

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta životního prostředí
Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování



Návrh způsobu řešení hospodaření s dešťovou vodou
na vybraném objektu
Bakalářská práce

Autor práce:
Petra Svatošová, DiS.

Vedoucí práce:
Ing. Petra Sychová, Ph.D.

2022

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Petra Svatošová, DiS.

Územní technická a správní služba v životním prostředí

Název práce

Návrh způsobu řešení hospodaření s dešťovou vodou na vybraném objektu

Název anglicky

Rainwater harvesting systems for domestic applications

Cíle práce

Bakalářská práce se věnuje aktuální problematice využívání dešťových vod. V teoretické rovině jsou popsány možnosti hospodaření s dešťovými vodami a legislativní rámec řešené problematiky. Dílčím a zároveň praktickým cílem práce je výběr vhodné lokality, na které je možné demonstrovat konkrétní možnosti využívání dešťových vod. Pro praktickou ukázkou je vybrán objekt mateřské školky v malé obci, pro kterou je posouzena využitelnost dešťové vody na základě bilance dostupného množství vody (ve formě srážek) a potřebného množství vody s ohledem na účel, ke kterému by voda mohla být použita.

Metodika

- literární rešerše dotčené problematiky, včetně přehledu platné legislativy
- výběr vhodné studijní lokality
- návrh hospodaření s dešťovými vodami v konkrétním objektu
- zhodnocení možností využití dešťových vod
- shrnutí zjištěných informací

Doporučený rozsah práce

30 stran

Klíčová slova

dešťová voda, hospodaření s dešťovou vodou, úspora vody, potřeba vody

Doporučené zdroje informací

Butler, D., Davies, J.W., 2004: Urban drainage. 2nd. Abingdon: Spon Press, 2004. 543 p.

Hlavínek, P., Prax, P., Kubík, J., 2007: Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území, Brno: ARDEC. 164 s.

Novak, C.A., Giesen, G.E.V., Debusk, K.M., 2014: Designing rainwater harvesting systems: Integrating rainwater into building systems. Hoboken: Wiley, 294 p.

Vítek, J., Stránský, D., Kabelková, I., Bareš, V., Vítek, R., 2015: Hospodaření s dešťovou vodou v ČR. Praha: 01/7120 ČSOP Konílec, 127 s.

Vybrané právní předpisy a normy

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FZP

Vedoucí práce

Ing. Petra Sychová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 9. 3. 2022

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 22. 03. 2022

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma: Návrh způsobu řešení hospodaření s dešťovou vodou na vybraném objektu jsem vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

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

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím závěrečným 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 GDPR.

V Chomutově dne 27. 3. 2022

.....
Petra Svatošová

Poděkování

Ráda bych poděkovala paní Ing. Petře Sychové Ph.D., vedoucí mé bakalářské práce, za odbornou pomoc, věnovaný čas a ochotu při vypracovávání bakalářské práce. Dále děkuji všem, kteří mi byli po tuto dobu oporou.

V Chomutově dne 27. 3. 2022

Abstrakt

S ohledem na současné změny klimatu je důležité prosazovat vhodná opatření umožňující hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území ve smyslu udržitelného rozvoje měst a obcí. V rámci moderního hospodaření s dešťovými vodami je upřednostňováno především vsakování, dále pak retence a využití dešťových vod. V bakalářské práci je proveden návrh způsobu vhodného nakládání s dešťovou vodou u vybraného objektu mateřské školky. Konkrétní návrhy je využití dešťové vody na splachování WC, úklid a zalévání zahrady.

Klíčová slova: dešťová voda, hospodaření s dešťovou vodou, úspora vody, potřeba vody

Abstract

To maintain towns and villages developments due to current climate changes it is important to promote suitable measures that enable good rainwater management in urbanise areas. As part of modern rainwater management soaking is being preferred, another preferred options is retention and using rainwater. In this exertion you will find proposal on how best to use rainwater in selected nursery building. Tangible proposals are using rainwater for toilet flushing, tidying and watering the garden.

Keywords: rainwater, management of rainwater, water saving, water needs

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl	2
3	Literární rešerše	3
3.1	Voda v krajině.....	3
3.1.1	Hydrologický cyklus	3
3.1.2	Atmosférické srážky	4
3.1.3	Dešťová voda	4
3.1.4	Voda ve světě	5
3.1.5	Vodní bohatství na území ČR	6
3.1.6	Pitná voda v ČR	7
3.1.7	Odpadní voda	7
3.1.8	Čistírna odpadních vod ČR	8
3.2	Legislativa v oblasti hospodaření s dešťovými vodami v ČR	8
3.3	Dotační program Dešťovka	12
3.4	Hospodaření s dešťovou vodou – HDV.....	13
3.4.1	Konvenční způsob odvodnění	14
3.4.2	Decentrální způsob odvodnění	14
3.4.3	Hospodaření s dešťovou vodou v zahraničí	15
3.5	Možnosti HDV	17
3.5.1	Užívání dešťové vody	17
3.5.2	Retence	18
3.5.3	Infiltrace	18
3.6	Zařízení pro HDV	19
3.6.1	Zařízení pro využívání dešťové vody	20
3.6.2	Zařízení vhodná k retenci dešťových vod	24
3.6.3	Zařízení vhodná k infiltraci	30
4	Metodika	35
4.1	Výpočet zisku zachycené srážkové vody	35
4.2	Výpočet potřebného množství vody.....	36
4.3	Posouzení využitelnosti dešťové vody	37
5	Popis řešeného území	38
5.1	Vstupní data	38
6	Výsledky	40
6.1	Výpočet zisku zachycené srážkové vody	40
6.2	Výpočet potřebného množství vody	41
6.3	Posouzení využitelnosti dešťové vody	42
7	Diskuze	43
8	Závěr	45
9	Přehled použité literatury a použité zdroje	46
10	Přílohy	52

1. Úvod

Voda je nejdůležitější sloučeninou na zemi. Každodenně ji člověk používá, a proto by si měl každý uvědomit, kde se voda bere. Změna klimatu a nedostatek vody je celosvětový problém. Poslední desetiletí bylo nejteplejším v zaznamenané historii. V důsledku měnícího se klima se potýkáme s problémy vyšších teplot a dlouhá období sucha jsou přerušena intenzivním přívalovým deštěm. Což má za následek, že voda z těchto přívalových dešťů odtéká z urbanizovaného území co nejrychleji po vyprahlé zemi do stokové sítě a recipientu, tím dochází ke ztrátě vody z dané krajiny.

Pro fungující koloběh dešťové vody se musí dešťová voda nejprve v dané krajině vsáknout, aby byla následně zase v rámci vodního cyklu odpařena. Sucho je přírodní jev způsobený nedostatkem srážek, který následně vede ke snížení vody v atmosféře, v půdě, ve vodních tocích, a i v podzemních zásobách vody. Pokud v důsledku sucha začínají být požadavky na užívání vod vyšší než dostupné zdroje, je nezbytně nutné přijímat opatření a s vodou hospodařit (MŽP, 2020).

Problematika hospodaření s dešťovou vodou se začíná více objevovat v legislativních předpisech České republiky, například během stavby rodinných domů se lidé už pravidelně setkávají s požadavky na likvidaci dešťové vody na pozemku. V západní Evropě jsou tyto principy již mnoho let praktikovány a široká veřejnost je bere jako samozřejmost. U nás je vše v začátcích a lidé s tím nemají mnoho zkušeností. Měl by se proto klást větší důraz na propagaci dané problematiky. Důvody pro hospodaření s dešťovou vodou nejsou jenom ekologické ale i ekonomické a bezpečnostní. Využíváním dešťové vody šetříme náklady za odebranou pitnou vodu a vsakováním dešťové vody doplňujeme zásoby podzemní vody. V posledních letech jsme se v České republice setkali s několika ničivými povodněmi. Jelikož nárůst zpevněných povrchů způsobuje rychlý odtok dešťových vod, kanalizace nemají dostatečnou kapacitu a vznikají lokální povodně (Samek, 2013).

2. Cíl práce

Cílem mé bakalářské práce je upozornit na nutnost využívání dešťové vody a popsat možná řešení, jak s dešťovou vodou nakládat ve shodě s moderními přístupy hospodaření s dešťovými vodami, které jsou přírodě blízké. Záměrem je pochopení problematiky hospodaření s dešťovými vodami jako celek, a ne jenom jako problémy s nedostatkem vody. Dílčím cílem práce je i zmínit legislativní předpisy a normy, se kterými musí být opatření HDV v souladu. Hlavní cíl této práce je zpracování možného návrhu nakládání s dešťovými vodami v mateřské školce.

3. Literární rešerše

3.1 Voda v krajině

Voda je obnovitelným přírodním zdrojem a je jednou z nejrozšířenějších látek na zemi. Voda umožňuje život živých organismů a je nenahraditelným přírodním zdrojem. Voda slouží jako nezbytná surovina pro člověka pro naplňování jeho nezbytných potřeb. Dále vody ovlivnily a soustavně ovlivňují morfologické procesy a utvářejí reliéf krajiny.

Voda se na zemi nachází ve všech třech skupenstvích – v plynném, kapalném a pevném. Základní charakteristika vody je její pohyblivost a proměnlivost. Oběh vody probíhá ve všech sférách zemského povrchu – v atmosféře, hydrosféře, pedosféře, litosféře.

Zdroje sladké vody jsou limitovány především dostupností vod v množství a kvalitě, místem potřeby a časem. Projevuje se nevratný úbytek vody v různých částech světa. Dostupná sladká voda na Zemi činí pouze 0,3 % z celkového objemu. Celkem 68,7 % sladké vody se nachází v ledovcích a sněhové pokrývce a 30 % je obsaženo v podzemních vodách (Slavík a Neruda, 2014).

V současnosti jsou nedostatkem pitné vody zasaženy více než čtyři miliardy lidí. Rozvoj a využívání vodních zdrojů již překonal alarmující hodnotu v mnoha částech světa, což má za následek zhoršující se životní prostředí, u řek dochází ke sníženému nebo dokonce žádnému průtoky, znehodnocení ekosystému, pokles hladiny podzemní vody a zmenšování jezer a mokřadů. Tyto problémy nám ukazují, že neudržitelné využívání vody se stalo problémem, který brání udržitelnému rozvoji mnoha ekonomik na celém světě (Yang a kol., 2021).

3.1.1 Hydrologický cyklus

Hydrologický cyklus je popisován jako nepřetržitá, přirozená cirkulace vody, která je především poháněna sluneční energií a gravitací. Hydrologický cyklus lze rozdělit na velký a malý oběh vody. Velký oběh probíhá mezi oceánem, atmosférou a pevninou a malý oběh může být mezi oceánem a atmosférou, kdy se vypařená voda z oceánu následně do něj v rámci deště vrátí zpět anebo malý oběh může probíhat

mezi pevninou a atmosférou, k čemuž může docházet v bezodtokové oblasti, kdy vypařená voda z pevniny spadne následně v podobě srážek zase na pevninu. Koloběh vodní páry v atmosféře trvá zhruba 10 dní. Dále můžeme rozlišovat cyklus povrchového odtoku a podzemního odtoku. Čas koloběhu vody u povrchového odtoku je v řádu dní oproti podzemnímu odtoku je čas koloběhu průměrně 5 000 let a v aktivní zóně 330 let (Vojtěchovská, 2021).

3.1.2 Atmosférické srážky

Atmosférické srážky jsou označovány jako vodní kapky nebo ledové krystalky, které vznikají kondenzací nebo desublimací vodní páry v ovzduší. Srážkové úhrny se měří srážkoměrem (hyetometrem) – jde o tzv. válec s nálevkou, která svádí srážkovou vodu dovnitř nádoby. V případě sněhu musí tyto srážky nejprve roztát a následně může být změřen objem vody v nádrži. Pro zjištění množství srážek v časovém průběhu slouží ombrograf.

Meteorologické stanice uvádí tyto hodnoty: úhrn neboli množství srážek, intenzitu srážek, délka trvání a jejich skupenství. Množství srážek nám určuje výška vodního sloupce v mm, 1 mm srážek odpovídá 1 l vody spadlé na plochu 1 m². Mezi padající atmosférické srážky řadíme déšť, mrholení, sníh a kroupy. K usazeným patří rosa, jinovatka, námraza a ledovka (Meteocentrum, 2022).

V ČR roční srážkový úhrn kolísá přibližně mezi 450 mm (Žatecko, Slánsko, Dyjskosvratecký úval) až 1500 mm i více (Beskydy, Krkonoše). Nejnižší množství srážek se vyskytuje v oblastech, kde tvoří hory srážkový stín. V Čechách je to stín způsobený Krušnými horami a na Moravě působí podobně Českomoravská vrchovina (Hlavínek a Zeman, 2002).

3.1.3 Dešťová voda

Dešťové a sněhové srážky jsou jedinými zdroji povrchové a podzemní vody. Déšť a sníh jsou však rozloženy jak časově, tak i prostorově velmi nerovnoměrně. Tomuto rozložení odpovídá povrchový odtok a vydatnost zdrojů podzemní vody (Hlavínek a Zeman, 2002).

Dešťová voda by mohla být vodou destilovanou, čistou bez rozpuštěných látek, jelikož dešťové mraky se tvoří odpařením vody. V atmosféře přichází dešťová voda do kontaktu s různými chemickými látkami. Například sloučeniny síry a dusíku, které se uvolňují do atmosféry spalováním topného oleje, plynu a uhlí, jsou poté zachycovány vodními parami a kapénkami. V 1 l dešťové vody je obsaženo 20 až 30 cm³ rozpuštěných plynů (40 % až 70 % N, 20 % O a 5 % až 20% CO₂) (Hanousek, 2005).

Kvalita dešťové vody je tedy už v atmosféře snižena. Obsažený CO₂ ve vzduchu reaguje s dešťovou vodou a dochází k přirozenému snížení pH. Obsažené sloučeniny síry a dusíku mohou pH snížit až pod 4, v tomto případě mluvíme pak o kyselém dešti, naopak zvýšení pH až na 7 může vzniknout účinkem kontaktu dešťové vody s betonem (Böse, 1999).

Další druh znečištění vzniká, při kontaktu dešťové vody s materiálem na povrchu území, například znečištění hromaděné na střešních plochách během bezdeštného období v podobě pylu, klacíků, listí ptačího trusu a prachu. Vlivem slunce, vody a mrazu dochází k opotřebením částí budov a během deště se uvolňují např. částičky krytin střech, cihel, betonu, kovu a asfaltu (Dvořáková, 2007a).

