

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2020

Karel Svatoš

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ
A ENVIROMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ

Hospodaření s dešťovými vodami na vybrané lokalitě

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Lenka Pavlíčková, Ph.D.

Vyhotovil: Karel Svatoš

2020

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Hospodaření s dešťovými vodami na vybrané lokalitě vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V dne.....

Podpis:.....

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat své vedoucí bakalářské práce Ing. Lence Pavlíčkové, Ph. D. za odbornou pomoc a trpělivost při vedení této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za jejich trpělivost při psaní této práce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce pojednává o hospodaření s dešťovými vodami a o jejich využívání v obci Pesvice. V posledních letech dochází k úbytku srážek a tím pádem je zadržování dešťových vod a následně jejich využívání aktuálním tématem. Práce vychází z odborné literatury a popisuje, jak efektivně s dešťovou vodou nakládat od jejího zachycení, čištění, infiltraci až po její využití. Praktická část navrhuje vhodné řešení pro rodinné domy, poukazuje na to, jak by měly nakládat s dešťovou vodou na svém pozemku a využívat ji. Návrh posuzuje podle množství zachycené dešťové vody její využití, součástí návrhu je i ekonomické zhodnocení při rekonstrukci. Další navrhované řešení se týkalo obecní komunikace, kde byla hlavní podstatou vsakovací schopnost povrchu a půdy takovým způsobem, aby docházelo k neustálému doplňování podzemních vod.

Klíčová slova

Dešťová voda, využívání dešťové vody, vsakování, spotřeba vody

Abstact

This coursework is about the management and harvesting of rainwater in the village od Pesvice. In the last few years, the level of rainfall is dropping. Because of this, rainwater management and harvesting is currently an important topic. This coursework references current academic literature and discusses how to use rainwater effectively, from collecting it and cleaning it to filtering and eventually using it. This work will provide practical suggestions for how to use rainwater on domestic properties. It will discuss the amount of rainwater collected and the potential uses as well as evaluating the economic benefits of such a systém. Another potential solution relates to rainwater management in the village. Currently the village loses it's rainwater via the drains, it would be preferable for the village to retain it's rainwater to ensure the soil does not become dry.

Key words

Rainwater, rainwater use, rainwater retention and water consumption

Obsah

1	ÚVOD	1
2	CÍL PRÁCE	2
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE	3
3.1	PITNÁ VODA	3
3.1.1	<i>Koloběh vody</i>	3
3.1.2	<i>Spotřeba vody</i>	4
3.1.3	<i>Cena vody</i>	5
3.2	HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU	6
3.2.1	<i>Historie hospodaření s dešťovou vodou</i>	6
3.2.2	<i>Současný stav</i>	7
3.2.3	<i>Legislativa ve vodním hospodářství</i>	8
3.2.4	<i>Dotační program Dešťovka</i>	10
3.2.5	<i>Využití dešťové vody</i>	11
3.3	KVALITA DEŠŤOVÉ VODY	11
3.3.1	<i>Možnosti znečištění dešťové vody</i>	12
3.4	ČIŠTĚNÍ DEŠŤOVÉ VODY	14
3.4.1	<i>Typy zařízení na čištění dešťové vody</i>	14
3.5	SKLADOVÁNÍ ZACHYCENÉ SRÁŽKOVÉ VODY	17
3.6	INFILTRACE DEŠŤOVÝCH VOD	18
3.6.1	<i>Způsoby vsakování dešťových vod</i>	18
3.7	RETENCE DEŠŤOVÉ VODY	24
3.7.1	<i>Retenční nádrže</i>	25
3.7.2	<i>Decentralizovaná retence dešťových vod</i>	26
3.7.3	<i>Kanalizace</i>	28
4	METODIKA	30
5	CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ PESVIC	30
5.1	PODNEBÍ V PESVICÍCH.....	31
5.2	ZÁKLADNÍ POPIS PŮDY VYBRANÉHO ÚZEMÍ PODLE BPEJ	33
5.3	KANALIZAČNÍ SÍŤ V PESVICÍCH	36
.....	36
6	NÁVRH HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU V OBCI PESVICE ..	36
6.1	NÁVRH ŘEŠENÍ U JEDNOTLIVÝCH POZEMKŮ V OBCI	37
6.1.1	<i>Dešťová voda na závlahu zahrady</i>	38
6.1.2	<i>Dešťová voda na splachování WC a praní v rodinném domě</i>	40
6.2	NAVRHOVANÉ ŘEŠENÍ PRO OBEC VE FORMĚ PLOŠNÉHO VSAKOVÁNÍ	43
7	DISKUZE	47
8	ZÁVĚR	49
9	PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ	50

1 Úvod

Dešťová voda, která se vyskytuje na Zemi, je zcela zdarma, ale trápí nás v případě, pokud je jí příliš, a i naopak zoufale málo, zejména v letním období. V našich zeměpisných šířkách vytéká voda z kohoutku, jakmile ho zapneme, nestaráme se, dokud nám nepříjde vyúčtování. Voda je z pohledu života i krajiny neocenitelná a lidmi je příliš často nedoceněná. Pro většinu z nás se voda stává samozřejmostí, ale ne všude panuje taková situace jako u nás. S nedostatkem vody se váže chudoba, nemoci a hlad. Spousta lidí na světě nemá kvalitní přístup ke zdroji pitné vody. Nejhorší situace je v subsaharské Africe, kde má přístup k nezávadné pitné vodě pouze 56 % obyvatel. (Hlavínek a kol., 2007)

V takovéto chvíli přichází myšlenka na vodu padající přímo z nebe. Tato myšlenka není nová, dokonce ve starém Římě byl déšť nasměrován ze střechy do nádrží, které byly uloženy v podzemí. Dešťová voda je skutečným darem. Zejména při dnešní moderní výstavbě rodinných domků upravují i jednotlivé obce svými vyhláškami způsob „likvidace“ dešťové vody na pozemku. Nakládání s dešťovou vodou upravuje mimo jiní také vodní zákon. Pro dešťovou vodu platí, že jí nelze běžně vypouštět do kanalizační sítě, neboť se tím narušuje technologický cyklus na čistírnách odpadních vod. Při velkém přítoku dešťové, relativně čisté vody většinou dochází u biologických čistíren k vyplavování aktivních bakterií a samotný čistící efekt je pak snížen, či dokonce na nějakou dobu zcela zastaven. Pro tuto vodu se budují samostatné, gravitační srážkové kanalizace, které odvádějí dešťovou vodu.

Jak tedy likvidovat přebytečnou dešťovou vodu na pozemku v obci, která nemá srážkovou kanalizaci? A neexistuje ekonomicky výhodné řešení zpětného využití této vody? Ideálním řešením je zachytávání a využití této vody na vlastním pozemku, např. zřízením podzemní zásobárny. Statisticky doloženou průměrnou spotřebou vody v domácnosti je 89, 2 l na osobu a den. Tuto spotřebu lze skutečně rapidně snížit při využití dešťové vody jako vody užitkové. Tím se dá celkem snadno ušetřit až padesát procent vody pitné.

Základem takového vodního hospodářství je tedy podzemní jímka. Záleží na každém investorovi, jak velkou zásobu dešťové vody bude schopen zpracovat. Do jímky by měly být zaústěny dešťové svody ze střechy rodinného domku, či jiné nemovitosti. Každá jímka by měla být opatřena v horní části havarijním přepadem, kterým volně odtékají přebytky vody např. v deštivém období, přívalových dešťů nebo

v zimě, kdy je odběr vody mnohonásobně menší. Havarijní přepad z jímky je většinou sveden do trativodů patřičné délky, dle vsakovacích schopností půdy v dané lokalitě.

Díky vlivu klimatických změn a špatnému hospodaření s dešťovými vodami dochází ke snižování hladiny spodní vody a celkovému vysušování krajiny. Možným řešením, jak udržet srážkovou vodu v půdním profilu a zamezit tak rychlému odtoku, jsou zabezpečující vsakovací pásy zeleně s trvalým travním porostem.

2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je sumarizace poznatků z odborné literatury a vytvoření návrhu možného využití dešťové vody v konkrétní obci. Jedná se o malou obec Pesvice se 177 obyvateli, která se z důvodů v blízkosti Chomutova rychle rozrůstá. Pro vytvoření návrhů bude podstatné udělat průzkum obyvatel v obci ohledně hospodaření s dešťovými vodami, zjistit úhrny srážek a propustnost půdy. Poté využít získané informace a vytvořit vhodné návrhy, které by přispěly ke zlepšení životního prostředí v dané obci. Cílem bude vytvořit návrhy pro rodinné domy a obecní komunikace, které by zmírnily odtok dešťové vody, aby voda byla zadržována v dané lokalitě.

3 Literární rešerše

3.1 Pitná voda

3.1.1 Koloběh vody

Voda znamená život, růst a pokrok. Zásoby pitné vody na Zemi jsou však v omezeném množství. (Rehau, 2019)

Její rozložení není rovnoměrné, jak prostorově, tak časově. Je zapotřebí s ní hospodařit velmi dobře, a proto je nezbytně nutné znát koloběh vody v přírodě. (Bumerl M., 2003)

Voda je neustále v pohybu a mění v koloběhu své stavy mezi kapalinou, parou a ledem. Tyto procesy probíhají v mrknutí oka a po miliony let. Koloběh vody je poháněn slunečnou energií, gravitační silou a rotací země a popisuje pohyb vody na, nad a pod povrchem Země. (Shiklomanova I., 1993)

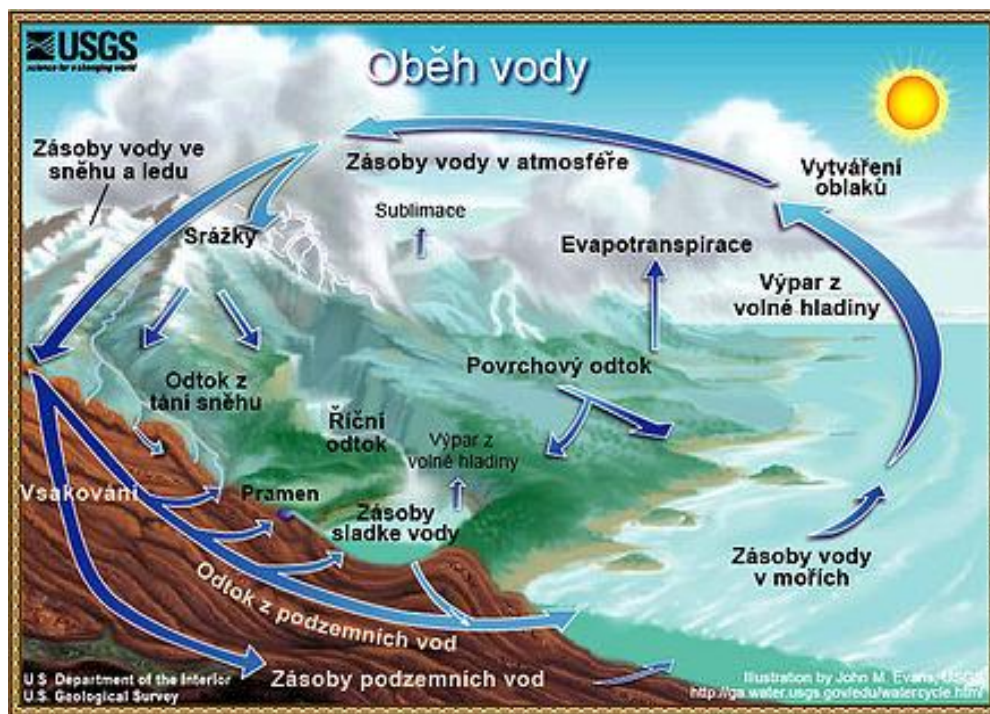
Voda se vypařuje z oceánů, jezer, řek, ze všech vodních ploch i zemského povrchu a také z rostlin. Tvoří se vodní páry, které se dostávají do atmosféry, zde cirkulují. Vlivem snížené teploty a zvýšeného tlaku kondenzují a mění se ve vodní srážky, které dopadají na zemský povrch ve formě deště, sněhu nebo krup. Dešťová voda opět doplní stav vodních nádrží a toků, dále se část vsákne do Země a doplní tak zásoby podzemních vod.

Rozlišujeme dva typy koloběhu vody, velký a malý. Velký koloběh znamená odpaření vody z oceánu, vodní páry jsou vzdušným prouděním přeneseny i nad kontinent, kde kondenzují, formou srážek dopadají zpět do oceánu, anebo na zemský povrch. Na zemském povrchu se díky zásaku stávají součástí podzemních vod, déle povrchovým odtokem odtečou zpět do oceánu a část vody se opět vypaří. (Bumerl M., 2003)

Oceány obsahují cca 97 % vody na Zemi. Asi 1,7 % zemské vody je uloženo v polárních ledovcích. Řeky, jezera a půda zadržují přibližně 1,7 %. V zemské atmosféře je pouze 0,001 % ve formě vodní páry. (Vitthalrao B., Khyade, 2016)

Malý vodní cyklus probíhá nad pevninou, v krajinném měřítku a je výrazně ovlivňován typem krajiny (podobně funguje i nad mořem). Má na svědomí většinu srážek dopadajících na pevninu. Jeli voda odváděna z území povrchovým odtokem do oceánu, tím pádem ubývá množství odpařené vody v krajině a snižuje se množství srážek nad pevninou, a proto dochází k narušení malého vodního cyklu. Místo

pravidelných menších srážek, se vyskytují dlouhá období sucha a následně přívalové deště (důsledek velkého vodního cyklu). To má za příčinu erozi půdy, pokles hladiny spodní vody a poškození vegetace, což opět vede k destabilizaci klimatu. (Bumerl M., 2003)



Obr. 1: Koloběh vody na Zemi (Zdroj: USGS).

3.1.2 Spotřeba vody

Skutečnost, že používáme příliš mnoho vody, je realitou po celém světě. Vzhledem k rychlému růstu světové populace spojenému s dopadem změny klimatu musíme být jednotlivě i společně odpovědnější, pokud jde o to, kolik vody spotřebujeme. (Cosgrove C., 2018)

Spotřeba vody v domácnostech stoupá již několik let. Na svém minimu byla spotřeba vody v roce 2013, kdy byla spotřeba 87,1 litru na osobu a den. V předchozím roce (myšleno rok 2019) na konci dubna zveřejnil Český statistický úřad (ČSÚ), že v domácnostech pak průměrný Čech spotřebuje denně 89,2 litru vody. Spotřeba oproti roku 2018 vzrostla o 0,6 litru, přestože stoupl vodné i stočné. Na konci 80. let byly hodnoty dvojnásobné a pohybovala se spotřeba kolem 170 litrů denně na osobu. V Praze máme nejvyšší spotřebu vody převyšující 107 litrů na osobu a den. Naopak ve Zlínském kraji je přibližně o 32 litrů menší. (Volfík R., 2019) Spotřebu vody v České republice a v domácnostech jsou uvedeny níže v obrázku 1.

Spotřeba vody v ČR (l/os./den)		
Rok	Celková spotřeba	Spotřeba domácností
2014	129,5	87,3
2015	131,5	87,9
2016	131,2	88,3
2017	131,7	88,7
2018	133,5	89,2

Tab. 1: Spotřeba vody v ČR (Zdroj: Život, 2019).

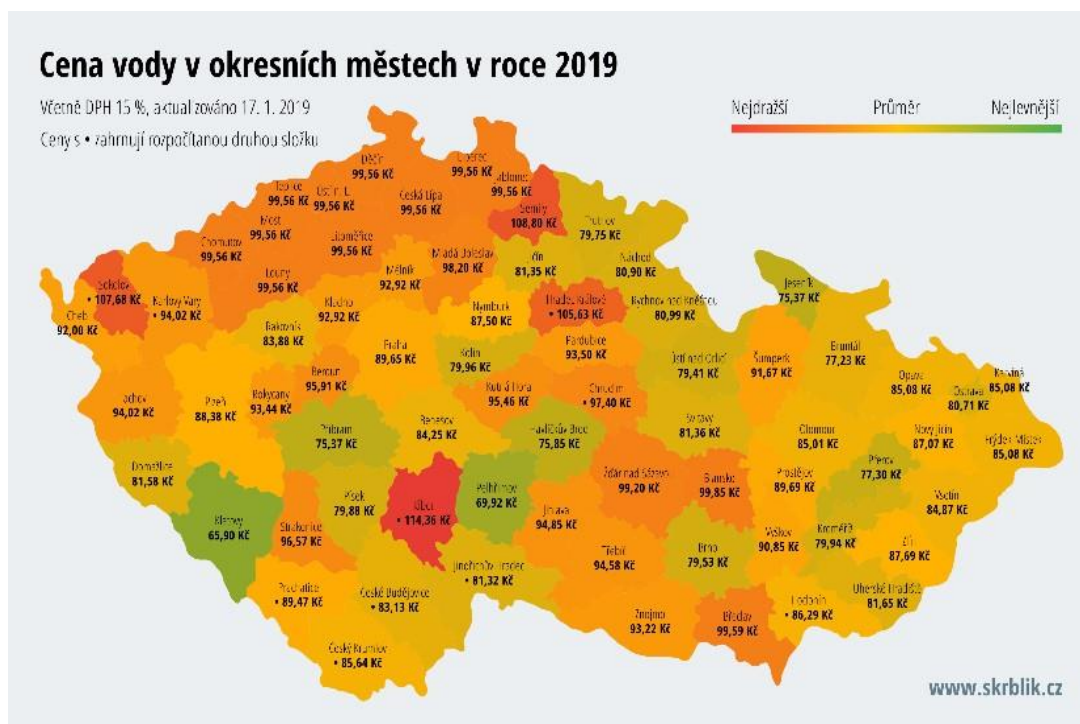
Spotřeba vody v domácnostech (l/os./den)			
Kraj	2018	2017	2016
Praha	107,5	109,3	107,9
Středočeský kraj	88,2	85,3	86,1
Jihočeský kraj	84,1	84,6	84,7
Plzeňský kraj	88,4	88,6	87,4
Karlovarský kraj	86,7	85,5	84,5
Ústecký kraj	91,6	89,6	90,2
Liberecký kraj	87,5	86,8	86,6
Královéhradecký kraj	80,5	80,2	79,2
Pardubický kraj	79,7	75	77,3
Kraj Vysočina	81,2	79,1	78,6
Jihomoravský kraj	92,9	92,9	92,9
Olomoucký kraj	83,2	83,5	81,3
Zlínský kraj	75,7	75,9	74,9
Moravskoslezský kraj	89,9	89,1	89,8

Tab. 2: Spotřeba vody v domácnostech (Zdroj: Život, 2019).

