

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE  
Katedra urbanismu a územního plánování



Adaptace vybraných městských prostranství na změny klimatu  
Bakalářská práce

Autor práce: Dagmar Svobodová  
Vedoucí práce: prof. Ing. Arch. ThLic. Jiří Kupka, Ph.D.

2021, ČVUT v Praze



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Svobodová	Jméno: Dagmar	Osobní číslo: 477499
Zadávající katedra: K11127 Katedra urbanismu a územního plánování		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Inženýrství životního prostředí		

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Adaptace vybraných městských prostranství na změny klimatu	
Název bakalářské práce anglicky: Public Spaces - Climate Change Adaptation	
Pokyny pro vypracování: Klimatická změna, globální oteplování či městské tepelné ostrovy jsou v poslední době stále častěji diskutovaným tématem vyvolávajícím pozornost odborné, ale i laické veřejnosti. Cílem BP je navrhnout variantní řešení adaptace vybraných městských prostranství na území HMP dle mapy indexu tepelné zranitelnosti (např. náměstí, ulice, křižovatka, parkoviště atd.) na změny klimatu, tj. předložit různá řešení, odvozená z realizovaných projektů podobných záměrů u nás i v zahraničí aplikovatelných na vybraná prostranství, a zároveň zachovat jeho hodnoty a funkce v urbanistické struktuře města. Teoretická část bude obsahovat uvedení do problematiky klimatické změny, a to zejména v urbanizovaných územích, téma tepelných ostrovů a hospodaření s dešťovou vodou ve městech (blue-green infrastructure) a dále zhodnocení možných adaptačních strategií pro možné potlačení rozvoje městských tepelných ostrovů a následků klimatické změny. Pro porovnání bude mj. uvedena ukázka úspěšných adaptací z ČR i ze zahraničí. V praktické části bude dle stanovených kritérií vytipováno několik problematických lokalit na území hlavního města Prahy, které budou multikriteriálně zhodnoceny. Následně budou navrženy varianty řešení - ve formě námětové studie (adaptační zásahy ve vazbě na vhodné příklady různých realizací) - a dle různých kritérií vyhodnoceny (vč. např. konfrontace s limity využití území, funkcí a provozem lokality, kapacitou, souladem s ÚP, památkovými, kompozičními a dalšími požadavky atd.). Seznam doporučené literatury: Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR (2015) Kolektiv. Metodika tvorby adaptační strategie sídel na změnu klimatu (2016) Národní akční plán adaptace na změnu klimatu (2015) Politika ochrany klimatu v České republice (2017) PONDĚLÍČEK, M. (2019). Současná degradace vlivu zeleně v centru měst. In: Člověk, stavba a územní plánování 12. Praha: ČVUT, s. 98-108. ISSN 2336-7687. ISBN 978-80-01-06634-8.	
Jméno vedoucího bakalářské práce: prof. Ing. arch. ThLic. Jiří KUPKA, Ph.D.	
Datum zadání bakalářské práce: 16.2.2021 Termín odevzdání bakalářské práce: 16.5.2021 <small>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</small>	
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

17. 2. 2021

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením vedoucího práce. Veškeré literární prameny a zdroje informací, které byly využity, jsou uvedeny na konci práce v seznamu použité literatury.

V Praze dne 16. 5. 2021 .....

#### Poděkování

Ráda bych poděkovala především prof. Ing. Arch. ThLic. Jiřímu Kupkovi, Ph.D. za vedení této práce, rady, názory a čas, který mi věnoval během celého semestru, i přes to, že komunikace musela, vzhledem k vládním opatřením a zavření škol, probíhat na dálku. Dále děkuji své rodině a příteli za podporu při studiu.

## **Anotace:**

Tato práce popisuje základní principy, důsledky a vlivy klimatické změny, a nabízí výčet adaptačních opatření v urbánním prostředí, která je snižují. Jedná se hlavně o využití městské zeleně a hospodaření s dešťovou vodou tak, aby bylo zabráněno vzniku tepelných ostrovů a jiných extrémních jevů. Pro demonstraci využití jednotlivých opatření byla pomocí Mapy Indexu Urbánní Teplotní Zranitelnosti vybrána problémová lokalita na území hlavního města Prahy, veřejné prostranství u stanice metra Anděl (Praha 5), a formou námětové studie byla aplikována jednotlivá opatření ve třech variantách. Výstupem jsou výkresy na podkladu katastrální mapy, doplněné o fotodokumentaci a analýzu současného stavu lokality.

## **Klíčová slova:**

adaptační opatření, adaptační strategie, klimatická změna, městská zeleň, městské tepelné ostrovy, veřejné prostranství

## **Abstract:**

This thesis describes the basic principles, impacts and effects of climate change and shows options of adaptation measures in urban environment that reduce them. It is mainly the use of green infrastructure and smart rainwater management to prevent formation of urban heat islands and other extreme events. To demonstrate the use of individual measures, a problematic location in Prague, a public space near to Anděl metro station (Prague 5) was selected according to The Urban Temperature Vulnerability Index Map. Individual measures were applied in three variants in form of a simple study. Variants are presented as drawings on the basis of a cadastral map supplemented by photo documentation and analysis of current state of the public space.

## **Keywords:**

adaptation measures, adaptation strategy, climate change, green infrastructure, public space, urban heat islands

## Obsah

1	Úvod.....	5
2	Cíl práce .....	5
3	Rešerše – Teoretická část .....	6
3.1.	Klimatická změna .....	6
3.2.	Důsledky způsobené klimatickou změnou.....	7
3.3.	Adaptace na změnu klimatu .....	9
4	Metodická část .....	16
4.1.	Výběr ohrožené lokality .....	16
4.2.	Metodika analýzy vybrané lokality.....	17
5	Výsledky .....	19
6	Diskuse.....	28
7	Závěr .....	28
	Zdroje.....	29

## 1 Úvod

Klima na naší planetě se mění každým dnem, v posledních desetiletích však dochází ke změnám rychleji a projevy těchto změn mají stále větší vliv. Odborníci se shodují, že na vině je lidská činnost. Energetika, zemědělství, doprava, chemický průmysl a jiná odvětví lidské činnosti způsobují nárůst koncentrace skleníkových plynů v atmosféře, a tím se zesiluje skleníkový efekt, díky kterému se zvyšuje průměrná globální teplota. Klimatický systém je velmi složitý a provázaný, zvýšení teploty má pak vliv na spoustu dalších jevů, jako je rozložení a četnost srážek, oceánské proudění i vzdušné proudění. Se změnami narůstají extrémní události, které přímo ovlivňují a ohrožují lidské životy. Největšími problémy jsou povodně a sucha, a s tím spojený nedostatek nebo přebytek vody. Dalším problémem je nárůst teploty a riziko vzniku tepelných ostrovů v urbanizovaných územích. Města jsou tvořena zpevněnými plochami, které vstřebávají sluneční energii, která se uvolňuje během noci a zvyšuje teplotu vzduchu, což negativně ovlivňuje kvalitu života. Tyto plochy také odvádí dešťovou vodu pryč z území, aniž by mohla výparem ochladit okolní vzduch a zamezují vsaku vody do půdy. Města se stávají zranitelná, jelikož se jedná o nevyvážené ekosystémy. Vzhledem ke skutečnosti, že ve městech žije skoro polovina obyvatel celého světa, a další část do měst každodenně dojíždí do práce nebo do školy, je nutné snížit míru zranitelnosti a udržet urbánní prostředí vhodné a příjemné tak, aby zajišťovalo kvalitní život pro současné i budoucí generace. Je nutné věnovat se udržitelnosti.

Teoretická část práce je zaměřená na uvedení do problematiky klimatické změny hlavně v urbanizovaných územích, a na vysvětlení problematiky tepelných ostrovů a hospodaření s dešťovou vodou. Dále zhodnocuje možnosti adaptačních strategií a opatření potlačující tepelné ostrovy a další vlivy změny klimatu. Pro porovnání jsou uvedeny příklady úspěšně realizovaných adaptačních strategií z České republiky i ze zahraničí. Praktická část se zabývá ohrožeností veřejných prostranství hlavního města Prahy. Dle stanovených kritérií jsou stanoveny problematické lokality. Následně je pro konkrétní lokalitu navrženo několik možností řešení adaptace využitím poznatků z předešlé části práce. Konkrétní lokalitou je veřejné prostranství u stanice metra Anděl na Smíchově, kde byl proveden terénní průzkum a analýza z hlediska využití, stavu zeleně a povrchů a zranitelnosti území. Grafickým výstupem návrhové studie je variantní řešení adaptace lokality na klimatickou změnu, a zhodnocení těchto variant z hlediska různých kritérií, jako například kolize s limity území, provozem lokality a dalšími požadavky.

Adaptace vybraných městských prostranství na změny klimatu spojuje dva hlavní obory mého studia, Tvorbu a ochranu krajiny a Urbanismus a územní plánování. Územní plánování je jedním z nástrojů, který může ovlivnit a podmínit vzhled a fungování veřejných prostranství. Bez znalostí fungování krajiny a klimatického systému ale nelze vytvořit urbánní prostředí odolné vůči aktuálně probíhajícím změnám. Je nutné propojení těchto oborů pro vytvoření funkčního, odolného a kvalitního prostředí pro život ve městech. Spojení oborů v tomto tématu bylo inspirací k vytvoření této práce.

## 2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je stručné uvedení do problematiky klimatické změny a zdůraznění souvislostí a důležitosti přizpůsobení se těmto změnám. Teoretická část se věnuje vysvětlení základních jevů způsobujícím klimatickou změnu, dále pak vlivům na život na zemi. Z teoretického hlediska jsou popsány základní klimatické jevy, stručný historický vývoj klimatické změny a samotný vliv na život v zastavěném území. Jedná se hlavně o problém tepelných ostrovů měst, význam zeleně v zastavěném území a možnosti využití dešťové vody a jiných vodních prvků. Následně jsou uvedeny možnosti řešení a adaptace, a také příklady realizovaných adaptačních opatření u nás i v zahraničí.

Dle zvolené metodiky proběhne výběr veřejných prostranství na území hlavního města Prahy, která budou vyhodnocena jako nejméně adaptovaná a nejohroženější z hlediska vzniku tepelných ostrovů. Podkladem pro výběr je Mapa Indexu urbánní tepelné zranitelnosti. Cílem je z nejohroženějších lokalit vybrat jednu, kombinující různá využití, například parkoviště, zastávka veřejné dopravy, komunikace, křižovatka, veřejné prostranství, a aplikovat získané informace o adaptačních opatřeních. Dále pak návrh několika vhodných řešení ve formě námětové studie, která bude hodnocena z hlediska různých kritérií. Nezbytnou součástí je terénní průzkum vybrané lokality za účelem vytvoření fotodokumentace a získání základní představy o stávající formě prostranství. Další částí je zhodnocení jednotlivých návrhů z hlediska vhodnosti, jejich reálná možnost provedení v daném místě a případné problémy a limity území bránící realizaci.

### 3 Rešerše – Teoretická část

Tato kapitola obsahuje základní informace o klimatické změně, o jevech, které ji ovlivňují, a o samotném vlivu těchto změn na život především v urbanizovaných územích. Dále pak základní způsoby adaptace a příklady vhodně realizovaných adaptačních opatření.

#### 3.1. Klimatická změna

Klima na naší planetě se pomalu přirozeně mění již od jejího vzniku. Nejen změna teploty je příčinou kombinace mnoha faktorů, které se vzájemně ovlivňují, zesilují či oslabují. Zásadními faktory jsou sluneční záření, poloha Země vůči Slunci, rozložení vegetace, oceánů a pevniny nebo sopečná činnost. Vzájemná interakce může vyvolat kladnou nebo zápornou zpětnou vazbu a působit na klimatický systém, který je velmi složitý a provázaný.

Kladná zpětná vazba zesiluje počáteční jev, může to být například vazba mezi teplotou vzduchu a mírou polárního zalednění. Snížením teploty se rozsah zalednění může zvětšit, tím pádem se zvýší odrazivost sluneční energie těmito plochami oproti plochám bez zalednění a sněhové pokrývky. To může vést k dalšímu snížení teploty a opětovnému nárůstu zaledněných ploch. Zápornou zpětnou vazbou je pak jev oslabující jev původní. Dalším velmi aktuálním příkladem může být tání permafrostu vlivem zvyšujících se teplot. Táním se uvolňují skleníkové plyny, jako metan a oxid uhličitý, které zesilují skleníkový efekt, který má vliv na další zvyšování teploty.

Typicky zápornou zpětnou vazbou je vztah mezi slunečním zářením v letním období a vznikem kupovité oblačnosti. Sluneční záření zvyšuje teplotu vzduchu v přízemních polohách. Teplý vzduch stoupá a tvoří kupovitou oblačnost. Tato oblačnost ovšem odráží část slunečních paprsků, a tak zabraňuje dalšímu ohřátí přízemního vzduchu a dalšího vzniku kupovité oblačnosti. Obecně kladná zpětná vazba přispívá k nestabilitě systému, naopak záporné zpětné vazby zvyšují stabilitu klimatického systému. (Metelka, Tolasz, 2009)

V posledních letech je nejvíce probíraným tématem v souvislosti s klimatickou změnou globální oteplování vyvolané zesilujícím skleníkovým efektem. Zesílení je způsobeno zvýšením produkce skleníkových plynů unikajících do atmosféry. V posledním desetiletí se koncentrace skleníkových plynů velmi rychle zvýšila. Například koncentrace metanu se více než zdvojnásobila. Rychlý nárůst koncentrace těchto látek je způsoben vlivem industrializace, zemědělství, používáním fosilních paliv a hospodařením s přírodními zdroji. (Klimatická změna, ČHMÚ)

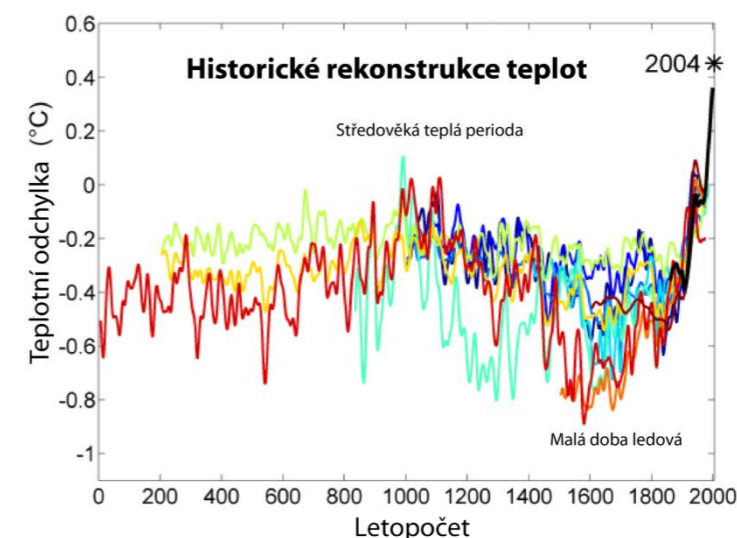
#### Vývoj klimatu

Poznatky o klimatu Země v minulosti získáváme z tzv. proxyindikátorů, kterými jsou usazeniny na dně jezer a oceánů nebo informace z ledovcových vrtů. Ze získaných informací lze usoudit, že se střídala období, kdy byla Země rozsáhle zaledněná, s obdobími, kdy byl výskyt ledu velmi nízký a koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře byla možná až čtyřikrát vyšší než dnes. Během posledních 50 milionů se klima postupně ochlazovalo. Poslední 2 miliony let jsou označovány jako čtvrtohory a

dochází ke střídání dob ledových (glaciálů) a meziledových (interglaciálů). Posledních asi 10 000 let se vyznačuje poměrně stabilním teplým klimatem. (ČHMÚ)

V posledním tisíciletí rozeznáváme tři období: středověké teplé období, tzv. malou dobu ledovou v 16. – 19. století a období globálního oteplování. Během středověkého teplého období měly být teploty v některých oblastech vyšší pouze o 1–2 °C než v nadcházejících staletích. Podle nových výzkumů mělo jít spíše o lokální a regionální výkyvy. Pojem malá doba ledová popisuje nejchladnější období za posledních 2000 let. Vrcholem tohoto období bylo 17. století, kdy došlo ke zvětšení alpských ledovců a plošným pokrytím Grónska ledem. Průběh teplotních změn je patrný z obrázku č. 1 zobrazujícího teplotní odchylky posledních 2000 let. (Metelka, Tolasz, 2009), (URL 1)

Současná průměrná globální teplota je o 0,85 °C vyšší než ke konci 19. století. K dispozici nám jsou teplotní záznamy za posledních 150 let, přičemž posledních 30 let teplota stabilně stoupá. Podle světových odborníků je příčinou oteplování téměř s jistotou lidská činnost. (URL 2)



Obrázek 1: Historické rekonstrukce teplot

#### Vlivy na klima

Klimatický systém je dynamický a velmi složitý a je ovlivňován mnoha faktory, až už antropogenního či přirozeného charakteru.

Mezi zásadní vlivy patří:

Geologické vlivy ovlivňující klima v časových měřítcích milionů až miliard let. Jedná se o rozložení pevnin a oceánů, členitost vlivem vrásnění a horotvorných pohybů.

Milankovičovy cykly, které jsou v horizontu tisíců až statisíců let, zodpovědné za střídání dob ledových a meziledových. Jedná se o změny parametrů oběžné dráhy země kolem Slunce. Konkrétně jde o změnu sklonu zemské osy s periodou 40 let, excentricitu neboli změnu výstřednosti oběžné dráhy, a cyklickou variaci, tedy otáčení země kolem vlastní osy.

Složení atmosféry v téměř všech časových měřítcích z hlediska změn koncentrací především skleníkových plynů, které mohou nejvíce ovlivnit procesy transformace energie v atmosféře. V současnosti se jedná o nejvíce diskutovaný vliv, který je zároveň ovlivnitelný.

Mezi další vlivy patří sluneční aktivita a vnitřní oscilace klimatického systému, jako například El Nino, vegetační kryt země a další. (Cílek, Vesmír 74, 488, 1995/9), (Pondělíček, 2016)

### Skleníkový efekt

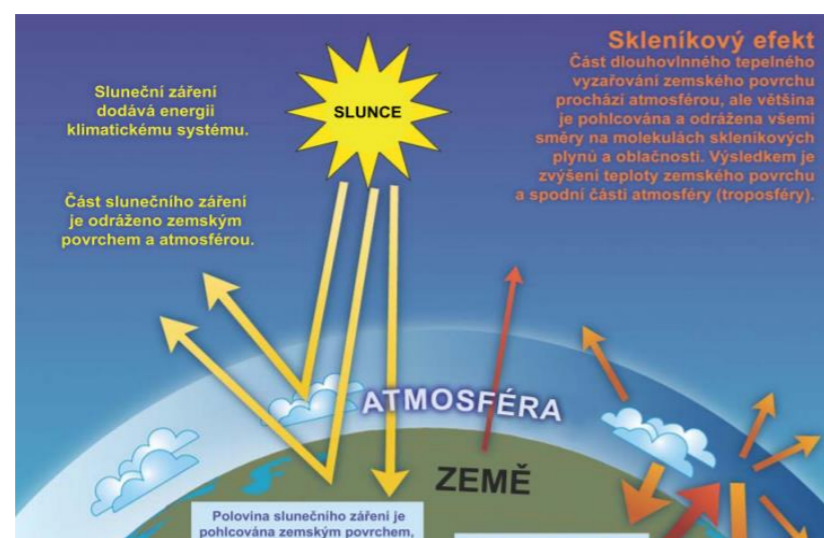
Jak bylo již zmíněno, složení atmosféry má významný vliv na klima. Skleníkový efekt je pro život na zemi nezbytný, jedná se o přirozený jev, který je v posledních desetiletích zesilován lidskou činností způsobující nárůst koncentrací skleníkových plynů. Jedná se o dominantní faktor.

Hlavním principem skleníkového efektu je zabránění úniku části slunečního záření zpět do vesmíru. To vše vlivem skleníkových plynů. Na povrch země se dostane asi 70 % slunečního záření, které je pohlceno povrchem a atmosférou, tím se planeta ohřívá. Zbýlých 30 % je odraženo zpět do vesmíru. Bez skleníkového efektu by se průměrná teplota na zemi snížila o 33 °C, což by znamenalo, snížení ze současných necelých 15 °C na -18 °C.

Mezi takzvané skleníkové plyny patří oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), oxid dusný (N<sub>2</sub>O), vodní pára, některé freony a ozon O<sub>3</sub>. Nejúčinnější je vodní pára, která má na skleníkovém efektu podíl 36–70 %, další je oxid uhličitý s 9–26 % a metan s 4–9 %.