Doprava představuje hlavní zdroj organických polutantů, jako jsou ftaláty, alkylfenoly, polycyklické aromatické uhlovodíky a ropné uhlovodíky, do dešťového odtoku se dostávají prostřednictvím výfukových emisí, úniků oleje, opotřebením pneumatik a brzd (Markiewicz a kol., 2020). Významnou roli při stanovení velikosti znečištění dešťové vody v odtoku hraje délka bezdeštného období. Tzv. efekt prvního splachu. znamená, že téměř veškeré látkové znečištění vykazuje na začátku odtoku vyšší množství látek než v jeho průběhu (Dvořáková, 2007a).

3.1.4 Voda ve světě

Změna klimatu je jedním z nejvýznamnějších činitelů ovlivňujících budoucnost světového prostředí. Problematika změny klimatu má různé dopady díky nedostatku vody v různých regionech světa (Zareian, 2021). Nedostatek vody trápí mnoho rozvojových zemí. Jedním z rozvojových cílů OSN je snížení počtu lidí bez udržitelného přístupu k nezávadné pitné vodě. Řádným hospodařením

s dešťovými vodami by mohlo v některých těchto zemích snížit vodní a potravinovou krizi (Helmreich a Horn, 2009).

Podle Světové zdravotnické organizace WHO asi 8 milionů lidí na světě nemá přístup k nezávadné pitné vodě a přes 3,5 milionu lidí každoročně umírá kvůli chorobám způsobeným konzumací špinavé a nefiltrované vody (Hydrotech, 2018).

Výroba sladké vody tzv. odsolováním mořské vody je považováno za jedno možné řešení, které je využíváno v některých státech např. severní Afriky a Austrálie. Jsou však obavy ohledně jeho možných dopadů na životní prostředí. Výroba pitné vody tímto způsobem se hodnotí jako velmi drahý a energeticky náročný způsob. Vznikají ale nové technologie, které zmírňují negativní dopady na životní prostředí a poskytují plán směrem k zelenějšímu odsolování (Ihsanullah kol., 2021).

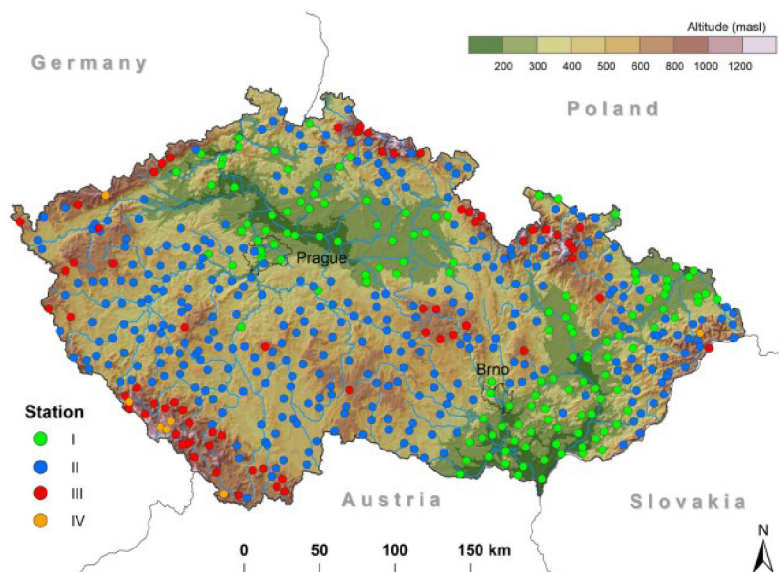
3.1.5 Vodní bohatství na území ČR

Hydrologická bilance porovnává přebytky a úbytky vody a změny vodních zásob povodí, území nebo vodního útvaru za daný časový interval. Hydrologickou bilanci u nás každoročně sleduje Český hydrometeorologický ústav (Slavík, 2014).

Česká republika leží na rozvodnici tří moří – Baltského, Černého a Severního, což má za následek, že prakticky všechna voda z našeho území je odváděna do sousedních států. Důsledkem této skutečnosti je, že vodní bohatství na území České republiky je utvářeno atmosférickými srážkami (Pokorný a kol., 2006).

Český hydrometeorologický ústav má na území ČR umístěno 531 meteorologických stanic. Česká republika má členitou morfologii skládající se z nížin, pahorkatin, vrchovin a hor, proto výška nadmořského rozpětí je mezi 115 až 1 603 m n.m. Meteorologické stanice jsou rozděleny do čtyř skupin podle nadmořské výšky (obr. 1).

- I. Skupina: do 300 metrů nad mořem
- II. Skupina: mezi 301 až 600 metrů nad mořem
- III. Skupina: mezi 601 až 900 metrů nad mořem
- IV. Skupina: nad 900 metrů nad mořem



Obrázek 1: Rozmístění meteorologických stanic na území ČR, rozčleněných do skupin dle nadmořské výšky (Brázdil a kol., 2021).

Průměrné roční hodnoty srážek se pohybují mezi 400 mm a 1450 mm, v závislosti na nadmořské výšce a účinku návětrné a závětrné strany hor (Brázdil a kol, 2021).

3.1.6 Pitná voda v ČR

Kvalita pitné vody se v České republice řídí zákonem č. 258/200 Sb. Zákon o ochraně veřejného zdraví, dle vyhlášky č. 252/2004 Sb., která stanovuje hygienické požadavky na vodu pitnou a teplou. Pitná voda je taková, jejíž fyzikální a chemické vlastnosti nepředstavují ohrožení veřejného zdraví. Nesmí obsahovat mikroorganismy, parazity a látky jakéhokoliv druhu, které by mohly ohrozit veřejné zdraví (Vodárenství, ©2017).

3.1.7 Odpadní voda

Odpadní voda je voda, jejíž kvalita byla znehodnocena lidskou činností v souvislosti s výživou, osobní hygienou, praním a údržbou domácnosti. K odpadní vodě z domácnosti zahrnujeme i odpadní vodu ze služeb. Podle způsobu znečištění

lze dělit odpadní vody na komunální a průmyslové. Před vypouštěním zpět do potoka a řeky musí být voda vyčištěna (Vodárenství, 2017).

Vysoká spotřeba vody, počet a charakter chemikálií v odpadních vodách patří k základním problémům dnešní společnosti. I když v posledních letech je zaznamenáno snížení spotřeby pitné vody a tím i snížení produkce odpadní vody. Důvody jsou jak zdražování ceny vody, tak dokonalejší technické instalace a snížení spotřeby vody v přístrojích. Např. spotřeba vody v letech 1980 v myčce byla 50 l na cyklus a v pračce až okolo 150 l. V letech 2000 v myčce byla spotřeba okolo 20 l a pračce 50 l. Jako dokonalejší technická instalace je tzv. „stop-instalace“ pro malou spotřebu při splachování (Hlavínek a Zeman, 2002).

3.1.8 Čistírna odpadních vod – ČOV

Na ČOV přitéká znečištěná voda z domácností, v případě jednotné stokové sítě i voda dešťová. Stoková síť, která přivádí odpadní vodu do ČOV může být jednotná nebo oddílná. ČOV na jednotné stokové sítě jsou navrhovány pro čištění odpadních vod z domácností a části dešťových vod při dešťové události. Volná kapacita čistíren je tedy poměrně malá a k jejímu maximálnímu zatížení může dojít poměrně brzy, i při méně vydatných ale dlouhotrvajících deštích, a dokonce i při tání sněhu. Díky změnám klimatu často dochází k situaci, kdy období sucha přeruší intenzivní dešť, dešťová voda se nestačí do vyprahlé země vsakovat a stéká do splaškové kanalizace a následně ČOV, která je následně přetěžována. Kromě hydraulického zatížení ČOV roste i během srážkové události látkové znečištění. Během dešťové události se několikanásobně zvyšuje množství shrabků a písku. Nedostatečné odstraňování nečistot může způsobovat ucpávání potrubí, usazování v aeračních nádržích a poškození čerpací techniky (Hlavínek a Zeman, 2002).

3.2 Legislativa v oblasti hospodaření s dešťovými vodami v ČR

V České republice se hospodaření s dešťovými vodami provádí zatím velmi zřídká. Důvodem je relativně nízká cena pitné vody a možnost odvádění dešťových vod do kanalizace. V Německu občané platí poplatky za vypouštěnou dešťovou vodu

do kanalizace. V ČR je hlavní problém v nedostatečné motivaci, jak ze strany legislativy, tak i ekonomiky (Hlavínek a kol., 2007).

Hospodaření se srážkovými vodami je řešeno zejména Plánem hlavních povodí ČR (v působnosti MZ ČR A MŽP ČR) a Politikou územního rozvoje ČR (v působnosti Ministerstva pro místní rozvoj ČR).

V Plánu hlavních povodí ČR jsou definována tato opatření, která vedou k dosažení těchto cílů (Vítek a kol., 2015):

- 1) Snížit množství srážkových vod odváděných kanalizací a zlepšit podmínky pro jejich přímé vsakování do půdního profilu.
- 2) Snížit znečištění vodních toků při přímém vypouštění srážkových vod z městských a průmyslových kanalizací zavedením povinnosti oddělené likvidace srážkových a odpadních vod.
- 3) Posílit výzkum vlivu přírodě blízkých opatření na zvyšování retenční kapacity prostředí, včetně kvantifikace jejich vlivu na vodní režim.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (Vodní zákon)

Zákon č. 254/2001 Sb. je základním legislativním předpisem, který v § 5 dává povinnost každému stavebníkovi hospodařit se srážkovou vodou přímo na svém pozemku. Mimo pozemek může být odvedena pouze srážková voda, která je vypouštěna z regulovaných odtoků (nejsou-li vhodné podmínky pro vsakování) a voda z bezpečnostních přelivů.

Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)

Srážkové vody dle zákona č. 274/2001 Sb. Zákon o vodovodech a kanalizacích jsou brány též jako povrchové vody, které vznikly odtokem srážkových vod.

V § 8 zákon č. 274/2001 Sb. je dáno, že vlastník stokové sítě je povinen umožnit připojení na ni. Zákon se ale nevztahuje na oddílné kanalizace sloužící k odvádění povrchových vod vzniklých srážkovým odtokem.

Zákon č. 274/2001 Sb. řeší problém stokových sítí. Poplatek za odvádění dešťových vod do jednotné kanalizace dle § 20 jsou od povinnosti platit osvobozeny plochy silnic, dálnic, místních komunikací a účelových komunikací veřejně přístupných, plochy drah celostátních a regionálních, zoologické zahrady a plochy nemovitostí určených k trvalému bydlení a domácnosti. Toto osvobození ale snižuje motivaci pro většinu pozemků, jak hospodařit s dešťovými vodami.

Vyhláška č. 428/2001 Sb. Ministerstva zemědělství, kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)

Vyhláška definuje návrh stokových sítí podle ČSN EN 752 *Odvodňovací systémy vně budov*. Jedná se o evropskou normu, která byla zavedena v roce 2008 v době, kdy ještě česká legislativa nevyžadovala uplatnění HDV na novostavbách. Díky tomu jsou navrhované stokové sítě zbytečně předimenzované. Tento přístup bohužel neřeší základní myšlenku HDV, vyřešit problém na místě a nezatěžovat území jiná.

Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby

Dle § 6 odst. 4 musí stavby, z nichž odtékají povrchové vody, mít zajištěno jejich odvádění, není-li dešťová voda zadržována pro další využití. Odvádění srážkových vod se zabezpečuje přednostně zasakováním. Pokud není možné zasakování, řeší se jejich odvádění do povrchových vod. V poslední řadě, když nejde srážkové vody odvádět samostatně, odvádí se jednotnou kanalizací.

Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území

Před zasakováním je upřednostňováno využívání dešťových vod, např. využitím dešťové vody jako užitkové anebo na závlahu. Pokud není vsakování možné, je nutné vybudovat alespoň retenční objekt s regulovaným odtokem dle § 20 odst. 5 c) musí mít stavební pozemek vyřešeno vsakování nebo odvádění srážkových vod ze zastavěných ploch nebo zpevněných, pokud není v plánu jiné využití.

Vyhláška č.501/2006 Sb. definuje možnosti, jak nakládat s dešťovými vodami v této posloupnosti:

- 1) Přednostně musí být řešeno jejich vsakování, hrozí-li smísení se závadnými látkami umístění zařízení k jejich zachycení, není-li možné vsakování.
- 2) Jejich zadržování a regulované odvádění oddílnou kanalizací k odvádění 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.

Norma TNV 75 9011

Jedná se o technickou normu z roku 2013, která řeší, jak nakládat se srážkovými vodami zejména na pozemku stavby ale i mimo něj. Vytváří tzv. funkční systém přírodě blízkého odvodnění. Norma popisuje, jak vybrat správného příjemce srážkových vod a správné technické řešení. Norma rozebírá problematiku znečištění srážkových vod, zařízení pro jejich čištění, vhodné objekty používané HDV a stanovuje výpočetní postupy pro jejich dimenzování a podává základní informace k jejich údržbě.

Norma ČSN 75 9010

Norma reaguje na současné právní předpisy a zabývá se jedním ze způsobů HDV vsakováním srážkových povrchových vod. Určuje hlavní zásady pro navrhování, výstavbu a následný provoz povrchových a podzemních vsakovacích zařízení. Navrhované hospodaření se srážkovými vodami se provádí na základě výsledků geologického průzkumu.

Norma ČSN 75 6780

Norma, která řeší současné trendy v úsporách vody a dále se zabývá využitím čištěných šedých vod anebo srážkových povrchových vod. Vyčištěnou šedou nebo

srážkovou povrchovou vodou lze nahradit vodu pitnou a využívat ji v budovách a jejich okolí, kde není důležitá kvalita pitné vody.

Norma ČSN EN 16 941-1

Jedná se o evropskou normu v české verzi, pro zařízení pro využití srážkových vod na místě. Dokument specifikuje požadavky a uvádí doporučení pro navrhování, dimenzování, instalaci, uvádění do provozu a údržbu zařízení pro využití srážkových vod na místě místo pitné

3.3 Dotační program Dešťovka

Malá dešťovka je dotační program Ministerstva životního prostředí a Státního fondu životního prostředí ČR na podporu udržitelného hospodaření s vodou v domácnostech, vyhlášený v rámci Národního programu Životní prostředí.

