

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**PROJEKT ZDRAVOTECHNIKY  
SKUPINY RODINNÝCH DOMŮ**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Vypracovala:**

**Bc. Daniela Petrová**

**Vedoucí práce:**

**doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.**

**2019/2020**

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Petrová</u>	Jméno: <u>Daniela</u>	Osobní číslo: <u>423934</u>
Zadávací katedra: <u>K125 - Katedra technických zařízení budov</u>		
Studijní program: <u>Budovy a prostředí</u>		
Studijní obor: <u>Budovy a prostředí</u>		

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Projekt zdravotnické skupiny rodinných domů</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Sanitary system design for group of family houses</u>	
Pokyny pro vypracování:	
Vypracujte projekt kanalizace a vodovodu pro zadanou skupinu rodinných domů. Textová část - technická zpráva, bilanční výpočty, návrh dimenzí potrubí. Výkresová část - půdorysy, svislý řez, podélný řez.	
Studie na téma možnosti využití dešťové vody v areálu rodinných domů.	
Seznam doporučené literatury:	
Valášek, Jaroslav a kol.: Zdravotnětechnická zařízení budov. Jaga 2006. ISBN 80-8076-038-1.	
Daniels, Klaus: Technika budov - Příručka pro architekty a projektanty. Jaga 2003. ISBN 80-88905-60-5.	
ČSN 75 5409 Vnitřní vodovody. CNI 2013.	
ČSN 75 6760 Vnitřní kanalizace. CNI 2014	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>2.10.2019</u>	Termín odevzdání diplomové práce: <u>5.1.2020</u>
<i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>	
_____	_____
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

\_\_\_\_\_

Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_

Podpis studenta(ky)

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Krnově, 5.1.2020

Bc. Daniela Petrová

## **Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala hlavně svému vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Michalu Kabrhelovi, Ph.D. za jeho čas, odborné vedení a podnětné rady při zpracování této práce. Mé díky patří také rodině a kamarádům za podporu a trpělivost, kterou mi poskytli během studia.

## **Anotace**

Předmětem této diplomové práce je vytvoření projektové dokumentace pro provedení stavby, která řeší zdravotnické systémy areálu rodinných domů v Praze 5. V této části práce se zabývám návrhem vnitřního vodovodu a splaškové kanalizace s příslušnými výkresy a výpočty, které odpovídají stupni projektové dokumentace. Druhou část této práce tvoří studie na téma využití dešťové vody v areálu rodinných domů, která řeší možnosti a způsoby využití dešťových vod. Tyto teoretické poznatky jsou dále aplikovány v zadaném areálu rodinných domů.

## **Klíčová slova**

Projektová dokumentace, rodinný dům, zdravotnická zařízení, kanalizace, vodovod, dešťová voda, pitná voda, akumulace dešťových vod, zpětné využití dešťových vod.

## **Annotation**

The main theme of this dissertation is creating a project documentation for sanitary system design for group of family houses in Prague 5. In this part of my dissertation I will be talking mainly about the project of inner water supply and a sanitary sewer including all drafts, sketches and calculations complying with a degree of project documentation. Second part of my dissertation will talk about studies regarding the use of rainwater in the area with family houses which will explain the options and affordable ways of using rainwater, These theoretical findings are applied in this assignment about the area with family houses.

## **Key words**

Project documentation, family house, sanitary system, sewer, water supply, rainwater, drinking water, accumulation of rainwater, reuse of rainwater,

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**STUDIE  
MOŽNOSTI VYUŽITÍ DEŠŤOVÉ VODY**

**Vypracovala:**

**Bc. Daniela Petrová**

**Vedoucí práce:**

**doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.**

**ŠKOLNÍ ROK 2019/2020**

## Obsah

### Teoretická část

0.	Obsah.....	6.
1.	Úvod.....	8
2.	Kvalita dešťových vod.....	8
3.	Způsoby využívání dešťových vod.....	8
	3.1. Využití dešťových vod na zahradě.....	9
	3.2. Princip využití dešťových vod na zahrad.....	9
	3.3. Využití dešťových vod v domě.....	10
	3.4. Princip využití dešťových vod v domě.....	10
4.	Nádrže na dešťovou vodu.....	10
	4.1. Plastové nádrže na dešťovou vodu.....	10
	4.2. Betonové nádrže na dešťovou vodu.....	11
5.	Bezpečnostní přepady akumulčních nádrží.....	11
6.	Čerpací zařízení dešťové vody.....	11
	6.1. Ponorná čerpadla.....	12
	6.2. Sací čerpadla.....	12
7.	Čištění dešťových vod.....	12
8.	Typy zařízení na čištění dešťových vod.....	13
	8.1. Okapové filtrační jednotky.....	13
	8.2. Košíčkové filtry.....	13
	8.3. Samočisticí filtrační jednotky.....	14
	8.4. Filtry pro montáž do tlakových potrubí.....	14
9.	Materiál dešťového potrubí.....	14
10.	Řídící doplňovací jednotky.....	15
11.	Vsakovací zařízení dešťových vod.....	15

### Praktická část

12.	Využití dešťové vody v areálu rodinných domů.....	16
	12.1. Identifikační údaje stavby.....	16
	12.1.1. Obecné informace.....	16
	12.1.2. Rozsah řešeného území.....	16
	12.1.3. Dispoziční řešení domů.....	17
	12.1.4. Popis provozů rodinných domů....	17
	12.1.5. Počet osob v rodinných domech...	17
13.	Výpočtový odtok dešťových vod ze střech a teras.....	18
14.	Průměrný roční odtok dešťových vod.....	18
15.	Průměrný měsíční odtok dešťových vod.....	19
16.	Dimenzování a posuzování dešťového potrubí.....	19
	16.1. Výpočet dimenze svislého dešťového potrubí...	19
	16.2. Výpočet dimenze svodného dešťového potrubí..	20
17.	Návrh využití dešťových vod v areálu rodinných domů.....	21

17.1.	Návrh akumulční nádrže pro zpětné využití.....	21
17.2.	Porovnání spotřeby vody a odtoku srážek.....	22
17.3.	Vyhodnocení návrhu.....	23
18.	Návrh vodovodu s dešťovou vodou.....	24
18.1.	Výpočet dimenze potrubí.....	24
18.2.	Filtry.....	25
18.3.	Materiál dešťového potrubí.....	26
18.4.	Doplňování pitnou vodou.....	26
18.5.	Údržba.....	26
19.	Závěr.....	26
20.	Seznam pojmů použitých v této práci.....	27
21.	Seznam použitých zdrojů.....	27
22.	Seznam použitých obrázků.....	28
23.	Seznam tabulek.....	29
24.	Seznam tabulkových podkladů.....	29
25.	Seznam příloh.....	30



## 1. Úvod

Z vesmíru nám může připadat, že naše planeta je ohromný modrý obr – více než dvě třetiny povrchu Země jsou pokryty vodou. Ovšem jen 2,5% z celkového objemu je voda čistá. Podíl pitné vody kupodivu klesá ještě níže, což představuje pouze 0,007% celkového objemu vody na naší planetě.

Není tajemstvím, že počet lidí na Zemi závratně roste. Žije tady asi 7,6 miliardy lidí. Tato cifra není konečná, každý rok narůstá o desítky milionu. Se zvyšujícími se životními standardy a růstem počtu obyvatel se zvyšuje i potřeba vody. Dnes se navíc stále častěji potýkáme s extrémním počasím. Extrémní horka střídají nárazové deště a prudké ochlazení. Půda je často tak vyschlá, že nepojme všechnu srážkovou vodu. Z tohoto důvodu stále dochází ke snižování hladiny podzemní vody.

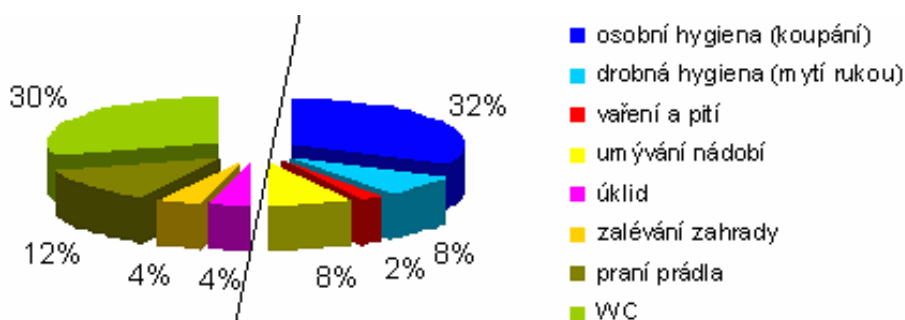
Rozdíly ve spotřebě vody v různých koutech světa jsou obrovské. V některých vyspělých zemích se s pitnou vodou dokonce až moc plýtvá. Často za to mohou směšné ceny, které lidé za pitnou vodu platí. To má za následek její neustálé ubývání po celém světě. Nedostatek vody se začíná projevovat už i v České republice. Z tohoto důvodu bychom se měli zamyslet nad tím, kde všude doopravdy potřebujeme vodu pitnou a kde by nám naopak bohatě stačila voda recyklovaná a vyčištěná.

