

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE  
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ  
KATEDRA APLIKOVANÉ GEOINFORMATIKY A  
ÚZEMNÍHO PLÁNOVÁNÍ

Zadržování dešťové vody v urbánním prostředí:  
inventura přístupů měst  
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Vojtěch Novotný, PhD.

Bakalant: Kateřina Mlezivová

2020

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Kateřina Mlezivová

Rozvoj venkova a zemědělství  
Územní plánování

Název práce

**Zadržování dešťové vody v urbánním prostředí: inventura přístupů měst**

Název anglicky

**Stormwater retention in urban areas: survey of city policies**

---

### Cíle práce

Cílem práce je vyhodnotit, jaké metodické postupy využívají vybraná velká města ke zvyšování zadržování dešťové vody na jejich území.

### Metodika

Studentka vytvoří rešerši zaměřenou zejména na problematiku malého hydrologického cyklu v urbánních prostředích a katalogizaci opatření zadržování vody ve městech. V následujícím kroku získá strategické dokumenty měst v prostředích odpovídajících klimatickým podmínkám České republiky v tuzemsku i zahraničí a na základě poznatků získaných v první části práce provede jejich srovnávací analýzu. V diskusi práce se zaměří především na to, v čem by mohly být zahraniční přístupy pro Českou republiku inspirativní.

**Doporučený rozsah práce**

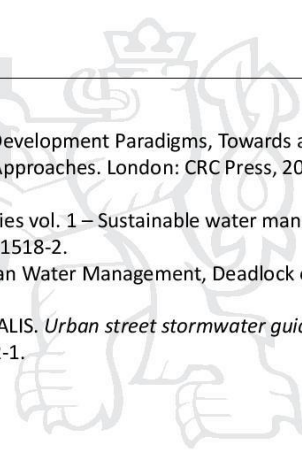
do 50 stran textu doplněného adekvátními grafickými přílohami (fotodokumentace atp.)

**Klíčová slova**

vodní hospodářství, města, strategie

---

**Doporučené zdroje informací**

- Feylen, J., Shannon, K., Neville, M., eds. Water and Urban Development Paradigms, Towards an Integration of Engineering, Design and Management Approaches. London: CRC Press, 2008. ISBN: 978-0-203-88410-2
- Chen, D., H. Sustainable water management and technologies vol. 1 – Sustainable water management. Boca Raton: Taylor&Francis, 2017. ISBN: 978-1-4822-1518-2.
- Maksimović, Č., Tejada-Guibert, J., A., eds. Frontiers in Urban Water Management, Deadlock or Hope. Padstow: IWA Publishing, 2001. ISBN: 1-900222-76-0.
- NATIONAL ASSOCIATION OF CITY TRANSPORTATION OFFICIALS. *Urban street stormwater guide*. Washington: IslandPress, 2017. ISBN 978-1-61091-812-1.
- 

---

**Předběžný termín obhajoby**

2019/20 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Ing. Vojtěch Novotný, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra aplikované geoinformatiky a územního plánování

---

Elektronicky schváleno dne 10. 3. 2020

**doc. Ing. Petra Šímová, Ph.D.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 11. 3. 2020

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 26. 06. 2020

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Zadržování dešťové vody v urbánním prostředí: inventura přístupů měst, 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 autorským 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 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 ráda poděkovala mému vedoucímu práce Ing. Vojtěchu Novotnému, PhD. za odborné vedení a jeho pomoc při realizaci mé bakalářské práce.

Dále bych ráda poděkovala svým nejbližším za trpělivost, kterou se mnou měli během přípravy závěrečné práce i po čas celého studia.

## Abstrakt

Má bakalářská práce se zabývá zadržováním dešťové vody v urbánním prostředí. Představuje opatření, která danou problematikou řeší. Ta jsou rozdělena dle oblastí realizace na opatření v ulicích či veřejných prostranstvích a opatření na stavbách. V práci jsou shrnuty pozitiva a negativa jednotlivých opatření a jsou uvedeny i jejich příklady realizace v praxi. Dále práce inventarizuje přístupy vybraných měst, která jsou klimaticky podobná Praze, k problematice zadržování vody ve městě. Porovnává jejich systémové dokumenty a jak jsou tyto dokumenty využívány k realizaci právě těchto opatření a zda jsou v realizaci úspěšná. Všechna města si samozřejmě důležitost těchto opatření uvědomují, jelikož se potýkají s dopady klimatických změn, se kterými se stále častěji musejí vypořádávat. Avšak některá města jsou více úspěšná než jiná a mohou tak být vzorem nebo inspirací v řešení problematiky hospodaření se srážkovou vodou například i v Praze.

### Klíčová slova:

vodní hospodářství, města, strategie

## Abstract

My bachelor thesis deals with the retention of rainwater in an urban environment. It presents measures that address the issue. These are divided according to the areas of implementation into measures in streets or public spaces and measures on construction sites. The work summarizes the positives and negatives of individual measures and gives examples of their implementation in practice. Furthermore, the work inventories the approaches of selected cities, which are climatically similar to Prague, to the issue of water retention in the city. It compares their system documents and how these documents are used to implement these measures and whether they are successful in implementation. Of course, all cities are aware of the importance of these measures, as they face the effects of climate change, which they increasingly have to deal with. However, some cities are more successful than others and can thus be a model or inspiration in solving the problem of rainwater management, for example in Prague.

## Keywords:

water management, cities, policies

# OBSAH

1. Úvod .....	10
2. Cíl .....	11
3. Metodika .....	11
4. Literární rešerše.....	12
4.1 Vodní režim krajiny.....	12
4.1.1 Základní pojmy hydrologie .....	12
4.2 Povodí v urbanizovaném území .....	15
4.3 Jak urbánní prostředí ovlivňuje vodní režim krajiny .....	18
4.4 Katalogizace opatření k zadržování vody ve městech .....	21
4.4.1 Ulice a veřejná prostranství.....	22
4.4.1.1 Zasakování v místě – propustné povrchy .....	22
4.4.1.2 Stromořadí a trvalkové pásy .....	26
4.4.1.3 Retenční průlehy.....	27
4.4.1.4 Retenční sazebníky .....	29
4.4.1.5 Dešťové zahrady.....	32
4.4.2 Opatření na stavbách.....	35
4.4.2.1 Střecha .....	35
4.4.2.2 Fasáda.....	39
4.5 Shrnutí efektivity opatření k zadržování srážkové vody .....	42
5. Systémové dokumenty a přístupy měst.....	42
5.1. Podnebí v Praze a srovnatelná města .....	42
5.2. Situace v České republice - Legislativa .....	43
5.2.1 Zákony a jejich prováděcí vyhlášky:.....	44
5.2.2 Technické normy: .....	45
5.2.3 Územní plán:.....	46
5.2.4 Systémové dokumenty obcí a měst: .....	47
5.3 Systémové dokumenty .....	48



5.3.1 Systémové dokumenty Prahy .....	48
5.3.2 Přístupy evropských měst .....	49
5.3.3 Přístupy amerických měst .....	50
5.3.4 Přístup kanadských měst .....	51
6. Implementace systémových dokumentů v praxi .....	52
6.1 Ulice a veřejná prostranství .....	53
6.2. Opatření na stavbách .....	55
7. Diskuze .....	57
8. Závěr a přínos práce .....	58
Seznam literatury .....	60
Odborné publikace .....	60
Legislativní zdroje .....	61
Internetové zdroje .....	61
Ostatní zdroje .....	63
Seznam obrázků .....	64
Seznam tabulek .....	66

# 1. ÚVOD

Voda je základním prvkem života. Bez vody by život nebyl. Každý den s ní přijdeme do styku. A protože je každodenní součástí života, museli jsme se s ní naučit správně zacházet, od zalévání plodin abychom mohli pěstovat úrodu, přes její čištění a distribuování abychom měli pitnou vodu až po její využití v průmyslu.

Jako je voda základním prvkem života, tak mít kde žít a bydlet, je základním prvkem v životě lidí. Domovem asi poloviny celosvětové populace jsou právě města. Jsou to pulzující uzly, kterými prochází nespočet toků energií a statků. Téměř 80 % globálního HDP je generováno ve městech. (Brears R.C., 2018)

Jak se mění doba, musejí se měnit a přizpůsobovat i města. Dále častěji musejí čelit extrémním výkyvům počasí. Ve městech se zvedá průměrná teplota a dochází k vytváření městských tepelných ostrovů, které znatelně ovlivňují život v nich. Dále se města musejí vypořádávat se stále rostoucí populací, a to nejen s rostoucím počtem obyvatel, ale i s rostoucím počtem lidí, kteří do měst dojíždějí za prací. Úkolem urbanizovaných území je tedy plánovat svůj neustálý rozvoj co se týče všech oblastí od městské infrastruktury po samotné stavby. Musejí se vypořádávat i s otázkou vyčerpatelnosti přírodních zdrojů a lepším a efektivnějším využitím toků energií v nich. (Brears R.C., 2018.; Maksimovic C. & Tejada-Guibert J. A., 2001) „Urbánní centra kolem celého světa se musejí stát více odolná klimatickým změnám a zredukovat jejich ekologickou stopu.“ (Brears R.C., 2018)

Jednou z oblastí je nakládání se srážkovou vodou ve městech. Zajatým způsobem odkanalizování měst, kterého je součástí i odvod dešťové vody z budov, ulic a veřejných prostranství, si neskutečné množství blahodárné vody necháme jen tak odtéct a zejména pak v letních měsících a obdobích sucha, se voda stává prvkem, který ve městech vzácný. Přístup, který se poslední dobou začíná měnit, je takový, že srážková voda v ulicích se co nejrychleji musí odvést, aby nestihla způsobit problémy nebo dokonce škody. Na dešťovou vodu se tak nahlíží spíše jako na problém, který je nutné rychle odstranit než jako na prospěšný prvek, který bychom měli ve městě zadržovat a efektivně s ním nakládat. (Nacto,2017.; Vítek J. & kol., 2015)

## 2. CÍL

Cílem práce je zinventarizovat opatření, které je možné využít při nakládání se srážkovou vodou v urbanizovaném území. Provést jejich základní charakteristiku a ukázat příklady realizací.

Další částí je projít systémové dokumenty vybraných měst, ve kterých se řeší problematika zadržování srážkové vody v urbanizovaném prostředí. Z těchto systémových dokumentů vyhodnotit jednotlivé přístupy měst k dané problematice. A poslední částí je zjistit, jak jsou tyto systémové dokumenty implementovány v praxi a zda se z nich česká města mohou i třeba inspirovat.

## 3. METODIKA

Tato práce se zabývá inventarizací opatření, která se využívají při nakládání se srážkovou vodou v urbanizovaných územích. V rámci literární rešerše byly nejdříve objasněny pojmy týkající se základů hydrologie a urbanizovaného území. Poté byly vypsány druhy dopadů, které má urbanizované prostředí na přirozený vodní režim a jak je urbanizované území běžně odvodňováno.

Dále následovala samotná katalogizace opatření k nakládání se srážkovou vodou. Tato opatření byla rozdělena dle jejich oblasti působení, a to na oblast působení v ulicích či veřejných prostranstvích a na opatření na stavbách. U jednotlivých opatření byly shrnuty pozitiva i negativa, příklady realizací a celkový efekt těchto opatření v rámci urbanizovaných území.

Další část práce se zabývá přístupy jednotlivých měst k problematice hospodaření se srážkovou vodou na jejich území. Pro tuto práci bylo kromě Prahy vybráno dalších 6 měst. Tato města byla vybrána tak, aby byla klimaticky podobná právě Praze. Jedná se tedy o dvě další evropská města Bratislavu a Berlín, dvě americká města Washington D.C. a Minneapolis a dvě kanadská města Hamilton a Toronto. Nejdříve byla představena samotná legislativa české republiky, tedy jednotlivé zákony, vyhlášky i technické normy, které se srážkové vody v urbanizovaném území týkají. Poté byly představeny konkrétní systémové dokumenty Prahy. Následovala inventarizace přístupů ostatních jednotlivých měst a taktéž jejich jednotlivých systémových dokumentů, které se danou problematikou zabývají.

Poté byla jednotlivá města porovnána v rámci implementace jednotlivých opatření ze systémových dokumentů do praxe. Tato opatření byla rozdělena stejně jako v literární rešerši na opatření v ulicích či veřejných prostranstvích a na opatření na stavbách.

V následující diskuzi je pak probrána efektivnost opatření a možná inspirace v zahraničí. Otázkou je správná implementace jednotlivých opatření u nás, jejich vymáhání legislativou a celkový pohled na odvodňování urbanizovaného území pomocí přírodě blízkých opatření.

## 4. LITERÁRNÍ REŠERŠE

### 4.1 VODNÍ REŽIM KRAJINY

#### 4.1.1 ZÁKLADNÍ POJMY HYDROLOGIE

„Hydrologie je věda zabývající se zákonitostmi časového i prostorového rozdělení oběhu vody na Zemi včetně jeho fyzikálního, chemického a biologického režimu. Hydrologie patří mezi základní vědecké disciplíny vodního hospodářství a životního prostředí. Základními oddíly hydrologie jsou hydrologie pevniny a oceánologie.“ (Hrádek F & Kuřík P., 2008)

Vodní obal Země, který zahrnuje veškerou vodu na Zemi i vodu v ovzduší ve všech možných skupenstvích formách, nazýváme hydrosféra. Do hydrosféry tedy zahrnujeme veškeré oceány, moře, jezera, vodní nádrže, rybníky, bažiny, povrchové toky, podpovrchové vody, vodu v půdě, ledovce, led i sníh. (Hrádek F & Kuřík P., 2008; Starý M., 2005)

To, v jakém skupenství se voda nachází nám určuje i jakým způsobem na zemský povrch dopadá. V atmosféře se vyskytuje v podobě vodní páry, pokud zkondenzuje, mění se její skupenství na kapalné (například déšť) a desublimací se mění do skupenství tuhého (kroupy, sníh). V půdě, přesněji v litosféře se pak voda nachází v kapalném, tuhém nebo plynném. (Hrádek F & Kuřík P., 2008)

Hlavní příčinou pohybu vody v přírodě je energie, kterou vydává Slunce. Je tu ale několik dalších hlavních faktorů které, pohyb vody ovlivňují. Voda, jako jeden z přírodních zdrojů, je v neustálé spojitosti s ostatními přírodními zdroji jako je půda, horniny, vegetace, ovzduší aj., které prodělávají nekonečné kvalitativní i kvantitativní změny. Všechny tyto složky se snaží být v rovnováze miliardy let, avšak jsou narušovány přirozenými vlivy, ke kterým se přidaly i vlivy antropogenní. V jaké

intenzitě k ovlivňování dochází, se na mnoha místech značně liší. Na určitých místech však dochází k vážnému narušování funkcí biosféry a tím i k ohrožování podmínek, které jsou nezbytné pro existenci života. K faktorům, které hydrosféru značně ovlivňují patří kosmické vlivy. Ty se projevují krátkodobými (11 letými) nebo dlouhodobými (80 letými) cyklickými změnami sluneční aktivity. „Očekává se, že v 1. pol. tohoto století bude sluneční aktivita narůstat, což může způsobit zvýšení průměrných teplot a postižení některých oblastí suchem.“ (Hrádek F & Kuřík P., 2008; Starý M., 2005)

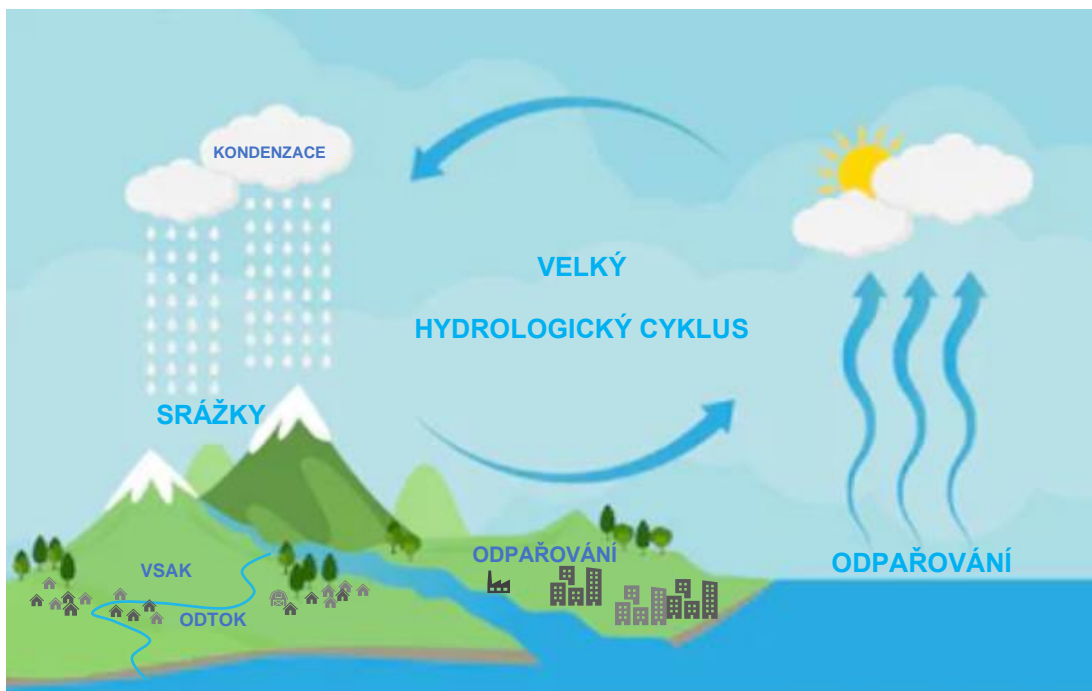
Dalším faktorem jsou změny vlastností atmosféry, které jsou vyvolány přirozenými vlivy i vlivy člověka. Jde hlavně o znečišťování ovzduší. Dalším faktorem, který se mění, a to v důsledku i činností lidí, je změna albeda (poměr mezi odraženým slunečním zářením od povrchu Země a dopadajícím zářením). Vlivem kácení lesů a rozšiřování pouští albedo roste. Posledním důležitým faktorem je změna klimatu a s ní i meteorologické změny. Na Zemi se střídají dva cykly, oteplování a ochlazování. Nyní by se naše planeta měla nacházet v cyklu oteplování. (Hrádek F & Kuřík P., 2008)

