

Zásady pro rozvoj adaptací na změnu klimatu ve městě Brně: s využitím ekosystémově založených přístupů

Východiska pro zpracování
Strategie pro Brno 2050



**ZÁSADY PRO ROZVOJ ADAPTACÍ NA ZMĚNU KLIMATU
VE MĚSTĚ BRNĚ: S VYUŽITÍM EKOSYSTÉMOVĚ
ZALOŽENÝCH PŘÍSTUPŮ**

Východiska pro zpracování Strategie pro Brno 2050

prosinec 2016



AUTORSKÝ KOLEKTIV

Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i.

MSc. Eliška Krkoška Lorencová, Ph.D.
 Mgr. Adam Emmer
 Mgr. Eva Streberová, Ph.D.
 Mgr. Zuzana V. Harmáčková
 Ing. Adam Pártl, MSc.
 Mgr. David Vačkář, Ph.D.
 doc. Mgr. Ing. František Zemek, Ph.D.
 Mgr. Pavel Zahradníček, Ph.D.

CI2, o.p.s

RNDr. Viktor Třebický, Ph.D.
 Mgr. Josef Novák, Ph.D.

Dokument byl připomínkován zástupci Magistrátu města Brna, konkrétně Kanceláře strategie města, Odboru územního plánování a rozvoje, Odboru vodního a lesního hospodářství a Odboru životního prostředí.

Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem

Ing. Jiří Louda
 Ing. Jan Macháč
 Ing. et Ing. Eliška Vejchodská, Ph.D.
 Bc. Lenka Dubová

Nadace Partnerství

Ing. Marie Fikoczková, MSc.
 Mgr. Martin Nawrath
 Mgr. Michal Veselý
 Ing. Arch. Robert Sedlák

Tento dokument byl zpracován v rámci projektu **UrbanAdapt** - „Rozvoj strategií přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách měst s využitím ekosystémově založených přístupů k adaptacím“ (EHP-CZ02-OV-1-036-2015), projektu EHP a Norských fondů.

OBSAH

SHRnutí	4
1. ÚVOD	6
1.1 Mezinárodní kontext adaptací na změnu klimatu	6
1.2 Adaptace na změnu klimatu v České republice	6
1.3 Cíle adaptací ve městě	6
2. OČEKÁVANÉ DOPADY ZMĚNY KLIMATU VE MĚSTĚ BRNĚ	8
3. PŘÍSTUPY K ROZVOJI ADAPTACÍ VE MĚSTĚ	10
3.1 Fáze adaptačního cyklu	11
3.2 Rámec adaptací na změnu klimatu ve městech	11
4. IDENTIFIKOVANÁ RIZIKA SPOJENÁ SE ZMĚNOU KLIMATU VE MĚSTĚ BRNĚ	12
4.1 Vlny horka, nárůst tepelného ostrova města	12
4.2 Extrémní srážky, povodně a nedostatečné zasakování srážkové vody	13
4.3 Sucho a nedostatek vody ve městě	13
4.4 Hodnocení klíčových problémů města Brna stakeholdery	14
5. HODNOCENÍ ZRANITELNOSTI MĚSTA BRNA	16
5.1 Metodický rámec hodnocení zranitelnosti	16
5.2 Vlny horka a nárůst tepelného ostrova města	16
5.3 Extrémní srážky a nedostatečné zasakování srážkové vody ve městě	20
5.4 Shrnutí očekávaných dopadů změny klimatu, zranitelnosti a rizik pro město Brno	24
6. STRATEGICKÉ SMĚŘOVÁNÍ ADAPTACÍ VE MĚSTĚ BRNĚ	26
6.1 Vize a hlavní cíle adaptací ve městě	26
6.2 Specifické cíle a zásady pro rozvoj adaptací ve městě Brně	28
7. PLÁNOVÁNÍ A IMPLEMENTACE ADAPTACÍ VE MĚSTĚ	36
7.1 Klíčové milníky přípravy Strategie pro Brno 2050	36
7.2 Struktura řízení	36
7.3 Související koncepční dokumenty	37
7.4 Příležitosti pro implementaci adaptačních opatření	37
8. PŘEHLED EKOSYSTÉMOVĚ ZALOŽENÝCH ADAPTAČNÍCH OPATŘENÍ PRO MĚSTO BRNO	39
8.1 Městská zeleň a vodní plochy ("zelené" a "modré" plochy)	40
8.2 Zelené střechy a zelené zdi	41
8.3 Městské zemědělství a zahradničení	42
8.4 Revitalizace úseků vodních toků a břehových porostů, obnova tůní a mokřadů	42
8.5 Trvale udržitelné odvodňovací systémy	42
8.6 Vegetační infiltrační pásy, dešťové zahrádky a poldry	44
8.7 Plochy s propustným povrchem	44
9. FINANČNÍ NÁSTROJE PRO IMPLEMENTACI ADAPTAČNÍCH OPATŘENÍ VE MĚSTĚ BRNĚ	45
9.1 Možnosti financování adaptačních opatření nadnárodních a národních zdrojů	46
9.2 Nadace a nevládní instituce	47
9.3 Investoři v území – administrativní nástroj plánovací smlouvy	47
9.4 Nástroje podporující rozvoj a realizaci adaptačních opatření založené na zapojení neveřejného sektoru	47
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	52
PŘÍLOHY DOKUMENTU	
PŘÍLOHA 1: Výstupy z leteckého snímkování tepelného ostrova města	54
PŘÍLOHA 2: Možnosti financování adaptačních opatření z veřejných (evropských i národních) zdrojů	57
PŘÍLOHA 3: Karty adaptačních opatření ve městě	60
1. Karta opatření: Stromy ve městě	60
2. Karta opatření: Zelené střechy	66
3. Karta opatření: Budování parkovacích ploch s propustným povrchem	71
4. Karta opatření: Zásobníky na dešťovou vodu	74
POUŽITÁ LITERATURA KE KARTÁM ADAPTAČNÍCH OPATŘENÍ	80

SHRNUTÍ

Zásady pro rozvoj adaptací na změnu klimatu ve městě Brně s využitím ekosystémově založených přístupů

Potřebou adaptací na změnu klimatu a nutností omezovat dopady změny klimatu na lidskou společnost, přírodní ekosystémy a biologickou rozmanitost se zabývá řada mezinárodních a evropských strategických dokumentů a koncepcí. V mezinárodním kontextu se jedná o nedávno uzavřenou **Pařížskou dohodu k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu** (*Paris Agreement to the United Nations Framework Convention on Climate Change*) a **Sendajský rámec pro omezování důsledků katastrof 2015-2030** (*Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030*). Na evropské úrovni se jedná zejména o **Strategii EU pro přizpůsobení se změně klimatu**, téma adaptací na změnu klimatu je provázáno také se **Strategií EU v oblasti ochrany biologické rozmanitosti do roku 2020**. Dne 26. října 2015 byla Usnesením vlády České republiky č. 861 schválena **Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách České republiky**, která představuje rámec pro rozvoj a implementaci adaptačních strategií v ČR (viz kapitola 1).

Zpracovaný dokument **Zásady pro rozvoj adaptací na změnu klimatu ve městě Brně s využitím ekosystémově založených přístupů** (dále *Zásady pro rozvoj adaptací*) bude adaptační strategii nahrazovat a sloužit jako hlavní analytický a plánovací podklad pro návržení a uplatnění souboru vhodných adaptačních opatření. *Zásady pro rozvoje adaptací* jsou také podstatným analytickým podkladem pro připravovanou Strategii pro Brno 2050. Cílem dokumentu *Zásady pro rozvoj adaptací* je poskytnout komplexní analytický a plánovací podklad v oblasti adaptací na změnu klimatu pro zpracování *Strategie pro Brno 2050*.

Celý adaptační proces, který dokument podpruje, je koncipován v souladu s široce využívaným adaptačním cyklem. Jedná se o dynamický a interaktivní proces, který má šest etap, od přípravné fáze adaptačního procesu, po plánování adaptačních strategií, jejich implementaci a monitoring (viz kapitola 3). Z hlediska procesu rozvoje adaptací ve městě je klíčové zapojení aktérů (stakeholderů), kteří mají vliv na rozhodování ve městě. Adaptační cyklus kombinuje jak přístup EU k rozvoji adaptačních strategií, tak i přístup PROVIA - Výzkumného programu OSN pro životní prostředí zaměřeného na hodnocení zranitelnosti, dopadů a adaptací na změnu klimatu.

Dílní etapy adaptačního cyklu zahrnují: (i) přípravu adaptačního procesu, identifikaci hlavních témat v oblasti urbánních adaptací, rozvoj adaptačních alternativ

ve městě se zaměřením na začlenění prvků „zelené a modré infrastruktury“; (ii) posouzení rizik a zranitelnosti spojených se změnou klimatu ve městě; (iii) návržení nových adaptačních opatření na změnu klimatu se zaměřením na ekosystémově založené přístupy; (iv) kvantifikaci nákladů a přínosů preferovaných adaptačních opatření; (v) přípravu vlastního strategického dokumentu; a (vi) nastavení procesu implementace a monitoringu adaptační strategie a s ní spojených opatření. Vlastní dokument je rozčleněn do dvou hlavních částí: části analytické (kapitoly 1-5) a části návrhové (kapitoly 6-9).

V analytické části dokumentu je s využitím klimatologických modelů predikován vývoj klimatu, a to na základě různých **RCP scénářů (Representative Concentration Pathways; RCP4.5 - scénář uvažující stabilizaci emisí skleníkových plynů a RCP8.5 - vysokoemisní scénář)**. Jedná se o nejnovější dostupné klimatické scénáře korigované pro Českou republiku. Oproti stavu referenčního období 1981-2010 je očekáván nárůstu průměrných ročních teplot, velmi výrazný nárůst průměrného počtu tropických dní ($T_{max.} > 30\text{ }^{\circ}\text{C}$) a tropických nocí ($T_{min.} > 20\text{ }^{\circ}\text{C}$) a nárůst počtu a trvání vln horka. U srážek je očekáván mírný pokles celkových průměrných ročních úhrnů srážek z 400-600 mm v referenčním období na 400-550 mm, bude se však měnit prostorový rozsah jednotlivých tříd. Průměrný počet dní se srážkou $> 10\text{ mm}$ (respektive počet dní se srážkou $> 10\text{ mm}$) bude pravděpodobně stagnovat. V podmínkách městského prostředí Brna jsou výše uvedené očekávané projevy změny klimatu spojeny zejména s:

- **vyšší četností a delším trváním vln horka**, umocněným efektem tepelného ostrova města (tzv. „urban heat island“; UHI);
- **krátkodobými extrémními úhrny srážek** a hrozbou bleskových povodní na malých urbanizovaných povodích, podpořenou vysokým podílem nepropustných povrchů a souvisejícími vysokými hodnotami povrchového odtoku;
- **delšími obdobími s nulovými nebo podprůměrnými úhrny srážek** a hrozbou sucha (hydrologické, rostlinné fyziologické (zemědělské), socioekonomické).

Tato rizika (tématické okruhy) byla identifikována na základě analýzy pozorovaných současných a předpokládaných budoucích dopadů změny klimatu na město Brno. Během participativních seminářů, kterých se zúčastnili zástupci městských částí, vědecké komunity, vysokých škol a neziskových organizací, byly účastníci seznámeni s očekávanými dopady změny klimatu ve městě a následně byli požádáni o zhodnocení závažnosti těchto dopadů.

Jako nejzávažnější problém byly identifikovány zejména **vlny horka a tepelný ostrov města, nerovnoměrná distribuce srážek, nedostatečné zasakování srážkové vody a bleskové povodně a také zeleň ve městě** (zejména kvantita).

Pro tematické okruhy vlny horka a nárůst tepelného ostrova města a extrémní srážky a nedostatečné zasakování srážkové vody ve městě byla následně zpracována také **analýza zranitelnosti** vůči těmto hrozbám pro současný stav a očekávaný budoucí stav v roce 2030, a to opět pro emisní scénáře RCP4.5 a RCP8.5 (viz kapitola 5). Zvýšení zranitelnosti vůči dopadům vln horka v budoucnu je dáno zejména očekávanou vyšší četností a delším trváním vln horka. U obou scénářů je patrný nárůst zranitelnosti **zejména kolem centra města**. Zranitelnost obyvatel a městského prostředí Brna vůči dopadům intenzivních srážek (srážky > 20 mm/den) je v současnosti nejnižší v okrajových částech města (s výjimkou MČ Brno Sever). Pro blízkou budoucnost je očekáván **mírný nárůst zranitelnosti pro oba dva scénáře RCP**.

V návrhové části dokumentu je v návaznosti na část analytickou nastíněno strategické směřování adaptací ve městě – vize, hlavní cíle a specifické cíle (viz kapitola 6). Vizi dokumentu je odolné Brno – město odolné vůči dopadům změny klimatu a připravené včasně reagovat na předpokládané dopady klimatické změny. Ke zmírňování těchto dopadů jsou využívána adaptační opatření, která pomáhají také zabezpečit příznivý stav životního prostředí a výrazně přispívají ke zvýšení kvality života jeho obyvatel. Hlavními cíly a zásadami adaptací ve městě je:

- **vytvořit systém zelené infrastruktury pro snížení rizik spojených s vlnami horka**, městským tepelným ostrovem, zároveň funkčně propojit jednotlivé prvky zelené infrastruktury v rámci města a zvýšit heterogenitu urbanizovaného území;
- **zvýšit efektivitu hospodaření se srážkovou vodou ve smyslu „zadržet a využít“** - zvýšením podílu ploch s propustným povrchem a zaváděním udržitelných odvodňovacích systémů umožňujících zasakování dešťové vody, její retenci a opětovné využití;
- s využitím ekosystémově založených přístupů při realizaci protipovodňových opatření **zajistit stabilní vodní režim a revitalizaci vybraných toků** v Brněnské metropolitní oblasti;
- **podpořit osvětu a vzdělávání veřejnosti v oblasti změny klimatu**, podpořit aktivity vedoucí ke zvýšení environmentálního povědomí obyvatel a ekologicky šetrného chování, podpora osvěty veřejnosti zejména v oblasti šetrného hospodaření s pitnou a srážkovou vodou, a také z hlediska předcházení vzniku škod na soukromém majetku v záplavových územích.

Jsou rovněž navrženy indikátory pro monitoring naplňování specifických cílů. V návrhové části dokumentu jsou řešeny příležitosti pro implementaci adaptačních opatření ve městě, časový harmonogram, struktura řízení a související koncepční dokumenty, kterými město Brno disponuje (viz kapitola 7). Dále je představen přehled adaptačních opatření relevantních z hlediska identifikovaných rizik, pozornost je věnována zejména přírodě blízkým opatřením (viz kapitola 8), která vedle vlastní adaptační funkce mají potenciál poskytovat řadu vedlejších přínosů. Návrhová část také obsahuje přehled nástrojů podpory implementace adaptačních opatření ve městě Brně.