Na základě výše uvedených informací si myslím, že v dnešní době je velmi důležité s vodou neplýtvat a naopak ji rozumně využívat. Z tohoto důvodu jsem se rozhodla se v této práci zabývat možnostmi zpětného využívání dešťových vod.

## 2. Kvalita dešťových vod

Ačkoliv to na první pohled nemusí být patrné, srážková voda není zcela čistá. Jedná se ale především o chemické znečištění dešťové vody, které vzniká z velké části už v atmosféře. Toto znečištění je v hranicích limitů pro jakost pitné vody. Kvalita dešťové vody proto zcela vyhovuje použití pro praní prádla, splachování toalet nebo zalévání zahrady.

Z některých studií dokonce vyplývá, že na toto použití je dešťová voda lepší než pitná voda, protože neobsahuje chlor a soli. Jedná se tedy o tzv. měkkou vodu, proto praní v této vodě tolik nezatěžuje pračku. Tím pádem není třeba používat změkčovače vody a z dlouhodobého pohledu je praní méně nákladné.



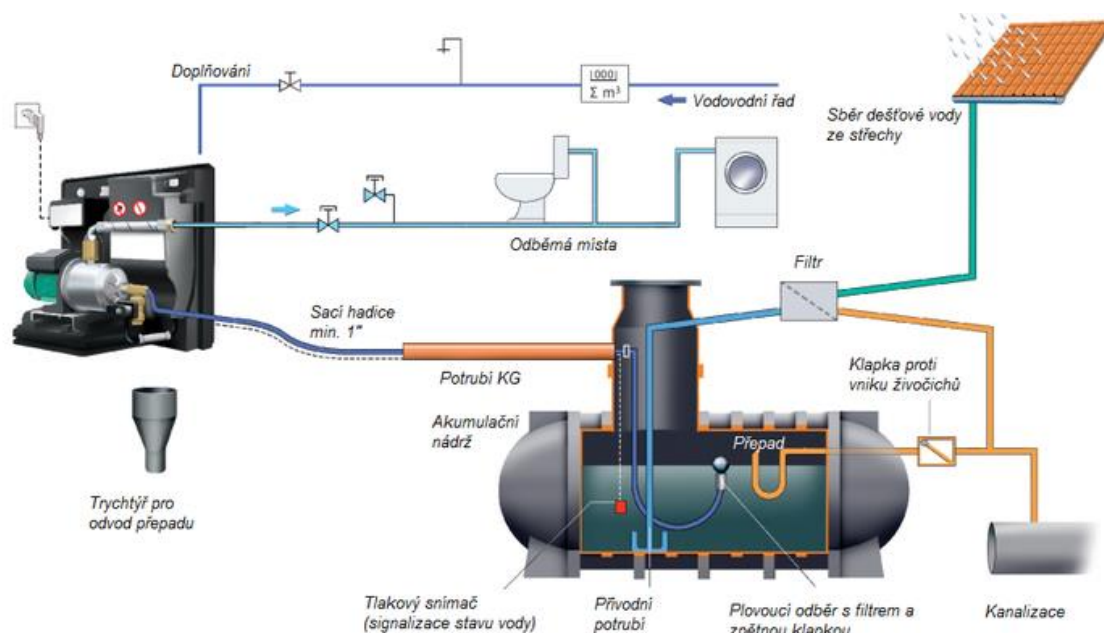
Obrázek 1: pitná voda nahraditelná vodou dešťovou – 50% [1]

## 3. Způsoby využívání dešťových vod

Možností, jak snížit potřebu pitné vody je mnoho. Mezi nejčastější z nich patří právě zpětné využívání srážkových vod. Dešťová voda je schopná dostatečně nahradit pitnou vodu

tam, kde není tak moc potřeba. Jedná se především o splachování WC, zalévání zahrady, praní a úklid.

Dešťovou vodu lze vsakovat nebo akumulovat pro další použití mimo budovu (zálivka) nebo po úpravě ji používat v budově (např. pro splachování), kde musí být zcela oddělena od rozvodu pitné vody. Dříve běžně využívané odvádění srážkových vod oddílnou kanalizací je dnes využíváno jen v případě, že vsak ani akumulace není možná. Vyřešení nakládání se srážkovou vodou je podmínkou pro vydání stavebního povolení, rozhodnutí o dodatečném povolení nebo rozhodnutí o povolení změn stavby a změn užívání a kolaudačního souhlasu. U zpětného využití srážkové vody se musí klást dostatečný důraz na její vyčištění. Při použití dešťové vody nesmí dojít k ohrožení zdraví uživatele, k ohrožení kvality pitné vody, ke kontaminaci půdy a podzemní vody. [2]



Obrázek 2: Schéma zpětného využití dešťových vod [3]

### 3.1. Využití dešťových vod na zahradě

Princip systémů pro akumulaci a zpětné využití dešťových vod je rok od roku modernější a technicky dokonalejší. Jak už bylo zmíněno, dešťová voda neobsahuje chlor a soli, na rozdíl od pitné vody, proto je na zalévání zahrady dokonce vhodnější. Některé druhy rostlin jsou tak citlivé, že by se srážkovou vodou neměly zalévat vůbec.

Dešťovou vodu lze využít také při venkovním úklidu, např. na mytí aut. Ačkoliv se to nezdá, na tuto činnost je potřeba velké množství vody, proto je ekonomicky i ekologicky výhodnější použití srážkové vody.

### 3.2. Princip využití dešťových vod na zahradě

Srážková voda musí být v první řadě zbavena hrubých nečistot, jako je např. napadané listy, větvičky stromů a jiné nečistoty, aby neohrožovaly chod čerpadla. Po zbavení těchto nečistot může být voda přivedena do systému.

Dešťová voda je ze střechy a zpevněných ploch svedena dešťovým odpadním potrubím a dále dopravena do akumulace. Odtud je voda čerpána k výtokovým

ventilům. Pokud nastane přeplnění nádrže, voda je pomocí bezpečnostních přepadů odvedena do vsakovacích prvků nebo napojena na veřejnou kanalizační stoku.

### 3.3. Využití dešťových vod v domě

Hospodařit s dešťovou vodou v domě má hned dvě výhody. První výhoda již byla zmíněna výše. Srážková voda neobsahuje chlor a soli, jedná se o tzv. měkkou vodu, která je šetrná k domácím spotřebičům a potrubím, protože nedochází k usazování vodního kamene. Ušetříme dostatek financí za změkčovač. Další výhodou je, že využíváním zdarma dostupné srážkové vody na praní, splachování toalet a úklid můžeme výrazně ušetřit.

### 3.4. Princip využití dešťových vod v domě

Srážková voda je ze střechy a zpevněných ploch svedena dešťovým odpadním potrubím, následně je vyčištěna od hrubých nečistot a svodným potrubím dopravena do akumulární nádrže. Z ní se voda sacím potrubím dostává do objektu až k zařizovacím předmětům.

Při této variantě řešení se musí klást důraz na oddělené vedení pitné a dešťové vody, aby se srážková voda nevmísila do vodovodního řádu. Aby se předešlo nedostatku vody v akumulární nádrži, musí být systém doplňován zároveň pitnou vodou. Pokud nastane přeplnění nádrže, voda je pomocí bezpečnostních přepadů odvedena do vsakovacích prvků nebo napojena na veřejnou kanalizační stoku.

Výhodou tohoto systému je snížení spotřeby pitné vody tam, kde není potřeba. Nevýhodou jsou vyšší náklady za armatury, bez kterých se tento systém neobejde – řídicí jednotka, filtry, vlastní vodovodní potrubí.

## 4. Nádrže na dešťovou vodu

Hlavními parametry pro výpočet vhodné velikosti akumulární nádrže je plocha, z níž je srážková voda odváděna. Nejčastěji se jedná o střechy a terasy.

Je velmi důležité dodržet správný způsob skladování dešťové vody, abychom neměli problém s udržením hygieny a kvality akumulované vody. Každá nádrž je vybavena přítokem a bezpečnostním přepadem. Důležité je zbavit vodu hrubých nečistot pomocí filtru, aby se nedostaly do nádrže. Z hygienických důvodů není dobré vodu v nádrži uchovávat dlouho. Problém nastane v případě, když jsou obyvatelé dlouho mimo domov, voda v nádrži stojí a dlouho se nevyužívá. V takovém případě je nejlepším řešením nádrž vypustit.

Ideální umístění nádrže je pod zemí, protože je zde stálá teplota, tma a nedochází k tak rychlému množení bakterií a řas jako u nádrží, které jsou vystaveny slunečním paprskům. Materiálové provedení nádrží závisí na umístění a její velikosti. Nejčastěji se používají plastové a betonové nádrže umístěné pod zemí. Mezi méně časté se řadí sklolaminátové a ocelové nádrže. Existují také vnitřní nádrže na dešťovou vodu. Výhodou těchto nádrží je menší cena a není třeba provádět zemní práce. Jsou vhodné pro budovy, které mají dostatek místa pro umístění zásobníků. Nevýhodou je, že může dojít k prasknutí nádrže a vytopení místnosti vodou.

### 4.1. Plastové nádrže na dešťovou vodu

Plastové nádrže mohou být umístěny uvnitř objektu nebo na zahradě pod zemí. Od toho se také odvíjí jejich materiál. Zásobníky jsou vyráběny z polyetylenu a polypropylenu.

