

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

KATEDRA MECHANIKY A SRTOJNICTVÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Návrh systému pro využití dešťové vody**

Vypracoval:  
Vedoucí diplomové práce:  
Rok:

Jiří Kučera  
doc. Ing. Pavel Neuberger, Ph.D.  
2014

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

Katedra mechaniky a strojnictví

Technická fakulta

# **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

Kučera Jiří

Technologická zařízení staveb

Název práce

**Návrh systému pro využití dešťové vody**

Anglický název

**Design of System for the Use of Rainwater**

---

## **Cíle práce**

Navrhněte pro zvolený objekt technologie umožňující využití zachycované dešťové vody. Pro navržená řešení stanovte ekonomickou návratnost. Pro jednu z variant vypracujte zjednodušenou dokumentaci skutečného provedení technologie.

## **Metodika**

Sestavení literární rešerše o systémech umožňujících využití dešťové vody. Seznámení se s objektem, pro který bude projekt vypracováván. Návrh variant řešení a jejich ekonomické posouzení. Odůvodněná volba technologie a její následné rozpracování.

## **Osnova práce**

1. Úvod
2. Cíl práce
3. Materiál a metody
4. Výsledky
5. Diskuse a závěry
6. Literatura

**Rozsah textové části**

55 stran včetně tabulek, obrázků a příloh

**Klíčová slova**

dešťová voda, srážky, úprava vody, hygienické normy, ekonomické efektivnost

---

**Doporučené zdroje informací**

Böse, K., H. Dešťová voda pro dům a zahradu. HEL, 1999, 84 s.

Vrána, J. Technická zařízení budov v praxi. Grada Publishing a.s., 2007, 331 s.

CZ PUMPY [online]. Vystaveno 2011 [citace 10. 1. 2012] Dostupné z: <http://www.czpumpy.cz/produkty/uprava/index.htm>

---

**Vedoucí práce**

Neuberger Pavel, doc. Ing., Ph.D.

**Termín zadání**

listopad 2012

**Termín odevzdání**

duben 2014

---

Elektronicky schváleno dne 12.1.2012

**prof. Ing. Radomír Adamovský, DrSc.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 25.1.2012

**prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.**

Děkan fakulty

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci na téma Návrh systému pro využití dešťové vody

vypracoval samostatně pod odborným vedením pana doc. Ing. Pavla Neubergera, Ph.D. a uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Praze, dne 6. dubna 2014

.....

Kučera Jiří



Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat doc. Ing. Pavel Neubergerovi, Ph.D. za odborné vedení, rady a připomínky při zpracování diplomové práce.

## **Návrh systému pro využití dešťové vody**

### **Abstrakt:**

Obsahem práce je návrh systému pro využití dešťové vody a seznámení s tímto systémem. V první část nás seznamuje s vodními srážkami a dešťovou vodou jako takovou a pojednává o jejich vlastnostech a možném využití. Druhá část diplomové práce se zaměřuje na zařízení pro využívání dešťové vody. V poslední části je návrh systému a ekonomická efektivnost využití dešťové vody u řadového domu.

**Klíčová slova:** akumulční nádrž, dešťová voda, dešťové srážky

## **Design of system for the use of rainwater**

### **Abstract**

The goal of this work is to design the system for rain water and familiarization with the system. The first part familiarizes us with a rainfall water and rainwater as such and discusses their properties and possible applications. The second part of the thesis focuses on facilities for use of rainwater. In the last part of the system design and economic efficiency in the use of rainwater in a terraced house.

**Key words:** accumulation tank, rainwater, rainfall

## Obsah

<b>1. ÚVOD.....</b>	<b>1</b>
1.1 CÍL PRÁCE .....	2
<b>2. VODA NA ZEMI.....</b>	<b>3</b>
2.1 HYDROSFÉRA.....	3
2.2 DEŠŤOVÉ SRÁŽKY .....	4
<i>Dešťové srážky v ČR.....</i>	<i>6</i>
<b>3. DEŠŤOVÁ VODA .....</b>	<b>10</b>
3.1 KVALITA DEŠŤOVÉ VODY .....	10
3.2 VYUŽITÍ DEŠŤOVÉ VODY .....	12
<b>4. TECHNIKA ZAŘÍZENÍ.....</b>	<b>16</b>
4.1 ČIŠTĚNÍ FILTRY .....	17
<i>Rozdělení zařízení na čištění dešťové vody.....</i>	<i>18</i>
4.2 AKUMULAČNÍ NÁDRŽE .....	24
<i>Plastové nádrže.....</i>	<i>26</i>
<i>Betonové nádrže.....</i>	<i>27</i>
<i>Zavádění dešťové vody do zásobníku.....</i>	<i>28</i>
4.3 PLOVOUCÍ SACÍ SOUPRAVY .....	28
4.4 PŘEPADOVÉ SIFONY .....	29
4.5 ČERPACÍ ZAŘÍZENÍ .....	30
<i>Ponorná čerpadla.....</i>	<i>30</i>
<i>Sací čerpadla .....</i>	<i>31</i>
4.6 DOPLŇOVÁNÍ PITNOU VODOU .....	31
<b>5. METODY A VÝSLEDKY .....</b>	<b>33</b>
5.1 POPIS OBJEKTU .....	33
5.2 NÁVRH AKUMULAČNÍ NÁDRŽE PRO DEŠŤOVOU VODU .....	34
<i>Množství zachycené srážkové vody.....</i>	<i>34</i>
<i>Objem nádrže dle spotřeby .....</i>	<i>37</i>
<i>Objem nádrže dle množství využitelné srážkové vody.....</i>	<i>38</i>
<i>Potřebný objem a optimalizace návrhu objemu nádrže.....</i>	<i>38</i>
<b>6. VÝBĚR MATERIÁLU .....</b>	<b>40</b>
6.1 NÁDRŽ .....	40
6.2 BEZPEČNOSTNÍ PŘEPAD .....	41
6.3 FILRACE .....	42
6.4 ČERPACÍ ZAŘÍZENÍ .....	43
6.5 CELKOVÉ NÁKLADY .....	44
6.6 SCHÉMA ZAPOJENÍ .....	45
<b>7. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ.....</b>	<b>47</b>
7.1 VÝPOČTOVÉ VZTAHY PRO VÝPOČET DOBY NÁVRATNOSTI INVESTICE .....	47
7.2 DOBA NÁVRATNOSTI INVESTIC DO SYSTÉMU PRO VYUŽITÍ DEŠŤOVÉ VODY .....	48
<b>8. ZÁVĚR.....</b>	<b>50</b>
<b>9. POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>52</b>
<b>10. SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>55</b>
<b>11. SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>56</b>

# 1. Úvod

V současné době, je velký zájem o úspory v základních energiích, využitím moderních technologií při stavbě nových domů či bytových celků, ale oblast vodního hospodářství při nových koncepčních plánech zcela chybí.

Ve světě je více než miliarda lidí ohrožena nedostatkem pitné vody a lze předpokládat, že se toto množství bude každým rokem zvyšovat. Z tohoto důvodu se hledají alternativní řešení, jak ušetřit pitnou vodu v rámci výstavby nových domů, sportovních center a bytových komplexů.

Jedním z přírodních možností je, využití dešťových vod na následné použití například ke splachování toalety, k praní, zalévání zahrad či mytí aut apod. Málokdo ví, že tímto způsobem je možno dešťovou vodou uspořit až 50 procent nákladů na pitnou vodu.

Myslím si, že lidé obecně nejsou seznámeni s touto tematikou a proto se v každé domácnosti ročně spotřebuje několik desítek tisíc litrů upravené a draze zaplacené vody zbytečně. A zde je důvod, který mě přiměl k vypracování této diplomové práce.

Při rozhodování o využití dešťové vody je třeba si položit otázku, pro jaké účely chceme tuto vodu použít a v závislosti na odpovědi vybrat vhodné technické řešení, které podstatně ovlivní náročnost finanční investice.

Vycházíme z toho, že v průměrné domácnosti se spotřebuje (jedna osoba) asi 150 litrů pitné vody na den. Ale pouze 2 % z toho jsou použity na vaření a celých 35 % pitné vody se spláchne do záchodu.

Zde je největší potenciál pro úspory při spotřebě vody. Dešťovou vodu dostáváme zadarmo z přírody, proto bychom ji měli využít. Celkem vzato lze říci, že hospodaření s dešťovou vodou napomáhá přiblížit se přirozenému koloběhu vody v přírodě.

Zatím v České republice nebyl v současné době společenský či ekonomický tlak na užívání jiných vod než z veřejných rozvodů a tak nevzniká akutní potřeba využívání dešťových

vod. Ceny vodného a stočného však v naší republice vzrůstají, vlastní studny jsou také nákladné. Přitom využití dešťových vod je v naší republice teprve na samém začátku.

Architekti a stavitelé nových projektů na použití „koloběhu vody“, jako by neslyšeli, nebo ho firmy prodávající technologické komponenty na recyklaci vody nepropagují dostatečně. Také soukromí stavitelé vil věnují spíše svoje investice na vnitřní vybavení, než aby ho investovali do moderního recyklačního systému úpravy dešťových vod. Moje práce se zabývá využitím dešťové vody v běžném řadovém domku se čtyřmi obyvateli.

## **1.1 Cíl práce**

Práce si klade za cíl navrhnout pro zvolený objekt technologii umožňující využití zachycované vody. Pro navržená řešení stanovit ekonomickou návratnost. Pro jednu z variant vypracovat zjednodušenou dokumentaci skutečného provedení technologie.

## 2. Voda na zemi

### 2.1 Hydrosféra

Hydrosféra zahrnuje veškerou vodní hmotu na zemském povrchu, pod ním a v zemské atmosféře ve skupenství kapalném, pevném i plynném. Hydrogeologové uvažují za hydrosféru i podzemní vodu hlubokých horizontů (až do 800 m) a mělo by jít o vodu, která se zapojuje do oběhu vody na Zemi. V atmosféře bereme za součást hydrosféry troposféru, neboť se zde vyskytuje voda, která se zapojuje do hydrologického cyklu (výpar, přenos, srážky).

Z celkové plochy povrchu Země 510 mil. km<sup>2</sup> zaujímají oceány a moře 360,7 mil. km<sup>2</sup> (70,7%) a pevnina 149,3 mil. km<sup>2</sup> (29,3 %). Voda a souše jsou na povrchu Země rozloženy nerovnoměrně. Na severní polokouli připadá na souši 100 mil. km<sup>2</sup> a na vodní plochu 155 mil. km<sup>2</sup>, na jižní polokouli na souši 49 mil. km<sup>2</sup> a na vodní plochu 206 mil. km<sup>2</sup>.

Na Zemi máme 4 oceány a k nim patří okrajová a středozemní moře (např. Středozemní moře, Rudé moře, Mexický záliv apod.). [1]

Část hydrosféry	Objem vody (tisíce km <sup>3</sup> )	% celkových zásob
Světový oceán	1 360 000	97,6784
Ledovce a dlouhodobá sněhová pokrývka	24 000	1,7237
Voda v atmosféře (do výšky cca 11 km)	13	0,0009
<b>Povrchová voda na souši:</b>		
Sladkovodní jezera	130	0,0093
Slaná jezera	105	0,0075
Umělé vodní nádrže	6	0,0004
Močály, bažiny	6	0,0004
Koryta řek (průměr roku)	1,25	0,0001

<b>Podpovrchová voda:</b>		
Půdní vláha	25	0,0018
Voda v pásmu provzdušnění (zóna aerace)	40	0,0029
Voda v pásmu nasycení (zóna saturace)	8 000	0,5746
<b>CELKOVÉ ZÁSoby VODY NA ZEMI</b>	<b>1,392 325,25</b>	<b>100,0000</b>

Tab. 1: Zásoby vody v dílčích částech hydrosféry [1]

## 2.2 Dešťové srážky

Ze světového oceánu se voda výparem dostává do atmosféry jako vodní pára, dále je unášena nad pevninu, kde kondenzuje a vrací se zpět ve formě srážek. Část srážek odtéká z pevniny řekami a podzemní cestou zpět do oceánu – tuto část pevniny označujeme jako odtokovou oblast. Část pevniny, na níž sice odtok probíhá, ale nekončí ve světovém oceánu, označujeme jako bezodtokovou oblast (př. oblast Kaspického moře). Řeky zde končí v bezodtokových jezerech a bažinách, kam dotéká i podzemní voda. Podíl bezodtokových oblastí pokrývá 20 % rozlohy pevniny.

Části pevnin, z nichž se uskutečňuje odtok do určitého oceánu, se nazývají úmoří. Ta jsou vzájemně oddělena liniemi hlavního kontinentálního rozvodí. Z ploch úmoří odeče za rok do světového oceánu průměrně asi 40 000 km<sup>3</sup> vody. Prostorové rozložení tohoto přítoku vody je z důvodu různého poměru mezi plochou úmoří a plochou oceánu nerovnoměrné.

Přítok vody do jednotlivých oceánů odpovídající sloupci vody rovnoměrně rozloženého a vztaženého k celkové ploše oceánu (v dlouhodobém průměru jsou údaje o Jižním oceánu započteny k ostatním oceánům) [2]

Severní ledový oceán	355 mm/rok (nadprůměrný)
Atlantický oceán	226 mm/rok (nadprůměrný)
Tichý oceán	83 mm/rok (podprůměrný)
Indický oceán	80 mm/rok (podprůměrný)

Tab. 2: Přítok vody do jednotlivých oceánů [2]

Stejná nerovnoměrnost se výrazně projevuje i mezi velikosti přítoku vody do částí světového oceánu jižní (46 mm) a severní polokoule (142 mm). Výrazné jsou také rozdíly ve velikosti přítoku do jednotlivých moří (např. do Kapského moře 1530 mm, do jižního sektoru Atlantského oceánu jen 37 mm). Příčinou těchto odchylek je výměna vody, která je zajišťována povrchovými i hlubinnými mořskými proudy.