3.1.3 Cena vody

Cena vody se liší podle odběru z vodárenské společnosti a také podle území. V ceně vody je zahrnuto vodné i stočné. Vodné je platba za dodávku pitné vody z veřejného vodovodu. Cena 1 kubíku vody zahrnuje samotnou vodu, ale i náklady na její distribuci. Platba stočného je za odvedení odpadní vody veřejnou kanalizací do čističky a její následné čištění. Cena stočného tvoří většinou necelou polovinu z celkové ceny vody.

V některých městech cenu vody tvoří dvě složky: Pohyblivá (čím více odeberete, tím více zaplatíte) a pevná (paušální poplatek, obvykle vázaný na kapacitu vodoměru). Spotřebovaný kubík vody stojí v roce 2019 v průměru 90 Kč. (Špičková I., Kropáček J., 2018)



Tab. 3: Cena vody v okresních městech v roce 2019 (Zdroj: Skrblik, 2019)

3.2 Hospodaření s dešťovou vodou

3.2.1 Historie hospodaření s dešťovou vodou

Různé typy odvodnění měst se vyskytovaly již v době antiky. Už ve středověku byly tzv. cisterny neboli podzemní nádrže o objemech až do 1000 m³, kde se shromažďovala dešťová voda pro nejrůznější potřeby společnosti.

V roce 3000 př.n.l. existovaly v Babylonu mnohametrové hluboké šachty k zasakování dešťových a odpadních vod (z kuchyní a koupelí z domů a paláců). Římské ulice se stavěly z velkých kamenných kvádrů, mezi kterými byly nevázané spoje umožňující vsakování dešťové vody. Byly však mnohdy napojené přes vpusti na kanalizaci. Pochůzní kameny se využívaly k přecházení ulice. U většiny obytných domů v římské říši se nalézaly otevřené nádrže, ve kterých se shromažďovala dešťová voda stékající ze střech. Přepady ústily do podzemních cisteren, voda zde byla chráněna před vypařováním a také před znečištěním, a navíc byla udržována její poměrně nízká teplota.

V Pergamonu v Malé Asii na ploše 8 ha bylo nalezeno při vykopávkách celkem 80 cisteren s objemem 10 – 130 m³. Cisterny byly vytesány ve skále, byly hruškovitého tvaru s úzkým hrdlem, které bylo zakryté kamennými deskami.

K neznámějším světovým příkladům patří Masada, je to skalní masiv ležící v poušti, která se nachází západně od Mrtvého moře. Tento systém je vzácný jak svým druhem, tak i rozsahem. Na vrcholu skály je plošina, která je 650 m dlouhá a 300 m široká. Zde byla vybudována přibližně 100 let př.n.l. v areálu pevnosti a paláce i řada cisteren pro zachycení občasných, také i vydatných dešťů. Dvě z největších cisteren mají objem 750 m³ a 1000 m³. Ve starověku byla s největší pravděpodobností vybudována největší nádrž na zachycování dešťové vody o objemu 80 tisíc m³ v Konstantinopoli. Dnes slouží jako turistická atrakce a je nazývána „katedrála pod vodou“.

Po zániku římské říše upadlo mnoho znalostí antiky v zapomnění. Katastrofální hygienické podmínky v rychle rostoucích městech směřovaly opět k budování veřejných i soukromých zařízení pro zásobování vodou s jednoduchou úpravou vody. V Benátkách se nacházelo až do doby vzniku centrálního zásobování pitnou vodou v 19. století přes 4 500 cisteren na dešťovou vodu, z nichž každá třetí sloužila k zásobování pitnou vodou. (Hlavínek a kol., 2007)

V té době se rychle rozvíjela města, která byla sužována řadou opakujících se epidemií. Hlavní příčinou bylo nakládání se splaškovými vodami, které tekly volně po ulicích. Při dešti docházelo k mísení těchto vod se srážkovými a dostávaly se společně do zdrojů pitné vody. Řešením bylo plošné budování prvních stokových systému, některé slouží dodnes. Jejich úloha vedla k co nejrychlejšímu odvedení dešťových a splaškových vod z města společným trubním vedením (jednotná stoková síť). Později se to ukázalo jako nevhodné řešení a docházelo k oddělení splaškových a srážkových vod (oddílné stokové systémy). (Vítek a kol., 2015)

3.2.2 Současný stav

V posledních desetiletích se způsob co nejrychlejšího odvodnění dešťových vod ukázal jako dlouhodobě nevládnutelný. Na vině jsou dvě hlavní příčiny, nárůst zpevněných ploch umocněných rychlým osidlováním měst a obcí a druhou je měnící se klima. Nově osídlená území jsou typická vysokým podílem nepropustných ploch (např. komunikace, parkoviště, chodníky, střechy budov). Dešťová voda dopadající na tyto povrchy se nemůže přirozeně vsakovat, její velká část je odváděna stokovými systémy, a proto dochází i k celkovému snížení výparu oproti přirozeným podmínkám. (Sieker H., 2020)

Dnešní města se nacházejí v podobné situaci jako města v polovině 19. století. Neřeší už ale problémy jako opakující se epidemie z nevhodného nakládání s

odpadními vodami, ale nepřímé dopady, které vedou ke snížené kvalitě životního prostředí a kvalitě života jako takového ve městě i mimo ně. (Vítek a Kol., 2015)

Kvůli rozšiřující se zástavbě mizí závratným tempem zelené plochy a půda schopná absorbovat vodu na místě, kam spadnou dešťové srážky. Přírozené odtoky zanikají a je problém vodu v zemi zachytit. Vybetonované a vyasfaltované plochy akumulují obrovské množství tepla, které následně vyzařují, tak vznikají tzv. tepelné ostrovy. Horký vzduch stoupá nad městské aglomerace, zamezuje kondenzaci vody a vzniku deště, ten poté spadne někde jinde. Odpařená voda přitom funguje jako přirozené chlazení a je schopná přehřívání zabránit. (Kalvoda S., 2018)

Po polovině 19. století se městské odvodnění stalo hlavní součástí občanské vybavenosti. Městské odvodnění má rozhodující význam pro osobní hygienu obyvatel, ale i pro obecnou ochranu v osidlovaném území. Toto odvodnění se zabývá vznikem, transportem a čištěním odpadních vod, proto je nezastupitelným oborem v celém systému vodního hospodářství. Podporuje komfort bydlení a přispívá k ochraně nemovitostí před lokálními záplavami.

Nyní je jasné, že současný způsob městského odvodnění není možné celosvětově realizovat. (Krejčí a kol., 2002) Technologie, které bychom mohli využít k doplnění stávajícího centralizovaného systému, jsou známé, ale obtížně realizovatelné z důvodu finančního a prostorového. Tyto technologie spíše zmírňují důsledky současného stavu, než aby řešily jeho příčiny. (Vítek a kol., 2015)

3.2.3 Legislativa ve vodním hospodářství

Současná legislativa v České republice počítá již s uvedenými důvody (ekonomické, ekologické a bezpečnostní) a řeší nakládání se srážkovou vodou. Cílem je přejít k decentrálnímu hospodaření s dešťovou vodou a zmírnění nepříznivých dopadů výstavby (snížení hladiny podzemní vody, přetížení stokových sítí, vznik povodní apod.). (Sámek O., 2013)

Hlavním právním předpisem v této oblasti je Vodní zákon. Problematikou dešťových vod se zabývá také Zákon o vodovodech a kanalizacích. V poslední řadě také s problematikou dešťové vody souvisí Stavební zákon.

Zákon č. 254/2001 Sb. Vodní zákon

Pokud plánujeme realizaci novostavby nebo přestavbu stávajícího objektu, je důležité vědět, že stavebníci jsou povinni podle charakteru a účelu užívání staveb zabezpečit je zásobováním vodou a odváděním, akumulací nebo čištěním odpadních vod. Povinnost se týká i následného vypouštění do vod povrchových nebo podzemních odpadních vod a zajištění vsakování nebo zadržování a odvádění povrchových vod vzniklých dopadem atmosférických srážek na tyto stavby (dále jen „srážkové vody“) v souladu se stavebním zákonem. (Zákony pro lidi., 2001) Bez splnění těchto podmínek nesmí být povolena stavba, změna stavby před jejím dokončením, užívání stavby ani vydáno rozhodnutí o dokončeném povolení stavby nebo rozhodnutí o změně v užívání stavby. (Vítek a kol., 2015)

Zákon č. 274/2001 Sb. Zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu

V tomto zákoně se řeší vztahy vznikající při rozvoji, výstavbě a provozu vodovodů a kanalizací sloužících veřejné potřebě a dále přípojek na ně. Jejich zřizování a provoz je ve veřejném zájmu.

Tento zákon řeší vodovody a kanalizace, které využívá trvale alespoň 50 osob, nebo pokud je průměrná denní výroba z ročního průměru odpadní nebo pitné vody větší jak 10 m³ na den. Tento zákon se na vodovody sloužící k rozvádění jiné, než pitné vody nevztahuje, pouze vodoprávní úřad může udělat výjimku a rozhodnout jinak, je-li to v zájmu ochrany veřejného zdraví, zdraví zvířat nebo ochrany životního prostředí. Na tento vodovod musí být připojeni alespoň dva odběratelé. (Žabička Z., 2003)

Kanalizace je vodní dílo, které je definováno jako samostatný soubor staveb nebo zařízení, který složí k odvádění odpadních vod a také srážkových vod. Tyto vody může odvádět buď společně nebo samostatně. Mluvíme-li o jednotné kanalizaci odvádí se společně srážková i odpadní voda. Ze srážkových vod se v tuto chvíli stává voda odpadní. Odvádí-li se srážková i odpadní voda zvlášť, je to kanalizaci oddílná. (Zákony pro lidi., 2001)

Vyhlášky

Podle vyhlášky č. 501/2006 Sb. § 20 odst. 5 c) vymezení stavebního pozemku se provádí vždy tak, aby na něm bylo vyřešeno vsakování nebo odvádění srážkových vod ze zastavěných ploch nebo zpevněných ploch, pokud se neplánuje jejich jiné využití; řešení musí být

1. jejich vsakování, v případě jejich možného smísení se závadnými látkami umístění zařízení k jejich zachycení, není-li možné vsakování,
2. zadržování a regulované odvádění oddílnou kanalizací k odvodu srážkových vod do vod povrchových, v případě jejich možného smísení se závadnými látkami umístění zařízení k jejich zachycení, nebo
3. není-li možné oddělené odvádění do vod povrchových, pak jejich regulované vypouštění do jednotné kanalizace. (Vítek a kol., 2015)

Znění vyhlášky č. 268/2009 Sb.

Vyhláška č. 268/2009 Sb. § 6 odst. 4 se týká staveb, z nichž odtékají povrchové vody vzniklé dopadem atmosférických srážek (dále jen „srážkové vody“). Objekty musí mít zajištěno jejich odvádění, pokud nejsou srážkové vody zadržovány pro další využití. Znečištění těchto vod závadnými látkami nebo jejich nadměrné množství se řeší vhodnými technickými opatřeními. Odvádění srážkových vod se zajišťuje přednostně zasakováním. Není-li možné zasakování, zajišťuje se jejich odvádění do povrchových vod; pokud nelze srážkové vody odvádět samostatně, odvádí se jednotnou kanalizací. (Zákony pro lidi., 2020)

3.2.4 Dotační program Dešťovka

Národní program Životního prostředí (NPŽP) podporuje projekty a aktivity, které pomáhají k ochraně životního prostředí v České republice. Cílem dotačního programu Dešťovka je motivovat vlastníky a stavebníky k udržitelnému a efektivnímu hospodaření s vodou. Čerpání dotací začalo 1. 10. 2018 v celé ČR bez ohledu na suché oblasti. Výsledkem by mělo být snížení odebíraného množství pitné vody z povrchových a podzemních zdrojů například tím, že si na zahradu vlastník pořídí nádrž na dešťovou vodu, kterou využije k zalévání zahrady nebo splachování toalet. (Anyloplex Plus s.r.o., 2019)

Program velká Dešťovka podporuje obce k lepšímu hospodaření s dešťovou vodou, například zachycení dešťové vody do podzemních nádrží a následně její použití k zalévání obecní zeleně, k ochlazení silnic a chodníků v období veder nebo ke

splachování ve školách, úřadech a jiných veřejných budovách. Místo odvedení veškeré dešťové vody do kanalizace bude pro obec efektivnější nechat ji volně zasakovat do půdy, a tím dotovat zásoby podzemní vody. Příspěvek se také vztahuje na výstavbu zelených střech, výměnu nepropustných povrchů parkovišť a jiných veřejných ploch za propustné. V poslední řadě příspěvek podpoří výstavbu suchých a polosuchých poldrů, bezpečnostních přelivů hrází a jiných protipovodňových opatření. Příjem žádostí na dotaci z programu velká Dešťovka probíhá od 3. 2. 2020 do 11. 1. 2021 (MŽP, 2020)

3.2.5 Využití dešťové vody

Jak už bylo zmíněno průměrná spotřeba pitné vody v domácnosti na jednoho obyvatele činí okolo 89, 2 litrů vody denně. Zhruba na polovinu této spotřeby není nutné mít kvalitní pitnou vodu, proto můžeme využít dešťovou vodu jako náhradu. Kde přicházíme s vodou osobně do styku (vaření, pití, mytí nádobí, tělesná hygiena) musí být použita voda pitná. Ale při jiném použití jako praní, splachování WC, zalévání, mytí aut a dlažeb, můžeme využít vodu srážkovou. (Hlavínek a kol., 2007)

3.3 Kvalita dešťové vody

Dešťové mraky vznikají odpařováním vody, proto by mohla být dešťová voda vlastně vodou destilovanou, tedy čistou bez rozpuštěných látek. Bohužel už v atmosféře přichází odpařená voda ke kontaktu s různými chemickými látkami. (Dvořáková D., 2007) Sloučeniny síry a dusíku, které se dostávají do ovzduší spalováním topného oleje, plynu a uhlí, jsou pohlcovány vodními parami a kapénkami (1litr dešťové vody obsahuje 20 až 30 cm³ rozpuštěných plynů – 40 až 70 % N, 20 % O a 5 až 20 % CO²). (Hanousek M., 2005) Její kvalita je tedy už v atmosféře snižena a je ovlivněna znečištěním vzduchu. Dešťová voda, která prochází zemskou atmosférou má hodnotu přibližně 5,6 pH, protože obsažený CO₂ ve vzduchu se na ni váže. Při kontaktu s předešlými sloučeninami síry a dusíku může hodnota pH klesnout až pod 4, v tomto případě hovoříme o kyselém dešti. Naopak bylo zjištěno, že kontakt dešťové vody s betonem (např. betonové tašky na střeše) pH zvyšuje až na 7. (Bose K., 1999). Dešťová voda je měkká, proto se hodí na více účelů využití (například zalévání zahrady, mytí aut, praní prádla a mytí dlažby) oproti vodě pitné, která je tvrdá. Voda pitná obsahuje chlór, který může vyvolávat osmózu. (pocitamesvodou.cz)

Při určení velikosti znečištění v dešťovém odtoku je důležitá délka bezdeštného období, vydatnost atmosférických srážek a objem dešťového odtoku. Téměř veškeré

látkové znečištění, které se nachází v dešťovém odtoku, vykazuje na začátku odtoku vyšší koncentrace než v jeho dalším průběhu (tzv. efekt "prvního splachu"). Je to důsledek toho, že na počátku deště jsou vyplavována atmosférická znečištění, dále je mobilizována suchá depozice a také od posledního deště vzniklé produkty koroze. Oddělení počátečního splachu (zhruba první 1-3 mm deště) vede zpravidla k podstatnému snížení látkového znečištění v zachycené dešťové vodě.