Při umístění pod zemí se používají plasty, které jsou zesíleny skelnými vlákny. Výhodou je odolnost proti korozi, snadná montáž z důvodu malé hmotnosti a dobrá čistitelnost. V případech, kde je vyšší hladina podzemní vody, jsou tyto nádrže obetonovány.

## 4.2. Betonové nádrže na dešťovou vodu

Betonové nádrže se skládají z jednotlivých skruží. Problémy nastávají během pár let v místě styku skruží a přestávají těsnit. Lepší variantou je proto vyrobit nádrž jako monolitickou. Oproti plastovým nádržím je jejich výhodou vysoká odolnost proti vnějším tlakům. Velkou nevýhodou je jejich hmotnost. Pro umístění nádrže je třeba autojeřáb. nádrže a vytopení místnosti vodou.



Obrázek 3: Plastová nádrž [4]



Obrázek 4: Betonová nádrž [5]

## 5. Bezpečnostní přepady akumulčních nádrží

Při nárazových deštích dochází často k přeplnění akumulční nádrže. Z tohoto důvodu každá nádrž obsahuje bezpečnostní přepad, jehož průměr musí být větší než přívod vody do nádrže. Nejčastěji se setkáme se zápachovými uzávěry. Přepad se zpravidla umísťuje nad rovinu zpětného vzduší. V případech, kdy to není možné, umísťuje se na potrubí z akumulční nádrže pojistné zařízení proti vzduťové vodě. Sifonové přepady mohou mít zabudovanou mřížku proti hlodavcům.



Obrázek 5: Mřížka proti hlodavcům [6]



Obrázek 6: Sifonový přepad [7]

## 6. Čerpací zařízení dešťové vody

Čerpadla zajišťují stálé doplňování vyčištěné srážkové vody do systému. Můžeme je rozdělit na čerpadla ponorná a sací. Lze je ovládat dvěma způsoby – ručně (připojí se přímo na síť) nebo za pomoci tlakové jednotky, která při zastavení odběru vody čerpadlo vypíná.

## 6.1. Ponorná čerpadla

Jak už z názvu vyplývá, ponorné čerpadlo je umístěno pod hladinou, často se mu proto říká podvodní čerpadlo. Do akumulární nádrže se zavěšuje zpravidla 100-150 mm nad dnem nádrže, čím se vytvoří dostatečná rezerva, aby nenasávalo usazeniny a kal ze dna nádrže. Je možné ho umístit také přímo na dno nádrže, ale pouze v případě, že obsahuje sací koš.

Výhodou oproti sacímu čerpadlu je dodání většího množství vody při nižším tlaku. Toto čerpadlo je vhodné pro zavlažování zahrady.

## 6.2. Sací čerpadla

Sací čerpadla se umísťují mimo akumulární nádrž, přičemž logicky vzdálenost čerpadla od nádrže ovlivňuje jeho sací výkon. Maximální doporučená vzdálenost mezi čerpadlem a zásobníkem je přibližně 10 m. K čerpadlu je nutné napojit sací potrubí, které bude obsahovat i zpětnou klapku a sací koš. Uvnitř sacího koše je plovák, který odebírá vodu cca 100 mm pod hladinou nebo 100 – 150 mm nad dnem zásobníku. Tím, že se čerpadlo umísťuje mimo nádrž, musí být chráněno před mrazem a musí se také předejít chodu čerpadla na sucho. Aby se zabránilo chodu čerpadla na sucho, obsahuje čerpadlo regulátor tlaku, který také zajistí, aby se čerpadlo zapínalo a vypínalo podle aktuální potřeby.

Výhodou sacího čerpadla je, že dokáže dopravit vodu do větších vzdáleností a výšek. Oproti ponornému čerpadlu dodá menší množství vody o větším tlaku.



Obrázek 7: Sací čerpadlo [8]



Obrázek 8: Ponorné čerpadlo [9]

## 7. Čištění dešťových vod

Čištění dešťových vod záleží na jejich pozdějším využití. Pokud budeme chtít srážkové vody používat pouze na zalévání zahrady, není třeba je nijak speciálně čistit, pouze zbavit hrubých nečistot před přivedením do akumulární nádrže. Naopak využití dešťových vod v domě např. na splachování toalet už vyžaduje kvalitnější vyčištění a filtraci. Pro čištění dešťových vod se využívají dva procesy – filtrace a sedimentace.

Filtrace funguje pomocí filtru, lze použít buď externí nebo interní filtry. Interní filtry jsou umístěny přímo v akumulární nádrži. Mají jeden přítok, kudy se přivádí nevyčištěná voda a jeden odtok, kudy se odvádí čistá voda přímo do akumulární nádrže. Je možné k nim napojit bezpečnostní přepad pro odtok nepotřebné vody. Externí filtry jsou naopak umístěny samostatně mezi dešťovým svodem a jímkou. Výhodou je, že k nim lze připojit dvě přívodní potrubí a u samočisticích filtrů mají i odvod přebytečné vody do kanalizace.



Sedimentace je proces, při kterém dochází k usazování nepotřebných látek. Probíhá buď přímo v akumulární nádrži nebo v nádrži určené k sedimentaci, která předchází akumulární nádrži.

## 8. Typy zařízení na čištění dešťových vod

### 8.1. Okapové filtrační jednotky

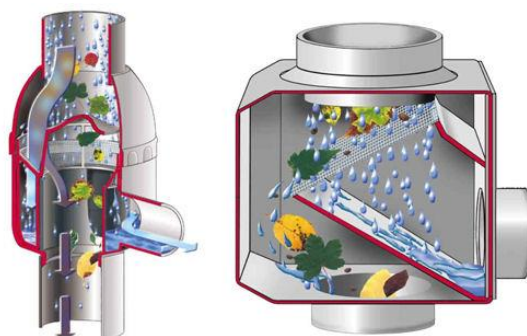
Nejhrubší nečistoty, kterými jsou větvičky stromů a listí, zachycuje síto umístěné na okapovém žlabu a lapač v hrdle dešťového svodu. Okapové filtrační jednotky můžeme rozdělit na filtrační podokapové hrnce a okapové filtry.

Filtrační podokapový hrnec slouží k filtraci dešťových vod z jednoho dešťového svodu. Zpravidla je umístěn v zemině na vrstvě štěrku nebo betonu přímo vedle svodu. Filtraci umožňuje síto, na kterém je vrstva kameniva o tloušťce 50 mm a obě tyto složky jsou odděleny geotextilií. Nečistoty se zachycují na vrstvě kameniva. Filtrační podokapové hrnce se využívají pro zavlažování zahrad nebo na vsakování.

Okapový filtr se umísťuje na okapový svod. Tento druh filtru slouží k odstranění hrubých nečistot. Menší nečistoty přes síto propadnou a usadí se na dně nádrže. Výhodou těchto filtrů je, že jsou samočisticí a není třeba je pravidelně kontrolovat a vyměňovat. Zachycené nečistoty jsou odplaveny do kanalizační stoky.



Obrázek 9: Podokapový hrnec [10]



Obrázek 10: Okapové filtry [11]

### 8.2. Košíčkové filtry

Universální košíčkové filtry jsou vhodné pro všechny druhy využití dešťové vody. Košíčková filtrace zajistí 100% výtěžnost přefiltrované vody, neboť na rozdíl od samočisticích filtrů proteče veškerá voda skrz filtr do nádrže. Košíčky je možné použít jak samostatně, tak jako součást filtrační šachty. Samostatně zavěšený košíček představuje technicky nejjednodušší a cenově nejpříznivější filtrační jednotku. Nevýhodou je nutnost údržby a snížení využitelného objemu nádrží.

Jednou možností využití košíčkového filtru je umístění sítka do tělesa filtru. Filtrační jednotka je tvořena plastovým sítkem s poutkem pro snadnou manipulaci. Tato varianta má 3 předpřipravené otvory, dva nad úrovní síta a jeden při dně. Otvory nad sítem jsou prakticky ve stejné úrovni a lze je použít jako nátok a přepad do kanalizace nebo jako dva nátoky od dvou okapových svodů (v tomto případě musí mít jímka vlastní přepadový otvor).

Další možností využití košíčkového filtru je umístění sítka do akumulární nádrže (interní provedení). Přepadový sifon z akumulární nádrže by měl být umístěn cca 5 cm pod filtračním košíčkem, aby v případě plné nádrže mohla voda odtékat pod košíčkem ven z nádrže. [12]

### 8.3. Samočisticí filtrační jednotky

Je-li přepad jímkou napojen na veřejnou kanalizaci, je možné použít tzv. samočisticí filtrační vložky. Samočisticí filtry fungují na principu válce nebo desky z filtračního materiálu, skrz které protéká znečištěná voda. Výtěžnost přefiltrované vody je v tomto případě cca 90 - 95% podle typu filtrační vložky.

Samočisticí filtr v interním provedení je tvořen plastovým tělem se dvěma nátoky, odtokem do jímky a odtokem do kanalizace. Filtrační jednotku tvoří třívrstvá vložka s oky 0,35 mm. Na mírně zaoblenou hranu natéká znečištěná voda, čistá voda proteče skrz filtrační plochu do nádrže a nečistoty jsou se zbytkovou vodou odplaveny do kanalizace.

