

**Vysoké učení technické v Brně  
Fakulta stavební**

Studentská vědecká a odborná  
činnost  
Akademický rok 2011/2012

## **Využití šedých a dešťových vod v budovách**

Jméno a příjmení, ročník, obor:

Michal Úterský, 4. ročník, B4V1

Vedoucí práce:

Ing. Petr Hlušík

Katedra / Ústav:

Ústav vodního hospodářství obcí

# OBSAH

<b>ABSTRAKT .....</b>	<b>2</b>
<b>1 ÚVOD .....</b>	<b>3</b>
1.1 VODA NA ZEMI .....	3
<b>2 SPOTŘEBA VODY V ČR , EVROPĚ A VE SVĚTĚ .....</b>	<b>4</b>
2.1 SPOTŘEBA VODY V ČR A EVROPĚ .....	4
2.2 SPOTŘEBA VODY VE SVĚTĚ.....	5
2.2.1 Trend spotřeby vody ve světě.....	5
2.2.2 Cena vody v ČR.....	5
2.3 ALTERNATIVA PITNÉ VODY .....	6
<b>3 ŠEDÁ VODA .....</b>	<b>7</b>
3.1 VZNIK ŠEDÉ VODY .....	7
3.2 ZAJIŠTĚNÍ KVALITY ŠEDÝCH VOD.....	8
3.3 AKUMULAČNÍ NÁDRŽE NA ŠEDOU VODU.....	9
3.3.1 Možnosti instalace .....	9
<b>4 DEŠŤOVÁ VODA .....</b>	<b>10</b>
4.1 VZNIK DEŠŤOVÝCH SRÁŽEK .....	10
4.2 KVALITA DEŠŤOVÝCH VOD.....	11
4.3 ZÁSOBNÍ NÁDRŽE .....	11
4.4 ZPĚTNÉ VYUŽITÍ DEŠŤOVÉ VODY .....	11
<b>5 PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>12</b>
5.1 POPIS LOKALITY.....	12
5.2 ODBĚR VZORKŮ ŠEDÉ VODY .....	13
5.3 BILANCE ŠEDÝCH VOD.....	14
5.3.1 Zpracování dotazníků druhé bilance.....	14
5.4 SHRUTÍ BILANCE ŠEDÉ VODY .....	20
5.4.1 Spotřeba pitné vody.....	21
5.4.2 Možná úspora pitné vody.....	21
5.4.3 Vstupní náklady pro využití šedé vody .....	21
5.5 BILANCE DEŠŤOVÝCH VOD .....	21
5.5.1 Tisková sestava kalkulátoru nakládání s dešťovou vodou .....	22
5.5.2 Vstupní náklady pro využití dešťové vody .....	22
5.6 SHRUTÍ BILANCE DEŠŤOVÉ VODY .....	23
5.7 CELKOVÉ SHRUTÍ .....	23
<b>POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>24</b>

## **ABSTRAKT**

Úkolem této vědecké a odborné činnosti je poukázat na možné využití šedých a dešťových vod v budovách. Hlavním cílem je úspora pitné vody pro konkrétní rodinný dům, zpětné využití vyčištěných šedých vod a dešťových vod v domácnosti a zpracování bilance produkce a spotřeby šedých vod a dešťových vod.

## **ABSTRACT**

The function of this academic and special activity is to point out the possible usage of graywater and rainwater in buildings. The main aim is the saving of drinking water in particular family house, backward usage of cleaned graywater and rainwater in households and the processing of balance of production and consumption of graywater and rainwater.

# 1 ÚVOD

## 1.1 VODA NA ZEMI

Veškerá voda na Zemi je z více než 97 % zastoupen vodou mořskou, tedy vodou slanou, která je pro pití a běžné použití lidské společnosti nepoužitelná. Ve zbylých 3 % zastoupené sladkou vodou je většina vázána v ledu na pólech a v ledovcích na horách. Volně použitelný díl veškeré vodní zásoby tj. řeky a jezera činí pouze 0,3 %.

Voda je strategická surovina, bez které nedokáže žít člověk ani zvířata na Zemi. Při ztrátě zhruba 15 % vody lidské tělo kolabuje a při vyšší ztrátě vody nastává smrt. Voda je velice vzácná, a proto je důležité chránit přirozené zdroje ať už podzemní či povrchové. Důležitost významu vody podtrhuje i Evropská vodní charta, která byla vyhlášena 6. května 1968 ve Strasbourgu. Charta obsahuje 12 bodů, které popisují význam vody, jak by měl člověk s vodou zacházet a jak ji chránit.

Připomenutí si významu vody na Zemi je určen od roku 1993 i den 22. března, jako Světový den vody. Ten byl určen v Rio de Janeiru, v Brazílii.

V našich zeměpisných polohách nedostatkem vody netrpíme. Výjimkou mohou být letní dny, kdy vysychají koryta řek a ztenčují se zásoby podzemních vod. I při těchto výjimkách se nestává, že by byl akutní nedostatek pitné vody pro obyvatelstvo. Jsou ale pásma, kde se toto říci nedá a pitná voda je drahou a vzácnou surovinou. Jedná se zejména o oblasti pouští a stepi. V těchto oblastech lidé a zvířata nemohou vodou plýtvat a v rozvojových zemích vodu mnohdy neupravují ani na vodu pitnou. Znečištěná voda má neblahý vliv na zdraví lidí i zvířat. Narušeny jsou hygienické podmínky, ale také estetické, kulturní a zdravotní. Voda je v těchto oblastech maximálně využívána pro každodenní úkony spojeny s potřebou vody. Nedochozí k přílišnému plýtvání a lidé vodu v maximální možné míře využijí. Spotřeba vody v těchto oblastech je zlomkem toho, co spotřebují lidé například v Evropě a nebo Severní Americe. Je důležité, aby i lidé, kteří netrpí nedostatkem pitné vody vodou šetřili a využívali systémů, které šetří pitnou vodu. Může se jednat o využití dešťových vod, jako vody např. pro závlahu, ale také využití vyčištěných šedých vod jako nové technologie pro úsporu pitné vody.

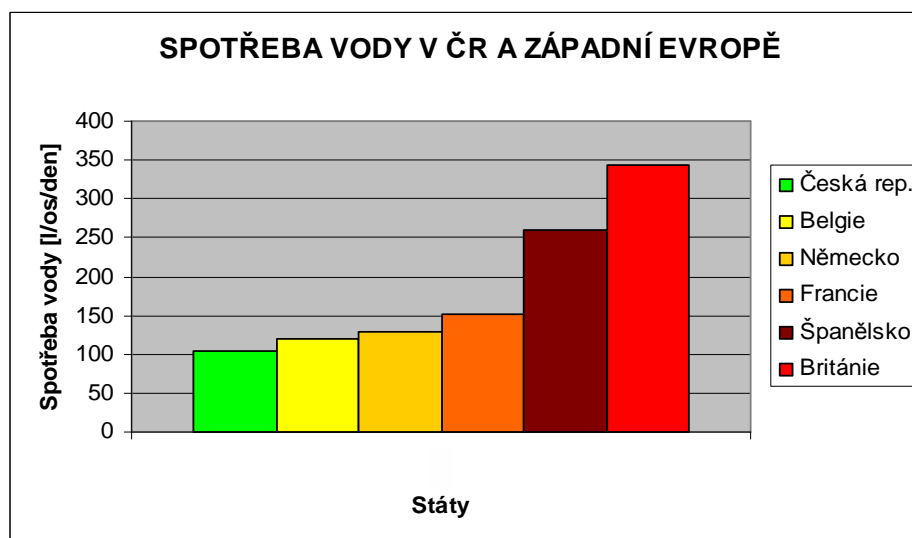
## 2 SPOTŘEBA VODY V ČR , EVROPĚ A VE SVĚTĚ

### 2.1 SPOTŘEBA VODY V ČR A EVROPĚ

Nedostatek pitné vody se stává globálním problémem lidské populace na Zemi. Dostupnost pitné vody, její čištění, úprava vody, která musí odpovídat hygienickým normám zvyšují její cenu. Cena pitné vody se každým rokem zvyšuje z důvodu stále nákladnějších položek na její dostatečnou a hygienickou úpravu. Z těchto důvodů je proto nutné zamezit plýtvání pitnou vodou. V České republice činí průměrná spotřeba pitné vody na jednoho obyvatele okolo 100-110 litrů na osobu a den. Ve srovnání se spotřebou pitné vody v západní Evropě jsme pod evropským průměrem.