Dokument je doplněn třemi přílohami. První přílohou jsou výstupy z leteckého snímkování tepelného ostrova města. Druhá příloha poskytuje detailně rozpracovaný přehled možností financování adaptačních opatření z veřejných zdrojů, a to jak národních (např. národní dotační program MŽP ČR), tak evropských (např. LIFE, INTERREG, DANUBE). Třetí přílohu tvoří tzv. karty adaptačních opatření, ve kterých jsou v detailu popsána jednotlivá opatření a dále shrnuty náklady na jejich realizaci, užitky opatření a jejich monetarizace, a bariéry a omezení realizace opatření. Karty adaptačních opatření zpracovány pro čtyři vybraná opatření: stromy ve městě, zelené střechy, budování parkovacích ploch s propustnými povrchy a zásobníky na dešťovou vodu.

1. ÚVOD

V současné době žije 74% obyvatel České republiky ve městech a do konce století jejich počet pravděpodobně stoupne až na 90%. Kromě populace je ve městech soustředěn vysoký podíl ekonomických a společenských aktivit a města jsou rovněž významným producentem skleníkových plynů. Města hrají klíčovou roli v přizpůsobování se dopadům změny klimatu (jako jsou vlny horka a nárůst tepelného ostrova města, sucho a nedostatek vody, či extrémní srážky, povodně). Je proto potřeba hledat vhodná dlouhodobá řešení pro integraci adaptačních opatření do rozhodovacích procesů a podpořit implementaci přístupů k provádění těchto opatření do komunální praxe.

Změny v rozložení, četnosti a intenzitě extrémních výkyvů počasí spojených se změnou klimatu v urbánních oblastech zvyšují riziko pro společnost. Hrozby spojené se změnou klimatu ve městech zahrnují zejména vlny horka a nárůst tepelného ostrova města, povodně a extrémní srážky, či dlouhotrvající sucha. Tyto procesy mohou mít rozsáhlé nepříznivé dopady na kvalitu života obyvatel (jejich bezpečnost, zdraví, výdělek a majetek), stejně jako na národní ekonomiku, ekosystémy a přírodní kapitál. Z těchto důvodů se města potřebují připravit na hrozby související se změnou klimatu, a to pomocí vhodně zvolené kombinace adaptačních opatření.

Adaptace - přizpůsobení se probíhajícím a očekávaným dopadům změny klimatu ve městech - je nezbytná pro udržitelný rozvoj měst. Adaptační opatření se rozdělují na takzvaná „šedá“ opatření (stavební a technická opatření), „zelená a modrá“ (ekosystémově založená opatření) a „měkká“ opatření (změny chování společnosti, systémy včasného varování, poskytování informací apod.). Ekosystémově založená adaptační opatření (tzv. přírodě blízká adaptační opatření využívající zelenou a modrou infrastrukturu) jsou klíčovým typem opatření pro přizpůsobení se urbánních oblastí probíhajícím a očekávaným budoucím změnám klimatu. Tato opatření mají široké spektrum využití v jednotlivých sektorech, a to primárně z důvodu jejich efektivity z hlediska snižování zranitelnosti vůči hrozbám spojeným se změnou klimatu, ale také pro jejich vedlejší přínosy. Přírodě blízká adaptační opatření poskytují širokou škálu těchto přínosů - omezují erozi půdy, zlepšují kvalitu vody a ovzduší, zvyšují biodiverzitu, nebo snižují hlučnost. Příkladem mohou být zelené střechy na budovách, které nejen že pomáhají omezit vznik a intenzitu městského tepelného ostrova, ale také šetří náklady na vytápění a ochlazování, snižují zatížení kanalizačního systému a podporují městskou biodiverzitu.

1.1 Mezinárodní kontext adaptací na změnu klimatu

Problematikou adaptací na změnu klimatu a nutností omezovat dopady změny klimatu na lidskou společnost, přírodní ekosystémy a biologickou rozmanitost se zabývá řada mezinárodních a evropských strategických dokumentů a koncepcí. V mezinárodním kontextu se jedná o nedávno uzavřenou Pařížskou dohodu k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu (Paris Agreement to the United Nations Framework Convention on Climate Change) a Sendajský rámec pro omezování důsledků katastrof 2015-2030 (Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030). Na evropské úrovni se jedná zejména o Strategii EU pro přizpůsobení se změně klimatu a Strategii EU v oblasti ochrany biologické rozmanitosti do roku 2020.

1.2 Adaptace na změnu klimatu v České republice

Adaptace na změnu klimatu je aktuálním tématem také na národní úrovni. Dne 26. října 2015 byla Usnesením vlády České republiky č. 861 schválena **Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách České republiky**, která představuje sektorově pojatý rámec pro rozvoj a implementaci adaptačních strategií v ČR. Všechny tyto strategické dokumenty a koncepce uznávají klimatickou změnu jako zdroj potenciálního ohrožení pro společnost a přírodní prostředí, přičemž adaptace na tyto změny považují za nejvýznamnější cestu k omezení jejích negativních dopadů.

1.3 Cíle adaptací ve městě

Dokument „Zásady pro rozvoj adaptací na změnu klimatu ve městě Brně: s využitím ekosystémově založených přístupů“ by měl sloužit jako strategický rámec pro plánování a rozvoj adaptací na změnu klimatu ve městě. Tento dokument pro podporu rozvoje adaptací ve městě zahrnuje identifikaci hlavních hrozeb vznikajících v důsledku změny klimatu, analýzu zranitelnosti města (včetně výhledu pro období blízké budoucnosti 2021-2040) a vyhodnocení jednotlivých adaptačních (ekosystémově založených) opatření. Na vlastní adaptační strategii by měl navazovat Adaptační akční plán, který stanoví konkrétní návrhy (záměry) realizace adaptačních opatření v prioritních oblastech, včetně rozdělení odpovědnosti, identifikace vhodných zdrojů pro financování a výpočtu nákladů na realizaci opatření.

Rozhodnutím města Brna nebude zpracovaná samostatná adaptační strategie. Dokument s názvem „Zásady pro rozvoj adaptací na změnu klimatu ve městě Brně: s využitím ekosystémově založených přístupů“ (**dále jen „Zásady pro rozvoj adaptací“**) bude adaptační strategii nahrazovat a sloužit jako hlavní analytický a plánovací podklad pro navržení a uplatnění souboru vhodných adaptačních opatření. „Zásady pro rozvoje adaptací“ jsou také podstatným analytickým podkladem pro Strategii pro Brno 2050.

2. OČEKÁVANÉ DOPADY ZMĚNY KLIMATU VE MĚSTĚ BRNĚ

Pozorovaná současná a očekávaná budoucí změna klimatu se dle analýz meteorologických dat a klimatických modelů v České republice projevuje:

- zvyšováním průměrných ročních teplot, častějšími krátkodobými výkyvy a četnějšími extrémními (např. nárůst počtu tropických dní a nocí, vlny horka)
- změnou rozložení srážek v čase a prostoru při zachování jejich průměrných ročních úhrnů (např. intenzivní krátkodobé úhrny a povodně, sucha)
- vyšší četností a intenzitou dalších extrémních hydro-meteorologických jevů (např. bouřky, krupobití, silný vítr...).

Projekce klimatických parametrů vycházejí z nejnovějších klimatických scénářů RCP (Representative Concentration Pathways; Van Vuuren et al. 2011) – RCP8.5 (bez omezení emisí CO₂) a RCP4.5 (stabilizace koncentrací CO₂ na nižších hodnotách), které byly korigovány pro Českou republiku, což zajišťuje zachování současných specifík daných míst.

Dle výstupů modelů bude město Brno vystaveno měnícím se klimatickým podmínkám, a to zejména nárůstu průměrných ročních teplot pro scénáře nízkých (RCP4.5) i vysokých (RCP8.5) emisí CO₂. Je očekáván velmi výrazný nárůst průměrného počtu tropických dní (T_{max} > 30 °C), a to až na 42,3 dnů/rok pro RCP8.5 a období 2081-2100 oproti 12,3 dnům/rok za referenční období 1981-2010 (+244 %; viz Obrázek 1). Je také predikován velmi výrazný nárůst počtu tropických nocí (T_{min} > 20 °C) a nárůst počtu vln horka (viz Tabulka 1).

U srážek je situace komplexnější (viz Tabulka 2). Očekávaný průměrný roční úhrn srážek bude oproti dlouhodobému průměru za období 1981-2010 mírně klesat. Zatímco průměrný roční úhrn na území Brna za referenční období 1981-2010 se pohybuje v rozmezí 400-600 mm, po roce 2050 dojde k poklesu na 400-550, bude se také výrazně zvětšovat podíl území s úhrny srážek 400-500 mm v rámci města. Z hlediska letních úhrnů srážek je predikován mírný pokles ze současných 125-250 mm na 125-200 mm po roce 2050. Průměrný počet dní se srážkou > 5 mm se oproti referenčnímu stavu 20-35 dní/rok pravděpodobně nebude příliš měnit, nicméně je předpokládáno zvyšování podílu plochy spadající do kategorie 20-30 dní/rok, tzn., že je očekáván celkově menší počet srážkových událostí, ovšem s vyšší extremitou, na druhou stranu předpovídaný počet dní se srážkou > 10 mm zůstává dle modelu pro 21. století oproti referenčnímu období nezměněn (11-15 dní/rok).

V podmínkách městského prostředí Brna jsou výše uvedené očekávané projevy změny klimatu spojeny zejména s:

- vyšší četností a delším trváním **vln horka**, umocněným efektem tepelného ostrova města (tzv. „urban heat island“; UHI)
- krátkodobými extrémními úhrny srážek a hrozbou **bleskových povodní** na malých urbanizovaných povodích, podpořenou vysokým podílem nepropustných povrchů a souvisejícími vysokými hodnotami povrchového odtoku
- delšími obdobími s nulovými nebo podprůměrnými úhrny srážek a hrozbou sucha (hydrologické, rostlinné fyziologické (zemědělské), socioekonomické).

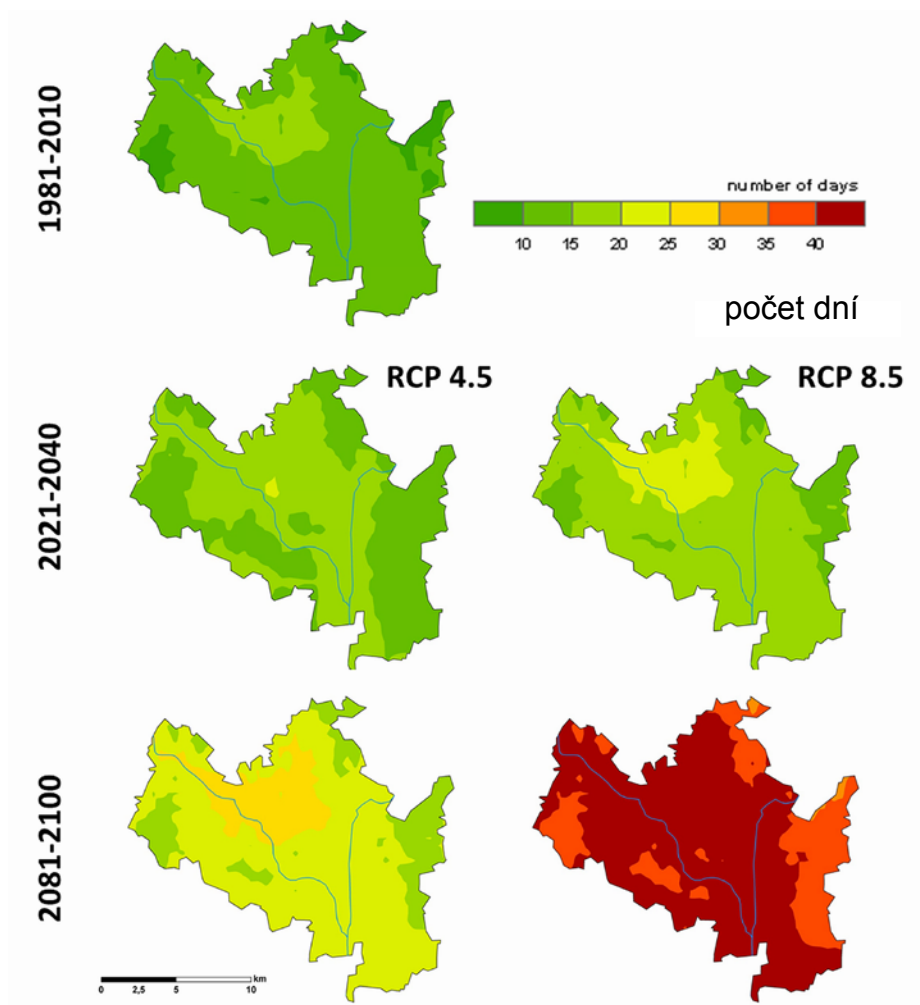
Tabulka 1: Modelované hodnoty vybraných teplotních charakteristik v Brně pro období 2021-2040, 2081-2100 a pozorovaný referenční stav za období 1981-2010

Charakteristika	Referenční stav (1981-2010)	2021-2040		2081-2100	
		RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
Průměrný počet tropických dní v roce	12,3	15,2	17,2	22,2	42,3
Průměrný počet tropických nocí v roce	0,6	1,6	1,9	4	16,8
Průměrný počet vln horka* v roce	7,1	9,4	10,6	14,9	33

Data: Ústav výzkumu globální změny AV ČR - CzechGlobe

* vlna horka je definována jako tři a více po sobě následujících dní s T_{max} > 30 °C;

RCP – Representative Concentration Pathways (Van Vuuren et al. 2011); RCP4.5 scénář předpokládá nárůst globální teploty o 1,4 °C pro období 2046-2065 a 1,8 °C pro období 2081-2100; RCP8.5 scénář předpokládá nárůst globální teploty o 2,0 °C pro období 2046-2065 a 3,7 °C pro období 2081-2100



Obrázek 1: Nárůst počtu tropických dní pro scénáře RCP4.5 a RCP8.5 pro období blízké (2021-2040) a vzdálené budoucnosti (2081-2100), v porovnání s referenčním stavem (1981-2010), data: Ústav výzkumu globální změny AV ČR - CzechGlobe