Cílem tohoto programu je motivovat lidi rodinných a bytových domů k udržitelnému a efektivnímu hospodaření s dešťovou vodou a snížit množství odebírané vody pitné (SFŽP, 2021).

První kolo dotačního programu Dešťovka bylo otevřeno 29. května 2017 a za 28 hodin bylo přijato necelých 2 300 žádostí a první výzva byla ukončena k 30.květnu 2017. 7. srpna bylo vyhlášeno druhé kolo dotačního programu Dešťovka II, které trvá do dnes.

Příspěvek lze čerpat na:

- 1) Zachytávání a využití dešťové vody na zahradu – dotace činí až 55 000 Kč
- 2) Akumulaci dešťové vody s využitím na zalévání zahrady a splachování WC – možná dotace až 65 000 Kč
- 3) Využití vyčištěné odpadní vody jako vody užitkové s možným využitím vody srážkové – dotace může dosáhnout až 105 000 Kč

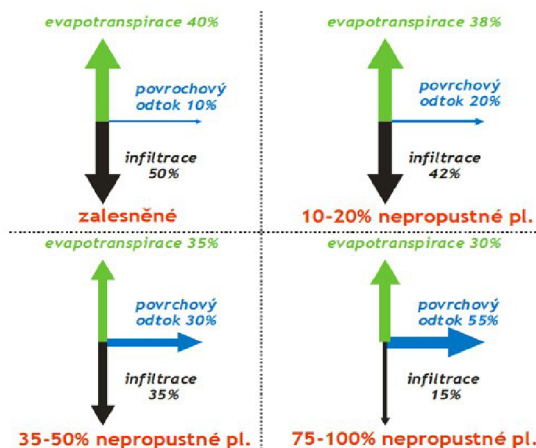
Dotace jsou vypláceny ze SFŽP ČR a vztahují se na nákup zařízení, instalaci, zemní práce i úpravu rozvodů. O dotace mohou žádat majitelé a stavitelé rodinných, rekreačních a bytových domů. Je propláceno až 50 % z celkových výdajů. Minimální velikost nádrže musí být 2 m³. U projektů týkajících se čištění odpadních vod je

součástí dotace i úhrada nákladů na projektovou dokumentaci v hodnotě 10 000 Kč (NPŽP, 2017)

Program Velká dešťovka není již program pro jednotlivce, ale je určen obcím, krajům, státním či veřejným organizacím, školám a podobně. Program nabízí až 85% dotaci na hospodaření s dešťovou vodou v intravilánu. Dotace mohou obce využít k vybudování podzemních nádrží na dešťovou vodu, kterou mohou využít k zavlažování obecních ploch, chlazení ulic, splachování na úřadech, školách či jiných veřejných budovách. Mimo podzemních nádrží se dotace vztahují i na vytvoření zelených střech, výměnu nepropustných povrchů za propustné např. u parkovišť. Obce by měly nechat efektivněji zasakovat vodu do půdy a tím dotovat zásoby podzemních vod pomocí zasakovacích pásů. Dotace podporují i výstavbu poldrů, bezpečnostních přelivů a jiná protipovodňová opatření (Dešťovka, 2022)

3.4 Hospodaření s dešťovou vodou - HDV

V zalesněné krajině (přírodním povodí) se 90 % dešťové vody vsákne, je pohlceno rostlinami anebo se vypaří, pouze 10 % tvoří povrchový odtok. Díky stále se rozrůstající populaci dochází k zastavování území a v centrech městských aglomerací dosahují nepropustné plochy 70 % i více % (např. komunikace, chodníky a střechy budov). Dešťová voda se nemůže na nepropustném povrchu infiltrovat a možnost evapotranspirace je také snížena. Nevsáknutá dešťová voda je odváděna stokou do nejbližšího recipientu a povrchový odtok je tvořen zhruba 55 % (Obr. 2) (Paul a Meyer, 2001).



Obrázek 2: Rozdíl povrchového odtoku mezi vegetačním krytem a nepropustnou plochou v urbanizovaném území (Paul a Mayer, 2001)

Plošné budování stokových sítí začalo díky se opakujícím epidemiím v 19. století. Problém byl v tom, že splaškové vody tekly volně po ulicích, při dešti se mísili se srážkovým odtokem a docházelo ke znečištění zdrojů pitné vody. Města brala dešťovou vodu jako problém a snažila se kvůli hygieně, co nejrychleji odvést dešťové vody spolu se splaškovými mimo město. Tento způsob odvodnění se v posledních letech ukazuje jako dlouhodobě neudržitelný (Vítek a kol., 2015).

3.4.1 Konvenční způsob odvodnění

Odvedením dešťové vody ze staveb a zpevněných ploch, co nejkratší cestou do recipientu (kanalizace nebo vodní tok), je dnes nazýván jako konvenční způsob odvodnění. Tento způsob odvodnění lze využívat jen do určité míry zastavěnosti území, dnešní města vyprodukují takové množství vody, že pro ně není rozumné a někdy ani možné vybudovat dostatečně kapacitní kanalizaci, retenční nádrž nebo koryto vodních toků tak aby byl zajištěn bezpečný odtok dešťové vody.

V centrálních částech měst tvoří povrchový odtok až 55 % objemu dešťové vody. Díky zvýšenému objemu povrchového odtoku, dochází i k jeho zrychlení a následkem je častější výskyt lokálních povodní. V současnosti se přechází od centrálního odvádění srážkových vod k decentrálnímu hospodaření s nimi. (Vítek a kol., 2015).

3.4.2 Decentrální způsob odvodnění

Tento způsob odvodnění se přibližuje způsobu odvodnění v nezastavěných povodích a zmírňuje negativní důsledky urbanizace krajiny. Lze ho definovat jako odvedení takového množství vody, které je nezbytné jak z důvodu hygieny, tak i z důvodu ochrany nemovitostí před záplavami. Odtok by měl mít co nejpomalejší transport a zaústění do recipientu. Tato definice je pravý opak dosavadní definice městského odvodnění (Hlavínek a Zeman, 2002).

Decentrální způsob odvodnění nezahrnuje jen objekty a zařízení HDV, ale také přístupy a opatření, které napodobují přirozený koloběh vody. V našich podmínkách řeší projektanti hlavně kvantitativní přínosy HDV v rámci retenčních zařízení a vsakovacích roštů. Objekty HDV je vhodné spojit s vegetací, kterou ve

městech nazýváme zelená infrastruktura (Vítek a kol., 2015). Městská zeleň nemá jen funkci estetickou, ale plní důležitou funkci v rámci hydrologického cyklu. Transpirace neboli výdej vody povrchem rostlin, tvoří přibližně 60% z celkového výparu. Pro transpiraci rostlin je hlavním zdrojem vody podzemní voda (Song a kol., 2020). Pokud je vegetace dostatečně zásobená podzemní vodou dokáže transpirací uvolnit cca 3 – 4 l/m² za den. Městská zeleň tedy slouží jako nejlevnější klimatické zařízení s pozitivním dopadem na kvalitu života.

Nové stavby musí v dnešní době umět se srážkovou vodou hospodařit, využívat ke svému provozu, umět vypařovat ale i bezpečně vsakovat do podzemí, zadržovat a akumulovat a v poslední řadě bezpečně odvádět a nezhoršovat stávající odtokové podmínky (Vítek a kol., 2015).

3.4.3 Hospodaření s dešťovou vodou v zahraničí

Koncepce decentrálního odvodnění je vyhodnocena jako přírodě blízká a v zahraničí se uplatňuje už od 70. let 20. století. V různých státech se využívají různé názvy pro pojmenování. V Severní Americe jsou používány pojmy *Best Management Practices (BMPs)*, *Low Impact Development (LID)* nebo *Stormwater Control Measures (SCMs)*. Velká Británie využívá název *Sustainable Urban Drainage System (SuDS)*, ve Francii pak *Alternative Techniques (ATs)*. *Naturnahe Regenwasserbewirtschaftung* nebo *dezentrale Regenwasserbewirtschaftung* jsou termíny pro přírodě blízké decentrální odvodnění v Německu (Vítek a kol., 2015).

HDV v Evropě. V současnosti je Německo lídrem ve využívání technologií pro sběr dešťové vody pro domácí použití. Velkou motivací jsou podpory formou grantů a dotací (Campisano a kol., 2017). Dobrým příkladem postupů v rámci HDV v rámci udržitelného městského rozvoje citlivého na vodu je Švédsko. Ve městě Malmö došlo k přebudování starého způsobu odvodnění podle nových principů HDV a byl vyřešen i problém s lokálními záplavami a ztrativnějším bydlením v dané lokalitě. Došlo k odpojení srážkové vody od jednotné stokové sítě a vybudování systému povrchového odvodnění ve formě přírodě blízkých protipovodňových opatření. Byl i návrh přebudovat jednotnou kanalizační síť na oddílnou ale vzhledem k vysokým finančním nákladům bylo od toho řešení upuštěno. Výsledkem decentrálního odvodnění bylo celkem 6 km vodních kanálů a 10 retenčních rybníků a

mokřadů, do kterých je za pomoci zatravněných příkopů svedena srážková voda ze střech, komunikací a parkovišť. Řada budov byla osazena zelenými střechami. Zelená infrastruktura tak zde plní funkci nejen estetickou a sociální ale i vodohospodářskou (Vítek a kol., 2015). Španělsko podporuje HDV v rámci dotací, zatímco Francie formou daňového zvýhodnění. Popularita HDV stoupá i v dalších zemích jako je Rakousko, Švýcarsko, Belgie a Dánsko, přičemž hlavním faktorem je cena pitné vody.

Austrálie má jeden z nejvyšších stupňů zavádění systémů HDV. Už od roku 2000 se výrazně zvýšilo uplatnění HDV díky extrémním podmínkám sucha, které zde přetrvávaly už 10 let. Už v roce 2013 měla 1/3 australských domácností nádrž na dešťovou vodu.

I pro asijské země hraje HDV důležitou roli. V popředí je Japonsko, kde už od 80. let vláda prosazovala systém recyklace vody, díky jejímu nedostatku ve velkých městech a problémům s městskými záplavami.

Úroveň aplikace HDV v Americe se liší v závislosti na zemi, dokonce i státě. Texas je pravděpodobně stát s nejvyšší mírou realizace HDV, nabízí občanům finanční zvýhodnění osvobozující od spotřební daně při koupi systému pro HDV. Ve státech jako Oregon nebo Nové Mexiko je povoleno využívat dešťovou vodu ze střech s přísnými požadavky na využití. V těchto státech byly vytvořeny tisíce systémů pro HDV, jako dešťové nádrže udělané svépomocí vhodné pro zalévání až po nádrže vhodné pro požární účely. Dle výzkumů v této oblasti došlo ke snížení spotřeby pitné vody o 61 %. V Brazílii v roce 2001 byl zahájen program „One Million Cistern“, jehož cílem bylo přispět asi dvěma miliónům obyvatel žijících v polosuchých venkovských sídlech ke zrekonstruování 350 000 nádrží. Dále na Bahamách, Bermudách a dalších karibských ostrovech musí být u všech nových staveb za pomoci vládní ekonomické podpory instalovány nádrže na dešťovou vodu.

HDV v Africe využívají lidé ve velkých městech, avšak zkušenosti s HDV byly získány z malých městských osad, kde sběr dešťové vody byl hlavně z ekonomického důvodu než z jejího nedostatku (Campisano a kol., 2017).

3.5 Možnosti HDV

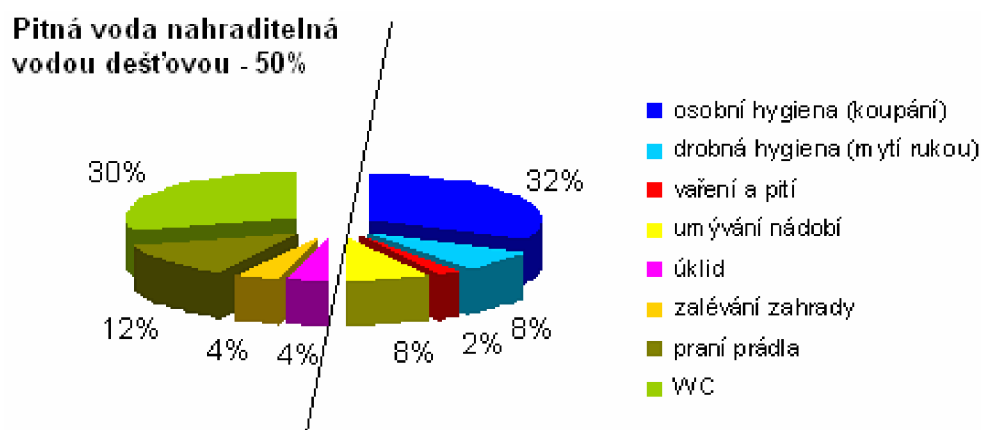
V současnosti existuje celá řada důvodů pro omezení dešťové odtoku vody z nemovitostí. Mezi nejdůležitější důvody patří:

- využívání dešťové vody jako užitkové vody v domácnosti, kde není vyžadována pitná voda
- snížení průtoku v kanalizaci za deště
- snížení hydraulického a látkového znečištění na ČOV za deště
- snížení látkového znečištění z přepadů jednotné kanalizace
- podpora obnovy podzemní vody

Užívání, retence a infiltrace dešťové vody patří k hlavním opatřením decentrálního HDV. Tato opatření jsou účinná ale i ekonomicky výhodná. Jsou realizována převážně na jednotlivých soukromých nemovitostech. Tento způsob HDV by měl být odpovídajícím způsobem odměněn, především finančně (Hlavínek a Zeman, 2002).

3.5.1 Užívání dešťové vody

Užívání dešťové vody pro nejrůznější účely v domácnostech a ve veřejných institucích a v průmyslu je v současnosti možné a v mnoha případech i ekonomicky výhodné (Hlavínek a Zeman, 2002). Průměrná spotřeba pitné vody na jednoho obyvatele se pohybuje okolo 100 l vody za den ale polovina z této spotřeby pitné vody není nutná, na některé účely může být použita voda dešťová (Obr. 3).



