

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování



Hospodaření s dešťovou vodou (studie)

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Bakalant: Lukáš Souček

2019

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Lukáš Souček

Územní technická a správní služba

Název práce

Hospodaření s dešťovou vodou (studie)

Název anglicky

Management of the rain water (study)

Cíle práce

Zpřehlednění stávající legislativy v oboru. Možnosti využití dešťové vody. Ekologické, přírodě blízké způsoby čištění, úpravy a využití srážkových vod. Postupy, principy a zásady návrhu užívání, retence a infiltrace dešťové vody. Řešení hospodaření s dešťovou vodou pro rodinný dům.

Metodika

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Cíle práce
3. Literární rešerše
4. Metodika
5. Řešení hospodaření s dešťovou vodou pro rodinný dům.
6. Diskuze
7. Závěr
8. Použitá literatura
9. Přílohy

Doporučený rozsah práce

40-50 stran

Klíčová slova

srážkové povrchové vody, množství a znečištění dešťových vod

Doporučené zdroje informací

- BÖSE Karl-Heinz: Dešťová voda pro dům a zahradu. Praha, SNTL, 1991, 105 s., ISBN 80-03-00322-9.
- HLAVÍNEK P. & kol. (2007): Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území. ARDEC s.r.o., Brno, 164 s.
- KABELKOVÁ I., DOLEJALOVÁ A., 2009: Jak hospodařit s dešťovou vodou na soukromém pozemku: praktický rádce pro obnovu propustnosti povrchů a zasakování. Ústav pro ekopolitiku
- KREJČÍ V. & kol. (2002): Odvodnění urbanizovaných území koncepční přístup. NOEL 2000, Brno, 562 s
- ŠÁLEK Jan: Nakládání s dešťovými vodami v urbanizovaném prostředí. Praha, SOVAK, 1/2005, str. 2-5.
- ŠÁLEK, J., ŽÁKOVÁ, Z., HRNČÍŘ, P. (2008): Přírodní čištění a využívání vody. ERA group spol. s r.o., Brno, 115 s.

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 3. 3. 2019

doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 4. 3. 2019

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 04. 04. 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pod vedením paní Ing. Marcely Synáčkové, CSc. Čerpal jsem z literárních pramenů uvedených v seznamu zdrojů.

Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze dne 15.4 2019

.....

Poděkování

Děkuji všem, kteří mi pomáhali při psaní této bakalářské práce, především Ing. Marcele Synáčkové, CSc. za odborné vedení a rady. Dále děkuji starostovi obce Nový Ples za poskytnuté údaje.

V Praze dne 15.4 2019

.....

Abstrakt

V dnešní době, s ohledem na zvyšující se populaci, ubývá pitná voda, dochází k znečišťování vodních toků a v důsledku sucha se zmenšují zásoby podzemní vody. Proto je téma hospodaření s dešťovou vodou velice aktuální. V poměrně mnoha případech se zbytečně plýtvá vodou pitnou, tam kde by stačila voda dešťová.

Moje práce je zaměřena na způsob využití dešťové vody u rodinného domu. Práce je rozdělena na dvě části, teoretickou a praktickou. Teoretická část je zaměřena na ekologické, přírodě blízké způsoby čištění, úpravy a využití srážkových vod, na jejich kvalitu, seznámení se stávající legislativou a možnými dotacemi pro hospodaření s dešťovou vodou u rodinných domů.

Praktická část se zabývá řešením využití dešťové vody pro rodinný dům a zahradu, která se u něj nachází. Byly zde navrženy 3 varianty pro nakládání s dešťovou vodou, a to splachování WC, zavlažování a vsakování.

Klíčová slova

srážkové povrchové vody, množství a znečištění dešťových vod, voda, využití dešťové vody, vsakování

Abstract

Nowadays, with regard to the growing population, drinking water is decreasing, watercourses are polluted and groundwater supplies are shrinking. Therefore, this issue of water management with the rainwater is very topical. In a lot of cases, waste water is wasted unnecessarily instead of using sufficient rainwater.

The thesis is focused on using rain water at a family house and its divided in two parts- theoretical and practical.

The theoretical part is focused on ecological, near-nature methods of cleaning, treatment and use of rainwater. On their quality, familiarization with existing legislation and possible ways of receiving a subsidy for rainwater management in family houses.

The practical part deals with the solution of the rainwater use for a family house and its garden. Theree possibilities for the rainwater management were proposed. Namely it is toilet flushing, irrigation and water infiltration.

Keywords

Surface rainwater, quantity and pollution of rainwater, water, use of rainwater, water infiltration

Obsah

1. Úvod	10
2. Cíl práce	11
3. Literární rešerše	11
3.1 Atmosférické srážky	11
3.1.1 Měření srážek	12
3.2 Historie hospodaření s dešťovou vodou	14
3.3 Kvalita dešťové vody	15
3.4 Čištění a úprava dešťové vody	16
3.5 Zpřehlednění stávající legislativy	20
4. Hospodaření s dešťovou vodou	23
4.1 Proč využívat dešťovou vodu	23
4.2 Poplatky za srážkové vody	24
4.3 Dotace na dešťovou vodu	25
5. Využití dešťové vody	27
5.1 Zavlažování	28
5.2 Splachování WC	32
5.3 Praní	32
5.4 Údržba	33
5.5 Využití dešťové vody pro požární nádrže	34
6. Metodika	36
7. Řešení hospodaření s dešťovou vodou pro rodinný dům	38
7.1 Výpočet ročního objemu srážkové vody	38
7.2 Varianta 1 - Splachování WC	39
7.2.1 Výpočty	39
7.2.2 Řešení	40

7.3 Varianta 2 - Zavlažování	41
7.3.1 Výpočty	41
7.3.2 Řešení	42
7.4 Varianta 3 - Vsakování.....	43
7.4.1 Výpočty	43
7.4.2 Řešení	47
7.4.3 Povrchové vsakování.....	47
8. Diskuze	48
9. Závěr.....	49
10. Seznam použité literatury.....	51
11. Seznam obrázků	55
12. Seznam tabulek	56
13. Seznam příloh.....	56

1. Úvod

Zabývat se vodou na Zemi má několik zásadních důvodů. V první řadě jde o zabezpečení lidských potřeb, jako jsou pitná voda, zavlažování, energie atd. V druhé řadě se jedná jak o ochranu hydrosféry, tak o řešení otázek souvisejících s nedostatkem vodních zdrojů, které v extrémních případech mohou vést až k vojenským sporům o území, nebo k hydrologickým extrémům ve formě povodní.

Na světě žije přibližně 7,681 miliardy lidí. Celková zásoba vody na zemi je 1 385 989 600 m³, z toho tvoří 96,54% slaná voda a pouze 2,53% voda sladká. Pitné vody na Zemi stále ubývá, proto je hospodaření s dešťovou vodou velice aktuální téma pro většinu států. U nás, v České republice, se v posledních letech snažíme problematiku s pitnou vodou a vodou celkově řešit, a to tím, že hledáme možnosti, jak efektivně využívat vodu srážkovou. Hlavním konceptem je zadržení vody na daném území a její postupné vsakování nebo následné využití. V antropogenně nezměněné krajině se téměř veškerá dešťová voda vsákne, problém nastává tedy hlavně v urbanizovaném území. Dochází k neustálé výstavbě nových budov a komunikací, proto dochází ke zpeňování urbanizovaných území. Voda se nemůže vsáknout, proto se zvyšuje povrchový odtok, který má negativní vliv na okolí. V urbanizovaném území je problém s nevsakující se vodou vyřešen tím, že je voda odvedena do nejbližšího recipientu. U novostaveb máme více možností, jak naložit s dešťovou vodou. V současné době se u nás lidé při stavbě svých rodinných domů pravidelně setkávají s požadavkem stavebního úřadu na likvidaci dešťové vody na pozemku stavby. Voda nemusí být jen vsakována, ale může být zachycena a následně použita například pro zavlažování zahrady, mytí auta, či pro splachování WC.

2. Cíl práce

Cílem mé práce je poukázat na problém s plýtváním pitné vody v místech, kde ji můžeme jednoduše nahradit vodou dešťovou. Dále přiblížit možnosti, jak využít srážkové vody pro vlastní potřeby, jako například pro splachování WC, praní, zavlažování či pro mytí auta. V práci jsem se seznámil s přehledem stávající legislativy týkající se především srážkových vod, také jsem popsal přírodě blízké způsoby čištění a úpravy dešťových vod, způsoby využití dešťovky pro požární účely a návrh řešení pro rodinný dům.

Téma hospodaření s dešťovou vodou jsem si vybral z důvodu toho, že je to velice aktuální problematika, kterou je třeba se zabývat.

3. Literární rešerše

3.1 Atmosférické srážky

Srážky atmosférické jsou soustava vodních částic vzniklé kondenzací či sublimací vodní páry v ovzduší ve stavu kapalném (déšť, mrznoucí déšť, mrhnutí, mrznoucí mrhnutí), tuhém (sněžení, sněhové krupky, sněhová zrna, krupky, zmrzlý déšť, kroupy a ledové jehličky), padajícím, nebo vznášejícím se v atmosféře, nebo zdvižené větrem z povrchu země, nebo usazené na předmětech na zemi či ve volné atmosféře (rosa, jíní, námraza a ledovka).

Protože dešťové mraky vznikají odpařováním, máme tudíž několik možných způsobů, jak rozlišovat druhy srážek. V této práci bude uvedeno třídění podle skupenství, původu, délky výskytu a příčin vzniku (Bednář, 2003, Valášek, 1980).

1. skupenství: kapalně, tuhé, smíšené,
2. původu: padající, usazené,
3. délky výskytu: trvalé, občasné, přehánky,
4. příčin vzniku: konvekční, cyklonální, orografické.

3.1.1 Měření srážek

Úhrny srážek jsou měřeny díky přístroji, který se nazývá srážkoměr. Máme tři druhy srážkoměrů, a to ombrometr, ombrograf a člunkový srážkoměr.

Ombrometr je tvořen válcem s nálevkou, kam padají srážky a poté jsou sváděny do nádoby uvnitř válce. Pomocí ombrografu měříme srážkové úhrny kontinuálně. Zařízení obsahuje plovák, do kterého stékají srážky. Na plovák je napojeno registrační zařízení, které zapisuje srážky na otáčející se papír. Vzniklý záznam se nazývá ombrogram, který nám ukáže průběh celkového množství srážek v čase, z čehož se dá následně odvodnit intenzita srážek. Poslední druh srážkoměru je člunkový, který je automatický, modernější a přesnější než ombrografy. Srážka, které se zachytí, je odváděna na dělený překlápěcí člunek. Po naplnění jedné poloviny člunku se překlápí, voda vyteče a srážka začne stékat do druhé poloviny. Celkový úhrn srážek se určí podle počtu překlopení, který je pravidelně zaznamenáván. Automatické srážkoměry používané k profesionálnímu měření jsou vybaveny vytápěním, aby bylo možno kontinuálně měřit i množství tuhých srážek (Meteocentrum, 2014).

Měření srážek pomocí běžných srážkoměrů přináší i určité nepřesnosti, a to zejména v důsledku toho, že některé dešťové, či sněhové částice jsou kvůli větru unášeny kolem nádoby srážkoměru, a dochází tak k podhodnocení srážkových úhrnů zejména na exponovaných stanicích až o 20 % (Häckel, 2008).



Obr. č.1- Překlápěcí srážkoměr (Meteostanice.cz).



Obr. č. 2- Ombrograf (Meteostanice.cz).