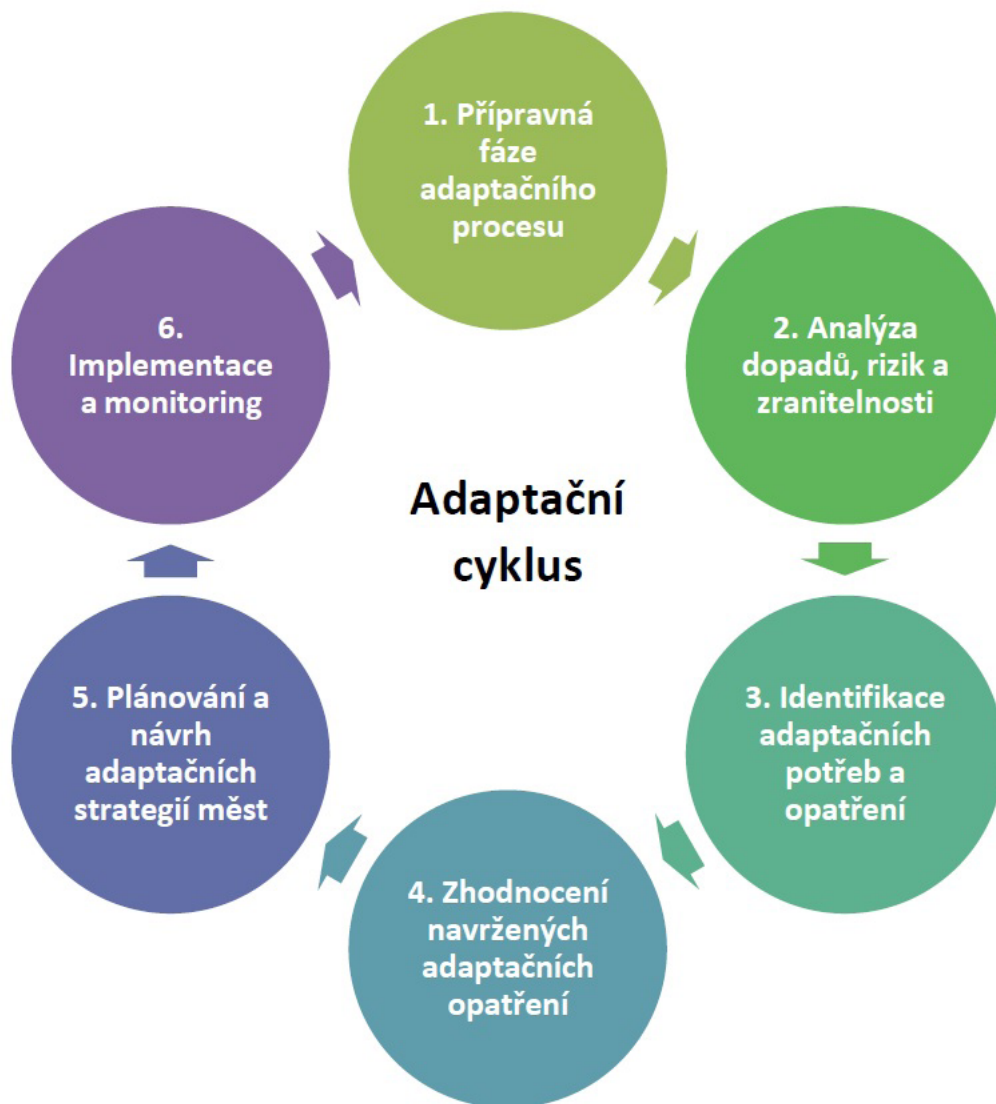
Tabulka 2: Modelované hodnoty vybraných srážkových charakteristik pro město Brno za období 2030, 2050 a 2090 a pozorovaný referenční stav za období 1981-2010.

Charakteristika	Referenční stav (1981-2010)	2030		2050		2090	
		RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
Průměrný roční úhrn srážek [mm]	400-500; 501-550; 551-600	400-500; 501-550; 551-600	400-500; 501-550; 551-600	400-500; 501-550	400-500; 501-550	400-500; 501-550	400-500; 501-550
Průměrný letní úhrn srážek [mm]	125-200; 201-250	125-200; 201-250	125-200	125-200	125-200	125-200	125-200
Průměrný počet dní se srážkou > 5 mm za rok	20-30; 31-35	20-30; 31-35	20-30; 31-35	20-30; 31-35	20-30; 31-35	20-30; 31-35	20-30; 31-35
Průměrný počet dní se srážkou > 10 mm za rok	11-15	11-15	11-15	11-15	11-15	11-15	11-15

3. PŘÍSTUPY K ROZVOJI ADAPTACÍ VE MĚSTĚ

Rozvoj adaptací a příprava adaptační strategie města vychází z široce využívaného adaptačního cyklu (viz Obrázek 2). Jedná se o dynamický a interaktivní proces, který má šest etap, od přípravné fáze adaptačního procesu, po plánování adaptačních strategií, jejich implementaci a monitoring. Z hlediska procesu rozvoje adaptací ve městě je

klíčové zapojení stakeholderů, kteří mají vliv na rozhodování ve městě. Adaptační cyklus kombinuje jak přístup EU k rozvoji adaptačních strategií, tak i přístup PROVIA - Výzkumného programu OSN pro životní prostředí zaměřeného na hodnocení zranitelnosti, dopadů a adaptací na změnu klimatu.



Obrázek 2: Adaptační cyklus k rozvoji adaptací ve městě

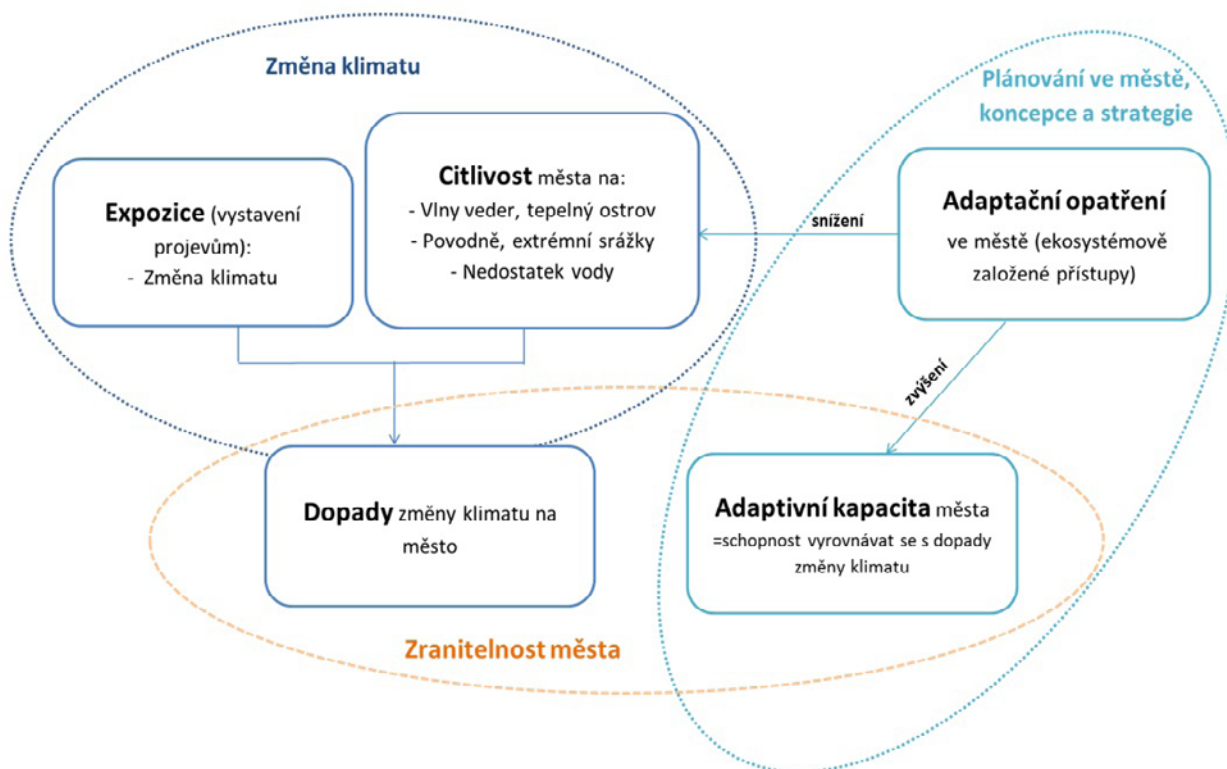
3.1 Fáze adaptačního cyklu

Dílčí etapy adaptačního cyklu zahrnují:

1. přípravu adaptačního procesu, identifikace hlavních témat v oblasti urbánních adaptací (viz Kapitola 4), rozvoj adaptačních alternativ ve městě se zaměřením na začlenění prvků „zelené a modré infrastruktury“ (viz Kapitola 8)
2. posouzení rizik a zranitelnosti spojených se změnou klimatu ve městě (viz Kapitoly 4, 5)
3. navržení nových adaptačních opatření na změnu klimatu se zaměřením na ekosystémově založené přístupy (viz Kapitola 8)
4. kvantifikaci nákladů a přínosů preferovaných adaptačních opatření
5. přípravu a formulace adaptační strategie pro město Brno
6. přípravu a nastavení procesu implementace a monitoringu adaptačních strategií a s ní spojených opatření

3.2 Rámec adaptací na změnu klimatu ve městech

Rámcový přístup k adaptacím ve městech je znázorněn na Obrázku 3. Cílem tohoto přístupu je rozvoj adaptačních opatření ve městě Brně v návaznosti na identifikované probíhající a očekávané dopady změny klimatu (např. vlny veder, nárůst tepelného ostrova města, povodně, či nedostatek vody) a zranitelnost města (viz Kapitola 5). Navržená adaptační opatření tedy mají přispívat ke snížení celkové zranitelnosti města vůči změnám klimatu: (i) snižováním citlivosti vůči potenciálním klimatickým dopadům a (ii) zvyšováním adaptivní kapacity města (tzn. schopnosti vyrovnávat se s očekávanými dopady změny klimatu).



Obrázek 3: Rámcový přístup k adaptacím ve městě

4. IDENTIFIKOVANÁ RIZIKA SPOJENÁ SE ZMĚNOU KLIMATU VE MĚSTĚ BRNĚ

Pro hodnocení dopadů a rizik spojených se změnou klimatu ve městě Brně byly využity projekce klimatických parametrů vycházející z nejnovějších klimatických scénářů RCP (Representative Concentration Pathways; Van Vuuren et al. 2011) – RCP8.5 (bez omezení emisí CO₂) a RCP4.5 (stabilizace koncentrací CO₂ na nižších hodnotách), které byly korigovány pro Českou republiku, což zajišťuje zachování současných specifik daných míst. Scénáře RCP8.5 a RCP4.5 jsou zpracovány pro období blízké budoucnosti (2021-2040), vzdálené budoucnosti (2081-2100) ve vztahu k referenčnímu období (1981-2010).

Hlavní identifikovaná rizika spojená se změnou klimatu (v návaznosti na výstupy klimatických modelů, viz Kapitola 2) jsou spojená s: (i) vlnami horka, nárůstem tepelného ostrova města (viz 4.1); (ii) extrémními srážkami, povodněmi ve městě a nedostatečným zasakováním srážkové vody (viz 4.2); (iii) suchem a nedostatkem vody ve městě (viz 4.3).

4.1 Vlny horka, nárůst tepelného ostrova města

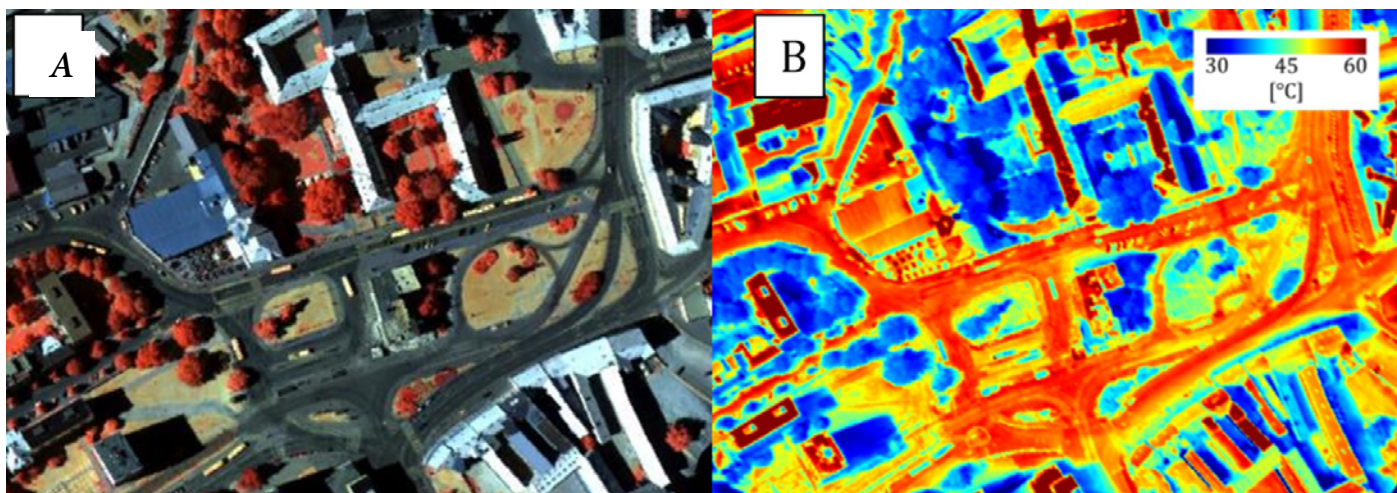
Projekce ukazují, že počet a intenzita dní s extrémními teplotami se bude v budoucnu pravděpodobně zvyšovat. Je očekáván nárůst počtu tropických dní, tropických nocí a vln horka (viz Kapitola 2).

Jako závažný problém se jeví zvyšování teploty vzduchu, která se projevuje v letních měsících nárůstem tropických dní (maximální teplota vzduchu je vyšší nebo rovna 30 °C). V posledních letech byl zaznamenán výrazný

nárůst těchto dnů a je předpoklad, že tento trend bude pokračovat i v budoucnosti. To se potvrdilo i na základě regionálních klimatických modelů. Momentálně je vyšší počet těchto dnů v centru měst než na jejich okrajích, což souvisí s efektem městského tepelného ostrova. S tím souvisí i nárůst počtu tropických nocí (minimální teplota neklesne pod 20 °C), který je predikován i do budoucna.

Vlny horka mají negativní vliv na lidské zdraví, ekonomiku, mohou podporovat vznik a šíření požárů. Dopady vln veder jsou zvláště výrazné v městských oblastech z hlediska tvorby tepelného ostrova města, kdy je v urbanizovaných oblastech akumulováno teplo, což vyúsťuje ve vyšší teploty především během noci, v porovnání s okolní volnou krajinou.

