

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ TECHNICKÁ  
UNIVERZITA OSTRAVA**

**Hornicko – geologická fakulta**

Katedra environmentálního inženýrství

**MOŽNOSTI HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVÝMI VODAMI  
V MĚSTĚ OSTRAVA**

Bakalářská práce

**Autor:**

Pavλίna Gillová

**Vedoucí bakalářské práce:**

Ing. Drabinová Silvie, Ph.D.

**Ostrava 2019**

**VŠB – TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA**

**Faculty of Mining and Geology**

Department of Environmental Engineering

**RAIN WATER MANAGEMENT OPTIONS IN THE  
CITY OF OSTRAVA**

Bachelor thesis

**Author:**

Pavλίna Gillová

**Supervisor:**

Ing. Drabinová Silvie, Ph.D.

**Ostrava 2019**

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Hornicko-geologická fakulta

Katedra environmentálního inženýrství

# Zadání bakalářské práce

Student: **Pavína Gillová**

Studijní program: B2102 Nerostné suroviny

Studijní obor: 2102R006 Technologie a hospodaření s vodou

Téma: **Možností hospodaření s dešťovými vodami v městě Ostrava**  
**Rain water management options in the City of Ostrava**

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod a cíl
2. Srážkové vody - základní charakteristika
3. Současný stav hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území
4. Adaptační strategie
5. Přírodě blízká opatření
6. Příklady HDV ve stávající zástavbě města Ostravy
7. Technické možnosti zlepšení současného stavu
8. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

HLAVÍNEK, P., P. PRAX, J. KUBÍK. Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území. Brno, 2007, Ardec. ISBN 80-86020-55-X.

KREJČÍ, V. Odvodnění urbanizovaných území, NOEL 2000 s.r.o., Brno, 2002, 1. vyd., 562 stran, ISBN 80-86020-39-8.

HLAVÍNEK, P. a P. PRAX. Jak hospodařit s dešťovou na soukromém pozemku: prakticky rádce pro obnovu propustnosti povrchů a zasakování. 1.vyd. Praha: Pro Středisko ekologické výchovy. Lesy hl. m. Prahy vydal Ústav pro ekopolitiku ve spolupráci s Asociací pro vodu ČR a fakultu stavební ČVUT, 2009, 43 s. ISBN 978-80-87099-06-3.

VÍTEK, J., D. STRÁNSKÝ, I. KABELKOVÁ, V. BAREŠ, R. VÍTEK. Hospodaření s dešťovou vodou v ČR. Praha, 2015. 128 stran. ISBN 978-80-260-7815-9.

Časopisy VTEI

Adaptační strategie statutárního města Ostravy na dopady a rizika vyplývající ze změny klimatu

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Silvie Drabinová, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2018

Datum odevzdání: 30.04.2019



doc. Ing. Silvie Heviánková, Ph.D.

*vedoucí katedry*



prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c

*děkan fakulty*

Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu. Byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a §60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).

Souhlasím s tím, že jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.

Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution – NonCommercial - ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

Bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.

Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB - TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 30.4. 2019

Pavčina Gillová

## **PODĚKOVÁNÍ**

Touto cestou bych ráda poděkovala všem, kteří mi pomáhali s přípravou práce, nebo mě jakkoli podporovali během jejího vytváření. Zejména bych chtěla poděkovat vedoucí bakalářské práce, Ing. Silvii Drabinové Ph.D, za ochotu, spolupráci, čas a množství užitečných rad, které mi dala při konzultacích. Tyto rady mi byly nápomocny při zpracovávání mé bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině, která je mi velkou oporou po celou délku studia.

## ANOTACE

Téma mé bakalářské práce se zabývá možnostmi hospodaření s dešťovými vodami ve městě Ostrava. V úvodu je nastíněn důvod, proč je vlastně nutné zabývat se dešťovými vodami, a jsou stanoveny cíle práce. Bakalářská práce je zpracována rešeršně na různá témata, jako jsou srážkové vody, současný stav hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území a adaptační strategie. Hlavní částí mé práce tvoří pohled na přírodě blízká opatření a příklady HDV ve stávající zástavbě města Ostravy. Dále v rámci práce jsou zpracovány technické možnosti zlepšení současného stavu. V závěru práce je zhodnocení získaných údajů a poznatků.

**Klíčová slova:** dešťové vody, Ostrava, déšť, hospodaření s vodou, klima, sucho, retence

## Summary

The topic of my bachelor thesis deals with the possibilities of rainwater management in Ostrava. The introduction outlines the reason why it is actually necessary to deal with rainwater, and aims for work. The bachelor thesis is elaborated on various topics such as rainwater, current state of rainwater management in urbanized area and adaptation strategy. The main part of my work is a view of the nature-friendly measures and examples of HDV in the existing development of Ostrava. Furthermore, technical possibilities of improving the current state are elaborated. The conclusion of the thesis is an evaluation of obtained data and knowledge.

**Keywords:** rainwater, Ostrava, rain, water management, climate, drought, retention

## **OBSAH**

1	ÚVOD A CÍL PRÁCE .....	1
2	SRÁŽKOVÉ VODY-ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA .....	2
2.1	Srážkové vody .....	2
2.2	Kvalita srážkových vod .....	2
2.3	Znečištění v atmosférických srážkách .....	3
2.3.1	Kyselá dešť .....	4
2.4	Znečištění dešťové vody ze střech .....	4
2.4.1	Znečištění hromaděné na střechách .....	4
2.4.2	Znečištění dotykem dešťové vody z různými materiály .....	5
2.5	Znečištění z ulic a silnic .....	6
2.5.1	Doprava .....	6
2.5.2	Soli na vozovce .....	7
2.5.3	Ostatní znečištění .....	7
2.6	Legislativa pro hospodaření s dešťovými vodami .....	8
3	SOUČASNÝ STAV HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVÝMI VODAMI V URBANIZOVANÉM ÚZEMÍ.....	9
3.1	Urbanizované území.....	9
4	ADAPTAČNÍ STRATEGIE .....	11
4.1	Vliv změny klimatu na vodní režim v krajině a vodní hospodářství .....	11
4.2	Adaptační strategie města Ostravy .....	12
4.3	Srážky.....	12
4.3.1	Srážky Ostrava .....	13
4.4	Změna klimatu na území města Ostravy .....	15
5	PŘÍRODĚ BLÍZKÁ OPATŘENÍ .....	16



5.1	Přírodě blízké hospodaření se srážkovými vodami a jeho výhody .....	16
5.1.1	Přírodě blízké HDV má pro území řadu ekologických i ekonomických přínosů .....	17
5.2	Zdravá krajina města Ostravy .....	18
5.2.1	Rozvoj městské zeleně .....	18
5.2.2	Dostatek vody v krajině.....	19
5.3	Zelené střechy .....	19
5.3.1	Skladba zelené střechy .....	19
5.3.2	Šikmá zelená střecha .....	21
5.3.3	Plochá zelená střecha.....	21
5.4	Plošné vsakování .....	23
5.5	Vsakovací průlehy.....	24
5.6	Vsakovací rýhy.....	25
5.7	Uspořádání ulic .....	26
5.8	Využití dešťové vody .....	27
5.9	Přehled zařízení k HDV .....	30
6	PŘÍKLADY HDV VE STÁVAJÍCÍ ZÁSTAVBĚ MĚSTA OSTRAVY .....	31
6.1	Plány města Ostravy.....	31
6.2	Vznikající projekty v Ostravě .....	33
6.3	Střešní zahrada Svět techniky STC Ostrava dolní oblast Vítkovice .....	33
6.4	Střešní zahrada na administrativní budově firmy TRANSL, v.o.s. ....	35
6.5	Zatravněné plochy .....	36
6.6	Propustná dlažba .....	37
6.7	Vsakovací rýhy.....	38
6.8	Vegetační tramvajové pásy .....	39

7	Technické možnosti zlepšení současného stavu .....	40
7.1	Možná vznikající zlepšení.....	40
7.2	Domov pro seniory Hulváky.....	40
7.3	Cingrův sad .....	41
7.4	Smetanův sad v Mariánských Horách.....	42
7.5	Pustkovecké údolí .....	42
7.6	Retence vody u sportovní haly Ostrava – Třebovice .....	43
	ZÁVĚR .....	45
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	46
	SEZNAM OBRÁZKU.....	51
	SEZNAM TABULEK .....	53
	SEZNAM ROVNIC.....	54

## 1 ÚVOD A CÍL PRÁCE

Hospodaření s dešťovými vodami začíná být velmi diskutovaným tématem a řeší se jak v urbanizovaných územích, tak i v rodinných domech. Momentálně se můžeme potkat s technickými a legislativními problémy, kdy se rozhoduje mezi ekonomickou a technickou stránkou, odvádění dešťových vod. Ve velké míře u nás převládá klasické odvádění srážkových vod, a to ve formě rychlého odvádění povrchových vod, z urbanizovaného území pomocí trubního systému jednotné kanalizace. Tento fakt přináší z dlouhodobého pohledu značný problém, z důvodu lokálního zasakování a množství splachů, které se dostanou na čistírnu odpadních vod.

Tento problém nakládání a využívání srážkových vod je kontinuálně řešen od konce 80. let do současnosti. Jedná se nám především o lokální zasakování a zadržení vody v krajině a v urbanizovaném území. Jelikož se stále rozvíjí plocha zástavby a množství zpevněných ploch, hledáme možné alternativy pro využití dešťové vody. Je obecně známo, že je Česká republika nazývána střechou Evropy. Veškeré naše hlavní povodí odtékají pryč, jedná se o Povodí Labe, kde řeka Labe pramení v Krkonoších a ústí do Severního moře. Povodí Moravy, kde řeka Morava pramení na Kralickém Sněžníku a ústí do Černého moře. Povodí Odry, kde řeka Odra tvoří páteř Slezska a pramení v Oderských vrchách a ústí do Baltského moře.

Z tohoto důvodu je retence dešťové vody na našem území velmi důležitá.

V dnešní době se začíná tedy na dešťovou vodu pohlížet jinak. Z pohledu České republiky je to celkem nový náhled na toto řešení městského odvodňování. Začínají se zavádět moderní a alternativní způsoby. Ve městě Ostrava je zatím ve velké míře dešťová voda sváděna jednotnou stokovou sítí, pro to je tedy na čase zamyslet se nad možnými alternativami.

Cílem této práce je zabývat se možnými alternativami a moderním řešením zasakování a efektivního využití dešťové vody v městě Ostrava. Pohled na přírodě blízká opatření v této problematice a následný popis vznikajících projektů města Ostravy.

## **2 SRÁŽKOVÉ VODY-ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA**

V dnešní době se ve velké míře potýkáme s problémem globálního oteplování, tato skutečnost sebou nese vyskytující se sucho, anebo další extrém v podobě přívalových srážek. I přesto že je voda obnovitelný zdroj, je jí díky suchu stále méně a je tedy důležité s ní šetřit. Rostoucí ceny pitné vody, vedou k jiným alternativám, například k využití dešťové vody. Z hospodářského hlediska, je nevhodné používání pitné vody na zalévání zahrady, mytí auta dále také napouštění bazénu. Používání pitné vody pro účely zalévání, mytí aut, je na mnoha místech České republiky (Středočeský, Královéhradecký, Pardubický, Brněnský kraj) především v suchých a letních měsících zakázáno. Naši snahou je tedy co nejvíce využít srážkovou vodu, která je k získání zdarma. [1]

### **2.1 Srážkové vody**

V atmosféře se tvoří srážky z vodní páry, ty se v meteorologii definují buď jako voda v pevném skupenství nebo voda v kapalném skupenství. Oblačnost je formována do kapiček nebo ledových krystalků. Velikost oblačných částic je velmi malá, vede tedy k tomu, že se ve vzduchu vznášejí. Při nasycení oblačnosti do rozměru, kdy už není možné dalšího vzestupu pomocí vzestupných proudů, začnou se částice vypouštět v podobě deště. Tyto srážky nazýváme jako déšť, mrholení a rosa. Dalším jevem je tzv. koagulace ta je složena z vodních kapiček a také z ledových krystalků, které narůstají daleko rychleji, v tomto případě se jedná o srážky smíšené a tuhé jako je mrznoucí déšť, kroupy a sníh ty jsou k zemi spouštěny vertikálně a měřeny srážkoměrem. Jinovatka se usazuje na předmětech stejně jako rosa. [2]

### **2.2 Kvalita srážkových vod**

Dešťová voda by se dala prakticky považovat za vodu destilovanou. Jelikož vzniká odpařováním vody ze zemského povrchu, a tím tvoří dešťové mraky. Její kvalita je, ale ovlivněna průchodem přes atmosféru, kde dochází ke kontaktu s jednotlivými chemickými látkami. Ve vzduchu je dále obsaženo  $\text{CO}_2$ , které mimo jiné ovlivňuje pH dešťové vody, které je obvykle (pH: 5,6) mírně kyselé. [3] [4]

### **Příčiny znečištění:**

- Voda prochází atmosférou, která je plná rozpuštěných a nerozpuštěných látek.
- Nahromaděný prach, či jiné znečištění z vysušených povrchů. Je spláchnuto dešťovou vodou.
- Dotyk vody s povrchem budov, silnic a všech ploch s jednotlivých materiálů (Obrázek č.1). [3]

Jednotlivé znečištění a jeho míra v dešťovém odtoku závisí na délce bezdeštného období, dále také na vydatnosti atmosférických srážek a objemu dešťového odtoku. Míra znehodnocení vody závisí na druhu a stavu materiálu. Tyto materiály mohou být ovlivněny mrazem nebo slunečním svitem a po dopadu deště se mohou uvolňovat například částičky krytiny střech. Ze střech se tedy uvolňují například drobné částičky materiálu, trus ptáku, dále se také může jednat i o pesticidy z rostlin. [4]



**Obrázek 1: Střešní krytina s dešťovým svodem, Komunikace s dešťovým odtokem [foto: Gillová, 2018]**

Pozorujeme zde efekt prvního splachu, ten spočívá v tom, že veškeré nečistoty nahromaděná za dobu suchého období jsou spláchnuty asi prvními 1-3 mm srážek.

