

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2023

Kateřina Mlezivová

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA PLÁNOVÁNÍ KRAJINY A SÍDEL

Koncepce mitigačních a adaptačních opatření na
území Praze 9

The concept of mitigation and adaptation measures
in the territory of Prague 9

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Vojtěch Novotný, PhD.

Vypracovala: Bc. Kateřina Mlezivová

2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Kateřina Mlezivová

Rozvoj venkova a zemědělství
Prostorové plánování

Název práce

Koncepce mitigačních a adaptačních opatření na území Praze 9

Název anglicky

Concept for mitigation and adaptation to climate at Prague 9

Cíle práce

Cílem práce je vytvořit koncepci mitigačních a adaptačních opatření na území MČ Praha 9.

Metodika

Studentka vypracuje literární rešerši zaměřenou především na problematiku vzniku tepelných ostrovů v sídlech, hydrologické vlastnosti zastavěných území, přístupů k mitigaci projevů klimatické změny a na systém územního plánování. Na základě získaných poznatků zpracuje s využitím datové základny ÚAP Praha – Obec analýzy podmínek MČ Praha 9 se zvláštním důrazem na teplotní režim zastavěného území a hydrografickou síť, které vyhodnotí ve výkresu negativ a pozitiv a z nich vyplývajících požadavků na změny v území, navrhně jejich koncepční řešení a vyhodnotí potřeby změn platné územně plánovací dokumentace. V diskusi práce se zaměří především na konfrontaci svých poznatků s aktuálními metodikami platnými na území hl. m. Prahy.

Doporučený rozsah práce

do 100 stran textu, schémata a kartogramy, výkres pozitiv a negativ a hlavní výkres v měř. 1:10000

Klíčová slova

mitigace klimatické změny, adaptační opatření, územní plánování

Doporučené zdroje informací

Davoudi, S., Crawford, J., Mehmood, A., eds. Planning for Climate Change: Strategies for Mitigation and Adaptation for Spatial Planners, Routledge, 2009

Hamin Infield, E., M., Abunnasr, Y., Ryan, R., L., eds. Planning for Climate Change, A Reader in Green Infrastructure and Sustainable Design for Resilient Cities, Routledge, 2019

Hlavínek, P., Zelenáková, M. Storm Water Management: Examples from Czech Republic, Slovakia and Poland, Springer, 2015

Sañudo-Fontaneda L., A., Hunt, W., F. Green Stormwater Infrastructure for Sustainable Urban and Rural Development, MDPI Basil, 2021

Standardy hospodaření se srážkovými vodami na území hlavního města Prahy

Strategie adaptace hl. m. Prahy na klimatickou změnu

Územně analytické podklady hl. m. Prahy pro obec 2020

Územní plán sídelního útvaru hlavního města Prahy

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Vojtěch Novotný, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra plánování krajiny a sídel

Elektronicky schváleno dne 21. 2. 2022

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 30. 03. 2023

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou/závěrečnou práci na téma: Koncepce mitigačních a adaptačních opatření na území Prahy 9 vypracoval/a samostatně a citoval/a jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil/a a které jsem rovněž uvedl/a na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

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

Jsem si vědom/a, že odevzdáním diplomové/závěrečné práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V..... dne.....

Podpis.....

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala mému vedoucímu práce Ing. Vojtěchu Novotnému, PhD. za odborné vedení, cenné rady, podporu a trpělivost při realizaci mé diplomové práce.

Abstrakt

Tato diplomová práce se věnuje tématu modrozelené infrastruktury a mitigačním a adaptačním opatřením. Cílem této práce je navrhnout koncepci pro území městské části Praha 9, která bude obsahovat opatření pro nakládání se srážkovou vodou v rámci urbanizovaného území, zmírnění přehřívání daných oblastí a pro celkové zlepšení klimatických podmínek. V literární rešerši je přiblížena problematika ekosystému městského prostředí, změn ve vodním a teplotním režimu a jevů s tím spojených. Analytická část se pak zaměřuje přímo na území městské části Prahy 9. V rámci jednotlivých analýz je přiblížen charakter území. Analýzy postupují od geologických jevů postupně na povrch přes analýzy vystavěného prostředí a zeleně až po klima. Základní poznatky z analýz jsou, spolu s vydefinovanými pozitivy a negativy v území, shrnuty v grafických výstupech. Návrhová část práce pak tyto poznatky reflektuje pomocí návrhu jednotlivých opatření v rámci koncepce. Tyto opatření jsou zaměřena na mitigaci klimatické změny a na adaptaci negativních důsledků pomocí přírodě blízkých opatření. Výsledkem práce je grafický výstup koncepce mitigačních a adaptačních opatření a zároveň vyhodnocení řešení pozitiv a negativ v území. Návrh koncepce prostřednictvím opatření zajišťuje větší odolnost území vůči vlnám veder a sucha, snížení výparu, zpomalení odtoku srážek a doplněním přírodě blízkých opatření a tím celkově zkvalitňuje klima v řešeném území.

Klíčová slova:

mitigace klimatické změny, adaptační opatření, územní plánování

Abstract

This diploma thesis deals with the topic of blue-green infrastructure and mitigation and adaptation measures. The aim of this work is to propose a concept for the territory of the Prague 9 district, which will include measures for managing rainwater within the urbanized area, mitigating the overheating of the given areas and for the overall improvement of climatic conditions. In the literature search, the problem of the ecosystem of the urban environment, changes in the water and temperature regime and related phenomena is approached. The analytical part then focuses directly on the territory of the Prague 9 district. Within the individual analyses, the character of the territory is described. The analyzes progress from geological phenomena gradually to the surface, through analyzes of the built environment and greenery to the climate. The basic findings from the analyzes are summarized in graphic outputs, together with the defined positives and negatives in the area. The design part of the work then reflects these findings by means of the design of individual measures within the framework of the concept. These measures are aimed at mitigating climate change and adapting negative consequences using measures close to nature. The result of the work is a graphic output of the concept of mitigation and adaptation measures and at the same time an evaluation of positive and negative solutions in the territory. The draft concept through measures ensures greater resistance of the area to heat waves and drought, reduction of evaporation, slowing down of rainfall runoff and by supplementing measures close to nature and thereby overall improves the climate in the solved territory.

Keywords:

climate change mitigation, adaptation measures, spatial planning

Obsah

1. Úvod	1
2. Cíl práce	1
3. Metodika	2
4. Literární rešerše.....	3
4.1 Město jako ekosystém	3
4.2 Vlivy na klima ve městě	5
4.2.1 Teplotní režim města	5
4.2.2 Vodní režim města	8
4.3 Klimatické důsledky v městském prostředí	10
4.4 Mitigační a adaptační opatření	13
4.4.1 Vývoj konceptů a opatření.....	13
4.4.2 Nástroje modrozelené infrastruktury a jejich přínosy	15
4.5 Legislativní ukotvení opatření	18
4.6 Vstupy ovlivňující návrh koncepce.....	20
4.6.1 Rozbory a analýzy	20
4.6.2 Využití moderních technologií	22
5. Praktická část	24
5.1 Analýzy a průzkumy	24
5.1.1 Základní informace o území.....	24
5.1.2 Popis městských čtvrtí	25
5.1.3 Geologické, hydrologické a morfologické poměry	27
5.1.4 Infrastruktura v území	30
5.1.5 Veřejná prostranství	34
5.1.6 Zeleň	35
5.1.7 Vodní prvky.....	37
5.1.8 Klima a jeho kvalita	39

5.1.9 Stabilita území a ekologické zátěže	40
5.1.10 Majetkoprávní vztahy	42
5.2 Pozitiva a negativa v území	43
5.2.1 Hospodaření s dešťovou vodou	43
5.2.2 Zeleň	43
5.2.3 Kvalita klimatu.....	44
6. Návrhová část.....	44
6.1 Vize koncepce.....	44
6.2 Jednotlivé cíle koncepce	45
6.3 Navržená koncepční opatření.....	46
6.3.1 Opatření v přírodních plochách.....	47
6.3.2 Opatření v městském prostředí	49
6.3.3 Propojenost	52
6.4 Vyhodnocení řešení pozitiv a negativ	53
6.4.1 Pozitiva a negativa – srážková voda	53
6.4.2 Pozitiva a negativa – zeleň	54
6.4.3 Pozitiva a negativa – klima.....	54
7. Diskuse.....	55
8. Závěr	56
Přehled literatury a zdrojů	58
Odborné publikace.....	58
Legislativní zdroje	60
Internetové zdroje	60
Ostatní zdroje	63
Seznam obrázků.....	65
Seznam Tabulek.....	67
Přílohy	68

1. Úvod

V posledních letech se města musejí vypořádat s novými výzvami, kterým doposud ještě nečelila. V důsledku vysoké míry urbanizace a postupným ukrajováním okolní přírody, dochází ve městech k podstatné změně ve vodním režimu a ke zvyšování teplot. Odlišný vodní režim a vyšší teploty ovlivňují další děje jako například míru výparu a s tím spojené sucho nebo naopak extrémní projevy srážek. Začínají se také vyskytovat nedostatky, které pramení z přístupu plánování měst v minulosti. Zejména se jedná o konvenční způsob odkanalizování měst jednotným systémem. Srážková voda, která začíná být čím dál více vzácným prvkem, je nesmírně rychle hned při prvním dopadu na zpevněný povrch města, svedena systémem kanalizace pryč. To způsobuje nejen kapacitní problémy v samotném kanalizačním systému, ale ovlivňuje to i hladinu podzemní vody a další přírodní jevy. Aby se kvalita života ve městech nesnižovala a naopak zvyšovala, je důležité přijmout nové přístupy k plánování a revitalizaci měst. Nejedná se ale o žádné převratné myšlenky. Ba naopak o přístupy inspirované ději v přírodě, které je možné přetransformovat i do městského prostředí a tím se na nové výzvy adaptovat nebo jejich negativním důsledkům předcházet.

2. Cíl práce

Cílem práce je vytvořit koncepci pro území městské části Prahy 9, která bude reflektovat mitigaci klimatické změny a bude obsahovat adaptačních opatření pro hospodaření se srážkovou vodou v urbanizovaném území, pro zmírňování negativních dopadů vln veder a sucha a pro předcházení negativních dopadů extrémních srážek. Jednotlivé druhy opatření v sobě budou odrážet charakter jednotlivých území, podle jejich místa realizace.

3. Metodika

Postupem mé práce bude nejdříve vytvořit literární rešerši, která se zaměří na problematiku městského prostředí a jeho klimatu. Popíši, jakými znaky se klima liší ve městě liší, co za faktory jej ovlivňuje a jaké další jevy s tím souvisí. Další částí literární rešerše se zaměřím na vodní a teplotní režim městského prostředí. Jaké jsou odlišnosti od přirozeného vodního a teplotního režimu a jaké z toho pro městské prostředí vyplývají důsledky. Následně se budu věnovat principům mitigačních a adaptačních opatření a jejich využívání právě v souvislosti s negativními dopady městského prostředí. Nakonec se v literární rešerši zaměřím na legislativu spojenou s mitigačními a adaptačními opatřeními a jejich realizací. Úplně poslední částí literární rešerše bude přehled užitečných analýz a rozborů, které předchází samotnému návrhu koncepce těchto opatření.

Po literární rešerši budou navazovat vlastní analýzy území. V rámci analytické části práce budu zpracovávat jak textovou část, tak i grafickou část. Do analýz zahrnu stručný popis jednotlivých částí území městské části Prahy 9. Dále budou navazovat jednotlivé analýzy, které blíže rozkryjí charakter území. Budu postupovat od podpovrchové části území dále na povrch. Nejdříve tedy zpracuji analýzy zaměřené na geologické poměry a hydrogeologické poměry. Poté přes morfologické poměry přes technickou infrastrukturu budu postupně stoupat na povrch. Dále budou následovat analýzy fyzického vystavěného prostředí a analýzy zeleně a vodních ploch. Nakonec provedu analýzy týkající se klimatických podmínek. K jednotlivým analýzám budu využívat dostupné podklady jako územně analytické podklady hlavního města Prahy, veřejně dostupná mapová díla a další veřejně přístupná data o území Prahy. Zejména sady otevřených dat a mapových aplikací z geoportálu hlavního města Prahy. Mapové výstupy k jednotlivým analýzám budu zpracovávat prostředím ArcGIS. Výsledkem analýz bude jejich přehled se stručnými poznatky. Analytickou část pak uzavřu přehledem zjištěných pozitiv a negativ v území. K pozitivům a negativům taktéž zpracuji grafický výstup v prostředí ArcGIS.

Na zjištěná pozitiva a negativa naváže poslední část mé práce, a to návrh samotné koncepce adaptačních a mitigačních opatření v území MČ Prahy 9. Návrh koncepce bude reflektovat vzniklé požadavky na změny v území plynoucí z negativ a pozitiv. Prvním krokem bude určení si vize koncepce a jednotlivých cílů koncepce. Následujícím krokem bude určení jednotlivých opatření, která budou vycházet ze

zjištěných podmínek a charakteru území v rámci analýz a budou naplňovat jednotlivé cíle. Návrh koncepce zpracují jak formou textové části, tak formou grafického výstupu opět za použití ArcGIS. V textové části budou jednotlivá opatření popsána a v grafické části budou zasazena do řešeného území. Celou návrhovou část uzavřou zhodnocením přínosu jednotlivých opatření a jejich provázanosti.

4. Literární rešerše

4.1 Město jako ekosystém

Dle definice A. G. Tansley (1935) (Pomeroy & Alberts, 1988) je ekosystém společenstvím živých organismů ve spojení s neživými složkami jejich prostředí, které interagují jako systém. Jak v přírodě, tak ve městě probíhá nespočet procesů, které v mnoha případech nesou stejný název, ale díky odlišnému prostředí probíhají rozdílným způsobem. Jedná se například o základní mechanismy, které v rámci volné krajiny i města probíhají neustále, jako koloběh vody, meteorologické jevy, přítomnost různých rostlin živočichů a jejich biodiverzita a mnoho dalších toků různých energií. Odlišnost těchto mechanismů je ale tak zásadní, že z toho lze vyvodit následující závěr, a to že město má svůj vlastní ekosystém. Nakonec nelze vynechat jednu zásadní složku, která městské prostředí zásadně odlišuje od volné krajiny, a to koncentrovanou přítomnost lidí. Přítomnost lidí a dějů s tím spojených, tvoří další veliký rozdíl v kompozici, struktuře, funkci a dynamice mezi ekosystémem města a ekosystémem volné krajiny. (Alberti, 2016)

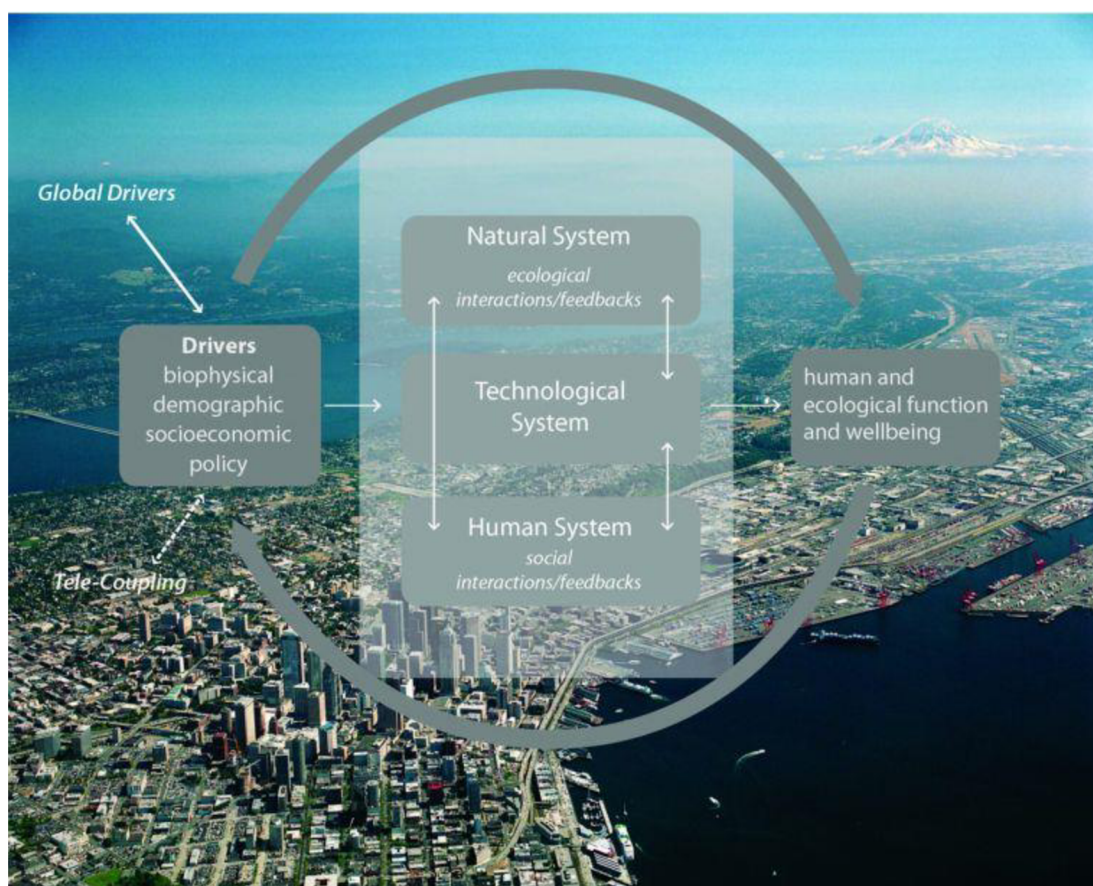
Když se podíváme do historie, města začala být brána jako jakýsi komplexní systém v 70. letech. Město jako ekosystém bylo popisováno ve článku "The Strategy of Ecosystem Development" jehož autorem je E. Odum (1969). Na to navázalo mnoho autorů, jako například Wackernagel a Riess (1995) v knize Our Ecological Footprint. V podobné době se ale rozvíjela i druhá myšlenka popisující město jako komplexní systém zejména z pohledu mobility a dopravy, finančních toků, energetiky a logistiky.

Později vznikly ještě další dvě rozdílné myšlenky, které také popisují město jako jakési (eko)systémy. První z nich brala města jako sociálně-ekonomické systémy, jejíž autorkou je Jane Jacobs (1970) a druhá od autora Manuela Castellse (1989), kde je město systémem pro výměnu informací. Časem se však ukázalo, že město a jeho

složité systém se nevyvíjí pouze rovnoměrně a hladkým zároveň progresivním způsobem, ale je velice důležitá schopnost adaptovat se na různé změny. Tuto myšlenku pak rozvíjel i autor Michael Batty (1994). Nyní hodně diskutovanou změnou je právě změna klimatická. Myšlenka ekosystému města se objevuje i ve spojení městských oblastí a přírody, tedy ve formování městské krajiny, kterou popisuje autor Erik Swyngedouw (2005).

Názory na to, jestli lze město považovat jako samostatný ekosystém se liší, v průběhu historie se mění a je možné že do budoucna budou také odlišné. Co ale stále platí a platit i bude, že město je (eko)systémem, ve kterém spolupůsobí a navzájem se ovlivňují lidské, technické a přírodní složky. Tím vzniká unikátní soubor interakcí vazeb, které jinde nenajdeme. Schéma městského ekosystému můžeme vidět na obrázku níže.

Obrázek 1: Schéma městského ekosystému (Alberti 2017, in Press)



Jak již bylo zmíněno, v rámci urbanizovaného prostředí probíhá spousta přirozených procesů odlišně, a to právě v důsledku urbanizace, převaze nepropustných povrchů,

výskytu jiných materiálů a přítomnosti lidí. Jaké procesy to jsou a jak a v čem se liší jejich průběh na rozdíl od těch přirozených ve volné krajině, popíši v dalších kapitolách.

