	85	93
Plzeňský	S	53	35	57	21	71	51	53	86	50	41	32	31	579
	N	41	38	44	50	70	78	77	78	53	42	47	46	656
	%	129	92	130	42	101	65	69	110	94	98	68	67	88
Karlovarský	S	93	29	75	28	59	49	41	68	81	49	39	45	657
	N	56	44	47	47	61	75	67	69	56	46	52	61	673

	%	166	66	160	60	97	65	61	99	145	107	75	74	98
Ústecký	S	69	29	44	25	66	47	45	58	59	40	36	31	547
	N	42	36	38	44	61	68	68	70	50	39	47	49	612
	%	164	81	116	57	108	69	66	83	118	103	77	63	89
Liberecký	S	117	36	72	20	96	39	47	61	59	53	65	48	712
	N	69	54	56	56	79	83	89	89	66	61	71	84	860
	%	170	67	129	36	122	47	53	69	89	87	92	57	83
Královéhradecký	S	77	28	58	32	87	36	51	89	60	52	60	39	669
	N	60	47	49	48	76	86	83	84	60	52	62	70	774
	%	128	60	118	67	114	42	61	106	100	100	97	56	86
Pardubický	S	76	31	53	23	109	51	44	81	63	46	44	37	657
	N	47	40	42	46	77	87	82	84	56	45	52	54	711
	%	162	78	126	50	142	59	54	96	113	102	85	69	92
Vysočina	S	77	30	54	15	108	56	59	67	59	40	44	38	645
	N	42	37	37	42	76	82	75	75	49	37	45	43	644
	%	183	81	146	36	142	68	79	89	120	108	98	88	100
Jihomoravský	S	39	18	26	22	99	65	64	68	62	37	41	45	587
	N	30	30	29	38	65	75	64	61	41	34	42	33	543
	%	130	60	90	58	152	87	100	111	151	109	98	136	108
Olomoucký	S	58	34	48	29	104	69	74	90	81	46	44	51	728
	N	42	40	40	49	80	94	90	84	55	48	56	52	732
	%	138	85	120	59	130	73	82	107	147	96	79	98	99
Zlínský	S	85	35	44	38	131	60	72	91	84	56	58	63	818
	N	47	46	44	56	82	102	89	83	58	50	64	60	786
	%	181	76	100	68	160	59	81	110	145	112	91	105	104
Moravskoslezský	S	62	36	47	44	134	37	70	110	95	48	48	65	798
	N	42	44	43	59	94	108	105	98	63	50	58	52	816

% 148 82 109 75 143 34 67 112 151 96 83 125 98

Příloha č. 3: Vývoj ceny za pitnou vodu

Tabulka 8: Vývoj ceny za pitnou vodu

Období	<i>Cena vody za m³ (v Kč, včetně DPH)</i>		
	Vodné	Stočné	Celkem
1.1.2010 - 31.12.2010	30,63	25,88	56,51
1.1.2011 - 31. 12.2011	34,39	26,00	60,39
1.1.2012 - 31. 12.2012	38,05	28,30	66,35
1. 1. 2013 - 31.12.2013	43,02	31,33	74,35
1.1.2014 - 31.12.2014	43,84	32,0	75,84
1.1.2015 - 31.12.2015	44,71	32,94	77,65
1.1.2016 - 31.3.2016	44,14	34,86	79,00
1. 4. 2016 - 31. 12. 2016	46,75	38,43	85,18
1. 1. 2017 - 31.12.2017	46,43	38,99	85,42

	1.1.2018 - 31.12.2018	48,30	39,09	87,39
	1.1.2019 - 31. 12. 2019	48,96	40,70	89,66
	1. 1. 2020	50,92	43,17	94,09

Příloha č. 4: Vložený výkres projektu záchytného systému ve formátu A3

Příloha č. 5: Orientační kalkulace nákladů

Tabulka 9: Orientační kalkulace nákladů

Název nákladů	Cena (Kč)
PPR Potrubí včetně tvarovek	2 810 Kč
Polyetylenové potrubí včetně tvarovek a čerpadla	11 370 Kč
KG potrubí včetně nádrže	33 130 Kč
Zemní práce	15 600 Kč
Odvoz zeminy	30 100 Kč
Písek	10 445 Kč
Štěrka	4 460 Kč
Instalatérské práce	9 686 Kč
Náklady celkem	117 601 Kč