3.2 Historie hospodaření s dešťovou vodou

Pokud se podíváme do historie, najdeme první zmínky o využívání dešťové vody u starověkých civilizací již 3000 let před Kristem. V tomto období byly v Babylonu budovány až několik metrů hluboké šachty. Tyto šachty sloužily k zasakování dešťové a odpadní vody z koupelí a kuchyní. Šachty sloužily pro potřeby paláců a domů. O tisíc let později můžeme narazit na další civilizaci v Negevské poušti, obývající území dnešního jižního Izraele. Každá domácnost měla vlastní nádrž o objemu 35–200 m³ (Hlavínek a kol., 2007, Dohányos a kol., 2007).

Velice dobrými staviteli byli však zejména Římané. Díky nevázaným spojům kamenných kvádrů se římské ulice vyznačovaly možností vsakování dešťových vod. Navíc byly často napojené přes vpusti na kanalizaci.

Vysokými krajnicemi byl dán retenční prostor pro vodu. K přecházení ulice sloužily pochozí kameny.

Dešťová voda ze střech římských domů byla shromažďována v otevřených nádržích, které se nacházely v atriích domů. Před vypařováním, znečištěním a k udržování nízké teploty byly přepady zaústěny do podzemních cisteren. Systémy byly nejdříve necentrální, později i centrální. Stavěly se odvodňovací tunely, aby se vysušily bažiny a aby se stabilizovala hladina vody v jezerech. Provedení těchto vodních děl ve svých důsledcích ovlivnila přetváření kulturní krajiny, většina tunelů dodnes plní svůj úkol. Stavěly se akvadukty, které byly základními a extrémně nákladnými součástmi veteránských kolonií zakládaných císaři (Levario, 2007).

S vodou se tedy hospodaří už od pradávna. Lidem stačilo, aby si vybudovali nádrž na vhodném místě. Jestliže byl použit nějaký jednoduchý filtrační systém na přítoku, získali hned zdroj kvalitní vody, který se sám doplnil při každém dešti. K výraznějším změnám došlo v minulém století. Počet domácností napojených na veřejný vodovod a kanalizaci stoupal velice rychle. Ceny pitné vody byly nízké a dešťová voda byla vypouštěna do kanalizace. Lidé nebyli jakkoliv motivováni, aby s dešťovými vodami nějak hospodařili. Tento trend se v poslední době začíná měnit. Zajímavý příklad můžeme vidět u našeho sousedního státu Německa. Ceny za vodu jsou oproti těm našim vyšší, navíc na rozdíl od ČR je odvod dešťových vod do kanalizace zpoplatněn i pro domy určené k trvalému obývání. Díky tomuto systému

jsou obyvatelé více motivováni k využívání dešťových vod (Bose, 1999, Thamer, 2006).

3.3 Kvalita dešťové vody

Dešťové mraky vznikají odpařováním, proto by mohla být dešťová voda vodou destilovanou, tedy čistou bez rozpuštěných látek. Jelikož se čistá dešťová voda váže s CO_2 , který je ve vzduchu, tak vykazuje hodnotu přibližně 5,6 pH. Kvalita dešťové vody je významným způsobem ovlivněna znečištěním vzduchu.

Sloučeniny síry a dusíku se dostávají do ovzduší kvůli spalování topného oleje, plynu a uhlí. Tyto sloučeniny jsou pohlcovány vodními kapénkami a parami, kvůli kterým hodnota pH klesne až pod 4,0, což představuje kyselý déšť. Pokud chceme změnit kvalitu dešťové vody, shromažďujeme vodu na střeše domu. Ze střechy jsou z velké části splachovány především usazeniny, jako je například prach. Dále se uvolňují částičky krytiny střech, cihel, betonu, kovů, barev, asfaltu, skla atd., které se pak shromažďují na dně zásobníku. Kromě toho ovlivňuje hodnotu pH také kontakt s betonem. U betonových střešních tašek bylo zpozorováno, že hodnota pH stoupla až na 7 (neutrální), nebo mírně vyšší (alkalickou) (Bose, 1999).

Srážková voda mimoto obsahuje také některé kyseliny a kyselinotvorné látky, jako je látka sírová, dusičná a chlorovodíková, které pocházející převážně z antropogenních zdrojů znečištění. Tyto kyseliny a kyselinotvorné látky převažují nad zásaditými látkami, jako je např. uhličitan vápenatý, hořečnatý atd. Tyto látky pochází zejména z přirozeného prostředí. Zdrojem kyselin jsou pak z velké části především sloučeniny síry jako je SO_2 a H_2S , nebo sloučeniny dusíku N_2O , NO , NO_2 vzniklých při spalování fosilních paliv, nebo z výfukových plynů motorových vozidel a také mikrobiální denitrifikací v půdě a ve vodě (Šálek, 2012).

Dešťová voda, která odtéká ze střechy v neupraveném stavu, není vhodná pro používání člověkem. Hodí se však pro použití na zavlažování, splachování toalet, na čištění, pro pračky a mnohé další účely. (Bose, 1999, Häckel, 2008).

3.4 Čištění a úprava dešťové vody

Dešťová voda splavuje prach, listí, části větví, možná i ptačí trus a jiné látky odtékající ze střechy do dešťového svodu. Zda musí být před využitím filtrována, nebo dokonce desinfikována, závisí na účelu použití a druhu znečištění.

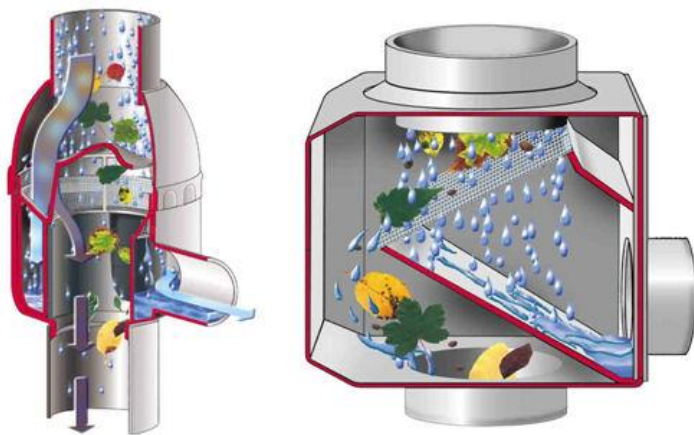
Pro využití vody na zalévání zahrady, nebo mytí aut, nám postačí takové zařízení, které nebude vyžadovat žádnou speciální filtraci vody. Stačí pouze zabezpečit akumulární nádrž tak, aby do ní nebylo splavováno listí a jiné nečistoty, které by mohly nádrž zanášet.

Pokud budeme využívat dešťové vody na praní, bude zapotřebí použít podstatně kvalitnější filtraci. Při čišění srážkové vody probíhají dva procesy, filtrace a sedimentace. Máme dva typy filtrů, jež můžeme použít, a to externí, nebo interní. Externí filtr je samostatná filtrační šachta, která je napojena mezi okapový svod a jímku. Interní filtr je umístěn uvnitř nádrže, má pouze jeden přítok a odtok vyčištěné vody do nádrže. Můžeme ho také napojit do přepadového sifonu, aby mohla přebytečná voda odtékat (Bose, 1996).

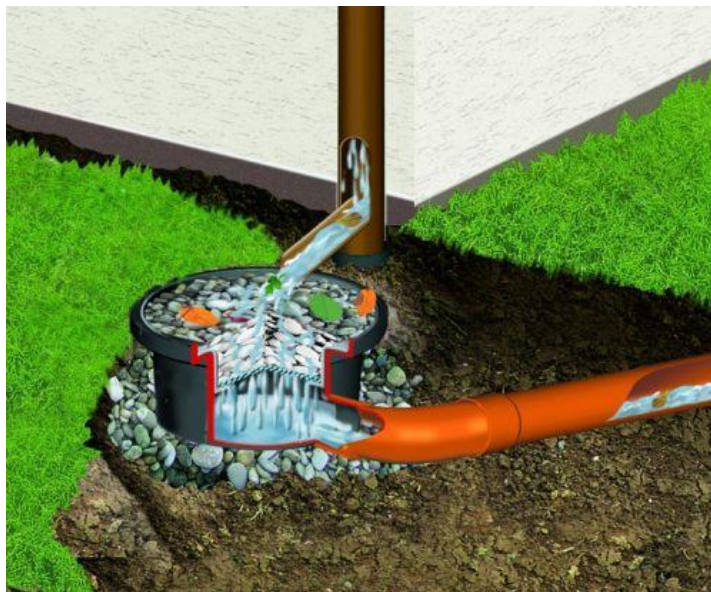
Pro čištění dešťové vody můžeme použít čtyři druhy zařízení, která máme možnost při této činnosti využít. Jedná se o okapové filtrační jednotky, košíčkové filtry, samočisticí filtrační jednotky a filtry pro montáž tlakového potrubí. Kromě těchto technických typů můžeme využít i některé přírodní způsoby čištění odpadních vod, jako jsou například přírodní čistírny. Tento způsob si u nás získává stále větší zájem občanů, již budují nové rodinné domy k trvalému bydlení, nebo rekreační obydlí se sezónním provozem v oblasti bez možnosti napojení na inženýrské sítě. Většímu rozšíření těchto ekologických řešení na mnoha místech naší republiky zatím brání nedostatek informací a nedůvěrný přístup povolovacích orgánů, jako jsou stavební úřady a vodohospodářské instituce (Šálek Jan, Zdeňka Žáková a Petr Hrnčíř, 2008).

Okapový filtr a filtrační podokapový hrnec patří mezi filtrační okapové jednotky. K odfiltrování hrubších nečistot slouží okapový filtr, který je umístěn na okapovém svodu. Nečistoty, které jsou zachyceny, jsou dále odváděny do kanalizačního řádu. Jemnější částice, jako je třeba písek, prach apod., se mohou na filtru zachytit, ale z velké části propadnou a budou se usazovat na dně nádrže. Okapový filtr je samočisticí, tudíž zde není potřeba žádná kontrola a údržba. Filtrační podokapový hrnec se používá pro filtraci vody z jednoho okapového svodu. Je

zapuštěn do země ve vrstvě betonu, či šterku. Filtraci vody zajišťuje sítko, na kterém je umístěna cca 6 cm vrstva filtračního materiálu, kde se nečistoty usazují. Takový typ filtru, jako filtrační podokapový hrnec, je využíván pro vodu na zavlažování, vsakování, nebo napouštění okrasných rybníčků.



Obr. č. 3- Svodový okapový filtr (Dvořáková, 2007).



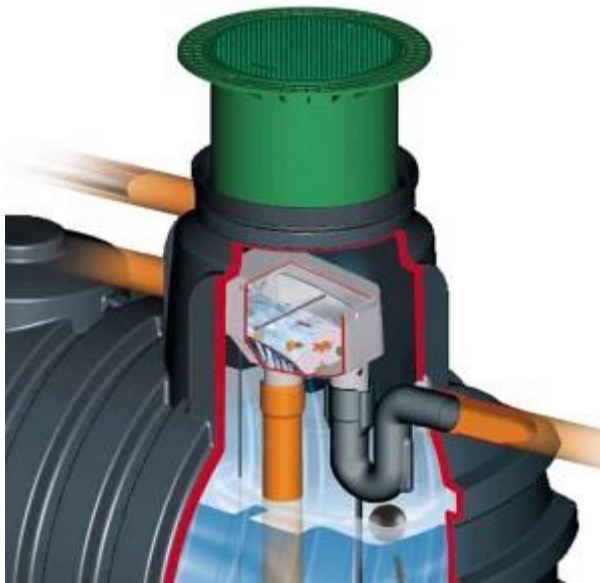
Obr. č. 4- Filtrační podokapový hrnec (Dvořáková, 2007).

Košíčkové filtry se dají využít u všech druhů dešťových vod. Na rozdíl od samočisticích filtrů se využije 100% přefiltrované vody, protože všechna voda proteče přes filtr do nádrže. Košíčky můžeme využívat buď jako součást filtrační šachty, nebo samostatně (Bullermann a kol., 1989, Hlavínek a kol., 2007).