Šachtový filtr je tvořen plastovým tělem se dvěma nátoky, odtokem do jímky a dvěma odtoky do kanálu. Filtrační jednotku tvoří drátěné síto, na které dopadá znečištěná voda. Čistá voda proteče skrz filtrační plochu do nádrže a nečistoty jsou se zbytkovou vodou odplaveny do kanalizace. [12]



Obrázek 11: Samočisticí filtr [13]



Obrázek 12: Šachtový filtr [14]

### 8.4. Filtry pro montáž do tlakových potrubí

Filtry se zpětným proplachem zajišťují nepřetržitou dodávku filtrované vody i během procesu čištění filtru. Jemné filtrační sítko redukuje množství cizích částic ve vodě, například úlomků rzi, nebo písečných zrnků. Umísťují se na výtlačné vedení za čerpadlo a díky 0,1 mm hustotě síta zajistí bezproblémový chod WC a pračky. [12]

## 9. Materiál dešťového potrubí

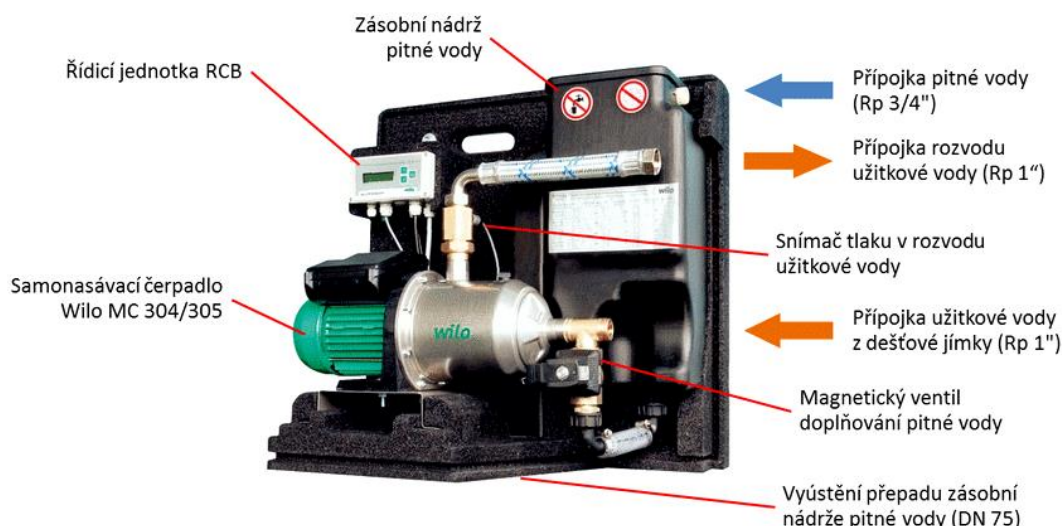
Dešťové nadzemní rozvody jsou nejčastěji z plechu, používá se zinkový nebo titanozinkový plech. Méně častý materiál je měď, ocel a PVC. Podzemní vedení neboli svodné potrubí je nejčastěji z PVC KG a keramiky. Na potrubí uvnitř domu jsou využívány HT trubky. Potrubí umístěné v zemi musí mít minimální dimenzi DN100 a musí být uloženo v nezámrazné hloubce. Pro přípojovací potrubí dešťové vody k zařizovacím předmětům se používají stejné materiály jako pro vodu z vodovodního řadu.

## 10. Řídicí doplňovací jednotky

Každý systém zpětného využití dešťových vod musí počítat s variantou, že srážkové vody bude nedostatek. V některých případech se to stává často. Tento problém se řeší doplňováním pitné vody do systému, pokud není k dispozici jiná užitková voda – např. šedá voda. Je třeba zdůraznit, že rozvod dešťové vody a pitné vody se nemůže v žádném případě smíchat. Toto pravidlo určuje norma ČSN EN 1717.

Jsou dvě možnosti, jak doplnit pitnou vodu do akumulární nádrže. První variantou je dodávat vodu přímo do zásobníku. Potrubí s pitnou vodou se do nádrže umístí nad hladinu, tzn. nad bezpečnostní přepad, aby nedošlo ke smíchání pitné vody s dešťovou. Další možností je zaústit potrubí s pitnou vodou na přívodní potrubí s dešťovou vodou, které vede do zásobníku. V tomto případě se musí vytvořit opatření proti mísení rozvodů.

Existuje také další způsob, jak doplnit pitnou vodu do systému a to pomocí řídicí doplňovací jednotky. V případě, že jednotka objeví pokles hladiny na úroveň nastavené hodnoty, pustí přívod pitné vody přímo do výtlačného potrubí užitkové vody. Je opět nutné klást důraz na zabránění mísení rozvodů. Hladinový senzor při nedostatku dešťové vody dá signál řídicímu centru, magnetický ventil se otevře a nechá přitékat pitnou vodu do malé nádržky. Nyní je čerpána pitná voda z vodovodního řadu, dokud nedá plovákový spínač znovu signál o naplnění nádrže s dešťovou vodou.



Obrázek 13: Řídicí doplňovací jednotka [15]

## 11. Vsakovací zařízení dešťových vod

V poslední době se řeší vsakování nebo jiné využívání dešťové vody přímo na pozemku, kam voda dopadá a tím ji vracíme do jejího přirozeného koloběhu. Problémem je velké množství dlážděných, vybetonovaných a jinak zpevněných ploch, které nedovolují, aby se dešťová voda vsakovala. Naopak urychlují její odtok, čímž zvyšují riziko lokálních záplav, navýšení průtoku v povrchových vodotečích a poklesu hladiny podzemní vody.

Dříve byla dešťová voda odváděna kanalizací spolu se splašky a následně čištěna v čistírně odpadních vod se zbytečně vysokými náklady. I toto je jeden z důvodů, proč je tak aktuální podporování řešení vedoucí k zadržování vody v krajině.



## 12. Využití dešťové vody v areálu rodinných domů

### 12.1. Identifikační údaje stavby

#### 12.1.1. Obecné informace

Název stavby:	Areál rodinných domů Císařská Vinice
Místo stavby:	Praha 5 – Smíchov
Stavební pozemek:	k.ú. Smíchov [729051] p.č. 4673/1
Účel stavby:	Stavba pro bydlení
Investor a uživatel stavby:	-
Zpracoval:	Bc. Daniela Petrová
Stupeň dokumentace:	Projektová dokumentace pro provedení stavby
Zastavěná plocha:	1 412 m <sup>2</sup>
Obestavěný prostor:	33 028 m <sup>2</sup>
Podlahová plocha:	6 047 m <sup>2</sup>
Charakter střechy:	Plochá

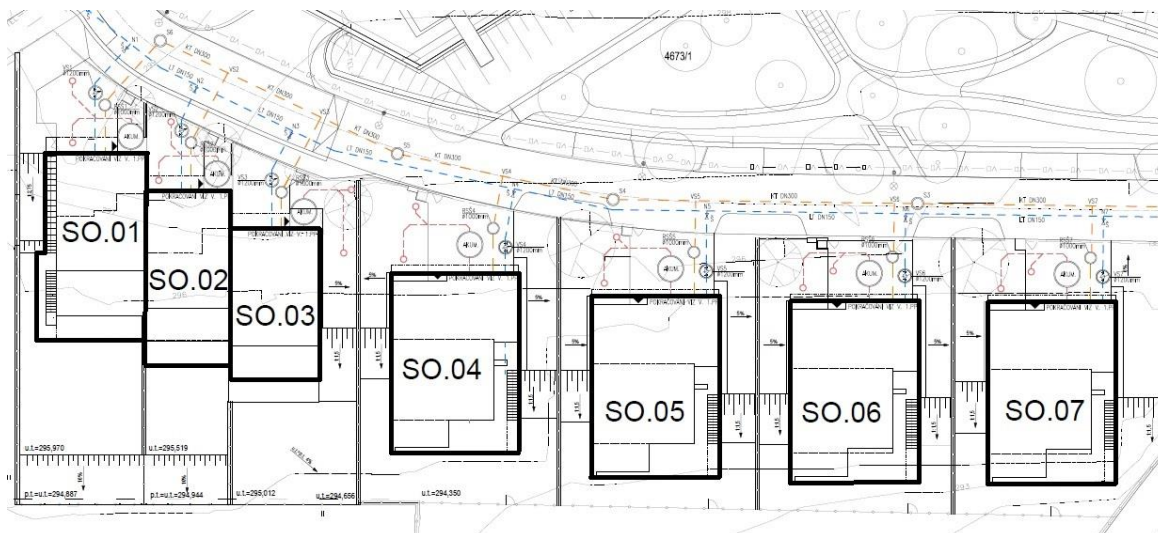
#### 12.1.2. Rozsah řešeného území

Stavba se nachází v zastavěném území části MČ Praha 5, jedná se o pozemek jihovýchodně od křižovatky ulic Podbělohorská a Smrčinská. Pozemek se svažuje jihovýchodním směrem – celkové převýšení plochy určené k zástavbě rodinnými domy je asi 10 m.