Obrázek 3: Pitná voda nahraditelná vodou dešťovou (Dvořáková, 2007b)

Člověk, kde přichází s vodou osobně do styku (např. vaření, pití, mytí nádobí a tělesná hygiena), musí používat vodu pitnou. Při praní, splachování WC, zalévání a úklidu (domácnosti, mytí auta, dlažby) lze využívat vodu dešťovou (Dvořáková, 2007b).

Využívání dešťové vody na zavlažování zelených ploch na sídlištích, zahrádkách a sportovních areálech je výhodné jak z hlediska ekonomického, tak i z pohledu ochrany životního prostředí. Při zavlažování dešťovou vodou nedochází k zasolování půdy a dešťová voda neobsahuje ani chlor.

Využití dešťové vody na praní má opět i jiné výhody než jen ty ekonomické. Měkká dešťová voda lépe rozpouští prací prášky, čímž snižuje i jejich spotřebu, nemá tendenci se usazovat a tvořit vodní kámen. Měkkost dešťové vody je výhodou i u splachování, kdy nedochází k usazování vodního kamene (Dvořáková, 2007b).

3.5.2 Retence

Retence nebo zachycení, zadržení dešťové vody s regulací odtoku je vhodné řešení v podmínkách, kde nejsou pro umístění vsakovacích objektů vhodné okolnosti nebo nestačí vsakovací výkon vsakovacího zařízení, je možné tedy vybudovat decentralizovaný systém odvodnění s regulovaným odtokem formou retenčních objektů (Stránský kol. 2012).

3.5.3 Infiltrace

V posledních letech, vlivem sucha dochází k poklesu hladiny podzemních vod. Nárůst teplot zvyšuje ztráty způsobené evapotranspirací. Při srážkovém procesu je dešťová voda v urbanizovaném území ze zastavěných ploch rychle a bez užitku odváděna po povrchu do kanalizace nebo recipientu (Hrkal, 2016). V urbanizovaných územích dochází k omezování obnovy podzemní vody. Zasakování neboli infiltrace dešťového odtoku vede k jeho zpomalení, pomáhá ke snížení objemu odtoku, a hlavně přispívá k obnově podzemních vod.

V celé řadě evropských států je zasakování neznečištěného nebo málo znečištěného dešťového odtoku podporováno administrativními a legislativními dokumenty. Spornou otázkou je však definice neznečištěného nebo málo

znečištěného dešťového odtoku. V řadě předpisů je brán za málo znečištěný dešťový odtok, odtok ze střech domů a z ulic a cest, kde nedochází k významnému znečištění jejich povrchu.

Hlavní problém infiltrace je totiž znečištění půdy a podzemní vody znečišťujícími látkami obsaženými v dešťových srážkách. Ke znečištění dešťových srážek dochází už v atmosféře ale i při dešťovém odtoku jak ze střech, tak i silnic. Ke znečištění dešťového odtoku připívají i výkaly domácích zvířat, eroze půdy na nezpevněných plochách a ošetřování zelených ploch např. parků (Hlavínek a Zeman, 2002).

Až do nedávna platilo zasakování přes půdní vrstvu za optimální řešení. Bohužel značně stoupá i znečištění půdního horizontu. Proto jsou již dnes navrhovány filtrační systémy a materiály, které zachycují a odstraňují znečišťující látky. Zranitelnost podzemní vody se posuzuje na základě stavu půdy (horizont A a B) a půdního podloží (horizont C). Složení půdního horizontu hraje důležitou roli při zasakování dešťové vody, zastoupení jílu v horizontu A a B musí být 10 – 35 % a obsah humusu nesmí být méně jak 4 %. U horizontu C je důležité též složení, geologický původ, porozita a propustnost vody (Hlavínek a Zeman, 2002).

3.6 Zařízení pro HDV

Oproti dřívějšímu hospodaření s dešťovými vodami, kdy byla srážková voda výhradně odváděna do jednotné nebo dešťové kanalizace, nabízí dnešní koncepce HDV více typů příjemců srážkových vod, a každý se vyznačuje jinými prioritami. Příjemcem srážkových vod může být ovzduší, půdní a horninové prostředí, povrchová voda nebo jednotná kanalizace. Při volbě příjemce srážkových vod se postupuje podle priorit stanovených zákonem. Studie zahrnují proveditelnost a přípustnost (nesmí ohrožovat příjemce z hlediska jakosti či množství vody) zařízení, spolu s nutností předčištění srážkových vod. Prvním vhodným návrhem je však možnost vsakování, až poté se navrhuje možnost odvedení do povrchových vod a v poslední řadě zaústění do kanalizace.

Při návrhu možného odvodnění musí být určen i příjemce vod z bezpečnostních přelivů, jejichž smyslem je ochránit území při větších srážkách, než na které byly navrženy objekty HDV. Bezpečnostní přepady jsou zaústěny do

vodního toku nebo do jednotné stokové sítě. Mohou být i zaústěny do následujících objektů HDV, tento způsob řešení se nazývá řetězení opatření (Vítek a kol., 2015).

Každé vybudované zařízení HDV nebo jejich kombinace, musí mít stanoveného vlastníka, který je zodpovědný za provozuschopnost zařízení (TNV 75 9011).

3.6.1 Zařízení pro využívání dešťové vody

Dešťový odtok je nutné mít zaústěn do lokální nádrže (cisterny). Nádrže mohou být umístěny na povrchu terénu nebo v zemi (Obr. 4). Nádrže na povrchu terénu jsou sice levnější ale jsou však vystaveny vlivu teplot, světla a znečištění. Pro skladování vody v nádržích platí, co nejméně světla a nejnižší možnou teplotu. Z hygienických důvodů se nedoporučuje skladovat dešťovou vodu v nádrži příliš dlouho. Pro snížení znečištění v zachycené dešťové vodě je důležité oddělení prvního splachu, přibližně 1 – 3 mm deště (Hlavínek a Zeman, 2002).

Budeme-li používat dešťovou vodu především na zalévání, mytí aut a dlažby nevyžaduje systém žádnou zvláštní filtraci. Pouze je důležité zabezpečit nádrž před zanášením větších nečistot jako je například listí ze střech. Je-li v plánu využívání dešťové vody na praní, systém vyžaduje podstatně kvalitnější filtraci, aby nedocházelo k zanášení trysek. Pro čištění dešťové vody se uplatňují 2 procesy, filtrace a sedimentace. Sedimentace probíhá buď v samotné akumulární nádrži anebo v nádrži usazovací, která je předsazenou nádrží nádrže akumulární (Dvořáková, 2007a).



Obrázek 4: Schéma podzemní nádrže na akumulaci dešťové vody (Irriga, 2022)

Zařízení na čištění dešťové vody:

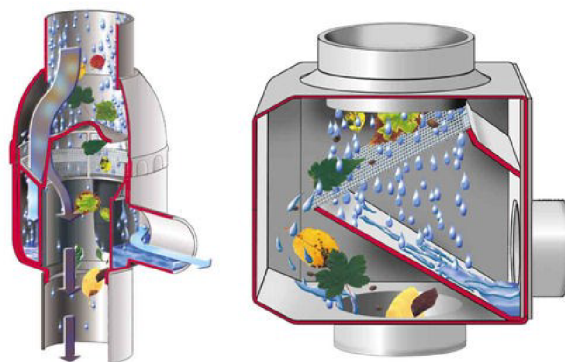
Okapové filtrační jednotky

- a) Filtrační podokapový hrnec (Obr. 5) – slouží k filtraci jednoho okapového svodu, je zapuštěn v zemi. Filtraci zajišťuje sítko, na kterém je umístěna 5 cm filtrační vrstva kameniva. Mezi kamenivem a filtračním sítkem je vložena filtrační vložka z netkané textilie. Tento filtr filtruje jen hrubší nečistoty jako je např. listí, klacíky a mech. Je vhodný při využívání dešťové vody na zavlažování.



Obrázek 5: Filtrační podokapový hrnec (Dvořáková, 2007)

- b) Okapový filtr (Obr. 6) – je součástí okapového svodu, též filtruje hrubší nečistoty. Tento filtr má samočisticí funkci, nečistoty jsou odnášeny zbytkovou vodou do kanalizace, není nutná kontrola a další údržba filtru



Obrázek 6: Okapový filtr (Dvořáková, 2007)

Košíčkové filtry

Slouží jako samostatně zavěšený košíček, který zajišťuje technicky nejjednodušší a cenově nejdostupnější filtrační zařízení. Jsou vhodné pro všechny druhy využití dešťové vody. Košíčkové filtry zajišťují 100 % výtěžnost přefiltrované vody.

Košíčkový filtr lze umístit do tělesa filtru (Obr. 7) anebo do akumulární nádrže (Obr. 8). Pokud by došlo k naplnění nádrže, musí být přepadový sifon z nádrže umístěn 5 cm pod filtračním košíčkem, aby následně mohla voda odtékat pod košíčkem z nádrže ven.



Obrázek 7: Filtrační koš v tělese filtru
(Dvořáková, 2007)



Obrázek 8: Filtrační koš v akumulární nádrži
(Dvořáková, 2007)

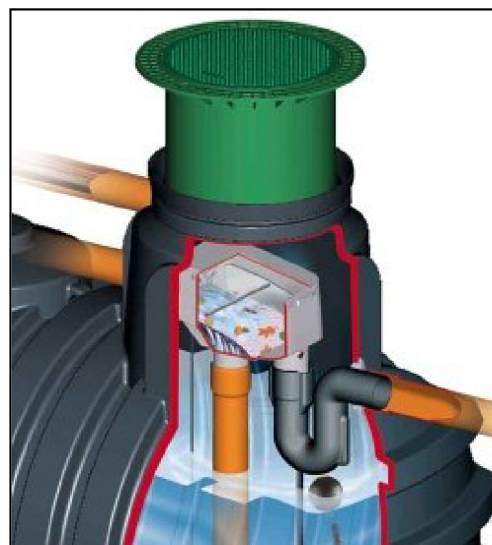
Samočistící filtrační jednotka

Samočistící filtrační vložku lze ji využít, pokud je přepad nádrže napojen na veřejnou kanalizaci. Výtěžnost přefiltrované vody je okolo 90 – 95 %. Opět jsou 2 typy, jak pro použití do nádrže nebo mimo ni. Šachtový filtr (Obr. 9), pro použití mimo nádrž, je tvořen plastovým tělem se dvěma otvory na přítok, odtokovým otvorem do jímky a dvěma odtokovými otvory do kanalizace. U toho typu je filtrační jednotkou drátěné síto, které odděluje nečistoty z vody a ty jsou dále odplaveny do kanalizace.

Samočistící filtr umístěný v nádrži má opět plastové tělo se dvěma otvory pro přítok vody (Obr. 10), jeden otvor pro odtok do jímky a jeden otvor pro odtok do kanalizace. Filtraci zajišťuje třívrstvá vložka s oky 0,35 mm.



Obrázek 9: Šachtový filtr (Dvořáková, 2007)



Obrázek 10: Samočisticí filtr umístěný v nádrži (Dvořáková, 2007)

Filtry pro montáž do tlakového potrubí

Filtr se zpětným proplachem obstarává neustálou dodávkou filtrované vody i během čistícího procesu filtru. Filtr se usazuje na výtlačné vedení za čerpadlo. Jemné filtrační sítko o hustotě 0,1 mm redukuje množství cizích částic ve vodě a tento filtr dokáže zajistit bezproblémový chod WC a pračky (Dvořáková, 2007a)

Zásobní nádrže pro využívání dešťové vody

Při výběru nádrže se řídíme těmito základními parametry. Uvažovanou spotřebou vody v objektu, srážkovými poměry v regionu a velikostí jímací plochy. Nádrže mají různé tvary, velikosti a materiálové provedení, mohou být plastové, betonové, sklolaminátové a ocelové. Každý materiál má určité výhody a nevýhody.

Plastové nádrže

Výhoda plastového materiálu je, že odolává korozi. Nádrže z něj jsou lehké, je možná variabilita tvaru, možná volba výšky nádrže dle prostoru (Obr. 11). Plastové nádrže jsou jednoduché na montáž, usazují se na ztuhlý štěrkový podklad nebo betonovou desku. V některých případech se doporučuje jejich obetonování, hrozí-li nebezpečí spodní nebo povrchové vody.



Obrázek 11: Plastová bezešvá nádrž (Dvořáková, 2007)

Betonové nádrže

Výhodou betonových nádrží je neutralizace kyselé dešťové vody, v plastové nádrži se zajišťuje kouskem přírodního vápence. Oproti plastovým jsou schopné odolávat velkému vnějšímu tlaku, proto se doporučují pod příjezdové cesty. Nevýhodou je, jsou-li budovány z jednotlivých dílů, jako studny ze skruží, hrozí, že během let díly přestanou těsnit. Toto riziko není u monolitické betonové jímky (Hlavínek a kol., 2007).

3.6.2 Zařízení vhodná k retenci dešťových vod

Retenční nádrže mohou být povrchové nebo podzemní. Podzemní jsou popsány v předešlé kapitole 6.3. *Zařízení pro využívání dešťové vody*. Pro zlepšení mikroklima se dává přednost více povrchovým objektům se zatravněnými břehy. Nádrže plní estetickou funkci a podporují evapotranspiraci. Umísťují se v místech, kde nejsou vhodné podmínky pro vsakovací zařízení (Stránský a kol., 2012).

Retenčními zařízeními lze řešit problém velkých odvodňovaných ploch z urbanizovaných území. Slouží k zadržení srážkových vod a následnému regulovanému odvedení do vod povrchových. Každé retenční zařízení musí být vybaveno regulátorem odtoku a bezpečnostním přelivem. Regulátor odtoku má za úkol regulovat odtok vody z objektu na hodnotu, která musí být nižší než předepsaný přípustný odtok. Bezpečnostní přeliv je hydraulicky a konstrukčně navržen tak, aby

bezpečně odvedl průtok způsobený vyšší srážkovou událostí, než byla navrhována kapacita retenčního objektu (Vítek a kol., 2015).

Retenci dešťových vod dělíme na (Mifková, 2009a):

- Ochranné retenční nádrže
- Decentralizovanou retenci dešťových vod

Ochranné retenční nádrže dále dělíme dle funkčního využití na (Hlavínek a kol., 2007):

Suché retenční nádrže (poldry)

Suché retenční nádrže jsou povrchové objekty s ochranným, retenčním prostorem, ten slouží k zachycení celého nebo části objemu povodňového odtoku. Nádrže snižují kulminaci povodňového průtoku a po průchodu povodňové vlny se řízeně vyprazdňují. Dno suchých retenčních nádrží se používá k lesnickým účelům jako např. louky nebo výsadba rychle rostoucích dřevin.