Obrázek 4 ukazuje výstupy leteckého snímkování v Brně, teplotní rozdíly mezi různými městskými povrchy v období vln veder (červenec 2015). Na snímku A jsou snadno rozlišitelné plochy vegetace s vyšším obsahem vody (cihlově červené stromy a oranžová tráva) od ploch s nízkým obsahem vody. Vliv vody/vegetace se výrazně projevuje na teplotě povrchu. Vegetace ochlazuje území z důvodu evapotranspirace. Teplotní rozdíl mezi vegetací a zpevněnými plochami, střechami budov je zřejmý na snímku B, kdy rozdíl mezi nejchladnějšími prvky (vegetací) a nejvíce zahřátými antropogenním povrchy je až 30 °C. Mapa povrchové teploty města Brna, zpracovaná v rámci projektu UrbanAdapt, byla zveřejněna na geoportálu Magistrátu města Brna, odkaz: http://gis6.brno.cz/mapa/teplotni-mapa/?lb=of-brno_2015&ly=tepmap0&c=-598156%3A-1160771&z=4



Obrázek 4: A, B zachycují výstupy z leteckého snímkování, detail území - Mendlovo náměstí v Brně v období vln horka, červenec 2015
Zdroj: František Zemek, CzechGlobe

4.2 Extrémní srážky, povodně a nedostatečné zasakování srážkové vody

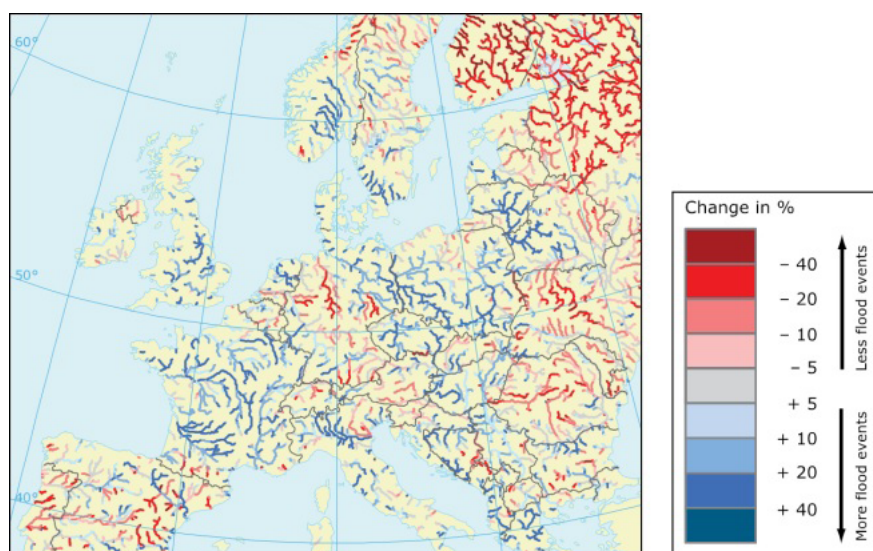
Úhrny srážek jsou prostorově i časově variabilní. Očekávaný průměrný roční úhrn srážek v Brně bude oproti dlouhodobému průměru za období 1981-2010 mírně klesat. Avšak je predikován celkově menší počet srážkových událostí, ovšem s vyšší extremitou (viz Kapitola 2). Z hlediska povodní lze v budoucnu očekávat zvýšení dopadů říčních povodní v západní a střední Evropě (a tedy i v České republice), a to jak v kontextu škod, tak i počtu postižených osob. Česká republika je také v rámci Evropské unie jednou z nejhroženějších zemí co do plošného rozsahu potenciálně zasažených území a množství povodněmi ohrožených měst.

Kromě případné újmy na lidských životech a zdraví mohou povodně způsobovat materiální škody na infrastruktuře, majetku a budovách, či na životním prostředí. Extrémní srážky a povodně (viz Obrázek 5) mohou dále vyústit v erozi půdy a sesuvy, zhoršenou kvalitu vody, a ekonomické ztráty v důsledku snížení produktivity z důvodu výpadků transportu a dodávek energie.

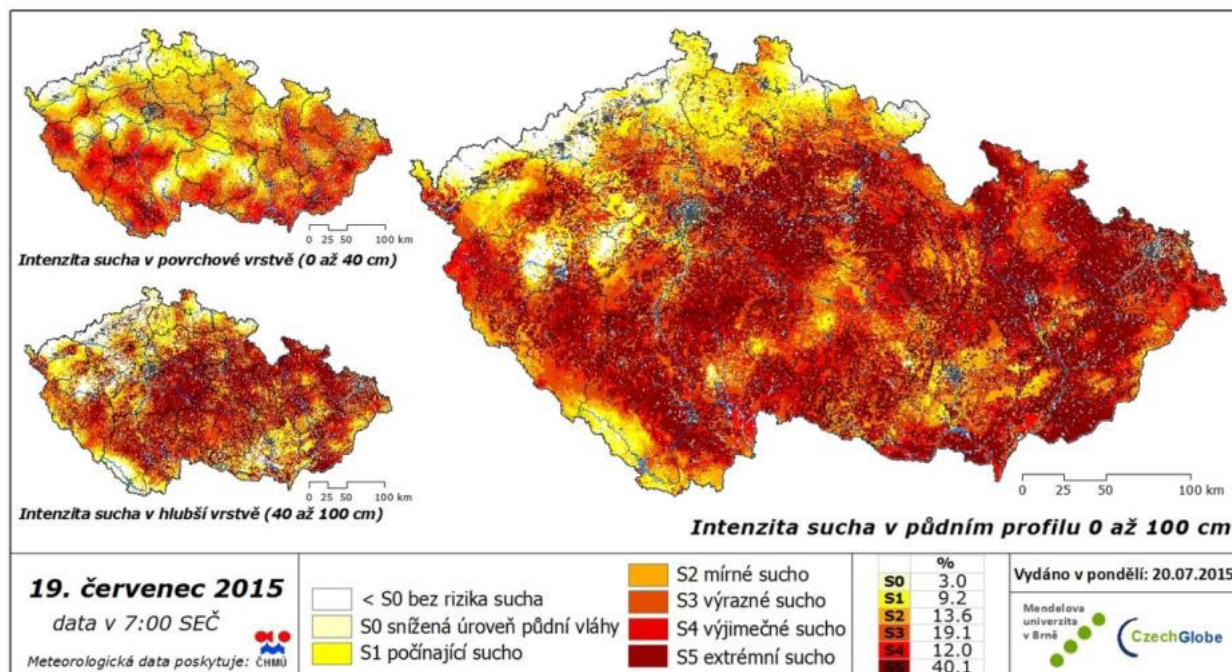
Nedostatečné zasakování srážkové vody, zejména při přívalových srážkách, je celoměstský problém. Přívalové srážky jsou hlavní příčinou bleskových povodní, může docházet k nárazovému rozvodnění malých vodotečí a/nebo k ucpaní kanalizací ve městech, kde je často vysoké zastoupení povrchů s nízkou propustností, což způsobuje rychlý odtok dešťové vody. Zvýšení podílu zasakovacích ploch a poldrů ve městech je proto z tohoto pohledu klíčové opatření.

4.3 Sucho a nedostatek vody ve městě

Projekce klimatické změny ukazují na rostoucí pravděpodobnost epizod sucha ve střední Evropě (např. Zahradníček et al., 2014) a to ve vztahu ke změně klimatu a očekávanému nerovnoměrnému rozložení srážky v průběhu roku. Sucho a nedostatek vody tedy již nemusí být nutně pouze záležitostí sušších mediteránních oblastí Evropy. V roce 2003 bylo suchem postiženo více než 100 milionů Evropanů v oblasti zasahující od Španělska, Portugalska, až po Českou republiku, Rumunsko a Bulharsko (EEA, 2012). V letech 2011-2012 zasáhlo extrémní sucho východní část České republiky. Zejména na jižní a střední Moravě byly srážkové úhrny pro sledované období 50-70% dlouhodobého průměru, kalkulovaného pro období 1961-2000. Na podzim roku 2011 činil srážkový úhrn 10-30% dlouhodobého průměru pro Moravu. Epizoda sucha pak byla zaznamenána i v roce 2015 (viz Obrázek 6). Podle Palmerova indexu závažnosti sucha bylo sucho v roce 2012 klasifikováno jako nejhorší epizoda za posledních 130 let. Projekce do roku 2050 ukazují výskyt extrémního sucha každých 20 let (Zahradníček et al., 2014). Socio-ekonomické faktory, jako je růst populace ve městech, zvýšení spotřeby vody a změny ve využití území mají rovněž významný dopad na zásoby vody a její dostupnost.



Obrázek 5: Relativní změny v průtocích pro povodňové stavy s pravděpodobnou četností výskytu jednou za sto let (Q100): srovnání mezi období 1961-1990 a scénářem A1B pro období 2071-2100 (zdroj: EEA, 2012)



Obrázek 6: Intenzita sucha (červenec 2015), projekt Intersucho (<http://www.intersucho.cz>)

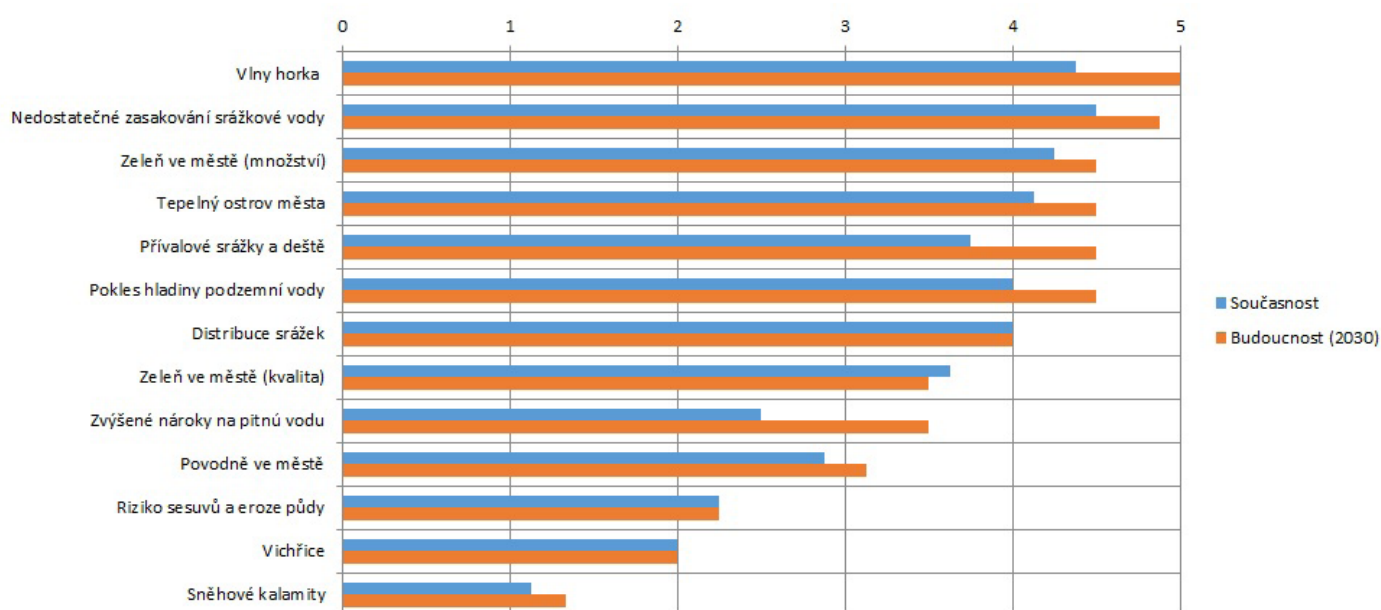
4.4 Hodnocení klíčových problémů města Brna stakeholdery

V rámci prvního kola pracovního semináře „Adaptace města Brna na klimatické změny II“, který proběhl 24. dubna 2015, účastníci semináře hodnotili rizika spojená se změnou klimatu z hlediska hlavních priorit s cílem identifikovat klíčové problémy (viz 4.5). Pracovního semináře v Brně se zúčastnilo 41 účastníků z řad dotčených subjektů, tedy Kanceláře strategie magistrátu města Brna, členů zastupitelstva města Brna, Odboru územního plánování a rozvoje města, Odboru životního prostředí města, Odboru vodního a lesního hospodářství města, Povodí Moravy, Odboru životního prostředí Krajského úřadu Jihomoravského kraje, ČHMÚ, zástupců vědecké komunity a vysokých škol, projekčních kanceláří či neziskových organizací. Hodnocení jednotlivých problémů a rizik spojených se změnami klimatu v Brně účastníky semináře je prezentován na Obrázek 7.

V rámci semináře byly identifikovány tyto klíčové problémy města Brna:

- Množství zeleně ve městě:
centrum versus okolí (v centru nedostatek zeleně, mimo centra pole, rezervy - vnitrobloky). Žádoucí je zvýšení podílu zeleně, zejména pomocí zelených střech; potenciál ozelenění byl identifikován rovněž v brownfields, kde je kapacita pro ozelenění v požadované kvalitě. Z hlediska kvality zeleně jsou velké rozdíly mezi sídlištní zelení (špatný stav, suché trávníky) a například zahrádkářskými koloniemi, které jsou stabilizačním prvkem (do budoucna však budou některé převedeny na rezidenční zástavbu).
- Vlny horka a tepelný ostrov města:
problematické zejména centrum města (Brno-střed), na jihu průmyslové plochy - Modřice (v okolí dálnice). Do budoucna je očekávána rostoucí významnost tohoto problému.
- Přívalové srážky, nedostatečné zasakování srážkové vody (odtokové podmínky ve městě):
nutná opatření na zpomalení odtoku, zadržení srážkové vody (např. využitím propustných povrchů ve městě) a její efektivní využívání.

4. Pokles hladiny podzemní vody:
považováno za velmi významný problém do budoucna
5. Povodně:
kopcovitý reliéf, povodně představují relativně nevýznamný problém.
6. Další identifikované současné a potenciální budoucí problémy města diskutované v průběhu semináře:
(a) nárůst zranitelné populace, (b) dopady změny klimatu na zdraví obyvatel, (c) mimořádný nárůst populace v důsledku migrace způsobené změnou klimatu, (d) nerovnoměrné rozložení srážek, (e) kvalita ovzduší, přízemní ozón, (f) nízké průtoky v řekách, (g) hlubinné vody (ochrana).



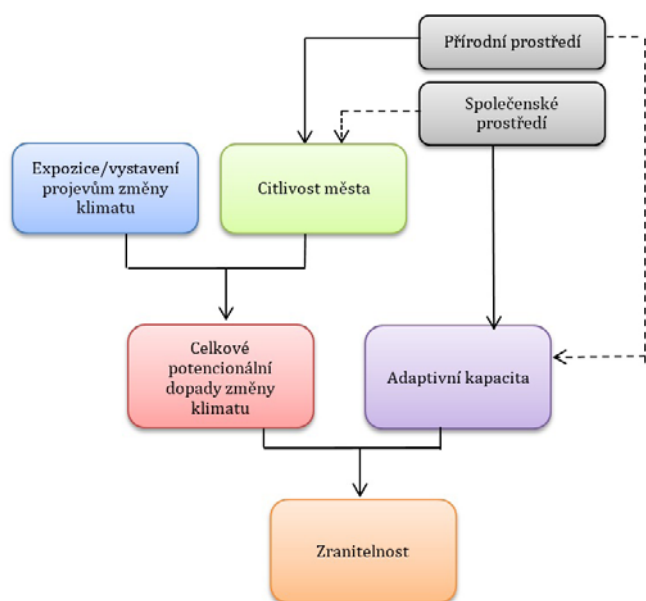
Obrázek 7: Hodnocení jednotlivých problémů a rizik spojených se změnami klimatu v Brně účastníky semináře (5 = velmi významné, 4 = spíše významné, 3 = ani významné ani nevýznamné, 2 = spíše není významné, 1 = není významné)

5. HODNOCENÍ ZRANITELNOSTI MĚSTA BRNA

V návaznosti na identifikovaná rizika spojená se změnou klimatu (viz Kapitola 4) bylo zpracováno hodnocení zranitelnosti pro klimatické scénáře RCP4.5 a RCP8.5 pro období blízké budoucnosti 2021-2040 a referenční stav 1981-2010 (podrobnější informace o klimatických scénářích, viz Kapitola 2). Hodnocení potenciálních dopadů změny klimatu, adaptivní kapacity a celkové zranitelnosti bylo analyzováno pro dvě oblasti rizik: (i) vlny horka, nárůst tepelného ostrova města, (ii) extrémní srážky, nedostatečné zasakování srážkové vody.

