



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍCH STAVEB

INSTITUTE OF WATER STRUCTURES

VYUŽITÍ GIS PRO NÁVRH  
MODROZELENÉ INFRASTRUKTURY

THE USE OF GIS FOR THE DESIGN OF BLUE-GREEN INFRASTRUCTURE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Gabriela Indrová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. David Duchan, Ph.D.

BRNO 2024

# Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav vodních staveb  
Studentka: **Bc. Gabriela Indrová**  
Vedoucí práce: **Ing. David Duchan, Ph.D.**  
Akademický rok: 2023/24  
Studijní program: N0732A260019 Městské inženýrství

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

## Využití GIS pro návrh modrozelené infrastruktury

### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

V rámci územního plánování je návrh modrozelené infrastruktury (MZI) jedna z možností adaptace na změnu klimatu. Pro plánování a analýzy nejen na území města jsou často využívány nástroje GIS. Je tedy vhodné provést kombinaci nástrojů GIS a návrhu MZI.

### Cíle a výstupy diplomové práce:

V rámci práce popište modrozelenou infrastrukturu a její návrh. Dále popište možnosti využití GIS a jeho analýz.

### Seznam doporučené literatury a podklady:

Vítek: Zásady modrozelené infrastruktury, 2021. Počítáme s vodou.

<https://www.pocitamesvodou.cz/wp-content/uploads/2019/09/Jiri-Vitek.pdf>

Boušková: Modrozelená infrastruktura: Jak s ní pracovat, aby sloužila svému účelu, 2021. ASB-portal.

<https://www.asb-portal.cz/architektura/urbanismus/modrozelená-infrastruktura-jak-s-ni-pracovat-aby-slouzila-svemu-ucelu>

Drabinová: Modro-zelená infrastruktura změni podobu měst – Pokud ji budeme umět vytvořit: Zásady hospodaření s dešťovou vodou a legislativa (David Stránský), 2021. Počítáme s vodou.

<https://www.pocitamesvodou.cz/modro-zelena-infrastruktura-zmeni-podobu-mest-pokud-ji-budeme-umet-vytvorit/>

Kopp, Jan & Novotná, Marie & Frajer, Jindřich & Ježek, Jiří & Raška, Pavel & Dolejš, Martin. (2020).

Plánování modro-zelené infrastruktury s využitím ekohydrologického hodnocení mikrostruktur města Plzně. 23. 7-16.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 13. 3. 2023

L. S.

---

doc. Ing. Aleš Dráb, Ph.D.  
vedoucí ústavu

---

Ing. David Duchan, Ph.D.  
vedoucí práce

---

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.  
děkan

## **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce se zabývá popisem modrozelené infrastruktury a jejími prvky. Je uvedena řada povedených příkladů z praxe, z České republiky ale i ze zahraničí. Následuje seznámení s programem GIS, kde jsou popsány základní nástroje a analýzy, spolu s možným využitím. Poslední část této práce se zabývá vybranou lokalitou. Na závěr byly pro tuto lokalitu vytvořeny kartografické výstupy popisující stávající a plánovanou MZI.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

modro-zelená infrastruktura, MZI, hospodaření s dešťovou vodou, GIS

## **ABSTRACT**

This thesis deals with the description of blue-green infrastructure and its elements. A number of good examples from Czech Republic and abroad are presented. It is followed by an introduction to the GIS software, where are described the basic tools and analyses, together with possible applications. The last part of this work deals with a selected location. In conclusion, for this location were created cartographic outputs describing the existing and planned MZI.

## **KEYWORDS**

blue-green infrastructure, MZI, rainwater management, GIS

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP**

INDROVÁ, Gabriela. *Využití GIS pro návrh modrozelené infrastruktury*. Brno, 2024.

Dostupné také z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/152746>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodních staveb. Vedoucí práce David Duchan.

## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 11. 1. 2024

---

Bc. Gabriela Indrová  
autorka práce

## **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 11. 1. 2024

---

Bc. Gabriela Indrová  
autorka práce

## **PODĚKOVÁNÍ**

Touto cestou bych chtěla poděkovat Ing. Davidu Duchanovi, Ph.D. za jeho odborné vedení, inspiraci a vstřícný přístup.

# OBSAH

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | ÚVOD.....                                     | 10 |
| 2     | POPIS MODROZELENÉ INFRASTRUKTURY.....         | 11 |
| 2.1   | Legislativa.....                              | 11 |
| 2.2   | Modrá infrastruktura .....                    | 14 |
| 2.2.2 | Vsakování z povrchu terénu.....               | 16 |
| 2.2.3 | Vsakování podzemní .....                      | 19 |
| 2.2.4 | Zadržování vody .....                         | 23 |
| 2.2.5 | Interiér budov .....                          | 24 |
| 2.2.6 | Exteriér – drobné vodní prvky.....            | 25 |
| 2.3   | Zelená infrastruktura.....                    | 25 |
| 2.3.1 | Městská zeleň.....                            | 26 |
| 2.3.2 | Exteriér budov .....                          | 29 |
| 2.3.3 | Interiér budov .....                          | 35 |
| 2.4   | Šedá infrastruktura .....                     | 36 |
| 2.5   | MZI v zahraničí .....                         | 36 |
| 2.5.1 | Kodaň - Sluseholmen.....                      | 37 |
| 2.5.2 | Kodaň – Orestad.....                          | 38 |
| 2.5.3 | Solar city.....                               | 39 |
| 2.5.4 | Vodní náměstí Benthemplein v Rotterdamu ..... | 40 |
| 2.5.5 | Revitalizace koryta řeky Kallang.....         | 41 |
| 2.6   | MZI v ČR .....                                | 42 |
| 2.6.1 | Komunitní centrum Všichni spolu Ostrava.....  | 42 |
| 2.6.2 | Zahrada u Velkého světa techniky .....        | 43 |
| 2.6.3 | Main Point Pankrác .....                      | 44 |
| 2.6.4 | Budova B Brumlovka Praha.....                 | 45 |
| 2.6.5 | Dešťové tůně v Lochotínském parku.....        | 46 |
| 2.7   | MZI v Brně .....                              | 47 |
| 2.7.1 | Nová Zbrojovka .....                          | 47 |
| 2.7.2 | Park pod Plachtami .....                      | 48 |
| 2.7.3 | Univerzitní kampus Bohunice.....              | 48 |
| 2.7.4 | Aquapark Kohoutovice.....                     | 49 |
| 2.7.5 | Rekreační vodní plocha Staré Ponávky .....    | 49 |
| 2.7.6 | Otevřená zahrada.....                         | 50 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 3     | GIS .....                                  | 51 |
| 3.1   | Typy dat.....                              | 52 |
| 3.1.1 | Vektorová data .....                       | 52 |
| 3.1.2 | Rastrová data .....                        | 53 |
| 3.1.3 | TIN data .....                             | 55 |
| 3.1.4 | Geodatabáze .....                          | 56 |
| 3.1.5 | Tabulky a textová data .....               | 56 |
| 3.1.6 | Internetové zdroje.....                    | 57 |
| 3.2   | Nástroje GIS.....                          | 57 |
| 3.2.1 | Pluginy .....                              | 59 |
| 3.2.2 | Prostorové analýzy .....                   | 60 |
| 3.3   | Příklady použití – výstupy.....            | 61 |
| 4     | POPIS VYBRANÉ LOKALITY – ŽIDLOCHOVICE..... | 64 |
| 4.1   | Hospodářství .....                         | 64 |
| 4.2   | Doprava .....                              | 64 |
| 4.3   | Sociální a zdravotní péče.....             | 65 |
| 4.4   | Školství .....                             | 66 |
| 4.5   | Kultura a sport.....                       | 66 |
| 4.6   | Životní prostředí.....                     | 66 |
| 4.7   | Modrozelená infrastruktura.....            | 67 |
| 4.7.1 | Vodní toky .....                           | 69 |
| 4.7.2 | Drobné vodní prvky.....                    | 71 |
| 4.8   | Dostupná data .....                        | 72 |
| 5     | VYUŽITÍ GIS PRO MZI V ŽIDLOCHOVICÍCH.....  | 74 |
| 6     | ZÁVĚR .....                                | 79 |
| 7     | POUŽITÁ LITERATURA .....                   | 80 |
| 8     | SEZNAM OBRÁZKŮ .....                       | 87 |
| 9     | SEZNAM TABULEK .....                       | 90 |
| 10    | SEZNAM PŘÍLOH.....                         | 91 |

# 1 ÚVOD

V současné době globálního oteplování s rostoucí teplotou vzduchu jsou neustále vytvářena nová rizika pro společnost. V městském prostředí jsou projevy změn klimatu spojeny s delším trváním vln horka v letním období, které se zhoršují s tepelnými ostrovy města. Také jsou spojeny s nebezpečím povodní na vodních tocích v urbanizovaném prostředí nebo na druhou stranu s nebezpečím sucha a požárů.

Tyto a další projevy a dopady změn klimatu lze korigovat a zlepšovat vhodnou kombinací a aplikací modrozelených prvků.

Lidé žili v souladu s přírodou odjakživa, sídla se vždy zakládala v blízkosti vodního toku a docházelo tak k ideální synergii vody a zeleně. Z toho vychází stejná potřeba i pro současný život obyvatel ve městech.

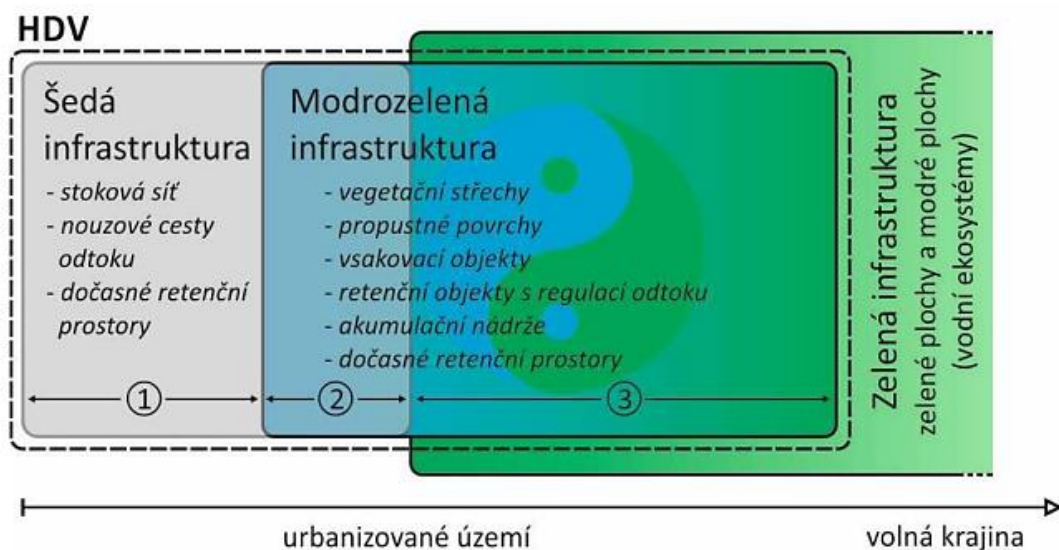
Sledovaným územím pro tuto diplomovou práci je obec Židlochovice, kterou jsem se zabývala i v rámci svojí bakalářské práce. Předmětem této práce je zhodnotit a popsat modrozelenou infrastrukturu, její prvky ve vybraném městě a následně pro tuto skutečnost ukázat možnosti využití systému GIS.

Tato práce má dvě části - teoretickou a návrhovou. V teoretické (rešeršní) části je snaha popsat modrozelenou infrastrukturu, její prvky a možnosti využití. Jsou rovněž uvedeny příklady dobré praxe u nás i v zahraničí. Dalším tématem teoretické části je popis programu GIS, jeho nástroje, analýzy a možnosti využití pro MZI. V poslední kapitole teoretické části je stručně představeno a popsáno vybrané město.

V návrhové části jsou na základě podkladů uvedeny možnosti a příklady využití programu GIS pro návrh a popis modrozelené infrastruktury.

## 2 POPIS MODROZELENÉ INFRASTRUKTURY

Modrozelená infrastruktura je koncept urbanistického plánování, který vzájemně propojuje soubor přírodě blízkých opatření budovaných ve městech i mimo ně, které zmírňují a řeší negativní klimatické vlivy a urbanizaci a podporují srážkový odtok s vegetačními a vodními prvky v sídlech. Tato infrastruktura zahrnuje dvě základní složky: **složku vegetace** (zelená infrastruktura) a **hydrologické (vodní) prvky** (modrá infrastruktura viz obr.1). Zelenými prvky dokážeme zvýšit biodiverzitu, zlepšit kvalitu půdy a podzemní vody, omezit znečištění ovzduší a erozi, ušetřit energie, zmírnit mikroklima, omezit přehřívání či zmírnit riziko přívalových povodní. Dalším efektem modrozelené infrastruktury je také estetická funkce v rámci navrhování chytrých měst, ale i pozitivní vliv na duševní stav člověka. Velkou výhodou při použití těchto přírodě blízkých řešení je samoobnovovací proces a také velká efektivita s minimální potřebou lidské energie na provoz. Prvky zelené infrastruktury patří mezi ty opatření, u kterých po jejich dokončení hodnota a efektivnost služeb s narůstajícím časem lineárně roste. [1] [2]



Obrázek 1 Vztah hospodaření s dešťovou vodou (HDV) k šedé, modrozelené a zelené infrastruktuře [13]

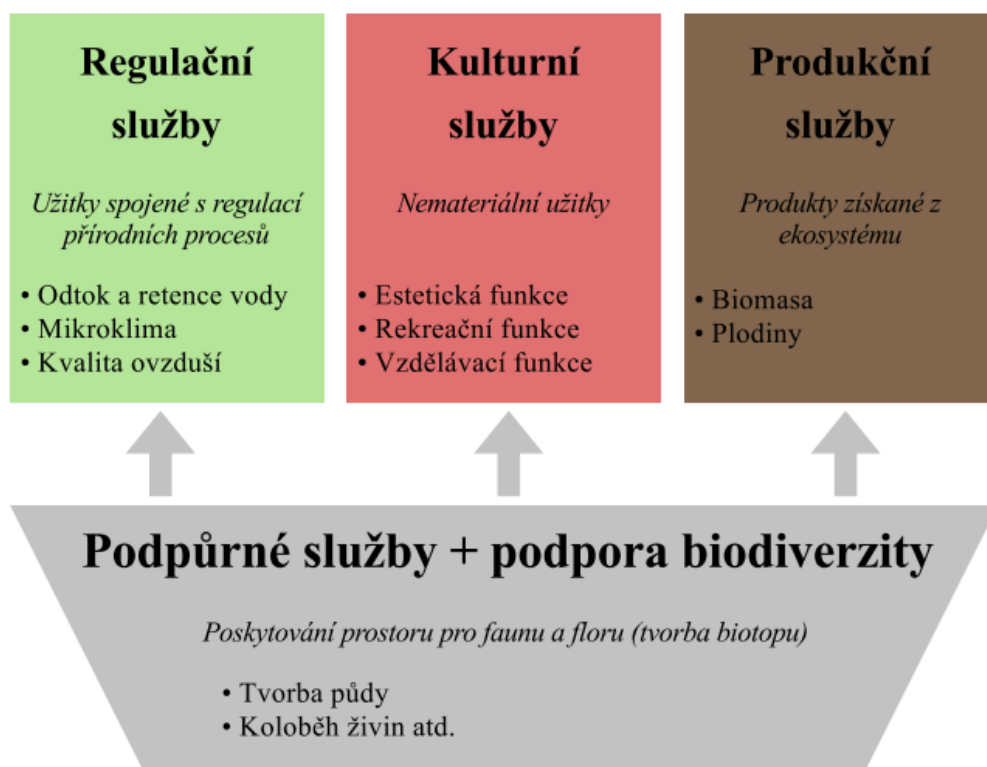
### 2.1 Legislativa

**Ministerstvo pro místní rozvoj** v letošním roce (2023) zveřejnilo metodiku k vymezení zelené infrastruktury v územně plánovací dokumentaci. Tato metodika je nová a inovativní v definování a klasifikování skladebných prvků zelené

infrastruktury. Bude se uplatňovat při pořizování nových územních plánů nebo při zpracování změn těch stávajících. [3]

V metodice jsou prvky zelené infrastruktury rozčleněny dle multifunkčnosti (široké spektrum zásobovacích, regulačních, kulturních i podpůrných ekosystémových služeb) a propojenosti (propojenost mezi prvky zelené infrastruktury). Dále se dělí na prvky nosné, podpůrné a doplňkové. Mezi nosné prvky se řadí plochy, které svým charakterem plní funkci zelené infrastruktury přímo, v územním plánu například plochy zeleně, či plochy vodní. Podpůrné prvky jsou plochy s rozmanitým využitím, ale zároveň přispívají k poskytování ekosystémových služeb. Doplňkové prvky slouží pro propojení, jedná se hlavně o prvky menšího charakteru. [3]

**Metodika pro ekonomické hodnocení zelené a modré infrastruktury v lidských sídlech** je dalším příkladným dokumentem v oblasti navrhování a řešení modrozelené infrastruktury. Tato metodika se zaměřuje především na ta městská prostředí, která pomáhají zmírňovat tepelný ostrov města a ochlazují své okolí. Cílem této metodiky je ekonomicky zhodnotit prvky modrozelené infrastruktury. Zelené a modré prvky ve městě přinášejí obyvatelům řadu užitků, tyto příspěvky přírody jsou označovány jako



Obrázek 2 rozdělení ekosystémových služeb [4]

ekosystémové služby, viz obr. 2. Tyto služby se člení do 4 kategorií: regulační, kulturní, produkční a podpůrné služby. [4]

Regulační služby poskytují ochranu před negativními vlivy životního prostředí, jako jsou kvalita ovzduší a kvalita vody, redukce hluku, redukce CO<sub>2</sub>, redukce povodňového rizika, regulace odtoku, eroze půdy, či regulace teploty, vlhkosti a proudění vzduchu. [4]

Kulturní služby přináší společnosti rekreační, estetické a duchovní hodnoty. Proto vyjádření jejich peněžní hodnoty bývá nejobtížnější. Produkční služby jsou ve formě statků, se kterými je možné obchodovat na trhu, jejich hodnota se dá určit poměrně jednoduše. Jedná se například o produkci dřeva, potravin a vody. Podpůrné služby podporují produkci všech ostatních služeb. Spadá sem například koloběh živin a vody v přírodě. Ekonomické hodnocení podle této metodiky probíhá na základě CBA (analýzy nákladů a užitků). [4]

**Metodika modrozelené infrastruktury statutárního města Ostravy** je jedním z vhodným vzorových dokumentů pro ostatní velká města. Definiuje zásady pro vytváření MZI a popisuje požadavky, které jsou kladeny na budoucí projekty. Tento dokument by měl sloužit jako vodítko pro určení možných opatření, která jsou pro město vhodná a žádoucí. [5]

Kromě metodik, které se postupně v rámci tohoto tématu rozrůstají, je nutné řídit se při navrhování MZI platnou legislativou. Základním dokumentem pro aplikaci (primárně) modrých prvků je **zákon č. 254/2001 Sb. O vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)**. Tento zákon upravuje ochranu povrchových a podzemních vod a ukládá podmínky pro hospodárné využívání vod. Klade důraz na hospodaření s dešťovou vodou formou zasakování nebo zadržování a následné odvádění. [6]

**Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny**, který se snaží přírodu chránit a zachovávat její biologickou rozmanitost. [7]

Jelikož je návrh MZI úzce spjat s územním plánováním, spadá sem i **zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)**. Od příštího roku zákon č. 283/2021 Sb., stavební zákon. [8]

Z vyhlášek pak lze zmínit **č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území**, jedná se o prováděcí vyhlášku stavebního zákona a jsou v ní definovány priority

řešení likvidování srážkových vod. Přednostně je vždy snaha o vsakování, poté zadržování a následný regulovaný odtok do oddílné kanalizace, poslední možností pak regulované vypouštění do jednotné kanalizace. [9]

Pro realizaci prvků hospodaření s dešťovými vodami je důležitý také zákon č. **274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)**. Tento zákon ukládá vlastníkově sítě napojit srážkové vody na kanalizaci. [10]

Témata se dotýká také zákon č. **139/2002 Sb. o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech**. [11]

Mezi další dokumenty dotýkající se tématu prvků MZI spadají normy. **Norma ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod**, která definuje kdy je možné vody zasakovat (na základě míry jejího znečištění z typu plochy na kterou dopadla). Dále například **ČSN 83 9061** Technologie vegetačních úprav v krajině – ochrana stromů, porostů a vegetačních ploch při stavebních pracích. **ČSN 75 2410** Malé vodní nádrže. **ČSN 75 2415** Suché nádrže. **ČSN 75 6261** Dešťové nádrže. [5]

## **2.2 Modrá infrastruktura**

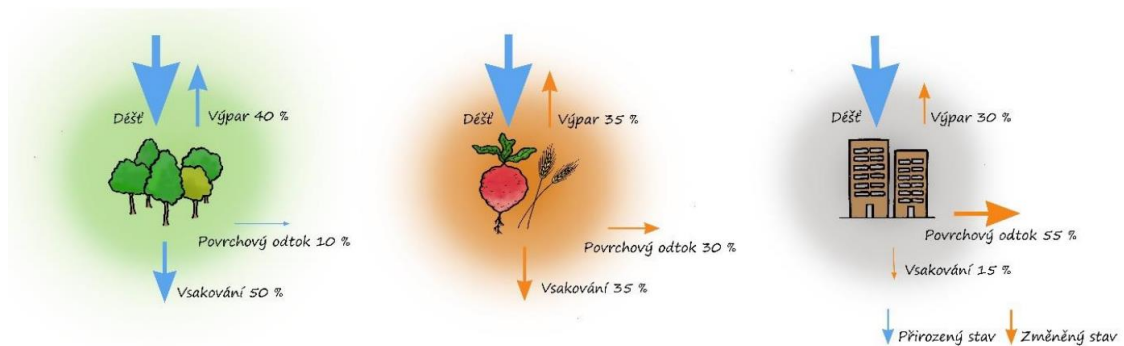
Jedná se o soubor prvků, které jsou schopny zadržet vodu ve městech, ale i v okolní navazující krajině. Tato skutečnost může mít pozitivní vliv na mikroklima a celkově na koloběh vody v krajině. Tento typ modrozelené infrastruktury je často posuzován jako hospodaření s dešťovou vodou v dané lokalitě. Snaha těchto prvků má za cíl maximalizovat zadržené množství srážkové vody, aby všechna přitékající voda nebyla svedena do kanalizací, tak jako tomu stále v mnoha městech je. Aplikací modré infrastruktury by došlo ke zmírnění, či úplnému vyřešení problému přetížení odpadních kanalizací a čistíren odpadních vod, kdy by voda ze zpevněných ploch byla svedena do vsakovacích objektů či do přírodních nádrží. [1]

Urbanizovaná území se vyznačují vysokým podílem nepropustných ploch – komunikace, střechy budov, tyto plochy mohou dosahovat v centrech měst 70% i více. Srážková voda se na tomto povrchu přirozeně nevsakuje, zároveň se snižuje i úroveň výparu. [12]

Mezi základní zásady hospodaření se srážkovými vodami ve městech patří:

- Akumulace srážkových vod a její následné využití, například pro závlahu.
- Podpora výparu a ochlazení městského prostředí aplikováním co nejvíce zeleně, včetně zelených střech.
- Navrhovat zpevněné povrchy jako polopropustné, aby mohlo docházet ke vsakování.
- Z pevných nepropustných povrchů odvádět vodu do přilehlé zeleně, pokud to není možné, tak využít vsakovací objekty s filtrem (průlehy, nádrže). [13]

Jak tedy nakládat s dešťovou vodou, která zůstává na nepropustném povrchu zpevněných ploch? Možností je několik:



Obrázek 3 srovnání vsaku, odtoku a výparu [12]

1. Vsakování
2. Retence a následné využití
3. Odvádění do recipientu

Vsakování patří mezi nejúčinnější, nejjednodušší a nejvíce efektivní způsoby nakládání s dešťovými vodami, zároveň jsou i přírodě nejbližší. V přírodě, netknuté člověkem se 40 % vody vypaří, 50 % se vsákne a 10 % odteče. V urbanizovaném prostředí se zpevněnými nepropustnými povrchy, se vsakuje minimum a vypaří se cca 30 %. [14]

Objekty a zařízení pro vsakování podle způsobu:

1. **Vsakování z povrchu terénu:** přes půdní profil, přes technické prvky, vsakovací průleh, vsakovací nádrž
2. **Podzemní vsakování:** vsakovací rýha vyplněná šterkem, vsakovací rýha vyplněna vsakovacími bloky, vsakovací šachty

3. **Opatření kombinující povrchové a podzemní vsakování:** vsakovací průleh-rýha
4. **Opatření kombinující s retenčním účinkem a výparem:** retenční nádrže, umělé mokřady [14]

### 2.2.2 Vsakování z povrchu terénu

Ke vsakování slouží celá řada objektů, které jsou popsány níže v textu.