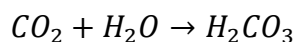
### **2.3 Znečištění v atmosférických srážkách**

Možnou příčinou znečištění dešťového odtoku převážně v urbanizovaném území zapříčiňují látky vyskytující se v atmosféře. Při pádu srážek na zem dochází k vymývání

látkového znečištění v ovzduší, tímto způsobem dochází k čištění atmosféry. Můžeme tedy říci, že dešťová voda na sebe nabaluje znečištění jako například běžné složky země, tedy erozi půdy, mořské soli a dále antropogenní znečištění v podobě kouřových plynů nebo dopravou. Toto znečištění se přenáší na velké vzdálenosti, proto můžeme v dešťové vodě najít znečištění z velké dálky, ale také místní znečištění. [3] [5]

### 2.3.1 Kyselé deště

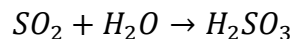
V dnešní době se potýkáme s kyselými dešti, které způsobují mnoho problémů. V dešťových kapkách se rozpouští  $CO_2$  podle příslušné rovnice:



(Rovnice 1)

Takto vzniklá kyselina uhličitá ( $H_2CO_3$ ) je slabá kyselina, a tedy způsobuje i v neznečištěném ovzduší mírné okyselení dešťové vody. Tento fakt nepovažujeme za zdroj znečištění, je to přirozený děj a změna pH je nepatrná. [6]

Značnějším problémem je rozpuštění oxidů síry v kapkách deště. Z oxidu siřičitého tedy vznikne kyselina siřičitá dle rovnice:



(Rovnice 2)

Sopečné plyny mohou být jedním z přirozených zdrojů oxidu siřičitého. Na našem území, dochází k znečištění, především vznikem vedlejšího produktu při spalování fosilních paliv. [6]

## 2.4 Znečištění dešťové vody ze střech

V dnešní době nás především zajímá látkové složení dešťového odtoku ze střech, jelikož je nejvhodnější k následnému použití. [3]

### 2.4.1 Znečištění hromaděné na střechách

Jediná očista střech je díky dešťové vodě. Tato voda tedy obsahuje velký podíl rozpuštěných látek například v podobě ( $CO_2$  a  $SO_2$ ) v mnoha případech se na střechách vyskytuje i organické znečištění (Tabulka č.1) jeho množství je proměnlivé, jedná se například o pyly, klacíky, ptačí trus, listí, a také choroboplodné zárodky. Ovšem toto

znečištění je při zodpovědném zacházení s takto získanou dešťovou vodou zdraví neškodné. Proto se snažíme o maximální využití těchto odtoků ze střech, pro její zpětné využití. [3]

**Tabulka 1: Požadavky na složení dešťové vody ze střech [4]**

Druh znečištění	Požadavky na složení dešťové vody			
	závlahy	úklid	WC	Praní prádla
Nerozpuštěné látky	Inertní NL jsou neškodné	Při vyšších koncentracích nevhodné	Zpravidla bez významu	Zpravidla nutná úprava (filtrace)
Organické látky	Inertní a lehce odbouratelné jsou neškodné	Zpravidla bez významu		V obvyklých koncentracích bez významu
Těžké kovy	Nebezpečí akumulace v půdní vrstvě			
Pesticidy	Ohrožení rostlin a půdních organismů			
Mikroorganismy	Zpravidla bez významného vlivu	Zpravidla bez významu	Zpravidla bez významného vlivu	Zpravidla bez významného vlivu
Barva				Nebezpečí obarvení
Zápach			Zpravidla bez významu	Zpravidla bez významu
Agresivita vody				Podle složení vody a typu pračky
Celkové posouzení	Dešťová voda je často vhodnější než voda pitná	Použití zpravidla bez omezení	Použití zpravidla bez omezení	V případě nadbytku dešťové vody a v kombinaci s pitnou vodou pro poslední fázi pracího procesu

#### 2.4.2 Znečištění dotykem dešťové vody z různými materiály

Dešťová voda je ovlivněna materiálem jednotlivých konstrukcí, po kterých stéká. Tyto konstrukce jsou například různé druhy střešních krytin a odpadních dešťových trub (Obrázek č.2). [3]

Předpisy pro povinné předčištění dešťového odtoku ze střech se odkazují na oborovou normu TNV 75 90 11 (Pro míru znečištění srážkových vod a jejich možnost předčištění pro zpětné využití či vypuštění). Tento předpis může ovlivnit výběr či náhradu materiálu s velkým obsahem znečišťujících látek, jako je měď nebo zinek. Nabízí se tedy náhrada za inertní materiály [3] [7]



Obrázek 2 :Střešní konstrukce, dešťové svody [foto: Gillová, 2018]

## 2.5 Znečištění z ulic a silnic

Toto znečištění může způsobit:

### 2.5.1 Doprava

Pozemní komunikace mohou být znečišťovány mnoha způsoby, především emisemi z výfukových plynů, degradací komunikace, pneumatik, brzd vozidel dále koroze vozidel, únik olejů, pohonných hmot, brzdové kapaliny, chladící kapaliny apod., můžeme zde zahrnout i posypové materiály a také materiály pro opravy silnic.

Tyto faktory pro znehodnocení kvality srážkového odtoku jsou ovlivněny hustotou dopravy, pravidelností čištění silnic a ulic, a také nákladní doprava. Toto znečištění můžou ovlivnit další faktory jako je odnos větrem, vliv znečištění ovzduší a výška obrubníku. [7]





Obrázek 3: Vozovka s kanalizační vpustí [foto: Gillová, 2018]

### 2.5.2 Soli na vozovce

V dešťových vodách se v zimních měsících objevuje navýšení chloridů, které je způsobeno aplikací soli na vozovky. Soli používané na posyp vozovek způsobují korozi vozidel, ale také korozi kovových částic na komunikacích a v okolí. Silnice, jsou posypovány také pevnými posypovými materiály jako je písek, škvára, popel a štěrk. Materiály tohoto druhu se rozkládají a drobné částice se tak dostávají i s chemickými látkami do dešťových vod. [3]

### 2.5.3 Ostatní znečištění

- **Odpadky:** Řidiči jsou velmi neukáznění a svou nezodpovědností ve velké míře přispívají k znečištění vozovek i okolních ploch svými odhozenými odpadky. [3]
- **Zvířata:** Množství zvířat uhynulých na silnicích i v jejich okolí může způsobovat infekce a nemoci. Bakteriální znečištění je způsobeno močí a výkaly zvířat na silnicích, chodnicích a okolních plochách. [3]
- **Rostliny:** Travní plochy v okolí vozovek jsou pravidelně udržovány a tím vzniká riziko mechanického ucpání splachu posekanou trávou nebo listím a zbytky dříví. [3]
- **Průmysl:** Zpracováváním chemických látek a surovin dochází k dalšímu druhu znečištění a to je tzv. průmyslové znečištění. Stavební práce mají také svůj podíl na nečistotách v odpadních vodách. [3]



Obrázek 4: Rostlinné znečištění [foto: Gillová, 2018]

## 2.6 Legislativa pro hospodaření s dešťovými vodami

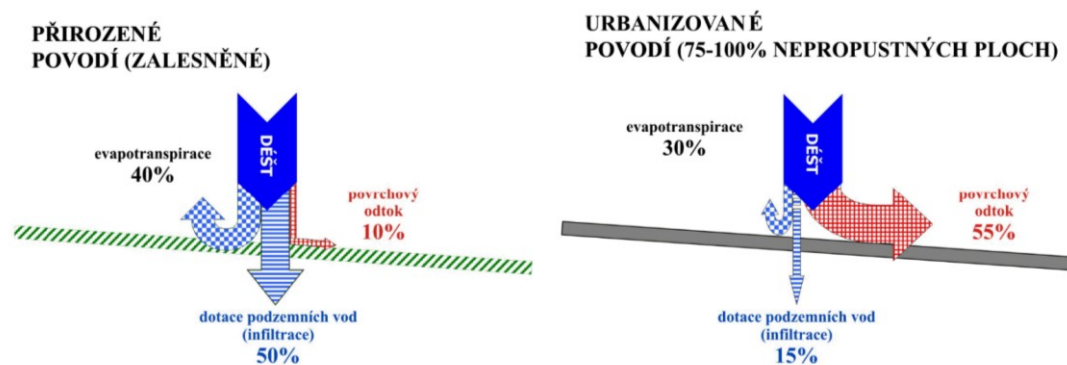
Pro nakládání s dešťovými vodami, vznikla platná koncepce zavedena základním legislativním předpisem v Zákoně o vodovodech a kanalizacích č. 274/2001 Sb. Tento zákon nařizuje nakládání se srážkovou vodou, přímo na pozemku pro všechny stavebníky, platí i pro případy rekonstrukce a změn užívání stavby. Tato legislativa neřeší stávající výstavbu, která je mnohem rozšířenější než vznikající novostavby, kterými se zabývá. [8]

Vyhláška č. 501/2006 Sb. ke stavebnímu zákonu se zabývá konkrétněji srážkovými vodami na pozemku a uvádí priority opatření HDV na pozemku novostavby. Upřednostňuje především jiná řešení, nejen vsakování srážkové vody. Uvádí například využití dešťové vody jako vody užitkové pro domy nebo vodu vhodnou pro zalévání. V případech, kdy není možné provést vsakování se musí přinejmenším instalovat retenční nádrž s regulovaným odtokem. Přesněji je řešeno ve Vyhlášce č. 501/2006 Sb., § 20 odst. (5) písm. C nebo Vyhláška 268/2009 Sb., § 6 odst. (4). [8]

### 3 SOUČASNÝ STAV HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVÝMI VODAMI V URBANIZOVANÉM ÚZEMÍ

Hlavním důvodem odvádění dešťových vod je zajištění komfortního stavu obyvatelstva, ochrana intravilánu před dešťovými srážkami a přebytečnou vodou. V minulosti se pro odvod dešťových vod používala jednotná stoková síť z důvodu rychlého odvodu dešťových i splaškových vod mimo město. Postupem času se tyto sítě oddělili na oddílné stokové systémy, tedy zvláště dešťová a splašková síť. V dnešní době se tyto metody odvádění stávají nedostatečné. A to z důvodu nadměrného růstu zpevněných ploch a množství staveb. Dalším ovlivňujícím faktorem může být změna klimatu. (Obrázek č.5) [9]

Změnou společenských a ekonomických podmínek z roku 1989 se urbanizace značně zrychlila. Projektanti sice začali počítat s návrhem hydraulické kapacity stokového systému již dříve, ale před desítkami let byla zcela jiná situace. V dnešní době je velký nárůst zpevněných ploch, s kterými se kdysi nepočítalo. [9]



Obrázek 5: Porovnání odtoku srážkových vod v přirozeném a urbanizovaném povodí [10]

#### 3.1 Urbanizované území

Tyto území jsou specifická velkým množstvím zpevněných ploch tedy plochy, které jsou nepropustné, jako například chodníky, komunikace, parkoviště a střechy. Tyto plochy mohou tvořit více než 70 % plochy městské aglomerace. Do podloží se tedy

infiltruje velmi malé množství dešťové vody. Přirozeným podmínkám neodpovídá ani množství výparu, které je velmi malé. [9] [10]

Značný rozdíl je u přirozeného vegetačního krytu, který je schopen infiltrovat kolem 50 % dešťových srážek dopadajících na tento povrch. Přitom více než polovina tohoto dopadu obohacuje podzemní vody a pouhých 10 % tvoří povrchový odtok. [9] [11]

Odvod dešťové vody z urbanizovaných povodí je odváděno dešťovými vpustmi a stokovou sítí, jedná se o větší část objemu dešťové vody, může ji tvořit až 55 % objemu dešťových srážek. Povrchový odtok v centrálních částech městské aglomerace, je způsoben velkou mírou zpevněných povrchů. Tímto je zaviněno urychlení povrchového odtoku a utlumení schopnosti transformace tedy snížení kulminačních průtoků. [9]

Ve velkých městech může docházet k narušení energetického režimu, jelikož změna přirozeného hydrologického režimu ohrožuje životní prostředí. Při dopadu sluneční energie na vegetaci oslabenou o nedostatečnou zásobu vody, nemůže provádět přirozený cyklus přeměny energie pro výdej vody rostlinou (transpiraci), ke které dochází u vodou dobře zásobené vegetace. Tímto zeleň ztrácí funkci nejlevnějšího a nejúčinnějšího klimatického zařízení pro kvalitnější život v městských oblastech. [9]

Z velké většiny dosavadních staveb jsme dešťovou vodu odváděli nejkratší cestou do recipientu, a to buď do kanalizace nebo přímo do vodního toku. Dešťová voda, je tedy vnímána jako problém a chceme se jí rychle zbavit. Tento fakt je hlavním nedostatkem této metody. [9] [12]

Jakýkoliv zásah do přirozeného stavu v území, jak novou výstavbou nebo budováním zpevněných ploch nese problém, kam s dešťovou vodou. Musíme si uvědomit, že tam původně voda volně zasakovala a nyní ji bude bránit střecha a zpevněné plochy. V mnoha zemích světa zahrnuje tento problém termín „Low Impact Development“, v překladu tento termín znamená „snahu řešit výstavbu s ohledem na minimalizaci vlivů stavby na okolní prostředí“. Tento trend se bohužel u nás ještě neprojevuje v plné míře, a tak stále můžeme vidět zastavovat velké plochy nepropustnými materiály. [13]