Příloha č. 6: Ceník instalatérských prací

Tabulka 10: Ceník instalatérských prací

Instalatéři - ceník samotné práce bez materiálu		
Položka	Cena	Jednotka
sekání šliců (drážek)		
sekání šlicu v ytongu (do šíře 50mm, do hl.50mm)	50,00 Kč	mb
sekání šlicu v ytongu (do šíře 100mm, do hl.50mm)	77,00 Kč	mb
sekání šlicu v ytongu (do šíře 200mm, do hl.50mm)	98,00 Kč	mb
sekání šlicu v ytongu (do šíře 130mm, do hl.130mm)	108,00 Kč	mb
sekání šlicu v cihle (do šíře 50mm, do hl.50mm)	55,00 Kč	mb
sekání šlicu v cihle (do šíře 100mm, do hl.50mm)	85,00 Kč	mb
sekání šlicu v cihle (do šíře 200mm, do hl.50mm)	109,00 Kč	mb
sekání šlicu v cihle (do šíře 130mm, do hl.130mm)	120,00 Kč	mb
sekání šlicu v betonu (do šíře 50mm, do hl.50mm)	95,00 Kč	mb
sekání šlicu v betonu (do šíře 100mm, do hl.50mm)	145,00 Kč	mb
sekání šlicu v betonu (do šíře 200mm, do hl.50mm)	230,00 Kč	mb
sekání šlicu v betonu (do šíře 130mm, do hl.130mm)	253,00 Kč	mb
rozvody vody		
usazení PPR trubky do pr.25mm	86,00 Kč	mb
usazení PPR trubky do pr.40mm	103,00 Kč	mb
montáž spojky PPR do pr.25mm	50,00 Kč	ks
montáž spojky PPR do pr.40mm	63,00 Kč	ks
montáž kolena PPR do pr.25mm	50,00 Kč	ks
montáž kolena PPR do pr.40mm	63,00 Kč	ks
montáž odbočky PPR do pr.25mm	62,00 Kč	ks
montáž odbočky PPR do pr.40mm	74,00 Kč	ks

uchycení potrubí objímkami	28,00 Kč	ks
uchycení potrubí sádrou	26,00 Kč	ks
montáž nástěnky PPR pro baterii (ve zdi vč. sádrování)	174,00 Kč	ks
montáž nástěnky PPR pro baterii (v sádrokartonu vč. uchycení)	158,00 Kč	ks
montáž nástěnky PPR pro rohový ventil (ve zdi vč. sádrování)	146,00 Kč	ks
montáž nástěnky PPR pro rohový ventil (v sádrokartonu vč. uchycení)	129,00 Kč	ks
přechod z PPR na ocel, nebo měď	103,00 Kč	ks
rozvody odpadů		
uložení odpadní trubky PP-HT s hrdlem do pr.75mm	51,00 Kč	mb
uložení odpadní trubky PP-HT s hrdlem do pr.110mm	73,00 Kč	mb
uložení odpadní trubky PP-HT s hrdlem do pr.150mm	97,00 Kč	mb
montáž kolena PP-HT do pr.75mm	37,00 Kč	ks
montáž odbočky PP-HT do pr.75mm	51,00 Kč	ks
montáž kolena PP-HT do pr.110mm	42,00 Kč	ks
montáž odbočky PP-HT do pr.110mm	56,00 Kč	ks
přerušení stoupačky a vložení odbočky PP-HT	747,00 Kč	ks
navrtávka stoupačky do pr.75mm	218,00 Kč	ks
navrtávka stoupačky do pr.110mm	264,00 Kč	ks
usazení a připojení odtokového žlabu do 800mm	687,00 Kč	ks
usazení a připojení podlahové gule	476,00 Kč	ks
izolace potrubí		
izolace mirelon do pr. trubky 40mm	10,00 Kč	mb
izolace mirelon do pr. trubky 75mm	14,00 Kč	mb
izolace mirelon do pr. trubky 110mm	18,00 Kč	mb
izolace mirelon tl. kolena, T kus do pr. trubky 40mm	47,00 Kč	ks
izolace mirelon tl. kolena, T kus do pr. trubky 110mm	75,00 Kč	ks
kompletace		
montáž geberitu pro wc (přikotvení, připojení vody a odpadu)	667,00 Kč	ks
montáž závěsného wc vč.tlačítka (usazení, zapojení)	534,00 Kč	ks
montáž wc kombi (sestavení, usazení, zapojení)	793,00 Kč	ks
montáž pisoáru (usazení, zapojení)	529,00 Kč	ks
montáž bidetu	772,00 Kč	ks
montáž baterie stojánkové	185,00 Kč	ks
montáž baterie dřezové	185,00 Kč	ks
montáž baterie stojánkové s bidetovou sprškou	205,00 Kč	ks
montáž baterie nástěnné	195,00 Kč	ks
montáž baterie vanové vč. přikotvení sprchy	248,00 Kč	ks
osazení a kompletace baterie podomítkové (1x sprcha)	690,00 Kč	ks
osazení a kompletace baterie podomítkové (2x sprcha)	977,00 Kč	ks
osazení a kompletace baterie podomítkové (1x sprcha, 1x napuštění přepadem)	977,00 Kč	ks
montáž rohového ventilu	58,00 Kč	ks
montáž prodloužení pro rohový ventil	40,00 Kč	ks
montáž pračkového sifonu	51,00 Kč	ks

