

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra geografie

Vladimír ZÁRUBA

**Alternativní systémy ve vodním hospodářství měst
v České republice**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Kristýna KŘIŠTOFOVÁ

Olomouc 2024

Bibliografický záznam

- Autor (osobní číslo):** Vladimír ZÁRUBA (R20413)
- Studijní obor:** Geografie pro vzdělávání
- Název práce:** Alternativní systémy ve vodním hospodářství měst v České republice
- Title of thesis:** Alternative systems in urban water management in the Czech Republic
- Vedoucí práce:** Mgr. Kristýna KŘIŠTOFOVÁ
- Rozsah práce:** 59 stran
- Abstrakt:** Bakalářská práce se zabývá využíváním alternativních systémů ve vodním hospodářství měst v České republice. Součástí práce je klasifikaci alternativních systémů ve vodním hospodářství českých měst, konkrétní případy projektů, celkový přístup měst k problematice těchto systémů a další rozvoj v této oblasti.
- Klíčová slova:** urbanismus, vodní hospodářství, hospodaření s dešťovou vodou, modrozelená infrastruktura, alternativní systémy
- Abstract:** The bachelor work is concerned with exploitation of the alternative systems in water management of the cities in the Czech Republic. A part of this work is classification of the alternative systems in water management of the Czech cities, concrete projects, as well as approach of the cities to the problems of these systems and further progress in this field.
- Keywords:** urbanism, water management, management of rainwater, blue-green infrastructure, alternative systems

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Kristýny KŘIŠTOFOVÉ a veškerou použitou literaturu a zdroje jsem uvedl v seznamu literatury a zdrojů.

V Olomouci dne 20. března 2024

.....
Vladimír ZÁRUBA

Rád bych na tomto místě poděkoval Mgr. Kristýně KŘIŠTOFOVÉ za odborné vedení, ochotu, cenné rady a připomínky při vedení mé práce. Poděkovat bych chtěl také všem zástupcům měst za jejich ochotu a čas při poskytování informací.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Vladimír ZÁRUBA**
Osobní číslo: **R20413**
Studijní program: **B0114A330002 Geografie pro vzdělávání**
Téma práce: **Alternativní systémy ve vodním hospodářství měst v České republice**
Zadávací katedra: **Katedra geografie**

Zásady pro vypracování

Bakalářská práce zhodnotí současnou míru výskytu využívání alternativních systémů ve vodním hospodářství měst v České republice. Bude provedena rešerše domácí i zahraniční literatury, zabývající se danou problematikou a dále průzkum v rámci konkrétních měst. Na základě zjištěných dat autor navrhne vlastní klasifikaci alternativních systémů ve vodním hospodářství, jenž se vyskytují v rámci českých měst nejčastěji. Dále bude zhodnocen celkový přístup zkoumaných měst k problematice těchto systémů, a to na příkladech jak již realizovaných, tak i reálně připravovaných projektů. Závěrem budou autorem práce navržena doporučení pro možný další rozvoj v této oblasti.

Doporučená osnova práce:

1. Úvod
2. Cíle práce
3. Metodika
4. Rešerše odborné literatury
5. Klasifikace alternativních systémů vyskytujících se ve městech ČR
6. Zhodnocení přístupu měst ČR k alternativním systémům
 - 6.1. Konkrétní příklady
 - 6.2. Celkový přístup
7. Navrhovaná vylepšení do budoucna (diskuze)
8. Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **5 000 – 8 000 slov**
Rozsah grafických prací: **Podle potřeb zadání**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

- ČERVINKA, P. (2002): Metodologické problémy výzkumu antropogenních transformací reliéfu. In: BALEJ, M., KUNZ, K. (eds.): Proměny krajiny a udržitelný rozvoj. XX. jubilejní sjezd ČGS, s. 114-118, Ústí nad Labem.
- KOPP, J., VOGT, D., JEŽEK, J., MARVAL, Š., HEJDUK, T., a ROUB, R. (2021). Možnosti efektivního hospodaření se srážkovou vodou na rozvojových plochách urbanizovaných území. Regionální rozvoj mezi teorií a praxí, 4, s. 1-15. ISSN: 1805-3246.
- MCGRANE, S. J. (2016): Impacts of urbanisation on hydrological and water quality dynamics, and urban water management: A review. Hydrological Sciences Journal, 61(13), s. 2295-2311.
- MITCHELL, V. G., MEIN, R. G., a MCMAHON, T. A. (2001): Modeling the urban water cycle. Environmental Modelling and Software, 16(7), s. 615-629.

NACHSON, U., NETZER, L., a LIVSHITZ, Y. (2016): Land cover properties and rain water harvesting in urban environments. *Sustainable Cities and Society*, 27, s. 398-406.

POKORNÝ, J. (2014): Hospodaření s vodou v krajině-funkce ekosystémů. Univerzita JE Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí. ISBN: 978-80-7414-885-9.

PONDĚLÍČEK, M. (2015): Město a jeho role při adaptaci na dopady změny klimatu. *Člověk stavba a územní plánování*, 8, ČVUT Fakulta stavební Praha, s. 233-239.

QIN, Y. (2020): Urban Flooding Mitigation Techniques: A Systematic Review and Future Studies. *Water*, 12(12), 3579.

VÍTEK, J. (2010): O hospodaření s dešťovou vodou a cestě k němu, na které stojíme my i naše zvyky. Projekt VH. Dostupné z: http://www.jvprojektvh.cz/photo/sekce/file/32010-12-01_JVPVH.pdf

VÍTEK, J. (2008): Odvodňování urbanizovaných území podle principů udržitelného rozvoje. *Urbanismus a územní rozvoj*, 4. Dostupné z: https://www.uur.cz/images/5-publikacni-cinnost-a-knihovna/casopis/2008/2008-04/05_odvodnovani.pdf

Další doporučené zdroje:

Oficiální webové stránky jednotlivých měst

Strategické a územní plány jednotlivých měst

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Kristýna Křištofová**
Katedra geografie

Datum zadání bakalářské práce: **22. března 2022**

Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2023**

L.S.

doc. RNDr. Martin Kubala, Ph.D.
děkan

prof. RNDr. Marián Halás, Ph.D.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 22. března 2022

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Cíle práce.....	9
3. Metodika.....	9
4. Rešerše odborné literatury	10
5. Klasifikace alternativních systémů vyskytujících se ve městech České republiky.....	13
5.1 Propustné a vegetační objekty.....	17
5.2 Akumulační objekty.....	24
5.3 Retenční objekty	26
5.4 Vsakovací objekty.....	31
6. Zhodnocení přístupu měst České republiky k alternativním systémům	38
6.1 Konkrétní příklady	38
6.2 Celkový přístup.....	44
7. Diskuse	49
8. Závěr	51
9. Summary	52
10. Literatura a zdroje	53

1. Úvod

Vodní hospodářství se definuje jako soubor opatření ke zkoumání, ochraně a racionálnímu využívání vodních zdrojů pro potřeby národního hospodářství a k ochraně proti škodlivým účinkům vody s cílem zajištění optimálních parametrů životního prostředí (Kos, 2000). V rámci území měst se činnost ve vodním hospodářství zaměřuje na tři oblasti, a to na zásobování vodou, kanalizace a srážko-odtokové poměry.

Při klasickém konvenčním městském odvodnění je snaha rychle odvést dešťovou vodu z urbanizovaného území na jedno místo. K tomu se využívá jednotné nebo oddílné kanalizace, kterou se voda odvádí do čistírny odpadních vod nebo vodního toku. Tento systém odvodnění způsobuje vážné vodohospodářské a ekologické problémy, kterými jsou hydraulický stres a znečištění. Původní účel tohoto systému odvodnění byly hygienické důvody a ochrana před lokálními povodněmi. V současnosti je tento systém dlouhodobě neudržitelný. Příčinami neudržitelnosti jsou vlivy klimatu a rychlé urbanizace.

Alternativou ke konvenčnímu městskému odvodnění je přírodě blízká decentralizovaná koncepce odvodnění, která má v České republice u odborné veřejnosti vžitý pojem *hospodaření s dešťovou vodou* (HDV), který vychází z anglického pojmu *Urban Water Management* (UWM). Základním principem HDV v urbanizovaném povodí je v maximální míře napodobit přirozené odtokové charakteristiky území před urbanizací. HDV se zabývá srážkovým odtokem v místě jeho vzniku. Podporuje výpar, vsakování, pomalý odtok, akumulaci, retenci a regulovaný odtok do kanalizace, což je přínosné jak z ekologického, tak i z ekonomického hlediska. A právě tyto alternativní systémy a jejich objekty budou jak po stránce technické a technologické, tak i po stránce geografické náplní této bakalářské práce.

2. Cíle práce

Hlavním cílem této bakalářské práce je zhodnocení současné míry výskytu využívání alternativních systémů ve vodním hospodářství měst v České republice. Bude provedena rešerše domácí a zahraniční literatury, zabývající se danou problematikou a průzkum v rámci konkrétních měst, na jehož základě autor ze zjištěných dat navrhne vlastní klasifikaci alternativních systémů ve vodním hospodářství, jenž se vyskytují v rámci českých měst. Dále bude zhodnocen celkový přístup zkoumaných měst k problematice těchto systémů, a to na příkladech jak již realizovaných, tak i reálně připravovaných projektů. V závěrečné části práce autor navrhne vlastní doporučení pro možný další rozvoj v této oblasti.

3. Metodika

Pro vytvoření rešerše domácí české literatury byly využity databáze Národní technické knihovny se sídlem v Praze, Národní knihovny České republiky se sídlem v Praze a Vědecké knihovny v Olomouci se sídlem v Olomouci. Pro vytvoření rešerše zahraniční literatury bylo využito internetové prostředí a databáze Národní technické knihovny se sídlem v Praze.

Z hlediska terminologie je v této práci použit pojem *srážková voda* zaměnitelný s pojmem *dešťová voda* a naopak. Dále jsou zde použity termíny *zkoumaná města* a *konkrétní města*. Zkoumaná města jsou obce, které mají více jak 15 000 obyvatel. Údaje o městech a počtu obyvatel jsou zjištěny z Českého statistického úřadu k 1. 1. 2022. V současnosti se jedná o 86 měst (ČSÚ, 2023). Konkrétní města jsou obce spadající do zkoumaných měst a aktivně spolupracujících s autorem na zmapování alternativních systémů v daném městě, tedy těch, od kterých se autorovi vrátil vyplněný dotazník prostřednictvím pověřených osob, které jsou uvedeny v seznamu zdrojů. Seznam těchto konkrétních měst je uveden v tabulce.

Míra výskytu alternativních systémů vychází z tabulky a je vypočítána se zaokrouhlením na jednotky procent. Výskyt alternativních systémů je graficky zpracován ve formě mapy. V ní jsou konkrétní města rozdělena do tří kategorií dle kladných odpovědí v dotaznících.

První kategorií jsou města s výskytem všech druhů alternativních systémů se čtyřmi kladnými odpověďmi, druhou kategorií jsou města s částečným výskytem druhů alternativních systémů s jednou až třemi kladnými odpověďmi a třetí kategorií jsou města bez alternativních systémů s žádnou kladnou odpovědí.

Data pro vlastní klasifikaci alternativních systémů byla sbírána v průběhu roku 2023 ze dvou zdrojů. Prvním zdrojem byl dotazník zaslaný magistrátům a městským úřadům zkoumaných měst. Druhým zdrojem pro klasifikaci byly internetové stránky zkoumaných měst a internetové stránky specializující se na problematiku HDV.

Zdrojem informací pro konkrétní příklady alternativních systémů byl rozhovor s pověřenou osobou a studium dokumentací k projektům při osobní návštěvě Magistrátu města Prostějova. Při popisu celkového postoje měst a diskuse k dané problematice bylo využito jak literatury a internetových zdrojů, tak i autorových znalostí a zkušeností ze samostudia tohoto tématu.

4. Rešerše odborné literatury

Nejstarší zkoumanou odbornou knihou o vodním hospodářství z roku 2000 je *Vodní hospodářství 10* (Kos, 2000). Popisuje se v ní hospodaření s vodou, vodní hospodářství, ochrana vod, vliv vodohospodářských opatření na životní prostředí a rozebírá se v ní vodní zákon. V roce 2006 vyšel sborník příspěvků konference *Nakládání s dešťovými vodami v urbanizovaných povodích* (Macek, 2006), ve kterém se řeší HDV pomocí pěti systémových přístupů. V roce 2007 byla vydána publikace *Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území* (Hlavínek, 2007), která se zabývá postupy, principy a zásadami návrhu užívání, retence a infiltrace dešťové vody. V následujících letech 2008-2010 vznikly od stejného autora sborníky odborných seminářů s názvem *Hospodaření s dešťovými vodami ve městech a obcích* (Hlavínek, 2008), (Hlavínek, 2009), (Hlavínek, 2010). Tyto sborníky obsahují soubory přednášek na téma HDV.

Z roku 2011 je publikace *Odvodňování malých obcí a okrajových částí měst* (Caha, 2011), která se zabývá problematikou odvodňování malých obcí a okrajových částí měst od minulosti po současnost. V roce 2013 vyšla kniha *Aktuální trendy v nakládání se srážkovými vodami v urbanizovaných územích* (Stránský, 2013). Pojednává

o neudržitelnosti tradičního způsobu odvodnění a nástrojích pro realizaci koncepce HDV. Další zveřejněná kniha z roku 2014 je *Hospodaření s vodou v krajině – funkce ekosystémů* (Pokorný, 2014). Zde se kromě vztahů krajiny a vody popisuje koncepce rozdělení duhové vody.

Z odborné literatury vydané v roce 2015 byly zkoumány tři publikace. První je *Hospodaření s dešťovou vodou v ČR* (Vítek, 2015). Zaobírá se problematikou HDV, objekty HDV, přístupem obcí k HDV a uvádí příklady HDV z České republiky a zahraničí. Druhá je *Stanovení parametrů pro návrh vsakovacích zařízení srážkových* (Říha, 2015), která obsahuje projekt vsakovacího zařízení a související zákony a normy. Třetí publikací je *Vyhodnocení různých způsobů využití srážkové vody realizované v modelových stájích a provozech* (Machálek, 2015). Ta se zabývá vlastnostmi a úpravou srážkové vody a jejím využitím v chovech hospodářských zvířat. Nejobsáhlejší kniha, s níž je pracováno v této práci, je z roku 2018. Tou je *Urbanistická opatření pro efektivní hospodaření s povrchovou vodou v zastavěných územích* (Vacková, 2018). Zabývá se problematikou HDV, rozdělením a hodnocením přínosů opatření HDV. Mezi nejnovější publikace z let 2019 a 2021 patří *Hospodaření vodou* (Bareš, 2019) a *Voda ve městě* (Sýkorová, 2021). První publikace se zaobírá retenční kapacitou krajiny, stavebně technickými opatřeními, vsakováním srážkových vod a jejich využitím. Druhá publikace obsahuje procesní postupy k opatření HDV a přehled opatření HDV s příklady městských veřejných prostranství.

V letech 2012 a 2013 byly vydány dvě technické normy, které reagují na legislativní požadavky řešení srážkových vod co nejbližší místa vzniku povrchového odtoku, tj. primárně přímo na pozemku stavby. První normou je ČSN 75 9010 *Vsakovací zařízení srážkových vod*, druhou pak TNV 75 9011 *Hospodaření se srážkovými vodami*. Obě normy pak dohromady tvoří komplex informací, který popisuje všechny hlavní aspekty HDV. Mezi zákony a vyhlášky, které souvisí s problematikou HDV, patří zejména *Zákon 254/2001 Sb. o vodách*, *Vyhl. 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území*, *Vyhl. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby* a *Zákon 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu*.

Zahraniční literatura s danou tematikou je zastoupena články v odborných publikacích, vydávaných v anglickém nebo německém jazyce od autorů z různých států. Nejstarším ze zkoumaných článků je z roku 2001 *Modelling the urban water cycle* (Mitchell, 2001).

Článek se zabývá modelováním vodního cyklu ve městě. Pro modelaci bylo využito dat z městského povodí Woden Valley v Austrálii. V roce 2012 vyšly články *Enlightment of American Green Land Rainwater Management Art to...* (Guan, 2012), který se zabývá americkými teoriemi a postupy HDV zasazenými do čínské krajinné architektury, a *Key issues for sustainable urban stormwater management* (Barbosa, 2012), který se zabývá udržitelností HDV, jejími faktory, procesy a informacemi potřebnými pro rozvoj měst.