3.3.1 Možnosti znečištění dešťové vody

Dešťové vody odtékají z urbanizovaného území, a jsou tak znečištěny látkami, které jsou obsaženy v atmosféře a které se vyskytují na odvodňovaných plochách. S těmito vodami nakládáme podle míry znečištění, není tedy vhodné mísit málo a vysoce znečištěné vody a také různé znečišťující látky ve vodě potřebují různé způsoby čištění. (TNV 75 9011, 2013)

Dešťová voda je kvůli obsahu oxidu uhličitého, popřípadě siřičitého nebo sírového (z kouřových plynů) vždy velmi měkká. Má korozivní vlastnosti na kov i zdivo. Kromě toho pojímá voda při dešti také částičky prachu a bakterie obsažené ve vzduchu. (Hanousek M., 2005)

3.3.1.1 Znečištění v atmosféře

Atmosférické srážky obsahují prakticky veškeré látky, které se v atmosféře vyskytují, převážně pak látky z průmyslových zón a z velkých měst, které patří k jedné z hlavních příčin znečištění dešťových vod. V průběhu deště dochází k vymývání látkového znečištění ve vzduchu a tím dochází k čištění atmosféry samotné. Tato dešťová voda není čistý koncentrát a nese v sobě znečištění z kouřových plynů a znečištění z dopravy. Kromě lokálního znečištění srážkových vod se projevují vlivy ze vzdálených oblastí, jedná se o látky, které jsou obsaženy v atmosféře a mohou být přenášeny na velké vzdálenosti. Látky jako jsou kyselina sírová, kyselina chlorovodíková a kyselina dusičná pocházejí z antropogenních zdrojů znečištění. Tyto látky převažují nad látkami zásaditými, mezi které patří uhličitán vápenatý a hořečnatý a amoniakální dusík. Velkým zdrojem kyselin jsou obzvláště sloučeniny síry zejména SO_2 a H_2S a sloučenin dusíku (N_2O , NO , NO_2), vzniklé ze spalování fosilních paliv, výfukových plynů od motorových vozidel a mikrobiální denitrifikaci ve vodě a půdě. Dalšími látkami vyskytující se v atmosféře jsou těžké kovy, rostlinné živiny a organické látky. (Dvořáková D., 2007)

3.3.1.2 Znečištění na střechách

K znečištění dešťové vody může dojít i odtokem ze střechy, která obsahuje vysoký podíl rozpuštěných kyslíčků (CO₂ a SO₂) a proměnlivý podíl organických látek, jako jsou pyly, klacíky, listí, ptáčí trus, prach a choroboplodné zárodky. Podle dosavadních zkušeností je ale toto choroboplodné zatížení vody tak nepatrné, že při zodpovědném zacházení s dešťovou vodou nemůže dojít k ohrožení zdraví. Tuto vodu nepoužíváme nikdy jako vodu pitnou ani po převaření. (Dvořáková D., 2007)

3.3.1.3 Znečištění po kontaktu s různými látkami

Dalším typem znečištění, které se dostává do dešťových vod, je závislé na povrchu, po kterém voda stéká. Tím, že dojde ke kontaktu se střešní krytinou, odpadními trubkami, filtry apod. je tato voda znečištěna. Opotřebováním stavebních částí budov vlivem vody, slunce, mrazu a deště se uvolňují částičky krytiny střech, cihel, betonu, kovů, barev, asfaltu, skla apod. Dešťový odtok ze střech, který obsahuje materiály s pesticidy nebo nátěry s obsahem pesticidů, musí být zaústěn do kanalizace s odtokem na čistírnu odpadních vod a nesmí být použitý pro vsakování či zalévání rostlin a ovocných stromů. U kovových látek dochází vlivem působení povětrnostních podmínek ke korozi a tím následnému uvolnění toxických látek jako je zinek, chrom a měď. V případě plánovaného využití dešťové vody je lepší se vyhnout těmto materiálům, pokud to místní podmínky umožňují využít materiály inertní. (Hlavínek a kol., 2007)

3.3.1.4 Znečištění dešťového odtoku z ulic a silnic

Velkým znečišťovatelem je automobilová doprava. Z nespáleného paliva jsou uvolněny polyaromatické uhlovodíky, různé sloučeniny olova z pohonných hmot a uhlovodíky uvolněné z olejů a mazadel. Znečištění způsobuje i opotřebení pneumatik a povrchu silnic. Aplikace soli na vozovky v zimním období způsobuje zvýšení chloridů v dešťových vodách.

Dalším znečišťovatelem jsou odpadky od obyvatelstva, moč a výkaly zvířat a uhynulá zvířata, která mohou způsobovat infekci a nemoci u obyvatelstva. (Hlavínek a kol., 2007)

3.4 Čištění dešťové vody

Chceme-li využívat dešťovou vodu především na zalévání zahrady nebo na mytí auta, nepotřebujeme žádný zvláštní systém na filtraci vody. Stačí pouze zabezpečit, aby do akumulární nádrže nebylo splavováno listí a další větší nečistoty, které by nádrž zanášely. (Hlavínek a kol., 2007) Pro zachycení hrubých částí postačí lapač listí. Při používání dešťové vody k praní prádla musí být podstatně kvalitnější filtrace, aby se nečistoty neusazovaly na prádle a nezanášely pračku. (Bose K., 1999)

Při čištění dešťové vody se uplatňují dva procesy, filtrace a sedimentace. Sedimentace probíhá buď v akumulární nádrži, nebo v nádrži usazovací, která je před nádrží akumulární. U filtrace můžeme využít dva typy filtrů, buď interní nebo externí. Interní filtry jsou uvnitř nádrže, mají jeden přítok a odtok, a možnost napojení přepadového sifonu pro odtok přebytečné vody. Externí filtry jsou samostatné filtrační šachty, které jsou napojeny mezi okapovým svodem a jímkou, umožňují odtok přebytečné vody a nečistot do kanalizace. (Hlavínek a kol., 2007)

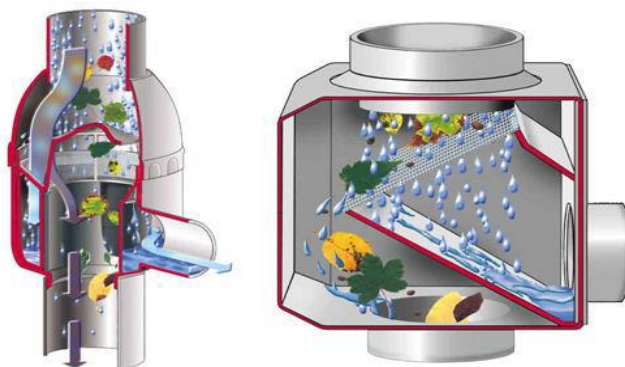
3.4.1 Typy zařízení na čištění dešťové vody

Filtrační podokapový hrnec, který slouží k filtraci vody z jednoho okapového svodu. Je zapuštěn v zemi na vrstvě betonu nebo šterku. Filtrace je zajištěna sítkem, na kterém je umístěna vrstva okolo 5 cm filtračního materiálu (kameniva). Mezi sítkem a kamenivem je filtrační vložka z netkané textilie. Tento typ filtru je vhodný pro vodu na zavlažování, na doplnění rybníčků nebo na vsakování.



Obr. 2: Filtrační podokapový hrnec (Zdroj: Dvořáková, D., 2007).

Okapový filtr, který je nasazen na okapový svod, odfiltrává hrubší nečistoty (listí, klacíky, plody ovoce a mech). Jemné nečistoty (prach, písek apod.) se mohou z části na filtru zachytit, ale z části propadnou a sedimentují na dně nádrže. Filtr je samočistící, nepotřebuje žádnou kontrolu ani údržbu, jelikož nečistoty jsou odplaveny zbytkovou vodou do kanalizace.



Obr. 3: Svodové okapové filtry (Zdroj: Dvořáková, D., 2007).

Košíčkový filtr je univerzální filtr vhodný pro všechny druhy využití dešťové vody. Košíčková filtrace zajistí 100 % sběr přefiltrované vody (veškerá voda proteče do nádrže). Je technicky nejjednodušší a cenově nejpříznivější, neboť nevýhodou je nutnost jeho údržby. (Hlavínek a kol., 2007)



Obr. 4: Košíčkový filtr (Zdroj: Dvořáková, D., 2007).

Filtr instalovaný do nádrže nebo před nádrž v zemi. Má vysokou úroveň filtrační účinnosti díky svému dvoustupňovému čištění, nezávisle na průtoku. Nečistoty jsou průběžně odváděny do kanalizace. Je mrazuvzdorný. Vyčištěnou vodu lze použít v pračkách i při splachování. (Freeflush, 2019)



Obr. 5: Filtr instalovaný do nádrže (Zdroj: Freeflush).

Samočistící filtrační vložka se používá, pokud je přepad jímek napojen na veřejnou kanalizaci. Výtěžek přefiltrované vody je okolo 90 - 95 %.

Filtry pro montáž do tlakového potrubí jsou jemné filtry se zpětným proplachem, které zajišťují nepřetržitou dodávku filtrované vody. Zpětným výplachem se částice usazené na filtru odstraňují. Poblíž filtru je nutný odtok pro špinavou vodu. Umísťují se na výtlačné vedení za čerpadlo a díky 0,1 mm hustotě síta redukuje množství cizích částic ve vodě, například úlomků rzi nebo písečných zrněk. Tento filtr umožní bezproblémový chod WC a pračky. (Dvořáková D., 2007)

3.5 Skladování zachycené srážkové vody

Ve starých sídlištích se nacházely zděné cisterny o objemu 2 – 3 m³, někdy až přes 100 m³. Byly skládány z betonových skruží nebo vyzdívány z cihel. V posledních letech se hlavně využívají plastové zásobníky na dešťovou vodu vyrobené průmyslově. (Bose K., 1999)

Plastové nádrže

Plastové nádrže jsou vyráběné z polyetylénu, ty pro umístění do země jsou zesíleny skelnými vlákny. Výhodou těchto zásobníků je odolnost proti korozi, nízká hmotnost, snadná manipulace a jednoduchá montáž. Nádrže se usazují na ztuhlý štěrkový podklad nebo na betonovou desku. (Hlavínek a kol., 2007) Jáma pro zemní zásobník musí být dostatečně hluboká, aby mohl být zásobník překryt minimálně 80 cm zeminy, která v zimě chrání vodu před zamrznutím. (Bose K., 1999)



Obr. 6: Podzemní zadržovací nádrž na vodu (Zdroj: driml-napajacky).

Betonové nádrže

Druhým typem jsou betonové nádrže, které se staví podobně jako studny z jednotlivých skruží. Jejich nevýhodou je, že po několika desítkách let přestanou těsnit. Naopak výhodou je přirozená neutralizace kyselé dešťové vody, kterou v plastovém zásobníku řešíme přidáním kouskem přírodního vápence. Díky vysoké pevnosti se mohou umístit pod příjezdové cesty. (Hlavínek a kol., 2007)

3.6 Infiltrace dešťových vod

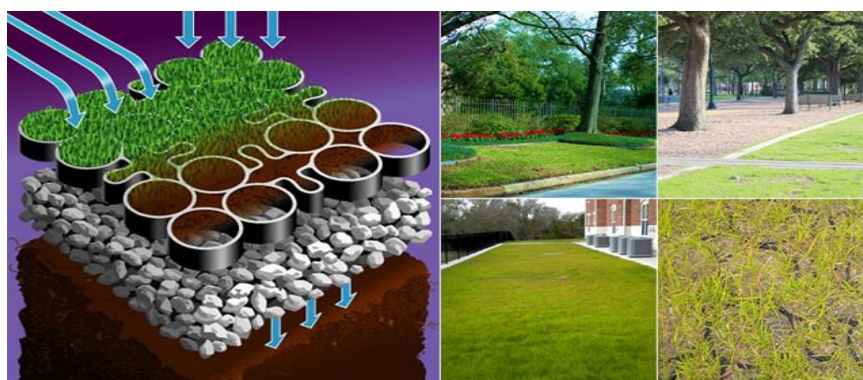
Stále narůstá množství zpevněných ploch, u kterých je nutné vyřešit efektivní odvedení dešťových vod. V minulosti se dešťová voda přirozeně vsakovala a doplňovala tak přirozenou cestou spodní vodu. Dnes převážná část dešťové vody odečte ze zpevněných ploch přes kanalizaci do řeky. (Hlavínek a kol., 2007) Při navrhování systému odvádění dešťových vod je důležité zachovat co největší množství propustné nezpevněné plochy nejlépe s vegetačním pokryvem a přirozeným vsakováním. Propustné zpevněné plochy je vhodné využít na nízko frekventovaných komunikacích a parkovištích. (Vítek a kol., 2015)

3.6.1 Způsoby vsakování dešťových vod

Pokud chceme dešťovou vodu vsakovat, musíme najít vhodné místo, které dovolí bezproblémové vsakování. Existuje mnoho objektů, které slouží pro vsakování dešťové vody. Jejich použití závisí na okrajových podmínkách v dané lokalitě, jako je možnost zasakování, infiltrační schopnost půdy, poloha hladiny podzemní vody, znečištění srážkové vody či půdního horizontu. (Šálek a kol., 2015)

3.6.1.1 Plošné vsakování (povrchové vsakování bez retence)

Plošné vsakování lze popsat jako vsakování přes propustný, zpevněný nebo porostlý povrch, při kterém nedochází k retenci dešťové vody. Jako vhodné povrchy jsou travnaté plochy, zatravněné šterkové plochy, zatravněvací dlažby, propustná dlažba a asfalt (beton).



Obr. 7: Zatravněvací dlažba (Zdroj: Svepomoci).

Zatravněné plochy mají vysokou retenční a odpařovací schopnost a vysoký biologický čistící výkon. Výhodou těchto ploch jsou nízké náklady a jednoduchá údržba, mají velkou nosnost a jsou vhodné na parkování. Zatravněvací dlažby dosahují dobrého čistícího účinku a mohou sloužit jako příjezdová komunikace ke garážím

nebo jako parkovací plocha. Pro chodníky, cyklostezky a pěší zóny je vhodné využít propustnou dlažbu, která drenážními spárami předává srážkovou vodu do podloží. Propustný asfalt nebo beton se může využít na stezkách pro cyklisty nebo pěší, kdy je jeho zatížení nižší. Díky jeho pórovitosti nevykazuje takovou pevnost jako klasický beton. Propustný asfalt nebo beton obsahuje 15 – 22 % objemu pórů na rozdíl od klasického betonu, kde je pórovitost 3 – 5 %. (Hlavínek A kol., 2007)

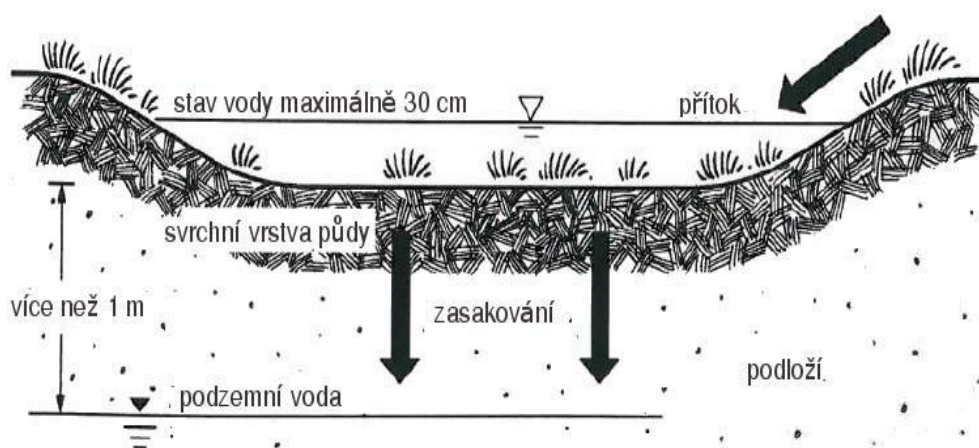
3.6.1.2 Povrchové vsakování s retencí

Využívá se nejvíce na místech, kde není dostatečná plocha pro plošnou infiltraci. Výhodou povrchového vsakování je jeho jednoduchost, nízké investiční náklady, nenáročnost na údržbu a jednoduché začlenění do městského prostředí. Nevýhodou je nižší jednorázový objem vody, který je možné přes toto opatření zasáknout a zadržet, jelikož není vytvořen akumulací prostor. Pro správnou funkčnost je nutné, aby půdní profil i podloží bylo dostatečně propustné. Vsakování přes půdní profil je nejjednodušším a nejpřirozenějším způsobem infiltrace, napodobuje přirozený koloběh vody a vsakování prochází přes rostlinnou vrstvu půdy. (MMR, 2019)

Při využívání tohoto vsakování je důležité přihlídnout i k estetickému hledisku těchto objektů, které mohou být doplněny vhodným rostlinným porostem anebo trvalou vodní plochou. (Hlavínek a kol., 2007)

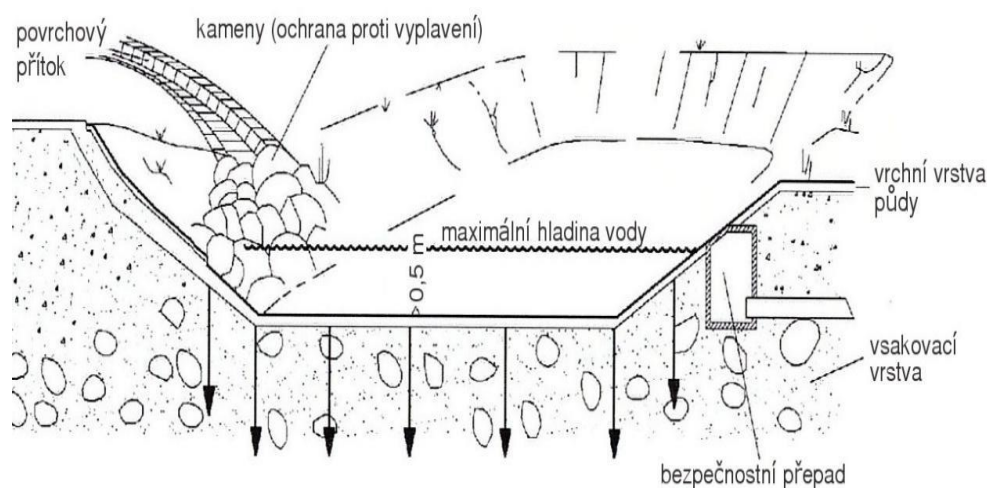
Rozlišujeme dva typy vsakování s nadzemní retencí vsakovací průleh a vsakovací nádrž.