## 4 ADAPTAČNÍ STRATEGIE

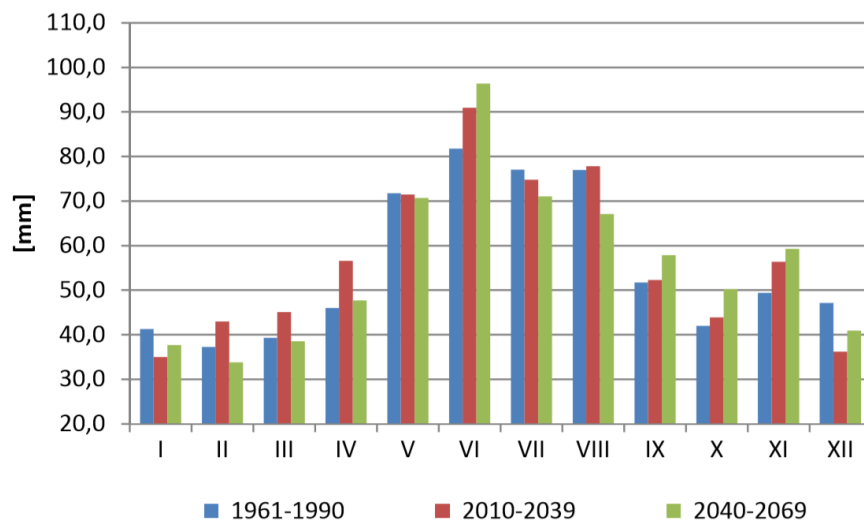
Lidskou činností a postupem času se mění přirozené klima, jedná se o dlouhodobé změny. Jednotlivé vlivy na klimatické změny nelze jednoduše odlišit, může se jednat o přirozenou nebo antropogenní složku. Řešíme tedy adaptační opatření, tyto opatření mají vést k přizpůsobení přírodního nebo antropogenního systému a předcházet dopadům změn klima na přírodu. Potenciál pro zmírnění dopadu na klima záleží na úspěšné adaptaci takto provedené úpravy. [14]

Vede k zvýšení odolnosti vůči dopadu změn klimatu bez ohrožení kvalit životního prostředí a nezastavuje společenský a ekonomický potenciál. Můžeme tedy říct, že se jedná o klima, které můžeme předpokládat, a tedy se mu následovně přizpůsobit a předejít nežádoucím účinkům. Ve společnosti adaptace předchází škodám nebo se snaží o její zmírnění. [14]

Lidský zásah může být někdy užitečný a zjednodušit adaptaci na očekávané klima v přírodních systémech. Může nastat i případ, kdy nesprávně provedená adaptace způsobí negativní následky. Jedno z možných rizik je nesprávné provedení protipovodňové ochrany z důvodu jejího předimenzování, důsledkem je větší riziko zatopení níže položené oblasti. Jeden z pozitivních vlivů adaptace je opatření proti vodní erozi. Jde o zpomalení povrchového odtoku vody z krajiny. Toto opatření nás chrání před účinkem povodní a také účinně chrání půdu břehů. Další plus je zadržování vody v krajině, které podporuje zásoby podzemní vody, a tedy i příznivě ovlivňuje lokální klima. [14]

### 4.1 Vliv změny klimatu na vodní režim v krajině a vodní hospodářství

Vývoj změny klimatu se zaznamenává a vyhodnocuje z dostupných výsledků nebo uměle modelovaných situací na vodohospodářství nebo vodní režim krajiny. Narůstající evapotranspirace je ovlivněna postupným nárůstem teplot o 1,7 až 2,8 °C do roku 2050. Ovšem základním faktorem pro výpar z povodí je množství srážek na něj dopadající (Obrázek č.6). Evapotranspirace ovlivňuje přirozené ochlazování vzduchu v případě, kdy nebude dostatečná zásoba podzemní vody dojde k oslabení této přirozené funkce. Tento proces vede k možným ohrožením krajiny v podobě vzniku lesních požárů a výskytu horských vln. Atmosféra díky suchu a vyšším teplotám nedokáže pojmout či udržet velké množství vody. Tento fakt může zapříčinit srážkové extrémy. [14]



Obrázek 6: Průměrný měsíční úhrn srážek na území ČR v referenčním období 1961–1990 a ve scénářových obdobích 2010–2039 a 2040–2069 [14]

## 4.2 Adaptační strategie města Ostravy

V české republice je zatím málo měst, které by měly zpracovanou Adaptační strategii. Ostrava patří k prvním městům, které má tuto Adaptační strategii na dopady a rizika mají vypracovanou. Odvíjí se od změn klimatu a navazuje na již vzniklé aktivity a projekty. Takto vznikající Adaptační strategie je primární aktivitou Strategického plánu rozvoje města Ostravy pro časovou etapu od roku 2017 až 2023, její vývoj se začal zpracovávat od roku 2016. K tomuto řešení přispěli odborníci z akademické sféry Ostravské univerzity v Ostravě za pomoci dalších odborných pracovišť Akademie věd České republiky, Českého hydrometeorologického ústavu atd. [15]

## 4.3 Srážky

V 19. století nebyl zaznamenán pokles ročních srážek, tento trend se dostavil až od padesátých let 20. století, kdy zaznamenáváme mírný pokles ročních srážek. Zaznamenáváme proměnlivost srážkových úhrnů během roku, kdy jednotlivé hodnoty zaznamenává škála od 300 mm a až po 600 mm. Jednotlivé roční úhrny zaznamenané v čase pro Českou republiku mezi lety 1961-2010 bylo 677 mm. Jeden z nejvyšších roků na srážky byl rok 2002, kdy celkový úhrn srážek pro Českou republiku činil 855 mm, ovšem rok 2003 byl nejchudší na srážky pouze 505 mm. Bohužel nelze jasně říct, jak se bude situace nadále vyvíjet. Je pravděpodobné, že bude docházet ke kolísání dokonce až

k poklesu srážek. Z pohledu jednotlivých ročních období je možný vývoj srážek následující. V jarních měsících můžeme čekat mírné zvýšení srážek od 2 do 16 %, ovšem v letních měsících se dá očekávat pokles srážek. V podzimních měsících se budou srážky lišit s ohledem na lokalitu, tím se nedá určit pokles či nárůst. Zimní měsíce pravděpodobně přinesou pokles srážek. [16]

#### **4.3.1 Srážky Ostrava**

Pro statutární město Ostrava je předpokládán následující vývoj průměrných ročních srážek. Podle předpokládaného vývoje uvedeného v grafu (Obrázek č.7) není očekávaný nadměrný výkyv srážek. Můžeme, ale očekávat úbytek srážek ke konci století. Mírný nárůst průměrných ročních srážek můžeme očekávat v následujících letech. Z grafu je taky patrná nerovnoměrnost srážek za jednotlivý časový úsek. [16]

Vývoj srážek v jednotlivých měsících a částech roku je jasnější. Například srážky od prosince do března, tedy zimní srážky se nebudou nijak zásadně měnit do konce 21. století, z pohledu kvantity, ale z pohledu zvyšujících se teplot ubude srážek sněhových a nahradí je srážky dešťové. Nárůst srážek očekáváme od dubna do června, kdy nastává období jarních srážek, stejný trend se očekává od října do listopadu, kdy nastává podzimní období. Ovšem ani toto nemůžeme říct s jasnou přesností. Můžeme očekávat mírný pokles srážek, ke konci století, ale v období do roku 2070 budou srážky přibývat přibližně o 30 % na rozdíl od období 1961-2008. V letních měsících očekáváme značný pokles srážek. V srpnu se tento úbytek projeví až o 40 % ovšem v červenci a září je očekávána stagnace nebo slabý nárůst srážek pro následující dvě období. Až v posledním období očekáváme pokles na rozdíl od období 1961-2008. [16]

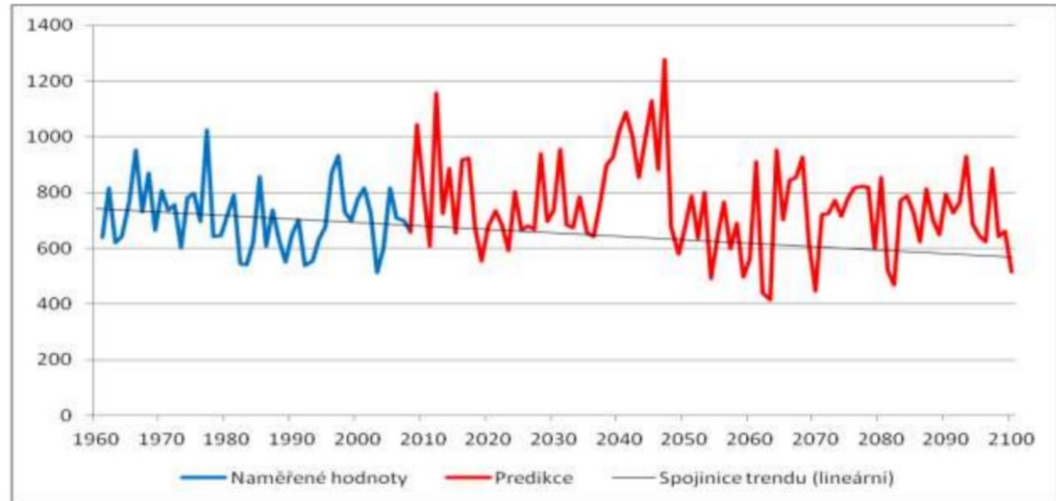
Tabulka 2: Predikce vývoje dalších charakteristik v Ostravě [16]

Další srážkové charakteristiky				
Charakteristika	1981–2010	2021–2040	2041–2060	2081–2100
<b>Průměrný úhrn srážek v létě (6-8) (mm)</b>	251–300	251–300	251–300	251–300
<b>Počet srážkových dní s úhrnem <math>\geq 5</math> mm (dny)</b>	41–45	36–40	36–40	36–40
<b>Počet srážkových dní s úhrnem <math>\geq 10</math> mm (dny)</b>	16–20	16–20	16–20	16–20
<b>Sněhová pokrývka nad 3 cm (dny/rok)</b>	41–50	21–30	21–30	11–20
<b>Sněhová pokrývka nad 30 cm (dny/rok)</b>	2–5	2–5	0–1	0–1
<b>Stres suchem v ornici<sup>8</sup> (dny/rok)</b>	6–10	6–15	6–15	11–20

Úbytek srážek se odráží na množství dní beze srážek (Tabulka č.2). Na Ostravsku se momentálně pohybují kolem 70-80 dní ročně, ovšem jejich nárůst se bude zvyšovat a na konci tohoto století bude u hranice 90-100 dní ročně. Srážkové extrémy lze pouze předpokládat, jedná se o přivalové srážky a na ně navazující povodně. Jednotlivé modelové situace nejsou pro město Ostrava provedeny. [16]

Vznikající změny klimatu, sebou nesou vyšší teploty a nižší srážky v letních měsících. Očekáváme proto nežádoucí dopady. Nárůst sucha a jeho intenzita ovlivní řadu vodních zdrojů a dojde ke snížení průtoků vodních toků. Ovlivnění suchem se odráží i na dodávkách vody v průmyslových a zemědělských oblastech. V závislosti na suchu v krajině hrozí výskyt požárů a další vznikající rizika. [16]





Obrázek 7: Pozorované a predikované průměrné roční srážky v Ostravě (mm) v období 1961-2100 [16]

#### 4.4 Změna klimatu na území města Ostravy

Očekáváme nárůst teplot o přibližně 0,8 °C do roku 2039, dále o 1,7 °C do roku 2069 a o 2,8 °C do roku 2100 vzhledem na předchozí období od roku 1961 po rok 2009. [16]

## **5 PŘÍRODĚ BLÍZKÁ OPATŘENÍ**

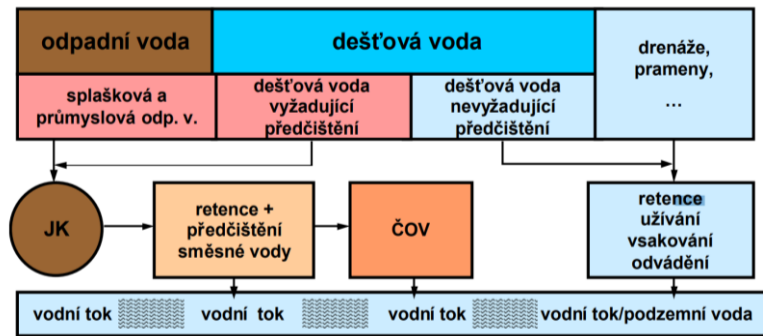
Technická opatření z pohledu vodohospodářského řešení pro území České republiky nebyla vždy volena s ohledem na přírodu, a tak mohla způsobit mnohé nežádoucí vodohospodářské problémy na délce toku, a vést k nesplnění ekologických požadavků. Dochází i k nesplnění požadavků Rámcové směrnice o vodách 2000/60/ES pro dosažení dobrého stavu vod. Přírodě blízkými opatřeními se začalo zabývat ministerstvo životního prostředí, a to se záměrem zlepšení ekologického stavu a funkce krajiny. [17]

### **5.1 Přírodě blízké hospodaření se srážkovými vodami a jeho výhody**

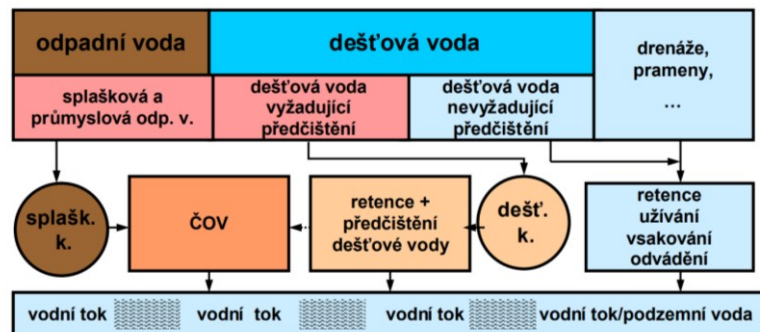
Jde nám především o správné pojetí přírodě blízkého hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaných částech povodí. Maximalizovat a kopírovat přirozené odtokové charakteristiky příslušného území před urbanizací. Principem hospodaření s dešťovými vodami je návrat dešťové vody do přirozeného koloběhu vody v místě jeho vzniku, jedná se o decentralizovaný způsob odvodnění. [18]