Spotřeba vody v ČR měla od roku 1989 výrazně klesající tendenci. Dnešní spotřeba v ČR představuje cca 60 % úrovně přelomu 80. a 90. let. V posledních letech u domácností spotřeba opět mírně stoupá. Děje se tak v důsledku napojování dalších odběratelů na vodovody. Odběry se ale dál snižují v průmyslu, kde se omezuje výroba a nové továrny jsou ve spotřebě vody maximálně úsporné. Podobný trend lze pozorovat kupříkladu také v Polsku a na Slovensku. Za západní Evropou ČR – co se týče spotřeby – výrazně zaostává. [10]

Mezi evropskými zeměmi se vodou nejméně šetří ve Velké Británii. Zde činí denní spotřeba vody v přepočtu na obyvatele 343 l. Poměrně vysoká spotřeba je rovněž ve Španělsku, kde denně proteče 265 l vody na obyvatele. U následujících zemí – Francie, Portugalska, Maďarska či Finska – je již spotřeba poměrně vyrovnaná mezi 150 – 160 l. Na opačném pólu žebříčku spotřeby vody se kromě ČR a Slovenska, kde se spotřebuje 109 l na obyvatele, nacházejí převážně pobaltské státy. [10]



Obr. 1 Spotřeba vody v ČR a západní Evropě

## 2.2 SPOTŘEBA VODY VE SVĚTĚ

Ve světě patří mezi největší spotřebitele vody USA a Austrálie, nejméně vody v přepočtu na obyvatele zužitkují v Indii. Bohatší státy s deficitem vody řeší problém odsolováním mořské vody. Typickým příkladem je Kuvajt, který je na odsolenou mořskou vodu plně odkázán. V poslední době se řeší problém nedostatku vody její recyklací. Nejvíce zkušeností s touto technologií má Izrael. Recyklovaná voda se již běžně používá v USA, Británii, Austrálii a Singapuru. Uvedené technologie jsou sice v praxi realizovatelné, vyžadují však značné, zejména energetické a investiční náklady a vedou k výraznému zvýšení nákladů na zemědělskou produkci. [10]

### 2.2.1 Trend spotřeby vody ve světě

Podle světové rady pro vodu se odhaduje, že do roku 2015 vzroste počet obyvatel postižených nedostatkem vody na 3,5 miliardy. Spotřeba vody s přírůstkem světové populace paralelně vzrůstá. Od roku 1940 do roku 2006 se spotřeba vody na zemi zvýšila čtyřikrát. [10]

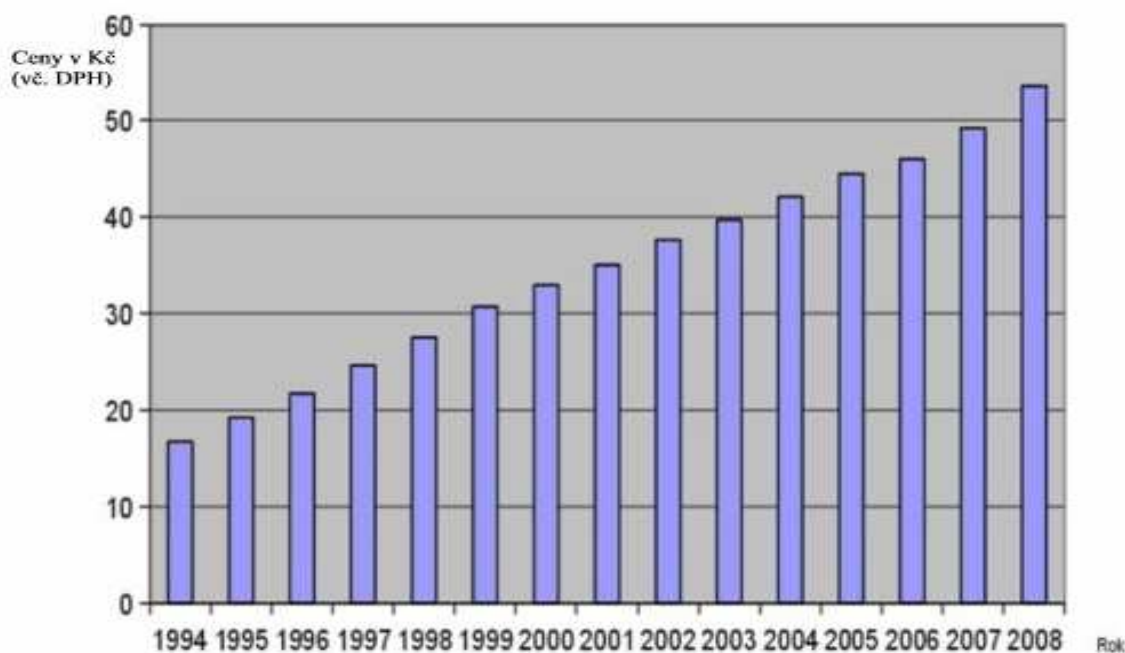
### 2.2.2 Cena vody v ČR

Nutno podotknout, že spotřeba pitné vody se v České republice stále snižuje a v některých oblastech i městech dosahuje hodnoty 80 litrů na osobu a den, což Světová zdravotnická organizace (World Health Organization) považuje za hygienické minimum. Ceny vody se v jednotlivých městech a obcích České republiky liší. V současné době se cena za 1m<sup>3</sup> pohybuje v průměru okolo 64,59 Kč. Cena se dělí na dvě části, vodné a stočné. Vodné je platba za odebranou vodu a její distribuci (dodávku) a stočné je platba za odvedení odpadní vody a její čištění.

*„Během tří až pěti let by cena vodného a stočného měla dosáhnout úrovně 100 korun za m<sup>3</sup>, poté poroste pouze o inflaci, případně o nárůst dní a poplatků“, konstatoval František Barák, předseda představenstva SOVAK ČR (Sdružení vodovodů a kanalizací ČR), které je pořadatelem mezinárodní výstavy VODOVODY-KANALIZACE. [11]*

Za vodu se v Česku platí stále výrazně méně než v západní Evropě. Asi 80 % nákladů tuzemských vodárenských společností se však již pohybuje na západní úrovni. Je však dobré mít na paměti, že ČR na rozdíl od jiných zemí stále naplňuje princip doporučený Světovou zdravotnickou organizací a Světovou bankou, který upozorňuje na to, že ceny vodného a stočného by

měly zůstat sociálně únosné. V praxi to znamená, že výdaje domácností za vodu nesmějí překračovat 2 procenta jejich hrubého příjmu. [10]



Obr. 2 Růst ceny vody v ČR za 1m<sup>3</sup> [12]

Dostupnost pitné vody a dobrá kanalizační síť je jedním z hlavních faktorů zdraví národa. Na různé činnosti v domácnosti jsou kladeny rozdílné nároky na kvalitu vody. Pitná voda musí být použita tam, kde vodu používáme např. k vaření, mytí nádobí, pití a tělesné hygieně. Ostatní úkony spojeny se spotřebou vody nevyžadují, aby voda byla pitná. Zejména se jedná o splachování WC, praní prádla, zalévání zahrady, mytí automobilu aj. [13]

### 2.3 ALTERNATIVA PITNÉ VODY

Alternativou pitné vody je využití dalších zdrojů, jako jsou např. dešťové vody a nebo vody šedé. Šedé a dešťové vody se po nutné úpravě mohou využít jako voda provozní na závlahy, a tím se přispívá k šetření pitné vody.