Hlavním zdrojem těchto plynů je spalování fosilních paliv (CO<sub>2</sub>), chov dobytka nebo pěstování rýže (CH<sub>4</sub>), chemický průmysl a výroba sprejů (freony). Přirozenými zdroji těchto plynů je sopečná činnost a výpar. Vysoké koncentrace těchto plynů brání přirozenému „chlazení“ atmosféry, a tak se teplota zvyšuje. Důsledkem v globálním měřítku je tzv. globální oteplování.

Skleníkový efekt má pozitivní zpětnou vazbu, čím vyšší je teplota, tím vyšší je výpar zabraňující ochlazení. (Metelka, Tolasz, 2009), (Pondělíček, 2016)



Obrázek 2: Schéma skleníkového efektu

### 3.2. Důsledky způsobené klimatickou změnou

Změny klimatického systému postihují celý svět. V Arktidě i Antarktidě ustupují ledovce, hladina moří stoupá. Stále častěji se setkáváme s extrémními srážkami a záplavami, povětrnostními jevy, nebo naopak s extrémními suchy, požáry a intenzivními vlnami tepla. Očekává se, že se důsledky klimatické změny ještě zintenzivní. (URL 3)

Jak bylo již zmíněno, průměrná globální teplota roste, je to reakce na zvýšení koncentrace skleníkových plynů v atmosféře. Zesílením skleníkového efektu jsou ovlivňovány i jiné projevy počasí, které bývají extrémnější a nepravidelné. Komplexnost klimatické změny postihuje všechny planetární životodárné cykly. Roste tedy riziko výskytu environmentálních katastrof, které v současné době představují nejvýraznější ohrožení bezpečnosti přírodních a socioekonomických systémů ve všech vyspělých zemích.

V posledních letech můžeme pozorovat mnoho dopadů klimatické změny. Délka doby výskytu sněhové pokrývky se snižuje, což mění hydrologické poměry i vlastnosti půdy. Vegetační období se prodlužuje a s ním i doba aktivity škůdců, která může mít za následek zvýšení spotřeby hnojiv a postřiků proti hmyzu, nemluvě o degradaci půdy vlivem intenzivního zemědělství. Pozorujeme také úbytek srážek v oblasti Sahelu, Středozemního moře a Afriky. Naopak nárůst srážek nastal na východní straně Severní a Jižní Ameriky, severní Evropy a severní a střední Asie. Kvůli tání permafrostu se snižuje stabilita půdy, která má vliv na stabilitu mostů, železnic či produktovodů, také se zvyšuje produkce metanu vlivem obnovení hnilobných procesů. Táním horských ledovců se zvyšuje hladina ledovcových jezer, ze kterých odtéká více vody. Mění se vodní režim řek, který ovlivňuje život v oblastech na nich závislých. Již dnes pozorujeme nepříznivé dopady v podhůří Himaláje. Další pozorovaný jev je zvýšená hladina a teplota oceánů a moří. Oceány absorbují 80 % tepla dodaného klimatickým systémem. S teplotou se zvyšuje objem vody, a tím přispívá ke zvýšení hladiny. (Pondělíček, 2016), (Metelka, Tolasz, 2009), (Klimatická změna, ČHMÚ)

Objevují se i rizika pro lidské zdraví. V některých regionech dochází ke zvýšení počtu úmrtí vlivem období zvýšených teplot. Na druhou stranu ubývá počet případů souvisejícími s nízkými teplotami. Rizikem je také zvýšená možnost přenosu některých chorob přenášených vodou o určité teplotě.

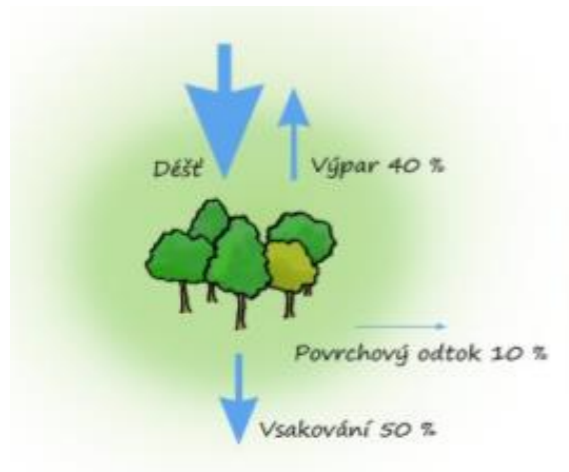
V neposlední řadě má klimatická změna vliv i na volně žijící rostliny a živočichy, kteří mění své stanoviště v důsledku neschopnosti přizpůsobit se rychlým změnám. Hrozí také vyhynutí některých druhů. (URL 3)

Urbanizovaná území jsou v mnoha ohledech specifická. Klimatická změna přímo ovlivňuje mikroklima ve městech. Je proto nutné adaptovat naše města na změny tak, aby zůstala stabilní a zachovala si příznivé podmínky pro život. Obecným problémem urbanizace je nízký podíl zeleně, která v mnoha ohledech vyrovnává působící vlivy.



## Dešťová voda ve městě

V přirozeném prostředí se asi polovina napršené vody vsákne, 40 % se odpaří a zbylých 10 % odečte po povrchu do potoků a řek. V urbanizovaných územích je velké množství nepropustných ploch, a proto se vsákne jen asi 15 % dešťové vody. Ta je většinou sváděna do kanalizační sítě, a následně do čistírny odpadních vod. Výpar v městském prostředí klesá oproti přirozenému prostředí na 30 %. (Metodika vsakování srážkových vod, 2019)



Obrázek 3: Koloběh vody v přirozeném prostředí



Obrázek 4: Koloběh vody v urbanizovaném území



Obrázek 5: Koloběh vody ve městě s udržitelným hospodařením s vodou

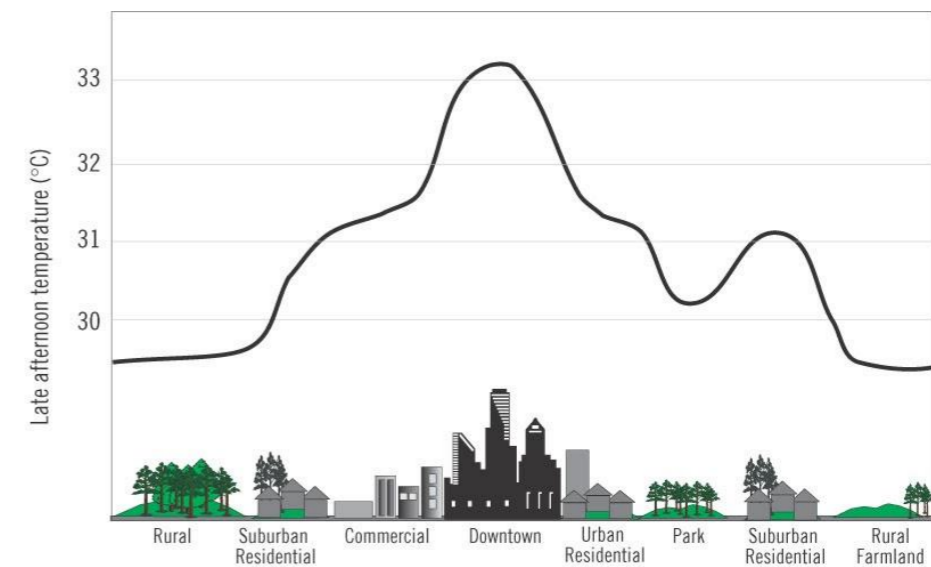
Zadržením vody ve městech se zvýší výpar, to může mít vliv na mikroklima ve městě, sníží se teplota, prašnost, zvýší se vlhkost vzduchu. Míra zadržení vody je spojená s množstvím zeleně a propustných ploch, které vodu účinně zadržují. Zeleně má pak zásadní vliv na lokální koloběh vody. (Kabelková a spol., 2019)

Z obrázku č. 5 je patrné delší zadržení vody v prostředí vlivem zvýšení podílu zeleně, oproti stavu na obrázku č. 4, kde vidíme pouze urbanizované území bez vyššího podílu zeleně. V rozmanitějším prostředí je umožněné zvýšení výparu a vsaku a s tím hlavně snížení teploty a zvýšení vzdušné vlhkosti.

## Tepelné ostrovy měst

Urbanizace negativně ovlivňuje životní prostředí především znečištěním ovzduší a vody. Vlivem změny využití území se půda zakrývá zpevněnými a nepropustnými plochami. Městské tepelné ostrovy (MTO) se projevují zvýšenými teplotami městského prostředí oproti teplotám okolní krajiny. Vzhledem k tomu, že by v roce 2030 mělo ve městech žít přes 70 % dnešní populace, týká se tento problém většiny obyvatel. (UHI), (Struha a kol.)

Tento jev je jednoduše způsoben tím, že zastavěné oblasti absorbují více tepla. Různé plochy mají různou odrazivost. Plochy pokryté vegetací mají vyšší schopnost odrážet sluneční záření a díky vypařování vody navíc ochlazují okolní vzduch. Také světlé plochy oproti tmavým odrážejí více záření a jsou tedy chladnější. Urbanizovaná území nejsou schopná odrážet sluneční záření, a tím narůstá jejich teplota. Materiály, jako beton, asfalt, kov, které městu dominují, absorbují dopadající záření, a načerpané teplo uvolňují. Vysoké budovy navíc zvyšují plochu absorbující záření a tím se znásobuje množství uloženého tepla. V době omezené sluneční aktivity přispívají k efektu tepelných ostrovů zplodiny z dopravy a průmyslu a také jednotky klimatizace, které se v teplém období používají stále více a zvyšují tak i nároky na elektrickou energii města. (URL 4), (Strouha a kol.)



Obrázek 6: Teplotní rozdíl mezi urbanizovaným územím a prostředím přirozeného charakteru

Efekt městských tepelných ostrovů má negativní vliv na život lidí ve městě. V extrémních případech může být teplota ve městě až o 10 stupňů vyšší než v příměstském okolí. Běžně jsou teploty v centrech měst vyšší zhruba o 3 °C. Absorbovaná energie se postupně uvolňuje, ale nejvýraznější vliv má v noci, kdy by za běžných okolností teplota klesla, nicméně pokles je vyrovnán uvolněním nahromaděného tepla. To má za následek poruchy spánku, nižší pracovní výkonnost, nárůst zdravotních rizik vlivem zvýšené tepelné zátěže nebo dehydrataci. (UHI), (URL 4)

Intenzita vyjadřuje rozdíl teplot mezi středem a okrajem urbanizovaného území. S rostoucí plochou města se zvyšuje i intenzita efektu MTO směrem k centru. Teploty se zde zvyšují rychleji než na

okrajích. Intenzitu ovlivňuje odrazivost a barva povrchů, výška staveb, uspořádání zástavby a množství funkční zeleně a prvků modrozelené infrastruktury. Nejvyšší intenzita městského tepelného ostrova je pozorována během bezoblačných letních nocí. Efekt MTO byl zaznamenán i v zimním období za proměnlivých meteorologických podmínek. Může tak být snížen výskyt sněhových srážek v urbanizovaných územích. Některé studie provedené v Atlantě, New Yorku Chicagu a Washingtonu, zjistili souvislost výskytu bouřek s vysokou intenzitou MTO. Teplý vzduch ve městech přirozeně stoupá a ve vyšších polohách může tvořit bouřková mračka. (UHI)

### 3.3. Adaptační strategie ČR

Pro vyrovnání se s dopady měnícího se klimatu je nutné se adaptovat – přizpůsobit. Za adaptační opatření se dá považovat jakoukoliv úpravu, která zmírňuje dopady klimatické změny a snižuje zranitelnost prostředí vlivem těchto změn. Globální změny klimatu vyžadují reakci ve dvou základních přístupech. Prvním je snižování emisí skleníkových plynů, což je primární příčina aktuálních změn klimatu, tento přístup se nazývá mitigace (z angl. mitigation – zmírňování). Druhým přístupem je adaptace. Realizovaná adaptační opatření by měla snižovat dopady měnícího se klimatu. Ideální je věnovat se oběma přístupům, jak mitigaci, tak adaptaci, pro efektivní zmírnění vlivu klimatické změny na náš život. (URL 5)

Strategie přizpůsobení se změnám klimatu je dokument shrnující dopady změn klimatu a návrhy adaptačních opatření na určitém území. Tyto dokumenty existují na několika úrovních, ať už se jedná o strategii celé evropské unie, jednotlivých zemí nebo konkrétních měst. Zároveň tyto dokumenty navazují na starší úmluvy a smlouvy chránící životní prostředí v celosvětovém měřítku. Impulsem ke vzniku mezinárodních organizací a úmluv byla první světová Konference o životním prostředí ve Stockholmu v roce 1972 pod záštitou OSN.

Mezi nejdůležitější smlouvy patří Rámcová úmluva OSN o změně klimatu přijatá v roce 1992 na konferenci OSN v Riu de Janeiru. Tato úmluva má v současné době 197 smluvních stran a poskytuje rámec možných řešení problémů spojených s probíhající změnou klimatu. Hlavní problematikou, kterou se úmluva zabývá je snižování emisí skleníkových plynů. K této úmluvě byly později přidány další dokumenty, Kjótský protokol (1997) a Pařížská dohoda (2015). Kjótský protokol zavazoval země ke snížení emisí skleníkových plynů o 5,2 % v období 2008–2012. V roce 2012 byl schválen dodatek o pokračování v dalším období, ke kterému se ovšem už nepřipojily všechny země úmluvy, čímž účinek protokolu klesá. Pařížská dohoda formuje mimo jiné cíl ochrany klimatu a snahu o udržení nárůstu průměrné globální teploty pod 2 °C a snižování emisí skleníkových plynů. Dohoda byla přijata všemi významnými producenty emisí skleníkových plynů (včetně Číny a USA) kromě Ruské federace, a tak by měla postupně nahradit Kjótský protokol. (URL 19), (URL 20), (URL 21)

V rámci Evropské Unie zveřejnila Evropská komise v roce 2013 Strategii EU pro přizpůsobení se změně klimatu. Dokument vychází z již zmíněné Rámcové úmluvy OSN. Mezi hlavní cíle této strategie patří:

Zvýšení odolnosti členských států EU, jejich regionů a měst;

Zvýšení informovanosti pro rozhodování o problematice adaptace na změnu klimatu;

Zvýšení odolnosti klíčových zranitelných sektorů vůči negativním dopadům změn klimatu.

Obecně dokument představuje dlouhodobou strategii pro zvýšení odolnosti EU a stanovuje rámec a mechanismy pro zvýšení připravenosti a zlepšení koordinace adaptačních aktivit. (URL22)

### Adaptační strategie ČR

Na národní úrovni se Česká republika řídí Adaptační strategií ČR (také Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR). Tato strategie byla vydána v roce 2015 Ministerstvem životního prostředí, a vystupuje jednotně s dokumenty nadnárodního významu. Cílem Adaptační strategie ČR je zmírnit dopady změny klimatu přizpůsobením se této změně v co největší míře, zachovat dobré životní podmínky a uchovat a případně vylepšit hospodářský potenciál pro příští generace. Základním principem je tedy princip udržitelného rozvoje. V rámci této strategie byly identifikovány sektory, u kterých se předpokládají největší dopady na změny klimatu. Jedná se například o lesní hospodářství, zemědělství, urbanizovanou krajinu, vodní hospodářství, dopravu a další. Pro tyto sektory jsou definovány principy adaptačních opatření. (Adaptační strategie ČR, MŽP ČR, 2015)

Územní plánování je obor, který přímo ovlivňuje rozvoj území a vytváří podmínky pro udržitelný rozvoj území. Je proto jedním z hlavních nástrojů adaptace na klimatickou změnu. Podle zákona č. 183/2006 Sb. Zákon o územním plánování a stavebním řádu je cílem územního plánování:

- „*Vytvářet předpoklady pro výstavbu a pro udržitelný rozvoj území, spočívající ve vyváženém vztahu podmínek pro příznivé životní prostředí, pro hospodářský rozvoj a pro soudržnost společenství obyvatel území a který uspokojuje potřeby současné generace, aniž by ohrožoval podmínky života generací budoucích.*“ (§18, 183/2006 Sb.)
- „*Snižování nebezpečí ekologických a přírodních katastrof a odstraňování jejich důsledků.*“ (§18, 183/2006 Sb.)

Aplikace a realizace jednotlivých opatření je tedy nezbytnou součástí nástrojů územního plánování jako je politika územního rozvoje, územně analytické podklady, a územní a regulační plány.

### Strategie adaptace hl. m. Prahy na klimatickou změnu

Tento dokument, navazující na všechny nadřazené adaptační dokumenty, byl připraven Odborem ochrany prostředí MHMP a schválen Radou hl. m. Prahy v roce 2017 jako závazek v souvislosti se členstvím v iniciativě Mayors Adapt (celoevropská iniciativa s cílem zapojení a podpory měst v přizpůsobení se klimatické změně).

Adaptační strategie hl. m. Prahy se zaměřuje na snížení negativních vlivů změn klimatu pomocí opatření přírodně blízkého charakteru. V případě nemožnosti využití přírodních řešení, jsou navrhována vhodná technická (šedá) a měkká opatření. Hlavními cíli je zlepšení mikroklimatických podmínek, snížení extrémních hydrologických jevů nebo také snížení energetické náročnosti Prahy.

Na tento dokument navazuje Implementační plán (IP 2018–2019 a aktuální IP 2020–2024), který obsahuje konkrétní opatření a projekty zmírňující dopady klimatické změny a vyhodnocení účinnosti

jednotlivých opatření. V současné době je v IP zapsáno 207 projektů. Ty jsou rozdělené na modrozelenou a šedou infrastrukturu, studie a koncepce a environmentální projekty. (Strategie adaptace hl. m. Prahy na klimatickou změnu, 2017)

### Adaptační opatření

Cílem adaptací v urbanizovaném prostředí je ideálně zlepšovat životní podmínky v těchto oblastech, zlepšení mikroklimatu a vodní bilance, a ochrana urbanizovaných území před extrémními projevy počasí (povodně, sucha). Hlavním úkolem je tedy především hospodaření s dešťovými vodami a snížení efektu městských tepelných ostrovů. Mezi nejdůležitější adaptační opatření patří takzvaná modrozelená infrastruktura. Jsou to vodní prvky a zeleň propojené do funkčního systému. Mimo parků, stromořadí, jezírek a vodních toků to mohou být i zelené střechy a fasády. (URL 6)

V případě nově vznikající zástavby lze aplikovat urbanistická opatření jako odstupy budov a jejich orientaci vůči světovým stranám nebo umístění objektů na pozemku, šíře ulic a forma veřejných prostranství. Široké ulice a odstupy budov zajistí dostatečný prostor pro dopravu, klidové zóny a zeleň. Šíře ulice také může pozitivně ovlivnit přirozené provětrávání území. Tato práce se nicméně zabývá stávajícím prostranstvím, kde lze pouze zlepšovat a doplňovat adaptační opatření.

### Městská zeleň

Za městskou zeleň jsou obecně považována veřejná prostranství ve městech jako parky, lesoparky, aleje, skupiny stromů, okrasné záhony, trávníky nebo stromy a keře v ulicích. Nejvýznamnějšími prvky jsou stromy, které mají hned několik pozitivních funkcí a vlastností a jejich vliv na okolí je například oproti trávníku mnohonásobný. (Pokorný a kol., 2018)

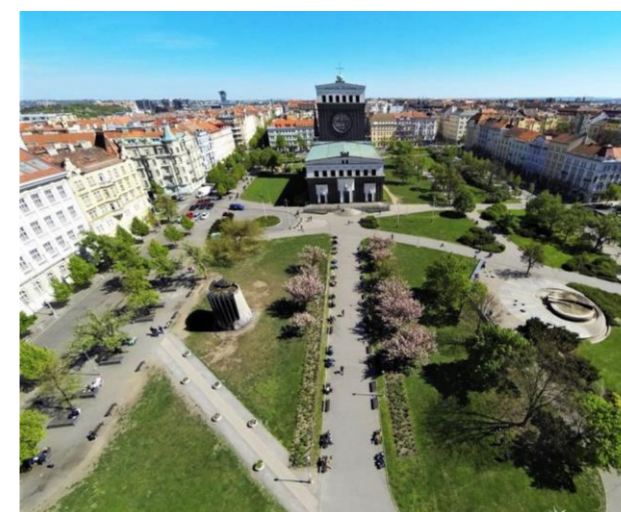
Zeleň ve městě má mnoho pozitivních funkcí, ať už jde o funkci hygienickou, ochrannou, estetickou nebo ekologickou. Obecně zeleň ve městě snižuje prašnost, funguje jako hluková bariéra, zvyšuje biodiverzitu městského prostředí a mikroklima města a esteticky odděluje jednotlivé části.