Přítok vody do oceánů se vyznačuje také nerovnoměrným rozložením v průběhu roku, což je podmíněno režimem srážek a teploty vzduchu (tvorba a tání sněhové pokrývky i ledovců a průběh výparu z povrchu země). Největší změny v ročním rozložení odtoku byly zjištěny v Severním ledovém oceánu, kdy během léta přitéká 56 % (odtok vody z tajícího sněhu) a v zimě jen 7 % celoročního odtoku. Nejvyrovnanější v průběhu odtoku je přítok do Atlantského oceánu (v květnu dosahuje nejvíce 23 mm a v listopadu nejméně 14 mm). V Tichém a Indickém oceánu se výrazněji projevuje přítok vody z monzunových dešťů. Roční rozložení celkového přítoku vody do světového oceánu je ovlivněno hlavně režimem říčního odtoku ze povrchu pevniny severní polokoule a rovníkové části umoří Jižní Ameriky. Nejvyšší přítok připadá na letní měsíce (35 % odtoku) a nejmenší na zimní měsíce severní polokoule (17 % odtoku). Nerovnoměrný je však i přítok vody do světového oceánu v jednotlivých rocích. [2]

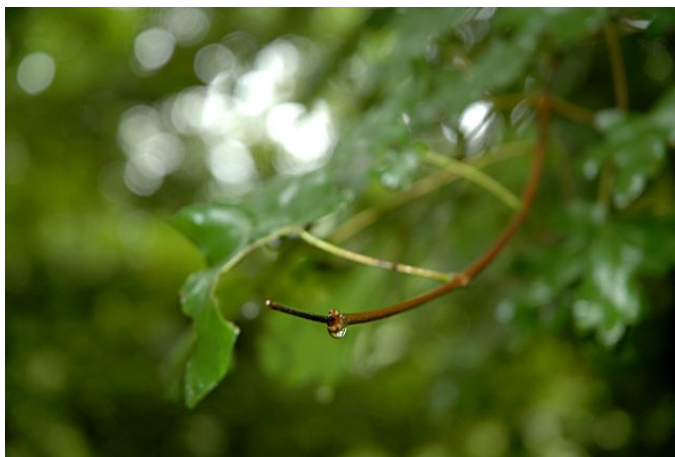


Obr. 1: Oběh vody [2]



## Dešťové srážky v ČR

Srážkové úhrny jsou na území České republiky vzhledem k její velké vertikální členitosti velmi proměnlivé v čase a prostoru. Vliv nadmořské výšky na srážkové úhrny se projevuje jen u nejvyšších pohraničních pohoří. Významné jsou návětrné a závětrné efekty horských překážek.



Obr. 2: Dešťové srážky [3]

Roční srážkové úhrny kolísají na území ČR od 410 mm (v Žatecké pánvi, kde se projevuje závětrí Krušných hor) po více než 1700 mm v Jizerských horách. Na více než 60 % území potom roční úhrn srážek dosahuje 600-800 mm. Nejsušší oblasti České republiky jsou Kladenská tabule, Žatecká pánev, Řipská tabule, Drnholecká a Jaroslavická pahorkatina, kde jsou srážkové úhrny nižší než 500 mm. Výrazně nízké srážkové úhrny jsou v celé západní polovině Čech, kde spadne průměrně ročně méně než 550 mm. Směrem k východu srážkové úhrny rostou, na Českomoravské vrchovině jsou průměrné srážkové úhrny okolo 700 mm, v pohraničních horách pak mohou dosahovat i více než 1400 mm.

Ve vztahu k zemědělské výrobě a vegetaci celkově je rozhodující rozložení srážek během roku. Roční chod srážek v České republice lze charakterizovat jako kontinentální s maximum v létě (40 % srážek) a s minimum v zimě (15 % srážek). Na jaro pak připadá 25 % a na podzim 20 % srážek. Nejvíce srážek tedy spadne od května do srpna a vůbec nejdeštivějším měsícem bývá zpravidla červenec. V nížinných oblastech Moravy se projevuje tzv. druhotné maximum v říjnu, zde je spolehlivě prokázáno ovlivnění Jaderského moře. Minimum srážek v ročním chodu se vyskytuje v ČR zpravidla v únoru, ale v horských oblastech to může být i březen.

Kolísání srážkových úhrnů v jednotlivých rocích (interanuální kolísání), dosahuje dlouhodobě asi 40 % normálu (dlouhodobého průměru). Mezi jednotlivými roky to může být -50 až +150 % normálu.

Absolutně nejdeštivějším měsícem v historii na území České republiky byl červenec 1897, kdy v Nové Louce v Jizerských horách napršelo 656 mm. Přitom více než polovina tohoto množství spadla v průběhu jediného dne 29.7.1897 spadlo 345 mm srážek, což je středoevropský rekord. Kolik naprší za jeden den – v nížinách je normální, že se během roku vyskytne alespoň jeden den s úhrnem okolo 35 mm, na horách pak až 100 mm. [3]

Hodnoty srážkových úhrnů podle dlouhodobých měření v různých nadmořských výškách jsou uvedeny v tab. 3.

Nadmořská výška (m n. m.)	100	200	300	400	500	1000	1500
Průměrný roční úhrn srážek (mm)	600	660	710	760	820	1120	1420

Tab. 3: *Roční úhrny srážek na území ČR [4]*

V některých oblastech může v důsledku geomorfologických podmínek dojít ke vzniku dešťových stínů. Např. na jihu Moravy jsou místa, ve kterých jsou roční úhrny dešťových srážek nižší než 400 mm. Tak nízké množství dešťové vody je na hranici srážkových úhrnů polopouští.

Srážky se na našem území vyskytují v průběhu roku nerovnoměrně. Pro některé úvahy (např. pro využití dešťové vody) a výpočty je důležité jejich měsíční rozvržení, které je uvedeno v tab. 4. [4]

měsíc	procenta z celkových ročních srážek
leden	4,3
únor	4,5
březen	5,1
duben	8
květen	11,4
červen	13,1
červenec	14,3
srpen	12,9
září	8,2
říjen	7,2
listopad	5,7
prosinec	5,3

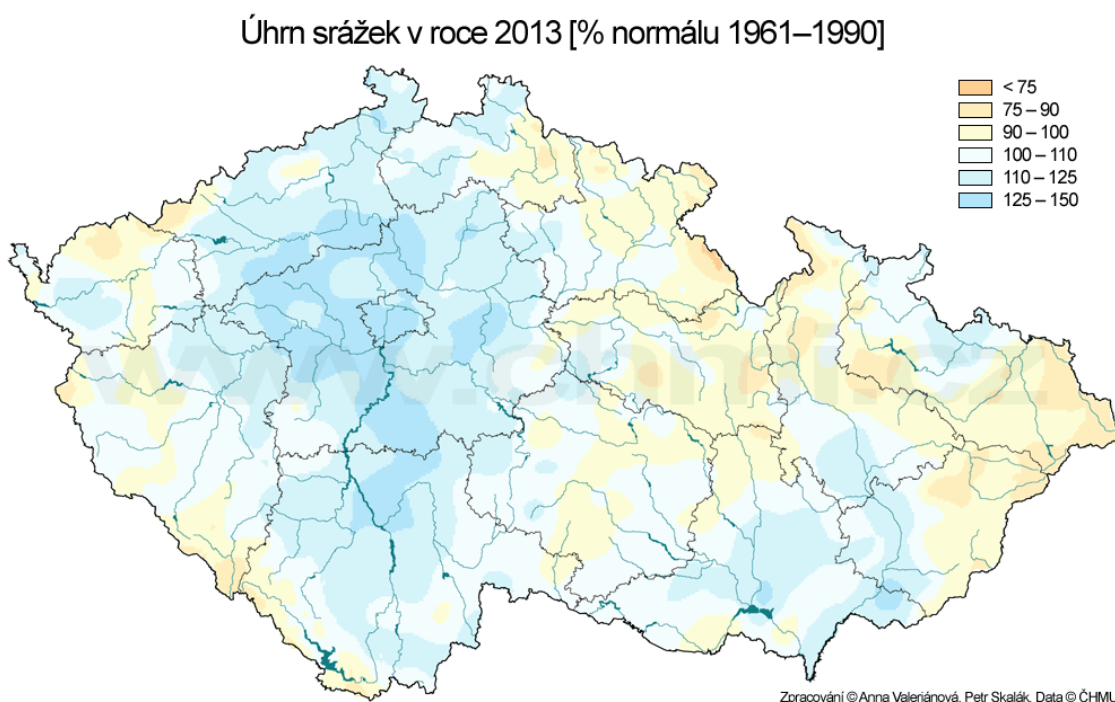
Tab. 4: Rozdělení průměrných měsíčních srážek [4]

Na základě statistických měření byly shromážděny údaje o velikosti intenzivních srážek v různých místech České republiky. Jejich hodnoty uvádí informativně tab. 3. Intenzita dešťové srážky závisí na době trvání deště (čím kratší doba, tím intenzivnější dešť) a na četnosti (periodicitě) srážkové činnosti. Periodicita v tabulce, udává kolikrát do roka se dešť určité intenzity v daném místě vyskytuje. Periodicita 5 udává, že dešť příslušné intenzity se vyskytuje 5× do roka. Periodicita 0,2 označuje srážky, které se vyskytnou jednou za 5 let. [4]

Místo	doba trvání deště (min)								
	5	10	15	15	15	15	30	60	60
	periodicita deště								
	1	1	5	1	0,5	0,2	1	1	0,5
intenzita deště (l/s.ha)									
Brno	220	163	62	129	161	203	76	44	74
České Budějovice	200	144	56	113	144	190	69	40	72
Hradec Králové	250	155	55	113	143	182	66	37	62
Jihlava	220	157	54	121	158	210	72	42	75
Karlovy Vary	212	139	52	107	139	184	65	38	68
Olomouc	260	172	62	130	162	206	77	45	73
Ostrava	242	167	66	128	157	198	76	44	73
Plzeň	218	150	51	116	150	196	68	40	69
Praha	240	163	57	126	164	217	72	41	75

Tab. 5: Intenzita dešťů v některých místech [4]

Na základě statistických měření byly shromážděny údaje o velikosti intenzivních srážek v různých místech České republiky. Jejich hodnoty uvádí informativně tab. 3. Intenzita dešťové srážky závisí na době trvání deště (čím kratší doba, tím intenzivnější dešť) a na četnosti (periodicitě) srážkové činnosti. Periodicita v tabulce udává kolikrát do roka se dešť určité intenzity v daném místě vyskytuje. Periodicita 5 udává, že dešť příslušné intenzity se vyskytuje 5× do roka. Periodicita 0,2 označuje srážky, které se vyskytnou jednou za 5 let. [4]



Obr. 3: Úhrn srážek v roce 2013 [5]3

## 3. Dešťová voda

Měkká dešťová voda je vlastně minimálně znečištěná destilovaná voda, a proto má mnoho vynikajících vlastností, díky nimž je k mnoha účelům vhodnější než tvrdá pitná voda. Protože má velmi dobré rozpouštěcí účinky, je výborná na praní a čištění. Je vhodná i na mytí oken, karoserií aut a podlahovin. [6]

Legislativa srážkových vod dle zákona o vodovodech a kanalizacích (§ 1 odst. 3) zahrnuje rovněž povrchové vody vzniklé odtokem srážkových vod dopadajících na pozemky a je tedy širší než pojem srážkové vody dle vodního zákona (§ 5 odst. 3), kde se jedná jen o srážkové vody ze staveb. [7]

### 3.1 Kvalita dešťové vody

Jelikož dešťové mraky vznikají odpařováním, mohla by být dešťová voda vlastně vodou destilovanou, tedy čistou bez rozpuštěných látek. Už v atmosféře však dochází ke kontaktu této vody s různými chemickými látkami. Její kvalita v tomto prostředí je zřetelně ovlivněna znečištěním vzduchu. Dešťová voda po průchodu zemskou atmosférou vykazuje hodnotu asi 5,6 pH, protože se váže mimo jiné také s CO<sub>2</sub>, obsaženým ve vzduchu.

Znečištění již zachycené dešťové vody je trojího původu. Jsou to:

1. Rozpuštěné a nerozpuštěné látky v atmosférických srážkách.
2. Znečištění, které se během bezdeštného období nahromadí na povrchu území a je za deště odváděno s dešťovou vodou.
3. Znečištění, vzniklé při kontaktu dešťové vody s materiály na povrchu území.

Při stanovení velikosti znečištění v dešťovém odtoku je významná délka bezdeštného období, intenzita atmosférických srážek a objem dešťového odtoku. Téměř veškeré látkové znečištění, které se vyskytuje v dešťovém odtoku, vykazuje na začátku odtoku vyšší koncentrace než v jeho dalším průběhu (tzv. efekt "prvního splachu"). Je to důsledkem jednak toho, že na začátku deště jsou vyplavována atmosférická znečištění, dále je mobilizována suchá depozice a také od posledního deště vytvořené produkty koroze. Oddělení prvního splachu (přibližně první 1-3 mm deště) vede zpravidla k

podstatnému snížení látkového zatížení v zachycené dešťové vodě. [8]

### Požadavky na kvalitu dešťové vody

Užíváním dešťové vody z hlediska jejího složení nesmí dojít:

- k ohrožení zdraví uživatele
- k ohrožení kvality pitné vody
- k omezení komfortu užívání vody
- ke znečištění životního prostředí

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

Tab. 6: Požadavky na složení dešťové vody ze střech [8]

Znečišťující látky v atmosféře jsou jednou z příčin znečištění dešťového odtoku, především ve velkých městech a v průmyslových oblastech. Během deště dochází k vymývání látkového znečištění ve vzduchu a tím k čištění atmosféry. Dešťová voda není tedy čistý kondenzát, odráží jak přirozené pozadí zemského povrchu (mořské soli, erozi půdy), tak i antropogenní znečištění především kouřovými plyny a dopravou. Látky obsažené v atmosféře mohou být přenášeny na velké vzdálenosti. V dešťové vodě se tak projevují jak vlivy ze vzdálených oblastí, tak i lokální znečištění. [8]

	Ca	Mg	Na	K	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Fe	Mn	Pb	Zn	F
mg/l	0,37	0,06	0,25	0,19	0,9	1,7	0,31	2,4	0,017	0,007	0,002	0,007	0,012

Tab. 7: Chemické složení srážek v ČR - průměrné hodnoty koncentrací naměřené ČHMÚ ve stanici Košetice v roce 2004 [8]

### 3.2 Využití dešťové vody

V posledních desetiletích se v západní Evropě rozšířilo využívání dešťové vody. Dosud známé dennodenní využití vody v rodinném domě doplňuje i tato možnost. A to nejen tehdy, když selže dodávka pitné vody. Ve střední Evropě dopadne ročně na 100 m<sup>2</sup> střechy v průměru 55 m<sup>3</sup> dešťové vody. Teoreticky by tak střecha velikosti 160 m<sup>2</sup> pokryla při takovém množství vody celoroční spotřebu pitné vody čtyřčlenné rodiny. Dešťová voda je samozřejmě jen vodou užitkovou. Zajímavostí však je, že se jí dá nahradit až 60 % spotřebované vody v Evropě. V mnoha evropských zemích existují tisíce zařízení na zachycování dešťové vody u rodinných domů. [6]

Velmi výhodné je využívat zachycenou srážkovou vodu jako užitkovou vodu na praní, a to zejména v oblastech, kde je jiná dostupná voda (podzemní nebo i upravená) příliš tvrdá nebo obsahuje vyšší podíl železa, manganu apod. Dešťová voda je měkká a podstatně lépe rozpouští prací prášky, čímž sníží jejich spotřebu, nemá tendence se usazovat a tvořit vodní kámen, a proto není nutné používat drahé změkčovače. Úspory se tak neprojeví pouze ve spotřebě vody, ale také ve snížení spotřeby pracích prášků a opotřebení pračky. [9]

Při rozhodování o využití dešťové vody je třeba si položit otázku, pro jaké účely chceme tuto vodu použít a v závislosti na odpovědi vybrat vhodné technické řešení, které podstatně ovlivní náročnost finanční investice.