#### ○ Vsakovací průleh

Vsakování skrz půdní profil představuje nejjednodušší a zároveň přirozený způsob,



Obrázek 4 Průleh mezi komunikacemi [vlastní]

jak lze umožnit vsakování srážkové vody v urbanizovaných oblastech. Tato metoda využívá širokého rozložení vsaku, buď s vytvořením omezené nádrže (průlehy, příkopy) nebo bez ní. Ideálním řešením je rozprostření toku dešťové vody rovnoměrně do co nejmenší vrstvy. Pokud je nutné zvýšit efektivitu vsaku, lze

přimíchat písek do horní vrstvy humusu nebo vytvořit propustné podloží pod půdním profilem, typicky pomocí hlinitého písku nebo štěrkopísku. Průlehy je možné řešit různě, ať už jako pás zeleně, nebo v kombinaci s květinovými záhony. Mezi hlavní výhody tohoto typu opatření patří jednoduchost, nízká náročnost údržby a nízké pořizovací náklady. Nevýhodou je omezený objem, který lze zadržet a zasáknout, není zde akumulační prostor. [14]

#### ○ Povrchová rýha

Rýha je objekt, do kterého je svedena dešťová voda z okolních zpevněných ploch. Většinou je vytvořena ze štěrku, popřípadě z plastových bloků, které umožňují vsakování. Rýha umožňuje



Obrázek 5 Povrchová rýha v Jihlavě [66]

retenci a následný vsak vody do podloží. Na rozdíl od průlehu nevytváří retenční prostor. Rýhu je možné řešit jako jednoduchý pás zeleně, nebo ho doplnit o záhony, popřípadě ji ponechat úplně bez vegetace. Toto opatření se nejčastěji používá pro oddělení dvou provozních prostorů, typicky například cyklostezky a komunikace. [5]

#### ○ **Povrchové retenční nádrže**

Tento objekt má schopnost akumulovat velký objem vody, takže umožňuje



Obrázek 6 Retenční nádrž Královo Pole [vlastní]

zachycení většího množství dešťové vody z okolních přilehlých zpevněných ploch. Objekt slouží k zadržení a zpomalení odtoku, ale také ke vsakování. Součástí vsakovacích nádrží je půdní filtr, který pomáhá k čištění vody. Může sloužit pouze k retenci (suchá povrchová nádrž

s regulovaným odtokem), popřípadě plnit funkci kombinovanou s akumulací vody (povrchová retenční nádrž se stálým zadržením a regulovaným odtokem). [5]

#### ○ **Nezpevněné trávnické plochy**

Trávníky se podílejí hlavně na zlepšení mikroklimatu a prevenci vzniku nebo



Obrázek 7 Květinová louka v Bruntále [67]

zpomalení srážkového odtoku. Jedná se o nejjednodušší možnost pro přirozené zadržení, zasakování a výpar dešťových vod. Podle podmínek v dané oblasti je důležité vhodně zvolit trávni porost, nejdůležitější jsou předpoklady půdních podmínek, intenzita údržby a zatížení

provozem. Trávník se rozděluje podle způsobu využití a intenzity údržby. Trávníky, o které je nutné se intenzivně starat jsou parkové a parterové. Extenzivní typ je takový, který nevyžaduje pravidelnou a častou údržbu, typicky luční trávníky. Podle účelu se trávníky dělí na okrasné, užitkové, sportovní, golfové, parkovací, extenzivní střešní, krajinné, biotopy). [5]

### ○ Tramvajové pásy

Tramvajové zatravněné pásy napomáhají ve městě zpomalovat srážkový odtok, jelikož vytvoří další plochu pro vsakování. Zároveň vegetace na zatravněných pásích může přispívat k lepší kvalitě ovzduší, protože rostliny jsou schopny pohlcovat určité množství škodlivých látek. Také snižují teplotu kolejiště a pohlcují hluk z provozu.

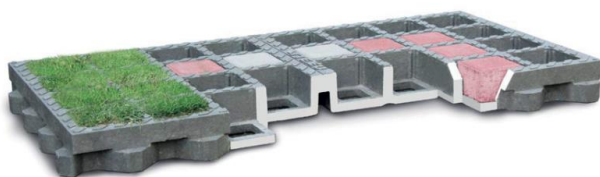


Obrázek 8 Tramvajový pás Brno [68]

V neposlední řadě je přínosem také estetická funkce, kdy se zlepší celkový vzhled ulice a městského prostoru jako celku. Intenzivní zatravněné pásy vyžadují pravidelnou údržbu ve formě sečení a závlahy. Extenzivní tramvajové pásy jsou schopny bez údržby vydržet i extrémní podmínky, využívají se zde odolné rostliny, sukulenty či luční směsi. [5]

### ○ Zasakovací rošty

Jedná se o konstrukce zpevněných propustných povrchů, která má zároveň dostatečnou únosnost pro pojezd nákladních automobilů. Podkladní vrstvy využívají proudění vod v obou směrech a dochází tak k růstu vegetace, která absorbuje znečištění z dopravní funkce povrchu. Jedná se o ekologickou formu, která je vhodná pro parkovací a odstavné plochy. [15]



Obrázek 9 AS-TTE zasakovací rošt [15]



Obrázek 10 Rošty se zatravněním [15]

Rošty lze využít i pro účely ozelenění, buď jako zatravněný prefabrikát nebo s pozdějším výsevem trav. Tato varianta je vhodnější spíše pro nižší frekvenci a dopravní zatížení (parkovací místa nepříliš frekventované jízdni pruhy). [15]

Rošt slouží také jako ochrana podzemních vod, využívá podobného jevu jako zasakovací průleh – zachytí látky a následně je rozloží působením mikroorganismů. [15]

V neposlední řadě se rošty využívají v oblastech, kde je rozmoklý terén a chceme zpevnit podloží, ale zároveň potřebujeme zachovat ráz lokality – typicky oblasti CHKO. [15]

- **Vegetační pytle**

Další zajímavou metodou jsou vegetační pytle. Tyto pytle jsou vytvořeny ze speciální a prodyšné tkaniny. Tato tkanina umožňuje prorůstání kořeny a zároveň nedochází ke snížení jejich vlastností. Systém je vhodný pro zpevňování svahů, pro revitalizaci vodních toků, ale zároveň plní také estetickou funkci zeleně. [15]

Mezi hlavní výhody aplikace vegetačních pytlů patří propustnost vody, hmotnost pytle (< 25kg – možná manuální instalace), snadná přeprava, široká flexibilita řešení, minimální uhlíková stopa, možnost použití do sklonu svahu 70°. [15]



Obrázek 11 Využití vegetačních pytlů [15]

Garantovaná živostnost je minimálně 50 let. V rámci běžné údržby sečením porostu je nutné dbát na to, aby pytle nebyly mechanicky poškozeny. [15]

### 2.2.3 Vsakování podzemní

Stejně jako pro vsakování z vody z povrchu je k dispozici pro vsakování z podzemí celá řada objektů, které jsou popsány níže v textu.

- **Vsakovací prostor vyplněný štěrkem**

Jde o jednoduchý způsob vsaku vody do půdy, využívá se spíše u menších staveb jako jsou rodinné domy či chaty. Metoda je tedy vhodná v případech, pokud není dostatek prostoru pro povrchové vsakování nebo pokud má horninové podloží omezenou propustnost, což vyžaduje delší dobu zadržení vody a větší potřebnou akumulaci

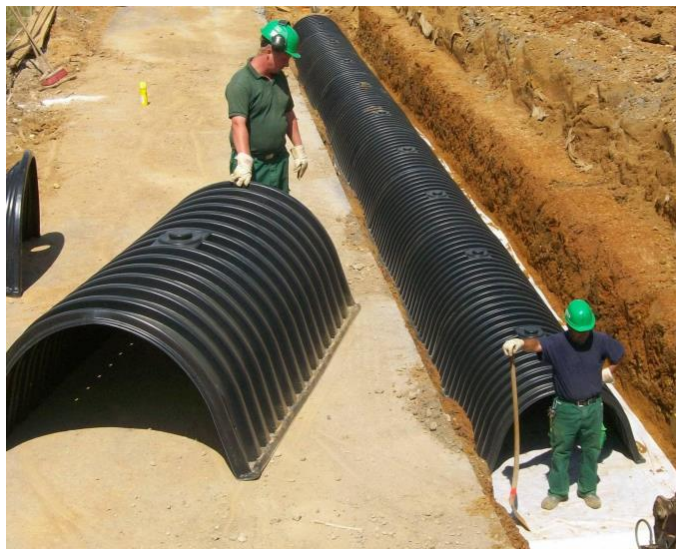
kapacitu. Principem je vytvoření akumulčního prostoru pro zachycení vody pomocí pórovitého materiálu, obvykle šterku. Do tohoto prostoru je voda nasměrována přes usazovací a rozdělovací šachtu, přičemž předtím prochází procesem předčištění a zadržení pevných částic. Aby byla zajištěna správná funkce, doporučuje se boční stěny opatřit geotextilií. [14]

Při delších vsakovacích rýhách je nutné zajistit rovnoměrné rozložení vody, toho lze dosáhnout pomocí podélně umístěvaného perforovaného potrubí s revizními šachtami pro případnou údržbu. Aby bylo zamezeno vniku částic z okolního prostředí do pórů výplňového materiálu, je možné odstupňovat velikost zrn, což vytvoří filtr mezi šterkem a okolní horninou. Pokud to oblast dovolí, je vhodné tento prostor doplnit o bezpečnostní přeliv, ten zajistí bezpečné odvedení vod, pokud by došlo k dosažení kapacity, přebytečná voda se odvede například do recipientu, nebo navazující nádrže. [14]

Výhody tohoto přístupu jsou menší náročnost na plochu oproti povrchovým vsakovacím prvkům. Opatření není viditelné, takže ho lze umístit pod jakékoli plochy, i ty zpevněné jako jsou komunikace či parkoviště. Nevýhodou je náchylnost na zanášení, což může snížit schopnost propustnosti pórovitého materiálu a tím se i sníží rychlost infiltrace do podloží. [14]

#### ○ Vsakovací tunel

Malé průměry kanalizačního potrubí a nedostatečná kapacita koryt ve městech a obcích, to jsou hlavní důvody, které způsobují problémy s pomalým odváděním dešťových vod. Ať už rekonstrukce kanalizace či koryt, obě varianty jsou nákladné a technicky náročné. Proto vzniká nové řešení pomocí plastových bloků a tunelových zásobníků. Vybudování takovýchto systémů je v zahraničí i

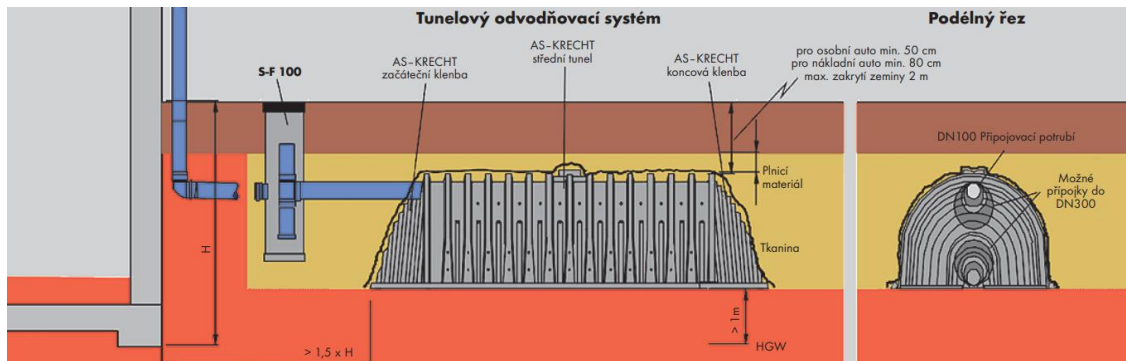


Obrázek 12 Vsakovací tunel AS-KRECHT [15]

v ČR využíváno pro své kladné stránky: jednoduchá a rychlá montáž, dlouhá živostnost, úspora výkopových prací, minimální instalační a dopravní náklady, nízká hmotnost,

možnost čištění přes čistící šachtu, vysoká pevnost a únosnost, a téměř 100% využití akumulčního prostoru. [15]

Tento akumulční a drenážní systém najde své uplatnění hlavně ve městech, pro řešení odvodu dešťových vod z veřejných prostor. V porovnání se šterkem tento systém představuje úsporu více jak 2/3 objemu výkopových prací. Voda ze vsakovacích tunelů proniká do půdy bočními otvory a dnem. [15]



Obrázek 13 Tunelový odvodňovací systém [15]

#### o Podzemní prostor vyplněný vsakovacími bloky

Tato alternativní metoda pro vsakování se liší od tradičních rýh se šterkem tím, že



Obrázek 14 výstavba vsakovacího objektu z plastových košů [14]

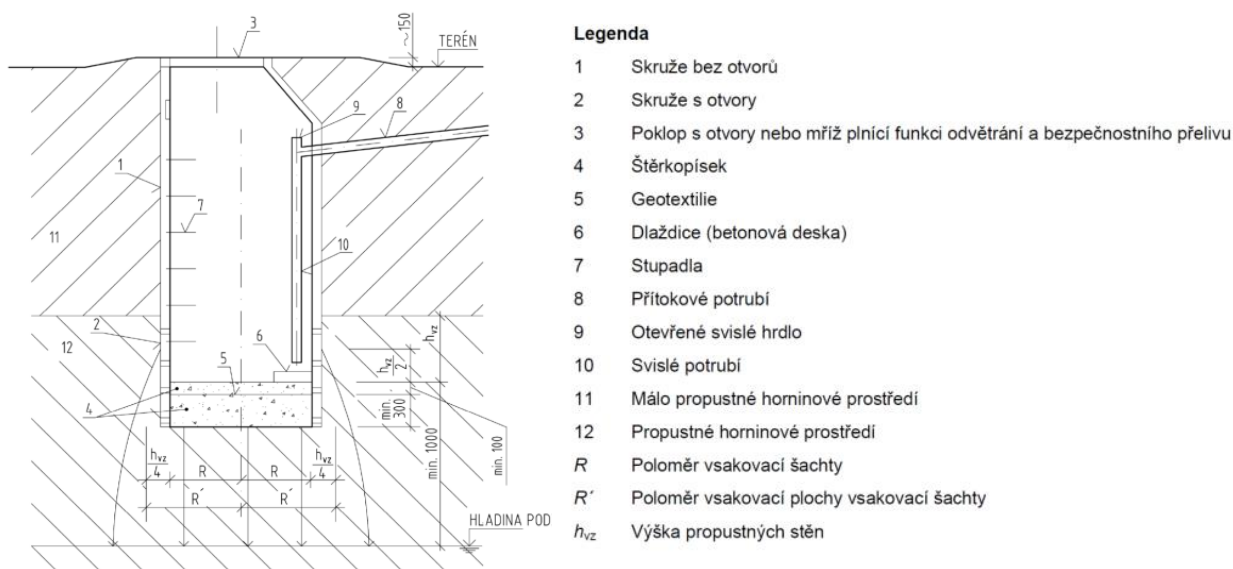
retenční prostor je tvořen souborem plastových bloků s perforovanými stěnami, které pod povrchem vytvoří prostor pro akumulaci vody. Metoda je vhodná zejména tam, kde není dostatečně velká plocha pro povrchové vsakování vody, nebo pokud má horninové podloží nižší propustnost. Voda je směřována do akumulčního

prostoru potrubím, přes usazovací a rozdělovací šachtu. Je nezbytné zajistit předčištění a zadržení pevných částic, což může znamenat vyšší investiční náklady, ale zároveň tato skutečnost prodlouží životnost celého systému. Montáž bloků je jednoduchá, bloky se obalí geotextilií a umístí se do výkopu na šterkový podklad. Systém je vhodný pro

průmyslové, obchodní areály, parkoviště a další městské veřejné plochy. Výhodou opatření je nízká náročnost na plošný záběr, rychlost a jednoduchost výstavby, nízká hmotnost systému, odolnost proti chemickým produktům, mikroorganismům, hlodavcům a hnilobě. Bloky lze umístit pod jakýkoli povrch – existují i takové, které pro svou vysokou únosnost snesou i pojezdy těžkou technikou. Nevýhodou je nebezpečí zanášení akumulčního prostoru, proto je vhodné a možné vybavit systémy zařízením pro revizi a čištění retenčního prostoru. Mezi další nevýhodu může patřit vyšší pořizovací cena. [15] [14]

### ○ Vsakovací šachta

Jedná se o tradiční metodu, kdy retenční prostor vzniká mezi skružemi šachty a jeho objem závisí na vnitřním průměru skruží a hloubce šachty. Vsakování může probíhat buď vertikálně přes perforované stěny, anebo horizontálně přes dno. Před šachtu je třeba



Obrázek 15 Vsakovací šachta [14]

nainstalovat systém pro předčištění a zachycení splavenin, také se musí zamezit zanášení zasakovacích otvorů v šachtě. Toho lze docílit buď filtračním vakem, kde se zadržují pevné části a je možné ho vytáhnout a vyčistit. Druhá možnost je zasakování přes filtrační vrstvu na dně. Poslední možností je zasakování bočními stěnami, a na dně šachty se vytvoří usazovací prostor, který lze čistit. Výhodami systému jsou malá náročnost na plošný záběr, jelikož tento prvek má spíše výškový aspekt. Nevýhodou je vyšší pracnost (výkopové práce) a vyšší pořizovací cena. Dále musí být splněna podmínka hladiny

podzemní vody, která je až pode dnem vsakovací šachty. Pro jednodušší čištění šachet je vhodné zajistit příjezd ke studni. [14]

#### **2.2.4 Zadržování vody**

V případě zadržování dešťové vody je voda zachycena a případně využita nejlépe v místě vzniku. Na zachycení dešťových vod je nejvhodnější podzemní plastová nádrž, která vodu akumuluje a umožňuje následné využití. Nádrž může být opatřena filtrem nebo vsakovacími prvky. Cílem zadržování vody je snížit povrchový odtok, minimalizovat záplavy a umožnit postupné vsakování vody do půdy. [16]

- **Nádrže na dešťovou vodu**

V případech, kdy nelze srážkovou vodu z území nebo stavby zasakovat, navrhují se podzemní nádrže. Nádrže slouží primárně k zachycení srážkové vody z okapů, a voda může být využita na závlahu zeleně, či na splachování záchodů. Podle potřeb může být nádrž vybavena čerpadlem, filtrem, vsakovacím tunelem a systémem automatického dopouštění z vodovodního řádu při nedostatku srážek. [16]

- **Filtry na dešťovou vodu**

Tyto filtry upravují zachycenou vodu v akumulacích nádržích a zbavují ji od nečistot, voda je poté vhodná pro další využití, například pro splachování toalet, či zavlažování zeleně. Filtr svým tvarem napodobňuje hydraulický vodní skok, který můžeme vidět prakticky v každém říčním proudu. Je to jednoduchý přechod proudu o volné hladině z bystrinného do říčního proudění. Voda proudí přes kámen, který je zaoblený, za ním následuje skok, kde vzniká rotující vodní válec. Díky tomuto principu je filtr čištěn samovolně. Filtr je tedy uživatelsky nenáročný pro údržbu, montáž a instalaci. [16]

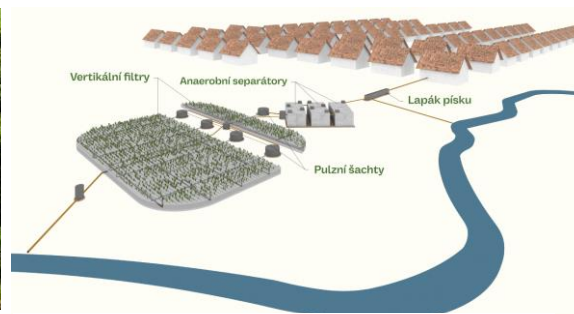
- **Umělé mokřady**

Uměle vytvořené oblasti s vodním režimem a charakteristikami, které se podobají přírodním mokřadům. Jedná se o oblast, kde je půda dlouhodobě zaplavena mělkou vodou, takže vytváří podmínky bez přítomnosti kyslíku. V takovémto prostředí mohou prosperovat jen ty rostliny, které jsou na tuto situaci adaptovány. Tato vegetace, nazývaná mokřadní, zahrnuje rostliny jako rákos, orobinec, ostrice, blatouch a další. Mokřady často slouží jako zdroj potravy, hnízdiště pro vodní ptáky, anebo jako prostředek pro zachování a zvýšení biodiverzity a regulaci povodňových situací. Hlavním účelem umělých

mokřadů je čištění odpadních, drenážních či dešťových vod. Tyto mokřady můžeme rozdělit na ty, kde je voda na povrchu půdního substrátu nebo pod jeho povrchem. Pokud k čištění dochází pod povrchem, nazýváme tyto mokřady jako kořenové čistírny. [17]



Obrázek 17 Biocentrum Mokroš [54]



Obrázek 16 Centrální kořenová čistička pro obec [18]

Kořenové čistírny (obr. 16) fungují podobně jako mokřady přirozené, základem je průtok odpadní vody kořenovým filtrem. Tento filtr je naplněn jemnou frakcí kameniva, na jehož povrchu jsou bakterie, které pomáhají čistícímu procesu. Ještě před tím je ale nutné, aby voda byla zbavena mechanických nečistot. Buďto ve vícekomorovém septiku nebo v sedimentačních nádržích. Rostliny mají doplňkovou funkci, dodávají kyslík a v zimě fungují jako tepelná izolace. Probíhají zde dva procesy: aerobní (za přístupu kyslíku) a anaerobní (bez kyslíku). [18]

Kořenové čistírny zvládnou čistit vodu z domácností i firem. Poradí si s léky, hormony a chemickými látkami, kterou jsou obsaženy v odpadních vodách. Je vhodná i pro kontaminované vody z výluhů ze skládek či pro průmyslové a zemědělské vody. [18]

Mezi výhody patří nízké provozní náklady (nižší než ČOV), minimální údržba, dlouhá životnost, vytváří nové biotopy. [18]

### 2.2.5 Interiér budov

V rámci základních principů udržitelnosti je zásadní minimalizovat spotřebu vody a množství odpadních vod, nejlépe například recyklací šedých vod. Hlavním cílem by mělo být dosažení nulového vypouštění odpadních vod. Také recyklace tepla ze šedých vod je jeden ze způsobů, jak snížit energetickou náročnost budovy a zároveň je tím možné také snížit náklady na ohřev teplé užitkové vody, popřípadě až vytápění celého objektu. [19]

### ○ **Recyklace vod**

V přírodě voda prochází cyklem, do které patří pitná, povrchová ale i použitá voda. Nejefektivnějším způsobem recyklace vod je využití lehké šedé vody (z koupelen) na bílé vody (splachování WC, závlahu). Šedá voda tvoří přibližně 50 % z celkové produkce odpadních vod v domácnostech, v komerčních budovách se tato hodnota pohybuje kolem 27 %. [19]

### ○ **Úprava vod**

Konkrétní požadavky jsou stanoveny ve vyhlášce č. 252/2004 Sb. Mezi nejčastější požadavky patří: odstranění mechanických nečistot, úprava tvrdosti vody, odstranění železa a manganu, odkyselování, dechlorace, hygienické zabezpečení a další. [19]

## **2.2.6 Exteriér – drobné vodní prvky**

Do této kategorie spadají drobné vodní prvky, které se nacházejí v městských prostranstvích, jako jsou pítka, kašny (obr. 18), brouzdaliště, trysky, fontány (obr. 19) či vodní mlhy. Hlavní funkcí těchto prvků je bezpochyby estetická. Jejich funkce v oblasti hospodaření s vodou je spíše doplňková, nejsou pro tyto účely navrhovány primárně. Pomáhají městu při ochlazování vzduchu a vytváří rekreační oblast ve veřejném prostoru. Často bývají součástí výtvarných a uměleckých děl. [5]



Obrázek 19 Fontána u Janáčkova divadla [69]



Obrázek 18 Skácelova kašna [70]

## **2.3 Zelená infrastruktura**

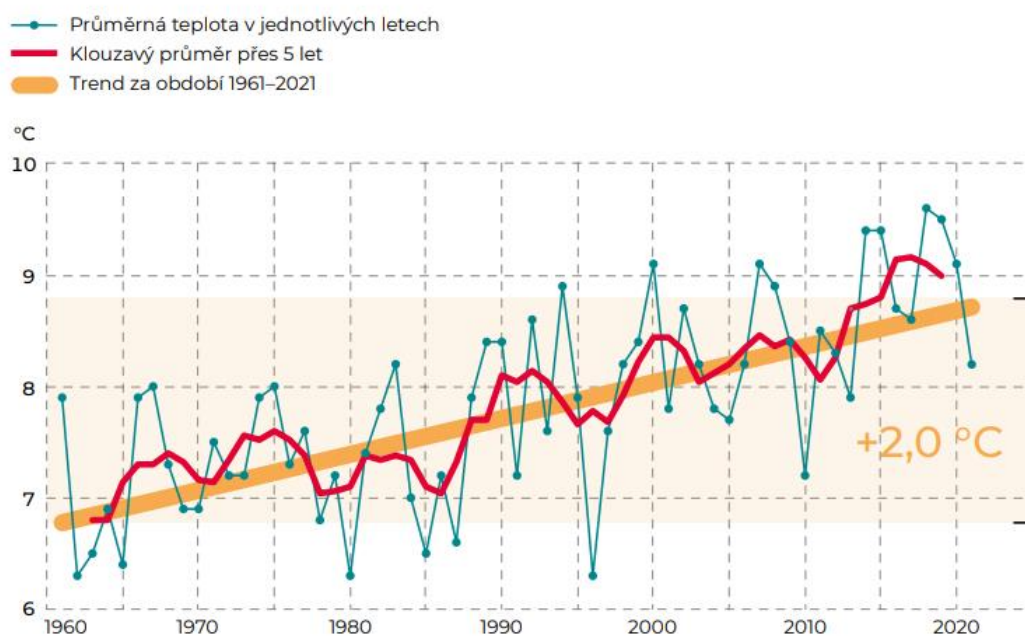
Zeleň měla ve městě v minulosti převážně funkce estetické, sociální a rekreační. V současné době se její funkce rozrostly ještě na oblast klimatickou, ekonomickou a ekologickou.