Další metodou jsou samočisticí filtry, které fungují na principu desky, či válce, skrz které proteče znečištěná voda. Čistá voda pak proteče přes filtrační plochu do nádrže a veškeré nečistoty jsou se zbytkovou vodou odplaveny do kanalizace. U tohoto filtru se využije cca 90-95 % přefiltrované vody.



Obr. č. 5- Filtrační koš v tělese filtru (Dvořáková, 2007).



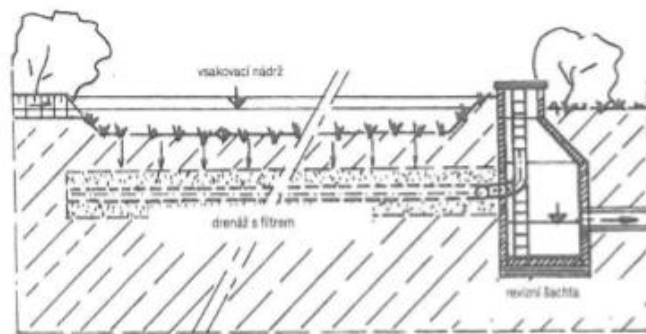
Obr. č. 6- Samočisticí filtr (Dvořáková, 2007).

Posledním typem jsou filtry pro montáž do tlakového potrubí. Tyto filtry mají zpětný proplach, jenž zajistí nepřetržitou dopravu filtrované vody i během procesu, kdy se filtr čistí. Toto zařízení má jemné filtrační sítko o hustotě 0,1 mm, které zajistí snížení množství cizích částic ve vodě (úlomky rzi, písečná zrnka atd.), tudíž je zaručen bezproblémový chod pračky a WC. Filtry se instalují na výtlačné vedení za čerpadlo (Kabelová, Doletalová, 2009, Voda.tzb-info.cz).



Obr. č. 7- Jemný filtr (Dvořáková, 2007).

Pro čištění dešťových vod ze zpevněných ploch, jako jsou chodníky a dvorky, se dá použít půdní filtr. Jedná se o podzemní pískový filtr, ve kterém dochází k biologickému procesu čištění mechanicky předčištěných dešťových vod. Těleso se sestává z vrchní rozvodné zóny, vytvořené z hrubého kameniva a drenáží, z vlastního filtračního tělesa tloušťky min. 70 cm, tvořeného pískem frakce 1-4 mm, a sběrnou vrstvou na dně nádrže. Vody jsou odtud drenáží, která je vložena na nepropustné folii, odváděny do odtokové šachty. Celé těleso se nachází pod terénem, takže na povrchu jsou patrné pouze poklopy a odvětrávací potrubí (Šálek Jan, Zdeňka Žáková a Petr Hrnčíř, 2008).



Obr. č. 8 - Jednoduchý půdní filtr (Hlavínek a kol., 2007).

3.5 Zpřehlednění stávající legislativy

Při instalaci zařízení pro dešťovou vodu musí být respektována řada norem, pravidel, předpisů a případně stavebních povolení.

U novostaveb musí být zařízení pro dešťovou vodu schváleno v rámci stavebního projektu spolu s odvodněním. O budoucím využívání zařízení má být informován vodárenský podnik. Tím pádem by se mělo předejít dotazům, proč spotřeba vody klesla.

Vodárenské podniky, které patří k obecním nebo městským podnikům, pohlížejí na stavbu zařízení pro dešťovou vodu skepticky. Za prvé, využívání dešťové vody snižuje jejich podnikový obrat, za druhé panuje obava, že instalace mohou znečistit pitnou vodu. Všeobecně platí: je-li zařízení postaveno podle technických norem (ČSN), nemůže je podnik zakázat (Stránský a kol., 2008).

Zákon 254/2001 Sb. Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) – vymezuje základní pojmy, jako je povrchová voda, podzemní vody, vodní zdroj apod., jeho účelem je chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových i podzemních vod.

Zákon 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích) - §20 upravuje vodné a stočné; odstavec 6, který upravuje kdo je povinen platit za odvádění srážkových vod. „Povinnost platit za odvádění srážkových vod do kanalizace pro veřejnou potřebu se nevztahuje na plochy dálnic, silnic, místních komunikací a účelových komunikací veřejně přístupných, plochy drah celostátních a regionálních včetně pevných zařízení potřebných pro přímé zajištění bezpečnosti a plynulosti drážní dopravy s výjimkou staveb, pozemků nebo jejich částí využívaných pro služby, které nesouvisí s činností provozovatele dráhy nebo drážního dopravce, zoologické zahrady a plochy nemovitostí určených k trvalému bydlení a na domácnosti.“

Zákon 183/2006 Sb. Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) - tento zákon se dotýká srážkových vod zejména v oblasti umístění staveb, jako jsou nádrže na vodu a vodovodní a kanalizační přípojky.

Vyhláška č. 428/2001 Sb. kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích) - § 31 řeší způsob výpočtu množství srážkových vod odváděných do kanalizace bez měření. „(1) Množství srážkových vod, odváděných do kanalizace bez měření, se vypočte podle vzorce, uvedeného v příloze č. 16 na základě dlouhodobého úhrnu srážek v oblasti, ze které jsou srážkové vody odváděny do kanalizace, zjištěného u příslušné regionální pobočky Českého hydrometeorologického ústavu a podle druhu a velikosti ploch nemovitostí a příslušných odtokových součinitelů, uvedených v příloze č. 16.

(2) Pro účely výpočtu stočného se množství odvedených srážkových vod vypočítává samostatně pro každý pozemek a stavbu, ze které jsou tyto vody odvedeny přímo přípojkou, nebo přes volný výtok do dešťové (uliční) vpusti a následně do kanalizace.“

Norma ČSN 75 9010 - zabývá se vsakováním srážkových povrchových vod jako jedním ze způsobů hospodaření se srážkovými vodami. Stanovuje hlavní zásady pro navrhování, výstavbu a následný provoz povrchových a podzemních vsakovacích zařízení.

Norma ČSN 75 6780 - reaguje na současné trendy v úsporách vody a zabývá se využitím šedých a dešťových vod. Provozní vodou, která vznikne úpravou/čištěním šedých nebo dešťových vod je možné nahradit pitnou vodu pro využití v budovách a okolí, pro které není voda o jakosti pitné vody nutná.

Norma ČSN EN 16941-1 - specifikuje požadavky a uvádí doporučení pro navrhování, dimenzování, instalaci, označování, uvádění do provozu a údržbu zařízení pro využití srážkových vod na místě. Srážkové vody slouží jako náhrada pitné vody (nepitná voda). Tato norma také specifikuje minimální požadavky pro tato zařízení.

Z předmětu této normy je vyloučeno:

- používání jako pitné vody a pro přípravu potravin;
- používání pro osobní hygienu;
- decentralizovaná retence;
- vsakování.

Norma ČSN 75 0434 - norma platí pro stanovení potřeby závlahové vody při navrhování a posuzování staveb a zařízení sloužících doplňkové závlaze.

4. Hospodaření s dešťovou vodou

4.1 Proč využívat dešťovou vodu

Pitná voda je v dnešní době dostupná v potřebném množství. Proč bychom ale i přes relativní dostatek vody měli využívat pitnou vodu na splachování WC, umývání aut, zalévání zahrady či pokojových rostlin? Využitím dešťové vody můžeme v těchto případech výrazným způsobem snížit spotřebu pitné vody, snadno tak ušetřit a zároveň můžeme být šetrní k životnímu prostředí.

Pro hospodaření s dešťovou vodou nás mohou vést některé motivy, které si teď představíme. Motivы k hospodaření s dešťovou vodou můžeme obecně rozdělit do 4 skupin, které jsou navzájem propojeny. Jsou jimi ekologické, bezpečnostní, ekonomické a legislativní skupiny.

Jak jsem se již zmínil, tak mezi ekologické důvody hospodaření s dešťovou vodou patří také šetrnost k životnímu prostředí. Dalšími ekologickými důvody jsou především obnova podzemní vody vsakováním a zmírňování negativních vlivů rychlého odtoku po srážkových událostech na vodní toky.

V dnešní době jsou kanalizační sítě často přetěžovány a jejich dimenze nedovolují napojení dalších přípojek. Kapacity čistíren odpadních vod jsou omezené, proto není možné je zásobovat dalším zbytečným přítokem odpadních vod. Zvětšování kapacit stávajících kanalizačních sítí, čistíren odpadních vod, nebo budování nových je finančně náročné. Proto je nejlepším řešením nakládat s dešťovou vodou v místě spádu srážky, nebo v blízkém okolí. Tento způsob není tak finančně náročný a je více přípustný pro životní prostředí. Využívání dešťové vody na splachování toalet, zalévání zahrad nebo běžnou údržbu je vhodný způsob, jak můžeme ušetřit přibližně až 50 % spotřeby pitné vody v domácnosti. Vzhledem k ekonomickému hledisku si myslím, že je zbytečné, abychom se zbavovali dešťové vody, neboť ji můžeme využít pro vlastní potřeby, a to zdarma.

Bezpečnostní motivace hospodaření s dešťovou vodou navazuje na ekologický a ekonomický úhel pohledu. Kvůli vysoké míře urbanizace se výrazným způsobem zrychluje povrchový odtok ze zpevněných ploch. Následně dochází k větším kulminačním průtokům dolních toků řek, a to vede k povodním. Jsou zde samozřejmě

i další negativní vlivy na životní prostředí způsobené vlivem člověka. Hlavním faktorem je především rušení přirozených ploch pro rozliv vody v okolí řek a potoků. Negativním následkům velkého množství zpevněných ploch jsme v dnešní době schopni zabránit, nejlépe předejít jejich vzniku. A to minimalizací rychlého odtoku srážek ze zpevněných ploch při srážkových událostech, díky vsakování a retenci. Nejlepší je řešit potenciálně vzniklý problém u samého zrodu. Jestliže musíme mít takové množství rozsáhlých betonových, nebo asfaltových parkovišť, komunikací a střech, měli bychom se srážkovou vodou nakládat tam, kde spadne. Z toho pak přirozeně vyplývají legislativní požadavky.

A v neposlední řadě tu máme samozřejmě legislativní důvody, o kterých jsem se již zmiňoval v předešlých kapitolách. Česká republika má několik právních předpisů a norem zabývajících se problematikou nakládání se srážkovými vodami. Mezi hlavní právní předpis patří „vodní“ zákon (Zákon č. 254/2001) Sb. (Hlavínek a kol., 2007, Voda.tzb-info.cz).

4.2 Poplatky za srážkové vody

V české legislativě je dána povinnost platit za odvádění srážkových vod. Tento předpis nám udává zákon č. 274/2001 Sb. Zákon o vodovodech a kanalizacích.

Povinnost odvádět poplatky za srážkové vody se týká všech majitelů nemovitostí, ve kterých je prováděna podnikatelská činnost. Máme zde ale i pár výjimek, jež jsou od poplatku osvobozeny. Jsou jimi plochy dálnic, silnic, místních komunikací, ploch drah, zoologických zahrad a ploch nemovitostí k trvalému bydlení a domácnosti. Dále jsou také osvobozeny všechny nemovitosti, které jsou používány pouze k bydlení (Hlavínek a kol., 2007).

Příklad výpočtu poplatku za srážkové vody si ukážeme na domě, ve kterém je provozován penzion. Penzion se rozkládá na ploše 100 m², na celkové podlahové ploše 450 m², vynásobí se celková cena za odvádění srážkových odpadních vod koeficientem 0,25.

Výpočet množství srážkových odpadních vod je určeno přílohou č. 16 k vyhlášce č. 428/2001 Sb. Výpočet je uveden ve smlouvě o dodávce vody a odvádění odpadních vod.