Pohyb vody na Zemi, který se děje neustále a pořád dokola, nazýváme koloběh vody či více odborněji hydrologický cyklus. Koloběh vody v přírodě je stále probíhající přirozený cyklus. Voda s v něm nachází jak ve skupenství plynném, tak kapalném i pevném. Jak už bylo řečeno, energie, která vodou hýbe pochází ze Slunce. Díky této energii je cyklus nepřetržitý. (Hrádek F & Kuřík P., 2008; Starý M., 2005)

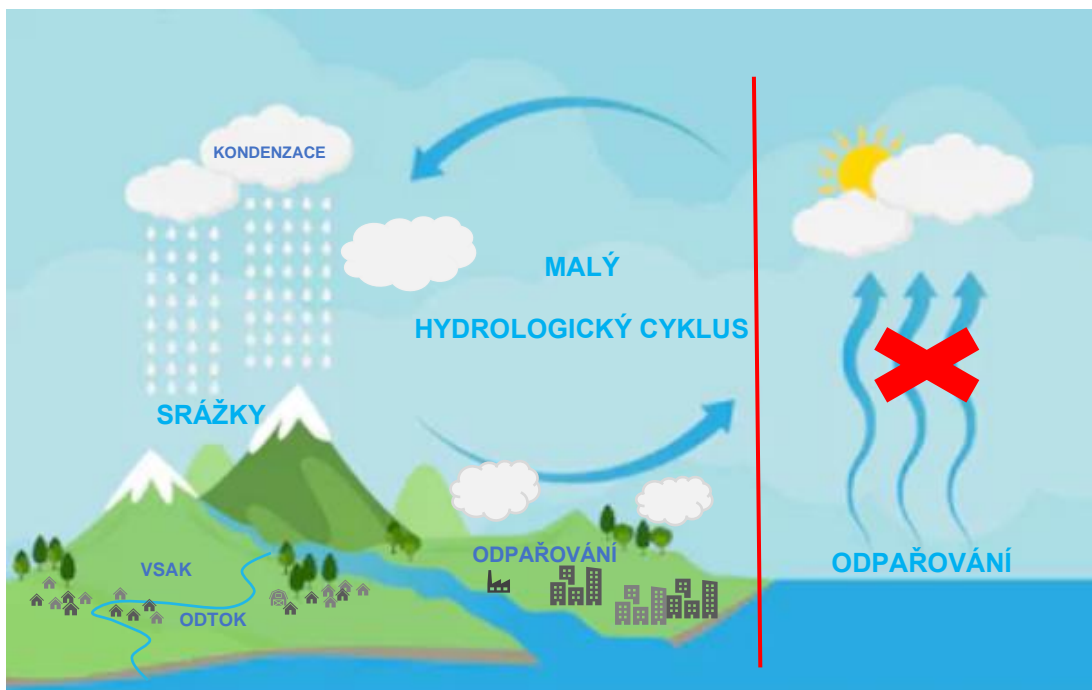
Uzavřený hydrologický cyklus, který probíhá nad světovým oceánem a pevninou nazýváme velký koloběh vody. Potom co se voda odpaří ze světového oceánu je formě vodní páry přenášena nad pevninu, kde kondenzuje či desublimuje. V podobě srážek kapalných či pevných pak dopadá na pevninu a povrchovým odtokem se vrací zpět do světového oceánu. Zároveň probíhá i odpar vody z pevniny, kdy se vodní pára dostává naopak nad světový oceán kam v podobě srážek z oblak opět i dopadá. Pokud cyklus probíhá pouze nad oceány nebo pouze nad bezodtokovými oblastmi pevniny, nazýváme ho malý koloběh vody. Urbanizovaných území se tedy hlavně týká malý hydrologický cyklus. (Hrádek F & Kuřík P., 2008; Starý M., 2005)

Schéma velkého a malého hydrologického cyklu.

Obrázek 1 – Velký hydrologický cyklus, vlastní



Obrázek 2 – Malý hydrologický cyklus, vlastní



A posledním pojmem je povodí, které je základní hydrologickou oblastí. V povodí se zkoumá odtokový proces a vzájemný vztah bilančních prvků. Tvoří sběrnou, srážkovou a infiltrační oblast daného toku. Je to území, vytvořené k určitému profilu toku, omezené rozvodnicí, tj. myšlenou čarou probíhající po obvodových nejvyšších místech (hřebenech, vrcholech, úbočích a sedlech) terénu tak, že odděluje sousední povodí. Vymezuje plochu povodí, v níž má srážková voda, vypadlá na kterémkoliv místě, možnost, pokud se nevypaří, stéci povrchově do říčního systému a protéci uzávěrovým profilem (vodoměrný profil, registrační vodoměrná stanice, mostní a jiný profil, vodní dílo). (Hrádek F & Kuřík P., 2008; Starý M., 2005; VŠCHT Praha, Pokorná D., 2008)

## 4.2 POVODÍ V URBANIZOVANÉM ÚZEMÍ

Existují nové koncepce i technická řešení v oblasti navrhování a provozování zařízení pro odvádění vod z urbanizovaného povodí. Postupně se rozvíjejí nové pracovní postupy, které lze vytvářet díky vědeckému rozvoji výpočetní techniky, ale i novými přístupy k ochraně a péči o životní prostředí. Protože městská hydrologie se od té přírodní liší, využívají se i jiné speciální pracovní metody a výpočetní postupy, které se aplikují v městské hydrologii a využívají se při modelování odtoku z městského povodí. (VŠCHT Praha, Pokorná D., 2008)

Hlavní faktory, které se jsou rozdílné v městské hydrologii a té přírodní je jiné měřítko času a plochy. „Plocha městského povodí se pohybuje v desítkách (maximálně stovkách hektarů), v hydrologii mluvíme o km<sup>2</sup>. Časovým parametrem hydrologických procesů jsou měsíce, ve výjimečných případech dny a hodiny. Časovým parametrem srážkoodtokového děje na městském povodí jsou minuty.“ (VŠCHT Praha, Pokorná D., 2008)

Městské povodí je současně ovlivňováno zemědělskou výrobou v okolí města a naopak a taktéž ostatními městskými povodími ležícími v okolí. Všechna tato povodí mohou působit na jeden společný recipient (vodní tok, nádrž, zdrž, jezero, moře nebo propustné půdní vrstvy, pokud přijímají vodu z určitého povodí nebo vodu odpadní). Je tedy důležité, myslet na to, aby se zemědělská výroba i systém městského odvodnění, řídily jistými pravidly, které mají vliv na ekologické řízení celé oblasti. Města tedy mají za úkol navrhnout takové řešení městského odvodnění, aby znečištění pocházející z přepadů z odlehčovacích komor splaškové kanalizace, oddílné dešťové kanalizace a ČOV (čističky odpadních vod) mířící do

recipientu, bylo minimální. Městské odvodnění má být zároveň budováno tak, aby byl zvýšen komfort žití ve městě. (VŠCHT Praha, Pokorná D., 2008)

„Několik generací inženýrů bylo, a stále ještě je, ovlivňováno následující Horlerovou definicí z roku 1965. Tato definice se v nepatrných obměnách objevila v normách a předpisech téměř všech evropských zemí. „Cílem městského odvodnění je úplné napojení veškerých odpadních vod a jejich co nejrychlejší odvedení z městského povodí. Odvodnění nesmí ohrozit a omezit obyvatelstvo, dopravu, povrchové a podzemní vody. Jako odpadní vody jsou definovány veškeré vody, které musí být jakýmkoliv způsobem odvedeny z městského povodí. K odpadním vodám patří splaškové vody z domácností, odpadní vody z průmyslu, dešťový odtok, tající sněh, drenážní voda, přepady z vodojemů a do kanalizace napojené podzemní a povrchové vody bez ohledu na jejich stupeň znečištění.“ (VŠCHT Praha, Pokorná D., 2008).

Z této definice jasně vyplývá, že na dešťovou vodu ve městě je pohlíženo jako na problém, kterého je nutné se co nejrychleji zbavit. Nyní se, ale ukazuje, že se jedná o druh vody, která by měla být ve městech zachycována a dále využita. V mnoha městech je voda v ulicích prvkem, který je vzácný a potřebný, jak pro závlahu půdy, tak i pro samotnou funkčnost ulic a veřejných prostranství hlavně z hlediska klimatu i estetičnosti, která přímo ovlivňuje komfort žití ve městech.

Pokud je území urbanizováno výstavbou měst, zároveň dochází i ke změnám srážkoodtokového procesu na povodí. V důsledku zvětšujícího osídlení, se zvyšuje i potřeba vodárenských nádrží na povrchových tocích. Urbanizací také přibývá nepropustných povrchů na úkor krajiny čili přirozeně propustných povrchů. Voda z nepropustných povrchů odtéká rychleji, než je doba pro naplnění infiltrační kapacity půdy, tím pádem se snižují vodní stavy v recipientech. Aby se dešťová voda co nejméně znečišťovala, došlo u většiny dešťových městských recipientů k zatrubnění. Pohyb dešťové vody se tedy změnil spíše na technický pohyb od původního přirozeného pohybu. Ten začíná nemožností vsaku na nepropustném povrchu, po kterém voda stéká do kanalizační sítě, ze které pokračuje nejčastěji do stavebně upraveného vybetonovaného vodního koryta toku. V horším případě prochází jednotnou kanalizační sítí, do městské ČOV, kterou zbytečně zahlcuje. (VŠCHT Praha, Pokorná D., 2008)

Protože většina nepropustných povrchů je zároveň hladkých, rychlost odtoku směrem do povodí se velice zvyšuje. To má za následek zvýšení maximálního průtoku (označován jako  $Q_{max}$ ) při přivalových deštích. Pro tento jev se navrhovala



objemná koryta městských recipientů, která mimo trvání přívalemého deště, byla po většinu času prázdná. Od tohoto způsobu zachycování dešťové vody se upustilo a v 80. letech se začal prosazovat opačný názor, kdy se dešťová voda do ČOV neměla vůbec dostat. Moderní filosofie se snaží řešit odvodňování urbanizovaných území po vzoru přírody. (VŠCHT Praha, Pokorná D., 2008)

Přirozený způsob odvodnění, který využívá hlavně vsak srážkové vody, je v porovnání s parametry technického způsobu odvodnění mnohem výhodnější. Jeho využitím se snižují pořizovací a provozní náklady na odvodňovací systémy urbanizovaných území a zlepšuje samotnou odvodňovací funkci a tím i celkové klimatické prostředí měst.

Jedním ze základních jevů hydrologického cyklu, který ovlivňuje povodí, jsou srážky. „Srážky jsou výsledkem kondenzace nebo desublimace vodní páry v ovzduší, na povrchu území, předmětů a rostlin.“ (VŠCHT Praha, Pokorná D., 2008). Během kondenzace dochází ke změně skupenství vody v ovzduší z plynného skupenství na kapalné. Produktem této změny jsou kondenzáty – kapalné srážky (déšť). Během desublimace se skupenství vody mění z plynného na pevné, při kterém vznikají desublimáty – pevné srážky (sníh, kroupy). Nás budou zajímat hlavně srážky kapalné. Ty řadíme podle místa vzniku do srážek atmosférických, které vznikají právě volně v atmosféře (v oblacích) nebo během mlhy, v přízemní vrstvě vzduchu. Atmosférické srážky lze dále dělit dle různých faktorů. Z hlediska zadržování vody ve městě patří mezi nejdůležitější faktory doba trvání deště a úhrn srážek a jejich příslušné doba trvání. (Hrádek F & Kuřík P., 2008; Starý M., 2005; VŠCHT Praha, Pokorná D., 2008)

Podle doby trvání rozdělujeme déšť do dvou skupin, a to na krátkodobé deště, které jsou specifikovány jejich krátkou dobou trvání a vysokou intenzitou. Pocházejí z bouřkových mraků a nejčastěji se objevují v době vysokého výparu (po teplotním maximu). Kvůli jejich veliké intenzitě bývají příčinou povodní na tocích s malým povodím, které následně mohou vést k záplavám jak v krajině, tak i v urbanizovaném území. Dlouhodobé deště mají delší dobu trvání a nízkou intenzitu. Zasahují rozsáhlejší území a jsou příčinou povodní na tocích s velkým povodím. (Hrádek F & Kuřík P., 2008; Starý M., 2005)

Z hlediska úhrnu srážek, jinak řečeno výšky srážek a jejich příslušné doby trvání dělíme déšť taktéž do dvou skupin, a to na deště normální a deště extrémní. Normální deště jsou pro přírodu prospěšné. Mají nižší intenzitu, ale delší dobu trvání tím pádem na povodí nevyvolávají žádné negativní důsledky. Pokud propustnost povrchu dovoluje, srážky se vsakují do půdy a příznivě tak ovlivňují její vlhkost.

Deště extrémní se projevují přesně opačně, mají velmi vysokou intenzitu a krátkou dobu trvání. Rychlý odtok z povodí, který způsobují, je doprovázen erozními jevy a povodněmi. Právě takové deště působí problémy v urbanizovaném území nejčastěji. Města jim v poslední době musí čelit stále více. Vypořádávání s extrémními dešti (přívalovými dešti, lijáky) mají městům pomoci vhodná opatření, která dokážou vodu zadržet a dále využít. (Hrádek F & Kuřík P., 2008; Starý M., 2005)

Mezi extrémní deště ale řadíme i deště, které mají sice nízkou intenzitu ale dlouhou dobu trvání. Ty jsou příčinou nízkých odtoků z povodí, jelikož většina je zadržena infiltrací do půdy. Pokud ale však není možný, kvůli nepropustnému povrchu mohou taktéž způsobovat škody v urbanizovaném území. (Hrádek F & Kuřík P., 2008; Starý M., 2005)

Tabulka 1 – Druhy deště, prezentace VSCHT – Oblaky, srážky, měření srážek

<b>DRUH DEŠTĚ</b>	<b>VÝŠKA SRÁŽEK ZA HODINU</b>
déšť slabý	(do 1 mm/h);
déšť mírný	(1,1 – 5 mm/h),
déšť silný	(5,1 – 10 mm/h),
déšť velmi silný	(10,1 – 15 mm/h),
liják	(15,1 – 23 mm/h),
příval	(23,1 – 58 mm/h),
průtrž mračen	(nad 58 mm/h).

#### 4.3 JAK URBÁNNÍ PROSTŘEDÍ OVLIVŇUJE VODNÍ REŽIM KRAJINY

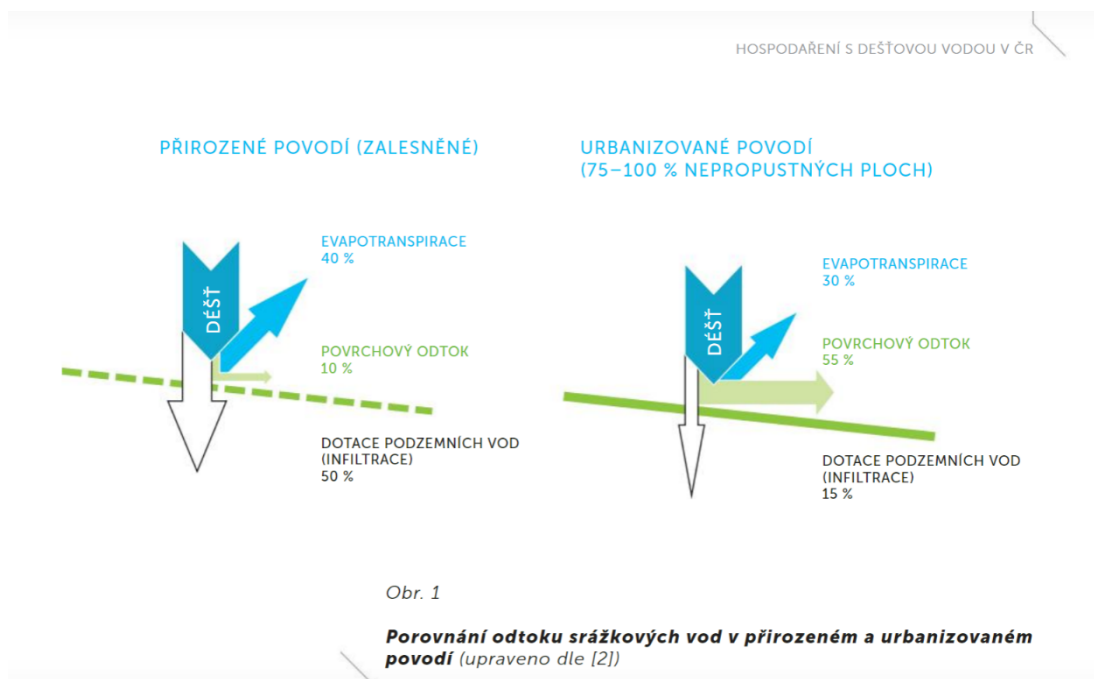
V přírodě je voda každodenní součástí života a jinak tomu není ani v urbanizovaném území. Skrz urbanizované území koluje obrovské množství vody jako například zásobování pitnou vodou, využití v průmyslu a chod kanalizace. Je to vlastně jeden z největších toků, které v městě probíhají, dokonce větší než tok zboží a potravin. A jako v přírodě stále probíhá přirozený hydrologický cyklus, tak i ve městě neustále probíhá urbánní vodní cyklus. Urbánní vodní cyklus se řadí mezi základní

systémy moderního světa. (National Geographic Society © 1996 – 2019, Sowby R., 2014)

V urbánním prostředí jsou základní fáze hydrologického cyklu ovlivněny právě výstavbou. Dešťová voda dopadá na stavby, na komunikace dopravní a na komunikace pro pěší, zkrátka na povrchy, které jsou z velké části na rozdíl od přírodní povrchů nepropustné. Z těchto všech nepropustných povrchů musí být voda odvedena. To se děje nejčastěji pomocí technické infrastruktury, konkrétně pomocí dešťové kanalizace a v horším případě kanalizace jednotné. Z kanalizace je voda odváděna pryč do vodního zdroje nebo k čištění a dále k opětovnému využití. Jen malá část spadlých srážek má tedy šanci zasáknout přímo do půdy. S urbanizací je spojeno několik problémů, které mají dopad na urbánní hydrologický cyklus.