Retenční nádrže s přesně vymezeným ochranným prostorem

Vymezený ochranný prostor u retenčních nádrží, transformuje povodňovou vlnu a po jejím průchodu se ochranný prostor nádrže řízeně vyprazdňuje až po hladinu, která je vymezená zásobním prostorem.

Protierozní nádrže

Tento typ ochranných nádrží slouží jako ochrana životního prostředí před vodní erozí a všem jejím doprovodným jevům. Protierozní nádrže by měly splňovat některé funkce, jako zmenšit podélný sklon krajiny a snížit erozní účinek protékající vody, zvýšit půdní vlhkost v okolí nádrže a vytvořit lepší vegetační kryt v okolí.

Dešťové nádrže

Dešťové nádrže slouží k zachycení a krátkodobé akumulaci vody. Nevyužitá dešťová voda se buď vsakuje do podzemních vod nebo je postupně vypouštěna do vodních toků. Znečištěné dešťové vody jsou odváděny do stokové sítě a čistírny odpadních vod. Dešťové nádrže mohou být umístěny buď pod parkovišti, komunikacemi anebo jako klasické malé vodní nádrže.

Infiltrační výtopové zdrže

Jsou zařízení, která slouží ke krátkodobému zadržení přebytku přitékající vody. Zadrženou vodu lze využít k závlaze luk v údolních nivách řek a lužních lesů. Zachycené suspendované látky připívají ke zvýšení úrodnosti půd.

Nárazové nádrže

Tyto nádrže jsou určeny k vyrovnání nárazových průtokových vln ve vzdálených profilech při řízení průtoku.

Retenční kanál

Stoky velkých profilů mohou být označovány jako retenční kanál a mít retenční účinek, kterého je dosaženo umístěním zařízení na omezení odtoku tzv. přepadová hrana.

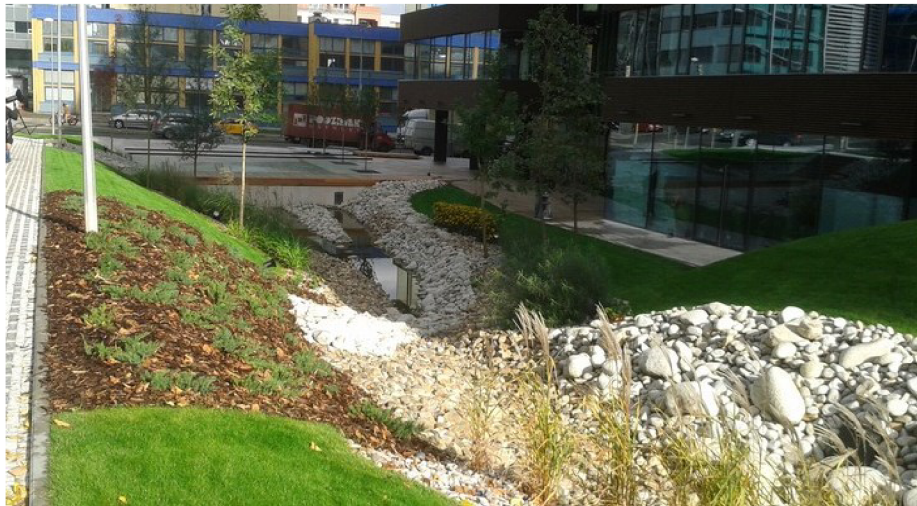
Decentralizovaná retence dešťových vod

Jedná se o retenci na jednotlivých nemovitostech. Pokud jsou vhodné podmínky, je zpravidla nejnazší a nejlevnější vybudovat retenční objekt na vhodném povrchu, tím může být například střecha nebo krátkodobě zatopená parkovací plocha. Retenční nádrž na dešťovou vodu se může stát estetickým prvkem zahradní architektury, popřípadě využívaná jako biotop anebo dokonce jako rybníček na koupání (Hlavínek a Zeman, 2002).

Důležitým prvkem retence jsou zařízení pro regulaci odtoku. Vírový regulátor je továrně zhotovené zařízení z ocelového plechu ve tvaru válce. Z boční stěny je zavedena vtoková trubka a uprostřed dna je umístěn výtokový otvor, ve kterém je umístěna vyměnitelná clona, kterou lze regulovat srážkoodtokový proces. Průměr výtokového otvoru je vždy větší než průměr vtokové trubky. Další zařízení pro regulaci odtoku je potrubí, se sníženou kapacitou zajišťující požadovaný odtok, nazývané jako škrťací trať. Pro malý odtok z nádrže lze využít filtrační lože, jedná se o pískové lože s drenáží (Hlavínek a kol., 2007).

Retenční nádrž na dešťovou vodu

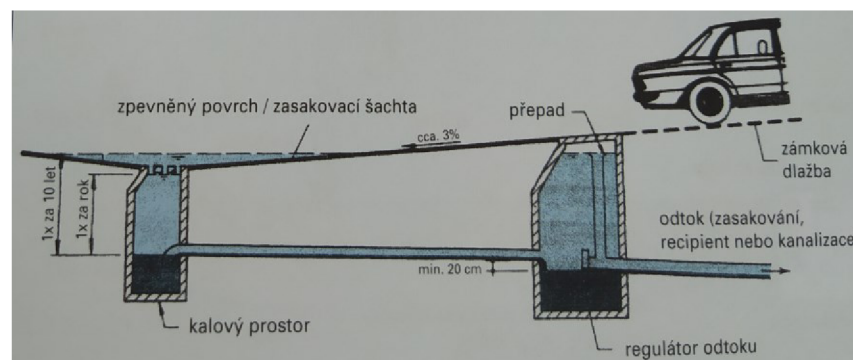
Slouží k zachycení dešťového odtoku na nemovitosti. Je-li nádrž dobře esteticky vyřešena, tak se stane nepostradatelným architektonickým prvkem zahrady (Obr. 12). Pro její vybudování je nutná plocha na nemovitosti, ale pořizovací náklady jsou nízké (Hlavínek a kol., 2007).



Obrázek 12: Retenční nádrž u budovy Delta v Praze Michly (Nehasilová, 2022)

Retence na parkovištích a průmyslových plochách

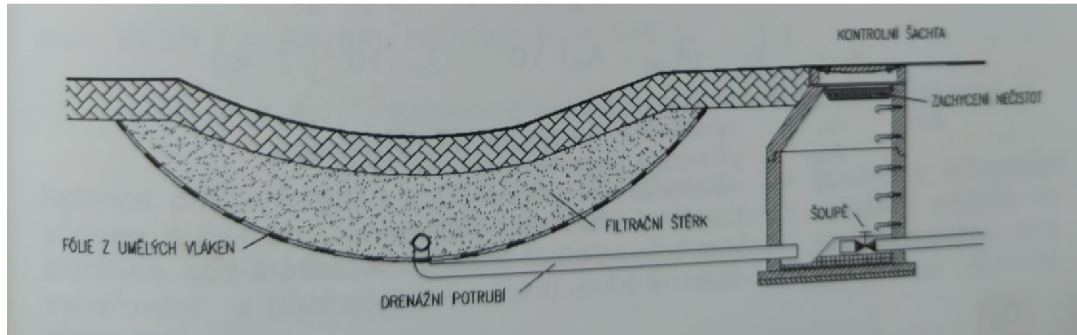
Díky krátkodobému zatopení těchto ploch dochází ke zpomalení odtoku dešťové vody. Hloubka vzduché se na těchto plochách pohybuje v rozsahu několika centimetrů. Jedná se o poměrně jednoduché opatření, které ale při zaplavení částečně omezuje užívání těchto ploch. Pokud dešťová voda dále pokračuje do zasakovacích objektů anebo recipientu, je nutné posouzení látkového znečištění dešťového odtoku (Obr. 13). U nezpevněných ploch, kde je sklon větší jak 4 %, přichází nebezpečí eroze. Je zde nutný nouzový přepad (Hlavínek a Zeman, 2002).



Obrázek 13: Krátkodobá retence na parkovišti (Hlavínek a Zeman, 2002)

Filtrační jímka

Jedná se o drenážní systém jam, které jsou utěsněny. Voda je drenážním potrubím převáděna do kontrolní šachty, ve které je posuvné zařízení k regulaci odtoku. Díky protékání vody mateční vrstvou půdy a štěrku, dochází k dobrému čištění dešťové vody (Obr. 14). Filtrační jímky je vhodné použít jako přečištění při silně znečištěné vodě např. u silnic s velkým provozem (Hlavínek a kol., 2007).



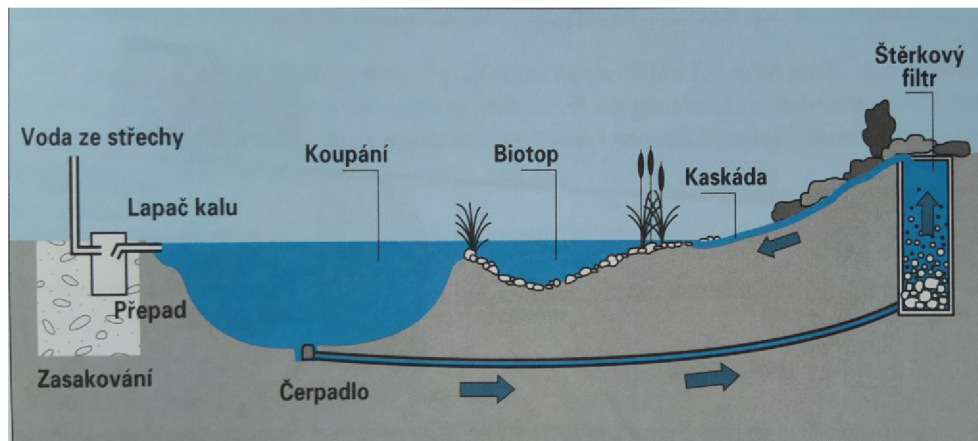
Obrázek 14: Filtrační jímka (Hlavínek a kol., 2007)

Retenční kanál

Retenční objem tvoří potrubí o velkém průměru, na jehož konci je instalováno zařízení na omezení odtoku. Výhodou je že nezabírá místo na povrchu nemovitosti.

Rybniček na koupání s biotopem

Jedná se o kombinaci biotopu a rybníčku na koupání s jednoduchou úpravou vody pomocí filtrace (Obr. 15). Při vyšších teplotách vody nad 24 °C hrozí zvýšené riziko vyšší koncentrace mikroorganismů



Obrázek 15: Rybniček ke koupání s biotopem (Hlavínek a Zeman, 2002)

Retence na vodorovných a šikmých střechách

Zelené střechy známé také jako střešní zahrady, vegetační střechy nebo dokonce ekologické střechy, začínají být zajímavou alternativou v městských oblastech. Nevyužitá plocha střech tvoří asi 40 – 50 % nepropustných povrchů v městských regionech (Mentens a kol., 2006).

Vegetační a šterkové střechy snižují srážkový odtok a kulminační průtok a zvyšují evapotranspiraci. Dalšími výhodami jsou estetická funkce, redukce škodlivých látek ve vzduchu a obohacení o kyslík, tepelná izolace, redukce hluku a dobré začlenění do krajiny. Zpravidla se ale neaplikují v historických centrech měst (Vítek a kol. 2015). Před realizací tohoto typu střech je nutnost statického posouzení. Nevýhodou je péče o rostliny hlavně těsně po jejich vysazení a častější proplachování dešťových rour u střech (Hlavínek a Zeman, 2002).

Vegetační střechy mohou být buď s vegetačním anebo šterkovým pokryvem. Vegetační střechy jsou složeny z vegetační vrstvy, substrátové vrstvy, ve které je zadržována voda a ukotvena vegetace, a drenážní vrstvy sloužící pro odtok přebytečné vody (Mentens a kol., 2006).

Konstrukce střechy musí být vodotěsná a odolná proti kořenům. Filtrační vrstva musí být dobře propustná, absorpce schopná a mít nízkou měrnou hmotnost (Vítek a kol., 2015). Není vhodná ornice ani zahradní zemina, jelikož se z nich vyplavují jemné částice, které ve spodních vrstvách způsobují neprodyšný film na filtrační tkanině. Vegetace na střeše musí odpovídat účelu a funkci střechy. Střechy se šterkovým pokryvem nemají vegetační pokryv (Mífková T., 2009a).

Dle hloubky substrátové vrstvy se rozlišují 3 typy zelených střech (Mífková T., 2009a):

- Extenzivní zelené střechy mají substrátovou vrstvu v maximální hloubce 150 mm. Je zapotřebí střechy osázet nenáročnými rostlinami. Například se mohou vyskytovat rozchodníky, suchomilné trávy, zelené mechy, kostřava, šalvěj a divizna. Rostliny musí dlouhodobě snášet extrémní podmínky na střeše a vystačit si s malou vrstvou zemního substrátu. Sklon střechy by měl být do 20°.

- Polointenzivní zelené střechy jsou přechodovým typem mezi extenzivní a intenzivní úpravou střech. Vegetaci tvoří stejné rostliny jako u extenzivní střechy, jenom je doplněna o suchomilné trvalky. Výška substrátové vrstvy se pohybuje v rozmezí 150 – 300 mm. Opět by měl být sklon střechy do 20°.
- Intenzivní zelené střechy mají výšku substrátové vrstvy vyšší jak 300 mm. Střecha se zakládá jako pochozí zahrada, kde je možné pěstovat travnaté plochy, náročnější rostliny, keře a stromy. Tento typ vegetace už je náročnější na údržbu, musí se mu věnovat pozornost jako okrasné zahradě. Střecha by měla být doplněna zavlažovacím systémem. Sklon této střechy by měl být do 5°.



Obrázek 16: Rozdělení střešních zahrad dle druhu vegetace (Mífková, 2009)

3.6.3 Zařízení vhodná k infiltraci

Zasakováním je podporována přirozená obnova podzemní vody. Při jeho navrhování a realizaci je nutné provést na začátku hydrogeologický průzkum, který posoudí možnost vsakování srážkových vod. Zařízení vhodná k vsakování jsou projektována dle norem TNV 75 9011 a ČSN 75 9010. Při navrhování vsakovacích zařízení jsou upřednostňovány povrchová vsakovací zařízení, podporují evapotranspiraci a mají lepší čisticí schopnosti (ASIO, ©2022).