U ploch uvedených ve formuláři se počítají plochy, z kterých jsou srážkové vody odváděny do kanalizace. V případě, že je dešťový svod zaústěn do vsakování, případně na zelenou plochu, odkud není možné odtok do kanalizace, taková plocha započtena není.

Jako plochy A se započítávají střechy, asfaltové plochy, betonové plochy či dlažby se zálivkou spár. Jako plochy B se započítávají propustné zpevněné plochy, např. upravené zpevněné šterkové plochy, dlažby se širšími spárami vyplněnými materiálem umožňujícím zasakování.

Pro výpočet celkového odtoku se používá dlouhodobý srážkový normál, který je průměrem ročních srážek. Jedná se o normu Světové meteorologické organizace danou zákonem (Mevakdnl.cz).

4.3 Dotace na dešťovou vodu

V současné době je hospodaření s dešťovou vodou velmi aktuální a důležité téma. Kvůli tomu se také Ministerstvo životního prostředí rozhodlo motivovat majitele domů, aby zbytečně neplýtvali pitnou vodou. Stát poskytne finanční podporu, díky dotačnímu programu, který byl spuštěn. Program umožní majitelům vybudování akumulčních nádrží, vsakování, nebo si také budou doma moci přechistit vodu odtékající z odpadu pračky, či umyvadla. Pak s ní mohou naložit například pro zalévání, nebo pro splachování WC. Aby byla dotace poskytnuta, musí domy sloužit pro trvalé bydlení, nebo k rekreačnímu s trvalým pobytem osob.

Dotační program nese název Dešťovka a je rozdělen do třech kategorií. Akumulace srážkové vody pro zálivku zahrady, akumulace srážkové vody pro splachování WC a zálivku zahrady a využití přečištěné odpadní vody s možným využitím srážkové vody.

Akumulace srážkové vody pro zálivku zahrady je dotace, na kterou dosáhnou majitelé domů v celé České republice. Dotaci nelze získat pro novostavbu, pro tento typ je určena kategorie 2 a 3. Aby se zabránilo kontaminaci veřejného vodovodu, nesmí být rozvod srážkové vody přímo propojen s rozvodem pitné vody. Stát zaplatí až 50 % nákladů. Nejvýše však zaplatí 20 tisíc korun fixní částky + proměnné částky 3 500 Kč/m³ dle velikosti nádrže. Maximální dotace je 55 000 Kč.

Na dotaci Akumulace srážkové vody pro splachování WC a zálivku zahrady dosáhnou majitelé domů v celé ČR, především lidé žijící v obcích, kde již mnoho měsíců platí omezení využívání pitné vody (např. ve formě zákazů zalévání). Dotaci lze získat i k novostavbě domu. Aby se zabránilo kontaminaci veřejného vodovodu, nesmí být rozvod srážkové vody přímo propojen s rozvodem pitné vody. Stát zaplatí až 50 % nákladů. Nejvýše však zaplatí 35 tisíc korun fixní částky + proměnné částky 3 500 Kč/m³ dle velikosti nádrže. Maximální dotace je 65 000 Kč.

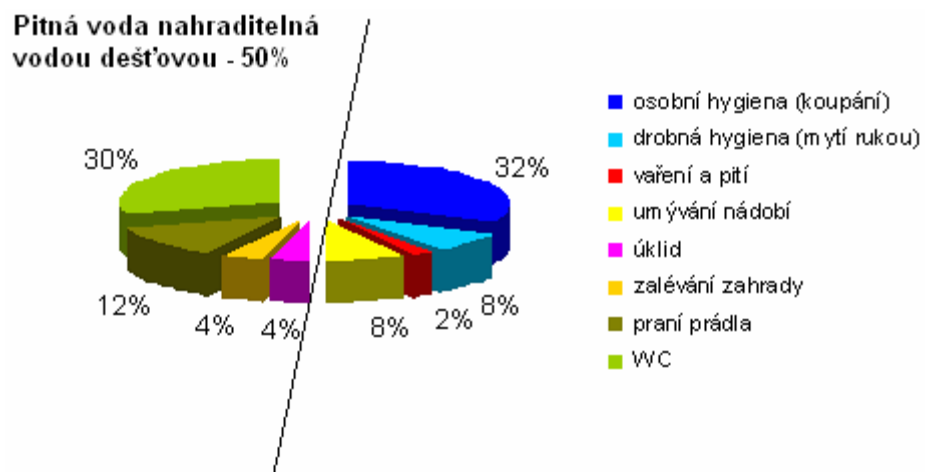
Využití přečištěné odpadní vody s možným využitím srážkové vody je třetí dotace, která je namířena zejména na ty, jež se teprve chystají stavět. Zapojit se však mohou i majitelé již existujících domů připravujících rekonstrukci. Aby se zabránilo kontaminaci veřejného vodovodu, nesmí být rozvod srážkové ani přečištěné odpadní vody přímo propojen s rozvodem pitné vody. Dotace je až 60 000 Kč z fixní části (v kombinaci s využitím srážkové vody), nebo 45 000 Kč z fixní části (bez kombinace s využitím srážkové vody) + 3 500 Kč/m³ nádrže, maximálně však 50 % z celkových způsobilých výdajů. Dále je poskytována dotace do výše 10 000,- Kč na zpracování odborného posudku, projektové dokumentace a administraci. Maximální dotace je 105 000 Kč (Dotacedestovka.cz).

5. Využití dešťové vody

Naše planeta je z větší části pokryta vodou. Slaná voda, která není použitelná pro každodenní běžné lidské použití, představuje až 96,54% veškeré vody na naší planetě. Zbylé 2,53 % představuje voda sladká. Tato voda je z velké části vázána v ledu na pólech a v ledovcích.

Voda, kterou můžeme volně použít pro lidské potřeby, představuje z veškeré vodní zásoby pouze 0,3 %. Problém s využitím vody je tedy především v její kvalitě.

Průměrná spotřeba pitné vody na jednoho obyvatele je zhruba přes 100 litrů vody denně. Avšak až na téměř 50 % z této spotřeby není nutné používat kvalitní pitnou vodu, proto je nejvhodnější způsob použít dešťovou vodu jako náhradu (Hlavínek a kol., 2007).



Obr. č. 9- Graf, využití dešťové vody v domácnosti (Dvořáková, 2007).

Abychom tedy na místo pitné vody mohli pro některé účely využívat vodu dešťovou, tak potřebujeme zařízení pro využití dešťové vody. To se skládá ze stavebních částí, kterými jsou přívod dešťové vody, zásobník a čerpadlo. Aby byla dešťová voda připravena pro denní používání, je nutné mít zásobník, jehož velikost se řídí velikostí střešní plochy a spotřebou vody. Pro domácnost, nebo rodinný dům je potřebný obsah 1 až 3 m³. Dnes jsou uplatňovány jak venkovní zemní zásobníky, tak

vnitřní zásobníky, především ve sklepech. Oba dva způsoby zásobníků mají své plusy i mínusy.

Stavbou zemního zásobníku se zamezí nebezpečí přelivání v domě a neplýtvá se prostorem pro umístění. Zemní zásobník se doporučuje zejména u novostaveb, kdy může být za příznivou cenu vykopána díra současně se stavební jámou. Může být postaven pod vjezdem, nebo příjezdovou cestou tak, že zůstane viditelný jen poklop. Přes vyšší náklady na zemní zásobník a nutné práce je ho třeba upřednostnit i z jiných důvodů. Neboť voda skladovaná v zemi zůstává stále chladná a ve tmě, tudíž je nebezpečí znehodnocení mikroorganismy omezené (Krejčí, 2000).

Vnitřní zásobníky jsou naproti tomu lehké, cenově dostupnější 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. Předzásobení dešťovou vodou v domě sice usnadňuje všechna potřebná potrubí a elektrická spojení, přesto existuje nebezpečí zaplavení možné při poruchách přítoku či odtoku, nebo poškození nádrže (Bose, 1999).

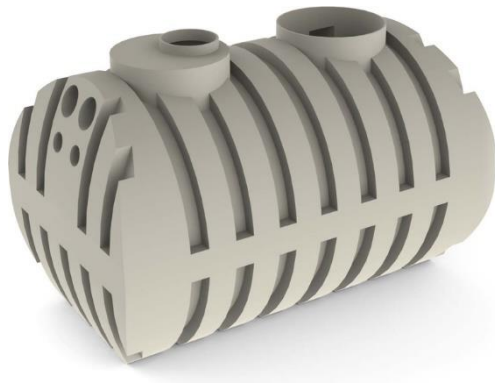
5.1 Zavlažování

V létě se střídá sucho s masivními srážkami. Avšak většina rostlin vyžaduje rovnoměrné pravidelné zavlažování, proto se vyplatí sběr dešťové vody. Nejen proto, že pitná voda je stále dražší a její zdroje jsou omezené. Využívání vody v nejedné domácnosti dokazuje, že až polovinu spotřeby pitné vody můžeme nahradit vodou dešťovou. Je chudá na soli a neobsahuje chlor, což vyhovuje rostlinám i půdě. 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. Z ekonomického a ekologického hlediska je tudíž lepší a žádoucí, abychom zalévali zahradu dešťovou vodou (Bursík, 2010).

Proto abychom mohli využít dešťovou vodu pro závlahu zahrady, potřebujeme různé nádoby, nádrže, sudy atd., kde budeme dešťovku shromažďovat.



Obr. č. 10- Plastový zahradní sud na dešťovou vodu (Dumabyt.cz).

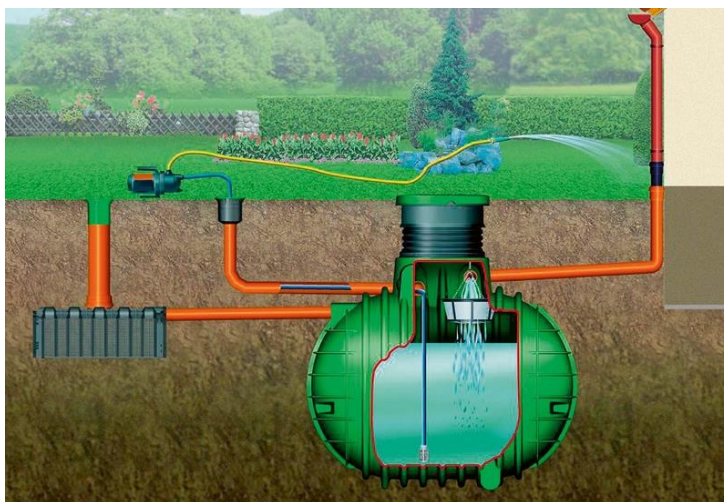


Obr. č. 11- Žebrovaná válcová nádoba na dešťovou vodu (Dumabyt.cz).

Typy a využití nádrží

Nádrže na zachycení dešťové vody můžeme v systému kombinovat se studnou i s vodovodním řádem. Zajistíme tak závlahu zahrady po celé vegetační období. Elektromagnetický ventil napojený na hladinové spínače systému totiž při nedostatku srážek a vyschnutí nádrže otevře přítok vody ze studny. V případě nedostatku vody ve studni otevře přívod z vodovodního řádu. Nadzemní nádrže na dešťovou vodu jsou nejčastěji celoplastové sudy stojící u domu pod okapovým systémem střechy. Jejich kapacita začíná zhruba na 200 l. K čerpání vody ze sudu využíváme speciální čerpadlo. Sofistikovanější typy záchytných sudů napojíme přímo na okapový svod s filtračním

zařizováním. Kvůli zvýšení kapacity se nádrže dají propojit. Zásobníky a venkovní nádrže mají ovšem tu nevýhodu, že voda v nich je vystavena horku a výkyvům teplot, snadno se v ní tvoří řasy. Nadzemní nádrž musíme zazimovávat, tzn. vypustit nespotřebovanou vodu. Podzemní nádrže s vlastním samočisticím filtrem mají také tvar sudu, do skalnatého terénu jsou vhodnější placaté s malou výškou. Díky stabilní teplotě v půdě se v zachycené vodě tolik nemnoží mikroorganismy. Zásobník ukládáme do vykopané jámy, napustíme ho z 1/3 vodou, aby si sedl a roztáhl. Jámu postupně zasypáváme a instalujeme přítokové trubky přesně v doporučeném sklonu. Zapojíme-li nádrž do systému zpětného využití dešťové vody, získáme užitečnou vodu např. na omývání auta, splachování WC, napouštění bazénu. Rozhodneme-li se pro podzemní nádrž, svěřme výběr a instalaci odborníkům. Doporučí nejen objem nádrže, ale také nejúspornější způsob využití pro konkrétní dům a domácnost. Roli zde hrají potřeby rodiny a také mj. srážkové poměry v regionu, velikost střechy, její sklon a koeficient odtoku vody z jejího povrchu (Žabička, Vrána, 2011).