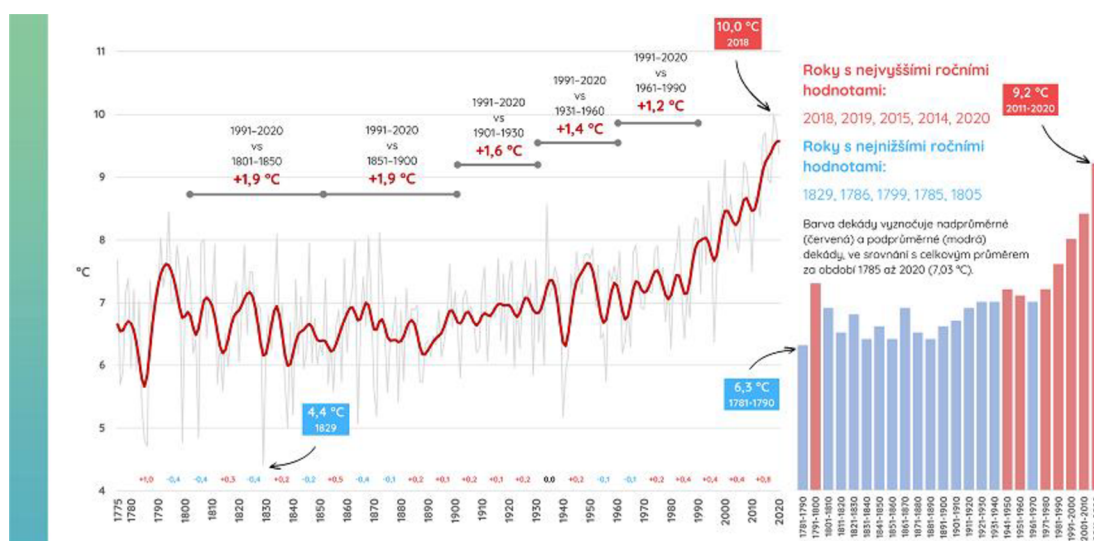
4.2 Vlivy na klima ve městě

Fyzické změny v krajině jako urbanizace, mají svůj podíl vlivu i na počasí a obecně klima ve městě. To, že klima prochází neustálým procesem změny jako střídáním dob oteplování a ochlazování už po miliony let a že klima se mění i přičiněním lidí a jejich aktivit, je již známý fakt. Samotná urbanizace má za následek zvyšování podílu zpevněných ploch na úkor volné krajiny, rozšiřování zemědělské krajiny, odlesňování a tak podobně. Všechny tyto děje ovlivňují klima ve městě a v jeho blízkosti. (Davoudi & kol., 2009) Mezi jedny z nejzřetelnějších projevů změny počasí patří změna teplot a úhrnu srážek. Oba faktory ovlivňují nespočet dalších procesů, které probíhají jak ve volné přírodě, tak i ve městě.

4.2.1 Teplotní režim města

Kolem 50 % rozlohy města Prahy, a toto číslo stále roste, tvoří zastavěné území (Znáte Prahu? 2015), které je převážně tvořeno ze zpevněných ploch. Tyto plochy zásadně ovlivňují teplotní režim města. Navíc je ještě většina těchto ploch tvořena z nepropustných materiálů a materiálů, které teplo sálají zpět do ulic. Obecně průměrná roční teplota od 80. let 20. století mírně roste, což je vidět na grafu níže.

Obrázek 2 - Průměrná roční teplota vzduchu v letech 1775 – 2020 v České republice (Brázdil & kol. 2021)

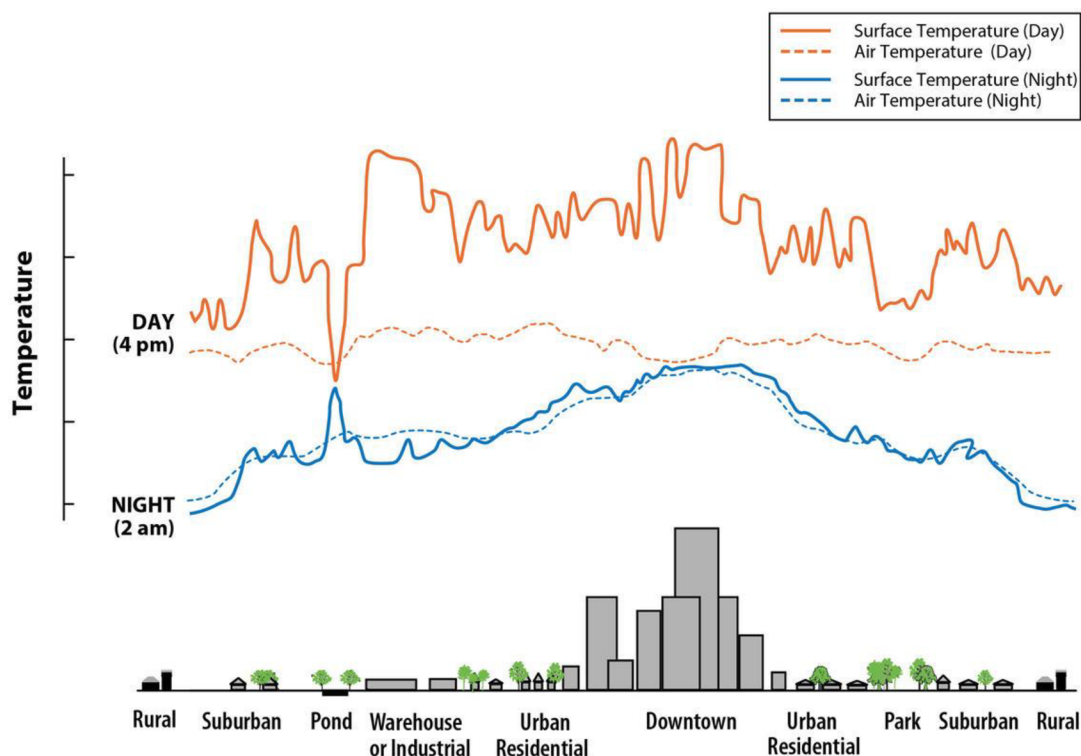


V městském prostředí je tento nárůst teploty ještě vyšší. Vyšší teplotu ve městě totiž umocňuje samotné prostředí, ze kterého se město skládá. Svůj podíl na nárůstu teploty nesou již zmíněné zpevněné plochy a samotné materiály, ze kterých jsou postaveny. Výsledkem toho je tzv. tepelný ostrov města.

Pod tímto pojmem si lze jednoduše představit oblast, kde je citelně vyšší teplota, která se nejčastěji nachází v centru města. To, že se ve městě taková teplejší oblast vykytuje, má hned několik příčin, které se navzájem často umocňují. Městský tepelný ostrov je globálním problémem, jelikož polovina světové populace žije právě ve městech a podle Organizace spojených národů do roku 2050 bude ve městech žít 68 % světové populace. Tepelný ostrov tak nejen ovlivňuje obrovský počet lidí, ale také ovlivňuje procesy, které se ve městech dějí. Dá se říci, že městský tepelný ostrov je přímým důsledkem urbanizace. (Brears, 2018)

Protože samotná urbanizace je složitý proces skládající z několika složek, i městský tepelný ostrov má několik příčin. První příčinou je samotná geometrie města. Díky budovám, zejména těm vyšším, dochází k mnohonásobnému odrazu a absorpci záření, což má za následek zintenzivnění absorpce tepla. (Žák, 2017) Další příčinou městského tepelného ostrova jsou samotné povrchy v rámci urbanizovaného území. Město je z velké části tvořeno ze zpevněných nepropustných povrchů (beton, asfalt, cihly,...), které se liší absorpčními tepelnými vlastnostmi oproti přirozeným povrchům (vegetace, zemina, vodní plochy,...). Zpevněné povrchy absorbují mnohem více krátkovlnného slunečního záření a dochází tak ke změně energetické bilance. Tyto zpevněné povrchy pak způsobují to, že město funguje jako baterie, kdy právě zpevněné povrchy hlavně přes den teplo akumulují a následně z nich (i během noci) teplo sálá. Tepelný ostrov dále umocňuje samotný průmysl, doprava či paradoxně využívání klimatizací, kterými si od vysokých teplot chceme ulevit. (Solecki & kol., 2005) Na obrázku níže je zobrazeno jednoduché schéma, které tepelný ostrov popisuje.

Obrázek 3: Schéma tepelného ostrova (Earth Resources Observation and Science Center 2019)

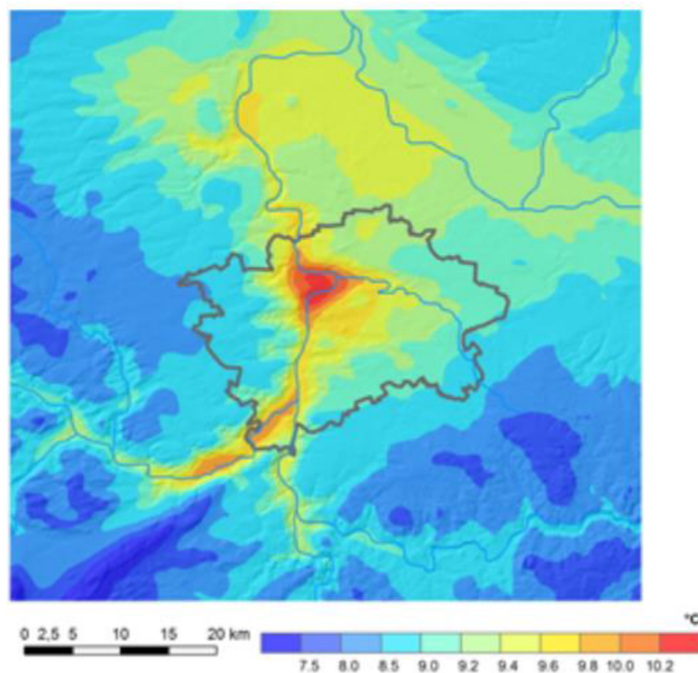


Na obrázku z grafu zobrazujícího teploty vzduchu a teploty povrchu, můžeme vidět, jak se několika násobně liší teplota povrchů od teploty vzduchu hlavně přes den. V noci je pak teplota povrchů i vzduchu srovnatelná nicméně v centru města jsou teploty znatelně vyšší. Pokud vezmeme příklad přímo z Prahy, rozdíl mezi teplotou v centru Prahy a na okraji Prahy je i přes 2°C. Během noci, kdy je centrum města ještě rozpálené díky sálání tepla ze zpevněných povrchů, může být rozdíl teplot i 10°C. (Český hydrometeorologický ústav ČHMÚ)

Dalším projevem tepelného ostrova je tzv. městská bríza. Jedná se o vítr, který vzniká kvůli rozdílu teplot ve dne a v noci. Horký vzduch z města stoupá nahoru a zároveň je do města nasáván chladnější vzduch z městského okolí. Tento jev se stává negativním, pokud je v okolí města umístěn nějaký objekt, který znečišťuje okolní vzduch. Znečištěný vzduch se vlivem brízy přesouvá s okolním vzduchem do městského centra. Tento jev lze nejvíce pozorovat během letních měsíců. Tepelný ostrov také ovlivňuje množství konvektivní (kupovitě) oblačnosti a zvýšení intenzity a množství srážek na závětrné straně měst. A v neposlední řadě je tepelným ostrovem ovlivňována i délka vegetačního období. (ČHMÚ)

Na obrázku níže je vidět území Prahy a část Středních Čech. Barevnou škálou je zobrazena průměrná roční teplota vzduchu v období 1961 – 2016. Z obrázku je zřetelné, že nejvíce „rozpálené“ je právě centrum Prahy a tuto oblast lze nazvat tepelným ostrovem.

Obrázek 4- Tepelný ostrov Prahy (Žák, 2017)



4.2.2 Vodní režim města

Proces, který je v městském ekosystému velice odlišný od průběhu ve volné krajině, je vodní režim. Městské prostředí koloběh vody zásadně ovlivňuje, a to ve všech fázích. Vezmeme si to od začátku, když dešťová voda dopadá na území města, co vše se ní děje? S velkou pravděpodobností dopadne na nějaký zpevněný povrch. Pokud se jedná o budovu, ze střechy putuje nějakým systémem (např. okapovým) dále. V mnoha případech tímto systémem proteče do dalšího systému, kterým bývá kanalizace ať už vyloženě dešťová nebo jednotná. V případě dešťové kanalizace se obecně srážková voda odvádí do recipientu (vodního útvaru). Pokud se jedná o kanalizaci jednotnou, dešťová voda společně se splaškovou vodou ústí do čističky odpadních vod, ve které je vyčištěna a poté míří taktéž do recipientu.

Dalším případem je, že srážková voda dopadne na další zpevněný povrch v podobě nějakého druhu komunikace, náměstí či parkoviště. Z této zpevněné plochy je voda opět rychle odváděna do jednoho z typů kanalizací a opakuje se proces popsany

výše. Obecně tak platí, že velká část vody, která do městského prostředí dopadne, je zase co nejrychleji odvedena pryč. Naopak, když je v určitém místě ve městě voda potřeba, je na dané místo složitě přiváděna například vodovodním systémem. Jen v malé míře je možné v městském prostředí vodu přirozeně zasakovat. S tím souvisí i problém s kapacitou kanalizací. Na území České republiky se průměrný roční úhrn srážek dlouhodobě ani tak nemění. Co se však mění je distribuce srážek během roku, intenzita srážek a místo dopadu srážek. To v městském prostředí může mít za následek, že v místě intenzivního deště kanalizace najednou množství vody nestihá pobírat. To sebou pak nese problémy jako zaplavení uličního profilu a dopravní komplikace. Podle Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) lze definovat 3 kategorie deště, který lze brát již jako nebezpečný jev:

- Vydatný déšť s úhrny srážek více než 30 mm/6 h, 35 mm/12 h nebo 40 mm/24 h
- Velmi vydatný déšť s úhrny srážek více než 50 mm/12 h nebo 60 mm/24 h
- Extrémní srážky s úhrny srážek více než 50 mm/6 h, 70 mm/12 h, 90 mm/24 h nebo 120 mm/48 h

Projekce změn klimatu ukazují, že ve střední Evropě lze očekávat, že právě extrémní srážky se budou vyskytovat mnohem četněji. S tím souvisí i výskyt přívalových povodní. Přívalové povodně mají za příčinu právě vydatný či extrémní déšť a jsou důsledkem nedostatečného zasakování srážkové vody v daném území a problému s kapacitou systémů odkanalizování. Výchoziskem tak je zvýšení míry ploch, kde srážková voda může přirozeně zasakovat nebo kde může být ještě navíc akumulována a dále využita například k zálivce. Inspirací je přirozený koloběh vody ve volné krajině, která na podobném principu může probíhat i ve městě. (Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách České republiky, 2015)

To potvrzuje hned další děj, který je součástí vodního režimu a s dopadem srážek také souvisí. Jedná se o výpar. Výpar má velice zásadní vliv na klima ve městě a je značně ovlivněn velkým podílem právě zpevněných ploch. Zpevněné plochy nejen že způsobují rychlý odtok srážkových vod, ale také způsobují vyšší výpar. Podíl zpevněných ploch je neustále navyšován a v roce 2020 tvořily tyto plochy 13,10 % z celkového území Prahy. (Územně analytické podklady ÚAP) hlavního města Prahy, 2020) Díky sluneční energii se zemský povrch ohřívá a rozehřátý povrch dále ohřívá i přilehlé vrstvy vzduchu. Naopak, když se ze zemského povrchu vypařuje voda (tento proces se nazývá evapotranspirace) povrch je tím ochlazován. „Na odpaření 1 kg (=

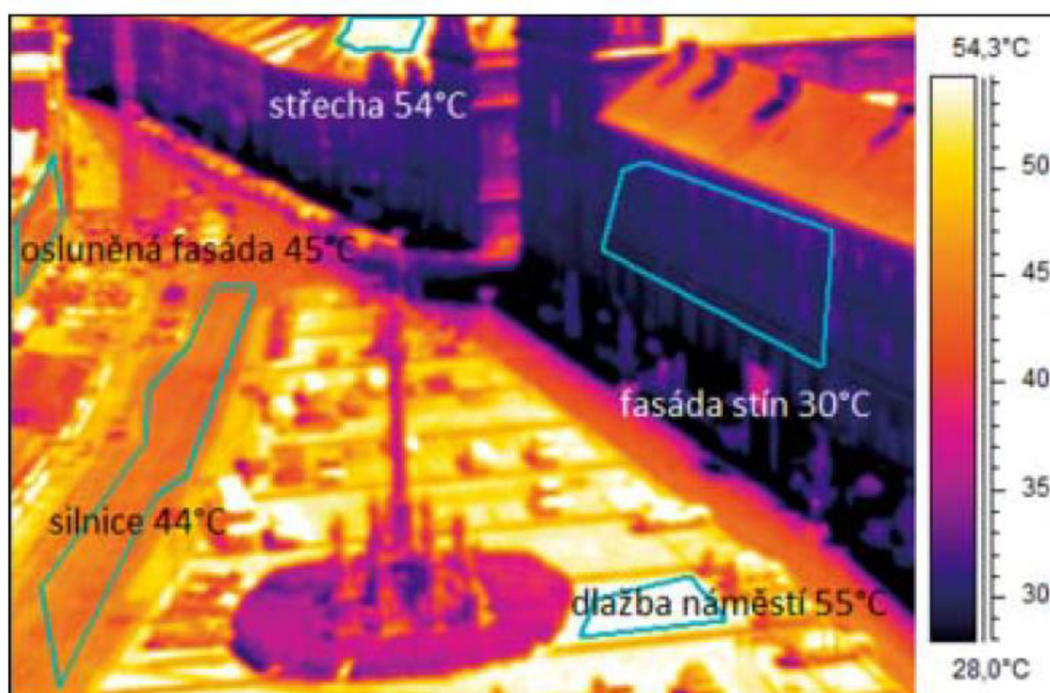
cca 1 litr) vody se spotřebuje 2257 kJ energie. To je stejné množství, jaké by dokázalo ohřát 225 kg vzduchu (= při zemi cca 175 m³) o 10 °C.“ (Pondělíček & kol. 2016) Pokud je v území výpar nízký, má to za následek změnu mikroklimatu, která se projevuje právě navýšením teploty. To dále souvisí i se vznikem suššího vzduchu spolu s vyšším podílem prachových částic. (ÚAP hlavního města Prahy, 2020) Jednoduše se dá říci, že výpar v městském prostředí působí jako přírodní klimatizace. Opět se ale dostáváme k problematice s rychlým odvodem vody z města pryč. Pokud je téměř všechna odvedena například kanalizací, nemá se do území jak vypařit zpět a tím jej ochladit. Energie ze slunečního záření se tak přemění pouze na teplo, čímž je zároveň ohříván i vzduch. A toto nás posouvá ještě k předchozí kapitole a to zpět k tepelnému ostrovu města. Změny ve vodním režimu městského prostředí tak přímo souvisejí nejen se srážkami či výparem a teplotou, ale představují nebezpečí i pro vodohospodářskou infrastrukturu a mají vyšší nároky na kvalitu a odběr vody. (Pondělíček & kol. 2016)

4.3 Klimatické důsledky v městském prostředí

Vyšší teplota ve městě, odlišný vodní režim a vyšší míra výparu, má celkový vliv na samotné žití ve městě. Tyto faktory tak někdy umocňuje nebo naopak zmírňuje i město samotné. Tvar, výška i geometrie zástavby urbanizovaného území ovlivňuje také proudění vzduchu. Mezi návětrnou a závětrnou stranou budov vznikají silné tlakové gradienty, které mohou vést k silným vířivým větrům. Samotná vzdálenost mezi jednotlivými budovami může ovlivňovat rychlost proudění větru. Lze tak například pozorovat Venturiho efekt, který se projevuje rychlejším prouděním větru v ulici, která je z obou stran lemována vysokými budovami. (Gamesby, 2020)

S vyšší teplotou jsou spojena rizika, projevující se ne nejvíce během letních měsíců. Zpevněné povrchy ulic díky sluneční energii mohou dosahovat teplot i přes 50°C. Jakých teplot povrchy mohou dosahovat je vidět na následujícím termovizním snímku.