V roce 2016 vyšly články *Impacts of urbanisation of hydrological and water quality dynamics and urban water management* (Mc Grane, 2016), který popisuje dopady urbanizace na přírodní procesy, hodnocení pokroku a budoucí výzvy v městské hydrologii, a *Land cover properties and rain water harvesting in urban environments* (Nachshon, 2016). Článek je o vlivu zadržování dešťové vody v místě dopadu na městský hydrologický systém. Porovnává se akumulací se systémem vsakovacím. Jsou zde rovněž uvedeny příklady HDV z Izraele. Z roku 2019 pochází článek *Research on Rainwater Management from the Perspective of Sponge City* (Chen, 2019). Článek se zabývá popisem a návrhy opatření pro budování tzv. „houbových měst“ v Číně. Koncept houbového města vychází ze zkoumání HDV. Z roku 2020 pochází článek *Urban Flooding Mitigation Techniques. A Systematic Review and Future Studies* (Qin, 2020). Zde se autor zabývá přehledem objektů HDV ve městech i vývojem nových zařízení s regulací průtoku, které jsou schopny tlumit špičkový průtok a prodloužit dobu trvání odtoku.

V roce 2021 byly vydány články *Heat mitigation benefits of urban green and blue infrastructures: A systematic review of modeling techniques, validation and scenario simulation in ENVI-met V4* (Liu, 2021), který se zabývá řízením odtoku při přívalových srážkách ve městech pomocí retenčních nádrží, a článek *Rainwater Management in Urban Areas* (Helmreich, 2021). Tento článek se zabývá řešením problémů s HDV, kvantitou i kvalitou odtoku dešťové vody a negativními dopady změny klimatu. Z roku 2022 jsou dva články. Prvním je *Green structures for effective rainwater management on roads* (Hlushchenko, 2022). Článek se zabývá odtokem dešťové vody z pozemních komunikací pomocí dešťových záhonů vybudovaných v ukrajinském městě Kyjev. Druhým je *Resilience of Polish cities and their rainwater management policies* (Szpak, 2022). Článek se zabývá zkoumáním a porovnáváním politiky HDV ve vybraných polských městech. Nejnovější ze zkoumaných článků je z roku 2023 *Dezentrale*

Niederschlagswasserbewirtschaftung – Begriffe, Definitionen und Regelwerk (Neunteufel, 2023). Obsahem tohoto článku jsou terminologie, definice a předpisy decentralizovaného systému HDV pro plánování a údržbu modrozelené infrastruktury v Rakousku.

5. Klasifikace alternativních systémů vyskytujících se ve městech České republiky

Pro prvotní zjištění výskytu alternativních systémů ve městech České republiky byl použit dotazník zaslaný na městské úřady a magistráty zkoumaných měst.

Dotazníkové otázky:

Otázka 1:

Využívá se v budovách v majetku města (úřady, školy ap.) dešťová voda (např. na splachování záchodů, zalévání záhonů ap.)?

Otázka 2:

Používají se na budovách v majetku města vegetační střechy nebo vegetační fasády?

Otázka 3:

Nachází se na území města plochy zeleně (trávníky, stromy ap.) nebo propustné povrchy (zatravnovací dlažba, šterkový trávník ap.) primárně jako prevence vzniku srážkového odtoku?

Otázka 4:

Nachází se na území města nějaké vsakovací nebo retenční objekty (vsakovací rýha, šachta, suchá retenční dešťová nádrž, umělý mokřad ap.)?

Odpovědi na tyto otázky jsou ve tvaru ano-ne a jsou přehledně uspořádány v tabulce.

Tab.: Přehled odpovědí konkrétních měst na dotazníkové otázky

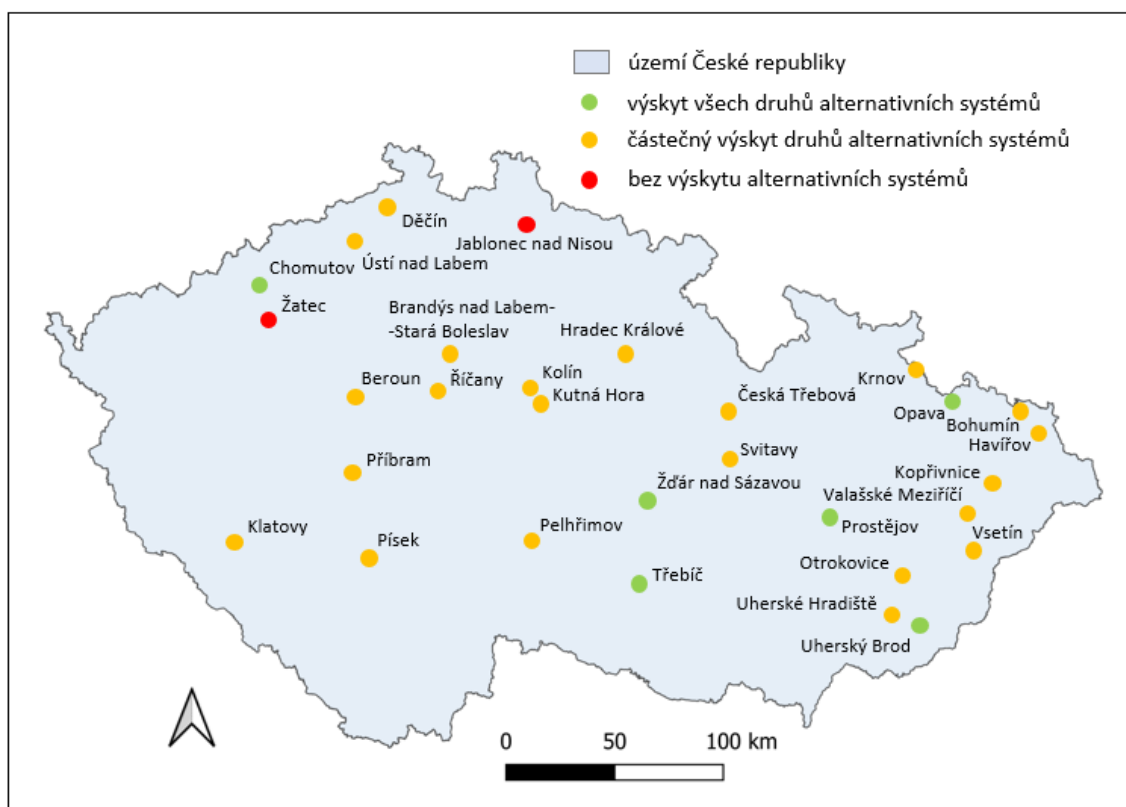
MĚSTO	OTÁZKA			
	1	2	3	4
Pelhřimov	ne	ne	ano	ano
Otrokovice	ne	ne	ano	ano
Brandýs nad Labem-Stará Boleslav	ano	ne	ano	ano
Bohumín	ne	ne	ano	ano
Žďár nad Sázavou	ano	ano	ano	ano
Svitavy	ne	ano	ano	ano
Uherský Brod	ano	ano	ano	ano
Chomutov	ano	ano	ano	ano
Krnov	ne	ne	ano	ne
Ústí nad Labem	ano	ano	ano	ne
Prostějov	ano	ano	ano	ano
Třebíč	ano	ano	ano	ano
Kutná Hora	ano	ne	ano	ne
Uherské Hradiště	ne	ne	ano	ano
Děčín	ano	ano	ano	ne
Žatec	ne	ne	ne	ne
Příbram	ne	ne	ano	ne
Vsetín	ne	ne	ano	ano
Písek	ne	ano	ano	ano
Říčany	ne	ano	ano	ano
Beroun	ne	ano	ne	ne
Valašské Meziříčí	ne	ne	ano	ano
Klatovy	ne	ne	ne	ano
Kopřivnice	ano	ne	ano	ano
Kolín	ne	ne	ano	ano
Hradec Králové	ne	ano	ano	ano
Česká Třebová	ne	ne	ano	ano
Havířov	ano	ne	ano	ano
Jablonec nad Nisou	ne	ne	ne	ne
Opava	ano	ano	ano	ano

Zdroj: Městské úřady a magistráty jednotlivých měst

Dotazníkového šetření se zúčastnilo 30 z 86 oslovených měst. Jak je patrné z tabulky, tak se problematice HDV nejvíce věnují města Žďár nad Sázavou, Uherský Brod, Chomutov, Prostějov, Třebíč a Opava. Naopak nejmenší pozornost věnují problematice HDV v Žatci a Jablonci nad Nisou.

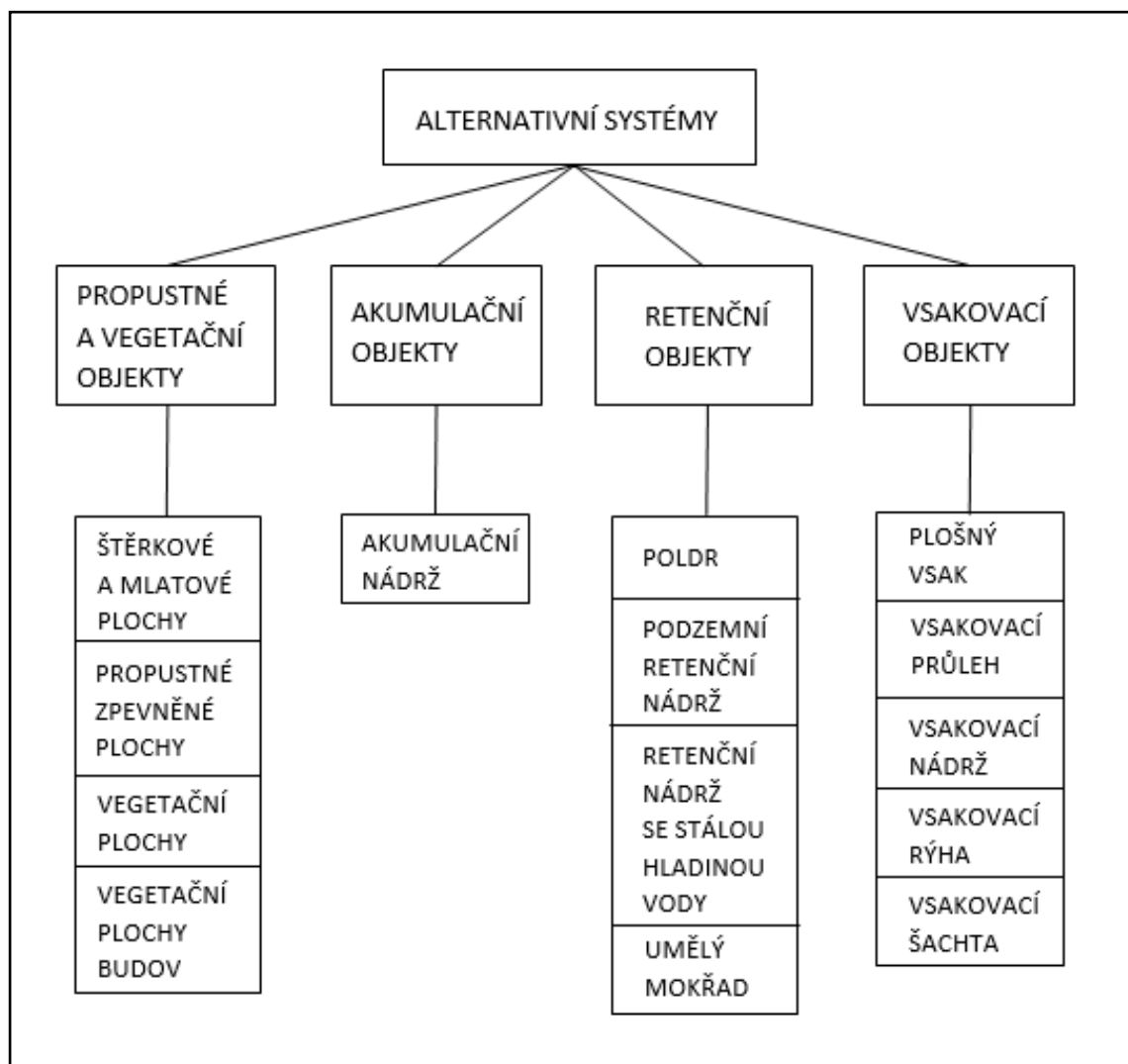
Míra výskytu používání akumulačního systému v konkrétních městech je 40 %. Vegetační střechy a fasády se využívá 44 % měst, vegetační a propustné plochy používá 87 % měst. Retenční a vsakovací systémy využívá 73 % měst. Nejrozšířenějším alternativním systémem v těchto konkrétních městech jsou vegetační a propustné plochy, naopak nejméně využívaným je akumulační systém.

Výskyt druhů alternativních systémů je znázorněn na obrázku 1. V mapě jsou konkrétní města rozdělena podle údajů z tabulky do tří kategorií.



Obr. 1: Mapa výskytu druhů alternativních systémů v konkrétních městech České republiky v roce 2023 (zdroj: městské úřady a magistráty jednotlivých měst, 2023; zpracování autor)

Na základě údajů ze zkoumaných měst bylo provedeno rozdělení alternativních systémů ve vodním hospodářství měst v České republice, které je zobrazeno na obrázku 2.

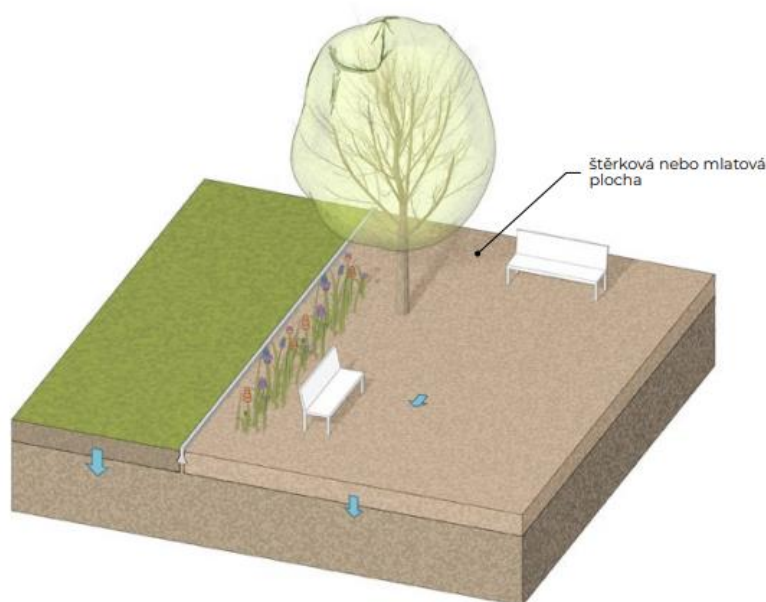


Obr. 2: Rozdělení alternativních systémů (zdroj: autor, 2023)

5.1 Propustné a vegetační objekty

Štěrkové a mlatové plochy

Štěrkové a mlatové plochy patří mezi plochy s nestmeleným povrchem. Slouží pro vsakování dešťové vody v místě dopadu a nejsou určeny pro odvodnění okolních ploch. Používají se tam, kde nejsou nutné běžné zpevněné plochy. Svrchní vrstvu štěrkové plochy tvoří různé frakce drceného kameniva, které se volí podle účelu použití. Nejčastější využití štěrku je u málo zatěžovaných cest s nízkou frekvencí pohybu a u dětských hřišť. Mlat je mechanicky zpevněné kamenivo. Jeho svrchní vrstvu tvoří hlinitopísčité lomové prosívka. Během užívání se povrch průběžně hutní a podle potřeby se doplňuje erodovaný materiál. Propustnost vody tohoto materiálu je díky malé pórovitosti nižší než u štěrkové plochy. Nejčastější využití mlatu je u parkových, zahradních a příměstských cest. Mezi výhody štěrkových a mlatových ploch patří snížení povrchového odtoku, zadržení srážkové vody v místě dopadu, estetický a rekreační potenciál a snadná recyklace použitého materiálu. Nevýhodami jsou vodní eroze, kolmatace, nevhodnost pro kontaminovanou vodu a nevhodnost pro svahy se sklonem větším než 5 % (Sýkorová, 2021). Na obrázku 3 je schématické zobrazení.