První z nich je znečištění. Než srážková voda v urbanizovaném území dopadne na samotnou zem, dostane se do kontaktu s mnoha povrchy od střechy po komunikace. Ve složení dešťové vody se tedy konkrétně objevují látky organického i anorganického původu, a to jak ve formě rozpuštěné tak i nerozpuštěné. Mezi organické patří ropné látky, chlorované uhlovodíky a pesticidy. Mezi ty anorganické patří těžké kovy, anionty silných minerálních kyselin a sloučeniny fosforu a dusíku. (VUT v Brně, Doc.Ing. Hlavínek P., CSc.) Pro lepší představu se jedná o částičky prachu, emisí, brzdových destiček aut, ale také různé oleje a plasty. Aby dešťová voda mohla být dále využita například jako závlaha pro městskou zeleň, musí být v takovém případě pročištěna od výše zmíněných škodlivin, aby zeleni a půdě naopak ještě více neškodila. Dále je nutné si uvědomit, že pokud takováto srážková voda neprochází žádným čištěním, je ve vypouštění do vodních zdrojů včetně výše uvedených nečistot. (NACTO, 2017)

Dalším problémem je samotná kapacita území. Tím je myšleno, kolik srážek je schopno pojmout. Pokud nastane přívalový déšť a existuje jen malý prostor na kterém je možný přímý vsak dešťové vody do půdy, většina dešťové vody koluje přes nepropustný povrch pryč z území nejčastěji do kanalizace. Kanalizace, která má svou kapacitu navrženou na běžné srážky jako plně dostačující, ji v případě přívalového deště rychle překročí. Srážková voda nemá kam odtékat a kumuluje se v území, což v urbanizovaném prostředí působí problémy. Je tedy důležité brát ohled na zadržování dešťové vody již při návrhu urbanizovaného území. S tím souvisí nejen dostatečná kapacita kanalizace, tak i s dostatečným prostorem pro vsak srážkové vody v místě jejího dopadu. Například ve veřejných prostranstvích je vhodnější navrhovat nezpevněné, či propustné části povrchů včetně zeleně, než celý veřejný prostor ponechat s nepropustným povrchem. (Jehlík J. 2018; NACTO, 2017)



Na obrázku můžeme vidět rozdíl ve výparu, infiltraci a povrchovém odtoku v území přírodném a v území urbanizovaném. Největší rozdíly zaznamenáváme v infiltraci, která je v urbanizovaném mnohem menší z důvodu většího poměru nepropustných povrchů. Ze stejného důvodu je naopak povrchový odtok v urbanizovaném více jak pět krát větší. Srážková voda po hladkých zpevněných površích nemá skoro žádnou šanci zasakovat a odtéká rychle pryč. (Vítek J. & kol., 2015)

Samotné zvýšení průtoku dešťové kanalizace, který má jako jednu z příčin právě přívalové deště a hladké nepropustné povrchy, má negativní vliv na vodní zdroj, do kterého je kanalizace vyvedena. Vyšší průtok zároveň zvyšuje i kalnost a jelikož do recipientu vtéká dešťová spolu se škodlivinami, vodní recipient zároveň znečišťuje. Tyto dva faktory mají vliv na celkový vodní ekosystém.

Podobný vliv jako mají přívalové deště na urbanizované území mají i povodně způsobené trvalým deštěm. Nastává stejný problém s nedostatečnými možnostmi vsaku vody a omezené kapacity kanalizací.

Pokud ovšem dlouhodobě neprší, nastává další problém v podobě sucha. Většina propustných povrchů je udusaných, což znesnadňuje už tak nízký vsak srážkové vody. Nepropustné povrchy neumožňují vsak téměř žádný nebo vůbec žádný a navíc v horkých dnech dosahují mnohem vyšších teplot. Rapidně se tak

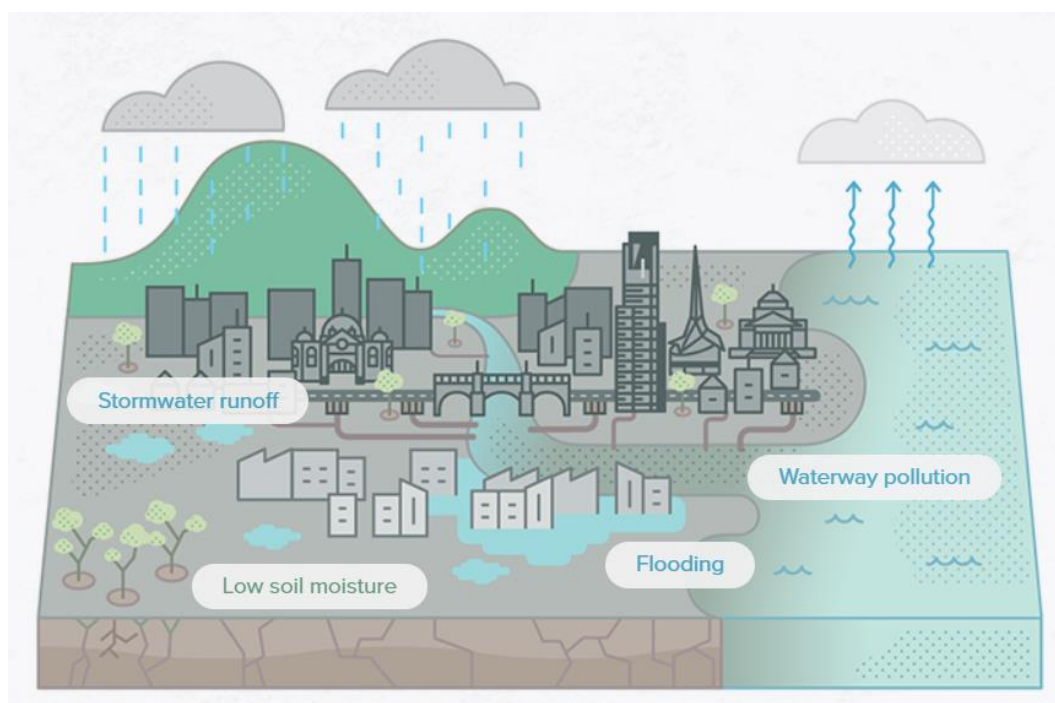
zvýšuje výpar, který má za následek tvorbu tepelných ostrovů v okolí měst. Proces přirozeného vodního cyklu je zde prakticky znemožněn.

Lze tedy tvrdit že urbanizované území má hlavně negativní vlivy na přirozený hydrologický cyklus, ale pomocí vhodných opatření ho lze značně podpořit a tím i zvýšit odolnost měst vůči extrémním meteorologickým vlivům, předejít škodám a celkově zpříjemnit život v nich.

Na dalším obrázku jsou shrnuty negativní vlivy urbánního prostředí na přirozený hydrologický cyklus. Působí na něm odtok dešťové vody bez využití, záplavy v urbánním prostředí, znečištění vodního toku a nízká vláha půdy.

Obrázek 4 – Vliv urbanizovaného území na vodní režim

<http://urbanwater.melbourne.vic.gov.au/melbournes-water-story/how-does-urbanisation-impact-the-water-cycle/>



#### 4.4 KATALOGIZACE OPATŘENÍ K ZADRŽOVÁNÍ VODY VE MĚSTECH

Pomocí správných opatření můžeme v urbanizovaném prostředí dosáhnout toho, že se dešťová voda pro město stane prospěšným a rozvíjícím prvkem. Nejdříve se musíme uvědomit v jakém prostředí, či části města chceme opatření použít. Dalším důležitým bodem je, s jakým cílem chceme opatření realizovat, tedy jak chceme s dešťovou vodou nakládat. (Feyen J. & kol, 2008; Chen D., 2016)

Opatření k zadržování vody ve městě lze nejdříve rozdělit na oblasti jejich aplikace. První oblastí jsou opatření na veřejných prostranstvích a v ulicích. Ty slouží zejména k efektivnímu odvodu vody. Druhou jsou opatření na stavbách, které slouží hlavně k jímání srážkové vody, která na stavbu dopadá. Jednotlivé oblasti mají odlišné možnosti realizací, postupy a cíle, jak s dešťovou vodou nakládat.

#### 4.4.1 ULICE A VEŘEJNÁ PROSTRANSTVÍ

Stejně jako bez staveb, tak ani bez ulic a veřejných prostranství by město nebylo městem. Podobně jako u samotných staveb, existuje i několik řešení, jak nakládat s dešťovou vodou v ulicích a veřejných prostranstvích.

Zatím asi nejrozšířenější stav, který je ve většině měst běžný je, že dešťová voda bývá co nejdříve z ulic a veřejných prostranství odváděna pryč pomocí kanalizace. Ulice a veřejná prostranství jsou z velké části tvořena nepropustnými povrchy, takže je logické, že kanalizace je nejefektivnější způsob, jak se dešťové vody zbavit. V této době se ale ukazuje, že to není způsob zcela nejvhodnější z hlediska odolnosti měst vůči extrémním meteorologickým vlivům a také z hlediska využitelnosti dešťové vody. (Vítek J. a kol., 2015)

To, jakým způsobem s dešťovou vodou v ulicích či veřejných prostranstvích naložíme, ovlivňují nejvíce dva faktory. Prvním je skladba ulice nebo veřejného prostranství, tedy jaké máme rozměrové možnosti. S tímto faktorem úzce souvisí faktor druhý a to, jak dešťovou vodu chceme v místě využít. Je možné ji v místě nechat přímo zasáknout skrz propustný povrch, akumulovat ji a dále využít nebo ji z místa odvádět a využít na nějakém více potřebném místě. (Brears R.C., 2018; Nacto, 2017)

##### 4.4.1.1 ZASAKOVÁNÍ V MÍSTĚ – PROPUSTNÉ POVRCHY

První možností, jak zabránit tomu, aby dešťová voda pouze neodtékala a byla dále využívána ve prospěch města, je náhrada nepropustných povrchů jejich propustnou variantou. Polopropustné povrchy či propustné povrchy mohou být z materiálů jako je štěrk nebo štěrková či kamenná drť nebo z porézního asfaltu či betonu. Do této kategorie také patří vegetační dlažba, vegetační tvárnice a dlažba se zatravněnými spárami. Hlavní funkcí takovýchto povrchů je mimo zpevnění daného povrchu i umožnění vsaku srážkové vody a její odvod. Dokážou absorbovat 50-80% vody. Dané množství pak záleží na mnoha faktorech jako je použitý materiál, podloží, sklon terénu a intenzitě srážek. Propustné zpevněné povrchy jsou nejvhodnější k realizaci ploch parkovišť, chodníků i komunikací a ploch okolo městské zeleně. Proto bychom navrhly správné řešení vsakování, je podstatné znát hydrologické

podmínky daného místa. (CzechGlobe © 2017, Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i., 2017.; JV PROJEKT VH s.r.o., 2018.)

Tabulka 2 – Propustnost povrchů, [www.topin.cz](http://www.topin.cz)

<b>DRUH ZEMINY</b>	<b>KOEFICIENT FILTRACE K [CM/S]</b>
Jíl	0,000001 a méně
písečtá hlína	0,0001
ulehlý hlinitý písek	0,0001 až 0,0005
písky s jílovitými částicemi	0,0001 až 0,0002
jemný písek a kyprý hlinitý písek	0,001 až 0,005
hrubozrnný písek	0,01 až 0,05
štěrkopísek	0,02 až 0,1 i více

Shrnutí pozitivů a negativů ploch s propustným povrchem:

#### Pozitiva

- retence dešťové vody a regulace odtoku
- zvýšení půdní vlhkosti
- pozitivní vliv na okolní klima – menší zahřívání než nepropustné povrchy a menší výpar
- nižší hladina hluku
- protierozní funkce
- pozitivní vliv na lidské zdraví

#### Negativa

- neodstraňují silné znečištění



## Příklad realizací:

Obrázek 5 -

<https://www.asio.cz/cz/zasakovaci-rosty-pro-zpevnene-povrchy-as-tte-rost>



Obrázek 6 -

<https://www.estav.cz/cz/6386.propustne-zpevnene-povrchy-jako-jedna-z-variant-zmirneni-nasledku-urbanizace>



Obrázek 7- <https://www.brens.cz/l/zelena-trat-a-zelena-strecha/>



Název projektu:

**AS-TTE ROŠT**

Realizátor/autor:

**ASIO TECH,  
spol. s r.o**

Realizace: -

Opatření:

Rošty se dají využít  
k ochraně kořenového  
systému stromů.

Prostorové působení  
spojených roštů snižuje tlak  
vyvíjený na kořeny.

Nedostatečná ochrana  
kořenů je často důvodem  
pro jejich úmrtí.

Další příklad využití i na  
rozsáhlých parkovacích  
plochách.

Název projektu:

**BRENS**

**STERED**

Realizátor/místo:

**Brens/ Ostrava**

Realizace:

Opatření:

Kolejové absorbéry hluku  
a vibrací s funkcí retence  
vody s trvalkovým  
porostem.



Obrázek 8 - <https://www.archinfo.sk/diela/exterior/volnocasovy-priestor-jama-architektonicka-uprava-byvaleho-cyklistickeho-stadiona.html>



Obrázek 9- <https://www.archinfo.sk/diela/exterior/volnocasovy-priestor-jama-architektonicka-uprava-byvaleho-cyklistickeho-stadiona.html>



Obrázek 10- <https://www.asb.sk/architektura/urbanizmus/park-jama>



Název projektu:

**Park Jama**

Realizátor/autor:

**Městská část**

**Bratislava/**

**Ing. Mgr. Art.**

**Daniel Šubín, Ing.**

**arch. Katarína**

**Boháčová, Ing.**

**arch. Martin**

**Berežný, Ing.**

**Eugen Lipka**

(zahradní architektura)

Realizace: **2017**

Park Jama vznikl na unikátním prostoru bývalého cyklostadionu, jehož rysy kopíruje i nadále. Prioritou návrhu bylo zrealizovat aktivní oddychový prostor pro všechny generace. Území je navrženo tak, aby se dokázalo vyrovnat se 100-letým přívalovým deštěm.

V parku se nachází retenční jezírko a rozsáhlá drenážní síť a propustné a polopropustné povrchy jednoznačně převažují ty nepropustné.

#### 4.4.1.2 STROMOŘADÍ A TRVALKOVÉ PÁSY

Jak název napovídá jedná se o pásy městské zeleně podél komunikací. Zeleň ve městě je nepostradatelnou kompoziční složkou při tvorbě ulic a veřejných prostranství. Přidáním zeleně se ulice či veřejný prostor stává kompletní. Zeleň nelze vynechávat, jelikož má zásadní vliv na život ve městě.