montáž umyvadla (přikotvení, zapojení sifonu)	486,00 Kč	ks
montáž umyvadla se zavěšenou skříňkou (přikotvení, zapojení sifonu)	862,00 Kč	ks
montáž umývatka (přikotvení, zapojení sifonu)	470,00 Kč	ks
montáž vany (usazení, zapojení sifonu)	793,00 Kč	ks
montáž sprchové vaničky (usazení, zapojení sifonu)	598,00 Kč	ks
montáž vanové zástěny plastové	750,00 Kč	ks
montáž vanové zástěny skleněné	950,00 Kč	ks
montáž sprchové zástěny plastové	850,00 Kč	ks
montáž sprchové zástěny skleněné (šoupačky)	1 350,00 Kč	ks
montáž sprchové zástěny skleněné (dveře)	1 550,00 Kč	ks
montáž sprchových skleněných dveří	1 400,00 Kč	ks
přikotvení zrcadla	140,00 Kč	ks
montáž rohové lišty kolem vany	370,00 Kč	kpl
ostatní		
zapojení průtokového ohřívače vody do 15l	339,00 Kč	ks
přikotvení a zapojení bojleru na zeď (60l-100l)	1 092,00 Kč	ks
přikotvení a zapojení bojleru na zeď (110l-180l)	1 437,00 Kč	ks
montáž pojišťovacího ventilu	281,00 Kč	ks
montáž drtiče odpadu pro kuchyňský dřez	546,00 Kč	ks
zapojení pračky	164,00 Kč	ks
zapojení myčky	164,00 Kč	ks
přesun materiálu (pokud není připraven v patře realizace)	205,00 Kč	hod
tlakové zkoušky		
tlaková zlouška tl. potrubí	235,00 Kč	hod
zkouška těsnosti kanalizace vodou do DN 125	235,00 Kč	hod
proplach potrubí	235,00 Kč	hod
vypracování dokumentu o tlakové zkoušce	500,00 Kč	kpl
demontáže		
demontáž starých vodoinstalací a odpadů v bytě	1 322,00 Kč	kpl
demontáž vany vč. vybourání pobezdívky	517,00 Kč	ks
demontáž sprchové vaničky	205,00 Kč	ks
demontáž WC kombi	205,00 Kč	ks
demontáž závěsného wc	205,00 Kč	ks
demontáž umyvadla	195,00 Kč	ks
demontáž baterie nástěnné	79,00 Kč	ks
demontáž baterie stojánkové	79,00 Kč	ks
demontáž geberitu včetně vyzdívky	327,00 Kč	ks
demontáž geberitu pro wc	198,00 Kč	ks
demontáž bojleru do 100l	755,00 Kč	ks
demontáž bojleru do 180l	902,00 Kč	ks

Anotace

Bibliografický údaj: Alinče, Jindřich. *Využívání dešťové vody v domácnosti a její ekonomická výhodnost*. Olomouc 2020. Bakalářská práce. Moravská vysoká škola Olomouc. Vedoucí práce: Ing. Štefan Kolumber, Ph.D.