Obrázek 5 – Termovizní snímek náměstí (Urbanismus a územní rozvoj 2018)



V horký letní den tak může být nebezpečná i chůze rozpálenou ulicí, kde dominují samé nepropustné zpevněné povrchy, které horko ještě zvyšují. Ještě horším scénářem je, pokud se v ulici nenachází jediný strom, který by alespoň lehce horko zmínil a navíc poskytl stín. V takto vysokých teplotách hrozí lidskému organismu úpal či úžeh a dehydratace. Samotný kardiovaskulární systém je vysokými teplotami velice zatěžován, což souvisí i s vyšším výskytem srdečních příhod a s nemocí oběhového a dýchacího systému. S vysokými teplotami hlavně během noci pak přímo souvisí i špatná kvalita spánku. Díky vyšším teplotám dochází i k šíření přenašečů infekčních chorob např. hmyzu jako jsou komáři či klíšťata. (CzechAdapt – Systém pro výměnu informací o dopadech změny klimatu, zranitelnosti a adaptačních opatřeních na území ČR 2023, Pondělíček & kol. 2016)

Dalším důsledkem negativního vlivu, který je spojen s vyšší teplotou ve městě, vysokou intenzitou slunečního záření, nízkou rychlostí větru a nízkou vlhkostí, je výskyt přízemního ozonu. Vznik přízemního ozonu je výsledkem velice složitého chemického procesu, kterému ale městské prostředí vytváří podmínky. Přízemní ozon negativně ovlivňuje lidské zdraví v podobě poškození jater a ledvin, poruchy nervového systému a zamezování okysličování krve. (CzechAdapt – Systém pro výměnu informací o dopadech změny klimatu, zranitelnosti a adaptačních opatřeních na území ČR 2023)

Celková vyšší teplota ve městě také ovlivňuje oblačnost a s tím i srážky. Teplý vzduch je lehčí než studený a stoupá tedy výše. Zároveň se na jeho místo tlačí vzduch okolní, který se ohřívá a opět stoupá nahoru. Teplý vzduch v sobě obsahuje více vodní páry a když se ve výšce ochladí, pára zkondenzuje do mraků z nichž pak může zapršet a nebo dokonce vznikají bouřky doprovázené silným deštěm. (Gamesby, 2020) S nadsázkou tak můžeme říci, že velkoměsta si vytvářejí vlastní počasí. V následující tabulce je seřazeno několik přírodních parametrů, na které má městské prostředí přímý vliv a mění je.

Tabulka 1: Projevy klimatu města (Skalák P. & kol., CHMI 2015)

Parametr	Změna	Velikost / Poznámka
intenzita turbulence	větší	10-50%
rychlost větru	redukováná zesílená	5-30% v 10 m při silném proudění v slabém proudění s tepelným ostrovem
směr větru	pozměněný	1-10 stupně
UV záření	mnohem menší	25-90%
globální záření	menší	1-25%
infračervené vyzařování	větší	5-40%
viditelnost	menší	
výpar	menší	cca 50%
akumulace tepla	větší	cca 200%
teplota vzduchu	větší	1-3 °C / 100 let, 1-3 °C roční průměr, až 12 °C hodinový průměr
vlhkost	menší	přes den v létě
	větší	přes noc v létě, celodenně v zimě
oblačnost	větší zákal	v centru a po směru větru
	větší oblačnost	obzvláště na závětrné straně města
mlha	větší i menší	v závislosti na aerosolech a okolí města
srážky sněhové	menší	část v podobě deště
srážky celkové	větší ?	na závětrné straně než-li v městě samotném

S odlišným vodním režimem i teplotou pak přímo souvisí sucho. Díky zavedenému způsobu nakládání se srážkovou vodou ve městě, její většina oteče pryč. Jen zlomek srážkové vody má šanci zasáknout do půdy. Díky vyššímu výparu se pak riziko sucha ještě prohlubuje. Vliv na sucho a nedostatek vody ovlivňuje i přilehlou okolní krajinu kolem města, kde se nedostatek vody projevuje poklesem průtoků na vodních tocích, snižováním zásob povrchové a podzemní vody a změnou ve vodních ekosystémech. Konečným důsledkem je socioekonomické sucho, které negativně ovlivňuje hospodářská odvětví a zdraví lidí. Zde možná ještě více platí, že okolní volná krajina je přímo provázaná i stou městskou krajinou. (Koncepce ochrany před následky sucha pro území České republiky, 2017)

4.4 Mitigační a adaptační opatření

Mitigační a adaptační opatření vznikla právě v souvislosti s negativními klimatickými důsledky v městském prostředí. Mezi mitigační opatření patří taková opatření, která jsou preventivního charakteru. Předvídají negativní dopady klimatické změny nebo naopak příležitosti, ze kterých lze čerpat a minimalizují případné škody. Pomocí mitigačních opatření se snažíme předcházet, zmírňovat nebo zpomalovat změny klimatu. Mitigace je často spojovaná s lidskou činností, která vede ke snížení emisí a nebo snížení množství vypouštění skleníkových plynů. Mezi mitigační opatření tak například patří různé technologické změny, které snižují emise nebo zachovávání propustných povrchů a kvalitní vegetace na místo jejich zastavění. (Dige 2015, Technická univerzita v Liberci 2021)

Adaptační opatření, nepředcházejí negativním dopadům klimatické změny, ale už se s těmito dopady snaží vyrovnat nebo je zmírnit. V urbanizovaném prostředí se tak jedná o všechna opatření, která ochlazují přehřáté ulice a zlepšují mikroklima, mají chránit před záplavami a povodněmi, omezují dopady sucha, atp. Mimo urbanizované prostředí se například jedná o zalesňování nebo šlechtění suchovzdorných a mrazuvzdorných odrůd rostlin. (Dige 2015, Technická univerzita v Liberci 2021)

4.4.1 Vývoj konceptů a opatření

Za více jak posledních 10 let se často skloňuje pojem modrozelená infrastruktura. Problémem ale je samotné pochopení a definice tohoto pojmu, která buďto není jasně daná nebo je v jednotlivých dokumentech vykládána odlišně. V Evropě a u nás je modrozelená infrastruktura prezentována jako inovativní přístup. Z toho plyne, že modrozelená infrastruktura vyžaduje své nové odborníky a že se vlastně jedná o novou disciplínu. Skutečnost je ale trochu někde jinde. Samotný pojem zelená infrastruktura (který zahrnuje i prvky modré infrastruktury jako vodní plochy a vodní toky) se objevuje již v 90. letech minulého století v USA. (Firehock 2010) Koncept, že zejména přírodní ekosystémy, by také měli být považovány za jednu z infrastruktur, existuje dokonce od 80. let minulého století. (Cardoso da Silva & Wheeler 2017) Příkladem může být krajinářský architekt Ian McHarg, který ve své knize „Plánování s přírodou“ (Design with Nature) vydané v roce 1969 formuluje základní principy odvodňování města, které je moderní a ekologicky orientované. Zaměřuje se na přístup, který zachovává nebo napodobuje původní přirozenou hydrologii a ekologii, která v místě fungovala před tím, než bylo území zastavěno.

Zelená infrastruktura je tak od té doby využívána v různých politikách a strategiích napříč evropským územím. Jednou nesází ale je, že samotný pojem zelená infrastruktura je substituován jinými termíny, a to například ekologické sítě, zelené klíny a zelené sítě. Druhou nesází pak je samotné plánování měst, které je v mnoha případech reaktivní a nestrategické. Když tedy před 10 lety přichází zdánlivě nový pojem zelená infrastruktura, která v českém prostředí nemá jasnou definici, vytváří to velice nejednotný přístup k této problematice. Navíc, pokud není ani jasné legislativní ukotvení tohoto pojmu a tím ani jeho vymahatelnost. Přitom vlastně ve městech chceme využívat to, co již bylo kdysi zavedeno a hlavně fungovalo. (Hošek 2017, Příručka zelené infrastruktury – koncepční a teoretické základy, termíny a definice 2019)

Pro mou práci jsem si vybrala následující definici modrozelené infrastruktury, která se skládá právě z mitigačních a adaptačních opatření. Modrozelená infrastruktura je složena z jednotlivých prvků, které postupně tvoří celé soubory a systémy. Přínosy jednotlivých opatření se vzájemně násobí a prohlubují až dokážou ovlivnit prostředí celého města. Inventarizace těchto prvků a jejich pozitiva a negativa, jsou součástí mé bakalářské práce Zadržování dešťové vody v urbánním prostředí: inventura přístupů měst.

V poslední době se jednoznačně ukazuje, že klasický způsob odvodnění urbanizovaných území, tedy často jednotnou a místy oddělenou kanalizací, začíná být dnes, a hlavně do budoucna neudržitelný. Tato neudržitelnost pramení ze dvou probíhajících faktorů, a to z rychlé urbanizace a z klimatických změn, které na město negativně působí. Východiskem, jak centrálnímu odvádění srážkových vod pomoci, jak dále pokračovat v rozvoji urbanizovaných území a jak negativní klimatické dopady zmírnit či jim úplně zamezit, je zavedení decentrálního hospodaření se dešťovými vodami. V ideálním případě toho navíc dosáhnout pomocí přírodně blízkých opatření.

Nové decentrální přístupy k hospodaření s dešťovými vodami (HDV) lze rozdělit mezi šedou, zelenou a modrou infrastrukturu. Do šedé infrastruktury patří všechna stavebně technická opatření jako právě kanalizační systémy. Jednou z nevýhod šedých opatření je jejich omezení na často jen jednu funkci jako je právě pouze odvodnění. (Brears, 2018) Do zelené infrastruktury lze zahrnout všechna přírodně blízká opatření, která nějakým způsobem zahrnují vegetaci. Do modré infrastruktury zase zahrneme opatření, které tvoří vodní plochy či celé vodní ekosystémy. Nejčastěji se zelená a modrá infrastruktura propojuje v tzv. modro-zelenou infrastrukturu (blue-

green infrastructure; BGI). Hlavní výhodou modrozelené infrastruktury je, že navzájem působí synergicky a má několik funkcí, kterými pozitivně ovlivňuje okolí. (Perini & Sabbion 2016, Vitek & kol. 2015, Dige, 2015).

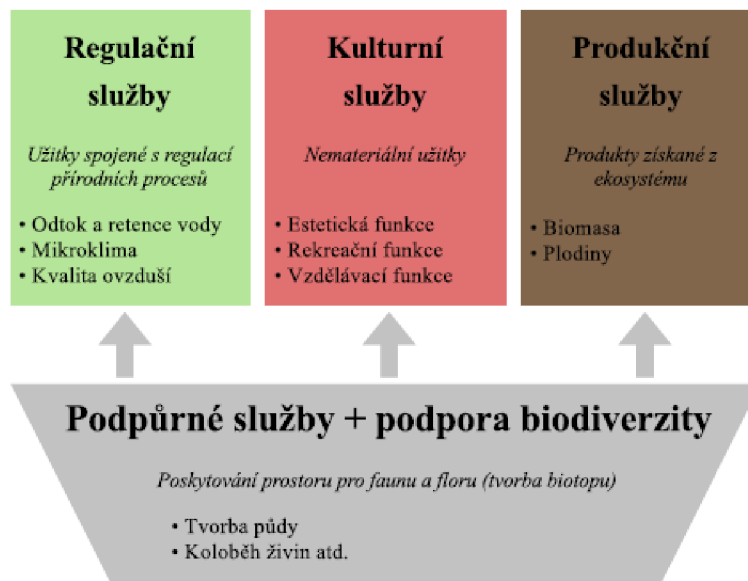
4.4.2 Nástroje modrozelené infrastruktury a jejich přínosy

Jak bylo výše zmíněno, modrozelená infrastruktura má jednu nespornou výhodu, a to že přináší několik benefitů najednou. Mezi ty nejzásadnější patří řešení nakládání se srážkovou vodou v místě jejího dopadu, účinná ochrana obyvatel a jejich majetku před záplavami, zpomaluje odtok srážkové vody, zasakuje ji nebo ji zadržuje a poskytuje k dalšímu využití. Dále podporuje rekreační aktivity a cestovní ruch a zvyšuje hodnotu prostředí. (Vitek & kol. 2015, Macháč & kol., 2019)

Modrozelená infrastruktura sebou nese i mnoho dalších benefitů v podobě ekosystémových služeb (přínosy ekosystémů lidské společnosti). Mezi ekosystémové služby řadíme zlepšování mikroklimatu prostředí (zejména ochlazování), snižování počtu prашných částic a obecné zkvalitňování ovzduší, regulaci vody v území a pestřejší biodiverzitu. (Vitek 2015, Macháč & kol. 2019, Perini & Sabbion 2016)

Pojem ekosystémové služby se objevuje podobně jako termín zelená infrastruktura v 80. letech minulého století (Ehrlich & Ehrlich 1981) a stejně tak je vysvětlován několika různými definicemi. Ta nejpoužívanější, je ta zmíněná v odstavci výše a to spojení ekosystémů a jejich přínosů lidské společnosti. Na téma ekosystémů neboli městské přírody a jaký má vlastně vliv na blahobyt anebo třeba na cenu nemovitostí, byla provedena řada studií. Protože ale takové přínosy bylo složité nějak vyčíslit, v prostředí územně plánovacích procesů, byly často podceňovány. (Bateman & kol. 2013). Cílem tedy bylo nalézt takové hodnocení ekosystémových služeb, které jejich přínosy dokáže vyčíslit. Díky tomu dle Millenium Ecosystem Assessment (2003) vznikly 4 základní kategorie ekosystémových služeb. V roce 2019 vznikla publikace Metodika pro ekonomické hodnocení zelené a modré infrastruktury v lidských sídlech.

Obrázek 6 - Členění ekosystémových služeb do 4 základních kategorií (Metodika pro ekonomické hodnocení zelené a modré infrastruktury v lidských sídlech 2019)



Dalším důležitým aspektem modrozelené infrastruktury je fakt, že její prvky jsou jedny z mála opatření, které po jejich správné realizaci svou hodnotu a efektivnost v čase zvyšují.

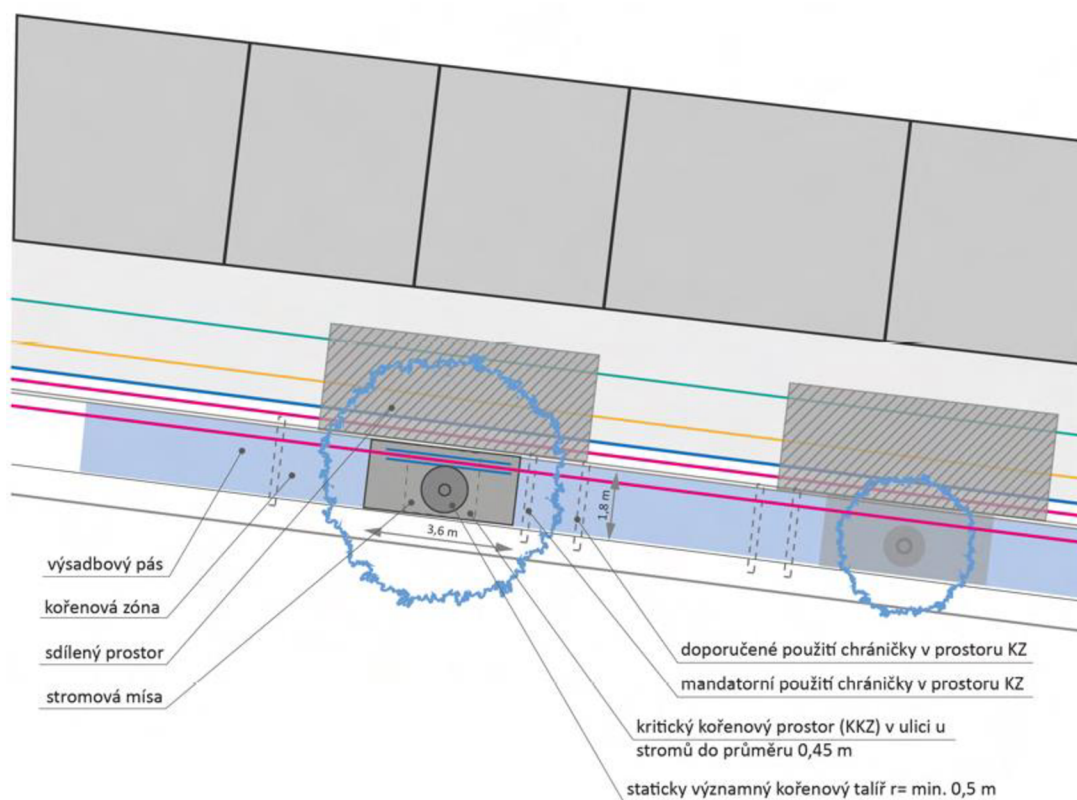
Příkladem tak může být přínos zeleně jako jednoho z nástrojů modrozelené infrastruktury. Z jednoho metru čtverečního se rostlinami a půdou odpaří několik litrů vody. „Na výpar jednoho litru vody o teplotě 20 °C se spotřebuje 2,45 MJ ≈ 0,68 kWh sluneční energie. Při odpaření například 5 litrů z metru čtverečního se do vodní páry váže 3,4 kWh, více než polovina dopadající sluneční energie. Sluneční energie vázaná ve vodní páře ve formě skupenského tepla se potom opět uvolní při kondenzaci vodní páry zpět na vodu, uvolní se tedy na chladných místech, na kterých se vodní pára sráží.“ (Pokorný & kol. 2018) Uvolňování sluneční energie vázané výparem vody, tam kde je nadbytek energie a uvolnění sluneční energie, tam kde je chladněji kondenzací vody, je příkladem klimatizace právě pomocí vody a rostlin. Pokud je vegetace zdravá a dobře zásobená vodou, platí že čím více sluneční energie a s tím vyšší výpar způsobuje větší ochlazení. Strom s poloměrem koruny 4 m a jejím povrchem zhruba 100 m², vypaří cca 200 litrů vody a na výpar spotřebuje 140 kWh sluneční energie. Pro přepočtu má takový strom chladící výkon 25 kW, což odpovídá 8 klimatizačním jednotkám každé o výkonu 3 kW. Strom tedy „jede“ na sluneční energii a navíc vrhá stín, který okolní povrch ochlazuje. Vedle toho klimatizační

jednotka potřebuje další zdroj energie a chemikálie, a navíc produkuje odpadní teplo, které bezprostřední okolí ještě více otepluje. (Pokorný & kol. 2018) Myslím, že je jasné, která forma ochlazování prostředí města je ta vhodnější.

Kromě samotné přítomnosti zeleně je neméně důležitý i vhodně zvolený druh v daném prostředí města. Zeleň v městském prostředí je ovlivňována jinými faktory než ta ve volné krajině, a to je třeba zohlednit. Mluvíme například o životnosti rostlin z hlediska údržby, prostorových nárocích jak v nadzemní části, tak i v podzemní části, vyšších teplotách, vyšší prašnosti ale třeba i estetickém hledisku. (Šíma 2018)

Na obrázku níže jsou vidět například zóny ochrany kořenového prostoru stromů v uličním profilu.

Obrázek 7 - Zóny ochrany kořenového prostoru stromů v uličním profilu (Městský standard pro plánování, výsadbu a péči o uliční stromořadí jako významného prvku modrozelené infrastruktury pro adaptaci na změnu klimatu 2021)



Ve spojitosti se zelení a propustnými povrchy se dostáváme k dalšímu přínosu modrozelené infrastruktury, a to je zachycování dešťových srážek. To má přímý vliv jak na potřebu vody v území, tak i na prostředky vynaložené na technickou infrastrukturu. Ukazuje se, že dlouhodobě správně fungující modrozelená

infrastruktura snižuje spotřebu vody (například na zálivku nebo v domácnostech), ale také snižuje náklady na realizaci kanalizačních systémů a jejich údržbu. Ekonomičnost modrozelené infrastruktury si tak nechalo vypracovat již několik států z USA, v Evropě pak Německo, Švédsko a Dánsko a pak i několik samostatných měst. Modrozelená infrastruktura ve studiích vycházela oproti stávajícím přístupům jako levnější varianta. (ASB-portal.cz 2021, Hamann & kol. 2020)

Neposledními dvěma přínosy modrozelené infrastruktury jako celkového systému je podpora samotného rozvoje biodiverzity a koloběhu živin a tím i zvyšování kvality půdy. V rámci modrozelené infrastruktury probíhá koloběh života rostlin a živočichů v celém rozsahu což pozitivně ovlivňuje kvalitu půdy. (Directorate-General for Environment 2022). Druhým přínosem je pak celkové vnímání modrozelené infrastruktury lidmi. Modrozelená infrastruktura svou přítomností ovlivňuje nejen fyzické zdraví lidí ale i to psychické. Dále nabízí svou rekreační či vzdělávací funkci. Celkově tak můžeme hovořit i o přínosech v rovině kulturních služeb.