Vegetace je vhodné a levné řešení problémů a negativních vlivů, se kterými se ve městech potýkáme, je ovšem třeba dbát na správné a vhodné umístění zeleně, aby došlo k maximalizaci její funkce.

Do této kategorie lze řadit zelené střechy, vertikální zeleň – zelené fasády, městské parky, předzahrádky, či jinou drobnější zeleň. Cílem je dosáhnout určitého podílu zeleně tzv. MZI index, který slouží jako měřítko pro vytvoření vhodného mikroklimatu. [1]

### 2.3.1 Městská zeleň

Zeleň ve městě zahrnuje všechny formy vegetace, patří sem parky, zahrady, stromy, trávníky, květinové záhony a další zelené plochy. Zeleň má schopnost snížit teplotu v ulicích a zároveň zvýšit vlhkost vzduchu, zlepšuje kvalitu ovzduší a v neposlední řadě také zlepšuje kvalitu půdy. [16]

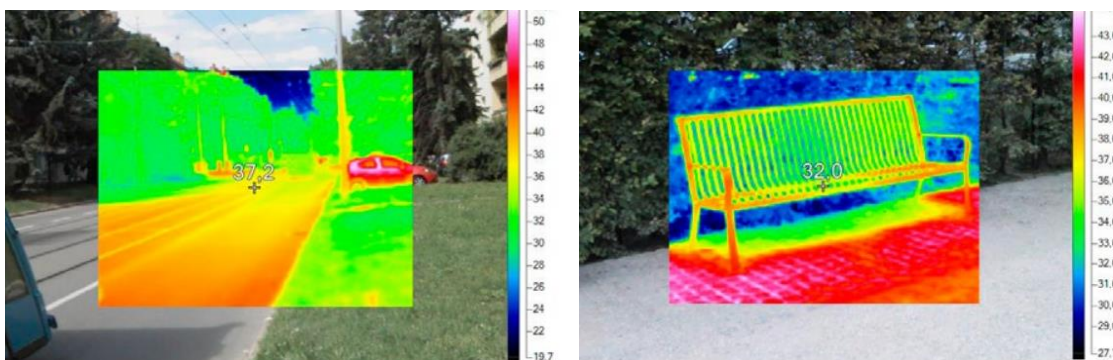


Obrázek 20 Průměrná roční teplota ČR [20]

Protože se neustále zvyšuje teplota a počet tropických dní v letním období, je důležité zaměřit se na městský tepelný ostrov. Teplota ve městě roste s rostoucím množstvím zpevněných povrchů a s ubývajícím množstvím zeleně. Tepelný ostrov povrchový pozorujeme na leteckých termosnímčích, kde jsou nejteplejší místa znázorněna červenou barvou. Povrchové teploty budov ve městě mohou dosahovat 70°C. Tuto skutečnost vnímá obyvatel města jako sálající horko z povrchů – tmavé asfaltové silnice, či z okolní zástavby. Atmosférický tepelný ostrov je teplota vzduchu ve městě.

Dokud nám dopoledne budovy poskytují stín je tato teplota nižší, ovšem po západu slunce se teplo z povrchů vyzařuje i nadále, takže noční atmosférický tepelný ostrov dosahuje nejvyšších hodnot. [20]

Průměrná roční teplota v ČR se za posledních 60 let zvýšila o 2 °C (viz obr č.20). Vysoké teploty ve městech a proudění vzduchu má dopady také na příchod mraků a následný vznik bouřek. V neposlední řadě je zde také negativní dopad na obyvatelstvo, nejvíce trpí domácí mazlíčci a děti, kteří se pohybují blízko země, která dosahuje až 60 °C. Ovlivněná je také kvalita ovzduší, vzniká zde suché prostředí se zvýšenou prašností, přehřívání snižuje kvalitu vody a zároveň se zvyšuje používání klimatizace, tím se rapidně zvyšuje spotřeba energie, protože chlazení je energeticky náročnější než topení v zimním období. [20]



Obrázek 21 Snímky z termokamery [20]

Města jsou tvořena převážně zpevněnými materiály jako je beton či asfalt, tyto povrchy mají schopnost akumulace velkého množství tepla, které následně uvolňují do okolí. Proto se materiály definují třemi faktory. Odrazivost slunečního záření určí, kolik energie materiál přijme a kolik ho odrazí do okolního prostředí. Tento poměr se nazývá albedo a jeho hodnoty se pohybují v intervalu od 0-1. Přičemž hodnoty blíží se 1 jsou ty, které odrazí nejvíce záření, typicky sníh s hodnotou 0,85. Naopak tmavé povrchy, jako například asfalt, se blíží hodnotě 0. Druhým faktorem je tepelná kapacita materiálu, vyjadřuje se pomocí měrné tepelné kapacity, je to množství tepla, které bylo pohlceno materiálem. Posledním faktorem je emisivita, aneb schopnost materiálu vyzařovat tepelné záření. [20]

S problémem přehřívání ve městech může pomoci právě vegetace. Rostliny dokážou sluneční záření zpracovat buď odrazem od listové plochy, vypařením nebo fotosyntézou.

- **Stromy**

Jsou to největší a zároveň nejdéle žijící rostliny. Zároveň jsou to nejvýraznější prvky, které mají na výsledný vzhled veřejných prostranství nemalý vliv. Jejich velké

### BEZ STROMŮ VE MĚSTĚ



### SE STROMY VE MĚSTĚ



Obrázek 22 Rozdíl mezi ulicí s a bez stromů [55]

listy a hluboké kořeny umožňují výrazný výpar vody. Zvyšují schopnost vsakování vody a zároveň pomáhají v jejím aktivním čištění v kořenové zóně. Koruna navíc dodává do města stín, který taktéž pomáhá ochlazovat prostor. Koruna stromu vytváří takový stín, kterým pronikne pouze 10-30 % slunečního záření, díky tomu takto zastíněné zpevněné povrchy po západu slunce nevyzařují do okolí teplo. V neposlední řadě slouží jako útočiště pro zvěř. Stromy se dělí podle způsobu výsadby na stromy v nezpevněných plochách, v kombinaci se zasakovací rýhou a ve zpevněných plochách/úzkých ulicích. [20] [5]

Jestliže jsou stromy umístěny v blízkosti budov tak zároveň zlepšují i klima uvnitř, tímto se může snížit i potřeba klimatizace. V zimě, kdy jsou listnaté stromy opadané, nevytváří stín, a tak nezabraňují možným tepelným ziskům ze slunečního záření. [20]

Stromy a obecně vegetace pomáhá při zasakování vody. Vsakem vody přes kořenové systémy se doplňují zásoby podzemní vody, ale také se tím snižuje povrchový odtok. Jak bylo zmíněno výše v podkapitole modré infrastruktury, rostliny, respektive jejich kořeny, umí vodu filtrovat a čistit – kořenová čistírna. Dokáží vodu zbavit i pohonných hmot či těžkých kovů. Kořenový systém také pomáhá stabilizovat půdu proti sesuvným procesům. [20]

- **Popínavé uliční stromy**

Mezi funkční a jednoduché prvky, které se hodí pro zlepšení mikroklimatu měst se řadí vzrostlé stromy (zmíněné výše). V jistých situacích však existuje problém s jejich rozrostlou strukturou kořenového systému, která může přinášet rizika hlavně v souvislosti se zasíťováním města. Proto vzniklo řešení popínavých stromů. Tyto stromy jsou tvořeny

ocelovou konstrukcí, nosný prvek pro růst rostlin. Tuto konstrukci je možné doplnit také pouličními lampami, či vodními prvky – mlhou. [16]



Obrázek 23 Popínavé stromy [16]



Obrázek 24 Popínavé stromořadí [56]

Výhody popínavých uličních stromů: kořenový systém neohrožuje inženýrské sítě, jako tomu je u běžných vzrostlých stromů, popínavým rostlinám stačí malé zemní lože, možnosti doplňků jako jsou lampy, zvlhčovače vzduchu, fotovoltaiky a další vodní prvky. [16]

Dva typy nosné konstrukce:

#### **POUSTR Singapur – inspirována singapurskými stromovými věžemi**

Hlavní kmen stromu má průměr 250 mm a rozvětňuje se ve výšce 3,5 m. Průměr koruny je cca 5 m. Celková výška je 5 m, tyto rozměry lze upravit podle potřeb projektu. [16]

#### **POUSTR Malibu – konstrukce stromu s kopulovitým tvarem koruny**

Konstrukce s trychtýřovitým tvarem koruny, kmen stromu má průměr 250 mm a rozvětňuje se ve výšce 1,5 m. Průměr koruny je 3 m. Celková výška je 3,75 m. [16]

### **2.3.2 Exteriér budov**

V rámci udržitelného rozvoje se musíme zabývat energetickou náročností budov a snažit se zvyšovat úsporu energií, ale také zároveň snižovat spotřebu vody. K této skutečnosti nám velmi napomáhají zelené střechy a fasády. [16]

#### **o Zelené fasády**

Jejich funkce není pouze estetická, ale také zajišťuje tepelnou izolaci budovy, v letním období zabraňuje jejich přehřívání a zimě udržuje teplo. Zároveň ve městských

ulicích zlepšují mikroklima, ochlazují vzduch, zachycují nečistoty a prach, a v neposlední řadě pohlcují hluk. [16]



Obrázek 26 Zelená fasáda sídla ombudsmana v Brně [21]



Obrázek 25 Věž Bosco verticale v Miláně [81]

Zelená fasáda (obr. 25 a 26) je technicky blízká klasické střešní zahradě, mění se zde pouze sklon. Na střeše lehký sklon udržuje rostliny a substrát na místě, kdežto při fasádní zahradě tomu tak není a je třeba zajistit, aby nedošlo k vypadávání substrátu, rostlin a vody. Nejčastěji se používá způsob umístování na římsy či balkóny, tzv. policový systém. Tomuto systému se však musí přizpůsobit statika celé budovy a tím pádem patří mezi finančně náročné řešení. [21]

Druhou variantou je modulární systém, kdy se zavěšují prefabrikované kazety na nosnou konstrukci. Tyto kazety mohou obsahovat předpěstované rostliny a lze je snadno vyměňovat. Další možností je instalace na místě pro souvislou plochu fasády. Nicméně problémové u toho způsobu realizace je zavlažování, sedání substrátu či obtížná výměna vegetace. [21]

Listy rostlin zde fungují jako tašky na střeše – voda po nich stéká. Omítka zůstává suchá a vrstva vegetace nevytváří nepropustný povrch, ale naopak umožňuje odchodu vodní páry z objektu. Zelená fasáda v létě funguje jako tepelný regulátor. Zatímco holá stěna budovy se může slunečním zářením ohřát například na 50 °C, tataž stěna doplněná o vegetaci bude mít jen 25 °C. [21]

Zásadní je také výběr rostlin, na větší plochy jsou vhodné takové, které nepotřebují opěrné konstrukce a jsou samopnoucí. Na plochy s okny se naopak hodí druhy, které potřebují opěrnou konstrukci. [21]

## ○ Zelené střechy

Podobně jako fasády, zelené střechy plní funkci estetickou, ochlazují a zvlhčují okolní prostředí, zachycují dešťovou vodu, ochlazují budovu v letním období a snižují tak náklady na klimatizaci. [16]

Zelené střechy zpomalují odtok a zadržují dešťovou vodu v oblasti jejího dopadu. Nejlépe zadržují vodu bezspádové střechy. Odtok při úplném nasycení vegetačního souvrství závisí na skladbě a zda je přítomný akumulací prostor. [22]

|   | Forma vegetace  | Nároky na souvrství  | Náklady   | Poznámka   |
|---|---|--|---|--|
| <b>Intenzivní zelené střechy</b><br>Výška souvrství:<br>150–1 000 mm<br>Hmotnost:<br>180–1 300 kg/m <sup>2</sup>        | Vegetaci tvoří trvalky, traviny, cibuloviny, letničky, keře, stromy nebo trávnickové plochy.  | Použité rostliny mají vysoké nároky na skladbu souvrství.              | Vysoké pořizovací náklady, vysoké náklady na péči   | Zachování trvalých užitečných vlastností a vzhledu je možné pouze při intenzivní údržbě.                               |
| <b>Jednoduché intenzivní zelené střechy</b><br>Výška souvrství:<br>120–250 mm<br>Hmotnost:<br>120–200 kg/m <sup>2</sup> | – travníky, trvalky a dřeviny. Mnohotvárnost uspořádání a užítku je v porovnání s náročnými intenzivními zahradami omezena.                             | Použité rostliny kladou menší nároky na skladbu vegetačního souvrství. | Náklady na pořízení jsou nižší než u intenzivních zelených střech. Rozsah potřebné péče je menší.                           | V závislosti na plánované cílové vegetaci je možné tolerovat i cizorodé rostliny, např. půdopokryvné byliny a mechy.   |
| <b>Extenzivní zelené střechy</b><br>Výška souvrství:<br>60–200 mm<br>Hmotnost:<br>60–150 kg/m <sup>2</sup>              | Převážně uzavřené plošné porosty jsou tvořeny mechy, sukulenty, bylinami a travinami, které mohou být doplněny cibulovinami nebo hlíznatými rostlinami. | Vytváření forem vegetace je ponecháno sukcesivním procesům.            | Náklady na pořízení jsou nízké. Zachování určité dané vegetace, může vyžadovat menší, ale pravidelný a cílený přísun živin. | Požadavky na péči závisí na typu cílové vegetace, regionálních a klimatických podmínkách, konstrukci a typu souvrství. |

Obrázek 27 Základní rozdělení zelených fasád [57]

Zelené střechy se dělí podle: druhu vegetace; přístupnosti; převažující funkce; skladby vegetačního souvrství; sklonu; polohy a prostorové vazby na okolní rostlý terén.



Obrázek 28 Druhy a typy zelených střech [22]

Střechy se dělí podle **druhu vegetace** na intenzivní, polointenzivní a extenzivní. **Extenzivní střecha** je tvořena vegetací, která je schopná přežít bez pravidelné závlivky a s minimálním zásahem člověka. Mocnost souvrství těchto střech je obvykle v rozsahu 60-150 mm. Pokud jsou zvoleny sukulentní rostliny postačí nižší mocnost, naopak pro trávobylinné se navrhuje mocnosti vyšší. Tyto střechy se většinou navrhuje jako nepochozí. Nejčastější typy porostů na expanzivních střechách jsou mechy, sukulenty, trávy a byliny. [23]

**Intenzivní střecha** je většinou pobytového pochozího charakteru, bývají často doplněné zpevněnými plochami a mobiliárem. S touto skutečností souvisí volba vegetace, která má vyšší nároky na pravidelnou údržbu. Mocnost souvrství se navrhuje od 300 mm a vyšší. Vegetace může být použita téměř jakákoliv: trvalky, keře, stromy, užitkové rostliny či trávy. [23]

**Polointenzivní střecha** je mezikrokem mezi extenzivní a intenzivní střechou. Využívá se zde vegetace vhodná pro extenzivní střechy, ale zároveň je možné zde použít i další druhy rostlin jako jsou dřeviny či trvalky, které mají vyšší nároky na údržbu a zásobování vodou. Mocnost souvrství se pohybuje od 150 do 300 mm. [23]

Střechy se podle přístupnosti dělí na nepochozí, pochozí a pobytové.

**Nepochozí střechy** nejsou určeny k pobytu osob, počítá se zde pouze s přístupem osob za účelem údržby vegetace. Z tohoto důvodu je zde navrhována vegetace, která je méně náchylná na úhyn a zaplevelení a také má minimální nároky na údržbu. [23]

**Pochozí střechy** jsou zpřístupněné pro určitý počet osob, například pro údržbu vegetace, z důvodu většího pohybu osob jsou zde zřízeny chodníčky, aby nedocházelo k poškození vegetace. [23]

**Pobytové střechy** jsou běžně přístupné pro pobyt osob. Může se jednat o soukromé zelené střechy – například pro zaměstnance firmy, a nebo jsou zcela veřejné. V obou případech musí být zajištěny bezpečnostním zábradlím, aby bylo zamezeno pádu osob. [23]

Rozdělení zelených střech podle funkce: retenční zelené střechy – zadržují maximální množství dešťové vody a zpomalují její odtok; zelené střechy podporující biodiverzitu – velká rozmanitost rostlinných i živočišných druhů; fotovoltaické zelené střechy a pěstební zelené střechy – využívané k rostlinné, zahradnické či zemědělské výrobě. [23]



Obrázek 29 Zelená střecha v Praze [71]

Střechy se dále dělí **podle skladby vegetačního souvrství** na: jednovrstvé a vícevrstvé.

**Jednovrstvé vegetační souvrství** se využívá hlavně u extenzivních a šikmých střech. V jednovrstvé skladbě se spojuje funkce vegetační, drenážní i akumulací. Základem substrátu je jeho propustnost, která umožní odvádění přebytečné vody. [23]

**Vícevrstvé vegetační souvrství** je složeno z několika vrstev, typicky vrstvou vegetační, filtrační, akumulací, drenážní a ochrannou. Tato skladba se nejčastěji využívá u intenzivních a plochých extenzivních střech. [23]

Rozdělení střech podle sklonu: ploché, šikmé, strmé.

**Plochá zelená střecha** má sklon vnějšího povrchu menší nebo rovno  $5^\circ$ . **Šikmá zelená střecha** s mírným sklonem v rozmezí  $5-20^\circ$  a s velkým sklonem  $20-45^\circ$ . **Strmá zelená střecha** je v intervalu sklonu  $45-90^\circ$ . [23]

V neposlední řadě se zelené střechy také dělí podle prostorové vazby na terén: v úrovni s parterem, v dotyku s parterem, bez dotyku s parterem.

**Střešní zahrady v úrovni s parterem** často uživatel nemusí ani poznat. Jedná se například o střechy podzemní garáže, stanice metra či občanské vybavenosti. Tyto střechy se považují za intenzivní. [23]

**Střechy v dotyku s parterem** (obr. 30) aneb pláště jsou vhodné do volné krajiny pro začlenění budov do okolního prostředí. Většinou jsou tyto střechy extenzivní nebo jednoduché intenzivní. [23]

**Zelené střechy bez dotyku s parterem** (obr. 31) jsou nejvyužívanějším typem. Mohou být v jakékoli formě – extenzivní, intenzivní či polointenzivní. [23]



Obrázek 30 Zelená střecha v dotyku s parterem [58]

Obrázek 31 Zelená střecha s fotovoltaikou [59]

#### ○ **Květinové záhony**

Jejich přínos spočívá převážně v dodání barevnosti do prostoru a obecně plní hlavně funkci estetickou. Taktéž napomáhají k zadržování dešťové vody a zpomalení jejího odtoku. Zvyšují biodiverzitu území a mohou být použity ať už jako náhrada klasického trávníku v kombinaci s rýhou či průlehem, nebo jako vizuálně zajímavý prvek na významná místa ve městě.

#### ○ **Keře**

Podobně jako stromy a další vegetace zvlhčují vzduch, zachytávají prach a ochlazují prostředí ve městě. Také se podílí na čištění dešťové vody v kořenovém systému. Keř může sloužit jako jeden výrazný solitérní prvek podobně jako strom, ale spíše se využívá ve větším množství pro vytvoření živých plotů. Pro zajištění přehlednosti (hlavně v oblasti dopravních rozhledů) se musí volit keře nízké a stříhané, hodí se například i do příkrých svahů. [5]

### 2.3.3 Interiér budov

Rostliny do interiéru přidávají estetický prvek, vytváří příjemné prostředí a zároveň filtrují vzduch a zlepšují kvalitu ovzduší. Přítomnost zeleně může pomoci při snížení stresu a úzkosti, naopak dokáže podpořit produktivitu v pracovním či studijním prostředí. Je proto vhodné zvolit do interiéru vhodnou kombinaci rostlin, podle možnosti údržby, světelných podmínek, teploty a vlhkosti prostředí. Mezi nejpoužívanější a nejpoblárnější rostliny do interiéru patří sukulenty, fíkusy, orchideje či palmy.

#### o Zelené stěny

V neposlední řadě je možné využití zelených vertikálních stěn, neboli vertikální zahrady, které jsou populárním designovým prvkem, ale také ovlivňují a zlepšují kvalitu a čistotu vzduchu. Tyto stěny mohou být tvořeny různými rostlinami, nejčastěji se zde vyskytují mechy, liány, sukulenty, někdy i malé stromy.



Obrázek 32 Rostliny v kanceláři [60]



Obrázek 34 Zelená stěna v interiéru [61]



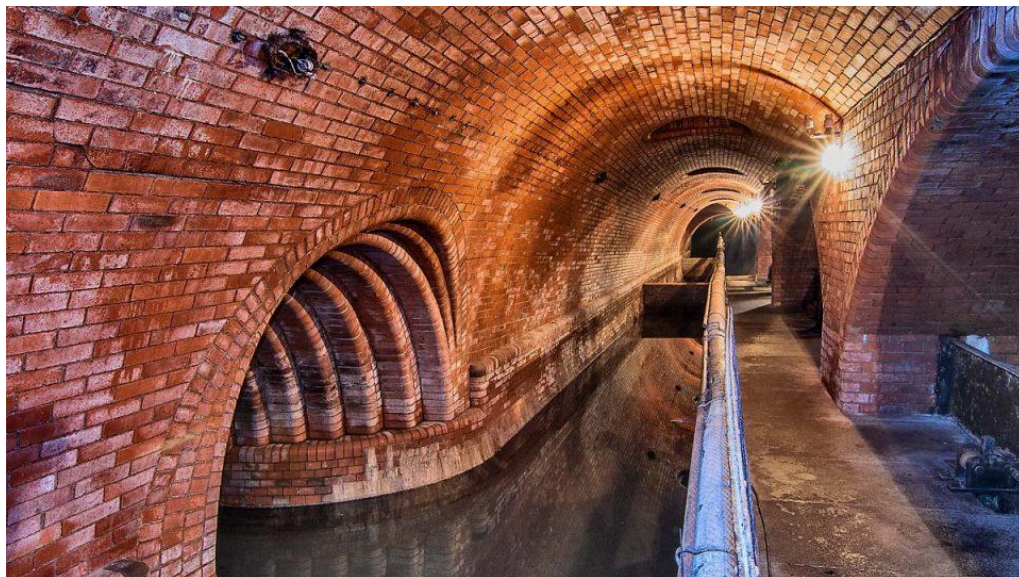
Obrázek 33 Samostatně stojící zelené sloupce [61]

V zimním období ve vytápěných prostorech zvlhčují a ochlazují vzduch, zachycují prach a nečistoty. Zároveň fungují jako tepelný a zvukový izolant, protože dokáží absorbovat zvuk a snížit tak ozvěnu v místnosti. [19]

Vedle zelených stěn existuje i zelený sloup, který se může instalovat buď kolem již existujících sloupů v interiéru, nebo je volně stojící.

## 2.4 Šedá infrastruktura

Mimo zeleno-modré infrastrukturu je dobré zmínit i tu šedou, která je také nedílnou součástí měst. Tento prvek představuje stavebně technická opatření, které kombinují přírodní procesy s inženýrským řešením.



Obrázek 35 Pražská kanalizace [62]

Použitými materiály jsou často beton, kov a asfalt. Může se jednat i o mobilní protipovodňové bariéry, které zabrání rozsáhlejšímu rozlivu vodních ploch do zastavěných zranitelných oblastí, kde by mohlo dojít k újmě na majetku či zdraví. Spadají sem i další specializované, statické či flexibilní opatření. Typickými prvky šedé infrastruktury jsou silnice, městská zástavba, kanalizace, přehrady a další. [1]

## 2.5 MZI v zahraničí

Ačkoliv jsou některé země oproti ČR v aplikování změn v oblasti modrozelené infrastruktury dále (typicky Nizozemsko, Dánsko, Singapur a další), metody se používají stejné. Nejvíce se klade důraz na ozelenění měst, pomocí zelených střech, fasád či vysázení klasické vegetace. V oblasti modrozelené infrastruktury je hlavní zajistit využívání dešťové vody na zavlažování vegetace, popřípadě k splachování WC. Podstatné je omezit odvod dešťových vod do kanalizace a vytvořit možnost zasakování v dané oblasti.