Významnou schopností zeleně je udržení vlhkosti vzduchu zastíněním terénu a také v rámci evapotranspirace. Zvlhčení vzduchu se podílí na stabilizaci mikroklimatu. Velmi důležitá je schopnost zadržet srážky a vláhu z ovzduší. Stromy také mírně pohlcují hlučnost a mají schopnost zachycovat prach a plynné sloučeniny. Mimo jiné má zeleň v městském prostředí, ať už se jedná o solitérní stromy nebo o rozsáhlá společenstva, pozitivní vliv na psychiku, zdraví, ale i orientaci ve městě. (Pondělíček, 2014)

Rostliny velmi ovlivňují okolní teplotu, fungují jako klimatizační systém. Čím více sluneční energie rostliny vstřebají, tím vyšší je výpar (v případě dostatečné zásoby vody), a tím je chlazení účinnější. Z leteckého termovizního snímku pořízeného v létě v odpoledních hodinách bylo zjištěno, že průměrná povrchová teplota stromu se pohybuje kolem 22–24 °C. Oproti tomu parkoviště nebo střecha bez zeleně dosahuje teplot až 55 °C. Zařazení funkční zeleně by ovlivnilo teplotu těchto ploch. Je nutné podotknout, že ne všechna zeleň má stejné klimatizační účinky. Trávník nemůže dosáhnout stejného chladičského efektu jako vzrostlý strom. Je proto důležité si uvědomit, že náhrada vzrostlých stromů keři a sečenými trávníky není vhodnou úpravou městské zeleně za účelem zmírnění tepelného ostrova města. (Pokorný a kol., 2018)

Při návrhu zeleně je nutné dodržet vhodné podmínky pro růst a život jednotlivých rostlin. Jedná se o zajištění dostatečného kořenového prostoru, kvalitní půdy a vláhy. Dá se postupovat podle Standardu pro výsadbu stromů, zpracovaného Lesnickou a dřevařskou fakultou Mendelovy univerzity v Brně pro AOPK ČR.

Je nutné zmínit, že zeleň může mít i negativní vlivy. Pokud pomineme nutnost odstranění opadaného listí v podzimním období nebo možné alergické reakce na pyly, hrozí nebezpečí především během extrémních projevů změn klimatu. Náledí, nárazový vítr, přivalový déšť nebo bouřka mohou ohrozit bezpečnost v okolí vzrostlé zeleně. Proto je nutná stálá péče, prořezy a kontrola vzrostlých stromů. (Pondělíček, 2014)



Obrázek 7: Zeleň na náměstí Jiřího z Poděbrad



Obrázek 8: Oboustranné stromořadí v Italské ulici v Praze



Obrázek 9: Veřejná zeleň v Kampusu Dejvice



Obrázek 10: Parkoviště zastíněné vzrostlými stromy (Francie)

## Přírodě blízké vodní plochy

Velmi častým opatřením je revitalizace neboli obnova vodních toků. Ve městech jsou vodní toky často vedeny v uměle vytvořeném korytě z betonových tvárnic nebo kamenných zdí. V takovémto korytě voda nemá šanci proniknout do okolní půdy, ani vodu z okolní půdy pojmout. V takových korytech je voda velmi rychle odváděna z území. Dnešním trendem je vodu na území zdržet co nejdéle, a proto jsou realizována různá revitalizační opatření. V urbanizovaném území jsou podobné realizace často limitovány nedostatkem prostoru nebo zatrubněním vodního toku. I tak je cílem vznik nového koryta přírodě blízkého charakteru. Přirozené je pro taková koryta meandrování a tůň.

Příkladem je revitalizace říčky Rokytky v povodí Vltavy, kdy byl vodní tok prodloužen o 0,5 km. Byla vytvořena nová úroveň nivy odpovídající přirozenému stavu. Vznikli brody a tůň. Lokalita se kromě pozitivního dopadu na ekologii krajiny stala zajímavým místem s potenciálem k volnočasovému využití. (URL 7)



Obrázek 11: Údolní niva Rokytky před revitalizací



Obrázek 12: Rokytka po revitalizaci

Vodní tok Rokytka je revitalizován na několika místech, dalším příkladem provedených úprav je revitalizace Rokytky pod Čihadly v Kyjích. Cílem bylo rozšíření a zpevnění koryta pro snížení rizika povodní při prudkých deštích.



Obrázek 13: Koryto Rokytky během revitalizace



Obrázek 14: Koryto Rokytky po revitalizaci

Obnova je nutná i u vodních ploch, ať už se jedná o jezírka, rybníky nebo mokřady. V rámci projektu Obnova a revitalizace pražských nádrží bylo upraveno celkem 85 lokalit v majetku hl. m. Prahy. Byly zachráněny dvě vysychající nádrže nalezením nových zdrojů vody – Čimický rybník a rybník Aloisov. Také bylo obnoveno několik zaniklých rybníků (např. rybník Ve Hvězdě), a vzniklo také celkem 7 zcela nových rybníků (Kotlářka, dva rybníky ve Stromovce a další). (URL 8)

Projekt obnovy rybníka v oboře Hvězda vznikl na základě studie odhalující existenci několika vodních ploch v oboře. Rybník je napájen obnoveným náhonem ze studánky Světluška, která zajišťuje tok vody i do obnoveného mokřadu. Součástí obnovy bylo i umístění několika dřevěných prvků k odpočinku, a také krátká stezka do mokřadů. Díky tomu je lokalita vhodná k rekreaci. (URL 9)



Obrázek 15: Obora Hvězda – před vybudováním rybníka



Obrázek 16: Obora Hvězda – obnovený rybník

Rybník Aloisov poblíž Černého mostu trpěl nedostatkem vody. Byl navržen jako nádrž dešťových vod, které nakonec nebyly do nádrže svedeny. Během revitalizace bylo odstraněno nevhodné betonové opevnění a dešťová voda je svedena do nádrže. Součástí byla výsadba okolní vegetace. (URL 11)



Obrázek 17: Rybník Aloisov – původní stav



Obrázek 18: Rybník Aloisov po revitalizaci

## Zelené střechy a fasády

Plochy střech a stěn budov, které v letních dnech mohou dosahovat teploty až kolem 70 °C, nabízejí další možnosti a prostor, kam umístit zeleň. Již několik let jsou populární zelené střechy, nebo střešní zahrady, které ovlivňují mikroklima budovy. Šetří náklady na chlazení, jelikož teplota střechy a celé budovy se výrazně sníží, a zároveň vzniká prostor vhodný k relaxaci. Zelená střecha také pojme množství dešťových vod, tím se zvýší evapotranspirace a sníží povrchový odtok a nutnost odvádění dešťové vody do kanalizace. Zelené střechy a stěny přinášejí již zmíněné pozitivní účinky zeleně.

Vegetační střechy se dělí na intenzivní a extenzivní podle druhu vegetace. Extenzivní zelená střecha má poměrně nízkou tloušťku substrátu (5–15 cm), je tedy vhodná pro většinu střech. Vysazují se zde odolné typy rostlin nevyžadujících větší péči jako sukulenty, mechy a traviny. Tento typ střechy je pochozí pouze za účelem údržby. Oproti tomu, intenzivní zelená střecha představuje vyšší zatížení pro konstrukci budovy. Výška substrátu se pohybuje mezi 30–100 centimetry, díky tomu je zde možnost osazení širší paletou rostlin, keřů a dokonce stromů. Navíc bývá tento typ pochozí i za účelem rekreace, a díky tloušťce substrátu zadrží větší množství dešťové vody. Zelené střechy mohou mít různý tvar a sklon a mohou být propojeny s přízemní vegetací, viz Obrázek 19. (URL 12)



Obrázek 19: Extenzivní zelená střecha



Obrázek 20: Šikmá extenzivní zelená střecha

Příkladem realizace intenzivní zelené střechy je Park nad městem na Pankráci. Na střeše administrativní budovy Main Point vznikl park s keři a stromy, který je k dispozici pro zaměstnance. Vysázeny jsou zde hlavně břízy a sakury, které jsou odolné a zároveň plní estetickou funkci. Tento projekt mimo jiné získal první místo v soutěži Zelená střecha roku 2019. (URL 13)



Obrázek 21: Zelená střecha budovy Main Point

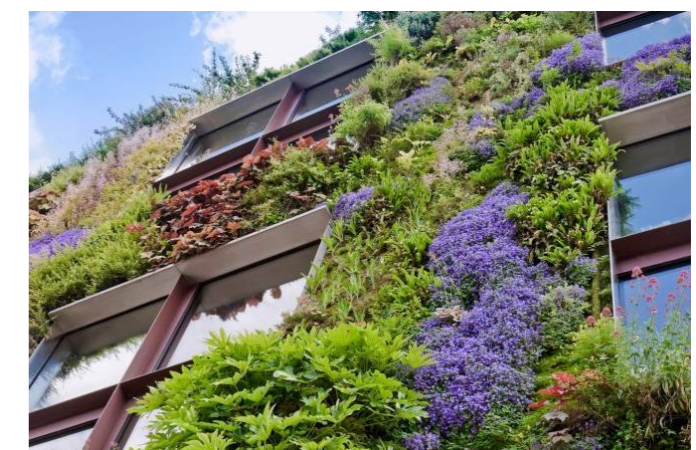


Obrázek 22: Detail zelené střechy budovy Main Point

Ozelenit můžeme i stěny nebo fasády. Stejně jako střechy, mají i fasády vliv na zlepšení mikroklimatu, ale i na snížení prašnosti a hluchosti. Vertikální zahrady mohou růst ze závěsných květináčů nebo obrůstat dodatečně přidané podpůrné konstrukce jako kovové sítě a lana. Rychlost růstu popínavých rostlin je relativně rychlá, a tak je pozitivních výsledků dosaženo v relativně nízké době. Ozelenit se dá fasáda domu, konstrukce chránící sběrné místo či altánek.



Obrázek 23: Minimalistická vertikální zahrada na Národní třídě v Praze



Obrázek 24: Rozmanitá zelená fasáda (Francie)



Obrázek 25: Zelená fasáda na podpůrné konstrukci

V roce 2019 představila firma LIKO-S první „živou halu“ na světě nazvanou LIKO-Vo. Realizována byla ve Slavkově a jedná se o průmyslovou výrobní halu. Tepelnou stabilizaci zajišťuje hlavně zelená střecha a fasáda, která dokáže ochlazovat své okolí až o 10°C. (URL 13)



Obrázek 26: Živá výrobní hala LIKO-Vo



Obrázek 27: Zelená stěna haly LIKO-Vo

### Zastiňovací prvky

Mimo fasády a střechy lze využít i zastiňovací prvky, ať už se jedná o markýzy či zastiňovací membrány. Možností je samozřejmě i konstrukce porostlá popínavými rostlinami. Membránové zastiňovací prvky jsou vyráběné v mnoha velikostech, tvarech a barevných provedeních, chrání nejen před sluncem, ale i před srážkami. Navíc se jednotlivé kusy dají odpojit od sloupové konstrukce. Je zde možnost využívat je pouze sezónně a pravidelně udržovat. Některé membránové konstrukce umožňují polohování a napjatost jednotlivých plachet, jsou tedy velmi variabilní.



Obrázek 29: Zastínění vegetací, Čína



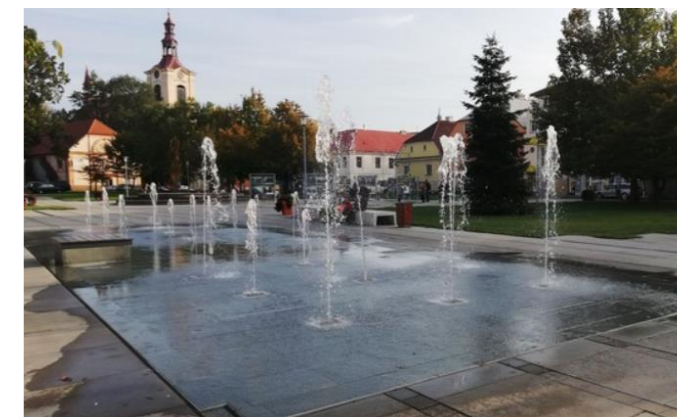
Obrázek 28: Elegantní skládatelné membránové slunečníky, Medina, Saudská Arábie



Obrázek 30: Membránová stínidla

### Vodní prvky

Ve státech jižní Evropy se velmi často používají rozstřikovače a rozprašovače studené vody. Efekt je sice osvěžující, ale v podstatě neekonomický, spotřeba vody a energie je relativně vysoká. Vhodnějším řešením mohou být fontány, drobnější průtočná koryta apod. Vypařovaná voda rovnoměrně ochlazuje okolí. Obecně jsou vodní prvky veřejností oblíbené, vyzývají k osvěžení a k setrvání na daném místě. U těchto prvků je však nutná pravidelná údržba a čištění.



Obrázek 31: Fontána Václavské náměstí Lovosice

### Propustné povrchy a vsakovací prvky

Propustnost povrchů v urbanizovaném území je důležitá vlastnost do určité míry zabraňující povrchovému odtoku. Povrchové vsakování do půdního profilu je přirozený jev. Vsakovacími prvky povrchovými mohou být zasakovací průlehy, příkopy, rýhy nebo nádrže. Řadíme sem i plošné vsakování. Z nepropustných povrchů může být voda vedena do rýh a příkopů pomocí snížení obrubníku (Obrázek 32) nebo zvýšené vpusti. Podzemní vsakování odvádí vodu přes vsakovací rýhy, šachty nebo štěrkové bloky. Díky těmto opatřením se dá velmi jednoduše hospodařit a manipulovat s dešťovou vodou. Vsakovací nádrže mohou být přirozenou součástí parku nebo veřejné zeleně, v případě srážkové epizody se naplní, voda je zde zadržena a postupně vsakována.



Obrázek 32: Snížený obrubník pro umožnění vsaku dešťových vod



Obrázek 33: Vsakovací průlehy navazující na retenční nádrž zakomponován do parkové úpravy

Ve městech je nutné odvodnit komunikace, parkoviště a chodníky tak, aby se zde netvořily kaluže a nevznikal povrchový odtok. Je nutné umožnit dešťové vodě vsak co nejbližší k místu dopadu. Na vhodných místech se dají realizovat různé varianty alternativních propustných povrchů. Příkladem jsou zatravněvací dlaždice z betonu, plastu, nebo kamene, dále pak šterkové cesty a trávníky, nebo zatravněné spáry a mezery v drenážní dlažbě. Díky rostoucí vegetaci a otevřenému prostoru je voda vsakována a rostliny ji mohou odpařit. Tímto se opět zlepšuje mikroklima a vodní bilance.

Zatravnit lze i tramvajové pásy, ovšem pouze v místech, kde nejsou poježděny jinými dopravními prostředky.



Obrázek 34: Zatravněvací dlažba betonová



Obrázek 35: Realizace zatravněvací dlažby na parkovišti

V případě, že nelze aplikovat předchozí varianty, lze využít porézní asfalt nebo beton. Tyto materiály propouštějí vodu do podloží a jsou vhodné na cyklostezky nebo parkoviště. Aplikace těchto povrchů je velmi jednoduchá a umožňuje vytvořit i nepravidelné tvary.



Obrázek 36: Drenážní beton



Obrázek 37: Realizace drenážního betonu v parku

### Realizace adaptačních opatření v zahraničí

Česká republika se nachází v mírném podnebném pásu, i když přibývá teplých tropických dnů, stále máme čtyři roční období, během nichž se počasí ochlazuje. Státy nacházející se poblíž rovníku čelí vysokým teplotám a vlhkosti vzduchu během celého roku, navíc jsou vystaveny obdobím dešťů a sucha. Adaptační opatření jsou pro život zde nutná. Pro velké adaptační projekty mohou být použity například plochy brownfieldů, které se nacházejí v každém městě a nejsou nijak využívány. Je zde

možnost obnovení a vzniku nových užitečných prostranství někdy i v centrech přeplněných měst. Příklady zahraničních realizací byly vybrány tak, aby obsáhly možnosti řešení různých druhů problémů.

### Singapur: Zahrady u zálivu a chytré vodní hospodářství

Zřejmě nejznámějším příkladem úspěšně aplikovaných adaptačních opatření s cílem vytvořit udržitelné, čisté a zelené město je Singapur. Jedná se o městský stát v jihovýchodní Asii, který je zároveň druhým největším přístavem na světě. Patří mezi nejvyspělejší ekonomiky světa a každoročně se umísťuje na vrcholu žebříčku zemí s nejvyšší kvalitou života na světě. A to i přes to, že teplota zde ani během noci neklesá pod 20 °C a přes den se pohybuje okolo 30 °C, navíc vzdušná vlhkost přesahuje 75 %. Největším rizikem pro Singapur je ale dlouhodobé sucho. (URL 15)

Singapur úspěšně aplikuje opatření pro vyčištění města a zlepšení životních podmínek již od 70. let. Hlavním cílem bylo přeměnit Singapur na město v zahradách a zvýšit kvalitu života. Postupně vznikaly zelené plochy, parky a zahrady, díky kterým je v přeplněném městě relativně velké množství veřejných prostranství.



Obrázek 38: Zahrady u zálivu (Singapur)



Obrázek 39: Zahrady u zálivu – vodní prvky, vertikální zahrady

Projekt Gardens by the Bay neboli Zahrady u zálivu jsou nejnovějším projektem s cílem snížit efekt tepelného ostrova města. Na více než 100 hektarech vznikla plocha plná zeleně v různých podobách. Prostor je rozvržen do několika tematických zahrad a tvoří rozsáhlé veřejné prostranství, kde je velmi příjemná teplota oproti ostatním venkovním prostorům. Zahrady přitahují místní i zahraniční turisty. Nejznámějším prvkem jsou ikonické vertikální zahrady na 50 metrů vysokých umělých stromech, které jsou propojené lávkami a poskytují výhled na město.

Vzhledem ke stále rostoucí populaci je nutné zajistit také množství pitné vody. V současné době v Singapuru funguje systém zachytávání dešťové vody na více než 2/3 plochy města (cca 450 km<sup>2</sup>). Pomocí kanálků a vsakovacích prvků je voda zadržena v 15 vodních nádržích. Kromě zvýšení zachyceného množství vody se klade důraz na snížení spotřeby pitné vody. Cílem je snížení spotřeby na 130 litrů na osobu na den do roku 2030. Asi 40 % pitné vody tvoří voda recyklovaná, takzvaná NEWwater, která je sváděna hloubkovou kanalizací do podzemních čistíren vod. Tato voda je buď dále

velmi kvalitně vyčištěna a upravena na pitnou vodu nebo vypuštěna do moře. Dále zde funguje systém odsolování mořské vody, která tvoří necelých 30 % pitné vody. Kromě budování adaptačních opatření klade Singapur velký důraz na vzdělávání v oblasti udržitelnosti a ekologie. (URL 16)

V Singapuru díky vhodným úpravám veřejných prostranství v kombinaci s chytrým hospodařením s vodou, využitím moderních technologií a zapojení veřejné infrastruktury, dokázali vyřešit problém s teplotou a s nedostatkem pitné vody. Proto lze aplikovaná opatření vyhodnotit jako úspěšná. Jak je již zmíněno, důležité je vzdělávání a rozšiřování povědomí o klimatické změně a jejímu vlivu na prostředí města, a o možnostech, jak dopady a rizika zmírnit z pohledu jednotlivce, domácnosti i na státní úrovni.