Obr. 3: Schématické zobrazení štěrkových a mlatových ploch (zdroj: Sýkorová, 2021)

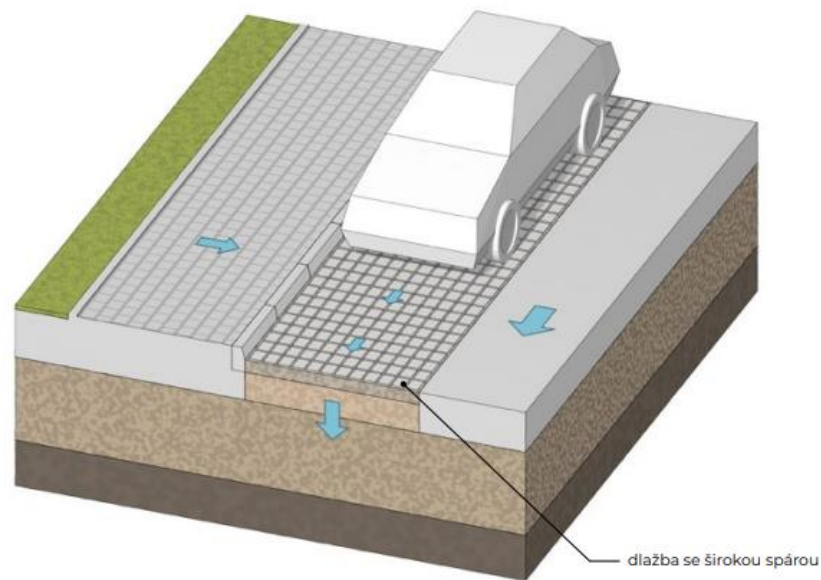
Štěrkové a mlatové plochy se nacházejí například v Praze v parku Lannova, v Brně v parku na Slovanském náměstí a v Prostějově v Kolářových sadech (obr. 4).



Obr. 4: Mlatové plochy v Kolářových sadech v Prostějově (zdroj: autor, 2023)

Propustné zpevněné plochy

Jedním ze znaků charakterizující město je vysoký podíl zpevněných povrchů. Typicky se jedná o asfaltové, betonové a zadlážděné povrchy, které jsou odvodňovány do kanalizace. Do kategorie zpevněných a zároveň propustných ploch se řadí dlažba s velkou spárou, propustná dlažba, lité propustné povrchy a zatravnovací dlažba. U dlažby s velkou spárou se dešťová voda vsakuje do podloží spárou vyplněnou štěrkem. Používá se na parkovištích a méně frekventovaných komunikacích. Propustnou dlažbu zastupuje dlažba z vodopropustného betonu se speciální pórovitou strukturou, která umožňuje vsakovat dešťovou vodu přes celou dlaždici. Z litých propustných povrchů se používá na chodníky litý vodopropustný beton a na povrchy hřišťí recyklovaná guma. Pro zatravnovací dlažbu se používá přírodní kámen, prefabrikované betonové zatravnovací tvárnice nebo plastové rošty. Hlinitopísčité substrát s travním osivem se vkládá jak do otvorů tvárnice, tak i do širokých spár. Mezi výhody propustných zpevněných ploch patří snížení povrchového odtoku, zadržení srážkové vody v místě dopadu, ochlazování povrchů pomocí odpařování nasáklé vody a u zatravnovací dlažby i lepší mikroklima. Nevýhodami jsou kolmatace ve spárách, nutnost propustného podloží a malá zatížitelnost (Sýkorová, 2021). Na obrázku 5 je schématické zobrazení.



Obr. 5: Schématické zobrazení propustných zpevněných ploch (zdroj: Sýkorová, 2021)

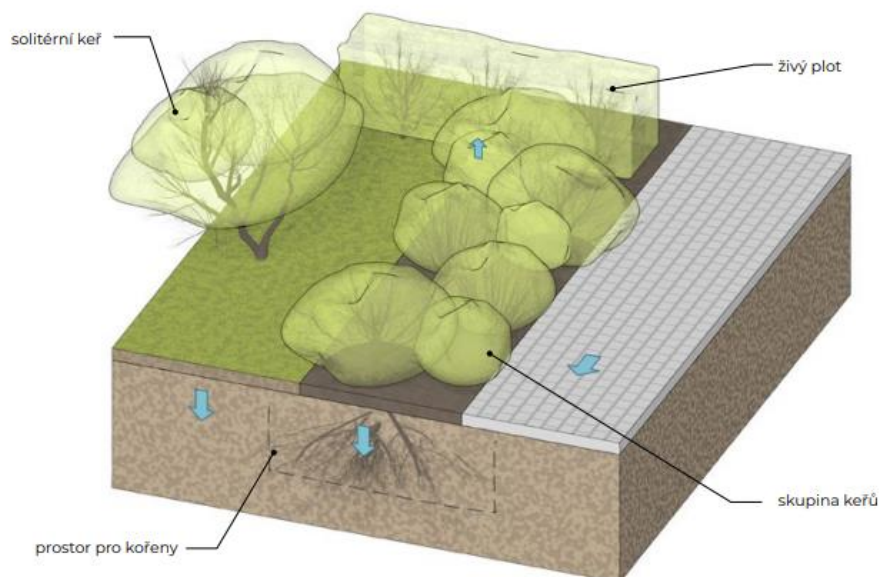
Propustné zpevněné plochy z polovegetačních betonových tvárnic se nacházejí například v Plzni na ul. Pallova (obr. 6). Plochy s dlažbou se širokou spárrou se nacházejí na parkovišti v Blansku na ul. E. Beneše a v Praze v Čelakovského sadech.



Obr. 6: Propustné zpevněné plochy v Plzni na ul. Pallova (zdroj: Magistrát města Plzně)

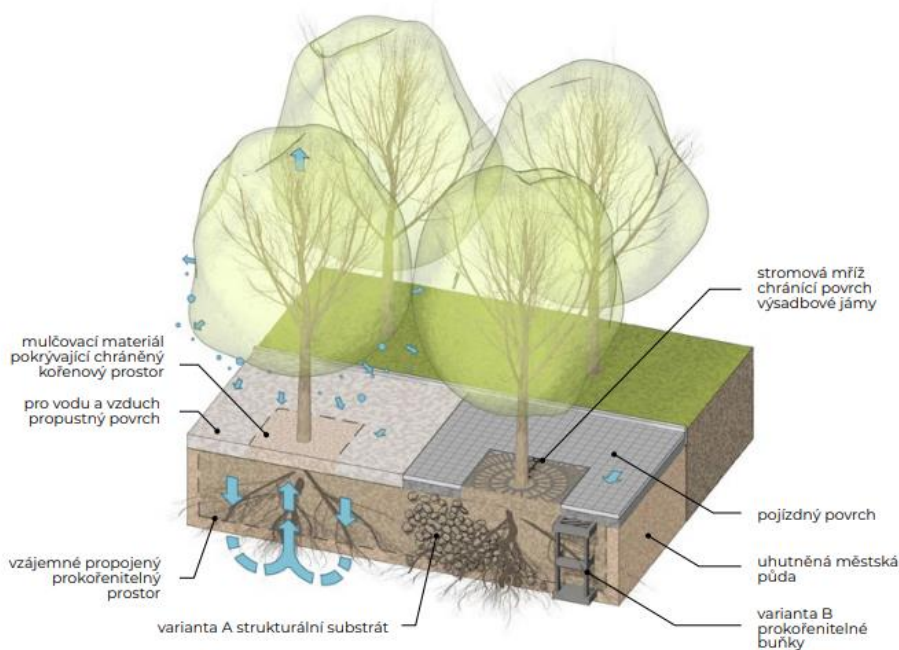
Vegetační plochy

Vegetační plochy jsou vymezeny povrchem osázeným trávnicí, květinovými záhonky, keři a stromy. Trávnicí jsou plošně největší a nejběžnější zelenou plochou městských veřejných prostorů. Mají jednoduché plošné použití. V letních měsících mají mnohem nižší teplotu povrchu než zpevněné plochy. Poskytují možnost pro přirozené zadržování, zasakování a výpar srážkové vody. Trávnicí společně s humusovou vrstvou zajišťuje předčištění vsakující se vody. Kvetoucí květinové záhonky jsou oproti trávnicím prostorově zanedbatelné, o to více jsou vizuálně nápadné. Tvoří je trvalky, letničky, dvouletky cibulové a hlíznaté rostliny a jejich vzájemná kombinace. Plní stejné funkce jako trávnicí. Mezi výhody trávnicí a květinových záhonů patří zadržování srážkové vody, snížení povrchového odtoku, zlepšení mikroklimatu a kvality ovzduší, ochrana půdy proti erozi, estetická a rekreační funkce, tvorba biotopu a podpora biodiverzity. Keře jakožto nižší dřeviny jsou vhodné k výsadbě do malých prostorů, kde zastupují funkci stromů. Můžou sloužit k vymezení hranic, oddělení a členění prostorů. V městském prostoru se vyskytují jako volně rostoucí keře, tvarované keře nebo půdopokryvné keře. Na obrázku 7 je schématické zobrazení.



Obr. 7: Schématické zobrazení vegetačních ploch, tvořených trávnicí a keři (zdroj: Sýkorová, 2021)

Nejdůležitější a nejvýraznější prvky zeleně ve městě jsou stromy. Jsou obvykle dlouhověké, v čase proměnlivé a významně se uplatňují v utváření vzhledu městských veřejných prostorů. Z hlediska HDV je přínos stromů v tom, že snižují odtok dešťové vody tím, že zachycují srážky v korunách stromů, odpařují vodu z listů, zvyšují infiltraci kolem kořenů stromů a ukládají vodu do kmenů stromů. Výhody keřů a stromů jsou v podstatě stejné jako u trávníků a květinových záhonů. Mezi jejich nevýhody se řadí potřeba prostoru pro kořenový systém stromu a možná kolize s městskými inženýrskými sítěmi (Sýkorová, 2021). Na obrázku 8 je schématické zobrazení.



Obr. 8: Schématické zobrazení vegetačních ploch, tvořených stromy (zdroj: Sýkorová, 2021)

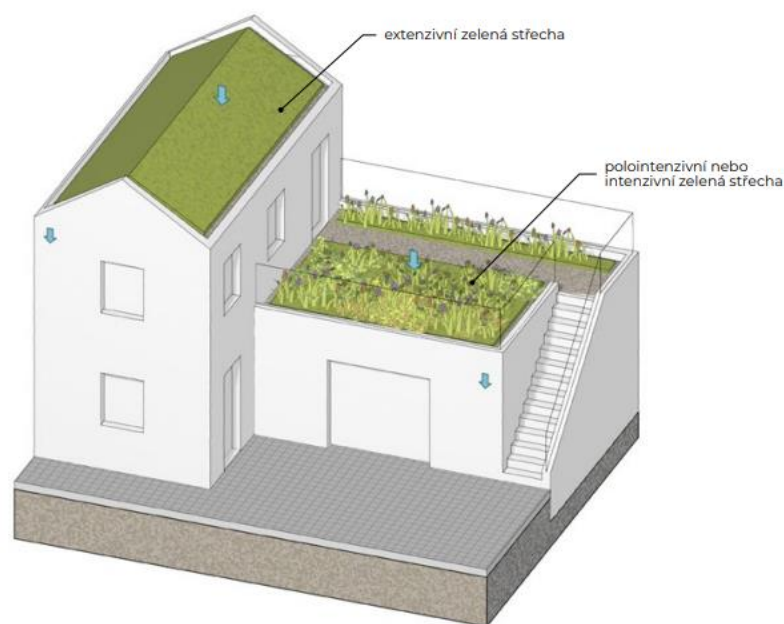
Vegetační plochy se nachází například ve formě trávníků v parku na Moravském náměstí v Brně, ve formě keřů v Denisových sadech v Brně, ve formě stromů v biocentru Medlánky v Brně. Dešťové záhony se pak nacházejí v parku U Kněžské louky v Praze (obr. 9).



Obr. 9: Vegetační plochy v Praze v parku U Kněžské louky (zdroj: Nadace Partnerství, 2021a)

Vegetační plochy budov

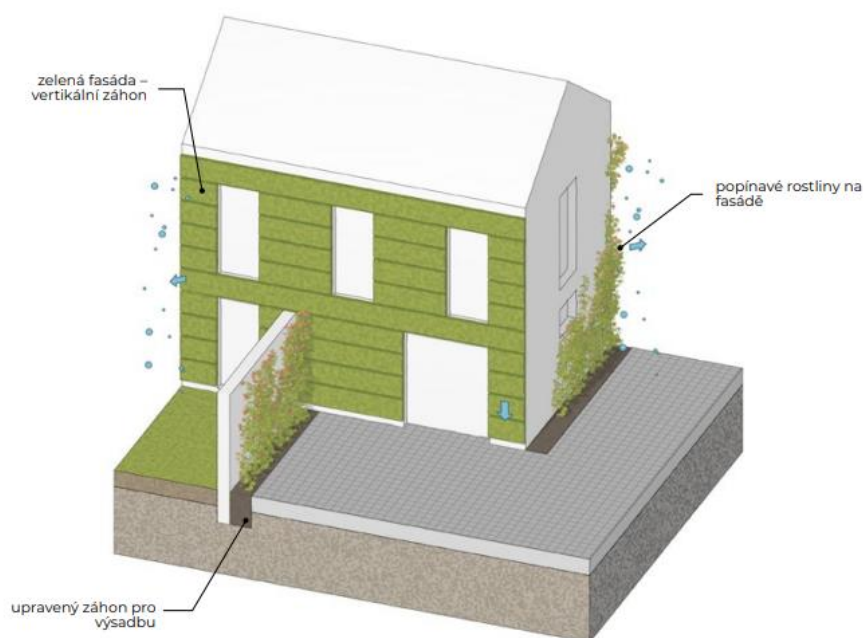
Na zvýšení podílu zeleně ve městech, zlepšení obytného a pracovního prostředí se mimo jiné podílejí vegetační zelené střechy a vegetační zelené fasády. Vegetační střechy se zakládají jako jednovrstevné nebo vícevrstevné na střechách budov. Dle typu vegetace a náročnosti údržby se rozlišují vegetační střechy extenzivní s výškou souvrství do 20 cm, polointenzivní s výškou souvrství do 40 cm a intenzivní s výškou souvrství nad 40 cm. Skladba vegetace může být různorodá, od mechů až po stromy.



Obr. 10: Schématické zobrazení vegetačních střech (zdroj: Sýkorová, 2021)

Mezi výhody vegetačních střech patří snížení povrchového odtoku, zmírnění přívalových srážek, zlepšení mikroklimatu a kvality ovzduší, úspora energií a vytvoření biotopu. Nevýhodami jsou nároky na statickou únosnost konstrukce budov a potřeba kvalitní hydroizolace. Na obrázku 10 je schématické zobrazení.

Vegetační zelené fasády jsou tvořeny popínavými rostlinami rostoucími z volné půdy, nebo rostlinami rostoucími z vertikálních záhonů. U vegetačních fasád je hlavním úkolem vegetace z hlediska HDV zachytávat a následně vypařovat srážkovou vodu. Mezi výhody vegetačních fasád patří zlepšení mikroklimatu a kvality ovzduší, úspora energií a vytvoření biotopu. Nevýhodou je náročnost údržby vegetační fasády (Sýkorová, 2021). Na obrázku 11 je schématické zobrazení.



Obr. 11: Schématické zobrazení vegetačních fasád (zdroj: Sýkorová, 2021)

Převážnou většinu všech vegetačních ploch na budovách tvoří vegetační střechy. Nachází se například v Praze na základní škole v Dolních Měcholupech na ul. Kutnohorská, v Plzni mateřská škola na ul. Ke křížku a Vozovna Slovany na ul. na ul. Slovanská alej, v Šumperku na autobusovém nádraží na ul. Jesenická (obr. 12) a v Opavě na mateřské škole na ul. Podvihovská a na víceúčelové hale na ul. Žižkova.