### 2.5.1 Kodaň - Sluseholmen

Sluseholmen je nová moderní inovativní oblast v Dánsku, jedná se o uměle vytvořený poloostrov a vzniklo zde 1000 obytných jednotek. Z dřívější průmyslové lokality tvořené opuštěnými sklady a sběrnými dvory vzniklo atraktivní místo k bydlení. Mezi hlavní charakteristiky této čtvrti patří moderní bydlení s inovativní architekturou s důrazem na vodní prvky. [24]



Obrázek 36 Sluseholmen [51]

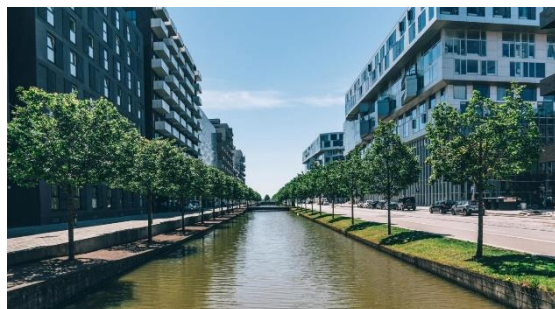
Vodní prostředí je pro tuto oblast typické, čtvrť je prakticky obklopena vodou, konkrétně několika vodními kanály, které zároveň slouží jako protipovodňová ochrana. Městská čtvrť zároveň podporuje udržitelnou městskou dopravu, tak jako tomu je v celém Dánsku, takže ani tato oblast není výjimkou a najdeme zde rozsáhlou síť cyklistických cest a stezek pro pěší dopravu. [24]

## 2.5.2 Kodaň – Orestad

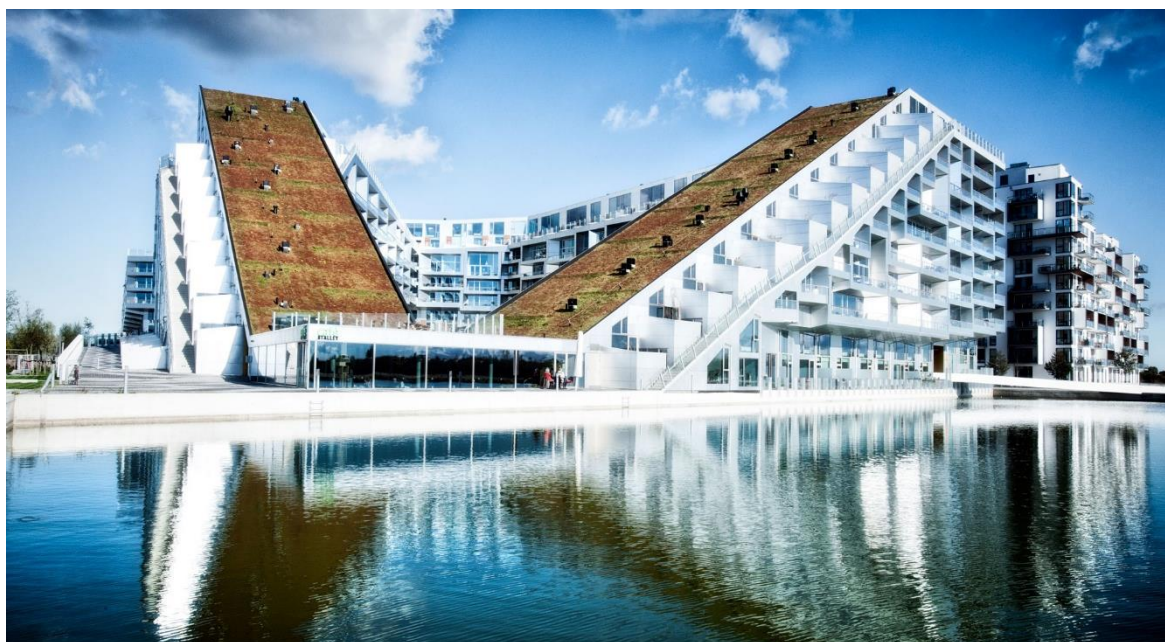
Další moderní čtvrť v hlavním městě Dánska, vybudována na bývalé bažině, proto jsou vodní prvky, kanály, jezírka a další vodní plochy typické. Orestad se pyšní moderní architekturou, inovacemi a úspěšným propojením modrozelené infrastruktury do městské čtvrti. Nachází se na jihu Kodaně, mezi historickým centrem Kodaně a zelenými oblastmi chráněných luk na ostrově Amager. [24]



Obrázek 39 Orestad [24]



Obrázek 38 Orestad kanál [52]



Obrázek 37 8Tallet [53]

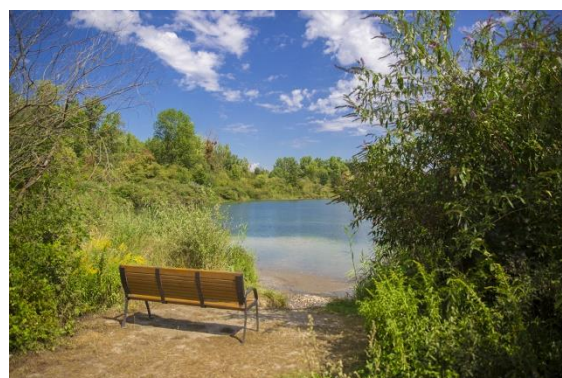
Z dopravního hlediska je oblast propojená hustou dopravní sítí, metrem a v blízkosti se taktéž nachází letiště. Odtok dešťové vody je ze střech budov odváděn přímo do kanálů, voda z dopravních cest je znečištěna, a tak je prozatím odváděna odděleně, nicméně do budoucna se počítá s návrhem čistících filtrů, aby mohla být i tato voda odvedena do povrchových kanálů.

### 2.5.3 Solar city

Jedná se o energeticky úspornou čtvrť, která vznikla poblíž města Lince. Důvodem pro její výstavbu bylo vytvořit nový prostor pro bydlení. Důraz byl kladen na začlenění udržitelného hospodaření se srážkovou vodou do celého konceptu. Klíčovým cílem bylo zachovat původní vodní bilanci v území, nepoškozovat kvalitu a množství podzemní vody a chránit přírodní mokřady. Vytvořen je zde decentralizovaný systém, který zahrnuje otevřená koryta, retenční příkopy a zatravněné průlehy. Dešťové vody, které odtékají ze zpevněných ploch (komunikací) jsou svedeny do travnatých průleहů podél komunikací. [12]



Obrázek 41 Odtok vody ze střech do průleहů [12]



Obrázek 40 Jezero Weikerlsee [63]

Přibližně 33% budov v této oblasti má zelené střechy, voda z nich je odvedena do průleहů u domu. Místní školka a 106 bytů je vybaveno separátory na toaletách, tento odpad je kompostován a odváděna je pouze moč. Šedá voda z koupelen, myček a praček je filtrována přes kořenovou čističku. Takto přečištěná voda je dále vypuštěna do vodního systému. V severní části se nachází jezero Weikerlsee, které slouží jako nádrž pro dešťovou vodu, ale i pro rekreaci obyvatel. [12]



Obrázek 43 Dětské vodní hřiště [12]



Obrázek 42 Cesty pro odtok srážkové vody [12]

### 2.5.4 Vodní náměstí Benthemplein v Rotterdamu

Toto náměstí je jedno z nejnižších položených míst v Rotterdamu, dříve zde často vznikaly problémy s odvodem srážkových vod při přívalových deštích. Proto vznikla myšlenka vodního náměstí, které se pozvolna prohlubuje, a porézní materiál umožňuje postupné zasakování. [24]



Obrázek 44 Vodní náměstí Benthemplein [64]

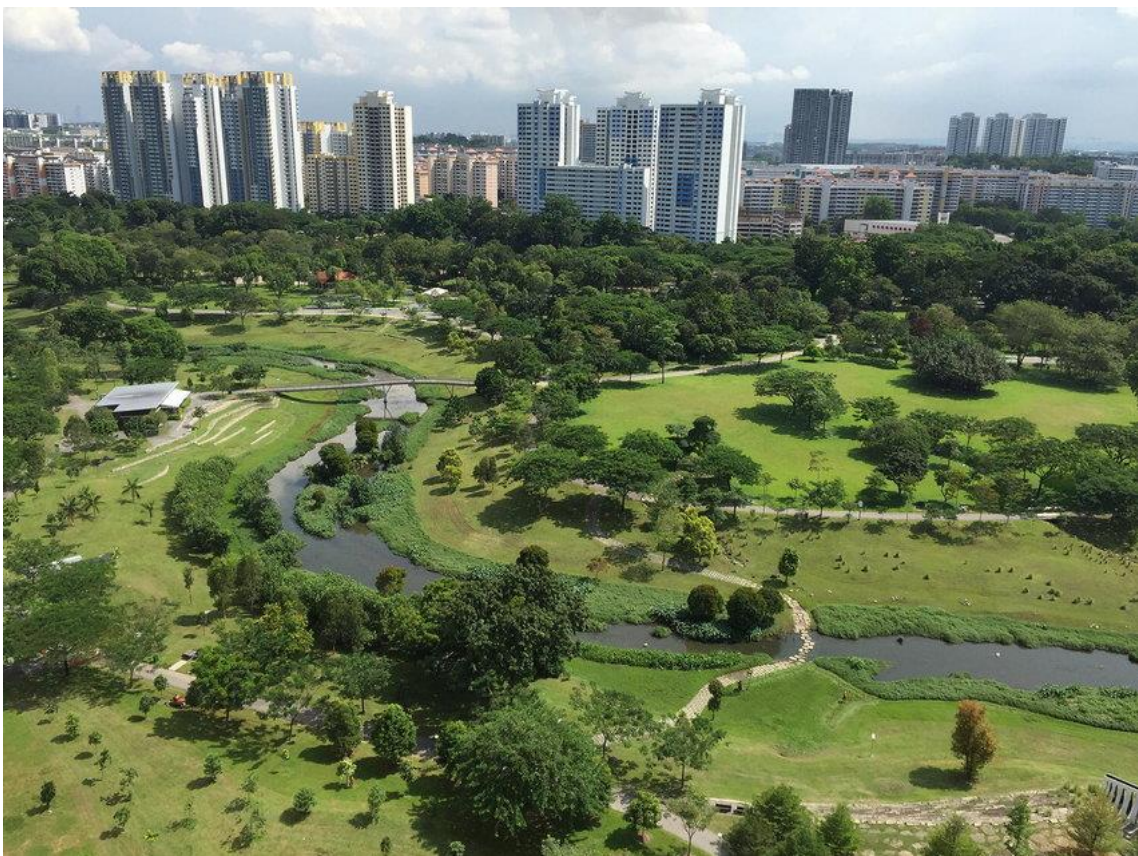
Většinou času je tedy toto náměstí bez vody a funguje tak jako klasické veřejné prostranství pro setkávání lidí, jako místo pro rekreaci nebo jako dětské hřiště. Pokud prší, začne se náměstí plnit vodou, tím zároveň vzniká další možnost využití a také se tímto způsobem oživila klasická šedá infrastruktura. [12]

### 2.5.5 Revitalizace koryta řeky Kallang

Původní betonové a nepřístupné koryto v parku Bishan v Singapuru se změnilo na nádherný přírodě blízký veřejný prostor vhodný a využívaný pro pobyt obyvatel města. Řeka zde také slouží jako velkokapacitní retenční nádrž v případě přívalových srážek. [12]



Obrázek 46 Původní stav koryta řeky Kallang [12]



Obrázek 45 Revitalizace řeky Kallang [65]

## 2.6 MZI v ČR

Příklady povedených realizací MZI v ČR, mezi nejčastější a nejvyužívanější opatření patří zelené střechy.

### 2.6.1 Komunitní centrum Všichni spolu Ostrava

Budova tohoto centra má částečně zelenou střechu, přilehlá hřiště a sportoviště mají propustné povrchy, takže umožňují vsáknout vodu. Dešťová voda dopadající na zpevněné



Obrázek 47 Komunitní centrum Všichni spolu [74]

plochy na střeše je odvedena do retenčních nádrží a je regulovaně vypouštěna do Pustkoveckého potoka. Je zde také umístěno pítko, jako drobný vodní prvek. [5]

## 2.6.2 Zahrada u Velkého světa techniky

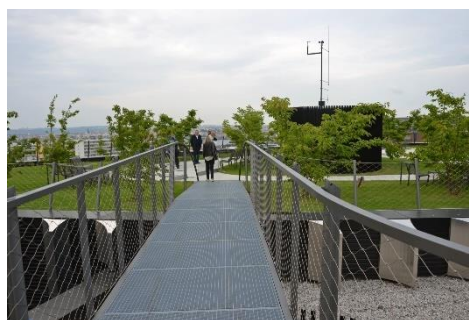
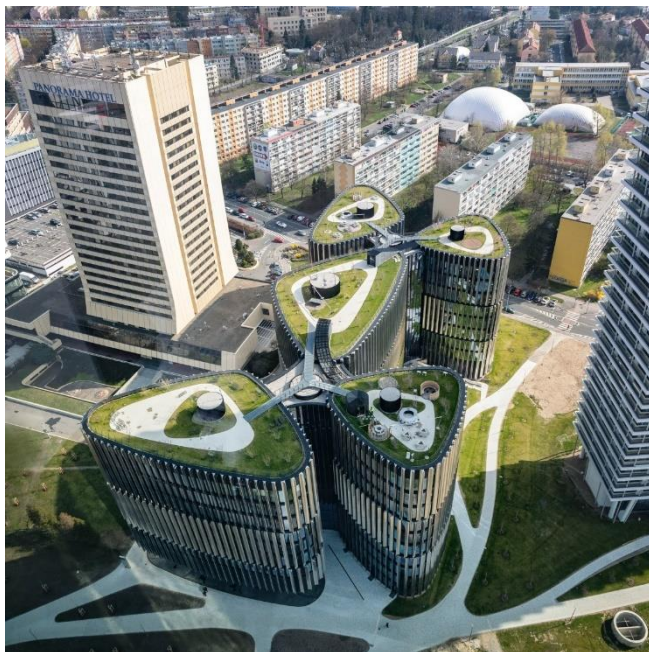
Na střeše přízemního podlaží Velkého světa techniky se nachází zahrada, která získala v roce 2016 cenu Zelená střecha roku. Střecha vsakuje dešťovou vodu a tu přebytečnou shromažďuje v retenční nádrži, která se využívá na zálivku. Vegetace na střeše pomáhá také s tlumením sálání horka z přilehlé zrcadlové stěny. Na střeše jsou využity kameny z nedalekých lomů, či chodník z ocelových pororoštů, typických pro oblast Vítkovic. V zahradě se nachází různé reprezentační oblasti: Divoké záhony zahradní a botanické, Zahrada metamorfóz, Suchomilné záhony, Kamenná zahrada a Kuchyňská zahrada. [5]



Obrázek 48 Zahrada u Velkého světa techniky [75]

### 2.6.3 Main Point Pankrác

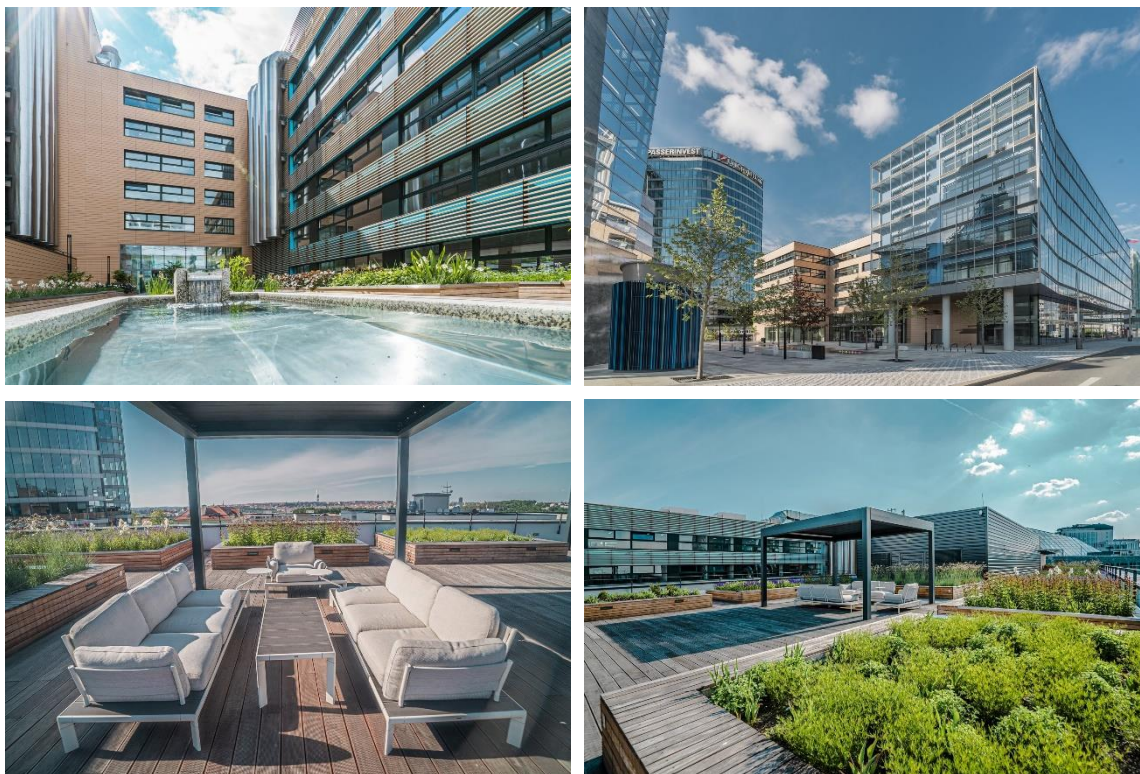
Jedná se o komplex administrativních budov v prostoru tzv. Pankráckého pentagonu s intenzivní zelenou střechou. Tato střecha funguje jako pobytová, slouží tedy k relaxaci, meetingům, či speciálním akcím. [25]



Obrázek 49 Main Point Pankrác [25]

## 2.6.4 Budova B Brumlovka Praha

Lokalita Brumlovka je nová moderní pražská čtvrť. Nachází se zde tři komplexy, objekty budovy Brumlovka, objekt Olivka, Společenské centrum Bethany, křesťanská školka, základní a střední škola i česko-anglická školka. Nachází se zde obchody a služby



Obrázek 50 Budova B Brumlovka [26]

- restaurace, kavárny, drogerie, banky, lékárny, supermarkety. Jsou zde také parky a dětská hřiště doplňující vegetaci ve veřejném prostoru. Administrativní budova B má intenzivní zelenou střechu, která získala ocenění prvního místa v soutěži Zelená střecha roku 2021. Pobytová zahrada na střeše budovy je doplněna o vyvýšené záhony, pergolu a místo k posezení pro zaměstnance. [26]

### 2.6.5 Dešťové tůně v Lochotínském parku

Lochotínský park je nejstarším parkem v Plzni, v 19. století byl Lázeňským centrem staré Plzně. Park je prohlášen za chráněné území, přírodní památku a je součástí městské památkové zóny Lochotín. Park prošel v posledních letech proměnou, dříve zde



Obrázek 51 Lochotínský park [27]

byly časté problémy se sesuvem půdy v průběhu silných dešťů z důvodu prudkého svahování. Proto se zde navrhlo a vytvořilo řešení pomocí odvedení zachycené dešťové vody ze zpevněných ploch do nově vytvořených tůní. Park se tímto opatřením ozelenil, zatravnil, a opět začal fungovat jako využívané veřejné prostranství obyvatel města. [27]

## 2.7 MZI v Brně

Příklady nedávných povedených realizací modrozelené infrastruktury v Brně.

### 2.7.1 Nová Zbrojovka

Tento bývalý průmyslový areál v Židenicích postupně ožívá v novou městskou čtvrť. Realizováno je zde veřejné prostranství s dostatkem zeleně před budovou ZET. Office, která nabízí kancelářské prostory, restaurace a posilovny.



Obrázek 52 - Nová Zbrojovka [49]



Obrázek 53 Nová Zbrojovka [49]

### 2.7.2 Park pod Plachtami

Tento park vznikl v blízkosti existujícího sídliště v Novém Lískovci v Brně. Součástí parku je pobytová část, sportoviště, jezírko a květnaté louky.

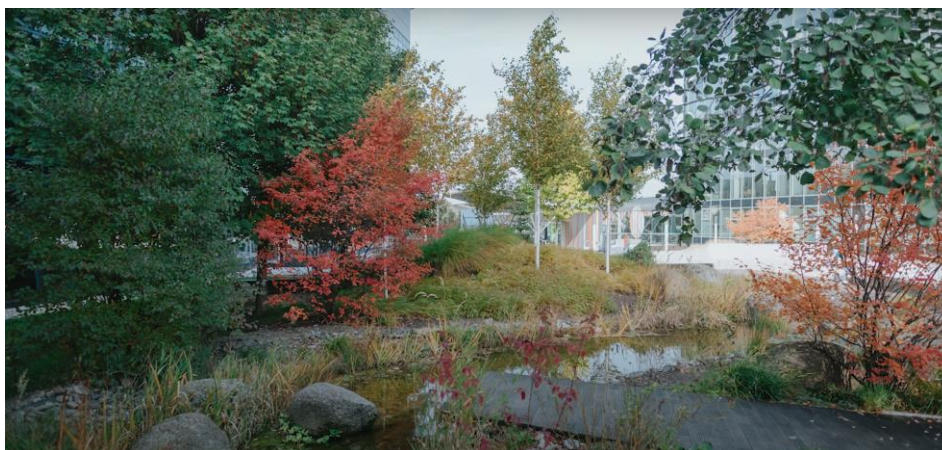
Jezírko se využívá pro pojmání dešťové vody ze střech přilehlých panelových domů. Dřevěná lávka kopíruje přirozený směr pěší trasy. [28]



Obrázek 54 Park pod Plachtami [28]

### 2.7.3 Univerzitní kampus Bohunice

Kampus Masarykovy univerzity je významný akademický areál, který se rozpíná na ploše 42 hektarů a je tak největším stavebním projektem vysokého školství ve střední Evropě. Univerzita má za cíl zvyšovat podíl zelených ploch a zároveň snižovat náročnost budov. V univerzitním kampusu se nachází dostatek zelených vsakovacích ploch, vodní prvky a taktéž zelené střechy. [29]



Obrázek 55 Univerzitní kampus Bohunice [50]

## 2.7.4 Aquapark Kohoutovice

Odtokové a zasakovací řešení dešťových vod před komplexem krytého plaveckého areálu v Brně v Kohoutovicích.



Obrázek 56 Aquapark Kohoutovice [50]

## 2.7.5 Rekreační vodní plocha Staré Ponávky

Jedná se o zrealizovanou část projektu revitalizace koryt Ponávky a Svitavy, které kvůli své hloubce zamezovaly kontakt s vodou a prostor tak nevyužíval svůj plný potenciál pro pobyt obyvatel. V roce 2019 se koryto Ponávky upravilo, doplnilo o klidovou zónu pobytových schodů a břehy se propojily osvětlenou lávkou. [30]



Obrázek 57 Revitalizace Staré Ponávky [30]

### 2.7.6 Otevřená zahrada

Otevřená zahrada se nachází v samém středu města Brna. Na tomto místě můžeme objevit pasivní budovou se zelenou pochozí střechou a interaktivními prvky, jezírko s okolní vegetací a také samotnou zahradou, která obsahuje mimo jiné i dřevěné výukové zábavné prvky pro děti.



Obrázek 58 Otevřená zahrada [31]

Pořádají se zde vzdělávací kurzy pro studenty, odborné semináře a v neposlední řadě výstavy či komentované prohlídky. Areál je provozu již osmým rokem a kromě uhynulého porostu na fasádě – první roky byla fasáda zelená, funguje zahrada bez problému. [31]

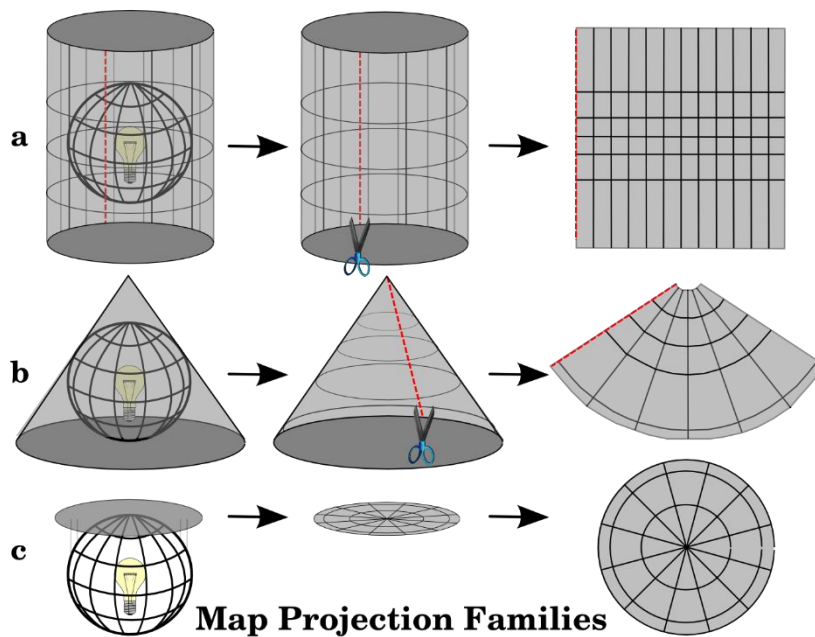
### 3 GIS

Geografický informační systém (GIS) je nástroj, který sbírá, ukládá, analyzuje a zobrazuje geografická data. Programy, které využívají GIS jsou například ESRI ArcGIS a ESRI ArcGIS PRO, Bentley Map, Autodesk Map (placené) nebo zdarma verze QGIS a GRASS GIS. [32]

Základními složkami, respektive strukturálními komponenty jsou:

- **Data**

GIS pracuje s prostorovými daty, které propojuje s konkrétním umístěním na Zemi pomocí souřadnicových systémů. K datům se vztahují atributové tabulky. Každý systém je označen kódem EPSG, nejčastěji používaným systémem v ČR je S-JTSK pod kódem EPSG: 5514.



Obrázek 59 – Tři soubory rozdělení mapových zobrazení [45]

Edituje a kombinuje různé typy dat – vektory, rastry, TIN data, geodatabáze, tabulky a textová data, internetové zdroje.

- **Software**

GIS využívá specializovaný software pro manipulaci, analýzu a vizualizaci dat. Základem jsou funkce pro práci s geodaty a nádstavbou jsou moduly pro specializované

práce – 3D zobrazení, zpracování snímků dálkového průzkumu Země, kartografické výstupy. [32]

- **Hardware**

Zahrnuje počítače, servery, GPS zařízení, mobilní GPS a další zařízení, která sbírají a zpracovávají geografická data. [32]

- **Lidé**

Odborní pracovníci, kteří jsou schopni interpretovat a spravovat geografická data – programátoři, analytici a koncoví uživatelé. [32]

- **Metody**

GIS má rozsáhlé uplatnění v různých odvětvích: městské plánování, environmentální management, zemědělství, lesnictví, telekomunikace, kriminalistika, podnikání a marketing, doprava, vědecký výzkum, epidemiologie a další. [32]

### 3.1 Typy dat

Datové modely v GISu obsahují tyto základní informace: prostorové – pozice, tvar a vztah k ostatním objektům; popisné – atributová data (teplota, rok pořízení); a časové – přidává dynamické vlastnosti (např. datum poslední opravy). [32]

Podkladová data pro GIS se dají pořizovat z různých zdrojů. Dělí se na data vektorová a data rastrová.