### Medellín: Vegetační koridory

Díky projektu Green Corridors z 90. let vzniklo v Medellínu v Kolumbii 30 koridorů a zahrad, kde byly vysázeny stromy, keře a jiná vegetace. K osázení byla vybrána místa s nedostatkem zeleně a také nevhledná opuštěná zákoutí, často spojená s kriminalitou. Vznikly zahrady a zelené koridory pro pěší, které jsou hojně využívány obyvateli města. Již nyní je také patrné snížení teploty až o 2 °C. S vybudováním koridorů a zahrad souvisí i další péče, díky tomu vzniklo spoustu pracovních pozic pro místní. Projekt má pozitivní vliv na život ve městě z hlediska ekologického a sociálního, navíc se k zeleni vrací zpět ptáci a hmyz, který z některých částí města skoro vymizel. Celkový vzhled města je díky novým zeleným plochám rozmanitější, veřejný prostor se proměnil z nebezpečného místa na prostor, který může veřejnost využívat. (URL 17)



Obrázek 40: Zahrada v okrajové čtvrti (Medellín)



Obrázek 41: Jeden z vegetačních koridorů (Medellín)



Obrázek 42: Vegetační koridor v pěší zóně (Medellín)

### Stockholm: Čtvrť Hammarby Sjöstad

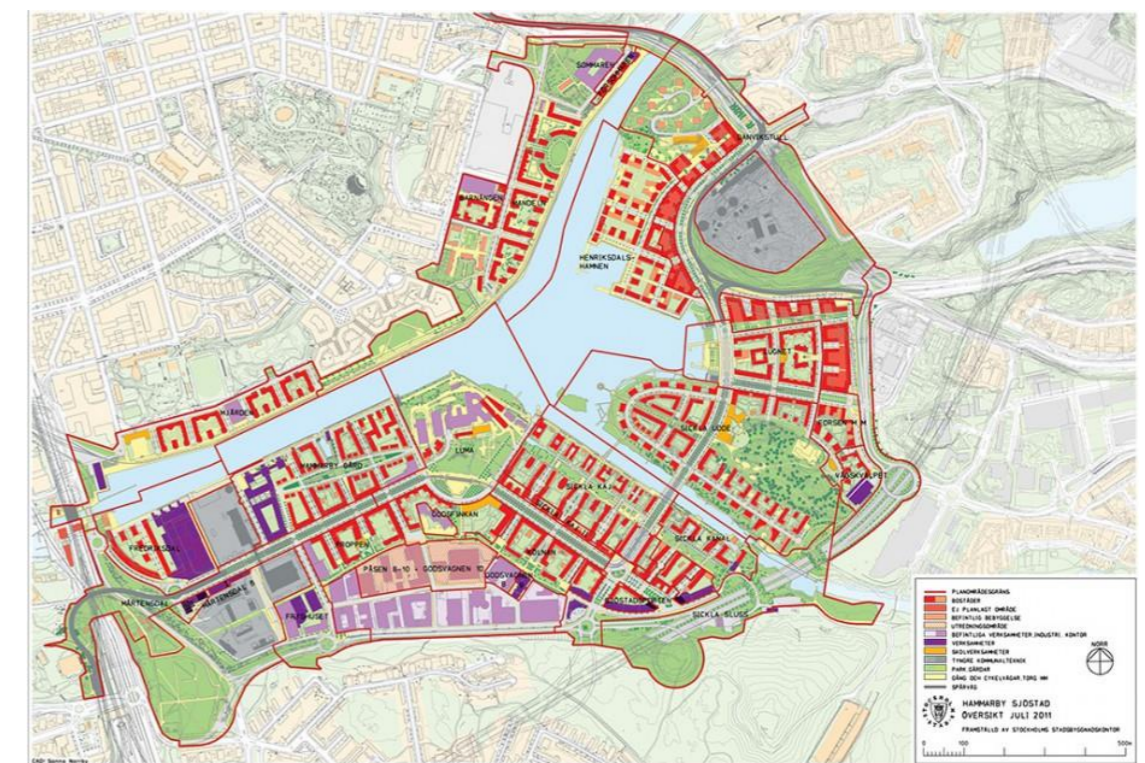


Obrázek 43: Čtvrť Hammarby Sjöstad (Stockholm)

V roce 2016 byl dokončen projekt výstavby čtvrti Hammarby Sjöstad ve Stockholmu, která nabízí domov pro 25 000 lidí. Jedná se o velmi žádanou čtvrť díky velkému podílu zeleně, a také díky udržitelnosti. Produkce oxidu uhličitého této čtvrti je o polovinu nižší než produkce čtvrti postavené v 90. letech. Je zde aplikováno několik opatření pro zlepšení ekologie a urbanistických řešení. Při výstavbě byla uvažována orientace budov vzhledem ke světovým stranám. Kvůli světlu

a slunečnímu záření jsou dodrženy dostatečné rozestupy mezi budovami tak, aby i do nižších pater svítilo slunce alespoň 5 hodin denně. Celý koncept je založen hlavně na využívání odpadu. Odpadní voda je například využívána několika způsoby, nejprve je z ní pomocí tepelných čerpadel odebráno teplo, které ohřívá budovy, a anaerobním rozkladem nečistot vzniká metan, který pohání autobusy městské dopravy.

Díky kombinaci vodních prvků, zelených střech a prostorných ulic se ze znečištěné průmyslové oblasti stala velmi lukrativní soběstačná čtvrť s dostatečnou občanskou vybaveností. (URL 18)



Obrázek 44: Plán čtvrti Hammarby Sjöstad (Stockholm)



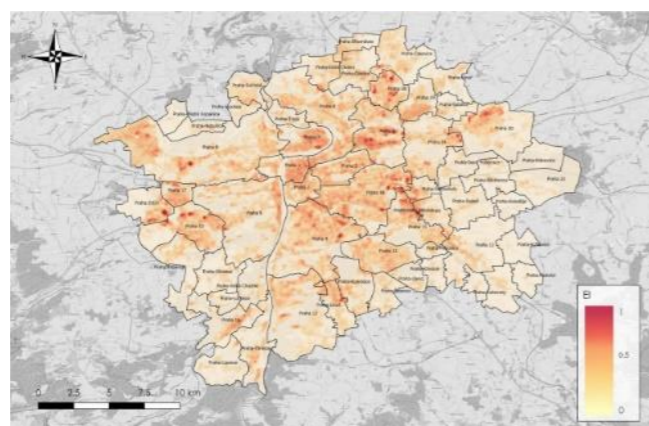
## 4 Metodická část

Následující kapitoly se věnují stanovení metodického postupu pro výběr konkrétní lokality na území hlavního města Prahy. Lokalita je dále popsána a analyzována na základě dostupných podkladů s cílem zjištění materiálového řešení povrchů, množství zeleně, využití území a případných dalších zajímavých prvků vhodných pro aplikaci konkrétních adaptačních opatření. Podklady budou tvořit Mapy Atlasu životního prostředí, ortofoto a základní mapy, případně další, pro danou lokalitu dostupné. Ve formě námětové studie bude poté proveden variantní návrh aplikace adaptačních opatření vhodných pro danou lokalitu, a zhodnocení z hlediska proveditelnosti v daném místě. I když se v této práci zaměřuje na jednu lokalitu, lze tento postup využít univerzálně u jakéhokoliv typu prostranství v Praze.

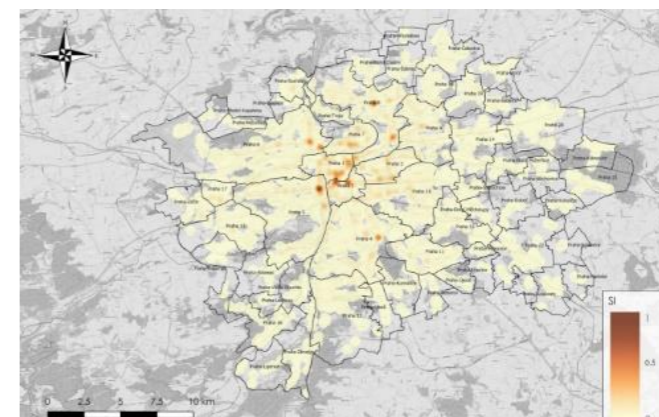
### 4.1. Výběr ohrožené lokality

Hlavním podkladem pro výběr ohrožené lokality je Mapa indexu urbánní teplotní zranitelnosti (UHVI) Prahy. Zranitelnost se dá podle Mezivládního panelu pro změny klimatu IPCC definovat jako tendence nebo předpoklady k nepříznivému ovlivnění. Zranitelnost se dá vyjádřit jako funkce teplotní expozice, citlivosti a adaptivní kapacity území. Teplotní expozice vyjadřuje přímé nebezpečí extrémních teplot ve městském prostředí, které ovlivňuje danou oblast. Data pro zjištění této hodnoty byla pořízena družicovým satelitem Landsat 8, která po přepočtu tvoří Expoziční Index EI (viz Obrázek 45). Citlivost je schopnost člověka reagovat na vysoké teploty, závisí na individuálních charakteristikách. Je hodnocena pomocí identifikace zranitelných osob v dané lokalitě. Index Citlivosti SI byl získán na základě četnosti využívání veřejných prostranství, hlavně zastávek MHD, a tedy vystavení lidí přehřátí a úpalům. Viz Obrázek 46. Adaptivní kapacita ukazuje schopnost zotavovat se, přizpůsobovat se a reagovat na změnu, v tomto případě na změnu teploty. Takzvaný Index Adaptivní Kapacity ACI (Obrázek 47) je kombinací výskytu husté zeleně a vodních ploch. (Tencar a kol., 2020)

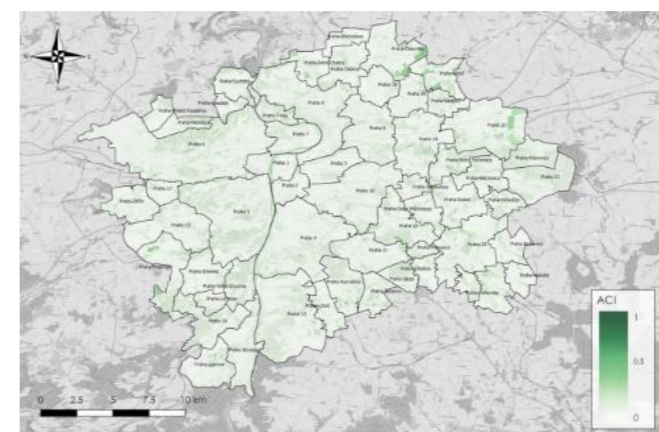
Spojením těchto tří faktorů lze vypočítat index urbánní tepelné zranitelnosti (UHVI), který nabývá hodnot 0 až 1, přičemž 0 znamená nejnižší zranitelnost a 1 nejvyšší. Na mapě pozorujeme, že v lokalitách Praha 1, Praha 2 a Praha 5 dosahuje UHVI hodnot 0,5 – 1. Znamená to, že se jedná o nejzranitelnější lokality.



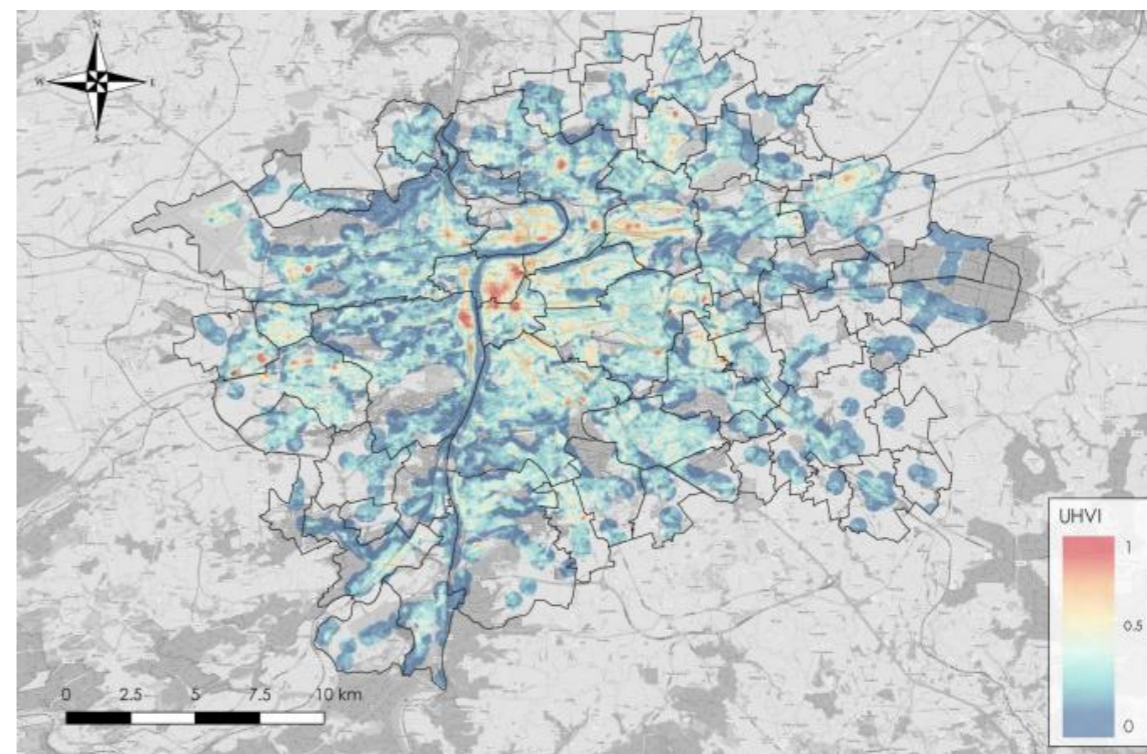
Obrázek 45: Expoziční Index EI



Obrázek 46: Index Citlivosti SI



Obrázek 47: Index Adaptivní Kapacity ACI



Obrázek 48: Index Urbánní teplotní Zranitelnosti UHVI Prahy

## 4.2. Metodika analýzy vybrané lokality

Součástí analýzy je terénní průzkum, při kterém budou zjištěny konkrétní informace o území, materiálu a propustnosti povrchů, výskytu zeleně či vodních prvků. A dále pak poznatky doplňující hodnocení lokality z hlediska tepelné zranitelnosti a vytipování vhodných adaptačních opatření s možností realizace na daném místě. Při průzkumu budou také pořízeny snímky celkového vzezření lokality, detailů, okolních budov apod.

Jedná se o univerzální postup aplikovatelný na jakékoliv městské prostředí na území hlavního města Prahy. Lze pak vyhodnotit stav prostranství z hlediska adaptace na klimatickou změnu a realizace opatření snižující její dopady.

Pro analýzu lokality budou použity kromě mapy Indexu urbánní teplotní zranitelnosti i následující podklady:

### Mapy Atlasu životního prostředí

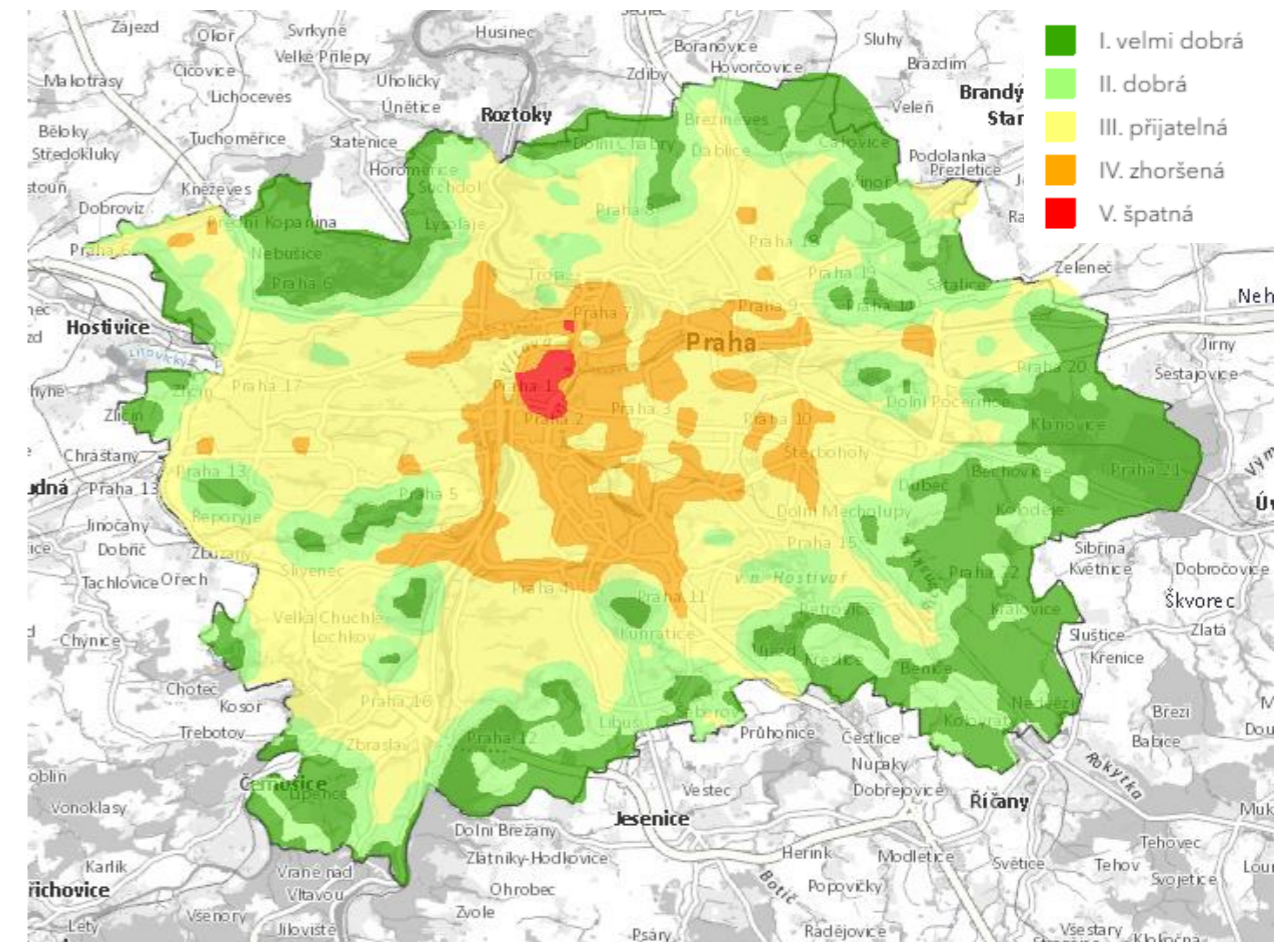
Atlas životního prostředí v Praze je soubor mapových aplikací týkající se stavu a ochrany životního prostředí. Atlas je rozčleněn do oblastí ovzduší, krajina, voda, hluk, odpady, klima a geologie. Klimatická mapa se nazývá Mapa bonity klimatu a zobrazuje kromě celkového zhodnocení klimatu v Praze (Obrázek 49) i dílčí klimatické mapy jako oslunění, četnost bezvětrí, imisní zátěž nebo zastavěnost území. Jako nejdůležitější se pro potřeby této práce jeví mapa oslunění a četnosti bezvětrí, což má vliv na přirozené provětrávání města a může ovlivnit vznik tepelných ostrovů. Jednotlivé mapy jsou dostupné online na geoportálu Prahy [geoportalpraha.cz](http://geoportalpraha.cz).

### Ortofoto mapa České republiky

Jedná se o fotografický obraz povrchu a je to kartografické dílo Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního (ČÚZK), které vzniká digitálním snímáním povrchu. Jde o sadu barevných ortofoto v rozměrech 2 x 2,5 km a měřítku 1:5000. Celá mapa je aktualizována každé dva roky. Ortofoto mapa slouží jako podkladová vrstva v rámci služeb pro přístup do katastru nemovitostí. Jedná se o mapový podklad volně dostupný na stránkách geoportálu ČÚZK na stránkách [geoportal.cuzk.cz](http://geoportal.cuzk.cz). Pro účely této práce bude využita pro zobrazení vybraných lokalit.

### Základní mapa Prahy

Základní mapa vypracovaná na základě informací ČÚZK ve spolupráci s IPR Praha jako podkladová mapa pro další mapové aplikace. Existuje i ve stínované verzi, která je použita pro účely této práce. Mapa zobrazuje budovy, základní veřejnou infrastrukturu a část zeleně. Mapa je dostupná online na stránkách geoportálu Prahy [geoportalpraha.cz](http://geoportalpraha.cz).



Obrázek 49: Mapa bonity klimatu

Pro zvolenou lokalitu bude vypracován profil dle následujícího vzoru:

## NÁZEV VYBRANÉ LOKALITY

### Představení lokality, základní informace:

#### Využití území:

Popis využití vybrané lokality, přítomnost dopravy, zastávek MHD, parkovacích míst, rekreačních ploch apod.

#### Urbanistický popis:

Popsání formy prostoru, výška budov, šíře ulice, působení prostoru na obyvatelé, výskyt lidí.

#### Výřez ortofoto mapy

(zdroj: ČÚZK)

#### Výřez základní mapy Prahy

(zdroj: IPR Praha)

#### Fotodokumentace z terénního průzkumu lokality

### Mapové podklady:

Uvedení důvodů vedoucích ke zvolení lokality pro analýzu, popis mapových podkladů, zjištěné limity z důvodu památkové péče nebo záplavových území.

#### Výřez mapy UHVI

Důvod zvolení lokality, uvedení podkladů z mapy Urbánního teplotního Indexu UHVI.

#### Doplňující mapy

Četnost výskytu bezvětrí, Mapa oslunění  
Mapa bonity životního prostředí, ...

### Množství a stav zeleně:

Zhodnocení množství travnatých ploch, keřů a vzrostlých stromů. Důležité je zhodnocení stavu vegetace a případná propojenost s jinými vegetačními celky.

#### Fotodokumentace z terénního průzkumu lokality

### Propustnost povrchů:

Vyhodnocení podílu propustných a nepropustných materiálů použitých v dané lokalitě. Celkové zhodnocení propustnosti povrchů a případné řešení odtoku dešťové vody. Zhodnocení vhodnosti použitých řešení.