Vsakovací průlehy jsou mělké a široké objekty, porostlé vhodnou vegetací nebo obsypané štěrkem. Jsou využívány v místech, kde není možné plošné vsakování. Doporučuje se, aby hloubka zadržené vody nepřesáhla 30 cm, jelikož zachycená voda se v průlehu nesmí zdržovat delší dobu, aby nedocházelo ke zhuštění povrchu. (Šálek a kol., 2015) Zemina musí být dobře propustná, aby nedošlo k jejímu rozbahnění a ucpání. Koryto by mělo být vedeno, pokud možno rovně a bez spádu, aby byla voda rovnoměrně rozdělena a vsakována. (Bose K., 1999)



Obr. 8: Vsakovací průleh (Zdroj: upraveno dle: TNV 75 9011, 2013).

Druhý typ je zasakovací nádrž nebo též poldr, jedná se o suchou zasakovací nádrž, která má velkou retenční schopnost. Uvažujeme o ní v případě, pokud je poměr mezi připojenou nepropustnou plochou a plochou pro vsakování větší než 1:15. V případě této nádrže musí být nepřetržitě propustné podloží, protože je důležité poměrně rychlé vyprazdňování. Součástí zasakovací nádrže bývá sedimentační komora, která zachytává nečistoty, jinak by docházelo k usazování těchto nečistot na dně nádrže a tím by se snižovala vsakovací schopnost. (Šálek a kol., 2015) Vhodné využití nádrží je jen při větších odvodňovaných území nad 1 ha. Výhodou je velmi dobrý infiltrační výkon a retenční prostor. Nevýhodou je samo zanášení, proto je důležitá kvalitní údržba. (Hlavínek a kol., 2007)



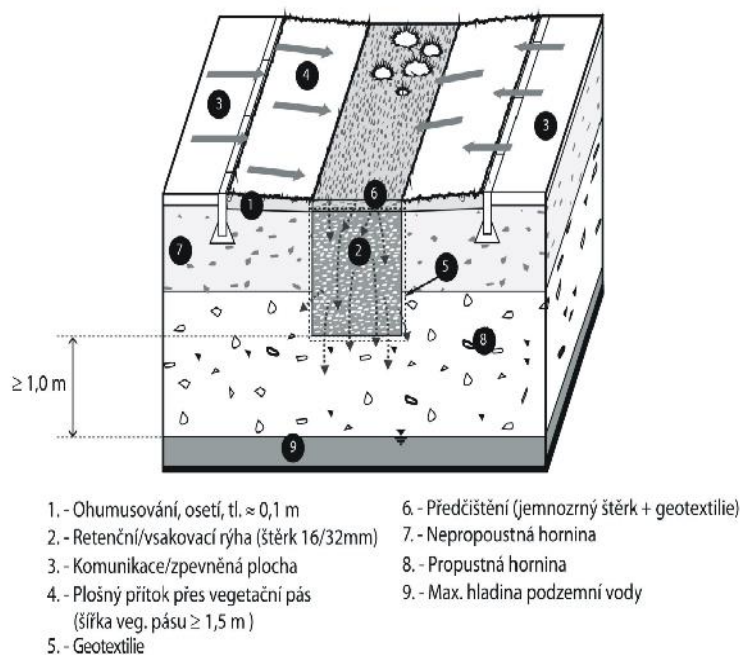
Obr 9: Vsakovací nádrž (Zdroj: upraveno dle: Hlavínek, a kol., 2007).

3.6.1.3 Podzemní vsakování s retencí

Pokud není dostatek prostoru pro nadzemní vsakování, může být voda zadržována v podzemí, například v šachtách, potrubích, rýhách nebo v plastových vsakovacích blocích. U podzemního vsakování je odstraněna vrchní část půdního horizontu a dešťový odtok ústí přímo do spodních půdních horizontů. V těchto spodních vrstvách se nenachází žádný humus, a tak stoupá riziko kontaminace podzemní vody, proto je nutné předčištění dešťového odtoku. (Hlavínek a kol., 2007)

Máme tyto typy vsakování: rýhové, potrubní, vsakování v šachtách a plastové vsakovací bloky.

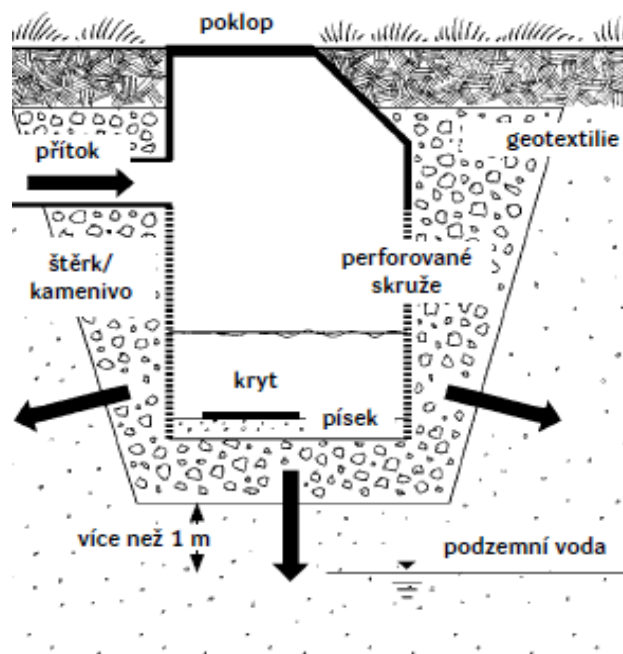
Rýhové vsakování je hloubený objekt vyplněný propustným štěrkovým nebo jiným propustným materiálem. Voda přichází po povrchu nebo pod povrchem. Povrchový přívod vody je vhodné vést přes zatravněnou plochu, což zlepšuje předčištění dešťové vody, která vtéká do vsakovacího zařízení. Podpovrchový přívod vody musí mít na začátku vtoku kalovou jímku a revizní šachtu, popřípadě proplachovací šachtu na opačném konci drenáže. (TNV 75 9011)



Obr. 10: Rýhové vsakování (Zdroje: Asio).

Při potrubním vsakování prochází srážkový odtok perforovaným potrubím, které je obklopeno štěrkem nebo jiným jímavým materiálem. Důležité je, aby celé potrubí bylo uloženo v propustném materiálu. Množství zachycené vody vyplývá z rozměru potrubí, jeho délky a materiálu, který ho obklopuje. I u tohoto typu vsakování je voda odváděna do spodních vrstev půdy, proto je důležité umístit čistící zařízení, vhodný je usazovací prostor. I zde musíme umístit revizní šachty, nejúčinnější je rozmístění ve vzdálenosti 50 – 80 metrů. Potrubí by mělo být vybaveno větracími otvory a vhodné je obalení filtrační tkaninou, aby nedocházelo k vyplavování zeminy do štěrkové vrstvy. (Hlavínek a kol., 2007)

Podzemní vsakovací šachty nebo studny slouží k bodovému vsakování do vhodných podmínek. Šachty by neměly procházet vrstvami s malou propustností, které účinně chrání podzemní vody. Jsou zpravidla sestaveny z betonových skruží. Před vsakovací šachtu se doporučuje umístit objekt pro předčištění srážkových vod, například kalovou jímku s nepropustným dnem a stěnami. (Hlavínek a kol., 2007)



Obr. 11: Vsakovací šachta (Zdroj: Kabelková a kol., 2009).

Plastové vsakovací bloky patří k nejefektivnějším řešení pro zpracování dešťové vody. Jednotlivé bloky se mohou skládat vedle sebe i na sebe a k sobě jsou připojeny pomocí horizontálních spojek. Pro dlouhou životnost nádrže je důležité zaopatřit čištění dešťové vody od mechanických nečistot. K čištění slouží filtrační šachty a u komunikací a parkovišť odlučovače lehkých kapalin. Vsakovací bloky je možné využít dvěma způsoby. Buď klasické vsakování vody do podloží, kdy se bloky obalují geotextilií, nebo využití bloků pro výstavbu nepropustných retenčních nádrží, zde jsou obalovány hydroizolační fólií z PVC a ochrannou geotextilií. Soustavu je vhodné doplnit integrovanými šachtami, které kontrolují a čistí soustavu v provozu. (Trigysshop, 2019)



Obrázek 12: Vsakovací tunel (Zdroj: tzb-info).

3.6.1.4 Kombinované vsakování

Jedná se o kombinaci jednotlivých druhů vsakování. Nejčastější kombinace je průleh s potrubím nebo průleh rýha. Při nízké propustnosti půdy nemůže být nízká propustnost již kompenzována dočasnou akumulací srážkového odtoku, je nutné prvek opatřit odtokem.

Další možná kombinace vsakování je šachta a potrubí nebo šachta a rýhové vsakování. Pro lepší vsakovací schopnosti a vyšší vsakovací kapacitu může být vybudováno více spolupůsobících šachet (tzv. vsakovací galerie). Výhodou této vsakovací galerie je přístupná možnost kontroly a údržby. Zařízení nemá žádné čistící jednotky, proto voda nesmí obsahovat žádné škodliviny. K zabránění vyplavení půdy do rýhy je vhodné rýhu vystlat textilním filtrem. (Hlavínek a kol., 2007)

3.7 Retence dešťové vody

Dešťovou vodu stále chápeme jako problém, který řešíme tím, že vodu z urbanizovaného území co nejrychleji odvedeme do kanalizace nebo přílehlých vodních toků. V případě odvádění dešťové vody do vodních toků mohou vznikat lokální záplavy a povodně, jelikož stokové sítě nemají dostatečnou kapacitu, protože zpevněných ploch stále narůstá. Při odvodu dešťové vody do jednotné kanalizace vzniká problém s naředěním splašků a zbytečným navýšením objemu odpadní vody. Vybudováním retenčního zařízení pro zadržování dešťové vody se může těmto negativním vlivům předcházet. (Čermáková B., 2009)

3.7.1 Retenční nádrže

Každé osídlené území způsobí změnu charakteru přímého odtoku dešťové vody s úsilím zajistit vhodné řešení odtokových poměrů ze zastavěné plochy formou retence dešťových vod. Problém velkých odvodňovaných ploch lze řešit retencí, nahromadění vody a její regulované odvádění do vod povrchových. Retenční nádrže nahrazují přirozené retenční vlastnosti krajiny, ochranu před velkými vodami, dešťovými odtoky, ale zachycují i smyvy, ochranná funkce je však převažující. (Mífková T., 2009)

Ochranné retenční nádrže z hlediska funkčního využití dělíme na

- suché retenční nádrže (poldry)
- retenční nádrže s přesně vymezeným ochranným prostorem
- protierozní nádrže
- dešťové nádrže
- infiltrační výtopové zdrže
- nárazové nádrže
- retenční kanál

Suché retenční nádrže využívají ochranný prostor k zachycení části nebo i celého objemu povodňových odtoků. Snižují kulminaci povodňového průtoku a po průchodu vlny se postupně vyprazdňují. Dno suché nádrže se může využívat k lesnickým účelům, např. k výsadbě rychle rostoucích dřevin.

Retenční nádrže s přesně vymezeným retenčním prostorem přeměňují povodňovou vlnu a po jejím průchodu se opět postupně vyprazdňují.

Dalším typem jsou protierozní nádrže, které slouží k ochraně životního prostředí před negativním vlivem dešťových a povrchově odtékajících vod. Mají za úkol zmenšit podélný sklon a tím snížit erozní účinek protékající vody, zvýšit půdní vlhkost v okolí nádrže a pod ní, zlepšit kvalitu vody pod nádrží a zlepšit průtok vod pod nádrží a infiltrovat převádějící část zadržené vody do podzemních vod.

Dešťové nádrže též slouží k ochraně životního prostředí před negativním vlivem dešťových a povrchově odtékajících vod. Jejich funkcí je krátkodobé zadržení dešťové vody, přečištění k následnému využití. To může být třeba v podobě závlahy v okolí nádrže nebo infiltrace do podzemních vod. Nevyužitá dešťová voda se buď vsakují nebo regulovaně vypouštějí do vodního toku.

Infiltrační výtopové zdrže jsou využívány pro krátkodobé zadržení nadbytečné přitékající vody. Zadržaná voda se využívá k zavlažení luk, údolních řek a lužních lesů.

K vyrovnání nárazových průtokových vln ve vzdálenějších profilech se využívají nárazové nádrže.

Retenční kanál má velkou akumulační schopnost z důvodu velkých profilových stok, které jsou zabezpečeny přepadovou hranou k omezení odtoku. Při aplikaci retenčního kanálu je nutné posoudit maximální hladinu vzduť vzhledem k ohrožení budov. (Hlavínek a kol., 2007)

3.7.2 Decentralizovaná retence dešťových vod

Snahou decentralizované retence je hospodařit s dešťovou vodou v místě jejího dopadu a snažit se zabránit jejímu odtoku z území. Dešťová voda se zadržuje na každém konkrétním místě, kam spadla, na rozdíl od centralizovaného způsobu zadržování v retenčních nádrží na stokových sítích. Ideálním způsobem je zasakování do půdního profilu, ve kterém dochází ke zvyšování zásob podzemních vod. Tuto možnost využívá málokterý objekt. Nejčastěji se využívají nádrže na dešťovou vodu s pozvolným odtokem kanalizací do recipientu. (Vítek a Kol., 2015) Retenční nádrže nemusí být představovány jen jako nádrže pod povrchem, ale je i snaha vybudování retenčních objektů na vhodném povrchu, kterým může být střecha nebo parkovací plocha. Retenční nádrž může sloužit jako estetický působící element zahradní architektury, dále jako biotop nebo dokonce rybníček ke koupání. (Hlavínek a kol., 2007)

Retenční nádrž na dešťovou vodu

Cílem těchto nádrží je zachytávat dešťovou vodu na nemovitosti. Nutností je dostatečná plocha a pravidelná údržba. Pokud je nádrž kvalitně vyřešena, může být nepostradatelným architektonickým prvkem zahrady. Pořizovací cena těchto nádrží je zpravidla nízká.

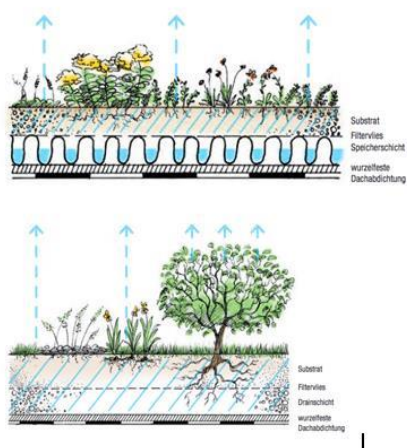
Filtrační jímka

Tento typ nádrže slouží jako systém vyhloubenin utěsněných vzhledem k podloží, kde odtékající voda je po půdní pasáži přivedena do kontrolní šachty, ve které posuvné zařízení zpomaluje odtok nebo ho úplně zastaví. Kvalitního čištění dešťové vody může být dosaženo díky protékání oživenou mateční vrstvou půdy. Filtrační jímka je vhodná v místech, kde je silně znečištěná voda (např. u silnic s četným provozem).

Retence na zelených střeách

Retence dešťové vody je možná díky porostu, který roste na půdním substrátu a je schopný absorpce. (Hlavínek a Kol., 2007) Tyto zelené plochy v hustě zastavěných lokalitách nejen uvolňují síť odtoků v případě silných dešťových událostí, ale také

pomáhají udržovat vzduch čistý, chrání před teplem a také přispívají k potenciálnímu zvýšení biologické rozmanitosti. Mnoho výhod se projevuje zvýšením kvality života. Je možné rozlišovat mezi intenzivními a rozsáhlými zelenými střechami. Rozsáhlá zeleň se skládá z tenkovrstvých skladeb, ve kterých se rostliny většinou udržují samy a údržba je proto nízká. Intenzivně spravované zelené střechy jsou plnohodnotnou a plně využitelnou zelenou plochou na střeše. Příkladem zelené střechy je hotel ve Stadthalle ve Vídni, kde budova byla přeměněna na hotel s nulovou energií a rozšířena o jednopatrový stavební komplex se zelenou střechou. Tato zelená střecha slouží k zadržování dešťové vody a ke chlazení exteriéru hotelu. Fasády hotelu jsou také vybaveny zelení. Kromě toho byla postavena nádrž na dešťovou vodu o celkové kapacitě 10 000 l. Shromážděná dešťová voda se používá k zavlažování zeleně a pro toalety hotelu. (Klimawandelanpassung, 2016)



Obr. 13: Plně využitelná zeleň na střeše hotelu Stadthalle (Zdroj: hotelstadthalle).