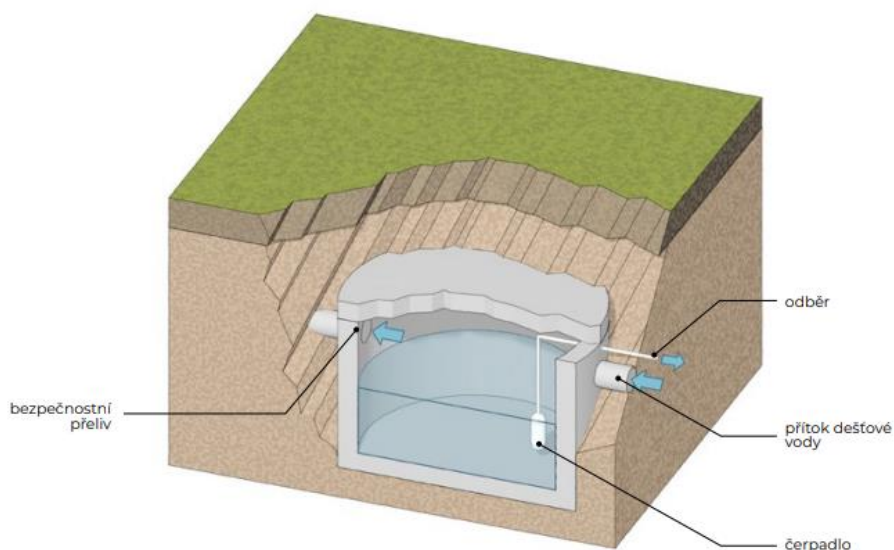


Obr. 12: Vegetační střechy v Šumperku na autobusovém nádraží (zdroj: Nadace Partnerství, 2021b)

5.2 Akumulační objekty

Akumulační nádrž

Akumulační nádrž je objekt HDV sloužící k zachycení srážkové vody, která se posléze využívá k různým účelům. Těmi mohou být zalévání městské zeleně nebo chlazení a čištění městských povrchů. V městských budovách se dešťová voda pak využívá k úklidu a splachování toalet. Nejčastěji se jedná o podzemní plastovou nebo betonovou nádrž uloženou v nezpevněném podloží a zařazuje se mezi odvodňovanou plochu a další prvek HDV. Pro minimalizaci znečištění vody je nejvhodnější používat srážkovou vodu odtékající ze střech nemovitostí. Výhody akumulací nádrže spočívají v zadržení srážkové vody, snížení povrchového odtoku a úspora pitné vody při použití naakumulované vody. Mezi nevýhody se řadí potřeba čerpadla a elektrické energie, výběr místa instalace s ohledem na jinou podzemní technickou infrastrukturu a důvod, že akumulovaná voda nepokryje celou roční spotřebu vody pro daný účel (Sýkorová, 2021). Na obrázku 13 je schématické zobrazení.



Obr. 13: Schématické zobrazení akumulční nádrže (zdroj: Sýkorová, 2021)

Akumulační nádrž se nachází například v Praze na radnici Prahy 12 na ul. Generála Šišky a radnici Prahy 14 na ul. Bratří Venclíků. Z ostatních měst se akumulční nádrž nachází v Plzni ve Vozovně Slovany na ul. Slovanská alej, v Šumperku na autobusovém nádraží na ul. Jesenická, v Uherském Brodě na základní škole Na Výsluní a v Prostějově v mateřské škole Smetanova (obr. 14).



Obr. 14: Akumulační nádrž v průběhu instalace v MŠ Smetanova v Prostějově (zdroj: Magistrát města Prostějova, 2023b)

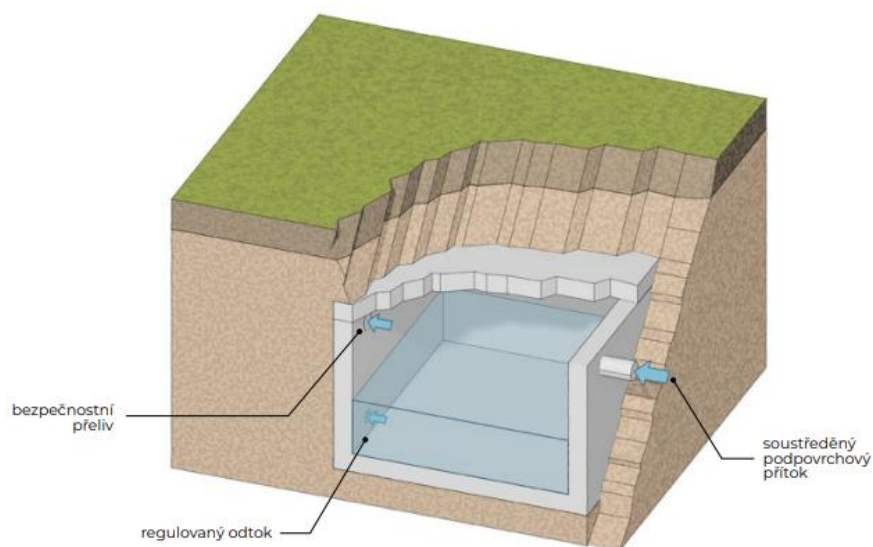
Poldr se nachází například ve Svitavách u břehů Studeného potoka (obr. 16). V Praze se pak nachází poldr Čihadla v údolí říčky Rokytky.



Obr. 16: Zatopený poldr u Studeného potoka ve Svitavách (zdroj: SPÚ ČR)

Podzemní retenční nádrž

Jedná se o podzemní technický objekt, který umožňuje dočasně zadržet zachycený povrchový odtok a současně ho regulovaně vypouštět. Využívá podzemního prostoru pro zachycení co největšího množství vody při co nejmenších prostorových nárocích. Nádrž je konstruovaná z vodotěsných materiálů, nejčastěji z betonu nebo plastu.



Obr. 17: Schématické zobrazení podzemní retenční nádrže (zdroj: Sýkorová, 2021)

Výhodami podzemní nádrže jsou retence a regulace povrchového odtoku, ochrana před kulminačními průtoky a prostorová nenáročnost. Mezi nevýhody patří údržba podzemní nádrže a výběr prostoru pro nádrž s ohledem na možnou kolizi s městskými inženýrskými sítěmi (Sýkorová, 2021). Na obrázku 17 je schématické zobrazení.

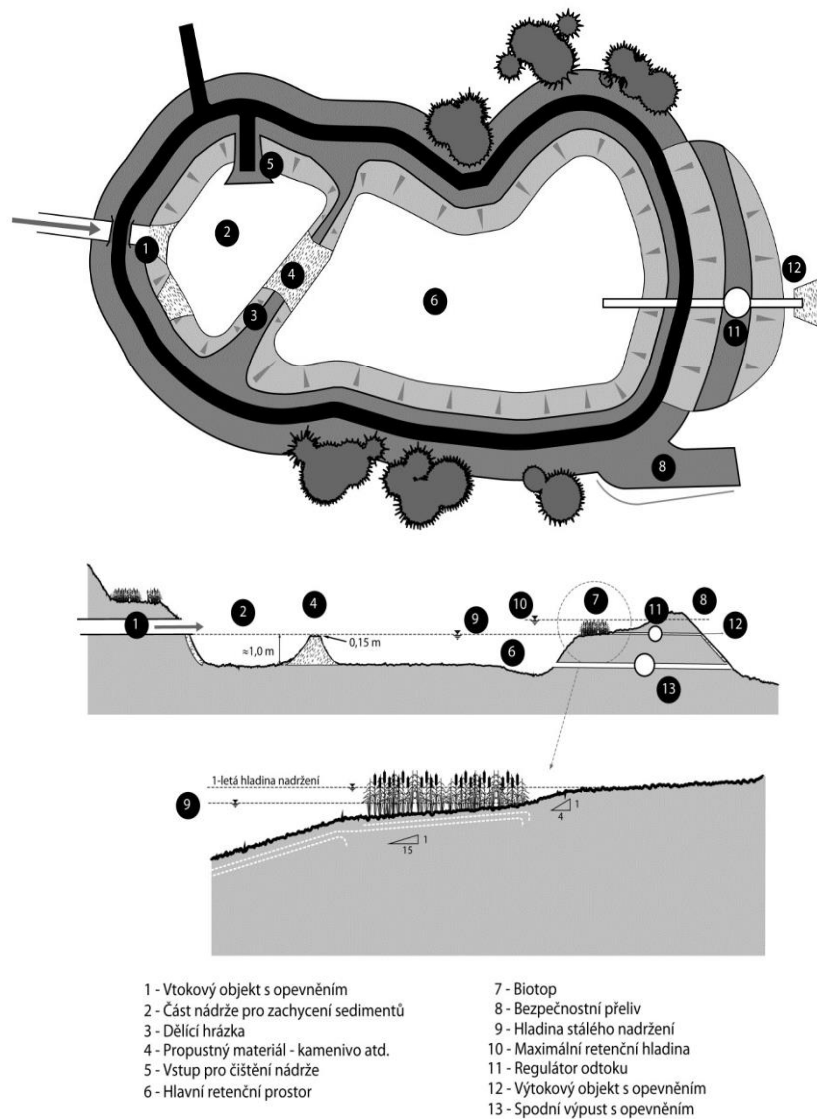
Podzemní retenční nádrž se nachází například v Praze v Thomayerových sadech (obr. 18). V rámci budoucího projektu Odvodnění areálu Technických služeb města Chomutova bude realizována v lokalitě Na Moráni podzemní retenční nádrž a v lokalitě U větrného mlýna podzemní retenční nádrž spolu se vsakovací rýhou.



Obr. 18: Podzemní retenční nádrž v Thomayerových sadech v Praze (zdroj: MČ Praha 8, 2018)

Retenční nádrž se stálou hladinou vody

Taktéž jako u poldru se jedná o terénní nádrž, která primárně slouží k zachycení povrchového odtoku s následným regulovaným odpouštěním do povrchových vod nebo kanalizace. U tohoto typu nádrže je však vytvořený zatopený prostor se stálou hladinou vody. Prostor stálého zatopení je určen úrovní umístění odtokového potrubí. Teprve prostor nad touto úrovní až do úrovně bezpečnostního přelivu zajišťuje retenční funkci nádrže. Výhodami této retenční nádrže jsou retence a regulace povrchového odtoku, ochrana před kulminačními průtoky, podpora výparu vody, podpora biodiverzity a využití plochy k rekreačním účelům. Mezi nevýhody patří prostorové nároky a pouze částečné předčištění vody (Sýkorová, 2021). Na obrázku 19 je schématické zobrazení.



Obr. 19: Schématické zobrazení retenční nádrže se stálou hladinou vody (zdroj: TNV 75 9011)

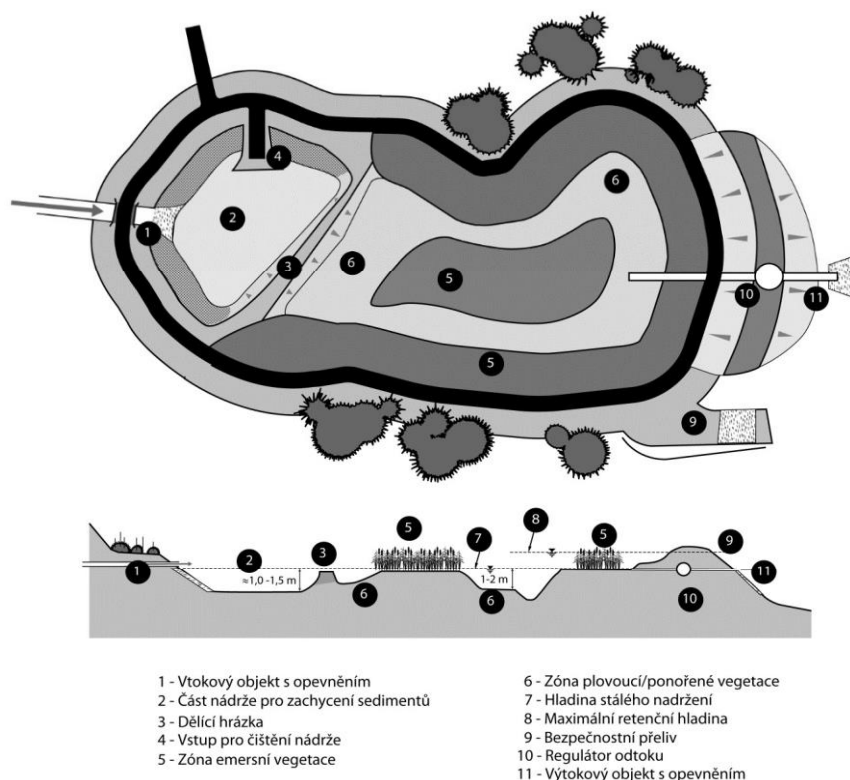
Retenční nádrž se stálou hladinou vody se nachází například v Praze na ul. K Čestlicům a na Suchdolském náměstí. V Brně se pak nachází nádrž v parku Pod Plachtami (obr. 20).



Obr. 20: Retenční nádrž se stálou hladinou vody v Brně v parku Pod Plachtami (zdroj: Magistrát města Brna, 2013)

Umělý mokřad

Umělým mokřadem se rozumí terénní nádrž, která se vytváří modelací terénu. Je tvořen nepropustným podložím pokrytým vrstvou bahna. Dno je členité.



Obr. 21: Schématické zobrazení umělého mokřadu (zdroj: TNV 75 9011)

Mělká voda je osázená mokřadními rostlinami pro proces biologického čištění vody. Mokřad není primárně určen k zachycení velkého přítoku srážkových vod jako je tomu u poldru. Jeho vhodné umístění je spíše na okraji měst. Stejně jako retenční nádrž se stálou vodou má i umělý mokřad prostor stálého zatopení, který je dán úrovní odtokového potrubí. Rozdíl mezi nimi je právě v biologickém čištění vody, které v mokřadu zajišťují vysazené rostliny. Výhodami umělého mokřadu jsou retence a regulace odtoku, zlepšení jakosti přitékající vody, podpora výparu a podpora biodiverzity. Mezi nevýhody patří prostorové nároky a omezená vhodnost použití do zastavěných městských prostor (Sýkorová, 2021). Na obrázku 21 je schématické zobrazení.

Umělý mokřad se nachází například v Uherském Brodě v enviromentálním parku Škrlovec (obr. 22) a na levém břehu řeky Olšavy. Dále se v Jihlavě nacházejí Lesnovské mokřady.



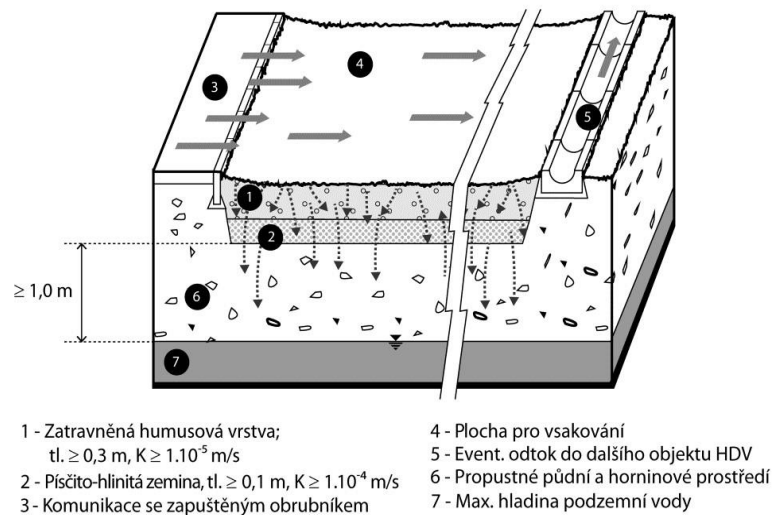
Obr. 22: Umělý mokřad v parku Škrlovec v Uherském Brodě (zdroj: MÚ Uherský Brod, 2020)

5.4 Vsakovací objekty

Plošný vsak

Plošný vsak je systém, který využívá zatravněné humusové plochy pro vsakování přitékající srážkové vody. Plošný vsakovací objekt se umísťuje vedle odvodňované zpevněné plochy. Vsakovací plochu je nutno zatěžovat rovnoměrně a sklon by neměl být

větší než 5 %. V období sucha se může vsakovací plocha využívat k rekreačním účelům, podobně jako je to řešeno u poldrů. Výhodami plošného vsaku jsou zvýšení vlhkosti půdy, podpora výparu vody a využití velkých zatravněných ploch. Mezi nevýhody patří prostorová náročnost a nutnost dobrých vsakovacích podmínek (Sýkorová, 2021). Na obrázku 23 je schématické zobrazení.