## 3 ŠEDÁ VODA

### 3.1 VZNIK ŠEDÉ VODY

V současné době v České republice neexistuje žádná jasná a jednotná definice pro šedé vody, protože neexistuje příslušná norma. Využít se může evropské normy 12056-1, která definuje šedé vody, jako mírně znečištěnou odpadní vodu, získanou ze sprchovacího koutu, vany, umyvadla, pračky a kuchyňského dřezu [2]. Voda z kuchyňského dřezu se příliš nedoporučuje, protože obsahuje značné množství tuků a organického odpadu v podobě jídla. Není však jasně řečeno, že se tato voda použít nemůže. Vycházet můžeme i z Britské normy BS 8525-1:2010, která podrobně popisuje šedé vody, jejich sběr, druhy systémů šedých vod a jak lze vypočítat množství vyprodukované šedé vody v domácnostech a spotřebu upravené šedé vody (bílé vody) ze vzorců.

Šedé vody se využívají ke snížení spotřeby pitné vody v budovách, a tím se přispívá k ochraně životního prostředí a ke snížení nákladů na spotřebu vody v domácnostech a firmách. Opětovné využití šedé vody má v důsledku dvojí využití vody. Produkuje se méně odpadu, což vede k dalším ekologickým a ekonomickým faktorům. Vzhledem k relativně nízkému znečištění šedé vody a malému úsilím k jejich vyčištění jsou šedé vody užitečným prostředkem pro úsporu vody a velmi účinný způsob snižování finančních nákladů na pitnou vodu. [2]

Množství vyprodukované šedé vody lze vypočítat s pomocí tabulky s průměrnými hodnotami spotřeby pitné vody ze sprchy, vany, umyvadla, myčky a kuchyňského dřezu. Průměrné hodnoty vynásobíme počtem osob žijících v rodinném domě.

Tab. 1 Průměrná spotřeba pitné vody u jednotlivých zařízení a jejich cena [3]

<b>Činnost</b>	<b>Spotřeba v litrech (přibližně)</b>	<b>Cena v Kč (přibližně)</b>
Koupelel ve vaně	100 – 150	6,8 – 10,2
Sprchování	30 – 80	2 – 5,4
Mytí nádobí v myčce	10 – 30	0,68 – 2
Mytí nádobí v dřezu	15 – 40	1 – 2,72
Mytí nádobí pod tekoucí vodou	20 – 70	1,36 – 4,75
Praní v pračce	40 – 90	2,72 – 6,11
Mytí rukou	3	0,20



### 3.2 ZAJIŠTĚNÍ KVALITY ŠEDÝCH VOD

Na čištění šedé vody jsou různé technické postupy. Technologie se velmi liší ve své složitosti, velikosti, výkonu a kvalitě zpracování. Jsou zde zádržné systémy, fyzikální systémy, chemické systémy, biologické a bio-mechanické systémy. [1]

a) Systémy opakovaného použití (bez použité úpravy):

Tyto systémy používají jednoduché zařízení ke sběru šedých vod od spotřebitelů a dodávají ji přímo do místa použití, bez úpravy a s minimální nebo žádnou dobou zdržení, např. přepínací ventil. [1]

b) Systémy s krátkou dobou zdržení:

Tyto systémy používají velmi jednoduchou úpravu nebo filtrační techniku, jako je stírání nečistot z povrchu zadržovaných šedých vod a je umožněno usazení částic na dně nádrže. Vyčištěné šedé vody by neměly být zadržovány po delší dobu, aby nevznikal zápach a problémy s kvalitou vody. [1]

c) Základní systémy fyzikální/chemické:

Tyto systémy využívají filtraci pro odstranění nečistot ze zadržovaných šedých vod ještě před akumulací, zatímco chemické dezinfekční přípravky (např. chlor nebo brom) jsou obvykle používány k zastavení růstu bakterií během akumulace. [1]

d) Biologické systémy:

Tyto systémy používají aerobní nebo anaerobní bakterie, které jsou schopny trávit jakýkoli nežádoucí organický materiál v zadržovaných šedých vodách. V případě aerobního čištění vod, mohou být použity k provzdušňování vody dmyhadla nebo vodní rostliny. [1]

e) Bio-mechanické systémy:

Tyto systémy jsou nejvyspělejší pro opětovné využívání šedých vod v domácnostech. Kombinují biologické a fyzikální čištění, např. odstranění organické hmoty mikrobiálními kulturami a pevných částic usazováním. Bakteriální aktivita v zadržovaných šedých vodách je podporována vháněním kyslíku. [1]

### 3.3 AKUMULAČNÍ NÁDRŽE NA ŠEDOU VODU

#### 3.3.1 Možnosti instalace

Umístění akumulční čistící nádrže na šedou vodu může být uvnitř i venku objektu. Při instalaci v interiéru, obvykle v suterénu, garáži nebo servisních místnostech jsou polyethylenové kontejnery dodávány připravené a s veškerým vybavením. Mohou být tedy instalovány přímo na místě. Akumulace je složena v závislosti na vypočteném výkonu dvou až tří plastových nádrží. Obvykle se předpokládá zpracovací kapacita až na 1000 litrů za den. [8]

Venkovní instalace je také možná pro všechny velikosti systému. Opět je zde systém se dvěma až třemi polyethylenovými nádržemi, které jsou montovány přímo na místě. Řídicí systém je instalován v suterénu nebo v samostatné části technologie. Celý systém lze monitorovat a upravit řízení procesu. [8]

Vnitřní instalace: - všechny technologie umístěny na jednom místě,  
- malé rozměry systému,  
- snadná údržba,  
- instalace bez zásahu do zdiva mimo potřeby,  
- pouze nezbytné stavební práce.

Venkovní instalace: - šetří místo, protože nádrže leží mimo oblast domu,  
- nízké tepelné ztráty instalací v zemi,  
- lze umístit i velké systémy. [8]



Obr. 3 Vnitřní systém iClear 200 L [8]