Můžeme říct, že přírodě blízká opatření jsou veškerá opatření, která vedou k návratu srážek do lokálního koloběhu vody, tedy podporují lokální výpar, vsakování a pomalý odtok vody z území. Z obecného hlediska se dá říct, že veškeré způsoby přispívající alespoň částečně k zachování přirozeného koloběhu vody, jsou prospěšné, k ochraně vodních toků, v podobě využívání dešťových vod, regulovaných odtoků do stokové sítě a jejich akumulací. Pro využití dešťových vod je důležité jejich rozdělení na mírně znečištěné a znečištěné vody. [19]

V případě velkého znečištění dešťových vod je nutné jejich předčištění, v případě jednotné kanalizační sítě se svádí vody na ČOV (Obrázek č.8), u modifikované oddílné kanalizace jsou instalována zařízení na její předčištění (Obrázek č.9). Odtok dešťové vody vhodný pro následovné použití je ze střech, málo frekventovaných komunikací a parkovišť. [18]



Obrázek 8: Modifikovaná jednotná kanalizace (JK) [18]



Obrázek 9: Modifikovaná oddílná kanalizace [18]

### 5.1.1 Přírodě blízké HDV má pro území řadu ekologických i ekonomických přínosů

- Díky vsakováním dešťových vod nebo jejich zadržení dochází ke snížení objemu odtoku povrchových vod do kanalizace a tímto se snižuje hydraulické a látkové zatížení jednotlivých toků.
- Pomocí zasakování, v okolí toků jsou v období sucha obohacovány okolní podzemní vody.
- Díky zasakování je možné navrhovat menší profily potrubí a snížit zátěž na ČOV.
- Zmenšení objemu dešťových vod na ČOV je čištění odpadních vod mnohem účinnější.
- V urbanizovaných oblastech se díky zadržené vodě zvýší výpar a tím je zlepšeno i mikroklima.

- Většina zařízení pro hospodaření s dešťovými vodami tvoří estetický přínos pro města, jelikož jsou součástí městské zeleně.
- Dešťová voda využívána v domácnostech jako voda užitková tedy pro WC, mytí, závlahu a úklid šetří zbytečně velkou spotřebu pitné vody. [18]

## 5.2 Zdravá krajina města Ostravy

Dle možných předpovědí se v blízké budoucnosti bude vyskytovat meteorologické a hydrologické sucho. Tento fakt přinese změnu vodní bilance, a tak bude nutné provést opatření pro zadržení vody v krajině, aby nedošlo vyschnutí toků s malým objemem vody. Při dlouhotrvajícím suchu mohou být ovlivněny i vodní toky, které zásobují průmyslovou výrobu a tím vzniká ohrožení i jejich výroby. Pokles podzemních vod bude znatelný v místech s nadměrným množstvím zpevněných ploch a v městských zástavbách. [19]

Postupnou snahou města Ostravy je podpora ekologické stability krajiny v podobě vzájemného propojování stávající zeleně, vodních prvků a zlepšování stavu přírodě blízkých stanovišť. Výkyvy počasí a vlny sucha mnohem lépe zvládá zdravá krajina která je ekologicky stabilní. Bleskové povodně jsou rizikem klimatických změn, jedná se o přívalové srážky s velkou intenzitou. Při nedostatečné ochraně půdy, způsobí intenzivní srážky její erozi. Jedná se nám tedy o ochranu proti erozi půdy a vznik protipovodňových opatření. Především je snaha většiny měst zajistit vyváženou kombinaci technických a přírodě blízkých opatření, aby byl co nejmenší negativní dopad. Zapojeno je i město Ostrava, snaží se o vznik rekreačních funkcí s ohledem na přírodu například využívání vodních toků obyvateli. [19]

### 5.2.1 Rozvoj městské zeleně

Řadu příznivých služeb nám přináší vodní prvky, můžeme je nazvat jako modrou infrastrukturu, dále propojenou s městskou zelení, kterou označujeme jako zelenou infrastrukturu. Jejich propojením dochází ke zpříjemnění prostředí města, jelikož dochází ke zvýšení retence vody a snížení nežádoucích tepelných ostrovů. Zdůraznit je třeba městskou zeleně, její funkce totiž plní přirozenou klimatizační schopnost. Tato schopnost je mnohem vyšší než technické klimatizace až o 3,5 kát vyšší výkon než zařízení v domácnostech. Příznivý vliv stromů je v odrážení slunečního záření a tvorbou příjemného stínu v horkých dnech. Základní funkcí zeleně je ve vyrovnávání

hydrologického režimu, a tedy dochází k zpomalení povrchového odtoku a předčišťování dešťové vody před dopadem na zem. Tvoří přirozený domov pro velké množství živočichů, dále napomáhá k zachytávání prachu a snižuje množství hluku. Je proto velmi důležité zeleň zařadit do města ve velké míře. [20]

### **5.2.2 Dostatek vody v krajině**

Jelikož se postupem času schopnost retence snižuje, jak v městských oblastech, tak v krajině. Je nutné tento problém řešit nebo mu předcházet, příčinou je velmi často nevhodná úprava vodních toků, hospodaření se zemědělskou půdou, rozšiřování zástavby a zpeňování ploch. Vlivem klimatických změn se město Ostrava snaží o zlepšení hospodaření s pitnou vodou, také s dešťovými a odpadními vodami. Dále případy bleskových povodní a opačný extrém v podobě extrémního sucha. Snahou města Ostravy je předcházet rizikům a jejich dopadů na město. Podporuje proto opatření pro zadržení vody v krajině pomocí přirozeného zdržení vod. Díky tomuto zpomalení povrchového odtoku vody, zabezpečí nezbytné zásoby podzemních vod. [21]

## **5.3 Zelené střechy**

V dnešní době, zabíráme stavbami stále více místa, tímto způsobem se zbavujeme přirozených zelených ploch. Tento fakt je alarmující a mnohdy je vegetace velmi málo. Zelené střechy obohacují přírodu a navracejí ji alespoň část zelené vegetace. Zároveň nám zelené střechy nabízí velké množství výhod, například v podobě tepelné izolace. Kvalitně provedená pokládka prodlužuje životnost hydroizolace, protože nepodléhá UV záření a není jim degradována. Přitom můžeme říct, že zelené střechy vznikly dávno v minulosti, například první zelená střecha v České republice vznikla již v roce 1911 na střeše konírny zámku v Lipníku nad Bečvou. [22] [23]

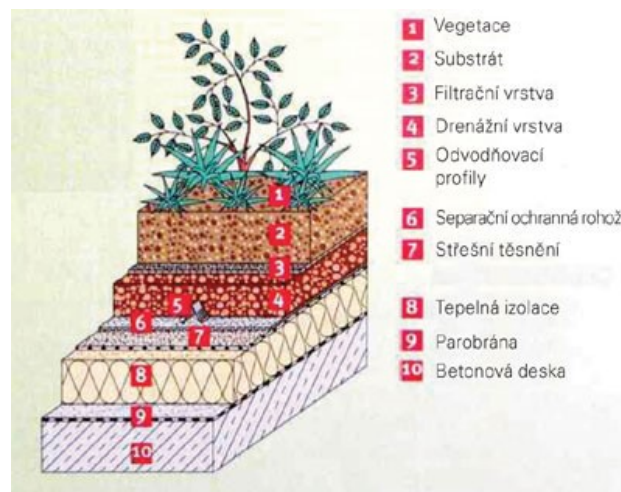
### **5.3.1 Skladba zelené střechy**

Dle druhu střechy volíme jednotlivé zeminy. Pro intenzivní střechy jsou voleny hutnější zeminy, naopak pro extenzivní zelené střechy jsou vybírány lehčí typy zemin. Vhodným namícháním zeminy přímo v zahradnictvích lze dosáhnout maximální efektivity, protože zemina splňuje požadované poměry dle vybraných rostlin k vysazování. V případě intenzivních zelených střech se nemusíme obávat sání zeminy, jelikož je výška substrátu

od 500 mm až nad 2 m. Tyto střechy obsahují stromy a keře, které stabilizují zeminu proti sání větrem. Především musíme u těchto střech dbát na statiku. Zemina je těžká sama o sobě a v plně nasáklém stavu, ještě nabývá na hmotnosti, z tohoto důvodu je každá chyba ve výpočtu statika či stavebníka při výstavbě dramatická. [23]

Postup shora dolů:

- Vegetační vrstva.
- Substrát (výška dle použitých rostlin).
- Filtrační vrstva (geotextílie 500 g/m<sup>2</sup>)
- Hydroakumulační a drenážní vrstva.
- Separační vrstva (geotextílie 300 g/m<sup>2</sup>) není nutné
- Hydroizolace
- Separační vrstva (geotextílie 300 g/m<sup>2</sup>)
- Tepelná izolace EPS 200 S (ideálně alespoň 200 mm = 2x 100 mm) lepeny k podkladu
- Hydroizolace nataven na penetrovaný podklad
- Betonová nosná konstrukce [23]



Obrázek 10: Skladba zelené ploché střechy [23]

### 5.3.2 Šikmá zelená střecha

Šikmá zelená střecha byla použita již před 1000 lety Vikingy, je tedy prapůvodcem zelených střech. Její uplatnění je především pro osvěžení pohledové plochy a splnění zeleného koeficientu v místech, kde je nutné zachovat architektonický ráz lokální zástavby. Z důvodu ztížené údržby díky sklonu, je šikmá zelená střecha nepochozí, většinou extenzivní. Díky sklonu je zde zrychlený odtok vody a snížená vodoakumulační schopnost, jelikož má oproti ploché střeše menší vrstvu substrátu. I přes větší sklon je schopna zachovat veškeré přednosti zelených střech. Pro předcházení problému uvolnění substrátu a následné opravy střechy, je nutné ji zajistit vhodnou volbou zádržného systému. Při dodržení konstrukčních postupů je funkce šikmé střechy stejná, jako plochá střecha i přes její složitější výstavbu a možné vyšší náklady. [25]



Obrázek 11: Šikmá zelená střecha [26]

### 5.3.3 Plochá zelená střecha

Pro velké množství budov je vhodná klasická varianta ploché zelené střechy. Naplňuje široké množství využití, které nabízí místa pro rekreaci, může tvořit veřejné parky a ve velké míře tvořit pohledové plochy. Dělíme ji na extenzivní a intenzivní zelené střechy. [27]

- **Extenzivní zelená střecha**

Předností je jednoduchost a nízká pořizovací cena, tím dostala velkou oblibu mezi zelenými střechami v celé České republice. Tato zelená střecha v extenzivní úpravě je osazena suchomilnou vegetací typu rozchodníků. Vyžadují nízké nároky na údržbu dále taky různé druhy trav a bylin se schopností růst v substrátu o malé mocnosti od 15 cm.

Tato střecha je díky malé tloušťce substrátu a vegetace, ve svém plně nasyceném stavu a nejvyšší hmotnosti vhodná i pro dřevostavby, konstrukce s omezenou nosností, pergoly a zahradní domky. [28]



Obrázek 12: Extenzivní zelená střecha [28]

- **Intenzivní zelená střecha**

Tento druh intenzivní zelené střechy zahrnuje spoustu výhod a splňuje i pastvu pro oči. Při jejím kvalitním provedení se její plocha může využít jako zahrada či park. Pro udržení zeleně na intenzivní střeše je nutné instalovat závlahový systém a jednotlivou vegetaci v podobě trávníků, keřů, trvalek a stromů průběžně udržovat. Mocnost zeminy volíme podle druhu a vlastností konstrukce, nebo dle požadované vegetace, její výška se může pohybovat od 15 cm až do výšky přes 1 m. Je důležité v projektu počítat s retenční schopností vody, jelikož mocnost zeminy je vysoká má tedy velkou hmotnost. Je vhodné pro tyto střechy volit závlahu pomocí dešťových retenčních nádrží, protože je nutné ji pravidelně zavlažovat. [29]



Obrázek 13: Intenzivní zelená střecha [29]

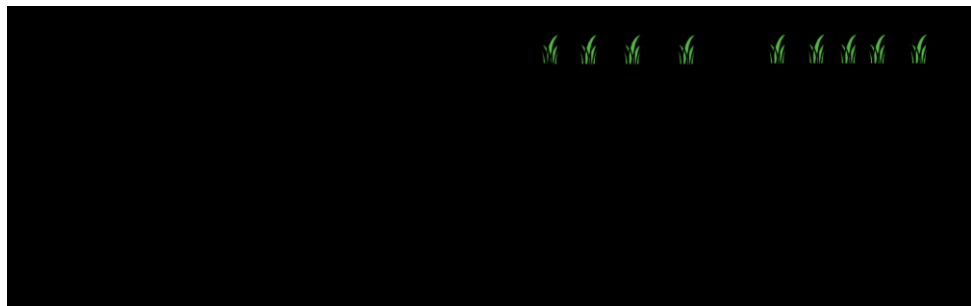


## 5.4 Plošné vsakování

Pro plošné vsakování je důležitý propustný materiál, který nezadrží dešťovou vodu. Dále je pro plošný odtok nutné, aby schopnost vsakování půdy převýšila očekávaný dešťový odtok. Jelikož krycí vrstvy mají často nízkou hydraulickou propustnost, je zvýšený požadavek na zasakovací plochu. V případě nedostatečného vsakování je nutné provést drenáž. V případě zasakování přes půdu a vegetaci, je hlavní výhodou předčištění dešťové vody. Díky zemině dochází k odbourání či zachycení některých nežádoucích látek. [3]