#### Fotodokumentace z terénního průzkumu lokality

### Výskyt opatření snižujících dopady klimatické změny:

Zhodnocení lokality z hlediska realizovaných adaptačních opatření, pokud se v lokalitě nějaká nachází. Mohou to být zelené střechy nebo fasády okolních budov, vodní prvky, zasakovací prvky a další.

#### Fotodokumentace z terénního průzkumu lokality:

### Zhodnocení lokality z hlediska teplotní zranitelnosti:

Celkové zhodnocení lokality s přihlédnutím k uvedeným informacím. Upozornění na hlavní problémy lokality.

### Variety námětových studií a zakomponování adaptačních opatření:

Popis možností adaptačních opatření pro danou lokalitu. Uvedení reálných příkladů provedení těchto konkrétních řešení v jiných místech. Upozornění na nevyužití možnosti budov, jako jsou ploché střechy nebo prostor pro zelenou fasádu.

Námětové studie možností realizace vhodných adaptačních opatření pro danou lokalitu ve formě výkresů na podkladu katastrální mapy ve více variantách. Výkresy budou vytvořeny pomocí programu AutoCAD.

Komentář k jednotlivým zvoleným způsobům adaptace.

## 5 Výsledky

Tato kapitola prezentuje výsledky formou stručných námětových studií ke zvolené lokalitě. Zobrazuje informace získané na základě terénního průzkumu a analýzy. Hlavní částí je vyplněný profil dle předchozího vzoru a schématický návrh vhodných adaptačních opatření, které by teoreticky bylo možné v daném místě aplikovat. Grafická část každé studie zobrazuje půdorys návrhu adaptace daného místa, a také obrázky reálně aplikovaných zvolených opatření a pro lepší představu pár zjednodušených zákresů opatření do fotek. Návrh obsahuje několik variant možností různých řešení.

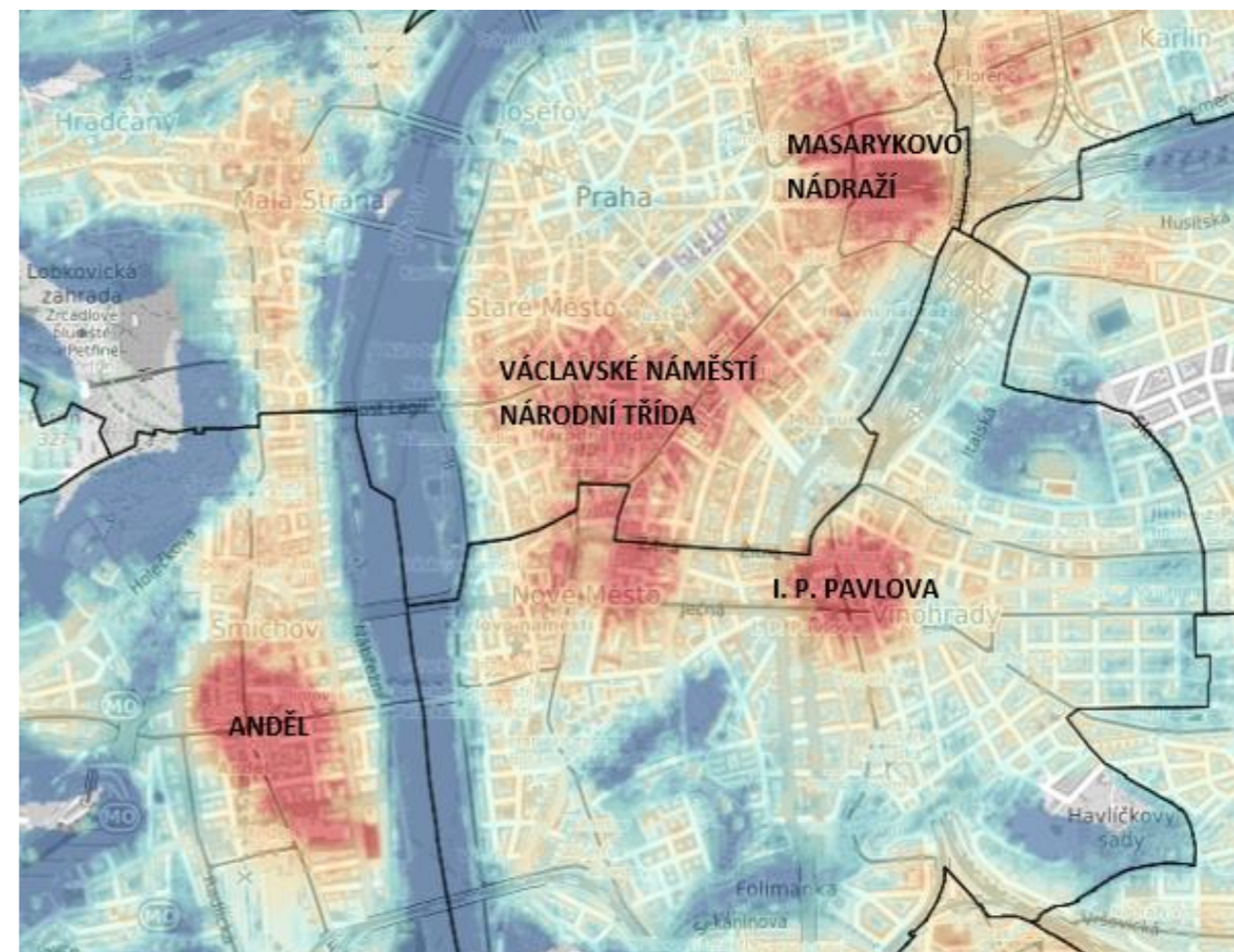
### Analýza lokality a námětové studie adaptačních opatření

Z mapy UHVI bylo indikováno několik rozsáhlejších oblastí, které jsou nejvíce zranitelné. Převážně v centru města v městských částech Praha 1, Praha 2 a Praha 5. Kromě rozsáhlejších oblastí se jako zranitelné ukázaly i halové komplexy, obchodní centra apod.

Konkrétními lokalitami zhodnocenými jako nejzranitelnější jsou:

- Okolí Václavského náměstí a Národní třídy, Praha 1
- Okolí I. P. Pavlova, Praha 2
- Prostranství před zastávkou metra Anděl a křižovatka u Anděla, Praha 5
- Masarykovo nádraží a ulice Na Poříčí, Praha 1

Pro podrobnější analýzu a návrh opatření bylo vybráno veřejné prostranství u stanice metra Anděl na Smíchově. Tato lokalita spojuje pěší, tramvajovou i automobilovou dopravu, prostor je oproti ostatním lokalitám spíše uceleným „náměstím“ než ulicí, a proto se předpokládá více možností pro návrh.



Obrázek 50: Výřez Mapy UHVI doplněný o názvy nejzranitelnějších oblastí

## ANDĚL, PRAHA 5 – SMÍCHOV

Vybraná lokalita se nachází v městské části Praha 5 – Smíchov na západním břehu řeky Vltavy. Jedná se o administrativní, kulturní i obchodní centrum Smíchova. Veřejné prostranství ulice Nádražní ohraničené ze severu ulic Plzeňská a Lidická, z jihu ulic Bozděchova spojuje dopravu v klidu i v pohybu i občanskou vybavenost. Původně byla rozšířená část ulice Nádražní zastavěna. V 90. letech se ulice rozšířila, byla zde vystavěna stanice metra a parkoviště. Dnešní dominantou křižovatky Anděl je komplex budov Zlatý Anděl francouzského architekta Jeana Nouvela dokončený v roce 2000. V roce 2001 dokonce stavba získala ocenění Stavba roku. Součástí výstavby byla i úprava veřejného prostranství před budovou. Úprava působí čistě a uhlazeně, nicméně v souvislosti s adaptací na klimatickou změnu je prostor nevyhovující, nepřipraven, a proto byl přirozeně dle mapy UHVI vyhodnocen jako velmi zranitelný. (URL 23)

### Využití území:

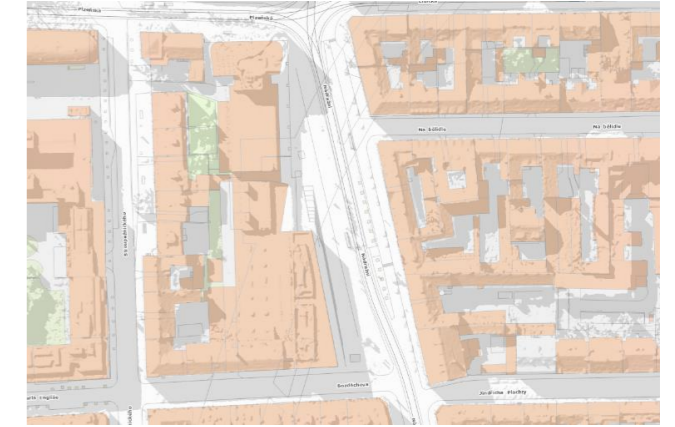
Jedná se o rozšířené veřejné prostranství na ulici Nádražní, které protíná obousměrný tramvajový pás a zastávka MHD. Nachází se zde velké množství obchodů, služeb a administrativních budov, také zastávka stanice metra Anděl. Jedná se o důležitý dopravní uzel, kde se vyskytuje velké množství lidí. Vpravo od tramvajové zastávky vede jednosměrná komunikace s možností podélného parkování u chodníku. Levá strana prostranství představuje prostor pro pěší, stánky, případně odpočinek na několika lavičkách. V severní části se nachází frekventovaná (automobilová i tramvajová) křižovatka protínající ulice Nádražní, Plzeňská, Štefánikova a Lidická.

### Urbanistický popis:

Tento prostor je podlouhlý, orientovaný na sever. Délka činí necelých 200 metrů a v nejširším místě lze naměřit skoro 50 metrů. Plocha je rozdělena již zmíněným dopravním prostorem pro tramvaje. Západní část působí i přes výskyt velkého množství lidí prostorně, čím blíže se dostáváme k ulici Plzeňská a ke křižovatce, tím se prostor opticky zvětšuje ale dopravní prostor reálně ubírá možnosti pohybu pěších. Západní strana je určena pro pěší a nachází se zde kromě zastávky metra a MHD i lavičky ve stínu několika stromů. Plocha pro chodce činí necelých 5000 m<sup>2</sup>, bez podílu propustných ploch. Celkově pěší část působí čistě, možná až moc otevřeně vůči dopravnímu prostoru. Východně od tramvajových pásů a ostrůvku se zastávkami MHD je vedená jednosměrná komunikace. Tato část není pro chodce nijak lákavá, i když se za podélným parkováním nachází 3 metry široký chodník.



Obrázek 51: Výřez Ortofoto mapy ČR zobrazující řešené území

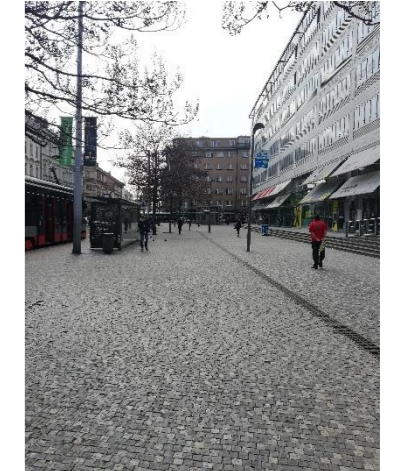


Obrázek 52: Výřez Základní mapy Prahy zobrazující řešené území

Co se týče zástavby, východní část je lemována klasickou městskou zástavbou s výškou obvodových linií střech mezi 7 a 16 metry. Západní část je zastavěna moderními budovami. Jejich výška stoupá od středu směrem k Plzeňské ulici, kde na nároží dominuje skoro 30 metrů vysoká budova komplexu Zlatý Anděl. Jižní část je ohraničena další relativně vysokou administrativní budovou.



Obrázek 53: Pohled z křižovatky na ulici Nádražní



Obrázek 54: Veřejné prostranství před administrativní budovou (pohled ze severu)

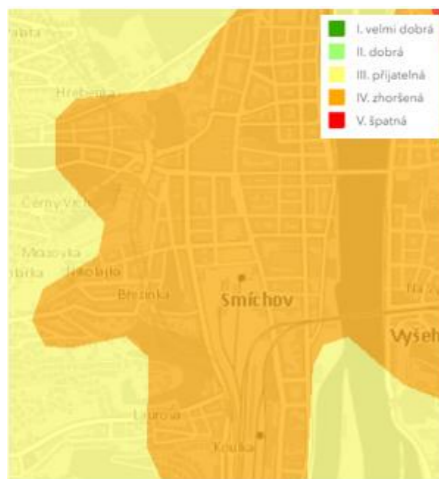
### Mapové podklady:

Na výřezu mapy UHVI vidíme, že se jedná o velmi zranitelnou oblast. Skutečnost, že se jedná o dopravní uzel a vysoce vybavenou oblast, a vyskytuje se zde během dne velké množství obyvatel, jen zvyšuje nutnost adaptace tohoto prostoru na klimatické změny a nutnost ochránit obyvatele, kteří se zde pohybují. Navíc se jedná o prostor, kde se kombinuje tramvajová a automobilová doprava, veřejný prostor pro pěší i venkovní posezení některých restaurací.

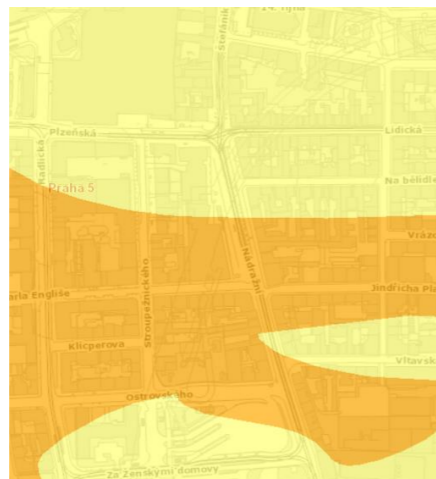
Dle mapy bonity klimatu je v této lokalitě zhoršená kvalita klimatu. Z mapy oslunění a četnosti bezvětří je patrné, že se jedná o rizikovou oblast vzniku tepelných ostrovů. Kritická je lokalita z hlediska výskytu bezvětří, ulice není téměř vůbec přirozeně provětrávána.



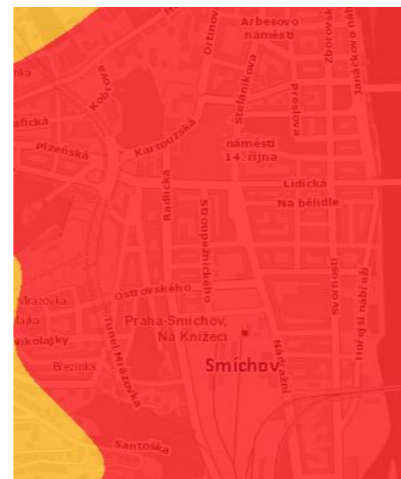
Obrázek 55: Výřez Mapy UHVI zobrazující řešené území



Obrázek 56: Výřez Mapy bonity klimatu zobrazující řešené území



Obrázek 57: Výřez Mapy oslunění zobrazující řešené území



Obrázek 58: Výřez Mapy četnosti výskytu bezvětří zobrazující řešené území

### Množství a stav zeleně:

Ačkoliv se zde nachází relativně velké množství stromů rozdělené na stromořadí na ostrůvku nástupiště MHD a na skupinu stromů na západní straně, nenachází se zde žádná travnatá plocha. Absenci nižší zeleně kompenzují některé restaurace pohyblivými květináči u vchodů či venkovního posezení. Stromy jsou v relativně dobrém stavu, zřejmě pravidelně zaštipovány tak, aby měli tvarovanou korunu, nicméně prostor pro stromy je omezen na zhruba 1 m<sup>2</sup>, který je chráněn kovovou mříží.



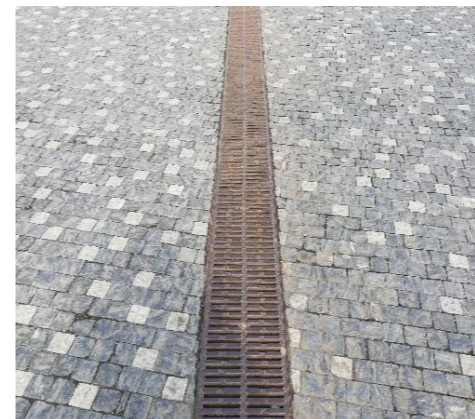
Obrázek 59: Stromořadí na východní straně zastávky MHD



Obrázek 60: Pohled na skupinu stromů na západní straně prostranství

### Propustnost povrchů:

Veškeré povrchy v této lokalitě jsou nepropustné. Pěší části jsou vydlážděné kamennými kvádry. V západní části vyskloňovány tak, aby voda odtékala do sběrného kanálku ve středu prostranství. Prostor tramvajových páسů je zhotoven z betonu a jednosměrná komunikace i parkovací stání z asfaltu. Povrchy jsou tedy zcela nepropustné.



Obrázek 61: Sběrný kanálek dešťové vody



Obrázek 62: Kamenná dlažba pokrývající většinu povrchu řešeného území

### Výskyt opatření snižujících dopady klimatické změny:



Obrázek 63: Výřez Ortofoto mapy zobrazující okolní zelené střechy

Kromě vzrostlé zeleně, která teoreticky tvoří stín a může mít ochlazovací účinky na okolí, se v lokalitě nachází několik zelených střech. Jedná se pravděpodobně o extenzivní zelené střechy, vzhledem k vegetaci. Největší se nachází na střeše OC Nový Smíchov, další pak na části střechy budovy Království železnic v ulici Stroupežnického. Ani v jednom případě se však nejedná o budovy přiléhající přímo řešenému území.

### Zhodnocení lokality z hlediska teplotní zranitelnosti:

Lokalita se na první pohled jeví jako velmi příjemná, s vzrostlou zelení a občanskou vybaveností. Nicméně skutečnost, že se na tak velkém prostoru nenachází žádná travnatá plocha, vodní prvek, nebo stínící prvky, vystavuje lokalitu celodennímu oslunění, vzhledem k orientaci ulice, což může mít dopady hlavně v letních měsících. S přihlédnutím ke všem zjištěným skutečnostem se lokalita jeví jako velmi zranitelná a je nutná realizace opatření snižujících tuto zranitelnost.

### Varianty námětových studií a zakomponování adaptačních opatření:

Pro tuto lokalitu byla navržena v podstatě tři základní řešení. Všechny varianty pracují s úpravou povrchů i fasád budov. První varianta 1 zachovává dopravu ve stejném provozu jako doposud, s drobnými změnami a upravuje hlavně pěší prostranství. Varianta 2 významně zasahuje do dopravní struktury. Varianta 3 uzavírá jižní část prostranství větší skupinou stromů poskytující stín a klid. Všechny varianty využívají opatření, která byla uvedena v teoretické části v různém rozsahu a v různých možnostech. Výkresy byly vytvořeny autorem v programu AutoCAD na podkladu katastrální mapy pro účely této práce.

### Návrh řešení – varianta 1

Jedním z řešení navržených pro tuto lokalitu může být přidání nízké zeleně a travnatých ploch ke stromům tak, že vznikne zastíněný zelený průchozí prostor. Zároveň je důležité zachovat zde i místa pro stánky. Realizace by mohla vypadat podobně jako na Tylově náměstí (Praha 2), viz Obrázek 56. Přidaný trávník a keře společně se vzrostlými stromy zajistí vznik kvalitního klidového prostoru odděleného od dopravní části. Východní strana je řešená na úkor parkovacích míst, pokud se sníží jejich počet, vznikne prostor pro zelený pás osázený dalšími stromy, který oddělí komunikaci od chodníku, který se díky zrušeným parkovacím místům může rozšířit. Samotná zbylá parkovací místa jsou realizována ze zatravnovacích dlaždic. Přitom dopravní možnosti zůstávají zachované. Vznikne příjemnější prostředí pro chodce i hosty zahrádek restaurací a kaváren. Zároveň se dešťová voda z okolních pevných povrchů může vsakovat v těchto místech a poskytovat vláhu vegetaci. Zeleň bude kromě stínu zajišťovat zvýšení vlhkosti a ochlazení okolního vzduchu. Celkově by se navýšením počtu stromů snížilo oslunění pevných povrchů a fasád budov, a tím se snížilo riziko vzniku tepelného ostrova. Využívá se zde i volné fasády bez otvorů na nejvyšší budově komplexu Zlatý Anděl. Popínává zeleň by mohla růst i na předsazených konstrukcích před vstupem do stanice metra a obchodů. Možnost využití nabízí i ocelové balkóny na nižší části budovy komplexu Zlatý Anděl, kde by mohly vzniknout decentnější vertikální zahrady. Administrativní budova v jihozápadní části prostranství nabízí díky ploché střeše prostor pro extenzivní zelenou střechu. Touto úpravou zvýší podíl propustných pochozích a pojížděných ploch na zhruba 1600 m<sup>2</sup>.