Vsakování dešťových vod nelze použít v ochranných oblastech zdrojů vod. Zařízení pro vsakování můžeme rozdělovat podle následujících kritérií: centrální nebo decentrální, dle schopnosti akumulace, nároků na plochu a způsobu rozložení hydraulického zatížení (Hlavínek a kol., 2007).

Vsakovací zařízení dle normy TNV 75 9011 dělíme na povrchové a podzemní.

Povrchové vsakování

Plošné vsakování

Plošné vsakovací zařízení se navrhuje jako plochy se zatravněnou humusovou vrstvou. Plošné vsakování musí být zabezpečeno, aby vsakovací schopnost půdy byla větší než očekávaný dešťový odtok. Avšak krycí vrstvy často vykazují malou hydraulickou propustnost, což vede k vysokým požadavkům na zasakovací plochu. Předností tohoto zasakování je, že v krycí vrstvě porostlé vegetací s vysokým obsahem humusu dochází k čištění prosakující dešťové vody. Plošné vsakování lze použít na tyto povrchy jako jsou travnaté plochy, zatravněné šterkové plochy, zatravněvací tvárnice a propustné dláždění (Hlavínek a kol., 2007)

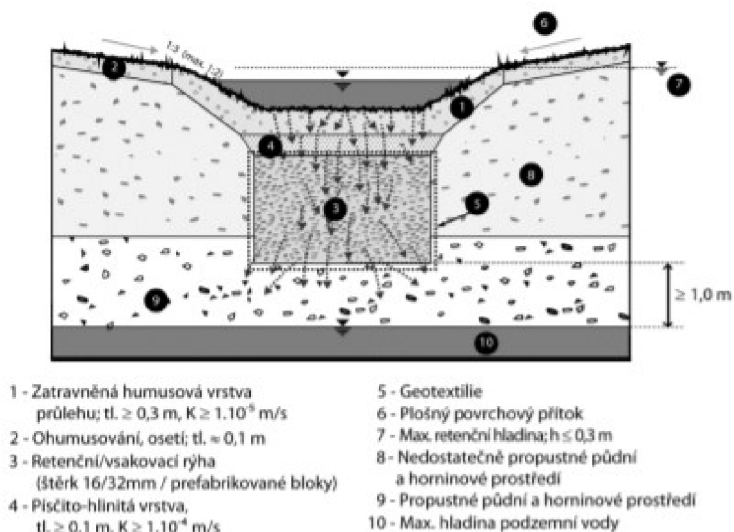
Vsakovací průleh

Jedná se o mělké povrchové vsakovací zařízení, které je porostlé vhodnou vegetací s humusovou vrstvou. Vsakovací průleh se používá tehdy, nelze-li využít plošné vsakování, jak z důvodu velikosti nebo propustnosti plochy. Průleh se navrhuje tak, aby docházelo jen ke krátkodobé retenci vody. Delší doba zadržení vody zvyšuje riziko snížení vsakovací funkce průlehu a možnost úhynu vegetačního krytu. Proto je doporučována hloubka zadržované vody do 0,3 m. Přívod vody do průlehu by měl být povrchově rovnoměrný po celé délce průlehu. Nejlépe přes zatravněný pás, který zvýší čistící funkci průlehu. Pokud je zaústění do průlehu bodové, je vhodné zvážit nutnost předčištění (TNV 75 9011).

Vsakovací průleh-rýha

Jedná se o kombinaci průlehouvé a rýhového vsakování (Obr. 17), které obsahuje průleh se zatravněnou humusovou vrstvou a rýhu vyplněnou šterkovým materiálem, která je umístěna pod ním. Tato kombinace se používá tam, kde je nutné nedostatečnou vsakovací schopnost půdy podpořit lepším vsakovacím výkonem do propustnějších půdních vrstev. Každý prostor má svoje retenční prostory s vlastním plněním a prázdněním. Schopnost předčištění přes zatravněný pás je stejný jako u vsakovacího průlehu. I hloubka zadržované vody je stejná jako u vsakovacího průlehu. Jestliže je průleh-rýha vyprojektován jako liniová stavba, například jako

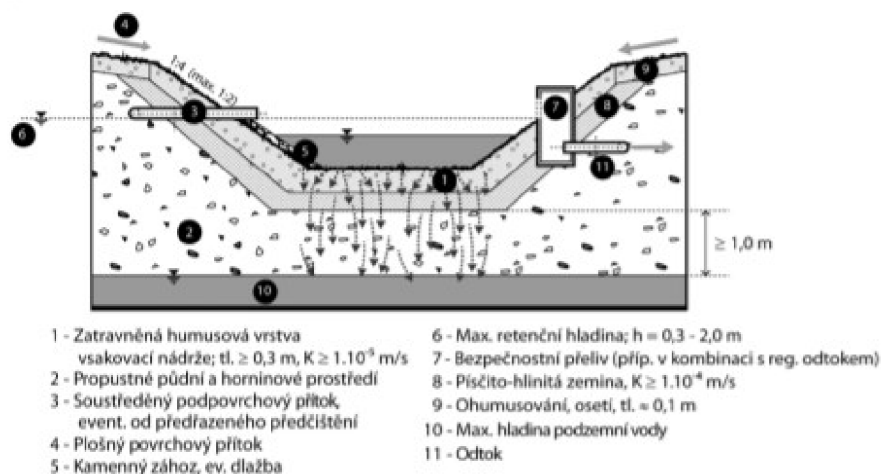
odvodnění pozemních komunikací, doporučuje se rozdělit průleh příčnými zemními hrázkami (TNV 75 9011).



Obrázek 17: Vsakovací průleh-rýha (TNV 75 9011, 2013)

Vsakovací nádrž

Vsakovací nádrže jsou objekty s výraznou retenční funkcí (Obr. 18). Nevyžadují velké nároky na místo, u vsakovacích nádrží platí poměr mezi napojenou nepropustnou plochou a plochou pro vsakování 1:15. Výška zadržované vody se může pohybovat v rozmezí 0,3 m až 2 m. Vysoké hydraulické zatížení ve vztahu relativně rychlého prázdnění nádrže vyžaduje dostatečnou a trvalou propustnost podloží. Vypádováním dna nádrže směrem k místu přítoku se zabráňuje zanášení celého dna látkami, které sebou nese dešťový odtok a dně se netvoří těsnící nánosy. Zpravidla se před vsakovací nádrž umísťuje usazovací zařízení (Hlavínek a kol., 2007).



Obrázek 18: Vsakovací nádrž (TNV 75 9011, 2013)

Podzemní vsakování

Vsakovací rýha

Jedná se o hloubené zařízení liniového tvaru, které je vyplněné propustným štěrkovým materiálem zrnitosti 16/32. Vsakovací rýha napomáhá vsakování do propustnějších půdních a horninových vrstev. Přívod vody probíhá po povrchu nebo pod povrchem. Pro povrchový přívod vody se opět doporučuje přívod vody přes zatravněný pás. Je-li podpovrchový přívod, musí být na vtoku umístěna kalová jímka a revizní šachta, popřípadě proplachovací šachta na opačném konci drenáže (TNV 75 9011).

Podzemní prostory vyplněné štěrkem nebo bloky

Podzemní vsakovací prostory jsou vyplněny štěrkovým materiálem zrnitosti 16/32 nebo prefabrikovanými bloky, které jsou zpravidla plošnými objekty. Voda se do podzemního prostoru přivádí přes vstupní šachtu nebo vstupní otvor. Před vsakovací zařízení je vhodné umístit předčistiřovací zařízení, např. kalovou jímku s nepropustným dnem a stěnami nebo filtrační šachtu. Tento typ vsakování není vhodný u liniových staveb, kde jsou omezené prostorové podmínky, jinak je zařízení po technické stránce prakticky stejné jako vsakovací rýha (Vítek a kol., 2015).

Vsakovací šachta

Slouží jako bodové podzemní vsakování bez zatravněné humusové vrstvy. Vhodné využití mají zejména u vegetačních extenzivních střech, dále u střech a teras z inertních materiálů. Vsakovací šachty se projektují na základě posouzení vhodnosti vsakování z hlediska ochrany jímacích zdrojů a obecné ochrany podzemních vod. Šachty by neměly procházet vrstvami s malou propustností, které účinně chrání podzemní vody. Před vsakovací šachtu je vhodné umístit prvek pro předčištění srážkových vod, např. kalovou jímku s nepropustným dnem a stěnami anebo filtrační šachtu (TNV 75 9011).

Vsakování s regulovaným odtokem

V případě nedostačující vsakovací schopnosti prokázané hydrogeologickými podmínkami u půdního a horninového prostředí, je nutné kombinovat vsakování

s regulovaným odtokem buď do povrchových vod nebo do jednotné kanalizace. Provozně nejvhodnějším řešením je použití vsakovacího zařízení s regulovaným odtokem, u kterého dochází k předčištění vody přes zatravněnou humusovou vrstvu. Vsakovací objekty s regulovaným odtokem jsou typově stejná jako v předešlé části, jsou jen doplněna o regulační prvek (TNV 75 9011).

Vsakovací průleh-rýha s regulovaným odtokem

U tohoto typu zařízení je rýha odvodněna drenážním potrubím, které je zakončeno regulátorem odtoku. Průleh i rýha mají samostatné bezpečnostní přelivy.

Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem

Regulátor odtoku u vsakovací nádrže je zpravidla umístěn ve sloučeném objektu s bezpečnostním přelivem.

Vsakovací rýha s regulovaným odtokem

Jedná se o podzemní vsakovací zařízení, kdy je rýha odvodněna drenážním potrubím, které je zakončeno regulátorem odtoku. Hladina bezpečnostního přelivu rýhy by neměla překročit horní hrany stavební konstrukce rýhy.

4. Metodika

4.1. Výpočet zisku zachycené srážkové vody

Před návrhem zařízení pro využívání dešťových vod musí být zjištěno množství získané dešťové vody. Toto množství získané srážkové vody vyplývá z množství srážek v dané lokalitě, velikosti a druhu jímací plochy, koeficientu odtoku střechy a koeficientu účinnosti filtru mechanických nečistot.

Stanovení zisku zachycené srážkové vody podle uvedené rovnice [m³/rok]

$$Y_R = \sum A_i \cdot h_i \cdot e_i \cdot \eta_i \quad (1)$$

kdy je:

Y_R nátok srážkových vod v časovém úseku t , vyjádřený v litrech [l]

A plocha odvodňované střechy do zařízení pro využití srážkových vod [m²]

h úhrn srážek v časovém úseku t , vyjádřený v milimetrech [mm]

e součinitel výtěžnosti sběrné plochy (tab. 1)

η hydraulická účinnost (je podíl průtoku vytékající vody a průtoku přitékajících srážkových vod je 0,9 pokud není uvedeno jinak výrobcem)

Druh povrchu	Součinitel výtěžnosti sběrné plochy (e)
Šikmá střecha s hladkým povrchem (např. kov, sklo, břidlice, glazované tašky, solární panely)	0,9
Šikmá střecha s drsným povrchem	0,8
Plochá střecha, bez šterku (kačírku)	0,8
Plochá střecha, se šterkem (kačírkem)	0,7
Zelená (vegetační) střecha, intenzivní (např. střešní zahrada)	0,3
Zelená (vegetační) střecha, extenzivní	0,5
Nepropustné plochy (např. asfalt)	0,8
Propustné plochy (např. dlažební kostky)	0,5

Tabulka 1: Součinitel výtěžnosti sběrné plochy (ČSN EN 16 941 – 1, 2018)

4.2. Výpočet potřebného množství vody

Dalším bodem je zjistit potřebu vody, v návrhu je využití dešťové vody na zavlažování, splachování a popřípadě úklid. Je nutné zjistit denní, popř. roční potřebu provozní vody pro dané účely. Pro určení potřeby provozní vody je postupováno dle normy ČSN 75 6780.

Potřeba provozní vody $D_{t,a}$ (l/rok)

$$D_{t,a} = d_a \cdot D_G + D_{s,a} + D_{f,a,misc}$$

$$\Downarrow$$

$$D_{t,a} = d_a \cdot (n \cdot \Sigma D_{p,d}) + D_{s,a} + D_{f,a,misc} \quad (2)$$

kdy je:

d_a počet dnů v roce, kdy se nepitná voda využívá (v obytných budovách 365 dnů, v ostatních budovách např. v pracovních dnech)

D_G denní potřeba nepitné vody souvisící s osobami v litrech za den (l/den) stanovená podle ČSN EN 16941-2 (bez zalévání a úklidu) $D_G = n \cdot \Sigma D_{p,d}$

$D_{s,a}$ roční potřeba nepitné vody pro zalévání nebo kropení v litrech za rok (l/rok), tab. 2

$D_{f,a,misc}$ roční potřeba nepitné vody nesouvisící s osobami pro jiné účely, než je zalévání nebo kropení (např. pro úklid) v litrech za rok (l/rok)

$\Sigma D_{p,d}$ součet denních potřeb nepitné vody souvisících s osobami v litrech na osobu a den (l/osoba.den), příloha 1 a 2

n počet osob v budově

Způsob použití	Potřeba nepitné vody pro zalévání nebo kropení $D_{s,d}$ (l/m ²)	Roční potřeba nepitné vody pro zalévání nebo kropení $D_{s,a}$ (l/rok)
Zalévání zahrady	1,0 ¹⁾	Podle příslušného právního předpisu ²⁾
Kropení hřišť	1,2	
Kropení zeleně	1,0	

¹⁾ Na plochu celé zahrady, i když se zalévá jen její část.