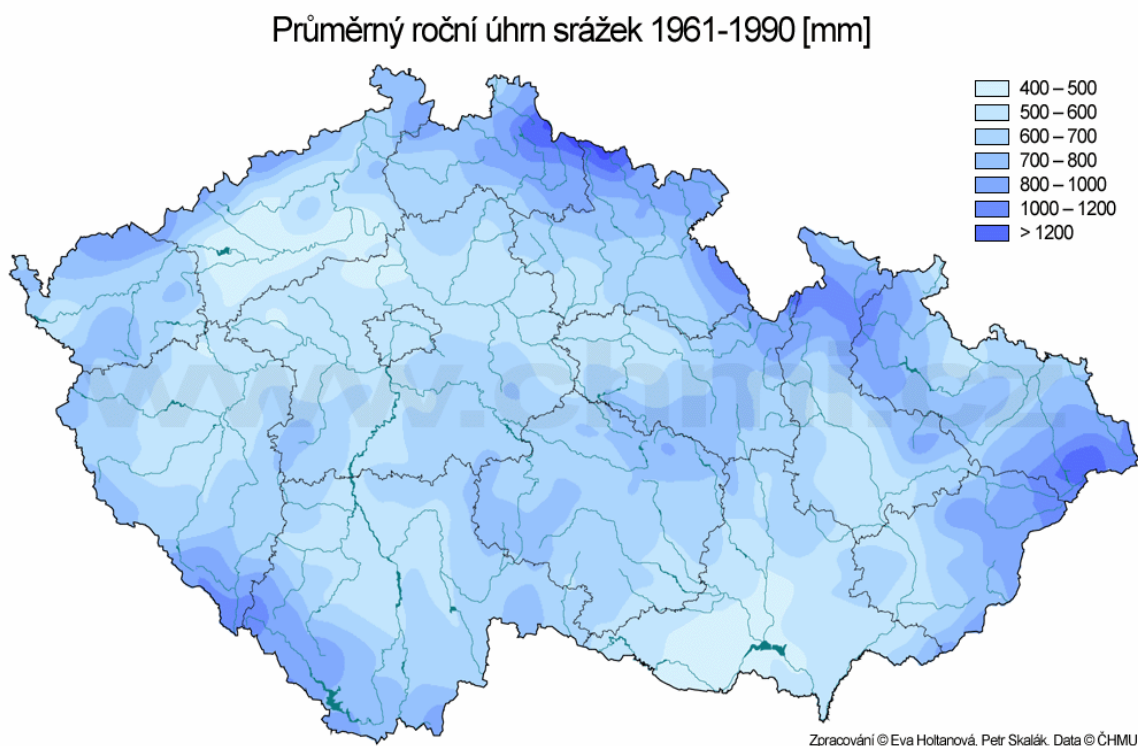


Obr. 4 Venkovní systém PowerClear 500 terra [8]

## 4 DEŠŤOVÁ VODA

### 4.1 VZNIK DEŠŤOVÝCH SRÁŽEK

Dešťové srážky jsou jedním z nejdůležitějších procesů na Zemi. Zajišťují plynulý hydrologický cyklus mezi pevninou a oceány. Odpařující se voda z oceánů, ale také z ostatních vodních ploch, z pevniny i z rostlin stoupá ve formě vodní páry s teplejším vzduchem, který je lehčí vzhůru. Samotný vzduch obsahuje prach, pyl, soli a jiné mikroskopické části, z nichž se stávají tzv. kondenzační jádra a molekuly vodní páry se na nich srážejí. V tropech se tak vytvářejí kapky vody a ve středních a vyšších zeměpisných šířkách vznikají krystalky ledu. Tyto krystalky se zvětšují, dokud je výstupný proud teplého vzduchu dokáže udržet. Z oblaku, který se kondenzací vodní páry z těchto krystalků vytváří, pak padají jako déšť. Vodní kapky mají průměr 0,5 – 7 mm a nejčastěji jsou ve velikosti 1 – 2 mm. Množství dešťových srážek se vyjadřuje v milimetrech, přičemž vrstva vody o tloušťce 1 mm na 1 m<sup>2</sup> odpovídá 1 litru vody. [4]



Obr. 5 Průměrný roční úhrn srážek v ČR [5]

## 4.2 KVALITA DEŠŤOVÝCH VOD

Dá se říci, že dešťová voda je relativně bez nečistot kromě těch, které déšť strhl z prostředí. Kvalita dešťové vody se může zhoršit při sběru, skladování a použití v domácnosti. Naváté nečistoty, listí, trus od ptáků, zvířat a hmyzu na sběrné ploše (střeše) dešťové vody mohou být zdrojem kontaminace. Tato znečištění mohou vést ke zdravotním rizikům od kontaminované vody. Je však možno toto riziko minimalizovat a to dobře navrženými systémy využívání dešťové vody s čistým povodím a akumulací nádržemi, podporované dobrou hygienou v místě použití. Zatímco špatně navržené a řízené systémy mohou znamenat vysoké zdravotní riziko. [6]

## 4.3 ZÁSObNÍ 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 [7]

## 4.4 ZPĚTNÉ VYUŽITÍ DEŠŤOVÉ VODY

Při praní prádla, splachování, zalévání či údržbě, lze s výhodou využít vodu srážkovou, což v souhrnu činí přibližně **50 % spotřeby vody** jednoho obyvatele za den, kde není nutné používat pitnou vodu. [13]

Dešťová voda oproti vodě z vodovodu je mnohem měkčí a lze ji využívat pro všechny činnosti v domě, které nevyžadují hygienicky nezávadnou pitnou vodu.

Užitková voda se odprádávna používá na praní prádla. Díky měkké vodě spotřebujeme i méně pracího prášku. Ušetříme také za změkčovačů a nemusíme se obávat vodního kamene. Výrobce praček Miele dokonce vytvořil programy, které kombinují pitnou a užitkovou vodu. Pro počáteční prací cykly je využívána užitková voda, v závěrečném cyklu je prádlo vymáčáno ve vodě pitné. Úspory se tak mimo spotřebu vody dotýkají ještě snížené spotřeby pracích prostředků a snížení opotřebení pračky. [13]

## 5 PRAKTICKÁ ČÁST

### 5.1 POPIS LOKALITY

Praktická část vědecké a odborné činnosti spočívala v odebrání vzorků šedé a dešťové vody, zpracování bilance spotřeby a produkce šedé a dešťové vody a v neposlední řadě stanovení možné úspory, při využití dostupných systémů. Současně se nechal zpracovat i rozbor vzorků ve Zdravotním ústavu se sídlem v Brně.

Vzorky šedé a dešťové vody byly odebrány v rodinném domě. Rodinný dům se nachází na ulici Smetanova v obci Lipník nad Bečvou, Olomoucký kraj.



Obr. 6 Lokalizace obce

Rodinný dům má půdorysnou obytnou plochu 94,6 m<sup>2</sup> v přízemí a 94,6 m<sup>2</sup> v prvním patře. Objekt je částečně podsklepen o ploše 18,2 m<sup>2</sup>.

Stav počtu osob v rodinném domě se liší během týdne. Dvě osoby obývají dům stále a další dvě pouze o víkendu. To je dáno dojížděním za prací a školou na pracovní dny v týdnu.

Plocha střechy, která by se dala využít pro sběr dešťové vody je 89 m<sup>2</sup> s využitím střechy garáže a zahradních domků. Zájmový objekt je napojen na jednotnou stokovou soustavu, která je vedena středem komunikace před domem. Část dešťové vody stéká přímo do ulice, část do kanalizace v pozemku domu, kde jsou napojeny i odpady. Provozovatelem vodovodu a kanalizace je společnost VaK Přerov, a.s. Cenu pitné vody tvoří 39 Kč za

vodné a 28 Kč za stočné. Celkem tedy 67 Kč za 1m<sup>3</sup> vody. Průměrný úhrn srážek je 550 mm/rok, nadmořská výška 233–246 m n.m. Objekt je vytápěn průtočným plynovým kotlem Viessmann, přičemž kotel slouží i pro ohřev pitné vody.



Obr. 7 Objekt, kde byly odebrány vzorky

Plánovaná úspora pitné vody je především z finančních důvodů. Cena pitné vody se každoročně zvyšuje a to nepříznivě ovlivňuje rodinný rozpočet. Spotřeba pitné vody se dá omezit šetřením a instalováním šetřících zařízení. Za zmínku stojí dělené nádrže pro splachování toalety nebo úsporné baterie a perlátory. Ve své vědecké a odborné činnosti se zaměřuji i na využití šedých a dešťových vod, které také mohou přinést úsporu pitné vody. Nevýhodou ale mohou být vyšší náklady na pořízení těchto zařízení.

## 5.2 ODBĚR VZORKŮ ŠEDÉ VODY

Pro odběr vzorků šedé vody byly použity skleněné nádoby o objemu 500 ml, ze Zdravotního ústavu se sídlem v Brně. Na odběr vzorků byla dodána sterilní nádoba pro mikrobiologickou analýzu a nesterilní nádoba pro chemický rozbor.

Odběr vzorku byl proveden tak, že byl vytvořen reprezentativní vzorek šedých vod od: umyvadla, vany, sprchy, pračky a kuchyňského dřezu. Množství šedé vody bylo spočítáno dle jednotlivých spotřeb vody u těchto zařízení. Množství spotřeby vody bylo bráno v úvahu za plného stavu osob v rodinném domě tj. 4 osoby.