4.5 Legislativní ukotvení opatření

Aby bylo možné systémy modrozelené infrastruktury, zejména pak opatření k hospodaření s dešťovou vodou, efektivně realizovat, musejí být ošetřeny i legislativně. Ukotvení do legislativy je zásadní z hlediska vymahatelnosti jednotlivých opatření a jejich zahrnutí do budoucího plánování rozvoje měst a obcí.

Co se týká národního rámce, jsou opatření HDV a modrozelené infrastruktury na úrovni doporučení. Pokud se podíváme dále na Politiku územního rozvoje (PÚR), zjistíme, že principy opatření HDV jsou promítány v rámci republikových priorit v územním plánování v souvislosti udržitelného rozvoje: „V zastavěných územích a zastavitelných plochách vytvářet podmínky pro zadržování, vsakování i využívání dešťových vod jako zdroje vody a s cílem zmírňování účinků povodní.“ PÚR je závazným dokumentem pro územní rozvojové plány, zásady územního rozvoje, územní plány, regulační plány a pro rozhodování v území.

Dalším dokumentem je Politika architektury a stavební kultury z roku 2015, která se soustředí na způsob vsakování srážkových vod a odvodnění zpevněných ploch v rámci veřejných prostranství.

Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR, řadí principy HDV a jejich propojení se zelení mezi nejzásadnější doporučení k adaptaci na změnu klimatu

urbanizovaných území. Implementační dokument Národní akční plán adaptace na změnu klimatu pak obsahuje specifické úkoly týkající se HDV.

Koncepce ochrany před následky sucha pro území České republiky řeší HDV v rámci urbanizovaných území a klade důraz na důležitost zpracování a schválení koncepce HDV.

Studie hospodaření se srážkovou vodou v urbanizovaných územích uvádí nedostatky současného stavu realizací HDV a navrhuje opatření ke zlepšení. Tato studie navrhuje také opatření, které se týkají změn v územně analytických podkladech a Politice územního rozvoje, v oblasti vodního režimu území a využití HDV v rámci veřejných prostranství.

Uplatňování koncepcí k řešení HDV skrze zadržování, vsakování nebo přímé využívání a snižování množství srážkových vod odvedené jednotnou nebo oddílnou kanalizací zmiňují dokumenty Plán hlavních povodí ČR (2007) a Národní plán povodí Labe (2015) (podobně i plány dílčích povodí).

V rámci procesu výstavby a začlenění principů HDV je nutné se řídit těmito zákony:

- zákonem č. 254/2001 Sb. O vodách
- zákonem č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny
- vyhláškou ke stavebnímu zákonu č. 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území
- vyhláškou ke stavebnímu zákonu č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby

A dále se na HDV vztahují dvě technické normy:

- ČSN 75 9010 – Vsakovací zařízení srážkových vod vyhláškou ke stavebnímu zákonu č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby
- Norma TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami je odvětvová norma vodního hospodářství

Z výše uvedených zdrojů je zřejmé, že státní politiky, koncepce a studie pracují s principy HDV a chtějí je zavést do plánování jednotlivých měst či obcí. To, jakým způsobem s tím města či obce naloží není nikde přesně specifikováno. Neexistuje tak žádný ucelený podklad, dle kterého by města věděla, jak úspěšně implementaci

opatření HDV zpracovat. Nakonec tedy záleží na každém městě či obci jakou strategii, či zásady nebo manuály v oblasti HDV a modrozelené infrastruktury vytvoří.

Navíc samotný termín modrozelená infrastruktura také není nikde definován. Nově by se však měl objevit termín zelená infrastruktura v připravovaném novém stavebním zákoně. Pojem zelená infrastruktura by zahrnoval systém zelených ploch, vodních ploch, vegetačních prvků a také například zeleň uvnitř bloků. Zelená infrastruktura by nově měla být řešena právě v rámci územně plánovací dokumentace. (ASB-portal.cz, 2021) Další úprav by se měly dočkat i další dokumenty jako například norma ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení. Ta prozatím na dvě již zmíněné normy nereaguje a přítomnost modrozelené infrastruktury vůbec neřeší. To znamená že přítomnost modrozelené infrastruktury v uličních profilech vůči technické infrastruktuře není nijak definována. Nejsou stanoveny například žádná ochranná pásma anebo samotné vzájemné situační a výškové uspořádání obou infrastruktur. (Vítek 2018)

4.6 Vstupy ovlivňující návrh koncepce

Realizaci funkčního systému modrozelené infrastruktury tak předchází nejen ucelený a praktický legislativní rámec, ale i zpracování samotné koncepce návrhu takového systému. Aby systém modrozelené infrastruktury přinášel veškeré své funkce a pozitivně tak měnil městské prostředí, musí být správně navržen. A aby byl správně navržen je nutné provést několik kroků, které samotnému návrhu a následné realizaci předchází.

4.6.1 Rozbory a analýzy

Každé město je jiné, tudíž i každý systém modrozelené infrastruktury bude vypadat odlišně. V jeho návrhu je tak velice důležité zohlednit veškeré faktory, které funkčnost systému ovlivňují a které mají přímý dopad na volbu jednotlivých opatření. Samotnému návrhu tak předchází jednotlivé rozbory a analýzy.

To jaký systém modrozelené infrastruktury v daném místě vznikne přímo ovlivní charakter území. Zhodnocení charakteru území se provádí pomocí jednotlivých analýz. Takové analýzy je dobré nechat vypracovat odborníky ve svém odvětví, ale mnoho z nich je možné zpracovat i v rámci městského úřadu propojením odborníků z jednotlivých odborů. V následujících bodech jsou shrnuty druhy jednotlivých analýz a rozborů:

- **Geologické podmínky**
Definují skladbu horninového podloží a půdy. Přímo tak ovlivňují, v jakých částech území je možné srážkovou vodu přímo vsakovat hluboko do podloží a kde je lepší ji naopak spíše odvádět jinam. (Česká geologická služba, 2007)
- **Hydrogeologické poměry**
Popisují výskyt a režim podzemních i povrchových vod. Specifikují podmínky tvorby podzemních vod, místa akumulace a infiltrační oblasti. Dále také určují hydraulické parametry horninového prostředí a přinášejí informace o chemickém složení a kvalitě podzemní vody. (Česká geologická služba, 2008)
- **Morfologie terénu**
Uspořádání terénu je spjato s body výše. Také přímo ovlivňuje povrchový odtok srážkové vody a zohlednění morfologie terénu je jednou z podstatných podmínek v rámci plánování rozvoje území. (Voda ve městě 2021, Vítek 2022)
- **Urbanistická struktura prostředí**
Jednotlivé charaktery zástavby umožňují realizaci různých opatření modrozelené infrastruktury. Jednou z určujících veličin při návrhu jednotlivých opatření jsou tak například prostorové podmínky, které jsou dány právě urbanistickou strukturou území. (Vítek 2022)
- **Infrastruktura v území**
Při návrhu je také podstatné mít přehled o technické infrastruktuře vedoucí jak pod povrchem, tak i nad povrchem. (Vítek 2022)
- **Veřejná prostranství**
Veřejná prostranství jsou jedním z nejčastějších míst, kde jsou samotná opatření realizována. Důležitá pro návrh je tak nejen jejich funkce a charakter ale třeba i jejich propojenost. (Vítek 2022)
- **Zeleň**
Přítomnost stávající zeleně je jedním ze stavebních pilířů systému modrozelené infrastruktury. Zmapování zelených ploch, jejich velikost,

propojenost a funkce jsou nedílnou součástí funkčního návrhu. (Koucká ©2023 Počítáme s vodou)

- Voda
Jak už název napovídá druhým pilířem modrozelené infrastruktury jsou také vodní prvky. Může se jednat o prvky liniové jako například řeky a potoky nebo vodní plochy jako např. rybníky. Jedná se tak o důležité prvky ve skladbě města které slouží jako recipienty pro vyústění dešťové kanalizace, ale také pro jednotlivé prvky opatření HDV (regulované odtoky, bezpečnostní přelivy). (Voda ve městě 2021)
- Další analýzy a rozbor
Vzhledem k charakteru území je možné zpracovávat další odborné analýzy, které přímo ovlivní návrh systému modrozelené infrastruktury. Mohou jimi být například průzkumy přítomnosti transformačních území a starých ekologických zátěží. Další analýzou jsou například majetkoprávní vztahy v území, které mají vliv na samotnou realizaci jednotlivých opatření, ale také na jejich následnou péči.

4.6.2 Využití moderních technologií

V rámci návrhu HDV a modrozelené infrastruktury je několik fází, kdy je zajímavé a užitečné využít moderních technologií. Jednou takovou metodou, která se posouvá neustále kupředu je dálkový průzkum země (DPZ). Jedná se o metodu, pomocí které lze získávat informace o zemském povrchu, aniž bychom s povrchem přišly do kontaktu. Jde tedy o bezkontaktní sběr dat o objektech a jevech na zemském povrchu, při kterém nedochází k fyzickému kontaktu měřicího zařízení s pozorovanými objekty.

Díky tomu, že pozorované území, které může být o velikosti části kontinentu, města, pohoří a nebo třeba třeba louky, je snímáno z veliké výšky, je možné odhalit vztahy či souvislosti, kterých bychom si pohledem z povrchu Země nevšimli. Zařízení, která takové měření či snímání provádějí, se umísťují například na vrtulníky, letadla nebo bezpilotní letadla a drony a na umělé družice. (Hlinovský, 2017)

Z měřících zařízení lze získat různá data, která se dají využít buď v rámci analytické části při přípravě opatření HDV a modrozelené infrastruktury nebo naopak v konečné fázi projektu a to při vyhodnocení funkčnosti opatření a jejich dalšího sledování.

Pro oblast urbanizovaného území vzhledem k rozloze pozorovaných ploch, jsou nejvyužívanější družicové snímky. Ty tak jedním pořízeným snímkem mohou zachytit celé město. Díky pořízení snímku v jednu chvíli máme pro celou plochu území stejné podmínky. Mezi ty nejznámější projekty patří družice Landsat, které spravuje americká NASA a projekt Copernicus s družicemi Sentinel, které spravuje Evropská vesmírná agentura. (Hlinovský, 2017)

Mezi data, která jsou užitečná v oblasti HDV a modrozelené infrastruktury a která lze získat právě z družic, patří široká škála informací o povrchu Země. Díky družicovým snímkům lze snadno pozorovat vývoj zástavby daného urbanizovaného území. Můžeme tedy pozorovat kde docházelo k nejhustší urbanizaci anebo jak se postupem času zástavba měnila například z informace o výšce budov. Se zastavěností i souvisí teploty povrchů, které je také na snímcích možné sledovat a tím vytipovat plochy, kde dochází k přehřívání. Podobně jako stav urbanizace, můžeme sledovat i stav zeleně. Užitečnou informací je i zdraví a kondice zeleně anebo dopady sucha na vegetaci. V neposlední řadě je možné pozorovat i čistotu ovzduší a výskyt koncentrací oxidu dusičitého. (World from Space s.r.o., 2020, Vo & kol., 2020)

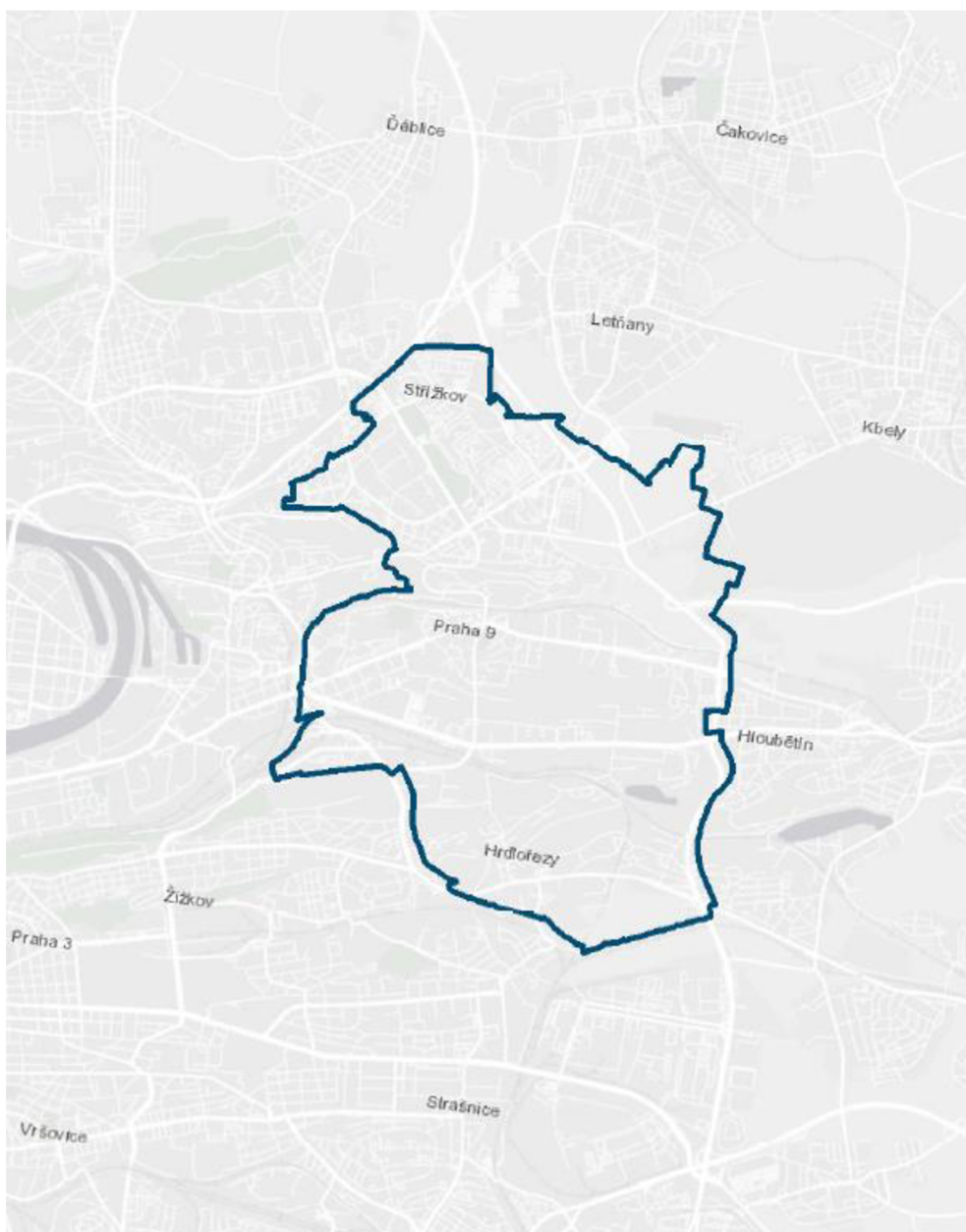
5. Praktická část

5.1 Analýzy a průzkumy

5.1.1 Základní informace o území

Městská část (MČ) Praha 9 leží severovýchodně od centra Prahy a rozkládá se na 1331 ha. Území MČ Prahy 9 zahrnuje celé katastrální území Prosek, téměř celé katastrální území Vysočany a Hrdlořezy, a menší části katastrálních území Hloubětín, Libeň a Střížkov a několik parcel katastrálního území Malešice.

Obrázek 8 – řešené území městské části Praha 9 (vlastní zdroj)



5.1.2 Popis městských čtvrtí

MČ Prahu 9 tvoří několik městských čtvrtí, které jsou znatelně odlišné svým charakterem. Jedná se o Vysočany, ke kterým lze přirovnat i části katastrálních území Libeň a Hloubětín. Další městskou čtvrtí je Prosek a Střížkov. A nakonec poslední lišící se městskou čtvrtí jsou Hrdlořezy.

PROSEK A STŘÍŽKOV

Prosek a zhruba polovina Střížkova tvoří severní část území. Prosek je považován za jedno z nejstarších obydlených území v Praze, jehož název se vykytuje již v 10. století. V blízkosti vsi Prosek vedla důležitá cesta spojující Prahu a Starou Boleslav. Na území vsi byl postaven dosud stojící románský kostel sv. Václava. Nejvíce se Prosek začal rozrůstat v 19. století až do aktuální podoby. (Úřad městské části Praha 9 2004)

Historický Prosek tvořil již výše zmíněný kostel sv. Václava a kolem několik statků a jednoduchých domů. Historické jádro Proseku je patrné dodnes. Začátkem 20. století se díky výstavbě továren, zejména v sousedních Vysočanech, začal Prosek rozrůstat o jednoduché domy dělníků. Později se začala rozvíjet i vilová zástavba bohatších občanů. Dále vzniká osada s názvem Nový Prosek, která je tvořena zejména řadovými dvoupodlažními domky a pravoúhlými ulicemi.

V 60. letech pak postupně roste celý Nový Prosek tvořený panelovým sídlištěm. Částí Střížkova, která zasahuje do Prahy 9, je severozápadní polovina tohoto sídliště. Sídliště Prosek tak postupně zaplňuje volný prostor mezi Prosekem, Letňany a Střížkovem. Tvoří jej typické panelové domy, které obklopuje zeleň a nižší stavby s občanskou vybaveností jako školky, školy a obchody. Díky výstavbě estakády, která je rychlou spojkou do Vysočan, se Prosek začleňuje k Praze. Na Prosek je zavedena i stanice metra Prosek, kolem které vzniklo nové centrum a následuje i druhá stanice Střížkov, která je jednou z nejvýraznějších stanic metra v Praze. Architektonické řešení stanice je unikátní svým tvarem, který je inspirován organickou architekturou a konstrukcí mostů. Jak část Střížkova tak i Prosek jsou díky svým nezastavěným územím stále atraktivní pro budoucí výstavbu. (Portál Praha na dlani 2020)

VYSOČANY

Vysočany tvoří střed Prahy 9 a jsou významným historickým průmyslovým centrem Prahy. Leží v údolí řeky Rokytka, která je pomyslně dělí na polovinu. A tím, že Vysočany leží v údolí, jsou jak z jižní části tak i ze severní částí svírány svahy.

Vysočany jako vesnice jsou poprvé zmíněny ve 13. století, kdy Karel IV. rozhodl, že se na svazích bude pěstovat vinná réva. Díky tomu v okolí vzniklo několik usedlostí. Postupně Vysočany rostly do podoby zemědělské vesnice.

Předzvěstí průmyslového rozvoje obce bylo založení pivovaru se zahradou pro hosty a první Freyův cukrovar. Ve Vysočanech tak vyrostlo mnoho impozantních halových staveb a dalších továrních podniků. Přibývalo i dalších staveb pro bydlení v podobě činžovních domů. Skrze Vysočany také vede významná železnice. Křížení různých druhů dopravy je tak pro Vysočany typické již po dvě staletí. Nejdynamičtější vývoj Vysočan následoval na přelomu 19. a 20. století, kdy vznikaly průmyslové podniky, stavělo se další bydlení a občanská vybavenost. V tomto období Vysočany získaly svůj unikátní charakter industriální čtvrti.

Během druhé světové války došlo k další změně vrstvené struktury Vysočan. Některé průmyslové podniky byly kvůli leteckým bombám téměř zničeny a některé bloky naprosto ztratily svou celistvost. Poškozené objekty se později dočkaly obnovy a zároveň došlo k další bytové výstavbě. U těch nejstarších domů ale k obnovám nedošlo a celé čtvrti tak začaly chátrat. V 80. letech tak proběhly rozsáhlé asanace, které se podepsaly na podobě zejména centrální části v okolí náměstí OSN.