Tabulka 2: Potřeba vody pro zalévání nebo kropení (ČSN 75 6780, 2021)

4.3. Posouzení využitelnosti dešťové vody

Při plánování využívání dešťové vody je důležité zjistit množství získané vody a potřebu provozní vody. Pro posouzení vhodnosti využívání dešťových vod, by měl platit optimální vztah:

$$Y_R \geq D_{t,a} \quad (3)$$

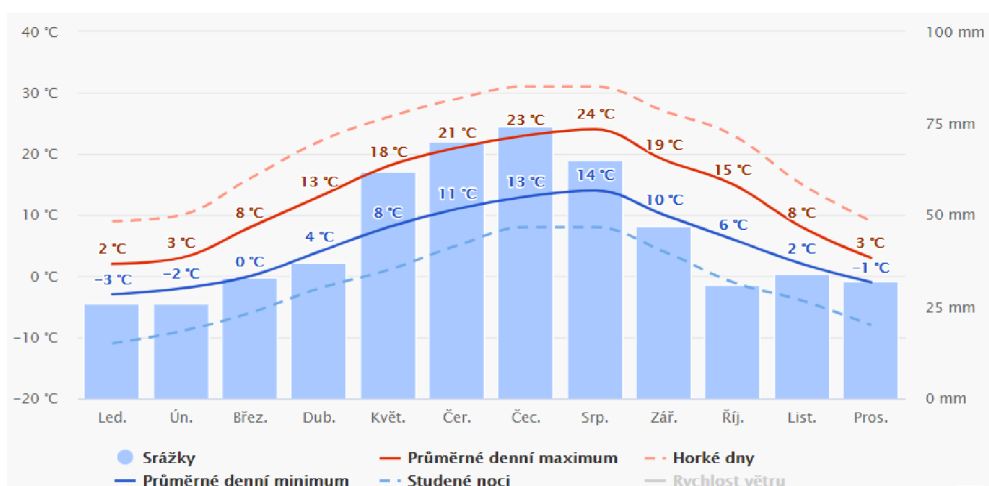
Y_R průměrný nátok srážkových povrchových vod v časovém úseku 1 rok, v litrech za rok (l/rok),

$D_{t,a}$ celková roční potřeba nepitné vody v litrech za rok (l/rok)

Pokud je průměrný roční zisk srážkových povrchových vod menší než roční potřeba provozní vody, doporučuje se upustit od některých způsobů využití srážkových povrchových vod, aby byla nerovnost splněna (3), nebo je možná kombinace s využitím šedé vody.

5. Popis řešeného území

Zkoumané území se týká mateřské školky v Otvicích. Jedná se o malou obec s 681 obyvateli ležící v Ústeckém kraji okrese Chomutov. Nadmořská výška obce je 320 metrů nad mořem. Z hlediska geomorfologického členění náleží obec k celku Mostecké pánve, která se díky Krušným horám nachází ve srážkovém stínu. Jedná se o lokalitu jedné z nejteplejších a nejsušších oblastí Čech. Roční úhrny srážek jsou okolo 500 mm (Obr. 18).



Obrázek 18: Graf průměrných teplot a srážek v jednotlivých měsících (Meteoblue, 2022)

5.1. Vstupní data

- Mateřská školka je jednopodlažní budova o rozloze 385 m², plocha na úklid je o velikosti 300 m².
- Okolo MŠ je zahrada o ploše 1 000 m².
- MŠ navštěvuje 25 dětí (11 dívek a 14 chlapců) a 4 dospělé osoby (2 učitelky, 1 uklízečka a 1 kuchařka)
- Průmět jímací plochy je 439 m², jedná se o sedlovou střechu, která je pokryta plechovou krytinou.
- Měsíční a roční průměrné úhrny srážek (tab. 2). Data jsou zjištěna z klimatických diagramů meteoblue, která vychází z hodnot dlouhodobého

srážkového normálu. Data jsou odpovídající pro okres Chomutov (Meteoblue, 2021).

- Počet pracovních dnů v roce 2021 bylo 252. Počet pracovních dnů v jednotlivých měsících je viditelný v tabulce 2.

Měsíc	Úhrn srážek [mm]	Počet prac. Dnů
Leden	26	20
Únor	26	20
Březen	33	23
Duben	37	20
Květen	62	21
Červen	70	22
Červenec	74	20
Srpen	65	22
Září	47	21
Říjen	31	20
Listopad	34	21
Prosinec	32	22

Tabulka 3: Úhrn srážek a počet pracovních dnů v jednotlivých měsících (zdroj: autor)

6. Výsledky

6.1. Výpočet zisku zachycené srážkové vody

Pro výpočet zisku zachycené srážkové vody jsou známy tyto hodnoty. Sběrná plocha je 439 m², roční úhrn srážek je 537 mm, součinitel výtěžnosti sběrné plochy je 0,9, jelikož se jedná o šikmou střechu s hladkým povrchem z kovového materiálu a hydraulická účinnost je dána 0,9.

Stanovení zisku zachycené srážkové vody podle uvedené rovnice [1]

$$Y_R = \Sigma A_i \cdot h_i \cdot e_i \cdot \eta_i \quad (1)$$

$$Y_R = 439 \cdot 0,537 \cdot 0,9 \cdot 0,9$$

$$Y_R = 190 \text{ m}^3/\text{rok} \rightarrow 191\,952 \text{ l/rok}$$

Dostupný objem srážkových vod v časovém úseku jeden rok je podle rovnice 191 952 l. Dostupný objem vody v jednotlivých měsících je viditelný v tabulce 4.

Měsíc	Úhrn srážek [mm]	Zisk vody [m ³ /měsíc]
Leden	26	9,2
Únor	26	9,2
Březen	33	11,7
Duben	37	13,2
Květen	62	22,0
Červen	70	24,9
Červenec	74	26,3
Srpen	65	23,1
Září	47	16,7
Říjen	31	11,0
Listopad	34	12,1
Prosinec	32	11,4
Roční	537	191,0

Tabulka 4: Dostupný objem vody v jednotlivých měsících (zdroj: autor)

6.2. Výpočet potřebného množství vody

Pro výpočet potřebného množství vody jsou zjištěny tyto údaje: 252 dnů v roce je MŠ v provozu, jedná se pouze o pracovní dny. Celkem ji navštěvuje 29 osob, efektivní objem jednoho spláchnutí jsou 4 l (příloha 2) a počet použití každou osobou je 4x (příloha 1). V příloze 1 je rozdělené i množství splachování na pisoáry a záchodové mísy pro muže a ženy, v součtu je použití WC 4x pro obě pohlaví (ženy navštíví 4x záchodovou mísu a muži 1x záchodovou mísu a 3x pisoár). Další údaj je potřebné množství vody na závlahu, vychází z hodnoty 1 l/m² (tab. 2), rozloha zahrady je 1 000 m², proto by byla potřeba 1 000 l vody na denní závlahu. Potřeba vody pro zalévání je potřebná v měsících od května do září. Množství vody na úklid je brána hodnota ze zkušenosti využití vody na úklid jako 0,1 l/m² pro rozlohu 300 m². Pokud by se MŠ vytírala minimálně 1x denně studenou dešťovou vodou, bylo by zapotřebí 30 l vody za den.

Potřeba provozní vody $D_{t,a}$ (l/rok)

$$\begin{aligned} D_{t,a} &= d_a \cdot D_G + D_{s,a} + D_{f,a,misc} \\ &\quad \Downarrow \\ D_{t,a} &= d_a \cdot (n \cdot \Sigma D_{p,d}) + D_{s,a} + D_{f,a,misc} \quad (2) \\ D_{t,a} &= 252 \cdot (29 \cdot 16) + 106\,000 + 75\,600 \\ D_{t,a} &= 230\,488 \text{ l/rok} \end{aligned}$$

MŠ by ve školním roce, pokud by dešťovou vodu využívala na splachování, zalévání zahrady a úklid, potřebovala 230 488 l dešťové vody. Jednotlivé hodnoty jsou přepočítány do jednotlivých měsíců a údaje jsou vloženy do tabulky 5.

Měsíc	Potřeba na WC [m ³]	Potřeba na zalévání [m ³]	Potřeba na úklid [m ³]	Celkem potřeba [m ³]
Leden	9,28	0,00	0,60	9,88
Únor	9,28	0,00	0,60	9,88
Březen	10,67	0,00	0,69	11,36
Duben	9,28	0,00	0,60	9,88
Květen	9,74	21,00	0,63	31,37
Červen	10,21	22,00	0,66	32,87
Červenec	9,28	20,00	0,60	29,88
Srpen	10,21	22,00	0,66	32,87
Září	9,74	21,00	0,63	31,37
Říjen	9,28	0,00	0,60	9,88
Listopad	9,74	0,00	0,63	10,37
Prosinec	10,21	0,00	0,66	10,87
Roční	116,93	106,00	7,56	230,49

Tabulka 5: Potřeba vody na WC, zalévání a úklid v jednotlivých měsících (zdroj: autor)

6.3. Posouzení využitelnosti dešťové vody

Pro posouzení vhodnosti využívání dešťových vod, by měl platit optimální vztah:

$$Y_R \geq D_{t,a} \quad (3)$$

V případě MŠ platí vztah z ročních hodnot:

$$191\,952\,l < 230\,488\,l$$

Přehled měsíčních hodnot je rozepsán v tabulce 6.

Měsíc	Zisk vody [m ³ /měsíc]	Celkem potřeba [m ³]	Potřeba na WC [m ³]	Potřeba na zalévání [m ³]	Potřeba na úklid [m ³]
Leden	9,25	9,88	9,28	0	0,6
Únor	9,25	9,88	9,28	0	0,6
Březen	11,73	11,36	10,67	0	0,69
Duben	13,16	9,88	9,28	0	0,6
Květen	22,05	31,37	9,74	21	0,63
Červen	24,89	32,87	10,21	22	0,66
Červenec	26,31	29,88	9,28	20	0,6
Srpen	23,11	32,87	10,21	22	0,66
Září	16,71	31,37	9,74	21	0,63
Říjen	11,02	9,88	9,28	0	0,6
Listopad	12,09	10,37	9,74	0	0,63
Prosinec	11,38	10,87	10,21	0	0,66
Roční	190,95	230,49	116,93	106	7,56

Tabulka 6: Přehled měsíčního zisku a potřeby vody (zdroj: autor)

7. Diskuze

V bakalářské práci je navrhována možnost využití dešťové vody v mateřské školce na splachování WC, úklid a zalévání zahrady. Školka je vhodným místem pro návrh HDV, jelikož jímací plocha je velká v porovnání s počtem osob, které školku navštěvují. Bytový dům s několika patry o stejné rozloze by obývalo mnohem více lidí, spotřeba vody by byla mnohem vyšší a návrh by nebyl tak efektivní, protože by muselo být množství dešťové vody značně dotováno vodou z vodovodního řádu. Pokud by mateřská školka využívala dešťovou vodu na výše uvedené, tak by roční zisk dešťové vody byl o 40 000 l nižší než potřeba vody. Podle normy ČSN 75 6780 (2021) by mělo být od návrhu upuštěno nebo aspoň jedna možnost využití vynechána, pokud je průměrný nátok srážkových povrchových vod v časovém úseku 1 rok menší než roční potřeba nepitné vody.

Hodnoty zisku a potřeby se v jednotlivých měsících liší (tab.6). Množství získané vody by na splachování a úklid stačilo po celý rok, nedostatek vody je v měsících od května do září, kdy se počítá se zaléváním zahrady. V lednu a únoru je zisk vody nedostatečný, ale zde je nedostatek minimální. Hodnoty srážek jsou brány jako průměrné, ale počet osob ve školce je brán jako maximální, zde může vzniknout odchylka, kdy množství získané vody by bylo dostačující ve všech měsících krom těch letních, kdy se počítá i se závlahou. Zalévání zahrady okolo školky by se mohlo využívat jako doplňková činnost při nadbytečném množství získané vody. Dešťová voda by se měla v podzemní nádrži skladovat 14 – 21 dní, ve výjimečných případech až 30 dnů (ČSN 75 6780, 2021). V případě mateřské školky, pokud by se dešťová voda využívala na splachování WC a úklid, by tyto intervaly vyhovovaly nashromážděnému množství dešťové vody pro následné využití a jak už bylo zmíněno, nadbytečné množství získané dešťové vody v letních měsících by se využívalo na kropení zahrady.

Jelikož je nutné reagovat na změny klimatu a podporovat zlepšení vodního režimu v urbanizovaném území, je z mého pohledu vytvoření akumulární nádrže vhodné řešení, které by snížilo potřebu pitné vody. Další výhodou je ochrana území před povodněmi při přivalovém dešti a ochrana povrchových vod. Realizace by také přispěla k podpoře malého vodního cyklu a zadržování vody v krajině. Nevýhodou tohoto návrhu je ekonomické hledisko, kdy je počítána pořizovací cena nádrže, výkopové práce, betonování a usazení nádrže. Dále je nutnost nových rozvodů

potrubí, které jsou u starších staveb komplikovanější. Při realizaci by finanční podpora mohla být poskytnuta z národního programu životního prostředí ČR Dešťovka. Program podporuje hospodaření s vodou v obcích, kde mezi podporované možnosti patří i podpora akumulčních podzemních nádrží na zadržování srážkových vod a jejich následné využití (např. závlahu nebo splachování WC) (Dešťovka, 2022).

Pokud se se srážkovými vodami v urbanizovaném území nehospodaří, má to negativní dopad na malý koloběh vody, ale i na kanalizační systém. Dešťová voda nemá možnost se vsakovat, narůst zpevněných ploch omezuje její přirozené vsakování a dešťová voda je odváděna kanalizací do čistírny odpadních vod. Kanalizační systémy nemají dostatečnou kapacitu a při přívalových deštích dochází k jejich přetěžování spolu i s čistírnou odpadních vod. Voda tímto způsobem mizí z krajiny. Batysta a Vopravil (2016) popisují půdu jako houbu, zdravá půda by měla vodu nasát a postupně uvolňovat do podzemí a tím dotovat podzemní zásoby vody, zadržovat vodu v krajině a předcházet vzniku povodní. Změnou klimatických podmínek a nedostatkem srážek došlo na mnoha místech k poklesu hladiny podzemní vody. Užívání dešťové vody pro účely bez nároku na kvalitu pitné vody podporujeme úsporu pitné vody a ochranu jejich zdrojů. K ochraně vodních zdrojů a toků může dnes přispět každý majitel nemovitosti určitým opatřením v systému HDV (Hlavínek a Zeman, 2002). Podle zákona je v současné době každá novostavba povinna hospodařit s dešťovou vodou na svém pozemku a voda vypouštěná mimo pozemek může být pouze z regulovaných odtoků a bezpečnostních přelivů (Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů).

8. Závěr

Bez správného procesu infiltrace dešťové vody dochází k jejímu rychlému odvedení z krajiny, tím je krajina vysušována, zvyšuje se teplota vzduchu a úhrny srážek se snižují. Období sucha je pak vystřídáno přívalovými srážkami, které se do vysušené krajiny nevsakují a z urbanizovaného území jsou odváděny co nejrychleji pryč. V literární rešerši je popsáno, jaké jsou možnosti nakládání s dešťovou vodou, aby nebyla co nejrychleji odváděna z území.