#### 3.1.1 Vektorová data

Popisují jednotlivé reálné geografické objekty formou bodů pomocí 3 klíčových prvků

- **Body, mračna bodů**

Bod je definován souřadnicemi X, Y, Z v prostoru. Příklady: Adresy, vrty, studny, polohy objektů.

- **Linie**

Liniová data jsou reprezentována spojitými liniemi, které mají délku a směr. Jsou určeny koncovými uzly (body), vrcholy (vertex) a křivkami (hranami). Příklady: osy objektů, toků, silnic, železnic, břehové a dnové hrany, hranice a parcely či vedení sítí. [32]

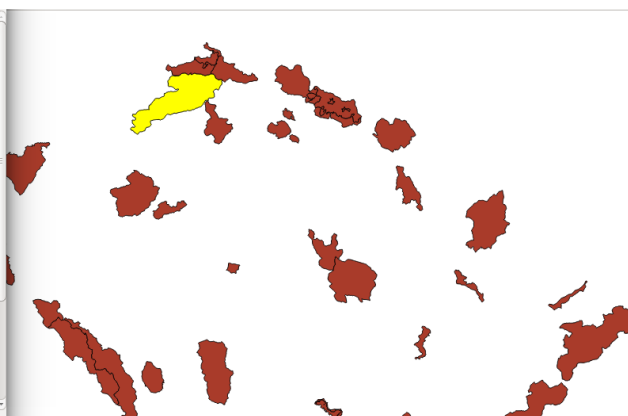
## ○ Polygony

Polygonová data jsou uzavřené plochy s definovanými hranicemi, obvykle sestávající z několika spojených linií a zlomy na hranicích tvoří body. Příklady: plochy rozlivů, územní celky (katastry), parcely, jezera. [32]

Vektorové prvky (obr. 60) jsou propojené s textovou částí – ta se v GISu nachází ve formě atributové tabulky. V tabulce mohou být evidovány různé informace, nejčastěji se tam nachází sloupce: název, hodnoty, data, využití území, plochy, vzdálenosti apod.

[32]

| OBJECTID | KOD  | KAT | NAZEV               | ROZL    | ZMENA_G  |
|----------|------|-----|---------------------|---------|----------|
| 0        | 1983 | 21  | CHKO Blaník         | 4000    | 20030101 |
| 1        | 1984 | 22  | CHKO Český kras     | 13200   | 20120824 |
| 2        | 2241 | 23  | CHKO Kokořínsko     | 27000   | 20131107 |
| 3        | 2242 | 24  | CHKO Krivoklátsko   | 63000   | 20131107 |
| 4        | 2243 | 31  | CHKO Blanský les    | 21235   | 20091120 |
| 5        | 2244 | 32  | CHKO Třeboňsko      | 70000   | 20091218 |
| 6        | 2245 | 41  | CHKO Slavkovský ... | 64000   | 20131107 |
| 7        | 2246 | 42  | NP Šumava           | 69030   | 20131107 |
| 8        | 2247 | 43  | CHKO Šumava         | 99400   | 20131107 |
| 9        | 2248 | 44  | CHKO Český les      | 47300   | 20140124 |
| 10       | 2249 | 51  | CHKO České střed... | 107000  | 20131122 |
| 11       | 2250 | 52  | CHKO Jizerské hory  | 35000   | 20100623 |
| 12       | 2251 | 53  | CHKO Labské písk... | 24500   | 20131011 |
| 13       | 2252 | 54  | CHKO Lužické hory   | 27000   | 20131107 |
| 14       | 2253 | 55  | NP České Svyc...    | 7900    | 20100225 |
| 15       | 2254 | 62  | CHKO Broumovsko     | 41000   | 20120423 |
| 16       | 2255 | 63  | CHKO Český ráj      | 18152.3 | 20051031 |
| 17       | 2256 | 64  | CHKO Orlické hory   | 20000   | 20100128 |
| 18       | 2257 | 65  | CHKO Železné hory   | 38000   | 20111111 |
| 19       | 2258 | 66  | NP Krkonošský...    | 36300   | 20100623 |
| 20       | 2259 | 66  | OP Krkonošský...    | 18400   | 20080812 |
| 21       | 2260 | 71  | CHKO Bílé Karpaty   | 71500   | 20131107 |
| 22       | 2261 | 72  | CHKO Moravský k...  | 9200    | 20131107 |
| 23       | 2262 | 73  | CHKO Pálava         | 7000    | 20090804 |



Obrázek 60 - Ukázka vektorových dat [vlastní]

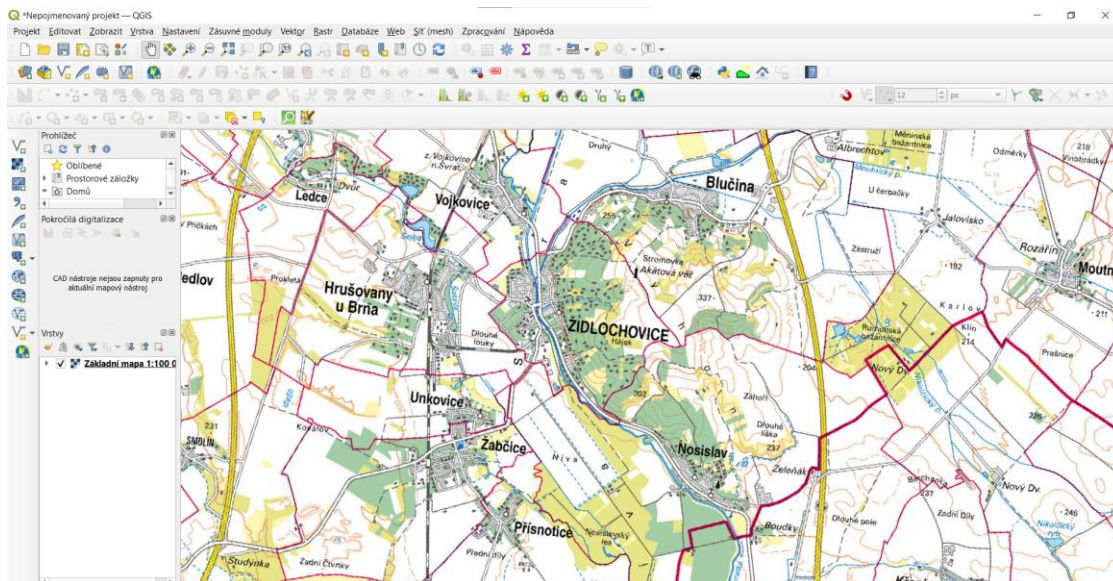
Mezi výhody patří vysoká polohová přesnost objektů, grafický výstup je blízký klasickým mapám, malý objem údajů. Nevýhodou může být komplikovanost struktury, časová náročnost vytváření, nevhodnost pro spojitě povrchy a prostorové modelování. [32]

Příklady vektorových dat:

- **Zabaged – základní báze geodetických dat**
- **Územně plánovací dokumentace**
- **RUIAN**
- **Územně analytické podklady**

### 3.1.2 Rastrová data

Rastr je forma grafické reprezentace informací (mřížka), která je rozdělená na malé jednotky, nazývané pixely (obr. 61). Každý pixel obsahuje danou hodnotu, informaci o barvě, umístění na obrazovce, a celkový obraz je tvořen mřížkou těchto pixelů. Výhodou rastrových dat je, že mohou být velmi detailní, a proto jsou vhodné pro fotografie a obecně



Obrázek 61 - Ukázka rastrových dat [vlastní]

obrazy s bohatou barevnou paletou. Naopak nedostatky mají ve své nepřizpůsobivosti velikosti, pokud se obraz zvětší, ztrácí na kvalitě, dále také neobsahuje atributová data. Mezi typické formáty rastrů patří TIFF, BMP, JPG, PNG, CIT, ASCII. [32]

Rastry lze převést na:

- Body ekvivalentní pixelům
- Linie ve formě izoliní
- Polygony ve formě oblastí se stejnou hodnotou
- TINy

Výhodou rastrového modelu je jednoduchost struktury, vhodnost pro modelování a simulace, jednoduchost kombinace s údaji DPZ, a jednoduché vykonávání analytických operací.

#### Příklady rastrových dat

- **Císařské otisky**
- **Ortofoto snímky**
- **Územní plány (např. i skenované)**

### 3.1.3 TIN data

Z anglické zkratky triangulated irregular network, aneb nepravidelná trojúhelníková síť (obr. 62) je prostorová datová struktura používaná v geografických informačních systémech pro reprezentaci trojúhelníkového povrchu v prostoru, např. DMR. TIN tedy reprezentuje povrch jako soubor trojúhelníků, které mají tři body nepravidelně umístěné v prostoru. [32]

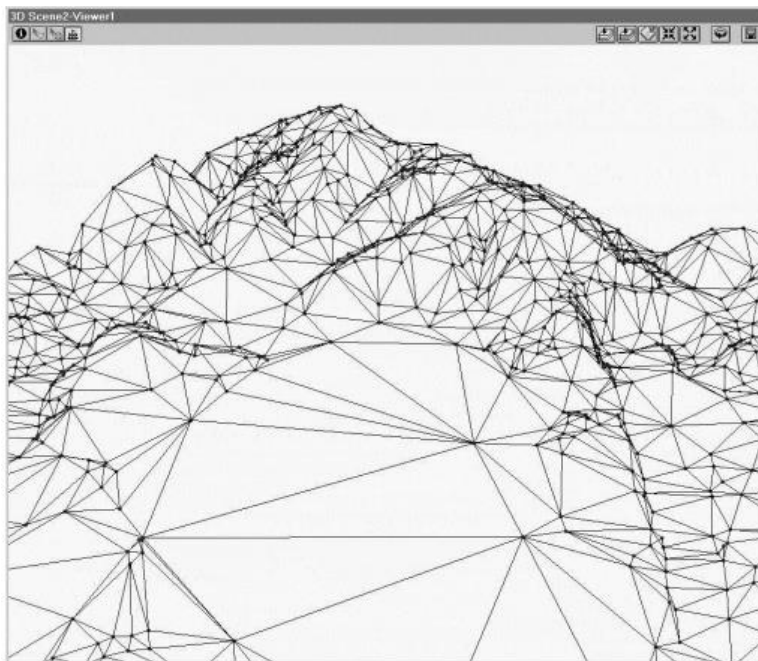
Postup vytvoření TIN obvykle zahrnuje následující kroky:

1. Definice bodů: určení prostorových souřadnic bodů terénu
2. Triangulace: vytvoření trojúhelníkové sítě spojením bodů
3. Výpočet výškových hodnot: přiřazení výškových hodnot bodům terénu, což umožňuje reprezentaci trojúhelníků

Výhody oproti rastru:

- Větší přesnost a věrnost povrchu, struktura obsahuje informace o sklonu a směru (kopce a roviny)
- Kompatibilita s grafickými kartami
- Menší objem údajů nehomogenních povrchů

Hlavní nevýhodou je to, že povrchy nejsou hladké a mohou mít hranatý vzhled. Také složitost struktury a algoritmů. [32]



Obrázek 62 - Ukázka TIN ve 3D zobrazení [32]

### 3.1.4 Geodatabáze

Geodatabáze je systém, který slouží pro uložení, správu a analýzu geografických dat. Databáze jsou data organizována a ukládána v jednotném prostředí se stejným souřadnicovým systémem. [32]

Mezi běžné prvky v geodatabázích patří:

- Geografické objekty: bodové objekty (vrcholy), liniové objekty (silnice, řeky), plošné objekty (lesy, parcely)
- Atributy: informace či vlastnosti spojené s objekty (název, nadmořská výška...)
- Topologie: vztahy mezi geografickými objekty

Příklady geodatabázových systémů: Esri geodatabáze, PortGIS, Oracle Spatial, Geoserver, SQLite, Microsoft SQL, Geopackage.

### 3.1.5 Tabulky a textová data

Tabulková struktura v GIS se nazývá atributová tabulka (obr. 63), která obsahuje vlastnosti geografických objektů uložených v geografické databázi. Tyto data mohou být buďto číselné nebo textové. S textovými daty lze pracovat jako v excelu, je zde možné filtrovat a eliminovat hodnoty. Používané soubory jsou XLS, TXT, CSV. [32]

velkoplosna\_uzemi :: Features total: 47, Filtered: 47, selected: 0

| cat | kod | kat     | nazev                   | rozl          | zmena_g  | zmena_t  | prekryv | shape_area    | st  |
|-----|-----|---------|-------------------------|---------------|----------|----------|---------|---------------|-----|
| 1   | 8   | 42 NP   | Šumava                  | 69030.0000... | 20131107 | 20140121 | 0       | 685844076...  | 222 |
| 2   | 20  | 66 NP   | Krkonošský národní park | 36300.0000... | 20100623 | 20140124 | 1       | 363342667...  | 257 |
| 3   | 26  | 78 NP   | Podyjí                  | 6259.00000... | 20140124 | 20140124 | 0       | 62743086.4... | 105 |
| 4   | 14  | 54 CHKO | Lužické hory            | 27000.0000... | 20131107 | 20110728 | 0       | 270460063...  | 103 |
| 5   | 13  | 53 CHKO | Labské pískovce         | 24500.0000... | 20131011 | 19900101 | 0       | 242686341...  | 185 |
| 6   | 15  | 55 NP   | České Švýcarsko         | 7900.00000... | 20100225 | 20140124 | 0       | 79263322.1... | 966 |
| 7   | 13  | 53 CHKO | Labské pískovce         | 24500.0000... | 20131011 | 19900101 | 0       | 242686341...  | 185 |
| 8   | 1   | 21 CHKO | Blaník                  | 4000.00000... | 20030101 | 19900101 | 0       | 40291953.6... | 319 |
| 9   | 2   | 22 CHKO | Český kras              | 13200.0000... | 20120824 | 20120824 | 0       | 132257005...  | 838 |
| 10  | 3   | 23 CHKO | Kokořínsko              | 27000.0000... | 20131107 | 20110815 | 0       | 272658987...  | 109 |

Zobrazit všechny prvky

export :: Features total: 29, Filtered: 29, selected: 0

| Kód | Kategorie | Název            | IUCN                 | Orgán ochrany přírody           |
|-----|-----------|------------------|----------------------|---------------------------------|
| 1   | 82 CHKO   | Beskydy          | V - chráněná krajina | AOPK ČR - RP SCHKO Beskydy      |
| 2   | 71 CHKO   | Bílé Karpaty     | V - chráněná krajina | AOPK ČR - RP SCHKO Bílé Karpaty |
| 3   | 21 CHKO   | Blaník           | V - chráněná krajina | AOPK ČR - RP Střední Čechy      |
| 4   | 31 CHKO   | Blanský les      | V - chráněná krajina | AOPK ČR - RP Jižní Čechy        |
| 5   | 62 CHKO   | Broumovsko       | V - chráněná krajina | AOPK ČR - RP Východní Čechy     |
| 6   | 51 CHKO   | České středohoří | V - chráněná krajina | AOPK ČR - RP Ústecko            |
| 7   | 55 NP     | České Švýcarsko  | II - národní park    | Správa NP České Švýcarsko       |
| 8   | 22 CHKO   | Český kras       | V - chráněná krajina | AOPK ČR - RP Střední Čechy      |
| 9   | 44 CHKO   | Český les        | V - chráněná krajina | AOPK ČR - RP SCHKO Český les    |
| 10  | 63 CHKO   | Český ráj        | V - chráněná krajina | AOPK ČR - RP Liberecko          |

Zobrazit všechny prvky

Obrázek 63 - Ukázka atributové tabulky [46]

### 3.1.6 Internetové zdroje

Mezi nejvyužívanější internetové zdroje patří WMS (webové mapové služby), tyto služby poskytují mapovací rastrová data osazená v souřadnicovém systému. WMS servery tedy poskytují přístup k datům z katastru nemovitostí. Nejběžnější WMS data v ČR jsou ČUZK, CENIA, LPIS, geologický portál, územně plánovací dokumentace jednotlivých krajů/obcí. Nejvyužívanější jsou WMS služby z českého zeměměřičského úřadu obsahují ortofoto mapy, základní mapy ČR, Zabaged, digitální model terénu, hranice území a klady mapových listů.

Existuje také WFS a ArcGIS servery. WFS poskytuje data ve vektorové podobě. ArcGIS server je určen pro komunikaci mezi programy a umožňuje poskytování vektorových i rastrových dat.

## 3.2 Nástroje GIS

Nástroje jsou u většiny jednotlivých výše zmíněných programů podobné. V QGISu by se dali nástroje rozdělit do těchto oblastí:

### Zobrazení a navigace

- přiblížení a oddálení v mapě,
- rotace,
- posunutí na mapě.

### Výběr a identifikace

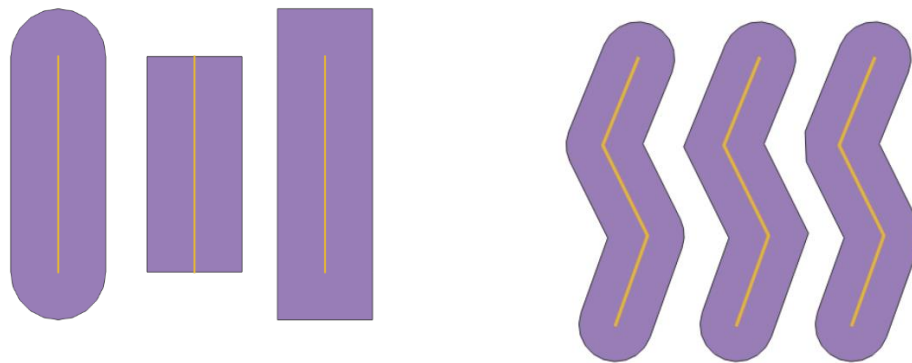
- výběr objektů na mapě graficky nebo v atributové tabulce,
- získání informací o objektu.

### Zpracování

- nástroje pro vytvoření nových geometrií (body, linie, plochy),
- umístování nových prvků vzhledem k existujícím.

### Analýzy

- buffer: vytvoření oblasti okolo zadaného prvku na základě určité vzdálenosti,



Obrázek 64 - Obalové zóny [47]

- overaly: provádí analýzy překrývání mezi vrstvami (ořezávač, průsečík, sjednotit, rozdíl, rozpustit).

### **Geokódování**

- převod adres na geografické souřadnice.

### **Editace**

- editace vektorových dat,
- editace hodnot v atributové tabulce.

### **Správa vrstev**

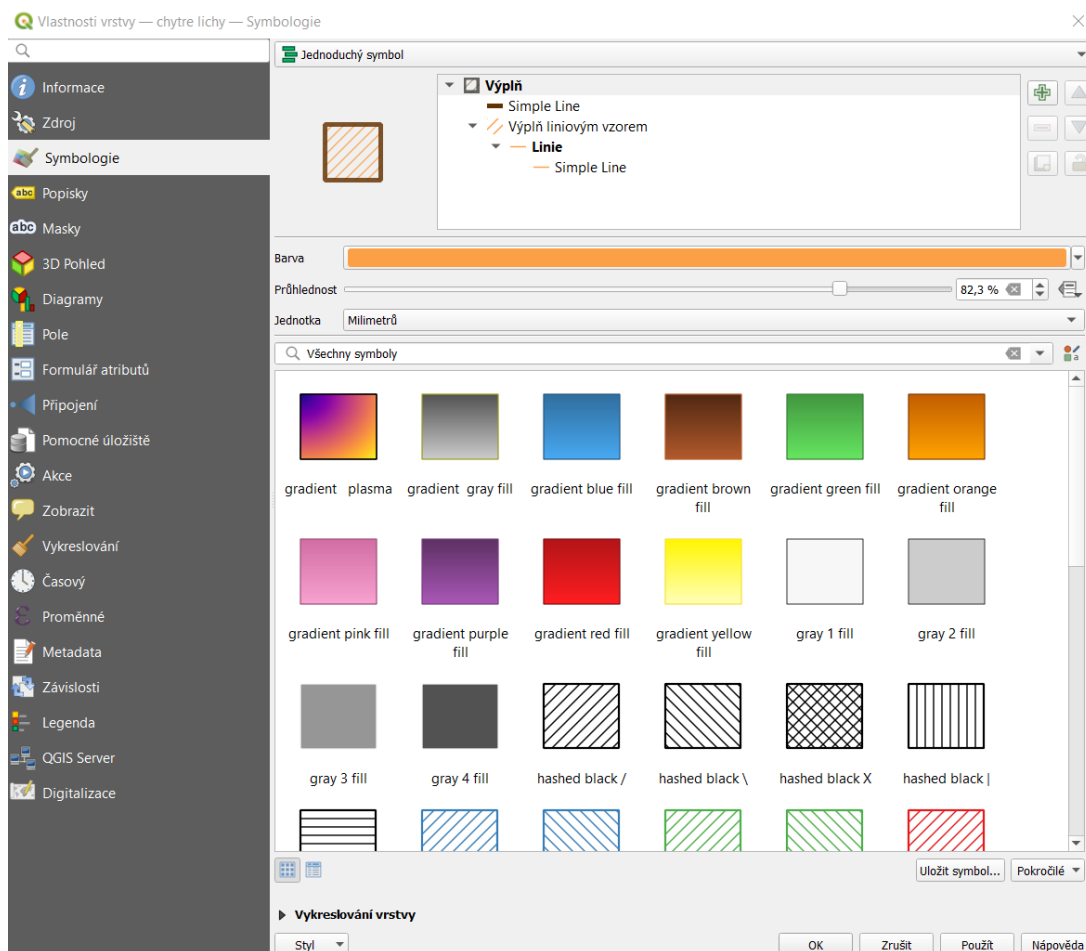
- nastavení vlastností vrstev, symbologie, (obr. 65)
- nastavení vizuálního stylu pro vrstvy.

### **Práce s rastrovými daty**

- rastrová kalkulačka: algebraické, logické, statistické a prostorové operace,
- nástroje pro analýzu terénu na základě rastrových dat.

### **Export**

- vytváření tiskových a exportních rozložení pro vytvoření mapových výstupů,
- export map do různých formátů (obrázky, pdf).



Obrázek 65 - Nastavení vlastností [vlastní]

## Práce s geodatabázemi

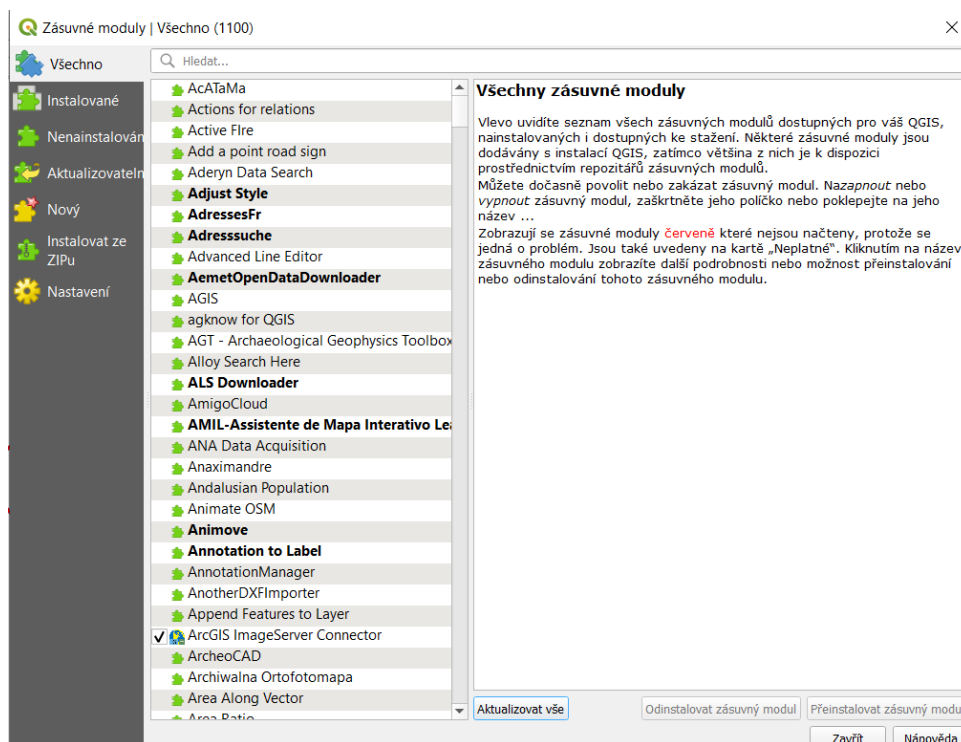
- DB Manager: správa databází přímo v QGIS,
- přidávání atributů z jedné tabulky do druhé.

### 3.2.1 Pluginy

Jedná se o dodatečné externí nástroje, které lze připojit do prostředí QGIS, tzv. zásuvné moduly. Jedná se o software, která je doplňkovým modulem a pouze rozšiřuje funkčnost GISu.

Mezi základní plugin pro usnadnění a urychlení práce městského inženýra patří RUIAN, který obsahuje registr obcí a nemovitostí.

Další zajímavé pluginy vhodné pro tvorbu MZI by mohly být například Green view index, animal/tree monitoring, water shade basin, semiautomatic classification plugin či water net analyzer.