Stromořadí či trvalkový pás (nebo i kombinace) mohou mít obrovský vliv na chování srážkové vody v ulici. Jejich povrch je propustný, tím pádem jsou schopny velké množství vody absorbovat. Vozovka v mírném sklonu napomáhá odtoku vody směrem na propustný povrch. Díky vodě může vegetace zlepšovat celkové klima ulice. Další funkci, které mohou zelené pásy plnit je funkce bezpečnostní. Mohou od sebe oddělovat jednotlivé paralelně probíhající aktivity například dopravu automobilovou a pěší. (JV PROJEKT VH s.r.o., 2018; NACTO, 2017)

Shrnutí pozitivů a negativů stromořadí a trvalkových pásů:

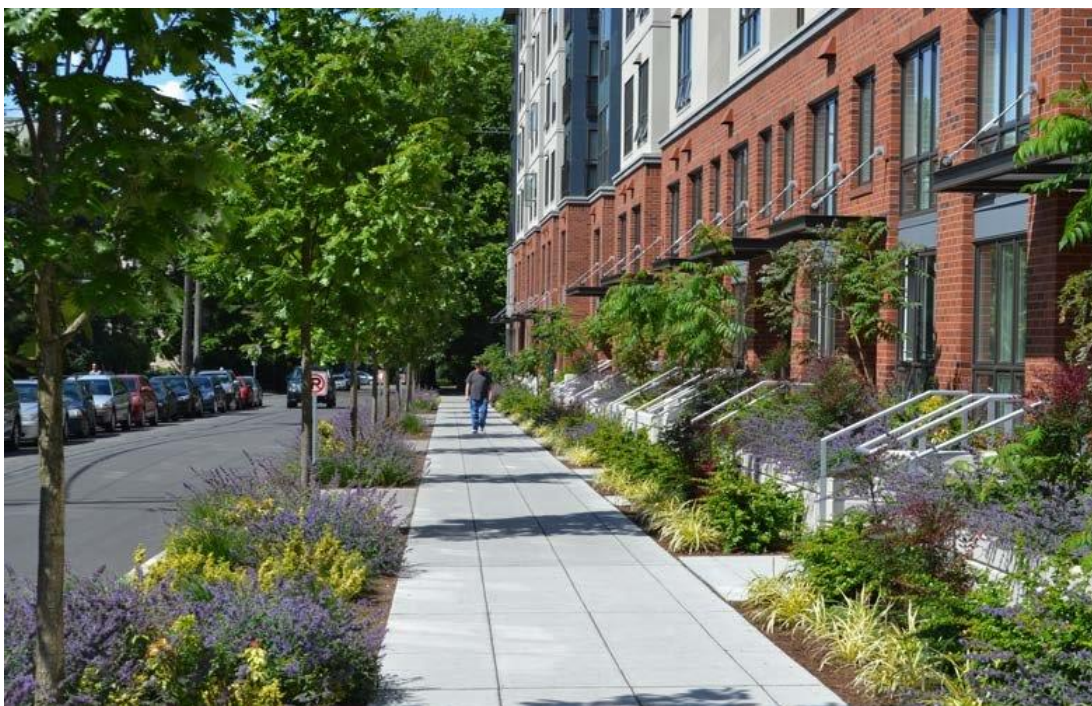
##### Pozitiva

- retence srážkové vody, snížení množství odtoku srážkové vody
- ochlazování vzduchu a ulic
- čištění a zvlhčování vzduchu
- kladný vliv na lidské zdraví
- estetičnost, funkční prvek v prostoru

##### Negativa

- dle velikosti požadavky na prostor nad zemí i pod povrchem
- střet s nadzemní i podzemní infrastrukturou
- náročnější údržba a úskalí vandalismu

Obrázek 11 - Streetscape in Seattle, Washington, that meets the Green Factor requirement for commercial zones, 2012. (City of Seattle Office of Planning and Community Development)



#### 4.4.1.3 RETENČNÍ PRŮLEHY

Retenční průlehy jsou otevřené vegetační kanály. Lze je uplatnit přímo v zelených pásích podél komunikací či samostatně na zelených plochách či u parkovišť. Jejich hlavním úkolem je zpomalení odtoku srážkové vody a vsak srážkové vody. Tím jak srážková voda průlehem protéká postupně zpomaluje, což napomáhá usazení nečistot ve vodě obsažených. V kombinaci s bioretenčním systémem mohou srážkovou vodu ošetřit tak, že ji lze bez problémů využít například k závlaze. (JV PROJEKT VH s.r.o., 2018; NACTO, 2017; Vítek J. & kol., 2015)

Shrnutí pozitivů a negativů retenčních průleहů

Pozitiva

- Dobré výsledky předčištění srážkového odtoku
- Podporuje evapotranspiraci
- Zvyšuje půdní vlhkost
- Nenáročná údržba
- Víceúčelové využití

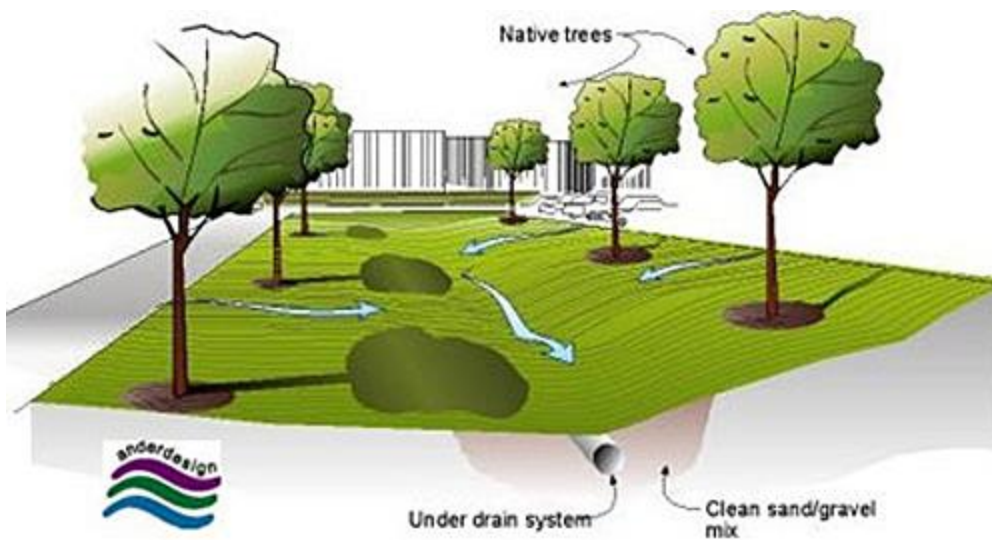
Negativa

- Nedokáže odstranit silné znečištění
- Velké prostorové nároky



Obrázky retenčního průlehu.

Obrázek 12 - <https://www.wbdg.org/resources/low-impact-development-technologies>



Obrázek 13 - SolarCity – Vídeň, Foto J. Víték



#### 4.4.1.4 RETENČNÍ SAZEBNÍKY

Podobné řešení jako jsou trvalkové pásy a stromořadí jsou i tzv. retenční sazebníky. Jedná se o menší plochy zeleně v místech, kde není možné realizovat celý pás. Speciální sazebník je umístěn v ploše komunikace, navržen tak aby, se vypořádal s odtokem dešťové vody z komunikace. Jedná se o speciální sazebník s vybetonovanými stěnami, který je osazen propustnými obrubníky. Stěny jsou obloženy geotextílií a vyplněny vrstvou štěrku a hlíny, do které je vysazena vegetace. Srážková voda tak odtéká do níže posazeného sazebníku, než je úroveň komunikace. Přebytečná voda může odtékat přepadem napojeným na dešťovou kanalizaci.

Retenční sazebníky je dobré realizovat v místech vysazené chodníkové plochy u přechodů, rozšířených náběhů chodníků v křižovatkách nebo ve vynechaných místech při podélném parkování. Zkrátka tam kde komunikace není plně využita dopravou či chodci. (JV PROJEKT VH s.r.o., 2018; NACTO, 2017; Vítek J. & kol., 2015)

Shrnutí pozitivů a negativů retenčních sazebníků:

##### Pozitiva

- Dobré výsledky předčištění srážkového odtoku
- Podporuje evapotranspiraci
- Zvyšuje půdní vlhkost
- Posílení biodiverzity
- Zatraktivnění městského prostoru
- Menší prostorové nároky

##### Negativa

- Nedokáže odstranit silné znečištění
- Vhodné pouze pro menší povodí
- Náročnější údržba

## Schéma retenčního sazebníku.

Obrázek 14 - Stormwater planter, from the Green Streets Design Manual  
<https://phillymotu.wordpress.com/2014/02/12/introducing-philadelphias-new-green-streets-design-manual/>





## Příklady realizací

Obrázek 16 - *Environmental Site Design Implementation in Montgomery County, Maryland: Image Library*



Obrázek 15 - *Environmental Site Design Implementation in Montgomery County, Maryland: Image Library str. 12*



Obrázek 18 - *Oak Park Streetscape, Illinois*  
<https://www.atriumlandscape.com/portfolio/construction>



Obrázek 17 - <https://savemaumee.org/>



#### 4.4.1.5 DEŠŤOVÉ ZAHRADY

Dešťovou zahradu tvoří terénní prohlubeň, která je schopná jímat srážkovou vodu z komunikací, ulic i střech. Voda se zde po dobu několika dní vsakuje do okolní půdy. Dešťová zahrada je tvořena třemi základními komponenty, které dohromady tvoří efektivní a estetický celek. Vrchní vrstvou je drenážní, která jímá dešťovou vodou. Pod ní se nachází systém, který propojuje vrstvu drenážní a vrstvu poslední, která dešťovou vodu filtruje. Srážková voda se tak nejdříve filtruje přes vegetaci a dále přes vrstvu filtračního média například půdy. Ve spodní části se nachází perforovaná trubka, která jímá přebytečnou vodu buď do určeného místa využití nebo je napojena na dešťovou kanalizaci. (Brears R.C., 2018; JV PROJEKT VH s.r.o., 2018; NACTO)

Dešťové zahrady je vhodné navrhovat vodu tam, kde mohou jímat srážkové vody z okolních nepropustných povrchů a vybalancovat tak odtok srážkové vody.

Shrnutí pozitivů a negativů dešťových zahrad:

##### Pozitiva

- Dobré výsledky předčištění srážkového odtoku
- Podporuje evapotranspiraci
- Zvyšuje půdní vlhkost
- Díky vyšší hloubce relativně malé prostorové nároky
- Vytváří dočasnou vodní hladinu

##### Negativa

- Nedokáže odstranit silné znečištění z potenciálně výrazněji znečištěných ploch
- Oproti technickým podzemním retenčním nádržím vyšší plošné nároky



Obrázek dešťové zahrady v e městě.

Obrázek 19 - Foto: Alisha Goldstein, EPA, <https://www.epa.gov/smartgrowth>



Obrázek 20, Obrázek 21 - <https://www.robertbrayassociates.co.uk/index.php/portfolio/bridget-joyce-square-community-rainpark>



Název projektu:  
**COMMUNITY  
RAINPARK**

Realizátor/autor:  
**Robert Bray  
Associates**

Realizace: **2015**

Místo: **Bridget  
Joyce Square  
England**

Dešťová zahrada se  
nachází v samotném srdci  
White City v Londýně, kde  
nahradila místní  
komunikaci.

Obrázek 22 - Foto: Tom Good,  
<https://greenworkspc.com/ourwork/tanner-springs-park>



Název projektu:  
**Tanner Springs  
Park**

Realizátor/autor:  
**Atelier Dreiseitl/  
město Portland**

Realizace: **2010**

Místo: **Portland,  
Oregon**

Městský park s prvky  
dešťové zahrady, který  
oživil jádro města.



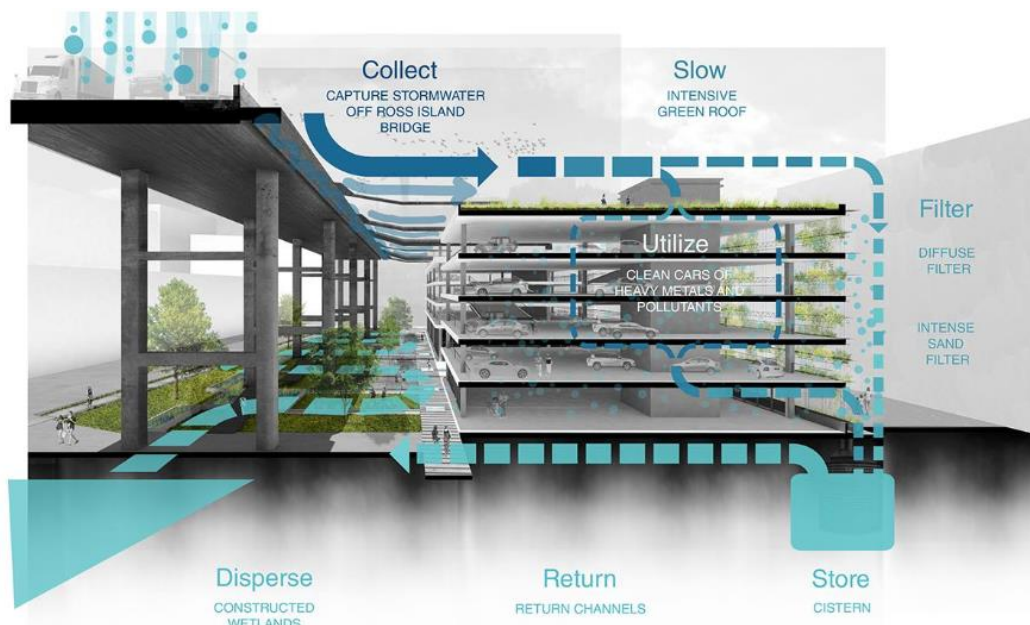
#### 4.4.2 OPATŘENÍ NA STAVBÁCH

Na každou stavbu déšť dopadá, na střechy, fasády, a na jejich blízké okolí, respektive na pozemky, na kterých stavby stojí. Je mnoho řešení, jak dešťovou vodu v rámci stavby zadržet a dále využít. Samotný tvar i materiály, ze kterých je stavba realizována, mají na dešťovou vodu vliv. Nejen ale na dešťovou vodu, ale i na klima v okolí staveb, tedy na klima v ulicích a celých čtvrtích.

Hydro-logický přístup může povýšit vodní infrastrukturu na hlavní prvek udržitelné architektury příštích generací. „Mohli bychom uvažovat o budově jako o „hydrologické baterii“, která zachycuje a shromažďuje dešťovou vodu a následně ji využívá (pro účely v domácnosti, tlumení seismické činnosti, zvukovou izolaci, hašení, tepelnou energii a další využití). Budovy pomocí technického systému mohou ošetřenou vodu vypouštět v časových intervalech do sousedních vodních nádrží či do zvodní (útvary propustné horniny, který může obsahovat nebo přenášet podzemní vodu) nebo dokonce do mokřadů, které by byly realizovány jako součást projektového vývoje. Jinými slovy, městská architektura má potenciál doplnit vodní toky a jejich ekosystémy.“ (International Water Association © 2019, Brook M., 2018)

Na obrázku je schéma možností zadržování a znovuvyužití dešťové vody v rámci urbanizovaného prostředí.

Obrázek 23 - University of Oregon School of Architecture and Environment Students Laural Kadas and Joanna O'Connell



Vodu lze zadržovat a akumulovat hned v několika úrovních stavby. Pokud začneme od shora, první úrovní je střecha. U staveb větších měřítek (veřejná občanská vybavenost jako jsou školy, sportoviště, nemocnice, úřady, aj.) dosahují

střechy několika desítek metrů čtverečních plochy. To samé platí i u staveb komerční vybavenosti kam spadají například obchodní centra a kancelářské budovy či celé komplexy a různé haly (např. skladovací). Podobně lze uvažovat i u staveb pro hromadné bydlení jako jsou bytové domy a taktéž jejich celé komplexy. Na střechy takovýchto staveb dopadá značné množství srážek, které lze hned pomocí technického řešení stavby ze střechy jímat a dále akumulovat v retenčních nádržích, ze kterých srážková voda poputuje k pročištění a poté k dalšímu využití v rámci stavby a jejího okolí. Voda, která projde pročištěním může být využita právě třeba ke splachování či jako závlaha okolní zeleně.

Další možností je konstrukce zelené (vegetační) střechy. Zelená střecha dokáže určité množství srážek absorbovat a část filtrovat skrz vlastní substrátový systém. Odtud lze pročištěnou srážkovou vodu dále shromažďovat a využívat.

Skladba vegetační střechy je tvořena vrstvami, kde má každá vrstva určitou funkci. Konkrétní skladby se liší, zda se jedná o střechu intenzivní či extenzivní. Jak název napovídá, intenzivní střecha vyžaduje vyšší nároky na péči a zakládá se na střechách s vyšší únosností. Na takovýchto střechách se počítá i s pohybem osob. Lze je tedy využít jako rozšíření obytného prostor. Střechy extenzivní se provádějí na střechách s menší únosností a vyžadují mnohem menší péči. (Agentura Koniklec Copyright © 2015, 2016; JV PROJEKT VH s.r.o., 2018)

Obrázek 24 - Příklad skladby vegetační střechy extenzivní a intenzivní, Živé stavby® - Brožura 2019 firmy Liko S

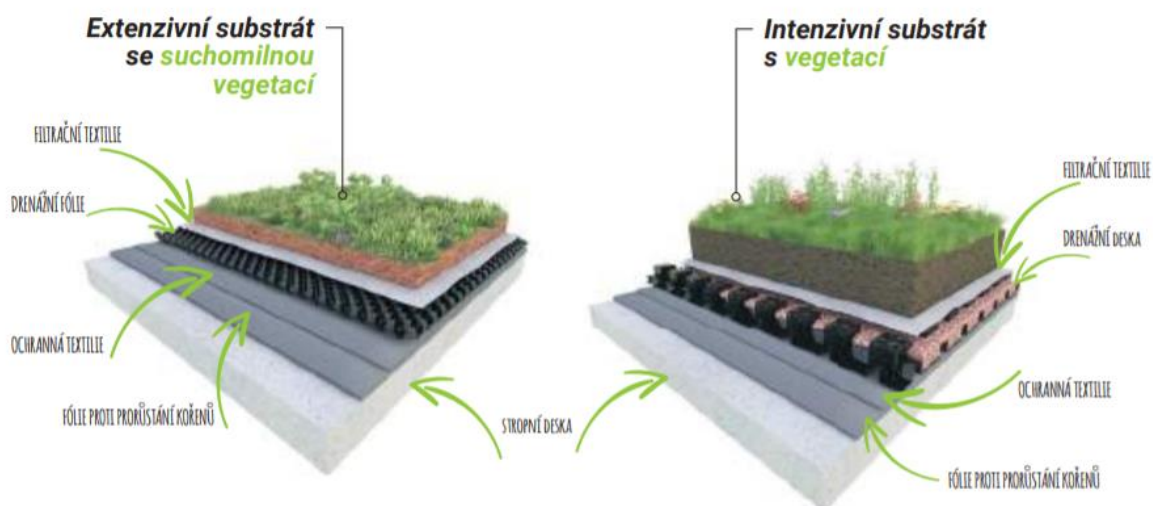


Schéma extenzivní a intenzivní zelené střechy.