Obr. č. 12- Sada pro využití dešťové vody (Dumabyt.cz).

Praktický automatický zavlažovací systém

Automatický zavlažovací systém (AZS) lze propojit s různými zdroji vody, tedy i se zásobníky. Umožňuje programování frekvence závlivky, např. ranní, noční zalévání, různé části zahrady zavlažuje v odlišných režimech. Jeho činnost

optimalizují zahradní čerpadla. AZS instalujeme v nově založené zahradě po dokončení terénních úprav. Rozmístění a chod plánujeme s odbornou instalační firmou, aby rostliny byly zavlažovány podle svých potřeb a zóny dostřiku se zbytečně nepřekrývaly.

K ovládací jednotce AZS bývá připojeno čidlo srážek a větru. V případě vichřice a lijáku ovládací jednotka zavlažování sama zablokuje. Odpaří-li se vláh a vítr ustane, provoz se automaticky obnoví. Záložní zdroj energie v jednotce zajistí funkci AZS i při výpadku proudu. Na podzim po poslední závlaze napojíme na systém vzduchový kompresor, který vytlačí vodu ze systému ven. Zamezí se tak zamrznutí vody a popraskání rozvodů v zimě. Na jaře pak překontrolujeme části systému a vpustíme do něj vodu, zapneme a naprogramujeme ovládací jednotku (Král, 2017).

Dostatečnou vláhu udržujeme v kořenovém systému zeleně. Při volbě postřikovače a režimu závlahy zvážíme nároky rostlin, skladbu podloží a terén. Z vrchních míst voda rychle stéká, takže zavlažujeme často a s menší intenzitou. Vodohospodáři doporučují pro soukromé pozemky vytvářet systémy příkopů a mokřadů, nebo speciální úpravy terénu. Např. u prvku průleh-příkop dešťová voda steče do zatravněného zasakovacího průlehu. Odtud putuje do retenčního příkopu vytvořeného pod průlehem. Z něho pak díky regulátoru odtoku voda řízeně odtéká. Systém průlehů a příkopů propojených do sítě s regulátory odtoku umožňuje přepouštět vodu mezi jednotlivými prvky (Harrington R., 2007).

Ostatní způsoby zavlažování

Kromě automatických zavlažovacích systému můžeme také využívat prostředků jako například konví, hadic s postřikovačem, nebo stříkacích pistolí napojených na hadici, kterými zavlažíme malou zahrádku rozdělenou na záhony. Samozavlažovací truhlíky jsou výhodné pro květiny na venkovních parapetech. Voda se dostává do zeminy speciální tkaninou. Plnění zajišťuje hadička vedená z boční strany. Indikátor množství vody ukazuje, kolik jí je v rezervoáru k dispozici (David A., 2017).



Obr. č 13- Otočný postřikovač Vortex 8 Hozelock (Pestik.cz).

5.2 Splachování WC

Dešťová voda je měkká, nedochází tak k usazování vodního kamene. Je tudíž výhodná například pro WC a instalace přívodního potrubí odpadů atd. Při splachování WC či sprchování se v domácnostech spotřebuje nejvíce vody. K takovým činnostem není nutné používat vodu až tak vysoké kvality, i přesto dochází ke zbytečnému plýtvání pitné vody. Nejlepším řešením je tedy nahradit v tomto případě pitnou vodu vodou dešťovou (Hlavínek a kol., 2007).

5.3 Praní

Zachycená dešťová voda má velkou výhodu, a tou je její měkkost a nízký obsah železa a manganu, proto na rozdíl od vody tvrdé nevzniká vodní kámen, a tak se nezanáší potrubí. Dešťovou vodu můžeme použít při praní. Výhodou je, že nemusíte používat přípravky na změkčování tvrdé pitné vody, ani látky působící proti vzniku vodního kamene na elektrických spirálách pračky. Dešťová voda má slabě kyselou reakci od absorbovaného oxidu uhličitého (CO_2), a má tak při praní i přirozenou odmašťovací schopnost.

Mnoho lidí se obává, že k praní prádla dešťová voda není dostatečně „čistá.“ Poslední výsledky testů ale ukazují, že po praní prádla v dešťové vodě se v prádle nachází stejné množství bakterií jako po praní v pitné vodě. Díky tomu, že je dešťová voda mnohem měkčí než pitná, nedochází k tak velkému opotřebení jednotlivých součástí pračky. Někteří výrobci uvádějí na trh pračky se dvěma oddělenými přípojkami na vodu, jako například německá společnost Miele. Pračka je schopna sama řídit proces praní a to tak, že při předpírce, hlavním praním a prvním máchání využívá právě dešťovou vodu. Teprve až při posledním máchání pak využije vodu pitnou. (König, 2002).

Tvrdość vody		
Pásmo tvrdosti		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. 1 - Tvrdość vody

5.4 Údržba

Tam, kde není zapotřebí hygienicky nezávadná pitná voda, můžeme použít dešťovou vodu na mytí aut, úklid čištění atd. Ve všech těchto případech je zapotřebí velké množství vody a je ekonomicky i ekologicky výhodné použít dešťovou vodu namísto pitné. Zároveň si myslím, že v dnešní době, kdy máme poměrně malé množství vody, je nepřijatelné plýtvat pitnou vodou na mytí auta, či úklid (Hlavínek a kol., 2007).

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. 2 - Spotřeba vody-spotřebičů dešťové vody v domě (Tzb-info.cz).

5.5 Využití dešťové vody pro požární nádrže

Dešťovou vodu můžeme v průmyslových oblastech využít i pro požární nádrže. Tam, kde jde o nedostatek vody, je nejvhodnější způsob využít právě vodu dešťovou. Můžeme mít nádrže plastové, kovové nebo například i prefabrikované, které jsou zapuštěny do země.

Plastová požární nádrž slouží jako zdroj vody tam, kde je nutno soustředit vodu pro požární zásah na jednom místě. Můžeme ji využít i tam, kde kapacita jiného vodního zdroje není dostatečná. Požární nádrž slouží primárně jako zásobník vody. Je konstruovaná jako plastová vodotěsná nádrž. Velikost (objem) požárních nádrží je dle individuálních požadavků investora (od 10 m³ do 200 m³). Jsou vyráběny jako velkoobjemové a maloobjemové. Nádrž je možno opatřit technologickými přepážkami, je ji také možno zkonstruovat jako samonosnou volně stojící, nebo samonosnou uloženou pod úrovní terénu.

Retenční jímka slouží nejčastěji k retenci dešťových vod a jejich následnému řízenému odtoku do kanalizace. Retenční nádrže se budují především proto, aby nezahltily kanalizaci. Jímky se budují nejčastěji u průmyslových objektů, při výstavbě rodinných domů, u rekreačních objektů a dalších podobných objektů.



Obr. č 14- Plastová požární nádrž (Db-jímky.cz).

Retenční jímka (nádrž) je vyrobena z vysoce odolného polypropylenu, je svařována podle nejmodernějších technologií a je osazena přítokovým a odtokovým potrubím dle požadavků zákazníka. Dále je také osazena revizním otvorem pro kontrolu a vstup do nádrže, dále je možno vybavit ji hliníkovým žebříkem, nebo plastovými nášlapy. Retenční nádrž je možné vyrobit jako volně stojící, tedy umístěnou uvnitř objektu, nebo jako nádrž určenou do země. Nádrže je možné vyrobit v samonosném provedení nebo ji můžeme obetonovat. Velikost (objem) retenční nádrže je vždy individuální dle požadavků investora (Pokorný, 2018).



Obr. č. 15- Retenční požární nádrž (Db-jímky.cz).



Obr. č. 16- Prefabrikovaná požární nádrž (Db-jímky.cz).

6. Metodika

Seznámil jsem se s problematikou hospodaření s dešťovou vodou, jejím využití, legislativou a také se způsobem vsakování vody. V první části, tedy té teoretické, jsem čerpal z různých internetových zdrojů, knih, či časopisů. U kapitoly č. 3 jsem čerpal především z norem a zákonů.

Po teoretické části jsem sháněl různé podklady pro praktickou část. Nejprve jsem si zjistil objem spadlých srážek podle meteorologické stanice, dále jsem spočítal délky staveb, které se na pozemku řešeného rodinného domu nacházejí. Poté jsem čerpal z české i zahraniční literatury a především z norem, kde jsou uvedeny různé potřebné výpočty pro využití dešťové vody. Podle normy ČSN 75 6780 jsem zjistil potřebu vody pro zalévání. Pro výpočet vsakování byly použity vzorce dle normy ČSN 75 9010.

Použité vzorce

Retenční objem vsakovacího zařízení:

$$V_{vz} = \frac{h_d}{1000} \cdot (A_{red} + A_{vz}) - \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60$$

h_d -návrhový úhrn srážek [mm]

A_{red} -redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy [m²]

f -součinitel bezpečnosti vsaku

k_v -koeficient vsaku [m.s⁻¹]

A_{vsak} -vsakovací plocha vsakovacího zařízení [m²]

A_{vz} -plocha hladiny vsakovacího zařízení [m²]

T_c -doba trvání srážky [min]

Celkový objem vsakovacího zařízení:

$$W = \frac{V_{vz}}{m}$$

V_{vz} -největší vypočtený retenční objem vsakovacího zařízení [m³]

m -pórovitost, nebo retenční schopnost vsakovacího zařízení

Doba prázdnění vsakovacího zařízení:

$$T_{pr} = \frac{V_{vz}}{Q_{vsak}}$$

V_{vz} -největší vypočtený retenční objem vsakovacího zařízení [m³]

Q_{vsak} -vsakovaný odtok [m³.s⁻¹]

Stanovení doby prázdnění vsakovacího zařízení:

$$Q_{vsak} = \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} = \frac{1}{2} \cdot 10^{-5} \cdot 52,7 =$$

Q_{vsak} -vsakovaný odtok [m³.s⁻¹]

A_{vsak} -vsakovací plocha vsakovacího zařízení [m²]

k_v -koeficient vsaku [m.s⁻¹]

7. Řešení hospodaření s dešťovou vodou pro rodinný dům

Rodinný dům se nachází v malé obci Nový Ples, která leží v okrese Náchod (Královehradecký kraj). Celková výměra pozemku je 1361 m². Na tomto pozemku se nachází celkem 4 stavby, a to rodinný dům, pergola, kurník a kůlna na dříví. Celková plocha staveb je 301 m². Dále se zde nachází zpevněná plocha v podobě chodníku a dlažby (60 m²) na nádvoří a plocha se zelení, kterou tvoří především trávník a zahrádka (990 m²).

Veškerá dešťová voda, která spadne na střechy staveb, bude využívána, a to ve třech variantách. V první variantě bude voda využívána na splachování toalet. Ve druhém případě budeme vodu akumulovat a využívat na zavlažování zahrady a v poslední řadě bude veškerá spadlá voda vsakována do půdy.