V dalším období bylo nutné uspokojit poptávku po bydlení a vznikly tak nové bytové komplexy. Na území Vysočan vyrostlo několik celopražsky významných staveb jako O2 Aréna se sousedícím nákupním centrem. Aktuálně jsou Vysočany stále unikátním územím se zachovalou industriální strukturou. Nutno ale říci, že mnoho staveb je již přežitých, neslouží ke svému účelu anebo chátrají. Ve Vysočanech se tak postupně formuje veliké transformační území s obrovským potenciálem. Na několika místech již k přeměně dochází a vznikají tak zejména nové komerční a rezidenční plochy. (Portál Praha na dlani 2020)

HRDLOŘEZY

Hrdlořezy se nacházejí v jižní části Prahy 9 a od Vysočan je dělí vrchy Třešňovka a Smetanka. Původně byly Hrdlořezy také vsí s několika usedlostmi. Později byly přidruženy jako ves k Žižkovu. Hrdlořezy si až do poslední doby ponechaly vesnický

charakter. Rostlá zástavba rodinnými domy, která tvoří historické jádro obce, se táhne podél Rokytky. Až na začátku 20. století byly Hrdlořezy přiřčeny k Velké Praze jako součást Prahy 9.

Kromě nízkopodlažní rodinné zástavby se zde nachází vysokoškolské koleje Jarov a Vyšší policejní škola MV ČR. Zástavba je doplněna obytným sídlištěm Zelené město. V poslední letech zde přibývá a do budoucna by i mělo přibývat, nových zejména bytových domů. (Portál Praha na dlani 2020)

5.1.3 Geologické, hydrologické a morfologické poměry

Každé urbanizované území je specifické svými geologickými, hydrologickými a morfologickými poměry. Geologické poměry se týkají zejména možností zasakování vody v území. Právě pro možnost zasakování srážkové vody je důležitá skladba podloží, tedy jaké horniny a zeminy se v území nacházejí. S geologickými poměry přímo souvisí hydrologické poměry, které blíže specifikují například hladinu podzemní vody. Podzemní voda je nedílnou součástí hydrosféry, jsou na ni vázané celé ekosystémy a hlavně je důležitým zdrojem pitné vody. V urbanizovaném prostředí je hladina podzemní vody ovlivňována změnami klimatických poměrů a zásahy do přírodních podmínek právě urbanizací. Morfologické poměry ovlivňují například směr odtoku srážek z území nebo budoucí rozvoj území. (Základní principy hydrogeologie, 2010., Podzemní voda ve městě 2020)

5.1.3.1 Geologické poměry

Horninové podloží Prahy je velice pestré díky skoro třičtvrtě miliardy dlouhému vývoji. Území Prahy bylo několikrát dokonce zaplaveno mořem anebo naopak díky horotvorným procesům mělo ráz pohoří. Praha leží ve střední části Českého masivu. V tabulce níže je sepsáno složení hornin.

Tabulka 2 - Horniny předkvartérního podkladu (vlastní tvorba dle Geologické mapy 1 : 50 000)

žlutavě bělošedé písčité slínovce – opuky	svrchní křída
šedé až okrové prachové jílovce	
střední až hrubozrnné kaolinické pískovce	
jílovce s polohami pískovců	

tmavošedé jílovité břidlice, jemně slídnaté s hojnými polykarbonátovými konkracemi	ordovik
tmavošedé prachové břidlice, prachovce a písčité prachovce	
černí jílovité břidlice se siltovou příměsí	
střídání břidlic prachovců jemnozrnných drob. pískovců a křemenců	

Tabulka 3 - Horniny pokryvných útvarů (vlastní tvorba dle Geologické mapy 1 : 50 000)

hlinitopísčité humózní náplavy s bahnými polohami, při bázi s písky až hlinitopísčítými štěrky
hlíny s úlomky hornin, s polohami písků
světle hnědé vápenité spraše a sprašové hlíny
jemnozrnné písky se siltovou příměsí
písky a písky se štěrky teras Rokytky
žlutookrové písčitojílovité hlíny s úlomky navětralých opuk
jemno až středozrnné písky místy s úlomky pískovců
hlíny a písčité hlíny s úlomky a suti břidlic pískovců a prachovců
písčité hlíny s úlomky a místy až balvany pískovců

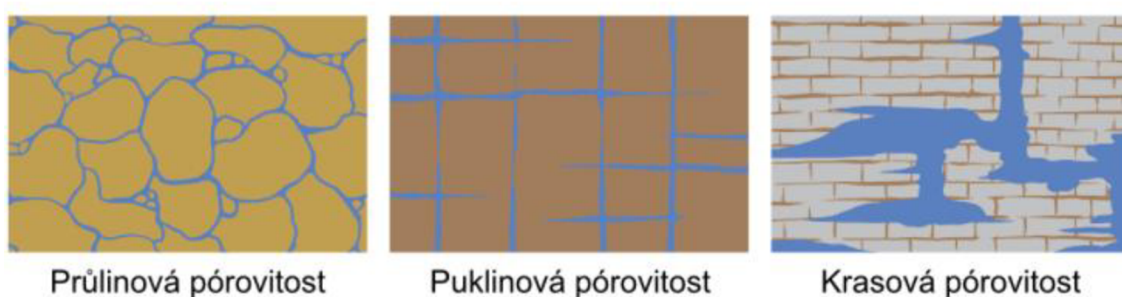
5.1.3.2 Hydrologické poměry

Jak bylo výše zmíněno hydrologické poměry souvisí i s těmi geologickými, jelikož podzemní voda je uložena právě v horninovém podloží. Po ledovcích je na druhém místě nejvíce sladké pitné vody uloženo formou podzemní vody. (Podzemní voda ve městě, 2020). Hladina podzemní vody je velkou měrou ovlivňována urbanizací. V zastavěném území se často podzemní voda uměle odvádí z důvodu ochrany základů staveb. To má za následek snižování množství vody v městském prostředí, kde ji zase v jiném místě složitě přivádíme.

Horniny, které tvoří podloží, v sobě obsahují různé dutiny, pukliny či póry, které mohou obsahovat právě podzemní vodu. Tato místa s podzemní vodou v horninách

popisujeme parametrem, který nazýváme pórovitost. A podle tvaru těchto míst rozlišujeme tři základní druhy pórovitostí: průlinová (mezizrná) / puklinová / krasová. Tyto druhy pórovitosti jsou vyobrazeny na následujícím obrázku a v následující tabulce jsou seřazeny druhy hornin/zemin, jejich pórovitost a jejich míra propustnosti.

Obrázek 9 – Základní druhy pórovitosti hornin (© Copyright: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka)



Tabulka 4 – Přehled hornin, jejich pórovitosti a propustnosti (vlastní zpracování dle © Copyright: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka)

hornina/zemina	pórovitost	propustnost
písek	průlinová	vysoká
štěrk		
pískovec		
písčitá hlína		
jílovitá hlína		
žula	puklinová	nízká
rula		
čedič		
vápenec	krasová	vysoká

5.1.3.3 Morfologie terénu

MČ Praha 9 je z hlediska morfologie terénu také velmi pestrá. Střídají se zde jak říční údolí, tak výrazné svahy. Nejnižší místem je mělké údolí řeky Rokytky. Jednotlivé

čtvrti Prahy 9 jako Prosek, Vysočany a Hrdlořezy jsou mezi sebou odděleny zmíněnými svahy. Mezi ty významné patří svahy pod Prosekem, na kterých se nacházel a nacházejí vinice, oddělující Prosek a Vysočany. Druhými jsou vrchy Smetanka a Třešňovka, které oddělují Vysočany a jižní část Prahy 9 Hrdlořezy.

Na základě analýzy geologického podloží, tedy složení hornin a zemin, dále na základě úrovně hladiny podzemní vody a morfologie terénu a dalších faktorů jako například přítomnost komunikací, železnic atp. lze vytvořit tzv. vsakovací mapu. Takovou vsakovací mapu vytvořil tým JK ENVI, s.r.o.

Aktuálně se hydrogeologické průzkumy, díky kterým lze pomocí koeficientu vsaku stanovit schopnost daného podloží vsakovat dešťové srážky vsakovací zkouškou, provádějí pouze v rámci projektové přípravy ve fázi dokumentace pro územní rozhodnutí anebo pro stavební povolení. V obou případech tedy jen u jednotlivých projektů nových záměrů. V rámci územně plánovacích podkladů, tak není žádný podklad, který by se touto problematikou zabýval ve fázi územně analytických podkladů, územního plánu anebo zásad územního rozvoje. V těchto dokumentech by právě bylo možné v rámci využití ploch určit i možnosti vsakování dešťové vody. (JK envi s.r.o)

Jednotlivé mapové výstupy k analýzám týkající se geologických, hydrogeologických a morfologických poměrů jsou v příloze č. 1 Přehled analýz.

5.1.4 Infrastruktura v území

V rámci územních analýz jsem se zaměřila na problematiku infrastruktury vedoucí pod povrchem, která se často s modrozelenou infrastrukturou dostává do kolize.

5.1.4.1 Problematika technické infrastruktury pod úrovní povrchu

Skrze technickou infrastrukturu (TI) je město zásobováno energiemi či vodou a také jsou skrze ni naopak vedeny odpadní toky. Jedná se tak o síť, která má ve městě své podstatné místo. Z hlediska umístování zeleně či systémů na hospodaření s dešťovou vodou, dochází ke konfliktu právě s technickou infrastrukturou. Nejčastějším problémem je prostor v rámci uličního profilu, kde se stává, že díky uložení TI již není prostor pro kořenový systém vegetace. To, jakým způsobem se mají sítě technické infrastruktury umisťovat uvádí norma ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení. Z hlediska pokrytí území technickou infrastrukturou je městská část Praha 9 na dobré úrovni. Vzhledem k technickému

stavu, je to už o něco horší, a to zejména kvůli stáří vybudovaných sítí. Na výstřižcích níže jsou vidět příklady trasování technické infrastruktury.

Obrázek 10 - Výstřižky z Digitální technické mapy Prahy – Prosek, Vysočany, Hrdlořezy



Výše zmíněná norma ČSN 73 6005 sice řeší, že technická infrastruktura by v prostorech ulice měla být umisťována ohleduplně a úsporně, ale už nereflektuje uspořádání veřejných prostranství a existenci prvků, které veřejná prostranství dotváří a zkvalitňují jako například stromořadí. Prvky sloužící k decentrálnímu odvodnění či prvky modrozelené infrastruktury v ní naprosto chybí. Nutno ale dodat, že norma se nachází v procesu úprav a je tedy možné, že dojde k její novelizaci. (ÚAP hlavního města Prahy 2020, Vítek 2018)

Možností, jak přistupovat k umisťování technické infrastruktury je například i využití tzv. kolektorů. Kolektor je podzemní průchozí liniová stavba, kterou společně vedou trubní i kabelové systémy jako například energetické a telekomunikační systémy. Výhodou kolektorů je úspora prostoru uličního prostranství právě oproti běžnému ukládání inženýrských sítí do uličního profilu. Další výhodou pak je i možnost oprav, bez větších zásahů do povrchu ulice. Budování kolektorů je ale velice nákladným procesem. Proto je důležité vznik nových kolektorů a napojení na ty stávající plánovat a maximálně využít jejich kapacitu. Několik kolektorů se právě nachází i na území Vysočan. (ÚAP hlavního města Prahy 2020)

5.1.4.2 Stokování

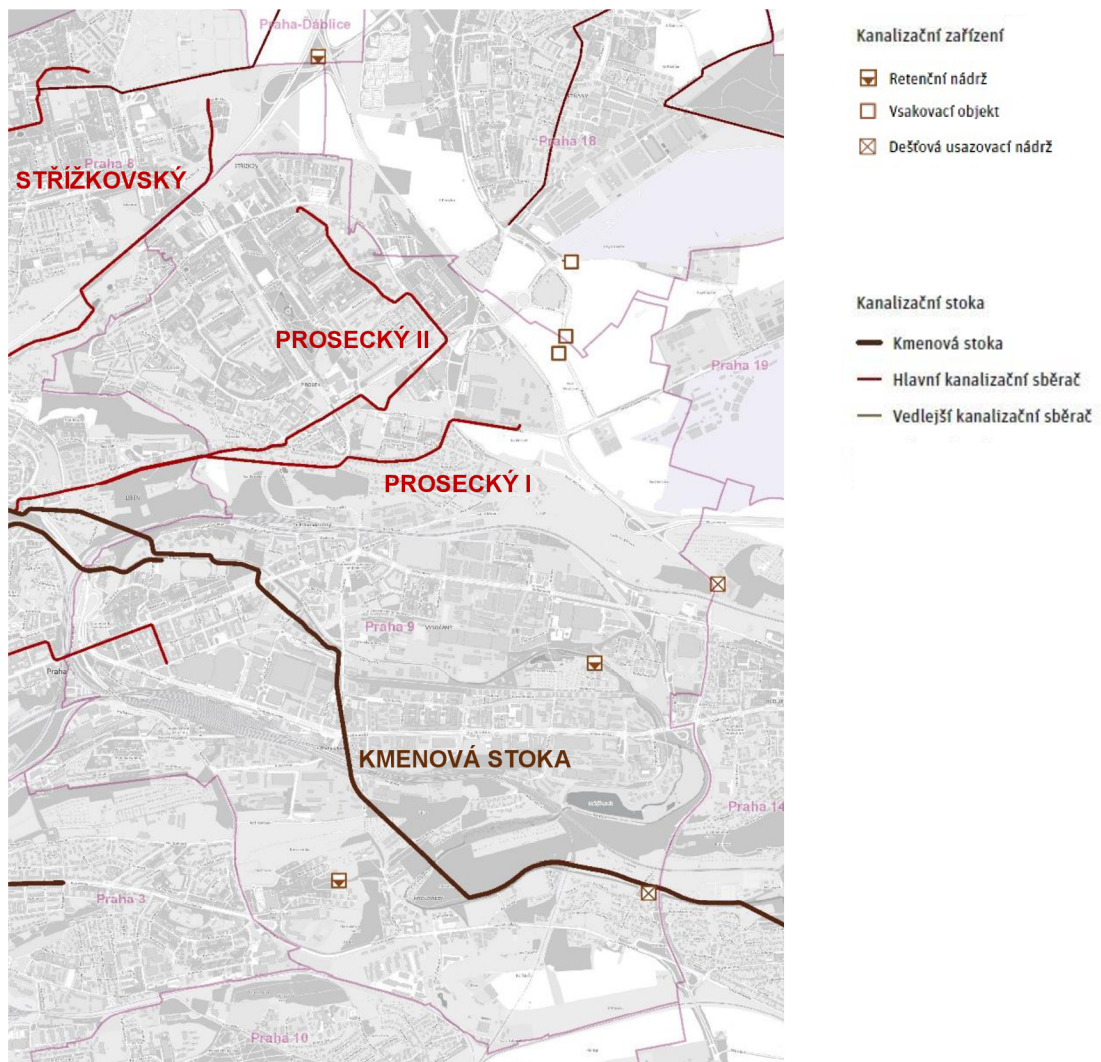
Většina území Prahy 9 je odkanalizována jednotnou stokovou sítí, což znamená že dešťová voda je odváděna společně s vodou splaškovou. Stoková síť hl. m. Prahy je tvořena kmenovými stokami a hlavními sběrači. Kmenová stoka pro území Prahy 9

byla budována v 2. polovině minulého století. Na tuto kmenovou stoku jsou napojeny hlavní místní sběrače Prosecký I, II a Střížkovský. Centrálním stokovým systémem je splašková i dešťová voda odváděna do Ústřední čistírny odpadních vod. Co se týká kapacity, je povodí Ústřední čistírny odpadních vod dle Územně analytických podkladů ve vyhovujícím stavu. (ÚAP hlavního města Prahy 2020, Strategický plán rozvoje městské části Praha 9, 2020) Poměr jednotné a oddílné kanalizace na části území Prahy spolu s prvky kanalizační sítě v rámci Prahy 9 je zobrazen na dvou následujících obrázcích.

Obrázek 11 – Výstřižek - Vliv urbanizovaných území na vodní toky, IPR Praha 2020



Obrázek 12 – vlastní tvorba dle Atlas ÚAP, IPR Praha 2020 – Vrstva Kanalizace



Tam kde jsou srážkové vody zachycené dešťovou kanalizací, jsou následně odváděny do vodních recipientů a aby byla snížena povodňová rizika, jsou také zachycovány v retenčních nádržích. Na území Prahy 9 se jedná o dvě usazovací nádrže Praha Vysočany a Českobrodská. (ÚAP hlavního města Prahy 2020)

Dokumentem, který hodnotí současný stav kanalizační sítě (veškeré prvky soustavy odkanalizování, čištění odpadních vod, celé kanalizační sítě spolu s dalšími objekty) a který i navrhuje rekonstrukce a novou výstavbu všech systémů odkanalizování, je Plán rozvoje vodovodů a kanalizací hl. m. Prahy. (ÚAP hlavního města Prahy 2020)

To, že stav kanalizační sítě je v rámci řešeného území ve vyhovujícím stavu, neznamena, že stav do budoucna nelze zlepšit. Díky jednotné kanalizaci je množství srážkové vody přiváděno do stokovacího systému úplně zbytečně. Naopak je stokovací systém srážkovou vodou zatěžován namísto toho, aby byla srážková voda využita zejména v místě jejího dopadu.

5.1.5 Veřejná prostranství

„Veřejným prostranstvím jsou všechna náměstí, ulice, tržiště, chodníky, veřejná zeleň, parky a další prostory přístupné každému bez omezení, tedy sloužící obecnému užívání, a to bez ohledu na vlastnictví k tomuto prostoru“. Takto popisuje veřejné prostranství § 34 zákona č. 128/2000 Sb., o obcích. Veřejná prostranství jsou místem, kde by se mělo uplatňovat nejvíce změn či opatření na nakládání se srážkovou vodou, adaptačních a mitigačních opatření.

Mezi významná plošná veřejná prostranství na území Prahy 9 patří:

- náměstí OSN
- Vysočanské náměstí
- prostor u Galerie Harfa a O2 areny
- prostor kolem stanice metra Prosek

Územím Prahy 9 prochází několik významných liniových (uličních) veřejných prostranství. Tyto ulice jsou povětšinou ve své délce významnými dopravními tepnami, ale nachází se v nich i aktivní partery a dochází v nich i k vysokému pohybu chodců. K těmto prostranstvím je přiřazena i střední šířka ulice v následující tabulce:

Tabulka 6- Přehled významných liniových veřejných prostranství (vlastní tvorba dle ÚAP hlavního města Prahy 2020)

Název ulice	Střední šířka ulice
Vysočasnká	> 24 m
Kolbenova	> 24 m
Sokolovská	> 24 m
Českomoravská	> 24 m
Spojovací	> 24 m
Prosecká	18,01 – 24,00 m
Freyova	18,01 – 24,00 m
Poděbradská	18,01 – 24,00 m

(ÚAP hlavního města Prahy 2020)

Střední šířka ulice je jedním z faktorů, který blíže určí, jaká opatření lze v rámci daného veřejného prostranství realizovat.

Mapový výstup týkající se významných veřejných prostranství je v příloze č. 1 Přehled analýz.

5.1.6 Zeleň

Zeleň je pro modrozelenou infrastrukturu, jak už název napovídá, neodmyslitelnou složkou. Pro město samotné má zeleň obrovský význam, jelikož svou přítomností přímo ovlivňuje své okolní klima. Tím pádem má veliký dopad i na kvalitu života ve městě. Mezi městskou zeleň lze zahrnout všechna zelená prostranství od parků a lesoparků, přes zahrady a zahrádky, travnaté plochy, městské a příměstské lesy, keře, aleje, stromořadí apod.

Mezi nejrozlehlejší přírodní parky na území Prahy 9 patří:

- část území Proseckých skal
- přírodní park Smetanka

Dalšími parky, které mají rozlohu nad 1 ha jsou:

- park Přátelství

- park Zahrádky
- park Podviní
- park Srdce
- park Pod lávkou
- park Balabenka
- park u Vysočanského pivovaru

Na území Prahy 9 se nachází několik vinic a sadů:

- Klíčovské sady, sady Na Klíčově
- vinice Máchalka
- vrch Třešňovka

(ÚAP hlavního města Prahy 2020)

Městskou zástavbu také doplňuje sídelní zeleň, která se v největší míře nachází v rámci sídlišť Proseku a Střížkova. V území MČ Prahy 9 se nachází i několik prvků územního systému ekologické stability, ale ne všechny jsou funkční.