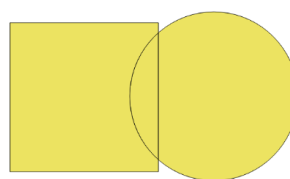
Obrázek 66 - Zásuvné moduly [vlastní]

### 3.2.2 Prostorové analýzy

Překryvné analýzy vytváří novou vrstvu na základě kombinace prvků jedné nebo více vektorových vrstev. Nástroj **ořezávač** vytvoří novou vrstvu, kdy vstupní vrstva je ořezána druhou. **Průsečík** je nástroj, který vytvoří novou vrstvu tam, kde se překrývají vstupní vrstvy. **Sjednocení** vytvoří novou vrstvu s původními prvky. [33]



Obrázek 67 Nástroj symetrický rozdíl [33]



Obrázek 68 Nástroj sjednotit [33]



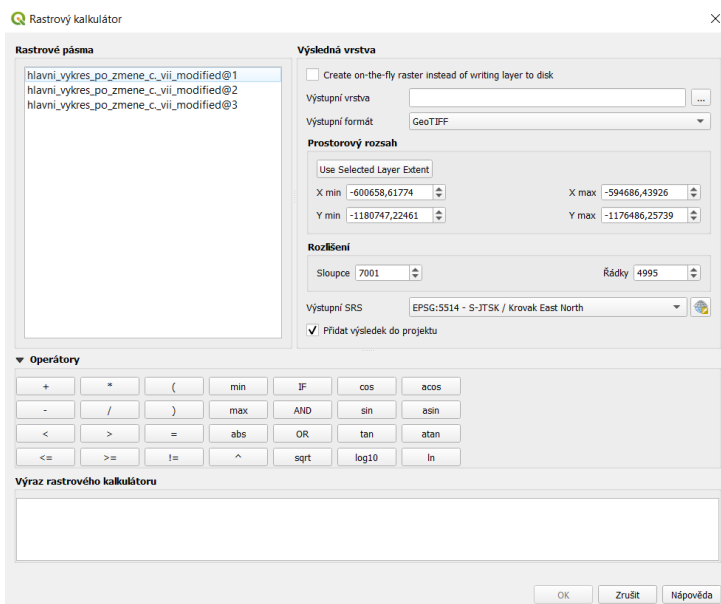
Obrázek 70 Nástroj rozdíl [33]



Obrázek 69 Nástroj rozpustit [33]

**Symetrický rozdíl** taktéž vytvoří novou vrstvu, prvky vzniknou jen tam, kde se vstupní vrstvy nepřekrývají. **Rozdíl** vytvoří novou vrstvu, která je rozdílem těch vstupních. Nástroj **rozpustit** vytvoří vrstvu, kde jsou definované prvky sloučeny do jednoho. [33]

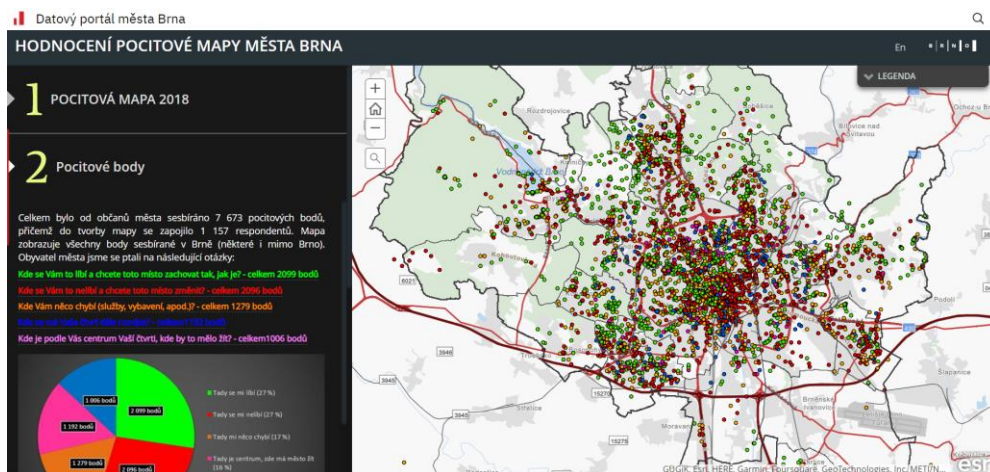
Pro překryv rastrových vrstev se používá rastrová kalkulačka. Umožňuje filtrování dat; logické operace mezi rastrovými vrstevami; statistické operace jako je průměr, medián, maximální a minimální hodnoty; v neposlední řadě také základní algebraické operace – sčítání, odčítání, násobení a dělení hodnot buněk dvou rastrových vrstev.



Obrázek 71 Rastrový kalkulačtor [vlastní]

### 3.3 Příklady použití – výstupy

Výsledná práce z QGISu může mít více podob. Nejrozšířenějším výstupem je zpracování dat do formy mapy, která se exportuje buď jako obrázek (jpg,png), pdf, či online výstup na webové stránce nebo ve formě interaktivních mapových portálů.



Obrázek 72 - POCITOVÁ mapa Brna [48]

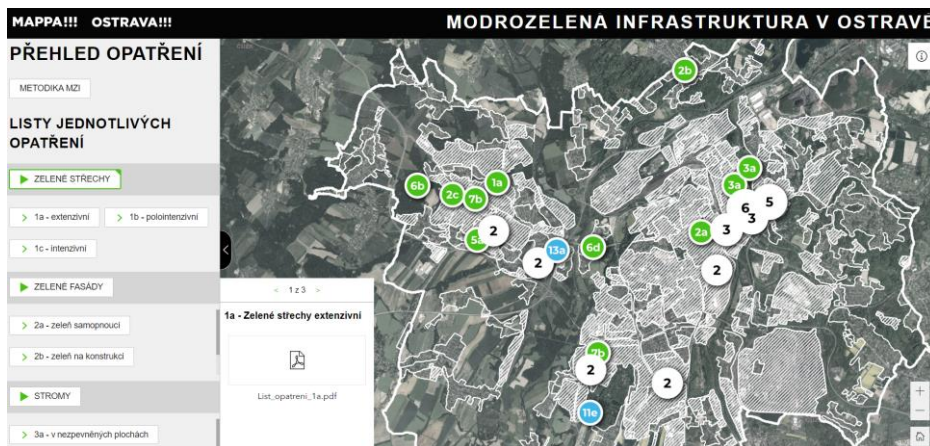
Interaktivních mapových portálů existuje pro město Brno několik, například teplotní mapa, dostupnost hromadné dopravy, pocitová mapa (obr. 72) či mapa brownfieldů.

Mezi zajímavé příklady se řadí využití geolokačních dat mobilních operátorů o mobilitě (obr. 73). Tato data se získávají ze SIM karet v mobilních telefonech. Na základě takto získaných dat je možné zmapovat oblasti, kde a v jakém období se nachází obyvatelé města nejvíce a je možné tak začít uvažovat nad vytvořením nového vybavení, či zcela nového veřejného prostranství. Dále mohou být tato data použita jako podklad pro územní plánování nebo pro koordinaci veřejné dopravy a dopravní plánování. [34]



Obrázek 73 Data mobilních operátorů [72]

Mezi poslední povedený příklad využití bych zmínila interaktivní webovou aplikaci Ostravy (obr.74) , kde je možné si prohlédnout existující nebo plánovaná opatření v rámci



Obrázek 74 Modrozelená infrastruktura v Ostravě [73]

modrozelené infrastruktury. Tento portál je spojen s metodikou MZI Ostravy a znázorňuje jednotlivá opatření pomocí polygonů, ke kterým jsou přiloženy listy opatření

s podrobnějšími informacemi v podobě pdf. Tímto příkladem využití jsem se inspirovala a v závěrečné kapitole jsem podobnou webovou aplikaci vytvořila pro vybranou lokalitu – Židlochovice. Vytvořením podobné mapy dojde k přehlednému uspořádání současných prvků MZI v grafické podobě. Na základě těchto informací spojených s využitím území, teplotní mapou, pohybem osob pak lze vhodně naplánovat další prvky MZI.

## **4 POPIS VYBRANÉ LOKALITY – ŽIDLOCHOVICE**

Židlochovicemi jsem se zabývala v rámci méj bakalářské práce – zdravé bydlení v kontextu teorie zdravého města 21. století. [35] Toto město jsem si tehdy vybrala jako příklad, jelikož se v západní části města plánuje první udržitelná městská čtvrť v ČR, Chytré Líchy. Mezi hlavní priority návrhu územní studie patří funkční synergie vody a zeleně neboli modrozelená infrastruktura, uhlíková neutralita provozu budov a v neposlední řadě také kvalitní veřejný prostor. [36] [37]

Židlochovice se nacházejí v Jihomoravském kraji, v okrese Brno-venkov, v Dyjsko-svrateckém úvalu na řece Svratce. Nyní vykonávají ve svém správním obvodu funkci obce s rozšířenou působností. Obec má celkovou rozlohu 593 ha (z toho 3,44 ha zabírá řešené území Chytrých Lích) a počet obyvatel je 3598. [38]

### **4.1 Hospodářství**

Hospodářství je v Židlochovicích založeno na třech typech výroby: zemědělské, průmyslové a služby. Zemědělství je zajištěno hlavně pěstováním obilovin, v menším množství vinná réva a meruňky. Průmysl je umístěn hlavně na jihu města – výroba nábytku, elektro, papírenská a chemická výroba. Služby v Židlochovicích bohužel nejsou příliš rozvinuté, ale základní potřeby zastoupeny jsou: pošta, banky, kavárna, potraviny, drogerie, obchod s textilem, papírnictví či domácí potřeby. [39]

### **4.2 Doprava**

Veřejná doprava je v Židlochovicích zajišťována hlavně železniční dopravou, několikrát denně zde jezdí přímý spoj do Brna, na Hlavní nádraží. Cesta vlakem trvá cca 20 minut. Nachází se zde také nově zrekonstruované autobusové nádraží. Hojně využívána je cyklistická doprava a v rámci územního plánu je stanoven záměr budování nových cyklotras – v nejbližší době je obyvateli očekávána trasa na nejvyšší bod obce Výhon, kde se nachází rozhledna – Akátová věž, jež bývá cílem turistických tras. Naproti nádraží je umístěno několik cykloboxů, které slouží k uložení kol turistům i místním obyvatelům. Samozřejmě je zde významná doprava automobilová. Židlochovicemi procházejí dvě silnice druhé třídy a jedna silnice třetí třídy. [39]

Mezi hlavní problémy v dopravě spadá křižovatka A 22 – tvořena křížením dvou zmiňovaných silnic druhé třídy. Tato křižovatka se nachází těsně za mostem přes řeku Svratku a také se napojuje na náměstí Míru. [39]

Nedostatek najdeme i u dopravy pěší, která je zajištěna pouze po chodnicích podél komunikace, a podél řeky Svratky, souběžně s cyklistickou stezkou.

Citelný je zde nedostatek parkovacích ploch, hlavně ve středu města, kde i po zavedených opatřeních (placené stání na náměstí apod.) nedostatečná kapacita stále přetrvává. I právě proto je záměr Chytrých Lích postaven na sdílené mobilitě, která by tento nedostatek ve městě neměla zhoršovat.



Obrázek 75 Cykloboxy u nádraží [vlastní]

### 4.3 Sociální a zdravotní péče

Zdravotní péče je v Židlochovicích zajištěna lékaři různých odborností na místní poliklinice, nachází se zde oddělení: oční, kožní, rehabilitace, ortopedie, alergologie, chirurgie, gynekologie atd. Ovšem i přesto obyvatelé z města a blízkého okolí v případě potřeby raději dojíždějí do Brna. Proto by bylo vhodné se zaměřit na větší odbornost a kvalifikovanost v tomto odvětví a splnit tak potřeby obyvatel.

Mezi klady patří složka Pečovatelské služby, která pomáhá seniorům, ale i zdravotně postiženým spoluobčanům. [39]

## 4.4 Školství

Ve městě je kapacita dětí a studentů ve školství téměř naplněná a bude třeba tento problém řešit. Nachází se zde jedna umělecká základní škola, jedna mateřská škola, jedna základní škola a také gymnázium. Jiná varianta středoškolského vzdělávání v tomto městě není a pravděpodobně se tedy počítá s „odlivem“ studentů na VŠ do nedaleko vzdáleného Brna. S ohledem na nedostačující kapacitu je v plánu zřízení nových budov pro každou jednu školu, což bude v souladu s projektem Chytrých Lích a očekávaným přílivem nových obyvatel – včetně mladých rodin s dětmi, velmi důležité. [39]

## 4.5 Kultura a sport

Ve městě se nachází nově zrekonstruovaná a moderní budova, která spojuje knihovnu, turistické informační centrum s vinotékou a další volnočasové organizace. Město přispívá k podpoře kulturních akcí, ať už dotacemi, či jako provozovatel. [39]

Toto městské kulturní centrum je velmi povedeným příkladem, jak dané budovy řešit. Interiér, ale i exteriér je velmi citelně volený a splňuje standardy nových moderních chytrých měst. Jako jediný nedostatek vidím pouze umístění této budovy. Pokud nejste místní, a jeli byste sem jako turisté, pravděpodobně byste centrum snadno přehlédli.

V oblasti sportu je ve městě viditelný nedostatek, sportovní vyžití je prakticky provozováno pouze v prostorách školy, Sokolovny a Orlovny. Je zde možné využívat posilovnu, bowling, a tělocvičnu. V areálu Orlovny se nachází také tenisové kurty a rampa pro skateboard, ovšem oba tyto prvky jsou již zastaralé a nevyhovují požadavkům dnešní doby. Ve městě je tak velká poptávka po vytvoření různých prostor pro sportovní vyžití: např. sportovní haly, bazén či povrch pro in-line brusle. [39]

## 4.6 Životní prostředí

Vyskytují se zde chráněné rostliny, nejvíce právě ve vyvýšené oblasti Výhonu. Tato oblast je také stanovištěm (malým biocentrem) pro velké množství zvěře, včetně chráněných ptáků. [39]

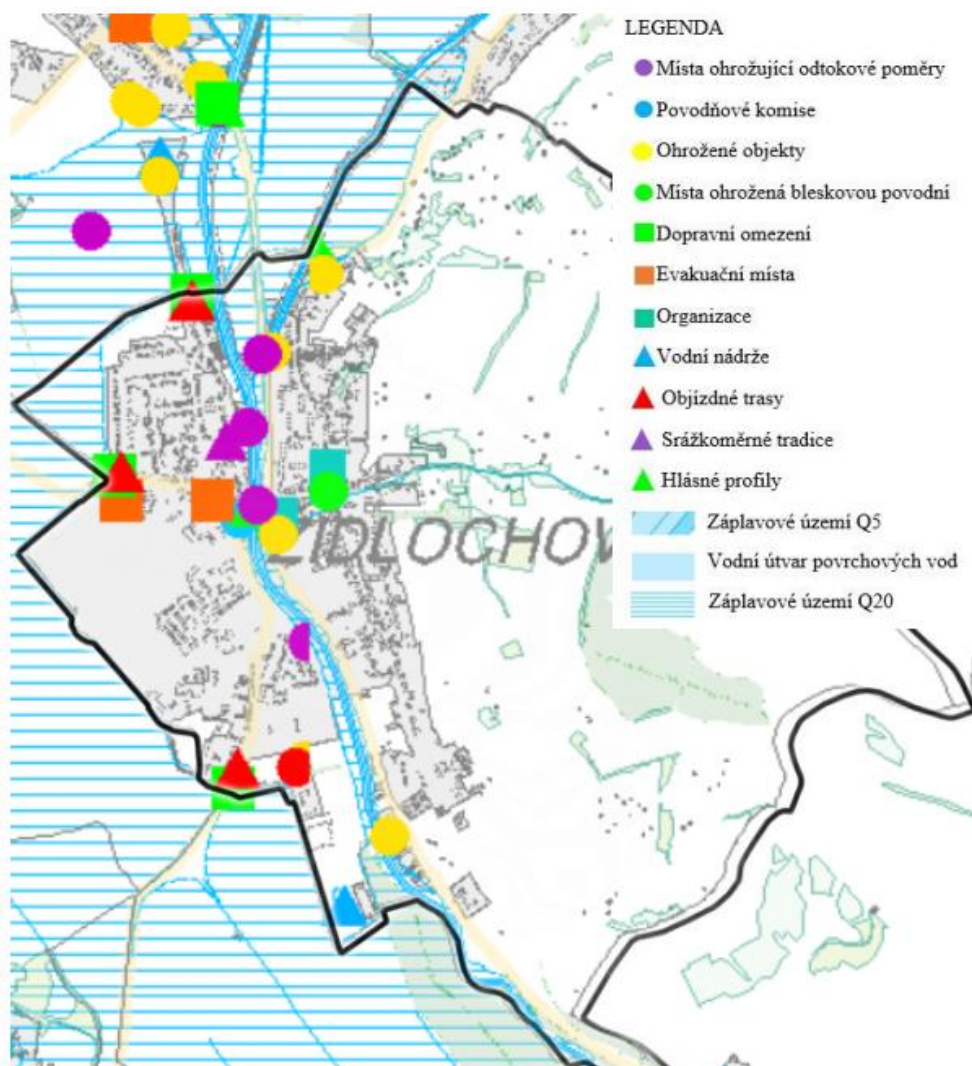
Problémy krajiny jsou především spojeny s větrnou a vodní erozí na Výhonu, vhodné by bylo aplikovat protierozní řešení, alespoň v té nejjednodušší formě –

zatravnění. Dále doplnění a umístění biocenter a biokoridorů, například na území Chytrých Lích, kde se aktuálně nachází orná půda.

Řeka Svratka v území města na tom není z hlediska kvality nejlépe. Spadá do III. třídy kvality vody (I. třída je nejčistější a V. je velmi silně znečištěná. – do této třídy spadá řeka Litava, která teče při hranici katastru). [39]

## 4.7 Modrozelená infrastruktura

Židlochovice jsou situovány po obou březích řeky Svratky. Je to jeden z existujících prvků modro-zelené infrastruktury ve městě, se kterým je vhodné patrně pracovat. Koryto řeky má projít v blízké době revitalizací. Obec byla v historii zaplavena již mnohokrát, první záznamy jsou datovány do 19. století. Židlochovice spadají tedy do záplavových území – Q5, Q20, i Q100. [40]



Obrázek 76 Mapa záplavového území [40]

Židlochovice podstatnou částí leží v nivě řeky Svratky, proto byly vždy spojovány s povodněmi, ať už v podobě tání sněhu na jaře nebo při vydatných deštích. Nejstarší snímek a záznam je z konce 19. století. Povodně se opakovaly co 5 až 10 let, mezi nejvýše dosažený stav patří povodeň z roku 1947, kdy byl stav vody 510 cm. Poslední povodeň byla roku 2013, kdy dosáhla 1. stupně povodňové aktivity a hladina přesáhla 300 cm. [41]

Jeden z dalších problémů je odvodnění svahu Výhon (obr. 77), kdy se při velkých intenzitách dostává voda do města, i přesto, že jsou zde funkční opatření – svodnice a vpusti. Bylo by vhodné je doplnit ještě o další protierozní opatření. [39]



Obrázek 77 Rozhledna a svah Výhon [80]

Kanalizace je jednotná gravitační, na sídlišti oddílná, byla napojená v roce 1998 na čistírnu odpadních vod. Tato ČOV je mechanicko-biologická s aerobní stabilizací kalu a kapacitou 7000 ekvivalentních obyvatel. Společně se Židlochovicemi je na tuto ČOV napojena obec Vojkovic. [39]

Synergie vody je doplněna zelenými prvky. Přirozeně se nachází v těsné blízkosti toku. Mezi další zelené plochy patří zámecký park, který zároveň tvoří nejvýznamnější veřejné prostranství města, park obsahuje jezírko, solitérní stromy, avšak také zvěř – jeleny a muflony.

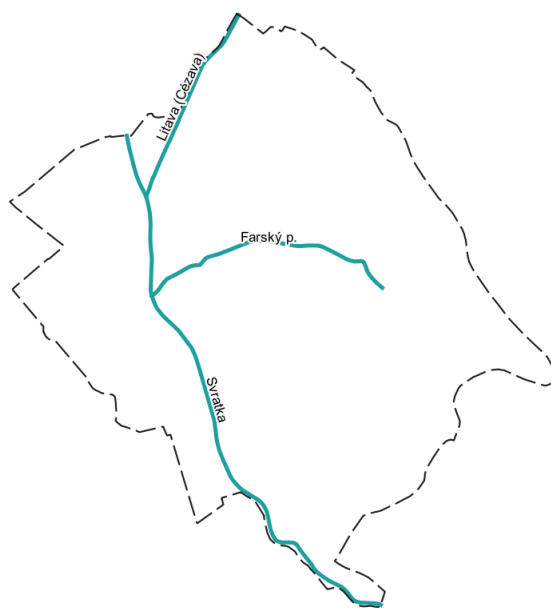


Obrázek 78 Předzámecký park [vlastní]

V městské zástavbě, na domech, v ulicích, zeleň spíše chybí. Je alespoň dostupná v těsné blízkosti – zámecký park, předzámecký park (obr.78), původní oblast mokřadu, kopec Výhon, popřípadě v soukromých zahradách u rodinných domků. Nicméně v letních měsících, kdy se města jednoduše přehřívají, zvláště pokud jimi prochází tak významně velké plochy asfaltových komunikací, je jejich absence velmi citelná.

#### 4.7.1 Vodní toky

Židlochovice leží na soutoku vodních toků Svratky a Litavy. Dále se v území nachází Farský potok, který přitéká do Svratky na území města. Řeky byly v minulosti meandrujícími a obklopené lesy. Takto regulované řeky sice odvádějí vodu z krajiny co nejrychleji, hlavně z důvodu dřívějších povodní, ale toto napřímení vyvolalo také negativní změny v celé oblasti. [42]



Obrázek 79 Vodní toky Židlochovice [vlastní]

Židlochovický silniční zavěšený most, který vede přes řeku Svatku, propojuje oba břehy řeky, zároveň spojuje náměstí Míru a ulici nádražní. Stojí na místě původní lávky, a dřevěného mostu z 18. století. Mostovka je zavěšena na 40 ocelových lanech, celková délka mostu je 65 m. Stal se jedním z významných dominant města. [43]



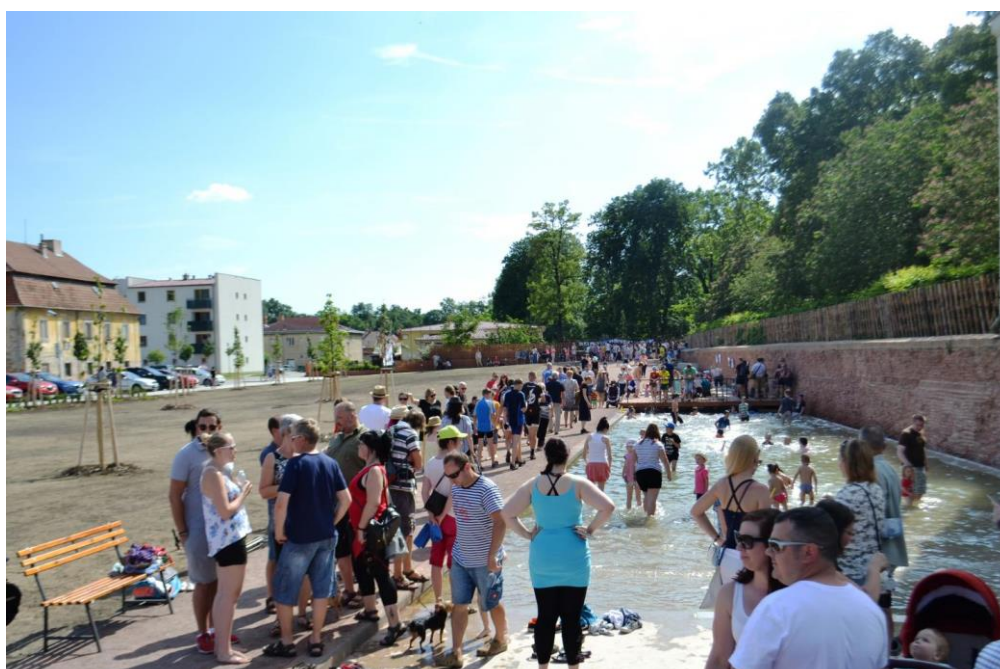
Obrázek 80 Most přes Svatku [76]



Obrázek 81 Mokřad u Lích [77]

V lokalitě Lích vznikl před několika lety lesopark, který propojuje zelené prvky jako louky, lesíky, stromořadí a také se zde nachází mokřad, který v zimním období slouží jako zamrzlá plocha na bruslení pro obyvatele Židlochovic a Vojkovic.

Předzámecký park obsahuje kromě solitérních stromů, zasakovacího pruhu podél chodníku a mobiliáře v podobě laviček také vodní prvek v podobě betonových schodů (viz obr. 82).



Obrázek 82 Předzámecký park vodní prvek [78]

#### 4.7.2 Drobné vodní prvky

Kašna je umělá vodní nádrž, většinou kruhového průměru. Může být vytvořena ze dřeva, kamene či kovu. V Židlochovicích se nachází dřevěná kašna (obr. 84) v prostoru dvoru nového komunitního centra, další je například na náměstí Míru (obr. 83).



Obrázek 84 Kašna na dvoře komunitního centra [vlastní]



Obrázek 83 Kašna na náměstí Míru [vlastní]



Obrázek 85 Pítko na dětském hřišti [vlastní]

Pítko je malý vodní prvek napojený na pitnou vodu. Voda tryská pod minimálním tlakem a umožňuje tak pohodlné osvěžení v letních dnech. Jedno takové se nachází na dětském hřišti (obr. 85).

