

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**

**FAKULTA EKONOMICKÁ**

**Bakalářská práce**

**Potenciál retenčních nádrží pro rozvoj modro-zelené infrastruktury města  
Plzně**

**The potential implementation of retention ponds into the blue-green  
infrastructure of the city of Pilsen**

**Adam Strnad**

**Plzeň 2020**



ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta ekonomická

Akademický rok: 2019/2020

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Adam STRNAD**  
Osobní číslo: **K17B0637P**  
Studijní program: **B1301 Geografie**  
Studijní obor: **Ekonomická a regionální geografie**  
Téma práce: **Potenciál retenčních nádrží pro rozvoj modro-zelené infrastruktury města Plzně**  
Zadávající katedra: **Katedra geografie**

### Zásady pro vypracování

1. Stanovte cíle práce.
2. Proveďte rozbor metodické a regionální literatury.
3. Stanovte metodiku výzkumu retenčních nádrží.
4. Proveďte inventarizaci retenčních nádrží.
5. Proveďte terénní šetření vybraných parametrů nádrží.
6. Výsledky zpracujte analytickými a syntetickými metodami.
7. Diskutujte výsledky práce.
8. Proveďte zhodnocení a shrnutí výsledků.


Rozsah bakalářské práce: **40-60 stran**  
Rozsah grafických prací: **neuveden**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

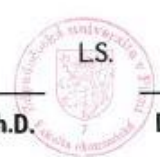
Seznam doporučené literatury:


- Austin, G. (2014). *Green infrastructure for landscape planning: integrating human and natural systems*. London: Routledge/Taylor & amp.
- Water Environment Federation. (2014). *Green infrastructure implementation: a special publication*. Alexandria: WEF.
- Kopp, J., & Raška, P. (2017). *Ekohydrologický management mikrostruktur městské krajiny*. Plzeň: ZČU.
- Slaney, S. (2017). *Stormwater management for sustainable urban environments*. Mulgrave: Images Publishing Group.

Vedoucí bakalářské práce: **RNDr. Jan Kopp, Ph.D.**  
Katedra geografie

Datum zadání bakalářské práce: **22. října 2019**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **22. dubna 2020**

  
**Doc. Ing. Michaela Krechovská, Ph.D.**  
děkanka



  
**Doc. PaedDr. Alena Matušková, CSc.**  
vedoucí katedry

V Plzni dne 22. října 2019

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma

*„Potenciál retenčních nádrží pro rozvoj modro-zelené infrastruktury města Plzně“*

vypracoval samostatně pod odborným dohledem vedoucího bakalářské práce za použití pramenů uvedených v příložené bibliografii.

V Plzni dne:

.....

podpis autora/autorky

Na této straně bych chtěl poděkovat panu RNDr. Janu Koppovi, Ph.D. za jeho odborný dohled a asistenci při vypracovávání mé bakalářské práce.

# Obsah

Úvod .....	9
<b>1 Cíle práce .....</b>	<b>10</b>
<b>2 Metodika .....</b>	<b>11</b>
<b>3 Teoretická část .....</b>	<b>13</b>
3.1 Modro-zelená infrastruktura.....	13
3.1.1 Výhody modro-zelené infrastruktury.....	15
3.1.2 Možné překážky při realizaci modro-zelené infrastruktury.....	16
3.1.3 Urbánní adaptace na změnu klimatu.....	17
3.1.4 Adaptace měst na vlny horka a na nárůst tepelného ostrova města.....	18
3.1.5 Koncepce zavádění principů modro-zelené infrastruktury.....	20
3.2 Vybrané prvky modro-zelené infrastruktury.....	23
3.2.1 Dešťové zahrady .....	23
3.2.2 Vegetační příkopy.....	24
3.2.3 Umělé mokřady.....	24
3.2.4 Zelené střechy .....	24
3.3 Retenční a detenční nádrže jako nástroj efektivního hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území .....	26
3.3.1 Decentralizovaný způsob odvodnění .....	27
3.4 Retenční a detenční nádrže.....	31
<b>4 Potenciál retenčních nádrží pro rozvoj modro-zelené infrastruktury na katastrálním území města Plzně.....</b>	<b>33</b>
4.1 Oblast zájmu.....	33
4.2 Předmět zájmu.....	33
4.3 Inventarizace retenčních nádrží na katastrálním území města Plzně .....	34

4.4	Hodnocení výsledků .....	49
<b>5</b>	<b>Diskuse.....</b>	<b>56</b>
<b>6</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>59</b>
	<b>Seznam použitých zdrojů.....</b>	<b>60</b>
	<b>Seznam tabulek.....</b>	<b>66</b>
	<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>68</b>
	<b>Seznam použitých zkratk.....</b>	<b>69</b>
	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>70</b>
	<b>Přílohy</b>	
	<b>Abstrakt</b>	
	<b>Abstract</b>	



## Úvod

Klimatické změny představují jednu z hlavních výzev pro města současnosti. Musí čelit důsledkům způsobeným zejména vlnami horka, extrémními srážkami nebo naopak suchem a nedostatkem vody. Po celém světě existuje řada různých pohledů a strategií, jak se s touto výzvou vypořádat do budoucna. Jednou z možných cest, jak města adaptovat na tyto klimatické extrémy, je restrukturalizace „šedé“ infrastruktury na „modro-zelenou“ infrastrukturu, která je lépe přizpůsobena k utlumení efektů způsobených klimatickými změnami. Její zavádění je však často veřejnou společností odmítáno zejména kvůli nedostatečnému pochopení a osvětě. Pokud jsou prvky modro-zelené infrastruktury pečlivě projektovány a odborně prováděny, nejenom, že jejich náklady na provedení a provoz jsou z dlouhodobého hlediska nižší, než u „šedé“ infrastruktury, ale navíc mnohem lépe vytvářejí estetický prvek města.

Velice aktuálním tématem je zachycování a recyklace dešťové vody, či podpora její retence a evapotranspirace. Zejména ve městech, kde je hydrologický cyklus urychlen vlivem snahy o co nejrychlejší transport dešťové vody z místa jejího dopadu, je riziko povodní a bleskových záplav během prudkých srážek jedním z hlavních motivů k užívání prvků modro-zelené infrastruktury. Právě jejich existence je zcela klíčovým faktorem udržitelného rozvoje našich měst při dnešních změnách klimatu.

# 1 Cíle práce

Má bakalářská práce je rozdělena na dvě části. V teoretické části jsem si stanovil dva hlavní cíle. Prvním z nich je vysvětlit pojem modro-zelená infrastruktura, její účel, jaké má výhody a jaké mohou být překážky její implementace. Nastíním několik světových konceptů zavádění modro-zelené infrastruktury spolu s jejich cíli. Následující podkapitola je věnována hlavně adaptaci měst na změnu klimatu, jakým výzvám čelí do budoucna a jaké strategie mohou zvolit pro zvýšení své odolnosti vůči těmto negativním změnám. U vybraných prvků modro-zelené infrastruktury popíšu jejich fungování, možné modifikace a příklady využití. V poslední kapitole teoretické části se věnuji hospodaření s dešťovou vodou v městském prostředí, osvětlím pojem decentralizovaný způsob odvodnění, popíšu, jaká jsou v současnosti hydrologická opatření pro udržitelné hospodaření s dešťovou vodou. Můj druhý hlavní cíl teoretického rozboru je posoudit rozdíly mezi retenčními a detenčními nádržemi, zjistit jaké mají vlastnosti, výhody a nevýhody a posoudit možnost hodnocení jejich potenciálu pro zapojení do modro-zelené infrastruktury.

Pro praktickou část mé práce si kladu za cíl inventarizovat povrchové retenční nádrže na katastrálním území města Plzně a zhodnotit jejich potenciál pro zapojení do modro-zelené infrastruktury.

Po předvýzkumu prováděném pro mou bakalářskou práci jsem si stanovil dvě hypotézy, na které odpovím skrze syntézu výsledků mého terénního výzkumu v kapitole hodnocení výsledků praktické části bakalářské práce:

- **H1:** Na katastrálním území města Plzně je nejvíce povrchových retenčních nádrží lokalizováno na plochách výroby a skladování.
- **H2:** Potenciál pro zapojení do modro-zelené infrastruktury mají retenční nádrže na katastrálním území města Plzně na plochách výroby a skladování nejnížší vůči ostatním plochám.

## 2 Metodika

K naplnění cílů mé bakalářské práce jsem využil celou řadu metodických nástrojů a přístupů. Při plnění teoretické části bakalářské práce jsem využíval zejména informací z domácích i zahraničních tištěných zdrojů. Rovněž jsem využíval i českých a zahraničních zdrojů dostupných online. Byly vybírány na základě klíčových slov v dostupných databázích odborných publikací.

Plnění cílů mé praktické části jsem rozdělil na několik kroků. Prvním krokem bylo vytipování lokalit potenciálních retenčních nádrží za pomoci ortofotomap dostupných na portálu [mapy.cz](http://mapy.cz) (2020), náhledem do katastru nemovitostí (ČÚZK 2020) a na Google Maps (2020). Následně jsem provedl terénní výzkum, kdy jsem jednotlivé lokality navštívil, pořídil potřebnou fotodokumentaci k následnému vyhodnocení výzkumu a získal další potřebné informace o konkrétní nádrži. Pokud se konkrétní nádrž nacházela na veřejnosti nepřístupném pozemku, získal jsem informace, jež byly v rámci neproniknutí na cizí pozemek možné. Přesná poloha nádrží byla zanesena na podkladovou mapu územního plánu města Plzně, získanou z mapového portálu města Plzně (2020), v programu ArcGIS. Pro každou nádrž jsem vytvořil tabulku s přehledem základních informací o jejich souřadnicové poloze, katastrálním území, kterému náleží, jejich rozloze, o jejich vlastníkově, popřípadě o vlastníkově pozemku, na kterém leží a o typu území dle územního plánu, na kterém se nachází. Souřadnicová poloha byla zjištěna pomocí integrované funkce [mapy.cz](http://mapy.cz), kde lze určit GPS souřadnice vybraného bodu. Katastrální území bylo, stejně jako informace o rozloze a vlastníkově nádrže, zjištěno díky náhledu do katastru nemovitostí (ČÚZK 2020), kde jsem opět využil integrovaných funkcí, jež portál nabízí. Typ území dle územního plánu byl zjištěn analýzou mapového výstupu. Dalším krokem praktické části bylo zhodnocení potenciálu zapojení jednotlivých retenčních nádrží do modro-zelené infrastruktury. Postup byl inspirovaný článkem od autorů Kopp a Preis (2020), kde jsem stejně jako autoři, využíval číselnou stupnici k hodnocení pěti základních kritérií, která jsem hodnotil známkou 0–3, kdy 0 byla známkou nejhorší, 3 naopak známkou nejlepší. V závěru praktické části jsem shrnul poznatky získané terénním výzkumem, vytvořil jsem souhrnné tabulky znázorňující všechny mnou získané a vytvořené informace a závěry. První tabulka znázorňuje počet nádrží vyskytujících se na konkrétním typu

území dle územního plánu, díky čemuž jsem byl schopen potvrdit nebo vyvrátit svou první hypotézu. Tabulka dále obsahuje počet nádrží v konkrétním typu vlastnictví, zda je retenční nádrž v rukou města nebo v soukromém vlastnictví. Poslední informací v tabulce je počet nádrží, které jsou veřejnosti přístupné, a které naopak nepřístupné. Všechny tři druhy získaných informací jsou zobrazeny na jednotlivých mapových výstupech, vytvořených v programu ArcGIS. Druhou tabulkou je souhrnný přehled hodnocení kritérií zapojení jednotlivých retenčních nádrží do modro-zelené infrastruktury. Tabulka obsahuje rovněž i součet bodů jednotlivých nádrží. Součet bodů jsem využil pro vytvoření mapového výstupu znázorňující potenciál jednotlivých retenčních nádrží pro zapojení do modro-zelené infrastruktury na podkladové mapě územního plánu. Na základě dat z tabulky a mapového výstupu, jsem byl schopen potvrdit nebo vyvrátit svou druhou hypotézu a byl jsem schopen shrnout, jak se liší potenciál zapojení retenčních nádrží do modro-zelené infrastruktury v různých typech území. Rovněž jsem zohlednil rozdíly u nádrží s rozdílným druhem vlastnictví, stejně jako rozdíly v přístupu veřejnosti.

## 3 Teoretická část

### 3.1 Modro-zelená infrastruktura

S rostoucí plochou urbanizovaného území a klimatickými změnami se stává management dešťové vody ve městech stále náročnější. Odtok dešťových vod z nepropustných povrchů zvyšuje riziko povodní a současně degraduje vodní ekosystém splachem nečistot, které nejsou před vypuštěním do recipientu nebo vodního toku nijak filtrovány. To vedlo ke vzniku inovativních přístupů k řízení městské dešťové vody a vzniku tzv. „modro-zelené infrastruktury“, která má doplňovat, anebo plně nahradit „šedou infrastrukturu“. Šedá infrastruktura zahrnuje především technologická a stavebně-inženýrská řešení a projekty (Velebná Brejchová a kol. 2015). Termín „modro-zelená infrastruktura“ (zkratka MZI) lze naopak definovat, jako krajinný systém, který efektivně kombinuje přírodní materiály a je záměrně vytvořen za účelem poskytování ekosystémových služeb (Liao 2017). Další autor definoval pojem modro-zelená infrastruktura jako prvky přírodního, nebo člověkem vytvořeného systému, které zlepšují ekosystémové služby v rámci hospodaření s dešťovou vodou (Brears 2018). Ekosystémové služby lze chápat jako souhrn funkcí ekosystémů, které společnosti přinášejí určité výhody (Birkhofer a kol. 2015). Modro-zelenou infrastrukturu lze také chápat jako nástroj hospodaření s dešťovou vodou, který preferuje ekosystémové přístupy (Kopp 2020). MZI označuje prvky, které technicky odkazují na systémy s hydrologickými funkcemi, včetně systémů nakládání s dešťovou vodou v urbanizovaném prostředí. Modrá infrastruktura může být buď přirozená, přizpůsobená nebo umělá. Mezi její hlavní funkce lze zařadit: zpomalení koloběhu vody, decentralizace a šíření srážkové vody, retence a evapotranspirace (Liao 2017). Mimo to často obsahuje i prvky regulace průtoku, filtrace, recyklace a opětovné používání vody nebo také nejrůznější formy úpravy vody. Obecně tedy platí, že modrá infrastruktura řeší aspekty množství a kontroly kvality vody. Modro-zelená infrastruktura kombinuje hydrologické a biologické systémy na úpravu vody, kdy zelené prvky plynule překrývají prvky modré. Společně posilují městské ekosystémy tím, že posilují přírodní procesy v uměle vytvořeném prostředí a kombinují požadavky na udržitelné hospodaření s vodou a požadavky urbanistického plánování městského života (Dreiseitl a Wanschura 2016).

Přijetí MZI však často čelí nejistotě ohledně její hydrologické výkonnosti a nedůvěře v politickou přijatelnost a veřejné preference (Thorne a kol. 2015). Nejistoty byly rozděleny na dva odlišné typy: biofyzikální a sociálně-politické. Biofyzikální nejistoty jsou spjaty s otázkou dostatečné biofyzikální výkonnosti prvků MZI. Sociálně-politické pak s veřejnými preferencemi, ekonomickým benefitem, správcovstvím MZI nebo například s hospodářským rozvojem. Množství sociálně-politických nejistot ale mnohdy převyšuje ty biofyzikální a hrají větší roli při omezování implementace MZI v krajině (O'Donnell a kol. 2015). Řešením by mohlo být zapojení obyvatel do přípravné i realizační fáze projektu formou dialogů s veřejností, což může vést k lepšímu povědomí obyvatel o existenci a funkcích MZI (Everett a kol. 2015). Jak uvádí Kabisch a kolektiv (2016), existují tři základní kategorie nástrojů, jak může regionální správa ovlivnit implementaci nových udržitelných technologií v soukromém sektoru:

- 1) **Normativní nástroje** – zahrnují adaptační strategie, městské a krajinné plány, regulační plány, stavební předpisy, nařízení města, územní ochranu, vodohospodářské směrnice, nebo jiné upravující normy.
- 2) **Ekonomické nástroje** – zahrnují dotace, zpoplatnění vypouštění dešťové vody do kanalizace, daňové úlevy pro nemovitosti s ekoznačkou, grantové programy a další.
- 3) **Etické nástroje** – zahrnují programy zaměřené na environmentální vzdělávání, kampaně na zvyšování povědomí o problematice, odborná školení, environmentální marketing měst nebo developerských projektů, příklady z praxe a další.

Regionální správa může firmám v soukromém sektoru udělovat „ekoznačky“, které lze získat prováděním udržitelných a přírodě blízkých opatření nad rámec vodohospodářských opatření, čímž si firma zvýší vlastní prestiž. To samé platí i pro developerské projekty, kdy bytová výstavba nabude určitých eko-parametrů, čímž se zvýší cena bytů a vytvoří se lepší životní podmínky pro potenciální kupce. Velkým potenciálem v rámci propagace MZI jsou bezpochyby hobby markety, které ve svém sortimentu nabízejí celou řadu produktů pro zavádění přírodě blízkých opatření, jako polopropustné dlažby, zadržovací systémy na dešťovou vodu, materiál ke stavbě zelených střech a další. Avšak samotné budovy těchto marketů nedemonstrují využití potenciálu vlastního sortimentu (Kopp a Preis 2020).

Pokud je MZI dobře navržena a provedena, není finančně ztrátová, jelikož snižuje potřebu údržby daného prostoru. V případě stromů, vysazených po stranách ulice,

dochází k jejich pasivnímu zavlažování prostřednictvím dešťové vody, která se ke stromům dostane ze silnice. Tím se udržuje jejich vitalita, kořeny stromů nemají potřebu vyhledávat vlhkost v půdě, proto nenarušují povrch chodníku nebo silnic a zároveň tvoří stín. Je tedy zřejmé, že konkrétně vysazování stromů nemá sloužit pouze jako estetický prvek, ale díky jedné investici můžeme naplnit několik cílů současně (Dandy 2010).

Dle Bears (2017) by MZI vždy měla mít tři základní vlastnosti:

- 1) Má zajišťovat a vytvářet kvalitní životní prostředí a amenitní prvky pro obyvatele prostřednictvím vegetace.
- 2) Musí zajistit odpovídající kvalitu půdy, včetně obsahu živin a dostatečné vlhkosti v ní obsažené.
- 3) Má zajistit dostatečné množství dešťové nebo recyklované vody k trvale udržitelnému rozvoji předchozích dvou bodů.

Zároveň Kopp (2020) poukazuje na tři základní cíle vodohospodářského významu zavádění principů MZI:

- 1) Zadržet a efektivně využívat dešťovou vodu v místě jejího dopadu.
- 2) Omezit přetoky do vodních toků prostřednictvím regulace povrchového odtoku do jednotného kanalizačního systému.
- 3) Podpořit evapotranspiraci z vodních ploch a zeleně, a tím snížit vliv přehřátých povrchů měst.

### 3.1.1 Výhody modro-zelené infrastruktury

Dreiseitl a Wanschura (2016) poukazují na 4 základní benefity MZI.

- Výhody MZI související s **kvalitou vody**

Kořeny rostlin v kombinaci s půdou absorbují živiny, čistí prosakující vodu a zlepšují obecnou kvalitu vody v městském prostředí, čímž redukuje finanční náklady potřebné na úpravu kvality vody. Přispívá k prevenci přehřátí a nedostatku kyslíku způsobený vysokou teplotou betonového koryta řeky.

- Výhody MZI související s **kvantitou vody**

Zlepšuje zadržování dešťové vody v místě vzniku, čímž eliminuje riziko a dopad povodní. Přírodní propustné povrchy umožňují vsakování vody, čímž vyrovnávají stav

podzemní vody. Omezuje přetoky z dešťových oddělovačů kanalizace během přívalových srážek ve městě.

- Výhody MZI související s **přizpůsobením se změnám klimatu**

Mimo výhod přímo souvisejících s vodou a vegetací, má MZI obrovský potenciál ovlivňovat městské klima snížením efektu tepelného ostrova měst, vyrovnáváním kolísajících teplot, podporou přirozeného koloběhu vzduchu ve městech a snižováním rizika vysoušení městských půd, a s tím spojené znečištění ovzduší vlivem větru a prachu. Dále vytváří zóny bohaté na biodiverzitu, čímž dlouhodobě udržuje flóru a faunu.

- MZI jako **estetický prvek města**

Prostřednictvím aktivní integrace vody a zeleně pomáhá propojit lidskou sféru s přírodním prostředím.

- **Sociální přínos MZI**

MZI vytváří modernizovaný prostor pro rekreaci, společenské aktivity nebo sportovní činnost, čímž zlepšuje fyzické i duševní zdraví obyvatel. Vytváří prostor pro sociální interakci, protože poskytuje prostor pro skupinové a rodinné aktivity. Mimo to, estetická atraktivita zvyšuje ceny okolních budov a pozemků a zvyšuje prestiž města, jakožto lepšího místa pro život. Stejně tak zvyšuje prestiž i městských institucí, které se starají o životní podmínky svých obyvatel.

Mimo zmíněné výhody Bears (2018) dále uvádí ekonomické výhody spojené s MZI, jakožto alternativou k šedé infrastruktuře, která má nižší pořizovací náklady a je méně kapitálově náročná. Snižují se náklady na čištění vody, zvyšují se zásoby podzemní vody, zvyšuje se zaměstnanost prostřednictvím stavby a správy prvků MZI a v neposlední řadě se snižuje celková spotřeba energií, například při nižší energetické náročnosti budov. Veškeré výhody MZI lze skutečně realizovat pouze propojenou sítí jednotlivých komponentů (Faggian a kol. 2012).

### **3.1.2 Možné překážky při realizaci modro-zelené infrastruktury**

Dále Bears (2018) zmiňuje i možné překážky při realizaci MZI a dělí je do několika skupin: ekonomické, finanční, institucionální a regulační. Ekonomické překážky jsou spojeny zejména s vysokými počátečními náklady, vysokou cenou pozemků a s financováním v dlouhodobém horizontu. Autor finanční překážky opírá o nejasnou



finanční odpovědnost, kdy není zcela jasné, kdo bude daný projekt financovat a v porovnání s šedou infrastrukturou MZI představuje jisté investiční riziko, jelikož návratnost není tak jasně časově vytyčena jako v případě šedé infrastruktury. Institucionální překážky se týkají zejména časové náročnosti a potřeby množství lidských zdrojů na vytvoření skutečně efektivního, udržitelného a funkčního projektu (Bears 2018). Dle O'Donnell a kol. (2017), kteří v Anglii prováděli výzkum ohledně zjištění konkrétních překážek při realizaci MZI, vedli rozhovor s devatenácti profesionály z různých organizací v Newcastlu a došli k závěru, že:

- Nejvyšší počet respondentů uvedl jako největší problém neochotu podporovat zavádění nových zákonů a neochotu měnit své postupy.
- Druhý nejvyšší počet respondentů se domnívá, že největší překážkou pro získání podpory místních orgánů pro realizaci MZI je nedostatek znalostí, zkušeností, osvěty a jistá míra obav.
- Třetí nejvyšší počet respondentů uvádí, že za největší překážku považují financování a finální cenu projektu.