5.1 Metodický rámec hodnocení zranitelnosti

Metodický rámec pro hodnocení zranitelnosti ve městě zahrnuje hodnocení expozice (tedy vystavení projevům změny klimatu), vlastní citlivost (senzitivitu města vůči projevům změny klimatu) a adaptivní kapacitu města (tedy schopnost přizpůsobit se měnícímu se prostředí). Zranitelnost vyjadřuje do jaké míry je systém náchylný, podléhá a není schopen se vyrovnat s nepříznivými vlivy změny klimatu včetně klimatické proměnlivosti a extrémů. Zranitelnost závisí na charakteru, závažnosti a rychlosti změny klimatu a kolísání, jemuž je systém vystaven, jeho citlivosti a schopnosti adaptace (IPCC, 2007). Zranitelnost je tedy definována podle níže uvedeného schématu (viz Obrázek 8) jako suma expozice projevům změny klimatu, citlivosti města a jeho adaptivní kapacity.



Obrázek 8: Metodický rámec zranitelnosti
Zdroj: Adelphi/EURAC, 2014

5.2 Vlny horka a nárůst tepelného ostrova města

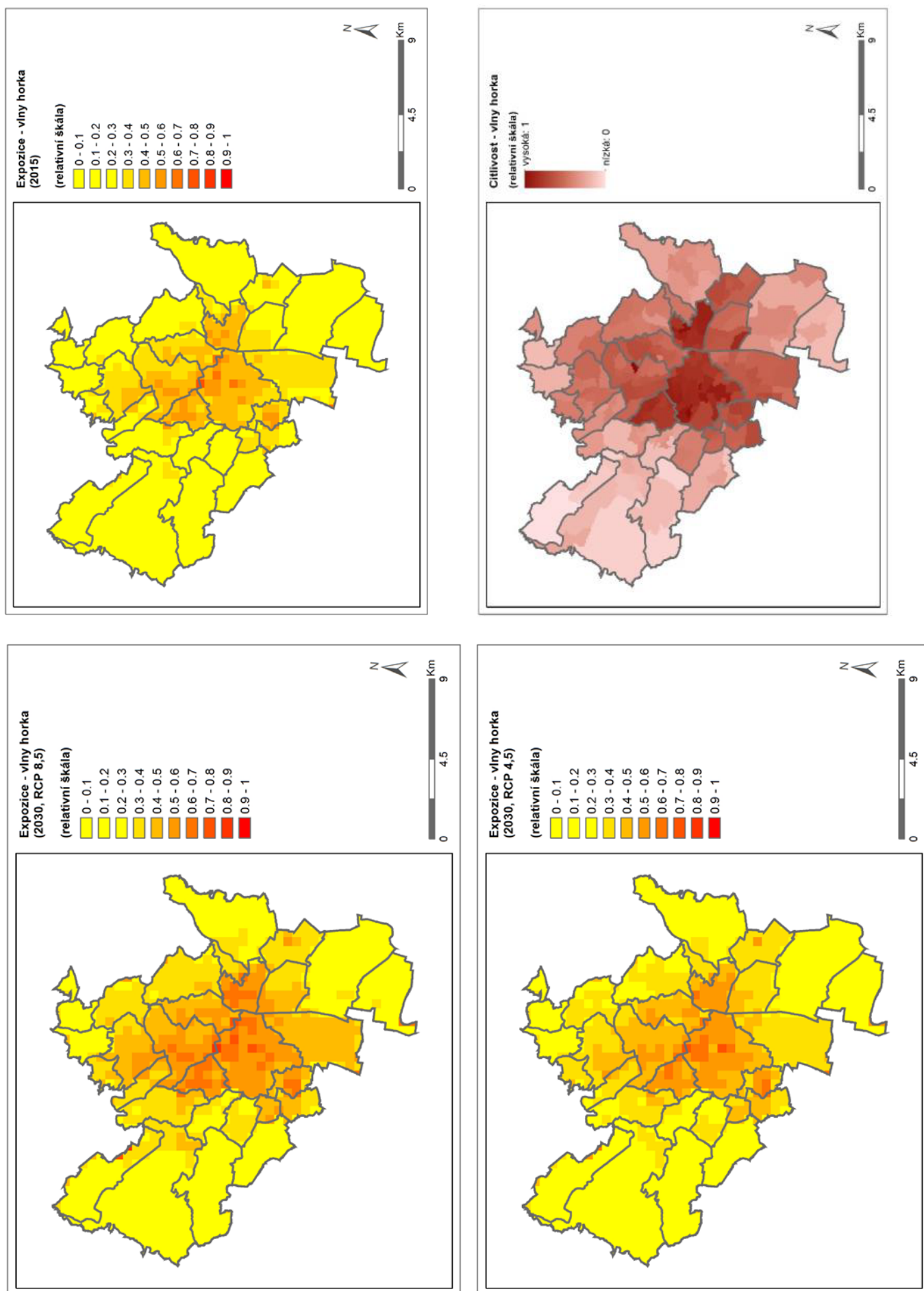
Celkové potenciální dopady vln horka byly podle výše uvedeného schématu vyhodnoceny jako suma expozice a citlivosti. Expozice vlnám horka byla hodnocena z hlediska klimatických, demografických i urbanistických parametrů (jako je využití území). Z hlediska klimatického bylo zhodnoceno zvýšení počtu dní v „heatwaves“ (vlnách veder) mezi hodnocenými obdobími (1981-2010 a 2021-2040); z hlediska demografického byla jako parametr využita hustota populace zasažené vlnami horka; z urbanistického hlediska byl zhodnocen podíl městských zelených ploch v jednotlivých městských částech, který v důsledku evapotranspirace vegetace ovlivňuje městské mikroklima, včetně vln horka (viz Kapitola 8).

Citlivost vůči vlnám horka se skládá ze dvou dílčích indikátorů, konkrétně míry zastavenosti území a podílu zranitelné populace (osob starších než 65 let) v jednotlivých městských částech. Míra zastavenosti území má přímý vliv na množství tepelného záření odrážejícího se od povrchu městské zástavby, čímž ovlivňuje výslednou teplotu v jednotlivých městských oblastech. Podíl starší populace je zohledněn z důvodu zvýšené citlivosti starších obyvatel vůči déle trvajícím horku a vysokým teplotám.

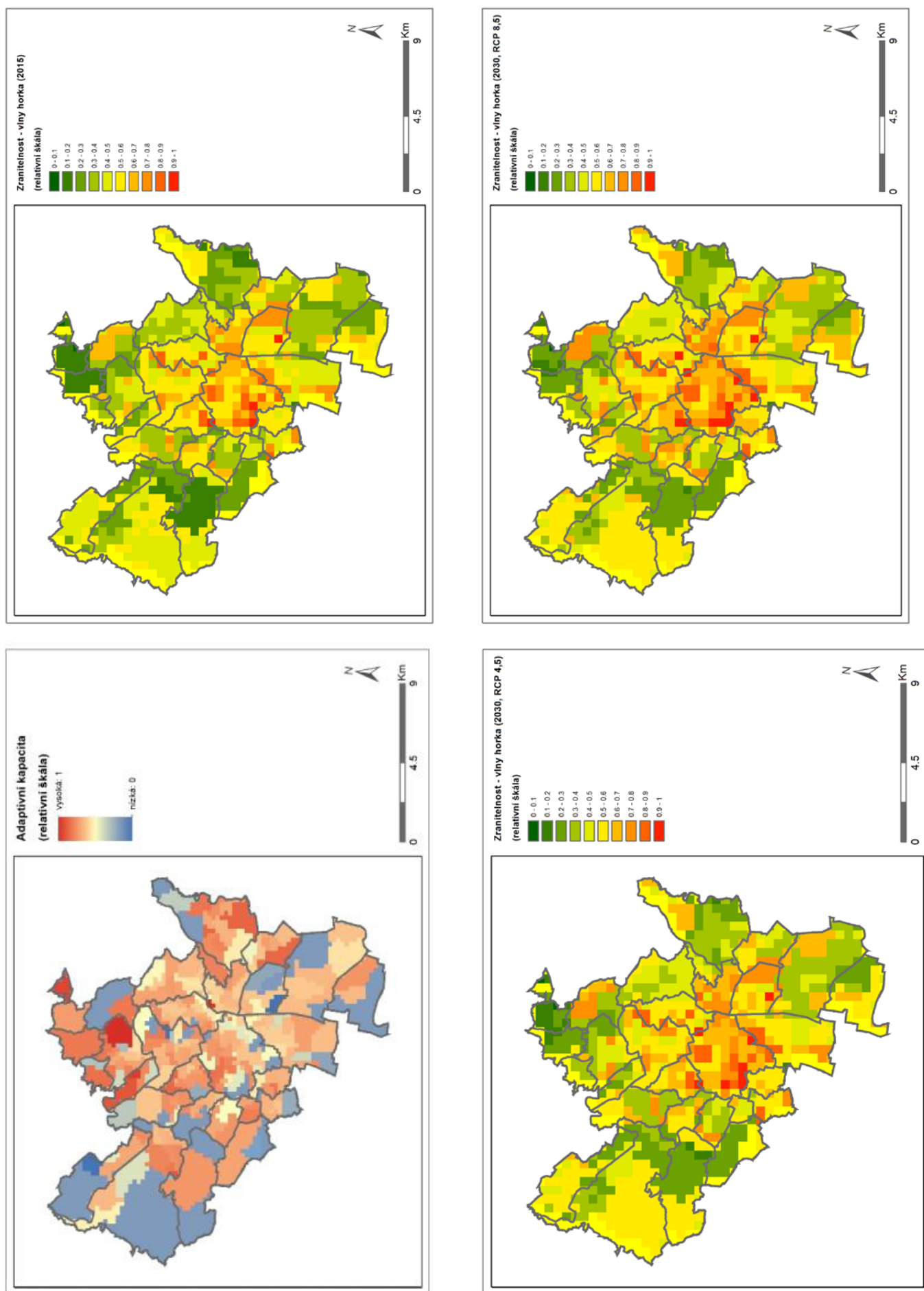
Do hodnocení celkové zranitelnosti byla zahrnuta adaptivní kapacita města vyjádřená škálou indikátorů, které jsou shrnuty v Tabulka 3. Vlastní analýza a hodnocení zranitelnosti bylo provedeno na datech v prostředí GIS. Všechny dílčí indikátory byly nejprve normalizovány na škálu od 0 do 1 (podle minima a maxima). A poté pomocí průměru složeny do dílčích vrstev expozice, citlivosti a adaptivní kapacity. Tyto dílčí vrstvy byly opět normalizovány a složeny do výsledné vrstvy zranitelnosti podle konceptuálního rámce: $Z = (E + C) - AK$, kde Z je zranitelnost vůči konkrétním dopadům, E expozice, C citlivost a AK adaptivní kapacita.

Tabulka 3: Indikátory pro hodnocení zranitelnosti města – vlny horka

	Indikátor	Zdroj	Rozlišení
Expozice	Indikátor heatwaves	EURO CORDEX scénáře: referenční stav (1981-2010), scénáře RCP4.5 and RCP8.5 (2021-2040)	500 m
	Hustota populace	Územně analytické podklady	Městské části
	Podíl zelených ploch (%)	Územně analytické podklady	Městské části
Citlivost	Podíl populace nad 65 let (%)	ČSÚ	Městské části
	Zastavěnost území (%)	Územně analytické podklady	Městské části
Adaptivní kapacita	Podíl zaměstnaných (%)	Sociodemografická analýza územních částí města Brna: Analýza dat SLDB 2011 (studie 2013)	Základní sídelní jednotka města Brna
	Podíl ekonomicky aktivních (%)	Sociodemografická analýza územních částí města Brna: Analýza dat SLDB 2011 (studie 2013)	Základní sídelní jednotka města Brna
	Podíl populace s VŠ vzděláním (%)	Sociodemografická analýza územních částí města Brna: Analýza dat SLDB 2011 (studie 2013)	Základní sídelní jednotka města Brna
	Podíl domácností s PC a internetem (%)	Sociodemografická analýza územních částí města Brna: Analýza dat SLDB 2011 (studie 2013)	Základní sídelní jednotka města Brna
	Podíl žen ze zaměstnaných (%)	Sociodemografická analýza územních částí města Brna: Analýza dat SLDB 2011 (studie 2013)	Základní sídelní jednotka města Brna



Obrázek 9: Expozice obyvatel Brna vůči dopadům vln horka - současnost, blízká budoucnost v roce 2030 podle scénářů RCP4.5 a RCP8. 5. Vpravo dole citlivost pro všechna období.