V současné době se na pozemku nachází areál služeb - dočasné montované stavby s víceúčelovým využitím. Areál je oplocený, vjezd do areálu je z ulice Smrčinská. Jižní část pozemku je tvořená převážně neupravovanými plochami zeleně se vzrostlou zelení.

Ze severní strany je území vymezeno komunikací ul. Podbělohorská, na jejíž protější straně se nachází řada 5ti-podlažních bytových domů z 2. poloviny 20.století. Ze západní strany – na druhé straně ul. Smrčinské - se nachází rezidenční areál z roku 2005. Na jižní straně pozemek sousedí s plochami sportovišť – ragbyového hřiště a tenisových kurtů. Směrem na východ na pozemek navazuje zástavba rodinnými domy, převážně řadovými, která pokračuje po celé délce ul. Podbělohorská.

V areálu je navrženo celkem 7 rodinných domů (SO.01 - SO.07). Rodinné domy SO.01-SO.03 jsou dispozičně a proporčně stejné. Jedná se o řadovou zástavbu. Rodinné domy SO.04-SO.07 jsou dispozičně taktéž identické, ale jsou to objekty samostatně stojící.



Obrázek 14: Celková situace areálu rodinných domů [16]

### 12.1.3. Dispoziční řešení jednotlivých domů

Všechny objekty jsou třípodlažní, mají dvě nadzemní podlaží a jedno podzemní podlaží. Tvary domů jsou převážně obdélníkové. Na severní straně se nachází všechny hlavní vstupy do objektů. Rodinné domy mají velice podobné uspořádání místností.

V 1.PP se nachází skladovací prostory, dílna a místnost určená k domácím pracím. V suterénu je také umístěno technické zázemí celého objektu. Do suterénu se dostaneme pomocí jednoramenného schodiště z 1.NP nebo z venkovní terasy.

V 1.NP je umístěn hlavní vchod do rodinného domu. Dále se zde nachází garáž pro dvě osobní auta, pracovna, sociální zařízení a spíž. Na jižní straně se nachází prostorný obývací pokoj s kuchyňským koutem. Z této místnosti je přímý vstup na terasu. Z 1.NP se po jednoramenném schodišti dostaneme dále do 2.NP.

Ve 2.NP jsou umístěny dva pokoje, ze kterých je možnost přímého vstupu na venkovní terasu. Na tomto podlaží se nachází také ložnice s šatnou a prostornou koupelnou. Na chodbě je umístěna ještě jedna koupelna, která slouží obyvatelům pokojů.

### 12.1.4. Popis provozů rodinných domů

Rodinné domy jsou navrženy na každodenní provoz po celý kalendářní rok. Předpokládaný provoz rodinných domů:

00.00 – 05.00 = spotřebováno 0% z celkové denní potřeby teplé vody  
05.00 – 17.00 = spotřebováno 35% z celkové denní potřeby teplé vody  
17.00 – 19.00 = spotřebováno 50% z celkové denní potřeby teplé vody  
19.00 – 24.00 = spotřebováno 15% z celkové denní potřeby teplé vody.

### 12.1.5. Počet osob v rodinných domech

V jednotlivých typech rodinných domů je počítáno s touto obsazeností:

SO.01-SO.03: 4 osoby  
SO.04-SO.07: 5 osob

### 13. Výpočtový odtok dešťových vod ze střech a teras

$$Q = r \cdot A \cdot C \quad [l/s] \quad \text{dle ČSN EN 12056-3}$$

kde: r intenzita deště (pro ČR = 0,030 l/s · m<sup>2</sup>)  
A užitná plocha střechy (půdorysný průmět)  
C součinitel odtoku (pro střechy s nepropustnou horní vrstvou = 1,0)

Pro RD SO.01-SO.03:

užitná plocha střechy	102,3 m <sup>2</sup>
užitná plocha teras	58,6 m <sup>2</sup>
užitná plocha celkem	160,9 m <sup>2</sup>

$$Q_1 = r \cdot A \cdot C$$

$$Q_1 = 0,03 \cdot 160,9 \cdot 1,0 = \underline{4,83 \text{ l/s}}$$

Pro RD SO.04-SO.07:

užitná plocha střechy	131,8 m <sup>2</sup>
užitná plocha teras	71,4 m <sup>2</sup>
užitná plocha celkem	203,2 m <sup>2</sup>

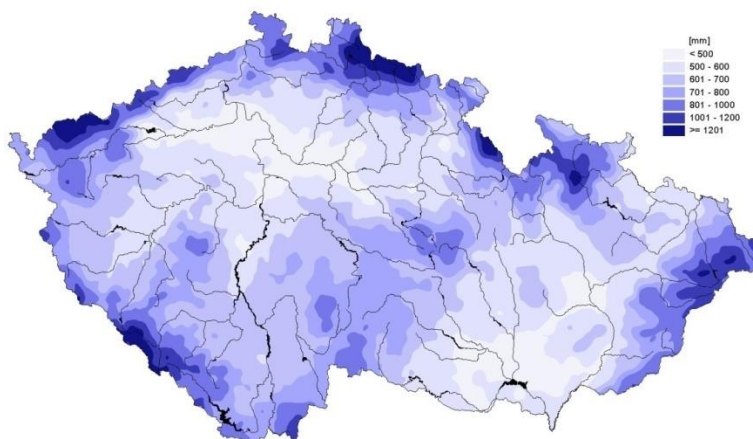
$$Q_2 = r \cdot A \cdot C$$

$$Q_2 = 0,03 \cdot 203,2 \cdot 1,0 = \underline{6,10 \text{ l/s}}$$

### 14. Průměrný roční odtok dešťových vod

$$Q_R = u \cdot A \cdot C \quad [m^3/rok]$$

kde: u průměrný roční úhrn srážek (pro Smíchov = 500 mm/rok = 0,5 m/rok)  
A užitná plocha střechy (půdorysný průmět)  
C součinitel odtoku (pro střechy s nepropustnou horní vrstvou = 1,0)



Obrázek 15: Průměrný roční úhrn srážek 1961-2000 [17]

Pro RD SO.01-SO.03:

užitná plocha střechy	102,3 m <sup>2</sup>
užitná plocha teras	58,6 m <sup>2</sup>
užitná plocha celkem	160,9 m <sup>2</sup>

$$Q_{R1} = u \cdot A \cdot C$$

$$Q_{R1} = 0,5 \cdot 160,9 \cdot 1,0 = \underline{80,45 \text{ m}^3/\text{rok}}$$

Pro RD SO.04-SO.07:

užitná plocha střechy	131,8 m <sup>2</sup>
užitná plocha teras	71,4 m <sup>2</sup>
užitná plocha celkem	203,2 m <sup>2</sup>

$$Q_{R2} = u \cdot A \cdot C$$

$$Q_{R2} = 0,5 \cdot 203,2 \cdot 1,0 = \underline{101,60 \text{ m}^3/\text{rok}}$$

## 15. Průměrný měsíční odtok dešťových vod

$$Q_M = Q_R / 12 \quad [\text{m}^3/\text{rok}]$$

kde:  $Q_R$  průměrný měsíční odtok dešťových vod [m<sup>3</sup>/měs]

Pro RD SO.01-SO.03:

$$Q_{M1} = Q_{R1} / 12$$

$$Q_{M1} = 80,45 / 12 = \underline{6,70 \text{ m}^3/\text{měs}}$$

Pro RD SO.04-SO.07:

$$Q_{M2} = Q_{R2} / 12$$

$$Q_{M2} = 101,60 / 12 = \underline{8,47 \text{ m}^3/\text{měs}}$$

## 16. Dimenzování a posuzování dešťového potrubí

### 16.1. Výpočet dimenze svislého dešťového potrubí

kde: A jednotlivé odvodňované plochy [m<sup>2</sup>]  
Q výpočtový odtok dešťových vod [l/s]

$$Q = r \cdot A \cdot C \text{ [l/s] - dle ČSN EN 12056-3}$$

kde: r intenzita deště (pro ČR = 0,030 l/s · m<sup>2</sup>)  
A užitná plocha střechy (půdorysný průmět)  
C součinitel odtoku (pro střechy s nepropustnou horní vrstvou = 1,0)

DN jmenovitá světlost vnitřního odpadního potrubí navržená podle přílohy 1 [28]  
 $Q_{MAX}$  hydraulická maximální kapacita svislého dešťového vnitřního potrubí [l/s]

Pro RD SO.01-SO.03:

KONSTRUKCE	V TOK	A [m <sup>2</sup> ]	Q [l/s]	NÁVRH DN	$Q_{MAX}$ PRO NAVRŽENÉ DN [l/s]
STŘECHA	D1	51,15	1,53	<b>100</b>	8,1
	D2	51,15	1,53	<b>100</b>	8,1
TERASY VE 2.NP	D3	17,07	0,51	<b>75</b>	3,2
	D4	17,07	0,51	<b>75</b>	3,2
	D5	5,29	0,16	<b>75</b>	3,2
	D6	5,29	0,16	<b>75</b>	3,2
TERASA V 1.NP	D3	6,94	0,21	<b>75</b>	3,2
	D4	6,94	0,21	<b>75</b>	3,2
SPOJENÍ POTRUBÍ VE 2.NP	D1+D2	102,3	3,06	<b>125</b>	12,6
SPOJENÍ POTRUBÍ V 1.NP	D3+D3	24,01	0,72	<b>75</b>	3,2
	D4+D4	24,01	0,72	<b>75</b>	3,2