### **3.1.3 Urbánní adaptace na změnu klimatu**

Jak uvádí Velebná Brejchová a kolektiv (2015), s rostoucím trendem urbanizace, která je v současné době jednou z hlavních příčin klimatických změn, jelikož se zde koncentrují ekonomické a společenské aktivity, které jsou významným producentem skleníkových plynů, roste potřeba připravit města na extrémní projevy počasí. Změny klimatu představují největší výzvu zejména pro obyvatelstvo, které tak musí extrémním výkyvům klimatu čelit, představují totiž potenciální hrozbu a mohou zhoršit kvalitu jejich života. Tyto výkyvy způsobují následující projevy změny klimatu: vlny horka, nárůst tepelného ostrova měst, extrémní srážky a povodně ve městech, sucho a nedostatek vody ve městech. Proto je potřeba, aby se města na budoucí změny připravila, a aby zvolila vhodnou kombinaci adaptačních opatření. Mohou tak například využít projektu UrbanAdapt (2015), který si klade za cíl pružně reagovat na možné dopady změny klimatu ve městech, spustit a rozvíjet proces přípravy adaptačních strategií, navrhnout a vyhodnotit vhodná adaptační opatření ve vybraných urbánních oblastech České republiky za podpory ekosystémově založených přístupů. Projekt rovněž cílí i na spolupráci akademického sektoru se sektorem nevládních organizací. Nemalou roli v tomto projektu hraje zapojení MZI a užití ekosystémových služeb

v adaptačních opatřeních města, které představují dostupná a nákladově efektivní řešení. Adaptaci měst tedy můžeme chápat jako schopnost urbánního systému přizpůsobit se změnám klimatu, zmírnit potenciální škody způsobené změnou klimatu, využít naskytnutých příležitostí nebo řešit případné následky. Adaptační opatření lze v základu rozdělit na „šedá opatření“, „modro-zelená opatření“ a na „měkká opatření“. Šedá opatření zahrnují hlavně technologická a stavebně-inženýrská řešení a projekty, kterými může být například budování nebo posílení říčních protipovodňových hrází. Modro-zelená opatření využívají ekosystémově založených přístupů a měkká opatření zahrnují změnu chování občanů a jejich informovanost. Mimo toto rozdělení můžeme adaptační opatření rozdělit ještě z úhlu inženýrského, a to na strukturální a nestrukturální. Můžeme říct, že strukturální opatření zahrnují veškerá opatření, která ke svému provedení potřebují fyzickou realizaci. Naopak za nestrukturální označujeme taková řešení, která ke svému provedení fyzickou realizaci nepotřebují. Ta se zaměřují hlavně na informační kampaně a osvětu obyvatelstva. V dnešní době je patrná snaha o prosazení „modro-zelených opatření“, která mají sloužit jako alternativa k těm tradičním „šedým“. MZI, totiž na rozdíl od stavebně-technických opatření, klade důraz na ochranu a obnovu životního prostředí v městských oblastech a zachování biodiverzity. Právě zachování a dodržování těchto principů má znatelně pomoci adaptaci městské krajiny na změny klimatu. Mnoho studií se navíc shoduje, že použití MZI je šetrnější k životnímu prostředí, nákladově efektivnější a politicky více přijatelné, nežli užití šedých opatření (Martins a kol. 2016).

#### **3.1.4 Adaptační opatření měst na vlny horka a na nárůst tepelného ostrova města**

V posledních letech Česká republika čelí výraznému nárůstu počtu tropických dní, tedy dní, kdy maximální denní teplota přesáhne 30 °C. Stejně jako roste počet tropických dní, roste i počet tropických nocí, kdy během takové noci teplota neklesne pod 20 °C. Dle emisního scénáře A1B jsou oba tyto trendy předpovídaný i do budoucna a do roku 2050 by jejich počet mohl vzrůst až o 50 %, oproti referenčnímu období zahrnující roky 1961–2000. Do konce století pak celkový počet tropických dní může vzrůst až 4,5krát (Brázdil 2015). Není překvapením, že vlny extrémního a dlouhodobého horka mají negativní vliv jak na lidské zdraví, tak na ekonomiku a životní prostředí, jelikož mohou způsobovat požáry, které se tak kvůli suchu mohou i velice snadno šířit. Všechny tyto „příznaky“ jsou ještě o to více výrazné, zejména v městských oblastech, kde jsou

umocněny existencí tzv. efektu tepelného ostrova měst (zkr. UHI<sup>1</sup>). Ten je charakteristický vyšší teplotou v městských oblastech nežli v jeho okolí, a to zejména během noci (Demuzere 2014). Jeho vznik je ovlivněn zejména zastavěností území, typem povrchu a jeho mírou albeda, nárůstem a frekvencí extrémních teplot a stále se zvyšující koncentrací zdrojů produkujících tzv. „odpadní“ teplo. Jak uvádí Santamouris a kolektiv (2007), UHI je způsobeno následujícími faktory:

- Nízké množství vegetační evapotranspirace.
- Absorpce slunečního záření díky nízkému albedu.
- Překážka pro volné proudění vzduchu vytvořená zastavěností povrchu.
- Vysoké množství antropogenního uvolňování tepla.

Jako nejúčinnější nástroj, redukující vliv vln horka, je užití takových typů povrchů, které jsou schopny vázat a uvolňovat vodu (např. nezakrytá vegetace, mokřady), a které mají nízkou tepelnou kapacitu (např. půda, dřevo) a jsou díky svým vlastnostem schopny absorbovat pouze limitované množství slunečního záření. Tmavé střechy absorbují teplo ze slunečního světla a způsobují nadměrné ohřívání budov. Naopak lehké barevné střechy s podobnými izolačními vlastnostmi se neohřívají v takové míře, a navíc odrážejí sluneční záření (Akbari a kol. 2001). Stejně tak použití tmavé střechy zvyšuje energetickou náročnost, kdy je potřeba interiér budov chladit, nejčastěji pak za použití klimatizace (Nuruzzaman 2015). Jak v rozhovoru Anny Kottové (2018) pro iROZHLAS.cz uvedl český klimatolog Tomáš Halenka: „U povrchů s odrazovými vlastnostmi je to poměrně sporné. Reflexní fasády sice odrazí většinu slunečního záření, budova se tolik neohřívá, nicméně odražené záření míří směrem k zemi, kde je nejčastěji absorbováno asfaltem.“ Akbari a kolektiv (2001) rovněž uvádí užití materiálů s vysokým albedem jako možný prostředek k redukování efektu UHI, konkrétně například u stavby silnic a chodníků. Na druhou stranu je potřeba zmínit, že užití světlých materiálů u povrchů silnic může významně omezovat faktor výhledu a tím přímo zvyšovat riziko nehodovosti (Nuruzzaman 2015). Největším problémem jsou povrchy s vysokou absorpcí a akumulací tepla a povrchy, které nemohou zadržovat a následně uvolňovat vodu. Mezi ty řadíme například asfalt nebo beton. Bohužel jsou tyto povrchy v městské krajině velice často užívané a radikálně ovlivňují rozdíl teploty mezi

---

<sup>1</sup> Z angl. *Urban Heat Island* (Demuzere 2014).

povrchem schopným vodu vázat a mezi povrchem, který vodu vázat schopný není. Ještě o to výraznější je teplotní rozdíl v noci, kdy naakumulované povrchy pomalu vyzařují teplo, čímž jednak zvětšují teplotní rozdíly mezi jednotlivými povrchy a jednak se významně podílejí na existenci tzv. tropických nocí. Jako příklady možných řešení můžeme řadit existenci zelených střech, zelených ploch, zelených fasád, vodních ploch nebo městského zemědělství a zahradičení (Velebná Brejchová a kol. 2015).

### **3.1.5 Koncepce zavádění principů modro-zelené infrastruktury**

#### **Blue-green city**

Jedná se o britský koncept systematického zavádění principů MZI do městského prostředí. Odráží se od nutnosti čelit potřebě protipovodňové ochrany a současně po rozvoji kvality života ve městech s využitím protipovodňových opatření (Kopp, Raška a kol. 2017). „Modro-zelené město“ je takové město, které využívá strategií MZI, díky čemuž zvyšuje svoji schopnost adaptace a odolnosti vůči aktuálním klimatickým změnám. Často jsou „zelené“ a „modré“ segmenty projektovány odděleně, čímž dochází k horší spolupráci mezi jednotlivými prvky a město tak nemůže profitovat z plně efektivní infrastruktury. Můžeme tedy říct, že MZI odkazuje na udržitelné hospodaření s dešťovou vodou, kterého využívají ostatní přírodní prvky, například umělé mokřady, dešťové zahrady a další (Rouse a Bunster-Ossa 2013). Podle Department of Environment, Land, Water and Planning (2017) mají města k provádění modro-zelené infrastruktury příležitosti díky třem tlakům:

- Obyvatelé měst si žádají ekologičtější pojaté čtvrti měst. Existence stromů a zeleného prostoru ve městě zvyšuje jejich pocit identity k prostoru a zlepšuje kvalitu života.
- Environmentální hrozby způsobené klimatickými změnami, jako například záplavy nebo extrémní sucha, nutí města čelit skutečným problémům s vodou.
- Vlivem neustálého růstu městského prostředí občané očekávají stále vyšší úroveň služeb.

#### **Water sensitive urban design**

Jak uvádí Melbourne Water (2017) na svých webových stránkách, jedná se o australskou koncepci ekohydrologického managementu, která se zaměřuje na plánování a projektování městských oblastí, a která k dešťové vodě přistupuje jako ke vzácnému zdroji, který je potřeba využít. Tím se zároveň snaží o napodobení přirozeného cyklu

vody v přírodě a o regulaci rychlosti odtoku v urbanizovaných oblastech. Přestože je tato koncepce uplatňována zejména v Austrálii, zahrnuje totiž například ochranu pláží nebo vnímá přímořské oblasti jako životní prostředí delfínů, uplatňuje se i jinde ve světě. Klade důraz na zapojení odborných sektorů a veřejnosti do plánování a podpory péče o vodu (Morison a Brown 2011). Jelikož veřejný sektor změnu vodního režimu nepocítí přímo, jeho hlavní motivací pro podporu této koncepce je vidina získání kvalitnějšího životního prostředí.

Koncepce se dle Howeho a Mitchella (2012) zaměřuje na kvalitativní změny v péči o vodu, které by měly mít následující aspekty:

- 1) **Udržitelnost:** Snaha o snížení ekologické stopy, rovnováha mezi environmentálním a sociálně-ekonomickým rozvojem.
- 2) **Kvalita života:** Vytvoření zdravého životního prostředí, ve kterém by mohli obyvatelé žít, a které je zároveň chrání před riziky.
- 3) **Odolnost:** Odolnost koncepce vůči rizikovým procesům a její schopnost se rychle a pružně adaptovat na změnu.
- 4) **Produktivita:** Vytvoření takových přístupů a inovací, které podporují udržitelné hospodaření s vodou a zároveň jsou ekonomicky výhodné.

Doporučují například vytváření umělých mokřadů nebo vegetačních příkopů, které pozitivně ovlivňují kvalitu vody prostřednictvím fyzikální a chemické filtrace. Mokřady rovněž mohou složit jako efektivní protipovodňové opatření, jestliže jsou postaveny v blízkosti vodního toku. Vegetační příkopy oproti tomu nachází použití v městském prostředí, jako alternativa středových proudů silnic. Mimo výhody spojené se zpomalením odtoku dešťové vody, mají i estetické a ekonomické výhody.

### **Sustainable urban drainage systems**

S ohledem na rozdílné klimatické poměry Austrálie, je pro naše města vhodnější použití britské koncepce. Ta v principech vychází z australské koncepce, nicméně je lépe přizpůsobena místním klimatickým změnám, stavu britských měst, historické infrastruktury vodního hospodářství a specifikům místních společenských potřeb (Kopp, Raška a kol. 2017). Koncepce Sustainable urban drainage systems se soustředí na čtyři klíčová témata (Woods-Ballard a kol. 2015):

1. **Kvantita vody:** Snížit riziko vzniku povodní, podpora hydrologického cyklu a jeho ochrana.
2. **Kvalita vody:** Eliminovat zdroje znečištění, které ohrožují odtok vody.
3. **Amenity:** Utvořit lepší a udržitelné životní prostředí pro obyvatele.
4. **Biodiverzita:** Utvořit lepší a udržitelné životní prostředí pro organismy.

Koncept Sustainable urban drainage systems je udržitelnější odvodňovací metodou nežli tradiční drenážní systémy, jelikož se drží následujících zásad (CIRIA 2020):

- Reguluje objem odtoku dešťových vod z nepropustných povrchů, čímž snižuje dopad záplav na městské prostředí.
- Poskytuje příležitost k znovupoužití dešťové vody v místě jejího dopadu.
- Chrání nebo zvyšuje kvalitu vody.
- Chrání přirozené odtokové režimy ve vodních tocích.
- Poskytují atraktivní životní prostředí pro volně žijící živočichy.
- Poskytuje příležitost pro evapotranspiraci z vodní vegetace a povrchových vod.
- Podporuje doplňování zásob podzemní vody.
- Vytváří atraktivní prostředí pro život, práci i zábavu.

Díky tomu může umožnit další rozvoj uvnitř městských oblastí, kde jsou stávající kanalizační systémy na hranicích své kapacity.

### **Koncept KURAS a Klima KONRET**

Jedná se o německé koncepty přístupu k hospodaření s vodou ve městech. Díky podobnosti geografického prostředí jsou ideální pro použití v České republice. Konkrétně se jedná o koncepci rozvoje Berlína, který vypracoval Berlínský senát pro rozvoj města a životní prostředí spolu s německými univerzitami (Schmidt 2009). Byla vypracována koncepce pro hospodaření s dešťovou vodou KURAS, která má za cíl transformaci centralizovaného odtoku srážkové vody na decentralizovaný. Metody jsou uplatňovány jednak při stavbě nových budov a jednak při přestavbě obytných lokalit stávajících (Mitchell a kol. 2016). Strategický plán rozvoje Klima KONRET se snaží eliminovat efekt tepelného ostrova měst a snižovat dopady přívalových srážek. Množství dešťové vody, které je zachycené na komerčních plochách v průmyslových oblastech, představuje potenciál pro zavádění principů MZI v průmyslových zónách. Faltermaier a kolektiv (2016) doporučují neznečištěnou dešťovou vodu ze střech

továrních hal v průmyslových oblastech vypouštět na travnaté plochy v uměle vytvořené depresi v okolí hal, které jsou součástí komerčních pozemků a podpořit tak retenci vody a její zadržení v místě vzniku. Stejně se dají využít například i parkoviště, která jsou vždy součástí průmyslových oblastí. Také doporučují vznik retenčních nádrží, či umělých mokřadů v těchto oblastech, které budou plnit jednak termoregulační a hydrologickou funkci, ale zároveň mohou sloužit jako prostor, kde mohou zaměstnanci trávit své přestávky. S těmito opatřeními však roste i riziko možného zatopení objektů při intenzivnějších a dlouhotrvajících srážkách. Při stavbě hal by tak měly být vchody na vyvýšeném místě, stejně jako veškeré elektronické vybavení továren.

## **3.2 Vybrané prvky modro-zelené infrastruktury**

### **3.2.1 Dešťové zahrady**

Dešťovou zahradou se rozumí mělká deprese, porostlá vegetací, která má za úkol shromažďovat dešťovou vodu z okolních nepropustných ploch (Lagudu 2012). Nejčastěji pak z příjezdových cest, parkovišť nebo chodníků. Voda je následně čištěna a filtrována sedimentací a rostlinnou mikrobiální absorpcí (Luke a Nichols 2015). Deštná zahrada má dvě složky: filtrační médium a vegetaci. Jejich přesný poměr je závislý na designu konkrétní zahrady a na konkrétních bioklimatických souvislostech, ve kterých se zahrada nachází (Liao 2017). Rostlinná složka pak prostřednictvím biofilmů na kořenech, které zachycují škodliviny, vodu filtruje. Současně zabraňuje erozi půdy a udržuje její poréznost. Filtračním médiem se rozumí půda, ta tedy neslouží jen pro podporu a výživu rostlin, ale i pro další úpravu vody (CSIRO 2005). V případě vegetace by se měly používat původní druhy, které jsou dobře přizpůsobeny místnímu počasí a zahrada tak může sloužit jako životní prostředí pro živočichy. Při sadbě vegetace je důležité dodržovat tři základní, a zároveň odlišné, výsadbové zóny: *wet (mokrou)*, *moist (vlhkou)* a *dry (suchou)* (Hinman 2007). Po skončení deště by měla voda v depresi zůstat maximálně 20 hodin. V nejnižší části musí rostliny dobře snášet kolísající hladinu vody a periodicky stojatou vodu. Na svazích zahrady pak vegetace plní protierozní funkci a musí snášet lehce sušší stav půdy. Nejvyšší zóna je dobře odvodňována, je zde tedy extrémně suchý stav půdy.

### 3.2.2 Vegetační příkopy

Jedná se o mělký, vegetací porostlý kanál, který má za úkol vodu jednak transportovat do recipientu a zároveň ji dostatečně filtrovat. V hydrologickém managementu jsou vegetační příkopy využívány hlavně jako prostředek pro transport vody. I když tyto příkopy obsahují biosložky, schopné vodu filtrovat, není její účel vodu čistit v takové míře, aby splňovala standardy kvality vody (Stagge a kol. 2012). Spíše aktivně filtruje hrubý sediment (CSIRO 2005). Vegetační příkopy jsou nejčastěji lokalizovány podél ulic a parkovišť. V rozložení vrstev jsou v podstatě totožné s deštnými zahradami, liší se však svým lineárním a dlouhým tvarem s parabolickým nebo lichoběžníkovým průřezem (Liao 2017).

### 3.2.3 Umělé mokřady

Oproti přírodním mokřadům, jsou tyto umělé, více koncipované k čištění a úpravě vody, a to současně za zachování principů ochrany životního prostředí. V rámci hydrologického managementu slouží i pro zpomalení odtoku dešťové vody, čímž tlumí vrchol odtoku (*peak flow*) pomocí husté vegetace a relativně plochému gradientu (Liao 2017). Existují dva základní typy umělých mokřadů (Naja a Volesky 2011). První typ využívá po délce svého toku řadu vegetovaných prohlubní, kterými voda v nízké rychlosti a v malém množství protéká. Druhý typ je tvořen šterkovou nádrží, která je osázena vegetací. Voda tak zůstává pod „hladinou“ nádrže. V obou případech se využívá přirozených schopností rostlin, jako mikrobiálního rozkladu pomocí biofilmu, fyzikálně-chemické absorpce nebo mechanické filtrace sedimentů (Naja a Volesky 2011).

### 3.2.4 Zelené střechy

Zelená střecha, nebo také vegetovaná střecha, je prvek MZI skládající se z několika vrstev, která je schopna absorbovat část dešťových srážek, čímž snižuje jejich odtok. Jak uvádí Bliss a kolektiv (2009), existují dva typy zelených střech: extenzivní a intenzivní. Theodosiou (2009) uvádí ještě třetí typ: jednoduchou intenzivní. Extenzivní zelená střecha má tenkou půdorysovou vrstvu a je zpravidla instalovaná na nízko-nosné střešní desce. Její hlavní výhodou jsou relativně nízké počáteční náklady a poměrně snadná údržba, kdy vegetaci není potřeba zavlažovat. Na druhou stranu, s ohledem na energetickou náročnost budov, má extenzivní zelená střecha v porovnání s ostatními



kategoriemi nejnižší účinnost. Jednoduchá intenzivní střecha je podobná té extenzivní, ale vyznačuje se vyšší hustotou vegetace a nutností pravidelných závlah během suchých období. Má vyšší počáteční náklady, ale poskytuje větší přínos z hlediska energetické náročnosti budov. Intenzivní má hlubší půdorysovou vrstvu, která může sloužit jako podpora pro větší keře i stromy (Locatelli a kol. 2014). Vyžaduje rovněž pravidelnou údržbu a dostatečné množství závlahy. Vzhledem k celkové hmotnosti půdních vrstev se dá intenzivní zelená střecha aplikovat pouze na budovy s dostatečnou nosností střechy. Jedná se o nejnákladnější typ zelené střechy, ale zároveň je nejpřístupnější (Theodosiou 2009). Díky většímu množství substrátu může intenzivní zelená střecha pojmout více srážek, čímž má větší srážkovou retenční kapacitu (Mentens a kol. 2006). Zelené střechy jsou součástí budov a výrazně ovlivňují jejich tepelný tok. Mezi největší výhody zelených střech řadíme (Oberndorfer a kol. 2007):

- Energetickou úsporu pro vytápění a chlazení.
- Redukci efektu tepelného ostrova měst (UHI).
- Absorpci znečišťujících látek v ovzduší a prachu.
- Zpomalení a částečné zastavení odtoku srážkových vod.
- Prodloužení životnosti hydroizolačních vrstev.
- Existenci atraktivního prostoru (estetické výhody).
- Poskytování životního prostředí pro živočichy.
- Nahrazení přírodě blízkých ploch ztracených během městské expanze.
- Pohlcování městského hluku.
- Sociální a psychologické výhody.

Na druhou stranu, mezi největší nevýhodu zelených střech patří její relativně vysoké počáteční náklady a další nutná technicko-stavební opatření.

### **3.3 Retenční a retenční nádrže jako nástroj efektivního hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území**

V člověkem nepozměněné krajině je naprostá většina srážek pohlcena rostlinami nebo se vypaří. Antropogenní krajina narušuje přirozený hydrologický koloběh vlivem existence nepropustných povrchů, dešťové srážky jsou pak odváděny do nejbližšího recipientu. Srážková voda navíc vykazuje poměrně velké znečištění, jelikož smývají nečistoty z nepropustných ploch (Hlavínek a kol. 2007). Vzhledem k tomu, že pro různé oblasti (např. průmyslové oblasti, nákupní oblasti nebo obytné prostory) se doporučují různé nástroje, je nutné přizpůsobit plánování MZI v příměstské krajině s ohledem na využití půdy (Faltermajer a kol. 2016). V České republice hrají klíčovou roli v rámci odtoku zejména srážkové vody. Proto byl odbornou veřejností vytvořen a přijat termín HDV, jakožto zkratka pro „hospodaření s dešťovými vodami“. HDV je soubor pravidel a postupů s jasným cílem, návrat dešťové vody do lokálního koloběhu vody, a to hlavně díky vsaku do půdního a horninového prostředí a výparem do ovzduší. V průmyslových, obchodních a rezidenčních zónách, a také v otázce odvodňování chodníků a silnic, se jako často používaný nástroj pro hospodaření s dešťovou vodou využívají retenční nádrže (Wong a kol. 1998).

Vítek a kolektiv (2015) rozdělují ekohydrologická opatření do šesti skupin, podle vlivu na průběh odtoku srážkové vody v urbánním prostředí:

- 1) Systémy na zachycení a využití vody:** Zařízení na zachycení dešťové vody a možnost jejího znovuvyužití v konkrétní domácnosti nebo na konkrétním pozemku.
- 2) Systémy plošné retence a vsakování:** Zelené střechy, zelené stěny, dešťové zahrady, umělé mokřady a další.
- 3) Bodové a liniové retenční systémy:** Vsakovací nádrže, podzemní nádrže se vsakováním, vsakovací průlehy a rýhy a další.
- 4) Systémy povrchového odvodnění území:** Odvodňovací příkopy.
- 5) Systémy na zadržení vody a regulaci odtoku.** Podzemní nebo povrchové nádrže, které mají regulovaný odtok nebo poldry.
- 6) Retenční systémy spojené se systémy pro čištění vody:** Sedimentační jímky, filtrační mechanické systémy a další.

I přes to, že jsou retenční nádrže konstruovány jako systémy pro řízení vody, můžeme je řadit i do prvků MZI (Hoang a Fenner 2015). Společně s umělými mokřady jsou řazeny v metodologických příručkách o implementaci MZI jako zadržovací prvky, které jsou zároveň schopny čistit vodu a jsou vysoce prospěšné pro biologickou rozmanitost krajiny (Woods-Ballard a kol. 2015). Retenční nádrže mají vysokou retenční účinnost, a to v závislosti na jejich velikosti. Na druhou stranu mají, spolu s umělými mokřady, nejvyšší počáteční náklady (Hoang a Fenner 2015).

Zachycování a recyklace dešťové vody, užívání propustných povrchů a zavádění udržitelných odvodňovacích systémů ve městech vede k několika výhodám (Velebná Brejchová a kol. 2015):

- 1) Zvýšení retence vody, předcházení negativním dopadům sucha.
- 2) Snížení rizika škod na majetku v důsledku selhání odvodňovacích systémů.
- 3) Snížení difúzního znečištění.
- 4) Zvýšení rekreační hodnoty a biodiverzity.