Pro zdravé klima města je důležité nejen množství vegetace, ale hlavně její kvalita. Jednoduše řečeno, sice rozsáhlejší plocha zeleně, ale v horší kondici, není natolik přínosná jako klidně i menší plocha zato s kvalitní zdravou a vrostlou zelení. Kvalitu vegetace nebo množství biomasy lze sledovat pomocí vegetačních indexů. Jedním z nich je například NDVI (Normalized Difference Vegetation Index, tedy Normalizovaný diferenční vegetační index.) NDVI je založen na odrazivých vlastnostech vegetace a nejčastěji se pohybuje v rozmezí -1 a $+1$. Zdravé rostliny mají větší množství chlorofylu, který absorbuje infračervené spektrum a naopak rostliny v horší kondici jej odrážejí. Index NDVI spočítáme jako poměr těchto dvou spekter. (Kirschner & kol. 2023, GISGeography 2022)

Typické hodnoty indexu:

Voda -0.257
 Sníh a led -0.046
 Oblačnost 0.002
 Holá půda 0.025
 Řídká vegetace 0.090
 Středně hustá vegetace 0.140
 Velmi hustá vegetace 0.500
 (Geoportál Libereckého kraje)

Druhým indexem využívaným spíše v zemědělství je index CWSI (Crop Water Stress Index, tedy index vodního stresu). NDVI index je výsledkem dlouhodobých dějů v rostlině, kdežto CWSI index mapuje vypařování vody z povrchu rostliny. Pomocí CWSI indexu tak lze zjistit, zdali je zeleň zasažena nedostatkem vody. Změny jako poskytnutí vláhy zeleni nebo naopak další působení sucha, jsou díky tomuto indexu pozorovatelné ihned. Díky CWSI je tak možné pozorovat vodní stres ovlivňující rostlinu ještě před tím, než to rostlinu začne poškozovat. (Erben 2017, Workswell 2020)

Mapové výstupy týkající se zeleně jsou v příloze č. 1 Přehled analýz.

5.1.7 Vodní prvky

Vodní toky a vodní plochy jsou další důležitou složkou města. Vodní toky tvoří jednotlivé části odvodňovacího systému každého přirozeného povodí a stejně tomu tak je i ve městech. Vodní toky a plochy také ovlivňují klima ve městě a jsou místem s bohatou biodiverzitou.

5.1.7.1 Liniové vodní toky

Důležitým vodním tokem procházejícím Prahou 9 je řeka Rokytky. Ta protéká Prahou 9 v délce devíti kilometrů od východu směrem k západu. Do území městské části Prahy 9 se vlévá v Hloubětíně u přemostění v ulici Průmyslová. Dále se vine skrze Hrdlořezy, obtéká vrch Smetanka a pokračuje podél Hořejšího rybníka dále. Teče přes Nový Hloubětín Poděbradskou ulicí a středem Vysočan, kde podtéká Sokolovskou ulici kolem Parku Podviní. Dále už překračuje hranici Prahy 9 a teče směrem k centru Libně.

Kolem Rokytky je stanoveno i záplavové území, a to zejména v okolí Libně, kde je riziko povodní největší. Během 20. století se koryto řeky Rokytky poměrně změnilo oproti přirozenému stavu. Od Libně až po Hloubětín bylo koryto Rokytky napřímáno, prohloubeno a zpevněno. Veliká část Rokytky na území Prahy 9 teče technicky upraveným korytem. (Studie odtokových poměrů včetně návrhů možných protipovodňových opatření v povodí vodního toku Rokytky 2019) V posledních letech je ale snaha o navrácení toku do co nejpřírodnějšího stavu. Rokytky se tak na několika místech dočkala revitalizací, které měly za cíl ji navrátit do přírodě blízkého stavu. Příkladem dobré praxe je například část pod Hořejším rybníkem, kde bylo zasypáno původní koryto, které bylo přeloženo na louku po levém břehu. Nové koryto bylo přiblíženo co nejvíce původnímu stavu před napřímáním a výsledkem jsou

klikatící se meandry, které doplňuje několik tůňek. V rámci protipovodňových opatření byla louka v blízkosti přilehlých nemovitostí navýšena o zhruba o 0,7 m. Díky revitalizaci vznikl i mnohem větší retenční prostor. Navíc došlo k obnově přilehlého hruškového sadu, byla zhotovena i cyklostezka a došlo k umístění několika laviček. Celkově tak došlo k přirozenému propojení urbanizovaného území a přírody. (Pražská příroda 2013)

Dalším ale už menším liniovým vodním tokem je Prosecký potok. Ten pramení nad Proseckým rybníkem v pískovcových skalách. Od něj pokračuje zatrubněnou částí pod ulicí Vysočanská. Po svahu Machálka protéká dále přes park Podviní kde se pak nakonec vlévá do řeky Rokytky. I prosecký potok se v částech dočkal revitalizace právě v místě svahu Machálka, kde vznikly nové meandry a byly doplněny i tůňky.

5.1.7.2 Vodní plochy

Na území Prahy 9 se nachází několik rybníků. Tím největším je Hořejší rybník. Dříve řeka Rokytky protékala přímo ním a nyní protéká podél. V letech 2012-2013 prošel rybník revitalizací. Nyní slouží jako krajinnotvorný a chovný rybník. Dalším menším rybníkem je Polivkův rybník, který se nachází nedaleko od Hořejšího rybníka. Ten vznikl v rámci poslední etapy revitalizace v tomto území v roce 2015. Zajímavostí je, že základem pro rybník byl pozůstatek původního malého bazénu, který byl součástí koupaliště z 60. let. Třetím menším rybníkem též ležícím podél řeky Rokytky je rybník Zahrádky. Jedná se o zejména krajinnotvorný rybník, který začal vznikat teprve v roce 2016 na území bývalé zahrádkářské kolonie. Rybník Zahrádky je tak součástí stejnojmenného parku. (Pražská příroda 2013)

Poslední vodní plochou na území Prahy 9, kterou zde v rámci analýzy zmíním je vodní soustava v rámci parku Přátelství. Park v roce 2008 prošel rozsáhlou rekonstrukcí a vodní plochy jsou jeho zásadním prvkem. Aktuálně se park Přátelství prodlužuje i za ulici Jiřetínská až k ulici Lovosická. Na pozemcích kolem stanice metra Střížkov, kde se původně mělo stavět, vzniká nová část parku. Autoři návrhu nové části parku chtějí navázat na původní myšlenku autora návrhu parku Přátelství Otakara Kuči a to na suchém Proseku vytvořit zelenou oázu. (StavbaWEB 2019)

Mapový výstup týkající se vodních ploch je v příloze č. 1 Přehled analýz.

5.1.8 Klima a jeho kvalita

Klima ovlivňuje fungování všech krajinných složek včetně té lidské. Kvalita klimatu je v urbanizovaném území velice důležitým aspektem z hlediska obecného zdraví. Klima ve městě je ovlivňováno nespočtem faktorů. Mezi ty nejzásadnější patří přítomnost vegetace, přítomnost vodních ploch, a i samotná urbanizace. Zelení i vodním plochám byly věnovány části již výše, a proto se tato část bude soustředit na problematiku přehřívání města konkrétně na teplotní zranitelnost urbanizovaného území. To, jak se v rámci města teplota mění, zdali je město vystaveno tepelnému ostrovu nebo jak dokáže město teploty ovlivnit, ve výsledku propojuje předešlé části analýz.

Oblasti, které jsou zranitelné vůči vlnám extrémních teplot nebo kde je vysoký potenciál vzniku tepelného ostrova, jsou určeny pomocí Indexu urbánní tepelné zranitelnosti. Tento index je spočítán pomocí křížové analýzy mezi citlivostí, teplotní expozicí a adaptivní kapacitou. Citlivostí je myšleno, jakou má člověk schopnost reagovat na vysoké teploty. Citlivost tak ovlivňují individuální charakteristiky jako je zdravotní stav, věk atp. To, jak je citlivost vysoká určují zranitelní obyvatelé v daném území. Teplotní expozicí se rozumí přímé nebezpečí způsobené extrémními teplotami v urbanizovaném prostředí. A adaptivní kapacita se projevuje jako schopnost vyrovnávat se, přizpůsobovat se či se zotavit z dopadů změn teploty. V tomto případě se zejména jedná o přizpůsobení se a reakci na extrémní teplo. Zranitelnost tak plyne z působení těchto tří faktorů současně. (Hodnocení urbánní tepelné zranitelnosti zastávek hromadné dopravy, 2020)

Bezesporu jsou nejhustěji zastavěné oblasti a plochy s největším podílem nepropustných povrchů na území MČ Prahy 9 zasaženy vlivem pražského tepelného ostrova. Český hydrometeorologický ústav zpracoval pro IPR Praha tzv. mapu bonity klimatu. Z ní je zřejmé že na většině území Prahy 9 je bonita klimatu přijatelná a v části zejména Vysočan dokonce zhoršená.

Mapové výstupy týkající se klimatu a jeho kvality jsou v příloze č. 1 Přehled analýz.

5.1.9 Stabilita území a ekologické zátěže

Součástí analýz je i analýza zaměřená na stabilitu území. Ta území dělí na jednotlivé plochy podle míry stability území z hlediska možnosti dalších zásahů a úprav prováděných v území. Z výstupu tak lze blíže určit, jaké typy jednotlivých opatření lze v jednotlivých plochách realizovat.

a) městské plochy:

Stabilizované plochy

Do stabilizovaných ploch patří zejména plochy individuálního bydlení, bloková struktura a plochy nové zástavby z posledních let. Dále se jedná o pár určitých administrativních plochy a výrobních areálů. V těchto plochách je velice komplikované provádět opatření, která jsou prostorově náročná nebo složitá na terénní úpravy. V těchto plochách je tak vhodnější provádět spíše úpravy drobného charakteru, ale na více místech, aby znásobily svůj efekt.

Stabilizované plochy s omezenou možností úprav

Nejčastěji se jedná o plochy s objemnými stavbami pro různý účel a jejich přilehlé okolí nebo o výrobní areály. Vybraná opatření lze realizovat poměrně bez problémů díky existenci volného prostoru, ale kvůli daným funkcím jednotlivých ploch, je výběr opatření omezen.

Stabilizované plochy umožňující realizaci opatření

Jedná se například o plochy modernistických sídlišť a dalšího plochy hromadného bydlení, které nabízí rozlehlé veřejné prostory. Díky tomu je škála výběru, i díky funkci jednotlivých ploch, poměrně široká.

Nestabilní plochy

Jedná se o plochy vymezené jako transformační území. Díky změně využívání území je možné v rámci budoucí zástavby s jednotlivými opatřeními již počítat. Vzhledem k funkci daného transformovaného území je možné volit ta nejvhodnější opatření.

b) přírodní plochy

Plochy nevhodné k realizaci opatření

Jedná se o zejména o lesní plochy, ve kterých není důvod opatření realizovat nebo se jedná o plochy nevhodné, a to zejména kvůli svažitosti.

Plochy s omezenou možností realizací opatření

Plochy s omezenou možností realizací jsou například zemědělské plochy nebo naopak plochy, kde je realizace opatření nutná jen v menší míře. Patří sem pak například i další přírodní plochy jako lesoparky, nelesní porosty a sady.

Plochy vhodné k realizaci opatření

Jedná se o plochy, ve kterých je realizace opatření díky podmínkám nejméně složitá. Například se jedná o rozlehlé zatravněné parkové plochy.

Se stabilitou území pak souvisí i hrozba ekologických zátěží. Přírodě blízká mitigační a adaptační opatření jsou založena na principu vyžívání půdy jako podstatné součásti. Proto je důležité mít i povědomí o tom, zdali se v území nenacházejí možné hrozby v podobě znečištění, které by se dále přenosem skrze vodu a půdu mohly šířit.

Na území MČ Prahy 9 se nachází několik lokalit, které byly vyhodnoceny jako potenciální nebezpečí pro životní prostředí (tzv. staré ekologické zátěže). Většina

z nich leží v území bývalých průmyslových Vysočan. Nejzásadnější kontaminovaná místa a jejich stav jsou shrnuta v tabulce níže. (Informační systém SEKM 2019)

Tabulka 5 – Přehled vybraných ekologických zátěží (vlastní tvorba dle informačního systému SEKM)

Místo	Kontaminací zasáжена	Stav	Využití
Bývalý areál ČKD Slévárny	podzemní voda zemina	Probíhá nápravné opatření. Areál je po demolici	Budoucí výstavba areálu Kolbenova City Development.
Areál Sara Lee	podzemní voda zemina	Nápravné opatření dosud nezahájeno.	V rámci areálu jsou sklady, kanceláře, drobná výroba, autoservis, truhlářství atd. v budoucnu je plánována hromadná bytová zástavba.
Bývalý areál ČKD Trakce	podzemní voda zemina	Probíhá nápravné opatření.	Budoucí výstavba areálu Kolbenova City Development.
Areál barvy Tebas	podzemní voda zemina	Lokalita je po sanaci.	Developerský projekt Harfa.

Mapový výstup týkající se stability území je v příloze č. 1 Přehled analýz.

5.1.10 Majetkoprávní vztahy

Pro město jako takové z hlediska akceschopnosti, realizace a následné údržby, je jednodušší realizovat opatření na pozemcích v jeho vlastnictví. Nejčastěji se jedná o ulice, náměstí parky. Co se týče ploch, které nejsou zastavěné, jsou ve vlastnictví města například některé lesy, lesoparky, sady či zemědělské půda. Opatření lze ale

zavádět i na budovy ve vlastnictví města. Důležitými dokumenty, které vlastnictví pozemků řeší jak v zastavěném území tak i v okrajových částech města, jsou komplexní pozemkové úpravy nebo plány společných zařízení. Tyto dokumenty narovnávají majetkoprávní vztahy a mohou tak být velice užitečné v případě, kdy je vlastnictví pozemků důležité z hlediska jeho efektivního využívání. (Voda ve městě 2021)

Mapový výstup týkající se majetkoprávních vztahů v území je v příloze č. 1 Přehled analýz.

5.2 Pozitiva a negativa v území

Na provedené analýzy navazuje shrnutí pozitiv a negativ v území ve výkrese pozitiv a negativ. Pro přehlednost jsem problémové výkresy rozdělila na tři dle zaměření:

1 – Výkres pozitiv a negativ – srážková voda

2 – Výkres pozitiv a negativ – zeleň

3 – Výkres pozitiv a negativ – klima

5.2.1 Hospodaření s dešťovou vodou

Mezi pozitiva týkající se problematiky hospodaření s dešťovou vodou patří nezastavěné plochy, které jsou pokryty polopropustným nebo propustným povrchem. Tyto plochy také zpomalují srážkový odtok a zároveň umožňují infiltraci vody do půdy. Dalším pozitivem je přítomnost vodních ploch zejména řeky Rokytky, která slouží jako vodní recipient v území. Dále jsou plochy, ve kterých se nacházejí půdy s vysokou retenční kapacitou a plochy které jsou vhodné k hloubkovému vsaku. Nakonec jsou vyznačena místa jako příklady dobré praxe hospodaření se srážkovou vodou. Jedná se o tři příklady, kdy se hospodaří se srážkovou vodou v rámci stavby polikliniky Prosek, školy Českobrodská a rezidenčního projektu Suomi Hloubětín. Posledním příkladem je revitalizace řeky Rokytky.

5.2.2 Zeleň

V rámci krajiny jsou vyznačeny plochy s nejzdravější kvalitní zelení. Dále jsou vyobrazeny funkční prvky územního systému ekologické stability, plochy přírodních

parků a významný krajinný prvek. Do pozitiv jsou zahrnuta i uliční stromořadí a vodní plochy jako významné ekosystémy. Do hodnot jsou pak zařazeny místa jako je Park Přátelství, revitalizace v okolí Hořejšího rybníka a rybníka Zahradky, meandry řeky Rokytky a park Smetanka.

Negativa pak představují nefunkční prvky územního systému ekologické stability. Dále pak plochy které působí jako velké bariéry v území, ve kterých se nachází minimum zeleně a s tím i zemědělské plochy, které na krajina nikterak nepropojuje. Dalším negativem jsou místa v nivě řeky Rokytky, která jsou nepřístupná a technologicky upravená. Posledním negativem je obecné propojení jednotlivých částí městské krajiny, které na několika místech úplně chybí.

Nakonec je vyznačen i potenciál již existujících zelených ploch které účel postrádají nebo svůj účel až tak nenaplnují. Jedná se o sad Třešňovka, pozapomenuté sady na Klíčově a rozlehlé zatravněné plochy mezi právě Klíčovem a ulicí Prosecká.

5.2.3 Kvalita klimatu

Pozitivní vliv na klima mají plochy se zdravou zelení. Dále jsou vyznačeny plochy, kde k přehřívání nedochází, tedy zejména plochy se zelení a vodní plochy. Nakonec jsou vyznačena stromořadí, která zejména v ulicích mají pozitivní vliv na lokální klima.

Jako negativa jsou vyznačeny plochy, ve kterých naopak k přehřívání dochází. Jedná se zejména o velkou část Vysočan a plochy s hustou zástavbou. K přehřívání v závislosti na stavu orné půdy dochází v rámci zemědělských ploch. Nakonec jsou vyznačena nejvíce „horká místa“. Jedná se o2 Arenu a její blízké okolí poté o dvě velké průmyslové stavby, areál autobusových garáží na Klíčově a tramvajové vozovny v Hloubětíne (procházející rekonstrukcí).

Mapové výstupy pozitiv a negativ jsou v příloze č. 2 Výkres pozitiv a negativ.

6. Návrhová část

6.1 Vize koncepce

Hlavní vizí koncepce je navrhnout v území MČ Prahy 9 taková koncepční opatření, která zajistí ochlazení nejvíce přehříváných oblastí, zlepši hospodaření se srážkovou

vodou a propojí přírodní plochy. Tím pak celkově zlepší kvalitu klimatu v celém území, zvýší odolnost území vůči vlnám horka, suchu a přívalovým deštům.

6.2 Jednotlivé cíle koncepce

Koncepce naplňuje tři jednotlivé cíle, které spolu ale úzce souvisí. Mezi cíli tak panuje určitá synergie, která má vliv na jejich naplnění a výsledný pozitivní efekt koncepce opatření na území.

První cíl koncepce se týká přírodních ploch v území. Stávající zdravou zeleň zachovat, chránit ji a podpořit její přirozenou funkci zasakovat srážkovou vodu a ozdravovat okolní klima. Zelené plochy, které nenaplňují svůj potenciál dále rozvíjet a taktéž u nich prohloubit schopnosti zadržovat srážkovou vodu zejména vsakem a díky evapotranspiraci zlepšovat stav okolního klima. Zelené plochy pak vhodně doplnit.

Druhý cíl se soustředí na zastavěné „městské“ prostředí. V něm je nutné zpomalit odtok srážkové vody ze zpevněných povrchů a na vhodných místech umožnit retenci anebo i akumulaci srážkové vody. Dále docílit ochlazení v plochách, ve kterých dochází k přehřívání a zlepšit tak místní mikroklima. Tím zvýšit i odolnost vůči vlnám veder, vzniku sucha a také předcházet negativním důsledkům přívalových dešťů. Nakonec stanovit základní rámec pro nakládání se srážkovou vodou a přítomnost vegetace v transformačních plochách.

Třetím cílem koncepce je dosáhnout propojení přírodních ploch a vytvořit návaznost na zastavěné území. Dále navrhnout páteřní zelenou osu v nivě Rokytky, která prochází jak částí přírodních ploch, tak i zastavěným územím a vytvořit tak unikátní ekosystém. A nakonec díky propojenosti a synergii jednotlivých cílů zvýšit kvalitu celkového prostředí území.