Obr. 23: Schématické zobrazení plošného vsaku (zdroj: TNV 75 9011)

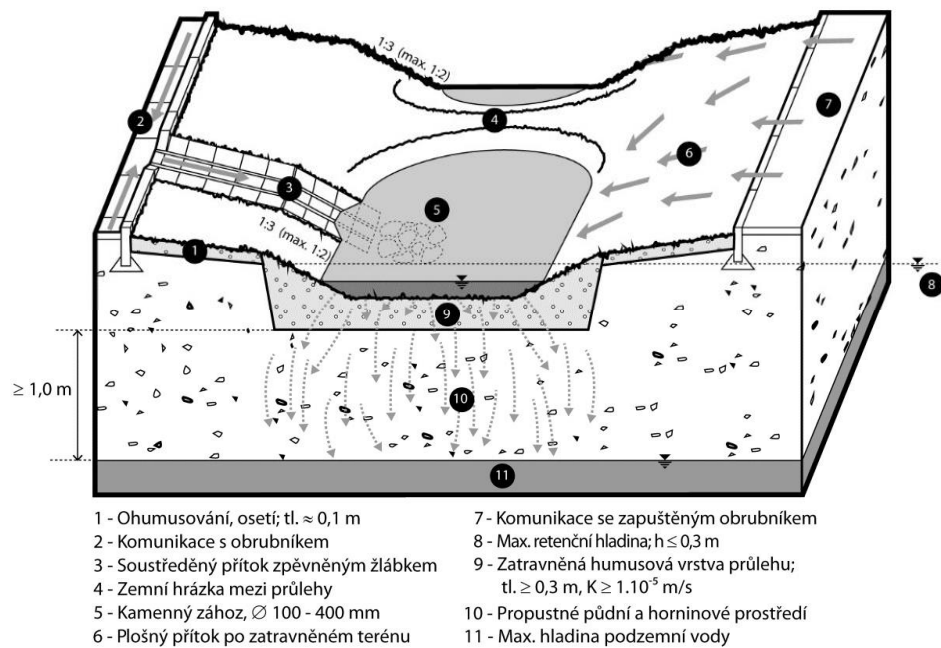
Plošný vsak se nachází například v Prostějově na Floriánském náměstí (obr. 24) a v Praze na ul. Laponská.



Obr.24: Plošný vsak v Prostějově na Floriánském náměstí (zdroj: autor, 2023)

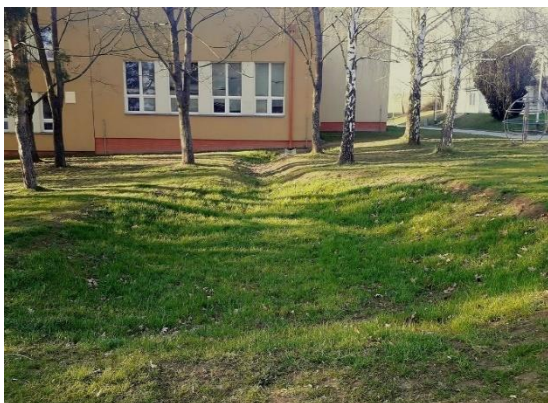
Vsakovací průleh

Vsakovací průleh je mělký povrchový objekt, který umožňuje krátkodobé zadržení vody pomocí vytvořeného zahloubení. Srážková voda stéká po zpevněných plochách do mělkého průlehu a v této prohlubni se postupně vsakuje do podloží přes zatravněnou humusovou vrstvu. Svrchní vrstva může být řešena i formou květinového záhonu. Přítok srážkové vody by měl být rovnoměrně rozložený po celé délce průlehu. Tvar průlehu je řešen dle prostorových možností v rozmezí od mělkých a širších až po úzké průlehy s kolmými stěnami. Výhodami vsakovacího průlehu jsou zvýšení vlhkosti půdy, podpora výparu vody a při vysazené vegetaci i zlepšení mikroklimatu a podpora biodiverzity. Mezi nevýhody patří kolmatace a nevhodnost použití na svažitém pozemku (Sýkorová, 2021). Na obrázku 25 je schématické zobrazení.



Obr. 25: Schématické zobrazení vsakovacího průlehu (zdroj: TNV 75 9011)

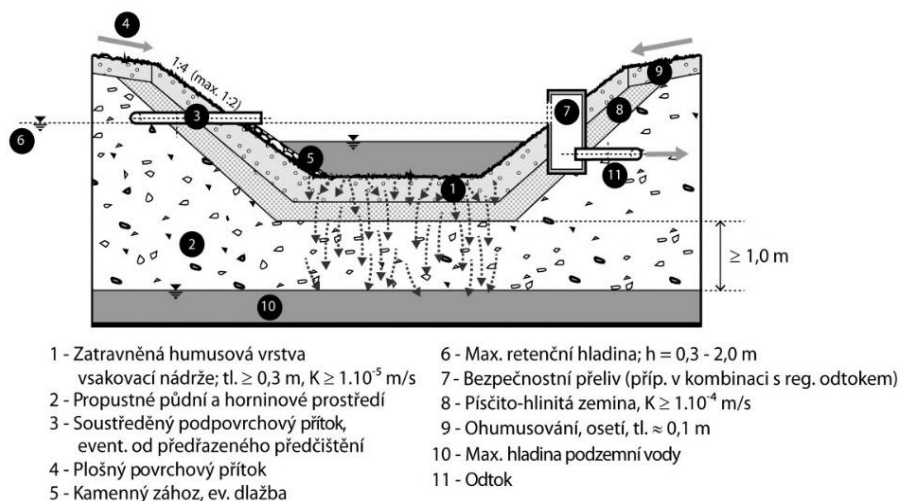
Vsakovací průleh se nachází například v Uherském Brodě u základní školy na ul. Na Výsluní (obr. 26). Dále pak v Praze je vsakovací průleh v areálu VOSA na ul. Mráčkova, na sídlišti Kamýk nebo v Thomayerových sadech.



Obr. 26: Vsakovací průleh u základní školy v Uherském Brodě (zdroj: MÚ Uherský Brod, 2021)

Vsakovací nádrž

Vsakovací nádrž je objekt, který vytváří velký retenční objem, čímž umožňuje napojení většího množství dešťových vod svedených z rozlehlých zpevněných ploch nebo více objektů. Zachycená voda v nádrži se postupně vsakuje. Proto musí mít nádrž dobré vsakovací parametry podloží. Výhodami vsakovací nádrže jsou zvýšení vlhkosti půdy a podpora výparu vody. Mezi nevýhody patří kolmatace a prostorová náročnost (Sýkorová, 2021). Na obrázku 27 je schématické zobrazení.



Obr. 27: Schématické zobrazení vsakovací nádrže (zdroj: TNV 75 9011)

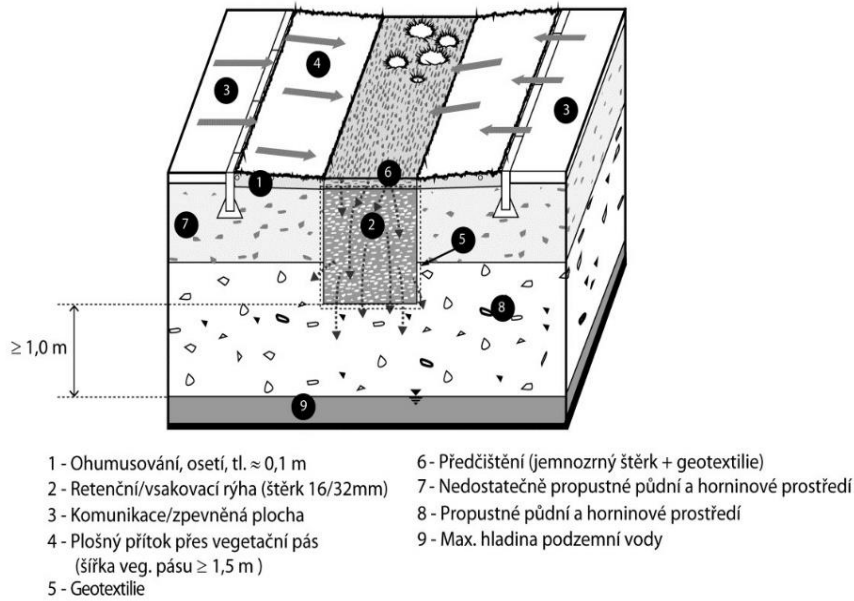
Vsakovací nádrž se nachází například v Prostějově u budovy Sportcentra – domu dětí a mládeže na ul. Olympijská. (obr. 28).



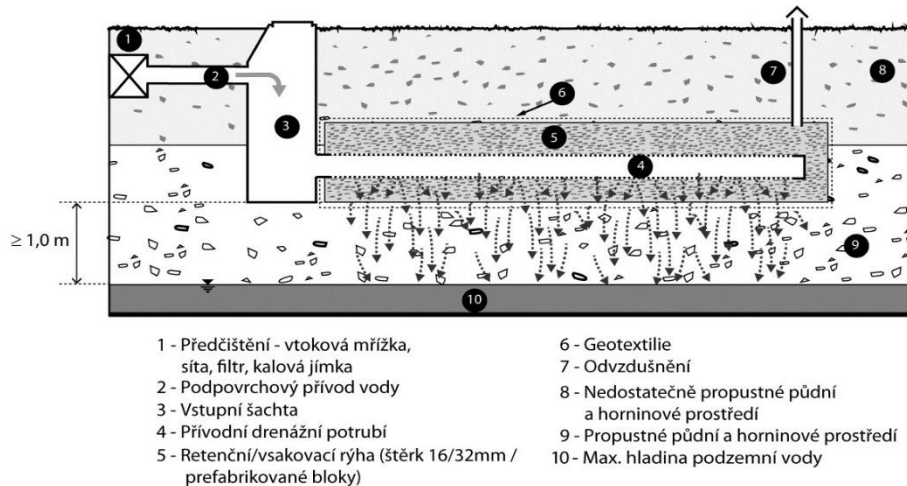
Obr. 28: Budova Sportcentra v Prostějově a vsakovací nádrž složená z bloků v průběhu instalace (zdroj: Magistrát města Prostějova, 2021)

Vsakovací rýha

Jedná se o podzemní objekt s převážně liniovým charakterem, do kterého je sváděna dešťová voda ze zpevněných ploch. Je vytvořena ze štěrku nebo plastových bloků, které tvoří propustnou vrstvu. Tato vrstva umožňuje retenci a následně vsakování vody do propustného podloží. Podle způsobu přítoku vody mohou být rýhy s povrchovým nebo podpovrchovým přítokem vody. Vsakovací rýha je systém podobný vsakovacímu průlehu. Rozdíl mezi nimi je v povrchovém retenčním prostoru, který vsakovací rýha nemá. Výhodami vsakovací rýhy jsou zvýšení vlhkosti půdy a podpora výparu vody u povrchového přítoku. Mezi nevýhody patří výběr prostoru pro rýhu s ohledem na možnou kolizi s městskými inženýrskými sítěmi (Sýkorová, 2021). Na obrázku 29 je schématické zobrazení vsakovací rýhy s povrchovým přítokem a na obrázku 30 s podpovrchovým přítokem.



Obr. 29: Schématické zobrazení vsakovací rýhy s povrchoým přítokem (zdroj: TNV 75 9011)



Obr. 30: Schématické zobrazení vsakovací rýhy s podpovrchovým přítokem (zdroj: TNV 75 9011)

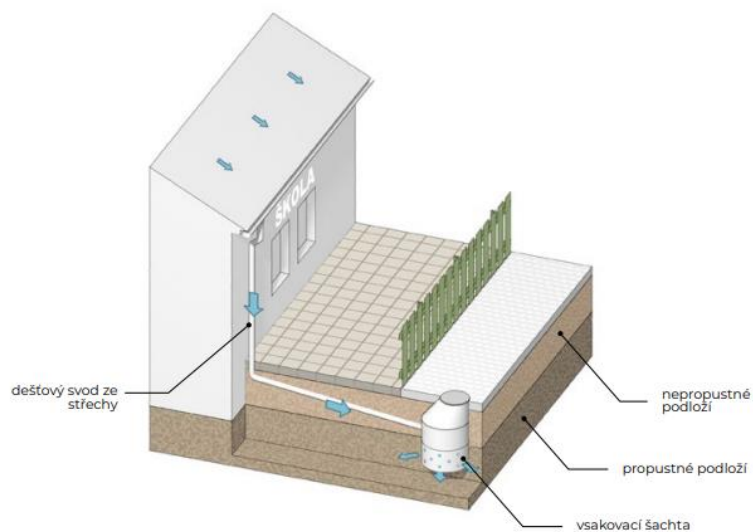
Vsakovací rýha se nachází například v Praze na Smetanově nábřeží a v kombinaci vsakovací průleh-rýha také u Městského domu kultury v Karviné na tř. Osvobození a v areálu aquaparku v Brně na ul. Chalabalova (obr. 31).



Obr. 31: Vsakovací průleh-rýha v Brně na ul. Chalabalova (zdroj: JV Projekt VH, 2010)

Vsakovací šachta

Vsakovací šachta je systém s malými prostorovými nároky pro vsakování srážkové vody. Skládá se z přívodního potrubí a šachty, jejíž dno je tvořeno propustnou vrstvou šterku. Ve spodní propustné vrstvě podloží jsou do stěny šachty vyhotoveny otvory. Vsakování vody do podloží je tedy zajištěno jak pomocí propustného šterkového dna, tak pomocí otvorů ve stěně. Konstrukce šachty nemá žádnou čistící schopnost, proto je využití šachty možné jen pro vodu z málo znečištěných ploch. Materiálem šachty může být beton, plast nebo cihly. Výhodami vsakovací šachty jsou zvýšení vlhkosti půdy a malé prostorové nároky. Mezi nevýhody patří využití pro omezený druh odvodňovacích ploch a omezená kapacita vsaku (Sýkorová, 2021). Na obrázku 32 je schématické zobrazení.



Obr. 32: Schématické zobrazení vsakovací šachty (zdroj: Sýkorová, 2021)

Vsakovací šachta se nachází například v Plzni v 54. mateřské škole na ul. Staniční (obr. 33) nebo v Prostějově na Husově náměstí.



Obr. 33: Vsakovací šachta v Plzni v mateřské škole na ul. Staniční (zdroj: Envic, 2023)

6. Zhodnocení přístupu měst České republiky k alternativním systémům

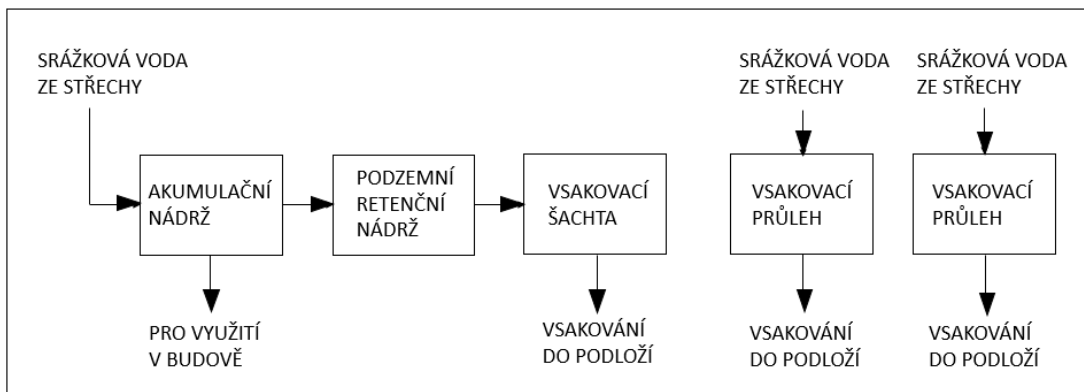
6.1 Konkrétní příklady

Pro konkrétní příklady bylo vybráno město Prostějov. Na území města se nacházejí všechny výše popsané alternativní systémy. Z propustných a vegetačních objektů to jsou mlatové plochy v Kolářových sadech, šterkové plochy v Mládkových sadech, propustné zpevněné plochy parkovišť na ul. Bohumíra Šmerala, vegetační plochy na sídlišti Svornosti a vegetační plochy budov na střechách budovy Irisu na Husově náměstí. Z akumulčních objektů to jsou akumulční nádrže na ul. Smetanova, ul. Olympijská a Husově náměstí. Z retenčních objektů to jsou poldr v lokalitě U sv. Anny, podzemní retenční nádrže na Husově náměstí, retenční nádrž se stálou hladinou vody v Mládkových sadech a umělý mokřad ve Vrahovicích u soutoku říček Hloučely a Romže. Ze vsakovacích objektů to jsou plošný vsak na Floriánském náměstí, vsakovací průlehy a vsakovací rýhy na Husově náměstí a Mládkových sadech, vsakovací nádrž na ul. Olympijská a vsakovací šachta na Husově náměstí. Tři z těchto vyjmenovaných příkladů budou v následujícím textu podrobněji popsány.