Rybníky ke koupání s biotopem

Rybník ke koupání se skládá ze dvou částí, z hluboké a mělké. Hluboká část je určená ke koupání a mělká část je osazena rostlinami. Biotop je vodní plocha s přírodním samočisticím procesem, který funguje jako ekosystém a má trvalou kvalitu vody vhodnou ke koupání. K dosažení účinnosti čištění je zapotřebí velká plocha k regeneraci vody. Doporučená plocha rybníka je minimálně 50 m². V našem prostředí se v regenerační části uplatňují nejvíce vodní, bahenní a vlhkomilné rostliny. Další fází čištění je úprava vody filtrací. V případě, že se zadaří nastartovat samočisticí proces, lze si užívat zdravé koupání bez použití chemikálii. Jen je nutností dbát na to, aby se do vody nedostala hnojiva nebo zahradní chemie, která by životní cyklus zastavila. (Hlavínek a kol., 2007)

3.7.3 Kanalizace

Kanalizace pro veřejnou potřebu je velmi důležitým prvkem v urbanizované krajině a slouží k odvádění odpadních a srážkových vod. (MŽP 2009)

V kanalizačním řádu jsou zahrnuty podmínky pro napojení objektů na veřejnou kanalizaci. Kde není veřejná kanalizace, musí být způsob odvádění odpadních vod projednán s vodohospodářským orgánem v rámci vodoprávního řízení. (Žabička a Kol., 2005)

3.7.3.1 Systémy kanalizace

Odpadní vody se z objektu odvádějí buď do veřejné kanalizace, nebo musí být zachyceny přímo na pozemku nemovitosti. Kanalizace může být jednotné nebo oddílné soustavy. (Žabička Z., 2003)

Jednotná kanalizace odvádí společně dešťovou a splaškovou vodu. Tento typ kanalizace se vyskytuje převážně v historických částí měst, byla budována na konci 19.století, proto bývá při dnešních srážkových úhrnech přetížená díky nárůstu zastavěné plochy. (Žabička a kol. 2005) Odlehčením odpadních vod za deště je zaústění části vod z kanalizace do recipientu přes odlehčovací komoru bez jejího čištění, nebo jenom s nižším stupněm předčištění v dešťových nádržích. Nejefektivnější zabezpečením kanalizačního systému proti prosakování znečištěné vody za deště je využití přirozené nebo uměle vytvořené akumulace odpadních vod na stokové síti a její pozvolné vypouštění do čistírny odpadních vod. (MŽP 2009)

Oddílná kanalizace odvádí odpadní vody dvěma nebo více systémy kanalizace podle kvality odpadních vod. Do kanalizační čistírny je odváděna splašková voda a voda dešťová je svedena do veřejné dešťové kanalizace, vhodnějším řešením je zachycovat vodu přímo na pozemku. (Žabička a kol., 2005) Oddílná kanalizace má uplatnění zejména při odvodnění menších obcí a také u obcí ležících podél chráněných toků. Tedy všude tam, kde musí být zaručená odpovídající kvalita vody. U malých obcí je možné vytvořit pouze splaškové sítě s tím, že dešťové vody budou odváděny po terénu, silničními příkopy apod. (MŽP 2009)

Kombinovaná kanalizace vzniká vzájemnou kombinací výhod jednotné a oddílné kanalizace v rámci pravidelného odvodnění, vhodných místních možností a výhledových požadavků odvodňovaného území, jelikož ani jedna z výchozích soustav není z dnešního hlediska ideálním řešením. (MŽP 2009)

Kanalizační přípojka podle zákona o vodovodech a kanalizacích č. 274/2001 Sb. je samostatná stavba, kterou tvoří úsek potrubí od vyústění vnitřní kanalizace stavby nebo odvodnění pozemku k zaústění do stokové sítě. (SmVaK, 2018) Každý objekt by měl vlastnit jednu kanalizační přípojku, v případě oddílné kanalizace jednu splaškovou a jednu dešťovou přípojku. Přípojka by měla být co nejkratší a kolmo napojena na stoku. (Vrána J., 2005)

3.7.3.2 Dešťová kanalizace

Dešťové kanalizace jsou součástí veřejné technické infrastruktury a jsou to dle zákona o vodovodech a kanalizacích technická zařízení určená výhradně k odvádění dešťových vod. V praxi dešťovým kanalizacím není věnována dostatečná pozornost. Obvykle není znám její rozsah, přesná poloha či technický stav. Rámcově jsou legislativně vymezené a mohou být podle č. 5.2.3 v ČSN 75 6101 po styku s povrchem klasifikovány jako znečištěné a neznečištěné.

Za znečištěné srážkové vody se považují vody odtékající ze znečištěných povrchů po dobu oplachu těchto povrchů. Těmito povrchy mohou být zemědělské a průmyslové areály. Za neznečištěné srážkové vody se považují vody odtékající z neznečištěných povrchů. Těmito povrchy se myslí pozemní komunikace s nízkou intenzitou prací, povrchy v parcích, zahradách, voda ze střech, aj.

Srážkové vody ze staveb jsou obecně povrchovými vodami, pokud vodoprávní úřad nerozhodne jinak. (Vykydal M., 2018)

4 Metodika

Pro tuto bakalářskou práci bylo nutné získat informace k danému tématu a také zjistit současný stav nakládání s dešťovými vodami ve vybrané lokalitě. Na začátku bylo nutné shromáždit materiály a vypracovat literární rešerši k dané problematice z české i zahraniční literatury. Dalším krokem bylo získání informací o současném stavu nakládání s dešťovými vodami z obecního úřadu Pesvice a provést terénní průzkum v rámci obce. Dohledat informace o podnebí a úhrnu srážek v této lokalitě a také charakterizovat popis půdy. Následně došlo k vyhodnocení a vytvoření vhodných návrhů, jak s dešťovou vodou v obci hospodařit.

5 Charakteristika území Pesvic

Kdy přesně Pesvice vznikly, nám bohužel není známo. První písemná zmínka o nich pochází z roku 1290. Nachází se v Ústeckem kraji, nedaleko města Chomutov vzdáleného 4,7 km. Jedná se o velice klidnou obec, ležící v nadmořské výšce 340 m. n. m. Katastrální výměra je 384 ha. Půdní poměry jsou tvořeny zemědělskou půdou, jejichž největší část tvoří 313 ha orné zemědělské půdy, lesy tvoří 10 ha, trvalé porosty travního charakteru tvořeny 15 ha. Zbytek území zabírají zastavěné a ostatní plochy. Území se podle posledního provedeného sčítání koeficientu ekologické stability s výsledným číslem 0,07 nachází v zařazení obcí pro technický zásah do ekologické funkce krajiny, neboť tento koeficient určuje svou hodnotu maximální narušení struktury přírodního charakteru. Ve vesnici pramení Hošnický potok, který je pravostranným přítokem Srpiny. (Pesvice, 2020)



Obr. 14: Letecká mapa obce Pesvice (Zdroj: geoportal.cz, 2016)

Počet obyvatel k 1. 1. 2020 je 177. Pokud bychom srovnali vývoj počtu obyvatel, docházelo postupně ve 20. století k jejich úbytku ale za poslední roky došlo k nárustu, díky nově zastavěným územím.



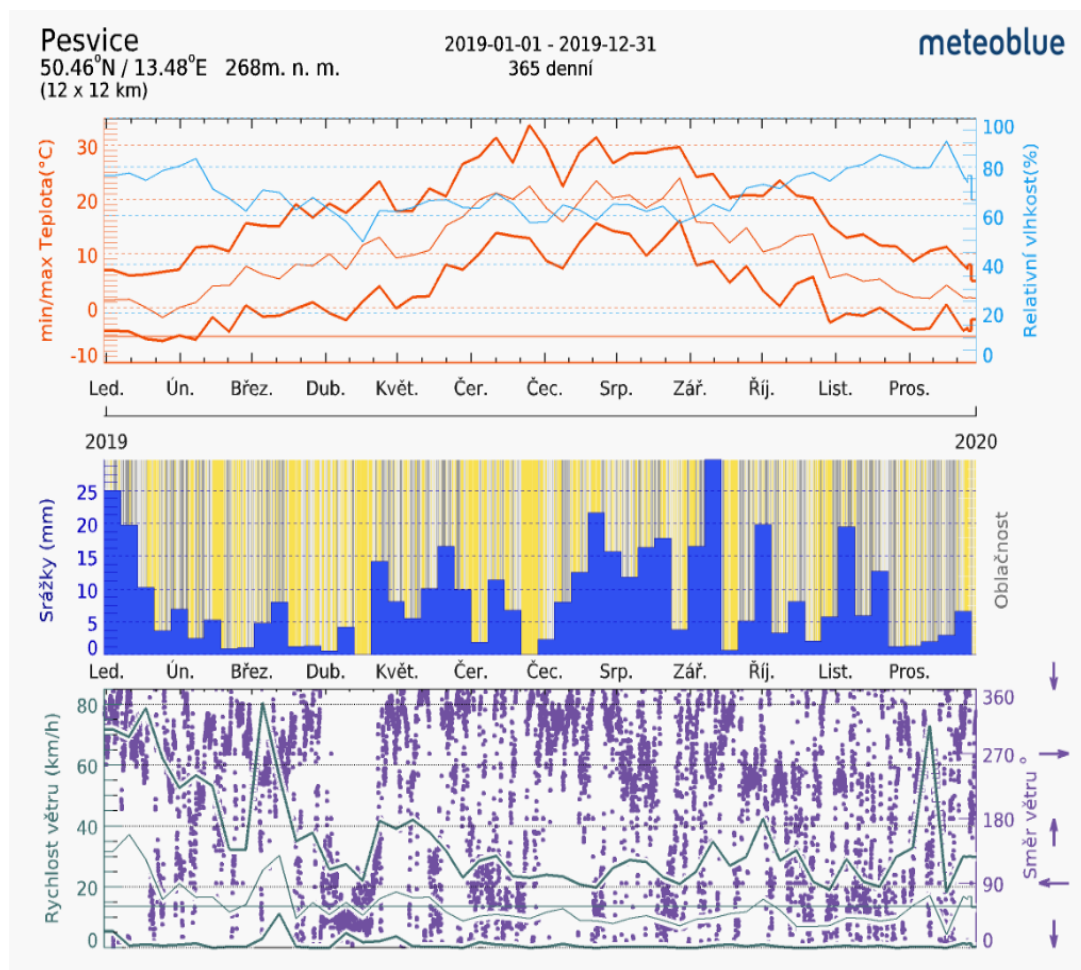
Datum	Muži (do 15.let)	Muži (nad 15.let)	Ženy (do 15.let)	Ženy (nad 15.let)	Změna	Celkem
1.1.2020	16	73	14	74	▲ 26	177
1.1.2019	12	65	12	62	▲ 5	151
1.1.2018	12	63	12	59	▼ -5	146
1.1.2017	13	62	12	64	▲ 8	151
1.1.2016	10	59	13	61	▲ 4	143
1.1.2015	10	56	13	60	▼ -1	139
1.1.2014	11	58	12	59	▲ 10	140
1.1.2013	11	57	8	54		130

Tab. 4: Počet obyvatel obce Pesvice za jednotlivé roky (Zdroj: místopisy.cz, 2020)

5.1 Podnebí v Pesvicích

Pesvice leží v mírném klimatickém pásmu. Podnebí je ovlivňováno vzájemným pronikáním oceánských vlivů ze západu a kontinentálních vlivů z východu, přičemž podle Koppnerovy klasifikace podnebí patří Pesvice do klimatické oblasti Dfb. To znamená, že srážky v této oblasti nejsou rovnoměrně rozloženy. Díky chladnějším zimám je tak v létě větší úhrn srážek než v zimě. Podobné počasí jako v Pesvicích panuje v pobaltských zemích, jihozápadní části Ruska, nebo například na hranicích mezi Kanadou a USA. S trochou nadsázky lze říct, že podobné počasí platí i pro tyto města jako je Berlín, Budapešť, Kyjev, Bukurešť, Moskvu ale i New York, Toronto, nebo Chicago. Vliv na podnebí obce Pesvice má jeho nadmořská výška, reliéf a umístění. Obec leží v geomorfologickém celku Mostecká pánev (dále členěna na Chomutovsko – Teplickou a Jirkovskou pánví). Krušné hory způsobují tzv. srážkový

stín v oblasti těchto pánví, tyto srážky dopadají až ve středních Čechách, ročně spadne tedy v pánevní oblasti jen kolem 500 mm srážek. (Extremnipočasí, 2018)



Tab. 5: Archív počasí Pesvice (Zdroj: meteoblue, 2020).

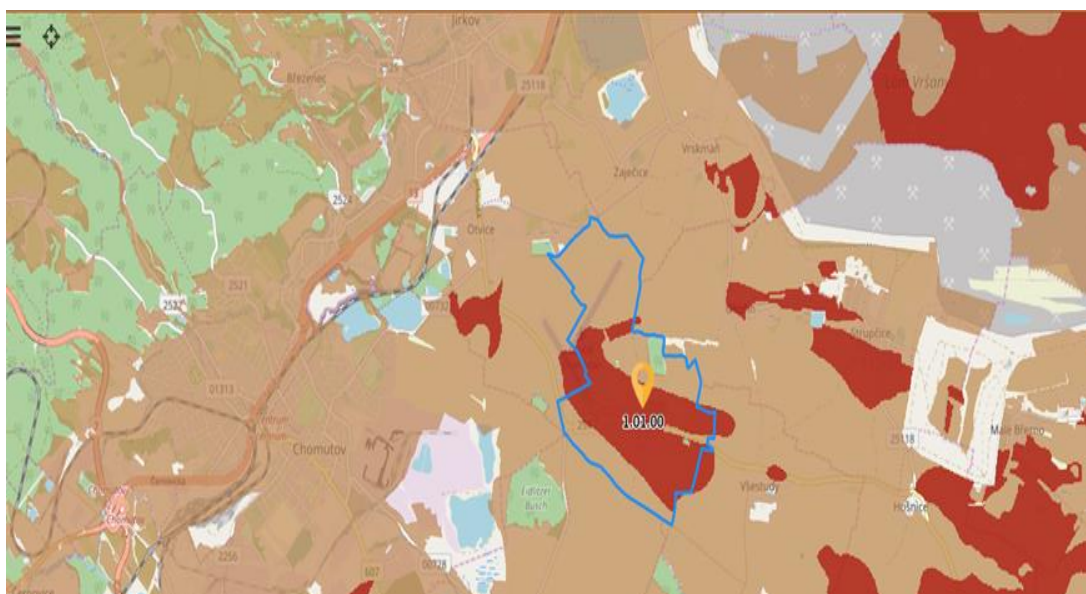
5.2 Základní popis půdy vybraného území podle BPEJ

Pro vytvoření návrhu hospodaření s dešťovými vodami je důležité znát základní popis půdy ve vybrané lokalitě. BPEJ neboli bonitovaná půdně ekologická jednotka je pětimístný číselný kód, který popisuje vybrané stanovištní charakteristiky zemědělské půdy v České republice.

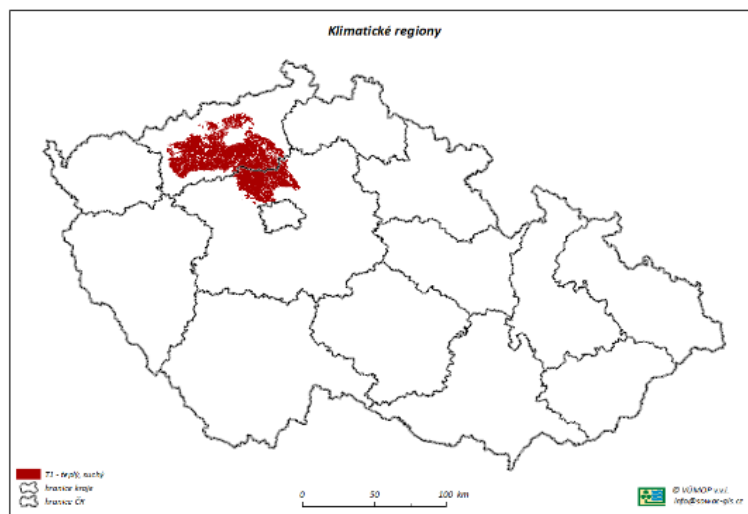


Obr. 15: BPEJ (Zdroj: Potočka T., 2019).

Z 81, 54 % je půda v Pesvicích tvořena černozemí převážně na rovině se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 10 %. Půdy jsou hluboké v teplém, suchém klimatickém regionu, velmi produkční. Bonitovaná půdně ekologická jednotka je 1.01.00.



Obr. 16: Typ půda v Pesvicích (Zdroj: vumop.cz, 2019).



Obr. 17: Daný typ půdy na území ČR (Zdroj: vumop.cz, 2019).

Pesvice spadají do klimatického regionu číslo 1, ten je rozšířen v nejsušší oblasti Čech (Mostecká pánev, Žatecko, západní část České křídové tabule a západní část Pražské plošiny po levý břeh Vltavy). Průměrná roční teplota tohoto regionu je 8 – 9 °C a průměrný úhrn srážek je pod 500 mm.