Předpoklad byl u každé osoby osobní hygiena, praní většího množství prádla a umytí nádobí v kuchyňském dřezu od všech osob. Napočítané hodnoty viz. tabulka:

Tab. 2 Vypočtené hodnoty odebraného množství šedé vody z jednotlivých zařízení

Zařízení	litry	suma l	Zastoupení v %	Přepočet na 500 ml
4x umyvadlo	3	12	2,84	14,22
2x vana	100	200	47,39	236,97
2x sprcha	50	100	23,70	118,48
2x pračka	40	80	18,96	94,79
2x kuchyňský dřez	15	30	7,11	35,55
<b>SUMA:</b>		<b>422 l</b>	<b>100%</b>	<b>500 ml</b>

Pro přesný odběr vypočteného množství šedé vody byly použity sterilní nádoby o objemu 50 ml, 200 ml a injekční stříkačka o objemu 10 ml, zakoupené v lékárně. Veškeré odběry byly vyfotografovány.

Při plnění nádob bylo dbáno na to, aby nádobka pro mikrobiologickou analýzu měla vzduchovou mezeru 4-5 cm od hrdla a nádobka pro chemický rozbor byla naplněna až po okraj s vytěsněním vzduchu. Čas odebrání, místo odebrání a typ vzorku byl zapsán do průvodky vzorků, která byla součástí odběrných nádob.

## 5.3 BILANCE ŠEDÝCH VOD

### 5.3.1 Zpracování dotazníků druhé bilance

Bilance byla naměřena od 13. 2. 2012 do 11. 3. 2012, celkem tedy 28 dní. Bilance byla naměřena proto, aby byla zachycena delší doba a aby se zaznamenaly i dny, kdy nejsou všechny osoby v domě. Měření bylo zaznamenáváno v obou koupelnách do připravených dotazníků. Zaznamenání probíhalo po 14 dnech. Z toho důvodu jsou dotazníky dva. První dotazník měsíční bilance byl naměřen od 13. 2. do 26. 2. 2012.

Tab. 3 Zpracování obou dotazníků od 13. 2. 2012 do 26. 2. 2012

**SPOTŘEBA VODY U JEDNOTLIVÝCH ZAŘÍZENÍ**

Po použití vypsaného zařízení udělej čárku v příslušném okénku podle příslušného dne.

DEN	VANA počet použ.	SPRCHA počet použ.	WC počet použ.	DŘEZ počet použ.	PRAČKA počet použ.	UMYVADLO počet použ.
13.2.2012 PO	1	1	6	0	1	5
14.2.2011 ÚT	1	1	6	0	1	4
15.2.2012 ST	2	0	4	0	0	2
16.2.2012 ČT	1	1	4	1	0	3
17.2.2012 PÁ	2	1	7	1	0	3
18.2.2012 SO	2	1	10	2	3	5
19.2.2012 NE	2	1	8	2	0	4
20.2.2012 PO	2	1	5	1	0	4
21.2.2012 ÚT	2	0	3	0	0	3
22.2.2012 ST	2	0	4	1	0	2
23.2.2012 ČT	2	0	5	0	0	2
24.2.2012 PÁ	2	2	14	1	3	7
25.2.2012 SO	1	2	12	2	0	5
26.2.2012 NE	2	0	11	2	0	8
SUMA:	24	11	99	13	8	57

PRŮMĚR NA 1 DEN	1,7	0,8	7,1	0,9	0,6	4,1
--------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

PRŮMĚR NA 1 OSOBU			1,8			1,0
----------------------	--	--	-----	--	--	-----



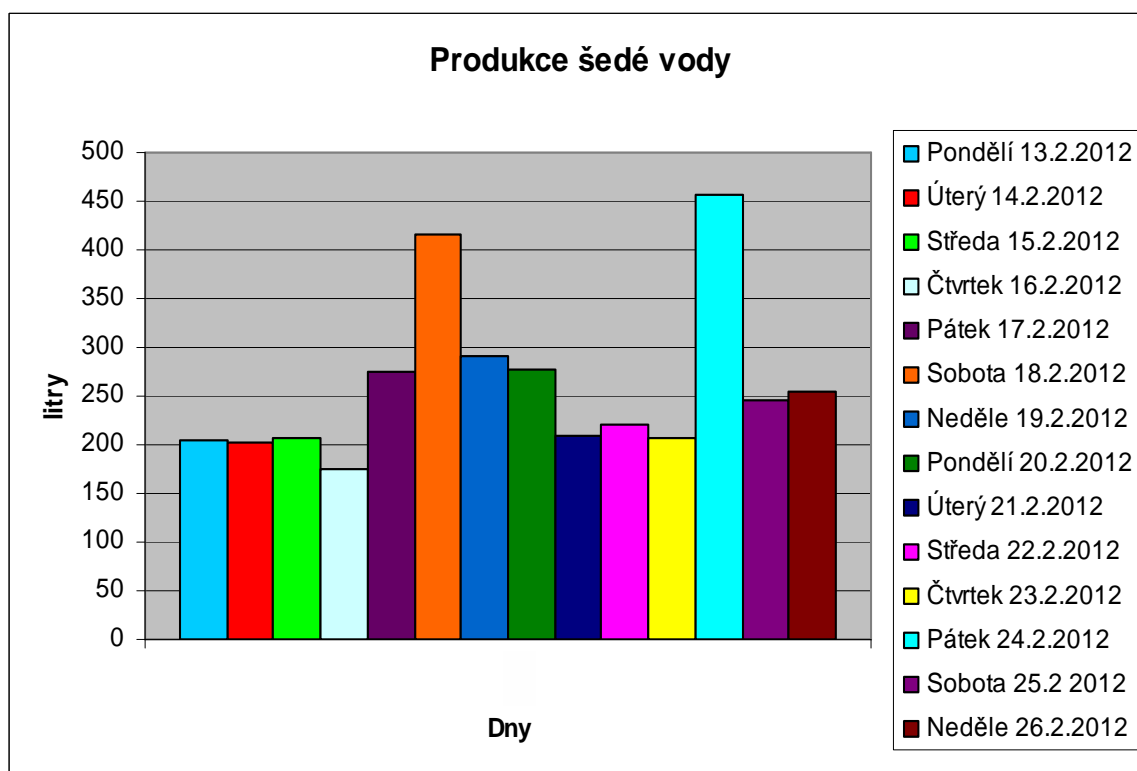
Průměrná produkce šedých vod během prvních 14 dní normálního pracovního měsíce činila **260 litrů** za den. V tabulce č.4 jsou vynásobeny hodnoty použití a zařízení, které produkují šedé vody. Jedná se o vanu, sprchový kout, kuchyňský dřez, umyvadlo a pračku.

Tab. 4 Vypočtené hodnoty produkce šedé vody z jednotlivých zařízení 13. 2.-26. 2.

**PRODUKCE ŠEDÉ VODY V JEDNOTLIVÝCH DNECH**

DEN	13.2. PO	14.2. ÚT	15.2. ST	16.2. ČT	17.2. PÁ	18.2. SO	19.2. NE	Průměr na den
LITRY	205	202	206	174	274	415	292	253

20.2. PO	21.2. ÚT	22.2. ST	23.2. ČT	24.2. PÁ	25.2. SO	26.2. NE	Průměr na den
277	209	221	206	456	245	254	267



Obr. 8 Produkce šedé vody během měřených dní 13. 2.-26. 2.