### **Dešťovou vodu lze využít v podstatě dvěma způsoby**

1. Využití pro zalévání, mytí auta, doplňování bazénu a další spotřebu užitkové vody mimo budovu
2. Využití pro praní prádla, splachování toalet, běžný úklid a pochopitelně pro všechny činnosti dle předcházejícího bodu.
3. Není-li zájem o využití dešťové vody, je nutno zajistit její vsakování [10]

V současnosti se nabízí několik možností využívání dešťové vody:

#### **Zavlažování**

Dešťová voda je chudá na soli, proto nedochází k zasolování půdy. Navíc neobsahuje chlor. Existují dokonce rostliny, které jinou než dešťovou vodu nesnášejí, např. kanadské borůvky. Kromě toho je pitná voda příliš cenná na to, abychom s ní zalévali zahradu.

#### **Praní**

Při použití na praní se příznivě projeví měkkost dešťové vody, která podstatně lépe rozpouští prací prášky, čímž sníží jejich spotřebu, nemá tendence se usazovat a tvořit vodní kámen a proto není tak nutné používat drahé změkčovače. Úspory se tak mimo spotřebu vody dotýkají ještě snížené spotřeby pracích prostředků a snížení opotřebení pračky.

Tvrdost vody je způsobena ve vodě rozpuštěnými sloučeninami vápníku a hořčíku. Dříve byla tvrdost vody měřena ve stupních d (německý stupeň tvrdosti), dnes se uvádí v mmol/l (milimol na litr). V případě pracích prostředků se rozlišují čtyři pásma tvrdosti dle Tab.1, dešťová voda spadá do pásma 1. [11]

Německá firma Miele nabízí pračky se dvěma oddělenými přípojkami na vodu. Miele nabízí model W 5889 WPS:





Obr. 4: Pračka firmy Miele model W 5889 WPS [11]

Tvrđost vody		
	Pásmo tvrđosti	obsah solí mmol/l
1	měkká	0 - 1,3
2	středně tvrdá	1,3 - 2,5
3	tvrdá	2,5 - 3,8
4	velmi tvrdá	nad 3,8

Tab. 8: Tvrđost vody [11]

### Splachování WC

Pro WC a instalace (přívodní potrubí, odpady) je dešťová voda také výhodná, jelikož je měkká a nedochází tedy k usazování vodního kamene. Splachování WC navíc spotřebuje společně se sprchováním nejvíce vody v domácnosti a vzhledem k tomu, že nevyžaduje vodu vysoké kvality, je používání pitné vody zbytečným plýtváním.

### Údržba

Dešťovou vodu můžeme použít na mytí aut, úklid a čištění tam, kde není zapotřebí hygienicky nezávadná pitná voda. Ve všech těchto případech je zapotřebí velké množství vody a je ekonomicky i ekologicky výhodné použít dešťovou vodu namísto pitné. [11]



Obr. 5: Dešťovou vodu je možno použít i k čištění povrchů [11]

Obr. 6: Použití dešťové vody při čištění automobilů [11]

Spotřebič		Spotřeba při použití
Toaleta	- se splachovačem	6-9 litrů
	- úsporné tlačítko	min. 3 litry
	- tlakový splachovač	6 litrů
Pračka	- normální program	asi 120 litrů
	- úsporný program	asi 80 litrů

Tab. 9: Spotřeba vody potenciálních spotřebičů dešťové vody v domě [11]

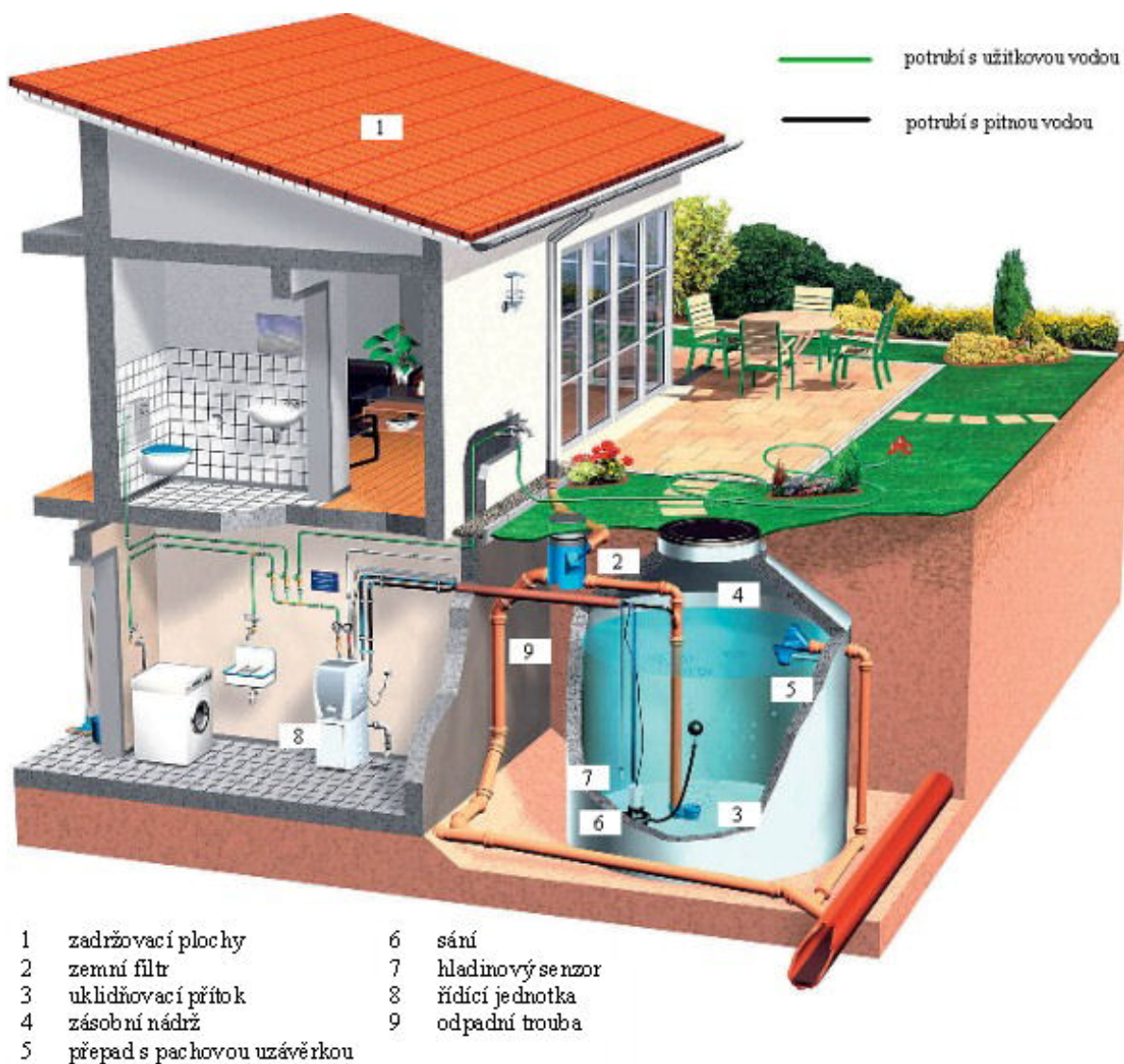
## 4. Technika zařízení

System využití dešťových vod sestává z těchto zařízení:

- Filtry (integrované v nádrži nebo zemní)
- Akumulační nádrže
- Plovoucí sací soupravy
- Přepadové sifony
- Čerpací zařízení
- Doplnování pitnou vodou
- Hladinové senzory
- Tvarovky na uklidnění přítoku
- Přívodní, odběrné a odpadní potrubí

### Popis funkce:

Dešťová voda stékající ze střechy okapovými svody se přivádí sběrným potrubím do zemního filtru. Nečistoty se zbytkovou vodou se odvádějí potrubím do kanalizace, nebo k zasakování. Přes nerezové síto filtru přepadá čistá voda, která se přivádí potrubím do nátokového hrdla nádrže, ukončeného uklidňujícím prvkem, který zabraňuje víření spodního sedimentu v nádrži. Voda ze sifonového přepadu při přeplnění nádrže odtéká přes zpětnou klapku potrubím do kanalizace, nebo do vhodného zasakovacího objektu. Odběr vody z nádrže sacím potrubím je zajištěn sací soupravou, která odebírá pouze čistou vodu pod horní hladinou v nádrži. Čerpací zařízení - vodárna je součástí automatické doplňovací jednotky s řídicí jednotkou, která v případě nedostatku dešťové vody v nádrži přepne pomocí hladinového spínače odebírání vody z vodovodního řadu při splnění normy ČSN EN 1717 (v systému není přímé propojení mezi rozvodem užitkové dešťové vody a rozvodem pitné vody). Z automatické doplňovací jednotky je voda potrubím výtlačku dopravována k využití. [11]



Obr. 7: Příklad technického zařízení pro užívání dešťové vody [25]

#### 4.1 Čištění filtry

Voda odtékající ze střechy obsahuje nečistoty. Zda musí být před upotřebením filtrována, nebo dokonce desinfikována, závisí na účelu použití a druhu znečištění. [12]

Chceme-li používat dešťovou vodu především na zahradě na zalévání nebo na mytí auta, postačí systém, nevyžadující žádnou zvláštní filtraci vody, je vhodné pouze zabezpečit, aby do akumulární nádrže nebylo splavováno listí a další větší nečistoty, které by nádrž zanášely. Využití dešťové vody např. na praní už vyžaduje podstatně kvalitnější filtraci. [8]

Při čištění dešťové vody se uplatňují dva procesy:

- filtrace
- sedimentace

### **Rozdělení zařízení na čištění dešťové vody**

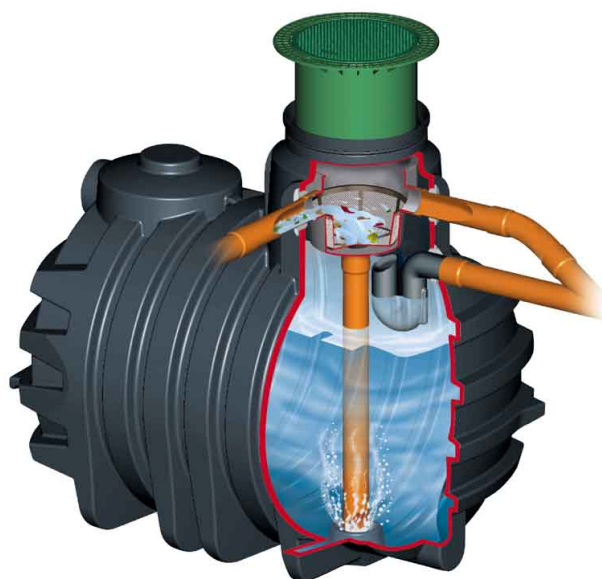
- A) Košíčkové filtry - Interní – umístěné v nádrži  
Externí – umístěné mimo nádrž
- B) Samočisticí - Interní – umístěné v nádrži  
Externí – umístěné mimo nádrž
- C) Pomocné – podokapový hrnec, svodový hrnec, lapač listí v okapovém žlabu

#### **A) Košíčkové filtry**

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). [8]

##### **Interní - umístěné v nádrži**

Filtrační jednotka je tvořena plastovým tělem, které je v jímce uchyceno na nátokovém a přepadovém vedení. V plastovém těle je osazen filtrační košík s plastovým sítkem 0,35 mm a s poutkem pro snadnou manipulaci. Pro zajištění kvalitnější vody je vhodné filtrační tělo osadit na napouštěcí trubku, která zajišťuje plnění nádrže od jejího dna a eliminuje tak víření vody, způsobené dopadáním přefiltrované vody na hladinu. Filtrační košík je nutné pravidelně čistit. [13]



Obr. 8: *Košíčkový filtr umístěný v nádrži [10]*

**Externí** – umístěné mimo nádrž

jsou vhodné pro všechny druhy využití dešťové vody. Filtrační jednotka je tvořena plastovým sítkem 0,35 mm s poutkem pro snadnou manipulaci. Zemní filtry mají 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). Šachtový poklop je k dispozici v pochozím nebo pojezdovém provedení. [14]



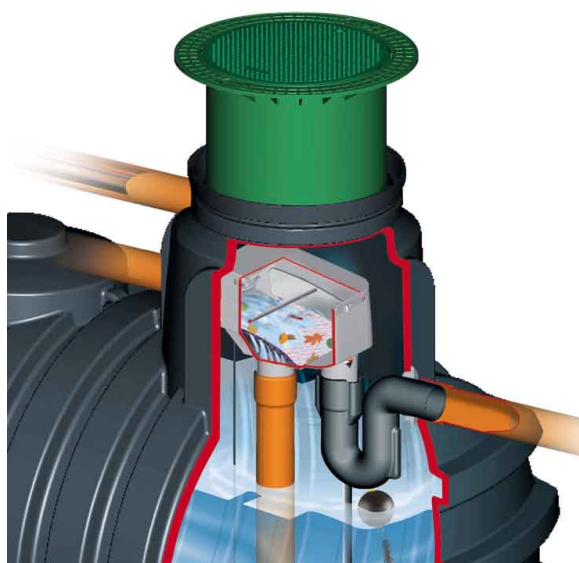
Obr. 9: *Externí košíčkový filtr [14]*

## B) Samočisticí filtry

Je-li přepad jímek 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.