Veřejné prostranství na Husově náměstí před bývalou základní školou

Revitalizaci prostranství před budovou bývalé základní školy na Husově náměstí v Prostějově realizovalo statutární město Prostějov (obr. 35). Architektonická studie proběhla v únoru 2019. Následovala příprava projektové dokumentace, vydání územního souhlasu, výběrové řízení na zhotovitele, realizace stavby a kolaudace stavby, která proběhla v prosinci 2022. Stavbu zhotovila firma INSTA CZ s.r.o. se sídlem v Olomouci. Celkový rozpočet na revitalizaci byl 6 041 956 Kč a financován byl z rozpočtu města a dotace z Národního plánu obnovy Státního fondu životního prostředí České republiky. Veřejným přínosem je využití modrozelené infrastruktury a vznik kulturního prostoru. Stavebními objekty byly zpevněné plochy, sadové úpravy, sedací schody, dřevěná pergolová konstrukce, povalový chodník, stojany na kola, odpadkové koše a objekty HDV. V rámci řešení zeleně byla provedena výsadba 11 listnatých stromů, které vytvoří příznivé mikroklima. Součástí úpravy bylo také řešení problematiky HDV s následným využíváním pro závlahu nového trávníku (Magistrát města Prostějova, 2022).

Funkční řešení HDV spočívá v odvedení srážkových vod ze střechy bývalé základní školy a přilehlých zpevněných ploch pomocí nové dešťové kanalizace do objektů akumulace a vsaků na přilehlých pozemcích prostranství před bývalou základní školou. Srážková voda je ze střechy s plochou 1 328 m² odváděna přes filtrační zařízení do podzemní akumulační nádrže o celkovém objemu cca 34 m³ a užitém objemu cca 25 m³ s čerpadly a bezpečnostním přepadem, z níž je dále odváděna přes filtrační a regulační šachtu do podzemní retenční nádrže z plastových bloků o retenčním objemu cca 32 m³ s navazující vsakovací šachtou z betonových skruží (obr. 36). V technické místnosti budovy bývalé školy je namontovaná automatická řídicí a monitorovací jednotka, která za pomoci čerpadla a potrubí přivádí vodu z akumulační nádrže pro splachování WC v budově. Při nedostatku vody v akumulační nádrži tato jednotka přepojí přívod vody pro splachování WC na vodovodní řád s pitnou vodou. U bočních zdí budovy se nacházejí dva samostatné vsakovací průlehy (obr. 37) o rozloze 230 m² a 58 m² (Magistrát města Prostějova, 2022). Schématické zobrazení technologie vsakování srážkové vody je na obrázku 34.



Obr. 34: Blokové schéma technologie vsakování srážkové vody (zdroj: Magistrát města Prostějova, 2022; zpracování autor)



Obr. 35: Prostranství před revitalizací a po revitalizaci (zdroj: Magistrát města Prostějova, 2022 a autor, 2023)



Obr. 36: Retenční nádrž a akumulací nádrž se vsakovací šachtou (zdroj: Magistrát města Prostějova, 2022)

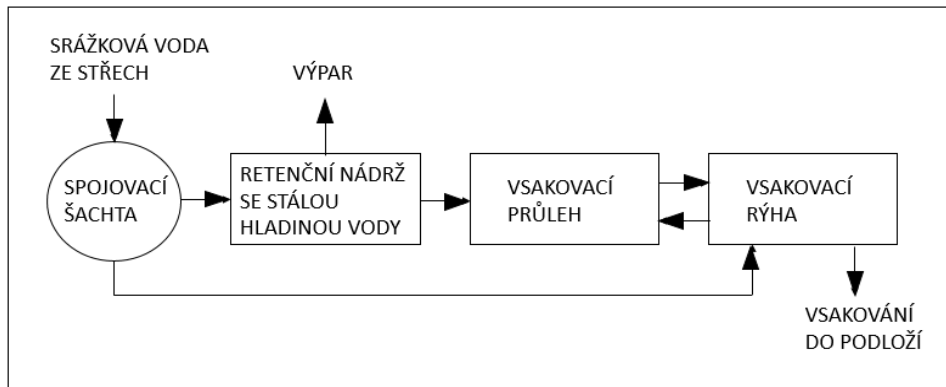


Obr. 37: Vsakovací průlehy u jižní a východní strany budovy (zdroj: autor, 2023)

Nový park Mládkovy sady

Výstavbu nového městského parku v jižní části města realizovalo statutární město Prostějov. Architektonická studie proběhla na přelomu let 2017 a 2018. Následovala příprava projektové dokumentace, vydání územního souhlasu, výběrové řízení na zhotovitele, realizace stavby a kolaudace stavby. V červnu 2020 byla ukončena stavba bez sadových úprav. Kompletní dokončení parku proběhlo v říjnu 2020. Nový park dostal název Mládkovy sady na počest prostějovského občana Jana Mládky. Stavbu zhotovila firma Strabag a. s. se sídlem v Praze. Celkový rozpočet na výstavbu byl 17,9 miliónů Kč a financován byl z rozpočtu města a dotace z Evropského fondu pro regionální rozvoj. Veřejným přínosem je zlepšení životního prostředí ve městě, HDV a podpora biodiverzity. Tento projekt dostal ocenění v soutěži Park roku 2021 a to Cenu děkanky Zahradnické fakulty Mendelovy univerzity v Brně (Magistrát města Prostějova, 2020).

Funkční řešení HDV spočívá v odvedení srážkových vod ze střech bytových domů přes nápusné a spojovací šachty do retenční nádrže se stálou hladinou vody (obr. 39), která je zhotovena ze železobetonu. Hloubka nádrže je 2 m a do výšky 1,7 m je zaplněna kameny. Z retenční nádrže voda pak přepadem teče do vsakovacího průlehu o rozloze 1 047 m², tvořeného zatravněnou humusovou vrstvou (obr. 40). Vsakovací průlehl je doplněn vsakovací rýhou, tvořenou štěrkem do hloubky 3 m pod terénem. Hladina podzemní vody se v tomto území nachází v hloubce 4 m pod terénem. V případě údržby nebo zamrznutí retenční nádrže se srážková voda odvádí přímo do vsakovací rýhy s přepadem do vsakovacího průlehu (Magistrát města Prostějova, 2020). Schématické zobrazení technologie vsakování srážkové vody je na obrázku 38.



Obr. 38: Blokové schéma technologie vsakování srážkové vody (zdroj: Magistrát města Prostějova, 2020; zpracování autor)



Obr. 39: Retenční nádrž se stálou hladinou vody v Mládkových sadech (zdroj: autor, 2023)

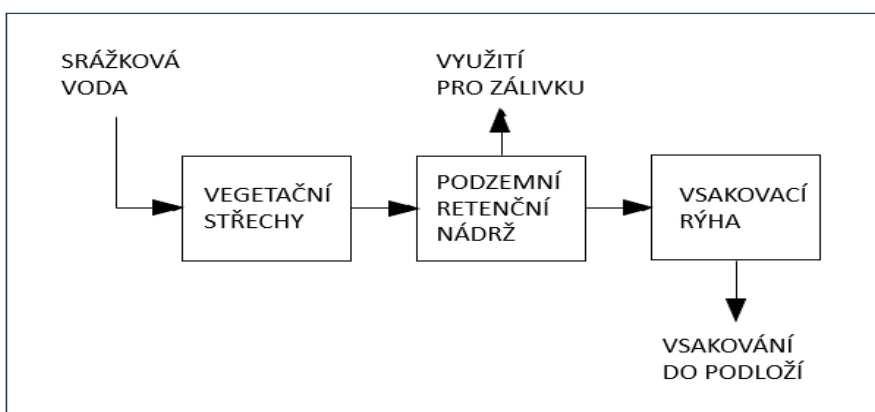


Obr. 40: Vsařovací průleh v Mládkových sadech (zdroj: autor, 2023)

Novostavba objektu ekocentra Iris v Prostějově

Novostavbu objektu ekocentra Iris na Husově náměstí v Prostějově realizovalo statutární město Prostějov. Architektonická studie proběhla v roce 2019. Následovala příprava projektové dokumentace, územní řízení, výběrové řízení na zhotovitele, odstranění staré budovy, realizace novostavby a kolaudace stavby, která proběhla v srpnu 2021. Stavbu zhotovila firma Pozemstav Prostějov a.s. se sídlem v Prostějově. Celkový rozpočet na stavbu byl 10 445 320 Kč a financován byl z rozpočtu města a dotace z Olomouckého kraje. Přínosem nové stavby je využití modrozelené infrastruktury, energetické úspory a lepší podmínky pro ekologickou osvětlu (Magistrát města Prostějova, 2021).

Funkční řešení HDV spočívá v odvedení srážkových vod ze střech hlavní budovy (obr. 42) a zastřešené terasy (obr. 43) do podzemní retenční nádrže a dále pak do vsakovací rýhy. Střecha hlavní budovy je zhotovena z nepropustné horní vrstvy o rozloze 64,5 m² a z propustné horní vrstvy o rozloze 87,6 m². Střecha terasy má propustnou horní vrstvu o rozloze 34,8 m². Tyto propustné vrstvy tvoří extenzivní vegetační střechy. Retenční nádrž má objem 4 m³ a přitéká do ní jak dešťová voda ze střech, tak vyčištěná „šedá voda“ z instalované čističky odpadních vod. Z nádrže se voda odebírá čerpadlem na zálivku. Bezpečnostním přepadem pak voda odtéká do vsakovací rýhy o objemu 4 m³, kde se vsakuje do podloží (Magistrát města Prostějova, 2021). Schématické zobrazení technologie vsakování srážkové vody je na obrázku 41.



Obr. 41: Blokové schéma technologie vsakování srážkové vody (zdroj: Magistrát města Prostějova, 2021; zpracování autor)



Obr. 42: Stará a nová budova ekocentra Iris (zdroj: Magistrát města Prostějova, 2021 a autor, 2023)



Obr. 43: Vegetační střecha terasy (zdroj: Magistrát města Prostějova, 2021)

6.2 Celkový přístup

Městské odvodnění je nedílnou součástí vodního hospodářství urbanizovaných povodí. Dosavadní koncepce městského odvodnění spočívá v napojení veškerých odpadních vod v urbanizovaném území a jejich rychlém, hospodárném a neškodném odvedení z urbanizovaného území. Tato koncepce byla vytvořena před více jak 150 lety a byly s ní úspěšně vyřešeny hygienické problémy a ochrana nemovitostí před záplavami. Princip městského odvodnění zůstal do současnosti stejný.

V současné době se naše společnost vyvíjí takovým způsobem, že se musí starý systém kanalizace dešťových vod přehodnotit. Tak jako se vybudovaly čističky na odpadní vodu, aby se nepouštěli do řeky splašky, tak nyní se musí změnit i způsob odvádění dešťové vody, aby se nepřetěžovali řeky velkými nárazovými průtoky srážkových vod. Kanalizování dešťové vody má velké ekonomické i ekologické důsledky. Časté povodně v posledních letech, výkyvy počasí v dlouhodobém měřítku a dlouhá období sucha jsou přímým důsledkem naší činnosti a našeho způsobu nakládání s vodou. Proto je důležité, aby ke změně došlo globálně, v celém regionu.

Kanalizováním vody se vytváří celé rozsáhlé oblasti, z nichž vodu odvádíme, a tak je vysušujeme. A protože se takto odvodnilo obrovské množství ploch, voda v krajině již začíná chybět ve velkém. Tato skutečnost vede k dlouhým obdobím sucha, přehřívání kontinentu a následným přívalovým srážkám z oceánu, které vyplaví povodí řek a odtečou zpět do moře. Zdravá krajina je krajina zavodněná a má časté a málo vydatné srážky. Ačkoli by se mohlo zdát, že problém velkého množství odvodněných ploch se týká jen větších měst, opak je pravdou. Tento problém se týká téměř každé obce. Odvodněná plocha totiž není jen střecha domu, ale i chodníky, betonové dvorky, nepropustně vyasfaltované náměstí, v obrovské míře i obilná pole, z nichž voda rychle odtéká a téměř se zde nezadržuje.

Přímé kanalizování dešťové vody přináší i další, zcela lokální problémy. Města se dnes rozvíjejí rychleji, než se dříve očekávalo, a v mnoha městech přestává stačit kapacita dešťové kanalizace. Mnohá města mají relativně novou kanalizaci, ale stále se připojují nové pozemky na okrajích obce a přestává stačit kapacita pátečních stok. Ty pak již nedokáží dost rychle odvést všechnu vodu. V důsledku přetížení dešťovou vodou z okraje města může za deště docházet k přehlcení kanalizace a vyplavení centra sídla.

Smyslem nového způsobu odvodnění urbanizovaných území je eliminovat prudký odtok z lokality tak, aby odvodnění staveb bylo bezpečné a nedocházelo k zaplavování obce a aby se voda, pokud možno dostala zpět do malého vodního koloběhu, nikoli do řeky. Česká republika má již od roku 2009 zavedena pravidla pro správné nakládání s dešťovou vodou, které rozdělují povinnosti v nakládání s dešťovou vodou mezi stavebníka a obec. Tyto pravidla jsou obsažena ve vyhlášce 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby. Povinností stavebníka je řešit problém s dešťovou vodou v maximální možné míře na svém pozemku, kde má dešťovou vodu ze střechy a odvodňovaných ploch zachycovat

a zadržovat na pozemku tak, aby neodtékala najednou. Stavebníkova povinnost je nechat vodu, pokud možno vsáknout. Jsou ale časté případy, kdy je tato možnost komplikovaná, nebo dokonce vyloučená, a nevsáknutá voda se vypouští regulovaným seškraceným odtokem do dešťové kanalizace tak, aby odtékala postupně, nikoli najednou. Kanalizací potom tečou malé průtoky vody po dlouhou dobu, a to nevyžaduje tak velkou kapacitu kanalizace. Kdybychom to dělali postaru, klasická dešťová stoka by byla využita pouze za deště. Jinak by byla naprostou většinu času zbytečně prázdná.

Úkolem města je vytvářet podmínky pro stavebníky tak, aby mohli tento systém odvodnění dodržovat. To znamená zohlednit nakládání s dešťovou vodou v strategických dokumentech obce, znát geologii a vsakovací poměry v obci a budovat dešťovou kanalizaci tam, kde nejsou vhodné podmínky pro vsakování. Úkolem města je rovněž jít příkladem a principy hospodaření s dešťovou vodou uplatňovat na svých nemovitostech a ve veřejném prostoru. Při plánování ve městě je žádoucí preferovat zeleň a propustné povrchy před nepropustnými, aby se zmenšoval poměr odvodňovaných a propustných ploch. Při plánování v extravilánu obce je vhodné preferovat rozdělování velkých polí tak, aby mezi nimi vznikaly meze, které zadržují vodu a brání erozi.

Řada obcí, které zažily rychlý růst, nyní řeší problém nedostatečných kapacit kanalizace. Pokud by nepřešly na nový systém odvodnění, musely by vykopat stávající kanalizaci a nahradit ji kanalizací s větší kapacitou, což by bylo velmi drahé. V novém systému problém z velké části řeší ti, kdo jej zároveň vytvářejí, tj. sami stavebníci, kteří budují nové nepropustné plochy.