Jako doplňková opatření jsou využita membránová stínidla, a zastávky jsou také membránové, dále byla navržena liniová chodníková fontána. V jižní části trysky spojují jednotlivé stínící membrány, severněji je linie trysek umístěna tak, aby se částečně oddělil prostor pohybu pěších u obchodů a zastávky metra od klidnější části u zeleně.



Obrázek 64: Tylovo náměstí, Praha 2

## Návrh řešení – varianta 2

Druhá varianta využívá úprav předchozí varianty se značným rozšířením. V případě této varianty je zrušená celá jednosměrná komunikace. Vznikne téměř osově souměrný prostor, kterému by dominovala zeď a středem by procházela tramvajová trať. V tomto případě by bylo nutné zachovat možnost vjezdu zásobovacích automobilů k restauracím na východní straně. Z rušné ulice soustředěné spíše na dopravu by se tak stal klidnější prostor až parkového charakteru. Stejně jako v předchozí variantě, i zde jsou využity balkóny a ploché fasády bez otvorů k vytvoření zelených fasád, a plochá střecha administrativní budovy pro realizaci zelené střechy, které zlepší mimo jiné i mikroklima těchto budov. Pro eliminaci zpevněných povrchů lze zatravnit tramvajové pásy. Jelikož je v těchto místech kolejiště určeno pouze pro tramvajovou dopravu, povrch nemusí být zpevněný.

Nacházejí se zde dvě místa s vodními tryskami, které zabírají čtvercovou plochu, nejedná se tedy o linie jako v předchozí variantě, ale o celistvý souvislý prostor. Stínící membrány jsou použity i pro tramvajové zastávky, nikoliv však na ocelové konstrukci jako v předchozí variantě, ale napnuté mezi stožáry. Zvětšená pochozí plocha a zatravněný tramvajový pás dají dohromady přes 3700 m<sup>2</sup> propustné plochy.

## Návrh řešení – varianta 3

Poslední z variant v podstatě uzavírá průchozí prostor v jižní části vegetací. Skupina stromů je v této části oproti ostatním variantám výrazně rozšířená směrem k administrativní budově na západ. Východní část zachovává podobný koncept jako ve variantě 2, nicméně stromy jsou situovány ve střední a severní části prostranství tak, aby vytvářeli skupiny a vyplnili prázdné místo bez vegetace v těchto částech. Na západní straně tak vzniká velký volný prostor pro fontánu větších rozměrů než v předchozích variantách, opět je využito trysek přímo z chodníku pro zachování místa pro stánky. Poblíž vodního prvku se nachází stínící membrány. Voda z trysek odtéká směrem k hranici zatravněvací dlažby do prohloubeného kanálku, které může být využíváno i jako brouzdaliště. Kanál pokračuje až ke skupině stromů, kde je prostor pro vytvoření jezírka. Jelikož vodní kanál protíná prostranství, je překlenut několika jednoduchými dřevěnými mostky.

Tato varianta zvyšuje podíl propustných ploch na zhruba 3300 m<sup>2</sup>. Využitím zatravnění tramvajových pásů, jako v předchozí variantě, se plocha může zvětšit až o 800 m<sup>2</sup>.

## Různé možnosti realizace a vhodné varianty zvolených opatření

V obou variantách je možné aplikovat další opatření, která mohou být pouze sezónní, nebo jsou jinak variabilní. V první řadě existuje velké množství zatravněvacích dlaždic. Vzhledem k tomu, že se zde velmi často konají trhy, je nutné, aby zatravněvací dlažba umožňovala pojezd automobilem, a aby zde stánky bezpečně a rovně stály. Pohodlnost chůze je také nutná zohlednit. Nejčastěji používané betonové zatravněvací dlaždice (Obrázek 34) jsou tedy v tomto případě naprosto nevhodné. Nejlepším řešením se jeví varianta plochých čtvercových dlaždic se zatravněnými spárami. Tramvajové pásy

mohou být zatravněné v celé šíři i pouze částečně. Obrázek 65 zobrazuje velmi podobnou situaci jako řešené území s realizací plného zatravnění.



Obrázek 65: Zatravněvací dlažba



Obrázek 66: Zatravněné tramvajové pásy, Brest, Francie

K zastínění prostoru lze kromě vegetace využít membránové plachty. Ty se vyrábějí v různých tvarech, barvách a s různými konstrukcemi. V závislosti na zavěšení na kovových konstrukcích mohou být více či méně variabilní. V případě potřeby je možné tyto plachty sundat. Kromě stínu poskytují ochranu před deštěm a sněhem. Lze využít i různých světelných efektů. Z membránové konstrukce lze realizovat i tramvajová zastávka. Pokud by se využilo světlých barev membrán, odrážely by navíc sluneční záření. V tomto konkrétním případě by bylo nejlepší zvolit jednoduché stožáry, na které se membrány upevňují, v případě, že budou membrány sundány, stožáry zabírají minimální prostor.



Obrázek 67: Možnost realizace membránového zastínění zastávek MHD ve variantě 1, park Lannova v Praze



Obrázek 68: Membrány zastíňující místo pro posezení



Opatření lze podpořit vodními prvky. Nejvhodnější pro řešené území může být fontána vystřikující vodní proud rovnou z chodníku. V případě potřeby je možné fontánu kdykoliv vypnout a plochu využít jinak. Voda přirozeně vyvolává pocit ochlazení. Díky vypařování navíc přispěje ke snížení okolní teploty. Tento typ fontány lze umístit v jakékoliv velikosti téměř kdekoli. Umístění trysek je libovolné. Další možností je například průtočný kanálek, který může sloužit zároveň jako příležitostné brouzdaliště. Je zde také možnost spojení více vodních prvků tímto kanálkem a vytvořit společnou soustavu. To umožňuje, vzhledem k prostoru, varianta 3.



Obrázek 69: Chodníková fontána, Trnava, Slovensko



Obrázek 70: Vodní kanál, Poděbrady

Zelené fasády na budovách lze realizovat v mnoha variantách. Například v případě vertikální zahrady na balkónech, lze využít širokých květináčů s vegetací přímo na balkónech, nebo lze květiny zavěsit v menších nádobách. Aplikace substrátu přímo na zábradlí v tomto případě není vhodná. Pro fasádu budovy Zlatý Anděl lze využít podpůrnou konstrukci, na které by vegetace rostla.



Obrázek 71: Vertikální zahrada umístěná na balkónech



Obrázek 72: Vertikální zahrada na podpůrné konstrukci vhodná na fasádu budovy Zlatý Anděl



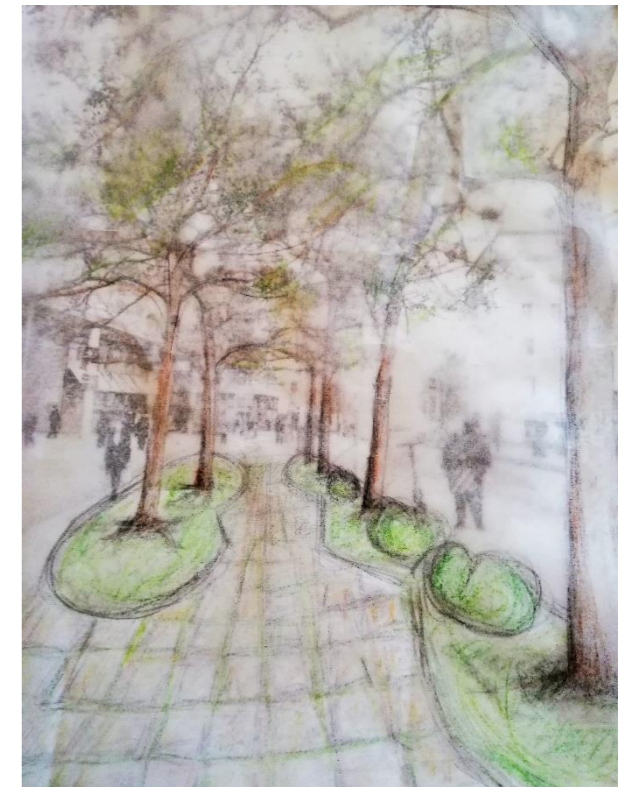
Obrázek 73: Budova komplexu Zlatý anděl vhodná pro realizaci zelené fasády



Obrázek 74: Zjednodušený zakres zelené fasády na budově Zlatý Anděl

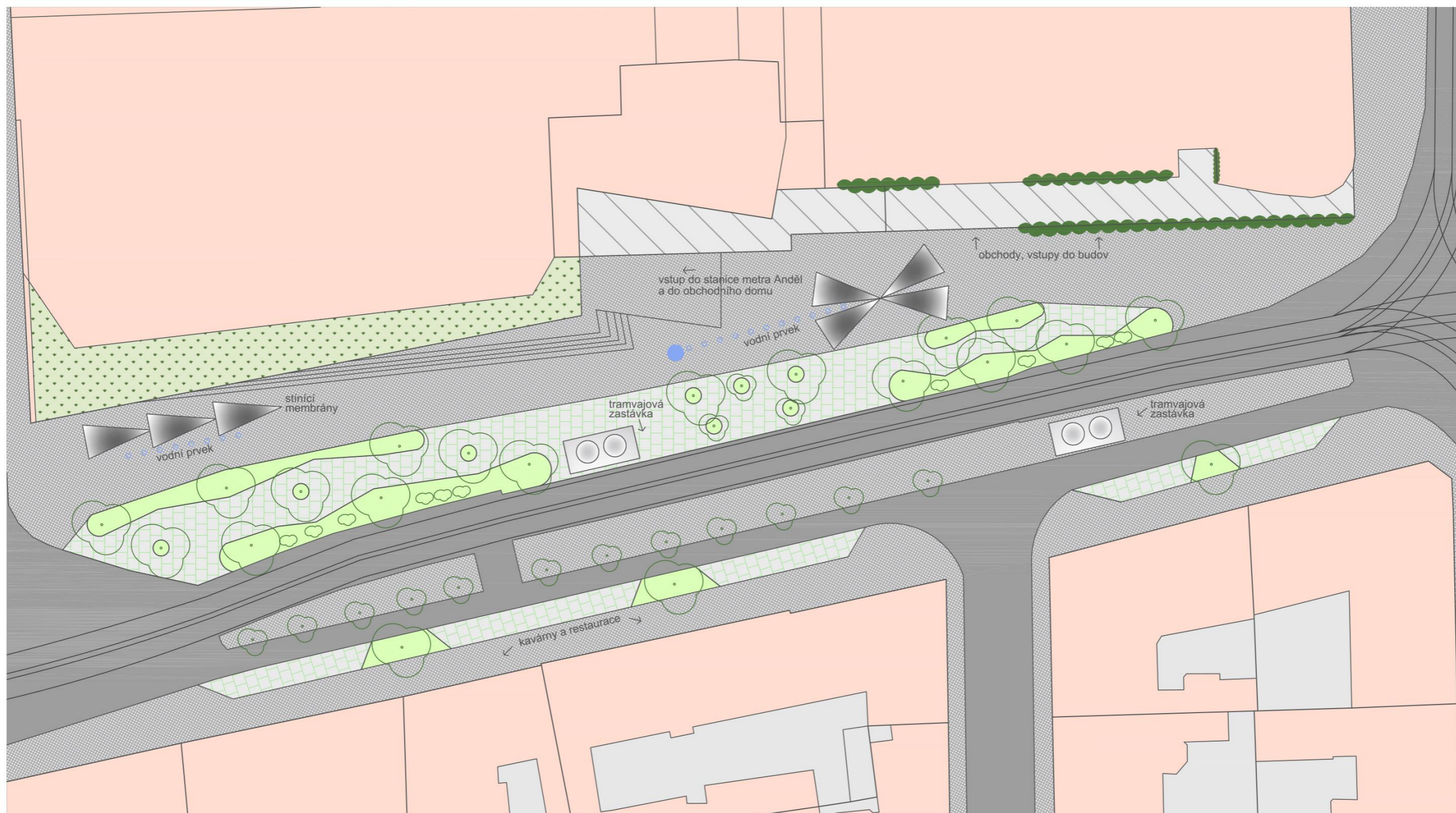


Obrázek 75: Pohled na stromy v severní části



Obrázek 76: Zjednodušený zakres zatravnění části prostranství

# Adaptace vybraných městských prostranství na změny klimatu

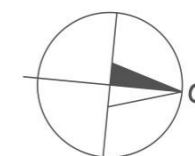


Legenda:

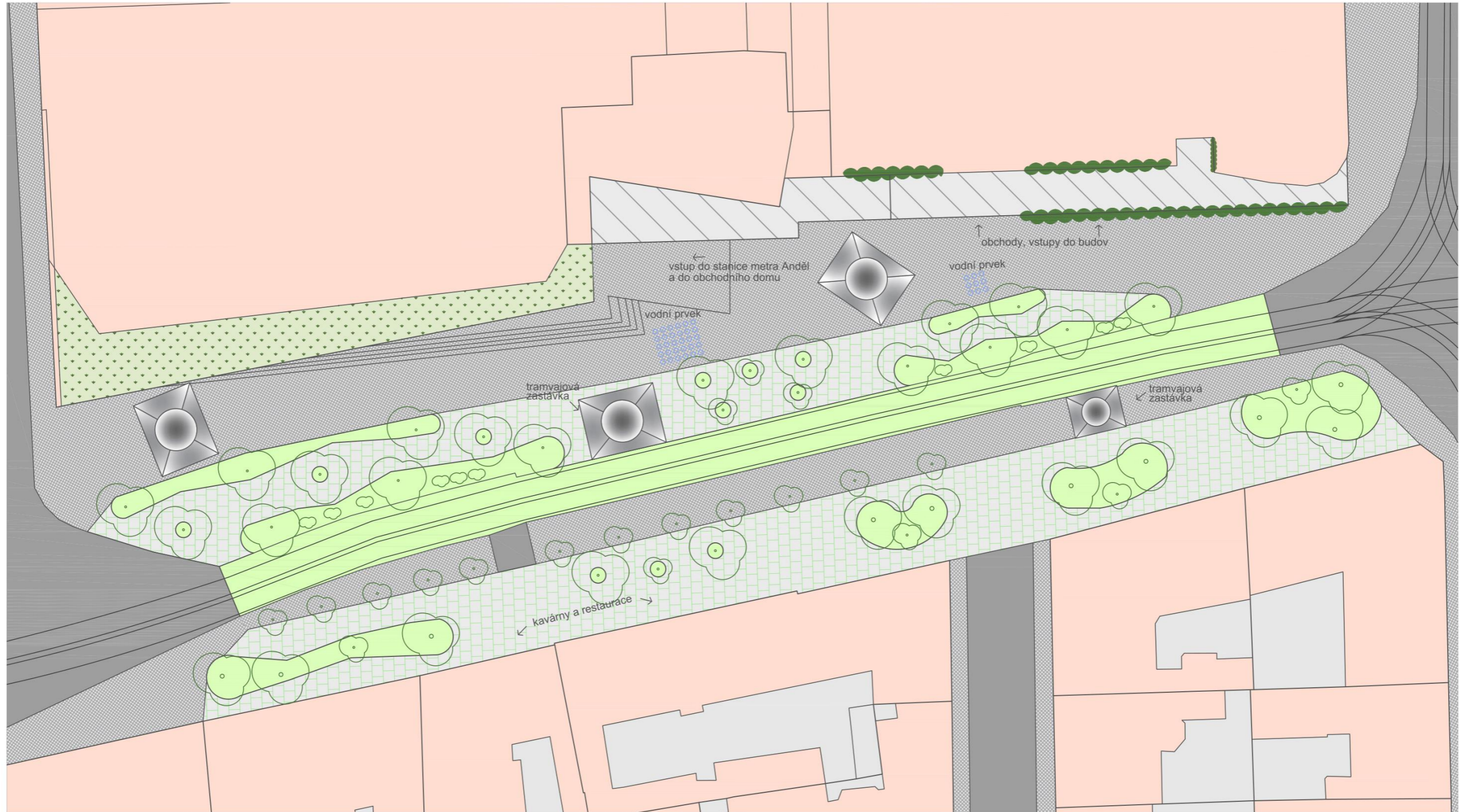
- budovy
- předsazené konstrukce, markýzy
- kamenná dlažba
- asfaltové a betonové komunikace
- zatravňovací dlažba (Obrázek 65)
- trávník

- keře, stromy
- vertikální zahrady, zelené fasády (Obrázek 71, 72)
- extenzivní zelená střecha
- stínící membrány (Obrázek 68)
- membránové tramvajové zastávky (Obrázek 67)
- soustava vodních prvků (Obrázek 69)

Lokalita: Praha 5 - Anděl  
Varianta 1



# Adaptace vybraných městských prostranství na změny klimatu



Legenda:

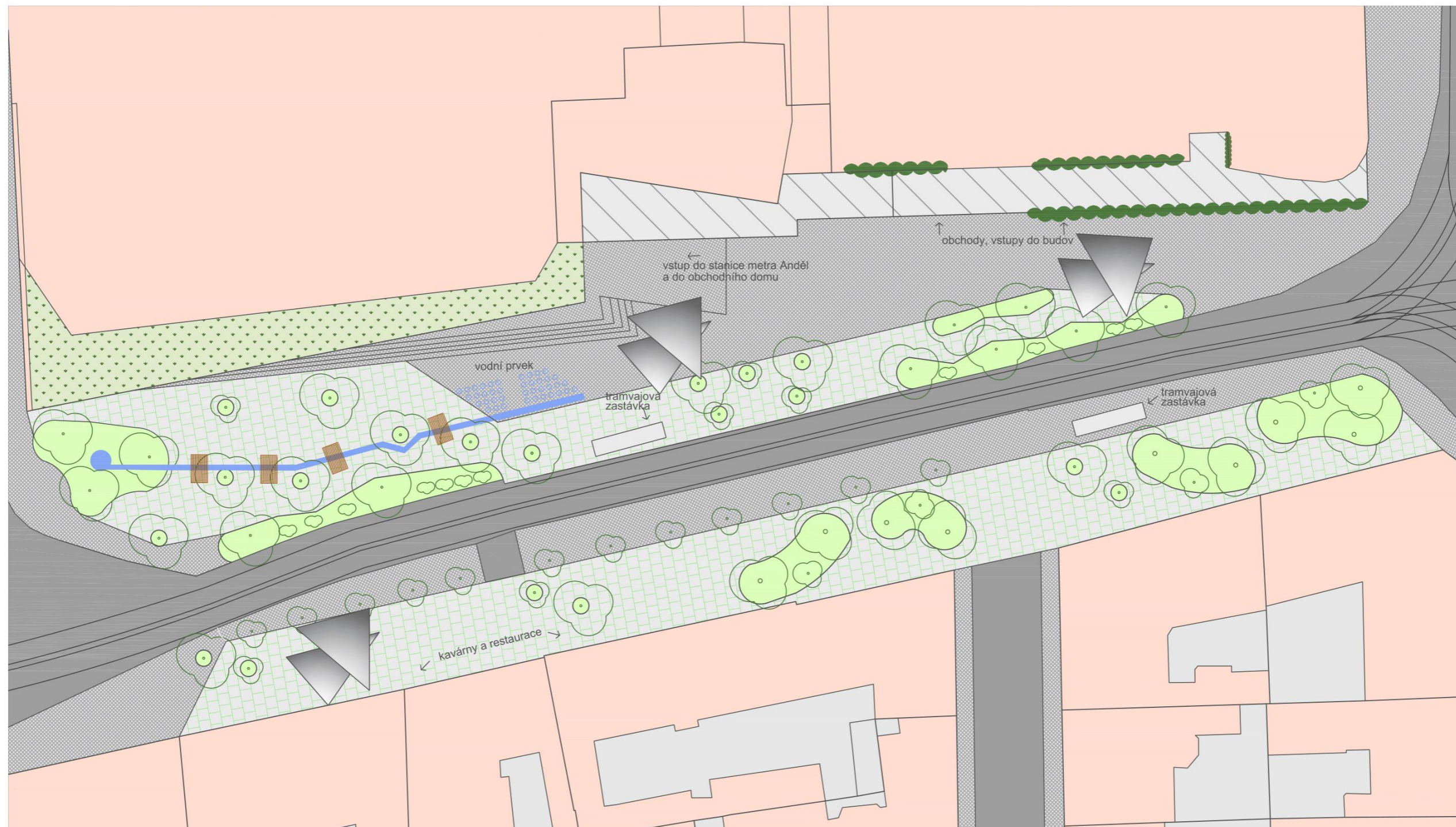
- budovy
- předsazené konstrukce, markýzy
- kamenná dlažba
- asfaltové a betonové komunikace
- zatravňovací dlažba (Obrázek 65)
- trávník (Obrázek 66)

- keře, stromy
- vertikální zahrady, zelené fasády (Obrázek 71, 72)
- extenzivní zelená střecha
- stínící membrány (Obrázek 67)
- soustava vodních prvků (Obrázek 69)







Lokalita: Praha 5 - Anděl  
Varianta 2









# Adaptace vybraných městských prostranství na změny klimatu

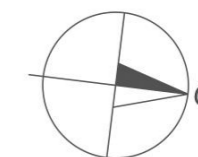


Legenda:

-  budovy
-  předsazené konstrukce, markýzy
-  kamenná dlažba
-  asfaltové a betonové komunikace
-  zatravnovací dlažba (Obrázek 65)
-  trávník

-  keře, stromy
-  vertikální zahrady, zelené fasády (Obrázek 71, 72)
-  extenzivní zelená střecha
-  stínící membrány (Obrázek 68)
-  soustava vodních prvků (Obrázek 69, 70)
-  dřevěný mostek umožňující přechod vodního kanálu

Lokalita: Praha 5 - Anděl  
Varianta 3



## 6 Diskuse

Mapa Indexu Urbánní Teplotní Zranitelnosti, ze které celá práce vychází, nám jasně stanovuje problémová místa. Zahrnutím dalších faktorů hodnocení bychom jistě našli i jiné lokality, které by se ukázaly jako problémové. Nicméně pro účely práce mapa naprosto stačí. Nejhuře hodnocené lokality v Praze 1, 2 a 5 jsou hustě zastavěny, doprava zabírá větší části prostoru. Navíc tyto lokality velmi často spadají do Památkové rezervace nebo zóny. Realizace opatření v těchto lokalitách by byla velmi složitá a často omezená na nejdrobnější zásahy. Území vybrané pro analýzu a návrh opatření, Anděl v Praze 5, leží v Památkové zóně, navíc ulici Nádražní v řešeném místě křížuje podzemní dráha linky B pražského metra, jehož ochranné pásmo zabírá celé prostranství.