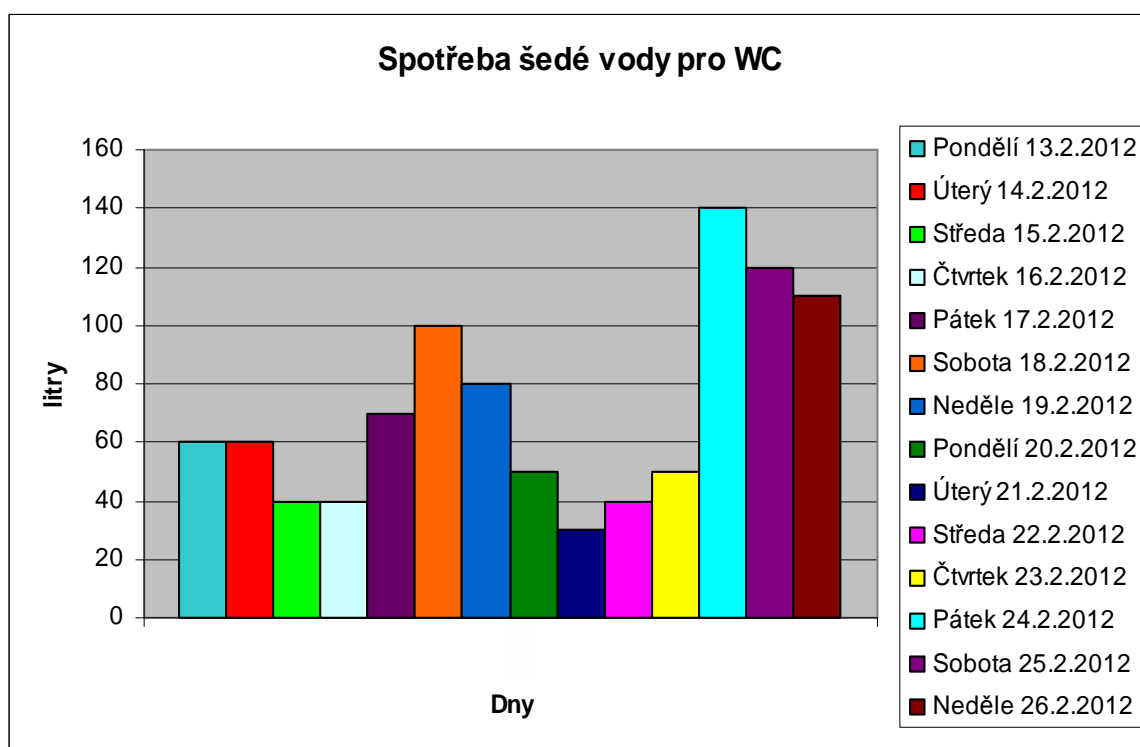
V tabulce č. 5 jsou hodnoty pouze od použití toalety. Jedná se tedy o možnou spotřebu šedých vod. Průměrná spotřeba šedých vod během prvních 14 dní na splachování by byla **71 litrů** za den.

Tab. 5 Vypočtené hodnoty spotřeby šedé vody na splachování toalety 13. 2.-26. 2.

**SPOTŘEBA ŠEDÉ VODY V JEDNOTLIVÝCH DNECH**

DEN	13.2. PO	14.2. ÚT	15.2. ST	16.2. ČT	17.2. PÁ	18.2. SO	19.2. NE	Průměr na den
LITRY	60	60	40	40	70	100	80	64

20.2. PO	21.2. ÚT	22.2. ST	23.2. ČT	24.2. PÁ	25.2. SO	26.2. NE	Průměr na den
50	30	40	50	140	120	110	77



Obr. 9 Spotřeba šedé vody během měřených dní 13. 2.-26. 2.

Z grafu je patrné, že maxima využití šedé vody jsou o víkendech, kdy jsou všechny osoby přítomny v domě.

Druhý dotazník měsíční bilance produkce a spotřeby šedé vody by naměřen od 27. 2. do 11. 3. 2012.

Tab. 6 Zpracování obou dotazníků od 27. 2. 2012 do 11. 3. 2012

**SPOTŘEBA VODY U JEDNOTLIVÝCH ZAŘÍZENÍ**

Po použití vypsaneho zařízení udělej čárku v příslušném okénku podle příslušného dne.

DEN	VANA počet použ.	SPRCHA počet použ.	WC počet použ.	DŘEZ počet použ.	PRAČKA počet použ.	UMYVADLO počet použ.
27.2.2012 PO	1	0	6	1	0	2
28.2.2012 ÚT	1	0	3	1	2	1
29.2.2012 ST	1	1	3	0	0	2
1.3.2012 ČT	1	0	2	1	0	1
2.3.2012 PÁ	2	2	12	0	2	5
3.3.2012 SO	1	2	15	2	2	5
4.3.2012 NE	2	0	11	2	0	7
5.3.2012 PO	2	0	6	1	3	5
6.3.2012 ÚT	1	0	4	1	2	3
7.3.2012 ST	1	1	4	0	0	3
8.3.2012 ČT	1	0	4	1	0	3
9.3.2012 PÁ	1	2	9	1	1	3
10.3.2012 SO	2	2	25	1	1	10
11.3.2012 NE	2	1	21	2	0	7
SUMA:	19	11	125	14	13	57

PRŮMĚR NA 1 DEN	1,4	0,8	8,9	1,0	0,9	4,1
--------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

PRŮMĚR NA 1 OSOBU			2,2			1,0
----------------------	--	--	-----	--	--	-----

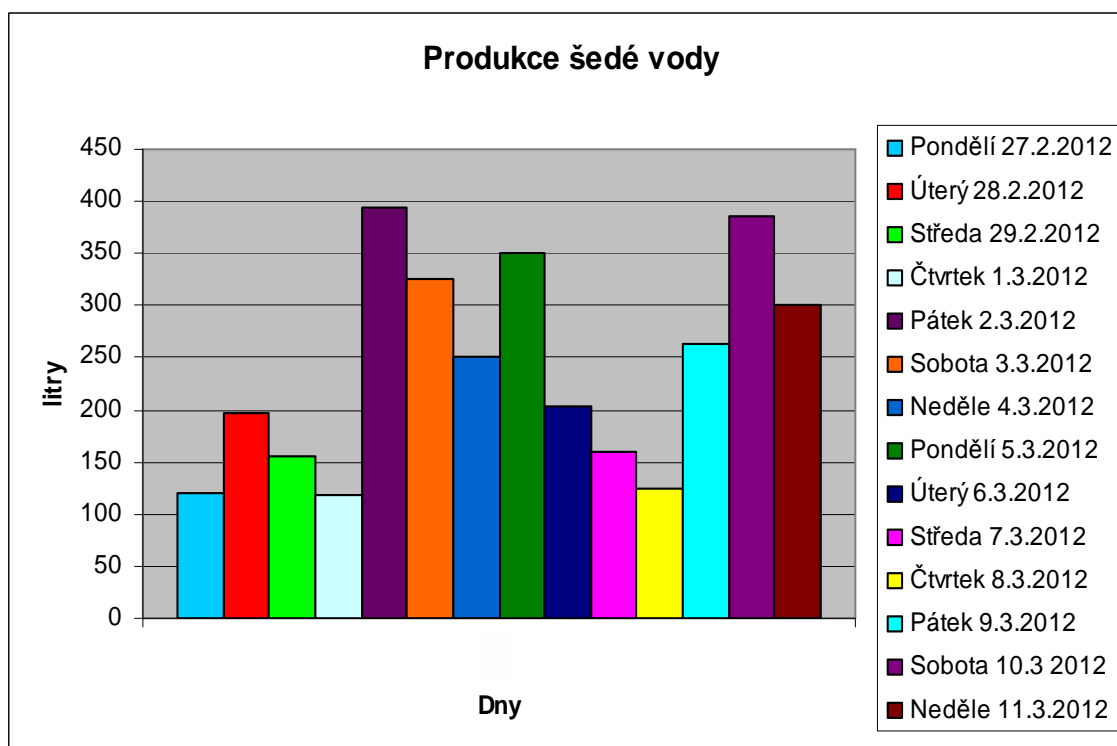
Průměrná produkce šedých vod během druhých 14 dní normálního pracovního měsíce činila **239 litrů** za den. V tabulce č. 7 jsou vynásobeny hodnoty použití a zařízení, které produkují šedé vody. Jedná se o vanu, sprchový kout, kuchyňský dřez, umyvadlo a pračku.