7.1 Výpočet ročního objemu srážkové vody

Spočítal jsem plochu střech u všech budov, které se vyskytují na pozemku. Pro výpočet ročního objemu srážek jsem použil dlouhodobý průměr srážek pro oblast, kde se nachází obec Nový Ples.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
61	48	57	43	66	73	92	83	62	49	58	66	758

Tab. 3- dlouhodobý úhrn srážek (Portal.chmi.cz)

	Budova	A	B	C	D	Celkem
	Plocha [m ²]	200	36	36	24	296
Měsíc	Měsíční úhrn srážek	Objem srážek spadlý na budovy [m ³]				
	(mm)					
Leden	61	12,2	2,19	2,19	1,46	18,06
Únor	48	9,6	1,72	1,72	1,15	14,2
Březen	57	11,4	2,05	2,05	1,37	16,87
Duben	43	8,6	1,55	1,55	1,03	12,73
Květen	66	13,2	2,38	2,38	1,58	19,54
Červen	73	14,6	2,62	2,62	1,75	21,61
Červenec	92	18,4	3,31	3,31	2,2	27,23
Srpen	83	16,6	2,98	2,98	1,99	26,34
Září	62	12,4	2,23	2,23	1,49	18,35
Říjen	49	9,8	1,76	1,76	1,18	14,5
Listopad	58	11,6	2,09	2,09	1,39	17,68
Prosinec	66	13,2	2,38	2,38	1,58	19,54
Celkem	758	151,6	27,26	27,26	18,17	226,65

Tab. č. 4 - Objem srážek spadlý na budovy pozemku

7.2 Varianta 1 - Splachování WC

V první řadě jsem si určil plochu střechy a svody, ze kterých bude akumulární nádrž zásobována vodou. Dále jsem si zakreslil, kde bude akumulární nádrž situována.

7.2.1 Výpočty

Pro výpočet je nutné znát počet osob, které bydlí v rodinném domě. V domě žije 5 osob. Denní potřeba vody na splachování toalet je 25-35 litrů na osobu za den. Celkem je tedy v domě denní potřeba na WC 150 litrů vody.

Plocha střechy, odkud bude voda přiváděna na splachování toalet, je 153 m². V následující tabulce můžeme vidět, že jsem si spočítal objem srážek, které spadly na

danou plochu střechy. Pro každý měsíc jsem si určil spotřebu vody pro splachování toalet pro 5 osob. Z výpočtů vyplývá, že objem srážek, který můžeme využít z odtoku ze střechy, převyšuje ve všech měsících potřebu vody na splachování.

Měsíc	Počet dní v měsíci	Spotřeba vody na den pro 5 osoby [m ³]	Spotřeba vody na měsíc pro 5 osoby [m ³]	Měsíční úhrn srážek [mm]	Objem srážek na ploše 153 m ² [m ³]
Leden	31	0,15	4,65	61	9,333
Únor	28	0,15	4,2	48	7,344
Březen	31	0,15	4,65	57	8,721
Duben	30	0,15	4,5	43	6,579
Květen	31	0,15	4,65	66	10,098
Červen	30	0,15	4,5	73	11,169
Červenec	31	0,15	4,65	92	14,076
Srpen	31	0,15	4,65	83	12,699
Září	30	0,15	4,5	62	9,486
Říjen	31	0,15	4,65	49	7,497
Listopad	30	0,15	4,5	58	8,874
Prosinec	31	0,15	4,65	66	10,098
Celkem	365		54,75	758	115,974

Tab. 5 - Měsíční bilance

7.2.2 Řešení

Podle výpočtů jsem stanovil velikost nádrže na 6 800 l. Šířka nádrže bude 2,30m, výška 2,35m a délka 2,68m. Taková velikost byla zvolena z důvodu, že akumulční nádrž bude využívána nejen pro splachování toalet, ale zároveň bude sloužit pro zálivku zeleně v přední části pozemku. Nádrž bude umístěna vedle domu a bude zásobována vodou ze svodů 1 a 2. Voda bude odváděna do nádrže, odkud bude akumulována. Odběr vody z nádrže pro splachování bude zajištěn sací soupravou, která odebírá pouze čistou vodu pod horní hladinou v nádrži. Součástí automatické doplňovací jednotky s řídicí jednotkou je čerpací zařízení-vodárna, která v případě

nedostatku dešťové vody v nádrži přepne pomocí hladinového spínače odebírání vody z vodovodního řadu. Vodárna je umístěna v suterénu. Potrubí s užitkovou (dešťovou vodou) bude rozvedeno ze suterénu do přízemí a 1. nadzemního podlaží. V případě, že objem vody, která naprší, přesáhne kapacitu nádrže, bude voda odváděna bezpečnostním přepadem do dešťové kanalizace. Navržená nádrž je od firmy OTTO GRAF. Umístění nádrže je zakresleno v příloze č.1.

7.3 Varianta 2 - Zavlažování

Na pozemku rodinného domu se nachází jeden druh zeleně, a to trávník. Dle platné normy ČSN 75 0434 jsem určil hodnotu pro celkovou vláhovou potřebu zeleně $4\,500\text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$.

7.3.1 Výpočty

Množství potřebné vody pro zavlažování bylo stanoveno výpočtem podle skript Cvičení z meliorací (Kuklík, Křovák 1988), kde je uvedena hodnota vláhové potřeby trávníku $4\,500\text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ rozdělené podle potřeby závlahy v jednotlivých měsících. Pro plochu trávníku 300 m^2 jsem získal hodnoty, které jsou uvedené v tabulce. Dále jsem spočítal objem vody, která spadne na plochu zeleně. Podle získaného objemu jsem mohl porovnat, v jakém měsíci potřebuje zezeň doplňkovou závlahu. Z toho mi vyplývá, že je závlaha nutná v měsících duben, květen, červen, červenec, srpen, září a říjen. Objem srážek, který dopadne na střechu rodinného domu, dostatečně pokryje potřebu vody na zavlažování.

Plocha	300	m^2
Vláhová potřeba	4500	$\text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$
Vláhová potřeba na plochu	136,5	$\text{m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$
Srážky celkem	468	mm

Tab. 6 - Zavlažování zeleně

Vegetační období	Vláhová potřeba na plochu [m ³ *měsíc ⁻¹]	Srážky [mm]	Srážky [m ³ *m ⁻²]	Srážky na plochu [m ³]	Množství vody na závlahu [m ³]
Duben	11,5	43	0,043	12,9	-1,4
Květen	18,1	66	0,066	19,8	-1,7
Červen	21	73	0,073	21,9	-0,09
Červenec	28,8	92	0,092	27,6	1,2
Srpen	26,7	83	0,083	24,9	1,8
Září	18,1	62	0,062	18,6	-0,5
Říjen	12,3	49	0,049	14,7	-2,4
Celkem	136,5	468	0,468	140,4	

Tab. 7 - Výpočet zavlažování

Vegetační období	Vláhová potřeba na plochu [m ³ *měsíc ⁻¹]	Srážky [mm]	Srážky [m ³ *m ⁻²]	Množství vody na závlahu [m ³]	Množství vody pro WC	Množství vody pro závlahu a WC
Duben	11,5	43	0,043	-1,4	4,5	-5,9
Květen	18,1	66	0,066	-1,7	4,65	-6,35
Červen	21	73	0,073	-0,09	4,5	-4,59
Červenec	28,8	92	0,092	1,2	4,65	-3,45
Srpen	26,7	83	0,083	1,8	4,65	-2,85
Září	18,1	62	0,062	-0,5	4,5	-5
Říjen	12,3	49	0,049	-2,4	4,65	-7,05
Celkem	136,5	468	0,468			

Tab. 8 - Měsíční bilance + potřebné množství vody na závlahu a WC

7.3.2 Řešení

Jak jsem se již zmiňoval v předešlé kapitole, byla navržena nádrž o objemu 6 000 l, která slouží pro splachování WC a zároveň pro závlahu trávníku. Objem srážek spadlých na plochu střechy postačí pro potřebu jak zavlažování, tak i splachování toalet. Dále byla navržena nádrž o objemu 2 800 l, která bude umístěna na severní

straně vedle domu a bude sloužit pro závlahu severní strany v přední části pozemku. Délka nádrže bude 2,8m, šířka 1,8m a výška 2,5m. Navržená nádrž je od firmy OTTO GRAF. Na zálivku zeleně bude potřeba zhruba 1,80 m³ a dostupný objem ze střechy je 2,50 m³. Z toho vyplývá, že by objem spadlých srážek na danou plochu střechy měl pro závlahu dostatečně stačit. Do této nádrže bude veden svod č. 3 a 4.

V případě, že objem vody přesáhne kapacitu nádrže, bude voda odváděna potrubím do vsaku. Umístění nádrže a je zakresleno v příloze č. 1.

7.4 Varianta 3 - Vsakování

Na celém pozemku se nachází rodinný dům, pergola, kůlna na dříví a kurník. Rodinný dům stojí v přední části pozemku a veškerá spadlá dešťová voda na střechu domu bude využita pro závlahu zeleně v přední části pozemku a pro splachování toalet uvnitř domu. U zbylých staveb, které se nachází v zadní části pozemku bude pro hospodaření s dešťovou vodou využít systém vsakování do půdy.

Kvůli vsakování bylo potřeba zjistit složení zeminy na pozemku. Po průzkumu jsem zjistil, že se zde nachází zhruba 35 cm ornice, 80 cm jílu, 45 cm perku a zbytek se skládá z písku.

7.4.1 Výpočty

Pro výpočet vsakování musíme znát plochy střech. U všech třech typů staveb se nejedná o nějak velkou plochu, proto je u každé stavby jen jeden svod.

Podle ČSN 75 9010 jsem vypočítal objemy vsakovacích zařízení u jednotlivých svodů.

Počítal jsem s periodicitou srážek 0,2 rok-1. Koeficient vsaku je 10⁻⁵ m.s⁻¹. Pórovitost štěrku je $m = 0,3$. Součinitel vsaku jsem zvolil 2.

Vsakování-pergola

$$A_{\text{red}}= 36 \text{ m}^2 \quad A_{\text{vsak}}= 3,6 \text{ m}^2$$

$$f= 2$$

$$p= 0,2$$

$$1/f * K_v = 0,000005$$

c	h_a	V_{vz}
5	11,3	1,45908
10	16,5	2,1276
15	19,5	2,511
20	21,2	2,72592
30	23,2	2,97432
40	24,7	3,15792
60	26,9	3,42144
120	30,6	3,83616
240	36,6	4,48416
360	42,5	5,1192
480	43,2	5,08032
600	43,8	5,02848
720	44,5	4,9896
1 080	46,4	4,84704
1 440	46,9	4,52304
2 880	58,9	4,52304
4 320	62,5	3,4344

Tab. 9 - Výpočet vsakovacího zařízení,

$$Q_{\text{vsak}}= 0,000018 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$W= 14,94 \text{ m}^3$$

$$T_{\text{pr}}= 249\,120 \text{ s} = 70 \text{ h}$$

Vsakování-kůlna na dříví

$$A_{\text{red}}= 36 \text{ m}^2 \quad A_{\text{vsak}}= 3,6 \text{ m}^2$$

$$f= 2$$

$$p= 0,2$$

$$1/f*K_v= 0,000005$$

t_c	h_d	V_{vz}
5	11,3	1,45908
10	16,5	2,1276
15	19,5	2,511
20	21,2	2,72592
30	23,2	2,97432
40	24,7	3,15792
60	26,9	3,42144
120	30,6	3,83616
240	36,6	4,48416
360	42,5	5,1192
480	43,2	5,08032
600	43,8	5,02848
720	44,5	4,9896
1 080	46,4	4,84704
1 440	46,9	4,52304
2 880	58,9	4,52304
4 320	62,5	3,4344

Tab. 10 - Výpočet vsakovacího zařízení

$$Q_{\text{vsak}}= 0,000018 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$W= 14,94 \text{ m}^3$$

$$T_{\text{pr}}= 168\,600 \text{ s} = 47 \text{ h}$$

Vsakování-kurník

$$A_{\text{red}}= 25 \text{ m}^2 \quad A_{\text{vsak}}= 2,5 \text{ m}^2$$

$$f= 2$$

$$p= 0,2$$

$$1/f * K_v = 0,000005$$

c	h_d	V_{vz}
5	11,3	0,7025
10	16,5	1,02375
15	19,5	1,2075
20	21,2	1,31
30	23,2	1,4275
40	24,7	1,51375
60	26,9	1,63625
120	30,6	1,8225
240	36,6	2,1075
360	42,5	2,38625
480	43,2	2,34
600	43,8	2,2875
720	44,5	2,24125
1 080	46,4	2,09
1 440	46,9	1,85125
2 880	58,9	1,52125
4 320	62,5	0,66625

Tab. 11 - Výpočet vsakovacího zařízení

$$Q_{\text{vsak}}= 0,0000125 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$W= 7,02 \text{ m}^3$$

$$T_{\text{pr}}= 249\,120 \text{ s} = 70 \text{ h}$$

7.4.2 Řešení

Pro každý svod je navrženo odpovídající vsakovací zařízení. Jedná se o prostor, který je vyplněn štěrkem. Vsak je proveden s odstupem od budov mezi 1-2 metry.