## 4.8 Dostupná data

V tab.1 je uveden seznam dostupných zdrojů dat.

Tabulka 1 Dostupná data

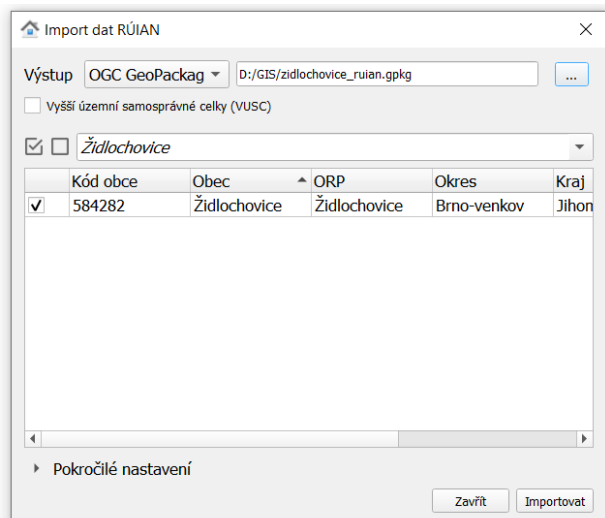
| Typ dat:                                     | Zájmová oblast:           | Dostupné na:   |
|--|---------------------------|--|
| Satelitní data                               | Celosvětový charakter     | <a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a><br><a href="https://www.copernicus.eu/en/about-copernicus/infrastructure-overview/discover-our-satellites">https://www.copernicus.eu/en/about-copernicus/infrastructure-overview/discover-our-satellites</a> |
| Data DMT, silnice                            | Evropský charakter        | <a href="https://data.europa.eu/en">https://data.europa.eu/en</a>  |
| Český úřad zeměměřický a katastrální (ČÚZK)  | pro území České republiky | <a href="https://www.cuzk.cz/">https://www.cuzk.cz/</a>  |
| Opendata ČÚZK                                | pro území České republiky | <a href="https://ags.cuzk.cz/opendata/">https://ags.cuzk.cz/opendata/</a>  |
| Vodohospodářský informační portál (voda.gov) | pro území České republiky | <a href="https://www.voda.gov.cz/">https://www.voda.gov.cz/</a>  |
| Česká geologická služba                      | pro území České republiky | <a href="https://cgs.gov.cz/">https://cgs.gov.cz/</a>  |
| Agentura ochrany přírody a krajiny ČR        | pro území České republiky | <a href="https://www.nature.cz/">https://www.nature.cz/</a>  |
| Veřejný registr půdy LPIS                    | pro území České republiky | <a href="https://eagri.cz/public/app/lpise/xt/lpis/verejny2/plpis/">https://eagri.cz/public/app/lpise/xt/lpis/verejny2/plpis/</a>  |

|  |                           |   |
|--|---------------------------|---|
| Český<br>hydrometeorologický<br>ústav (ČHMÚ) | pro území České republiky | <a href="https://www.chmi.cz/">https://www.chmi.cz/</a>   |
| Územní plán                                  | pro obec (Brno)           | <a href="https://upmb.brno.cz/">https://upmb.brno.cz/</a>   |
| 3D model Brna                                | pro obec (Brno)           | <a href="https://webmaps.kambrno.cz/webmaps.kambrno.cz/3d-model/">https://webmaps.kambrno.cz/webmaps.kambrno.cz/3d-model/</a>   |
| Hlukové (dopravní mapy)                      | pro obec (Brno)           | <a href="https://data.brno.cz/datasets/hlukov%C3%A1-mapa-brna">https://data.brno.cz/datasets/hlukov%C3%A1-mapa-brna</a>   |
| Teplotní mapy                                | pro obec (Brno)           | <a href="https://gis.brno.cz/mapa/teplotni-mapa/?c=-597822.5%3A-1159214.3&amp;z=4&amp;lb=of-brno_akt&amp;ly=tepmap02019&amp;lb_o=1&amp;lyo=">https://gis.brno.cz/mapa/teplotni-mapa/?c=-597822.5%3A-1159214.3&amp;z=4&amp;lb=of-brno_akt&amp;ly=tepmap02019&amp;lb_o=1&amp;lyo=</a> |

## 5 VYUŽITÍ GIS PRO MZI V ŽIDLOCHOVICÍCH

Na základě dostupných, výše zmíněných existujících dat, provedeme jejich import a zvážíme následné možné využití.

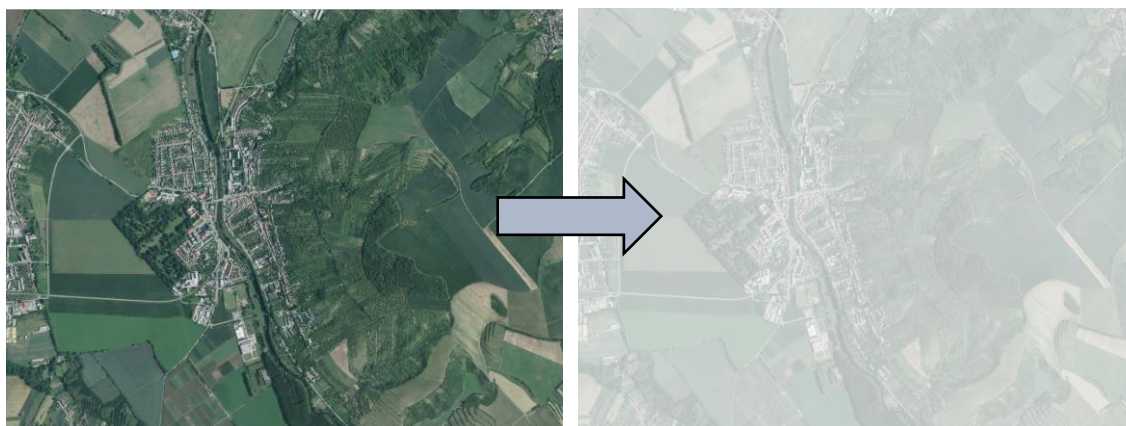
Jako první provedeme import z pluginu RUIAN, kde získáme obecné informace o obci, vymezení katastrálního území, základní sídelní jednotky, ulice, jednotlivé parcely a stavební objekty.



Obrázek 86 RUIAN [vlastní]

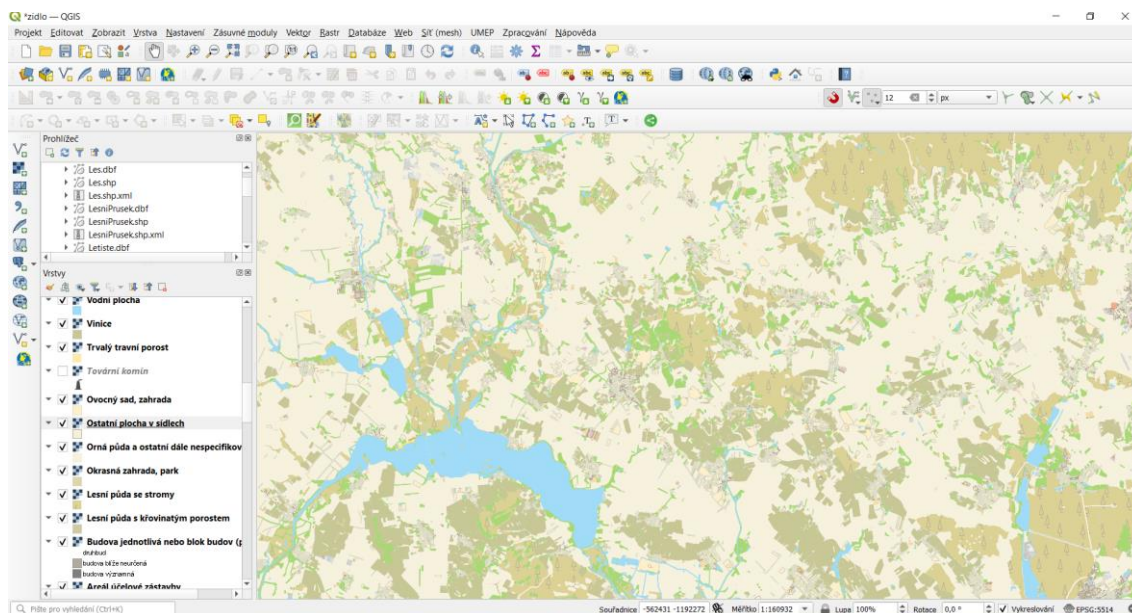
Z RUIANu využijeme vymezení obce, kterým budeme ořezávat následující data.

Z geoportálu ČUZK nahrajeme ortofoto ČR, v symbologii nastavíme průhlednost mapy na 32%. Ortofoto bude sloužit jako podklad pro úpravu polygonů prvků MZI.



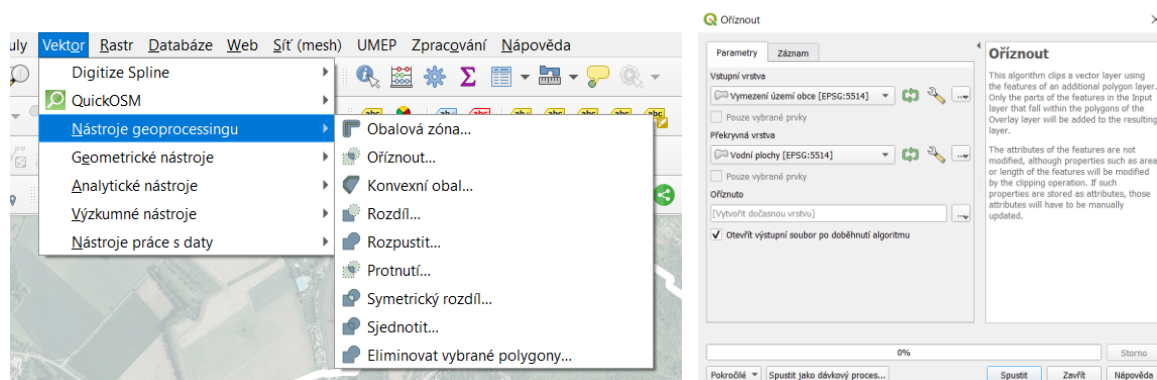
Obrázek 87 Ortofoto [79]

Nejvýznamnější data pro tvorbu mapy existující MZI najedeme opět na ČUZK, tentokrát polohopisnou část ZABAGED. Jedná se o vektorový digitální model území ČR. Stáhneme a nahrajeme data z oblasti vodstva a využití území. Tato data lze volně z geoportálu stáhnout, například ve formátu shapefile.



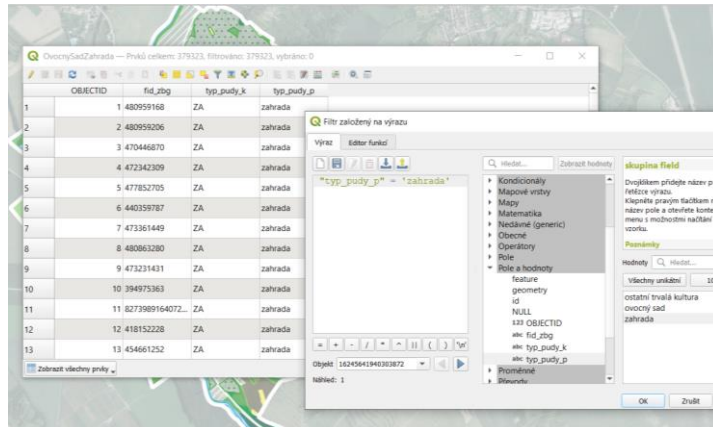
Obrázek 88 Data ze ZABAGED [79]

Z importovaných dat ze ZABAGEDu vybereme pouze ty, které nám do vybraného území zasahují. Poté pomocí nástroje oříznout upravíme všechny vrstvy tak, aby se nám zobrazovaly jen ty prvky, které se nachází ve vybraném území.



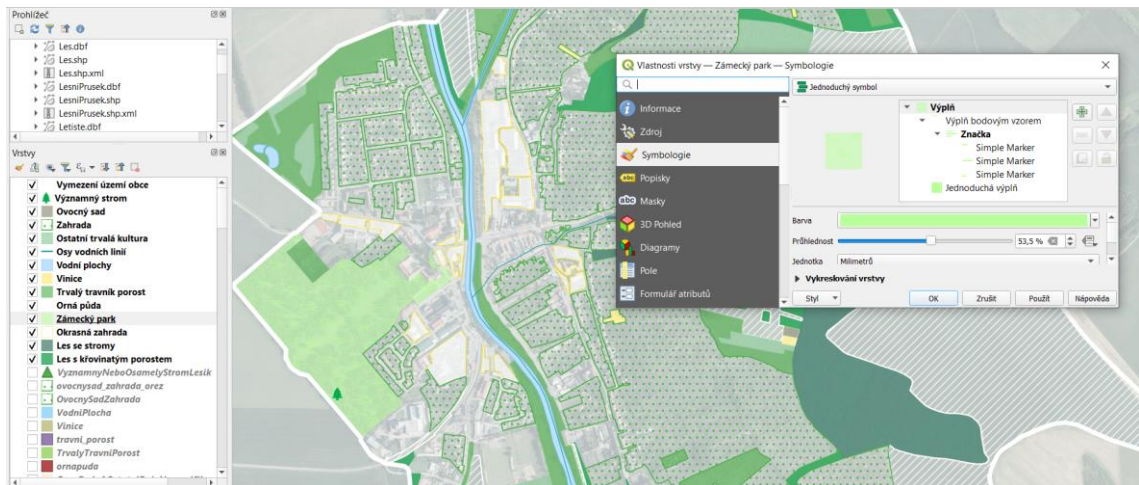
Obrázek 89 Nástroj oříznout [vlastní]

Některé vrstvy ze ZABAGEDu obsahují více typů povrchů, proto je nutné je rozdělit pomocí vyfiltrování v atributové tabulce. Například vrstva OvocnySadZahrada obsahuje vektory ovocných sadů a zahrad, a tak je třeba tyto vrstvy rozdělit a vyexportovat jako dvě samostatné nové vrstvy. Toto provedeme u všech vrstev, které obsahují dva a více typů povrchů.



Obrázek 90 Filtrování vrstev [vlastní]

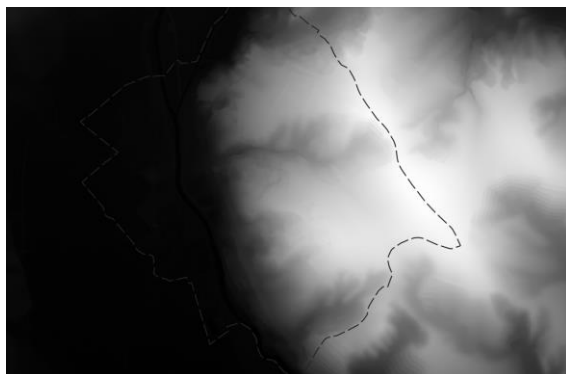
Mezi závěrečné úpravy vrstev patří už jen nastavení jejich symbologie: šrafování, barvy, průhlednosti, případně popisky.



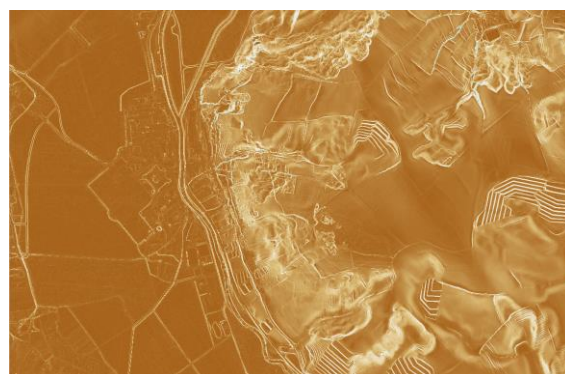
Obrázek 91 Úprava vrstev [vlastní]

Na závěr v mapovém rozložení nastavíme velikost papíru na A3, přiložíme samotnou mapu, doplníme severku, měřítko, název a legendu. Legendě upravíme pozadí, velikost písma a další grafické parametry. Takto vytvořenou mapu exportujeme buď ve formátu png nebo pdf. Nakonec mapu doplníme o obrázky (popisky a zdroje) zmiňovaných prvků MZI. Výsledné mapy stávající a plánované MZI jsou přílohy č.1 a 2.

Na závěr jako další příklad možného využití GIS pro MZI mohou být mapy koeficientu odtoku a evapotranspirace. Z kterých vznikne výsledná mapa s indexem BAF = biotope area factor. Tento index se používá pro zhodnocení zelené infrastruktury urbanizovaného území.



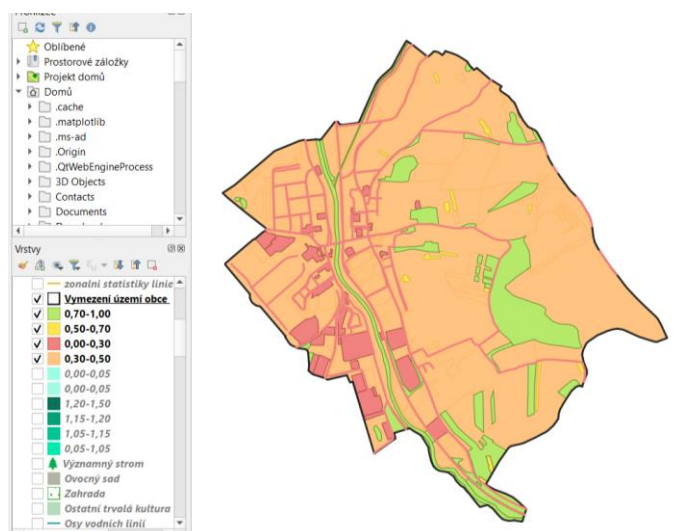
Obrázek 92 DMR5G pro Židlochovice [79]



Obrázek 93 Rozlišení povrchu dle sklonu [vlastní]

Prvním krokem je stažení výřezu DMR5g z geoprohlížeče ČUZK. Následně nám tato data poslouží ke zjištění sklonu povrchu, který potřebujeme znát pro určení hodnot k výslednému indexu BAF. K tomu nám pomůže nástroj sklon (viz. Obr. 93).

Druhým krokem je nahrání dat ze ZABAGEDu, podobně jako tomu bylo u tvorby prvních dvou map. Opět vybereme plochy, které budeme potřebovat, typicky jsou to plochy zastavěné, plochy dopravy, sady a zahrady, vodní plochy, trvalé travní porosty, lesy a pole. Tato data pro celou ČR opět ořízneme podle ohraničení vybraného území.



Obrázek 94 Tvorba výsledné mapy podle indexu BAF [vlastní]

Všechny vrstvy s polygony sloučíme do jedné a provedeme na ní zonální statistiku – takto zjistíme průměrný sklon každé plochy. Následně už podle sklonu a typu povrchu

doplníme v atributové tabulce sloupce s koeficienty odtoku, evapotranspirace a BAF (viz tabulka 2). Následně pak podle těchto hodnot plochy roztrídíme do příslušných intervalů a každému intervalu zvolíme jiný odstín dané barvy. Koeficient odtoku má škálu modré, od nejsvětlejší po nejtmaší (příloha č.3), to stejné mapa s koeficient evapotranspirace, jen v zelené variantě (příloha č.4). Výsledná mapa zhodnocující území je v příloze č.5.

Tabulka 2 Parametry elementárních ploch [44]

| Typ plochy                     | Koeficient odtoku |         |        | Koeficient evapotranspirace | BAF  |
|--------------------------------|-------------------|---------|--------|-----------------------------|------|
|                                | sklon do 1%       | 1 – 5 % | nad 5% |                             |      |
| Sřechy                         | 1,00              | 1,00    | 1,00   | 0,05                        | 0,00 |
| Nepropustné plochy             | 0,70              | 0,80    | 0,90   | 0,05                        | 0,00 |
| Polopropustné plochy           | 0,20              | 0,30    | 0,40   | 0,05                        | 0,50 |
| Neupravené plochy bez vegetace | 0,20              | 0,25    | 0,30   | 0,05                        | 0,30 |
| Trávníky                       | 0,05              | 0,10    | 0,15   | 1,05                        | 0,50 |
| Plochy keřů                    | 0,05              | 0,10    | 0,15   | 1,00                        | 0,70 |
| Plochy záhonů                  | 0,25              | 0,30    | 0,35   | 1,15                        | 0,50 |
| Vodní plochy tekoucí           | 1,00              | 1,00    | 1,00   | 1,50                        | 1,00 |
| Vodní plochy stojaté           | 0,00              | -       | -      | 1,50                        | 1,00 |
| Trvalé travní porosty          | 0,05              | 0,10    | 0,15   | 1,05                        | 0,50 |
| Pole                           | 0,25              | 0,30    | 0,35   | 1,15                        | 0,50 |
| Lesy                           | 0,00              | 0,05    | 0,10   | 1,20                        | 1,00 |

## 6 ZÁVĚR

Tato diplomová práce se věnovala popisu modrozelené infrastruktury s ověřením možnosti využití GIS softwaru pro její návrh. V současné době je GIS hojně využíván v oblasti státní správy, od digitálních katastrů, územního plánování, zdravotnictví až po monitorování dopravy a životního prostředí. Využíván je samozřejmě také ve spoustě dalších oblastech, jako je například telekomunikace, zemědělství, energetika, či marketing.

Cílem práce bylo poukázat na možnost a vhodnost využití QGISu pro návrh MZI prvků ve městech. Mezi výhody (například pro město Brno) spadá obrovské množství existujících dostupných dat. Tato data jsou otevřená a volně stažitelná. Je možné z nich čerpat a filtrovat podrobné a zajímavé informace. Pro vybranou lokalitu Židlochovic taková data zatím neexistují, proto tvorba map byla náročnější a ve výsledku méně podrobná. A to právě z důvodu nedostatku podrobnějších dat. V takových případech je tvorba odkázána a omezena pouze na data dostupná z ČUZK.

Výhled do budoucnosti s náměty na zlepšení bych směřovala právě tímto směrem, snažit se doplňovat pro obce co nejvíce možných dat, které umožní daleko přesnější a adekvátnější návrhy nejen v oblasti modrozelené infrastruktury.