Tab. 7 Vypočtené hodnoty produkce šedé vody z jednotlivých zařízení 27. 2.-11. 3.

**PRODUKCE ŠEDÉ VODY V JEDNOTLIVÝCH DNECH**

DEN	27.2. PO	28.2. ÚT	29.2. ST	1.3. ČT	2.3. PÁ	3.3. SO	4.3. NE	Průměr na den
LITRY	121	198	156	118	395	325	251	223

5.3. PO	6.3. ÚT	7.3. ST	8.3. ČT	9.3. PÁ	10.3. SO	11.3. NE	Průměr na den
350	204	159	124	264	385	301	255



Obr. 10 Produkce šedé vody během měřených dní 27. 2.-11. 3.

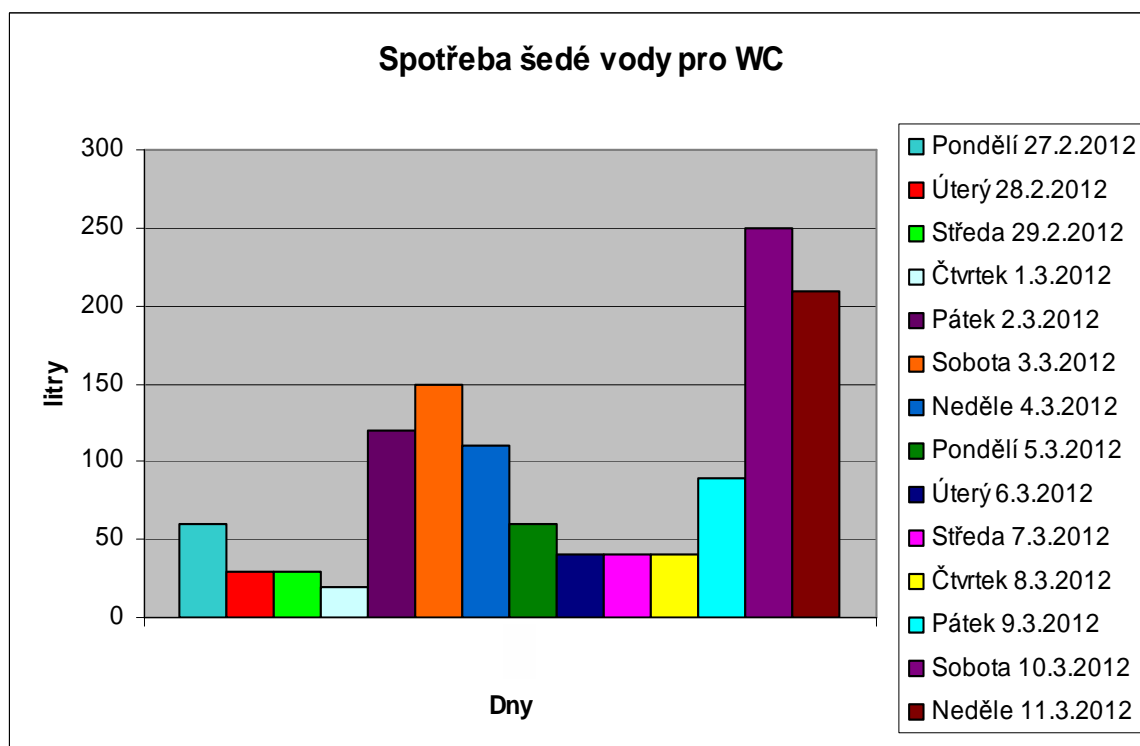
V tabulce č. 8 jsou hodnoty pouze od použití toalety. Jedná se tedy o možnou spotřebu šedých vod. Průměrná spotřeba šedých vod během druhých 14 dní na splachování by byla **89 litrů** za den.

Tab. 8 Vypočtené hodnoty spotřeby šedé vody na splachování toalety 27. 2.-11. 3.

**SPOTŘEBA ŠEDÉ VODY V JEDNOTLIVÝCH DNECH**

DEN	27.2. PO	28.2. ÚT	29.2. ST	1.3. ČT	2.3. PÁ	3.3. SO	4.3. NE	Průměr na den
LITRY	60	30	30	20	120	150	110	74

5.3. PO	6.3. ÚT	7.3. ST	8.3. ČT	9.3. PÁ	10.3. SO	11.3. NE	Průměr na den
60	40	40	40	90	250	210	104



Obr. 11 Spotřeba šedé vody během měřených dní 27. 2.-11. 3.

#### 5.4 SHRNUÍ BILANCE ŠEDÉ VODY

Z hodnot, které byly naměřeny vyplývá, že produkce šedých vod je vyšší, než možná spotřeba pouze na splachování toalety. Proto by bylo vhodné využívat vyčištěnou šedou vodu například i k zavlažování zahrady, mytí automobilu a mytí zpevněných ploch.

#### 5.4.1 Spotřeba pitné vody

Spotřeba pitné vody u měsíční bilance se je **329,5 l/den x 28 měřených dní = 9226 l = 9,226 m<sup>3</sup> x 67 Kč = 618 Kč.**

#### 5.4.2 Možná úspora pitné vody

Peněžní úspora během prvních 14 dní by byla: **71 l (průměr za den, splachování toalety) x 14 dní = 994 l = 0,994 m<sup>3</sup> x 67 Kč = 67 Kč.**

Peněžní úspora během druhých 14 dní by byla: **89 l (průměr za den, splachování toalety) x 14 dní = 1246 l = 1,246 m<sup>3</sup> x 67 Kč = 83,5 Kč.**

Celková měsíční úspora za pitnou vodu by tedy činila **67 + 83,5 = 150,5 Kč.** Pokud bychom brali v úvahu, že tato částka bude ušetřena každý měsíc, ušetříme zhruba 1.806 Kč za rok. Skutečná úspora bude ovšem vyšší z důvodu např. svátků a prázdnin, kdy dům obývá více lidí.

#### 5.4.3 Vstupní náklady pro využití šedé vody

Ke vstupním nákladům patří pořízení akumulární nádrže na šedé vody a instalace rozvodné sítě po domě. Částka za instalaci rozvodné sítě je individuální, protože záleží na umístění jednotlivých místností v domě a také zda se jedná o budoucí novostavbu a nebo je dům již postavený. Další náklady jsou spojeny se strojním zařízením např. čerpadlo. Finanční úspora, která je vypočtena výše, je pro aktuální stav ceny vody. Pokud bychom chtěli přesněji vypočítat návratnost daného zařízení, museli bychom počítat s inflací a zvýšením cen pitné vody do budoucna.

### 5.5 BILANCE DEŠŤOVÝCH VOD

Pro bilanci dešťových vod byl využit kalkulátor nakládání s dešťovou vodou, který je dostupný na internetových stránkách firmy Glynwed. Kalkulátor pomocí zadaných údajů sám vypočítá dostupné množství dešťové vody a také roční spotřebu. Z těchto údajů i sám navrhne vhodnou akumulární nádrž.