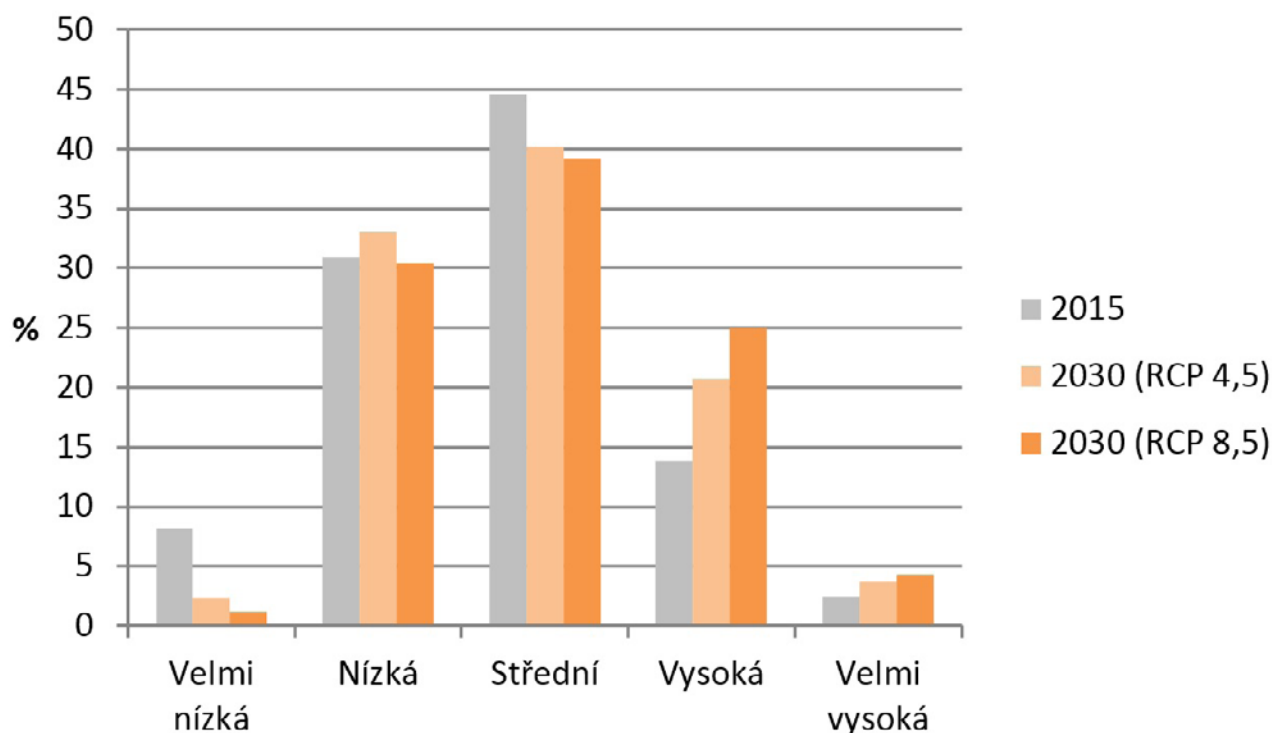


Obrázek 10: Adaptivní kapacita a zranitelnost obyvatel Brna vůči dopadům vln horka – současnost a blízká budoucnost v roce 2030 podle scénářů RCP4.5 a RCP8.5 (zleva dolů).

Expozice obyvatel města Brna vůči dopadům vln horka se bude v budoucnosti v hodnocených scénářích RCP4.5 a RCP8.5 zvyšovat. Zvýšení je patrné zejména v městských částech kolem centra města (viz Obrázek 9). Obdobně se bude zvyšovat i předpokládaná zranitelnost obyvatel města Brna vůči dopadům vln horka v obou scénářích RCP4.5 a RCP8.5 ve srovnání s předpokládanou zranitelností pro současnost (viz Obrázek 10). Nejnižší hodnoty zranitelnosti budou v obou scénářích na minimálním území a směrem do středu města bude celková zranitelnost narůstat. Zastoupení nejnižších hodnot bude ubývat a bude se naproti tomu zvyšovat podíl hodnot vyšších (viz Obrázek 11). Nejvyšší nárůst oproti současnosti zaznamenala kategorie vysoké zranitelnosti, které odpovídá přibližně čtvrtina města pro scénář RCP8.5. Jednotkový procentní nárůst je patrný i v četnosti velmi vysokých hodnot. Analýza nezohledňuje demografický a socio-ekonomický vývoj obyvatelstva, ale celkově lze očekávat, že dopady vln horka budou vyšší.

5.3 Extrémní srážky a nedostatečné zasakování srážkové vody ve městě

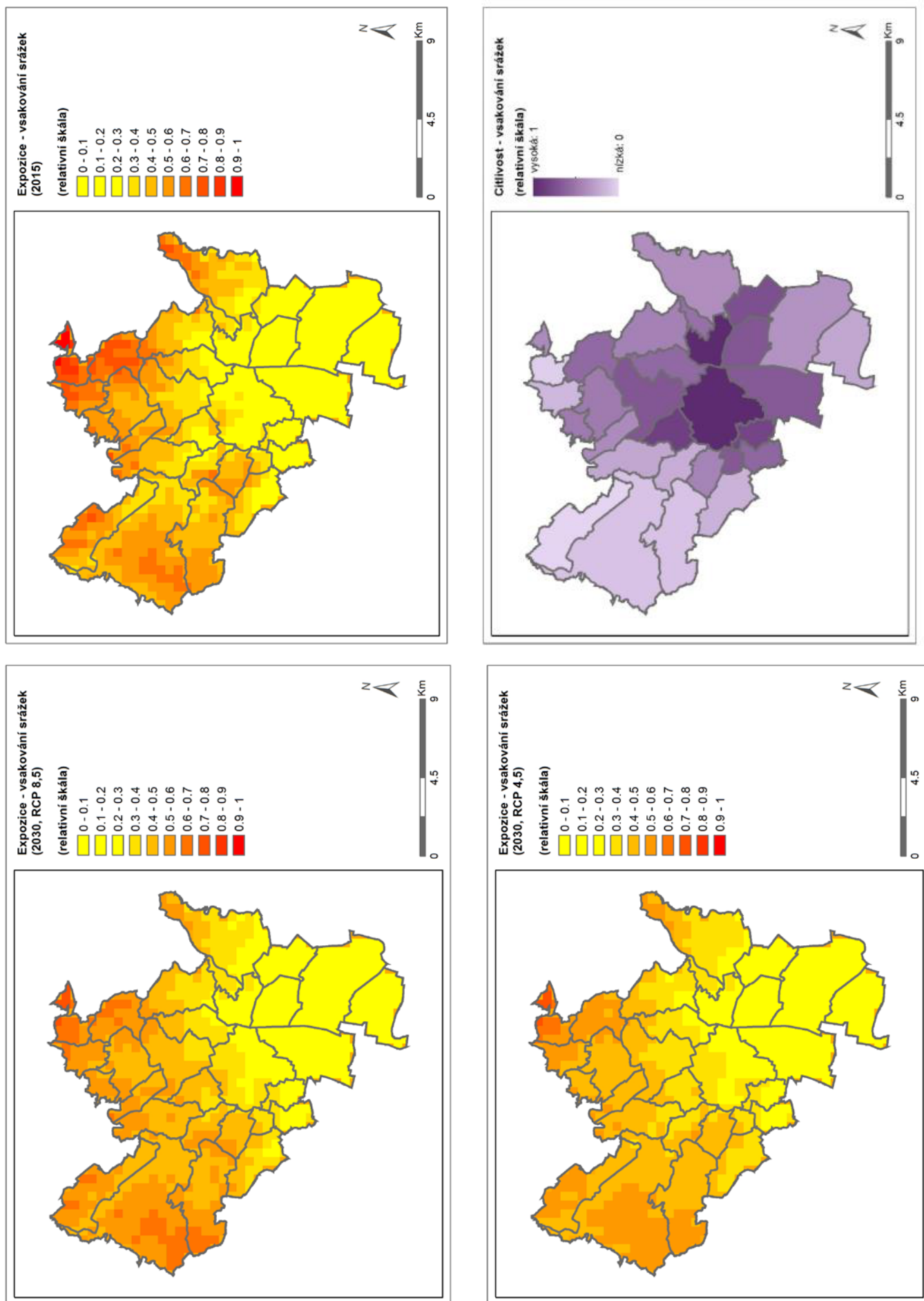
Expozice extrémním srážkám a povodňovému riziku byla hodnocena pomocí rozdílu úrovně klimatického indikátoru mezi zkoumanými obdobími, konkrétně počtu dní v roce s extrémně silnými srážkami (nad 20 mm). Citlivost vůči extrémním srážkám a nedostatečnému zasakování srážkové vody byla hodnocena na základě zastavenosti území města. Do hodnocení celkové zranitelnosti byla zahrnuta adaptivní kapacita města vyjádřená škálou indikátorů, které jsou shrnuty v Tabulka 4. Vlastní analýza a hodnocení zranitelnosti bylo provedeno na datech v prostředí GIS. Všechny dílčí indikátory byly nejprve normalizovány na škálu od 0 do 1 (podle minima a maxima). A poté pomocí průměru složeny do dílčích vrstev expozice, citlivosti a adaptivní kapacity. Tyto dílčí vrstvy byly opět normalizovány a složeny do výsledné vrstvy zranitelnosti podle konceptuálního rámce: $Z = (E + C) - AK$, kde Z je zranitelnost vůči konkrétním dopadům, E expozice, C citlivost a AK adaptivní kapacita.



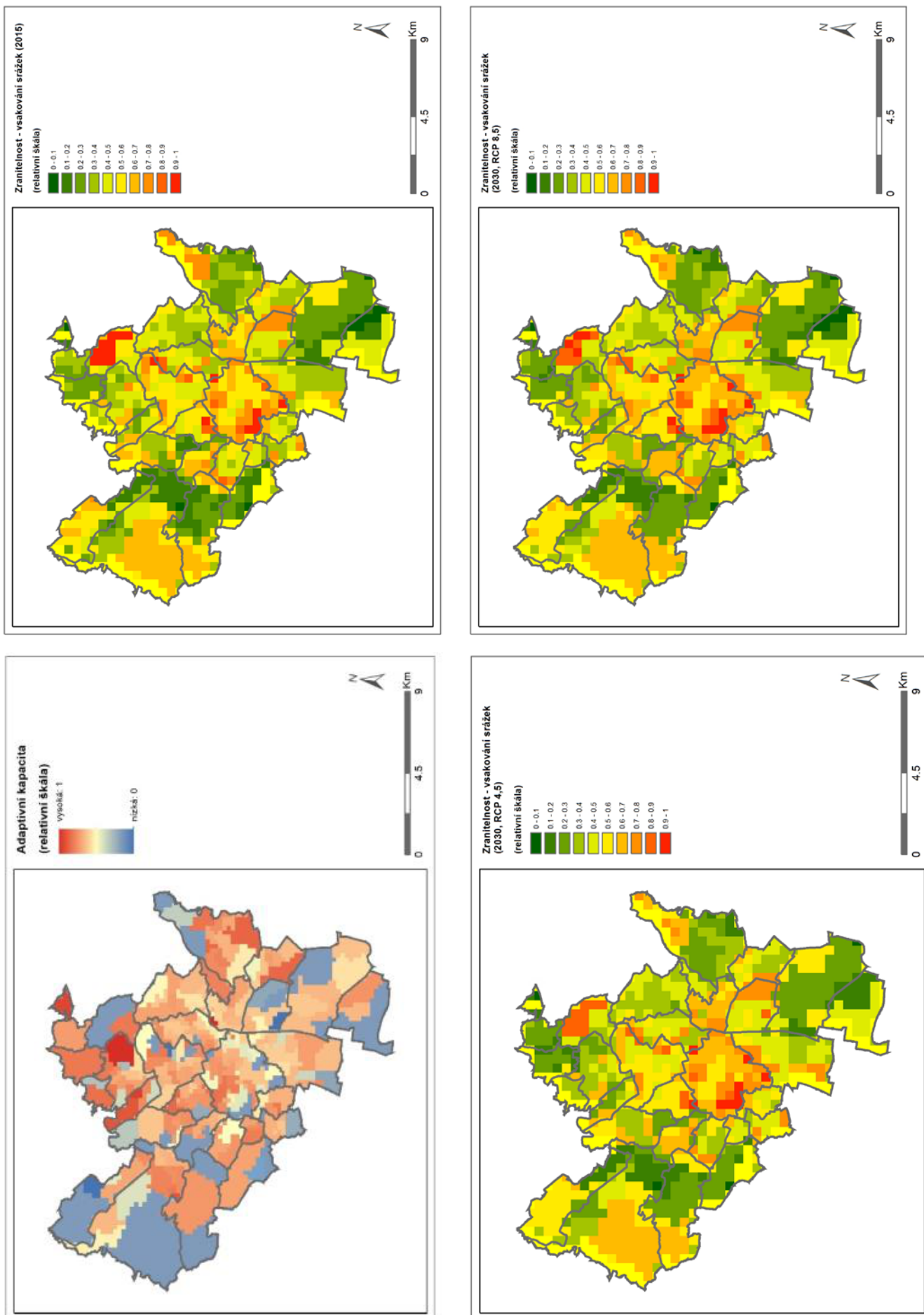
Obrázek 11: Srovnání podílu zastoupení jednotlivých tříd hodnot zranitelnosti pro současnost a oba RCP scénáře. Kategorie velmi nízká odpovídá hodnotám 0 – 0,2 velmi nízká 0,2 – 0,4 nízká, atd.

Tabulka 4: Indikátory pro hodnocení zranitelnosti města – extrémní srážky

	Indikátor	Zdroj	Rozlišení
Expozice	Zvýšení počtu dní/rok se silným deštěm (> 20 mm)	EURO CORDEX scénáře: referenční stav (1981-2010), scénáře RCP4.5 and RCP8.5 (2021-2040)	500 m
	Zvýšení srážek (mm/rok)	EURO CORDEX scénáře: referenční stav (1981-2010), scénáře RCP4.5 and RCP8.5 (2021-2040)	500 m
Citlivost	Zastavěnost území (%)	Územně analytické podklady	Městské části
Adaptivní kapacita	Podíl zaměstnaných (%)	Sociodemografická analýza územních částí města Brna: Analýza dat SLDB 2011 (studie 2013)	Základní sídelní jednotka města Brna
	Podíl ekonomicky aktivních (%)	Sociodemografická analýza územních částí města Brna: Analýza dat SLDB 2011 (studie 2013)	Základní sídelní jednotka města Brna
	Podíl populace s VŠ vzděláním (%)	Sociodemografická analýza územních částí města Brna: Analýza dat SLDB 2011 (studie 2013)	Základní sídelní jednotka města Brna
	Podíl domácností s PC a internetem (%)	Sociodemografická analýza územních částí města Brna: Analýza dat SLDB 2011 (studie 2013)	Základní sídelní jednotka města Brna
	Podíl žen ze zaměstnaných (%)	Sociodemografická analýza územních částí města Brna: Analýza dat SLDB 2011 (studie 2013)	Základní sídelní jednotka města Brna
	Podíl populace nad 65 let (%)	ČSÚ	Městské části



Obrázek 12: Expozice obyvatel Brna vůči dopadům extrémních srážek a nedostatečnému zasakování - současnost, blízká budoucnost (2030) scénáře RCP4.5 a RCP8.5, vpravo dole citlivost



Obrázek 13: Adaptivní kapacita a zranitelnost obyvatel Brna vůči dopadům extrémních srážek a zranitelnost vůči nedostatečnému zasakování vody – současnost a blízká budoucnost v roce 2030 podle scénářů RCP4.5 a RCP8.5 (zleva dolů).

V případě expozice vůči dopadům extrémních srážek a nedostatečnému zasakování vody je expozice v současnosti v některých oblastech vyšší než podle scénáře RCP4.5, nárůst je patrnější v porovnání se scénářem RCP8.5 (viz Obrázek 12). U celkové zranitelnosti je již podobný prostorový trend jako u vln veder, kde se zvyšuje zastoupení vyšších hodnot směrem do centra města (viz Obrázek 13). Opět platí, že celkově ubývá míst s velmi nízkou zranitelností a přibývá zejména míst s vysokou. Nárůst velmi vysokých hodnot je téměř nezatelný (viz Obrázek 14). Na jednu stranu se může zdát, že situace s extrémními srážkami nebude o tolik horší, jako v případě vln veder. Je ale nutné vzít v úvahu i fakt, že data extrémních srážek (počet dnů se srážkami nad 20 mm) nezachycují zvýšení průměrných srážek ve dnech, kdy není překročena extrémní hodnota.