### **Interní** - umístěné v nádrži

Samočisticí filtr v interním provedení je tvořen plastovým tělem se dvěma nátoky, odtokem do jímkky 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. [8]



Obr. 10: Samočisticí filtr v interním [10]

### **Externí** – umístěné mimo nádrž

zajistí 90% výtěžnost přefiltrované vody, která proteče skrz filtr do nádrže. Zbývajících 10% vody opláchne filtrační plochu a odteče společně s nečistotami do kanalizace. Plastová šachta má 3 předpřipravené otvory, nátokový nad úrovní síta a dva při dně - jeden pro odtok vyčištěné vody z nádrže, druhý pro odtok nečistot a zbytkové vody do kanalizace.



V plastovém těle je osazena samočisticí filtrační vložka s nerezovým sítkem 0,35 mm. Na plastové tělo šachty je možno osadit oplachovací spršku, kterou je možné v případě potřeby spláchnout případné nečistoty z filtračního sítká. Šachtový poklop je k dispozici v pochozím nebo pojezdovém provedení. [14]



Obr. 11: *Externí samočisticí šachtový filtr [14]*

### **C) Pomocné**

#### **Lapač listí v okapovém žlabu**

Plastová mřížka zabráňující spadu listí do okapu.



Obr. 12: *Lapač listí v okapovém žlabu [15]*



### **Filtrační podokapový hrnec**

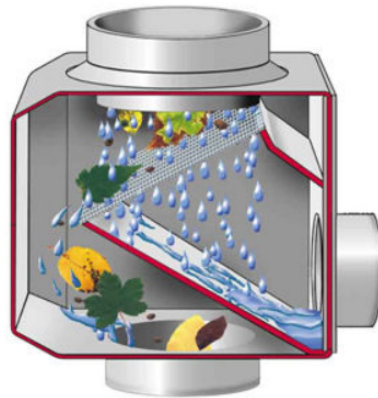
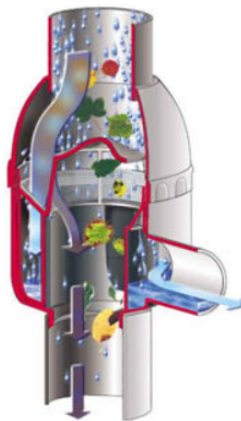
Je určen pro filtraci vody z jednoho okapového svodu. Při instalaci se zapouští do země a ukládá se na vrstvu betonu nebo šterku. Tělo filtru může být tvořeno ze silnostěnného polypropylenu. Filtrace je zajišťována sítkem, na kterém je umístěna cca 5 cm vrstva filtračního materiálu (kameniva), na jejichž povrchu se zachytávají nečistoty. Mezi kamenivem a filtračním sítkem je umístěna filtrační vložka z netkané textilie. Tento typ filtrů je určen pro vodu na zavlažování, na doplňování rybníčků nebo na vsakování. [8]



Obr. 13: *Filtrační podokapový hrnec [16]13*

### **Okapový filtr**

Nasazuje na okapový svod. Okapové filtry jsou určeny k odfiltrování hrubších nečistot jako je listí, klacíky, plody ovoce, mech apod. Jemné části jako prach, písek apod. se sice z části mohou na filtru zachytit, ale z části propadnou a budou sedimentovat na dně nádrže. Filtry jsou samočisticí a není tedy potřeba jejich kontrola a údržba. Nečistoty jsou odplavovány zbytkovou vodou do kanalizace. [8]



Obr. 14: Svodové okapové filtry [8]

Obr. 15: Akumulační sud Na dešťovou vodu [16]

### **Filtry pro montáž do tlakového 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 zrněk. Umísťují se na výtlačné vedení za čerpadlo a díky 0,1 mm hustotě síta zajistí bezproblémový chod WC a pračky. [8]



Obr. 16: Jemný filtr se zpětným proplachem pro montáž do potrubí za čerpadlem [8]

## 4.2 Akumulační nádrže

Zásobník může být nadzemní nebo podzemní. Velikost zásobníku se řídí velikostí střešní plochy nebo předpokládanou spotřebou dešťových vod (vždy se volí menší z obou velikostí). Nádrž je vybavena přítokem a bezpečnostním přepadem.

Materiálové provedení nádrže se odvíjí od její velikosti a umístění. Používají se nádrže:

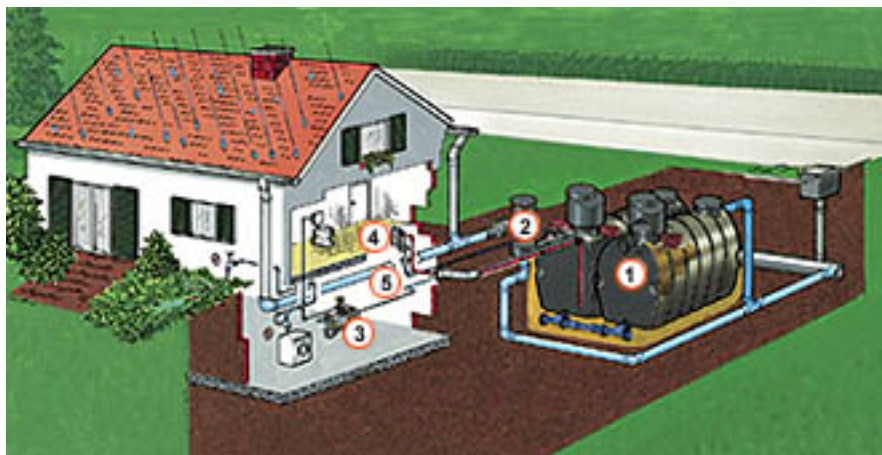
- plastové
- betonové
- sklolaminátové
- ocelové

Je-li k dispozici dostatek manipulačního prostoru, vycházejí cenově nejpříjemněji monolitické betonové jímky. Existují speciální válcové plastové jímky, které jsou již z výroby uzpůsobeny na instalaci filtračního systému a mají předpřipraveny všechny potřebné otvory. Do betonových a laminátových jímek je všechny prostupy nutno většinou dodělat při instalaci. [11]

K udržení hygieny zachycené vody také pochopitelně přispívá, pokud je zachycovaná dešťová voda uskladněna na chladném místě a není vystavena přímému slunečnímu záření. Umístění nádrží ve sklepech se nedoporučuje (vliv vyšší teploty a event. světla). Pro vodu v cisternách platí zásada: pokud možno nejméně světla a nejnižší možná teplota. [8]

### **Zemní zásobník**

Stavbou zemního zásobníku se zamezí nebezpečí přeplavení v domě a neplývá se prostorem pro umístění. Zemní zásobník se doporučuje zejména při novostavbách, kdy může být za příznivou cenu vykopána současně se stavební jámou. Může být postavena pod vjezdem nebo příjezdovou cestou, takže zůstává viditelný pouze poklop. Přes vyšší náklady na zemní zásobník a nutné práce je ho třeba upřednostnit i z jiných důvodů: voda skladovaná v zemi zůstává stále skladná a ve tmě, nebezpečí znehodnocení mikroorganismy je proto omezené. [12]



Obr. 17: *Zemní zásobník [17]*

### Umístění zásobníku v objektu

Vnitřní zásobníky jsou naproti tomu lehké, cenově dostupné a umožňují rychlou stavbu zařízení na dešťovou vodu bez náročných zemních prací. Jsou vhodné jak pro dodatečnou vestavbu, tak pro novostavby, pokud je v budově k dispozici dostatečný prostor. Celkový objem může být rozdělen do více navzájem spojených plastových nádrží. Sklepní prostor pro zásobník nemá být teplejší než 18°C, aby bylo omezeno nebezpečí kontaminace mikroorganismy. [12]



Obr. 18: *Umístění zásobníku v objektu [17]*

<b>Plastové zásobníky</b>	+ snadnější transport na místo stavby
	+ snadno zpracovatelné (např. dostatečné napojení) + žádné vedlejší ovlivňování kvality vody materiálem zásobníku
<b>Betonové zásobníky</b>	- jako podzemní tank nesnese zatížení přejíždějícími vozidly
	+ odolné vůči přejíždění
	+ dalekosáhlé odolné vůči vztlaku vody + eventuálně snadno neutralizující kyselou vodu betonem
<b>Ocelové tanky</b>	- stavba možná jen za použití jeřábu
	+ odolné vůči přejíždění
	- stavba možná jen za použití jeřábu - nebezpečí koroze vnější nebo vnitřní ochranné vrstvy

Tab. 10: *Vlastnosti různých zásobníků dešťové vody [12]*

### **Plastové nádrže**

Většina plastových zásobníků je vyrobena z polyetylenu (PE) a nabízena v různých provedeních: jako zemní zásobníky nebo pro zabudování do sklepa nebo jiných prostor.

Výhodou těchto zásobníků je odolnost proti korozi, malá hmotnost, využití prostoru variabilním složením - uspořádáním, volba výšky nádrže podle výšky prostoru, jednoduchá montáž a údržba. Plastové nádrže mohou být bezešvé nebo svařované, válcové nebo pravoúhlé, samonosné, nebo určené k obetonování. Jímky se osazují na zhutněný štěrkový podklad (říční štěrk - kačírek 16-32 mm), nebo se usazují na betonovou desku.

V případě nebezpečí spodní nebo povrchové vody nebo usazení do snadno propustné zeminy se doporučuje jejich obetonování v síle 15 - 20 cm. [11]



Obr. 19a: *Plastová bezešvá nádrž* [11]

Obr. 19b: *Plastová nádrž svařovaná* [11]

### **Betonové nádrže**

Betonové zásobníky, které se budují podobně jako studny z jednotlivých skruží, mají tu nevýhodu, že během několika desítek let přestanou v kontaktních místech těsnit. Tuto nevýhodu nemají monolitické betonové jímky. Naopak výhodou betonových nádrží je přirozená neutralizace kyselé dešťové vody, kterou v plastovém zásobníku zajistí kousek přírodního vápence. Na rozdíl od plastových jsou betonové nádrže odolné velkému vnějšímu tlaku, proto se doporučují pro stavbu pod příjezdovými cestami. [11]



Obr. 20: *Betonová nádrž* [19]

## Zavádění dešťové vody do zásobníku

Dešťové vody mají být vedeny do zásobníku tak, aby:

- nevznikal hluk ze šplouchání vody
- kyslík byl vnášen i do hlubších vrstev vody
- usazeniny na dně zásobníku nebyly rozvířovány

Aby toho bylo dosaženo, sahá přítoková roura do středu, nebo dolní třetiny zásobníku a výtok z roury je opatřen jedním, nebo dvěma koleny, nebo takzvaným vtokovým hrcem. Mezi vodorovnou a svislou částí přítokové roury může být instalován T-kus, aby mohly být plovoucí látky čas od času vyplaveny. [12]

### 4.3 Plovoucí sací soupravy

Sací potrubí od čerpadla k zásobníku vede stěnovou průchodkou a je závislé na konstrukci zásobníku. Nabízí se následující provedení:

- Ze strany nebo shora, až kousek nad dno zásobníku je vedeno pevné potrubí. Tato konstrukce se používá zpravidla u betonových podzemních zásobníků
- Sací přípojka pro normálně sající čerpadla je instalována do stěn zásobníku kousek nad dnem. To je snadno proveditelné u sklepních zásobníků z plastu
- Do zásobníku je zavedeno pevné potrubí, na němž je připevněna sací hadice s plovákem, takže voda je nasávána soustavně asi 15 cm pod hladinou a nepřisává sediment ze dna zásobníku. Hadice je zpravidla 2 až 3 m dlouhá a je opatřena přípojovacím závitem o průměru 1". [12]



Obr. 21: Sací souprava s plovákem [11]



#### 4.4 Přepadové sifony

Při přeplnění zásobníku odtéká plovoucí vrstva nečistot (prach, pyl apod.) přepadovým zápachovým uzávěrem. Průměr přepadového zápachového uzávěru musí být větší než přívod vody do zásobníku.

Přepad je chráněn proti zpětnému vzduťi vody z kanalizace jeho umístěním nad rovinou zpětného vzduťi. Není-li to konstrukčně možné, umístí se do potrubí ze zásobníku pojistné zařízení proti vzduťé vodě nebo se instaluje ponorné čerpadlo do zásobníku, spouštěné plovákovým spínačem, které přečerpá přebytečnou vodu nad hladinu vzduťi v kanále. Přepad, tvořený sifonovým prvkem, může být doplněn mřížkou proti drobným hlodavcům. [11]

Při silném dešti zásobník rychle přeteče a přebytečná voda pak teče přepadovou rourou do odpadní či dešťové kanalizace nebo do průsaku šachtou či korytem.