### 3.3.1 Decentralizovaný způsob odvodnění

Vlivem toho, že zadržování dešťové vody již není součástí stokové sítě, jelikož se zadržování vody provádí na pozemku jednotlivých staveb, se tak celá tato problematika přesouvá od čistě vodohospodářské gesce<sup>2</sup> i do dalších profesí napříč různými obory. Nicméně je důležité zdůraznit, že HDV se netýká pouze jednotlivých staveb, jde i o koncepční řešení celých urbanizovaných celků, proto jsou ukotveny ve stavebních plánech a územně analytických podkladech.

V České republice je klíčovým právním rámcem upravujícím uplatňování principů HDV zákon č.254/2001 Sb., o vodách, který po novelizaci v roce 2010 obsahuje i definici srážkových vod a stanovuje obecné nakládání s nimi. V § 5, odst. 3, je dáno: *Při provádění staveb nebo jejich změn nebo změn jejich užívání jsou stavebníci povinni podle charakteru a účelu užívání těchto staveb, je zabezpečit zásobováním vodou a odváděním, akumulací nebo čištěním odpadních vod s následným vypouštěním do vod povrchových nebo podzemních odpadních vod z nich v souladu s tímto zákonem a zajistit vsakování nebo zadržování a odvádění povrchových vod vzniklých dopadem atmosférických srážek na tyto stavby (dále jen „srážkové vody“) v souladu se stavebním*

---

<sup>2</sup> Gesce = pověření k výkonu určité činnosti

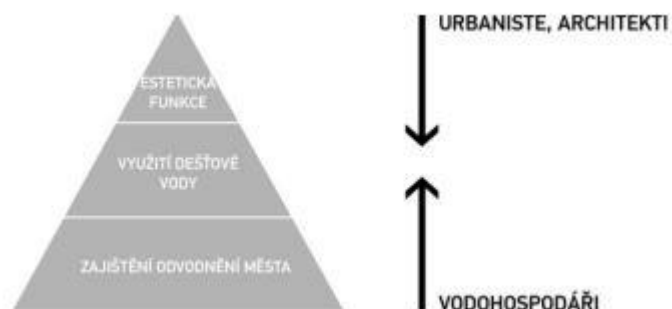
*zákonem. Bez splnění těchto podmínek nesmí být povolena stavba, změna stavby před jejím dokončením, užívání stavby ani vydáno rozhodnutí o dodatečném povolení stavby nebo rozhodnutí o změně v užívání stavby. Ze zákona je patrná nutnost aplikace principů HDV nejen u novostaveb, ale i při provádění změn u staveb i při provádění změn jejich užívání. Je zde tedy viditelná zákonná snaha o redukci množství srážkových vod odváděných kanalizací.*

Základním kamenem HDV je tzv. decentralizovaný systém odvodnění (zkr. DSO), jehož podstatou je řešit problematiku srážkových vod v místě jejich vzniku a navracet je do přirozeného koloběhu vody, a to jejich evapotranspirací, retencí nebo pomalým odtokem do lokálního koloběhu vody. Patří sem rovněž i zařízení, která určitým způsobem přispívají k zachování přirozeného koloběhu vody a k ochraně vodních toků, např. akumulací a užíváním srážkové vody nebo retencí a regulovaným odtokem do stokové sítě. Během období dlouhotrvajících dešťů je voda krátkodobě zadržována v místě dopadu v retenčních nádržích a po přírodním přečištění může pozvolna odtéct buďto do kanalizace nebo ji lze využít pro užitkové účely, jako je zalévání nebo splachování. V případě existence vhodných geologických podmínek, lze vodu rovnou zasakovat do podloží (Šerek 2013).

Jak uvádí Šerek (2013) DSO má tři základní funkce:

- 1) Návrat k přírodě blízkému hospodaření s dešťovou vodou.
- 2) Další využití dešťové vody pro užitkové účely.
- 3) Estetická funkce – potenciál DSO, potažmo HDV, pro zapojení do MZI.

Obrázek 1 - uspokojování potřeb z hlediska HDV



Zdroj: Šerek (2013)

Z obrázku 1 je patrné, že hlavním prvkem při uspokojování potřeb obyvatel je zajištění dostatečného odvodnění města, kterou zajišťují vodohospodářští odborníci. Dalším stupněm je zajištění znovuvyužití dešťové vody, což je primárním zájmem ekologů. A posledním stupněm je vytvoření estetického prostředí pro obyvatele měst, který je hlavní úlohou urbanistů a architektů. Je potřeba zmínit, že všechny tři stupně jsou spolu propojeny a je zapotřebí jejich úzká spolupráce (Šerek 2013). Existuje řada možností, jak provádět retenci na pozemku nemovitosti. Pokud jsou na takovém pozemku vhodné podmínky, je většinou nejsnazší a nejlevnější vybudovat retenční objekt na vhodném povrchu, kterým může být například střecha nebo dočasně zatopená parkovací plocha (Hlavínek 2007). Retenční nádrže na dešťovou vodu mohou, mimo jiné, plnit i estetickou funkci zahradní architektury nebo mohou sloužit jako biotop, či koupací rybníček (Krejčí 2000).

Ochranné retenční nádrže lze dle jejich funkčního využití rozdělit následovně (Hlavínek 2007):

- **Suché retenční nádrže**

Poldry jsou specifické využitím jejich ochranného prostoru k zachycení části nebo celého objemu povodňového odtoku, čímž snižují kulminaci povodňového průtoku a po průchodu povodňové vlny se následně postupně vyprazdňují. Využívají se k zemědělským nebo lesnickým účelům, a to prostřednictvím výsadby rychle rostoucích dřevin nebo se využívají jako louka.

- **Retenční nádrže s přesně vymezeným ochranným prostorem**

Patří do systémů ochrany obcí a měst před následky povodní. Díky svému ochrannému prostoru transformují povodňovou vlnu a po jejím průchodu se řízeně vyprazdňují až po hladinu zásobního prostoru, který je využíván k různým způsobům (Hlavínek 2007).

- **Protierozní nádrže**

Jejich hlavním úkolem je ochrana přírody před negativními účinky dešťových vod, odtékajících na povrchu a zaměřují se na její využití (Hlavínek 2007). Mimo to, plní ještě další následující funkce (Václavík 2007):

- Zmenšují podélný sklon toku, čímž omezují erozní účinek protékající vody.
- Zachycují splaveniny, které nebyly zachyceny jinými opatřeními nad nádrží.
- Zlepšují kvalitu vody v nádrži.

Dále Václavík (2007) uvádí jejich rozdělení na: dočasné a trvalé. U dočasných nádrží se neobnovuje jejich funkce, u trvalých je jejich funkce obnovována, a to za účelem jejich větší efektivnosti.

- **Dešťové nádrže**

Jejich hlavní účel je zachycení a krátkodobá akumulace vody a její následné využití. Voda, která zůstane nevyužita, se buďto retencí dostává do podzemních vod nebo je postupně vypouštěna do vodního toku. Znečištěná voda pak teče do kanalizační sítě a následně do čistírny odpadní vod (zkr. ČOV). Dále slouží k zamezení nebo snížení odnosu znečištěnými dešťovými vodami nebo zředěnými odpadními vodami do recipientu (Kyncl 2008). Zaměřují se na ochranu životního prostředí před negativními vlivy znečištěných odpadních vod. Mohou být navrženy jako prismatické železobetonové, umístěné pod parkovišti, komunikacemi nebo jako klasické malé vodní nádrže (Hlavínek 2007). Kyncl (2008) uvádí, že mohou být ještě dvojího typu: hlavního směru a vedlejšího směru. Nádrže hlavního směru jsou stále protékány odkanalizovanými vodami směrem k čistírně. Vedlejšího typu jsou v obdobích bez deště prázdné a jsou plněny pouze přepadem z odlehčovací komory.

- **Infiltrační výtopové zdrže**

Využívají se ke krátkodobému zadržení přebytečné dešťové vody, která se částečně využívá k závlaze luk v údolních nivách řek a lužních lesů. Zachycené suspendované látky významně přispívají k vyšší úrodnosti půd (Hlavínek 2007). Jsou důležitým zdrojem vody v místech bez vodních toků a mohou sloužit jako významný zdroj protipožární vody. Naakumulovaná voda se může použít k zásobování mokřadů vodou v obdobích sucha, čímž vyrovnává nepříznivou vodní bilanci (Hanák 2008).

- **Nárazové nádrže**

Vyrovnávají nárazové průtokové vlny ve vzdálených profilech při řízení průtoku kompenzační nádrží (Václavík 2007). Nárazové nádrže tak mají potenciál plnit ochrannou funkci ve velkém rozsahu (Hlavínek 2007).

- **Retenční kanál**

Jedná se o potrubí o velkém průměru, na jehož konci se nachází zařízení na omezení odtoku (Krejčí 2000). Jak uvádí Hlavínek (2007) a Mířková (2009) současně, retenční

kanál nezabírá místo na povrchu pozemku dané nemovitosti, na druhou stranu má ale vyšší investiční náklady.

### **3.4 Retenční a detenční nádrže**

Dle Liao (2017) existují dva základní typy nádrží: retenční a detenční nebo také vlhké a suché nádrže. Zásadním rozdílem mezi nimi je skutečnost, zda trvale disponují zásobou vody nebo nikoliv. Detenční nádrž disponuje otvorem, který mezi jednotlivými vlnami srážek vodu zcela vypustí a zůstává tak bez vody, proto se označuje také jako suchá nádrž. U retenční nádrže je výpusť zasazena tak, aby se v nádrži udržovala stálá hladina vody, proto se takovéto nádrže označují jako vlhké. Oba typy nádrží jsou primárně koncipovány jako prostředek k řízení odtoku dešťové vody. Nádrže mohou být oplocené a nemusí plnit estetickou funkci, takové pak lze řadit mezi prvky šedé infrastruktury. Pokud jsou však citlivě a kreativně navrhovány a řešeny, mohou být součástí MZI. Detenční nádrž může mít i vlastnost umělého mokřadu pro úpravu vody, jelikož dešťová voda není odčerpána okamžitě. V období mezi srážkami lze nádrž navrhnout jako hřiště pro děti, piknikovou plochu, sportovní hřiště, parkoviště a podobně (Park a kol. 2014).

Primární vodohospodářská funkce při plánování výstavby povrchových nebo podpovrchových nádrží je stejná. Snaha o regulaci odtoku dešťové vody ze zastavěného území při intenzivních srážkách tak, aby se utlumila extrémní odtoková vlna v navazující dešťové nebo stokové kanalizaci (Kopp 2020). ČKAIT (2019) rovněž ve stovební knize zmiňuje oba typy nádrží, zdůrazňují ale fakt, že dávají větší přednost provádění povrchových nádrží před podpovrchovými. Povrchové nádrže sice mají nevýhodu v podobě vyšších počátečních nákladů, ale jsou schopny lépe plnit estetickou funkci a podporují výpar do atmosféry, čímž výrazně zlepšují mikroklima prostoru. Podzemní nádrže jsou budovány formou šachet, prefabrikovaných bloků či betonových konstrukcí. Jejich hlavní výhodou je úspora místa na pozemku. Jak již bylo zmíněno, retenční nádrže slouží z vodohospodářského hlediska primárně k zachycení dešťového odtoku na nemovitosti. Je zapotřebí vyhradit dostatečnou plochu na pozemku a provádět pravidelnou údržbu, což lze považovat jako primární nevýhody retenčních nádrží (Hlavínek 2007). Je potřeba se zabývat otázkou, jak zvýšit ekosystémové přínosy

retenčních nádrží a jak je plnohodnotně začlenit do městské a příměstské krajiny jako rekreační a estetický prvek (Kopp 2020). Jednou z velkých překážek pro zapojení retenční nádrží do veřejného prostoru je jejich omezený přístup k nim. Nádrže v soukromém vlastnictví jsou totiž velice často oploceny. Podpora potenciálu retenčních nádrží je problematická z důvodu nízkého ekologického fungování, absence jejich řádné evidence, či pravidelného monitoringu. Rovněž vyvstává i riziko jejich znečištění, způsobené splachem nečistot z nepropustných ploch (Kopp 2020). Současně retenční nádrže v zemědělských oblastech obsahují větší množství nečistot nežli nádrže v oblastech městských (Jarosiewicz a kol. 2018). Územní plánování, spolu s motivací vlastníků pro zavádění přírodě blízkých opatření, velice významně ovlivňuje potenciál implementace retenčních nádrží do MZI. Aktuálním problémem je v České republice motivace soukromého sektoru k dobrovolnému zavádění přírodě blízkých opatření v rámci nakládání s dešťovými vodami nad rámec legislativní povinnosti, vodu na svém pozemku vsakovat. Politická moc nedostatečně podporuje nové přístupy, stejně jako má veřejnost nízké povědomí o MZI (Kopp a Preis 2020). Řešením by mohlo být ukotvení prvků MZI v českém právním řádu. Je nutné retenční nádrže prosadit, jakožto důležitý prvek MZI v krajině.

Jednotlivé retenční nádrže lze hodnotit podle jejich potenciálu pro zapojení do MZI pomocí následujících kritérií (Wong a kol. 1998, Kopp a Preis 2020):

- **Potenciál zapojení retenční nádrže do MZI** je charakterizován zejména její polohou, respektive možností spojení s blízkými prvky zeleně a vodních biokoridorů.
- **Ekosystémový potenciál** je určen kvalitou vegetace na břehu nádrže.
- **Mikroklimatický význam** je určen na základě kontrastu s okolními oblastmi v blízkém okolí nádrže.
- **Estetická kvalita a potenciál implementace do veřejného prostoru** vyjadřují sociální význam retenční nádrží v příměstské krajině – přístupnost nádrže veřejnosti.



## **4 Potenciál retenčních nádrží pro rozvoj modro-zelené infrastruktury na katastrálním území města Plzně**

### **4.1 Oblast zájmu**

Terénní výzkum byl prováděn na katastrálním území města Plzně, které je v současné době oblastí se zřetelným rysem suburbanizace zejména díky jejímu dominantnímu postavení v sídelním systému západních Čech. Město má rozlohu 138 km<sup>2</sup>, z níž je 27,2 % orná půda, 20,6 % lesní plocha, 17,2% zastavěná plocha, 7,2% plochy tvoří oblasti výroby a skladování, 7,2% travní porost, 4,1% zastavěné plochy a 1,7% plochy obchodu a služeb (Kopp a kol. 2017). Nové studie poukazují na to, že s rostoucí plochou výroby a skladování významně roste efekt UHI. Stavba těchto komerčních zón významně přispěla k rozšíření typicky urbanistických problémů hydrologické rovnováhy v příměstské krajině a stojí za přetížením městské kanalizační sítě. Proto roste potřeba zvýšení schopnosti retence dešťové vody v městských a příměstských oblastech (Kopp a Preiss 2020). Soukromý sektor podléhá povinnosti vypořádat se s dešťovými srážkami z nepropustných ploch na vlastním pozemku díky nařízení města Plzně a zákonu č .254/2001 Sb., o vodách. Odtok dešťové vody do kanalizace je omezen na 4 l.s<sup>-1</sup>.ha<sup>-2</sup>. Pokud není na pozemku možnost vodu využívat jiným způsobem, je povoleno pořizovat retenční nádrže, a to buď povrchové, nebo podzemní (Vítek a kol. 2015).

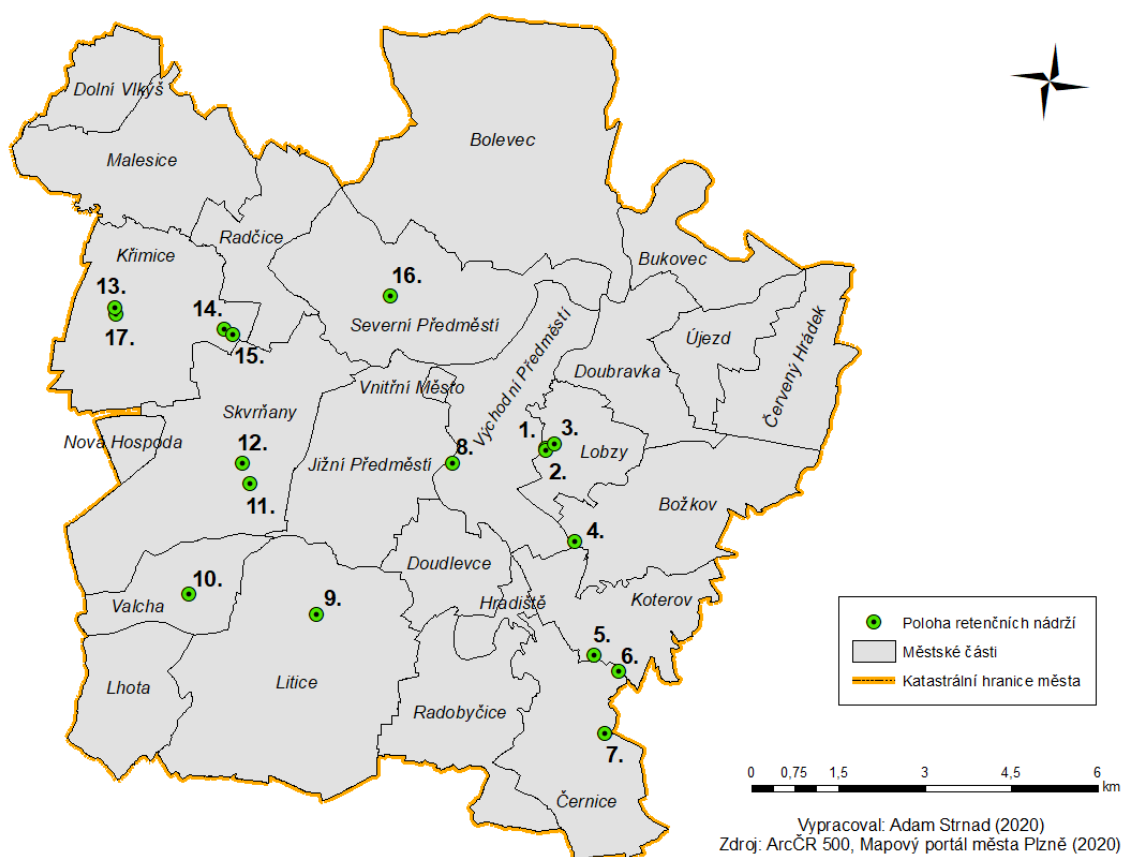
### **4.2 Předmět zájmu**

Předmětem zájmu jsou pouze povrchové retenční nádrže, nacházející se na katastrálním území města Plzně. Konkrétně se jedná o nádrže s výraznou retenční funkcí, které plní estetickou funkci a významně podporují výpar do atmosféry (ČKAIT 2019). Z důvodu absence jejich evidence, je jejich inventarizace obtížnější. Jak jsem již uvedl v metodice, vytipování jejich lokalit jsem prováděl pomocí analýzy ortofotomap, pomocí územního plánu města Plzně (Geografický informační systém města Plzně 2020) a náhledem do katastru nemovitostí (ČÚZK 2020). Po následné osobní prezenci u všech vytipovaných nádrží jsem jich musel několik vyřadit, z důvodu jejich milného zařazení mezi retenční nádrže.

### 4.3 Inventarizace retenčních nádrží na katastrálním území města Plzně

Na katastrálním území města Plzně jsem lokalizoval celkem 17 povrchových retenčních nádrží (obrázek 2) v rozdílných typech území dle územního plánu. Inventarizace bude obsahovat zhodnocení základních charakteristik jednotlivých nádrží (geografická poloha, plocha, vlastnictví, přístup veřejnosti), aktuálního stavu vegetace a vody v den provádění výzkumu, vazby na okolní plochy dle územního plánu a možné návrhy opatření jednotlivých retenční nádrží. Dále zhodnotím jejich potenciál pro rozvoj MZI prostřednictvím pěti kritérií pomocí bodového hodnocení (Wong a kol. 1998, Kopp a Preis 2020). Zmíněné charakteristiky budou uvedeny v tabulce pro každou retenční nádrž zvlášť spolu s mapovým výstupem v příloze.

Obrázek 2: poloha povrchových retenčních nádrží na katastrálním území města Plzně



Zdroj: Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování v programu ArcGIS (2020)

### Retenční nádrž číslo 1

Retenční nádrž číslo 1 se nachází v těsné blízkosti Lobežského parku, na pravém břehu řeky Úslavy. Slouží jako systém protipovodňové ochrany, ale zároveň plní i funkci retenční a je součástí Lobežského rekreačního areálu. Má zatravněné, pravidelně kosené břehy, s mírnou vegetací u svého dna. V době provádění výzkumu nedisponovala žádnou vodou. Na březích je vysázeno několik mladých stromů. Nádrž je pro veřejnost přístupná. Má velice dobrou vazbu na plochu parku, který se od ní nachází zhruba 300 metrů a na přírodní plochy, které obklopují tok řeky Úslavy. Díky tomu, že se nádrž nachází mezi čtvrtí Lobzy a Východním předměstím, má i dobré vazby na plochy smíšené obytné (obrázek v Příloze A). Nádrž 1 a 2 současně plní i edukativní funkci, nachází se totiž na naučné stezce Údolím Úslavy a jsou součástí nadnárodního biokoridoru Úslava. Postrádám u ní existenci laviček nebo jiného občanského vybavení. Kromě estetické funkce, totiž občanům žádnou jinou přidanou hodnotu nenabízí.

Tabulka 1: parametry retenční nádrže číslo 1 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI

Nádrž 1 - fotografie: Příloha C			
Lokalita	49.7401575 N, 13.4053631 E	Potenciál zapojení retenční nádrže do MZI	3
Katastrální území	Lobzy	Ekosystémový potenciál	2
Rozloha	730 m <sup>2</sup>	Mikroklimatický význam	1
Vlastnictví	Statutární město Plzeň	Estetická kvalita	2
Přístup pro veřejnost	ANO	Potenciál pro zapojení do veřejného prostoru	3
Územní plán	plocha přírodní		

Zdroj: ČÚZK (2020), Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování (2020)

### Retenční nádrž číslo 2

Retenční nádrž číslo 2 je prakticky totožná s nádrží 1, díky jejich vzájemné blízkosti. Má stejnou funkci, stejné provedení a rovněž se v ní během provádění výzkumu nenacházela voda. Na rozdíl od nádrže 1 má menší rozlohu, postrádá existenci okrasných stromů a má o něco horší kvalitu a menší hustotu vegetace na svém dně. Potenciál a vazby na okolní plochy zůstávají stejné (obrázek v Příloze A).

Tabulka 2: parametry retenční nádrže číslo 2 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI

Nádrž 2 - fotografie: Příloha C			
Lokalita	49.7398108 N, 13.4054786 E	Potenciál zapojení retenční nádrže do MZI	3
Katastrální území	Lobzy	Ekosystémový potenciál	1
Rozloha	450 m <sup>2</sup>	Mikroklimatický význam	1
Vlastnictví	Statutární město Plzeň	Estetická kvalita	2
Přístup pro veřejnost	ANO	Potenciál pro zapojení do veřejného prostoru	3
Územní plán	plocha přírodní		

Zdroj: ČÚZK (2020), Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování (2020)

### Retenční nádrž číslo 3

Retenční nádrž číslo 3, sdílí s nádržemi 1 a 2 polohu. Nachází se od nich zhruba 150 metrů směrem na východ a rovněž slouží jako prvek protipovodňového systému, plní funkci retenční, funkci edukativní, ale navíc funguje i jako hřiště pro rodiče s dětmi. Na jejím břehu se nachází řada dětských atrakcí, včetně atrakce vodní, která v letních měsících vypouští vodu do nádrže. Vegetační kvalita břehu však nedosahuje takových kvalit jako v případě nádrží 1 a 2, jelikož je břeh tvořen drobným štěrkem bez vegetace a na jedné straně kameninovými schody, pro lepší přístup k vodě. Míra vegetace na dně nádrže rovněž není tak dobrá, jako v případě nádrže 1, na rozdíl od ní však během výzkumu disponovala vodou o ucházející kvalitě. Nádrž číslo 3 také postrádá existenci stromů na svém břehu, které by v letních měsících poskytovaly stín. Jelikož je v těsné blízkosti Lobežského parku, je její potenciál pro implementaci do veřejného prostoru ideální (obrázek v Příloze A). Estetická kvalita, díky nevegetovaným břehům, není příliš uspokojivá.