Tabulka 1: Výpočet dimenze svislého dešťového potrubí pro SO.01-SO.03 [19]

Pro RD SO.04-SO.07:

KONSTRUKCE	V TOK	A [m <sup>2</sup> ]	Q [l/s]	NÁVRH DN	$Q_{MAX}$ PRO NAVRŽENÉ DN [l/s]
STŘECHA	D1	65,90	1,98	<b>100</b>	8,1
	D2	65,90	1,98	<b>100</b>	8,1
TERASA VE 2.NP	D3	37,21	1,12	<b>75</b>	3,2
TERASY V 1.NP	D3	6,79	0,21	<b>75</b>	3,2
	D4	2,14	0,06	<b>75</b>	3,2
	D6	25,26	0,76	<b>75</b>	3,2
SPOJENÍ POTRUBÍ V 1.NP	D3+D3	44,0	1,32	<b>75</b>	3,2

Tabulka 2: Výpočet dimenze svislého dešťového potrubí pro SO.04-SO.07 [20]

## 16.2. Výpočet dimenze svodného dešťového potrubí

kde:  $Q$  výpočtový odtok dešťových vod [l/s]

$$Q = r \cdot A \cdot C \text{ [l/s] - dle ČSN EN 12056-3}$$

kde:  $r$  intenzita deště (pro ČR = 0,030 l/s · m<sup>2</sup>)  
 $A$  užitná plocha střechy (půdorysný průmět)  
 $C$  součinitel odtoku (pro střechy s nepropustnou horní vrstvou = 1,0)

DN jmenovitá světlost vnitřního odpadního potrubí navržená podle přílohy 2 [29]  
 $Q_{MAX}$  hydraulická maximální kapacita svislého dešťového vnitřního potrubí [l/s]

Pro RD SO.01-SO.03:

ÚSEK	Q [l/s]	NÁVRH DN	SKLON [%]	Q <sub>MAX</sub> PRO NAVRŽENÉ DN [l/s]
D3+D4	1,44	<b>100</b>	2	5,9
D1+D3+D4	4,50	<b>125</b>	2	9,6
D5+D6	0,32	<b>100</b>	2	5,9
D1+D3+D4+D5+D6	4,82	<b>125</b>	2	9,6

Tabulka 4: Výpočet dimenze svodného dešťového potrubí pro SO.01-SO.03 [21]

Pro RD SO.04-SO.07:

ÚSEK	Q [l/s]	NÁVRH DN	SKLON [%]	Q <sub>MAX</sub> PRO NAVRŽENÉ DN [l/s]
D4+D6	0,82	<b>100</b>	2	5,9
D1 + D4 + D6	2,80	<b>125</b>	2	9,6
D1+D3+D4+D6	4,12	<b>125</b>	2	9,6
D1+D2+D3+D4+D6	6,1	<b>125</b>	2	9,6

Tabulka 5: Výpočet dimenze svodného dešťového potrubí pro SO.04-SO.06 [22]

## 17. Návrh využití dešťových vod v areálu rodinných domů

Zachycená dešťová voda je u všech tří typů objektů rodinných domů odvedena ze střechy gravitačně svislým odpadním dešťovým potrubím o dimenzi DN100 – DN125. Z nich dále pokračuje ležatým potrubím (materiál PVC KG – Wavin Ekoplastik) do akumulární nádrže, která je u všech rodinných domů umístěna na severní straně pozemku. Potrubí je vedeno pod základovou deskou ve sklonu 2%. Do nádrže jsou stejným způsobem přiváděny zachycené dešťové odpadní vody z teras.

Navrhuji 1 akumulární nádrž pro každý objekt, ze které bude dešťová voda využívána na splachování toalet, praní, úklid a zálivku zeleně v okolí domu. Přebytečná voda z akumulární nádrže bude vedena do vsaku. Potrubí se srážkovou vodou bude odděleno od potrubí s pitnou vodou a bude napojeno na řídicí jednotku, která v případě nedostatku dešťové vody doplní do systému pitnou vodu. Při nedostatku dešťové vody na zalévání zeleně, mohou obyvatelé domu využít venkovní výtokový ventil, který je napojen na pitnou vodu.

### 17.1. Návrh akumulární nádrže pro zpětné využití

Akumulární nádrž na dešťovou vodu navrhuji na průměrný měsíční objem srážek pro každý objekt zvlášť, který jsem si spočítala v kapitole 15.

Pro RD SO.01-SO.03:

$$V_1 = Q_{M1}$$
$$V_1 = 6,70 \text{ m}^3 = 6\,700 \text{ l}$$

Navrhuji akumulární nádrž AS-REWA Kombi 7 EO, o akumulárním objemu 7,2 m<sup>3</sup>, potrubí DN150, kruhová nádrž průměru 2300/2000 mm.

Pro RD SO.04-SO.07:

$$V_2 = Q_{M2}$$

$$V_2 = \underline{8,47 \text{ m}^3} = 8\,470 \text{ l}$$

Navrhuji akumulční nádrž *AS-REWA Kombi 9 EO*, o akumulčním objemu 8,8 m<sup>3</sup>, potrubí DN150, kruhová nádrž průměru 2550/2000 mm.

## 17.2. Porovnání spotřeby vody a odtoku srážek

Pro RD SO.01-SO.03:

Měsíční spotřeba vody na splachování toalet:

$$Q_{WC} = q \cdot n \cdot (365/12) \quad [m^3/m\acute{e}s]$$

kde: q spotřeba na splachování WC = 25 l/os/den  
n počet osob v rodinném domě = 4 osoby

$$Q_{WC} = 25 \cdot 4 \cdot (365/12) = 3\,041,7 \text{ l/rok} = 3,042 \text{ m}^3/m\acute{e}s$$

Měsíční spotřeba vody na praní a úklid:

$$Q_{PR} = q \cdot n \cdot (365/12) \quad [m^3/m\acute{e}s]$$

kde: q spotřeba na praní a úklid = 18 l/os/den  
n počet osob v rodinném domě = 4 osoby

$$Q_{PR} = 18 \cdot 4 \cdot (365/12) = 2\,190 \text{ l/rok} = 2,190 \text{ m}^3/m\acute{e}s$$

Celková měsíční spotřeba vody:

$$Q_1 = Q_{WC} + Q_{PR} \quad [m^3/m\acute{e}s]$$
$$Q_1 = 3,042 + 2,190 = \underline{5,232 \text{ m}^3/m\acute{e}s}$$

Nevyužitá voda za 1 měsíc:

$$Q_V = V_1 - Q_1 \quad [m^3/m\acute{e}s]$$

kde: V<sub>1</sub> objem akumulční nádrže [m<sup>3</sup>]  
Q<sub>1</sub> Celková měsíční spotřeba vody [m<sup>3</sup>/měs]

$$Q_V = 6,70 - 5,232 = \underline{1,47 \text{ m}^3/m\acute{e}s}$$

Z tohoto objemu se ještě část vody využije na zalévání zahrady, zbytek dešťové vody se vsákne.

Pro RD SO.04-SO.07:

Měsíční spotřeba vody na splachování toalet:

$$Q_{WC} = q \cdot n \cdot (365/12) \quad [m^3/m\acute{e}s]$$

kde: q spotřeba na splachování WC = 25 l/os/den  
n počet osob v rodinném domě = 5 osoby

$$Q_{WC} = 25 \cdot 5 \cdot (365/12) = 3\,802,1 \text{ l/rok} = 3,802 \text{ m}^3/\text{m\acute{e}s}$$

Měsíční spotřeba vody na praní a úklid:

$$Q_{PR} = q \cdot n \cdot (365/12) \quad [m^3/m\acute{e}s]$$

kde: q spotřeba na praní a úklid = 18 l/os/den  
n počet osob v rodinném domě = 5 osoby

$$Q_{PR} = 18 \cdot 5 \cdot (365/12) = 2\,737,5 \text{ l/rok} = 2,738 \text{ m}^3/\text{m\acute{e}s}$$

Celková měsíční spotřeba vody:

$$Q_2 = Q_{WC} + Q_{PR} \quad [m^3/m\acute{e}s]$$
$$Q_2 = 3,802 + 2,738 = \underline{6,540 \text{ m}^3/\text{m\acute{e}s}}$$

Nevyužitá voda za 1 měsíc:

$$Q_V = V_2 - Q_2 \quad [m^3/m\acute{e}s]$$

kde:  $V_2$  objem akumulární nádrže [ $m^3$ ]  
 $Q_2$  Celková měsíční spotřeba vody [ $m^3/m\acute{e}s$ ]

$$Q_V = 8,47 - 6,54 = \underline{1,93 \text{ m}^3/\text{m\acute{e}s}}$$

Z tohoto objemu se ještě část vody využije na zalévání zahrady, zbytek dešťové vody se vsákne.

### 17.3. Vyhodnocení návrhu

Akumulární nádrže na dešťovou vodu jsem zvolila záměrně větší, aby pokryly celý objem zachycené srážkové vody.