Jsou možné tyto varianty vsakování:

- Travnaté plochy
- Zatravněné štěrkové plochy
- Zatravněovací tvárnice
- Propustné dlažby
- Propustný asfalt (beton)



Obrázek 14: Možnosti plošného vsakování: a) propustná dlažba, b) štěrková plocha, c) zatravněovací tvárnice, d) travnaté plochy [3]

Tyto druhy plošného vsakování jsou vhodné především pro cesty v parcích, náměstích, sportovní areály, plochy dvorů, cesty k obytným domům. [3]

V mnoha případech je volena kombinace různých povrchů pro plošné vsakování. Takto provedené zpevnění plochy, je většinou využito v místech, kde je možná kombinace zpevněné a nezpevněné plochy, především pro parkoviště, parky, sportovní areály, příjezdové cesty apod. [3]

Propustné plochy jsou, ale často přeceňovány. Jejich systém je dimenzován převážně na přívalové srážky. Při dlouhotrvajících deštích je jejich absorpční schopnost nedostatečná, a proto je vhodné ji doplnit o průlehy. [30]



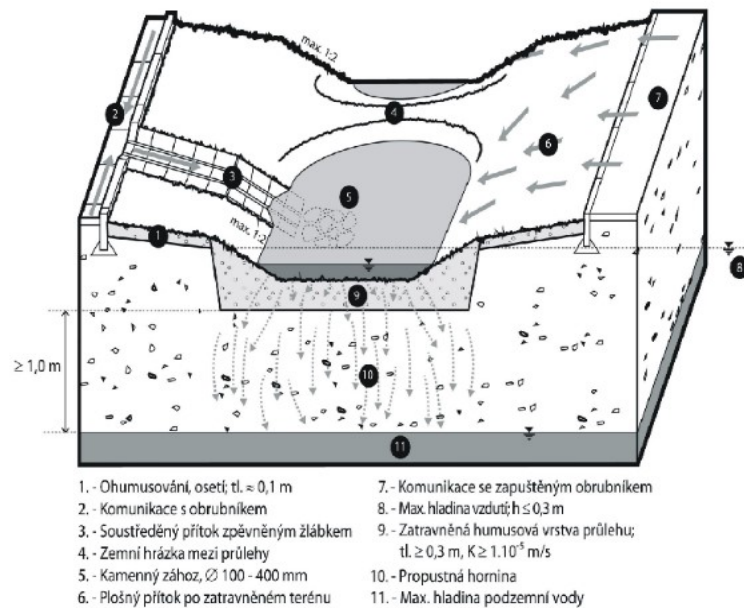
Obrázek 15: Druhy propustných ploch v Ostravě [foto: Gillová, 2019]

## 5.5 Vsakovací průlehy

Průlehy řadíme mezi nadzemní retenci vody. Jejich výhoda, je v jednoduché kontrole, a tedy možné vyvarování se znečištění nebo znehodnocení podzemní vody. Tento způsob lze provádět jak pro průlehy, tak ve větším měřítku pro vsakovací nádrže. [3]

Provedení průlehů, může být různé, jejich terén se dá zatravnit, nechat prorůst vhodnou vegetací anebo obsypat štěrkem. Jejich funkce je navržena především na krátkodobé vzduť vody. Při dlouhodobém zdržení by docházelo k zanášení a zhuťnění terénu. Jako maximální přípustná výška vzduť vody se považuje dle zkušeností 30 cm. Pro dosažení maximálního rovnoměrného vsakování, je důležité dodržet vodorovnost nivelety dna průlehu. Pro dlouhé a velké průlehy, je vhodné navrhnout ve svažitém terénu předěly pomocí zemní hrázky. Povrchově otevřenými přítokovými žlaby, je obvykle průlehy hydraulicky zatěžován. To znamená že voda přímo vtéká z povrchu do průlehu. Velmi důležitá je rovnoměrnost vtoku do průlehu, přes celou okrajovou hranu. Pro bodová zaústění trubního vedení nebo otevřené rýhy je důležité správné rozvržení vpustí, aby nedocházelo k přehlcení či vyplavení. [31]

Jejich provedení je díky odstranění horní vrstvy zeminy. Do míst po odtěžené zemině vložíme štěrk, který plní funkci vsakovací vrstvy. Na tento základ se dále přidá směs suti a zeminy. Tyto plochy se osejí travní směsí nebo křovinami. [3]



Obrázek 16: Vsakovací průleh s povrchovým přívodem vody [32]

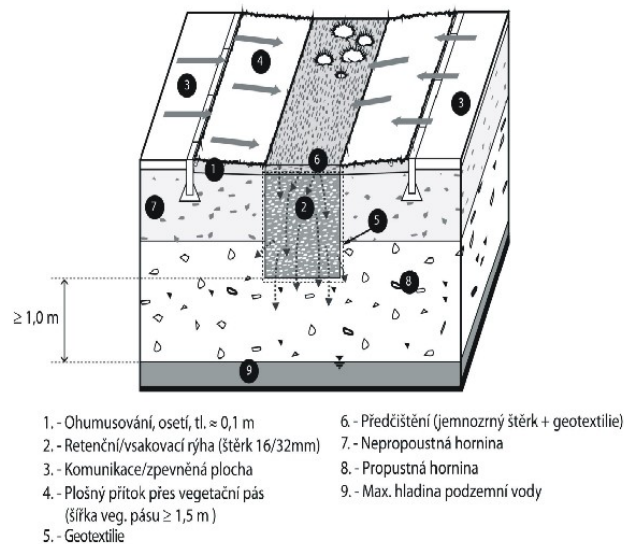
## 5.6 Vsakovací rýhy

Rýhy řadíme mezi podzemní retenci vody. Tuto variantu volíme při nedostatku místa pro nadzemní zdržení dešťových vod. Proto volíme zdržení vody v podzemí pomocí šachet, potrubí, rýh anebo plastových vsakovacích bloků. Jejich provedení je náchylnější na znečištění, jelikož je jejich propustnost většinou vysoká. Může docházet až ke kontaminaci podzemních vod. V takových případech je vhodné předčištění dešťového odtoku. [3]

Rýhy jsou většinou vyplněny šterkem, mohou být, ale použity i jiné porézní materiály. Do rýhy je dešťová voda odváděna povrchově nebo podpovrchově. Dále dochází v rýze k akumulaci a postupnému zasakování odpovídajícímu dle propustnosti přítomné zeminy. Podle hladiny podzemní vody probíhá návrh velikosti rýhy. Pro kvalitní funkci, je důležité zajistit rovnoměrné rozvedení dešťové vody, po celé délce rýhy. [3]

Pro předčištění dešťové vody je vhodné rýhu obohatit o oživenou vrstvu půdy, kde bude při vsakování docházet k jejímu předčištění. Čistící zařízení je nutné instalovat v případech, kdy je odtok veden přímo do spodní propustné vrstvy. [3]

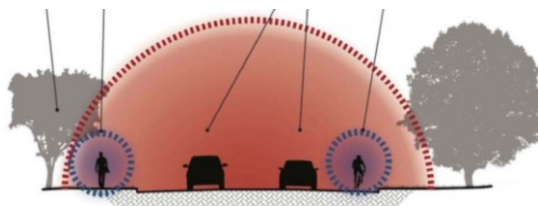
Pro následnou kontrolu se rýhy osazují revizními šachtami přibližně co 50 m. Je vhodné odstupňovat velikost jednotlivých zrn štěrkové vrstvy, aby nedocházelo k zanášení zeminou. Nabízí se i možnost obalit vrstvy filtrační tkaninou. Hrozí ovšem její postupné zanášení již po krátké době používání. [3]



Obrázek 17: Vsakovací rýha s povrchoým plošným přítokem [32]

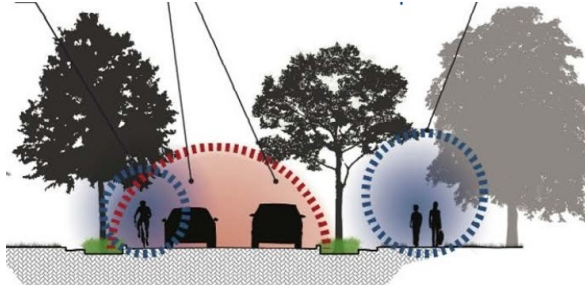
## 5.7 Uspořádání ulic

V mnoha případech se setkáváme s nevhodným uspořádáním ulic (obrázek č.18). Toto uspořádání vede ke zrychlování automobilové dopravy (jelikož jsou jízdní pruhy široké, může navádět řidiče k rychlejší jízdě, než je povolena). V mnoha případech tedy vede k obavě a odrazuje chodce od příjemné procházky. V případě stromového osazení jsou stromy většinou na opačné straně, a tedy nechrání chodce před hlukem a auty samými. Dalšími znevýhodněnými proti automobilové dopravě jsou cyklisti, kdy velmi často chybí extra pruhy nebo značení. [30]



Obrázek 18: Nedostatky současného dispozičního uspořádání ulice [30]

Takto dimenzovaná ulice (obrázek č.19) upřednostňuje pohodlí chodce a cyklisty díky zúžení jízdních pruhů a vysazení stromů mezi vozovku a chodník. [30]



Obrázek 19: Ukázka přestavby ulice [30]

## 5.8 Využití dešťové vody

Spotřeba pitné vody je asi přes 100 litrů na obyvatele, přitom jí můžeme dobře šetřit. Až 50% spotřeby by mohla pokrýt dešťová voda. V oblasti zalévání má dešťová voda řadu výhod například není bohatá na soli, nedochází tedy k zasolování půdy. Dalším plusem je nepřítomnost chloru. Některé rostliny dokonce potřebují pouze dešťovou vodu (Kanadské borůvky) a zálivku pitnou vodou nesnášejí. Údržba dešťovou vodou může být využita k mytí aut, nebo úklidu, či čištění ploch, tam kde není nutné dodržování hygienické nezávadnosti pitné vody. [3]

- **Čištěné dešťové vody:** Pro zalévání není nutná instalace zvláštního filtračního zařízení. Důležité je zajištění akumulční nádrže, proti splavování listí a dalších nečistot ohrožující kvalitu dešťové vody a případné zanášení vtoku a odtoku. Možné druhy filtrů – Filtrační podokapový hrnec, Okapový filtr, Košíčkový filtr a další. [3]



Obrázek 20: příklad filtru – filtrační hrnec [33]

- **Zásobní nádrže:** Podle plochy střechy se volí adekvátní velikost nádrže. Nebo se přihlíží na plánovanou spotřebu, v obou případech se volí menší velikost nádrže. Tyto nádrže mohou být nadzemní nebo podzemní. Nádrže jsou vybaveny přítokem a bezpečnostním přepadem. Dle velikosti a druhu umístění se volí adekvátní materiál například plastové, betonové, sklolaminátové, ocelové nádrže. [3]



Obrázek 21: příklad plastové retenční nádrže [34]

- Plastová nádrž: Pro použití do země jsou nádrže vyráběny z plastu vyztuženého skelnými vlákny. Jinak jsou nejčastěji z polyetylenu a polypropylenu. Odolnost proti korozi je velkým plusem těchto nádrží, dále k nim patří nízká hmotnost, jejich variabilita, lehká montáž a údržba. Nabízí se ve variantách bezešvé a svařované, pravoúhlé nebo válcové, samonosné nebo je nutné obetonování. Osazují se na zpevněný terén betonovou deskou nebo štěrkovým podkladem. [3]

Ve většině případů se u rodinných domů, nebo zahrádek majitelé snaží zachytit dešťovou vodu pro potřebu zalévání. Nabízí se svádění dešťové vody ze střech domů, chat, garáží a pergol pomocí okapů.



**Obrázek 22: Svod ze střechy pomocí okapů [35]**

Nejjednodušší varianta zachytávání vody, je instalace sudu pod dešťový svod. Tyto sudy mohou být v mnoha provedení a velikostech. Materiálové provedení je z plastu nebo plechu v ojedinělých případech ze dřeva. Plastové a plechové sudy najdeme pravděpodobně na každé zahradě nebo pozemku. Takto zachycená voda je vhodná na zalévání nebo jako voda technická.



**Obrázek 23: Nejčastější zachycení dešťových vod na zahradách [36]**

Zadržování dešťové vody je jak ekologická, tak i ekonomická věc. Dešťová voda může být použita pro různé domácí práce anebo jiné použití. Zadržené dešťové vody mohou přispět k snížení spotřeby pitné vody nebo přispívat k doplnění hladin podzemních vod. [37]

## 5.9 Přehled zařízení k HDV

Veškeré opatření pro decentralizovaný systém odvádění dešťových vod jsou shrnuty do obrázku (obrázek č.24). Každý jednotlivý prvek je krok k lepšímu.