5.4 Shrnutí očekávaných dopadů změny klimatu, zranitelnosti a rizik pro město Brno

Vstupní data a metody hodnocení očekávaných dopadů změny klimatu (viz Kapitola 2), zranitelnosti (viz Kapitola 5) a rizik (viz Kapitola 4) jsou shrnuty v Tabulce 5. Hlavními očekávanými (modelovanými) dopady změny klimatu a souvisejícími riziky jsou pro město Brno zejména:

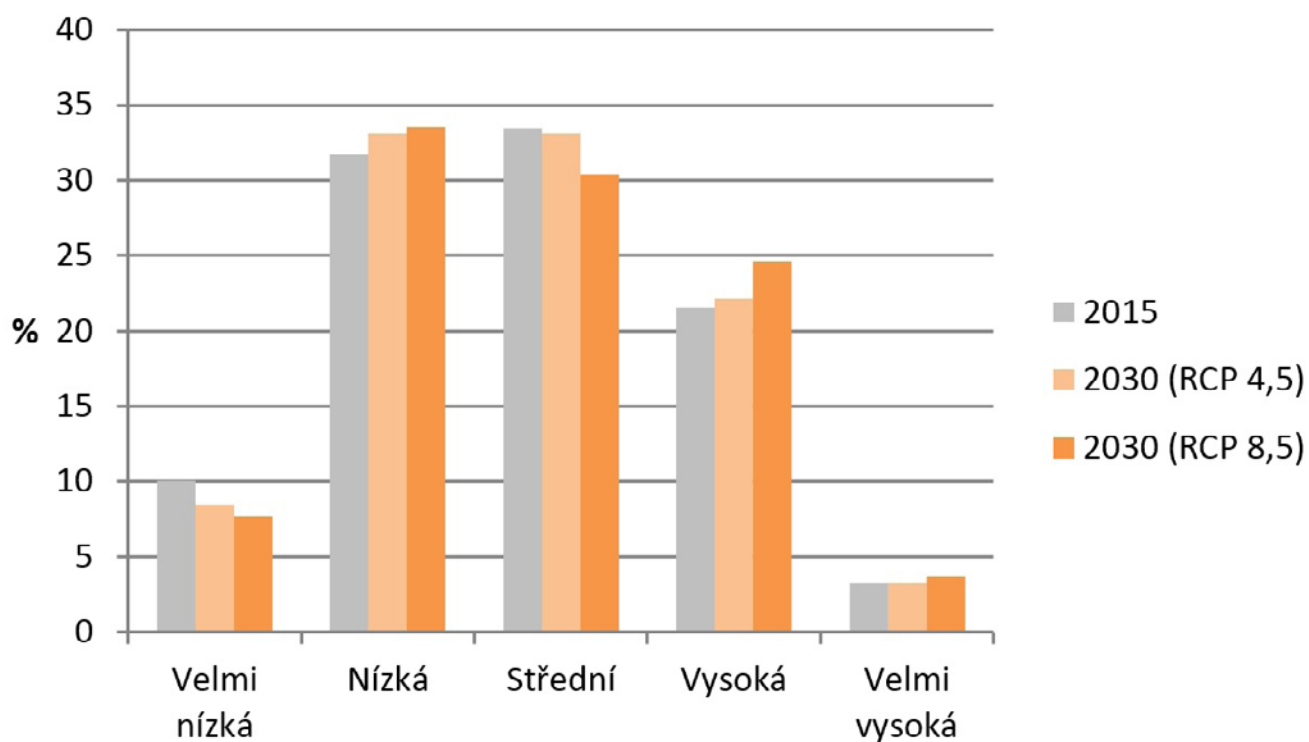
- (i) zvyšování průměrných ročních teplot, častější krátkodobé výkyvy a četnější extrémy (např. nárůst počtu tropických dní a nocí, vlny horka);
- (ii) změna rozložení srážek v čase a prostoru při zachování jejich průměrných ročních úhrnů (např. intenzivní krátkodobé úhrny a povodně, sucha);
- (iii) vyšší četnost a intenzita dalších extrémních hydrometeorologických jevů (např. bouřka, krupobití, silný vítr...).

Jako klíčová rizika pro město Brno (současný stav a očekávaný stav v roce 2030) byly účastníky participativního semináře identifikovány vlny horka, tepelný ostrov města a nedostatečné zasakování srážkové vody a přívalové srážky a deště.

Toto zhodnocení koresponduje s modelovaným vývojem klimatu na území města Brna (viz Kapitola 2). Prostorové vyhodnocení zranitelnosti vůči vlnám horka (viz Kapitola 5) indikuje zvýšenou zranitelnost v centrální části města (MČ: Brno-Střed, Brno-Žabovřesky, Brno-Královo pole, Brno-Židenice), a to pro oba analyzované RCP scénáře, naopak okrajové MČ s vyšším podílem zelených ploch vykazují nízkou zranitelnost (např. Brno-Ořešín). Obdobná je i lokalizace nejzranitelnějších oblastí z hlediska extrémních srážek a jejich nedostatečného zasakování - vedle výše uvedených MČ byla vysoká zranitelnost vůči těmto hrozbám identifikována rovněž v MČ Brno-Sever (Soběšice).

Tabulka 5: Vstupní data a metody hodnocení očekávaných dopadů změny klimatu, zranitelnosti a rizik.

	OČEKÁVANÉ DOPADY (viz Kapitola 2)	ZRANITELNOST (viz Kapitola 5)	RIZIKA (viz Kapitola 4)
Vstupní data	Klimatické scénáře RCP4.5 a RCP8.5; referenční období 1981-2010	Územně analytické podklady; územní plán; Demografické údaje: Český statistický úřad; Sčítání lidí, domů a bytů 2011	Očekávané dopady změny klimatu na město; vyhodnocení zranitelnosti
Metody hodnocení	Klimatologické GCM modely IPSL, HadGEM, CNRM, BNU, MRI	Normalizace vstupních dat (0-1); GIS multikomponentní analýza pro jednotlivé hrozby	Participativní semináře



Obrázek 14: Srovnání podílu zastoupení jednotlivých tříd hodnot zranitelnosti pro současnost a oba RCP scénáře. Kategorie velmi nízká odpovídá hodnotám 0 – 0,2, velmi nízká 0,2 – 0,4 nízká apod.

6. STRATEGICKÉ SMĚŘOVÁNÍ ADAPTACÍ VE MĚSTE BRNĚ

Dokument *‘Zásady pro rozvoj adaptací ve městě Brně’* bude sloužit jako rámec pro plánování a podporu rozvoje adaptací na změnu klimatu ve městě. Strategická vize a cíle definují základní směřování města Brna v oblasti přizpůsobení se dopadům změny klimatu. Strategické cíle jsou doplněny o indikátory monitoringu jejich naplňování a určují další směřování při uplatnění souboru vhodných adaptačních opatření, s důrazem na ekosystémově založené přístupy.

Zavádění adaptačních opatření je klíčové pro snížení zranitelnosti města vůči dopadům změny klimatu, je proto potřeba nalézt vhodná dlouhodobá řešení pro integraci adaptačních opatření do rozhodovacích procesů a podpořit implementaci přístupů k provádění těchto opatření do komunální praxe. Strategie v oblasti adaptací města Brna bude sloužit jako rámec pro plánování a implementaci adaptací na změnu klimatu ve městě. Strategická vize a cíle definují základní zásady pro směřování města Brna, které by měly být uplatňovány pomocí vhodně zvolených adaptačních opatření a reflektovány v Adaptačním akčním plánu, který stanoví konkrétní návrhy (záměry) realizace adaptačních opatření v prioritních oblastech, a bude jedním ze základních podkladů pro strategický rámec připravované Strategie pro Brno 2050.

6.1 Vize a hlavní cíle adaptací ve městě

Vize a hlavní cíle adaptací vycházejí z potřeb, které byly identifikovány pomocí řady metodických přístupů, jako je analýza rizik a zranitelnosti města (kapitola 2, 4 a 5) a výstupů z participativního semináře s klíčovými aktéry města Brna (kapitola 4.4.). Mezi hlavní rizika a problémy spojené se změnou klimatu ve městě Brno se řadí: (i) vlny horka a nárůst tepelného ostrova města, (ii) extrémní srážky, povodně a nedostatečné zasakování srážkové vody, (iii) sucho a nedostatek vody ve městě.

Vize:

ODOLNÉ BRNO – Město Brno je díky adaptačním opatřením městem odolným vůči dopadům změny klimatu a je připravené včas reagovat na předpokládané dopady klimatické změny. Ke zmírňování těchto dopadů jsou využívána adaptační opatření, která pomáhají také zabezpečit příznivý stav životního prostředí a výrazně přispívají ke zvýšení kvality života jeho obyvatel.

Ve městě dochází ke vzájemnému působení změny klimatu, urbanizace a dalších socio-ekonomických trendů (jako je stárnutí populace, koncentrace ekonomického kapitálu, apod.), města jsou rovněž významným producentem

skleníkových plynů. Na základě provedené analýzy rizik a zranitelnosti města byla identifikována hlavní rizika spojená se změnou klimatu ve městě (viz kapitola 4), která zahrnují zejména: (i) vlny horka a nárůst tepelného ostrova města, (ii) extrémní srážky, povodně a nedostatečné zasakování srážkové vody, (iii) sucho a nedostatek vody ve městě. Zavádění vhodných adaptačních opatření je klíčové z hlediska přizpůsobení města dopadům změny klimatu.

Adaptační opatření rozdělujeme do tří skupin: zelená a modrá opatření (tzv. ekosystémově založená opatření), šedá (stavebně-technologická opatření) a soft (měkká) opatření (týkající se změn ve správě, politických přístupech, chování společnosti apod.; viz Tabulka 6). Využití jednotlivých typů adaptačních opatření by mělo směřovat ke komplexnímu řešení problémů a rizik spojených se změnou klimatu s cílem naplnění strategické vize města v oblasti adaptací na změnu klimatu. Naplnění jednotlivých cílů by se mělo řídit zásadami, díky kterým je možné zajistit správné fungování adaptačních opatření a tím efektivně snížit zranitelnost města a jeho obyvatel vůči změně klimatu. Cíle a zásady jsou shrnuty v následující části, přičemž zásady pro realizaci adaptačních opatření ve městě Brně by měly být pro jednotlivé oblasti podrobněji zpracovány formou metodických pokynů pro realizaci vybraných adaptačních opatření.

Hlavní cíle a zásady adaptací:

1. vytvořit systém zelené infrastruktury pro **snížení rizik spojených s vlnami horka, městským tepelným ostrovem**, zároveň funkčně propojit jednotlivé prvky zelené infrastruktury v rámci města a zvýšit heterogenitu urbanizovaného území.
2. **zvýšit efektivitu hospodaření se srážkovou vodou ve smyslu „zadržet a využít“** - zvýšením podílu ploch s propustným povrchem a zaváděním udržitelných odvodňovacích systémů umožňujících zasakování dešťové vody, její retenci a opětovné využití.
3. s využitím ekosystémově založených přístupů při realizaci protipovodňových opatření **zajistit stabilní vodní režim a revitalizaci vybraných toků** v Brněnské metropolitní oblasti.
4. **podpořit osvětu a vzdělávání veřejnosti v oblasti změny klimatu**, podpořit aktivity vedoucí ke zvýšení environmentálního povědomí obyvatel a ekologicky šetrného chování.

Tabulka 6: Příklady adaptačních opatření a konkrétních aktivit, návrhy indikátoru pro monitoring zavádění opatření

<i>Kategorie adaptačních opatření</i>	Hlavní cíle adaptací	<i>Příklady konkrétních aktivit</i>
ZELENÁ A MODRÁ	Snížit rizika spojená s vlnami horka	Revitalizace existujících ploch veřejné zeleně, brownfieldů apod.
		Vytváření nových prvků zelené infrastruktury, zejména parky a parkově upravené plochy, stromořadí, aleje, ale i prvky modré infrastruktury (tůň a jezírek)
		Využívat existující plochy jako jsou střechy a fasády budov, parkovacích domů apod., pro vytváření zelených střech a stěn, zohlednění této možnosti při nové výstavbě
	Zvýšit efektivitu hospodaření se srážkovou vodou ve smyslu „zadržet a využít“	Nárůst propustných ploch, budování propustných parkovišť, vnitrobloků, vegetačních a infiltračních pásů
		Budování tzv. udržitelných odvodňovacích systémů a dešťových zahrádek, retenčních jezírek
		Výstavba retenčních nádrží pro sběr srážkové vody v blízkosti budov a její opětovné využití jako vody užitkové
		Revitalizace úseků vybraných říčních toků, obnova vybraných břehových porostů, úprava vegetace, obnova a zřizování postranních ramen, tůň, mokřadů.
ŠEDÁ	Minimalizovat zdroje antropogenního zahřívání	Využívat materiály s nízkou akumulací a vysokou odrazivostí slunečního záření
		Využívat techniky a materiály pro vytvoření pasivního chlazení budov
		Podpořit využití alternativních forem dopravy – hromadná, cyklo doprava a pěší doprava
MĚKKÁ	Podpořit osvětu a environmentální povědomí veřejnosti o změně klimatu	Vypracovat komunikační strategii, která umožní zapojit a oslovit širokou veřejnost (také odbornou veřejnost, podnikatele a investory) a obyvatele města a jeho metropolitní oblasti
		Vypracovat komunikační program pro zvýšení environmentálního povědomí obyvatel a ekologicky šetrnému chování, např. preferování udržitelných forem dopravy, úspory vody, využívání srážkových vod apod.
	Snížit zranitelnost obyvatel v obdobích vln horka	Vypracovat komunikační program zaměřený na zvyšování povědomí obyvatel o správných vzorcích chování v obdobích vln horka
		Vybudovat systém včasného varování před vlnami horka, s informacemi o dostupnosti zdravotnické pomoci

6.2 Specifické cíle a zásady pro rozvoj adaptací ve městě Brně

Cíl 1.: „Snížit rizika spojená s vlnami horka a městským tepelným ostrovem“

Vytvořením systému zelené infrastruktury, funkčním propojením prvků zelené infrastruktury ve městě Brně je možné zvýšit heterogenitu urbanizovaného území a přispět ke snížení rizika rozvoje městského tepelného ostrova. Je vhodné zvýšit podíl zelených ploch zejména v centru města a dalších vybraných lokalitách, čehož je možné

docílit revitalizací existujících ploch veřejné zeleně a tvorbou nových zelených ploch, realizací zelených střech a fasád budov, výsadbou zeleně ve vnitroblocích nebo také obnovou brownfieldů (např. Jaselská kasárna). Další zásadou z hlediska nových investičních záměrů, je využívání pokročilých stavebně-technologických postupů a materiálů s nízkou akumulací slunečního záření a vysokou propustností dešťové vody.