Obr. 22: Přepad do vsaku [20]

Obr. 23: Přepad do dešťové kanalizace [20]



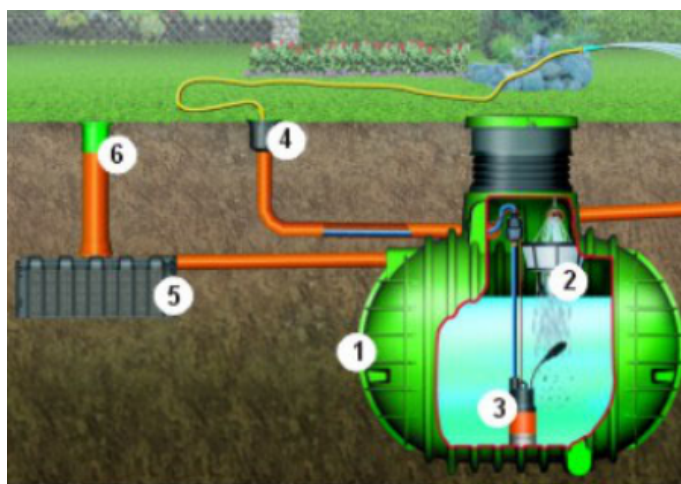
## 4.5 Čerpací zařízení

Čerpadlo je srdcem zařízení pro dešťovou vodu. Stará se o to, aby byla voda k dispozici trvale a s dostatečným tlakem na všech výtocích. Použitelných je více typů čerpadel:

- samonasávací rotační čerpadla
- rotační čerpadla, která nejsou samonasávací
- ponorná čerpadla (podvodní čerpadla) jsou rovněž rotační
- pístová čerpadla, která se dnes používají zřídka [12]

### Ponorná čerpadla

Jsou nejjednodušším řešením čerpání vody. Jsou vybavena plovákovým spínačem, který vypne čerpadlo při nedostatku vody a ochrání ho tak před poškozením. Čerpadlo se zavěsí cca 10 až 15 cm nad dno nádrže, čímž se zajistí odebírání relativně čisté vody. Prostor pod čerpadlem tak tvoří rezervu na sedimentování kalů. Je-li ponorné čerpadlo vybaveno sacím košem na hadici s plovákem, je možné usazení tohoto čerpadla na dno nádrže. Ponorné čerpadlo lze použít například u systému na zavlažování zahrady. [21]



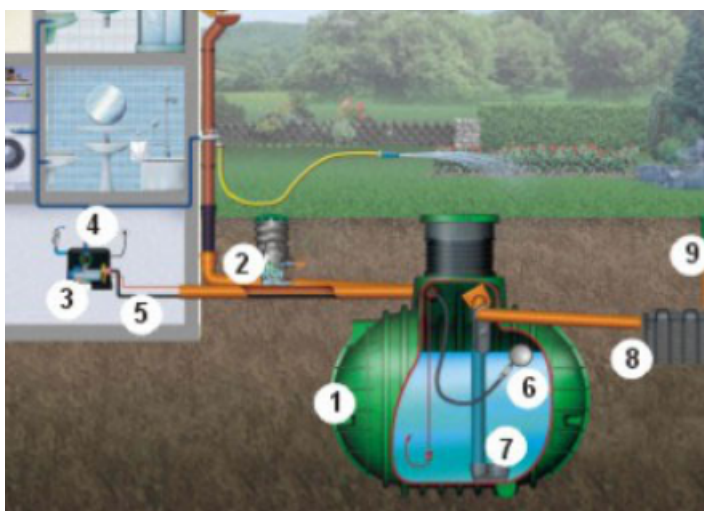
Obr. 24: Soustava s ponorným čerpadlem [22]

1. Podzemní nádrž
2. Filtrační koš do nádrže
3. Ponorné čerpadlo DROWN
4. Šachta rozvodu vody
5. Přepad do vsakovacího zařízení – vsakovací tunel GARANTIA
6. Kontrolní závěr DN 200

Kontrolní závěr DN 200

## Sací čerpadla

Jsou umístěna mimo prostor nádrže a je nutné pro ně najít místo do cca deseti metrů od nádrže. K čerpadlu je nutné napojit sací vedení, opatřené sacím košem a zpětnou klapkou. Sací koš může být opatřen plovákem, který zajistí odebírání vody cca 10 cm pod hladinou, nebo je možné cca 10 až 15 cm nad dno nádrže umístit klasický sací koš, čímž se zajistí odebírání relativně čisté vody. Prostor pod sacím košem pak tvoří rezervu na sedimentování kalů. [21]



Obr. 25: Soustava se sacím čerpadlem [22]

1. Podzemní nádrž 2. Filtrační šachta 3. Čerpadlo Essential 4. Tlaková nádoba 8l 5. Filtr 10“ 6. Plovoucí sání 7. Klidný nátok 8. Přepad do vsakovacího zařízení – vsakovací tunel GARANTIA 9. Kontrolní závěr DN 200

### 4.6 Doplnování pitnou vodou

Doplnování pitnou vodou do systému v případě sucha. Doplnování pitné vody se provádí do akumulární nádrže nebo přímo do výtlačného potrubí. Systém pitné a dešťové vody musí být podle ČSN EN 1717 oddělen. Hladinový senzor při nedostatku dešťové vody dá signál řídicímu centru, které pomocí elektromagnetického ventilu přepne na odběr vody z vodovodního řadu. [21]



Obr. 26: Schematické znázornění rozvodů dešťové a pitné vody, řízených automatickou doplňovací jednotkou [11]

## 5. Metody a výsledky

### 5.1 Popis objektu

Řadový domek se nachází v obci Velké Přílepy v okrese Praha-západ, kraj Středočeský, asi 12 km severozápadně od centra Prahy. Ke dni 1. 9. 2009 zde žilo 2600 obyvatel.



Obr. 27: Řadový domek ve Velkých Přílepech

Řadový domek byl postaven v roce 1995 je dvoupodlažní, suterén se skládá z chodby, toalety (1x umyvadlo, 1x WC), kanceláře, garáže, technické místnosti (1x umyvadlo, 1x pračka). 1 NP se skládá z chodby, toalety (1x umyvadlo, 1x WC), kuchyně (1x dřez), obývacího pokoje. 2 NP se skládá z chodby, koupelny (1x vana, 1x sprchový kout, 1x WC, 1x umyvadlo) a ze tří ložnic. Celková obytná plocha činí  $180 \text{ m}^2$ . Má zahradu o výměře  $220 \text{ m}^2$ . Sdílí jednu nosnou zeď se sousedním domem. Střecha je sedlová se sklonem  $40^\circ$  o celkové výměře  $90 \text{ m}^2$ .

V současné době užívá rodinný domek 4 osoby. Celková roční spotřeba za rok 2012 činila  $174 \text{ m}^3$  vody. Sazba za  $1 \text{ m}^3$  vodného je 34,25 Kč a za stočného je 23,77 Kč. Celkové náklady na rok 2012 byly 10 095,48 Kč bez DPH. Podstatná část této vody se spotřebuje na splachování toalet, kde není zapotřebí voda kvality vody pitné. Celková plocha střechy domku činí  $90 \text{ m}^2$ , za rok, při průměrném ročním úhrnu deště 550 mm, mohlo být zachyceno přes  $33 \text{ m}^3$  dešťové vody.

## 5.2 Návrh akumulční nádrže pro dešťovou vodu

Při návrhu systému je vhodné postupovat následujícím způsobem:

- navrhnout dispozici systému
- posoudit vhodnost povrchu střechy pro zachycování srážkových vod
- stanovit objem akumulční nádrže
- vybrat prvky systému od některého z výrobců a zvolit jejich uspořádání
- zvolit způsob odvádění srážkové vody mimo systém
- vybrat případná doplňková zařízení

### Množství zachycené srážkové vody

Množství zachycené srážkové vody  $Q$  závisí na množství srážek v dané oblasti, velikosti plochy střechy, koeficientu odtoku střechy a na koeficientu účinnosti filtru mechanických nečistot.

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

$Q$  - množství zachycené srážkové vody ( $\text{m}^3/\text{rok}$ )

$j$  - množství srážek ( $\text{mm}/\text{rok}$ )

$P$  - využitelná plocha střechy ( $\text{m}^2$ )

$f_s$  - koeficient odtoku střechy (-)

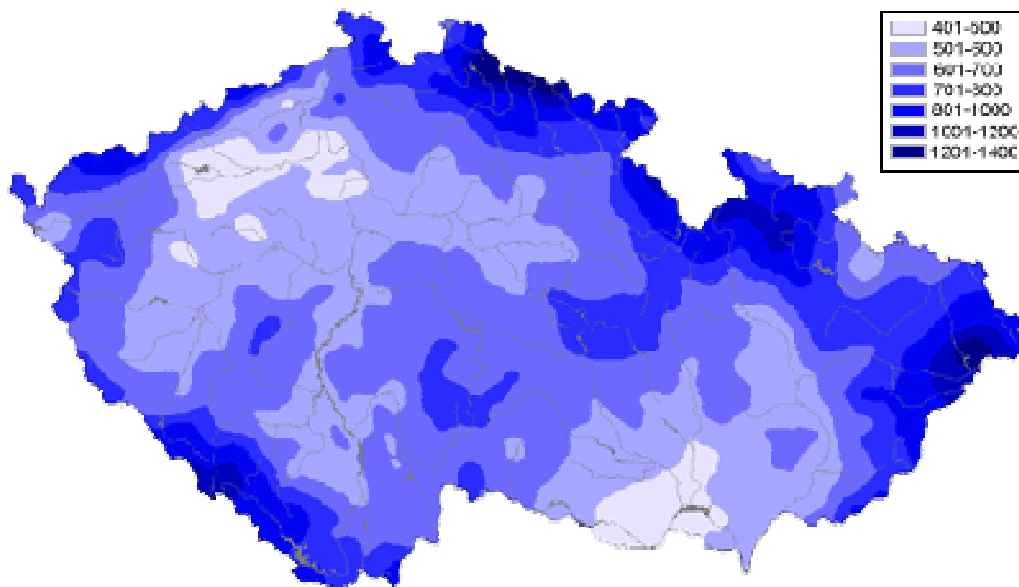
$f_f$  - koeficient účinnosti filtru mechanických nečistot (-)

## Množství srážek (j)

se vyhodnocuje např. v podobě tzv. srážkové mapy.

Normály ročních srážkových úhrnů 1961 - 90 [mm]

(Metoda spliningu dr. Květoně a ing. Retta)



Obr. 28: Normály ročních srážkových úhrnů 1961 - 90 [mm]

Pro oblast kde se nachází řadový domek jsem zvolil průměrnou hodnotu srážek 550 mm za rok.

## Využitelná plocha střechy (P)

Využitelná plocha střechy **P** je půdorysný průmět rozměrů střechy.

$$P = a \cdot b$$

P - využitelná plocha střechy (m<sup>2</sup>)

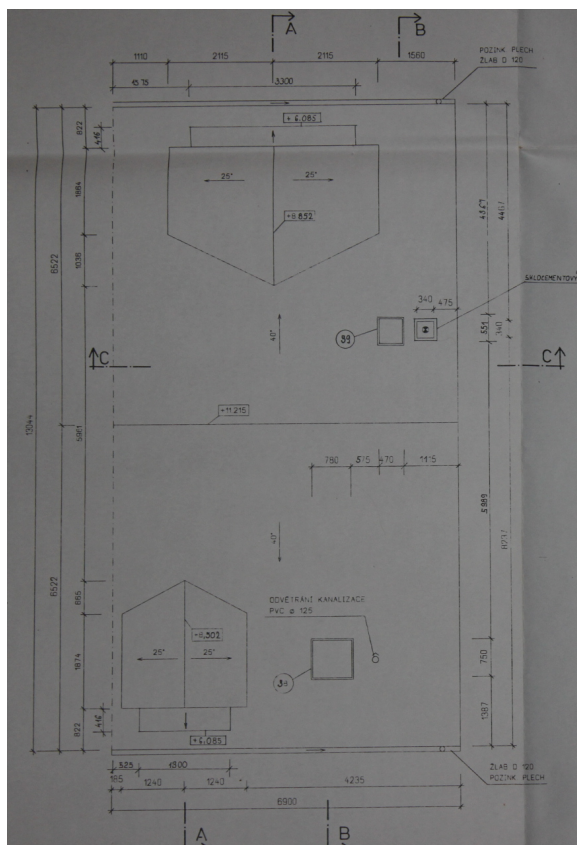
a - délka půdorysu včetně přesahů (m)

b - šířka půdorysu včetně přesahů (m)

a – 13,04 m

b – 6,9 m

$$P = 13,04 \cdot 6,9 = 89,976 \approx 90 \text{ m}^2$$



Obr. 29: Náskres plochy střechy

### Vhodnost střechy ( $f_s$ )

Je nutné posoudit, zda je stávající nebo budoucí střecha objektu vhodná pro zachycování srážkových vod.

Vlastnosti různých typů střech jsou uvedeny v následující tabulce:

tvár střechy	střešní krytina	koefficient odtoku střechy $f_s$	vlastnosti z hlediska znečištění
plochá	asfalt s násypem křemíku	0,6	velmi vhodná
	plast	0,7	velmi vhodná
	pozinkovaný plech	0,7	vhodná
	ozelenění	0,2	méně vhodná
šikmá	pálené tašky	0,75	velmi vhodná
	betonové tašky	0,75	velmi vhodná
	břidlice	0,75	velmi vhodná
	šindel	0,6	velmi vhodná
	pozinkovaný plech	0,8	vhodná
	plast	0,8	velmi vhodná
	ozelenění	0,25	méně vhodná

Tab. 11: Vlastnosti různých typů střech

Střecha řadového domku je sedlová z pálených tašek, tudíž volím  $f_s = 0,75$

Koeficient odtoku filtru mechanických nečistot  $f_f$  udává výrobce (pro podzemní filtrační šachtu DN 400 s teleskopem od firmy GLYNWED s.r.o. udává  $f_f = 0,9$ )

$$Q = \frac{j \cdot P \cdot f_s \cdot f_f}{1000} = \frac{550 \cdot 90 \cdot 0,75 \cdot 0,9}{1000} = 33,41 \approx 33 \text{ m}^3$$

Množství zachycené srážkové vody na řadovém domku je 33 m<sup>3</sup>/rok.