Vymezených cílů koncepce dosáhne díky jednotlivým opatřením. Podobně jako cíle, i jednotlivá opatření se navzájem ovlivňují a díky spolupůsobení umocňují své pozitivní efekty na území.

6.3 Navržená koncepční opatření

Při návrhu opatření jsem vycházela ze získaných informací díky provedeným analýzám. Dále jsem využila jako zdrojů informací mou bakalářskou práci Zadržování dešťové vody v urbánním prostředí: inventura přístupů měst, metodiky Voda ve městě, Standardu hospodaření se srážkovými vodami na území hlavního města Prahy a Městského standardu pro plánování, výsadbu a péči o uliční stromořadí jako významného prvku modrozelené infrastruktury pro adaptaci na změnu klimatu.

Jednotlivá koncepční opatření jsou rozdělena podle svého umístění v rámci území:

- Opatření v přírodních plochách
- Opatření v zastavěném území

Protože jednotlivá opatření mohou zároveň přinášet různé funkce jsou dále rozdělena dle funkce primární na:

- Opatření pro zlepšení mikroklimatu / zpomalení srážkového odtoku

Jsou to opatření nacházející se na začátku odvodňovacího systému systému, které s dešťovou vodou přicházejí do styku přímo v místě jejího dopadu. Jejich funkcí je zadržení srážkové vody a tím zpomalení srážkového odtoku nebo přímo vsak srážkové vody. Z toho vyplývá jejich další funkce, a to zlepšování mikroklimatu pomocí vrhání stínu, snížení teploty a snížení výparu. Tato opatření jsou využívána jako lokální a většinou tak neřeší povrchový odtok z ploch na jiných místech než se opatření vyskytuje. Nejčastěji jsou přímo spjata s vegetací, která je součástí opatření. Mezi tato opatření patří:

- polopropustné a propustné povrchy
- vegetační prvky
- vegetační opatření na stavbách

- Vsakovací opatření

Hlavní funkcí těchto opatření je vsak srážkové vody do podloží. Podmínkou návrhu tedy je podloží, které má vhodné parametry. Terénní úprava opatření umožňuje přijímání odtoku srážkové vody z jiných ploch. Následně tuto vodu zadržuje a postupně vsakuje do vrstev podloží. Skladba vsakovacích opatření umožňuje i předčištění srážkové vody skrze zatravněnou humusovou vrstvu. Mezi tato opatření patří:

- vsakovací průlehy
- vsakovací nádrže

- Retenční opatření

Retenční objekty slouží k dočasnému zadření srážkové vody a tím zpomalují její odtok. Je dobré je uplatňovat tam, kde není možný vsak. Jedná se nadzemní či podzemní objekty s retenčním prostorem, který je zaplněn srážkovou vodou. Retenční objekty jsou osazené regulátorem odtoku což umožňuje kontrolovaný průtok srážkové vody do dalšího systému. Mezi tato opatření patří:

- retenční dešťové zahrady a záhony
- umělý mokřad

- Opatření pro akumulaci a využívání srážkové vody

Opatření umožňuje akumulaci srážkové vody a následně její další využití. Podle dalšího využití srážkové vody se volí takový systém akumulace srážkové vody, aby splňoval dané hygienické požadavky na další využití vody.

6.3.1 Opatření v přírodních plochách

Přírodními plochami se rozumí, takové části území, které jsou mimo souvisle zastavěné území. Téměř celé jsou tvořeny nezpevněnými plochami a zaujímají místo

nejčastěji mezi jednotlivými městskými čtvrtěmi. Jedná se o plochy lesů a lesoparků a dalších nelesních porostů.

Přírodní plochy:

Stávající lesní plochy



Stávající lesní plochy je nutné nadále zachovávat a chránit. Jedná se o plochy s nejzdravější zelení, které mají nejzásadnější vliv na klima. Lesní plochy je důležité propojovat pěšími cestami a umožnit tak prostupnost územím.

Stávající ostatní přírodní plochy



Jedná se o ostatní přírodní plochy v podobě lesoparků a nelesních porostů, sadů, vinic a luk, ve kterých je vhodné kromě přirozeného plošného vsaku uplatňovat opatření níže.

Stávající zemědělské plochy



Menší části zemědělských ploch zasahující do území jsou dle stavu pokryvu půdy nejvíce ohroženy výparem a vodní erozí. K zadržení srážkové vody v území jsou navržena opatření níže.

Úprava skladby vegetačních prvků



V daných plochách omezit nežádoucí vegetační prvky, které nevyhovují daným stanovištním podmínkám a nahradit je vhodnějšími druhy. Díky tomu tak lépe dosáhnout naplnění potenciálu jednotlivých přírodních ploch.

Vsakovací opatření



Uplatňovat kromě přirozeného plošného vsaku i vsakovací opatření v podobě terénních úprav jako jsou vsakovací průlehy nebo umělé osázené vsakovací nádrže či mokřady. Při umístování těchto opatření je důležité vzít v úvahu morfologii daného místa.

Opatření proti vodní erozi



Jedná se o opatření zmírňující vodní erozi, která se v území nejvíce vyskytuje v rámci svažitých ploch a zemědělských ploch. Dle místa realizace volit opatření organizační, agrotechnická nebo technická.

6.3.2 Opatření v městském prostředí

Městským prostředím jsou zbylé části území a rozumí se jimi souvisle zastavěné plochy, které jsou téměř celé tvořeny zpevněnými povrchy.

Vsakovací a retenční opatření



Uplatňovat kromě přirozeného plošného vsaku i vsakovací opatření v podobě terénních úprav jako jsou osázené vsakovací průlehy nebo umělé osázené vsakovací nádrže. Do prostorově vhodných míst je možné umístovat dešťové zahrady. Protože se tato opatření vyskytují zejména v lokalitách modernistických sídlišť, je možné opatření doplnit ještě druhotným opatřením, a to nepropustné povrchy parkovacích ploch nahradit polopropustnými.

Vsakovací a retenční opatření menších proporcí



Jedná se také o osázené vsakovací průlehy osázené vsakovací nádrže ovšem drobnějších proporcí. Opatření lze nejčastěji uplatňovat v plochách hromadného bydlení s okolním menším veřejným meziprostorem. K těmto opatřením je přímo využít již stávající předzahrádky.

Vsakovací a retenční opatření – parkové plochy



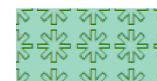
Opět se jedná terénní úpravy v podobě vsakovacích průlehů a zahrad. V parkových plochách je vhodné jednotlivá opatření bohatě osazovat. Protože parkové plochy bývají často ze všech stran ohraničeny zpevněnými povrchy je vhodné celou plochu parku mírně snížit oproti sousedním plochám a tím docílit přirozeného stékání srážkové vody směrem do vsakovacích a retenčních opatření. Druhotným opatřením v parkových plochách mohou být drobné zábavné vodní prvky nebo pítka.

Polopropustné / propustné povrchy



V daných plochách nahrazovat vhodné nepropustné povrchy těmi polopropustnými nebo propustnými. Nejčastěji se jedná o plochy parkovacích stání nebo celých parkovišť. Dále se může jednat o chodníky a cesty v rámci například parků. V každém místě je důležité zohlednit náročnost na nosnost daného povrchu.

Akumulace srážkové vody a rozvoj vegetačních prvků



Toto opatření je zaměřeno zejména na zelené vnitrobloky, ve kterých je vhodné srážkovou vodu z přilehlých staveb akumulovat a rovnou využívat k zálivce vegetace. Vzhledem k charakteru blokové struktury a náročnosti umisťovat zeleň do uličního prostoru, je žádoucí zeleň ve vnitroblocích rozvíjet v co nejvyšší možné míře.

Akumulace a využití srážkové vody



Toto opatření je zaměřeno na oblasti individuálního bydlení a další soukromé pozemky a myšleno spíše jako osvěta a šíření povědomosti o tom, jakým způsobem je možné na svém pozemku vodu akumulovat a dále využívat. Lze tak snížit náklady jak za poplatky odvádění srážkové vody do kanalizace, tak náklady na vodu určenou například k zálivce nebo využití v rámci stavby.

Liniové vegetační a retenční prvky



Jedná se o patření v širokých uličních profilech určené ke zpomalení odtoku srážkové vody, retenci srážkové vody a řízenému odtoku srážkové vody. Tyto prvky je vhodné doplňovat o vegetační prvky které jednak zkvalitňují okolní mikroklima, poskytují stín a v uličním profilu mají i vysokou estetickou hodnotu. Dle hlavní funkce uličního profilu je dobré volit i dané vegetační prvky, tak aby nevznikaly kolize. Jedná se například a retenční dešťové záhony v kombinaci se stromořadím.

Vegetační opatření na stavbách



Mezi vegetační opatření na stavbách patří vegetační intenzivní nebo extenzivní střechy a také vegetační fasády, které lze rozdělit na popínavé nebo vertikální zahrady. Hlavním přínosem vegetačních střech a fasád, kromě estetického hlediska, je zejména pozitivní vliv na okolní mikroklima právě díky rostlinám. Zároveň mají vliv i na vnitřní klima stavby, jelikož působí jako tepelná izolace. U realizace těchto opatření v rámci rekonstrukcí již stávajících staveb je nutné zejména u vegetačních střech brát v potaz nosnost střešní konstrukce. Zajímavými místy s potenciálem realizace zelených střech nebo fasád jsou zejména nízkopodlažní stavby v rámci modernistických sídlišť, jako jsou školy a školky. Většina těchto staveb má ploché střechy, které jsou k realizaci vhodné. Kromě již zmíněných pozitiv na místní klima, by vegetační střechy / fasády měly velice pozitivní vliv na estetiku modernistických.

Transformační plochy



Jedná se o plochy zejména v části bývalých průmyslových Vysočan, ve kterých se nachází mnoho brownfields a areálů neplnících svůj původní účel. V těchto plochách je v rámci transformace území, která již v částech území započala, uplatňovat mitigační a opatření v co nejvyšší možné míře. To znamená, co nejvíce srážkové vody přirozeně vsakovat v rámci zeleně, tam kde to není možné využívat polopropustných materiálů anebo srážkový odtok jinak zpomalovat. Tím zároveň podstatně omezit i výpar a předcházet tak přehřívání území. Důležité je budoucí zastavěné území napojit na již stávající přírodní plochy a dát prostor realizaci nových přírodních ploch.

Navržené osy přírodního propojení spolu s částí Rokytky a jejího okolí jsou popsány v kapitole níže Propojenost.

6.3.3 Propojenost

Pro naplnění třetího cíle jsou v území vyznačeny osy propojení přírodních ploch a návaznosti na zastavěné území. Zároveň jsou vymezeny i základní osy v transformačním území.

Propojení přírodních ploch



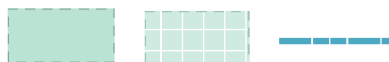
Aby přírodní plochy co nejpozitivněji ovlivňovaly své okolí, je nutné, aby byly funkčně propojené. Koncepce udává základní osy propojení již stávající zeleně a tím tak podporuje jejich ekologickou stabilitu. Na osy propojení přírodních ploch navazují osy propojující zeleň v zastavěném území. Propojení přírodních ploch má ještě jednu funkci, a to prostupnost územím. Propojením přírodních ploch koncepce zároveň vymezuje i osy pěší prostupnosti. Návrh propojení přírodních ploch je vymezen osami i v transformačním území, které se nachází právě mezi nivou Rokytky a rozlehlými klíčovskými sady.

Propojení v zastavěném území



V rámci zastavěného území je také vymezeno propojení napojující na sebe zelené plochy v zastavěném území jako například parky s navazujícími přírodními plochami. V transformačním území je navrženo pokračování již stávajících uličních profilů, které by se měli nést v duchu podobných liniových vegetačních a retenčních opatření.

Niva a okolí Rokytky



Řeka Rokytka je v území MČ Praha 9 unikátním prvkem, který koncepce dále rozvíjí pomocí revitalizace její nivy a přilehlého okolí. Cílem je koryto řeky co nejvíce přiblížit původnímu přírodnímu stavu. Tím se zvýší kapacita řeky Rokytky, zpomalí se průtok a dojde k rozvíjení biodiverzity. V částech města, kde díky podmínkám není možné

volit přírodě blízký postup, je žádoucí volit z části přístup technický. V rámci technického postupu je nutné se ale stále soustředit na propojení nivy řeky s městem a vytvářet k řece přístup pomocí vhodné úpravy břehů.

Do vymezené plochy nivy a okolí Rokytky jsou zahrnuty nejen sousedící přírodní plochy, ale i plochy v zastavěném území jako parkové plochy, hřiště a další sportoviště. Díky dosavadnímu tvaru koryta Rokytky přilehlé plochy nejsou s řekou nijak propojeny. Cílem revitalizace je vytvářet napojení s místy, která jsou k rekreaci již využívána a vytvořit tak unikátní prostředí v podobě propojení rekreace a sportu s vodním prvkem. Díky revitalizaci nivy se zvýší i protipovodňová ochrana přilehlého území. Směrem k nivě Rokytky je dobré směřovat i povrchový odtok srážek z přilehlých zpevněných ploch, jelikož půda podél celého toku má vysokou retenční schopnost.

V místech, kde to prostorové uspořádání území dovoluje, je navrženo nové trasování koryta řeky. Nové trasování je inspirováno původním tokem koryta Rokytky z dostupných map stabilního katastru. Úprava koryta do co nejpřírodnějšího stavu nejen že zpomaluje průtok, jak je zmíněno již výše, ale také podporuje zadržování vody v krajině a má vliv na přítomnost a rozvoj další vegetačních prvků v podobě břehových porostů. Vznik nového ekosystému vytváří i útočiště pro živočichy, kteří se doposud v území nevykytovaly.

6.4 Vyhodnocení řešení pozitiv a negativ

Vize koncepce a její jednotlivé cíle mimo jiné vycházely a z pozitiv a negativ stanovených na konci analytické části. Daná pozitiva byla v návrhové části chráněná, nebo dále rozvíjena. Naopak u negativ se návrh zaměřil na jejich zmírnění, adaptaci na ně nebo jejich úplnou eliminaci.

6.4.1 Pozitiva a negativa – srážková voda

Prvním negativem spojený se srážkovou vodou, je rychlý odtok ze zpevněných povrchů. Koncepce tak vymezuje plochy, kde je možné alespoň z části nepropustné povrchy nahradit těmi polopropustnými nebo propustnými. Dále jsou vymezeny plochy pro akumulaci srážkové vody a její další využití nejčastěji v rámci vnitrobloků. V návrhu jsou také vytypovány stavby vhodné k realizaci vegetačních střech, které srážkovou vodu infiltrují. V rámci zastavěného území jsou také navrženy plochy kde

se uplatňují vsakovací nebo retenční prvky, které srážkový odtok zpomalují. S tím dále přímo souvisí negativum spojené se způsobem odkanalizování celého území. Díky vsaku a retenci srážkové vody v samotném kanalizačním systému skončí menší množství vody. Podobně působí opatření i při výskytu extrémnějších srážek, kdy má dopadající voda na městské prostředí více možností zasáknout a zároveň je pozdržena a nemíří ihned do kanalizačního systému. V plochách, které byly označeny jako nevhodné pro vsakování, zejména kvůli svažitosti, nejsou opatření realizována a naopak jsou v nich navržena opatření proti vodní erozi.

Mezi pozitiva, která jsou v návrhu dále rozvíjena patří okolí řeky Rokytky a celkové rozvíjení opatření pro retenci a však srážkové vody i v přírodních plochách. Opatření jsou pak situována do míst, která jsou vhodná k hloubkovému vsaku a nebo se v nich nachází půdy s vysokou retenční kapacitou.

6.4.2 Pozitiva a negativa – zeleň

Mezi nejzásadnější negativa týkající se přírodních ploch byla chybějící návaznost a prostupnost. Koncepce přírodní plochy rozvíjí a zároveň navrhuje jejich propojení a prostupnost. V koncepci se tak snaží překonávat i stávající bariéry v území, které jsou z části nahrazeny transformačním územím, ve kterém jsou taktéž navrženy osy propojení přírodních ploch. Díky propojenosti a celkovému návrhu okolí Rokytky a jejího okolí dochází i k nápravě nefunkčních částí územního systému ekologické stability.

Přírodní plochy, kde se nachází nejzdravější vegetace, jsou určeny k zachování a další ochraně. Rozvíjením přírodních ploch a jejich propojenosti dochází k celkovému posilování ekologické stability. Mimo propojení ploch v přírodním území jsou navržena i propojení skrze městské prostředí čímž dochází ještě k lepší prostupnosti území.

6.4.3 Pozitiva a negativa – klima

Nejzásadnějším problémem týkajícím se klimatu, bylo přehřívání jednotlivých oblastí v území. Díky návrhu jednotlivých opatření v podobě polopropustných a propustných povrchů, liniových vegetačních a retenčních prvků a akumulaci srážkové vody, dochází ke zpomalení odtoku srážkové vody, snížení výparu a zvýšení přítomnosti zeleně. To vše má za výsledek ochlazování území a zároveň zlepšování kvality klimatu.

Naopak v plochách, kde k přehřívání nedochází nebo navíc mají přirozenou funkci území ochlazovat, jsou navržena opatření, která tyto vlastnosti ještě prohlubují. Opět se jedná o retenční a vsakovací prvky v přírodních plochách, ochrana ploch s nejzdravější zelení a rozvoj Rokytky a jejího okolí.

Z celkového výčtu je zřejmé že, jednotlivá opatření mají více pozitivních efektů na své okolí a zároveň se jejich působení navzájem znásobuje. Je tedy velice důležité, brát koncepci jako návrh ne jednotlivých opatření, ale jako systému opatření, které spolupůsobí. Neméně důležité než rozsáhlejší opatření, které mají několik funkcí najednou a dokážou tak území ovlivňovat vícero pozitivními způsoby, jsou i opatření drobného charakteru ve více plochách. Pokud taková opatření navíc propojíme, dostáváme mnohem silnější výsledný pozitivní efekt na území.

7. Diskuse

Na téma modrozelené infrastruktury či zvláště zelené a modré infrastruktury vzniklo již mnoho publikací, jelikož se v posledních letech jedná o velice diskutované téma. Cíle, které obsahují rozvoj biodiverzity, ochranu přírodních ploch a různé adaptační strategie jsou obsaženy v dokumentech evropské unie. Tyto cíle jsou pak dále reflektovány v politikách a strategických dokumentech České republiky. (viz literární rešerše)

Pojem modrozelená infrastruktura ale není nikde přesně definován a je tak velice složité realizaci zejména přírodě blízkých adaptačních a mitigačních vymáhat. Současný stavební zákon ani jeho prováděcí předpisy, neobsahují nástroje, které by modrozelenou infrastrukturu podporovaly. V novém stavebním zákoně je institut modrozelené infrastruktury zakotven formou pojmu zelená infrastruktura, který je definován jako systém přírodních ploch a jiných prvků přírodního a polopřírodního charakteru, který se může nacházet jak v zastavěném území obce, tak i v území nezastavěném. Zatím ale nový stavební zákon účinný není. (Doležalová 2022)

Jak tedy účinně zavést realizaci modrozelené infrastruktury do nástrojů územního plánování? Mnoho obcí a krajů si zpracovává vlastní strategické dokumenty, ve kterých si cíle a podmínky pro realizaci modrozelené infrastruktury mohou sami vymezit. Tyto strategie nejsou ale právně závazné.

Dle mého názoru by bylo vhodné, pojem modrozelená infrastruktura definovat v rámci územního plánu. Například po vzoru návrhu územního plánu města Brna, ve kterém je modrozelená infrastruktura vymezena pomocí regulativů.

Dalším příkladem je pak územní plán města Olomouc spolu se stavebními standardy, které vymezení modrozelené infrastruktury zpodrobňují. Olomouc se tak stala prvním městem v České republice, které disponuje komplexní dokumentací určené k rozvoji modrozelené infrastruktury na svém území. (Doležalová 2022)

A nyní se opět vrátím k návrhu mé koncepce mitigačních a adaptačních opatření. Účel této koncepce spatřuji právě jako jeden z možných podkladů pro zavedení modrozelené infrastruktury do územně plánovací dokumentace. Koncepce díky analýzám podává ucelený obrázek o charakteru území. Také díky stanovení pozitiv a negativ vymezuje problémy k řešení, a naopak hodnoty k ochraně a rozvíjení. A nejdůležitější částí je vymezení cílů, které jsou naplněny prostřednictvím konkrétních opatření vymezených v rámci ploch řešeného území.