Tabulka 3: parametry retenční nádrže číslo 3 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI

Nádrž 3 - fotografie: Příloha C			
Lokalita	49.7409117 N, 13.4071414 E	Potenciál zapojení retenční nádrže do MZI	3
Katastrální území	Lobzy	Ekosystémový potenciál	0
Rozloha	438 m <sup>2</sup>	Mikroklimatický význam	1
Vlastnictví	Statutární město Plzeň	Estetická kvalita	1
Přístup pro veřejnost	ANO	Potenciál pro zapojení do veřejného prostoru	3
Územní plán	plocha přírodní		

Zdroj: ČÚZK (2020), Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování (2020)

#### Retenční nádrž číslo 4

Retenční nádrž číslo 4 se nachází na Slovanech ve výrobním území Skladová – Koterovská. Slouží jako recipient pro dešťovou vodu ze střechy přilehlé haly. Bohužel přístup i výhled na ni byl z velké části eliminován, z důvodu jejího umístění na soukromém pozemku. Bylo však viditelné, že na jejím břehu jsou vysázeny okrasné dřeviny a jedna strana břehu je tvořena zatravněným svahem s udržovanou vegetací. Břehy jsou porostlé pravidelně kosenou trávou a pravděpodobně prochází pravidelnou údržbou. Její vazby na okolí a možný potenciál pro rozvoj MZI nejsou ale příliš povzbudivé. Nachází se totiž na ploše výroby a skladování s vazbou na plochy smíšené obytné, nicméně z důvodu její existence na soukromém pozemku nemá pro implementaci do veřejného prostoru žádný potenciál (obrázek v Příloze B). Na druhou stranu, je součástí pozemku i poměrně rozsáhlá travnatá plocha s několika vzrostlými stromy, čímž nádrž může poskytovat útočiště a životní prostředí pro řadu živočichů. Kvalitu vody a vegetace nelze posoudit s ohledem na nepřístupnost nádrže. Navrhují část travnaté plochy příliš neudržovat, čímž by se zlepšilo životní prostředí pro živočichy a spolu s tím i místní mikroklima a biodiverzita vegetace.

Tabulka 4: parametry retenční nádrže číslo 4 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI

Nádrž 4 - fotografie: Příloha C			
Lokalita	49.7264533 N, 13.4156361 E	Potenciál zapojení retenční nádrže do MZI	0
Katastrální území	Slovany	Ekosystémový potenciál	2
Rozloha	490 m <sup>2</sup>	Mikroklimatický význam	2
Vlastnictví	CHRIST CAR WASH s.r.o.	Estetická kvalita	2
Přístup pro veřejnost	NE	Potenciál pro zapojení do veřejného prostoru	0
Územní plán	plocha výroby a skladování		

Zdroj: ČÚZK (2020), Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování (2020)

#### Retenční nádrž číslo 5

Retenční nádrž číslo 5 se nachází v průmyslové zóně Písecká a slouží jako recipient dešťové vody z přilehlého parkoviště a tovární haly. Pro veřejnost je přístupná, není nijak ohraničena, ale přístup k ní je omezen skrze lokalitu, v níž se nachází, tedy mezi přivaděčem silnice E49 a silnicí, vedoucí k továrním halám. Břehy jsou zatravněné, pravidelně kosené a udržované. Podél břehu, který je blíže k halám, jsou vysázeny mladé stromy. Protější břeh sousedí s řadou keřů. Voda v nádrži v den provádění

výzkumu nebyla, na dně roste vegetace v poměrně dobrém stavu. Její potenciál pro zapojení do MZI není velký, napomáhá tomu hlavně lokalita, ve které se nachází. Prostor má vazby na plochy dopravní infrastruktury – železnice a na plochy silnic (obrázek v Příloze D). Za železnicí se nachází rozsáhlé zemědělské plochy. Pro implementaci do veřejného prostoru nádrž rovněž nemá moc velký potenciál, nachází se sice v blízkosti chodníku, ten ale vede pouze do sousedních hal. I přes to však nádrž působí upraveně a esteticky zapadá do prostoru, ve kterém se nachází. Osobně bych doporučoval pozemek více osázet křovinami, čímž by se prostor ještě více esteticky zatraktivnil a poskytl by životní prostředí pro drobné živočichy.

Tabulka 5: parametry retenční nádrže číslo 5 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI

<b>Nádrž 5 - fotografie: Příloha G</b>			
Lokalita	49.7264533 N, 13.4156361 E	Potenciál zapojení retenční nádrže do MZI	0
Katastrální území	Bručná	Ekosystémový potenciál	1
Rozloha	830 m <sup>2</sup>	Mikroklimatický význam	2
Vlastnictví	VGP CZ VIII., a.s.	Estetická kvalita	2
Přístup pro veřejnost	ANO	Potenciál pro zapojení do veřejného prostoru	1
Územní plán	plocha výroby a skladování		

Zdroj: ČÚZK (2020), Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování (2020)

### **Retenční nádrž číslo 6**

Retenční nádrž číslo 6 je v blízkosti nádrže 5. Opět slouží jako recipient vody ze střechy přilehlé haly, ze sousedního parkoviště a ze silnice vedoucí k nádrži. Břehy jsou zatravněné, pravidelně kosené, vykazuje ale horší stav zeleně, než je tomu u nádrže číslo 5. Stejně tak břehy nedisponují žádnou jinou zelení. Stav a množství vegetace na dně nádrže je však výrazně lepší než u předchozí nádrže a má i větší druhovou rozmanitost. V den provádění průzkumu disponovala vodou, která měla střední kvalitu. Celkově však působila upraveně a hodila se do zvoleného prostoru. Nádrž sousedí s parkovací plochou, silnicí, železnicí, ale zároveň i plochou zeleně a částečně i plochou lesní (obrázek v Příloze D). Právě nedaleká plocha zeleně tvoří koridor, vedoucí až k nadregionálnímu biokoridoru u Úslavy, který tak vytváří potenciál pro zapojení nádrže do systému MZI.

Tabulka 6: parametry retenční nádrže číslo 6 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI

<b>Nádrž 6 - fotografie: Příloha G</b>			
Lokalita	49.7074436 N, 13.4306053 E	Potenciál zapojení retenční nádrže do MZI	1
Katastrální území	Bručná	Ekosystémový potenciál	2
Rozloha	585 m <sup>2</sup>	Mikroklimatický význam	1
Vlastnictví	VGP CZ VIII., a.s.	Estetická kvalita	2
Přístup pro veřejnost	ANO	Potenciál pro zapojení do veřejného prostoru	1
Územní plán	plocha výroby a skladování		

Zdroj: ČÚZK (2020), Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování (2020)

### **Retenční nádrž číslo 7**

Retenční nádrž číslo 7 sousedí v těsné blízkosti s dálnicí D5, přivaděčem na dálnici E49 a silnicí 180. Nachází se na ploše zemědělské s vazbou na plochy obchodů, služeb a výroby (obrázek v Příloze E). Nádrž slouží jako recipient vody ze silnic, ale také z ostatních přilehlých ploch obchodu, služeb a výroby. Nádrž je veřejnosti nepřístupná a je obehnaná plotem, potenciál pro implementaci do veřejného prostoru tedy nemá žádný. Břehy jsou zatravněné, pravidelně udržované s množstvím drobných dřevin. Okolní prostor je osázen křovinami a roste zde neudržovaný travní porost, který může poskytovat životní prostředí pro drobné živočichy. I když je daná nádrž pod správou města, není veřejnosti přístupná. Nádrž by měla potenciál pro zapojení do MZI, pokud by vytvořila koridor se sousední rozsáhlou zalesněnou plochou a pokud by byla otevřena veřejnosti, měla by potenciál i pro zapojení do veřejného prostoru. Důležitým limitujícím faktorem pro tuto nádrž je její umístění mezi pozemními komunikacemi. I pokud by byla veřejnosti přístupná, její potenciál pro zapojení do veřejného prostoru by se nejspíše nezlepšil z důvodu frekventovanosti provozu na zmíněné komunikaci.

Tabulka 7: parametry retenční nádrže číslo 7 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI

Nádrž 7 - fotografie: Příloha G			
Lokalita	49.7041686 N, 13.4321558 E	Potenciál zapojení retenční nádrže do MZI	1
Katastrální území	Černice	Ekosystémový potenciál	2
Rozloha	3200 m <sup>2</sup>	Mikroklimatický význam	3
Vlastnictví	Statutární město Plzeň	Estetická kvalita	1
Přístup pro veřejnost	NE	Potenciál pro zapojení do veřejného prostoru	0
Územní plán	plocha zemědělská		

Zdroj: ČÚZK (2020), Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování (2020)

### Retenční nádrž číslo 8

Retenční nádrž číslo 8 se nachází na pozemku domu s pečovatelskou službou SeneCura SeniorCentrum Plzeň a je veřejnosti nepřístupná. Nádrž funguje jako recipient vody z budovy domu s pečovatelskou službou, zároveň ale i z plochy parkoviště a budovy bývalé papírny. Pozemek domu s pečovatelskou službou je oplocen a není do něj umožněn vstup veřejnosti. Stejně tak je oplocena i plocha retenční nádrže. Břeh nádrže je potažen textilní folií a neroste na něm žádná vegetace. Okolí břehu tvoří kosený, udržovaný trávník s několika menšími keři a okrasnými rostlinami. Celá nádrž je obehnaná chodníkem, podél kterého je k dispozici několik laviček. Stav a množství vegetace je nevyhovující, stejně jako kvalita vody v nádrži. Plocha nádrže navazuje na přírodní plochy a na tok řeky Radbuzy, podél kterého vede naučná stezka Údolím Radbuzy a také cyklostezka, která je hojně využívána místními obyvateli jako rekreační prostor. V areálu staré papírny se rovněž nachází i Papírenský park a kavárna. Je škoda, že nádrž díky oplocení neplní potenciál pro zapojení do veřejného prostoru, který by lidé mohli využít například jako zastávku během své procházky podél řeky. Na druhou stranu se dá pochopit, že pokud je nádrž součástí soukromého objektu domu s pečovatelskou službou, je přítomnost veřejnosti nežádoucí. Stejně tak se dá pochopit i existence vnitřního oplocení nádrže, jelikož chrání klienty domu s pečovatelskou službou před potenciální újmou na zdraví. Díky vazbě na přírodní plochy a na vodní tok, má nádrž velký potenciál pro zapojení do MZI (obrázek v Příloze F). Doporučil bych věnovat větší prostředky do péče o vodní vegetaci a stav kvality vody.



Tabulka 8: parametry retenční nádrže číslo 8 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI

<b>Nádrž 8 - fotografie: Příloha G</b>			
Lokalita	49.7361739 N, 13.3840967 E	Potenciál zapojení retenční nádrže do MZI	3
Katastrální území	Plzeň	Ekosystémový potenciál	0
Rozloha	250 m <sup>2</sup>	Mikroklimatický význam	1
Vlastnictví	SC Plzeň s.r.o.	Estetická kvalita	0
Přístup pro veřejnost	NE	Potenciál pro zapojení do veřejného prostoru	0
Územní plán	plocha smíšená obytná		

Zdroj: ČÚZK (2020), Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování (2020)

### **Retenční nádrž číslo 9**

Retenční nádrž číslo 9 se nachází na pozemku firmy PRAGORENT a.s. a je veřejnosti nepřístupná. Nádrž funguje jako recipient vody z přilehlé otevřené skladovací plochy a dvou hal menší velikosti. Celý pozemek firmy je oplocen. Nádrž má na vnějším břehu travní porost a ostatní vegetaci, která není příliš často udržovaná. Vnitřní břeh je tvořen výsypem kamenů menší až střední velikosti. Břeh nedisponuje žádným stromem ani menšími dřevinami. Zeleň i její množství na dně nádrže je v dobré stavu. Nádrž v den výzkumu obsahovala vodu ve velice dobrém stavu. Celkově prostor nepůsobí tak upraveným dojmem jako například nádrže 5 a 6, na druhou stranu poskytuje mnohem větší biodiverzitu vegetace a rovněž má i vyšší kvalitu vody. Zasazení nádrže v prostoru je vhodné, nepůsobí rušivým dojmem. Má vazbu na poměrně frekventovanou silnici, vedoucí na přivaděč dálnice D5, na smíšenou obytnou plochu a na plochu rekreace (obrázek v Příloze H). Potenciál pro zapojení do veřejného prostoru nemá žádný, jelikož se nachází na soukromém a veřejnosti nepřístupném pozemku. Potenciál pro zapojení do MZI díky své poloze nemá. Menší udržovanost břehů a péče o vodní vegetaci má za následek vyšší biodiverzitu a vyšší kvalitu vody než u ostatních nádrží.

Tabulka 9: parametry retenční nádrže číslo 9 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI

Nádrž 9 - fotografie: Příloha K			
Lokalita	49.7092569 N, 13.3568500 E	Potenciál zapojení retenční nádrže do MZI	0
Katastrální území	Litice u Plzně	Ekosystémový potenciál	3
Rozloha	88 m <sup>2</sup>	Mikroklimatický význam	3
Vlastnictví	PRAGORENT a.s.	Estetická kvalita	2
Přístup pro veřejnost	NE	Potenciál pro zapojení do veřejného prostoru	0
Územní plán	plocha výroby a skladování		

Zdroj: ČÚZK (2020), Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování (2020)

### Retenční nádrž číslo 10

Retenční nádrž číslo 9 se nachází na Valše, její vlastnictví je v rukou Statutárního města Plzně. Je pro veřejnost volně přístupná a slouží jako recipient vody ze sousedních bytových domů. Nádrž má udržovaný, pravidelně kosený trávník na vnějším břehu. Vnitřní břeh je tvořen menšími a středními kameny s občasou drobnou vegetací, či náletem dřevin. V kontaktním místě s hladinou vody se nachází několik vlhkomilných rostlin v dobrém stavu. Vodní vegetaci tato nádrž zcela postrádá a disponuje střední kvalitou vody. Působí upraveným dojmem. V dnešní době má vazby na několik zastavěných soukromých pozemků a na pozemní komunikaci. Dále sousedí s poměrně rozsáhlou zalesněnou a zatravněnou plochou, která je ale v územním plánu vedena jako plocha smíšená obytná (obrázek v Příloze I). Dá se tedy do budoucna předpokládat, že celé prostranství okolo nádrže bude zastavěno. Nádrž tak ztratí veškerý potenciál pro zapojení do MZI, má ale díky tomu velký potenciál zapojení do veřejného prostoru. Bohužel, absence veřejných laviček, stolů, nebo například veřejného ohniště nepřináší potenciálním návštěvníkům příliš užitku. Navrhoval bych do budoucna zainvestovat právě do těchto zařízení, zasadit více zeleně a květin spolu s například pořízením hmyzích domků, čímž by okolí nádrže mohlo plnit funkci rekreační a částečně i funkci edukativní. Stejně tak bych doporučil vysazení vodní vegetace za účelem zvýšení biodiverzity a věnoval bych pozornost možnému zlepšení kvality vody.

Tabulka 10: parametry retenční nádrže číslo 10 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI

<b>Nádrž 10 - fotografie: Příloha K</b>			
Lokalita	49.7093125 N, 13.3260125 E	Potenciál zapojení retenční nádrže do MZI	0
Katastrální území	Valcha	Ekosystémový potenciál	0
Rozloha	445 m <sup>2</sup>	Mikroklimatický význam	3
Vlastnictví	Statutární město Plzeň	Estetická kvalita	1
Přístup pro veřejnost	ANO	Potenciál pro zapojení do veřejného prostoru	3
Územní plán	plocha smíšená obytná		

Zdroj: ČÚZK (2020), Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování (2020)

### Retenční nádrž číslo 11

Retenční nádrž číslo 11 se nachází v průmyslové zóně Borská pole, je v soukromém vlastnictví a je veřejnosti nepřístupná. Slouží jako usazovací nádrž a jako recipient dešťové vody z okolních nepropustných ploch a střechy výrobní haly. Je kompletně oplocena, tedy ani zaměstnanci k ní běžně nemají přístup. Nádrž je od pohledu staršího provedení a neplní estetickou funkci. Břehy nádrže jsou zčásti zatravněny kosenou trávou, zčásti obloženy zatravnovacími tvárnici a z části nepropustně vydlážděny. Vegetace na dně je v omezené míře, spíše samovolně vysemeněná. Kvalita vody je podprůměrná. Nádrž má vazby pouze na plochy výroby a skladování (obrázek v Příloze J). Nádrž potřebuje odbornou revitalizaci, včetně vysazení vodní vegetace a pravidelnou údržbu. Pro zapojení do veřejného prostoru potenciál nemá, jelikož se nachází na soukromém, oploceném pozemku. Jako estetický prvek neslouží.

Tabulka 11: parametry retenční nádrže číslo 11 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI

<b>Nádrž 11 - fotografie: Příloha K</b>			
Lokalita	49.7277397 N, 13.3365469 E	Potenciál zapojení retenční nádrže do MZI	0
Katastrální území	Skvrňany	Ekosystémový potenciál	0
Rozloha	300 m <sup>2</sup>	Mikroklimatický význam	3
Vlastnictví	JTEKT Automotive Czech Plzen s.r.o.	Estetická kvalita	0
Přístup pro veřejnost	NE	Potenciál pro zapojení do veřejného prostoru	0
Územní plán	plocha výroby a skladování		

Zdroj: ČÚZK (2020), Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování (2020)

## Retenční nádrž číslo 12

Pro retenční nádrž číslo 12 mám pouze omezené informace, získané z ortofotomap, jelikož přístup k ní je pro veřejnost omezený, stejně jako výhled na ni z veřejných prostor. Soudě z leteckých snímků se jedná o estetický prvek pozemku, který je osázen různorodou vegetací. Jeho břehy jsou tvořeny šterkem nebo kameny menších až středních rozměrů. Na dně se nachází vodní vegetace. Na vnějším břehu se nachází šterková pěšina okolo nádrže, na ní je umístěno několik laviček. Stejně jako v případě předchozí nádrže, i tato nádrž má vazby pouze na plochy výroby a skladování, potenciál pro zapojení do MZI tedy není příliš velký (obrázek v Příloze J). Stejně jako potenciál pro zapojení do veřejného prostoru, jelikož se nachází na soukromém, pro veřejnost nepřístupném prostoru. Provedení nádrže, ani její estetickou kvalitu hodnotit nemůžu.

Tabulka 12: parametry retenční nádrže číslo 12 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI

Nádrž 12 - fotografie: N/A			
Lokalita	49.7307644 N, 13.3340372 E	Potenciál zapojení retenční nádrže do MZI	N/A
Katastrální území	Skvrňany	Ekosystémový potenciál	N/A
Rozloha	110 m <sup>2</sup>	Mikroklimatický význam	N/A
Vlastnictví	Daikin Industries Czech Republic s.r.o.	Estetická kvalita	N/A
Přístup pro veřejnost	NE	Potenciál pro zapojení do veřejného prostoru	N/A
Územní plán	plocha výroby a skladování		

Zdroj: ČÚZK (2020), Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování (2020)

## Retenční nádrž číslo 13

Retenční nádrž číslo 13 se nachází v nově vybudované obytné zóně Plzeň-Křimice u šesti, nových bytových domů. Je zasazena na severní okraj tohoto developerského projektu, hned vedle dětského hřiště, a slouží jako recipient dešťové vody z okolních bytových domů, parkoviště a pozemní komunikace. Nádrž je kompletně obehnaná plotem, přístup k ní je zakázán. Břeh nádrže je tvořen udržovaným trávníkem se směsicí různých druhů lučních rostlin. Dno nádrže je tvořeno středními a většími kameny. Vodní vegetace na dně nádrže je spíše v nedostatečném množství. Kvalita vody nedostatečná. Způsobeno je to nejspíše splachem nečistot a sedimentů z okolního pole. Nádrž má vazby na plochy obytné smíšené a na plochy výroby a skladování. V územním plánu je celá severozápadní oblast vedena jako plocha obytná smíšená, dnes

však stále slouží jako zemědělská plocha (obrázek v Příloze L). Pokud bude celý prostor zastavěn, je pravděpodobné, že se kvalita vody v nádržilepší. Nádrž má opravdu velký potenciál pro zapojení do veřejného prostoru, je tedy nepochopitelná její úplná izolace a nepřístupnost. Pokud by byl odstraněn poměrně nevzhledný plot okolo ní, mohla by sloužit jako velice atraktivní estetický prvek, spolu s návazností na dětské hřiště. Její vnější břeh bych doporučil osázet drobnějšími dřevinami nebo okrasnými květinami. Navrhuji zde vytvořit jakýsi komunitní prostor s lavičkami, veřejným ohništěm, popřípadě veřejnou zeleninovou a bylinkovou zahradou.

Tabulka 13: parametry retenční nádrže číslo 13 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI

<b>Nádrž 13 - fotografie: Příloha N</b>			
Lokalita	49.7515406 N, 13.2980231 E	Potenciál zapojení retenční nádrže do MZI	0
Katastrální území	Křimice	Ekosystémový potenciál	1
Rozloha	55 m <sup>2</sup>	Mikroklimatický význam	2
Vlastnictví	Amesbury-Plzen 2 s.r.o.	Estetická kvalita	1
Přístup pro veřejnost	NE	Potenciál pro zapojení do veřejného prostoru	0
Územní plán	plocha smíšená obytná		

Zdroj: ČÚZK (2020), Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování (2020)

### Retenční nádrž číslo 14

Retenční nádrž číslo 14 se nachází ve výrobním území Křimice, na soukromém pozemku, bez přístupu veřejnosti. Je položena v částečně přírodní terénní depresi a slouží jako recipient pro dešťovou vodu z přilehlé solární elektrárny, parkovací plochy a střechy tovární haly. Na první pohled nádrž působí velice estetickým dojmem. Na břehu roste několik vlhkomilných stromů středního vzrůstu. Nádrž je obehnána pravidelně udržovaným trávníkem se směsicí lučních květin. Vnitřní břeh je lemován vodní vegetací, severozápadní cíp nádrže je celý porostlý vodními rostlinami. Kvalita vody v nádrži byla v den provádění výzkumu velmi dobrá. Retenční nádrž má vazby na plochy výroby a skladování a na plochy obytné smíšené (obrázek v Příloze M). Potenciál zapojení do veřejného prostoru nemá nádrž žádný, jelikož se nachází na soukromém pozemku.

Tabulka 14: parametry retenční nádrže číslo 14 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI

Nádrž 14 – fotografie: Příloha N			
Lokalita	49.7509339 N, 13.3247917 E	Potenciál zapojení retenční nádrže do MZI	1
Katastrální území	Křimice	Ekosystémový potenciál	3
Rozloha	450 m <sup>2</sup>	Mikroklimatický význam	2
Vlastnictví	Amesbury-Plzen West Business Center s.r.o.	Estetická kvalita	3
Přístup pro veřejnost	NE	Potenciál pro zapojení do veřejného prostoru	0
Územní plán	plocha výroby a skladování		

Zdroj: ČÚZK (2020), Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování (2020)

### Retenční nádrž číslo 15

Retenční nádrž číslo 15 se nachází v těsné blízkosti nádrže číslo 14, tedy ve výrobním území Křimice, na soukromém pozemku a bez přístupu pro veřejnost. Slouží rovněž jako recipient dešťové vody zejména však ze sousední solární elektrárny. Na pohled nepůsobí tak estetickým dojmem jako nádrž předchozí, nicméně se jedná o esteticky velmi atraktivní nádrž s vodní vegetací na březích a s uspokojivou kvalitou vody. Nádrž nedisponuje žádnou vegetací na své hladině, vyjma několika kusů leknínů. Břehy nádrže jsou obklopeny udržovaným, pravidelně koseným, trávníkem s nízkou koncentrací lučních květin. Celý prostor má vazby na plochy výroby a skladování, dále

na plochy pozemní komunikace a částečně i na plochy smíšené obytné. Jak nádrž 14, tak nádrž 15 mají potenciální vazbu na rozsáhlou plochu přírodní (obrázek v Příloze M), jsou však odděleny jak plotem, tak pozemní komunikací. Potenciál pro zapojení do veřejného prostoru nádrží nemá.