### Objem nádrže dle spotřeby

Objem nádrže  $V_v$  závisí na počtu obyvatel v domácnosti, spotřebě vody na jednoho obyvatele a koeficientu využití srážkové vody. Výpočet zohledňuje potřebnou zásobu vody na období přestávky mezi dešti formou koeficientu  $z$ .

$$V_v = \frac{n \cdot S_d \cdot R \cdot z}{1000}$$

$V_v$  - objem nádrže dle spotřeby vody (m<sup>3</sup>)

$n$  - počet obyvatel v domácnosti (-)

$S_d$  - celková spotřeba veškeré vody na jednoho obyvatele na 1 den – obvykle 140 litrů

$R$  - koeficient využití srážkové vody (-) – obvykle 0,5 (tj. využití srážkové vody na náhradu 50% celkové spotřeby)

$z$  - koeficient optimální velikosti (-) – obvykle 20

- celkový počet obyvatel v domácnosti jsou 4 osoby ( $n = 4$ )
- celková spotřeba veškeré vody na jednoho obyvatele na 1 den je 119 litrů  
(Celková spotřeba za rok 2012 - 174 m<sup>3</sup>,  $S_d = 174 / (365 \cdot 4) = 0,1192 \text{ m}^3 = 119$  litrů)
- Koeficient využití srážkové vody volím  $R = 0,5$ . Uvažujeme o 50% využití dešťové vody.
- koeficient optimální velikosti nádrže  $z$  - návrh zásoby na 2-3 týdny suchého období, obvykle bereme hodnotu 20



$$V_v = \frac{n \cdot S_d \cdot R \cdot z}{1000} = \frac{4 \cdot 119 \cdot 0,5 \cdot 20}{1000} = 4,76 \approx 4,8 \text{ m}^3$$

Potřebný objem nádrže dle spotřeby vody  $V_v = 4,8 \text{ m}^3$

### Objem nádrže dle množství využitelné srážkové vody

- Objem nádrže  $V_p$  závisí na množství zachycené srážkové vody. Výpočet zohledňuje potřebnou zásobu vody na období přestávky mezi dešti formou koeficientu  $z$ .

$$V_p = z \cdot \frac{Q}{365}$$

$V_p$  - objem nádrže dle množství využitelné srážkové vody ( $\text{m}^3$ )

$Q$  - množství odvedené srážkové vody ( $\text{m}^3/\text{rok}$ ) –  $Q = 33 \text{ m}^3/\text{rok}$ .

$z$  - koeficient optimální velikosti (-) – koeficient optimální velikosti nádrže - návrh zásoby na 2-3 týdny suchého období, obvykle bereme hodnotu  $z = 20$

$$V_p = z \cdot \frac{Q}{365} = 20 \cdot \frac{33}{365} = 1,8 \text{ m}^3$$

Dle množství využitelné srážkové vody vychází objem nádrže  $V_p = 1,8 \text{ m}^3$

### Potřebný objem a optimalizace návrhu objemu nádrže

Objem nádrže dle spotřeby  $V_v = 4,8 \text{ m}^3$

Objem nádrže dle množství využitelné srážkové vody  $V_p = 1,8 \text{ m}^3$

Pro návrh velikosti akumulční nádrže jako minimálně potřebný objem  $V_N$  vyberte menší z vypočtených objemů:

$$V_N = \min(V_v; V_p)$$

$V_N$  - potřebný objem nádrže ( $m^3$ )

$V_v$  - objem nádrže dle spotřeby ( $m^3$ )

$V_p$  - objem nádrže dle množství využitelné srážkové vody ( $m^3$ )

$$V_N = 1,8 m^3$$

Je nutné posoudit, zda je v souladu plánovaná spotřeba a množství využitelné srážkové vody.

Soulad je v případě, že se hodnoty  $V_v$  a  $V_p$  neliší o více než 20 %.

Porovnáme jejich vzájemný vztah dle následující tabulky. Absolutní hodnota rozdílu objemů nádrží vypočtených oběma metodami se podělí hodnotou  $V_N$ .

Takto vypočítaný poměr má tři varianty ( ve vztahu k 20% rozdílu):

výsledek porovnání objemů	závěr	možné opatření
$V_v = V_p$ $\frac{\text{abs}(V_v - V_p)}{V_N} \leq 0.2$	optimální situace	
$V_v < V_p$ $\frac{\text{abs}(V_v - V_p)}{V_N} > 0.2$	spotřeba srážkové vody je menší, než možnosti střechy	posoudit, zda není možné do systému zapojit pouze část střechy
$V_v > V_p$ $\frac{\text{abs}(V_v - V_p)}{V_N} > 0.2$	spotřeba srážkové vody je větší, než možnosti střechy	zvětšit plochu střechy (pokud je to možné) nebo počítat s častějším dopouštěním vody do systému (jiné než srážkové)

Tab. 12: výsledek porovnání objemů

### Výsledek porovnání objemů

Spotřeba srážkové vody je větší, než možnosti střechy. Možností je že zvětšíme plochu střechy (pokud je to možné) nebo budeme počítat s častějším dopouštěním vody do systému (jiné než srážkové).

## 6. Výběr materiálu

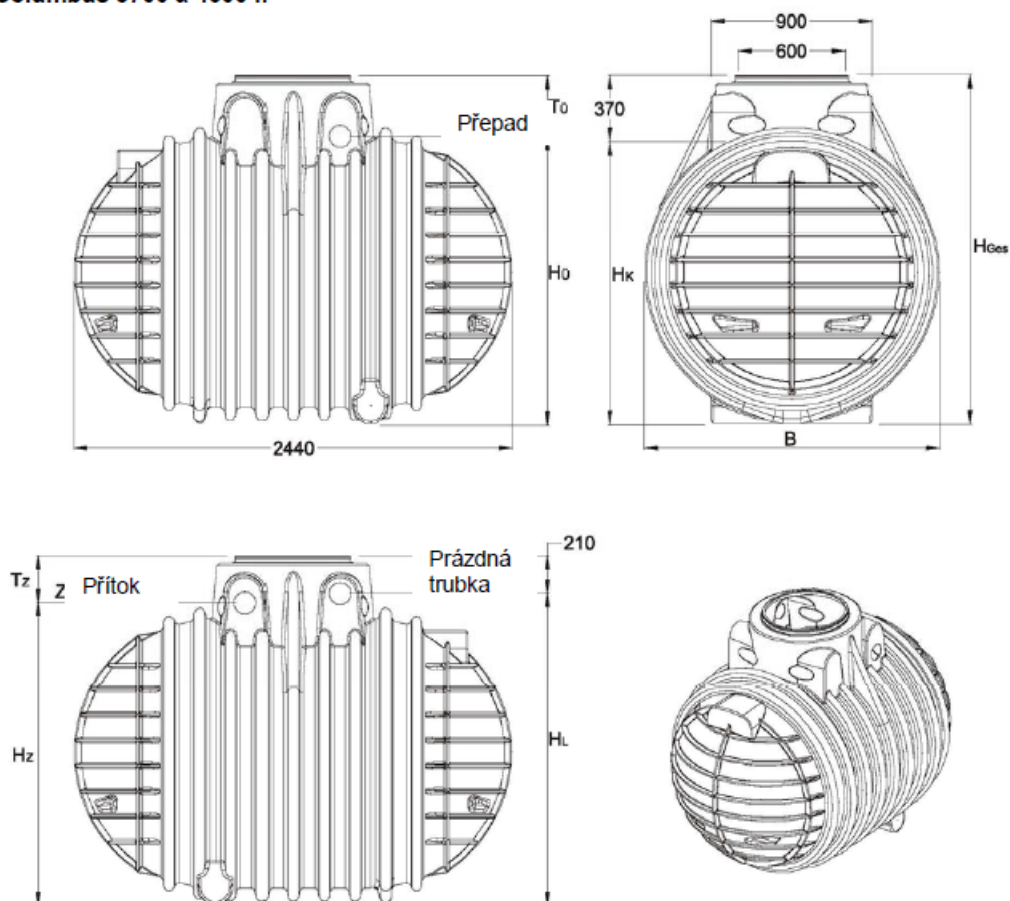
### 6.1 Nádrž

Volím nádrž na dešťovou vodu Columbus 3700 l od firmy GLYNWED s.r.o., která má objem na 3,7 m<sup>3</sup>. Doporučená cena nádrže je 23 800 Kč bez DPH

- jako příslušenství nabízí šachtovou kopuli pro hlubší uložení (vstupní nástavec) s nastavitelnou výškou 220 - 700 mm a s plastovým pochozím poklopem
- hloubka přívodního potrubí: 590 - 1070 mm
- nádrž je odolná přejezdu osobních vozidel

#### Rozměry a váha:

Columbus 3700 a 4500 l:



Obr. 30: Akumulační nádrž firmy Glynwed

Objem [kg]	B	H <sub>Celk</sub>	H <sub>Z</sub>	T <sub>Z</sub>	H <sub>Ü</sub>	T <sub>Ü</sub>	H <sub>L</sub>	H <sub>K</sub>	Váha
3700 l	1650	1950	1690	260	1610	340	1740	1580	150
4500 l	1840	2140	1880	260	1800	340	1930	1770	190
6500 l	2015	2290	2050	240	1970	320	2080	1920	260

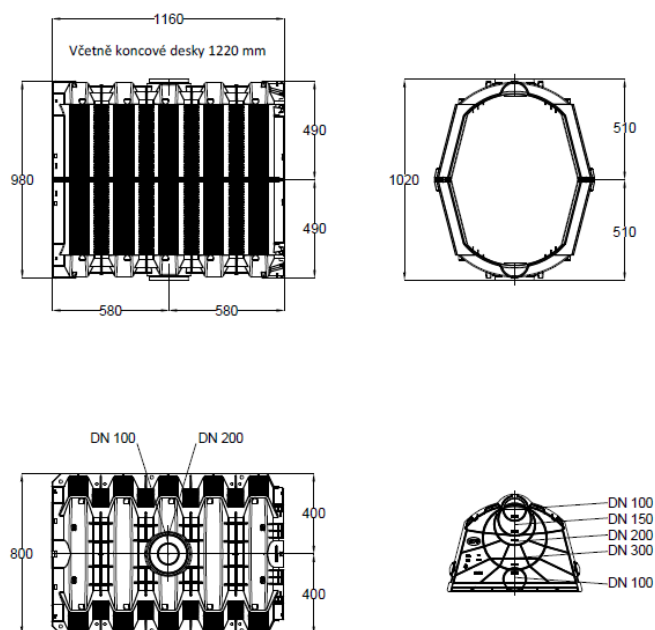
Všechny údaje v mm / +/- 3% tolerance

Tab. 13: *Druhy akumulčních nádrží firmy Glynwed*

## 6.2 Bezpečnostní přepad

Přepad z akumulční nádrže je řešen vsakovacím zařízením. Problém přetěžování kanalizační sítě se nás v případě přepadu do vsaku vůbec netýká, a v případě přepadu do kanalizace většinou také ne, protože u běžných staveb bývá potřeba vody větší, než množství srážkové vody a nádrž je tak mnohem častěji prázdná, než aby přetékala. Je ovšem nutno podotknout, že pokud už bude přetékat, tak rozhodně v exponované v době velkého deště a velkým průtokem. Přepad do vsaku je preferované řešení.

Vsakovací zařízení pro přepad použijí dva vsakovací tunely Garantia na 300 l od firmy Glywed. Jeden tunel má rozměry 1200 x 800 x 510 mm, dohromady mají objem 600 l (0,6 m<sup>3</sup>). Cena obou tunelů činí 2354 Kč bez DPH. Dále je potřeba zakončení tunelu (4 ks) v hodnotě 1156 Kč bez DPH. Celý tunel je obalen geotextilií a zasypaný zeminou. Na jeden tunel je potřeba cca 4,5 m<sup>2</sup> geotextilie, dohromady tedy 9 m<sup>2</sup>, cena 1 m<sup>2</sup> je 11 Kč/m<sup>2</sup> bez DPH, dohromady 99 Kč bez DPH.

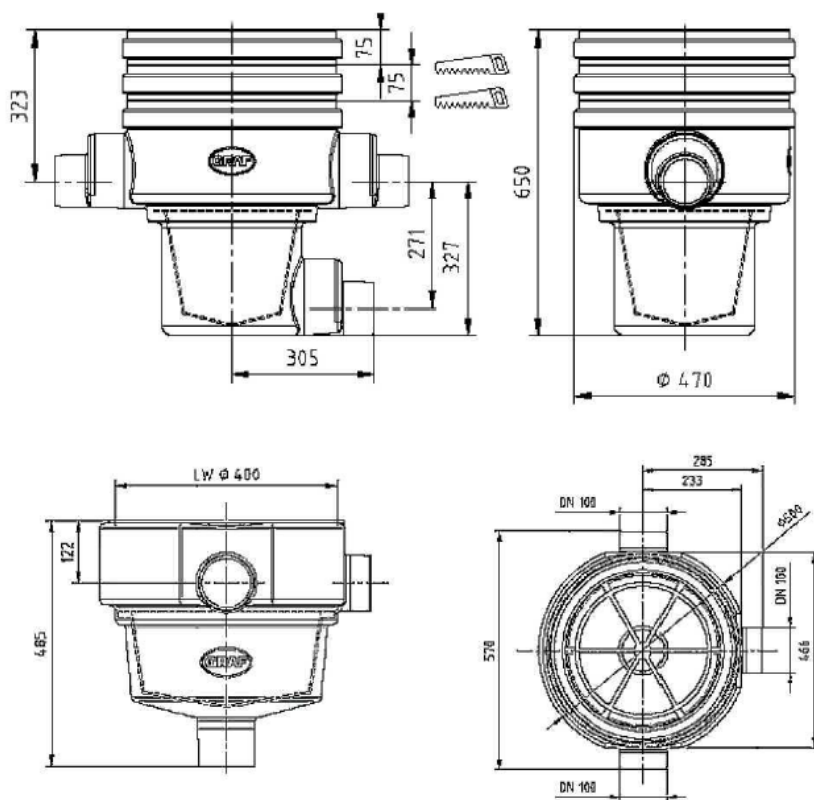


Obr. 31: *Vsakovací zařízení firmy Glynwed*

### 6.3 Filrace

Dále jsem zvolil podzemní filtrační šachtu DN 400 s teleskopem a s PE (Polyethylen) pochozím poklopem. Jedná se o nejefektivnější způsob filtrace pro akumulaci i vsakování dešťové vody. Doporučená cena filtrační šachty s klidnou nátokovou sadou je 9 420 Kč bez DPH.

- filtrační koš s otvory 0,35 mm
- nastavitelná hloubka 570 - 1050 mm
- pro odvodňovanou plochu 350 / 500 m<sup>2</sup>
- připojení DN 100 / DN 150



Obr. 32: Rozměry filtrační šachty firmy Glynwed

## 6.4 Čerpací zařízení

Bylo zvoleno čerpadlo, také firmy Glywed (sady Essential), které lze použít v kombinaci s nádrží Columbus. Sada Essential obsahuje čerpadlo s nádržkou na doplňování vody, která umožňuje maximální využití užitkové vody (doplňování pitnou vodou je pouze do nádržky, nikoliv do velké akumulární nádrže). Cena čerpadla je 16 250 Kč, plovoucí sání vč. zpětné klapky, filtr, hadice 3 m 1 650 Kč, tlaková nádoba 8 l 550 Kč, filtr 10" za čerpadlo, max. průtok 100 l/min 530 Kč, vše bez DPH.