Hlavní půdní jednotka je 01 - je to typ černozemí vzniklých na půdotvorném substrátu typu spraše. Jsou to půdy se střední rychlostí infiltrace i při úplném nasycení, zahrnující půdy středně hluboké až hluboké, dobře odvodněné. Jsou mírně ohrožené větrnou erozí.

Hydropedologická charakteristika	Rozsah hodnot	Kategorie
Hydrologická skupina	0,1-0,2 mm.min ⁻¹	B- půdy se střední rychlostí infiltrace
Infiltrace a propustnost	0,10-0,15 mm.min ⁻¹	Střední
Retenční vodní kapacita	od 320 l.m ⁻²	Vysoká
Využitelná vodní kapacita	od 200 l.m ⁻²	Vysoká

Tab. 6: Hydropedologická charakteristika (Zdroj: vumop.cz, 2019).

Dalším údajem je sklonitost a expozice, který je 0. U sklonitosti půdy v Pesvicích hovoříme jako o úplné rovině (sklon 0 - 3°) se všesměrnou expozicí (orientace ke světovým stranám)

Poslední číslo BPEJ u této lokality je 0 a udává skeletovitost a hloubku půdy. Půda je bezskeletovitá s maximálním obsahem skeletu do 10 %. Jsou to půdy hluboké, jejich hloubka od 60 cm.



Obr. 18: Průřez pudou na daném uzemí (Zdroj: vumop.cz, 2019).

Ze 14 % je půda v Pesvicích tvořena rendziny a pararendziny s celkovým obsahem skeletu do 25 %. Opět převážně na rovině, hluboké od 30 cm, v teplém, suchém klimatickém regionu a méně produkční. BPEJ 1.19.01.

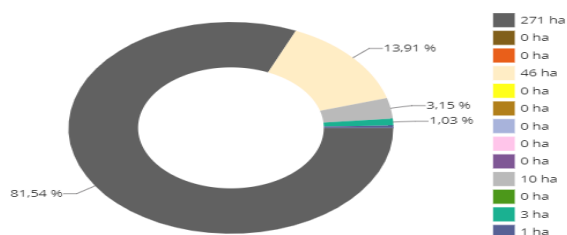
Zanedbatelnou část okolo 3 % tvoří půda typu pseudogleje a 1% připadá na černice. (BPEJ, 2019)



Obr. 19: Průřez půdou na daném území (Zdroj: vumop.cz, 2019).

Skupiny půdních typů

Skupiny půdních typů	Zastoupení (%)	Výměra (ha)
černozemě	81,54	270,93
hnědozemě	0,00	0,00
luzizemě	0,00	0,00
rendziny, pararendziny	13,91	46,22
regozemě	0,00	0,00
kambizemě	0,00	0,00
kambizemě dystrické, podzoly, kryptopodzoly	0,00	0,00
kambizemě, rankery, litozemě	0,00	0,00
silné svažitě půdy	0,00	0,00
pseudogleje	3,15	10,46
fluvizemě	0,00	0,00
černice	1,03	3,43
gleje	0,36	1,20
celkem	100,00	332,25



Tab. 7: Skupiny půdních typů (Zdroj: vumop.cz, 2019).

5.3 Kanalizační síť v Pesvicích

Z důvodů nové zástavby rodinných domů musela obec s pomocí dotace vybudovat vlastní čistírnu odpadních vod, jelikož stávající ČOV končící ve Všestudech neměla dostatečnou kapacitu a úřady ji označovaly jako zastaralou a nevyhovující. Došlo i k opravě stávající kanalizace. Jedná se o jednotnou kanalizační síť, která neumožňuje nakládání s dešťovou vodou. Dešťová voda je z části odváděná do obecní ČOV, kde dochází k jejímu zatížení. (Chomutovský deník, 2018)



Obr. 20: Obecní ČOV Pesvice (Zdroj: Svatoš K., 2020).

6 Návrh hospodaření s dešťovou vodou v obci Pesvice

Na základě získaných informací z odborné literatury a vlastních poznatků bych navrhnul vhodná řešení, jak nakládat s dešťovou vodou v dané obci, aby nedocházelo k rychlému odtoku do řek a tím pádem je voda odváděna z naší krajiny. Jak už bylo zmíněno, kvůli Krušným horám ležíme ve srážkovém stínu, srážek tu tedy máme minimálně.

6.1 Návrh řešení u jednotlivých pozemků v obci

V obci Pesvice se nachází 69 rodinných domů. Velká část domů odvádí dešťovou vodu přímo do kanalizace, proto bych chtěl navrhnout vhodné řešení tak, aby voda zůstala vždy na daném pozemku shromážděná v dešťové nádrži a byla využita například na závlahu nebo na splachování WC a praní. (dle DIN 1989).

Spotřeba dešťové vody závisí především na tom, kde se bude dešťová voda využívat, a kolik osob žije v domě (průměrná denní spotřeba na osobu je 150 l). Při výpočtu velikosti zásobníku k akumulaci dešťové vody se berou v úvahu tyto parametry: uvažovaná spotřeba vody v objektu, průměrný úhrn srážek v regionu, velikost jímací plochy (plocha střechy) a poměr mezi vstupními náklady a úsporou pitné vody. (Záveská D., 2014)

Jelikož každý dům má jiné rozměry, vybral jsem jeden určitý a na něm provedl příklad. Rodinný dům je obdélníkového tvaru (10 x 15 m), zastavěná plocha je tedy 150 m². Střešní krytina je tvořena betonovými taškami (koeficient 0,8). (Hlavínek a kol., 2007) K výpočtu je potřeba počítat s 70centimetrovými přesahy střechy na každé straně. Jímací plocha pro sběr dešťové vody činí 187 m².



Obr. 21: Fotka řešeného domu (Zdroj: Svatoš K., 2020)

Vzorec: $Q_d = \Psi * A * H_N$ [m³/rok] (Hlavínek a kol., 2007)

Ψ = odtokový součinitel, v našem případě koeficient 0,8

(převažují betonové a pálené tašky)

A = půdorysná plocha střechy [m²]

H_N = roční srážky [500 mm/rok]

Výpočet: $Q_d = 0,8 * 187 * 0,5$

$$\underline{Q_d = 74,8 \text{ m}^3/\text{rok}}$$

6.1.1 Dešťová voda na závlahu zahrady

Dešťová voda na závlahu zahrady je jedno z možných řešení jak z hlediska realizace, tak i z důvodu šetření vody pitné a následně její platby. Důležitý je výpočet akumulární nádrže tak, aby nádrž byla dostatečně velká a pojmul dostatečné množství shromážděné vody.

Vzorec: $V_P = z * Q / 365$ (Žabička Z., Vrána K., 2011)

V_P = objem nádrže dle množství využitelné srážkové vody (m³)

Q = množství odvedené srážkové vody (m³/rok)

z = koeficient optimální velikosti – obvykle 20 (návrh pro zásoby na 2 – 3 týdny suchého období)

Výpočet: $V_P = 20 * 74,8 / 365$

$$\underline{V_P = 4,1 \text{ m}^3}$$

Objem nádrže dle množství využitelné srážkové vody na závlahu je zaokrouhleno

$$\underline{V_P = 4 \text{ m}^3}.$$

Výpočet roční spotřeby vody na závlahu

Vzorec: $Q_{závlaha} = 0,06 * A$ [m³/rok] (Hlavínek a kol., 2007)

A = zavlažovaná zahradní plocha (m²)

0,06 = při plánovaném zavlažování se ve střeoevropských podmínkách počítá s průměrnou spotřebou závlahy 60 l/m²/rok

Výpočet: $Q_{závlaha} = 0,06 * 750$

$$\underline{Q_{závlaha} = 45 \text{ m}^3/\text{rok}}$$

Jako návrh realizace byla vybrána nádrž s objemem 4 m³, včetně příslušných komponentů potřebných pro program Akumulace srážkové vody pro zálivku zahrady. Sestava pro zálivku se skládá z akumulární nádoby, filtračního koše, ponorného čerpadla, plovoucího sání, rozvodů vody, odtok vody a zpětné klapky.



Obr. 22: Systém na zálivku zahrady (Zdroj: Záveská D., 2013).

Název	cena s DPH	
Nádrž na dešťovou vodu ATLANTA 4000L PREMIUM	22 490	
Filtrační koš do akumulární nádrže	3 100	
Ponorné tlakové čerpadlo EASYPUMP E-DEEP 1200	7560	
Plovoucí sání LEADER PUMPS EASY E-DEEP 1"	609	
Hadice GARDENA profí 25 m – 3/4	1740	
Gardena Pipeline Odtok vody	779	
Dvojitá zpětná klapka OTTIMA 2	3182	
Celková cena	39 460	

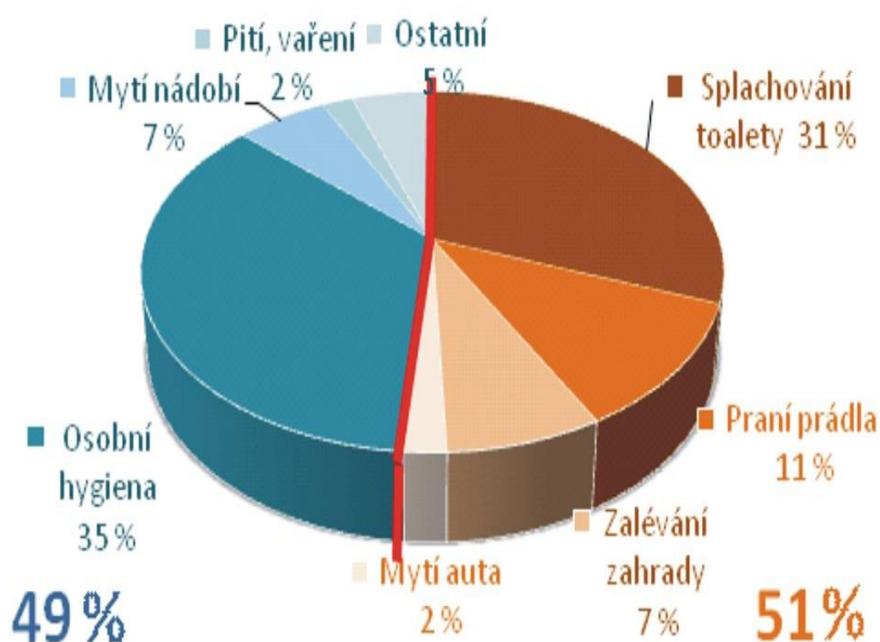
Tab. 8: Možná varianta (Zdroj: Svatoš K., 2020)

Tato sestava, která má průměrnou cenu, je vhodnou variantou pro zálivku zahrady. V celkové kalkulaci není započteno potrubí, které svádí vodu ze střechy a odvádí přebytečnou vodu z akumulární nádrže. K celkové ceně nádrže je zapotřebí přičíst odborný posudek s projektovou dokumentací, zemní práce, písek na usazení nádrže a odvoz přebytečné zeminy. Tyto náklady se pohybují při sečtení zjištěných cen kolem 17 000 Kč. Po kompletním usazení a zahrabání nádrže je vhodné nádrž napustit do půlky vodou.

6.1.2 Dešťová voda na splachování WC a praní v rodinném domě

Je důležité si uvědomit, jaká je spotřeba pitné vody při splachování WC. Tvoří ji skoro 30 % celkového odběru pitné vody, proto by bylo vhodné dešťovou vodu na splachování toalet využívat.

Potřeba dešťové vody závisí zejména na tom, kde bude využívána a kolika osobami. Někdy je možné nahradit spotřebu vody v domácnosti až z 50 % vody pitné za vodu dešťovou. Podle grafu je patrné, v jakých případech lze nahradit voda pitá vodou dešťovou.



Obr. 23: Průměrná denní spotřeba vody v domácnosti na jednotlivé činnosti (Zdroj: TZB-info. 2012).

Množství vody využitelné ke splachování WC lze spočítat vzorcem.

$$\text{Vzorec: } Q_{WC} = \frac{q \cdot n \cdot 365}{1000} \quad (\text{Hlavínek a kol., 2007})$$

Q_{WC} = roční spotřeba vody na splachování

q = průměrná denní spotřeba vody na splachování je 45 l/os./den

n = počet osob (je různé, ve vybraném rodinném domě jsou 3 osoby)

$$\text{Výpočet: } Q_{WC} = \frac{45 \cdot 3 \cdot 365}{1000}$$

$$\underline{Q_{WC} = 49,3 \text{ m}^3/\text{rok}}$$

Nutno podotknout, že průměrná denní spotřeba vody na splachování je 45 l/os./den. Tato spotřeba je závislá na době, kterou v domě strávíme. Můj výpočet

bude nižší, jelikož se musí brát na vědomí, že osoby dochází například do zaměstnání, škol ...

Když bychom dešťovou vodu využívali i na praní prádla, použijeme stejný vzorec, jenom s rozdílem u q, kde využijeme koeficient 15 l/os/den

Výpočet: $Q_{\text{praní}} = \frac{15 * 3 * 365}{1000}$

$Q_{\text{praní}} = 16,4 \text{ m}^3/\text{rok}$

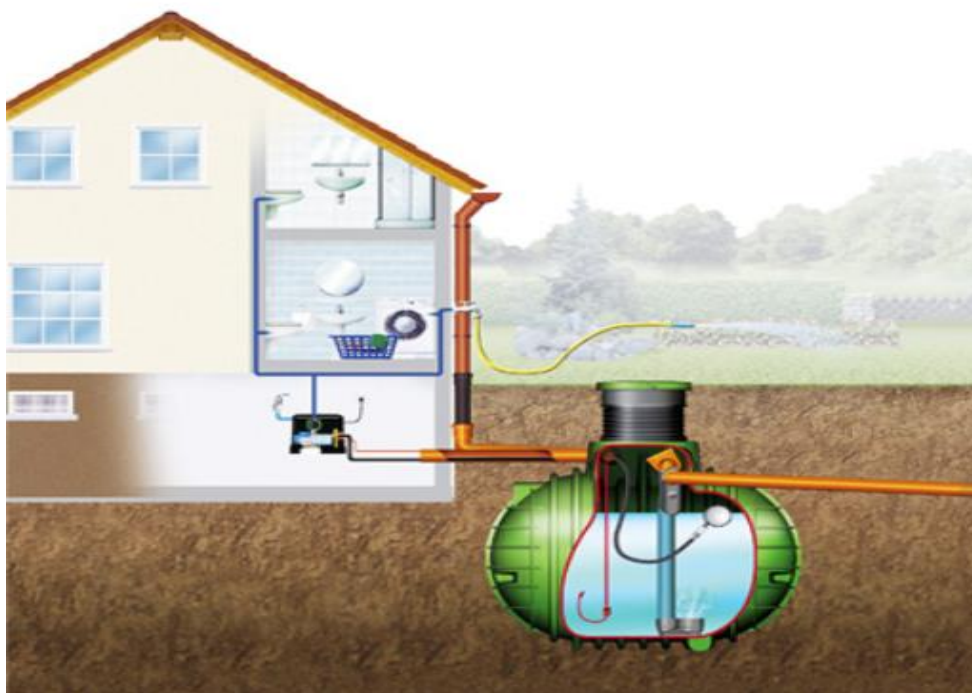
Součet hodnot využití dešťové vody pouze na splachování WC a praní činí **65,7 m³/rok** (podle vzorce $Q_P = Q_{WC} + Q_{\text{praní}}$)

Objem nádrže se spočítá z měsíční potřeby podle vzorce

Vzorec: $V_Z = \frac{Q_P}{12}$ => platí-li $Q_d > Q_p$ $Q_d = 74,8 \text{ m}^3/\text{rok}$
 $Q_p = 65,7 \text{ m}^3/\text{rok}$

$V_Z = 5,5 \text{ m}^3$

Při využívání dešťové vody na splachování a praní je vhodné mít nádrž 5, 5 m³.



Obr. 24: Schéma nádrže na dešťovou vodu pro potřeby rodinného domu (Zdroj: Černodrinski S., 2016).

Název	cena s DPH	
Nádrž na dešťovou vodu ATLANTA 5300L	26 922	
Domácí vodárna s nádržkou DAB performance Essential	19 050	
Tlaková nádrž - GWS PWB	1 983	
Kombinovaný filtrační systém - Atlas Hydra Rainmaster Trio	2 419	
Filtrační spadový koš	2 500	
Plovák se sací hadicí	549	
Celková cena	53 423	

Tab. 9: Možná varianta (Zdroj: Svatoš K., 2020).

Vhodnou variantou pro praní a splachovaná WC v rodinném domě by byla tato soustava. Celková kalkulace činí 53 423 Kč, v ceně není zahrnuto potrubí, které svádí vodu ze střechy a odvádí přebytečnou vodu z akumulární nádrže a také potrubí vnitřní instalace. I zde je nutné připočítat cenu kolem 17 000 Kč za projektové dokumentace, zemní práce, písek na usazení nádrže a odvoz přebytečné zeminy.

6.2 Navrhované řešení pro obec ve formě plošného vsakování

V obci prochází jedna hlavní komunikace typu II. třídy, která spojuje zdejší obec s Chomutovem, tuto komunikaci bych nechal v daném stavu. Jak už bylo zmíněno, daná obec se rozrůstá, vznikají zde nové rodinné domy a k nim se budují příjezdové cesty asfaltového typu. Pro tyto cesty bych chtěl navrhnout nové řešení ve formě propustných zpevněných ploch.