Název práce: Využívání dešťové vody a její ekonomická výhodnost

Autor: Jindřich Alinče

Ústav: Ústav podnikové ekonomiky

Vedoucí práce: Ing. Štefan Kolumber, Ph.D.

Abstrakt: Vytvořili jsme práci na téma využívání dešťové vody v domácnosti a její ekonomickou výhodnost.

Cílem práce bylo zkoumání ekonomické výhodnosti při využívání dešťové vody v domácnosti. Účelem bylo navrhnout projekt záchytného systému na dešťovou vodu se všemi náležitostmi a spočítanými náklady na výstavbu pro rodinný dům v Praze s čtyřčlennou rodinou a zahradou. Dalším cílem bylo počítání návratnosti podle ušetřených nákladů za spotřebovanou pitnou vodu. Jedním z dalších cílů bylo také popsat přínos pro životní prostředí.

Práce byla rozdělena na teoretickou, metodickou a praktickou část. Teoretická část popisuje problematiku sucha a uvádí jednotlivé poznatky o možném zacházení s dešťovou vodou. Následně také popisuje záchytný systém na dešťovou vodu se všemi potřebnými informacemi. Metodická část zobrazuje návrh projektu záchytného systému na modelový rodinný dům a popisuje vyčíslení jednotlivých nákladů na součásti tohoto systému. Uvedli jsme také jednotlivé informace o veškerých součástech tohoto záchytného systému. Praktická část ukazuje celkové náklady na výstavbu a analyzuje funkčnost tohoto systému, a zdali splňuje požadavky na dostatek potřebné vody. Dále jsme počítali návratnost systému bez využití dotace a s využitím dotace. Dospěli jsme k výsledku 15 a 9 let což je z našeho pohledu velice ekonomicky výhodné.

Následovalo závěrečné doporučení a návrhy. Dále jsme v praktické části určili přínos pro životní prostředí a přínos této práce celkově. V závěru jsme shrnuli celou Bakalářskou práci a zrekapitulovali vše, co bylo součástí této práce. Shrnuli jsme požadované cíle a jejich splnění v rámci vypracování této bakalářské práce.

Klíčová slova: Životní prostředí, dešťová voda, záchytný systém, náklady, ekonomická výhodnost, návratnost.

Title: Economic use of rainwater in the home

Author: Jindřich Alinče

Department: Institute of business economics

Supervisor: Ing. Štefan Kolumber, Ph.D.

Abstract: We have created bachelor thesis about use of rainwater in the household and its economic benefits use of rainwater.

The purpose of the work was to investigate the economic advantage of using rainwater in the home. The purpose was to design a rainwater collection system with all the essentials and calculated construction costs for a family house for four people with garden in Prague. Another purpose was to calculate the return of the saved costs for used drinking water. Next purpose was also to describe the environmental benefits.

The work was divided into theoretical, methodical and practical part. The theoretical part describes the issue of drought and introduces individual knowledge about the possible treatment of rainwater. It also describes the rainwater collection system with all the necessary information. The methodical part shows the design of the restraint system project for a model family house and describes the calculation of individual costs for the components of this system. We have also introduce individual information about all components of this restraint system. The practical part shows the total cost of construction and analyzes the functionality of this system, and whether it meets the requirements for sufficient water. Next we calculated the system return without using the grant and with using the grant. We came to the result of 15 and 9 years, which is in our view very economical. Final recommendations and suggestions followed. Next in the practical part, we have identified the environmental benefits and benefits of this work in overall. Conclusion, we summarized the whole bachelor thesis and recapitulated

everything that was part of this thesis. We summarized the required purposes and their fulfillment in the process of elaboration this work.

Keywords: Environment, rainwater, restraint system, costs, economic profitability, return.