Varianta 1 nezasahuje do stávající dopravní sítě, a proto se zdá být nejrealističtější proveditelná. Výsadba stromů a položení zatravnovacích dlaždic neovlivní okolní stavby ani metro. Ve variantě 2 a 3 by bylo nutné najít vyhovující dopravní řešení nahrazující průjezd a parkovací stání v uzavřené ulici Nádražní, hlavně vjezd do jednosměrné ulice Na Bělidle průjezdné z tohoto směru. I když by varianta 2 a 3 byla složitější pro realizaci, v konečném výsledku přináší více prostoru pro hojně se vyskytující chodce, a zlepšují prostředí pro venkovní posezení přilehlých restaurací a kaváren. Místo pro stánky v případě konání trhů, či jiných akcí, není omezen v žádné z variant, naopak v případě 2. a 3. varianty je prostor značně rozšířen pro tyto příležitosti.

Stínící prvky, navržené ve všech variantách, díky své variabilitě mohou prostoru jen pomoci bez zabránění prostoru a ovlivnění chodu prostranství. Stejně tak zatravnovací dlažba nebo třeba zatravněný tramvajový pás. V případě vodních prvků je možné, že by nastal problém při realizaci způsobený nedostatkem prostoru pod úrovní terénu, kam by se muselo umístit čerpadlo, filtrační nádrž a jiné technické záležitosti potřebné pro fungování fontány.

Při realizaci zelené střechy či zelených fasád by bylo nutné zjistit možnosti daných budov. Balkóny nižší budovy komplexu Zlatý Anděl bezpochyby unesou několik květináčů a jiných nádob se zeminou a vegetací. U boční fasády byla pro jistotu navržena zeleň, která se pne po podpůrné konstrukci. V případě realizace by bylo nutné zajistit ukotvení konstrukce ke stávající budově. Nutná by byla i další péče o vegetaci. Důležitý je i samotný výběr druhů rostlin, který v této práci není zohledněn. V případě extenzivní zelené střechy je výběr vegetace omezen na lišejníky, mechy a traviny, zelená fasáda by byla ideálně tvořena některým z druhů popínavých rostlin. Stromy by měly být odolné, ideálně bez plodů, které by znečišťovaly povrchy, nebo lákaly bodavý hmyz. Prostor by příjemně doplnily například Sakury.

Jak je již zmíněno v předchozích kapitolách, jedná se o relativně nové veřejné prostranství a mnohým by možná přišlo zbytečné předělávat prostor, který není poničený a plní svou funkci. Dopady klimatické změny jsou stále více patrné, a proto je nutné podobné významné dopravní a sociální uzly chránit. Prostranství by si jistě zasloužilo alespoň minimální úpravu pro přizpůsobení se změně klimatu.

## 7 Závěr

Při pohledu na letecký snímek Prahy, na první pohled kromě známého tvaru řeky Vltavy a velkých dopravních staveb, pozorujeme spoustu zeleně, ať už se jedná o větší parky, stromořadí, náměstí, nebo o pár stromů ve vnitroblocích. I podle mapy Indexu Urbánní Teplotní Zranitelnosti je většina města v modrých (nezranitelných) barvách. I přesto se zde nacházejí místa, která jsou ohrožená a zranitelná. Probíhající klimatická změna negativně ovlivňuje prostředí, ve kterém žijeme. A protože ve městech žije skoro polovina lidské populace, je nutné je chránit a přizpůsobovat tak, aby i nadále mohla poskytovat bezpečný domov tolika lidem. Cílem práce bylo vysvětlení základních souvislostí a vyhodnocení největších problémů, které způsobuje klimatická změna v urbanizovaných územích. Jako největší ohrožení v podmínkách České republiky se ukázalo riziko vzniku tepelných ostrovů. Ty snižují kvalitu života ve městech a je proto nutné jim bránit, nebo je alespoň snižovat.

Mimo jiné bylo cílem práce vytipovat nejhroženější lokality na území hlavního města Prahy a vybrat z nich jednu, pro kterou bude vypracována analýza území a námětová studie aplikace opatření snižujících dopady klimatické změny. V rámci práce byla opatření aplikována na lokalitu u stanice metra B Anděl na Smíchově v Praze 5. Nakonec byly vytvořeny 3 varianty využívající různá adaptační opatření, která jsou zároveň obecně popsána v teoretické části této práce. Všechny cíle by tak měly být splněny.

Největší údiv vyvolává skutečnost, že prostranství před komplexem budov Zlatý Anděl a vstupem do stanice metra Anděl vzniklo společně se Zlatým Andělem před 20 lety, a nebylo aplikováno jediné opatření snižující negativní vlivy klimatických změn. Přitom architekti a urbanisté se touto tematikou zabývají delší dobu, a například většina zahraničních projektů, na které jsem při tvorbě práce narazila byly vyprojektovány i před více než 20 lety, i když byly realizovány nebo dokončeny později. První náměty například na projekt ekologické čtvrti SolarCity v Rakouském Linci, stejně jako celosvětové úmluvy a mezivládní panely o klimatu se objevily již v 90. letech 20. století. I přes to dnes vznikají nová prostranství, která klimatickou změnu nereflktují, nebo jen velmi málo.

Je nutné přizpůsobit se, což nás může nutit ke změně některých návyků nebo k využívání jiných dopravních prostředků, ale jsou to změny, které musíme podstoupit pro udržení kvality života v kvalitním prostředí.

## Zdroje

### Literatura:

- METELKA, Ladislav a Radim TOLASZ, 2009, *Klimatické změny: fakta bez mýtů*, Praha: Univerzita Karlova v Praze, ISBN 978-80-87076-13-2, dostupné online z: <https://www.czp.cuni.cz/czp/index.php/cz/publikace/1186-klimaticke-zmeny-fakta-bez-mytu-2009>
- KABELKOVÁ, Ivana a kol., 2009, *Vliv člověka na koloběh vody*, Praha: ČVUT v Praze, dostupné online z: <https://docplayer.cz/184407606-Vliv-cloveka-na-kolobeh-vody.html>
- *Metodika vsakování srážkových vod*, 2019, Ministerstvo pro místní rozvoj, Odbor stavebního řádu, Praha, dostupné online z: <https://mmr.cz/cs/ministerstvo/stavebni-pravo/stanoviska-a-metodiky/uzemni-rozhodovani-a-stavebni-rad/vsakovani-srazkovych-vod>
- CÍLEK, Václav, 1995, Milankovičovy cykly, *Vesmír*, 74, 488, 1995/9, ISSN 1214-4029, dostupné online z: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/1995/cislo-9/milankovicovy-cykly.html>
- STRUHA a kol., 2017, SDG 13: Přístupy monitoringu vybraných veřejných prostorů s potenciálem rizika vzniku tepelných ostrovů, In: *Regionální rozvoj*, Praha, Hradec Králové, 2017/02, dostupné online z: <http://www.regionálnírozvoj.eu/201702/pristupy-v-monitoringu-vybranych-verejnych-prostoru-s-potencialem-rizika-vzniku-tepelnych>
- HNYKOVÁ, Šárka, 2021, *Veřejná prostranství – adaptace na klimatickou změnu*, diplomová práce, Praha: ČVUT v Praze
- POKORNÝ a kol., 2018, Význam zeleně pro klima města a možnost využití termálních dat v městském prostředí, *Urbanismus a územní rozvoj XXI – 1/2018*, Praha, dostupné online z: <http://www.uur.cz/images/5-publikacni-cinnost-a-knihovna/casopis/2018/2018-01/04-vyznam-zelene.pdf>
- PONDĚLÍČEK, Michael, 2015, Město a jeho role při adaptaci na dopady změny klimatu, In: *Člověk, stavba a územní plánování 8*, Praha: ČVUT v Praze, ISBN 978-80-01-05655-4. ISSN 2336-7687
- PONDĚLÍČEK, Michael, Vladislav BÍZEK, Adam EMMER a kol., 2016, *Adaptace na změny klimatu*, Hradec Králové: Civitas per populi, ISBN 978-80-87756-09-6
- PONDĚLÍČEK, Michael, 2014, Zeleně měst a její úloha ve světle klimatické změny, In: *Regionální rozvoj*, 2014/02, dostupné online z: <http://www.regionálnírozvoj.eu/201402/zelen-mest-jeji-uloha-ve-svetle-klimaticke-zmeny>
- PONDĚLÍČEK, Michael, 2019, Současná degradace vlivu zeleně v centru měst, In: *Člověk, stavba a územní plánování 12*, Praha: ČVUT v Praze, ISSN 2336-7687, ISBN 978-80-01-06634-8
- *Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích ČR*, 2015, Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha, Brno, dostupné z: [Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR | Voda v krajině \(vodavkrajine.cz\)](http://www.mzp.cz/cz/adaptace_na_zmenu_klimatu)
- *Adaptační strategie ČR*, 2015, Ministerstvo životního prostředí ČR, dostupné online z: [https://www.mzp.cz/cz/adaptace\\_na\\_zmenu\\_klimatu](https://www.mzp.cz/cz/adaptace_na_zmenu_klimatu)

- *Strategie adaptace hl. m. Prahy na klimatickou změnu*, 2017, dostupné z: <https://www.iprpraha.cz/adaptacnistrategie>
- TENCAR, Jiří a kol., 2020, *Hodnocení územní tepelné zranitelnosti zastávek hromadné dopravy*, IPR, Praha, dostupné online z: <https://adaptacepraha.cz/mapa-zranitelnosti-zastavek/>

### Internetové zdroje:

- Změna klimatu, *Český hydrometeorologický úřad*, [online], ČHMÚ, [cit. 27. 3. 2021], dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/zmena-klimatu/zakladni-informace#>
- URL 1 – Malá doba ledová, *Wikipedie otevřená encyklopedie*, [online], [cit. 27. 3. 2021], dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Mal%C3%A1\\_doba\\_ledov%C3%A1](https://cs.wikipedia.org/wiki/Mal%C3%A1_doba_ledov%C3%A1)
- URL 2 – Příčiny změn klimatu, *Evropská komise*, [online], Evropská Unie, [cit. 27. 3. 2021], dostupné z: [https://ec.europa.eu/clima/change/causes\\_cs](https://ec.europa.eu/clima/change/causes_cs)
- URL 3 – Důsledky změny klimatu, *Evropská komise*, [online], Evropská Unie, [cit. 2. 4. 2021], dostupné z: [https://ec.europa.eu/clima/change/consequences\\_cs](https://ec.europa.eu/clima/change/consequences_cs)
- URL 4 – DOHNAL, Radomír, Městské tepelné ostrovy? Globální problém s lokálním řešením, *Ekolist.cz*, [online], Praha, 21. 7. 2017, [cit. 6. 4. 2021], dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/mestske-tepelne-ostrovy-globalni-problem-s-lokalnim-resenim>
- URL 5 – Adaptační strategie: co jsou adaptace na změnu klimatu, [online], [cit. 7. 4. 2021], dostupné z: <http://www.regio-adaptace.cz/cs/adaptacni-strategie/11.co-jsou-adaptace-na-zmeny-klimatu/>
- URL 6 - Města, *Klimatická Změna.cz*, [online], [cit. 7. 4. 2021], dostupné z: <https://www.klimatickazmena.cz/cs/adaptace/mesta/>
- URL 7 - Revitalizace Rokytky a Hostivického potoka, [online], SINDLAR Group, [cit. 7. 4. 2021], dostupné z: <http://sindlar.cz/praha-revitalizace-rokytky-a-hostavickeho-potoka/>
- URL 8 – Obnova a revitalizace pražských nádrží, *Pražská příroda*, [online], Praha, [cit. 7. 4. 2021], dostupné z: <http://www.praha-priroda.cz/vodni-plochy-a-potoky/prazske-rybniky-a-nadrze/revitalizace-prazskych-nadrzi/obnova-a-revitalizace-prazskych-nadrzi/>
- URL 9 – Obnova a revitalizace pražských nádrží, *Portál životního prostředí hlavního města Prahy*, [online], 16. 12. 2005, [cit. 7. 4. 2021], dostupné z: [http://portalzp.praha.eu/jnp/cz/voda/vodni\\_toky\\_vodni\\_dila\\_a\\_vodotece/archiv\\_clanku/obnova\\_a\\_a\\_revitalizace\\_prazskych\\_nadrzi.xhtml](http://portalzp.praha.eu/jnp/cz/voda/vodni_toky_vodni_dila_a_vodotece/archiv_clanku/obnova_a_a_revitalizace_prazskych_nadrzi.xhtml)
- URL 10 – Zahájili jsem revitalizaci Rokytky v Kyjích, *Pražská příroda*, [online], Praha, 15. 6. 2020, [cit. 7. 4. 2021], dostupné z: <http://www.praha-priroda.cz/aktuality/?id=146>,
- URL 11 - Aloisov, *Pražská příroda*, [online], [cit. 7. 4. 2021], dostupné z: <http://www.praha-priroda.cz/vodni-plochy-a-potoky/vodni-plochy-dle-katastru/cerny-most/aloisov/>

- URL 12 – Jaký je rozdíl mezi extenzivní a intenzivní zelenou střechou, *ECOSDUMPACK*, [online], 28. 11. 2020, [cit. 8. 4. 2021], dostupné z: <https://www.ecosedum.cz/ecosedum-pack/jaky-je-rozdil-mezi-extenzivni-a-intenzivni-zelenou-strechou/>
- URL 13 – Main Point Pankrác, *Zelená střecha*, [online], 2019, Brno, [cit. 8. 4. 2021], dostupné z: <https://www.zelenastrecharoku.cz/cs/menu/predchozi-rocniky/2019/main-point-pankrac/#prettyPhoto>
- URL 14 – BRANDEJSKÝ, Petr, První živá hala na světě LIKO-Vo, *TZB info*, [online], 26. 6. 2019, [cit. 8. 4. 2021], dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/architektura-staveb/19231-prvni-ziva-hala-na-svete-liko-vo>
- URL 15 – Singapur, *Aktuálně.cz*, [online], 7. 7. 2014, [cit. 11. 4. 2021], dostupné z: <https://www.aktualne.cz/wiki/geografie/staty-a-mesta/singapur/r~643fd866068111e4b5820025900fea04/>
- URL 16 – Singapore water story, *Singapore's national water agency, PUB*, [online], [cit. 11. 4. 2021], dostupné z: <https://www.pub.gov.sg/watersupply/singaporewaterstory>
- URL 17 – Medellín shows how nature-based solutions can keep people and planet cool, *UN environmental programme*, [online], 17. 7. 2019, [cit. 11. 4. 2021], dostupné z: <https://www.unep.org/news-and-stories/story/medellin-shows-how-nature-based-solutions-can-keep-people-and-planet-cool>
- URL 18 – Hammarby Sjöstad, Stockholm, Sweden, *Urban green-blue grids*, [online], [cit. 11. 4. 2021], dostupné z: <https://www.urbangreenbluegrids.com/projects/hammarby-sjostad-stockholm-sweden/>
- URL 19 – *Rámcová úmluva OSN o změně klimatu*, Ministerstvo životního prostředí, [online], [cit. 16. 4. 2021], dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/ramcova\\_umluva\\_osn\\_zmena\\_klimatu](https://www.mzp.cz/cz/ramcova_umluva_osn_zmena_klimatu)
- URL 20 – *Kjótský protokol*, Ministerstvo životního prostředí, [online], [cit. 16. 4. 2021], dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/kjotsky\\_protokol](https://www.mzp.cz/cz/kjotsky_protokol)
- URL 21 – *Pařížská dohoda*, Ministerstvo životního prostředí, [online], [cit. 16. 4. 2021], dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/parizska\\_dohoda](https://www.mzp.cz/cz/parizska_dohoda)
- URL 22 – *Adaptační strategie EU*, Ministerstvo životního prostředí, [online], [cit. 16. 4. 2021], dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/adaptacni\\_strategie\\_eu](https://www.mzp.cz/cz/adaptacni_strategie_eu)
- URL 23 – Zlatý Anděl, *StavbaWEB*, [online], Irena Fialová, 18. 4. 2008, [cit. 29. 4. 2021], dostupné z: <https://www.stavbaweb.cz/zlaty-andl-3010/clanek.html>
- UHI – Urban heat islands UHI effect, *UHIs*, [online], 1. 10. 2019, [cit. 6. 4. 2021], dostupné z: <https://www.urbanheatislands.com/>
- LUPTÁKOVÁ, Věra a RICHTEROVÁ Klauďie, Ve městech se v létě tvoří ‚tepelné ostrovy‘. Člověk na těchto místech nevydrží ani stát, říká odborník, *iROZHLAS*, [online], 29. 7. 2018, Praha, [cit. 6. 4. 2021], dostupné z: [https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/tepelne-ostrovy-pocasi-letu-tropicke-teploty\\_1807291247\\_bej](https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/tepelne-ostrovy-pocasi-letu-tropicke-teploty_1807291247_bej)
- How we created a city in a garden, *Gardens by the Bay*, [online], [cit. 11. 4. 2021], <https://www.gardensbythebay.com.sg/en/the-gardens/our-story/history-and-development.html>
- *Zákon č. 183/2006 Sb. O územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)*, Zákon pro lidi, [online], [cit. 16. 4. 2021], dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-183>
- Strategie adaptace hl. m. Prahy na klimatickou změnu, *IPR Praha*, [online], [cit. 16. 4. 2021], dostupné z: <https://www.iprpraha.cz/adaptacni-strategie>
- *Strategie adaptace hl. m. Prahy na klimatickou změnu*, Strategie adaptace hl. m. Prahy na změnu klimatu, [online], [cit. 16. 4. 2021], dostupné z: <https://adaptacepraha.cz/>
- *Implementační plán*, Strategie adaptace hl. m. Prahy na změnu klimatu, [online], [cit. 16. 4. 2021], dostupné z: <https://adaptacepraha.cz/implementacni-plan-2020-2024/>
- Více o územním plánování v Praze, *IPR Praha*, [cit. 18. 4. 2021], dostupné z: <https://www.iprpraha.cz/clanek/82/vice-o-uzemnim-planovani-v-praze>
- Ortofoto České republiky – úvod, *ČÚZK [online]*, 27. 6. 2017, [cit. 18. 4. 2021], dostupné z: [https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(1piskqn3qedwmdi4aqcck5en\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&text=ortofoto\\_info&side=ortofoto](https://geoportal.cuzk.cz/(S(1piskqn3qedwmdi4aqcck5en))/Default.aspx?mode=TextMeta&text=ortofoto_info&side=ortofoto)
- Územní plán sídelního útvaru hlavního města Prahy, *Praha.eu portál hlavního města Prahy*, [online], [cit. 18. 4. 2021], dostupné z: [https://www.praha.eu/jnp/cz/o\\_meste/magistrat/odbory/odbor\\_uzemniho\\_rozvoje/uzemni\\_planovani/uzemni\\_plan/index.html](https://www.praha.eu/jnp/cz/o_meste/magistrat/odbory/odbor_uzemniho_rozvoje/uzemni_planovani/uzemni_plan/index.html)
- Zásady územního rozvoje hlavního města Prahy, *Praha.eu portál hlavního města Prahy*, [online], [cit. 18. 4. 2021], dostupné z: [https://www.praha.eu/jnp/cz/o\\_meste/magistrat/odbory/odbor\\_uzemniho\\_rozvoje/uzemni\\_planovani/zasady\\_uzemniho\\_rozvoje\\_hmp/index.html](https://www.praha.eu/jnp/cz/o_meste/magistrat/odbory/odbor_uzemniho_rozvoje/uzemni_planovani/zasady_uzemniho_rozvoje_hmp/index.html)