Obrázek 24: Přehled zařízení k HDV na stávajících stavbách [38]



## 6 PŘÍKLADY HDV VE STÁVAJÍCÍ ZÁSTAVBĚ MĚSTA OSTRAVY

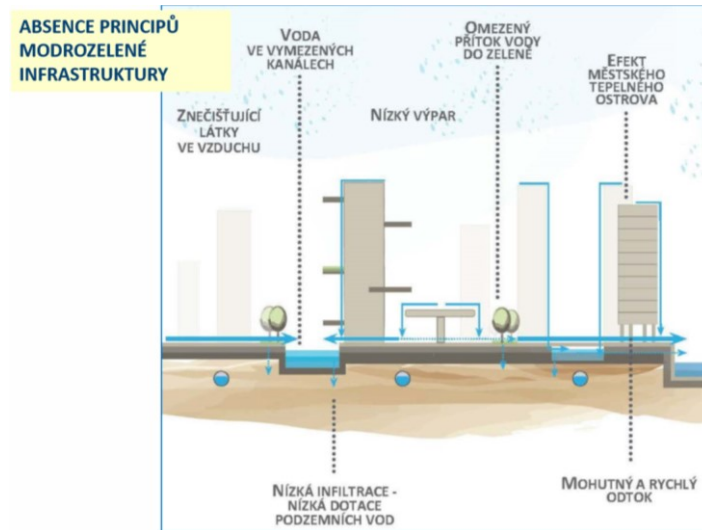
Přístup k dešťové vodě je bohužel zatím brán spíše na lehkou váhu, sice se snažíme na ni začít brát ohled, z důvodu zvyšujících se období sucha, nebo bezdeštných dní. Momentálně ve velké míře převládá odtok jednotnou kanalizací. Tímto způsobem se dešťová voda okamžitě odvádí do kanalizace, potoků a řek. Aktuální snaha decentralizovaného odvádění je snaha zadržet vodu v lokalitě jejího dopadu. [8]

Zakoupení retenčních nádrží je převážně na vlastní náklady, ale je zde možnost zažádat o dotace. Pro její získání je nutné splnit veškeré požadavky. Naštěstí Ostrava prozatím nezapadá do suchých obcí, ale i tak je zde možnost čerpat dotaci na akumulaci srážkové vody pro zálivku zahrady nebo nádrž pro akumulaci srážkové vody pro splachování WC a zálivku zahrady. [39]

### 6.1 Plány města Ostravy

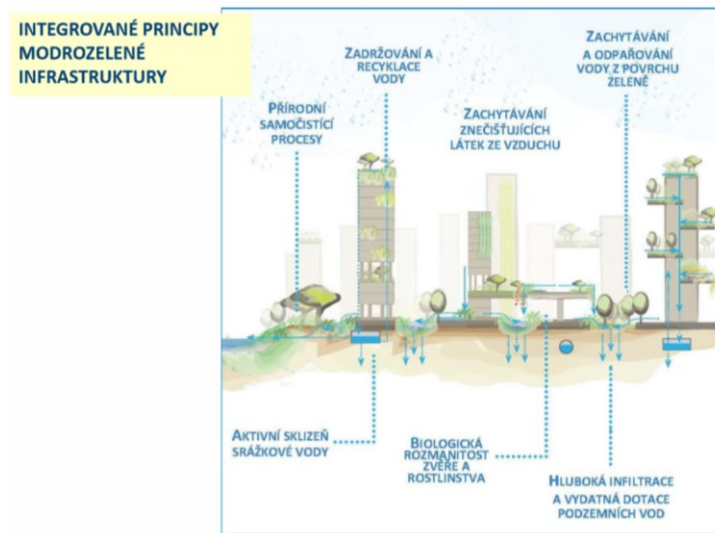
Dle dokumentu „Adaptační strategie statutárního města Ostravy na dopady a rizika vyplývající ze změny klimatu“ se očekávají tyto změny s ohledem na modrá opatření, která využívají pro své projekty vodu, nebo řeší její nakládání. Jedná se především, o efektivnější využití vody, například pro ochlazování urbanizovaného území v letních měsících. Do této modré infrastruktury řadíme tyto jednotlivé projekty: [40]

- zlepšení zadržování vody vč. efektu zpomalení odtoku
- zvyšování propustnosti terénu a zasakování srážkové vody ve městech
- využití stojatých a tekoucích vod ve městě



Obrázek 25: Absence principů modrozelené infrastruktury [38]

V mnoha případech můžeme zatím vidět nevyhovující řešení, kde se nevyskytují prvky pro zlepšení situace s dešťovými vodami (obrázek č.25). Tento model je většinou viditelný na sídlištích, kde ke změnám dochází velmi pozvolně.



Obrázek 26: Integrované principy modrozelené infrastruktury [38]

Tento model (obrázek č.26) představuje ideální představu o hospodaření s dešťovými vodami. Kdy jsou využity takřka všechny prvky, které se nám v dnešní době nabízí.

## 6.2 Vznikající projekty v Ostravě

- Retence vody u sportovní haly Ostrava – Třebovice
  - Opatření dle adaptační strategie – Využití a retence vod ve městě
  - Adaptační přínos – Zadržení a využití dešťové vody
  - Popis projektu – Tento projekt bude proveden během výstavby víceúčelové sportovní haly, kdy se plánuje zachytávání dešťových vod, pro využití na závlahu fotbalového hřiště.
  - předpokládaná realizace 2020 – očekávané náklady 72 mil Kč. [40]
- Odstranění nepropustných ploch – Dubina
  - Opatření dle adaptační strategie – Využití a retence vod ve městě
  - Adaptační přínos Retence srážkových vod – lokalita Ostrava – Jih
  - Popis projektu – V rámci tohoto projektu, budou odstraněny určité betonové nebo asfaltové povrchy a nahradí se zatravněnými, propustnými a polopropustnými plochami. Toto opatření zlepší lokální vsakování vod a odlehčí kanalizační síť. [40]
- Studie retenčních kapacit na území města Ostravy
  - Opatření dle adaptační strategie – Využití a retence vod ve městě
  - Popis projektu – Studie zaměřená na zjištění potenciálu zadržení vod v zemědělské krajině a lesích na území města. Zjištění stavu stávajících vodních ploch, vlastnických vztahů a způsobu využití ploch, doporučení pro možnost revitalizací ploch. Prověření možnosti nového funkčního využití nádrží s ohledem na posílení biodiverzity, ekologické stability krajiny a retenční schopnosti nádrží. Identifikace dalších lokalit vhodných pro vybudování malých vodních nádrží, tůní, mokřadů a suchých poldrů.
  - předpokládaná realizace 2020 – očekávané náklady 200 mil Kč. [40]

## 6.3 Střešní zahrada Svět techniky STC Ostrava dolní oblast Vítkovice

Tato zelená střecha byla oceněna prvním místem v soutěži Zelená střecha roku 2016, v kategorii – veřejná zelená střecha. Za jejím návrhem stojí autoři Ing. Zdeněk Sendler a Ing. Lýdia Šušlíková z Ateliéru zahradní a krajinářské architektury. [41]

Jelikož se tato zelená střecha nachází v industriálním a zcela zastavěném prostředí, je její výskyt vnímán mnohem silněji. Náhlý výskyt živé přírody přináší velmi pozitivní

vjem. Konkrétně se nachází uprostřed industriálního prostoru Dolní oblasti Vítkovice. Její unikátností je propojení technického světa s přírodou, protože toto spojení jinde ve střední Evropě není k nalezení. Na ploše 2000 m<sup>2</sup> se nachází jednotlivé části zahrady, divoké přirozené záhony, zahradu metamorfóz, divoké zahradní záhony, suchomilné záhony, kamennou zahradu a kuchyňskou zahradu. [41]



**Obrázek 27: Intenzivní zelená střecha Dolní oblast Vítkovic – Ostrava [41]**

V tomto případě se počítalo se zelenou střechou dopředu, a proto se navrhovala únosnost konstrukce na odpovídající váhy zeminy a vegetace. Její nosnost je kolem 650 kg na 1 m<sup>2</sup>, v úsecích, kde jsou vysazeny stromy, je nosnost vyšší. Pro přebytečnou srážkovou vodu je vytvořena drenážní vrstva z kačírku, která je vedena kolem chodníků z betonových dílců. Spád vrstvy je směrem k prosklené fasádě. V praxi je voda většinou zachycena v substrátu. Pro případný odtok je zřízen chrlič pod chodníkem, který vede přes atiku. [36]

Pro kamennou zahradu byly použity kameny z lomu Řeka v Moravskoslezských Beskydech. Z kamenů je vytvořen ležící had nebo drak, záleží na fantazii pozorovatele. Pro zahradu je použito asi 100 tun kamene a odvalu. Návštěvníci se po jednotlivých částech zahrady mohou pohybovat po mole ze dřeva, anebo kovových poroštích. [41]

Technické zázemí pro zavlažování je umístěno v budově, v jímce je umístěno mimo zahradu. Zahrady jsou zavlažovány pomocí rozvodu potrubí, do kterých je voda čerpána čerpadly. V zahradě metamorfózy a kuchyňské zahradě, je zavlažováno pomocí mlhy mlžícími tryskami. Pro okrajové části, stromy a keře je instalována intenzivní podzemní kapková závlaha vedená hadicemi. Zahrada obsahuje kamenné pítko pro ptactvo, do

kterého taktéž proudí voda. K dispozici je dešťová voda, která je sbírána z horní střechy a pitná z běžného řádu. Dešťová voda je čištěna pomocí tří filtrů a je vedena do nádob o objemu 30 m<sup>3</sup>, které jsou umístěny v technické místnosti. Zahrady je možno zalévat ručně, převládá ale zalévání díky automatické ovládací jednotce pevné nebo mobilní. [41]

Na této zelené střeše je vysazeno přibližně 35 tisíc rostlin a přes 100 jejich druhů. Například z Německa pocházejí Muchovníky. Z Holandska jsou Cibuloviny. Další rostliny jsou z Česka. Výsadba byla provedena pomocí osiv, výsevných řízků, výsadbových cibulí, sazenic v kontejneru a s balem. Jednotlivé rostliny mají předem určené místo. Je tvořena promyšleným plánováním, tvoří kompozici, i když se může výsadba zdát chaoticky rozmístěna. [41]



**Obrázek 28: Vegetační porost – zelená střecha Dolní oblast Vítkovic – Ostrava [41]**

Je nutné o zahradu pečovat a pravidelně jí kontrolovat, jelikož je uměle vybudována je nutná vyšší péče než u běžných přírodních zahrad. Musí se pravidelně odplevelovat, hnojit první dva roky v častějších intervalech, dále stačí jeden krát za rok dle druhu rostlin. Dále je nutný plošný sestřih jednou nebo dvakrát do roka. Dbát na ochranu před škůdci a chorobami. Průběžně zastříhávat a udržovat zdravou bilanci zahrady. [41]

#### **6.4 Střešní zahrada na administrativní budově firmy TRANSL, v.o.s.**

Další realizovanou zelenou střechu, nalezneme v administrativní budově firmy Transl v Ostravě. Autory tohoto projektu byly Rostislav Ivánek, Ing. Kateřina Slivoníková

a Ing. Filip Drastich. Její plocha je 450 m<sup>2</sup>, výstavba byla provedena v roce 2012. Tato střecha není přístupná pro veřejnost. [42]



Obrázek 29: zelená střecha administrativní budovy TRANSL [42]

## 6.5 Zatravněné plochy

Pro efektivní biologické čištění je travnatý povrch ideální, zároveň plní retenční schopnost a odpařovací kapacitu. Velkou výhodou je nízký pořizovací základ, lehká údržba nebo kontrola. Její povrch je osazen trávou nebo většími porosty. Pro větší efektivitu je vhodné tyto plochy kypřit pro jejich větší propustnost. Je možné je využívat pro dětské hřiště nebo k rekreaci. [3]



Obrázek 30: Zatravněná plocha – Ostrava Dubina [foto: Gillová, 2019]

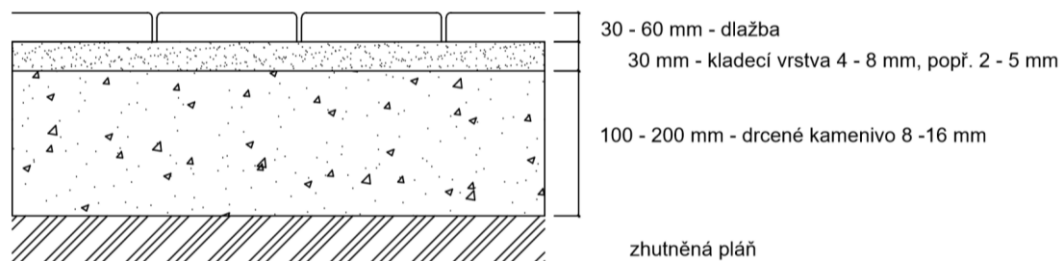
## 6.6 Propustná dlažba

Tyto plochy (Obrázek č.31), jsou tvořeny betonovou dlažbou s drenážními spárami, díky kterým, je srážková voda odváděna do podloží. [3]



Obrázek 31: Betonová dlažba s drenážními spárami – Ostrava Dubina [foto: Gillová, 2019]

Pomocí dutin v betonové dlažbě z mezerovitého betonu, je dešťová voda vsakována do podloží. Tento fakt je způsoben díky pórům mezi zrn v betonu, které tvoří souvislé dutiny díky úzké frakci zrn. [3]



Obrázek 32: Řez betonovou dlažbou [43]

Tyto dlažby mají dobrý vsakovací výkon. Oba druhy, tedy plní požadované funkce pro odvádění dešťových vod. Betonová dlažba je vhodná pro většinu povrchů například pro chodníky, cyklostezky, parkoviště, pěší zóny, přístupové cesty. [3]

Bohužel na většině území sídliště stále převládají nepropustné plochy (Obrázek č. 33). Především parkovací plochy jsou většinou zpevněny asfaltovým povrchem.

Nejčastější výskyt nepropustných povrchů se nachází v částech Vítkovice, Moravská Ostrava, Přívoz, Mariánské Hory, Hulváky, Třebovice a Ostrava-Jih.



Obrázek 33: Nepropustná zpevněná plocha – Ostrava Dubina [foto: Gillová, 2019]

## 6.7 Vsakovací rýhy

V centru Ostravy na ulici Nádražní poblíž budovy KB banky. Vznikly vsakovací rýhy, které doplňují jinak šedou ulici z většiny zaplněnou stavbami a zpevněnými plochami. Tyto rýhy zde plní funkci estetickou, kdy v jarních měsících přinášejí krásně barevné květy. A po celý rok zpřijemňují okolí zelenými trvalkami. Především ale plní funkci lokálního zasakování.