### 5.5.1 Tisková sestava kalkulátoru nakládání s dešťovou vodou

Tab. 9 Výpočet produkce, spotřeby a objemu dešťové vody [9]

**Volba nakládání s vodou: chci vodu akumulovat**

**Volba využití akumulované vody:** chci vodu využívat i v domě pro WC, praní apod.

**Roční srážkový úhrn:** 550 mm

**Množství dešťové vody:**

	Záchytná plocha A [m <sup>2</sup> ]	Odtokový součinitel
<b>Odvodňovaná plocha střechy</b>	89	0,9

**Roční dostupné množství dešťové vody:** 44 m<sup>3</sup>

**Provozní potřeba vody:**

Využití vody	Provozní potřeba [l/den/osobu]	Počet osob	Období [dní/rok]	Provozní potřeba [l/rok]
WC	30	4	365	43800

Využití vody	Velikost zahrady [m <sup>2</sup> ]	Potřeba vody [l/m <sup>2</sup> ]	Provozní potřeba [l/rok]
Závlaha zahrady	204,4	80	16352

**Ostatní odběr vody:** 0 [l/rok]

**Celková roční spotřeba vody:** 60152 [l/rok]

**Celková roční spotřeba vody:** 60 [m<sup>3</sup>]

**Akumulační objem:**

Akumulační objem = m<sup>3</sup>/rok \* 0,06= 3,0 m<sup>3</sup>

Doporučená velikost akumulací nádrže: 3,5 m<sup>3</sup>

Přebytečnou vodu odvádět do kanalizace.

### 5.5.2 Vstupní náklady pro využití dešťové vody

Využití srážek s sebou nese nutné vstupní náklady, které nejsou zanedbatelné a závisí na záměru jejího využití, výběru technologie a systému pro akumulaci vody. Chceme-li používat dešťovou vodu především na zahradě na zalévání a mytí automobilu, postačí jednoduchý systém skládající se z akumulací nádrže, čerpadla a případně z elektronické řídicí jednotky. Tento systém nevyžaduje žádnou zvláštní filtraci vody, je vhodné pouze zabezpečit,

aby do akumulární nádrže nebylo splavováno listí a další větší nečistoty, které by nádrž zanášely. V případě "plnohodnotného" využívání dešťové vody pro domácí potřeby je třeba zajistit, aby voda tekla v každém případě a to i tehdy, když je akumulární jímka prázdná. [13]

## 5.6 SHRNUÍ BILANCE DEŠŤOVÝCH VOD

Podobně jako u šedé vody, tak i zde u dešťové je největší úspora pitné vody ve využití splachování toalety dešťovou vodou. Nezanedbatelná úspora pitné vody je také v zavlažování zahrady, kde jsem uvažoval 80 l/m<sup>2</sup>/rok.

Peněžní úspora pitné vody za rok je tedy: **44 m<sup>3</sup> (roční dostupné množství dešťové vody) = 44 m<sup>3</sup> x 67 Kč cen vody = 2.948 Kč/rok.**

## 5.7 CELKOVÉ SHRNUÍ

ŠEDÉ VODY:

- Vzhledem k malé úspoře jsem došel k závěru, že se zařízení na čištění šedé vody pro RD **nevyplatí**. Finanční náročnost pořízení je dána cenou nádrží na akumulaci šedých vod, které bývají zpravidla plastové. Další položkou je technologie čištění šedých vod a čerpadlo. Nezanedbatelnou položkou jsou také rozvody po domě. Ty jsou závislé na tom, zda se dům staví nový a nebo je stávající. U již stávajícího domu se náklady zvyšují kvůli zásahu a následným opravám.

DEŠŤOVÉ VODY:

- Zařízení na akumulaci dešťové vody + příslušenství (filtr, čerpadlo) se dá pořídit do ceny cca 30.000 Kč. Odhadovaná částka může být i mnohem vyšší, a to při využití systémů od specializovaných firem, ale také podstatně nižší při vybetonování nádrže přímo na místě s veškerými pracemi svépomocí. Největší položkou je nádrž, která může být plastová, betonová nebo sklolaminátová. Významnou položkou jsou také jsou rozvody, které stejně jako u šedých vod závisí na skutečnosti, zda se dům staví nový nebo je dům již postaven.
- Návratnost zařízení je velmi těžké odhadnout. V úvahu musíme vzít roční dostupné množství dešťové vody, které je v našem případě 44 m<sup>3</sup> a při nynějších cenách za pitnou vodu je možná úspora až 2.948 Kč/rok. Předpokládáme, že cena pitné vody se bude dále zvyšovat, a proto i roční úspora bude vyšší. To nám poskytne rychlejší návratnost investice. Celkově se dá odhadnout návratnost do 10 let. Životnost nádrže by měla být bez větších problémů 20 let. V tomto případě se zařízení na akumulaci dešťové vody **vyplatí**.



## POUŽITÁ LITERATURA

- [1] British Standard BS 8525-1:2010. Greywater systems – Part 1: Code of practice. UK: BSI, 2010, 47 s.
- [2] *Grauwasser* [online]. 2011 [cit. 2011-12-20]. Ewu-aqua.de. Dostupné z WWW: <<http://www.ewu-aqua.de/de/grauwasser.html>>.
- [3] *Spotřeba-vody-v-domacnosti-tipy-jak-setrit* [online]. 15. 11. 2010 [cit. 2011-12-20]. Cenyenergie.cz. Dostupné z WWW: <<http://www.cenyenergie.cz/voda/clanky-2/spotreba-vody-v-domacnosti-tipy-jak-setrit.aspx>>.
- [4] *Zakladni-informace-o-vzniku-deste* [online]. 28. 6. 2009 [cit. 2011-12-20]. Zmeny-klimatu.blog.cz. Dostupné z WWW: <<http://zmeny-klimatu.blog.cz/0906/zakladni-informace-o-vzniku-deste>>.
- [5] HOLTANOVÁ, Eva ; SKALÁK, Petr. *Dlouhodobý-úhrn-srážek* [online]. 1990 [cit. 2011-12-20]. Portal.chmi.cz. Dostupné z WWW: <<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/images/sra6190.gif>>.
- [6] *Water\_sanitation\_health/rainwater* [online]. 2010 [cit. 2011-12-20]. Who.int. Dostupné z WWW: <[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/gdwqrevision/rainwater.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/gdwqrevision/rainwater.pdf)>.
- [7] DVOŘÁKOVÁ, Denisa. *Vyuzivani-destove-vody* [online]. 12.3.2007 [cit. 2011-12-20]. Tzb-info.cz. Dostupné z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni>>.
- [8] *Grauwasser/produkte*. *Ewu-aqua.de* [online]. 2011 [cit. 2012-02-01]. Dostupné z: <http://www.ewu-aqua.de/de/grauwasser/produkte.html>
- [9] Kalkulátor velikosti nádrže. *www.glynwed.cz* [online]. 2012 [cit. 2012-04-10]. Dostupné z: <http://www.glynwed.cz/cs/vodni-hospodarstvi/nadrze-jimky-zasobniky-na-destovou-vodu/kalkulator-velikosti-nadrze.html>
- [10] Nejvice-vody-spotřebuji-v-usa-nejvice-zaplati-v-dansku. *Vodarenstvi.cz* [online]. 4.12. [cit. 2012-02-02]. Dostupné z: <http://www.vodarenstvi.cz/clanky/nejvice-vody-spotrebuji-v-usa-nejvice-zaplati-v-dansku>
- [11] *Spotřeba-vody-v-cesku-je-proti-svetu-pomerne-nizka*. *Tzb-info.cz* [online]. 26.5.2010 [cit. 2012-02-02]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/106184-spotreba-vody-v-cesku-je-proti-svetu-pomerne-nizka>
- [12] *Spotřeba vody*. *Homen.vsb.cz* [online]. prosinec 2010 [cit. 2012-02-02]. Dostupné z: [http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka\\_2010/spv.html](http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka_2010/spv.html)
- [13] RYŠKOVÁ, Lucie a Renata VESPALCOVÁ. *Jak ušetřit za vodné a stočné? Řešením je dešťová voda*. *Usporim.cz* [online]. 13. 01. 2011 [cit. 2012-02-02]. Dostupné z: <http://www.usporim.cz/jak-usetrit-za-vodne-a-stocne-resenim-je-destova-voda-423.html>