Obr. 33 : Čerpadlo ESSENTIAL firmy Glywed

Hlavním cílem **čerpadla ESSENTIAL** je dát přednost používání dešťové vody místo vody z vodovodu. Jestliže je dešťové vody zachycené ve sběrné nádrži nedostatek, řídicí jednotka předává signál systému dodávky vody z vodovodu, a tím zajišťuje přívod vody do bodů odběru (voda dodávaná systémem není pitná). Spojení mezi sběrnou nádrží dešťové vody a sběrnou nádrží vody z vodovodu, která je zabudována do systému, se provádí pomocí trojcestného ventilu nainstalovaného na sání čerpadla.

Čerpadlo pracuje stejně jako čerpadlo se systémem „start-stop“ a ovládáním průtoku a tlaku. Jestliže tlak poklesne pod nastavenou hodnotu, dojde ke spuštění čerpadla. Jestliže je přívod zastaven, čerpadlo se také zastaví.

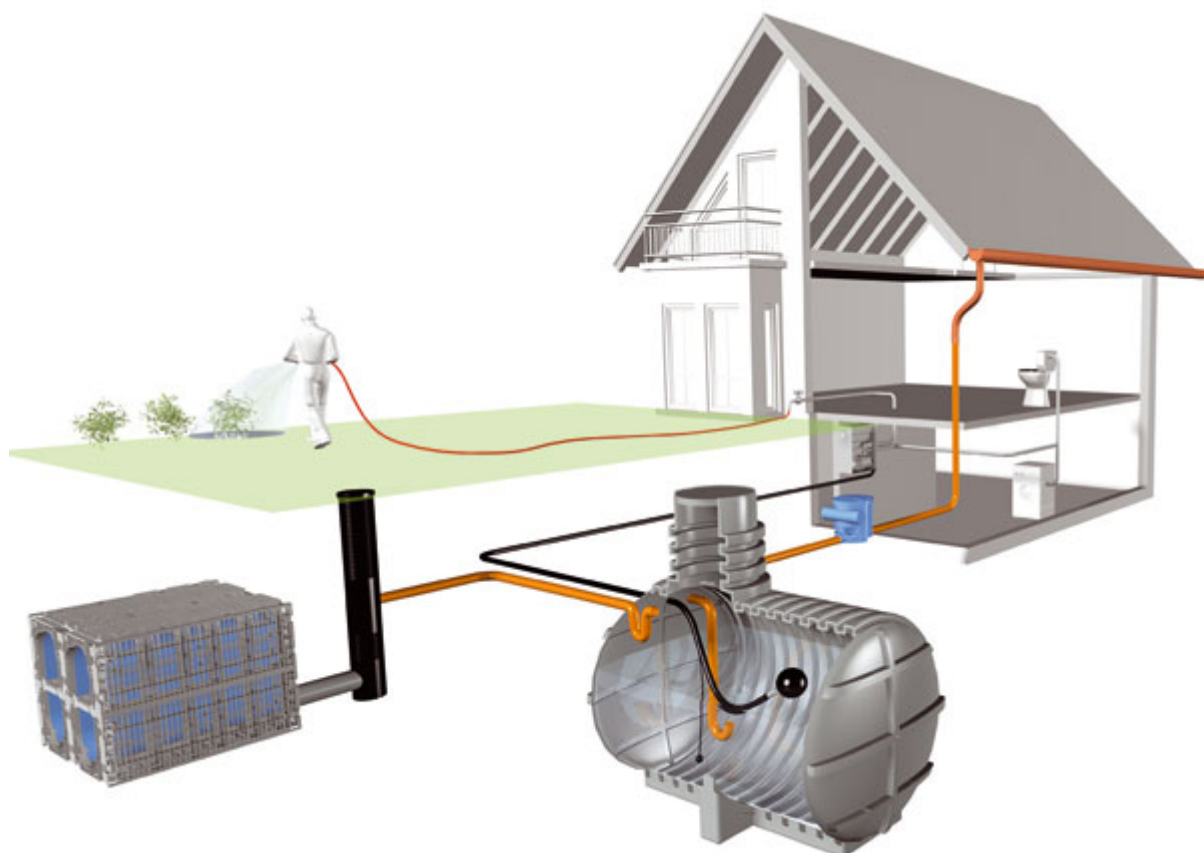
*Propojení domovního rozvodu vody (tzv. vnitřního vodovodu) připojeného na veřejnou síť s potrubím zásobovaným z jiného zdroje (domovní studny) je upraveno zákonem o veřejných vodovodech a kanalizacích (zákon č. 274/2001 Sb., § 3 odst. 4): „Vlastník vodovodní přípojky je povinen zajistit, aby vodovodní přípojka byla provedena a užívána tak, aby nemohlo dojít ke znečištění vody ve vodovodu.“ Prováděcí vyhláška k tomuto zákonu (vyhl. MZe č. 428/2001 Sb., § 15, odst. 3) pak upřesňuje: „Vodovodní potrubí vodovodu se nesmí propojovat s potrubím užitkové a provozní vody a ani s vodovodním potrubím z jiného zdroje vody, který by mohl ohrozit jakost vody a provoz vodovodního systému.““ [23]*

## 6.5 Celkové náklady

Číslo	Náklady	Cena s DPH
1	akumulační nádrž Columbus 3700 l	28 798 Kč
2	vsakovací zařízení pro přepad - dva vsakovací tunely Garantia na 300 l s rozměry 1200 x 800 x 510 mm, cena obou tunelů	2 848,3 Kč
3	zakončení tunelu (4 ks)	1 398,8 Kč
4	geotextílie 9 m <sup>2</sup>	119,8 Kč
5	filtrační šachta s klidnou nátokovou sadou	11 398,2 Kč
6	čerpadlo	19 662,5 Kč
7	plovoucí sání vč. zpětné klapky, filtr, hadice 3 m	1 996,5 Kč
8	tlaková nádoba 8 l	665,5 Kč
9	filtr 10" za čerpadlo, max průtok 100 l/min	641,3 Kč
10	odhad ceny montáže	16 940 Kč
11	cena za dopravu potřebného materiálu	9 680 Kč
Celková cena systému na využití dešťové vody		94 149 Kč

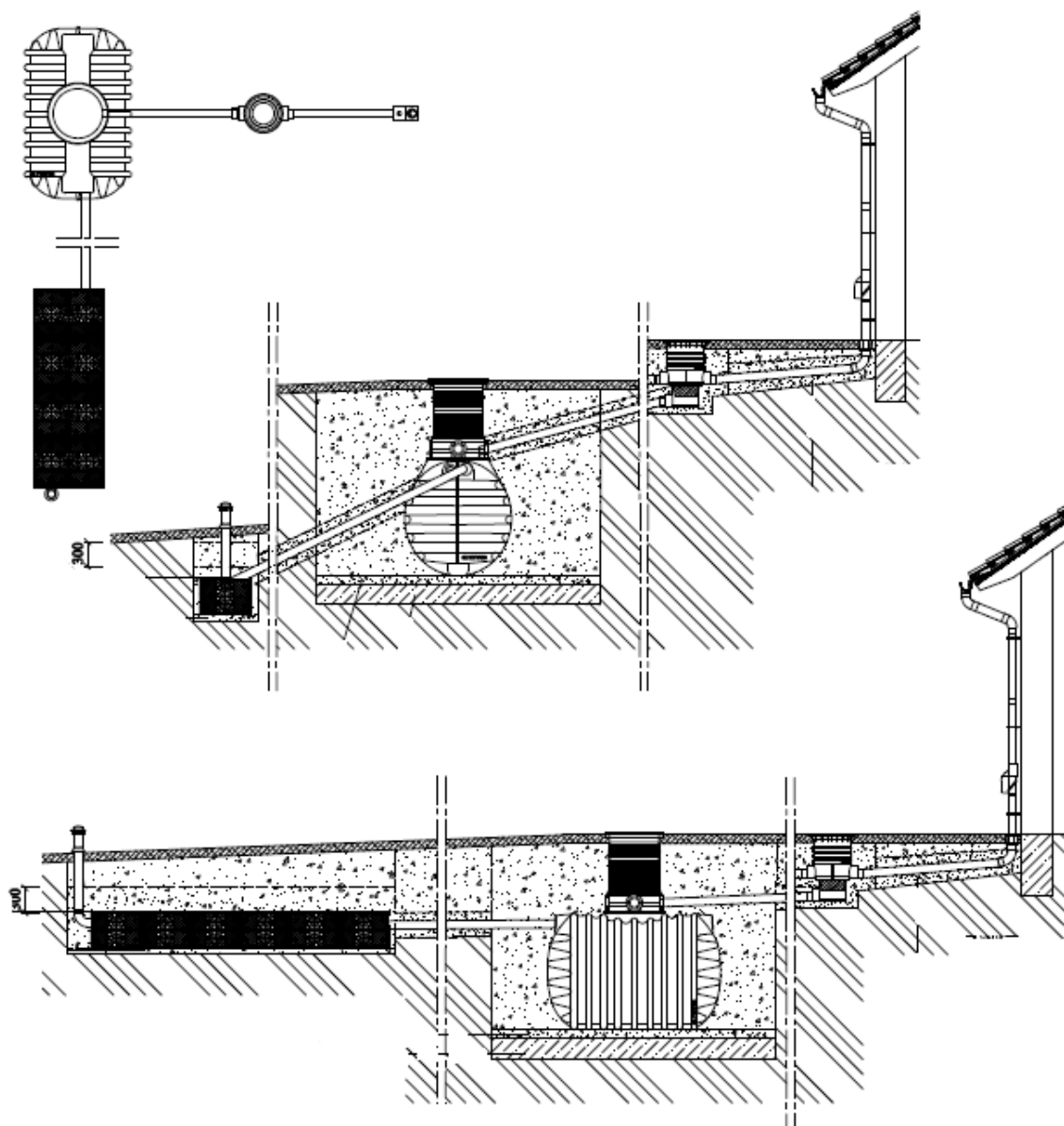
Tab. 14: Celkové náklady

## 6.6 Schéma zapojení



Obr. 34: *Schéma zapojení 1*





Obr. 35: Schéma zapojení 2

## 7. Ekonomické zhodnocení

Při pořízení systému pro využití dešťové vody je důležité spočítat dobu návratnosti tohoto systému, tedy zjistit jestli se investice vložené do systému pro využití dešťové vody po dobu své životnosti vrátí a případně jaký bude zisk. Celkové náklady na projekt činí 94 149 Kč. Jak již bylo řečeno, v současnosti obývají řadový domek čtyři osoby. Celková roční spotřeba vody v roce 2012 byla 174 m<sup>3</sup>. V roce 2012 byla cena vodného 41,44 Kč a za stočného byla 28,76 Kč. Z toho vyplývají roční náklady vodného a stočného ve výši 12 214,8 Kč. V případě realizace projektu využití dešťové vody bude úspora 50 % z ročních nákladů na vodu, což je 6 107,4 Kč.

### 7.1 Výpočtové vztahy pro výpočet doby návratnosti investice

K výpočtu doby návratnosti investice do systému pro využití dešťové vody je využito následujících vztahů. (ADAMOVSKEÝ-KÁRA, 2002) [24]

Roční suma hrubého výnosu a změny provozních nákladů  $HVN$  [Kč.r<sup>-1</sup>]:

$$HVN = \Delta HV - \Delta N$$

kde:  $\Delta N$  – roční změna provozních nákladů (na opravu) [Kč.r<sup>-1</sup>]

Diskontované hodnoty budoucích ročních výnosů  $DV_n$  [Kč.r<sup>-1</sup>]:

$$DV_n = \frac{HVN_n}{\left(1 + \frac{i-b}{1+b}\right)^n}$$

kde:  $i$  – bankovní, resp. požadovaný uživatelský úrok [-]

$b$  – míra inflace [-]

$n$  – rok provozu systému [-]

Doba návratnosti  $T_n$  [rok] investice do systému pro využití dešťové vody se stanoví dle vztahu:

$$\sum_{n=1}^{T_n} DV_n = I$$

kde:  $I$  – celkové investiční náklady do systému využití dešťové vody [Kč]

Součet diskontovaných hodnot budoucích ročních výnosů  $SDV$  [Kč] po dobu životnosti  $T_z$  systému pro využití dešťové vody:

$$SDV = \sum_{n=1}^{T_z} DV_n$$

Finanční zisk (ztráta)  $FZ$  [Kč] za dobu životnosti  $T_z$ :

$$FZ = SDV - I$$

## 7.2 Doba návratnosti investic do systému pro využití dešťové vody

Během výpočtů ekonomické návratnosti investice se vycházelo z údajů uvedených v tabulce tab. 15.

Vstupní údaje:			
hrubý roční výnos	$\Delta HV =$	<b>6108</b>	<b>Kč.rok<sup>-1</sup></b>
provozní náklady	$\Delta N =$	<b>300</b>	<b>Kč.rok<sup>-1</sup></b>
roční suma hrubého výnosu	$HVN =$	<b>5808</b>	<b>Kč.rok<sup>-1</sup></b>
bankovní (uživatelský) úrok	$i =$	<b>0,016</b>	-
míra inflace	$b =$	<b>0,014</b>	-
celková investice	$I =$	<b>94 149</b>	<b>Kč</b>
Doba životnosti	$T_z =$	<b>20</b>	<b>let</b>

Tab. 15 : Vstupní údaje pro výpočet ekonomické návratnosti

Výsledky výpočtů ekonomické návratnosti investic jsou zobrazeny v tabulce 16. Z výsledků plyne, že navrhovaný systém pro využití dešťové vody bude splaceno v 17. roce provozu, kdy se suma diskontovaných hodnot budoucích ročních výnosů rovná

celkové investici. V dalších letech již není nutné výnosy diskontovat. Použití systému pro využití dešťové vody generuje zisk ve výši 20 280 Kč.