Dešťová voda by měla být brána na celém území České republiky jako dostupný zdroj vody, jiná voda k nám nepřitéká než ve formě dešťové vody. Je důležité si uvědomit, jaké máme možné zdroje vody na území ČR. Velice důležitá je propagace celého systému hospodaření s dešťovými vodami. Problematika se suchem a nárustem teplot v urbanizovaném území je dost společensky řešena, zároveň je nutná osvěta ohledně možných a konkrétních opatření umožňujících HDV.

9. Přehled literatury a použité zdroje

ASIO, ©2022: Hospodaření se srážkovými vodami (HDV) – TNV 75 9011 (online) [cit. 2021.07.21], dostupné z <<https://www.asio.cz/cz/99.hospodareni-se-srazkovymi-vodami-hdv-tnv-75-9011>>.

Batysta M., Vopravil J., 2016: Půdou proti suchu (online) [cit. 2022.02.15], dostupné z <<https://vesmir.cz/cz/on-line-clanky/2016/11/pudou-proti-suchu.html>>.

Böse K-H, 1999: Dešťová voda pro dům a zahradu. HEL, Ostrava.

Brázdil R, Zahradníček P, Dobrovolný P, Štěpánek P, Trnka M., 2021: Observed changes in precipitation during recent warming: The Czech Republic, 1961–2019. International Journal of Climatology Volume 41. 3881-3902.

Campisano A., Butler D., Ward S., Burns M. J., Friedler E., DeBusk K., Fisher-Jeffes L. N., Ghisi E., Rahman A., Furumai H., Han M., 2017: Urban rainwater harvesting systems: Research, implementation and future perspectives. Water research Volume 115. 195-209.

Dešťovka, ©2022: Výzva č. 10/2021: Hospodaření s vodou v obcích (online) [cit. 2021.09.08], dostupné z <<https://destovka.eu/institute/>>.

Dvořáková D., 2007a: Využívání dešťové vody (I) - kvalita a čištění (online) [cit. 2021.07.21], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>>.

Dvořáková D., 2007b: Využívání dešťové vody (II) - možnosti použití dešťové vody a části zařízení (online) [cit. 2021.08.26], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni>>.

Hanousek M., 2005: Voda pro chataře a zahrádkáře. Grada, Praha.

Helmreich B., Horn H., 2009: Opportunities in rainwater harvesting. Desalination Volume 248. 118 – 124.

Hlavínek P., Zeman E. [eds.], 2002: Odvodnění urbanizovaných území – koncepční přístup. NOEL 2000, Brno.

Hlavínek, P., Prax, P., Sklenářová, T., Dvořáková, D., Polášková, K., Kubík, J., Hlušík, P., Beránek, J., 2007: Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území. Ardec s.r.o., Brno.

Hrkal Z., 2016: Řízená umělá infiltrace jako nástroj proti suchu i povodním – její perspektivy v ČR (online) [cit. 2021.07.21], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/14163-rizena-umela-infiltrace-jako-nastroj-proti-suchu-i-povodnim-jej-perspektivy-v-cr>>.

Hydrotech, ©2018: Voda na Zemi: Kolik jí máme na naší planetě a kolik z toho je pitná voda? (online) [cit. 2021.07.21], dostupné z <<https://www.hydrotech-group.com/cz/blog/voda-na-zemi-kolko-jej-na-planete-mame-a-ake-mnozstvo-z-toho-tvori-pitna-voda>>.

Ihsanullah I., Atieh M. A., Sajid M., Nazal M. K., 2021: Desalination and environment: A critical analysis of impacts, mitigation strategies, and greener desalination technologies. Science of The Total Environment Volume 780.

Markiewicz A., Strömval A-M., Björklund K., 2020: Alternative sorption filter materials effectively remove non-particulate organic pollutants from stormwater. Science of The Total Environment Volume 730

Mentens J., Raes D., Hermy M., 2006: Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century?. Landscape and Urban Planning Volume 77, Issue 3. 217-226.

Meteoblue, ©2022: Podnebí Chomutov – Průměrné teploty a úhrn srážek. (online) [cit. 2022.01.21], dostupné z <https://www.meteoblue.com/cs/po%C4%8Das%C3%AD/historyclimate/climatemodelled/chomutov_%C4%8Cesko_3077685>.

Meteocentrum, ©2022: Srážky (online) [cit. 2021.07.21], dostupné z <<https://www.meteocentrum.cz/encyklopedie/srazky>>.

Mífková T., 2009: Retence dešťových vod II. (online) [cit. 2021.07.21], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/6053-retence-destovych-vod-ii>>.

Mífková T., 2009a: Retence dešťových vod I. (online) [cit. 2021.07.21], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/6053-retence-destovych-vod-i>>.

MŽP, ©2020: Sucho a nedostatek vody (online) [cit. 2022.02.02], dostupné z <https://www.mzp.cz/cz/sucho_a_nedostatek_vody>.

NPŽP, ©2017: Výzva č. 12/2017: Dešťovka II (online) [cit. 2021.10.08], dostupné z <<https://www.narodniprogramzp.cz/nabidka-dotaci/detail-vyzvy/?id=50>>.

Paul M. J., Meyer J. L., 2001: Streams in the urban landscape. *Annual Review of Ecology and Systematics*. Volume 32, 333 – 365.

Pokorný D., Pešek V., Medunová A., 2006: Voda v ČR do kapsy, Ministerstvo zemědělství, Praha.

Samek, O., 2013: Hospodaření s dešťovou vodou podle zákona – jak se dotýká stavebníků v praxi? (online) [cit. 2022.02.02], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/10517-hospodareni-s-destovou-vodou-podle-zakona-jak-se-dotyka-stavebniku-v-praxi>>.

SFŽP, ©2021: Dešťovka (online) [cit. 2021.10.08], dostupné z <<https://www.sfzp.cz/dotace-a-pujcky/destovka/>>.

Slavík L., Neruda M., 2014: Hospodaření s vodou v krajině. Univerzita Jana Evangelisty Purkyně fakulta životního prostředí, Ústí nad Labem.

Song X., Lyu S., Wen X., 2020: Limitation of soil moisture on the response of transpiration to vapor pressure deficit in a subtropical coniferous plantation subjected to seasonal drought. *Journal of Hydrology* Volume 591.

Stránský D., Kabelková I., Bareš V., Vítek J., Suchánek M., Plotěný K., Pírek O., 2012: Srážkové vody a urbanizace krajiny. Informační centrum ČKAIT, Praha.

Vítek J., Stránský D., Kabelková I., Bareš V., Vítek R., 2015: Hospodaření s dešťovou vodou v ČR. ČSOP Koniklec, Praha.

Vodárenství, ©2017: Svět vody (online) [cit. 2021.07.21], dostupné z <<https://www.vodarenstvi.cz/svet-vody/>>.

Vojtěchovská, M., 2021: Hydrologický cyklus (online) [cit. 2021.07.21], dostupné z <<https://zemepisec.cz/hydrologie/hydrologicky-cyklus/>>.

Yang D., Yang Y., Xia J., 2021: Hydrological cycle and water resources in a changing world: A review. *Geography and Sustainability*. Volume 2, Issue 2. 115-122.

Zareian M.,J., 2021: Optimal water allocation at different levels of climate change to minimize water shortage in arid regions (Case Study: Zayandeh-Rud River Basin, Iran). *Journal of Hydro-environment Research* Volume 35. 13 – 30.

Zákony a vyhlášky:

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), v platném znění.

Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), v platném znění.

Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území.

Vyhláška č. 428/2001 Sb.

Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby

Normy:

Norma ČSN 75 9010: Vsakovací zařízení srážkových vod, Úřad pro technickou normalizaci, Praha, 2012. 44 s.

Norma TNV 75 9011: Hospodaření se srážkovými vodami. Sweco Hydroprojekt a.s., Praha, 2013. 65 s.

Norma ČSN 75 6780: Využití šedých a srážkových vod v budovách a na přilehlých pozemcích. Sweco Hydroprojekt a.s., Praha, 2021. 40 s.

Norma ČSN EN 16941-1: Zařízení pro využití nepitné vody na místě – Část 1: Zařízení pro využití srážkových vod. Sweco Hydroprojekt a.s., 2018. 35 s.

Obrázky:

Obrázek 1: Rozmístění meteorologických stanic na území ČR, rozčleněných do skupin dle nadmořské výšky (Brázdil a kol., 2001)

Obrázek 2: Rozdíl povrchového odtoku mezi vegetačním krytem a nepropustnou plochou v urbanizovaném území (Paul a Mayer, 2001)

Obrázek 3: Pitná voda nahraditelné vodou dešťovou (Dvořáková D.: Využívání dešťové vody II (online) [cit. 2021.08.26], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni>>.

Obrázek 4: Schéma podzemní nádrže na akumulaci dešťové vody (Irriga: (online) [cit. 2021.08.26], dostupné z <<https://www.az-shop.cz/akumulacni-plastova-nadrz-titan-aqua-kingspan-na-destovou-vodu-4500-l-sid-az-50831-detail>>.

Obrázek 5: Filtrační podokapový hrnec (Dvořáková D.: Využívání dešťové vody I (online) [cit. 2021.11.26], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>>.

Obrázek 6: Okapový filtr (Dvořáková D.: Využívání dešťové vody I (online) [cit. 2021.11.26], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>>.

Obrázek 7: Filtrační koš v tělese filtru (Dvořáková D.: Využívání dešťové vody I (online) [cit. 2021.11.26], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>>.

Obrázek 8: Filtrační koš v akumulační nádrži (Dvořáková D.: Využívání dešťové vody I (online) [cit. 2021.11.26], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>>.

Obrázek 9: Šachtový filtr (Dvořáková D.: Využívání dešťové vody I (online) [cit. 2021.11.26], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>>.

Obrázek 10: Samočisticí filtr umístěný nádrži (Dvořáková D.: Využívání dešťové vody I (online) [cit. 2021.11.26], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>>.

Obrázek 11: Plastová bezešvá nádrž (Dvořáková D.: Využívání dešťové vody II (online) [cit. 2021.08.26], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni>>.

Obrázek 12: Retenční nádrž u budovy Delta v Praze Michly (Nehasilová, 2022)

Obrázek 13: Krátkodobá retence na parkovišti (Hlavínek a Zeman, 2002).

Obrázek 14: Filtrační jímka (Hlavínek a kol., 2007).

Obrázek 15: Rybníček ke koupání s biotopem (Hlavínek a Zeman, 2002)

Obrázek 16: Rozdělení střešních zahrad dle druhu vegetace (Mífková T.: Retence dešťových vod I. (online) [cit. 2021.08.26], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/6053-retence-destovych-vod-i>>.

Obrázek 17: Vsakovací průleh-rýha (TNV 75 9011, 2013)

Obrázek 18: Vsakovací nádrž (TNV 75 9011, 2013)

Tabulky:

Tabulka 1: Součinitel výtěžnosti sběrné plochy (ČSN EN 16 941 – 1, 2018)

Tabulka 2: Potřeba vody pro zalévání nebo kropení (ČSN 75 6780, 2021)

Tabulka 3: Úhrn srážek a počet pracovních dnů v jednotlivých měsících (zdroj: autor)

Tabulka 4: Dostupný objem vody v jednotlivých měsících (zdroj: autor)

Tabulka 5: Potřeba vody na WC, zalévání a úklid v jednotlivých měsících (zdroj: autor)

Tabulka 6: Přehled měsíčního zisku a potřeby vody (zdroj: autor)

10. Přílohy

Příloha 1: Počty použití zařizovacích předmětů jednou osobou během dne v nebytových budovách pro výpočty podle ČSN EN 16941-2 (ČSN 75 6780, 2021)

Zařizovací předměty	Osoby v budovách			
	Zaměstnanci v prodejnách, administrativních a podobných budovách ¹⁾	Zákazníci v prodejnách nebo návštěvníci administrativních a podobných budov	Ubytování na internátech a vysokoškolských kolejích	Ubytování v hotelech
	Počty použití zařizovacích předmětů jednou osobou během dne ²⁾			
Záchodová mísa pro muže, pokud jsou instalovány také pisoáry u_T	1	0,17	--	--
Záchodová mísa pro muže, pokud nejsou instalovány pisoáry u_T	4	1	7	7
Záchodová mísa pro ženy u_T	4	1	7	7
Pisoárová mísa u_U	3	0,83	--	--
Umyvadlo u_{HWB}	6	1	7	7
Sprcha u_S	0,03	--	0,6	1
Sprcha u fitness u_S	0,15	--	--	--
Dřez v čajové kuchyňce u_{KS}	2	--	1	--
Myčka nádobí v čajové kuchyňce u_{DW}	0,04	--	0,3	--
Vana v koupelně u_{BT}	--	--	0,35	0,6

¹⁾ Zaměstnanci s osmihodinovou pracovní dobou a příležitostným používáním sprch.
²⁾ U myčky nádobí se jedná o počet cyklů.

Příloha 2: Objemy vody pro jedno spláchnutí záchodové nebo pisoárové mísy (ČSN 75 6780, 2021)

Zařizovací předmět	Objemy vody pro jedno spláchnutí ¹⁾ V_T		
	Velké spláchnutí (l/spláchnutí)	Malé spláchnutí (l/spláchnutí)	Efektivní objem ³⁾ pro jedno spláchnutí u splachovačů s možností dvojího splachování při používání záchodové mísy více než dvakrát denně (l/spláchnutí)
Záchodová mísa	4	2	2,7
	4,5	3	3,5
	6 ²⁾	3 ²⁾	4,0
	7,5 až 8	4	5,3
	9 ²⁾	3 ²⁾	5,0
	10 ²⁾	3 ²⁾	5,3
Pisoárová mísa bez odsávání	2	--	--
Pisoárová mísa s odsáváním	2 až 3	--	--
¹⁾ Objemy vody pro jedno spláchnutí uvedené v tabulce odpovídají splachovacím objemům uvedeným v ČSN EN 14055, ČSN EN 12541 a ČSN EN 15091 a dokumentaci výrobců. ²⁾ Nejčastěji používané objemy pro jedno spláchnutí. ³⁾ Objem vody pro jedno spláchnutí dosazovaný v případě instalace splachovačů s možností dvojího splachování do výpočtů podle ČSN EN 16941-2.			