Základním principem koncepce přírodě blízkého hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném povodí je v maximální možné míře napodobit přirozené odtokové charakteristiky lokality před urbanizací. Základem HDV je tzv. decentralizovaný způsob odvodnění, jehož podstatou je řešit srážkovou vodu tam, kde spadne, a vracet ji do přirozeného koloběhu vody. V nejužším slova smyslu jsou přírodě blízká opatření taková, která podporují výpar, vsakování a pomalý odtok do lokálního koloběhu vody. V širším slova smyslu sem patří i zařízení, která alespoň určitým způsobem přispívají k zachování přirozeného koloběhu vody a k ochraně vodních toků, např. akumulací a užíváním dešťové vody nebo zdržením a pomalým škrceným odtokem do stokové sítě.

Opora pro uplatnění nového systému HDV se může nalézt v prováděcích vyhláškách č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území a č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby. Tyto vyhlášky stanovují možné způsoby likvidace srážkových vod přednostně zasakováním, pokud to není možné, pak zadržováním a regulovaným odtokem do oddílné kanalizace. Jestliže ani to není možné, pak regulovaným odtokem do kanalizace jednotné. Stavebníkovi se dále ukládá tyto vody přiměřeně čistit, pokud na pozemku dochází k jejich znečištění. Nejsou-li v místě rozvoje dobré podmínky pro bezpečné vsakování srážkových vod, je nutné vybudovat dešťovou kanalizaci, a to i přesto, že zákon ukládá přednostně vsakování. Důvodem může být neprostupné podloží nebo i nepříznivý geologický profil některých svažitých pozemků, kde přílišným zasakováním srážkových vod může dojít k destabilizaci svahu.

Dalším důležitým dokumentem je zákon č. 254/2001 Sb., o vodách, který upravuje i povinnost ve vztahu k hospodaření s dešťovou vodou při stavební činnosti. Stavebníci jsou 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 srážkových vod 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. Práva a povinnosti vlastníka vodovodu nebo kanalizace pak upravuje zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu.

V praxi se obvykle projektuje vsakovací zařízení podle normy ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod. Tato norma umožňuje velice zjednodušený výpočet velikosti vsakovacího zařízení. Lépe celý problém řeší odvětvová norma vodního hospodářství TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami. Na rozdíl od předchozí jmenované normy řeší nejen čistě vsakovací zařízení, ale i zařízení pro akumulaci a škrcený odtok, případně akumulaci a škrcený odtok s částečným vsakováním. Bezpečněji požaduje dobu prázdnění do 24 hodin a obsahuje také doporučení pro hodnotu řízeného odtoku ze stavebního pozemku. 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. Nenahrazuje však předchozí jmenovanou normu, v některých výpočtech se na ni naopak odkazuje.

Vhodným nástrojem k uplatnění HDV je vodohospodářská příloha územního plánu, která by měla obsahovat regulativy pro stavební činnost. Tato příloha územního plánu 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. Kromě vodohospodářské přílohy, která předepisuje způsoby nakládání s dešťovou vodou, je vhodné zajistit i metodickou příručku pro odvodňování, která bude k dispozici provozovatelům, stavebníkům, projektantům i zástupcům města a která bude obsahovat možnosti a doporučení konkrétních způsobů řešení odvodnění v návaznosti na územní plán a jeho přílohy včetně informací o provozu, kontrole a údržbě jednotlivých objektů HDV (Nehasil, 2023).

Kromě již zmíněného územního plánu mohou města využít i jiné legislativní dokumenty k uplatnění alternativních systémů. Hlavním nástrojem plánování a řízení městského odvodnění je generelní plán. Jako příklad poslouží Generel odvodnění hlavního města Prahy, který byl zpracován v letech 1996 až 2002. Druhým nástrojem je studie odtokových poměrů, kterou má například zpracován Hradec Králové nebo v Koncepti vodního hospodářství město Olomouc. V menší míře se problematika HDV může řešit také v dokumentu Adaptační strategie na změnu klimatu, který mají zpracovány například města Prostějov, Třebíč nebo Nový Jičín (Vítek, 2015).

HDV by město mělo řešit na svém území systémově. Město by v první řadě mělo znát geologii a vodní režim na svém území. V plánech rozvoje je nutno tuto znalost zohlednit tak, aby se další výstavbou neporušily odtokové poměry a na nových parcelách bylo možné s dešťovou vodou nakládat v souladu s pravidly HDV.

7. Diskuse

Ekonomickou motivací pro zavádění opatření HDV může být povinnost platit za odvádění srážkových vod do veřejné jednotné kanalizace. Tuto problematiku řeší zákon 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a vztahuje se na všechny majitele nemovitostí spjaté s podnikatelskou činností. Výjimku z placení jsou uděleny pro dálnice, silnice, veřejně přístupné komunikace, regionální a státní dráhy, nemovitosti k trvalému bydlení, domácnosti a zoologické zahrady. Pro oddílnou kanalizaci odvádějící pouze srážkovou vodu tento zákon neplatí. Poplatek za odvádění vody oddílnou kanalizací je věcí dohody mezi vlastníkem kanalizace a osobou vypouštějící tyto vody.

Názory odborné veřejnosti jsou v této otázce shodné. Za správné řešení považují zrušení výjimek, neboť tyto výjimky deformují tržní prostředí (Slaviček, 2010). Nicméně je možno zmínit i další variantu řešení. Tou je zrušení celého poplatku za odvádění srážkových vod. Případné náklady na provoz kanalizací by se mohl kompenzovat navýšením daně z nemovitosti nebo navýšením stočného.

Zajímavé pojetí alternativních systémů je od autora Yinghonga Qina, který řeší záplavy ve městech. Jeho klasifikace dělí systémy na nadzemní, zemní a podzemní. Mezi nadzemní se řadí vegetační zelené střechy a fasády, mezi zemní se řadí propustné a vegetační plochy, poldry, retenční nádrže se stálou hladinou vody, umělý mokřad, plošný vsak a vsakovací průleh. Mezi podzemní systémy se řadí nádrže akumulací, retenční a vsakovací, vsakovací rýha a šachta.

Jak dál Qin uvádí, současné systémy HDV mohou zmírnit městské záplavy způsobené malými srážkami, ve většině případů tak neučiní při přívalových srážkách. Během přívalových dešťů špičkový průtok převyší kapacitu místních kanalizací. Vzhledem k tomu, že k záplavám měst dochází pouze při silných deštích, současné technologie jen málo zmírňují záplavy ve městech. Řešením pro městské záplavy je zeslabení špičkového průtoku v městské kanalizaci proporcionálním prodloužením doby odtoku. To znamená, že pokud má být špičkový průtok zeslaben o 50 %, musí být doba trvání odtoku zvýšena dvakrát. Vegetační zelené střechy, propustné plochy a další objekty mohou do určité míry prodloužit dobu odtoku, avšak nemohou dramaticky prodloužit dobu odtoku během přívalových dešťů. Proto by se budoucí výzkum měl zaměřit na vývoj nových zařízení s regulovatelným odtokem, která by ztlumila špičkový průtok městského odtoku

prodloužením doby odtoku. Tato zařízení musí automaticky obnovit svou kapacitu útlumu špičkového průtoku před dalším vydatným deštěm (Qin, 2020).

Dalším tématem do diskuse může být koncept „houbových měst“. Ten je založen na inovativním způsobu napodobování a podpory přirozené cirkulace vody v městském prostředí, spočívajícího v zadržování a čištění dešťové vody díky objektům modrozelené infrastruktury, které umožňují racionální HDV i v extrémních podmínkách při suchu a záplavách. Za standardních podmínek tento systém stabilizuje přírodní prostředí města a jeho biodiverzitu.

Problematice „houbových měst“ se věnují například ve Spojených státech amerických, Japonsku a Austrálii. Ovšem největší pozornosti jí věnují v Číně. V roce 2015 vydalo čínské Ministerstvo pro bydlení a rozvoj měst a venkova první komplexní příručku věnovanou výstavbě „houbových měst“. V roce 2018 již další průvodce „houbových měst“. obsahoval strukturovanější informace, včetně kontroly městského odtoku, kontroly zdrojů dešťové vody a účinnosti implementace, kontroly povodní na povrchu silnic, kvality městské vody, ekologické ochrany a ekosystémových služeb, hloubky podzemní vody a stavu snížení městského tepelného ostrova. Jeho cílem je zmírnit zamokření ve městech, kontrolovat znečištění městských vod a využívat zdroje dešťové vody a také obnovit ekologickou degradaci městských vod. Výsledkem podpory výstavby „houbových měst“ v Číně má být využití 80 % dešťové vody ve 20 % čínských měst.

V principu platí, že když prší, tak město absorbuje vodu, čistí, skladuje ji a následně v období sucha ji využije. Úkolem „houbových měst“ je zmírnění pěti problémů s vodou ve městech, kterými jsou nedostatek vody, zamokření, znečištění vody, ekologická degradace a syndrom městského tepelného ostrova. Tři hlavní výhody spojené s využíváním houbových měst jsou snížení ekonomických ztrát způsobených povodněmi, zlepšení životních podmínek a podpora investic souvisejících s HDV. „Houbové město“ je nový stupeň městského konceptu HDV. Město má dobrou flexibilitu při přizpůsobování se změnám životního prostředí a ve vztahu k dešťové vodě se projevuje jako houba. Současná města vidí svou budoucnost ve vytváření sídelních jednotek na základě uzavřeného cyklu a přírodních procesů. Města orientovaná na vodu v blízké budoucnosti budou moci nejen zavést takové systémy, které simulují přírodní procesy, ale budou fungovat jako houba dodávající vodu v době sucha tam, kde ji bude potřeba (Chen, 2019).

Možný rozvoj v oblasti HDV vychází z již uvedeného zrušení poplatků za odvádění srážkových vod do veřejné kanalizace, regulace špičkového průtoku v kanalizacích při přívalových srážkách a „houbového města“, jakožto budoucího směru v hospodaření s vodou ve městě. Pro města lze doporučit mít zpracovaný kvalitní územní plán, který řeší HDV a odvodnění zastavěných částí města řešit v kontextu s nezastavěnými částmi města. Pro novou zástavbu ve městech po stavebních úřadech vyžadovat důslednou kontrolu vlastníků nemovitostí při kolaudaci stavby v souvislosti s nakládáním se srážkovou vodou dle zákona 254/2001 Sb. Pro starou zástavbu využít motivačních nástrojů k podpoře vybudování alternativních systémů. Prostě budoucí koncepce městského odvodnění by měla plně vyhovovat zásadám trvale udržitelného rozvoje.

8. Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce je zhodnocení současné míry výskytu využívání alternativních systémů ve vodním hospodářství měst v České republice. Dílčími cíli jsou rešerše domácí a zahraniční literatury, zabývající se danou problematikou, průzkum alternativních systémů v rámci konkrétních měst, vlastní klasifikace alternativních systémů ve vodním hospodářství, zhodnocení celkového přístupu zkoumaných měst k problematice těchto systémů, a to na příkladech jak již realizovaných, tak i reálně připravovaných projektů a navrhnutí vlastního doporučení pro možný rozvoj v této oblasti. Všech šest vytyčených cílů bylo splněno.

V úvodu bakalářské práce se porovnává konvenční a decentralizovaný systém městského odvodnění. Ve druhé kapitole se stanovil jeden hlavní cíl a pět dílčích cílů. Metodika obsahuje terminologii a výběr zdrojů dat a informací. Při rešerši odborné literatury bylo pracováno s českými knižními odbornými publikacemi, zákony, vyhláškami, technickými normami a zahraničními odbornými články. Pátá kapitola je věnována průzkumu alternativních systémů v rámci konkrétních měst. Obsahuje dotazník, tabulku výsledků a zhodnocení výskytu alternativních systémů. Dále je zde znázorněno rozdělení a popsáno 14 alternativních systémů včetně fotografií a schémat. V rámci konkrétních příkladů byly popsány příklady alternativních systémů v Prostějově, z nichž byly popsány tři příklady podrobněji. Celkový přístup měst k alternativním systémům je pak

popsán obecněji. V diskusi je rozpracována problematika poplatků za odvádění srážkových vod do veřejné kanalizace, návrh rozdělení alternativních systémů, regulace špičkového průtoku v kanalizacích při přívalových srážkách, „houbových měst“, jakožto budoucím směru v hospodaření s vodou ve městech a doporučení pro možný rozvoj v oblasti HDV. Poslední tři kapitoly obsahují závěr, summary a seznam literatury a zdrojů.

9. Summary

The bachelor work attends to the alternative systems in water management of the cities in the Czech Republic. It should term and approach the individual alternative systems in a research way. The contribution of this work is giving view of the alternative systems and their extension in the cities of the Czech Republic.

The opening part deals with aims, working methodology and special literature search. Both Czech literature inclusive laws, public notes and technical standards and foreign literature with special articles were utilized.

The main part of the bachelor work attends to the classification of the alternative systems occurring in the cities of the Czech Republic and approach of the cities to these alternative systems. There is a recognition of the evaluation of the alternative systems in the respective Czech cities, as well as dividing and description of the particular alternative systems, including photos and schemata. Here can be found a detailed description of the particular examples of the alternative systems in Prostějov and approach of the cities in the Czech Republic to the alternative systems.

The final part of this work attends to a discussion. The problems of the taxes for rain water discharging in to the city sewage are processed, as well as regulation of the streamflow peak in canalization during storm rainfalls and about „sponge-cities“, as the future line of thought in water management in the cities.

10. Literatura a zdroje

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. *Databáze demografických údajů za vybraná města ČR* [online]. [cit. 2023-01-01]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/databaze-demografickych-udaju-za-vybrana-mesta-cr>.

BARBOSA, A. E., J. N. FERNANDES a L. M. DAVID. Key issues for sustainable urban stormwater management. *Water research*. Oxford: Elsevier, 2012, **46**(20): 6787–6798. DOI 10.1016/j.waters.2012.05.029. ISSN 0043-1354.

BAREŠ, Vojtěch ed. *Hospodaření vodou*. 1.vyd. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2019. ISBN 978-80-88265-15-3.

CAHA, Jan ed. *Odvodňování malých obcí a okrajových částí měst*. 1. vyd. [b. m.]: Professional Publishing, 2011. ISBN 978-80-7431-076-8.

ČSN 75 9010. *Vsakovací zařízení srážkových vod*.

ENVIC. *54. MŠ Plzeň – Doubravka* [online]. [cit. 2023-11-30]. Dostupné z: <http://www.envic-sdruzeni.cz/krajina-verejny-prostor/hospodareni-se-srazkovymi-vodami/galerie-prikladu/54-ms-plzen-doubravka.htm>.

GUAN, Jun Duo, Jian Wu MA a Qian ZHANG Enlightenment of American Green Land Rainwater Management Art to... *Applied Mechanics and Materials*. [b. m.]: Trans Tech Publications, 2012, **209–211**: 422–425. DOI 10.4028/www.scientific.net/AMM.209-211.422. ISSN 1660-9336, 1662-7482.

HELMREICH, Brigitte. Rainwater Management in Urban Areas. *Water*. Basel: MDPI AG, 2021, **13**(8): 1096. DOI 10.3390/w13081096. ISSN 2073-4441.

HLAVÍNEK, Petr a David STRÁNSKÝ eds. *Hospodaření s dešťovými vodami ve městech a obcích*. 1. vyd. Brno: Ardec, 2010. ISBN 978-80-86020-67-9.

HLAVÍNEK, Petr a David STRÁNSKÝ eds. *Hospodaření s dešťovými vodami ve městech a obcích*. 1. vyd. Brno: Ardec, 2009. ISBN 80-86020-62-2.

HLAVÍNEK, Petr ed. *Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území*. 1. vyd. Brno: Ardec, 2007. ISBN 80-86020-55-X.

HLAVÍNEK, Petr, David STRÁNSKÝ a Jiří VÍTEK eds. *Hospodaření s dešťovými vodami ve městech a obcích*. 1. vyd. Brno: Ardec, 2008. ISBN 80-86020-57-6.

HLUSHCHENKO, Roman, Tetiana TKACHENKO, Viktor MILEIKOVSKYI, Vasyl KRAVETS a Oleksii Tkachenko. Green structures for effective rainwater management on roads. *Production Engineering Archives*. [b. m.]: Sciendo, 2022, **28**(4): 295–299. DOI 10.30657/pea.2022.28.37. ISSN 2353-7779.