Tabulka 15: parametry retenční nádrže číslo 15 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI

<b>Nádrž 15 – fotografie: Příloha N</b>			
Lokalita	49.7502872 N, 13.3270264 E	Potenciál zapojení retenční nádrže do MZI	1
Katastrální území	Křimice	Ekosystémový potenciál	2
Rozloha	320 m <sup>2</sup>	Mikroklimatický význam	1
Vlastnictví	Amesbury-Plzen West Business Center s.r.o.	Estetická kvalita	2
Přístup pro veřejnost	NE	Potenciál pro zapojení do veřejného prostoru	0
Územní plán	plocha výroby a skladování		

Zdroj: ČÚZK (2020), Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování (2020)

### **Retenční nádrž číslo 16**

Retenční nádrž číslo 16 se nachází v těsné blízkosti Plzeňské Zoo v přilehlém Lochotínském parku na ploše vedené v územním plánu jako park. Nádrž je velice vhodně koncipována jako estetický a zároveň retenční prvek a byla navržena jako příklad užití MZI ve městech při přestavbě historického parku (Kopp a Preis 2020). Břehy jsou porostlé udržovanou trávou a nádrž je obklopena středně vzrostlými stromy. Nádrž má vazby na rozsáhlé travnaté plochy parku a na plochy přírodní, které s parkem sousedí (obrázek v Příloze P), má tedy velký potenciál jak pro zapojení do MZI, tak do veřejného prostoru. Z důvodu existence okolních stromů, dochází v letních měsících k zastínění hladiny nádrže, čímž se sice trvale udržuje kvalita vody, na druhou stranu ale nedochází k výraznější evapotranspiraci.

Tabulka 16: parametry retenční nádrže číslo 16 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI

<b>Nádrž 16 – fotografie: Příloha N</b>			
Lokalita	49.7596467 N, 13.3625042 E	Potenciál zapojení retenční nádrže do MZI	3
Katastrální území	Plzeň	Ekosystémový potenciál	2
Rozloha	420 m <sup>2</sup>	Mikroklimatický význam	1
Vlastnictví	Statutární město Plzeň	Estetická kvalita	3
Přístup pro veřejnost	ANO	Potenciál pro zapojení do veřejného prostoru	3
Územní plán	plocha výroby a skladování		

Zdroj: ČÚZK (2020), Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování (2020)

### **Retenční nádrž číslo 17**

Retenční nádrž číslo 17 se nachází v těsné blízkosti nádrže číslo 13 v obytné zóně v Křimicích. Nádrž slouží jako recipient dešťové vody z okolních bytových jednotek a přilehlé parkovací plochy. Břehy jsou porostlé udržovaným trávníkem, který vykazuje větší druhovou rozmanitost než nádrž číslo 13. Vodní vegetace pokrývá celé dno nádrže a vykazuje lepší vitalitu a kvalitu vody než zmíněná nádrž číslo 13. Nádrž je celá obehnaná plotem a přístup veřejnosti je k ní zakázán. Nádrž má vazby na plochy obytné smíšené a na plochy výroby a skladování. V územním plánu je celá severozápadní oblast vedena jako plocha obytná smíšená, dnes však stále slouží jako zemědělská plocha (obrázek v Příloze L). Stejně jako nádrž číslo 13 by mohla sloužit jako rekreační prvek, její oplocení však degraduje jakýkoliv potenciál pro zapojení do veřejného prostoru. Díky vegetaci nádrž působí mnohem více jako přírodní prvek, oplocení však snižuje její estetickou kvalitu.



Tabulka 17: parametry retenční nádrže číslo 17 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI

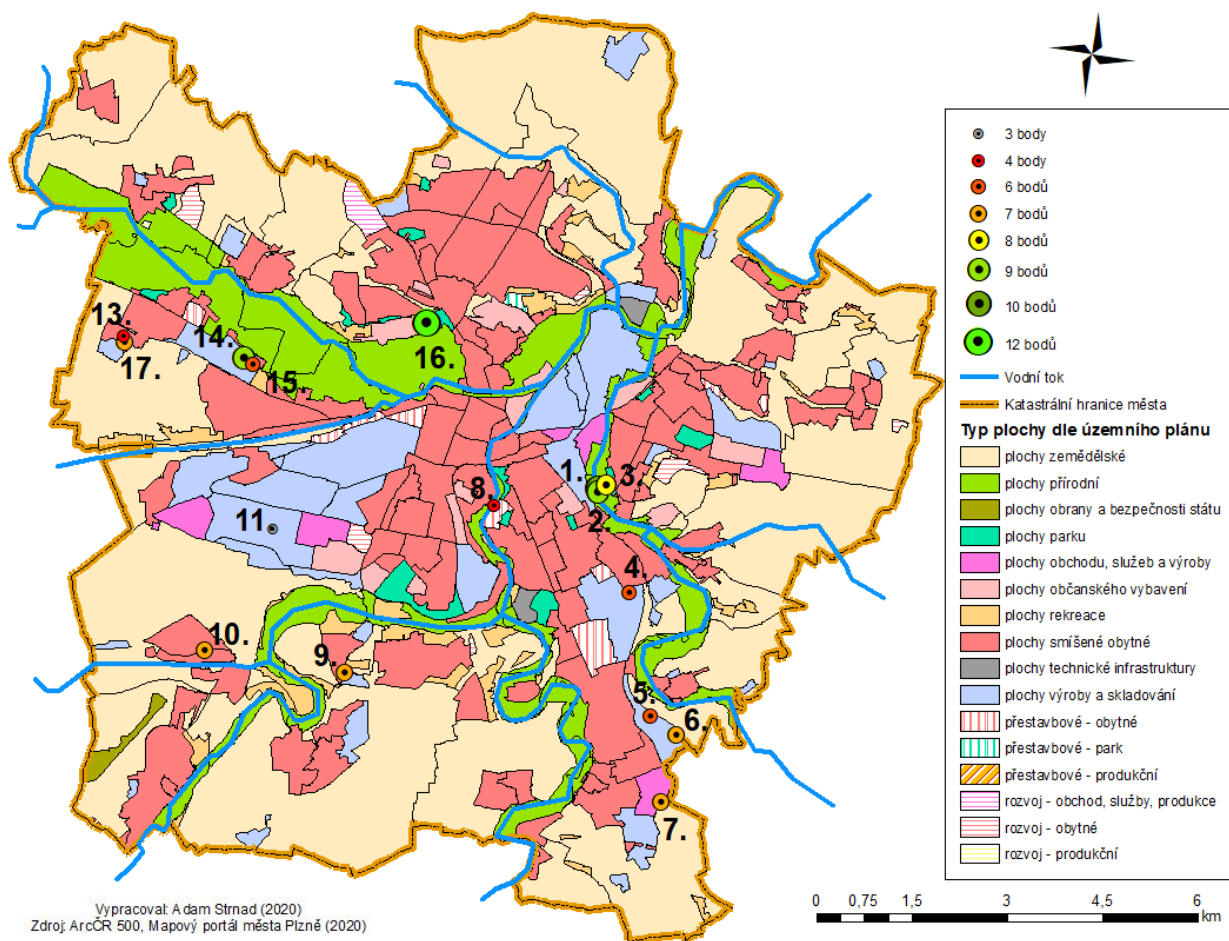
<b>Nádrž 17 – fotografie: Příloha O</b>			
Lokalita	49.7506600 N, 13.2985389 E	Potenciál zapojení retenční nádrže do MZI	0
Katastrální území	Křimice	Ekosystémový potenciál	3
Rozloha	90 m <sup>2</sup>	Mikroklimatický význam	2
Vlastnictví	Amesbury-Plzeň 2 s.r.o.	Estetická kvalita	2
Přístup pro veřejnost	NE	Potenciál pro zapojení do veřejného prostoru	0
Územní plán	plocha smíšená obytná		

Zdroj: ČÚZK (2020), Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování (2020)

#### **4.4 Hodnocení výsledků**

Jak je zobrazeno na obrázku 3, z celkového počtu 17 nádrží se jich nejvíce nachází na plochách výroby a skladování. Druhý nejvyšší počet nádrží se nachází na plochách přírodních, kdy všechny tři nádrže jsou v těsné blízkosti, a na plochách smíšených obytných. Nejmenší počet nádrží je na plochách zemědělských, plochách parku a plochách přestavbových – obytných.

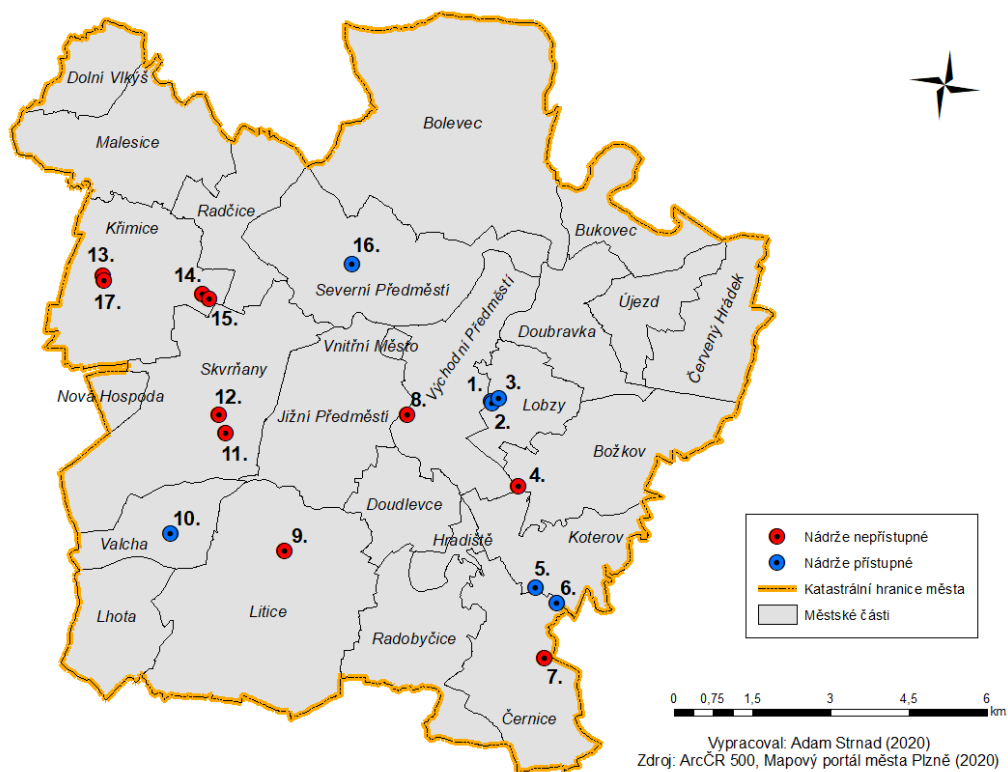
Obrázek 3: poloha retenčních nádrží na podkladové mapě územního plánu města Plzně dle jejich pořadového čísla z terénního výzkumu



Zdroj: Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování v programu ArcGIS (2020)

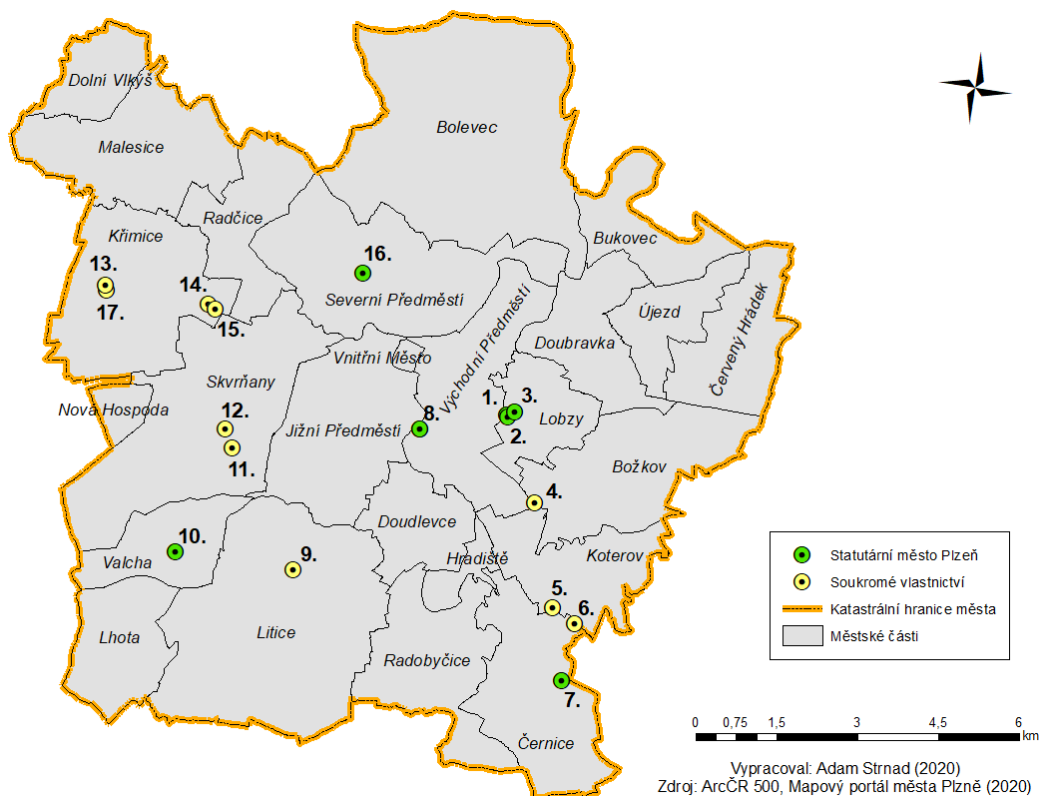
Na obrázku 4 můžeme vidět jejich rozdělení podle přístupnosti, větší počet jich je veřejnosti nepřístupných. Stejně jako celkový počet nádrží držených v soukromém vlastnictví (obr. 5). Zpravidla se dá říct, že soukromé vlastnictví nádrže znamená částečně nebo úplně omezený přístup veřejnosti k nádrži. Během mého výzkumu jsem však lokalizoval dvě nádrže v soukromém vlastnictví, které jsou veřejnosti volně přístupné. Stejně tak i jednu nádrž v rukou města, ke které volný přístup není. Jak jsem již zmínil, přístup k nádrži velice významně ovlivňuje potenciál pro zapojení do veřejného prostoru. Tři nádrže se nachází v lokálním biocentru jako součást regionálního biokoridoru a v těsné blízkosti nadregionálního koridoru Úslava. Na plochách smíšených obytných jsou dvě nádrže soukromé, nepřístupné, a jedna v rukou města, přístupná. Všechny základní charakteristiky nádrží se nachází v tabulce č.18 níže.

Obrázek 4: rozdělení retenčních nádrží na katastrálním území města Plzně podle jejich možnosti přístupu veřejnosti



Zdroj: Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování v programu ArcGIS (2020)

Obrázek 5: rozdělení retenčních nádrží na katastrálním území města Plzně podle jejich typu vlastnictví



Zdroj: Mapový portál města Plzně (2020), ČÚZK 2020, vlastní zpracování v programu ArcGIS (2020)

Tabulka 18: souhrnný přehled všech retenčních nádrží a jejich základní charakteristiky

		Počet nádrží
<b>Umístění nádrže dle územního plánu</b>	Plocha přírodní	3
	Plocha výroby a skladování	8
	Plocha zemědělská	1
	Plocha přestavbová-obytná	1
	Plocha smíšená obytná	3
	Plocha parků	1
<b>Přístup pro veřejnost</b>	Přístupné	7
	Nepřístupné	10
<b>Vlastnictví</b>	Vlastnictví statutárního města Plzně	6
	Soukromé vlastnictví	11

Zdroj: ČÚZK 2020, Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování (2020)

Naprostá většina povrchových retenčních nádrží na katastrálním území města Plzně se vyskytuje na plochách výroby a skladování, čímž se potvrzuje moje první hypotéza. To přisuzuji hlavně dvěma důvodům. Tím prvním důvodem je fakt, že firmy disponují větším pozemkem, na kterém je možné nádrž postavit a který by jinak neměl jiné využití. Druhým důvodem je možnost jejich počáteční investice, do nákladnějšího způsobu nakládání s dešťovou vodou. Naprostá většina nových bytových jednotek, které se v dnešní době staví, využívá jako recipient dešťové vody podzemní retenční nádrže. Na druhou stranu, jak uvádí ČKAIT (2019), přednost je dáována stavbě povrchových retenčních nádrží, z důvodu jejich přínosu pro mikroklima prostoru. Dle zákona a městské vyhlášky je však retence vody umožněna i cestou podzemních nádrží, které jsou prostorově méně náročné.

U zapojení retenční nádrží do MZI (tabulka č.19) hraje klíčovou roli jejich poloha vůči přírodním plochám zeleně nebo vodním plochám, stejně jako jejich poloha vůči územnímu plánu. Nejmenší hodnoty jsou zaznamenávány u retenčních nádrží na plochách výroby a skladování, čímž se potvrzuje i moje druhá hypotéza. Důvodem může být problematictější napojení průmyslových zón na plochy přírodní. Stejně tak je problematické jejich zapojení do veřejného prostoru, jelikož jsou často nádrže nepřístupné veřejnosti kvůli oplocení. Problém zapojení retenčních nádrží v průmyslových oblastech měst řeší i německý koncept přístupů k zavádění prvků MZI Klima KONRET. Pro průmyslové oblasti je zde uveden příklad, kdy je část pozemku okolo tovární haly v uměle vytvořené terénní depresi, která se během dešťových srážek zaplní vodou a slouží jako umělý mokřad. Popřípadě koncept navrhuje využít retenční nádrže jako prostor, kde mohou zaměstnanci trávit své přestávky. Toto řešení u průmyslových ploch na katastrálním území města Plzně postrádám, retenční nádrže jsou budovány spíše jako součást šedé infrastruktury než prvek MZI, jako tomu je například u nádrže číslo 11, která má rovněž i nejnižší skóre zapojení do MZI. Konkrétně tato nádrž by se mohla inspirovat u zmíněného konceptu KONRET, mohla by se zde vybudovat odpočinková zóna pro zaměstnance firmy. Současná nádrž totiž sousedí s venkovní „kuřárnou“. Druhé nejnižší skóre má retenční nádrž číslo 13, která se nachází na ploše smíšené obytné. Za její hlavní nedostatek považuji fakt, že k ní je neumožněn přístup veřejnosti. Celý prostor by se totiž dal koncipovat jako místo pro sousedská shledávání a odpočinková zóna s přihlédnutím ke skutečnosti, že nádrž

sousedí s dětským hřištěm a zájem o takovýto prostor by mezi místními obyvateli jistě byl. Vzhledem k tomu, že je nádrž v soukromém vlastnictví, je logické, že se majitel legislativně brání proti potenciálnímu vzniku zranění veřejnosti na jeho pozemku. Na druhou stranu se dá celá situace řešit vstupem na vlastní nebezpečí, spíše než obehnáním plotem a prostor by i zcela jistě získal mnohem větší estetickou hodnotu. Paradoxně nádrž číslo 9, která se stejně jako předchozí nádrž nachází na ploše smíšené obytné, je ve vlastnictví statutárního města Plzně a je veřejnosti přístupná. Ovšem i zde pozorují nedostatečné zapojení do veřejného prostoru. Nádrž zcela postrádá jakékoliv občanské vybavení, jako například lavičky nebo veřejné ohniště či veřejnou zahradu. Retenční nádrže 1,2,3 a 16, které se nachází buď na plochách přírodních nebo v jejich blízkosti mají velký potenciál pro zapojení do MZI, pokud jsou veřejnosti přístupné, mají zároveň i potenciál pro zapojení do veřejného prostoru. Z celkového počtu bodů v tabulce č.18 je patrný vliv polohy retenční nádrže vůči územnímu plánu a potenciálu zapojení do MZI. Retenční nádrže na plochách výroby a skladování dosahují nižšího bodového hodnocení, než na plochách přírodních nebo plochách parků. Plochy výroby a skladování totiž mají zpravidla mnohem horší vazby na plochy zeleně nebo vodní plochy, čímž je jejich zapojení do MZI náročnější. Řešením by mohlo být plánování územního plánu s ohledem na MZI zejména v průmyslových zónách, kdy by se dešťová voda z nepropustných ploch mohla koncentrovat do jednoho centrálního místa, které by sloužilo jako přírodní biotop mezi několika výrobními halami. Problém však nastává s ekonomickou stránkou věci. Takovéto řešení by bylo ekonomicky ztrátové, pozemek by byl zabrán retenční nádrží a nemohl by být prodán. Je ale potřeba do budoucna myslet spíše na přírodě blízká opatření nežli na ekonomický profit. Překvapením je však relativně nízký počet bodů retenčních nádrží na plochách obytných smíšených u potenciálu zapojení do veřejného prostoru. Největším problémem je jejich oplocení, čímž se stávají jednak méně hodnotné z estetického hlediska, jednak však postrádají jakýkoliv viditelný profit pro místní obyvatele.

Tabulka 19: souhrnný přehled hodnocení zapojení jednotlivých retenčních nádrží do MZI

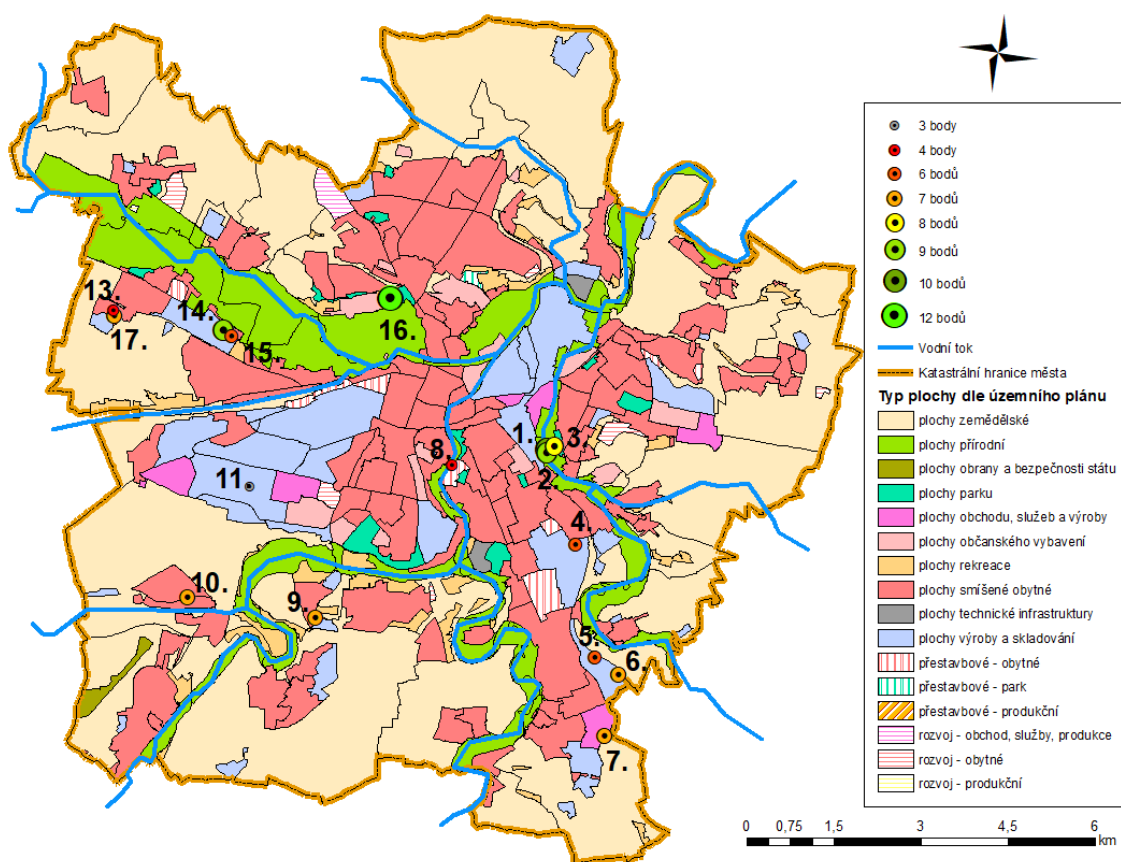
Číslo nádrže	Potenciál zapojení retenční nádrže do MZI	Eko-systémový potenciál	Mikro-klimatický význam	Estetická kvalita	Potenciál pro zapojení do veřejného prostoru	<b>Celkový počet bodů</b>
Retenční nádrž č. 1	3	2	1	2	3	<b>10</b>
Retenční nádrž č.2	3	1	1	2	3	<b>9</b>
Retenční nádrž č.3	3	0	1	1	3	<b>8</b>
Retenční nádrž č.4	0	2	2	2	0	<b>6</b>
Retenční nádrž č.5	0	1	2	2	1	<b>6</b>
Retenční nádrž č.6	1	2	1	2	1	<b>7</b>
Retenční nádrž č.7	1	2	3	1	0	<b>7</b>
Retenční nádrž č.8	3	0	1	0	0	<b>4</b>
Retenční nádrž č.9	0	3	3	2	0	<b>7</b>
Retenční nádrž č.10	0	0	3	1	3	<b>7</b>
Retenční nádrž č.11	0	0	3	0	0	<b>3</b>
Retenční nádrž č.12	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Retenční nádrž č.13	0	1	2	1	0	<b>4</b>
Retenční nádrž č.14	1	3	2	3	0	<b>9</b>
Retenční nádrž č.15	1	2	1	2	0	<b>6</b>
Retenční nádrž č.16	3	2	1	3	3	<b>12</b>
Retenční nádrž č.17	0	3	2	2	0	<b>7</b>

Zdroj: vlastní zpracování (2020)

## 5 Diskuse

Z výsledků praktické části mé bakalářské práce je patrný rozdílný potenciál zapojení povrchových retenčních nádrží do MZI na území města Plzně. Rozdíly jsou způsobeny jednak plochou dle územního plánu, na které se nádrž nachází, jednak ale také existencí přírodní nebo vodní plochy, na kterou by mohla mít nádrž vazbu (obrázek 6).