## Shrnutí pozitivů a negativů zelené střechy

### Pozitiva

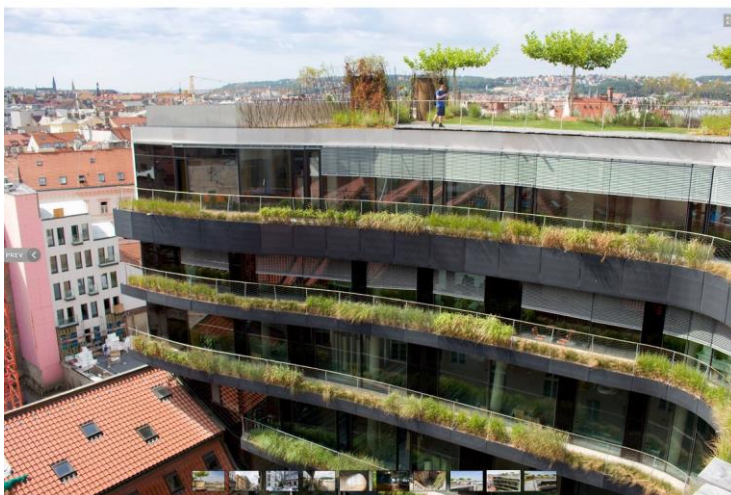
- ochrana střešní konstrukce a hydroizolace před teplotními změnami a zářením
- zadržování srážkové vody
- předčištění a filtrace srážkové vody během odtoku
- zlepšování kvality vzduchu a klimatu v okolí (ochlazování okolí během letního období)
- snížení energetické náročnosti stavby
- snižování prašnosti
- vytváření nového stupně venkovního obytného prostoru
- estetičnost a zatraktivnění

### Negativa

- zatížení střešní konstrukce – potíže se realizací na již stávající konstrukci
- vyšší náklady na realizaci
- větší nároky na údržbu, zejména u intenzivní střechy

## Příklad realizace

Obrázek 25, Obrázek 26, Obrázek 27 – Budova DRN



Název projektu:

**DRN**

Realizátor/autor:

**SEBRE, a.s./**

**Stanislava Fiala**

Realizace:

**2017**

Místo:

**Národní 135/14**

**Praha 1**

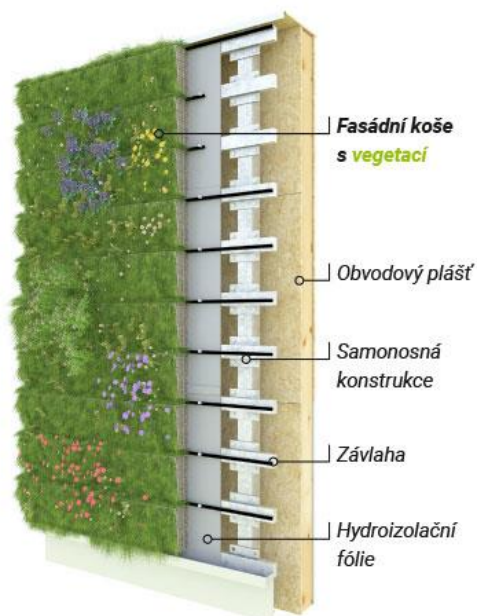
**110 00**

Víceúčelová stavba na Národní Třídě. Po jejím obvodu je realizováno několik pater ochozů s úzkými horizontálními záhony. Střechu objektu tvoří pochozí zelená intenzivní střecha.



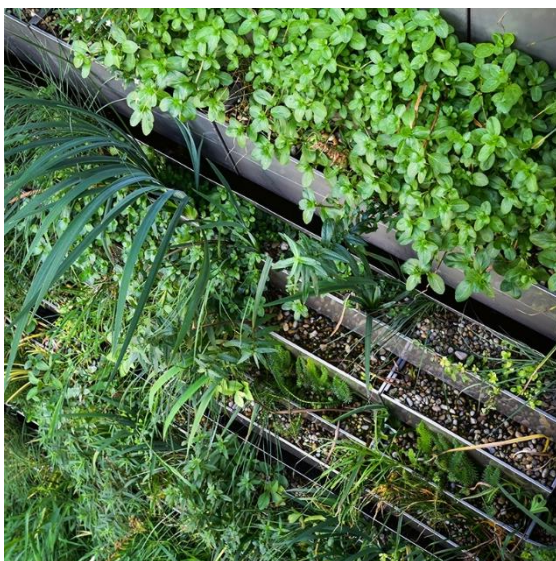
#### 4.4.2.2 FASÁDA

Obrázek 28, Obrázek 29 - Brožura 2019 firmy Liko S



Další úrovní je fasáda. Ta tvoří venkovní „obal“ budovy. Ta má podobné skladebné vrstvy jako vegetační střecha, akorát je ve vertikálním směru. Konstrukce zelené fasády sebou nese i podobné výhody jako jsou u vegetační střechy.

Schéma konstrukce zelené fasády.



Novinkou je však fasádní kořenová čistírna. Jedná se o funkční fasádní či střešní prvek, který zpracovává odpadní vodu z budovy, kterou pomocí kořenového systému přirozeně promění ve vodu užitkovou. Tu lze dále využít například jako závlahu pro okolní zeleň či jako závlahu právě zelených fasád. (Agentura Koniklec Copyright © 2015, 2016; JV PROJEKT VH s.r.o., 2018)

Obrázek kořenové čistírny.

Shrnutí pozitivů a negativů zelené fasády:

Pozitiva

- ochrana budovy před teplotními rozdíly
- kladný dopad na klima v ně i okolo budovy
- částečná absorpce srážek a snížení odtoku srážek
- ochrana před prachem i chemickým znečištěním

- podpora biodiverzity
- estetičnost

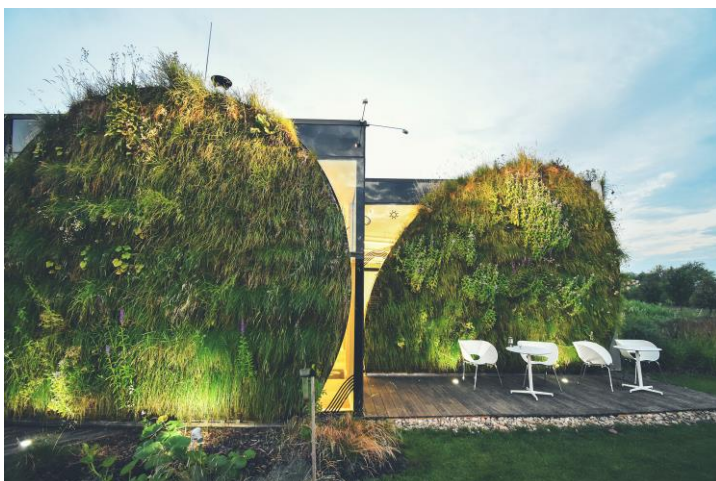
#### Negativa

- náročnější realizace
- vyšší pořizovací náklady
- nároky na další zdroje energií, např. závlaha (lze vyřešit pomocí dalších opatření)
- nároky na údržbu
- pomalejší nástup požadovaného efektu popínavé vegetace (růst)



## Příklad realizace

Obrázek 30, Obrázek 31, Obrázek 32 -  
<https://www.zivestavby.cz/cs/zelená-fasáda>



Název projektu:

**LIKO-Noe:**

**Zelená fasáda**

Realizátor/autor:

**LIKO-S**

Realizace:

**2015**

Místo:

**Slavkov u Brna**

„Koncept budovy LIKO-Noe pracuje s přirozenými zdroji chladu a tepla. důležitou součástí tohoto systému je

zavlažovaná zelená fasáda, která tuto budovu v létě ochlazuje, v zimě zahřívá. Vytváří rovněž příznivé mikroklima, protože neodráží horko, zvlhčuje vzduch a snižuje prašnost v okolí budovy. Díky tomu, že stěny dýchají, významně zlepšuje i vnitřní prostředí. V neposlední řadě zelená fasáda plní estetickou funkci, a lze na ní pěstovat i rostliny přinášející plody (rajčata, jahody apod.)“

<https://www.zivestavby.cz/cs/zelená-fasáda>

## 4.5 SHRNUÍ EFEKTIVITY OPATŘENÍ K ZADRŽOVÁNÍ SRÁŽKOVÉ VODY

Jak lze vidět výše u shrnutí výhod a nevýhod jednotlivých opatření, není jejich funkcí pouze vsakování srážkové vody, ale mají též zásadní vliv na své okolí. A to zejména z hlediska jeho ochlazování a zvlhčování okolního vzduchu, snižování místní prašnosti, pročišťování vzduchu i srážkové vody. Vegetace v ulicích navíc poskytuje stín a pokud se vhodně navrhne i před fasádu stavby (hlavně jižní stranu fasády), dokáže ovlivnit klima i uvnitř stavby a ušetřit tím zdroje na vytápění. Zeleň ve městech dokáže ovlivnit okolní teplotu od 0,5°C až po 5°C (United States Department Of Agriculture, 1994.), kdy samozřejmě záleží na množství vegetace, druhu použitých povrchů a umístění. Zároveň povrchy, které jsou ve stínu mohou být až o 11–25°C chladnější, než povrchy vystavené přímému slunci. (Akbari H. & kol, 1997)

Navzdory výhodám, které sebou opatření k zadržování vody nesou, existuje několik omezení, která jejich implementaci komplikují. Jedním asi nejzásadnějším je nedostatek prostoru v úrovni podzemní infrastruktury. Aby vegetace mohla řádně plnit svou funkci a poskytovat všechny své benefity, potřebuje i dostatek podzemního prostoru zejména pro kořenový systém a též kvalitní nekontaminovanou závlahu i půdu. Pro středně velké stromy je minimální prostor nutný k prokořenění 16 m<sup>3</sup>. (JV PROJEKT VH s.r.o., 2018.) Dalším omezením je kontaminace srážkové vody. Aby srážková voda mohla být dále využívána musí splňovat určitou kvalitu. Bohužel srážková voda v urbanizovaném území je vystavena znečištění prakticky všude. O způsobech předčištění srážkových vod při vsakování a jejich účinnosti pro různé druhy znečištění hovoří norma TNV 75 9011 - Hospodaření se srážkovými vodami. Ta také určuje, kdy se považuje za zásadní a nutné oddělovat nakládání s mírně znečištěnými a silně znečištěnými srážkovými vodami.

## 5. SYSTÉMOVÉ DOKUMENTY A PŘÍSTUPY MĚST

### 5.1. PODNEBÍ V PRAZE A SROVNATELNÁ MĚSTA

Aby bylo možné opatření na zadržování dešťové vody ve městě vůbec u nás i v zahraničí realizovat, musí plnit podmínky daných zákonů, vyhlášek a technických norem stejně jako je plní technická infrastruktura. Některá města jsou však ještě

trochu dále a zhotovují různé strategie, kterými by se nakládání se srážkovou vodou mělo řídit.

Jedním z důležitých faktorů, které ovlivňují to, jaká opatření města budou volit, je podnebí, v jakém se nachází. Hlavními indikátory tak je například objem srážkových úhrnů, počet po sobě jdoucích dní bez deště, ale i rozdíly teplot v jednotlivých ročních obdobích.

Pro tuto práci jsem vybrala města, které ovlivňují podobné klimatické podmínky jako Českou republiku. Na to, jaké podnebí město ovlivňuje, má nejvíce vliv nadmořská výška a zeměpisná šířka. Dále to ale je členění terénu, orientace svahů, a tedy sklon dopadu slunečních paprsků. Podle těchto faktorů je Země rozdělena do podnebných pásů.

Česká republika leží v mírném podnebném pásu. Pro ten je charakteristické střídání čtyř ročních období. Navíc naše země leží ve vnitrozemí, tím pádem nejsme natolik ovlivněni mořem a oceánem. Českou republikou prochází 49 a 50 rovnoběžka. Díky tomuto údaji, lze vyhledat města s podobnou polohou, ale i v jiné zemi a na jiném kontinentu. (Katedra geografie Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci ©)

Mezi města, která s Českou republikou zejména s hlavním městem Prahou lze porovnávat, jsem vybrala:

- Bratislava – Slovensko
- Berlín – Německo
- Washington D.C. – USA
- Mineapolis – USA
- Hamilton – Kanada
- Toronto – Kanada

(Vivid Maps - Maps that explain the World.)

## 5.2. SITUACE V ČESKÉ REPUBLICE - LEGISLATIVA

Nakládání se srážkovou vodou se obecně u nás v poslední době řeší čím dál více. Praha v posledních letech zažila opravdu horká a suchá léta. Tráva, která pokrývá některá náměstí, byla doslova sežehnuta sluncem a připomínala tak spíše seno. Že je na čase se srážkovou vodou efektivně nakládat je tak naprosto zřejmé

O základním nakládání se srážkovou vodou je pojednáno v několika základních zákonech a jejich prováděcích vyhláškách a také jej přesněji dimenzují technické normy.

### 5.2.1 ZÁKONY A JEJICH PROVÁDĚCÍ VYHLÁŠKY:

Stavební zákon č. 183/2006 Sb., v platném znění, který předepisuje obecné zásady územního plánování a v určitých částech dále odkazuje na prováděcí vyhlášky.

Jedna z nejdůležitějších vyhlášek, co se týká hospodaření s dešťovou vodou je vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území, která je prováděcí vyhláškou k § 43 Stavebního zákona, který se týká územního plánování. Tato vyhláška v § 20 odst. 5c stanoví, že „Stavební pozemek se vždy vymezuje tak, aby na něm bylo vyřešeno vsakování nebo odvádění srážkových vod ze zastavěných ploch nebo zpevněných ploch, pokud se neplánuje jejich jiné využití; přitom musí být řešeno:

1. přednostně jejich vsakování, v případě jejich možného 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.“

Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby pak v § 6 odst. 4 zmiňuje nařízení i stavebníkovi připojení staveb na sítě technického vybavení (4) Stavby, z nichž odtékají povrchové vody vzniklé dopadem atmosférických srážek (dále jen „srážkové vody“) 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.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách (vodní zákon) je dalším důležitým dokumentem, který udává povinnosti ohledně problematiky hospodaření s dešťovou vodou při stavební činnosti - § 5 odst. 3: „Při provádění staveb nebo jejich změn nebo změn jejich užívání jsou stavebníci povinni podle charakteru a účelu užívání těchto staveb je zabezpečit zásobováním vodou a odváděním, čištěním, popřípadě jiným

zneškodňováním odpadních vod z nich v souladu s tímto zákonem a zajistit vsakování nebo zadržování a odvádění povrchových vod vzniklých dopadem atmosférických srážek na tyto stavby (dále jen „srážkové vody“) v souladu se stavebním zákonem. Stavební úřad nesmí bez splnění těchto podmínek vydat stavební povolení nebo rozhodnutí o dodatečném povolení stavby nebo rozhodnutí o povolení změn stavby před jejím dokončením, popřípadě kolaudační souhlas ani rozhodnutí o změně užívání stavby.“ Tento zákon řeší i změnu dokončené stavby:

- nástavba, kterou se stavba zvyšuje, přístavba, kterou se stavba půdorysně rozšiřuje a která je vzájemně provozně propojena s dosavadní stavbou,
- stavební úprava, při které se zachovává vnější půdorysné i výškové ohraničení stavby (za stavební úpravu se považuje též zateplení pláště stavby).

Vodní zákon udává že pravidla, která platí ve stavebním zákoně pro novostavby, platí ve vodním zákoně i pro změny stávajících staveb. Pokud by se tedy u již stávající stavby navrhovalo například nové zateplení, měly by se promyslet i možná řešení nakládání s dešťovou vodou, která jsou v souladu se stavebním zákonem.

Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích upravuje práva a povinnosti vlastníka vodovodu nebo kanalizace - § 8 odst. 4): „Vlastník vodovodu nebo kanalizace je povinen umožnit připojení na ně, pokud se připojovaný pozemek nebo stavba nachází na území obce s vodovodní nebo kanalizační sítí, připojení dovoluje umístění vodovodu nebo kanalizace podle technických možností a odběratel splní podmínky stanovené tímto zákonem.“

Vyhláška č. 428/2001 Sb. vyhláška Ministerstva zemědělství předpisuje navrhovat stokové sítě podle normových hodnot ČSN 75 6160 / ČSN EN 752 – Stokové sítě a kanalizační přípojky. Tato norma však brání dimenzovat uliční stoky na novostavbách na regulované přítoky z decentralizovaného systému odvodnění napojených staveb, jak ukládá stavební zákon. Navrhovaný průtok tradičního odvodnění je přitom 15-20 krát větší než regulovaný odtok z objektů decentralizovaného systému odvodnění. (Počítáme s vodou © 2020, Ing. Nehasil O., ČSOP Konikleč)

## 5.2.2 TECHNICKÉ NORMY:

ČSN 75 9010 – Vsakovací zařízení srážkových vod v praxi obvykle používaná norma, která umožňuje projektovat vsakovací zařízení. Tato norma umožňuje velice zjednodušený výpočet velikosti vsakovacího zařízení. Zjednodušený výpočet však

připouští dobu prázdnění až 72 hodin, což by z pohledu bezpečnosti mohlo být ne úplně bezpečné.