CHEN, Weike a Shuang GAO. Research on Rainwater Management from the Perspective of Sponge City. *IOP conference series. Earth and environmental science*. [b.m.]: IOP Publishing, 2019, **252**(3): 32064–32068. DOI 10.1088/1755-1315/252/3/032064. ISSN 1755-1307, 1755-1315.

JV PROJEKT VH. *Zasakování v areálu aquaparku Brno Kohoutovice* [online]. 2010. [cit. 2023-12-01]. Dostupné z: <https://www.pocitamesvodou.cz/mapa-prikladu/>.

KOS, Zdeněk a Josef ŘÍHA. *Vodní hospodářství 10*. 2.vyd. Praha: ČVUT, 2000. ISBN 80-01-02261-7.

LIU, Zhixin. Heat mitigation benefits of urban green and blue infrastructures: A systematic review of modeling techniques, validation and scenario simulation in ENVI-met V4. *Building and environment*. [b. m.]: Elsevier, 2021, **200**(8): 107939. DOI: 10.1016/j.buildenv.2021.107939. ISSN 0360-1323.

MACEK, Lubomír a Ladislav ŠVEC eds. *Nakládání s dešťovými vodami v urbanizovaných povodích*. 1. vyd. Praha: Aquion, 2006. ISBN 80-239-7622-2.

MAGISTRÁT MĚSTA BRNA. *Park Pod Plachtami v Brně* [online]. 2013. [cit. 2023-12-02]. Dostupné z: <https://www.adaptterraawards.cz/Databaze/2019/Park-pod-Plachtami>.

MAGISTRÁT MĚSTA DĚČÍN. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě*. Písemná korespondence. Datum kontaktu 24. 1. 2023. Kontaktní osoba Zdeněk HANUŠ, vedoucí odboru životního prostředí.

MAGISTRÁT MĚSTA HAVÍŘOVA. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě*. Písemná korespondence. Datum kontaktu 10. 2. 2023. Kontaktní osoba Jana NÁVRATOVÁ, vedoucí odboru životního prostředí.

MAGISTRÁT MĚSTA HRADEC KRÁLOVÉ. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě*. Písemná korespondence. Datum kontaktu 2. 2. 2023. Kontaktní osoba Martina ČERVINKOVÁ, vedoucí odboru životního prostředí.

MAGISTRÁT MĚSTA CHOMUTOVA. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě*. Písemná korespondence. Datum kontaktu 23. 1. 2023. Kontaktní osoba Dagmar MUTINSKÁ, vedoucí odboru životního prostředí.

MAGISTRÁT MĚSTA JABLONEC NAD NISOU. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě*. Písemná korespondence. Datum kontaktu 10. 2. 2023. Kontaktní osoba Lenka OPOČENSKÁ, náměstkyně primátora pro životní prostředí a strategii.

MAGISTRÁT MĚSTA OPAVY. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě*. Písemná korespondence. Datum kontaktu 15. 2. 2023. Kontaktní osoba Lucie JASNÍKOVÁ, referentka oddělení ochrany vod a ochrany zemědělského půdního fondu odboru životního prostředí.

MAGISTRÁT MĚSTA PLZNĚ. *Propustné parkoviště ve Štruncových sadech* [online]. [cit. 2023-12-05]. Dostupné z: <https://www.pocitamesvodou.cz/mapa-prikladu/#main-content>.

MAGISTRÁT MĚSTA PROSTĚJOVA. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě*. Písemná korespondence. Datum kontaktu 23. 1. 2023a. Kontaktní osoba Martina CETKOVSKÁ, vedoucí odboru životního prostředí.

MAGISTRÁT MĚSTA PROSTĚJOVA. *Nakládání s dešťovou vodou v objektu MŠ Smetanova* [online]. 2023b. [cit. 2023-12-03]. Dostupné z: <https://rozvijime.prostejov.eu/projekty/141-nakladani-s-destovou-vodou-v-objektu-ms-smetanova>.

MAGISTRÁT MĚSTA PROSTĚJOVA. *Nový park - Mládkovy sady* [online]. 2020. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://rozvijime.prostejov.eu/projekty/13-novy-park-mladkovy-sady-okruzni-ul>.

MAGISTRÁT MĚSTA PROSTĚJOVA. *Rekonstrukce objektu Husovo náměstí 67* [online]. 2021. [cit. 2023-12-12]. Dostupné z: <https://rozvijime.prostejov.eu/projekty/20-rekonstrukce-objektu-husovo-namesti-67>.

MAGISTRÁT MĚSTA PROSTĚJOVA. *Sportcentrum DDM – hospodaření s dešťovou vodou* [online]. 2021. [cit. 2023-11-30]. Dostupné z: <https://rozvijime.prostejov.eu/projekty/21-sportcentrum-ddm-hospodareni-s-destovou-vodou>.

MAGISTRÁT MĚSTA PROSTĚJOVA. *Veřejné prostranství na Husově náměstí před bývalou ZŠ* [online]. 2022. [cit. 2023-12-10]. Dostupné z: <https://rozvijime.prostejov.eu/projekty/70-verejne-prostranstvi-na-husove-namesti-pred-byvalou-zs>.

MAGISTRÁT MĚSTA ÚSTÍ NAD LABEM. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě*. Písemná korespondence. Datum kontaktu 23. 1. 2023. Kontaktní osoba Petr NEDVĚDICKÝ, primátor města.

MACHÁLEK, Antonín ed. *Vyhodnocení různých způsobů využití srážkové vody realizované v modelových stájích a provozech*. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2015. ISBN 978-80-86884-90-5.

MC GRANE, Scott J. Impacts of urbanisation of hydrological and water quality dynamics and urban water management. A review. *Hydrological sciences journal*. [b. m.]: Taylor & Francis, 2016, **61**(13): 2295–2311. DOI 10.1080/02626667.2015.1128084. ISSN 0262-6667.

MĚSTSKÁ ČÁST PRAHA 8. *Thomayerovy sady* [online]. 2018. [cit. 2023-12-03]. Dostupné z: <https://doparku.cz/projekt/thomayerovy-sady/>.

MĚSTSKÝ ÚŘAD BEROUN. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě*. Písemná korespondence. Datum kontaktu 25. 1. 2023. Kontaktní osoba Dana VILHELMOVÁ, vedoucí odboru územního plánování a regionálního rozvoje.

MĚSTSKÝ ÚŘAD BOHUMÍN. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě.* Písemná korespondence. Datum kontaktu 22. 1. 2023. Kontaktní osoba Petr VÍCHA, starosta města.

MĚSTSKÝ ÚŘAD BRANDÝS NAD LABEM-STARÁ BOLESLAV. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě.* Písemná korespondence. Datum kontaktu 21. 1. 2023. Kontaktní osoba Robert PECHA, starosta města.

MĚSTSKÝ ÚŘAD ČESKÁ TŘEBOVÁ. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě.* Písemná korespondence. Datum kontaktu 6. 2. 2023. Kontaktní osoba Alena GLASEROVÁ, referentka územního plánování odboru rozvoje města a investic.

MĚSTSKÝ ÚŘAD KLATOVY. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě.* Písemná korespondence. Datum kontaktu 26. 1. 2023. Kontaktní osoba Milan JAROŠÍK, tajemník městského úřadu.

MĚSTSKÝ ÚŘAD KOLÍN. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě.* Písemná korespondence. Datum kontaktu 2. 2. 2023. Kontaktní osoba Šárka HRUBÁ, asistentka starosty a tisková mluvčí.

MĚSTSKÝ ÚŘAD KOPŘIVNICE. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě.* Písemná korespondence. Datum kontaktu 31. 1. 2023. Kontaktní osoba Miroslav HALATIN, tajemník městského úřadu.

MĚSTSKÝ ÚŘAD KRNOV. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě.* Písemná korespondence. Datum kontaktu 23. 1. 2023. Kontaktní osoba Tomáš HRADIL, starosta města.

MĚSTSKÝ ÚŘAD KUTNÁ HORA. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě.* Písemná korespondence. Datum kontaktu 24. 1. 2023. Kontaktní osoba Blanka MATERNOVÁ, vedoucí odboru správy majetku.

MĚSTSKÝ ÚŘAD OTROKOVICE. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě.* Písemná korespondence. Datum kontaktu 20. 1. 2023. Kontaktní osoba Anna PŠEJOVÁ, vedoucí odboru životního prostředí.

MĚSTSKÝ ÚŘAD PELHŘIMOV. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě.* Písemná korespondence. Datum kontaktu 20. 1. 2023. Kontaktní osoba Ladislav MED, starosta města.

MĚSTSKÝ ÚŘAD PÍSEK. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě.* Písemná korespondence. Datum kontaktu 24. 1. 2023. Kontaktní osoba Martin BROŽ, pověřený radní pro životní prostředí.

MĚSTSKÝ ÚŘAD PŘÍBRAM. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě.* Písemná korespondence. Datum kontaktu 24. 1. 2023. Kontaktní osoba Markéta PAVLIŠTOVÁ HAVLOVÁ, vedoucí odboru investic a rozvoje města.

MĚSTSKÝ ÚŘAD ŘÍČANY. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě*. Písemná korespondence. Datum kontaktu 25. 1. 2023. Kontaktní osoba Šárka DOUDOVÁ, referentka oddělení vodoprávního úřadu odboru životního prostředí.

MĚSTSKÝ ÚŘAD SVITAVY. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě*. Písemná korespondence. Datum kontaktu 22. 1. 2023. Kontaktní osoba David ŠIMEK, starosta města.

MĚSTSKÝ ÚŘAD TŘEBÍČ. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě*. Písemná korespondence. Datum kontaktu 24. 1. 2023. Kontaktní osoba Pavel PACAL, starosta města.

MĚSTSKÝ ÚŘAD UHERSKÉ HRADIŠTĚ. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě*. Písemná korespondence. Datum kontaktu 24. 1. 2023. Kontaktní osoba Jaroslav BÍČAN, vedoucí oddělení rozvoje města útvaru městského architekta.

MĚSTSKÝ ÚŘAD UHERSKÝ BROD. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě*. Písemná korespondence. Datum kontaktu 23. 1. 2023. Kontaktní osoba Pavel CHRAMOSTA, vedoucí oddělení dotací a rozvoje města odboru rozvoje města.

MĚSTSKÝ ÚŘAD UHERSKÝ BROD. *Environmentální park Škrlovec* [online]. 2020. [cit. 2023-12-01]. Dostupné z: <https://www.adaptterraawards.cz/Databaze/2020/Environmentalni-park-Skrlovec>.

MĚSTSKÝ ÚŘAD UHERSKÝ BROD. *Hospodaření s dešťovou vodou v ZŠ Na Výsluní* [online]. 2021. [cit. 2023-12-01]. Dostupné z: <https://www.adaptterraawards.cz/Databaze/2021/Hospodareni-s-destovou-vodou-ZS-Na-Vysluni>.

MĚSTSKÝ ÚŘAD VALAŠSKÉ MEZIŘÍČÍ. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě*. Písemná korespondence. Datum kontaktu 25. 1. 2023. Kontaktní osoba Josef MATOCHA, tajemník městského úřadu.

MĚSTSKÝ ÚŘAD VSETÍN. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě*. Písemná korespondence. Datum kontaktu 24. 1. 2023. Kontaktní osoba Dalibor SEDLÁČEK, vedoucí odboru správy majetku, investic a strategického rozvoje.

MĚSTSKÝ ÚŘAD ŽATEC. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě*. Písemná korespondence. Datum kontaktu 24. 1. 2023. Kontaktní osoba Martina DONÍNOVÁ, vedoucí odboru místního hospodářství a majetku.

MĚSTSKÝ ÚŘAD ŽDÁR NAD SÁZAVOU. *Dotazník k výskytu modrozelené infrastruktury ve městě*. Písemná korespondence. Datum kontaktu 22. 1. 2023. Kontaktní osoba Martin MRKOS, starosta města.

MITCHELL, V. G., R. G. MEIN a T. A. MC MAHON. Modelling the urban water cycle. *Environmental modelling & software*. [b. m.]: Elsevier, 2001, **16**(7): 615–629. DOI 10.1016/S1364-8152(01)00029-9. ISSN 1364-8152.

- NADACE PARTNERSTVÍ. *Autobusové nádraží v Šumperku* [online]. 2021b. [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://www.pocitamesvodou.cz/mapa-prikladu/#main-content>.
- NADACE PARTNERSTVÍ. *Dešťové záhony v parku U Kněžské louky* [online]. 2021a. [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://www.pocitamesvodou.cz/mapa-prikladu/#main-content>.
- NACHSHON, Uri, Lior NETZER a Yakov LIVSHITZ. Land cover properties and rain water harvesting in urban environments. *Sustainable cities and society*. [b. m.]: Elsevier, 2016, **27**: 398–406. DOI 10.1016/j.scs.2016.08.008. ISSN 2210-6707.
- NEHASIL, Ondřej. *Hospodaření s dešťovou vodou v obcích* [online]. [cit. 2023-12-14]. Dostupné z: <https://www.pocitamesvodou.cz/hospodareni-s-destovou-vodou-v-obcich-1/>
- NEUNTEUFEL, Bettina, Albert KÖNIG a Dirk MUSCHALLA. Dezentrale Niederschlagswasserbewirtschaftung – Begriffe, Definitionen und Regelwerk. *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft*. [b.m.]: [b.n.], 2023. DOI 10.1007/s00506-023-00990-w. ISSN 0945-358X.
- POKORNÝ, Jan. *Hospodaření s vodou v krajině – funkce ekosystémů*. 1. vyd. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně, 2014. ISBN 978-80-7414-885-9.
- QIN, Yinghong. Urban Flooding Mitigation Techniques. A Systematic Review and Future Studies. *Water*. Basel: MDPI AG, 2020, **12**(12): 3579. DOI:10.3390/w12123579. ISSN 2073-4441.
- ŘÍHA, Jaromír ed. *Stanovení parametrů pro návrh vsakovacích zařízení srážkových vod*. 1. vyd. Brno: VUT, 2015. ISBN 978-80-214-5246-6.
- SLAVÍČEK, Marek. Současná situace ve stanovování poplatků za odvádění dešťových vod. In: *Hospodaření s dešťovými vodami ve městech a obcích*. 1. vyd. Brno: Ardec, 2010. ISBN 978-80-86020-67-9.
- STÁTNÍ POZEMKOVÝ ÚŘAD ČESKÉ REPUBLIKY. *Svitavský poldr umožní rozvoj města* [online]. [cit. 2023-12-03]. Dostupné z: <https://zitkrajinou.spucr.cz/aktuality/svitavsky-poldr-umozni-rozvoj-mesta/>.
- STRÁNSKÝ, David. *Aktuální trendy v nakládání se srážkovými vodami v urbanizovaných územích*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 2013. ISBN 978-80-01-05253-2.
- SÝKOROVÁ, Martina ed. *Voda ve městě*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 2021. ISBN 978-80-01-06817-5.
- SZPAK, Agnieszka, Joanna MODRZYŃSKA a Joanna PIECHOWIAK. Resilience of Polish cities and their rainwater management policies. *Urban climate*. [b. m.]: Elsevier, 2022, **44**: 101228. DOI 10.1016/j.uclim.2022.101228. ISSN 2212-0955.
- TNV 75 9011. *Hospodaření se srážkovými vodami*.

VACKOVÁ, Michaela. *Urbanistická opatření pro efektivní hospodaření s povrchovou vodou v zastavěných územích*. 1. vyd. Brno: [b. n.], 2018. ISBN 978-80-214-5611-2.

VÍTEK, Jiří, David STRÁNSKÝ, Ivana KABELKOVÁ, Vojtěch BAREŠ a Radim VÍTEK. *Hospodaření s dešťovou vodou v ČR*. 1. vyd. Praha: ZO ČSOP Koniklec, 2015. ISBN 978-80-260-7815-9.

Vyhl. 268/2009 Sb., *o technických požadavcích na stavby*.

Vyhl. 501/2006 Sb., *o obecných požadavcích na využívání území*.

Zákon 254/2001 Sb., *o vodách*.

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