Obrázek 6: bodové hodnocení potenciálu zapojení jednotlivých retenčních nádrží do MZI na podkladové mapě územního plánu města Plzně



Zdroj: Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování

Kopp a Preis (2020) v jejich výzkumu rovněž došli k závěru, že potenciál zapojení retenčních nádrží do MZI je významně ovlivněn polohou retenční nádrže v krajině a funkční typologií území podle územního plánu. Nejmenší potenciál pro implementaci do MZI mají nádrže na plochách výroby a skladování. Na území města Plzně ale i nádrže na plochách smíšených obytných nedosahují příliš uspokojivých hodnot, zejména kvůli jejich nedostatečné implementaci do veřejného prostoru. Majitelé retenčních nádrží, nacházejících se na plochách výroby a skladování, mohou ale



potenciál pro zapojení do MZI zvýšit podpořením vazeb nádrží s přílehlými plochami zeleně.

Faltermaier a kolektiv (2016) doporučují v městských průmyslových oblastech vytvořit umělé mokřady na pozemcích firem, které by se během intenzivnějších srážek zaplnily vodou a významně podpořily místní mikroklima. Toto řešení na území Plzně postrádám a jeví se jako ideální s přihlédnutím na to, že naprostá většina průmyslových areálů disponuje na pozemku plochou, která je zatravněna a vyžaduje pravidelnou péči. S pořízením umělých mokřadů by firmám odpadla starost s pravidelnou údržbou těchto ploch. Park a kolektiv (2014) uvádějí, že retenční nádrže mohou v období bez deště sloužit jako například parkoviště nebo dětské hřiště. Právě takováto sekundární využití u retenčních nádrží na území města Plzně zcela postrádám, zejména pak u nádrží na plochách smíšených obytných, kde by se dalo okolí nádrží využít jako veřejný rekreační prostor.

Problematická se pak jeví skutečnost, že většina nádrží na území města Plzně se nachází na soukromém pozemku a není k nim umožněn přístup veřejnosti, čímž nádrž ztrácí potenciál pro zapojení do veřejného prostoru. Existují však i výjimky, které ale potenciál dostatečně nevyužívají. Majitelé nádrží mají nízkou úroveň motivace podporovat přírodě blízká opatření (respektive prosazovat principy MZI) mimo jejich zákonnou povinnost zadržovat dešťovou vodu na jejich pozemku (Kopp a Preis 2020). Tyto prvky však mohou velice výrazně pomoci městům adaptovat se na změnu klimatu (Velebná Brejchová a kol. 2015). Zejména pak v průmyslových oblastech, které významně zvyšují efekt UHI.

Vytvoření normativních opatření by tedy mohlo být cestou, jak motivovat soukromý sektor k provádění přírodě blízkých opatření. Prvky MZI totiž stále nejsou v české legislativě ukotveny ani definovány (Kopp a Preis 2020). Z výsledků průzkumu O'Donnell a kol. (2017), je patrné, že odborná veřejnost jako největší překážku pro implementaci prvků MZI považuje neochotu podporovat zavádění nových zákonů a měnit své postupy. Pokud normativní nástroje nebudou dostatečně efektivní, je zde možnost přistoupit k nástrojům ekonomickým. Kabisch a kol. (2016) ve svém článku zmiňují, že je nutné posílit ekonomické nástroje ke zvýšení motivace soukromého sektoru k zavádění prvků MZI. Ty mohou zahrnovat například nejrůznější typy dotací na pořízení prvků MZI, zpoplatnění vypouštění dešťové vody do kanalizace, daňové

úlevy pro nemovitosti s ekoznačkou, grantové programy a další. Jelikož jsou retenční nádrže z velké části v soukromém vlastnictví, je podpoření motivace k zavádění přírodě blízkých opatření na jejich pozemcích tolik významné. Město by mělo využívat více zdrojů k zapojení nádrží v jejich vlastnictví do veřejného prostoru. Vytvořit tak příjemné prostředí, kde by mohli lidé trávit svůj volný čas.

V dnešní době je patrná i snaha propojení MZI s edukativní složkou. Konkrétně bych zmínil například projekt grantové výzvy Ani kapka nazmar (2020), které se mohou zúčastnit školy všech stupňů a další spolky působící na území města Plzně. Zaměřuje se na podporu technik HDV, potažmo prvků MZI, které by školy následně použily k ekovýchovné aktivitě mládeže. Z elektronického sdělení se svolením s ředitelkou 57.mateřské školy v Plzni Zlatou Nesnídalovou (2020), jsem získal informaci, že právě její školka usiluje o zmíněný grant a momentálně provádí práce na zprovoznění vlastní retenční nádrže.

## 6 Závěr

Zavádění prvků MZI je jedním z možných způsobů, jak adaptovat města na změny klimatu. Retenční nádrže, jakožto jeden z prvků MZI, jsou schopny stabilizovat hydrologický cyklus stejně jako stabilizovat úroveň podpovrchové vody. Povrchové retenční nádrže navíc velice pozitivně ovlivňují i mikroklima prostoru, ve kterém se nachází. Je však nutné je odborně a citlivě navrhovat a konstruovat. Vyžadují poměrně vysoké počáteční náklady a vyžadují dostatečnou údržbu, k zachování jejich funkce. S vhodným užitím vegetace na jejich dně jsou totiž schopny poměrně efektivně filtrovat znečištěnou dešťovou vodu z městských nepropustných ploch. Využití povrchových retenčních nádrží se jeví jako ideální v průmyslových areálech, které jsou momentálně jednou z problematických zón, negativně ovlivňujících městské klima. Na území Plzně jich však není takové množství, které bych očekával právě z důvodu jejich ideálního použití na těchto typech pozemků. Ze zákona je povinnost dešťovou vodu na pozemku zadržovat, čímž se reguluje množství dešťové vody ve stokové síti během silnějších srážek. Vlastník pozemku má ale možnost využít retenční nádrž podpovrchovou, která sice podmínky zákona splňuje, ale přidané hodnoty povrchové retenční nádrže nikoliv. Na pozemcích rodinných domů se dá užití podpovrchových retenčních nádrží pochopit, nezabírají tolik prostoru a jsou nákladově mnohem výhodnější. U průmyslových areálů, obchodních a nákupních center, velkoobchodů a popřípadě i školních areálů je situace jiná. Tyto areály mají k aplikaci povrchových retenčních nádrží téměř ideální podmínky. Na území města Plzně shledávám jako největší problém absenci sekundárního využití již existujících povrchových retenčních nádrží. Mnoho z nich plní čistě hydrologickou funkci bez naplněného potenciálu pro zapojení do veřejného prostoru. Společnost pak takovéto prvky MZI může vnímat jako nevhledné a zbytečné. Zejména pokud je taková nádrž v obytné zóně. Jejich zapojení do veřejného prostoru prostřednictvím vybudování rekreačního prostoru shledávám jako hlavní potenciál. Podobně je tomu i u areálů škol a školek, kde tyto nádrže mohou kromě estetické a rekreační funkce plnit i funkci edukativní. Průmyslové areály mohou využít například německé koncepce KONRET a spojit vlastní prvky MZI s atraktivním prostředím pro zaměstnance. Obchodní areály, zejména pak hobby markety, mohou vlastní retenční nádrže využít například k prezentaci nabízených produktů.

## Seznam použitých zdrojů

AKBARI, H., POMERANTZ, M., TAHA, H., 2001. Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. *Solar Energy* [online]. 2001, **70**(3), 295-310 [cit. 2020-05-09]. ISSN 0038092X. Dostupné z: doi: 10.1016/S0038-092X(00)00089-X

Ani kapka nazmar, 2020. *Nadační fond Zelený poklad* [online]. Plzeň: Nadační fond Zelený poklad, 2016 [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: <http://www.zelenypoklad.org/24-ani-kapka-nazmar.aspx>

BIRKHOFFER, Klaus, DIEHL Eva, ANDERSSON Jesper, Ekroos Johan, 2015. Ecosystem services-current challenges and opportunities for ecological research. *Frontiers in Ecology and Evolution* [online časopis]. 2015, **2** [cit. 2020-05-04]. ISSN 2296-701X. Dostupné z: doi: 10.3389/fevo.2014.00087.

BLISS J., Daniel, D. NEUFELD, Ronald, J. RIES, Robert, 2009. Storm Water Runoff Mitigation Using a Green Roof. *Environmental Engineering Science* [online]. 2009, **26**(2), 407-418 [cit. 2020-05-09]. ISSN 1092-8758. Dostupné z: doi: 10.1089/ees.2007.0186

BRÁZDIL, Rudolf, TRNKA, Miroslav, 2015. *Historie počasí a podnebí v Českých zemích: minulost, současnost, budoucnost*. Brno: Centrum výzkumu globální změny Akademie věd České republiky, 2015. 400 s. ISBN 978-80-87902-11-0.

BREARS, Robert C., 2018. *Blue and Green Cities* [online]. London: Palgrave Macmillan UK, 2018 [cit. 2020-05-04]. ISBN 978-1-137-59257-6. doi: 10.1057/978-1-137-59258-3.

C O'DONNELL, Emily, R. THORNE, Colin, GEORGE WRIGHT, Nigel, MORGAN, Malcolm, 2015. Evaluating the multiple benefits of a Blue-Green Vision for urban surface water management. In: *UDG Autumn Conference and Exhibition 2015* [online]. Chester: UNIVERSITY OF LEEDS, 2015 [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/303621071\\_Evaluating\\_the\\_multiple\\_benefits\\_of\\_a\\_Blue-Green\\_Vision\\_for\\_urban\\_surface\\_water\\_management](https://www.researchgate.net/publication/303621071_Evaluating_the_multiple_benefits_of_a_Blue-Green_Vision_for_urban_surface_water_management)

C. ROUSE, David a Ignacio F. BUNSTER-OSSA, 2013. *Green Infrastructure: A Landscape Approach* [online]. Chicago: Routledge, 2013 [cit. 2020-05-04]. ISBN 978-1611900620. Dostupné z: <http://caeau.com.ar/wp-content/uploads/2018/11/46.GREEN-INFRAESTRUCTURE.pdf>

CIRIA, 2020. *SusDrain* [online]. susdrain, 2020 [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: <https://www.susdrain.org/>

CSIRO, 2005. *WSUD Engineering Procedures: Stormwater* [online]. Collingwood,: CSIRO Publishing, 2005 [cit. 2020-05-04]. ISBN 978-0643090927. Dostupné z: <https://www.publish.csiro.au/book/4974/>

ČKAIT-kolektiv autorů, 2019. *Hospodaření vodou*. Praha: ČKAIT, 2019. Stavební kniha. 128 s. ISBN 978-80-88265-15-3.

ČÚZK, 2020. Nahlížení do katastru nemovitostí. *Český úřad zeměměřický a katastrální* [online]. Praha: ČÚZK, 2020 [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: <https://nahlizenedokn.cuzk.cz/>

DANDY, Norman, 2010. *Climate change & street trees project CCST Project – Social Research Report* [online]. [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: <https://www.forestresearch.gov.uk/>

DEMUZERE, M., ORRU, K., HEIDRICH, O. a kol., 2014. Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure. *Journal of Environmental Management* [online]. 2014, **146**, 107-115 [cit. 2020-05-09]. ISSN 03014797. Dostupné z: doi:10.1016/j.jenvman.2014.07.025. In: *Department of Environment, Land, Water and Planning* [online]. 2017 [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: <https://www2.delwp.vic.gov.au/>

DREISEITL, Herbert, WANSCHURA Bettina, 2016. *Strengthening blue-green infrastructure in our cities* [online]. [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: <https://ramboll.com/megatrend/liveable-cities-lab>. Výzkumná práce. Zeppelin Universität, National University of Singapore, Massachusetts Institute of Technology, Harvard University.

EVERETT, Glyn, LAMOND, Jessica, T. MORZILLO, Anita, CHAN, Faith Ka Shun, MATSLER, Annie Marissa, 2016. Sustainable drainage systems: helping people live with water. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Water Management* [online]. 2016, **169**(2), 94-104 [cit. 2020-05-09]. ISSN 1741-7589. Dostupné z: doi: 10.1680/wama.14.00076.

FAGGIAN, Robert, GHOFrani, Zahra, SPOSITO, Victor, 2017. A Comprehensive Review of Blue-Green Infrastructure Concepts. *International Journal of Environment and Sustainability* [online časopis]. **6**(1), 15-36 [cit. 2020-05-04]. ISSN 1927-9566. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/316778761\\_A\\_comprehensive\\_review\\_of\\_blue-green\\_infrastructure\\_concepts](https://www.researchgate.net/publication/316778761_A_comprehensive_review_of_blue-green_infrastructure_concepts)

FALTERMAIER, Monika, STOCK, Heike, TONNDOR, Thorsten, 2016. *Stadtentwicklungsplan Klima KONKRET Klimaanpassung in der Wachsenden Stadt* [online]. Berlin: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: [https://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/stadtentwicklungsplanung/download/klima/step\\_klima\\_konkret.pdf](https://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/stadtentwicklungsplanung/download/klima/step_klima_konkret.pdf)

Geografický informační systém města Plzně (GIS), 2020. *Digitální Plzeň* [online]. Plzeň: Správa informačních technologií města Plzně, 2020 [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: <https://mapy.plzen.eu/>

GUSTAVO M., Martins, R. JENKINS, Stuart, I. NETO, Ana, J. HAWKINS, Stephen, C. THOMPSON, Richard, 2016. Long-term modifications of coastal defences enhance marine biodiversity. *Environmental Conservation* [online]. 2016, **43**(2), 109-116 [cit. 2020-05-09]. ISSN 0376-8929. Dostupné z: doi: 10.1017/S0376892915000284

H. F. WONG, Tony, F. BREEN, Peter, L. G. SOMES, Nicholas, D. LLOYD, Sara, 1998. *Managing Urban Stormwater Using Constructed Wetlands* [online]. Clayton: Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology, 1998 [cit. 2020-05-04]. ISBN 1

876006 36 6. Dostupné z:

[http://www.chebucto.ns.ca/ccn/info/Science/SWCS/SWT/constructed\\_wetlands\\_wong.pdf](http://www.chebucto.ns.ca/ccn/info/Science/SWCS/SWT/constructed_wetlands_wong.pdf)

HANÁK, Karel, 2008. *Stavby pro plnění funkcí lesa*. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, 2008. Technická knihovna (ČKAIT). 300 s. ISBN 978-80-87093-76-4.

HINMAN, Curtis, 2013. Rain Garden Handbook for Western Washington: A Guide for Design, Maintenance, and Installation. *Washington State University* [online]. [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: <https://fortress.wa.gov/ecy/publications/documents/1310027.pdf>

HLAVÍNEK, Petr a kol., 2007. *Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území*. Brno: ARDEC, 2007. 164 s. ISBN 80-86020-55-x.

HOANG, L., FENNER R.A., 2015. System interactions of stormwater management using sustainable urban drainage systems and green infrastructure. *Urban Water Journal* [online časopis]. **13**(7), 739-758 [cit. 2020-05-04]. ISSN 1573-062X. Dostupné z: doi: 10.1080/1573062X.2015.1036083

HOWE, Carol, MITCHELL, Cynthia, 2011. Water Sensitive Cities. *Water Intelligence Online* [online časopis]. **10** [cit. 2020-05-04]. ISSN 1476-1777. Dostupné z: doi: 10.2166/9781780400921

JAROSIEWICZ, A., RADAWIEC, B., HETMAŃSKI T., 2018. Effect of Catchment Land Use on Trophic State Variables of Small Water Bodies (Northern Poland). *Water Resources* [online časopis]. **45**(4), 615-623 [cit. 2020-05-04]. ISSN 0097-8078. Dostupné z: doi: 10.1134/S0097807818040127

KABISCH, Nadja, FRANTZESKAKI, Niki, PAULEIT, Stephan a kol., 2016. Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. *Ecology and Society* [online časopis]. **21**(2) [cit. 2020-05-04]. ISSN 1708-3087. Dostupné z: <http://www.ecologyandsociety.org/vol21/iss2/art39/>

KOPP, Jan, 2020. Povrchové retenční dešťové nádrže – zatím nevyužitá příležitost městské a příměstské krajiny. In: *Ekolist.cz* [online]. [cit. 2020-05-04]. ISSN 1802-9019. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/publicistika/priroda/povrchove-retencni-destove-nadrze-zatim-nevyuzita-prilezitost-mestske-a-primestske-krajiny>

KOPP, Jan, PREIS, Jiří, 2019. The potential implementation of stormwater retention ponds into the blue-green infrastructure of the suburban landscape of Pilsen, Czechia. *Applied Ecology and Environmental Research* [online časopis]. **17**(6) [cit. 2020-05-04]. ISSN 15891623. Dostupné z: [http://aloki.hu/pdf/1706\\_1505515072.pdf](http://aloki.hu/pdf/1706_1505515072.pdf)

KOPP, Jan, RAŠKA, Pavel, VYSOUDIL, Miroslav, DOLEJŠ, Martin, VEITH, Tomáš, NOVOTNÁ, Marie, FRAJER, Jindřich, 2017. *Ekohydrologický management mikrostruktur městské krajiny*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2017. 166 s. ISBN 978-80-261-0719-4.

KOTTOVÁ, Anna, 2018. Jak zchladit rozpálené město? Stromy, fontány, světlejší asfalt, polopropustný povrch, radí expert. *IROZSHLAS* [online]. Praha: Český Rozhlas, 2018 [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: [https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/pocasi-letovedro-praha-klimaticka-zmena\\_1808040600\\_ako](https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/pocasi-letovedro-praha-klimaticka-zmena_1808040600_ako)

KREJČÍ, Vladimír, 2000. *Odvodnění urbanizovaných území-koncepční přístup*. Brno: Noel 2000, 2003. ISBN 80-86020-39-8.

KYNCL, Miroslav, 2008. *Hydrotechnická vybavenost*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2008. 188 s. ISBN 978-80-248-1685-2.

LAGUDU, Surinaidu, 2012. Rain Gardens – A New Ecosystem in City Landscape for in situ Harvesting of Rain Water. *MEMOIR GEOLOGICAL SOCIETY OF INDIA* [online]. 2012, 89-95 [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/257347563\\_Rain\\_Gardens\\_-\\_A\\_New\\_Ecosystem\\_in\\_City\\_Landscape\\_for\\_in\\_situ\\_Harvesting\\_of\\_Rain\\_Water](https://www.researchgate.net/publication/257347563_Rain_Gardens_-_A_New_Ecosystem_in_City_Landscape_for_in_situ_Harvesting_of_Rain_Water)

LIAO, Kuei-Hsien, DENG, Shinuo, TAN, Puay Yok, 2017. Blue-Green Infrastructure: New Frontier for Sustainable Urban Stormwater Management. TAN, Puay Yok a Chi Yung JIM, ed. *Greening Cities* [online časopis]. Singapore: Springer Singapore, 2017-03-30, s. 203-226 [cit. 2020-05-04]. *Advances in 21st Century Human Settlements*. ISBN 978-981-10-4111-2. Dostupné z: [http://link.springer.com/10.1007/978-981-10-4113-6\\_10](http://link.springer.com/10.1007/978-981-10-4113-6_10)

LOCATELLI, Luca, MARK, Ole, MIKKELSEN, Peter Steen, ARNBJERG-NIELSEN, Karstenéé, BERGEN JENSEN, Marina, BINNING, Philip John, 2014. Modelling of green roof hydrological performance for urban drainage applications. *Journal of Hydrology* [online]. 2014, **519**, 3237-3248 [cit. 2020-05-09]. ISSN 00221694. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jhydrol.2014.10.030

LUCKE, Terry, W.B. NICHOLS, Peter, 2015. The pollution removal and stormwater reduction performance of street-side bioretention basins after ten years in operation. *Science of The Total Environment* [online časopis]. **536**, 784-792 [cit. 2020-05-04]. ISSN 00489697. Dostupné z: doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.07.142

Mapy Google, 2020. *Google* [online]. USA [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps>

Mapy.cz, 2020. *Seznam* [online]. Praha: Seznam.cz [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: <https://mapy.cz>

*Melbourne Water* [online]. 2017 [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: <https://www.melbournewater.com.au/>

MENTENS, Jeroen, RAES, Dirk, HERMY, Martin, 2006. Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century? *Landscape and Urban Planning* [online]. 2006, **77**(3), 217-226 [cit. 2020-05-09]. ISSN 01692046. Dostupné z: doi: 10.1016/j.landurbplan.2005.02.010

MIFKOVÁ, Tatiana, 2009. *Retence dešťových vod II* [online]. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí, 30.11.2009 [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/6089-retence-destovych-vod-ii>

MORISON, Peter J., R. BROWN, Rebekah, 2011. Understanding the nature of publics and local policy commitment to Water Sensitive Urban Design. *Landscape and Urban Planning* [online časopis]. **99**(2), 83-92 [cit. 2020-05-04]. ISSN 01692046. Dostupné z: doi: 10.1016/j.landurbplan.2010.08.019

NAJA, G.M., VOLESKY, B., 2011. Constructed Wetlands for Water Treatment. *Comprehensive Biotechnology* [online 418nek]. Elsevier, 2011, s. 353-369 [cit. 2020-05-04]. ISBN 9780080885049. Dostupné z: doi: 10.1016/B978-0-08-088504-9.00249-X

NURUZZAMAN, Md, 2015. Urban Heat Island: Causes, Effects and Mitigation Measures-A Review. *International Journal of Environmental Monitoring and Analysis* [online]. **3**(2) [cit. 2020-05-04]. ISSN 2328-7659. Dostupné z: doi: 10.11648/j.ijema.20150302.15