Norma TNV 75 9011 je odvětvová norma vodního hospodářství. Tato norma řeší čistě vsakovací zařízení, zařízení pro akumulaci a škrcený odtok, případně akumulaci a škrcený odtok s částečným vsakováním. Norma je velice komplexní a prakticky zpracovaná, obsahuje doporučení pro technická řešení, zabývá se i vztahem k recipientu, provozem a údržbou objektu a dává pokyny pro navrhování a dimenzování. Někdy se na výše jmenovanou normu odkazuje a tím pádem ji tedy ani nenahrazuje. Přesto by neměla chybět na žádném stavebním úřadě. (Počítáme s vodou © 2020, Ing. Nehasil O., ČSOP Koniklec)

### 5.2.3 ÚZEMNÍ PLÁN:

Územní plán je závazným dokumentem, který je součástí územně plánovací dokumentace. Mimo jiné územní plán definuje prostorové regulace, které se projevují skrze podmínky prostorového uspořádání. V rámci těchto podmínek územní plán určuje poměr zpevněných a nezpevněných ploch v území. Právě nezpevněné plochy v území jsou schopny vsaku srážkových vod.

Další prvek, který souvisí se zpevněnými a nezpevněnými povrchy, je koeficient zeleně. Ten stanovuje minimální podíl započítatelných ploch zeleně v území. Koeficient zeleně (KZ) se počítá pro celou funkční plochu a odvozuje se z koeficientu podlažních ploch a průměrné podlažnosti. Vymezená plocha sloužící ke stanovení koeficientu zeleně je shodná právě s plochou pro výpočet koeficientu podlažních ploch. Plocha zeleně se rozděluje na plochu zeleně na rostlém terénu (včetně stromů solitérních i liniových ve zpevněných plochách) a na ostatní zeleň (např. zeleň na umělém povrchu – stavební konstrukci). (METODICKÝ POKYN k Územnímu plánu sídelního útvaru hlavního města Prahy, 2002) Avšak tento koeficient je v rámci Prahy rušen právě Metropolitním plánem Prahy. (Připomínky k návrhu Územního plánu hl. m. Prahy (Metropolitního plánu), 2018.)

*Výpočet:*

*Min. podíl započítatelných ploch zeleně v území [m<sup>2</sup>] = KZ x rozloha funkční plochy [m<sup>2</sup>]*



Tabulka 3 - Příklad tabulky zápočtu zeleně z odůvodnění Z 2832/00, Příloha č. A — Metodická příloha k územnímu plánu

[ TABULKA ZÁPOČTU PLOCH ZELENĚ ]					
	TYP PLOŠNÝCH, LINIOVÝCH A SOLITÉRNÍCH VÝSADEB	MĚRNÁ JEDNOTKA	ZAPOČET PLOCHY	POZNÁMKA	
Rostlý terén (min. 50% započítávané plochy)	Výsadby stromů a keřů v trávníku	m <sup>2</sup>	100%	Komplexní sadovnické úpravy	
	Travnatá hřiště	m <sup>2</sup>	20%	Součást sportovních a rekreačních areálů	
	Popínavá zeleň <sup>1</sup>	m <sup>2</sup>	100%	Pás podél zdi o šíři max. 0,5 m	
	Stromy ve zpevněných plochách <sup>1</sup>	Strom s malou korunou	ks	10 m <sup>2</sup>	Vegetační plocha min. 2 m <sup>2</sup> <sup>-3</sup>
		Strom se střední korunou	ks	25 m <sup>2</sup>	Vegetační plocha min. 4 m <sup>2</sup> <sup>-3</sup>
		Strom s velkou korunou	ks	50 m <sup>2</sup>	Vegetační plocha min. 9 m <sup>2</sup> <sup>-3</sup>
Ostatní zeleň <sup>2,4</sup> (max. 50% započítávané plochy)	Mocnost vegetačního souvrství více než 0,15 m	m <sup>2</sup>	10%	Trávník	
	Mocnost vegetačního souvrství více než 0,3 m	m <sup>2</sup>	20%	Trávník, keře	
	Mocnost vegetačního souvrství více než 0,9 m	m <sup>2</sup>	50%	Trávník, keře, stromy s malou korunou	
	Mocnost vegetačního souvrství více než 1,5 m	m <sup>2</sup>	70%	Trávník, keře, stromy se střední korunou	
	Mocnost vegetačního souvrství více než 2,0 m	m <sup>2</sup>	90%	Trávník, keře, stromy s velkou korunou	
	Stromy ve zpevněných plochách <sup>2</sup>	Strom s malou korunou v mocnosti vegetačního souvrství více než 0,9 m	ks	5 m <sup>2</sup>	Vegetační plocha min. 2 m <sup>2</sup> <sup>-3</sup>
		Strom se střední korunou v mocnosti vegetačního souvrství více než 1,5 m	ks	17,5 m <sup>2</sup>	Vegetační plocha min. 4 m <sup>2</sup> <sup>-3</sup>
		Strom s velkou korunou v mocnosti vegetačního souvrství více než 2,0 m	ks	40 m <sup>2</sup>	Vegetační plocha min. 9 m <sup>2</sup> <sup>-3</sup>
	Popínavá zeleň na rostlém terénu <sup>1</sup>	m <sup>2</sup>	600%	Pás podél zdi o šíři max. 0,5 m	

#### 5.2.4 SYSTÉMOVÉ DOKUMENTY OBCÍ A MĚST:

Města by nakládání s dešťovou vodou měla řešit každé na svém území na základě podmínek které jej ovlivňují jako je vodní režim území a geologie území. Těchto znalostí by měla využít v plánování rozvoje. Budoucí výstavbou nedojde k porušení odtokových poměrů z území a nové parcely budou na rozumné nakládání s dešťovou vodou již připravené. „Vhodným nástrojem je vodohospodářská příloha územního plánu (ÚP), která by měla obsahovat regulativy pro stavební činnost. Tato příloha ÚP zároveň může předepisovat různá pravidla pro různé části města podle toho, v jakých vodních a geologických poměrech se nacházejí. Takto zpracovaný dokument zároveň městu sděluje, kde by se měla v případě rozvoje vybudovat dešťová kanalizace, a kde naopak není nutná z důvodu dobrých vsakovacích schopností.“ (Počítáme s vodou © 2020, Ing. Nehasil O., ČSOP Koniklec)

Dalším účelným nástrojem mohou být metodické příručky odvodňování urbanizovaného území, které mohou mít k dispozici provozovatelé, stavebníci, projektanti i zástupci měst či obcí. Ty by měly obsahovat různé možnosti a doporučení řešení ohledně způsobů nakládání s dešťovou vodou ve městě

## 5.3 SYSTÉMOVÉ DOKUMENTY

### 5.3.1 SYSTÉMOVÉ DOKUMENTY PRAHY

Kromě zákonů, vyhlášek a norem, které se na nakládání se srážkovou vodou ve městě vztahují, má Praha vyhotovené své vlastní dokumenty, které se vztahují pouze na její území. Jedná se o Strategický plán hlavního města Prahy a Strategie adaptace hl. m. Prahy na klimatickou změnu.

Strategický plán byl schválen v listopadu 2016. Je určen k dlouhodobému plánování rozvoje města. Člení se na analytickou část, kde jsou rozebrány silní stránky města, problémy města a potenciály rozvoje. Problematika nakládání se srážkovou vodou je řešena v části problémy a to hlavně problémy s nedostatečným zasakováním srážkové vody a negativní ovlivňování vodního režimu na území Prahy. Další kapitolou je část Návrhová, které je rozdělena do 5 tematických knih. Kniha, která se týká srážkových vod ve městě, se nazývá Soudržná a zdravá metropole, konkrétně kapitola Zdravé město, kde se objevuje pojem zelená infrastruktura a s tím souvisí cíl Zlepšit hospodaření se srážkovými vodami. Poslední část je část implementační, v rámci které jsou v procesu jednotlivé Realizační programy, nyní aktuální z roku 2018 (na další roky jsou v procesu zpracování). Realizační programy mají řešit tzv. největší výzvy Prahy. Projekt, který má souvislost s vodním režimem se nazývá Divoká Vltava.

Adaptační strategie připravena Odborem ochrany prostředí magistrátu hlavního města Prahy (MHMP) byla schválena v červenci 2017, tedy během doby, kdy Praha značně začínala pociťovat dopady silných přívalových dešťů a naopak vln veder a sucha. Hlavní důvod, proč tento dokument vznikl, bylo právě vypořádání se s důsledky takovýchto klimatických změn. Jedním z hlavních cílů adaptačního plánu je zajistit stabilní vodní režim na území Prahy a ve volné přírodě v metropolitní oblasti. V adaptační strategii je zmíněn pojem modrá infrastruktura, pomocí které má být zajištěn stabilnější hydrologický cyklus. Ten má být podpořen zasakováním a zadržováním srážek v místě jejich dopadu zaváděním propustných a polopropustných ploch a vytvářením lokalit určených pro retenci a akumulaci srážek (poldrů, vodních nádrží, umělých mokřadů a dalších prvků modré infrastruktury).



Pro tento dokument vznikl Implementační plán Adaptační strategie hl. m. Prahy na klimatickou změnu na roky 2018 – 2019. Problematika hospodaření se srážkovými vodami je pak řešena ve dvou oblastech, a to Opatření pro městskou krajinu (urbanizované území) a Opatření pro adaptaci budov. Každá oblast má tři fáze, ve kterých mají vzniknout jednotlivé projekty. Jedná se o Opatření a projekty pro doplnění znalostí o městské krajině, Vypracování metodiky a postupů a Návrh pilotních projektů. K tomuto dokumentu byla zhotovena i Závěrečná zpráva, která mapuje jaké projekty jsou zrealizovány, jaké probíhají a jaké se nezrealizovaly. (IPR Praha.; MHMP, Strategie adaptace hl. m. Prahy na změnu klimatu 2019.)

### 5.3.2 PŘÍSTUPY EVROPSKÝCH MĚST

Podobný přístup, co se týče struktury dokumentů mají naši slovenští sousedé pro hlavní město slovenské republiky Bratislavu. To, že se město musí vyrovnávat s klimatickými dopady a jakým způsobem k tomu přistupuje řeší v dokumentu Strategie adaptace na nepříznivé důsledky změny klimatu na území hlavního města SR Bratislavy. Stejně jako v Praze tento dokument schválilo Zastupitelstvo hlavního města Bratislavy. Bratislavská strategie však byla zpracována v rámci projektu Evropské unie - Cities Adapt Project ve spolupráci s Ministerstvem životního prostředí, do kterého byla Bratislava zařazena.

Na Strategii pak dále navazuje Akční plán adaptace na nepříznivé důsledky změny klimatu na území hlavního města Slovenské republiky Bratislavy na roky 2017-2020. V tomto dokumentu je shrnut celkový stav města Bratislavy co se týče klimatu. Dále jsou určeny Strategické cíle v jednotlivých sektorech, ve kterých jsou popsána jednotlivá opatření, mé práce se týká zejména sektor Srážková voda a vodní zdroje a sektor Zelená a modrá infrastruktura.

Stejně jako tomu je v případě Prahy, i zde je vypracován dokument Průběžná zpráva za roky 2017-2020, ze které vyplývá, v jakém stavu se dílčí projekty nacházejí. (Hlavné mesto SR Bratislava ©, Hlavná architektka)

Berlínský přístup se liší ve formulaci hlavního cíle a to tak, že Berlín chce být do roku 2050 klimaticky neutrálním městem. Nemá tedy dokumenty typu strategie a následně akční plán, ale zhotovilo tzv. Berlínský program ochrany energie a klimatu – BEK 2030. Program byl schválen v roce 2018 a vede ho oddělení pro životní prostředí, dopravu a ochranu klimatu. I když se jedná o trochu jiný typ dokumentu, má podobné části, cíle a přístupy jako strategie předchozích měst. Část, která se svou strukturou prakticky neliší, je vyhodnocení změny klimatu a jaké důsledky má na město, co se týče infrastruktury, zdraví obyvatel i ekonomiky.

Berlínský program se snaží poskytovat informace a rady svým obyvatelům o udržitelnějším způsobu života, nabízí různé příležitosti, jak se zapojit, snaží se využívat nové technologie a podporuje soukromé iniciativy v úspoře energie a ochraně přírody. Berlín se tak snaží zapojit celé město jako takové.

Kromě programu BEK 2030, Berlín ve své sekci územního plánování zakotvil tzv. aplikování BAF - Biotop area factor. Jedná se o poměr plochy dané lokality, která pozitivně ovlivňuje místní přírodní ekosystém nebo má vliv na celou lokalitu.

Nepočítají sem se jen například plochy s vegetací a propustným povrchem, ale i umělé polopropustné povrchy, zelené střechy a zelené fasády. (Berliner

Regenwasseragentur ©., Berlin Energy and Climate Protection Programme 2030 – Berlin.)

### 5.3.3 PŘÍSTUPY AMERICKÝCH MĚST

Rozdílem mezi evropskými a americkými dokumenty, která si jednotlivá města opatřují, je v jejich celkové struktuře i organizacích pod kterými vznikly. Evropská města mají strategické dokumenty, které mají široký záběr co se týče rozvoje daného města a řešení problematiky hospodaření se srážkovou vodou je pouze jedna z podkategorií. Zatímco v amerických městech mají tuto problematiku na starost přímo organizace, které spravují veřejnou infrastrukturu, tedy a jednotnou či dešťovou kanalizaci.

Ve Washingtonu D.C. jsou to organizace dvě, jelikož jedna spravuje starší část města a ta druhá novější obvody města. Starší část tedy spravuje nezávislý orgán okresní vlády DC Water. Ten vykonává veškeré činnosti týkající se vody od poskytování pitné vody až po udržování požárních hydrantů. Součástí DC Water je projekt DC Clean Rivers Project, který se zaměřuje na tzv. zelenou infrastrukturu. V oblasti města, ve které působí, je provozována jednotná kanalizace. Hlavním cílem projektu tedy je snížit množství vody, kterou při vysokých srážkových úhrnech nestíhá kanalizace pobírat. Toho chce docílit právě pomocí prvků jako jsou vsakovací průlehy, dešťové zahrady a propustné povrchy a tím snížit potřebu zvětšování a výstavby kumulačních tunelů, které se pod Washingtonem nacházejí.

Novější část města spravuje ministerstvo energetiky a životního prostředí – DOEE v rámci městského úřadu. Ministerstvo zavedlo program River Smart Programme jehož Hlavním cílem programu je omezit a snížit odtok srážkové vody z urbanizovaného území a zřízení oddělené dešťové kanalizace. Tento program podporuje udržitelné nakládání s dešťovými vodami včetně realizací zelených střech, výsadby stromů a zadržování srážek v místě pomocí sanačních projektů. Zároveň

podporuje systém grantů a odměn těm, kteří si projekty na nakládání se srážkovou vodou chtějí realizovat na svých pozemcích či stavbách.

Washington D.C. má též k dispozici mnohostránkový a velice detailní manuál Stormwater Management Guidebook určený zejména pro inženýry a projektanty, který obsahuje pokyny a technické požadavky na projekty, které souvisí s nakládáním se srážkovou vodou. Hlavním záměrem tedy je převádět nejlepší možná řešení do praxe. (Brears R. C., 2018.; Get RiverSmart, Department of Energy & Environment ©)

Ve městě Minneapolis je téměř většina kanalizace oddělená. Srážkový odtok z urbanizovaného území tak míří do sítě dešťových trubek a tunelů a následně je vypouštěn do vodních zdrojů v okolí města. To vše má na starost Minneapolis public works, které stejně jako tomu je ve Washingtonu D.C. podporují realizaci projektů v rámci lepšího nakládání s dešťovou vodou, ať už ve veřejných prostranstvích nebo na soukromých pozemcích obyvatel. Minneapolis Public Works v říjnu 2017 vyhotovilo pro město příručku City of Minneapolis Stormwater and Sanitary Sewer Guide. Tzv. průvodce je rozdělen na sekce, ve kterých je popsán kanalizační systém, jeho funkce a revizní systém, nařízení a požadavky na správu srážkových vod u dílčích druhů projektů a staveb, prospěšnost srážkové vody a příklady opatření které lze využít. Také obsahuje jednotlivé standardy a požadavky, které musejí být splněny a které jsou zároveň v souladu s předpisy města Minneapolis a v souladu s federálním zákonem O čisté vodě, dle kterého rozvojové i sanační projekty musejí snížit znečištění, které je vypouštějí do okolních vodních zdrojů.

Město Minneapolis je také součástí několika organizací, které se zabývají implementací projektů do urbanizovaného území, které mají zajistit udržitelné nakládání s dešťovou vodou. Mezi ně patří například National Association of City Transportation Officials (NACTO) a Mississippi Watershed Management Organization (MWMO). (Brears R. C.; 2018; Minneapolis Public Works Surface Water and Sewers Division, 2017; NACTO 2017; Official Website of the City of Minneapolis Copyright ©)

#### 5.3.4 PŘÍSTUP KANADSKÝCH MĚST

Stejně jako města americká, tak i kanadská města kladou veliký důraz na problematiku kvality vody, která je z kanalizačního systému měst vypouštěna do okolních vodních zdrojů. A stejně jako americká města mají spíše samostatné dokumenty týkající se oblasti hospodaření se srážkovou vodou.