Do celkové měsíční spotřeby vody všech objektů je započítáno splachování toalet, praní prádla a úklid. Není zde započítáno zalévání zahrady, protože toto číslo je velice nestálé. Myslím si, že ze zbytku objemu vody v nádrži se převážná většina vody využije k zavlažování zahrady, jen malé procento srážkové vody bude vsakováno a nebude se muset do systému dopouštět žádná pitná voda. Z tohoto důvodu považuji tento návrh za velice výhodný.



## 18. Návrh vodovodu s dešťovou vodou

### 18.1. Výpočet dimenze potrubí

Výpočet je proveden dle normy ČSN 75 5455.

kde:  $q$  jmenovitý výtok zařizovacích předmětů (navrženo podle přílohy 3 [30])

kde: Z – Záchod, Pi – Pisoár, U – Umyvadlo, SK – Sprchový kout, D – Dřez,  
PR – Pračka, VA – Vana, M – Myčka

$Q_D$  výpočtový průtok [l/s]

$$Q_D = \sqrt{q^2 \cdot n} \text{ [l/s]}$$

$D \times t$  vnější průměr potrubí x tloušťka potrubí [mm]

$s$  světlost potrubí [mm]

$Q_{D,MAX}$  maximální průtok při dané návrhové rychlosti 2 m/s

$$Q_{D,MAX} = \pi \cdot (s/2)^2 \cdot (2/1000) \text{ [l/s]}$$

$w$  skutečná rychlost vody v potrubí při daném průtoku  $Q_D$   
Potrubí je navrženo na návrhovou rychlost 2,0 m/s.

Potrubí pro dešťovou vodu RD SO.01-SO.03:

ČÍSLO ÚSEKU	Z, Pi q=0,1 l/s	U,SK,D,PR q=0,2 l/s	VA q=0,3l/s	M q=0,15 l/s	$Q_D$ [l/s]	NÁVRH POTRUBÍ PPR EKOPLASTIK PN16		$Q_{D,MAX}$ [l/s]	$w$ [m/s]
						$D \times t$	$s$		
<b>STOUPACÍ POTRUBÍ V1</b>									
1a	1	-	-	-	0,10	16 x 2,3	11,4	0,204	0,98
1b	2	-	-	-	0,14	16 x 2,3	11,4	0,204	1,36
<b>STOUPACÍ POTRUBÍ V3</b>									
2a	1	-	-	-	0,10	16 x 2,3	11,4	0,204	0,98
<b>STOUPACÍ POTRUBÍ V6</b>									
3a	1	-	-	-	0,10	16 x 2,3	11,4	0,204	0,98
<b>1.PP: V6 + VÝTOKOVÝ VENTIL</b>									
4a	1	1	-	-	0,22	20 x 2,8	14,4	0,326	1,37
<b>1.PP: VĚTEV P1 K PR + S</b>									
5a	-	1	-	-	0,20	16 x 2,3	11,4	0,204	1,98
6a	-	2	-	-	0,28	20 x 2,8	14,4	0,326	1,71
<b>1.PP: ÚSEK PŘED ŘÍDÍCÍM SYSTÉMEM (VŠE)</b>									
7a	4	3	-	-	0,75	32 x 4,5	23,0	0,831	1,82

Tabulka 7: Výpočet dimenze potrubí pro dešťovou vodu pro SO.01-SO.03 [23]

Maximální výpočtový průtok vody v potrubí je 0,75 l/s = 45 l/min.

**Potrubí pro dešťovou vodu RD SO.04-SO.07:**

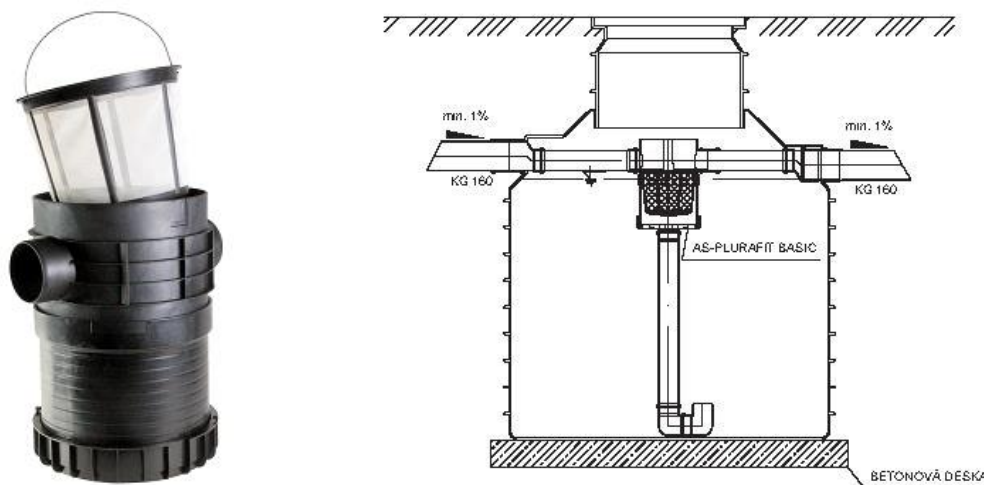
ČÍSLO ÚSEKU	Z, Pi q=0,1 l/s	U,SK,D,PR q=0,2 l/s	VA q=0,3l/s	M q=0,15 l/s	Q <sub>D</sub> [l/s]	NÁVRH POTRUBÍ PPR EKOPLASTIK PN16		Q <sub>D,MAX</sub> [l/s]	w [m/s]
						D x t	s		
<b>STOUPACÍ POTRUBÍ V4</b>									
1a	1	-	-	-	0,10	16 x 2,3	11,4	0,204	0,98
1b	2	-	-	-	0,14	16 x 2,3	11,4	0,204	1,36
<b>STOUPACÍ POTRUBÍ V1</b>									
2a	1	-	-	-	0,10	16 x 2,3	11,4	0,204	0,98
2b	1	-	-	-	0,10	16 x 2,3	11,4	0,204	0,98
<b>1.NP: V1 + V4</b>									
3a	4	-	-	-	0,20	20 x 2,8	14,4	0,326	1,22
<b>1.PP: V1 + VÝTOKOVÝ VENTIL</b>									
4a	4	1	-	-	0,40	25 x 3,5	18,0	0,509	1,57
<b>1.PP: VÉTEV P1 K PR + S + WC</b>									
5a	-	1	-	-	0,20	16 x 2,3	11,4	0,204	1,98
5b	-	2	-	-	0,28	20 x 2,8	14,4	0,326	1,71
6a	1	-	-	-	0,10	16 x 2,3	11,4	0,204	0,98
6b	1	2	-	-	0,41	25 x 3,5	18,0	0,509	1,61
<b>1.PP: ÚSEK PŘED ŘÍDÍCÍM SYSTÉMEM (VŠE)</b>									
7a	5	3	-	-	0,77	32 x 4,5	23,0	0,831	1,86

*Tabulka 8: Výpočet dimenze potrubí pro dešťovou vodu pro SO.04-SO.07 [24]*

Maximální výpočtový průtok vody v potrubí je 0,77 l/s = 46,2 l/min.

## 18.2. Filtry

Nejhrubší nečistoty jsou zachyceny lapačem nečistot v hrdlech dešťových svodů. Přes tento svod je srážková voda vedena do akumulární nádrže, ve které je umístěn filtr AS-PLURAFIT Basic. Tento filtr je určen přímo k umístění do akumulárních nádrží AS-REWA Kombi. Obsahuje základní část, filtrační koš, nástavec, odtokové dno a záslepku.



*Obrázek 16: Filtr AS-PLURAFIT Basic [18]*

### 18.3. Materiál dešťového potrubí

Ležaté potrubí vodovodu s dešťovou vodou je z PVC KG – WAVIN Ekoplastik a je vedeno pod terénem v dimenzích DN100 nebo DN125. Nádrže mají přívod velikosti DN150, proto jsou dimenze ležatého potrubí těsně před vstupem do nádrže zvětšeny z DN125 na DN150. Akumulační nádrž má také odvod ve stejné dimenzi jako přívod, tzn. DN150, odkud pokračuje drenážní potrubí směrem na zahradu.

Sací potrubí je z akumulací nádrže vedeno pod základovou deskou až do technické místnosti, ve které je umístěn řídicí systém Ecorain Advanced. Je zde napojena i pitná voda v případě nedostatku dešťové vody. Z řídicí jednotky je potrubí rozvedeno pod stropem k jednotlivým stoupačkám a k výtakovému ventilu na jižní straně zahrady.

### 18.4. Doplnění pitnou vodou

Pro svůj projekt jsem jako řídicí jednotku zvolila systém Ecorain Advanced. Jedná se o automatickou jednotku pro čerpání dešťových vod s přepínáním na pitnou vodu včetně elektronického tlakového snímače, který hlídá úroveň hladiny dešťové vody v akumulací nádrži. V této řídicí jednotce je umístěno sací čerpadlo s maximálním výtlakem 45,5 m a maximálním průtokem 85 l/min. Pro rodinné domy s dopravní výškou na nejdelším úseku 8,5m (odečteno z výkresů) a průtokem 46,2 l/min (viz kapitola 18.1.) zcela vyhovuje.