#### Zdroje obrázků:

- Obrázek 1: Historické rekonstrukce teplot, *Wikipedia commons, 2000 Year Temperature Comparison*, [online], [cit. 27. 3. 2021], dostupné z: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=31047961>
- Obrázek 2: Schéma skleníkového efektu, *METELKA*, Ladislav a Radim TOLASZ, 2009, *Klimatické změny: fakta bez mýtů*, Praha: Univerzita Karlova v Praze, ISBN 978-80-87076-13-2, [cit. 27. 3. 2021], dostupné online z: <https://www.czp.cuni.cz/czp/index.php/cz/publikace/1186-klimaticke-zmeny-fakta-bez-mytu-2009>
- Obrázek 3, 4, a 5: Retence vody ve městě, *KABELKOVÁ*, Ivana a kol., 2009, *Vliv člověka na koloběh vody*, Praha: ČVUT v Praze, [cit. 27. 3. 2021], dostupné online z: <https://docplayer.cz/184407606-Vliv-cloveka-na-kolobeh-vody.html>
- Obrázek 6 : Teplotní rozdíl mezi urbanizovaným územím a prostředím přirozeného charakteru, *UHIs, Urban heat islands UHI effect*, [online], 1. 10. 2019, [cit. 6. 4. 2021], dostupné z: <https://www.urbanheatislands.com/>

- Obrázek 7: Zeleň na náměstí Jiřího z Poděbrad, *HRUBEŠ, Ondřej Matěj, Velká úprava náměstí Jiřího z Poděbrad bude zřejmě v roce 2021, Náš region*, [online], 20. 9. 2019, [cit. 7. 4. 2021], dostupné z: <https://nasregion.cz/praha/velka-uprava-namesti-jiriho-z-podebrad-bude-zrejme-v-roce-2021/>
- Obrázek 8: Oboustranné stromořadí v Italské ulici v Praze, *Portál životního prostředí hlavního města Prahy*, [online], 23. 2. 2014, [cit. 7. 4. 2021], dostupné z: [http://portalzp.praha.eu/jnp/cz/priroda\\_krajina\\_a\\_zelen/stromoradi/index.xhtml](http://portalzp.praha.eu/jnp/cz/priroda_krajina_a_zelen/stromoradi/index.xhtml)
- Obrázek 9: Veřejná zeleň v Kampusu Dejvice, *Mediasource CTU*, [online], 26. 4. 2018, [cit. 7. 4. 2021], dostupné z: <https://media.cvut.cz/en/photo/20180426-flowering-sakuras-in-dejvice-campus>
- Obrázek 10: Parkoviště zastíněné vzrostlými stromy (Francie), *FLÓRA, Květinové cestování po Francii*, [online], [cit. 8. 4. 2021], dostupné z: <https://www.floranazahrade.cz/kvetinove-cestovani-po-francii/>
- Obrázek 11 a 12: Revitalizace údolí Rokytky před a po, *Revitalizace Rokytky a Hostivického potoka*, [online], SINDLAR Group, [cit. 7. 4. 2021], dostupné z: <http://sindlar.cz/praha-revitalizace-rokytky-a-hostavickeho-potoka/>
- Obrázek 13 a 14: Revitalizace koryta Rokytky pod Čihadly, *Pražská příroda, Zahájili jsme revitalizaci Rokytky v Kyjích*, [online], 15. 6. 2020, [cit. 7. 4. 2021], dostupné z: <http://www.praha-priroda.cz/aktuality/?id=146>
- Obrázek 15 a 16 : Obora hvězda – před a po obnově rybníka, *Pražská příroda, Ve Hvězdě*, [online], [cit. 7. 4. 2021], dostupné z: <http://www.praha-priroda.cz/vodni-plochy-a-potoky/vodni-plochy-dle-katastru/liboc/ve-hvezde/>
- Obrázek 17 a 18: Revitalizace rybníka Aloisov, *Pražská příroda, Aloisov*, [online], [cit. 7. 4. 2021], dostupné z: <http://www.praha-priroda.cz/vodni-plochy-a-potoky/vodni-plochy-dle-katastru/cerny-most/aloisov/>
- Obrázek 19: Extenzivní zelená střecha, *LikoS haly, Zelená střecha*, [online], [cit. 8. 4. 2021], dostupné z: <https://www.liko-haly.cz/cs/zelená-strecha>
- Obrázek 20: Šikmá extenzivní zelená střecha, *Plzen.cz, Zelenou střechu na svých pavilonech plánuje další plzeňská škola*, [online], 22. 11. 2019, [cit. 8. 4. 2021], dostupné z: <https://www.plzen.cz/zelenou-strechu-na-svych-pavilonech-planuje-dalsi-plzenska-skola/>
- Obrázek 21 a 22: Zelená střecha budovy Main Pont a detail, *Zelená střecha roku, Main Point Pankrác*, [online], 2019, [cit. 8. 4. 2021], dostupné z: <https://www.zelenastrecharoku.cz/cs/menu/predchozi-rocniky/2019/main-point-pankrac/#prettyPhoto>
- Obrázek 23: Minimalistická vertikální zahrada na Národní třídě v Praze, *ASB, Architekt v měnícím se klimatu*, [online], 9. 10. 2019, [cit. 8. 4. 2021], dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/aktualne/nazory-a-rozhovory/architekt-v-menicim-se-klimatu/attachment/zelená-fasada-zdobi-i-drn-na-narodni-tride>
- Obrázek 24: Rozmanitá zelená fasáda (Francie), *Zahrady Green Walls, Zelené fasády*, [online], [cit. 8. 4. 2021], dostupné z: [https://www.zgw.cz/sluzby/zelené-fasady/?gclid=CjwKCAjwO7qDBhBxEiwA6pPbHvThw6NXHifi1LJOpD4YgtP31eWhVYoeE3v2fuSwne5vdQ9wBd\\_KkRoC3c8QAvD\\_BwE](https://www.zgw.cz/sluzby/zelené-fasady/?gclid=CjwKCAjwO7qDBhBxEiwA6pPbHvThw6NXHifi1LJOpD4YgtP31eWhVYoeE3v2fuSwne5vdQ9wBd_KkRoC3c8QAvD_BwE)
- Obrázek 25: Zelená fasáda na podpůrné konstrukci, *CarlStahl, Ozelenění fasád greencable – originální řešení pro váš dům*, [online], [cit. 8. 4. 2021], dostupné z: <https://www.carlstahl-architektura.cz/ozeleneni-fasad-greencable.htm>
- Obrázek 26 a 27: Živá výrobní hala LIKO-Vo, Zelená stěna, *TZBinfo, První živá hala na světě – LIKO-Vo*, [online], BRANDEJSKÝ, Petr, 26. 6. 2019, [cit. 8. 4. 2021], dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/architektura-staveb/19231-prvni-ziva-hala-na-svete-liko-vo>
- Obrázek 28: Elegantní skládatelné membránové slunečníky, Medina, Saudská Arábie, AL NABAWI, Masjid, *Umbrellas, Flicker*, [online], [cit. 29. 4. 2021], dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/irfph/16772309842>
- Obrázek 29: Stínění vegetací, Japonsko, *WLA, Futako Tamagawa Rise, 20 hectare urban regeneration project in Tokyo*, [online], Damian Holmes, 14. 12. 2015, [cit. 29. 4. 2021], dostupné z: <https://worldlandscapearchitect.com/conran-and-partners-completes-20-hectare-urban-regeneration-project/>
- Obrázek 30: Membránová stínidla, *TSP*, [online], [cit. 29. 4. 2021], dostupné z: <http://tensileshadeproducts.com/gallery.php>
- Obrázek 31: Fontána Václavské náměstí Lovosice, *fontaky-kasny.eu, Fontána Václavské náměstí Lovosice*, [online], [cit. 29. 4. 2021], dostupné z: [http://www.fontany-kasny.eu/reference/fontana-vaclavske-namesti-lovosice?category\\_id=11](http://www.fontany-kasny.eu/reference/fontana-vaclavske-namesti-lovosice?category_id=11)
- Obrázek 32: Snížený obrubník pro umožnění vsaku dešťových vod, *Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích ČR*, [online] 2015, Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha, Brno, [cit. 8. 4. 2021], dostupné z: [Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR | Voda v krajině \(vodavkrajine.cz\)](http://www.vodavkrajine.cz)
- Obrázek 33: Vsakovací průleh napojený na retenční nádrž zakomponovaný do parkové úpravy, *Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích ČR*, [online] 2015, Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha, Brno, [cit. 8. 4. 2021], dostupné z: [Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR | Voda v krajině \(vodavkrajine.cz\)](http://www.vodavkrajine.cz)
- Obrázek 34: Zatravnovací dlažba betonová, *Dům&zahrada.cz, Zatravnovací dlažba plastová versus betonová*, [online], [cit. 8. 4. 2021], dostupné z: <https://www.dumazahrada.cz/stavba-rekonstrukce/stavba/24431-zatravnovaci-dlazba-plastova-versus-betonova/>
- Obrázek 35: Realizace zatravnovací dlažby na parkovišti, *Ecoraster, Podpora dotace*, [online], [cit. 8. 4. 2021], dostupné z: <https://www.ecoraster.cz/dotace/>
- Obrázek 36 a 37: Drenážní beton a jeho realizace, *TZBinfo, Drenážní beton pomáhá zadržovat srážky v urbanizovaném prostředí*, [online] STAVARČÍK, Radek, 21. 5. 2018, [cit. 8. 4. 2021],



dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/beton-malty-omitky/17391-drenazni-beton-pomaha-zadrzovat-srazky-v-urbanizovanem-prostredi>

- Obrázek 38: Zahrady u zálivu – vodní prvky a vertikální zahrady, *The next crossing, Experience Singapore*, [online], [cit. 11. 4. 2021], dostupné z: Experience Singapore - Photo Gallery | The Next Crossing
- Obrázek 39: Zahrady u zálivu – Singapur, *Agoda, Gardens by the Bay: Map to Tickets, Opening hours & Night shows*, [online], 30. 7. 2019, [cit. 11. 4. 2021], dostupné z: <https://www.agoda.com/travel-guides/singapore/gardens-by-the-bay-map-to-tickets-opening-hours-nightly-shows?cid=1844104>
- Obrázek 40: Zahrada v okrajové čtvrti (Medellín), *C40 Knowledge, Heat Resilient Cities: Measuring benefits of urban heat adaptation*, [online], 3/2021, [cit. 11. 4. 2021], dostupné z: [https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Heat-Resilient-Cities-Measuring-benefits-of-urban-heat-adaptation?language=en\\_US](https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Heat-Resilient-Cities-Measuring-benefits-of-urban-heat-adaptation?language=en_US)
- Obrázek 41: Vegetační koridor (Medellín), *ACI Medellín, Medellín is awarded by the Ashden 2019*, [online], 27. 6. 2019, [cit. 11. 4. 2021], dostupné z: <https://www.acimedellin.org/medellin-is-awarded-by-the-ashden-2019/?lang=en>
- Obrázek 42: Vegetační koridor v pěší zóně (Medellín), *ACI Medellín, A legal, equitable and inclusive Medellín*, [online], 9. 1. 2019, [cit. 11. 4. 2021], dostupné z: <https://www.acimedellin.org/a-legal-equitable-and-inclusive-medellin/?lang=en&>
- Obrázek 43: Čtvrť Hammarby Sjöstad (Stockholm), *Electricity – Hammarby sjöstad 2.0*, [online], [cit. 11. 4. 2021], dostupné z: <https://www.globalutmaning.se/pin/electricity-hammarby-sjostad-2-0/>
- Obrázek 44: Plán čtvrti Hammarby Sjöstad (Stockholm), *Urban green-blue grids, Hammarby Sjöstad, Stockholm, Sweden*, [online], [cit. 11. 4. 2021], dostupné z: <https://www.urbangreenbluegrids.com/projects/hammarby-sjostad-stockholm-sweden/>
- Obrázek 45: Expoziční Index EI, TENCAR, Jiří a kol., 2020, *Hodnocení urbánní tepelné zranitelnosti zastávek hromadné dopravy*, IPR, Praha, [cit. 12. 4. 2021] dostupné online z: <https://adaptacepraha.cz/mapa-zranitelnosti-zastavek/>
- Obrázek 46: Index Citlivosti SI, TENCAR, Jiří a kol., 2020, *Hodnocení urbánní tepelné zranitelnosti zastávek hromadné dopravy*, IPR, Praha, [cit. 12. 4. 2021] dostupné online z: <https://adaptacepraha.cz/mapa-zranitelnosti-zastavek/>
- Obrázek 47: Index Adaptivní Kapacity ACI, TENCAR, Jiří a kol., 2020, *Hodnocení urbánní tepelné zranitelnosti zastávek hromadné dopravy*, IPR, Praha, [cit. 12. 4. 2021] dostupné online z: <https://adaptacepraha.cz/mapa-zranitelnosti-zastavek/>
- Obrázek 48: Index Urbánní Tepelné Zranitelnosti UHVI Prahy, TENCAR, Jiří a kol., 2020, *Hodnocení urbánní tepelné zranitelnosti zastávek hromadné dopravy*, IPR, Praha, [cit. 12. 4. 2021] dostupné online z: <https://adaptacepraha.cz/mapa-zranitelnosti-zastavek/>

- Obrázek 49: Mapa bonity klimatu, *Adaptacepraha.cz, Atlas životního prostředí, Mapa bonity klimatu*, [online], [cit. 6. 5. 2021], dostupné z: [https://app.iprpraha.cz/apl/app/atlas-zp/?service\[\]=mapa\\_bonity\\_klimatu](https://app.iprpraha.cz/apl/app/atlas-zp/?service[]=mapa_bonity_klimatu)
- Obrázek 50: Výřez mapy UHVI doplněný o názvy nejzranitelnějších oblastí, *Adaptacepraha.cz, Index Urbánní Tepelné Zranitelnosti*, [online], [cit. 30. 4. 2021], dostupné z: <http://adaptacepraha.cz/mapy/index.html>
- Obrázek 51: Výřez Ortofoto mapy ČR zobrazující řešené území, *Geoprohlížeč ČÚZK*, [online], [cit. 23. 4. 2021], dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- Obrázek 52: Výřez Základní mapy Prahy zobrazující řešené území, *IPR Praha, Mapové aplikace*, [online], [cit. 23. 4. 2021], dostupné z: <https://www.geoportalpraha.cz/cs/mapy/mapa-online>
- Obrázek 53: Pohled z křižovatky na ulici Nádražní, vlastní
- Obrázek 54: Veřejné prostranství před administrativní budovou (pohled ze severu), vlastní
- Obrázek 55: Výřez Mapy UHVI zobrazující řešené území, *Strategie adaptace hl. m. Prahy změnu klimatu, mapy*, [online], [cit. 23. 4. 2021], dostupné z: <http://adaptacepraha.cz/mapy/index.html>
- Obrázek 56: Výřez Mapy bonity klimatu zobrazující řešené území, *IPR Praha, atlas životního prostředí*, [online], [cit. 23. 4. 2021] dostupné z: [https://app.iprpraha.cz/apl/app/atlas-zp/?service\[\]=mapa\\_bonity\\_klimatu](https://app.iprpraha.cz/apl/app/atlas-zp/?service[]=mapa_bonity_klimatu)
- Obrázek 57: Výřez Mapy oslunění zobrazující řešené území, *IPR Praha, atlas životního prostředí*, [online], [cit. 30. 4. 2021] dostupné z: [https://app.iprpraha.cz/apl/app/atlas-zp/?service\[\]=mapa\\_bonity\\_klimatu](https://app.iprpraha.cz/apl/app/atlas-zp/?service[]=mapa_bonity_klimatu)
- Obrázek 58: Výřez Mapy četnosti výskytu bezvětrí zobrazující řešené území, *IPR Praha, atlas životního prostředí*, [online], [cit. 30. 4. 2021] dostupné z: [https://app.iprpraha.cz/apl/app/atlas-zp/?service\[\]=mapa\\_bonity\\_klimatu](https://app.iprpraha.cz/apl/app/atlas-zp/?service[]=mapa_bonity_klimatu)
- Obrázek 59: Stromořadí na východní straně zastávky MHD, vlastní
- Obrázek 60: Pohled na skupinu stromů na západní straně prostranství, vlastní
- Obrázek 61: Sběrný kanálek dešťové vody, vlastní
- Obrázek 62: Kamenná dlažba pokrývající většinu povrchu řešeného území, vlastní
- Obrázek 63: Výřez Ortofoto mapy zobrazující okolní zelené střechy, *Geoprohlížeč ČÚZK*, [online], [cit. 23. 4. 2021], dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- Obrázek 64: Tylovo náměstí, Praha 2, *Prague.eu, Tylovo náměstí*, [online], [cit. 23. 4. 2021], dostupné z: <https://www.prague.eu/cs/objekt/mista/1810/tylovo-namesti>
- Obrázek 65: Zatravnovací dlažba, *Pěkné bydlení, Parkování na trávníku povoleno*, [online], Andrea Moudrá, [cit. 24. 4. 2021], dostupné z: <https://www.peknebydleni.cz/parkovani-na-travniku-povoleno/>
- Obrázek 66: Zatravněné tramvajové pásy, Brest, Francie, *Richez Associés architecture urbanisme paysage, Le tramway de Brest*, [online], [cit. 30. 4. 2021], dostupné z: <https://www.richezassocies.com/fr/projet/6/le-tramway-de-brest>

- Obrázek 67: Možnost realizace membránového zastínění zastávek MHD ve variantě 1, park Lannova v Praze, VRZALA, Štěpán, Altány v parku Lannova v Praze, *Archiweb, Architex – textilní a membránová architektura*, [online], 9. 3. 2009, [cit. 24. 4. 2021], dostupné z: <https://www.archiweb.cz/news/archtex-textilni-a-membranova-architektura>
- Obrázek 68: Membrány zastíňující místo pro posezení, *ATAN nábytek, Stínící plachta TROJÚHELNÍK 3,6 m*, [online], [cit. 24. 4. 2021], dostupné z: <https://www.atan.cz/stinici-plachta-trojuhelnik-3-6m>
- Obrázek 69: Chodníková fontána, Trnava, Slovensko, GMITTEROVÁ, Jana, *Tranva.sk, Kráľovská fontána*, [online], 22. 5. 2014, [cit. 30. 4. 2021], dostupné z: <https://www.trnava.sk/sk/obrazkova-galeria/kralovska-fontana-na-pesej-zone/obrazok/1089>
- Obrázek 70: Vodní kanál, Poděbrady, *Mapio.net*, [online], [cit. 3. 5. 2021], dostupné z: <https://mapio.net/pic/p-61308608/>
- Obrázek 71: Vertikální zahrada umístěná na balkónech, BURIAN, Samuel, Věže nazývané Bocso Vertikale mají výšku 111 a 76 metrů, Itálie, Miláno, *Svaz zakládání a údržby zeleně, Vertikální zahrady střízlivým pohledem*, [online], 3/2019, [cit. 24. 4. 2021], dostupné z: <https://www.szuz.cz/cs/hlavni-menu/inspirace/zelene-strechy/vertikalni-zahrady-strizlivym-pohledem/>
- Obrázek 72: Vertikální zahrada na podpůrné konstrukci vhodná na fasádu budovy Zlatý Anděl, *ADMD, Zelená fasáda – módní výstřelek nebo rozumná volba*, [online], [cit. 24. 4. 2021], dostupné z: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/zelena-fasada>
- Obrázek 73: Budova komplexu Zlatý anděl vhodná pro realizaci zelené fasády, vlastní
- Obrázek 74: Zjednodušený zákres zelené fasády na budově Zlatý Anděl, vlastní
- Obrázek 75: Pohled na stromy v severní části, vlastní
- Obrázek 76: Zjednodušený zákres zatravnění části prostranství, vlastní