Ve městě Hamilton existuje jak kanalizace jednotná tak i oddělená. Proto, aby voda, která je z kanalizací vypouštěna byla co nejčistší, zavedlo město tzv. Low

Impact Development (LID). Jedná se o inovativní přístup k územnímu plánování, který klade důraz na přirozený vodní režim i v rámci urbanizovaného prostředí. Odtok dešťové vody je řízen pomocí zelené infrastruktury, využívá tedy hlavně přírodní prvky. Jedná se o termín používaný právě v kanadských i amerických městech. Pomocí LID chce město zlepšit ochranu kvality vody, zlepšit zdraví obyvatel a prostředí ve kterém žijí, snížit efekt městského tepelného ostrova, zlepšit adaptaci města na změnu klimatu a získat kontrolu nad srážkovými vodami, které by potenciálně mohly způsobit například záplavy.

Město má také dokument tzv. Hlavní plán nakládání s dešťovou vodou, jehož záměrem je zhotovit praktický a proveditelný rámec aktivit, který vyvažuje požadavky stávajícího a navrhovaného rozvoje. V rámci toho plánu je město rozděleno do 14 povodí, ve kterých je realizována oddělená dešťová kanalizace. Účelem plánu je vypracovat postupy pro spravování a opravování systému dešťové kanalizace. Dále vypracovat vhodné strategie, které budou mít za cíl chránit, posilovat a obnovovat přírodní zdroje povodí v rámci města za současných podmínek i v budoucnu ochranou před změnami využívání půdy. (Water & Sewer, City of Hamilton, Ontario, Canada. ©., City of Hamilton, Low Impact Development ©)

Podobný dokument jako Hamilton má i město Toronto. To nechalo zhotovit územní plán města - The City's Wet Weather Flow Master Plan (WWFMP). Jedná se o dlouhodobý plán sloužící k ochraně přírody a kvality vody. Skládá se ze 13 cílů, které jsou rozděleny ještě do 4 kategorií. Mezi nejzásadnější cíle patří kvalita vody, znovu obnovení přirozeného vodního cyklu a eliminace povodní a zajištění správného chodu kanalizačního systému. Stejně jako ve městě Hamilton je zde také uplatňován Low Impact Development (LID). (City of Toronto, Stormwater Management Programs & Projects ©; The city of Toronto, 2017)

## 6. IMPLEMENTACE SYSTÉMOVÝCH DOKUMENTŮ V PRAXI

V této části práce popíšete, jak jsou dané systémové dokumenty využívány v praxi. Jak se na určitých projektech podílely, jestli dané projekty vznikly právě díky systémovým dokumentům či nikoliv. Projekty či programy rozdělím dle jejich oblasti působení na opatření v ulicích a veřejných prostranstvích, na opatření na stavbách a na opatření jiného charakteru.

## 6.1 ULICE A VEŘEJNÁ PROSTRANSTVÍ

Mezi opatření v ulicích a veřejných prostranstvích patří již výše zmiňované dešťové zahrady, retenční průlehy, retenční sazebníky a také stromořadí či jiná vegetace.

Implementaci všech těchto druhů do praxe, tedy do ulic města můžeme vidět ve městě Toronto. V rámci oblasti, kdy déšť přichází do prvního styku s městem je realizován projekt Zelené ulice (Green Streets). K tomuto projektu v roce 2017 vznikla i příručka Zelené ulice – technická příručka (Green Street Technical Guidelines), dle které se projekty realizují. Město Toronto se přiklání k názoru, že tam kde je to možné, je lepší srážkovou vodu využívat v místě jejího dopadu. Zelené ulice jsou navrhovány tak, aby dokázaly dešťovou vodu zachytávat a zlepšují tak lepší funkci ekologického a hydrologického procesu. Srážková voda, která má možnost se vsáknout a proteče skrz vegetační vrstvy, se navíc profiltruje. Dále je chycena dešťovou kanalizací a vypuštěna do vodních zdrojů. Taková voda je mnohem čistší, než ta, co steče z nepropustné komunikace.

Výše zmíněná opatření lze tedy zahrnout do přístupu LID, který je implementován do praxe i ve městě Hamilton. Bylo realizováno a postupně se realizuje čím dál více projektů. Mezi již realizované patří dešťové zahrady, parkové cesty z propustného povrchu a retenční průlehy.

Lze tvrdit, že LID tedy aplikují i americká města jak Minneapolis tak Washington D.C. Díky příručkám které, obě města mají Město Minneapolis: Průvodce dešťovou vodou a sanitární kanalizací (City of Minneapolis Stormwater and Sanitary Sewer Guide) a Washington D.C. – Průvodce hospodaření se srážkovou vodou (Stormwater Management Guidebook). Obě příručky jsou dostupné jak odborníkům, jako jsou například projektanti, tak široké veřejnosti. Města samotná na ně odkazují na svých webových stránkách.

Minneapolisská příručka je zásadní pro všechny nové navrhované projekty či projekty obnovy. V příručce je popsán tzv. proces předběžného přezkumu rozvoje (process for Preliminary Development Review - PDR) města Minneapolis. Tento proces totiž předchází vydání stavebního povolení či jiného druhu nutného povolení. Jak bylo již výše řečeno, hospodaření se srážkovou vodou spadá v amerických městech pod organizace, které spravují veřejnou infrastrukturu, hlavně tedy dešťovou či jednotnou kanalizací. Právě oddělení veřejných minneapolisských služeb dané projekty přezkoumává v rozmezí 6 oblastí:

1. Eroze a kontrola sedimentů
2. Řízení a odvodňování dešťové vody
3. Užité napojení na obecní nebo regionální kanalizační systém nebo na dešťovou kanalizaci
4. Dlouhodobé vypouštění podzemní vody
5. Nesprávné výboje / připojení k bouřkovým nebo sanitárním kanalizacím
6. Dopady na obecní sanitární kanalizaci nebo dešťovou kanalizaci.

V příručce jsou nastíněny standardy a požadavky, které jsou nutné u předložení projektu a následného přezkumu pro každou z 6 oblastí. V obou příručkách, jak minneapolisské tak washingtonské jsou uvedeny příklady dobré praxe včetně technických postupů i detailů.

Ve městě Washington D.C. také dochází k velkým změnám pohledu na zelenou infrastrukturu nebo přístup LID. Pod městem Washington D.C. totiž, vodu, kterou nestíhala pobírat dešťová či jednotná akumulovaly objemné tunely schopné pojmout desítky milionů galonů (1 galon = 3,8 l) dešťové a odpadní vody. Tyto tunely se dle plánu mají rozšiřovat či stavět nové. Ale díky zelené infrastruktuře, která by se aplikovala do ulic města, jak už tomu v některých částech je, by tyto tunely nebyly třeba. Díky zelené infrastruktuře a lepšímu hospodaření se srážkovou vodou, by kapacita kanalizace byla naprosto dostatečná. Návrh aplikace zelené infrastruktury skrz město pochází právě od DC Water.

Jako je v amerických a kanadských městech aplikován přístup LID, v Evropě se rozvíjí systém zelené infrastruktury. V Berlíně lze tento přístup vidět do konce na několika částech města. Jedná se například o "Rummelsburg" Bay, Berlin. Jedná se o rezidenční oblast, kde je hospodaření se srážkovou vodou vyřešeno pomocí extensivních zelených střechy, retenčních průlehů a sazebníků. Profiltrovaná voda, která se vyfiltruje skrz vegetaci se vypouští do městského říčního kanálu mnohem čistší. Je to jeden z ukázkových projektů, jak ve městě aplikovat strategii Sponge City. I v rámci programu BEK 2030 město zvolilo strategii tzv. Sponge. Město srážkovou vodu absorbuje, než aby se jí pouze zbavovalo skrze kanalizaci. Tomu samozřejmě aktivně přispívá aplikování BAF hlavně v centru města. (Stormwater concept for "Rummelsburg" Bay, Berlin © 2020 Sieker)

Pro Prahu i Bratislavu jsou ukázkou, jak dokázali své strategie implementovat do praxe, tzv. Průběžné zprávy. Obě města dokázaly, že vybrané projekty jsou

opravdu realizovány a fungují a mnoho a další jsou v procesu výstavby. Co se týče implementace opatření do ulic je na tom Bratislava lépe. V Bratislavě vznikl dokument „Atlas dopadov zmeny klímy na HM SR Bratislava“, který mapuje dopady změny klimatu na vybranou infrastrukturu města a jeho obyvatelstvo. Díky němu lze jednotlivé strategické cíle plnit v místech, kde je to nejvíce potřeba. V Bratislavě vznikly dva nové parky, jeden z nich je právě park Jama, který je představený v práci již výše. Dále došlo k vytvoření propustných či polopropustných povrchů na cestách v rámci parkových úprav a výsadbě trvalkových pásů či nových stromů v několika městských částech.

Dle pražské závěrečné zprávy probíhá příprava několika zásadních, koncepcí, analýz a metodik:

- Strategie a koncepce zelené infrastruktury
- Analýza současného stavu uličních stromořadí a návrh zásad pro výsadbu, správu, management a údržbu uliční zeleně,
- Metodická příručka o hospodaření s dešťovou vodou na území hl. m. Prahy
- Metodika pro zavádění a postupnou změnu zpevněných nepropustných ploch na plochy s propustným nebo polopropustným povrchem

Mezi dokončené projekty patří Koncepce výsadby a údržby zelených tramvajových pásů a obnova parkové části v okolí rozhledny Petřín. Dále v Praze pokračuje výsadba stromořadí v ulicích a v průběhu je i projekt Adaptace souboru mateřských a základních škol v Praze 12, včetně hospodaření se srážkovou vodou.

## 6.2. OPATŘENÍ NA STAVBÁCH

Mimo aplikace opatření do ulic a veřejných prostranství, lze podpořit hospodaření se srážkovou vodou na samotných stavbách. Může se jednat o celkové systémy, které budou řešit nakládání se srážkovou vodou v rámci celého projektu i jeho okolí.

Opatření, která řeší nakládání se srážkovou vodou v rámci staveb, tedy plánovaných projektů zavedlo město Toronto normu – Toronto Green standard. Jedná se o požadavky, které musí nové soukromé rozvojové developerské záměry či městské záměry plnit v rámci normy. Ta se skládá ze 4 úrovní opatření s podpůrnými pokyny, které mají podpořit udržitelný ráz stavby. Úroveň 1 normy Toronto Green Standard se stala povinným požadavkem v rámci procesu schvalování stavby. Úrovně 2-4 jsou pak dobrovolné a spojené s finančním zvýhodněním realizace a zpětným ověřením po dokončení stavby. (City of Toronto © 1998 - 2020, Toronto Green Standard)

Norma je stále aktualizována, přičemž platí že plánovací žádosti předložené do 30. dubna 2018 musejí splnit 1. úroveň druhé verze normy Toronto Green

Standard. Pozdější projekty musejí plnit 1. úroveň již třetí verze. Projekty jsou dle normy rozděleny vzhledem k jejich velikosti. Požadavky se mimo jiné týkají zachycování srážkové vody a její znovuvyužití v rámci daného projektu.

Podobná opatření jsou popsána též v příručce města Minneapolis, kde je uvedeno, jak již bylo výše zmíněno, 6 oblastí, které jsou v rámci projektu posuzovány. Projekt, na který se vztahují požadavky a nařízení o správě srážkové vody, musí spolu s projektovou dokumentací přikládat tzv. Plán nakládání se srážkovou vodou (Stormwater Management Plan). V němž jsou obsaženy veškeré výpočty a výkresy opatření týkajících se managementu srážkové vody v rámci projektu. Pokud je plán schválen, město provede inspekci a projekt dostane certifikaci, která zahrnuje i každoroční kontrolu daného projektu.

Dalším opatřením která, lze na stavbách provádět za účelem lepšího nakládání se srážkovou vodou jsou zelené střechy. Mezi města, která podporují realizace zelených střech přímo určitými programy jsou Berlín a Toronto.

Berlínské oddělení životního prostředí, dopravy a ochrany klimatu spustilo program GründachPLUS - 1000 Green Roofs. Žadatelé získají grant na projekt zelené střechy o minimální rozloze 100 m<sup>2</sup>. Město Berlín popisuje zelené střechy jako další části veřejného prostoru. Proto na nich chce podporovat i společenské aktivity. (GründachPLUS – Berlin Senate promotes green roofs. *Smart City Berlin - Visionen und Ziele* Copyright © Berliner Regenwasseragentur)

Město Toronto je o trochu dále. V roce 2009 schválilo zákon který požaduje realizaci zelené střechy na nových komerčních, institucionálních a rezidenčních stavbách s minimální hrubou podlahovou plochou 2 000 m<sup>2</sup>. To platí i pro rekonstrukce či dostavby kde je nová podlahová plocha větší než 2 000 m<sup>2</sup>. Zelená střecha musí být realizována také na průmyslových budovách jejichž celková podlahová plocha činí více než 2 000 m<sup>2</sup>. Dle projektu musí zelená střecha zaujímat 20-60 % dostupného střešního prostoru budovy. Realizaci zelených střech na ostatních budovách podporuje Toronto též formou grantu 100 dolarů / m<sup>2</sup> zelené střechy. Podobným grantem nebo spíše slevou z realizace podporuje zelené střechy i Washington D.C. v rámci programu RiverSmart Rooftops - Green Roof Rebate Program. (Toronto Municipal Code Chapter 492, Green Roofs, 2017)

I když v Praze a Bratislavě existuje již několik staveb se zelenými střechami, obě města jsou spíše ve stádiu plánování. Praha je v procesu přípravy Metodických podkladů pro vhodná opatření v oblasti adaptace budov a zavádění zelených střech a zelených fasád a přípravě podkladů pro legislativní požadavky na zavádění



zelených střech a zelených fasád. Bratislava pracuje na Plánu aplikace vegetace na budovy vertikální i horizontální. (Bratislava, PRIEBEŽNÁ SPRÁVA za roky 2017-2018; Odbor ochrany prostředí MHMP, Závěrečná Zpráva)

## 7. DISKUZE

Po inventarizaci přístupů jednotlivých měst a jejich implementace do praxe je jasné, že všechna města jsou si vědoma důležitosti adaptace na klimatické změny. Je to otázka budoucí kvality života ve městě i samotné funkčnosti města. Negativní dopady klimatické změny, se kterými se musejí města vypořádávat, jsou vesměs podobné, tím pádem se města mohou navzájem inspirovat v jejich řešení. Jak už bylo v práci zmíněno, jedná se hlavně o nárazové deště a vlny sucha a veder. Zaběhlý způsob odvodnění je nastaven tak, aby srážkovou vodu z nepropustných povrchů urbanizovaného území co nejrychleji odvedl pryč, tato voda ale pak v obdobích sucha ve městech chybí. Nyní se jako efektivní a potřebný způsob jeví zadržování srážkové vody na území města a její další využití.

Stejně jako tomu je v Praze, tak i v ostatních městech, kterými se v práci zabývám, platí obecný „zákon o vodě“, kterým se země a tím pádem i města musejí řídit. Tento zákon je nadřazený všem systémovým dokumentům, která si města či jednotlivé městské složky (např. oddělení veřejných služeb) zhotovují k lepšímu hospodaření se srážkovou vodou. Systémové dokumenty tak musejí být v souladu se zákonem o vodě dané země.

Jednotlivé přístupy měst pak lze rozdělit dle jejich míry aplikace v praxi a výkonného orgánu, který má pravomoc daná opatření realizovat. Mezi nejúspěšnější města patří kanadská a americká města, kde je již po několik let zažit pojem LID. Realizaci opatření, které splňují LID, mají na starost oddělení veřejných služeb daného města, která spolupracují s dotčenými obory. Berlín pak opatření aplikuje skrze oddělení pro životní prostředí, dopravu a ochranu klimatu a skrze konkrétní předpisy a vyhlášky samotného města Berlín, které jsou v souladu s rámcovým vodním zákonem. Praha a Bratislava tuto problematiku řeší na několika úrovních a v několika obvodech. Zatím neexistuje žádný závazný právní rámec a není určen jeden samosprávný orgán nebo organizace, který se problematikou bude zabývat a bude mít zároveň pravomoci daná opatření realizovat.

V Praze je však otázkou, zda toto vše vyžadovat pomocí legislativy. Několik základních parametrů v legislativě zakořeněno již je, například ve stavebním zákoně a zákoně o vodách. Pokud, by se ale do legislativy měli dostat všechna opatření, hlavně tedy ta přírodě blízká, je možné, že to bude trvat i několik let a nutno říci, že s aplikací opatření k hospodaření se srážkovou vodou by se mělo začít nejlépe hned. Na druhou stranu, pokud realizace přírodě blízkých opatření k hospodaření se srážkovou vodou nebude pevně zakořeněna v určitém závazném dokumentu, budou se taková opatření (v Praze) realizovat?