Pokud nastane nedostatek dešťové vody v akumulací nádrži, řídicí jednotka předá signál systému dodávky vody z vodovodu a tím zajistí přívod pitné vody. Pitná voda natéká do menší nádrže a podle stavu hladiny dešťové vody v akumulací nádrži trojcestný ventil přepíná mezi užíváním dešťové a pitné vody.

Před a za řídicí jednotkou jsou umístěny vypouštěcí ventily. Systém sám provádí kontrolu trojcestného ventilu každých 24 hodin a jednou týdně obnoví obsah nádrže s pitnou vodou.

### 18.5. Údržba

Všechny filtry (lapač nečistot v hrdlech dešťových svodů a filtr AS-PLURAFIT Basic) a jednotlivé výtakové armatury se musí pravidelně udržívat a čistit. Minimální interval čištění je jednou ročně. Filtry a armatury by se měly pravidelně kontrolovat a případně i vyměňovat, pokud není výrobcem předepsáno jinak.

## 19. Závěr

V první části této studie byl popsán způsob hospodaření s dešťovou vodou, popis jednotlivých zařízení a systémů pro zpětné využití srážkových vod. Tyto teoretické poznatky jsou dále aplikovány v zadaném areálu rodinných domů.

Ve druhé části je pro zadaný areál rodinných domů navržen systém hospodaření s dešťovou vodou. Pro každý objekt v areálu je nadimenzovaná akumulací nádrž s příslušenstvím, ze které se voda využívá na splachování toalet, praní, úklid a závlivu zeleně v okolí objektů.

Využívání srážkové vody je ekologicky i ekonomicky výhodné. Jedná se o praktická řešení, která dávají smysl.

## 20. Seznam pojmů použitých v této práci

- Akumulace* – nadřazený pojem, který označuje všechno shromažďování a uchovávání.
- Akumulační nádrž* – zásobník, který slouží k akumulaci přebytečného množství vody.
- Bezpečnostní přepad* – při přeplnění akumulační nádrže zajistí odtok vody mimo nádrž.
- Čerpadlo* – je mechanický stroj, který dodává energii tekutině, která skrz něj protéká.
- Dešťová voda* - vzniká kondenzací vodní páry, která padá z atmosféry na zemský povrch nebo kondenzuje přímo na zemském povrchu.
- Filtr* – těleso, které odděluje pevnou látku od kapaliny.
- Filtrovaná voda* – pochází z povrchových vodních zdrojů, dále prochází filtračním procesem, aby mohla být dále konzumována.
- Koroze* – samovolné postupné rozrušení materiálů vlivem chemické reakce s okolím.
- Lapač* – zařízení, které odděluje pevné látky od kapalin.
- Měkká voda* – pochází z povrchových vod a nebyla vystavena vzniku minerálních látek.
- Minerální voda* – voda z minerálního prostředí, tedy z podzemí.
- Pitná voda* – získává se úpravou surové vody z vodního zdroje v úpravně vody tak, aby pitná voda splňovala předepsané hygienické požadavky.
- Polyetylen* – zn. PE, jedná se o termoplast, který vzniká polymerací ethenu.
- Polypropylen* - zn. PP, je termoplastický polymer, patří mezi nejběžnější plasty.
- PVC* – polyvinylchlorid, je třetím nejpoužívanějším plastem na Zemi, hned po PE a PP.
- PVC KG* – kanalizační potrubí KG (kogurované) je vyrobeno z neměkčeného PVC.
- Sací potrubí* – neboli výtlačné potrubí, vytlačí vodu z akumulační nádrže do objektu.
- Skruže* – betonové dílce, které se skládají na sebe.
- Soli* – iontové sloučeniny, které tvoří krystaly. Často jsou rozpustné ve vodě.
- Srážková voda* – synonymum pro dešťovou vodu.
- Vodní kámen* – je pevný povlak, který se usazuje na stěnách nádob, ve kterých je voda shromažďována.
- Vzdutá voda* - voda, která se kanalizací vrací zpátky do objektu.
- Změkčovače vody* – přípravky pro odstranění kationtů vápníku a hořčíku z vody.

## 21. Seznam použitých zdrojů

[2] *Využívání dešťové vody (I)* – kvalita čištění. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cistení>.

[12] *Využívání dešťové vody (I)* – kvalita čištění. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cistení>.

## 22. Seznam použitých obrázků

- [1] *Obrázek 1:* Pitná voda nahraditelná vodou dešťovou. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni>.
- [3] *Obrázek 2:* Schéma zpětného využití dešťových vod. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/15903-vyuzivani-destove-vody-trend-moderni-doby>.
- [4] *Obrázek 3:* Plastová nádrž. Dostupné z: <https://www.speidel.cz/produkty/jimky-na-destovou-vodu-4>.
- [5] *Obrázek 4:* Betonová nádrž. Dostupné z: <https://www.speidel.cz/produkty/jimky-na-destovou-vodu-4>.
- [6] *Obrázek 5:* Mřížka proti hlodavcům. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni>.
- [7] *Obrázek 6:* Sifonový přepad. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni>.
- [8] *Obrázek 7:* Sací čerpadlo. Dostupné z: <https://ogrodowczyk.com.pl/produkt,BP-2-Garden--pompa-do-nawadniania-Karcher,153,1410.html>.
- [9] *Obrázek 8:* Ponorné čerpadlo. Dostupné z: <https://www.bola.cz/ponorne-cerpadlo-do-studni-wilo-twi-5-305-em-kabel-20-m>.
- [10] *Obrázek 9:* Podokapový hrnec. Dostupné z: <https://www.nicoll.cz/produkty/destova-voda/nadrze-na-destovou-vodu/filtracni-sachty.html>.
- [11] *Obrázek 10:* Okapové filtry. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>.
- [13] *Obrázek 11:* Samočistící filtr. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>.
- [14] *Obrázek 12:* Šachtový filtr. Dostupné z: <https://www.rainshop.cz/Filtracni-sachta-GRAF-GARANTIA-DN400-s-vyjimatelnym-kosikem-pochozi-d16.htm>.
- [15] *Obrázek 13:* Řídicí doplňovací jednotka. Dostupné z: <https://www.cerpadlabezstarosti.cz/specialni-cerpadla/298-wilo-af-comfort-mc-305>.
- [16] *Obrázek 14:* Celková situace areálu rodinných domů. Dostupné z: mnou vytvořený situační výkres areálu rodinných domů.
- [17] *Obrázek 15:* Průměrný roční úhrn srážek. Dostupné z: <http://www.tabi.cz/pa2/src/pa3.htm>.
- [18] *Obrázek 16:* Filtr AS-PLURAFIT Basic. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/as-plurafit>.

## 23. Seznam tabulek

- [19] *Tabulka 1:* Výpočet dimenze svislého dešťového potrubí pro SO.01-SO.03.
- [20] *Tabulka 2:* Výpočet dimenze svislého dešťového potrubí pro SO.04-SO.07.
- [21] *Tabulka 4:* Výpočet dimenze svodného dešťového potrubí pro SO.01-SO.03.
- [22] *Tabulka 5:* Výpočet dimenze svislého dešťového potrubí pro SO.04-SO.07.
- [23] *Tabulka 7:* Výpočet dimenze svislého potrubí pro dešťovou vodu pro SO.01-SO.03.
- [24] *Tabulka 8:* Výpočet dimenze svislého potrubí pro dešťovou vodu pro SO.04-SO.07.

## 24. Seznam tabulkových podkladů

- [28] *Příloha 1:* Hydraulické kapacity vnitřního dešťového odpadního potrubí dle ČSN 75 6760. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=podklady&id=36>.

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

- [29] *Příloha 2:* Hydraulické kapacity ve svodných odpadních potrubích dle ČSN 75 6760. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=podklady&id=36>.

Sklon	DN 90	DN 100	DN 125	DN 150	DN 200
J	$Q_{max}$	$Q_{max}$	$Q_{max}$	$Q_{max}$	$Q_{max}$
[%]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
1	2,5	4,2	6,8	12,8	23,7
2	3,5	5,9	9,6	18,2	33,6
3	4,3	7,3	11,8	22,3	41,2

[30] Příloha 3: Jmenovité výtoky pro zařizovací předměty dle ČSN 75 5455. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=podklady&id=59>.

Výtoková armatura	DN	Jmenovitý výtok vody q[l/s]	Požadovaný přetlak p [MPa]	Součinitel současnosti
Výtokový ventil	15	0,2	0,05	0,3
Výtokový ventil	20	0,4	0,05	0,3
Výtokový ventil	25	1,0	0,05	0,3
Bidet	15	0,1	0,05	0,3
Pitná studánka	15	0,1	0,05	0,3
Nádržkový splachovač	15	0,1	0,05	0,3
Směšovací baterie vanová	15	0,3	0,05	0,5
Směšovací baterie umyvadlová	15	0,2	0,05	0,8
Směšovací baterie sprchová	15	0,2	0,05	1,0
Tlakový splachovač	15	0,6	0,12	0,1
Tlakový splachovač	20	1,2	0,12	0,1
Požární hydrant	25	0,3		
Požární hydrant	50	3,3		

## 25. Seznam příloh

*Příloha P.01:* Rodinné domy SO.01-SO.03 – Zdravotně technické instalace.

*Příloha P.02:* Rodinné domy SO.04-SO.07 – Zdravotně technické instalace.