OBERNDORFER, Erica a kol., 2007. Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services. *BioScience* [online článek]. **57**(10), 823-833 [cit. 2020-05-04]. ISSN 1525-3244. Dostupné z: doi: 10.1641/B571005

PARK, Daeryong, JANG, Sukhwan, A. ROESNER, Larry, 2014. Evaluation of multi-use stormwater detention basins for improved urban watershed management. *Hydrological Processes* [online časopis]. 2014, **28**(3), 1104-1113 [cit. 2020-05-04]. ISSN 08856087. Dostupné z: doi: 10.1002/hyp.9658

SANTAMOURIS, M., PAPANIKOLAOU, N., LIVADA, I., KORONAKIS, I., GEORGAKIS, C., ARGIRIOU, A., ASSIMAKOPOULOS, D.N., 2001. On the impact of urban climate on the energy consumption of buildings. *Solar Energy* [online]. 2001, **70**(3), 201-216 [cit. 2020-05-09]. ISSN 0038092X. Dostupné z: doi: 10.1016/S0038-092X(00)00095-5

SCHMIDT, Marco, 2009 *RAINWATER HARVESTING FOR MITIGATING LOCAL AND GLOBAL WARMING* [online]. Fifth Urban Research Symposium, 2009 [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: <http://www.gebaeudekuehlung.de/URS2009Marseille.pdf>

STAGGE, James H., P. DAVIS, Allen, JAMIL, Eliea, KIM, Hunho, 2012. Performance of grass swales for improving water quality from highway runoff. *Water Research* [online]. 2012, **46**(20), 6731-6742 [cit. 2020-05-09]. ISSN 00431354. Dostupné z: doi: 10.1016/j.watres.2012.02.037

ŠEREK, Jiří, 2013. Decentralizované systémy hospodaření s dešťovou vodou v městském prostředí. In: *XVII. Vědecká konference doktorandů: sborník textů* [online]. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, 2013, s. 174-177 [cit. 2020-05-04]. ISBN 978-80-214-4774-5. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11012/51991>



- THEODOSIOU, Theodore, 2009. Green Roofs in Buildings: Thermal and Environmental Behaviour. *Advances in Building Energy Research* [online článek]. **3**(1), 271-288 [cit. 2020-05-04]. ISSN 1751-2549. Dostupné z: doi: 10.3763/aber.2009.0311
- THORNE, C.R., LAWSON, E.C., OZAWA, C., HAMLIN, S.L., SMITH, L.A., 2018. Overcoming uncertainty and barriers to adoption of Blue-Green Infrastructure for urban flood risk management. *Journal of Flood Risk Management* [online]. 2018, **11**, S960-S972 [cit. 2020-05-09]. ISSN 1753318X. Dostupné z: doi: 10.1111/jfr3.12218
- UrbanAdapt: Adaptace měst na změnu klimatu* [online]. 2015 [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: <https://urbanadapt.cz/cs>
- VÁCLAVÍK, Vojtěch, 2007. *Účelové vodohospodářské nádrže: učební texty*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 2007. 127 s. ISBN 978-80-248-1336-3.
- VELEBNÁ BREJCHOVÁ, Eva, Jitka KARLOVÁ a Libuše PIKLOVÁ, 2015. *Adaptace na změnu klimatu ve městech*. eea grants, 2015.
- VÍTEK, Jiří, STRÁNSKÝ, David, KABELKOVÁ, Ivana, BAREŠ, Vojtěch, VÍTEK Radim, 2015. *Hospodaření s dešťovou vodou v ČR*. Praha: 01/71 ZO ČSOP Koniklec, 2015. 127 s. ISBN 978-80-260-7815-9.
- WOODS-BALLARD, B, WILSON, S., UDALE-CLARK, H., ILLMAN, S., SCOTT, T., ASHLEY, R., KELLAGHER, R., 2015. *The SuDS Manual* [online]. London: CIRIA, 2015 [cit. 2020-05-04]. ISBN 978-0-86017-760-9. Dostupné z: <http://www.scotsnet.org.uk/documents/NRDG/CIRIA-report-C753-the-SuDS-manual-v6.pdf>

## Seznam tabulek

Tabulka 1: parametry retenční nádrže číslo 1 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI.....	35
Tabulka 2: parametry retenční nádrže číslo 2 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI.....	36
Tabulka 3: parametry retenční nádrže číslo 3 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI.....	36
Tabulka 4: parametry retenční nádrže číslo 4 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI.....	37
Tabulka 5: parametry retenční nádrže číslo 5 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI.....	38
Tabulka 6: parametry retenční nádrže číslo 6 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI.....	39
Tabulka 7: parametry retenční nádrže číslo 7 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI.....	40
Tabulka 8: parametry retenční nádrže číslo 8 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI.....	41
Tabulka 9: parametry retenční nádrže číslo 9 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI.....	42
Tabulka 10: parametry retenční nádrže číslo 10 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI.....	43
Tabulka 11: parametry retenční nádrže číslo 11 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI.....	43
Tabulka 12: parametry retenční nádrže číslo 12 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI.....	44
Tabulka 13: parametry retenční nádrže číslo 13 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI.....	45

Tabulka 14: parametry retenční nádrže číslo 14 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI.....	46
Tabulka 15: parametry retenční nádrže číslo 15 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI.....	47
Tabulka 16: parametry retenční nádrže číslo 16 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI.....	48
Tabulka 17: parametry retenční nádrže číslo 17 a hodnocení jejího potenciálu pro zapojení do MZI.....	49
Tabulka 18: souhrnný přehled všech retenčních nádrží a jejich základní charakteristiky .....	52
Tabulka 19: souhrnný přehled hodnocení zapojení jednotlivých retenčních nádrží do MZI .....	55

## Seznam obrázků

Obrázek 1 - uspokojování potřeb z hlediska HDV .....	28
Obrázek 2: poloha povrchových retenčních nádrží na katastrálním území města Plzně	34
Obrázek 3: poloha retenčních nádrží na podkladové mapě územního plánu města Plzně dle jejich pořadového čísla z terénního výzkumu .....	50
Obrázek 4: rozdělení retenčních nádrží na katastrálním území města Plzně podle jejich možnosti přístupu veřejnosti .....	51
Obrázek 5: rozdělení retenčních nádrží na katastrálním území města Plzně podle jejich typu vlastnictví .....	52
Obrázek 6: bodové hodnocení potenciálu zapojení jednotlivých retenčních nádrží do MZI na podkladové mapě územního plánu města Plzně.....	56

## **Seznam použitých zkratk**

**MZI:** modro-zelená infrastruktura

**ČOV:** čistírna odpadních vod

**UHI:** tepelný ostrov měst, (z angl. „Urban Heat Island)

**N/A:** není k dispozici, (z angl. „Not Available“)

**HDV:** hospodaření s dešťovými vodami

**DSO:** decentralizovaný systém odvodnění

## Seznam příloh

**Příloha A:** Poloha retenčních nádrží číslo 1, 2 a 3 na podkladové mapě územního plánu města Plzně a na podkladu ortofoto mapy.

**Příloha B:** Poloha retenční nádrže číslo 4 na podkladové mapě územního plánu města Plzně a na podkladu ortofoto mapy.

**Příloha C:** Fotografie retenčních nádrží číslo 1, 2, 3 a 4.

**Poloha D:** Poloha retenčních nádrží číslo 5 a 6 na podkladové mapě územního plánu města Plzně a na podkladu ortofoto mapy.

**Příloha E:** Poloha retenční nádrže číslo 7 na podkladové mapě územního plánu města Plzně a na podkladu ortofoto mapy.

**Příloha F:** Poloha retenční nádrže číslo 8 na podkladové mapě územního plánu města Plzně a na podkladu ortofoto mapy.

**Příloha G:** Fotografie retenčních nádrží číslo 5, 6, 7, 8.

**Příloha H:** Poloha retenční nádrže číslo 9 na podkladové mapě územního plánu města Plzně a na podkladu ortofoto mapy.

**Příloha I:** Poloha retenční nádrže číslo 10 na podkladové mapě územního plánu města Plzně a na podkladu ortofoto mapy.

**Příloha J:** Poloha retenčních nádrží číslo 11 a 12 na podkladové mapě územního plánu města Plzně a na podkladu ortofoto mapy.

**Příloha K:** Fotografie retenčních nádrží číslo 9, 10 a 11.

**Příloha L:** Poloha retenčních nádrží číslo 13 a 17 na podkladové mapě územního plánu města Plzně a na podkladu ortofoto mapy.

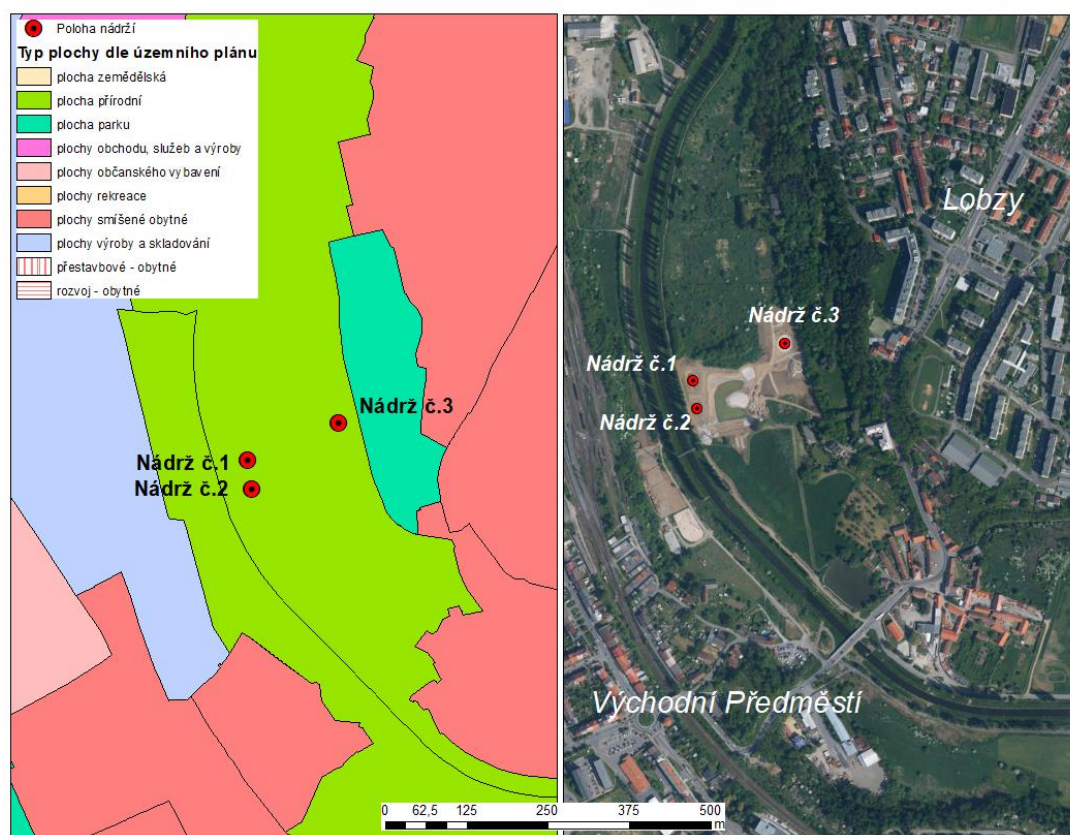
**Příloha M:** Poloha retenčních nádrží číslo 14 a 15 na podkladové mapě územního plánu města Plzně a na podkladu ortofoto mapy.

**Příloha N:** Fotografie retenčních nádrží číslo 13, 14, 15 a 16.

**Příloha O:** Fotografie retenční nádrže číslo 17.

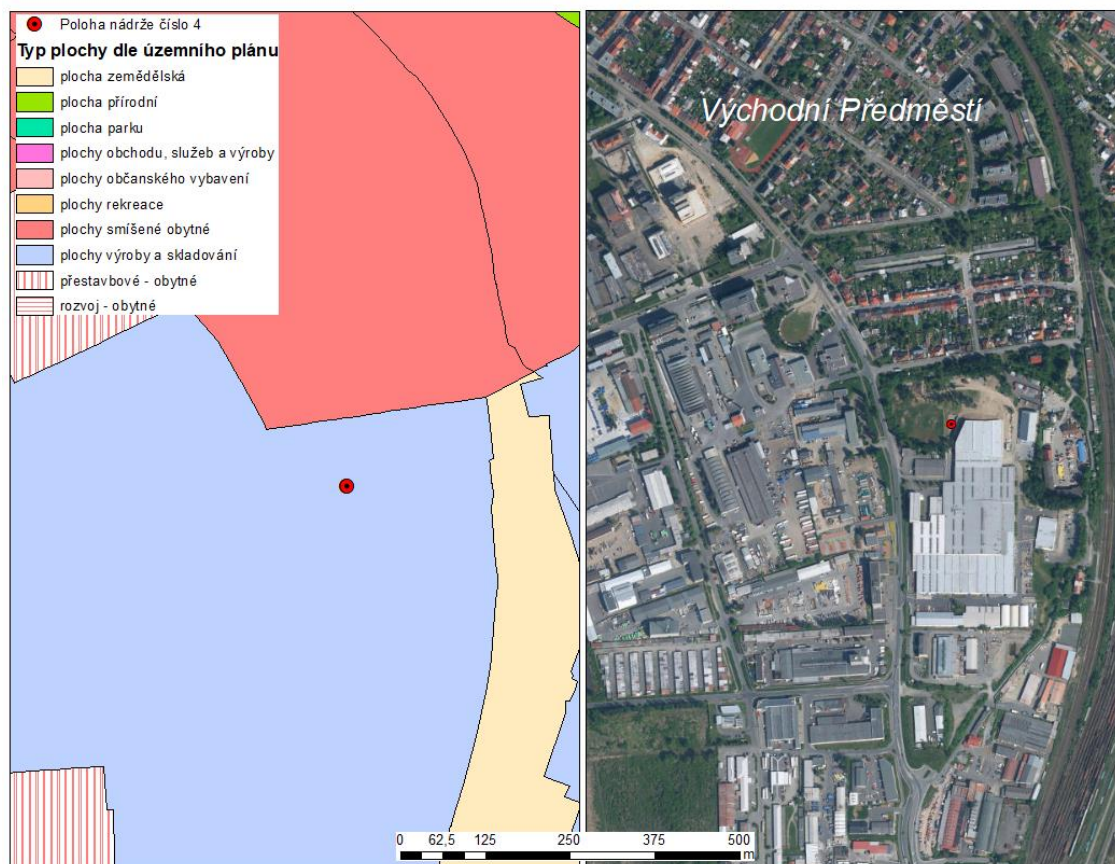
**Příloha P:** Poloha retenčních nádrží číslo 16 na podkladové mapě územního plánu města Plzně a na podkladu ortofoto mapy.

### Příloha C: Poloha retenčních nádrží číslo 1, 2 a 3 na podkladové mapě územního plánu města Plzně a na podkladu ortofoto mapy.



Zdroj: Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování v programu ArcGIS (2020)

**Příloha D: Poloha retenční nádrže číslo 4 na podkladové mapě územního plánu města Plzně a na podkladu ortofoto mapy.**



Zdroj: Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování v programu ArcGIS (2020)

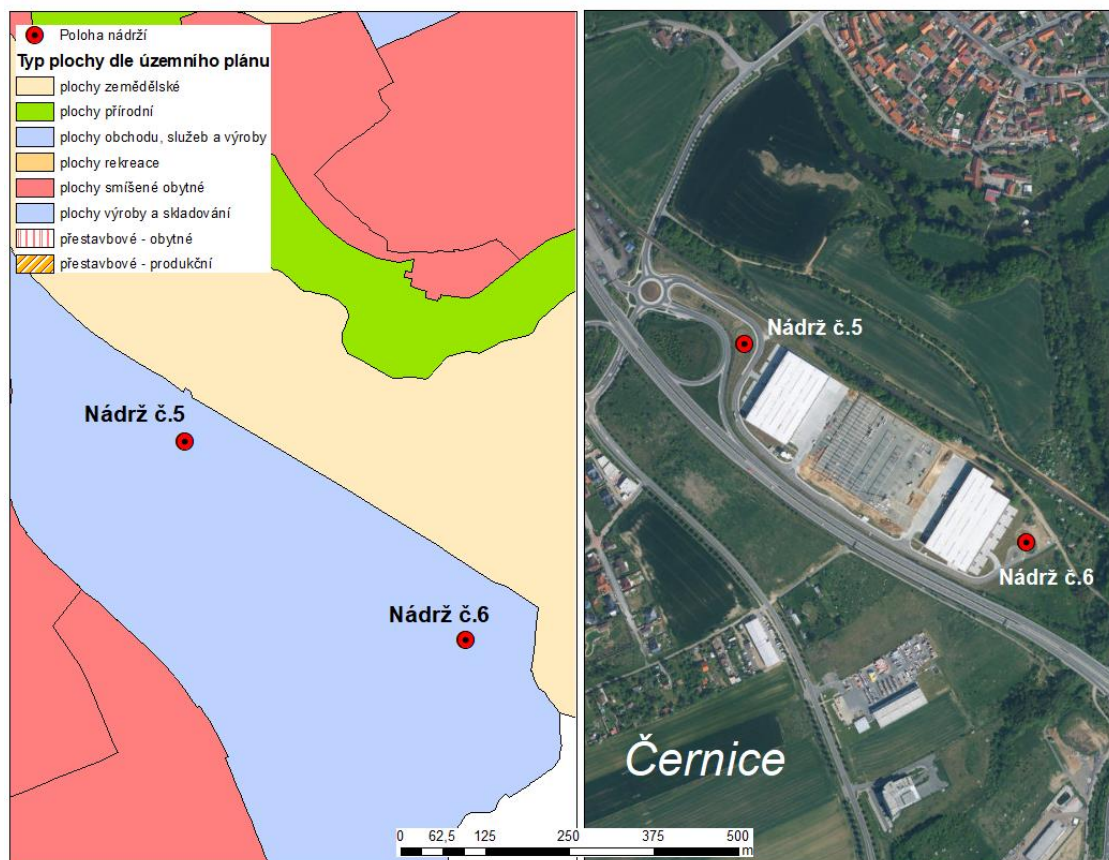


## Příloha C: Fotografie retenčních nádrží číslo 1, 2, 3 a 4



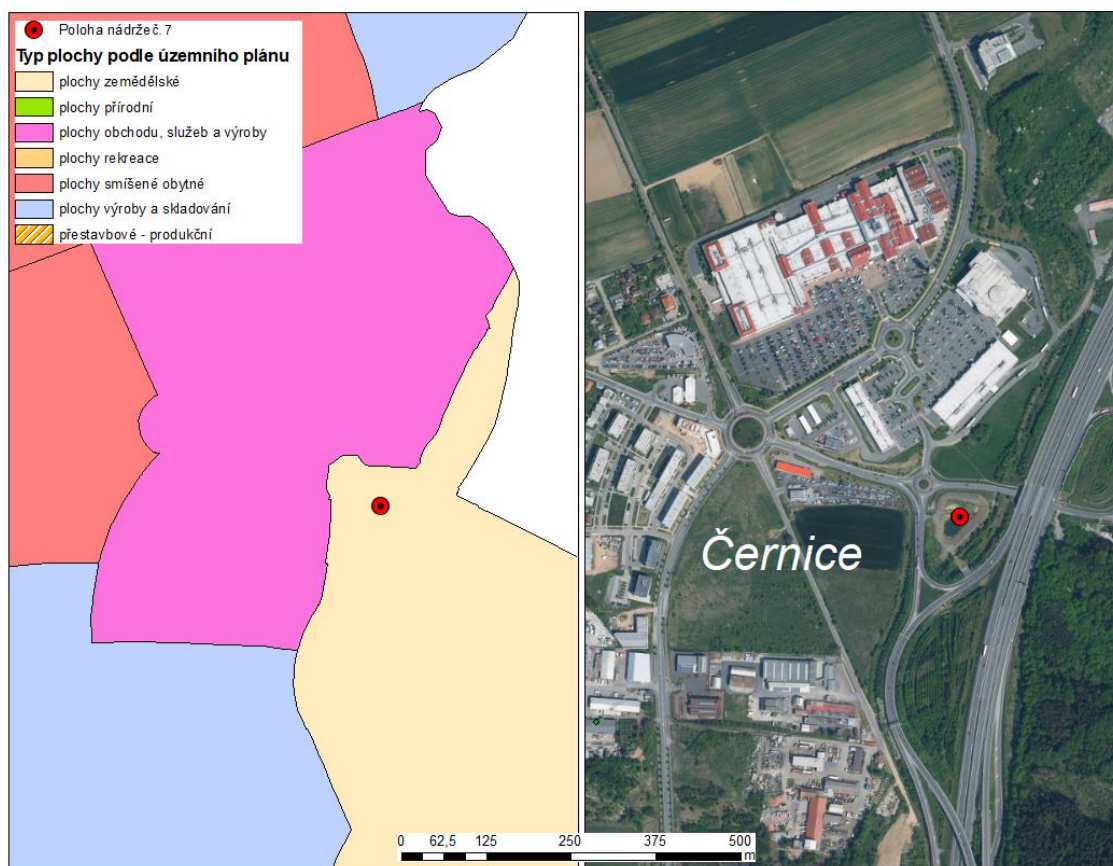
Zdroj: vlastní zpracování (2020)

**Poloha D: Poloha retenčních nádrží číslo 5 a 6 na podkladové mapě územního plánu města Plzně a na podkladu ortofoto mapy.**



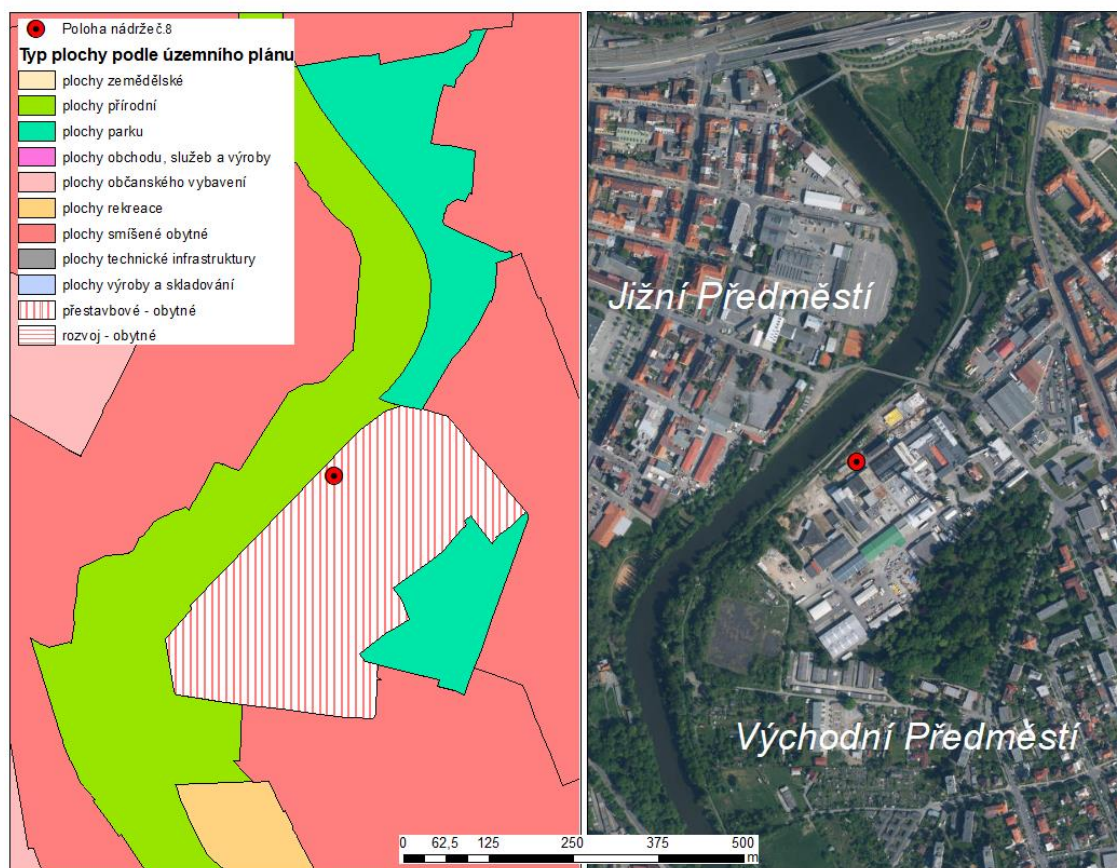
Zdroj: Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování v programu ArcGIS (2020)