A když už se bavíme o nutnosti realizace těchto opatření, nesmíme opomenout i další benefity, které s sebou tato opatření městu přináší. Jak už je v práci zmíněno výše, jedná se hlavně o ochlazování a zvlhčování vzduchu. Ale právě tam kde jsou teploty v urbanizovaném území nejvyšší, mluvíme například o nejhustěji zastavěných centrech měst, je i největší problém s realizací kvůli husté podzemní síti infrastruktury a na zeleň tak už jednoduše nezbyvá místo. Určitě tedy stojí za zmínku norma ČSN 73 6005 - Prostorové uspořádání sítí technického vybavení, která by po úpravě měla s dostatečným prostorem pro opatření k hospodaření se srážkovou vodou počítat. Změna by se mohla týkat také již výše zmíněného koeficientu zeleně, který má Metropolitní plán hl. m. Prahy rušit a otázkou je, zdali to není krok právě k ještě menšímu výskytu zeleně a nezpevněných ploch v rámci ulic města.

## 8. ZÁVĚR A PŘÍNOS PRÁCE

Závěrem bych chtěla zmínit, že bychom měli naše města chránit, zlepšovat, inovovat a přizpůsobovat novým trendům, tedy i změnám klimatu, aby byla stále obyvatelná a mohla poskytovat určitou kvalitu života. Není to nejen úkolem samotných vedení měst, projektantů, architektů a stavebníků, ale i široké veřejnosti, které jsou města domovem. Každý chce bydlet tam kde se mu příjemně žije.

Tato práce může být inspirací, jak je možné urbanizované území přizpůsobit, tak aby fungovalo a úspěšně odolávalo oněm klimatickým změnám. Představuje přírodě blízká opatření, které zamezí negativním důsledkům extrémních dešťů, zmírní výpar, prašnost, zvlhčí vzduch, sníží okolní teplotu a zmírní tak tvorbu tepelného ostrova. Ve zkratce zlepší hospodaření se srážkovou vodou na území města a zlepší klima města. Dále práce představuje, jak se s problematikou potýkají jiná města, jejichž přístupy mohou být Praze vzorem.

Právě přístupy jednotlivých měst skrze systémové dokumenty a jejich vyhodnocení a implementace projektů v praxi jsou jasným důkazem toho, že jsou takováto opatření funkční a měla by být součástí skladebných prvků ulic, veřejných prostranství i staveb. Je ale jasné, že dokud se bude o opatřeních jen mluvit ale nebude se konat, tak se nic nezrealizuje. Dokud se přírodě blízká opatření k hospodaření se srážkovou vodou nestanou součástí alespoň Územně plánovací dokumentace, tak mnoho zřizovatelů k jejich aplikaci asi nepřistoupí. Je důležité si uvědomit že voda má své opodstatněné místo i v urbanizovaném prostředí, přece bez vody není život.

Zároveň táto práce může být podkladem pro diplomovou práci, která se bude zabývat návrhem daného opatření k zadržování dešťové vody v konkrétním území.

# SEZNAM LITERATURY

## ODBORNÉ PUBLIKACE

Doc. Ing. Petr Hlavínek, CSc., Doc. Ing. Jan Mičín, CSc., Ing. Petr Prax, Phd., Ing. Petr Hlušík, Ing. Radim Mířek, 2003: Stokování a čištění odpadních vod, Vysoké učení technické v Brně.

Feyen J., Shannon K., Neville M., 2008: Water and Urban Development Paradigms: Towards an Integration of Engineering, Design and Management Approaches. CRC Press, USA.

František Hrádek, Petr Kuřík 2008: Skripta Hydrologie. Praha: Česká zemědělská univerzita.

Hashem Akbari, Dan M.Kurn, Sarah E.Bretz, James W.Hanford, 1997: Peak power and cooling energy savings of shade trees, Energy and Buildings, Volume 25, vydání 2.

Chen D., 2016: Sustainable Water Management. CRC Press.

Jehlík J., 2018: Rukověť Urbanismu. Ausdruck Books Praha.

Maksimovic C., Tejada-Guibert J. A., 2001: Frontiers in Urban Water Management. IWA Publishing.

National Association of City Transportation Officials, 2017: Urban Street Stormwater Guide. Island Press, United States.

Perini K., Sabbion P., 2017: Urban Sustainability and River Restoration: Green and Blue Infrastructure. John Wiley & Sons, USA.

Pokorná D., 2008 - Hydrologie a hydroopedologie, Vysoká škola chemicko-technologická Praha.

Prof. Ing. Miloš Starý, CSc., 2005: Hydrologie, Vysoké učení technické, Fakulta stavební v Brně.

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

## LEGISLATIVNÍ ZDROJE

ČSN 73 6005 - Prostorové uspořádání sítí technického vybavení.

ČSN 75 6160 / ČSN EN 752 – Stokové sítě a kanalizační přípojky.

ČSN 75 9010 – Pro návrh, výstavbu a provoz vsakovacích zařízení srážkových vod.

TNV 75 9011 - Hospodaření se srážkovými vodami.

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

Vyhláška č. 428/2001 Sb. vyhláška Ministerstva zemědělství.

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

Zákon č. 183/2006 Sb. Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon).

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách (vodní zákon).

Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích.

## INTERNETOVÉ ZDROJE

Berlin Energy and Climate Protection Programme 2030 - Berlin.de. Berlin - Offizielles Stadtportal der Hauptstadt Deutschlands – Berlin.de (online) [cit. 20.02.2020], dostupné z: <https://www.berlin.de/sen/uvk/en/climate-protection/berlin-energy-and-climate-protection-programme-2030-bek-2030/>.

Berliner Regenwasseragentur ©, Vom Regen in die Zukunft | Berliner Regenwasseragentur. (online) [cit. 20.02.2020], dostupné z: <https://www.regenwasseragentur.berlin/>.

City of Hamilton, Low Impact Development (LID) - Stormwater Management © (online) [cit. 03.03.2020], dostupné z: <https://www.hamilton.ca/home-property-and-development/water-sewer/low-impact-development-lid-stormwater-management>.

[City of Toronto © 1998 - 2020, Toronto Green Standard](https://www.toronto.ca/city-government/planning-development/official-plan-guidelines/toronto-green-standard/) (online) [cit. 05.03.2020], dostupné z: <https://www.toronto.ca/city-government/planning-development/official-plan-guidelines/toronto-green-standard/>.

City of Toronto, Stormwater Management Programs & Projects © (online) [cit. 05.03.2020], dostupné z: <https://www.toronto.ca/services-payments/water-environment/managing-rain-melted-snow/what-the-city-is-doing-stormwater-management-projects/other-stormwater-management-projects/>.

CzechGlobe © 2017, Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i., 2017: Plochy s propustným povrchem – Opatření adaptace (online) [cit. 03.01.2020], dostupné z: <http://www.opatreni-adaptace.cz/projects/plochy-s-propustnym-povrchem/>.

Get RiverSmart!, Department of Energy & Environment, DOEE (online) [cit.02.03.2020], dostupné z: <https://doee.dc.gov/riversmart>.

GründachPLUS – Berlin Senate promotes green roofs. *Smart City Berlin - Visionen und Ziele* © Berliner Regenwasseragentur (online) [cit. 20.02.2020], dostupné z: <https://www.smart-city-berlin.de/en/news-list/newsdetail/gruendachplus-berlin-senate-promotes-green-roofs/>.

Hlavné mesto SR Bratislava ©, Hlavná architektka Bratislava (online) [cit. 20.02.2020], dostupné z: <https://bratislava.sk/sk/hlavna-architektka>.

International Water Association © 2019, Brook M., 2018: From Grey to Blue: How Architecture Plays a Role in a Water-Wise World - International Water Association (online) [cit. 15.12.2019], dostupné z: <https://iwa-network.org/from-grey-to-blue-how-architecture-plays-a-role-in-a-water-wise-world/>.

Katedra geografie Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci © (online, pdf) [cit. 06.01.2020], dostupné z: [https://geography.upol.cz/soubory/lide/smolova/GCZ/GCZ\\_Klima.pdf](https://geography.upol.cz/soubory/lide/smolova/GCZ/GCZ_Klima.pdf).

National Geographic Society © 1996 – 2019, Sowby R., 2014: The Urban Water Cycle: Sustaining Our Modern Cities (online) [cit. 15.12.2019], dostupné z: <https://blog.nationalgeographic.org/2014/03/19/the-urban-water-cycle-sustaining-our-modern-cities/>.

Official Website of the City of Minneapolis © (online) [cit. 02.03.2020], dostupné z: <http://www.minneapolismn.gov/>.

Počítáme s vodou © 2020, Ing. Nehasil O.: Hospodaření s dešťovou vodou v obcích (3) (online) [cit. 20.02.2020], dostupné z: <https://www.pocitamesvodou.cz/hospodareni-s-destovou-vodou-v-obcich-3/>.

Stormwater concept for “Rummelsburg” Bay, Berlin © 2020 Sieker (online) [cit. 20.02.2020], dostupné z: <https://www.sieker.de/en/projects-and-references/planning-projects/project/stormwater-concept-for-rummelsburg-bay-berlin-44.html>.

Vivid Maps - Maps that explain the World (online), dostupné z: <https://vividmaps.com/find-cities-with-similar-climate/>.



Water & Sewer, City of Hamilton, Ontario, Canada. © (online) [cit. 03.03.2020], dostupné z: <https://www.hamilton.ca/home-property-and-development/water-sewer>.

## OSTATNÍ ZDROJE

Agentura Koniklec Copyright © 2015, 2016: Adaptace sídel na změnu klimatu, 2016: PŘÍPADOVÁ STUDIE PRO OBOR STAVITELSTVÍ, pro oblast adaptace a resilience budov.

Berlin Energy and Climate Protection Programme 2030 (BEK 2030).

City of Hamilton, 2007: Stormwater Master Plan, poslední aktualizace.

City of Minneapolis, Minneapolis Public Works Surface Water and Sewers Division, 2017: City of Minneapolis Stormwater and Sanitary Sewer Guide.

City of Toronto, 2017 - The City's Wet Weather Flow Master Plan, poslední aktualizace.

Ing. Hudeková Z., PhD., kancelář hlavní architektky, 2014: Stratégia adaptácie na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy na území hlavného mesta SR Bratislavy.

Institut plánování a rozvoje hl. m. Prahy, 2016: STRATEGICKÝ PLÁN HL. M. PRAHY.

JV PROJEKT VH s.r.o., 2018: Hospodaření se srážkovými vodami – cesta k modrozelené infrastruktuře Olomoucké stavební standardy k integraci modrozelené infrastruktury.

LIKO-S, a.s., 2019: Živé stavby, ZELENÉ STŘECHY A FASÁDY A FASÁDNÍ KOŘENOVÉ ČISTÍRNKY.

METODICKÝ POKYN k Územnímu plánu sídelního útvaru hlavního města Prahy, MHMP Sekce Útvar rozvoje hl. m. Prahy, 2002.

Mgr. Streberová E., PhD. Útvar hlavní architektky hlavního města Slovenské republiky Bratislavy, 2019: Akčný plán adaptácie na nepriaznivé dopady zmeny klímy na území hlavného mesta Slovenskej republiky Bratislavy 2017 - 2020 PRIEBEŽNÁ SPRÁVA za roky 2017-2018.

Mgr. Streberová E., PhD., Ing. Rehačková T. PhD., Útvar hlavní architektky: Ing. arch. Ingrid Konrad, RNDr. Katarína Kučárová PhD., Oddělení strategie a projektů, 2017: Akčný plán adaptácie na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy na území hlavného mesta Slovenskej republiky Bratislavy na roky 2017-2020.

Odbor ochrany prostředí MHMP, 2017: Strategie adaptace hl. m. Prahy na klimatickou změnu.

Odbor ochrany prostředí MHMP, 2018: Implementační plán Strategie adaptace hl. m. Prahy na klimatickou změnu na roky 2018 – 2019.

Odbor ochrany prostředí MHMP, Implementační Plán 2018-2019 Strategie Adaptace Hlavního Města Prahy Na Změnu Klimatu: Závěrečná Zpráva.

Připomínky k návrhu Územního plánu hl. m. Prahy (Metropolitního plánu), 2018.

Studie hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích, ASOCIACE PRO VODU ČR, Z.S. (CZWA), 2019.

Toronto Municipal Code Chapter 492, Green Roofs, 2017.

United States Department Of Agriculture, 1994: Forest Service Energy- Saving Potential Of Trees In Chicago.

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Velký hydrologický cyklus, vlastní .....	14
Obrázek 2 – Malý hydrologický cyklus, vlastní .....	14
Obrázek 3 – Porovnání odtoku vod - Hospodaření s dešťovou vodou v ČR, Vítek J & kol.....	20
Obrázek 4 – Vliv urbanizovaného území na vodní režim <a href="http://urbanwater.melbourne.vic.gov.au/melbournes-water-story/how-does-urbanisation-impact-the-water-cycle/">http://urbanwater.melbourne.vic.gov.au/melbournes-water-story/how-does-urbanisation-impact-the-water-cycle/</a> .....	21
Obrázek 5 - <a href="https://www.asio.cz/cz/zasakovaci-rosty-pro-zpevnene-povrchy-as-tte-rost">https://www.asio.cz/cz/zasakovaci-rosty-pro-zpevnene-povrchy-as-tte-rost</a> .....	24
Obrázek 6 - <a href="https://www.estav.cz/cz/6386.propustne-zpevnene-povrchy-jako-jedna-z-variant-zmirneni-nasledku-urbanizace">https://www.estav.cz/cz/6386.propustne-zpevnene-povrchy-jako-jedna-z-variant-zmirneni-nasledku-urbanizace</a> .....	24
Obrázek 7- <a href="https://www.brens.cz/l/zelena-trat-a-zelena-strecha/">https://www.brens.cz/l/zelena-trat-a-zelena-strecha/</a> .....	24
Obrázek 8 - <a href="https://www.archinfo.sk/diela/exterior/volnocasovy-priestor-jama-architektonicka-uprava-byvaleho-cyklistickeho-stadiona.html">https://www.archinfo.sk/diela/exterior/volnocasovy-priestor-jama-architektonicka-uprava-byvaleho-cyklistickeho-stadiona.html</a> .....	25
Obrázek 9- <a href="https://www.archinfo.sk/diela/exterior/volnocasovy-priestor-jama-architektonicka-uprava-byvaleho-cyklistickeho-stadiona.html">https://www.archinfo.sk/diela/exterior/volnocasovy-priestor-jama-architektonicka-uprava-byvaleho-cyklistickeho-stadiona.html</a> .....	25

Obrázek 10- <a href="https://www.asb.sk/architektura/urbanizmus/park-jama">https://www.asb.sk/architektura/urbanizmus/park-jama</a> .....	25
Obrázek 11 - Streetscape in Seattle, Washington, that meets the Green Factor requirement for commercial zones, 2012. (City of Seattle Office of Planning and Community Development.....	27
Obrázek 12 - <a href="https://www.wbdg.org/resources/low-impact-development-technologies">https://www.wbdg.org/resources/low-impact-development-technologies</a> .....	28
Obrázek 13 - SolarCity – Vídeň, Foto J. Vítek.....	28
Obrázek 14 - Stormwater planter, from the Green Streets Design Manual <a href="https://phillymotu.wordpress.com/2014/02/12/introducing-philadelphias-new-green-streets-design-manual/">https://phillymotu.wordpress.com/2014/02/12/introducing-philadelphias-new-green-streets-design-manual/</a> .....	30
Obrázek 16 - Environmental Site Design Implementation in Montgomery County, Maryland: Image Library .....	31
Obrázek 15 - Environmental Site Design Implementation in Montgomery County, Maryland: Image Library str. 12 .....	31
Obrázek 17 - <a href="https://savemaumee.org/">https://savemaumee.org/</a> .....	31
Obrázek 18 - Oak Park Streetscape, Illinois <a href="https://www.atriumlandscape.com/portfolio/construction">https://www.atriumlandscape.com/portfolio/construction</a> .....	31
Obrázek 19 - Foto: Alisha Goldstein, EPA, <a href="https://www.epa.gov/smartgrowth">https://www.epa.gov/smartgrowth</a> .....	33
Obrázek 20, Obrázek 21 - <a href="https://www.robertbrayassociates.co.uk/index.php/portfolio/bridget-joyce-square-community-rainpark">https://www.robertbrayassociates.co.uk/index.php/portfolio/bridget-joyce-square-community-rainpark</a> .....	34
Obrázek 22 - Foto: Tom Good, <a href="https://greenworkspc.com/ourwork/tanner-springs-park">https://greenworkspc.com/ourwork/tanner-springs-park</a> .....	34
Obrázek 23 - University of Oregon School of Architecture and Environment Students Laural Kadas and Joanna O'Connell.....	35
Obrázek 24 - Příklad skladby vegetační střechy extenzivní a intenzivní, Živé stavby © - Brožura 2019 firmy Liko S .....	36
Obrázek 25, Obrázek 26, Obrázek 27 – Budova DRN .....	38
Obrázek 28, Obrázek 29 - Brožura 2019 firmy Liko S .....	39
Obrázek 30, Obrázek 31, Obrázek 32 - <a href="https://www.zivestavby.cz/cs/zelena-fasada">https://www.zivestavby.cz/cs/zelena-fasada</a> .....	41

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Druhy deště, prezentace VSCHT – Oblaky, srážky, měření srážek .....	18
Tabulka 2 – Propustnost povrchů, <a href="http://www.topin.cz">www.topin.cz</a> .....	23
Tabulka 3 - Příklad tabulky zápočtu zeleně z odůvodnění Z 2832/00, Příloha č. A — Metodická příloha k územnímu plánu.....	47