7.4.3 Povrchové vsakování

Na pozemku rodinného domu můžeme využít také povrchové vsakování, které bude méně nákladnější a více přirozené pro půdu.

Zatravněné plochy (trávníky) umožňují vysokou retenční a odpařovací činnost s vysokým biologickým čistícím účinkem. Za výhodu lze považovat nízké náklady a jednoduchou údržbu těchto ploch (Hlavínek & kol., 2007).

Plošným vsakováním rozumíme vsakování skrz propustný, zpevněný nebo porostlý povrch, kde nedochází k zadržení dešťové vody (Hlavínek & kol., 2007). Při plošném vsakování musí být zajištěno, aby schopnost vsakování půdy byla větší než předpokládaný dešťový odtok, přesněji $k_f \geq 2 \cdot i_T(n) \cdot 10^{-7}$, kde k_f je koeficient hydraulické vodivosti a $i_T(n)$ je intenzita deště (ATV- DVWK A 138).

Po zhodnocení a porovnání těchto dvou variant vsakování jsem se rozhodl pro použití povrchového vsakování, neboť je méně nákladnější a dešťová voda zůstane těsně pod povrchem půdy, čehož může travinný porost hned a lépe využívat.

8. Diskuze

V posledních letech nás sužuje poměrně velké sucho, příprava pitné vody z podzemí, řek nebo povrchových vod je stále obtížnější a dražší. Kvalita vody je zhoršována pesticidy a dusičnany v důsledku vysoké zemědělské činnosti. Dobré pitné vody máme mále, často se voda dopravuje na místo spotřeby ze vzdálených oblastí a kvůli tomu se zvyšují ceny vody a snižují spodní hladiny vod v místě odběru.

Na našem území naprší měsíčně zhruba 50-70 mm vody. V případě větších dešťových srážek se voda čím dál hůře vsakuje do půdy, a to kvůli velké zastavěné ploše, ať už se jedná o silnice, domy, parkoviště atd. Dešťová voda tak splavuje všechny různé nečistoty a odtéká kanalizací do toků. Kanalizační sítě jsou přetěžovány, kapacity čistíren odpadních vod jsou přeplněné, a proto je není možné zásobovat zbytečným přítokem nových odpadních vod.

Řešením, jak vodu zadržet, aby všechna neodtékala kanalizační sítí, je aplikace vsakování. Jedná se o nejjednodušší a nejefektivnější způsob decentralizovaného řešení. Vsakování rozdělujeme na povrchové a podzemní.

Vytvořením mělké prohlubně v trávníku umožníme zadržet větší část vody v místě. To zapříčiní prodloužení doby, po kterou je tráva zelená, kapacita stok pro odvádění dešťové vody se bude moci omezit a nebudou se muset stoky rekonstruovat. Dále se také zlepší mikroklima a omezí se i přítok vody do řeky. S minimálními investičními náklady bude možné dosáhnout značných úspor a v malé míře se zlepší i životní prostředí.

V dnešní době je vsakování povinnou součástí každé novostavby dle příslušné vyhlášky 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území § 20)-nutno přednostně vsáknout na vlastním pozemku. Pro návrh vsakování u nás platí norma ČSN 75 9010.

Kdybychom s tím nic nedělali a neučinili určitá opatření, nevím, zda bychom zanechali pro budoucí generace kvalitní životní podmínky. Proto jsem rád, že téma hospodaření s dešťovou vodou zajímá čím dál více lidí, a stalo se tak konečně jedním ze základních témat našich zákonodárců. Tato problematika je zakotvená v naší legislativě, což je myslím dobrý krok do budoucnosti. Avšak například naši němečtí sousedé jsou s hospodařením s dešťovou vodou v celé Evropě nejdále. Osvědčily se u nich poplatky za vypouštění dešťové vody do kanalizace. Občané tedy raději dešťovou

vodu využívají, než aby za ni museli platit. Takový systém je u nás také, ale platí pouze pro podnikatele, kteří musejí odvádět poplatky za srážkové vody. Myslím, že jako jeden z nástrojů opatření by u nás mohl tento způsob poplatků platit v budoucí době pro všechny.

Pitné vody máme málo, a proto mi přijde zbytečné s ní plýtvat tam, kde můžeme použít vodu dešťovou. Pevně věřím, že nejen u nás, ale i na celém světě, bude v dohledné době smysl hospodaření s dešťovou vodou naplněn.

9. Závěr

Cílem mé práce bylo seznámení se s přehledem stávající legislativy týkající se oblasti vodního hospodářství, především hospodaření s dešťovou vodou. Dále popis ekologických, přírodně blízkých způsobů čištění a úpravy vody, shrnutí možností využití dešťových vod a také seznámení se s možnými dotacemi, které jsou poskytovány. Hlavním cílem mé práce byl však návrh řešení, jak hospodařit s dešťovou vodou pro rodinný dům.

Vypočítal jsem si objem spadlých srážek v řešené lokalitě a navrhl jsem 3 varianty pro hospodaření s dešťovou vodou u rodinného domu.

V první variantě jsem se zabýval využitím dešťové vody pro splachování WC. Navrhl jsem akumulární nádrž o objemu 6 800 litrů, která bude zároveň sloužit i pro závlahu části trávníku. V případě naplnění nádrže je zde přepad do dešťové kanalizace. Spočítal jsem si měsíční spotřebu vody na splachování toalet pro 5 osob. Z toho mi vyplynulo, že objem srážek, který využijeme z odtoku střechy, nám bohatě vystačí pro potřebu vody na splachování, a to ve všech měsících.

Ve druhé variantě je voda využívána na zalévání trávníku. Navrhl jsem 2 nádrže stojící u rodinného domu. Jednu ze severní a druhou z jižní strany. Tyto nádrže budou zásobovat svody 1 až 4. Celkový objem nádrží je 9 600 l. V případě, že budou nádrže přeplněny, je vytvořen bezpečnostní přepad do dešťové kanalizace.

Poslední varianta, jak využít dešťovou vodu, je vsakování. Navrhl jsem vsakovací zařízení umožňující vsakovat vodu spadlou na střechy budov. Vsakovací zařízení, tedy prostor vyplněný štěrkem, svou velikostí odpovídá objemu spadlých

srážek na střechy staveb, u kterých bude vsak použit. Nakonec jsem ale došel k závěru, že u rodinného domu použiji vsakování povrchové, které je méně nákladné a pracné a je nejvíce přirozené.

Způsob, jakým jsme dodnes hospodařili a bohužel stále hospodaříme s dešťovou vodou, můžeme označit za plýtvání vodou, které je čím dál méně. Proto jsem rád, že se v současné době toto téma často probírá a jsou vytvořena částečná opatření, jako například zakotvení problematiky do legislativy.

10. Seznam použité literatury

Knihy a články:

- BAINBRIDGE, David A. *Úsporné zavlažování zahrady: jak ušetřit až 90 procent vody*. Přeložil Linda BLÄTTLER. Praha: Euromedia, 2016. Esence. ISBN 978-80-7549-121-3.
- BEDNÁŘ, Jan. *Meteorologie: [úvod do studia dějů v zemské atmosféře]*. Praha: Portál, 2003. ISBN isbn807178-653-5.
- BÖSE, Karl-Heinz. *Dešťová voda pro dům a zahradu*. Ostrava: HEL, 1999. ISBN 80-86167-08-9.
- BÖSE, Karl-Heinz. *Voda pro dům a zahradu*. Praha: Nakladatelství techn. lit., 1991. ISBN 80-03-00322-9.
- BULLERMANN M., KLEIN B., BUSWEILER U., REXROTH R., SELL-FORO W. (1989): Regenwassernutzung in privaten und öffentlichen Gebäuden - Qualitative und quantitative Aspekte, technische Anlagen. Selbstverlag, Darmstadt, 350s.
- BURSÍK K. (2010): Studie možnosti hospodaření s dešťovou vodou v areálu Fakulty stavební v Praze. Diplomová práce, ČVUT- FSv, Praha, 123 s.
- HARRINGTON R., CARROLL P., CARTY A. H., KEOHANE J., RYDER C., 2007: Intergrated Constructed Wetlands:koncept, design, site evaluation and performance. International Journal of Water 3/2007: 243-256.
- HÄCKEL, Hans. *Atlas oblaků*. Praha: Academia, 2008. Atlas (Academia). ISBN isbn:978-80-200-1643-0.
- HLAVÍNEK, Petr, Petr PRAX a Jiří KUBÍK. *Hospodaření s dešťovými vodami vurbanizovaném území*. Brno: ARDEC, c2007. ISBN 978-80-86020-55-6.
- KABELKOVÁ I., DOLEŽALOVÁ A., 2009: Jak hospodařit s dešťovou vodou na soukromém pozemku: praktický rádce pro obnovu propustnosti povrchů a zasakování. Ústav pro ekopolitiku o.p.s., Praha: 48 s.
- KREJČÍ, Vladimír. Odvodnění urbanizovaných území-koncepční přístup. Brno: Noel 2000, 2003. ISBN 80-86020-39-8.

- KUKLÍK V., KŘOVÁK F. (1988): Cvičení z meliorací. VYSOKÁ ŠKOLA ZEMĚDĚLSKÁ PRAHA, Praha, 214 s.
- INKADE-LEVARIO, Heather. *Design for water: rainwater harvesting, stormwater catchment, and alternate water reuse*. Gabriola Island, B.C.: New Society Publishers, c2007. ISBN isbn978-0-86571-580-6.
- MARZLUFF, John M. *Urban ecology: an international perspective on the interaction between humans and nature*. New York: Springer, c2008. ISBN 0387734112.
- POKORNÝ, Marek a Petr HEJTMÁNEK. *Požární bezpečnost staveb: sylabus pro praktickou výuku*. 2. přepracované vydání. V Praze: České vysoké učení technické, 2018. ISBN 978-80-01-06394-1.
- *Stavitel: Měsíčník Hospodářských novin*. Praha: Economia, a.s. ISSN issn1210-4825.
- STRÁNSKÝ, D., KABELKOVÁ I., VÍTEK J. et SUCHÁNEK M., 2008: Koncepce hospodaření s dešťovou vodou v ČR: Současný stav. Semináře Hospodaření s dešťovou vodou, Brno.
- ŠÁLEK, Jan, Zdeňka ŽÁKOVÁ a Petr HRNČÍŘ. *Přírodní čištění a využívání vody v rodinných domech a rekreačních objektech*. Brno: ERA, 2008. 21. století. ISBN isbn978-80-7366-125-0.
- ŠÁLEK, Jan. *Voda v domě a na chatě: využití srážkových a odpadních vod*. Praha: Grada, 2012. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-3994-6.
- ŠÁLEK, Jan a Václav TLAPÁK. *Přírodní způsoby čištění znečištěných povrchových a odpadních vod*. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2006. Technická knihnice autorizovaného inženýra a technika. ISBN isbn80-86769-74-7.
- THAMER, A. M., NOOR, M. J. M. et GHAZALI, A. H. 2006: Study on Potential Uses of Rainwater Harvesting in Urban Areas. University Putra Malaysia, Faculty of Engineering.
- VALÁŠEK J., 1980: Hydrologie a hydraulika, SNTL – Nakladatelství technické literatury, Praha, 1. vyd., 336 s., ISBN 80-05-00723-X.