Diskontované hodnoty budoucích ročních výnosů po dobu životnosti 20 let	$DV_n =$		
	1	5 797	Kč.rok <sup>-1</sup>
	2	5 785	Kč.rok <sup>-1</sup>
	3	5 774	Kč.rok <sup>-1</sup>
	4	5 762	Kč.rok <sup>-1</sup>
	5	5 751	Kč.rok <sup>-1</sup>
	6	5 740	Kč.rok <sup>-1</sup>
	7	5 728	Kč.rok <sup>-1</sup>
	8	5 717	Kč.rok <sup>-1</sup>
	9	5 706	Kč.rok <sup>-1</sup>
	10	5 695	Kč.rok <sup>-1</sup>
	11	5 683	Kč.rok <sup>-1</sup>
	12	5 672	Kč.rok <sup>-1</sup>
	13	5 661	Kč.rok <sup>-1</sup>
	14	5 650	Kč.rok <sup>-1</sup>
	15	5 639	Kč.rok <sup>-1</sup>
	16	5 628	Kč.rok <sup>-1</sup>
	17	5 617	Kč.rok <sup>-1</sup>
	18	5 808	Kč.rok <sup>-1</sup>
	19	5 808	Kč.rok <sup>-1</sup>
20	5 808	Kč.rok <sup>-1</sup>	
Součet diskontovaných hodnot	$SDV =$	<b>114 429</b>	Kč
Finanční zisk/ztráta	$FZ =$	<b>20 280</b>	Kč

Tab. 16: Výpočet ekonomické návratnosti

## 8. Závěr

Matematika nedostatku pitné vody a nutnost šetření jsou aktuální pro celý svět. Využitím dešťové vody účinně pomáháme omezit nadměrnou každodenní spotřebu. Na některých místech světa chybí pitná voda, jinde ji splachují do záchodu. Potom následuje proces čištění a úprav vody, který vyžaduje další náklady a chemii.

Výhody:

- 1/ úspora zásob a ochrana pitné vody
- 2/ snižování nákladů a výdajů za vodní zásobování (příprava pitné vody, potrubní sítě atd.)
- 3/ nižší průtok odpadních vod v kanalizaci a odvodňovacích příkopech v období odtokové špičky
- 4/ úspora prací a změkčovacích prostředků vzhledem k nízkému stupni tvrdosti dešťové vody vede k ulehčení odpadním vodám a čistírnám

Velkým otazníkem je vlastní rentabilita této investice, neboť cena komponentů pro výstavbu toho systému se liší podle výrobce a velikosti vlastní stavby. Celková částka naší realizace se může vyšplhat na 80 až 100 tisíc korun. Předpokládaná návratnost investice, dle mého výpočtu bude jistě 11 let, nepočítám se zvyšováním vodného a stočného, výši inflace, či procent za půjčku od banky.

Stavitelé rodinných domků, kteří mají zkušenosti ze zahraničí, mají již v projektu rodinného domku návrh na jímku na dešťovou vodu o objemu 6 - 7 tisíc litrů, ale v místech častých srážek by měli mít nádoby mnohem větší objem, až 20 000 l. Výhodné bude, pořídit si tento systém ve větším objemu, a napojit na ní dva nebo či více domů. O investici se pak podělí zúčastnění majitelé, a to u řadových domků by neměl být tak zásadní problém.

Na závěr je nutno říci, že je potřeba zjednodušit proces přípravy před vlastní realizací staveb s dešťovou vodou, a státní orgány by měli zdůrazňovat hlavně ekonomickou opodstatněnost, proč s dešťovou vodou hospodařit. Samozřejmě je důležité uskutečnit cílenou osvětu na celostátní úrovni. Vývoj tohoto vodního - „dešťového“, systému již v Evropě probíhá delší dobu, a já vím, že tento trend dokonale šetří a hospodaří s dešťovou

vodou. Je to nezastavitelný současný fenomén při výstavbě nových domů a architektonických celků. Takže my i noví stavebníci bychom měli klást velký důraz na kvalitu a funkčnost tohoto malého vodního hospodářství, které šetří nejen naše soukromé finance, ale hlavně životní prostředí.

## 9. Použitá literatura

- [1] Zásoby vody na zemi. In: *Zemepis.com* [online]. © 2002 - 2014 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://www.zemepis.com/zasoby.php>
- [2] RUDA, Aleš. Voda na Zemi. In: *Informační systém Masarykovy univerzity* [online]. © 2013- [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: [http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/js13/fyz\\_geogr/web/pages/07-voda.html](http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/js13/fyz_geogr/web/pages/07-voda.html)
- [3] HONSOVÁ, Dagmar. Srážkové poměry v České republice. In: *Priroda.cz* [online]. 6.6.2006 [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: <http://www.priroda.cz/clanky.php?detail=650>
- [4] ŽABIČKA, Zdeněk. Odvodnění zpevněných ploch vsakováním. In: *TZB-info* [online]. [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/4846-odvodneni-zpevnnych-ploch-vsakovanim>
- [5] Úhrn srážek v roce 2013. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/images/sra\\_n\\_13.gif](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/images/sra_n_13.gif)
- [6] POLIAK, Milan. Dešťová voda jako šetrná alternativa. In: *Home bydlení* [online]. © 2014 [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: <http://bydleni.tiscali.cz/dum/rodinne-domy/destova-voda-jako-setrna-alternativa.html>
- [7] Legislativa srážkových vod. In: *TZB-info* [online]. © 2001-2014 [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/destova-voda>
- [8] DVOŘÁKOVÁ, Denisa. Využívání dešťové vody (I). In: *TZB-info* [online]. 19.2.2007 [cit. 2014-03-29]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>
- [9] KOLESÁR, Kamil. Dešťová voda. In: *Nazeleno.cz* [online]. 31. 03. 2010 [cit. 2014-03-29]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/bydleni/domacnost/destova-voda-vyuzijte-ji-ve-svem-rodinnem-dome.aspx>
- [10] Systémy pro využití dešťové vody. *UNISORT* [online]. 08.08.2012 [cit. 2014-03-29]. Dostupné z: <http://www.stavcentrum.cz/voda/index.htm>

- [11] DVOŘÁKOVÁ, Denisa. Využívání dešťové vody (II). In: [online]. TZB-info. 12.3.2007 [cit. 2014-03-29]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni>
- [12] BÖSE, Karl-Heiz. *Dešťová voda pro dům a zahradu*. 1. české vyd. Ostrava: HEL, 1999, 84 s. ISBN 80-861-6708-9.
- [13] Interní filtrační vložky. *UNISORT* [online]. © 2014 [cit. 2014-03-29]. Dostupné z: <http://www.belis.cz/interni-filtracni-vlozky>
- [14] Externí filtrační šachty. *UNISORT* [online]. © 2014 [cit. 2014-03-29]. Dostupné z: <http://www.belis.cz/externi-filtracni-sachty>
- [15] Využití dešťové vody III. - filtrace a čerpadla. *Český kutil.cz* [online]. 10.07.2012 [cit. 2014-03-29]. Dostupné z: <http://www.ceskykutil.cz/vyuziti-destove-vody-iii-filtrace>
- [16] Svodové a podokapové filtry. *UNISORT* [online]. © 2014 [cit. 2014-03-29]. Dostupné z: <http://www.belis.cz/podokapove-filtry>
- [17] Dešťové srážky. *Fakulta stavební Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava* [online]. © 2014- [cit. 2014-03-29]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/tzb-1/5.html>
- [18] Betonové jímky. *Db Betonové jímky* [online]. © 2012 [cit. 2014-03-29]. Dostupné z: <http://www.db-jimky.cz/nadrze-na-destovou-vodu.html>
- [19] Betonové jímky. *Db Betonové jímky* [online]. © 2012 [cit. 2014-03-29]. Dostupné z: <http://www.db-jimky.cz/>
- [20] Jak nejlépe vybrat akumulční nádrž na dešťovou vodu?. In: *Idnes.cz* [online]. 6. června 2012 [cit. 2014-03-29]. Dostupné z: [http://sdeleni.idnes.cz/jak-nejlepe-vybrat-akumulacni-nadrz-na-destovou-vodu-p0p-/rea-sdeleni.aspx?c=A120530\\_121215\\_rea-sdeleni\\_ahr](http://sdeleni.idnes.cz/jak-nejlepe-vybrat-akumulacni-nadrz-na-destovou-vodu-p0p-/rea-sdeleni.aspx?c=A120530_121215_rea-sdeleni_ahr)
- [21] DVOŘÁKOVÁ, Denisa. Využití dešťové vody v domácnosti. *InfoBYDLENÍ.cz* [online]. 20.09.2010 [cit. 2014-03-29]. Dostupné z: <http://www.infobydleni.cz/news/vyuziti-destove-vody-v-domacnosti-2-1/>
- [22] Jak využívat dešťovou vodu. *Dumabyt.cz* [online]. 05.07.2012 [cit. 2014-03-29]. Dostupné z: [http://www.dumabyt.cz/rubriky/zahrada/pece-o-zahradu/jak-vyuzivat-destovou-vodu\\_23211.html#alltext](http://www.dumabyt.cz/rubriky/zahrada/pece-o-zahradu/jak-vyuzivat-destovou-vodu_23211.html#alltext)



- [23] Čerpací technika. *GLYNWED s.r.o.* [online]. © 2014 [cit. 2014-03-31]. Dostupné z: <http://www.glynwed.cz/cs/vodni-hospodarstvi/nadrze-jimky-zasobniky-na-destovou-vodu/cerpaci-technika.html>
- [24] ADAMOVSKEÝ, Radomír-KÁRA, Jaroslav. *Využití druhotného tepla větracího vzduchu stáží*. 1. vydání. Praha: ČZU, Technická fakulta, 2002. 211 s. ISBN 80-213-0859-1
- [25] Custom Designed Rainwater Collection Systems. *All Things Rainwater* [online]. © nes2006–2009 [cit. 2014-04-02]. Dostupné z: <http://www.allthingsrainwater.com/>

## 10. Seznam obrázků

Obr. 1: <i>Oběh vody</i> [2] .....	5
Obr. 2: <i>Dešťové srážky</i> [3].....	6
Obr. 3: <i>Úhrn srážek v roce 2013</i> [5].....	9
Obr. 4: <i>Pračka firmy Miele model W 5889 WPS</i> [11] .....	14
Obr. 5: <i>Dešťovou vodu je možno použít i k čištění povrchů</i> [11] .....	15
Obr. 6: <i>Použití dešťové vody při čištění automobilů</i> [11] .....	15
Obr. 7: <i>Příklad technického zařízení pro užívání dešťové vody</i> [25] .....	17
Obr. 8: <i>Košíčkový filtr umístěný v nádrži</i> [10] .....	19
Obr. 9: <i>Externí košíčkový filtr</i> [14] .....	19
Obr. 10: <i>Samočistící filtr v interním</i> [10] .....	20
Obr. 11: <i>Externí samočistící šachtový filtr</i> [14] .....	21
Obr. 12: <i>Lapač listí v okapovém žlabu</i> [15].....	21
Obr. 13: <i>Filtrační podokapový hrnec</i> [16] .....	22
Obr. 14: <i>Svodové okapové filtry</i> [8].....	23
Obr. 15: <i>Akumulační sud Na dešťovou vodu</i> [16] .....	23
Obr. 16: <i>Jemný filtr se zpětným proplachem pro montáž do potrubí za čerpadlem</i> [8]16 .	23
Obr. 17: <i>Zemní zásobník</i> [17] .....	25
Obr. 18: <i>Umístění zásobníku v objektu</i> [17] .....	25
Obr. 19a: <i>Plastová bezešvá nádrž</i> [11].....	27
Obr. 19b: <i>Plastová nádrž svařovaná</i> [11] .....	27
Obr. 20: <i>Betonová nádrž</i> [19].....	27
Obr. 21: <i>Sací souprava s plovákem</i> [11] .....	28
Obr. 22: <i>Přepad do vsaku</i> [20] .....	29
Obr. 23: <i>Přepad do dešťové kanalizace</i> [20].....	29
Obr. 24: <i>Soustava s ponorným čerpadlem</i> [22] .....	30
Obr. 25: <i>Soustava se sacím čerpadlem</i> [22] .....	31
Obr. 26: <i>Schematické znázornění rozvodů dešťové a pitné vody, řízených automatickou doplňovací jednotkou</i> [11] .....	32
Obr. 27: <i>Řadový domek ve Velkých Přílepech</i> .....	33
Obr. 28: <i>Normály ročních srážkových úhrnů 1961 - 90 [mm]</i> .....	35
Obr. 29: <i>Nákres plochy střechy</i> .....	36
Obr. 30: <i>Akumulační nádrž firmy Glynwed</i> .....	40
Obr. 31: <i>Vsakovací zařízení firmy Glynwed</i> .....	41
Obr. 32: <i>Rozměry filtrační šachty firmy Glynwed</i> .....	42
Obr. 33 : <i>Čerpadlo ESSENTIAL firmy Glynwed</i> .....	43
Obr. 34: <i>Schéma zapojení 1</i> .....	45
Obr. 35: <i>Schéma zapojení 2</i> .....	46

# 11. Seznam tabulek

Tab. 1: Zásoby vody v dílčích částech hydrosféry [1].....	4
Tab. 2: Přítok vody do jednotlivých oceánů [2].....	4
Tab. 3: Roční úhrny srážek na území ČR [4] .....	7
Tab. 4: Rozdělení průměrných měsíčních srážek [4] .....	8
Tab. 5: Intenzita dešťů v některých místech [4] .....	8
Tab. 6: Požadavky na složení dešťové vody ze střech [8] .....	11
Tab. 7: Chemické složení srážek v ČR - průměrné hodnoty koncentrací naměřené ČHMÚ ve stanici Košetice v roce 2004 [8] .....	12
Tab. 8: Tvrdost vody [11] .....	14
Tab. 9: Spotřeba vody potenciálních spotřebičů dešťové vody v domě [11] .....	15
Tab. 10: Vlastnosti různých zásobníků dešťové vody [12] .....	26
Tab. 11: Vlastnosti různých typů střech.....	36
Tab. 12: výsledek porovnání objemů .....	39
Tab. 13: Druhy akumulčních nádrží firmy Glynwed .....	41
Tab. 14: Celkové náklady .....	44
Tab. 15 : Vstupní údaje pro výpočet ekonomické návratnosti.....	48
Tab. 16: Výpočet ekonomické návratnosti.....	49