## 7 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] KRÁLOVÁ, Kateřina. Víte, co je modro-zelená infrastruktura?. In: *Počítáme s vodou* [online]. 2022 [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: <https://www.pocitamesvodou.cz/vite-co-je-modro-zelena-infrastruktura/>
- [2] Modro-zelená infrastruktura. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Modro-zelen%C3%A1\\_infrastruktura](https://cs.wikipedia.org/wiki/Modro-zelen%C3%A1_infrastruktura)
- [3] MINISTERSTVO PRO MÍSTNÍ ROZVOJ. *Metodika vymezení zelené infrastruktury v územně plánovací dokumentaci, zejména v územním plánu* [online]. In: . [cit. 2023-12-10]. Dostupné z: <https://mmr.gov.cz/cs/ministerstvo/stavebni-pravo/publikace-a-odborne-texty/vymezovani-zelene-infrastruktury-v-uzemnim-planu>
- [4] MACHÁČ, J., L. DUBOVÁ, J. LOUDA, M. HEKRLÉ, L. ZAŇKOVÁ a J. BRABEC. INSTITUT PRO EKONOMICKOU A EKOLOGICKOU POLITIKU (IEEP). *Metodika pro ekonomické hodnocení zelené a modré infrastruktury v lidských sídlech* [online]. In: . 2019 [cit. 2023-12-10]. Dostupné z: <https://www.ieep.cz/metodika-pro-ekonomicke-hodnoceni-zelene-a-modre-infrastruktury-v-lidskych-sidlech/>
- [5] *Metodika modrozelené infrastruktury statutárního města Ostravy* [online]. In: . 2023 [cit. 2023-12-10]. Dostupné z: <https://zdravaova.cz/metodika-modrozelené-infrastruktury-statutarniho-mesta-ostravy/>
- [6] *Zákon č. 254/2001 Sb. zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)* [online]. In: . [cit. 2023-12-10]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254#cast1>
- [7] *Zákon č. 114/1992 Sb., Zákon České národní rady o ochraně přírody a krajiny* [online]. In: . [cit. 2023-12-10]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-114>
- [8] *Zákon č. 183/2006 Sb., Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)* [online]. In: . [cit. 2023-12-10]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-183>
- [9] *Vyhláška č. 501/2006 Sb., Vyhláška o obecných požadavcích na využívání území* [online]. In: . [cit. 2023-12-10]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-501>
- [10] *Zákon č. 274/2001 Sb., Zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)* [online]. In: . [cit. 2023-12-10]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-274>
- [11] *Zákon č. 139/2002 Sb. o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů* [online]. In: . [cit. 2023-12-15]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-139>

- [12] STRÁNSKÝ, David, Ivana KABELKOVÁ, Vojtěch BAREŠ et al. *Studie hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích* [online]. In: . [cit. 2023-12-01]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/hospodareni\\_srazkove\\_vody\\_urbanizovane\\_uzemi](https://www.mzp.cz/cz/hospodareni_srazkove_vody_urbanizovane_uzemi)
- [13] STRÁNSKÝ, David, David HORA, Ivana KABELKOVÁ, Klára SALZMANN, Milan SUCHÁNEK, Michaela VACKOVÁ a Jiří VÍTEK. *Analýza dokumentů pro koncepční hospodaření se srážkovou vodou v obcích* [online]. In: . [cit. 2023-12-01]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prioritni\\_osa\\_6\\_seznam\\_projektu/\\$FILE/feu-analyza\\_srazkove\\_vody-20210329.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prioritni_osa_6_seznam_projektu/$FILE/feu-analyza_srazkove_vody-20210329.pdf)
- [14] VSAKOVÁNÍ SRÁŽKOVÝCH VOD: Metodická pomůcka Ministerstva pro místní rozvoj [online]. In: . [cit. 2023-12-01]. Dostupné z: [https://mmr.gov.cz/getattachment/e16069fa-3bf8-4a1d-82af-28a17df865c5/Metodika-vsakovani\\_srpe](https://mmr.gov.cz/getattachment/e16069fa-3bf8-4a1d-82af-28a17df865c5/Metodika-vsakovani_srpe)
- [15] *Modro-zelená infrastruktura: modré plochy* [online]. In: . 2020 [cit. 2023-07-16]. Dostupné z: <https://www.mzi.cz/cz/modre-plochy>
- [16] *Modro-zelená infrastruktura: zelené plochy* [online]. In: . [cit. 2023-07-16]. Dostupné z: <https://www.mzi.cz/cz/zelene-plochy>
- [17] *Umělé mokřady a kořenové čistírny* [online]. In: . [cit. 2023-12-01]. Dostupné z: <https://cvpk.czu.cz/cs/r-13920-chytra-krajina/r-17373-naucna-stezka-amalie/r-17391-umele-mokrady-a-korenove-cistirny>
- [18] KOŘENOVÁ ČISTÍRNA. [online]. In: . [cit. 2023-12-01]. Dostupné z: <https://www.korenova-cisticka.cz/>
- [19] Interiér budov. In: *Modro-zelená infrastruktura* [online]. [cit. 2023-11-24]. Dostupné z: <https://www.mzi.cz/cz/interier-budov>
- [20] MACEKOVÁ, Magdalena. *Příjemné a odolné město: možnosti snižování tepelného ostrova města pomocí přírodních řešení*. Brno: Nadace Partnerství, 2022. ISBN 978-80-87897-09-6.
- [21] BURIAN, Samuel. *VERTIKÁLNÍ ZAHRADY STRÍZLIVÝM POHLEDEM* [online]. [cit. 2023-12-02]. Dostupné z: <https://www.szuz.cz/cs/hlavni-menu/inspirace/zelene-strechy/vertikalni-zahrady-strizlivym-pohledem/>
- [22] *Zelené střechy – naděje pro budoucnost: SVAZ ZAKLÁDÁNÍ A ÚDRŽBY ZELENĚ* [online]. In: . [cit. 2023-12-02]. Dostupné z: [www.szuz.cz](http://www.szuz.cz)
- [23] *STANDARDY PRO NAVRHOVÁNÍ, PROVÁDĚNÍ A ÚDRŽBU; VEGETAČNÍ SOUVRSTVÍ ZELENÝCH STŘECH: SVAZ ZAKLÁDÁNÍ A ÚDRŽBY ZELENĚ* [online]. In: . [cit. 2023-12-02]. Dostupné z: [www.szuz.cz](http://www.szuz.cz)
- [24] *Mapa přírodních příkladů hospodaření s dešťovou vodou* [online]. In: . [cit. 2023-11-26]. Dostupné z: <https://www.pocitamesvodou.cz/mapa-prikladu/>

- [25] *Main Point Pankrác* [online]. In: . [cit. 2023-12-15]. Dostupné z: [https://www.zelenastrecharoku.cz/cs/menu/predchozi-rocniky/2019/main-point-pankrac/#prettyPhoto\[Šid\]/16/](https://www.zelenastrecharoku.cz/cs/menu/predchozi-rocniky/2019/main-point-pankrac/#prettyPhoto[Šid]/16/)
- [26] *Budova B zvítězila v soutěži Zelená střecha roku 2021* [online]. In: . [cit. 2023-12-15]. Dostupné z: <https://www.brumlovka.cz/cz/o-nas/v-obraze/aktualita/budova-b-zvitezila-v-soutezi-zelena-strecha-roku-2021>
- [27] *DEŠŤOVÉ TŮNĚ V LOCHOTÍNSKÉM PARKU* [online]. In: . [cit. 2023-12-15]. Dostupné z: <http://www.envic-sdruzeni.cz/krajina-verejny-prostor/hospodareni-se-srazkovymi-vodami/galerie-prikladu/destove-tune-v-lochotinskem-parku.htm>
- [28] *Park pod Plachtami* [online]. In: . [cit. 2023-11-26]. Dostupné z: <https://doparku.cz/projekt/park-pod-plachtami/>
- [29] *Zelená výstavba* [online]. In: . [cit. 2023-11-26]. Dostupné z: <https://sustain.muni.cz/oblasti-udrzitelnosti/prostredi-univerzity/zelena-vystavba>
- [30] *Revitalizace Staré Ponávky* [online]. In: . [cit. 2023-11-26]. Dostupné z: <https://voda.brno.cz/projekty/revitalizace-stare-ponavky/>
- [31] *Otevřená zahrada* [online]. In: . [cit. 2023-11-26]. Dostupné z: <https://www.nadacepartnerstvi.cz/Co-delame/Projekty/Otevrena-zahrada>
- [32] BŘEHOVSKÝ, Martin a Karel JEDLIČKA. *Úvod do geografických informačních systémů* [online]. [cit. 2023-11-25]. Dostupné z: <https://old.kgm.zcu.cz/studium/ugi/e-skripta/ugi.pdf>
- [33] *Prostorové analýzy* [online]. In: . [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: [https://training.gismentors.eu/qgis-zacatecnik/vektorova\\_data/prostorove\\_analyzy.html](https://training.gismentors.eu/qgis-zacatecnik/vektorova_data/prostorove_analyzy.html)
- [34] *Využití geolokačních dat mobilních operátorů o mobilitě* [online]. In: . [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://storymaps.arcgis.com/stories/4b8ef6d4234a40dc9620d0eaafdb41b7>
- [35] *ZDRAVÉ BYDLENÍ V KONTEXTU TEORIE ZDRAVÉHO MĚSTA 21. STOLETÍ*. Brno, 2022. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Arch. JAN MÁJEK, Ph.D.
- [36] PROF. ING. ARCH. PETR, Pelčák. Územní studie "Chytré Líchy - Židlochovice". In: *Město Židlochovice* [online]. 2021 [cit. 2022-05-09]. Dostupné z: <https://www.zidlochovice.cz/cs/mestsky-urad/uzemni-plany-obci/mesto-zidlochovice.html>
- [37] PELČÁK, prof. Ing. arch. Petr. *Udržitelná čtvrť Chytré Líchy - návrh ateliéru Pelčák a partner architekti: Textová část* [online]. In: . s. 3-9 [cit. 2022-05-09]. Dostupné z: <https://www.chytrelichy.cz/pelcak-partner-architekti>

- [38] Židlochovice: základní informace. In: *Místopisný průvodce* [online]. [cit. 2022-02-20]. Dostupné z: <https://www.mistopisy.cz/pruvodce/obec/10182/zidlochovice/>
- [39] Strategie rozvoje města 2015-2025. In: *Město Židlochovice* [online]. [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: <https://www.zidlochovice.cz/cs/mesto-zidlochovice/mestsky-urad/strategie-rozvoje-mesta/strategie-rozvoje-mesta-2015-2025/>
- [40] Povodňový geoportál ORP Židlochovice. In: <https://relay.zidlochovice.cz:487/#/> [online]. [cit. 2023-04-17]. Dostupné z: <https://relay.zidlochovice.cz:487/#/>
- [41] *Průběhy povodní: Povodně v Židlochovicích* [online]. In: . s. 8 [cit. 2022-03-18]. Dostupné z: <https://www.zidlochovice.cz/cs/mesto-zidlochovice/bezpecnost-obyvatel/prubehy-povodni.html>
- [42] *Jak navýšit sucho v krajině. Příklad městečka Židlochovice* [online]. In: . [cit. 2023-12-15]. Dostupné z: [https://www.lidovky.cz/ceska-pozice/jak-navysit-sucho-v-krajine-pripad-mestecka-zidlochovice.A200521\\_232335\\_pozice-tema\\_lube](https://www.lidovky.cz/ceska-pozice/jak-navysit-sucho-v-krajine-pripad-mestecka-zidlochovice.A200521_232335_pozice-tema_lube)
- [43] Židlochovický most. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2023-12-15]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%BDidlochovick%C3%BD\\_most](https://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%BDidlochovick%C3%BD_most)
- [44] KOPP, Jan, Pavel RAŠKA, Miroslav VYSOUDIL, Martin DOLEJŠ, Tomáš VEITH, Marie NOVOTNÁ a Jindřich FRAJER. *Katalog mikrostruktur městské krajiny pro potřeby ekohydrologického managementu* [online]. [cit. 2024-01-05]. Dostupné z: [https://fek.zcu.cz/blob.php?table=internet\\_list&type=FileType&file=Data&name=FileName&idname=IDInternet&id=4506](https://fek.zcu.cz/blob.php?table=internet_list&type=FileType&file=Data&name=FileName&idname=IDInternet&id=4506)
- [45] *Tři soubory rozdělení mapových zobrazení* [online]. In: . [cit. 2023-11-24]. Dostupné z: [https://docs.qgis.org/3.10/cs/docs/gentle\\_gis\\_introduction/coordinate\\_reference\\_systems.html](https://docs.qgis.org/3.10/cs/docs/gentle_gis_introduction/coordinate_reference_systems.html)
- [46] *Připojení tabulkových dat* [online]. In: . [cit. 2023-11-25]. Dostupné z: [https://training.gismentors.eu/qgis-zacatecnik/vektorova\\_data/join.html](https://training.gismentors.eu/qgis-zacatecnik/vektorova_data/join.html)
- [47] *Prostorové analýzy* [online]. In: . [cit. 2023-11-25]. Dostupné z: [https://training.gismentors.eu/qgis-zacatecnik/vektorova\\_data/prostorove\\_analyzy.html?highlight=buffer](https://training.gismentors.eu/qgis-zacatecnik/vektorova_data/prostorove_analyzy.html?highlight=buffer)
- [48] *Pocitová mapa města Brna 2018* [online]. In: . [cit. 2023-11-25]. Dostupné z: <https://data.brno.cz/apps/52732ba106d9446ca53c0bf7edb5dfb5/explore>
- [49] *Nová Zbrojovka* [online]. In: . [cit. 2023-11-26]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=FnW04GQ6lzo>
- [50] *Modrozelená infrastruktura v Brně: Příklady realizací* [online]. In: . [cit. 2023-11-26]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=FnW04GQ6lzo>

- [51] *Sluseholmen* [online]. In: . [cit. 2023-11-26]. Dostupné z: <https://www.arkitema.com/en/project/sluseholmen>
- [52] *Ørestad – Urban nature and world class architecture* [online]. In: . [cit. 2023-11-26]. Dostupné z: <https://www.wonderfulcopenhagen.com/wonderful-copenhagen/international-press/orestad-urban-nature-and-world-class-architecture>
- [53] *8 tallet Ørestad – Bjarke Ingels* [online]. In: . [cit. 2023-11-26]. Dostupné z: <https://gudmann.com/8-tallet/>
- [54] *Adaptterra Awards: Biocentrum Mokroš* [online]. In: . [cit. 2023-12-01]. Dostupné z: <https://www.komunalniekologie.cz/info/adaptterra-awards-biocentrum-mokros>
- [55] *Komu se nelení, tomu se zelení* [online]. In: . [cit. 2023-12-02]. Dostupné z: <https://www.klatovy21.cz/komu-se-neleni-tomu-se-zeleni/>
- [56] *Chytrý strom AS-POUSTR – popínavý uliční strom* [online]. In: . [cit. 2023-12-02]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/96.chytry-strom-as-poustr-popinavy-ulicni-strom>
- [57] BURIAN, Samuel. *Metodika Ozelenění fasád* [online]. In: . [cit. 2023-12-02]. Dostupné z: <https://www.zelenestrechy.info/facade-greening-form/complete>
- [58] *Zelené střechy: šance pro budoucnost* [online]. In: . [cit. 2023-12-02]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/strecha/zelene-strechy-sance-pro-budoucnost>
- [59] *Fotovoltaika a zelená střecha: spolu jim to funguje lépe* [online]. In: . [cit. 2023-12-02]. Dostupné z: <https://www.dumazahrada.cz/clanek/fotovoltaika-a-zelena-strecha-20220609.html>
- [60] *Pronájem rostlin s péčí* [online]. In: . [cit. 2023-12-02]. Dostupné z: <https://www.jungleinteriors.cz/sluzby-a-produkty/pronajem-rostlin-s-peci>
- [61] *Zelené stěny a sloupy* [online]. In: . [cit. 2023-12-02]. Dostupné z: <https://www.jungleinteriors.cz/sluzby-a-produkty/zelene-steny>
- [62] *Pražská kanalizace. Chránila před cholerou a budila protesty* [online]. In: . [cit. 2023-12-03]. Dostupné z: <https://plus.rozhlas.cz/prazska-kanalizace-chranila-pred-cholerou-a-budila-protesty-6508559>
- [63] *Weikerlsee – Badespaß und Naturidylle im Süden von Linz* [online]. In: . [cit. 2023-12-03]. Dostupné z: <https://www.visitlinz.at/sehen-erleben/weikerlsee-linz>
- [64] *Watersquare Benthemplein* [online]. In: . [cit. 2023-12-03]. Dostupné z: <https://www.urbanisten.nl/work/benthemplein>
- [65] *The Bishan-Ang Mo Kio Park* [online]. In: . [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/figure/The-Bishan-Ang-Mo-Kio-Park-where-the-naturalized-Kallang-River-is-integrated-with-its\\_fig6\\_331793973](https://www.researchgate.net/figure/The-Bishan-Ang-Mo-Kio-Park-where-the-naturalized-Kallang-River-is-integrated-with-its_fig6_331793973)

- [66] *Výsadby do strukturálního substrátu v Jihlavě* [online]. In: . [cit. 2023-12-10]. Dostupné z: <https://www.adaptterraawards.cz/Databaze/2022/Vysadby-do-strukturalniho-substratu-Jihlava>
- [67] *Díky lučním trávnikům se do parků v Ostravě vrátily různé druhy kvítí i motýli* [online]. In: . [cit. 2023-12-10]. Dostupné z: <https://ostrava.rozhlas.cz/diky-lucnim-travnikum-se-do-parku-v-ostrave-vratily-ruzne-druhy-kviti-i-motyli-8038038>
- [68] *Místo kerů okrasný travnatý pás s květinami. Brněnská tramvajová trať projde rekonstrukcí* [online]. In: . [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://mhd86.cz/2020/02/26/misto-keru-okrasny-travnaty-pas-s-kvetinami-brnenska-tramvajova-trat-projde-rekonstrukci/>
- [69] RACEK, Attila. *Fontána u Janáčkova divadla* [online]. In: . [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://brnensky.denik.cz/galerie/foto.html?mm=6128663-brno-kultura-janacek-divadlo-fontana&back=1635972998-2244-50&photo=1>
- [70] *Brno - Skácelova kašna* [online]. In: . [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.cisarov.cz/turistika?id=67005&action=detail>
- [71] *Zelená střecha na budově Main Point Pankrác v Praze* [online]. In: . [cit. 2023-12-02]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/strecha/nejkrasnejsi-zelene-strechy-roku-2019>
- [72] *Pohyb obyvatel na základě dat mobilního operátora* [online]. In: . [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://data.brno.cz/apps/41bd778ef2e24f8d985cd54a963ce7a6/explore>
- [73] *Modrozelená infrastruktura v Ostravě* [online]. In: . [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://experience.arcgis.com/experience/8e8b9972b34449a2bdfbae57fdc88601/>
- [74] *Komunitní centrum – Všichni spolu* [online]. In: . [cit. 2023-12-15]. Dostupné z: <https://www.adaptterraawards.cz/Databaze/2019/Komunitni-centrum-VSICHNI-SPOLU>
- [75] *Zahrada u Velkého Světa techniky Na střeše přízemního podlaží Velkého Světa Techniky* [online]. In: . [cit. 2023-12-15]. Dostupné z: <https://www.adaptterraawards.cz/Databaze/2020/Zahrada-u-Velkeho-Sveta-techniky-ve-Vitkovicich>
- [76] *Židlochovický most* [online]. In: . [cit. 2023-12-15]. Dostupné z: <https://mapio.net/wiki/Q13629018-cs/>
- [77] *Lesopark Líchy u Židlochovic* [online]. In: . [cit. 2023-12-15]. Dostupné z: <https://www.adaptterraawards.cz/cs/Lesopark-Lichy-u-Zidlochovic>
- [78] *Otevření předzámeckého parku 2019* [online]. In: . [cit. 2023-12-15]. Dostupné z: <https://www.zidlochovice.cz/cs/kultura-a-volny-cas/fotogalerie-mesta/otevreni-predzameckeho-parku-2019.html>

- [79] *Státní správa zeměměřictví a katastru* [online]. In: . [cit. 2023-12-22]. Dostupné z: <https://www.cuzk.cz/>
- [80] *Územní plán města Židlochovice* [online]. In: . [cit. 2023-12-29]. Dostupné z: <https://www.zidlochovice.cz/cs/mestsky-urad/uzemni-plany-obci/mesto-zidlochovice.html>
- [81] *Che cos'è il Bosco Verticale di Milano?* [online]. In: . [cit. 2024-01-05]. Dostupné z: <https://www.donne.it/bosco-verticale-milano/>

## 8 SEZNAM OBRÁZKŮ

|  |    |
|--|----|
| Obrázek 1 Vztah hospodaření s dešťovou vodou (HDV) k šedé, modrozelené a zelené infrastruktuře [13]..... | 11 |
| Obrázek 2 rozdělení ekosystémových služeb [4] .....  | 12 |
| Obrázek 3 srovnání vsaku, odtoku a výparu [12].....  | 15 |
| Obrázek 4 Průleh mezi komunikacemi [vlastní] .....   | 16 |
| Obrázek 5 Povrchová rýha v Jihlavě [65] .....  | 16 |
| Obrázek 6 Retenční nádrž Královo Pole [vlastní] .....  | 17 |
| Obrázek 7 Květinová louka v Bruntále [66].....   | 17 |
| Obrázek 8 Tramvajový pás Brno [67] .....   | 18 |
| Obrázek 9 AS-TTE zasakovací rošt [15] .....  | 18 |
| Obrázek 10 Rošty se zatravněním [15] .....   | 18 |
| Obrázek 11 Využití vegetačních pytlů [15].....   | 19 |
| Obrázek 12 Vsakovací tunel AS-KRECHT [15].....   | 20 |
| Obrázek 13 Tunelový odvodňovací systém [15] .....  | 21 |
| Obrázek 14 výstavba vsakovacího objektu z plastových košů [14].....                                      | 21 |
| Obrázek 15 Vsakovací šachta [14].....  | 22 |
| Obrázek 16 Centrální kořenová čistička pro obec [18] .....   | 24 |
| Obrázek 17 Biocentrum Mokroš [53].....   | 24 |
| Obrázek 18 Skácelova kašna [69].....   | 25 |
| Obrázek 19 Fontána u Janáčkova divadla [68].....   | 25 |
| Obrázek 20 Průměrná roční teplota ČR [20] .....  | 26 |
| Obrázek 21 Snímky z termokamery [20] .....   | 27 |
| Obrázek 22 Rozdíl mezi ulicí s a bez stromů [54].....  | 28 |
| Obrázek 23 Popínavé stromy [16].....   | 29 |
| Obrázek 24 Popínavé stromořadí [55] .....  | 29 |
| Obrázek 25 Věže Bosco verticale v Miláně [81] .....  | 30 |
| Obrázek 26 Zelená fasáda sídla ombudsmana v Brně [21] .....  | 30 |
| Obrázek 27 Základní rozdělení zelených fasád [56].....   | 31 |
| Obrázek 28 Druhy a typy zelených střech [22] .....   | 31 |
| Obrázek 29 Zelená střecha v Praze [70].....  | 33 |
| Obrázek 30 Zelená střecha v dotyku s parterem [57].....  | 34 |
| Obrázek 31 Zelená střecha s fotovoltaikou [58] .....   | 34 |
| Obrázek 32 Rostliny v kanceláři [59].....  | 35 |
| Obrázek 33 Samostatně stojící zelené sloupy [60] .....   | 35 |
| Obrázek 34 Zelená stěny v interiéru [60].....  | 35 |
| Obrázek 35 Pražská kanalizace [61] .....   | 36 |
| Obrázek 36 Sluseholmen [50] .....  | 37 |
| Obrázek 37 8Tallet [52] .....  | 38 |
| Obrázek 38 Orestad kanál [51] .....  | 38 |
| Obrázek 39 Orestad [24] .....  | 38 |
| Obrázek 40 Jezero Weikerlsee [62].....   | 39 |
| Obrázek 41 Odtok vody ze střech do průlehů [12] .....  | 39 |
| Obrázek 42 Cesty pro odtok srážkové vody [12].....   | 39 |
| Obrázek 43 Dětské vodní hřiště [12].....   | 39 |

|  |    |
|--|----|
| Obrázek 44 Vodní náměstí Benthemplein [63] .....                 | 40 |
| Obrázek 45 Revitalizace řeky Kallang [64] .....                  | 41 |
| Obrázek 46 Původní stav koryta řeky Kallang [12] .....           | 41 |
| Obrázek 47 Komunitní centrum Všichni spolu [73] .....            | 42 |
| Obrázek 48 Zahrada u Velkého světa techniky [74] .....           | 43 |
| Obrázek 49 Main Point Pankrác [25] .....                         | 44 |
| Obrázek 50 Budova B Brumlovka [26] .....                         | 45 |
| Obrázek 51 Lochotínský park [27] .....                           | 46 |
| Obrázek 52 - Nová Zbrojovka [48] .....                           | 47 |
| Obrázek 53 Nová Zbrojovka [48] .....                             | 47 |
| Obrázek 54 Park pod Plachtami [28] .....                         | 48 |
| Obrázek 55 Univerzitní kampus Bohunice [49] .....                | 48 |
| Obrázek 56 Aquapark Kohoutovice [49] .....                       | 49 |
| Obrázek 57 Revitalizace Staré Ponávky [30] .....                 | 49 |
| Obrázek 58 Otevřená zahrada [31] .....                           | 50 |
| Obrázek 59 – Tři soubory rozdělení mapových zobrazení [44] ..... | 51 |
| Obrázek 60 - Ukázka vektorových dat [vlastní] .....              | 53 |
| Obrázek 61 - Ukázka rastrových dat [vlastní] .....               | 54 |
| Obrázek 62 - Ukázka TIN ve 3D zobrazení [32] .....               | 55 |
| Obrázek 63 - Ukázka atributové tabulky [45] .....                | 56 |
| Obrázek 64 - Obalové zóny [46] .....                             | 58 |
| Obrázek 65 - Nastavení vlastností [vlastní] .....                | 59 |
| Obrázek 66 - Zásuvné moduly [vlastní] .....                      | 60 |
| Obrázek 67 Nástroj symetrický rozdíl [33] .....                  | 60 |
| Obrázek 68 Nástroj sjednotit [33] .....                          | 60 |
| Obrázek 69 Nástroj rozpustit [33] .....                          | 60 |
| Obrázek 70 Nástroj rozdíl [33] .....                             | 60 |
| Obrázek 71 Rastrový kalkulátor [vlastní] .....                   | 61 |
| Obrázek 72 - Pocitová mapa Brna [47] .....                       | 61 |
| Obrázek 73 Data mobilních operátorů [71] .....                   | 62 |
| Obrázek 74 Modrozelená infrastruktura v Ostravě [72] .....       | 62 |
| Obrázek 75 Cykloboxy u nádraží [vlastní] .....                   | 65 |
| Obrázek 76 Mapa záplavového území [40] .....                     | 67 |
| Obrázek 77 Rozhledna a svah Výhon [79] .....                     | 68 |
| Obrázek 78 Předzámecký park [vlastní] .....                      | 69 |
| Obrázek 79 Vodní toky Židlochovice [vlastní] .....               | 69 |
| Obrázek 80 Most přes Svratku [75] .....                          | 70 |
| Obrázek 81 Mokřad u Lích [76] .....                              | 70 |
| Obrázek 82 Předzámecký park vodní prvek [77] .....               | 70 |
| Obrázek 83 Kašna na náměstí Míru [vlastní] .....                 | 71 |
| Obrázek 84 Kašna na dvoře komunitního centra [vlastní] .....     | 71 |
| Obrázek 85 Pítka na dětském hřišti [vlastní] .....               | 71 |
| Obrázek 86 RÚIAN [vlastní] .....                                 | 74 |
| Obrázek 87 Ortofoto [78] .....                                   | 74 |
| Obrázek 88 Data ze ZABAGED [78] .....                            | 75 |
| Obrázek 89 Nástroj oříznout [vlastní] .....                      | 75 |

|  |    |
|--|----|
| Obrázek 90 Filtrování vrstev [vlastní] .....                     | 76 |
| Obrázek 91 Úprava vrstev [vlastní] .....                         | 76 |
| Obrázek 93 DMR5G pro Židlochovice [78] .....                     | 77 |
| Obrázek 92 Rozlišení povrchu dle sklonu [vlastní] .....          | 77 |
| Obrázek 94 Tvorba výsledné mapy podle indexu BAF [vlastní] ..... | 77 |

## **9 SEZNAM TABULEK**

|  |    |
|--|----|
| Tabulka 1 Dostupná data .....                      | 72 |
| Tabulka 2 Parametry elementárních ploch [44] ..... | 78 |

## **10 SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha č.1 – Stávající MZI v Židlochovicích

Příloha č.2 – Plánovaná MZI v Židlochovicích

Příloha č.3 – Klasifikace ploch podle koeficientu odtoku

Příloha č.4 – Klasifikace ploch podle koeficientu evapotranspirace

Příloha č.5 – Klasifikace ploch podle indexu Biotope Area Factor