Obrázek 34: Vsakovací rýha [foto: Gillová, 2019]



## 6.8 Vegetační tramvajové pásy

Na Frýdlanských mostech vznikly nově zatravnovací pásy. Tyto pásy mají plnit absorpci hluku a snížit prašnost mezi zastávkami Karolina a Náměstí Republiky. Vegetační pokryv je osazen Rozchodníkem. Tyto pásy jsou tímto odlišné od běžných zatravněných tramvajových pásů. Rozchodníky mají velkou výhodu v jejich odolnosti a malém růstu. Díky speciálnímu podkladu z recyklovaných automobilových sedaček, je netřeba zvlášť zalévat, jelikož tento podklad dobře saje dešťovou vodu. [44]



Obrázek 35: Vegetační pásy u Karoliny – Ostrava [foto: Gillová, 2019]

## **7 Technické možnosti zlepšení současného stavu**

Možná vize pro Ostravu, je dle „Adaptační strategie na očekávané změny klimatu“ následující. Navýšení množství udržované zeleně a její vzájemné propojení s vodními prvky. Adaptační strategie se promítne i do novostaveb, či budov v rekonstrukci. Dojde tedy ke zlepšení kvality bydlení. Pro efektivní využití zdrojů by měli být využívány obnovitelné zdroje energie. Posílení stability krajiny může napomáhat i efektivní využívání vodních zdrojů a jejich ochrana. Veškeré tyto opatření zvyšují komfort pro obyvatele města Ostravy. [45]

### **7.1 Možná vznikající zlepšení**

- Sběr a nakládání s dešťovou vodou
- Podpora přirozené retenční schopnosti krajiny
- Lesoparky, výsadba mimoprodukčních lesů, zakládání sadů, trvalých travních porostů
- Pítka, jezírka, kašny
- Zelené střechy, zdi a fasády budov
- Propustné povrchy
- Inteligentní management budov (BMS) na bázi IT řešení
- Odrazivé materiály a povrchy
- Stínící prvky
- Zakládání a podpora městského zemědělství a zahradničení
- Vzdělávání obyvatel a zapojení obyvatel [45]

### **7.2 Domov pro seniory Hulváky**

V městské části Ostravy Mariánské Hory a Hulváky, je naplánovaná výstavba domova pro seniory. Tato výstavba se bude realizovat v roce 2020. Její návrh je v pasivním standardu a je obohacen o zelenou střechu. Její vstupní část bude obohacena o parčík s příjemným posezením pro klienty. [46]



Obrázek 36: Vizualizace – Domova pro seniory Ostrava – Hulváky [46]

### 7.3 Cingrův sad

Umístění tohoto sadu je velmi specifické, jelikož leží mezi centrem a parkem Milady Horákové, který navazuje na sídliště Šalamoun a na severu s Fifejdy II. Tento sad bude pojat jako park s volným pohybem psů. Pravděpodobně i přes veškeré úpravy zde nenastane oáza klidu, jelikož jeho poloha je v rušné lokalitě. Tento sad bude rozdělen na dvě části, jednu s volnou plochou a druhou s prvky pro agilitu. Povede mezi nimi chodník o šířce 1,6 až 2 m. Největší prioritu zde dostává zeleň, která na této velké ploše sehraje velkou roli. Je důležitá pro lokální klima a bude plnit příjemnou izolační funkci. Plocha pro tuto zeleň má 16 526 m<sup>2</sup> v takovém měřítku má přínos na čištění ovzduší v podobě zachycení škodlivin z komunikace a vzduchu. Velké plus je v lokálním zasahování srážek a její postupné odpařování v horkých letních dnech. Výsadbou stromů a keřů dále dojde k ochlazení povrchu a zpříjemnění pobytu v centru města. [47]



Obrázek 37: Vizualizace – Cingrův sad – Ostrava [47]

## 7.4 Smetanův sad v Mariánských Horách

Lokalita Smetanova sadu je poblíž školského zařízení a nedaleko bytové zástavby. Měl by tedy splňovat multifunkční využití jak pro procházky maminek s dětmi, tak pro posezení studentů. Bude zde vytvořeno izolační keřové patro, vzrostlé stromy budou ponechány, dále zde vznikne atraktivní trvalková plocha. Dojde k odstranění asfaltové plochy a bude nahrazena eko-povrchem. [47]



Obrázek 38: Vizualizace – Smetanův sad v Mariánských Horách – Ostrava [47]

## 7.5 Pustkovecké údolí

Revitalizace Pustkoveckého údolí má sloužit pro krátkodobou rekreaci obyvatel Ostravy. Tento projekt bude přibližně za 25 milionů korun a zahrne modernizaci v lokalitě nivy Pustkovského potoka, nacházejícího se mezi ulicemi 17. listopadu a Martinovskou. Tento projekt bude zhotoven za pomoci dotací z „Operačního programu Životního prostředí“ a mohlo by jít o výši až 8 milionů korun. [47]

Modernizace nabídne řadu možností pro rekreaci. Bude zde myšleno na rodiče s dětmi, kdy pro ně bude zhotoveno vodní hřiště, které se do této lokality nabízí, jeho napájení bude pomocí studny. Dojde i na úpravu terénu. Na jednom místě vznikne vyhlídka a další část bude upravena zatravněním, a tím vytvoří vhodné prostředí pro piknik. Park bude obohacen řadou zpříjemňujících doplňků v podobě kamenných zídek s odpočívadly, doplněnými o trvalky. [47]

Provedení modernizace stávající trasy koryta a její upravení pomocí porostu na březích obohacené o vegetaci mokřadních trvalek, dále budou přidány kameny pro nášlap do toku. Úprava potoku, bude provedena tak, aby byl obnoven přírodní ráz koryta a vznikly nové tůňky. Tyto tůňky napomohou k zadržování vody v suchých obdobích. Tato opatření umožní rozšíření živočichu a vegetace v blízkém okolí. Revitalizace se bude týkat i pochozích ploch, které nahradí mlatové cesty. Dojde k ošetření a výsadbě dřevin, trvalek, dosetí travnatých ploch a vznik okvětných záhonů. [47]

Nově vzniklé vodní hřiště bude mít oválný tvar o rozměrech 17x7 m, bude se tedy jednat o plochu asi 500 m<sup>2</sup>. Napojeno bude na nově vybudovanou studnu. Složení hřiště bude ze zásobní nádrže, dále bude obsahovat tři druhy korýtek doplněných o herní prvky. Voda z hřiště bude odváděna do Pustkoveckého potoka, který díky tomuto hřišti bude obohacován o vodu, jelikož v sušších obdobích nemá dostatečnou kapacitu vody. [47]



Obrázek 39: Navrhované vodní hřiště Pustkovecké údolí – Ostrava [47]

## 7.6 Retence vody u sportovní haly Ostrava – Třebovice

Již v roce 2018 proběhla jednání o plánované výstavbě sportovní haly v Třebovicích, předpokládaná realizace bude v roce 2020 a očekávané náklady činí 72 mil Kč. Výstavba bude za pomoci projektové organizace Projektstudio EUCZ, s.r.o. [48]

Tato budova sportoviště bude mít plochu 1200 m<sup>2</sup>. Hlavní vstup je plánován ze strany hřiště, kde bude umístěna recepce. Pro návštěvníky bude vybudováno 22

parkovacích míst s plochou 308 m<sup>2</sup>. Prostor pod parkovištěm bude využit pro retenci vody. Bude zde umístěna retenční nádrž o kapacitě 100 m<sup>3</sup>, tato nádrž bude plněna díky svodům dešťové vody ze všech přítomných střech haly. Dešťová voda bude poté využívána k závlaze fotbalového hřiště. [48]



**Obrázek 40: Vizualizace – Sportovní haly v Třebovích – Ostrava [48]**

## ZÁVĚR

Dlouhodobou výstavbou a zaplňováním města zpevněnými plochami, vznikly nové problémy. V důsledku oteplování a měnícího se klima se mění i městské prostředí. Je tedy nutné, tento relativně nový problém řešit a myslet na dešťové vody jako na plus, a ne se jich rychle zbavovat. Z meteorologických prognóz vyplývá, že se bude stále oteplovat. Přitom naklonění se na cestu přírodě blíží je příjemné jak pro oko obyvatel města, tak pro přírodu samotnou.

V dnešní době máme řadu možností, jak z dešťovými vodami nakládat. Bohužel naše legislativa prozatím nemá stanovená přesná pravidla. Zatím jsou především řešeny novostavby a domy v rekonstrukci, ale velké množství domů či panelových domů stále odvádí tuto cennou dešťovou vodu do kanalizace pomocí jednotné stokové sítě. Přitom je v české povaze nadávat na stále zdražující ceny pitné vody, ale dešťovou vodu si necháváme odtéct takřka mezi prsty. A nadále využíváme pitnou vodu na splachování WC, mytí aut a zalévání.

Ostrava se snaží ve svých projektech dešťovou vodu zahrnout, ale je to běh na dlouhou trať. Jelikož je stále spousta zpevněných parkovišť a ploch, které svádí dešťovou vodu jednotnou kanalizací na ČOV. Tyto vody při dlouhodobém dešti snižují účinnost čistícího procesu ČOV. Přitom v místě dopadu může docházet k úbytku podzemní vody. Proto je velmi dobrým řešením lokální zasakování, výsadba zeleně, výstavba zelených střech a následné obohacení města o kousek přírody.

Postupným prohlubováním vědomostí o dešťových vodách by se mohly začít podchycovat všechny možnosti zachycení dešťových vod a jejich případného zpětného využití již v začátcích. Řada takto vznikajících projektů řešící tento problém retence a zpětného využití dešťových vod. Zvyšují estetiku města a zpříjemňují pobyt obyvatel města. Hlavní výhodou však je šetrnost k životnímu prostředí a často i zlepšení klimatických poměrů města.

Ve většině případu se veřejnost o tento problém bohužel nezajímá, zastihne je až v krajních situacích, a to buď při povodních nebo při vlnách sucha. Je proto i na státu, aby zvýšil povědomí o dešťových vodách a podporoval obyvatele například dotacemi k jejich využívání. Cestou ke zlepšení je vsadit na mladou generaci a vytvořit osvětu pro děti, které jsou naše budoucnost a mohou nést tuto myšlenku dále i k dospělým.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MEJZLÍK, Lukáš. Využívání dešťových vod je trend. *Stavebnictví a interiér* [online]. Vega společnost s ručením omezeným, 2016, (6) [cit. 2018-11-08]. Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/vyuzivani-destovych-vod-je-trend/>
- [2] SOUKUP, Josef. Srážky a jejich složení. *Počasi Nová Ves u Batelova okres Jihlava: Srážky a jejich složení* [online]. [cit. 2018-11-08]. Dostupné z: <http://meteostanicenovaves.netstranky.cz/srazky-a-jejich-sloz.html>
- [3] HLAVÍNEK, Petr, Petr PRAX a Jiří KUBÍK. *Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území*. 1. Brno: ARDEC, c2007, 164 s. ISBN 80-860-2055-X.
- [4] Dešťové srážky, *Fast10: TZB I.* [online]. Ostrava [cit. 2018-11-25]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/tzb-1/5.html>
- [5] KREJČÍ, Vladimír. *Odvodnění urbanizovaných území – koncepční přístup*. Brno: Noel 2000, [2003]. ISBN 80-860-2039-8.
- [6] Kyselá dešť: Biologie se systémem Vernier, *Vernier: Biologie se systémem Vernier* [online]. [cit. 2018-11-25]. Dostupné z: <https://www.vernier.cz/experimenty/bwv/18/index.php>
- [7] PÍREK, Oldřich. Hospodaření se srážkovými vodami. Předčištění odtoků ze zpevněných ploch (sedimentace a odlučování lehkých kapalin). ASIO [online]. 5. února 2015 [cit. 2018-11-25]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/358.hospodareni-se-srazkovymi-vodami-predcistení-odtoku-ze-zpevněnych-ploch-sedimentace-a-odlucovani-lehkych-kapalin>
- [8] VYKYDAL, Miroslav. Dešťové kanalizace. *Vodní hospodářství* [online]. Praha [cit. 2019-02-18]. Dostupné z: <http://vodnihospodarstvi.cz/destove-kanalizace/>
- [9] VÍTEK, Jiří, David STRÁNSKÝ, Ivana KABELKOVÁ, Vojtěch BAREŠ a Radim VÍTEK. *Hospodaření s dešťovou vodou v ČR*. Praha: 01/71 ZO ČSOP Koniklec, 2015. ISBN 978-80-260-7815-9.
- [10] PAUL, Michael J. a Judy L. MEYER. Streams in the Urban Landscape. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 32. JSTOR, 2001, s. 333-365.