- ŽABIČKA, Zdeněk a Karel VRÁNA. *Hospodaření se srážkovou vodou v nemovitostech: TP 1.20 : technická pomůcka k činnosti autorizovaných osob*. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, 2011. Metodické pomůcky k činnosti autorizovaných osob. ISBN 978-80-87438-14-5.

Internetové zdroje:

- KÖNIG K.W., 2002: Regenwassernutzung von A-Z: Ein Anwenderhandbuch für Planer, Handwerker und Bauherren. Teil 2: Planung einer modernen Regenwassernutzungsanlage. Mallbeton GmbH, DS-Pfohren, online: <http://www.mall.info/fileadmin/Gewerblich/Fachbuchreihe/RegenwasserGrundlagen.pdf>, cit. 20. 4. 2012.
- CHMI, 2018: Územní srážky. Český hydrometeorologický ústav, Praha, online: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky>.
- DVOŘÁKOVÁ D., 2007: Využívání dešťové vody (I) – kvalita a čištění. Topinfo s.r.o., online: <http://www.tzb-info.cz/3902-vyuzivani-destove-vody-ikvalita-a-cisteni>, cit. 10.3.2014.
- METEOCENTRUM, 2014: Atmosférické srážky. Meteocentrum, online: <https://www.meteocentrum.cz/>, cit. 9.3.2014.
- EKOCIS, 2012: Schéma zemního filtru. Ekocis s.r.o., Beroun, online: <https://ekocis.cz/zemni-filtry> , cit. 23. 4. 2012.
- Hospodaření s dešťovou vodou, odvod dešťové vody | ASIO.cz. *Čistírny odpadních vod (ČOV), úprava vody a čištění vzduchu | ASIO.cz*[online]. Copyright © 2011 [cit. 05.04.2019]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/hospodareni-s-destovymi-vodami>.
- Dotace Dešťovka. *Dotace Dešťovka* [online]. Copyright © 2017 [cit. 05.04.2019]. Dostupné z: <https://www.dotacedestovka.cz/>.

- [online]. Copyright © 2017 [cit. 17.04.2019]. Dostupné z: <https://www.db-jimky.cz/>
- Požární, retenční nádrže | Špaček plast. Úvod | Špaček plast [online]. Dostupné z: <http://www.spacek-plast.cz/-pozarni-nadrze-eshop.html>.
- Srážkové vody . *Městské vodovody a kanalizace Dvůr Králové nad Labem s.r.o.* [online]. Copyright © 2019, Městské vodovody a kanalizace Dvůr Králové nad Labem s. r. o. [cit. 05.04.2019]. Dostupné z: <https://mevakdnl.cz/srazkove-vody>.

Zákony a normy:

- Zákon č.254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), v platném znění.
- Zákon č.274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), v platném znění.
- Zákon 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon).
- Vyhláška č. 428/2001 Sb. kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).
- ČSN 75 9010 - Vsakovací zařízení srážkových vod.
- ČSN 75 0434 - Meliorace. Potřeba vody pro doplňkovou závlahu.
- ČSN 75 6780- Využití šedých a dešťových vod v budovách a na přilehlých pozemcích.
- ČSN EN 16941-1- Zařízení pro využití nepitné vody na místě.

11. Seznam obrázků

Obrázek č. 1- Překlápěcí srážkoměr	13
Meteostanice Měřicí přístroje. <i>Meteostanice Měřicí přístroje</i> [online]. Dostupné z: https://www.meteostanice.cz/	
Obrázek č. 2- Ombrograf	13
Meteostanice Měřicí přístroje. <i>Meteostanice Měřicí přístroje</i> [online]. Dostupné z: https://www.meteostanice.cz/	
Obrázek č. 3- Svodový okapový filtr (Dvořáková, 2007)	17
Obrázek č. 4- Filtrační podokapový hrnec (Dvořáková, 2007)	17
Obrázek č. 5- Filtrační koš v tělese filtru (Dvořáková, 2007)	18
Obrázek č. 6- Samočistící filtr (Dvořáková, 2007)	19
Obrázek č. 7- Jemný filtr (Dvořáková, 2007)	19
Obrázek č. 8- Jednoduchý půdní filtr (Hlavínek a kol, 2007)	20
Obrázek č. 9- Graf, využití dešťové vody v domácnosti (Dvořáková, 2007)	27
Obrázek č. 10- Plastový zahradní sud na dešťovou vodu	29
Dům a byt. <i>Bydlení • Stavba • Zahrada Dům a byt</i> [online]. Copyright © BUSINESS MEDIA CZ, s. r. o. 2006 [cit. 06.04.2019]. Dostupné z: https://www.dumabyt.cz/	
Obrázek č. 11- Žebrovaná válcová nádoba na dešťovou vodu.....	29
Dům a byt. <i>Bydlení • Stavba • Zahrada Dům a byt</i> [online]. Copyright © BUSINESS MEDIA CZ, s. r. o. 2006 [cit. 06.04.2019]. Dostupné z: https://www.dumabyt.cz/	
Obrázek č. 12- Sada pro využití dešťové vody.....	30
Dům a byt. <i>Bydlení • Stavba • Zahrada Dům a byt</i> [online]. Copyright © BUSINESS MEDIA CZ, s. r. o. 2006 [cit. 06.04.2019]. Dostupné z: https://www.dumabyt.cz/	
Obrázek č. 13- Otočný postřikovač Vortex 8 Hozelock.....	32
Zavlažovací systémy hadice, pistole, konve, rozprašovače - <i>Pěstík.cz. Pěstík.cz - zahradní potřeby, semínka, hnojivo, stroje - Pěstík.cz</i> [online]. Copyright © 2009 [cit. 06.04.2019]. Dostupné z: https://www.pestik.cz/zavlazovani/	

Obrázek č. 14- Plastová požární nádrž (Pokorný, 2018)	34
Obrázek č. 15- Retenční požární nádrž (Pokorný, 2018)	35
Obrázek č. 16- Prefabrikovaná požární nádrž (Pokorný, 2018).....	35

12. Seznam tabulek

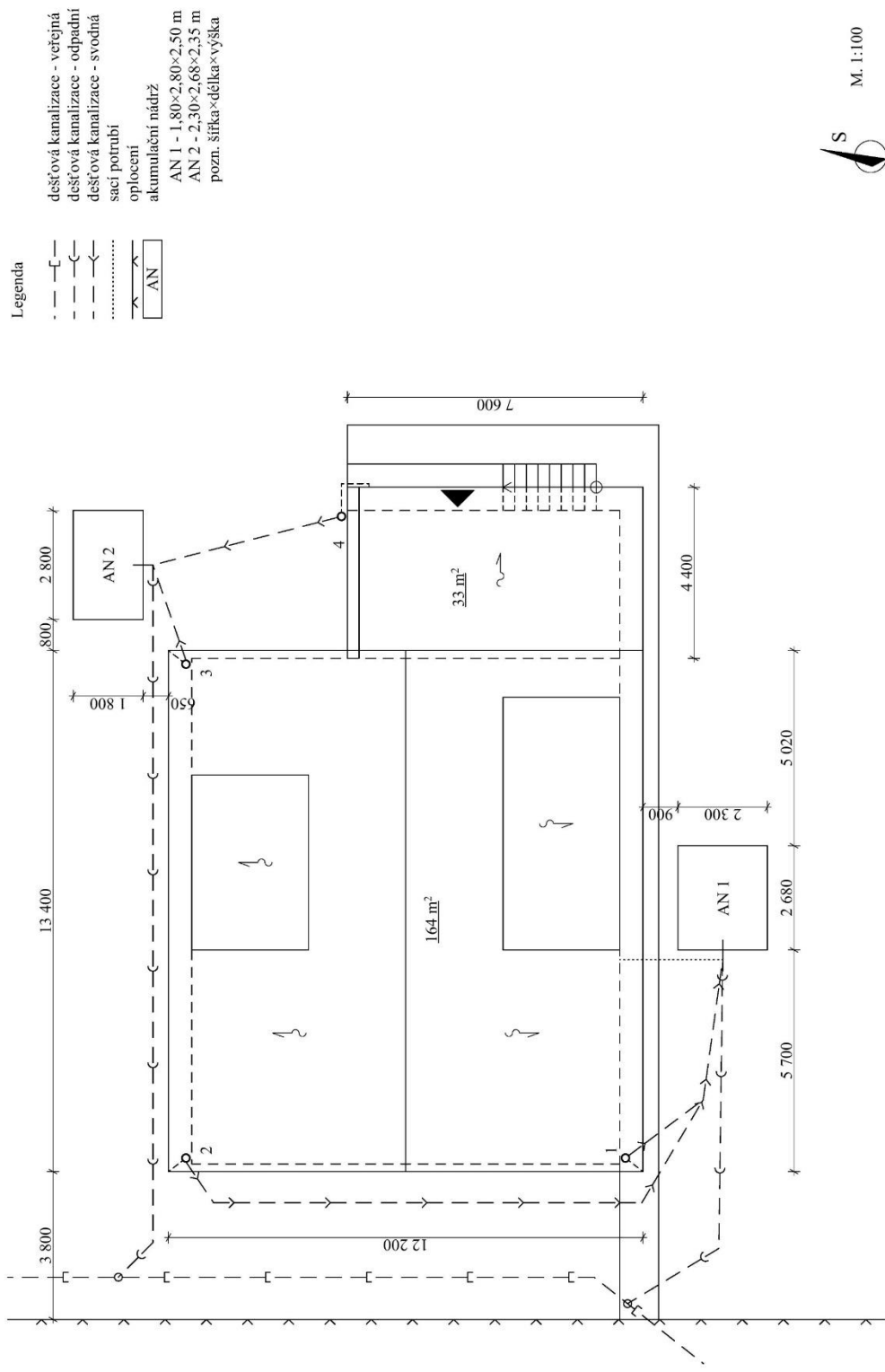
Tabulka č. 1- Tvrdost vody (Dvořáková, 2007).....	32
Tabulka č. 2- Spotřeba vody spotřebičů v domě (Tzb-info.cz).....	33
Tabulka č. 3- Dlouhodobý objem srážek (Portal.chmi.cz).....	38
Tabulka č. 4- Objem srážek spadlý na budovy pozemku.....	39
Tabulka č. 5- Měsíční bilance.....	40
Tabulka č. 6- Zavlažování zeleně.....	41
Tabulka č. 7- Výpočet zavlažování.....	42
Tabulka č. 8- Měsíční bilance+potřebné množství vody na závlahu a WC.....	42
Tabulka č. 9- Výpočet vsakovacího zařízení.....	44
Tabulka č. 10- Výpočet vsakovacího zařízení.....	45
Tabulka č. 11- Výpočet vsakovacího zařízení.....	46

13. Seznam příloh

Příloha č.1 - Situace, umístění akumulčních nádrží

Příloha č. 2 - Akumulační nádrž od firmy OTTO GRAF

Příloha 1



Příloha č.1- Situace, umístěních nádrže (rodinný dům)

Příloha 2