Tyto plochy jsou vhodné na nízko frekventované komunikace nebo parkoviště, navrhuji se z propustných a polopropustných materiálů, které snižují srážkový odtok. Jedná se o kamenné či betonové dlažby s pískovými spárami, zatravnovací dlažby a rošty, porézní asfalt či zatravněné stěrkové vrstvy. (Vítek a Kol., 2015)

Místo odvedení veškeré dešťové vody do kanalizace bude pro obec efektivnější nechat ji volně zasakovat do půdy, a tím dotovat zásoby podzemní vody. Obec by mohla využít i dotace z programu Velká dešťovka. Částka, kterou by obec mohla z evropských fondů získat na projekt nad 200 tisíc korun, dosahuje až 85 % z celkových výdajů. Jednalo by se o výměnu nepropustných povrchů za propustné ve formě betonové dlažby.

Jako jedno z možných řešení bych navrhoval betonovou zatravnovací dlažbu od firmy Best - Vega, má vhodné vsakovací vlastnosti, je cenově dostupná, má vysokou pevnost, podíl zeleně je 40, 5 %. Tvoří-li základ dlažby standardní podkladní vrstvy a zatravnovací otvory jsou zaplněny drceným kamenivem, pojme tato dlažba na ploše 1 hektaru 6 075 l vody za 1 sekundu. V případě, že otvory jsou zaplněny substrátem pro osázení trávou, pojme tato dlažba na ploše 1 hektaru 810 l vody za 1 sekundu (tuto hodnotu je nutno brát jako odhad, důvodem je nestejná zrnitost a obsah prachových částic v substrátech, popř. zemině)

Rozpočet dlažby na 100 m²		
Název	Množství	cena s DPH
Dlažba BEST - VEGA	417 ks	28 356
Drť 32 - 62	8 tun	3 280
Drť 16 - 22	2 tun	856
Drť 2 - 5	1 tun	434
Substrát na trávu	2000 l	3 600
Travní směs dálniční	100 m ²	335
Celková cena		36 861

Tab. Tab. 10: Orientační rozpočet dlažby (Zdroj: Svatoš K., 2020).

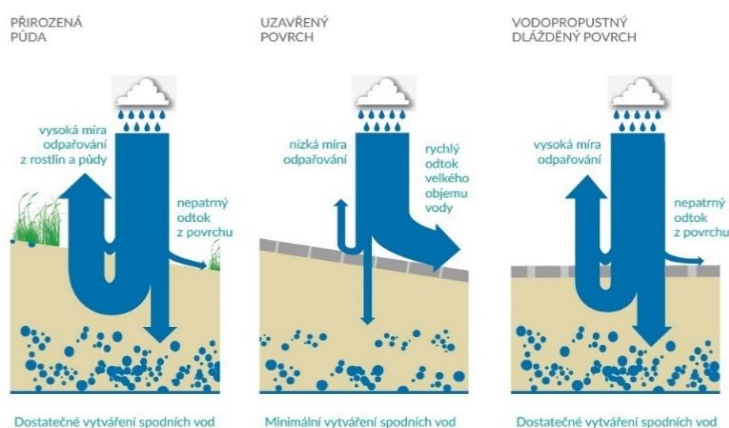


Obr. 25: Návrh zatravnovací dlažby (Zdroj: Svatoš K., 2020).

Dalším možností by mohla být betonová dlažba ECOSAVE® protect, má doklad o schopnosti regenerace a tím o trvalé schopnosti vsakování. Koefficient odtoku je 0,0. Tato dlažby by se hodila víc, má mnohem lepší vlastnost, ale bohužel na úkor nákladů.

Dešťová voda se vsakuje přes spáry a přímo skrz kámen s otevřenými póry, který současně působí jako zásobník a posiluje tak efekt odpařování.

Způsob rekonstrukce se neliší od běžných dlážděných ploch. Důležité je, aby veškeré vrstvy byly dobře propustné a byly pečlivě udělány, tak aby dešťová voda byla propouštěna do podloží. Hlavní předností těchto zpevněných povrchů je robustní konstrukce vhodná pro pojezd i nákladních automobilů, zaručující komfort pro uživatele i původní odtokové poměry.



Obr. 26: Vsakovací dlažba ECOSAVE protect (Zdroj: Godelmann, 2018).

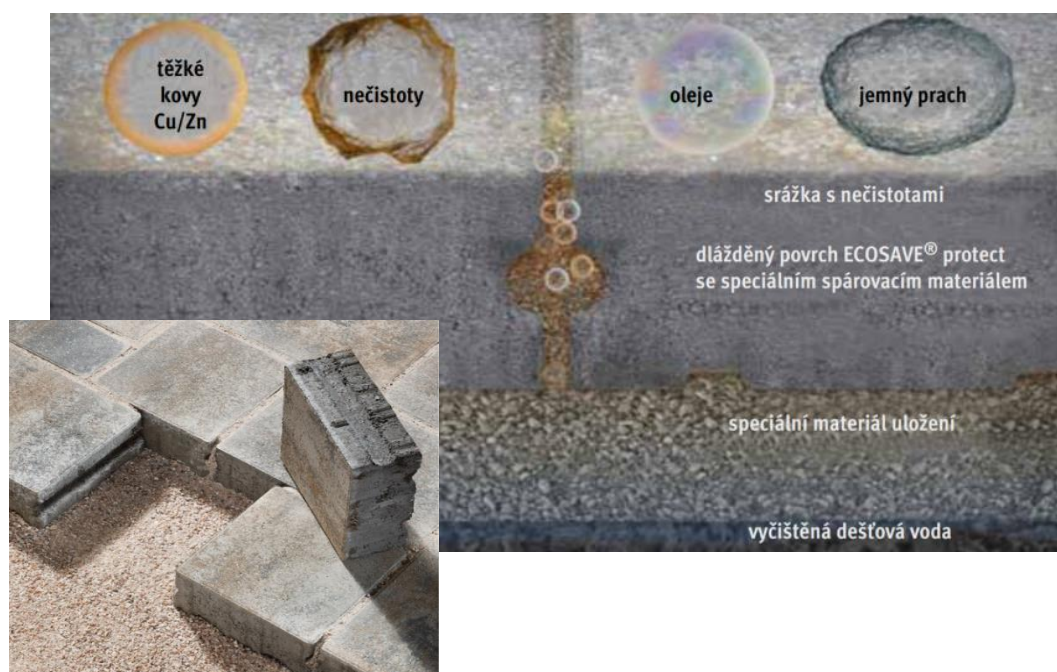
Druh zpevnění	Velikost	Hodnota odtoku ψ
Vsakovací plochy	100 m ²	1,0
Dlážděný povrch se spárovacím materiálem		0,9
Štěrkový, kačirový, drcený povrch		0,5
Zatrávňovací dlaždice		0,5
Vsakovací dlažba (drenážní kameny, vsakovací spáry, vsakovací komůrky) např. ECOSAVE®		0,4
Dlážděný povrch ECOSAVE® protect se schválením DIBt		≈ 0,0

S dešťovou vodou prosakují škodlivé látky, důležité je ale spodní vody chránit. Vlivem znečištěného vzduchu po smíšení s benzínem, motorovými oleji a těžkými kovy z provozu motorových vozidel, může vznikat vyloženě jedovatý koktejl, který se takto nesmí vsáknout. Proto by bylo vhodné, kdyby se dešťová voda vsakovala a škodlivé látky by byly zadrženy. I to je nyní možné s dlažbou řady ECOSAVE® protect se souhlasem způsobu výstavby DIBt. Nové a testované systémy kamenů s filtrem na škodliviny jsou schopné zachycovat, přeměňovat nebo odbourávat ekologicky rizikové škodlivé látky, například měď, zinek nebo olovo a také uhlovodíky z minerálních olejů. Tyto dlážděná ulice se pak do jisté míry stávají malou čistírnou, která čistě biologickým způsobem přispívá k ochraně našich spodních vod.

Rozpočet dlažby na 100 m ²		
Název	Množství	cena s DPH
Draiton protect včetně spár, mater./šterk.lože	100m ²	69 200
Drť 32 - 62	8 tun	3 280
Drť 16 - 22	2 tun	856
Celková cena		73 336

Tab. 11: Orientační rozpočet dlažby (Zdroj: Svatoš K., 2020).

Čistící proces probíhá uvnitř dlážděného povrchu vlivem speciálních betonových kamenů, spárovacích materiálů a materiálů uložení.



Obr. 27: Vsakovací dlažba ECOSAVE protect (Zdroj: Godelmann, 2018).

7 Diskuze

Jak už každý postřehнул, tak úhrny srážek se snižují a moje vybrané území se nachází v nejsušší oblasti v České republice, v tzv. Mostecké pánvi. Proto je dobré se zamyslet, jak s dešťovou vodou nakládat.

Voda je základní podmínkou života, bez ní by člověk nepřežil. Za pitnou vodu se platí, ale dešťová voda je zadarmo. Pít se sice nedá, ale hodí se například na splachování WC, praní anebo závlahu. (EKO-Centrum, 2014)

Díky programu Dešťovka se nádrže na dešťovou vodu v České republice staly velice rozšířené, jelikož při jejich zřizování mohou lidé využít finanční podporu od státu. Dešťovou vodu zachycenou v nádrži lidé využívají hlavně na závlahu zahrady, ale může být i využita na splachování WC a praní. Tím se dá až o polovinu ušetřit odběr vody pitné. Přichází ale otázka, zda je shromažďování dešťové vody to nejlepší řešení. Na internetu i v knihách najdeme mnoho doporučení, jak s dešťovou vodou nakládat. Využití shromážděné dešťové vody na závlahu zahrady je to nejlepší řešení, jak díky vlastnostem dešťové vody, tak že i navracíme vodu v dané lokalitě zpět do oběhu. Marie Nehasilová (2018) v projektu Počítáme s vodou vysvětluje, že je důležité skladování vody. Jelikož u nadzemních barelů může voda zahnívat z důvodu nečistot a přístupu světla.

V antropogenně nezměněné krajině se 99 % dešťové vody vsákne, vypaří, anebo je pohlceno rostlinami. (Stránský a kol., 2008) Urbanizovaná území jsou specifická vysokým podílem nepropustných ploch (komunikace, chodníky, střechy budov atd.) a voda dopadající za deště na tyto plochy se nemůže přirozeně infiltrovat do podloží a tím pádem se snižuje i množství odpařené vody. Povrchový odtok tvoří až 55 % objemu dešťových srážek, následkem se stávají lokální povodně. Současná urbanizovaná území odvádějí v době srážek takové množství vody, že pro ně není mnohdy ani možné postavit dostatečně kapacitní kanalizaci. (Vítek a kol., 2015)

Při postupném zastavování území člověk nahrazoval vegetací kryté plochy za městskou zástavbu bez vegetace. Rychlé odvedení srážkové vody má za následek, že se voda nemůže odpařovat a tím snižovat teplotu prostředí. Lze tedy očekávat další zvyšování teplot v centrech velkých a středních měst (Praha, Brno ale i Ústí nad Labem, Vsetín).

Co dokáže jeden průměrný strom o průměru koruny 5 m (plocha asi 20 m²)? Má-li dost vody, odpaří za den 100 litrů vody a na to spotřebuje 700 kWh energie. Přepočítáme-li to na 10 hodin intenzivního svitu, tak chladicí výkon je 7 kW, pro představu výkonná klimatizace má 2 kW. (Cílek a kol., 2017) Osázení zahrady

i veřejných ploch stromy je tedy důležité, třebaže trendem dnešních zahrad jsou pouze trávník a zpevněné plochy.

Mým navrhovaným řešením jsou akumulční nádrže na pozemku. V současné době uvažuje také ministerstvo životního prostředí o zavedení povinnosti shromažďovat či vsakovat dešťovou vodu u novostaveb. Změna v novele vodního zákona by měla být platná od roku 2021, uvedl ministr životního prostředí Richard Brabec. (Beránková K., 2020) Proto je důležité u novostaveb plánovat umístění akumulčních nádrží a počítat s dostatečnou kapacitou těchto nádrží, která vychází z plochy střechy a úhrnu srážek v dané oblasti. U mého řešení je počítáno s jímací plochou 187 cm² a je vhodná 4 m³ nádrž. Pokud ale prostor na zahradě dovolí, je lepší si zvolit spíš větší nádrž, voda v podzemních nádrží se nekazí, na zimu se nemusí vypouštět, ale nevýhodou je vyšší finanční náročnost.

K mému dalšímu navrhovanému řešení mě zaujala obec, která leží nedaleko Pesvic. Vzniká zde taky nová zástavba, ale zde jsou vedlejší komunikace a parkovací stání budovány ze zatravnovací dlažby.

Důležité pro každého z nás si uvědomit, že dlouhé sprchy, umývání nádobí pod tekoucí vodou, zapínání poloprázdné myčky, splachování ale i zalévání pitnou vodou zatěžuje nejen naši peněženku, ale i životní prostředí. (Vrba J., 2017)

8 Závěr

V této práci jsem řešil hospodaření s dešťovou vodou v obci Pesvice. Cílem bylo, aby dešťová voda, která dopadne na dané území, na něm zůstala a byla využita a vrácená zpět do oběhu. Úhrn srážek v dané lokalitě je velice minimální, mluvíme o 500 mm/m², proto jsem navrhl některá řešení, jak hospodařit s dešťovou vodou v obci.

První navrhovaná řešení se týkala rodinných domů. Ty by měly vodu na svém pozemku využívat a nevypouštět ji do obecní čističky. Ze zjištěných informací vyplývá, že do obecní čističky vypouští dešťovou vodu 12 případů. Návrh jsem provedl na konkrétním domě s velikostí střechy o ploše 187 m², jelikož každý domek se liší rozměry, počtem žijících osob a tím pádem jsou i jiné hodnoty, jak shromážděné dešťové vody, tak i spotřebované vody.

Pro daný dům bylo výpočtem zjištěno, že ročně nashromáždí necelých 75 m³ srážkové vody. Pokud by vodu používal pouze na závlahu zahrady o ploše 750 m², tak by jí ročně spotřeboval 45 m³. Nabízí se otázka, zda je pro tento dům ještě výhodné využívat vodu na splachování a praní, jelikož tři osoby, které v domě žijí, spotřebují za rok na splachování 50 m³ vody a na praní zhruba 16 m³. Při využití dešťové vody na závlahu spolu se splachováním a praním se přesahuje množství nashromážděné vody. Náklady na realizaci využívání dešťové vody ke splachování nebo praní jsou vysoké, úspora pitné vody při splachování je však obrovská, protože tvoří jednu třetinu veškeré využití vody. Pro využívání dešťové vody na splachování a praní, je vhodné instalovat dané vodovodní potrubí ihned při výstavbě novostavby, tento rodinný dům bohužel toto potrubí nemá, realizace by tedy byla finančně náročná a finanční návratnost dlouhá. Pokud by se daný dům přece jen rozhodl pro tyto realizace, mohl by čerpat finance z dotačního programu „Dešťovka“.

Dále bych navrhoval pro vedlejší obecní komunikace a parkovací stání výměnu nepropustných ploch za plochy propustné, aby docházelo k co největšímu zasakování dešťové vody, doplnění vod podzemních a její udržení v dané krajině. Navrhl jsem dva typy propustných ploch. Na parkovací stání jsem navrhl již zmíněné zatravnovací dlaždice Best – Vega, kde je podíl zeleně 40, 5 %. A na vedlejší komunikace byla navržena jedna z možných variant dlaždic ECOSAVE® protect. Její výhodou je vysoká schopnost vsakování a čistící proces, který zachytí vsakované nečistoty z komunikace. U této dlažby musíme ale počítat s vyššími pořizovacími náklady, ale i u těchto rekonstrukcí by mohla obec čerpat dotace z programu „Velká dešťovka“.

9 Přehled literatury a použitých zdrojů

Seznam Literatury

Bose K-H., 1999: *Dešťová voda pro zahradu a dům*. Ostrava HEL 1999. 1. české vydání. ISBN 80-86167-08-9.

Cílek V., Just T., Sůvová Z., a kolektiv, 2017: *Voda a krajina*. 1. Praha: Dokořán, 2017. ISBN 978-80-7363-837-5.

Čermáková B., Mužíková R., 2009: *Ozeleněné střechy*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-1802-6.

Hanousek M., 2005: *Voda pro chataře a zahrádkáře*. Praha: Grada, 2005. Profi & hobby. ISBN 80-247-0400-5.

Hlavínek P., Prax P., Kubík J., 2007: *Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území*. Brno: ARDEC, c2007. ISBN 978-80-86020-55-6.

Krejčí V., Hlavínek P., Zeman E., 2002: *Odvodnění urbanizovaných území*. Brno NOEL, 2000. ISBN 80-86020-39-8.

Stránský, D., Kubelková I., Vítek J. et Suchánek M., 2008: *Koncepce hospodaření s dešťovou vodou v ČR: Současný stav*. Semináře Hospodaření s dešťovou vodou, Brno.

Šálek J., Krška M., Pírek O., Plotěný K., Rozkošný M., Žáková Z., 2012: *Voda v domě a na chatě*. Praha: Grada, 2012. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-3994-6.

Vítek J, Stránský D., Kabelková I, Bareš V., Vítek R., 2015: *Hospodaření s dešťovou vodou v ČR*. Praha: 01/71 ZO ČSOP Koniklec, 2015. ISBN 978-80-260-7815-9.