**Příloha E: Poloha retenční nádrže číslo 7 na podkladové mapě územního plánu města Plzně a na podkladu ortofoto mapy.**



Zdroj: Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování v programu ArcGIS (2020)

**Příloha F: Poloha retenční nádrže číslo 8 na podkladové mapě územního plánu města Plzně a na podkladu ortofoto mapy.**



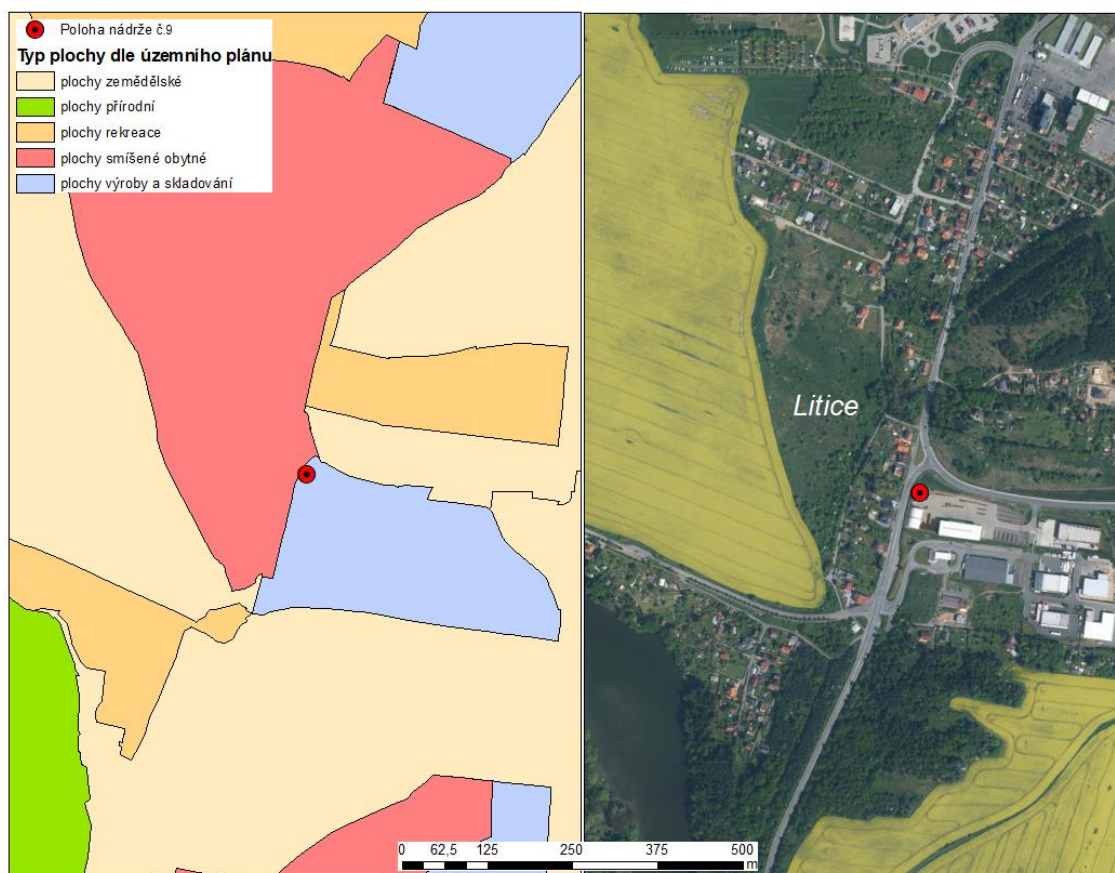
Zdroj: Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování v programu ArcGIS (2020)

## Příloha G: Fotografie retenčních nádrží číslo 5, 6, 7, 8



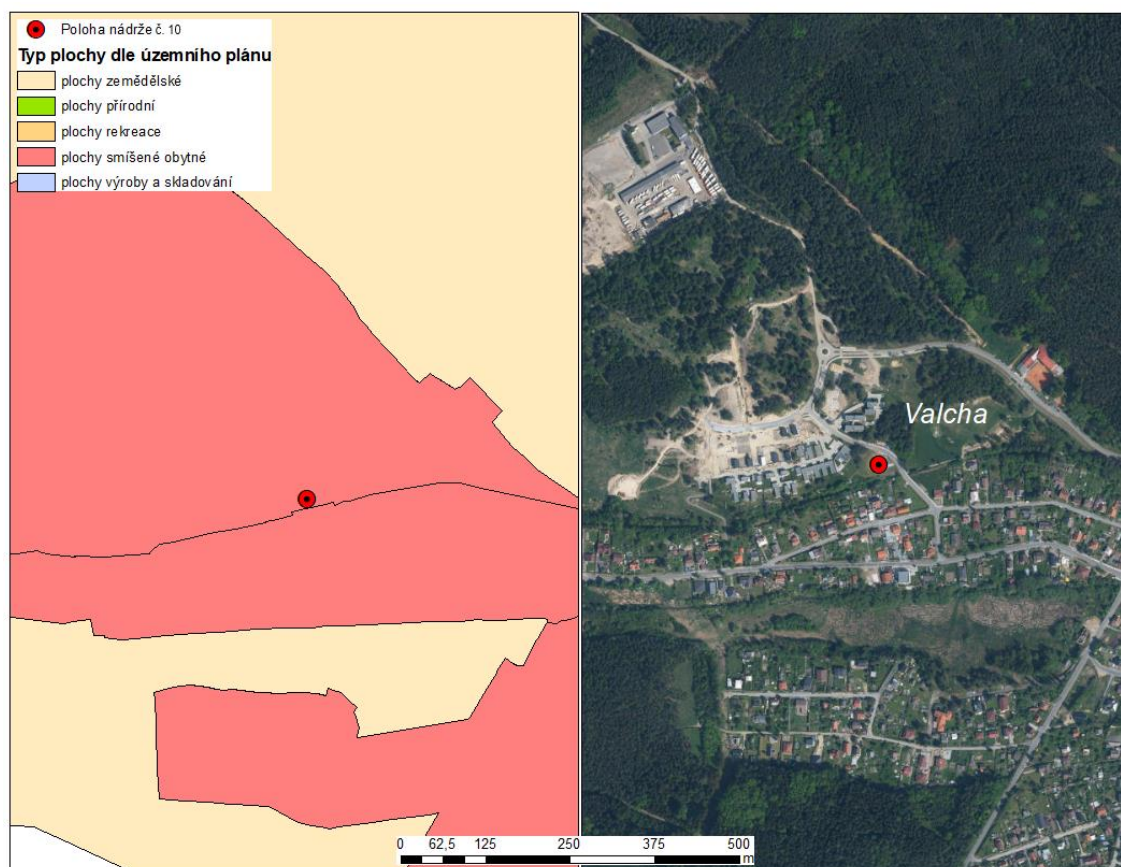
Zdroj: vlastní zpracování (2020), Kopp a Preis (2020)

**Příloha: H: Poloha retenční nádrže číslo 9 na podkladové mapě územního plánu města Plzně a na podkladu ortofoto mapy.**



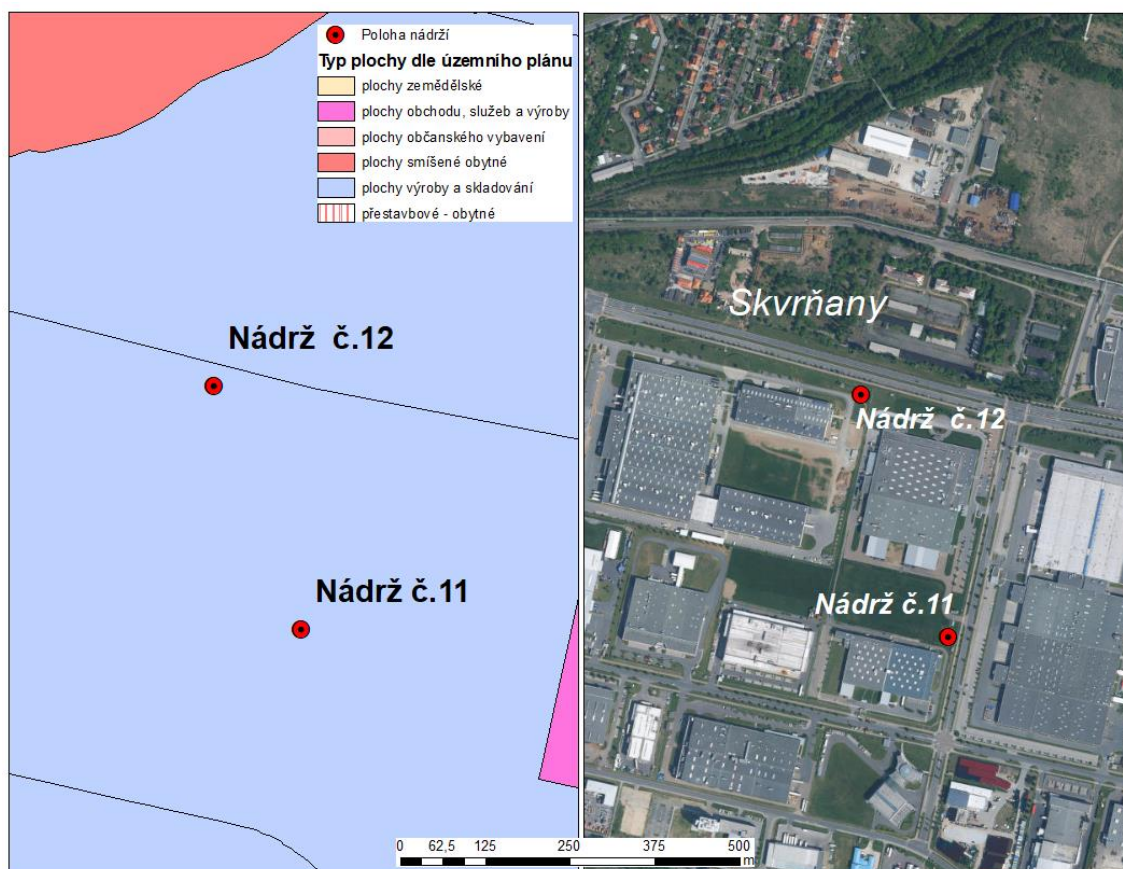
Zdroj: Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování v programu ArcGIS (2020)

**Příloha: I: Poloha retenční nádrže číslo 10 na podkladové mapě územního plánu města Plzně a na podkladu ortofoto mapy.**



Zdroj: Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování v programu ArcGIS (2020)

**Příloha J: Poloha retenčních nádrží číslo 11 a 12 na podkladové mapě územního plánu města Plzně a na podkladu ortofoto mapy.**



Zdroj: Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování v programu ArcGIS (2020)

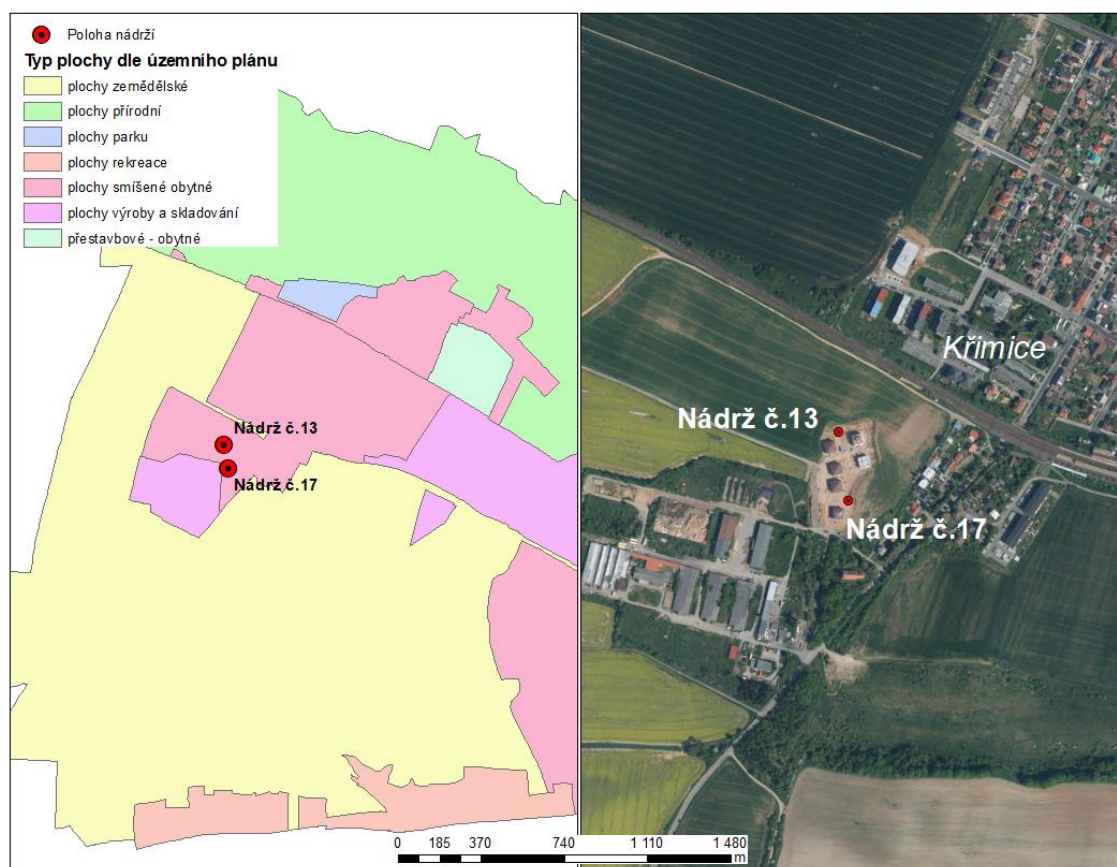


## Příloha K: Fotografie retenčních nádrží číslo 9, 10 a 11



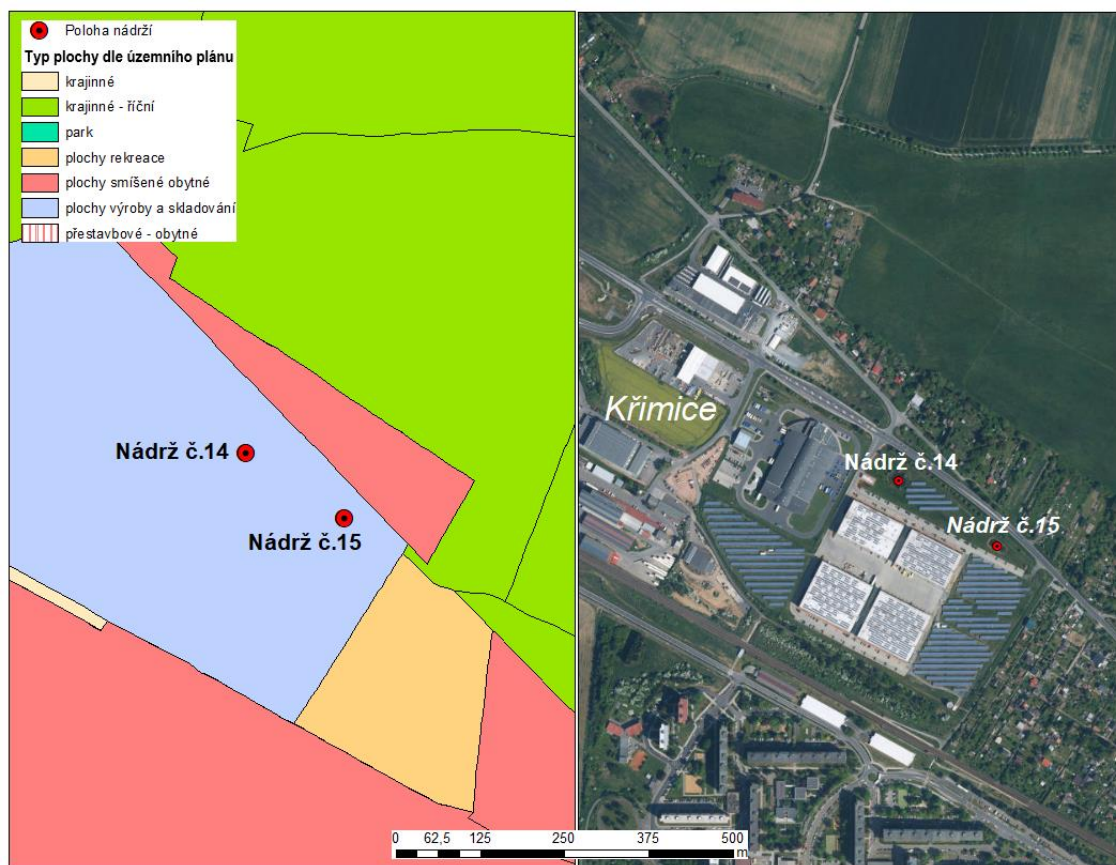
Zdroj: vlastní zpracování (2020)

**Příloha L: Poloha retenčních nádrží číslo 13 a 17 na podkladové mapě územního plánu města Plzně a na podkladu ortofoto mapy.**



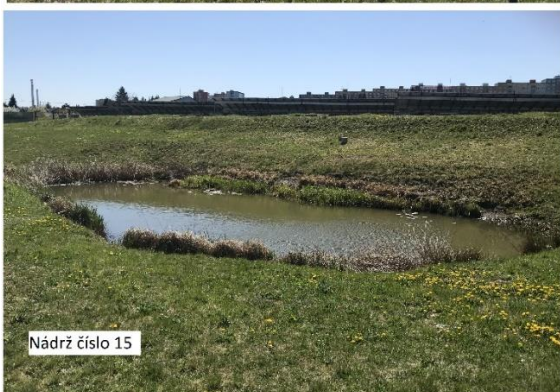
Zdroj: Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování v programu ArcGIS (2020)

**Příloha M: Poloha retenční nádrže číslo 14 a 15 na podkladové mapě územního plánu města Plzně a na podkladu ortofoto mapy.**



Zdroj: Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování v programu ArcGIS (2020)

## Příloha N: Fotografie retenčních nádrží číslo 13, 14, 15 a 16



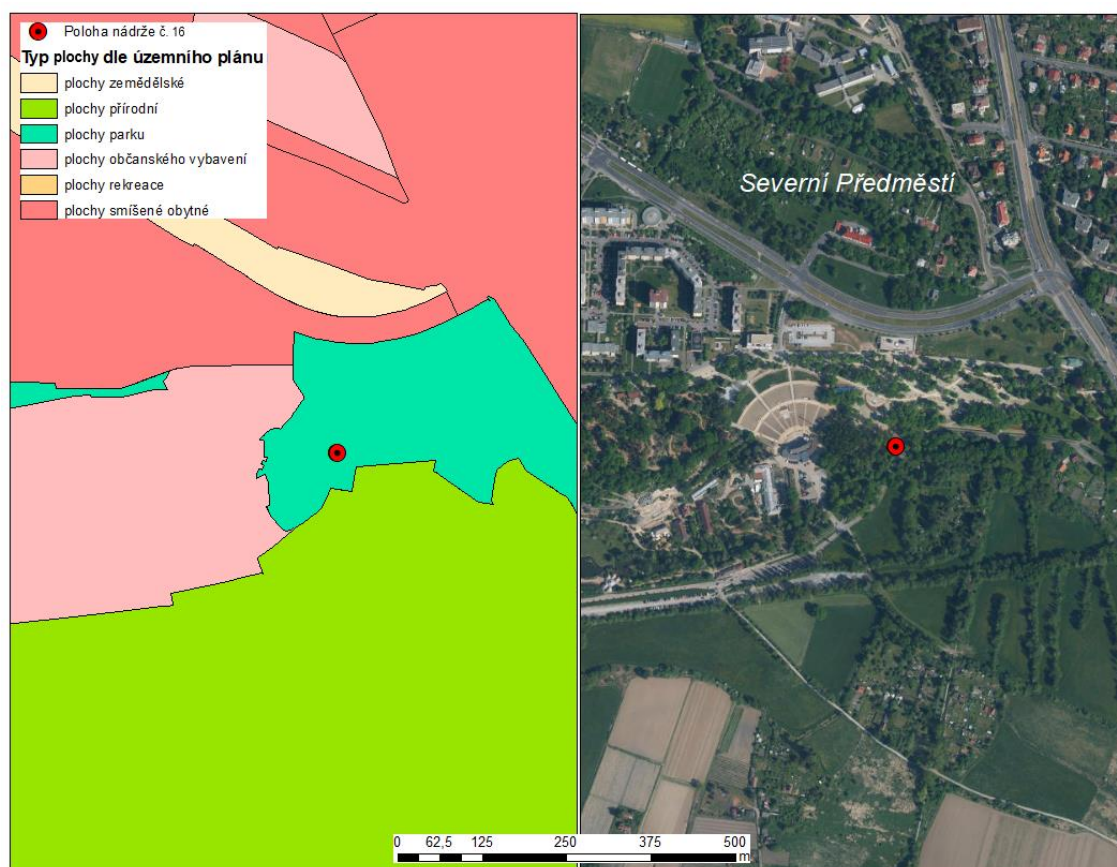
Zdroj: vlastní zpracování (2020), Kopp a Preis (2020)

**Příloha O: Fotografie retenční nádrže číslo 17**



Zdroj: vlastní zpracování (2020)

**Příloha P: Poloha retenční nádrže číslo 16 na podkladové mapě územního plánu města Plzně a na podkladu ortofoto mapy.**



Zdroj: Mapový portál města Plzně (2020), vlastní zpracování v programu ArcGIS (2020)

## **Abstrakt**

Strnad, A. (2020). *Potenciál retenčních nádrží pro rozvoj modro-zelené infrastruktury města Plzně* (Bakalářská práce), Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta ekonomická, Česko.

**Klíčová slova:** modro-zelená infrastruktura, hospodaření s dešťovou vodou, retenční nádrže

Retenční nádrže představují významný prvek hospodaření s dešťovými vodami v městském prostředí. Rovněž mohou velice výrazně zvyšovat estetickou kvalitu a mikroklima prostoru, pokud jsou projektovány jako prvek modro-zelené infrastruktury. Ta může být jednou z možností, jak lépe adaptovat města na změny klimatu. Potenciál pro rozvoj modro-zelené infrastruktury však není u všech retenčních nádrží stejný a liší se v závislosti na prostoru, ve kterém se nachází. Ve své bakalářské práci proto provádím výzkum, ve kterém inventarizuji povrchové retenční nádrže na území města Plzně a hodnotím je podle vybraných kvalitativních parametrů za účelem zhodnocení jejich potenciálu pro rozvoj modro-zelené infrastruktury města Plzně.

## **Abstract**

Strnad, A. (2020). *The potential implementation of retention ponds into the blue-green infrastructure of the city of Pilsen* (Bachelor Thesis). University of West Bohemia, Faculty of Economics, Czech Republic.

**Key words:** blue-green infrastructure, stormwater management, stormwater retention ponds

Retention ponds are an important instrument of stormwater management in the urban landscape. They can also significantly increase the aesthetic quality and microclimate of the space if they are designed as an instrument of blue-green infrastructure, which can be one way to better adapt cities to climate change. However, the potential for the implementation of blue-green infrastructure is not the same for all retention basins and varies depending on the space in which they are located. Therefore, in my Bachelor's Thesis, I conduct research in which I make an inventory of the retention ponds in the city of Pilsen and evaluate them according to selected qualitative parameters to evaluate their potential for the implementation of the blue-green infrastructure of the city of Pilsen.