Většina zpracovaných metodik a strategií nabízejí i příklady konkrétních opatření modrozelené infrastruktury, ale už chybí vhodné postupy jak a kdo by měl tato opatření realizovat a jakým způsobem je vymáhat.

8. Závěr

Hlavním cílem této diplomové bylo navrhnout koncepci pro území městské části Prahy 9, která bude obsahovat mitigační a adaptační opatření zaměřené na hospodaření se srážkovou vodou v urbanizovaném území, na zmírnění negativních dopadů vln veder a sucha a na předcházení negativních dopadů extrémních srážek.

V rámci literární rešerše byly načerpány další poznatky, týkající se vodního režimu v urbanizovaném území, teplotního režimu, vlivu na samotné meteorologické jevy a také na lidské zdraví, které pak byly uplatněny při návrhu koncepce. Taktéž byly uplatněny i zjištění vyplývající z jednotlivých analýz území. Tím byl definován charakter území, který byl klíčovým faktorem pro návrh jednotlivých opatření.

Prostřednictvím opatření byly naplněny jednotlivé cíle koncepce a celková vize koncepce. Jednotlivá opatření taktéž reflektovala požadavky na změny v území vyplývající z pozitiv a negativ daného území. Daná pozitiva jednotlivá opatření chrání nebo nadále rozvíjejí a prohlubují tak jejich kladný vliv na území. Negativa jsou pak pomocí opatření co nejvíce eliminována nebo jsou zmírňovány jejich negativní důsledky na území. Popsanými kroky výše, došlo k naplnění cíle práce.

Diplomovou práci je možné využít jako inspiraci pro vytvoření obdobné koncepce pro jiné území. Literární rešerše může být využita jako zdroj informací týkající se problematiky městského prostředí a mitigačních a adaptačních opatření. Analytická část také může posloužit jako přehled jednotlivých analýz, které se daného území týkají v případě řešení problematiky nakládání se srážkovou vodou nebo klimatických podmínek. Zároveň diplomová práce může posloužit jako podklad pro návrh konkrétních opatření pro vymezenou lokalitu v rámci řešeného území. Nebo také jako podklad při plánování rozvoje území samotné městské části Prahy 9.

Přehled literatury a zdrojů

Odborné publikace

Alberti M., 2016: *Cities That Think like Planets: Complexity, Resilience, and Innovation in Hybrid Ecosystems*, University of Washington Press, Seattle.

Bateman I. J., Harwood A. R., Mace G. M., Watson D. J., Abson D. J., Andrews B., Binner A., Crowe A., Day B. H., Dugdale S., Fezzi C., Foden J., Hadley D., Haines-Young R., Hulme M., Kontoleon A., Lovett A., Munday P., Pascual U., Paterson J., Perino G., Sen A., Siriwardena G., Soest D., Termansen M., 2013: Bringing Ecosystem Services into Economic Decision-Making: Land Use in the United Kingdom. *Science*, Vol 341, Issue 6141, P. 45-50.

Batty M., 1994: *Fractal Cities: A Geometry of Form and Function*, Academic Press Inc, Cambridge.

Brears R. C., 2018: *Blue and Green Cities: The Role of Blue-Green Infrastructure in Managing Urban Water Resources*, Palgrave Macmillan London

Cardoso da Silva M. C & Wheeler E. 2017: Ecosystems as infrastructure. *Perspectives in Ecology and Conservation*, Volume 15, P. 32-35.

Castells M, 1989: *The Informational City*, Wiley-Blackwell, New York.

Davoudi S., Crawford S., Mehmood A., 2009: *Planning for Climate Change: Strategies for Mitigation and Adaptation for Spatial Planners*, Routledge, London.

Ehrlich P. R. & Ehrlich A. H, 1981: *Extinction: The Causes and Consequences of the Disappearance of Species*, Gollancz.

Firehock K., 2010: A Short History of the Term Green Infrastructure and Selected Literature (online) [cit.2022.11.12.], dostupné z https://www.academia.edu/4690590/A_Short_History_of_the_Term_Green_Infrastructure_and_Selected_Literature

Hammann F., Ashley R. M., Blecken G. Viklander M., 2020: Valuing the Multiple Benefits of Blue-Green Infrastructure for a Swedish Case Study: Contrasting the

Economic Assessment Tools B£ST and TEEB. Journal of Sustainable Water in the Built Environment, © ASCE.

Hošek M., 2017: Zelená infrastruktura: co a proč se ztratilo v překladu?. Časopis Ochrana přírody, 2/2017, © 2008 — 2023 [Agentura ochrany přírody a krajiny ČR](#), S. 21-24.

Jacobs J., 1970: The Economy of Cities, Vintage, New York.

Kirschner V., Moravec D., Macků K., 2023: Green or blue bodies to mitigate the urban heat island? The case of a compact European city. Research Square Copyright © (online) [cit.2023.18.02.], dostupné z https://assets.researchsquare.com/files/rs-2542018/v1_covered.pdf?c=1675987317

Macháč J., Dubová L., Herkle M., 2019: Metodika pro ekonomické hodnocení zelené a modré infrastruktury v lidských sídlech, Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně.

McHarg I. L., 1969: Design with Nature, American Museum of Natural History.

Odum E., 1969: The Strategy of Ecosystem Development. New Series, Vol. 164. P. 262-270.

Perini K. & Sabbion P., 2016: Urban Sustainability and River Restoration: Green and Blue Infrastructure, John Wiley & Sons Ltd.

Pokorný J., Hesslerová P., Jirka V., Huryňa H., Seják J., 2018: Význam zeleně pro klima města a možnosti využití termálních dat v městském prostředí. Urbanismus a územní rozvoj – ročník XXI – číslo 1, S. 26-37.

Pomeroy L. R. & Alberts J. J., 1988: Concepts of Ecosystem Ecology - A Comparative View., Ecological Studies (ECOLSTUD, volume 67), Springer, New York.

Pondělíček M. & kolektiv, 2016: Adaptace na změnu klimatu, Civitas per Populi, o. p. s.

Rees W. E. a Wackernagel M., 1995: Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth, New Catalyst Books, Canada.

Solecki W.D., Rosenzweig C., Parshall L., Pope G., Clark M., Coxa J., Wiencke M., 2005: Mitigation of the heat island effect in urban New Jersey. *Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards*, Volume 6, Issue 1. P 39-49.

Swyngedouw E., 2005: *In the Nature of Cities: Urban Political Ecology and the Politics of Urban Metabolism*, Routledge, Oxfordshire.

Vítek J., Stránský D., Kabelková I., Bareš V., Vítek R., 2015: *Hospodaření S Dešťovou Vodou V ČR.*, ZO ČSOP Koniklec, Praha.

Vo T. Q., Trung N. H., Nguyen M., 2020: *An Assessment of Green Space, Blue Space and Green Infrastructure using Remote Sensing Approach. Project: Drought and Flood in Changing Climate – A New Normal & Adaptation Pathways for an Integrated Lancang-Mekong Basin.*

Legislativní zdroje

ČSN 75 9010: Vsakovací zařízení srážkových vod, 2012.

TNV 75 9011: Hospodaření se srážkovými vodami je odvětvová norma vodního hospodářství, 2013.

Vyhláška ke stavebnímu zákonu č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby, v platném znění.

Vyhláška ke stavebnímu zákonu č. 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území, v platném znění.

Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění.

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

Internetové zdroje

ASB-portal.cz, 2021: *Modrozelená infrastruktura: Jak s ní pracovat, aby sloužila svému účelu* Copyright © Jaga Media, s.r.o. (online) [cit.2022.11.12.], dostupné z

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

ASB-portal.cz, 2021: O stavebním zákonu stále nerozhodnuto. Nově přibyla zelená infrastruktura Copyright © Jaga Media, s.r.o. (online) [cit.2022.11.12.], dostupné z <https://www.asb-portal.cz/aktualne/o-stavebnim-zakonu-stale-nerozhodnuto-nove-pribyla-zelena-infrastruktura>

CzechAdapt – Systém pro výměnu informací o dopadech změny klimatu, zranitelnosti a adaptačních opatřeních na území ČR Copyright © (online) [cit.2022.26.11.], dostupné z <https://www.klimatickazmena.cz/cs/>

Česká geologická služba, 2008: Hydrogeologické mapování (online) [cit.2022.11.12.], dostupné z <http://www.geology.cz/extranet/vav/prirodni-zdroje/podzemni-vody/hydrogeologicke-mapovani>

Český hydrometeorologický ústav, (online) [cit.2022.26.11.], dostupné z <https://www.youtube.com/@CHMU>

Dige G, 2015: Zelená infrastruktura: lepší život díky řešením vycházejícím z přírody Copyright © (online) [cit.2022.11.12.], dostupné z [Zelená infrastruktura: lepší život díky řešením vycházejícím z přírody — Evropská agentura pro životní prostředí \(europa.eu\)](https://www.europa.eu/press-communications/infographic/infographic-green-infrastructure)

Directorate-General for Environment, 2022: Using blue-green infrastructure in cities increases regional habitat connectivity and benefits biodiversity. Issue 589 (online) [cit.2022.11.12.], dostupné z https://environment.ec.europa.eu/news/using-blue-green-infrastructure-cities-increases-regional-habitat-connectivity-and-benefits-2022-11-16_en

Gamesby R., 2020: Urban climate - The impact of urban forms and processes on local climate and weather. (online) [cit.2022.26.11.], dostupné z https://www.coolgeography.co.uk/advanced/Urban_Climates.php

Geoportál Libereckého kraje: Vegetační indexy (online) [cit.2022.11.12.], dostupné z <https://sucho.kraj-lbc.cz/vegetacni-indexy>

GISGeography, 2022: What is NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)?. Copyright © 2023 GIS Geography (online) [cit.2022.11.12.], dostupné z <https://gisgeography.com/ndvi-normalized-difference-vegetation-index/>

Informační systém SEKM, 2019 Ministerstvo životního prostředí © 2019-2023 SEKM3 (online) [cit.2022.11.12.], dostupné z <https://www.sekm.cz/portal/>

JK envi s.r.o, všechna práva vyhrazena © 2023 (online) [cit.2022.11.12.], dostupné z <https://www.jkenvi.cz/kdojsme.html>

Koucká M. ©2023 Počítáme s vodou: Modro-zelená infrastruktura je cesta, jak udržet vodu ve městech a vnitrozemí (online) [cit.2022.11.12.], dostupné z <https://www.pocitamesvodou.cz/modro-zelena-infrastruktura-je-cesta-jak-udrzet-vodu-ve-mestech-a-vnitrozemi/>

Portál Praha na dlani, 2020: Městská část Praha Prosek - průvodce Prahou Copyright © 2020 Praha Na Dlani (online) [cit.2022.11.12.], dostupné z <https://www.prahanadlani.cz/hlavni-mesto-praha/mestske-casti-prahy/praha-prosek.html>

Pražská příroda, 2013 (online) [cit.2022.11.12.], dostupné z <https://www.praha-priroda.cz/o-nas/nas-profil/>

StavbaWEB, 2019: Prodloužení parku Přátelství (online) [cit.2022.11.12.], dostupné z <https://www.stavbaweb.cz/prodlouzeni-parku-patelstvi-20340/clanek.html>

Vítek J. 2018: Jak se projevuje úroveň zákonných a technických předpisů na aplikaci modrozelené infrastruktury. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace VTEI (online) [cit.2022.11.12.], dostupné z <https://www.vtei.cz/2018/06/jak-se-projevuje-uroven-zakonnych-a-technickyh-predpisu-na-aplikaci-modrozelené-infrastruktury/>

Workswell, 2020: Krátké srovnání CWSI a NDVI - dva odlišné indexy v precizním zemědělství. Blog Copyright © 2020 Workswell (online) [cit.2022.11.12.], dostupné z <https://workswell.cz/kratke-srovnani-cwsi-a-ndvi-dva-odlisne-indexy-v-preciznim-zemedelstvi/>

Žák M., 2017: Tepelný ostrov v Praze a možnosti zmírnění jeho negativních dopadů (online) [cit.2022.11.12.], dostupné z https://portalzp.praha.eu/public/41/bf/ab/2498938_800079_Tepelny_ostrov_vPraze_MZak.pdf

Ostatní zdroje

Česká geologická služba, 2007: Geologická mapa ČR 1 : 500 000

Doležalová M., 2022: Právní aspekty rozvoje modrozelené infrastruktury. Masarykova univerzita. Právnická fakulta. (diplomová práce).

Ekosystémy a kvalita lidského života: Rámec pro hodnocení, 2003, © Ministerstvo životního prostředí Praha, Millenium Ecosystem Assessment.

Erben J., 2017: Hodnocení vodního stresu porostu pomocí metod dálkového průzkumu povrchu. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, zemědělská fakulta (diplomová práce).

Evropská komise, 2013: Zelená infrastruktura – zlepšování přírodního kapitálu Evropy, COM.

Hlinovský M., 2017: Monitorování městských aglomerací pomocí satelitních obrazových dat. České vysoké učení technické v Praze, fakulta elektrotechnická (diplomová práce).

Hodnocení urbánní tepelné zranitelnosti zastávek hromadné dopravy, 2020, ECOTEN s.r.o.

Hospodaření se srážkovými vodami – cesta k modrozelené infrastruktuře, 2018, JV PROJEKT VH s.r.o.

Koncepce ochrany před následky sucha pro území České republiky, 2017, Ministerstvo zemědělství.

Městský standard pro plánování, výsadbu a péči o uliční stromořadí jako významného prvku modrozelené infrastruktury pro adaptaci na změnu klimatu, 2021, Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy.

Mlezivová K, 2020: Zadržování dešťové vody v urbánním prostředí: inventura přístupů měst. Česká zemědělská univerzita v Praze. Fakulta životního prostředí. (bakalářská práce).

Národní akční plán adaptace na změnu klimatu, 2021, Ministerstvo životního prostředí v meziresortní spolupráci s využitím klimatologických podkladů Českého hydrometeorologického ústavu.

Národní plán povodí Labe, 2015, Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s, DHI, a.s.

Plán hlavních povodí ČR 2007-2027, 2007, Ministerstvo zemědělství.

Podzemní voda ve městě, 2020, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka.

Politika architektury a stavební kultury České republiky, 2015, Ministerstvo pro místní rozvoj ČR

Příručka zelené infrastruktury – koncepční a teoretické základy, termíny a definice, 2019, Projekt Interreg Central Europe MaGICLandscapes.

Standardy hospodaření se srážkovými vodami na území hlavního města Prahy, 2021, České vysoké učení technické v Praze, fakulta stavební.

Strategický plán rozvoje městské části Praha 9, 2020

Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR, 2015, Ministerstvo životního prostředí v meziresortní spolupráci s využitím klimatologických podkladů Českého hydrometeorologického ústavu.

Studie hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích, 2019, Asociace pro vodu ČR, z.s. (CZWA)

Studie odtokových poměrů včetně návrhů možných protipovodňových opatření v povodí vodního toku Rokytka, 2019, Společnost VRV + SINDLAR.

Šíma J., 2018: odborná studie: Druhy rostlin vhodné pro zelené prostory vzhledem ke schopnosti adaptace na klimatické změny. Adaptace na klimatické změny pomocí zelené infrastruktury ATCZ142.

Technická univerzita v Liberci, přednáška: Environmentální management

Úřad městské části Praha 9, 2004: Turisticko-informační průvodce.

Územní plán města Brna. Závazná textová část, návrh pro 2. opakované veřejné projednání.

Územní plán Olomouc - úplné znění po změnách.

Vítek J., 2022: Zásada modrozelené infrastruktury - hospodaření s dešťovou vodou - nedílná součást MZI. Seminář Počítáme s vodou 2022.

Voda ve městě - Metodika pro hospodaření s dešťovou vodou ve vazbě na zelenou infrastrukturu, 2021, Univerzitní centrum energeticky efektivních budov (ČVUT UCEEB) a Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku (UJEP IEEP).

World from Space s.r.o., 2020: Souhrnná studie – Družicová analýza vegetace, zástavby a mikroklimatu Prahy 4 (online) [cit.2022.11.12.], dostupné z <https://www.praha4.cz/file/LZZ41/Praha-4-final.pdf>

Základní principy hydrogeologie, 2010, Ministerstvo životního prostředí.

Znáte Prahu? Město v mapách, grafech a číslech, 2015, Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy.

Seznam obrázků

Obrázek 1: Schéma městského ekosystému, *The Urban Ecosystem*, Alberti 2017, in *Press*

<https://www.thenatureofcities.com/2017/06/30/cities-ecosystems-analogous-natural-ones-nature-infrastructure-people-thinking-cities-way-help-us-think-urban-design/>

Obrázek 2 - Průměrná roční teplota vzduchu v letech 1775 – 2020 Brázdil a kol. 2021v České republice

Zdroj: Brázdil a kol. 2021, <https://www.klimatickazmena.cz/cs/casova-rada/>

Obrázek 3: Schéma tepelného ostrova (Earth Resources Observation and Science Center 2019) <https://www.usgs.gov/media/images/urban-heat-islands>

Obrázek 4- Tepelný ostrov Prahy (Žák, 2017)

https://portalzp.praha.eu/public/41/bf/ab/2498938_800079_Tepelny_ostrov_vPraze_MZak.pdf

Obrázek 5 – Termovizní snímek náměstí (Pokorný J. &, 2018: Význam zeleně pro klima města a možnosti využití termálních dat v městském prostředí. Urbanismus a územní rozvoj – ročník XXI – číslo 1.

Obrázek 6 - Členění ekosystémových služeb do 4 základních kategorií (Metodika pro ekonomické hodnocení zelené a modré infrastruktury v lidských sídlech 2019)

Obrázek 7 - Zóny ochrany kořenového prostoru stromů v uličním profilu (Městský standard pro plánování, výsadbu a péči o uliční stromořadí jako významného prvku modrozelené infrastruktury pro adaptaci na změnu klimatu 2021, Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy)

Obrázek 8 - Řešené území městské části Praha 9 (vlastní zdroj)

Obrázek 9 – Základní druhy pórovitosti hornin (© Copyright: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka)

https://heis.vuv.cz/data/webmap/datovesady/projekty/polrustu2adaptacniopatreni/vyukovyportal/www/lekce/podzemni-voda-v-horninach_lekce_2/1-porovitost-hornin

Obrázek 9 - Výstřižky z Digitální technické mapy Prahy – Prosek, Vysočany, Hrdlořezy

<https://app.iprpraha.cz/apl/app/dtmp/index.html>

Obrázek 11 – Výstřižek - Vliv urbanizovaných území na vodní toky, IPR Praha 2020

Obrázek 12 – vlastní tvorba dle Atlas ÚAP, IPR Praha 2020 – Vrstva Kanalizace

Seznam Tabulek

Tabulka 1 - Projevy klimatu města (Skalák P. & kol., 2015: Pražský tepelný ostrov, CHMI) (online) [cit.2022.26.11.], dostupné z

http://www.cmes.cz/sites/default/files/Skalak_Prazsky_tepelny_ostrov.pdf

Tabulka 2 - Horniny předkvartérního podkladu (vlastní tvorba dle Geologické mapy 1: 50 000)

Tabulka 3 - Horniny pokryvných útvarů (vlastní tvorba dle Geologické mapy 1: 50 000)

Tabulka 4 – Přehled hornin, jejich pórovitosti a propustnosti (vlastní zpracování dle © Copyright: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka)

Tabulka 5 – Přehled vybraných ekologických zátěží (vlastní tvorba dle informačního systému SEKM)

Tabulka 6- Přehled významných liniových veřejných prostranství

Přílohy

Příloha 1 – Přehled analýz

Příloha 2 – Výkresy pozitiv a negativ

Příloha 3 – Koncepce adaptačních a mitigačních opatření