Vrána J., 2005: *Voda a kanalizace v domě a v bytě: instalatérské práce*. Praha: Grada, 2005. Profi & hobby. ISBN 80-247-0800-0.

Žabička Z., Vrána J., Lank J., 2005: *Odvodnění staveb*. Brno: ERA Group, 2005. Stavíme. ISBN 80-7366-012-1.

Žabička Z., Vrána K., 2011: *Hospodaření se srážkovou vodou v nemovitostech*. Praha ČKAIT, 2011. ISBN 978-80-87438-14-5.

Žabička Z., 2003: *Vodovod a kanalizace*. Brno: ERA Group, 2003. Stavíme. ISBN 80-86517-52-7.

Internetové zdroje

Anylopex plus s.r.o., ©2019: Dešťovka pro veřejné subjekty (online) [cit. 2020-02-11], dostupné z: <https://www.destovka.eu/opzp>.

Beránková K., 2020: Novostavby budou povinně zadržovat dešťovou vodu, navrhuje ministr (online) [cit. 2020-06-28], dostupné z: <https://www.novinky.cz/domaci/clanek/novostavby-budou-povinne-zadrzovat-destovou-vodu-navrhujje-ministr-40323745>.

BPEJ, ©2019: Obecné informace (online) [cit. 2020-03-20], dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/10100>.

Bumerl M., 2003: Hydrologie (online) [cit. 2020-03-16], dostupné z: <https://docplayer.cz/443100-Hydrologie-ing-milan-bumerl-csc-ucebni-text-pro-studenty-3-rocniku-sos-otzp-veseli-n-l-veseli-nad-luznici-2003.html>.

Cosgrove C., 2018: Rainwater Harvesting (online) [cit. 2020-03-24], dostupné z: <https://www.ecomena.org/rainwater-harvesting/>.

Dvořáková D., 2007: Využití dešťové vody (I)- kvalita a čištění - možnosti využívání dešťové vody a k tomu potřebná technická zařízení (online) [cit. 2020-02-02] dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cistení>.

EKO-Centrum, ©2014: Dažďová voda sa dá využiť vo vašej domácnosti (online) [cit. 2020-03-24], dostupné z: <http://www.ekocentrum.sk/dazdova-voda-sa-da-vyuzit-aj-vo-vasej-domacnosti/>.

Enviro, ©2015: Koloběh vody v přírodě (online) [cit. 2019-11-04], dostupné z: <http://www.zsnovestraseci-enviro.cz/1-stupen/kolobeh-vody-v-prirode/>.

Extremnipocasi, ©2018: Předpověď počasí (online) [cit. 2020-03-19], dostupné z: <http://www.extremnipocasi.cz/mesta/predpoved-pocasi-Chomutov/3077685>.

Freeflush, ©2019: Commercial Rainwater Harvesting Filter (online) [cit. 2020-02-12], dostupné z: <https://www.freeflush.co.uk/products/vortex-volume-filter-vf1>.

Geoportal, ©2016: Letecká mapa (online) [cit. 2020-03-21], dostupné z: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/map?q=pesvice>.

Chomutovský deník, ©2018: V Pesvicích dokončili stavbu čistírny odpadních vod (online) [cit. 2020-03-20], dostupné z: https://chomutovsky.denik.cz/zpravy_region/v-pesvicich-dokoncili-stavbu-cistirny-odpadnich-vod-20180913.html.

Kalvoda S., 2018: Vody je nedostatok, šetrné hospodárenie je nevyhnutné (online) [cit. 2020-03-24], dostupné z: <https://www.kancelarie.sk/poradna/vody-je-nedostatok-setrne-hospodarenie>.

Klimawandelanpassung, ©2016: Nachhaltiges Regenwassermanagement (online) [cit. 2020-02-12], dostupné z: <https://klimawandelanpassung.at/index.php?id=31602>.

Mifková T., 2009: Retence dešťových vod (online) [cit. 2020-02-12] dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/6053-retence-destovych-vod-i>.

MMR, ©2019: Vsakování srážkových vod- metodická pomůcka Ministerstva pro místní rozvoj (online) [cit. 2020-02-02] dostupné z: https://www.mmr.cz/getattachment/e16069fa-3bf8-4a1d-82af-28a17df865c5/Methodika-vsakovani_srpen2019.pdf.aspx?lang=cs-CZ&ext=.pdf.

MŽP, ©2009: Zneškodňování odpadních vod v obcích do 2000 ekvivalentních obyvatel (online) [cit. 2020-02-16], dostupné z: [https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/0989B086A5D140A7C1257589003ACE96/\\$file/Metodicka%20prirucka_zneskodnovani%20odpadnich%20vod.pdf](https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/0989B086A5D140A7C1257589003ACE96/$file/Metodicka%20prirucka_zneskodnovani%20odpadnich%20vod.pdf).

MŽP, ©2020: Program velká Dešťovka: MŽP na boj se suchem ve městech a obcích uvolňuje další miliardu (online) [cit. 2020-02-11], dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/news_20200204-Startuje-Velka-Destovka.

Pesvice, ©2020: Základní informace (online) [cit. 2020-03-19], dostupné z: <http://www.Pesvice.cz>.

Rehau, ©2019: Využívání dažďovej vody (online) [cit. 2020-03-24], dostupné z: <https://www.rehau.com/sk-sk/remeselnici-a-stavebne-firmy/kanalizacia-hospodarenie-s-dazdovou-vodou/hospodarenie-s-dazdovou-vodou/vyuzivanie-dazdovej-vody>.

Samek O., 2015: Motivace k hospodaření s dešťovou vodou (online) [cit. 2019-11-04], dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/9961-motivace-k-hospodareni-s-destovou-vodou>.

Sieker Heiko, ©2020: Problemstellungen derkonventionellen Regenwasserableitung (online) [cit. 2019-12-11], dostupné z: <https://www.sieker.de/fachinformationen/umgang-mit-regenwasser/article/problemstellungen-der-konventionellen-regenwasserableitung-74.html>.

SmVaK, ©2018: Kanalizační přípojky (online) [cit. 2020-03-21], dostupné z: <http://smvak.cz/kanalizacni-pripojky>.

Špičková I., Kropáček J., 2018: Nová cenová mapa vody v Česku: Kde z kohoutku teče nejdražší a kde nejlevnější. (online) [cit. 2020-01-23], dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/mapa-cena-vody-2018/r~434c010efcee11e7988aac1f6b220ee8/>.

Trigyshop, ©2019: Vsakovací bloky (online) [cit. 2020-03-19], dostupné z: https://www.trigyshop.cz/vsakovaci-bloky/?gclid=EAIaIQobChMIzZeNu4bc5wIVGLLtCh3RRAzREAAAYAiAAEgIyRfD_BwE.

USGS, ©1993: The Fundamentals of the Water Cycle (online) [cit. 2019-11-04], dostupné z: https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/fundamentals-water-cycle?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects.

Vitthalrao, B., Khyade 2016: World scientific news. (online) [cit. 2020-03-16], dostupné z: <http://www.worldscientificnews.com/wp-content/uploads/2015/10/WSN-44-2016-93-125.pdf>.

Volfík R., 2019: Jeden člověk v domácnosti denně spotřebuje skoro 90 litrů. Hospodářské noviny (online) [cit. 2020-01-23], dostupné z: <https://domaci.ihned.cz/c1-66564840-spotreba-vody-v-cesku-stale-stoupa-prumerny-cech-denne-vyuzije-133-5-litru-prestoze-zdrazilo-vodne-i-stocne>.

Vrba J., 2017: Jak dobře hospodařit s vodou (online) [cit. 2020-06-28], dostupné z: <https://www.magazinzahrada.cz/jak-dobre-hospodarit-s-vodou/>.

Vykydal M., 2018: Dešťové kanalizace, (online) [cit. 2020-03-16], dostupné z: <http://vodnihospodarstvi.cz/destove-kanalizace/>.

Záveska D., 2014: Hospodárime s vodou 2. diel - Využitie dažďovej vody (online) [cit. 2020-03-24], dostupné z: <https://mojdom.zoznam.sk/cl/100499/1428207/Hospodarime-s-vodou-2--diel---Vyuzitie-dazdovej-vody>.

Zákony a vyhlášky

Zákon č. 254/2001 Sb.: Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).
Zákony pro lidi (online) [cit. 2020-01-26], dostupné z:
<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>.

Zákon č. 274/2001 Sb.: Zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). Zákony pro lidi (online) [cit. 2020-01-26], dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-274>.

Vyhláška č. 501/2006 Sb.: Vyhláška o obecných požadavcích na využívání území.
Zákony pro lidi (online) [cit. 2020-01-26], dostupné z:
<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-501>.

Vyhláška č. 268/2009 Sb.: Vyhláška o technických požadavcích na stavby. Zákony pro lidi (online) [cit. 2020-01-26], dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-268>.

Normy

TNV 75 9011: Hospodaření se srážkovými vodami (online) Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky, 2013 [cit. 2020-01-26], dostupné str. 9,4.3.3-9,4.3.4 z :
https://docplayer.cz/3200780-Hospodareni-se-srazkovymi-vodami-tnv-75-9011.html#show_full_text ,

Seznam obrázků

Obr. 1: Koloběh vody na Zemi (USGS, Earth's water is always in movement, and the natural water cycle, also known as the hydrologic cycle (online) [cit. 2020-03-02], dostupné z:
https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/fundamentals-water-cycle?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects.

Obr. 2: Filtrační podokapový hrnec (Dvořáková, D.: Možnosti využívání dešťové vody a k tomu potřebná technická zařízení (online) [cit.2020-03-03], dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>.

Obr. 3: Svodové okapové filtry (Dvořáková, D.: Možnosti využívání dešťové vody a k tomu potřebná technická zařízení (online) [cit.2020-03-03], dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>.

Obr. 4: Košíkový filtr (Dvořáková, D.: Možnosti využívání dešťové vody a k tomu potřebná technická zařízení (online) [cit.2020-03-04], dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>.

Obr. 5: Filtr instalovaný do nádrže (Freeflush.co.uk, Commercial Rainwater Harvesting Filter (online) [cit.2020-03-04], dostupné z: <https://www.freeflush.co.uk/products/vortex-volume-filter-vf1>.

Obr. 6: Podzemní zadržovací nádrž na vodu (driml-napajacky.cz, Plastové velkokapacitní nádrže na vodu (online) [cit.2020-03-04], dostupné z: <https://www.driml-napajacky.cz/cz/staj-farma/plastove-velkokapacitni-nadrze-na-vodu/podzemni-zadrzna-nadrz-na-vodu-3000-litru-2015406.html>.

Obr. 7: Zatravnovací dlažba (svepomoci.cz, Zatravnovací dlažba jako příjezdová plocha ke garáži (online) [cit.2020-03-04], dostupné z: <https://www.svepomoci.cz/zahrada/3035-zatravnovaci-dlazba-jako-prijezdova-plocha-ke-garazi.html>

Obr. 8: Vsakovací průleh (TNV 75 9011, Hospodaření se srážkovými vodami. (online) [cit. 2020-01-26], dostupné z: https://docplayer.cz/3200780-Hospodareni-se-srazkovymi-vodami-tnv-75-9011.html#show_full_text.

Obr. 9: Vsakovací nádrž (upraveno dle: Hlavínek, a kol.: Vsakování dešťové vody [cit.2020-03-04], dostupné z: Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území.

Obr. 10: Rýhové vsakování (Asio. cz, Hospodaření se srážkovými vodami – TNV 75 9011 (online) [cit.2020-03-04], dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/99.hospodareni-se-srazkovymi-vodami-hdv-tnv-75-90114>.

Obr. 11: Vsakovací šachta (Kabelková a kol.,).

Obr. 12: Vsakovací tunel (tzb-info.cz, Návrh vsakovací zařízení a nádrží na dešťovou vodu (online) [cit.2020-03-04], dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/8413-prakticke-online-kalkulatory-pro-navrh-vsakovacich-zarizeni-a-nadrzi-na-destovou-vodu>.

Obr. 13: Plně využitelná zeleň na střeše hotelu Stadthalle (hotelstadthalle.at, Nachhaltiges Regenwassermanagement (online) [cit.2020-03-12], dostupné z: <https://klimawandelanpassung.at/index.php?id=31602>.

Obr. 14: Letecká mapa obce Pesvice (geoportal.cz, Letecké mapy (online) [cit.2020-03-04], dostupné z: <https://mapy.cz/letecka?x=13.4819198&y=50.4634610&z=16&source=muni&id=692>.

Obr. 15: BPEJ (Potočka T.: Bonitovaná půdně-ekologická jednotka (online) [cit. 2020-03-19], dostupné z: http://dk.spsopava.cz:8080/fotogaltisk.php?adr=dcz3fc_20190222_151247.

Obr. 16: Typ půdy v Pesvicích (vumop.cz, Hlavní půdní jednotka (online) [cit. 2020-03-19], dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/10100>.

Obr. 17: Klimatický region (vumop.cz, Charakteristika regionu (online) [cit. 2020-03-19], dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/10100>.

Obr. 18: Průřez pudou na daném uzemí (vumoc.cz, Průřez typu 1.01.00 (online) [cit. 2020-03-19], dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/10100>.

Obr. 19: Průřez půdou na daném území (vumop.cz, Průřez typu 1.19.01 (online) [cit. 2020-03-19], dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/11901>).

Obr. 20: Obecní ČOV Pesvice (Svatoš K., 2020)

Obr. 21: Fotka řešeného domu (Svatoš K., 2020)

Obr. 22: Systém na závlahu zahrady (Záveská D.: Proč a jak zachytávat dešťovou vodu (online) [cit. 2020-03-19], dostupné z: <https://homebydleni.cz/zahrada/rady-a-tipy/proc-a-jak-zachytavat-destovou-vodu/>).

Obr. 23: Průměrná denní spotřeba vody v domácnosti na jednotlivé činnosti (TZB-info.cz, Na co lze srážkovou vodu využít (online) [cit. 2020-03-19], dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/8622-jak-vyuzivat-destovou-vodu-na-zahrade-i-v-domacnosti-zacnete-jiz-toto-leto>).

Obr. 24: Schéma nádrže na dešťovou vodu pro potřeby rodinného domu (Černodrinski S.: Schéma podzemní nádrže na dešťovou vodu pro potřeby rodinného domu pro jednu domácnost (online) [cit. 2020-03-19], dostupné z: https://www.mujdum.cz/rubriky/zahrada/kdyz-vody-neni-dost_2983.html).

Obr. 25: Návrh zatravnovací dlažby (Svatoš K., 2020)

Obr. 26: Vsakovací dlažba ECOSAVE protect (Godelmann. cz, Vsakování dešťových vod (online) [cit. 2020-03-19], dostupné z: <https://webmium.blob.core.windows.net/users/87221/assets/db611c1a0c026b2abb18924c0cbe4707/ecosave.pdf>).

Obr. 27: Vsakovací dlažba ECOSAVE protect (Godelmann. cz, Vsakování dešťových vod (online) [cit. 2020-03-19], dostupné z: <https://webmium.blob.core.windows.net/users/87221/assets/db611c1a0c026b2abb18924c0cbe4707/ecosave.pdf>

Tabulky

Tab. 1: Spotřeba vody v ČR (Život.org, Letošní rok je extrémní (online) [cit. 2020-03-19], dostupné z: <https://zivot.org/letosni-rok-je-extremni-nejen-cesko-se-potyka-s-nedostatkem-vody/>.

Tab. 2: Spotřeba vody v domácnostech (Život. org, 2019). Nejen Česko se potýká s nedostatkem vody (online) [cit. 2020-03-19], dostupné z: <https://zivot.org/letosni-rok-je-extremni-nejen-cesko-se-potyka-s-nedostatkem-vody/>.

Tab. 3: Cena vody v okresních městech v roce 2019 (Skrblík.cz, Aktuální cena vody 2019 (online) [cit. 2020-03-19], dostupné z: <https://www.skrblik.cz/energie/voda/cena-vody/>.

Tab. 4: Počet obyvatel obce Pesvice za jednotlivé roky (místopisy.cz, Místopisný průvodce po České republice (online) [cit.2020-03-04], dostupné z: <https://www.mistopisy.cz/pruvodce/obec/1176/pesvice/pocet-obyvatel/>.

Tab. 5: Archív počasí Pesvice (meteoblue.com. Archiv historie simulací (online) [cit. 2020-03-19], dostupné z: https://www.meteoblue.com/cs/po%C4%8Das%C3%AD/historyclimate/weatherarchive/pesvice_%c4%8cesko_3068408?fcstlength=1y&year=2019&month=2.

Tab. 6: Hydropedologická charakteristika (vumop.cz, Hydropedologické charakteristiky (online) [cit. 2020-03-19], dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/10100>.

Tab. 7: Skupiny půdních typů (vumop.cz, Skupiny půdních typů v Pesvicích (online) [cit. 2020-03-19], dostupné z: <https://statistiky.vumop.cz/?core=stat&typ=ku&kod=716979>.

Tab. 8: Možná varianta (Svatoš K., 2020)

Tab. 9: Možná varianta (Svatoš K., 2020)

Tab. 10: Orientační rozpočet dlažby (Svatoš K., 2020)

Tab. 11: Orientační rozpočet dlažby (Svatoš K., 2020)