- [11] SLAVÍKOVÁ, Lenka, Vojtěch BAREŠ, Richard BENEŠ, David STRÁNSKÝ, Michaela VALENTOVÁ a Jiřina JÍLKOVÁ. *Ochrana před povodněmi v urbanizovaných územích*. Praha: IREAS, Institut pro strukturální politiku, 2007. ISBN 978-80-86684-48-2.
- [12] STRÁNSKÝ, David, Ivana KABELKOVÁ, Jiří VÍTEK a Milan SUCHÁNEK. *Koncepce hospodaření s dešťovou vodou v ČR současný stav. JV PROJEKT VH s.r.o.* [online]. 2008 [cit. 2019-01-04]. Dostupné z: <http://www.jvprojektvh.cz/publikacni-cinnost/?id=637>
- [13] RZEPKA HEISIGOVÁ, Martina, Josef BÍM, Anna BYLINOVÁ a MS architekti s.r.o. *Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území*. Praha, 2014.
- [14] Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR, *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha [cit. 2019-01-22]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena\\_klimatu\\_adaptacni\\_strategie/\\$FILE/OEOK-Adaptacni\\_strategie-20151029.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/$FILE/OEOK-Adaptacni_strategie-20151029.pdf)
- [15] Adaptační strategie na dopady a rizika, vyplývající ze změny klimatu. *Oficiální web města Ostravy k životnímu prostředí: zdravaOVA* [online]. Magistrát města Ostravy [cit. 2019-01-23]. Dostupné z: <http://zdravaova.cz/adaptacni-strategie-na-zmeny-klimatu/>
- [16] BIRKLEN, Petr, Zdeněk FRÉLICH, Tereza AUBRECHTOVÁ, Luděk KRTIČKA a Radim MISIAČEK. *Adaptační strategie statutárního města Ostravy na dopady a rizika vyplývající ze změny klimatu: Analytická část včetně analýzy zranitelnosti a pocitové mapy horka*. Brno: EKOTOXA, 2017.
- [17] Přírodě blízká opatření. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha [cit. 2019-01-30]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/priode\\_blizka\\_opatreni](https://www.mzp.cz/cz/priode_blizka_opatreni)
- [18] STRÁNSKÝ, David, Ivana KABELKOVÁ, Jiří VÍTEK a Milan SUCHÁNEK. *Podklad pro koncepci nakládání s dešťovými vodami v urbanizovaných územích. JV PROJEKT VH s.r.o.* [online]. 10. 12. 2007 [cit. 2019-02-01]. Dostupné z: [http://www.jvprojektvh.cz/photo/sekce/file/2007-12-01\\_JVPVH.pdf](http://www.jvprojektvh.cz/photo/sekce/file/2007-12-01_JVPVH.pdf)
- [19] GACKA, Michal. *Zdravá krajina. Oficiální web města Ostravy k životnímu prostředí: zdravaOVA* [online]. Magistrát města Ostravy, 2018 [cit. 2019-01-30]. Dostupné z: <http://zdravaova.cz/cil-c-3-zdrava-krajina/>

- [20] GACKA, Michal. Příjemné město. *Oficiální web města Ostravy k životnímu prostředí: zdravaOVA* [online]. Magistrát města Ostravy, 2018 [cit. 2019-01-30]. Dostupné z: <http://zdravaova.cz/category/klimaticke-zmeny/podkategorie-klimaticke-zmeny/prijemne-mesto/>
- [21] GACKA, Michal. Dostatek vody. *Oficiální web města Ostravy k životnímu prostředí: zdravaOVA* [online]. Magistrát města Ostravy, 2018 [cit. 2019-01-30]. Dostupné z: <http://zdravaova.cz/category/klimaticke-zmeny/podkategorie-klimaticke-zmeny/dostatek-vody/>
- [22] Zelené střechy – střešní zahrady. *GreenVille* [online]. [cit. 2019-02-13]. Dostupné z: <http://www.greenville.cz/>
- [23] Zelené střechy - skladba a detaily. *Coleman* [online]. [cit. 2019-02-13]. Dostupné z: <http://www.coleman.cz/skladba-zelene-strechy/>
- [24] ŠIMEČKOVÁ, Jana. Zelené střechy – naděje pro budoucnost. *Časopis stavebnictví* [online]. 2008 [cit. 2019-02-20]. Dostupné z: [https://www.casopisstavebnictvi.cz/zelene-strechy-nadeje-pro-budoucnost\\_N1645](https://www.casopisstavebnictvi.cz/zelene-strechy-nadeje-pro-budoucnost_N1645)
- [25] Šikmá zelená střecha. *GreenVille* [online]. [cit. 2019-02-13]. Dostupné z: <http://www.greenville.cz/sikma-zelena-strecha.html>
- [26] Zelená střecha postavená do 2 týdnů: ekologická a ekonomicky výhodná. *TZB-info* [online]. 2016, 2016 [cit. 2019-02-16]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/strechy/14694-zelena-strecha-postavena-do-2-tydnu-ekologicka-a-ekonomicky-vyhodna>
- [27] Plochá zelená střecha. *GreenVille* [online]. [cit. 2019-02-13]. Dostupné z: <http://www.greenville.cz/plocha-zelena-strecha.html>
- [28] Extenzivní zelená střecha. *GreenVille* [online]. [cit. 2019-02-13]. Dostupné z: <http://www.greenville.cz/extenzivni-zelena-strecha.html>
- [29] Intenzivní zelená střecha. *GreenVille* [online]. [cit. 2019-02-13]. Dostupné z: <http://www.greenville.cz/intenzivni-zelena-strecha.html>
- [30] VÍTEK, Jiří. Hospodaření s dešťovou vodou – principy, povinnosti, omyly. SlidesLive [online]. 2. února 2017 [cit. 2019-03-13]. Dostupné z:

<https://slideslive.com/38899951/hospodareni-s-destovou-vodou-principy-povinnosti-omyly>

[31] GEIGER, Wolfgang F., Herbert DREISEITL a Jochen STEMPEWSKI. *Neue Wege für das Regenwasser: Handbuch zum Rückhalt und zur Versickerung von Regenwasser in Baugebieten*. 3. vollständig überarbeitete Auflage. München: Oldenbourg Industrieverlag, [2009]. ISBN 978-3-8356-3178-6.

[32] PÍREK, Oldřich. Hospodaření se srážkovými vodami (HDV) - TNV 75 9011. *ASIO* [online]. 12. května 2012 [cit. 2019-03-15]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/99.hospodareni-se-srazkovymi-vodami-hdv-tnv-75-9011>

[33] Rain filter / Water recovery / For storage tanks: pot. *ArchiEXPO* [online]. [cit. 2019-03-22]. Dostupné z: <http://www.archiexpo.com/prod/otto-graf/product-61557-426795.html>

[34] DUPONT, Patrick. Rainwater. *YourHome* [online]. 2013 [cit. 2019-03-22]. Dostupné z: <http://www.yourhome.gov.au/water/rainwater>

[35] Rainwater Harvesting: Solution to water woes in UK. *Harlequin Plastics* [online]. 1. srpna 2018 [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <http://www.harlequinplastics.co.uk/News/Rainwater-Harvesting-A-solution-to-water-woes-in-U.aspx>

[36] A Better Way to Harvest Rainwater. *Moth Erearth News* [online]. 20. května 2008 [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <https://www.motherearthnews.com/diy/garden-home/rainwater-harvesting-rain-barrel-setup>

[37] Types of Water Tanks and Their Uses. *Gouri* [online]. [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <http://www.gouri.info/green-products/water-tanks-and-their-uses>

[38] VÍTEK, Jiří. Moudré hospodaření se srážkovou vodou ve městech: Změna klimatu, Urbanizace, Udržitelný rozvoj. Brno: JV PROJEKT VH, 2017.

[39] Akumulace srážkové vody pro zálivku zahrady. *Dotace dešťovka* [online]. 2018, 2018 [cit. 2019-02-18]. Dostupné z: <https://www.dotacedestovka.cz/>

- [40] BIRKLEN, Petr, Zdeněk FRÉLICH, Pavla ŠKARKOVÁ a Radim MISIAČEK. *Adaptační strategie statutárního města Ostravy na dopady a rizika vyplývající ze změny klimatu: Akční plán*. Brno: EKOTOXA, 2018
- [41] Velký svět techniky v Ostravě: Střešní zahrada Svět techniky STC Ostrava dolní oblast Vítkovice – součást expozice svět přírody. Zelené střechy [online]. [cit. 2019-02-16]. Dostupné z: <http://www.zelenestrechy.info/cs/reference/velky-svet-techniky-v-dolni-oblasti-vitkovic-v-ostrave/>
- [42] ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA TRANSL, V.O.S.: Střešní zahrada na administrativní budově firmy TRANSL, v.o.s. *Zelené střechy* [online]. Brno [cit. 2019-02-23]. Dostupné z: <http://www.zelenestrechy.info/cs/reference/administrativni-budova-transl-v-o-s/>
- [43] A typical cross section of block pavement. *Pavers India* [online]. [cit. 2019-03-09]. Dostupné z: <http://paversindia.com/iscode.html>
- [44] PLAČKO, Martin. Vegetační pásy na zkoušce v Ostravě. *MHD živě* [online]. 29. srpna 2017 [cit. 2019-03-16]. Dostupné z: [http://mhdzive.cz/index.php?option=com\\_content&view=article&id=673:vegetacni-pasy-na-zkousce-v-ostrave&catid=23&Itemid=101](http://mhdzive.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=673:vegetacni-pasy-na-zkousce-v-ostrave&catid=23&Itemid=101)
- [45] ŠEBESTOVÁ, Kateřina a Petr BIRKLEN. Adaptační strategie statutárního města Ostravy na dopady a rizika vyplývající ze změny klimatu. *DataPlán* [online]. [cit. 2019-03-21]. Dostupné z: [https://www.dataplan.info/img\\_upload/f96fc5d7def29509aeffc6784e61f65b/as\\_ostrava\\_ns\\_zm\\_fin\\_06062018.pdf](https://www.dataplan.info/img_upload/f96fc5d7def29509aeffc6784e61f65b/as_ostrava_ns_zm_fin_06062018.pdf)
- [46] Domov pro seniory Hulváky. *MSstavby* [online]. 17. října 2016 [cit. 2019-03-21]. Dostupné z: <https://www.msstavby.cz/domov-pro-seniory-hulvaky-17-10-2016/>
- [47] Revitalizace parků a zeleně v Ostravě. *FajnOVA* [online]. 12. září 2018 [cit. 2019-03-21]. Dostupné z: <http://fajnova.cz/revitalizace-parku-a-zelene-v-ostrave/>
- [48] *Třebovický kapr*. Ostrava: Tiskárna Grafi co s.r.o, 2018, **2018**(4), 8 s. Dostupné také z: <https://trebovice.ostrava.cz/cs/o-trebovicich/zpravodaj/kapr-4-2018>

## SEZNAM OBRÁZKU

Obrázek 1: Střešní krytina s dešťovým svodem, Komunikace s dešťovým odtokem [foto: Gillová, 2018] .....	3
Obrázek 2 :Střešní konstrukce, dešťové svody [foto: Gillová, 2018].....	6
Obrázek 3: Vozovka s kanalizační vpustí [foto: Gillová, 2018].....	7
Obrázek 4: Rostlinné znečištění [foto: Gillová, 2018] .....	8
Obrázek 5: Porovnání odtoku srážkových vod v přirozeném a urbanizovaném povodí [10]9	
Obrázek 6: Průměrný měsíční úhrn srážek na území ČR v referenčním období 1961–1990 a ve scénářových obdobích 2010–2039 a 2040–2069 [14].....	12
Obrázek 7: Pozorované a predikované průměrné roční srážky v Ostravě (mm) v období 1961-2100 [16] .....	15
Obrázek 8: Modifikovaná jednotná kanalizace (JK) [18].....	17
Obrázek 9: Modifikovaná oddílná kanalizace [18].....	17
Obrázek 10: Skladba zelené ploché střechy [23].....	20
Obrázek 11: Šikmá zelená střecha [26] .....	21
Obrázek 12: Extenzivní zelená střecha [28] .....	22
Obrázek 13: Intenzivní zelená střecha [29] .....	22
Obrázek 14: Možnosti plošného vsakování: a) propustná dlažba, b) šterková plocha, c) zatravnovací tvárnice, d) travnaté plochy [3] .....	23
Obrázek 15: Druhy propustných ploch v Ostravě [foto: Gillová, 2019] .....	24
Obrázek 16: Vsakovací průleh s povrchovým přívodem vody [32].....	25
Obrázek 17: Vsakovací rýha s povrchovým plošným přítokem [32] .....	26
Obrázek 18: Nedostatky současného dispozičního uspořádání ulice [30].....	26
Obrázek 19: Ukázka přestavby ulice [30].....	27
Obrázek 20: příklad filtru – filtrační hrnec [33] .....	28
Obrázek 21: příklad plastové retenční nádrže [34].....	28

Obrázek 22: Svod ze střechy pomocí okapů [35] .....	29
Obrázek 23: Nejčastější zachycení dešťových vod na zahradách [36].....	29
Obrázek 24: Přehled zařízení k HDV na stávajících stavbách [38].....	30
Obrázek 25: Absence principů modrozelené infrastruktury [38] .....	32
Obrázek 26: Integrované principy modrozelené infrastruktury [38] .....	32
Obrázek 27: Intenzivní zelená střecha Dolní oblast Vítkovic – Ostrava [41] .....	34
Obrázek 28: Vegetační porost – zelená střecha Dolní oblast Vítkovic – Ostrava [41] .....	35
Obrázek 29: zelená střecha administrativní budovy TRANSL [42].....	36
Obrázek 30: Zatravněná plocha – Ostrava Dubina [foto: Gillová, 2019].....	36
Obrázek 31: Betonová dlažba s drenážními spárami – Ostrava Dubina [foto: Gillová, 2019] .....	37
Obrázek 32: Řez betonovou dlažbou [43] .....	37
Obrázek 33: Nepropustná zpevněná plocha – Ostrava Dubina [foto: Gillová, 2019] .....	38
Obrázek 34: Vsakovací rýha [foto: Gillová, 2019].....	38
Obrázek 35: Vegetační pásy u Karoliny – Ostrava [foto: Gillová, 2019] .....	39
Obrázek 36: Vizualizace – Domova pro seniory Ostrava – Hulváky [46] .....	41
Obrázek 37: Vizualizace – Cingrův sad – Ostrava [47] .....	41
Obrázek 38: Vizualizace – Smetanův sad v Mariánských Horách – Ostrava [47].....	42
Obrázek 39: Navrhované vodní hřiště Pustkovecké údolí – Ostrava [47].....	43
Obrázek 40: Vizualizace – Sportovní haly v Třebovicích – Ostrava [48].....	44

## **SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Požadavky na složení dešťové vody ze střech [4] .....	5
Tabulka 2: Predikce vývoje dalších charakteristik v Ostravě [15] .....	14

## SEZNAM ROVNIC

Rozpouštění $\text{CO}_2$ (Rovnice 1).....	4
Vznik kyseliny siřičité (Rovnice 2) .....	4