Indikátory pro monitoring naplňování cíle 1:

Číslo indikátoru	1.1
Název indikátoru	Podíl zelených ploch
Definice	Indikátor postihuje podíl ploch veřejné zeleně v centru města z celkové rozlohy centra města. Je ho možné rozšířit na celé administrativní území města Brna, případně jednotlivé MČ.
Jednotka	%
Frekvence měření	v závislosti na aktualizaci Generelu zeleně
Odpovědnost	OŽP MMB
Zdroj	Generel zeleně, ÚAP
Poznámka	

Číslo indikátoru	1.2
Název indikátoru	Faktor zeleně
Definice	Číselník indikátoru tvoří plocha zeleně na stavební parcele. Jmenovatel tvoří celková rozloha stavební parcely. Indikátor je možné sledovat u nových staveb/záměrů, event. ve vybraných částech města.
Jednotka	Číslo – bez jednotky
Frekvence měření	Průběžně, podle potřeby
Odpovědnost	Stavební úřady
Zdroj	Územní rozhodnutí/stavební povolení
Poznámka	<i>Nutná součinnost se stavebními úřady v rámci města Brna při sběru dat. Indikátor by se dal sledovat v rámci územních rozhodnutí/stavebních povolení, které náleží do kompetence jednotlivých stavebních úřadů. Stavební úřady evidují pouze návrh, realizace indikátoru je až následný krok, který nemusí být z různých důvodů realizován.</i>

Číslo indikátoru	1.3
Název indikátoru	Plocha zelených střech a zelených fasád
Definice	Celková plocha nově vytvořených zelených střech a zelených fasád na soukromých a veřejných budovách v rámci administrativního území města za rok. Obě hodnoty uvádět zvlášť.
Jednotka	m ²
Frekvence měření	1 x / 4 roky (začít sledovat v budoucnu, až bude existovat politika podpory zelených střech a související regulativ)
Odpovědnost	Stavební úřady
Zdroj	Evidence stavebních úřadů
Poznámka	<i>Skutečný rozsah vyplyne ze stavebního povolení případně kolaudace. Stavební úřady evidují pouze návrh, realizace indikátoru je až následný krok, který nemusí být z různých důvodů realizován. Otázkou zůstává, zda stavební úřady budou schopny dokládat evidenci v požadované jednotce (m²), pokud projektanti nejsou vázáni legislativou takové údaje jednoznačně uvádět (referenti stavebního úřadu nemohou výměry pro evidenci sami dle výkresů počítat).</i>

Číslo indikátoru	1.4
Název indikátoru	Počet vysázených stromů
Definice	Počet nově vysázených stromů v rámci veřejné zeleně ve městě. Indikátor je součástí Indikátorové soustavy strategie pro Brno. Kvalita nově vysázené zeleně (velikost dřeviny viz příloha č. 3, tabulka 3). U vysázených stromů odlišit opakovanou výsadbu za neuchycenou zeleň.
Jednotka	Počet
Frekvence měření	1x/ rok
Odpovědnost	OŽP MMB
Zdroj	Veřejná zeleň města Brna, p. o.
Poznámka	

Číslo indikátoru	1.5
Název indikátoru	Rozloha a počet revitalizovaných ploch brownfieldů
Definice	Celková plocha revitalizovaných ploch brownfield ve městě v daném roce a jejich počet. Údaje jsou evidovány od roku 2006. Indikátor je součástí <i>Indikátorové soustavy strategie pro Brno</i> .
Jednotka	počet, ha
Frekvence měření	1 x / 4 roky
Odpovědnost	ORL MMB
Zdroj dat	Evidence – brownfieldy města Brna
Poznámka	

Číslo indikátoru	1.6
Název indikátoru	Land – use
Definice	Podíl jednotlivých ploch ve městě a jejich meziroční změna. Jedná se o následující plochy – orná půda, chmelnice, vinice, zahrady, ovocné sady, trvalé travní porosty, lesní pozemky, vodní plochy, zastavěné plochy a nádvoří a ostatní plochy.
Jednotka	ha, % změny rozlohy
Frekvence měření	1x/ rok (při aktualizaci ÚAP, 2017 a pak každé 4 roky)
Odpovědnost	OÚPR MMB
Zdroj dat	ÚAP, ČSÚ – MOS
Poznámka	<i>Připravovaná novela stavebního zákona předpokládá aktualizaci ÚAP ve 4letých intervalech.</i>

Cíl 2.: „Zvýšit efektivitu hospodaření se srážkovou vodou ve smyslu: zadržet a využít“

S nárůstem epizod sucha je potřeba efektivněji využívat dostupné zdroje vody – zejména vodu srážkovou. Je potřeba zvyšovat podíl ploch s propustným povrchem a vytvářet možnosti pro zasakování dešťové vody a také její opětovné využití. Tato ekosystémově založená opatření přispívají i k ochraně města před tzv. bleskovými povodněmi. Při nových investičních záměrech v urbanizovaném

území je vhodné podporovat řešení, která umožňují infiltraci a retenci srážkových vod, tzn. s využitím propustných materiálů a povrchů (parkoviště, příjezdové cesty, pěší zóny, vnitrobloky, hřiště apod.) a ekosystémově založených přístupů (infiltrační pásy, průlehy, dešťové zahrady). Je také žádoucí podporovat zavádění systémů hospodaření se srážkovými vodami a systémů opětovného využití vod jako např. udržitelné odvodňovací systémy, jezírka, retenční nádrže na zachycování srážkové vody apod.

Indikátory pro monitoring naplňování cíle 2:

Číslo indikátoru	2.1
Název indikátoru	Podíl propustných a nepropustných ploch ve městě
Definice	První část indikátoru postihuje celkový podíl propustných resp. polopropustných ploch ve městě (jako jsou parky, zahrady, travnatá hřiště, zatravnovací dlaždice atd.) z celkové rozlohy města. Druhá část indikátoru postihuje celkový podíl nepropustných (zpevněných, zastavěných, vydlážděných atp.) ploch ve městě.
Jednotka	%
Frekvence měření	1x/ rok (při aktualizaci ÚAP, 2017 a pak každé 4 roky)
Odpovědnost	OÚPR MMB Brněnské vodárny a kanalizace
Zdroj	Analýza GIS, dálkový průzkum, ÚAP
Poznámka	<i>Město je rozděleno z hlediska využití a typů ploch – General geologie, General odvodnění. Podle Generelu odvodnění města Brna platí požadavek na regulaci odtoku dešťových vod z návrhových ploch Územního plánu města Brna na hodnotu 10 l/s/ha. Podle Vyhlášky č. 501/2006 Sb. – část třetí – Požadavky na vymezení pozemků a umístování staveb na nich, § 20 odst. 5c pro každý stavební pozemek platí, že na něm musí být vyřešeno vsakování nebo regulované odvádění srážkových vod, pokud se neplánuje jejich jiné využití. (body 1,2,3). Je chystáno zadání studie na stanovení podílu ploch se zpomaleným odtokem dešťových vod.</i>

Číslo indikátoru	2.2
Název indikátoru	Využívání srážkové vody – budovy
Definice	Indikátor hodnotí počet stávajících/nově postavených budov, které jímají a opětovně využívají srážkovou vodu, například pro sanitární účely či zavlažování.
Jednotka	Počet
Frekvence měření	1x/ rok
Odpovědnost	OÚPR MMB
Zdroj	Evidence stavebních úřadů
Poznámka	<i>Konkrétní způsob nakládání s odpadními dešťovými vodami je pouze informativní. Výslednou podobu řešení může sledovat pouze stavební úřad v rámci stavebního povolení případně kolaudace. Stavební úřady by musely o takových opatřeních vést evidenci. Odpovědnost OÚPR za sledování indikátoru bude vždy záviset od spolupráce se stavebními úřady, kterou si OÚPR nemůže nijak vynutit. Stavební úřady evidují pouze návrh, realizace indikátoru je až následný krok, který nemusí být z různých důvodů realizován.</i>

Číslo indikátoru	2.3
Název indikátoru	Využívání srážkové vody – pozemky
Definice	Počet veřejných pozemků, kde byla nově realizována opatření na zachytávání dešťové vody (jezírka, nádrže na zachytávání srážkové vody, atp.) v daném roce.
Jednotka	Počet
Frekvence měření	1x/ rok
Odpovědnost	Stavební úřady
Zdroj	Evidence stavebních úřadů
Poznámka	<i>Skutečný způsob realizace vyplyne ze stavebního povolení případně kolaudace. Pro sledování indikátoru by stavební úřad musel o takových opatřeních vést evidenci. Odpovědnost OÚPR za sledování indikátoru bude vždy záviset od spolupráce se stavebními úřady, kterou si OÚPR nemůže nijak vynutit. Stavební úřady evidují pouze návrh, realizace indikátoru je až následný krok, který nemusí být z různých důvodů realizován.</i>

Číslo indikátoru	2.4
Název indikátoru	Potenciál infiltrace a retence
Definice	Indikátor hodnotí celkovou plochu pozemků v rámci administrativního území města, vhodných pro zasakování a retenci dešťové vody ve městě. V další části hodnotí počet již realizovaných opatření pro infiltraci a retenci dešťové vody, založené na ekosystémovém přístupu (infiltrační pásy, průlehy, dešťové zahrady, atp.).
Jednotka	ha, počet
Frekvence měření	1x/ rok
Odpovědnost	Stavební úřady
Zdroj	Generel geologie
Poznámka	<i>Skutečný způsob realizace vyplyne ze stavebního povolení případně kolaudace. Pro sledování indikátoru by stavební úřad musel o takových opatřeních vést evidenci. Odpovědnost OÚPR za sledování indikátoru bude vždy záviset od spolupráce se stavebními úřady, kterou si OÚPR nemůže nijak vynutit. Stavební úřady evidují pouze návrh, realizace indikátoru je až následný krok, který nemusí být z různých důvodů realizován.</i>

Cíl 3.: „S využitím ekosystémově založených přístupů při realizaci protipovodňových opatření zajistit stabilní vodní režim a revitalizaci vybraných toků v Brněnské metropolitní oblasti“

Součástí města Brna a jeho metropolitní oblasti jsou vodní toky a jiné prvky modré infrastruktury. Zpomalení odtoku a jeho vyrovnávání při extrémních projevech počasí napomáhají také postranní ramena, přirozeně meandrující toky, postranní tůně a mokřady. Součástí tohoto cíle by měla být také úprava a revitalizace břehových porostů.

Indikátory pro monitoring naplňování cíle 3:

Číslo indikátoru	3.1
Název indikátoru	Podíl záplavového území
Definice	Definuje podíl záplavových území Q_{100} z celkové rozlohy administrativního území Brna. Dále je možné hodnotit podíl zastavěného území v záplavovém území. Indikátor je součástí ÚAP, resp. RURÚ.
Jednotka	%
Frekvence měření	1x/ 3 roky
Odpovědnost	OÚPR?
Zdroj	ÚAP (při aktualizaci ÚAP, 2017 a pak každé 4 roky)
Poznámka	

Číslo indikátoru	3.2
Název indikátoru	Revitalizace říčních toků
Definice	Celková délka revitalizovaných vodních toků na administrativním území Brna s využitím ekosystémově založených přístupů.
Jednotka	m (po revitalizaci)
Frekvence měření	1x/ 2 roky
Odpovědnost	OŽP, OI?
Zdroj	Povodí Moravy, s. p., OŽP MMB
Poznámka	

Číslo indikátoru	3.3
Název indikátoru	Regenerace břehových porostů
Definice	Celková délka obnovených břehových porostů vodních toků na administrativním území Brna. Celková délka vodních toků, kde došlo k úpravě vegetace.
Jednotka	m
Frekvence měření	1x/ 2 roky
Odpovědnost	OŽP MMB
Zdroj	Povodí Moravy, s. p., OŽP MMB
Poznámka	

Číslo indikátoru	3.4
Název indikátoru	Ostatní ekosystémově založená protipovodňová opatření
Definice	Indikátor hodnotí počet ostatních ekosystémově založených protipovodňových opatření, realizovaných v daném roce na administrativním území Brna. Jedná se například o rozšiřování přírodě blízkých území, která umožňují rozlivy povodní (slepá ramena, tůň, mokřady, poldry s přírodní zátopovou plochou, přírodní ochranná koryta, atp.).
Jednotka	m2
Frekvence měření	1x/ 2 roky
Odpovědnost	OŽP MMB
Zdroj	Povodí Moravy, s. p.,
Poznámka	

Cíl 4: „Podpořit osvětu a vzdělávání veřejnosti o změně klimatu, podpořit aktivity vedoucí ke zvýšení environmentálního povědomí obyvatel a ekologicky šetrného chování“

Vypracovat komunikační strategii, která umožní zapojit a oslovit širokou veřejnost (také odbornou veřejnost, podnikatele a investory). Cílem této komunikační strategie je zvyšování povědomí na úrovni města Brna v oblasti dopadů a rizik spojených se změnou klimatu, potřebnosti a významu adaptačních opatření a jejich implementace v rámci Strategie pro Brno 2050. Dílčím cílem je vést veřejnost k obecně ekologicky šetrnému chování (např. preferování udržitelných forem dopravy, úspory vody, využívání srážkových vod apod.) a celkové zvýšení environmentální povědomí obyvatel.

Minimální klíčové komunikační nástroje komunikace a jejich využití:

1. www.brno.cz – oficiální webový portál města

- vytvoření relevantního odkazu v rámci informační stránky Strategie pro Brno 2050 nebo jiné relevantní stránky
- odkazy na relevantní portály a dokumentu mezinárodního a národního charakteru

- zveřejnění tohoto dokumentu „Zásady pro rozvoj adaptací ve městě Brně“
- prezentace dílčích témat adaptací ve smyslu a) vysvětlování klíčových rizik klimatických změn a b) prezentace úspěšných konkrétních opatření (zahraničních, ale zejména brněnských)

2. Brněnský metropolitán

- vytvoření příležitostné rubriky „Brno a adaptace na změnu klimatu“, případně využití předpokládané rubriky týkající se Strategie pro Brno 2050
- prezentace dílčích témat adaptace ve smyslu a) vysvětlování klíčových rizik klimatických změn a b) prezentace úspěšných konkrétních opatření (zahraničních, ale zejména brněnských)

Brno musí být připravené na krizové situace, které mohou vzniknout v důsledku vln horka nebo jiných extrémních projevů počasí. Adaptační opatření by proto měla být zacílená i na osvojení a optimalizaci vzorců chování obyvatel. Měla by rovněž zahrnovat vytvoření lokálního systému včasného varování před vlnami horka včetně poskytování informací o dostupnosti zdravotnické pomoci.

Indikátory pro monitoring naplňování cíle 4:

Číslo indikátoru	4.1
Název indikátoru	Nabídka programů environmentálního vzdělávání
Definice	Indikátor hodnotí celkovou nabídku programů a akcí environmentální výchovy, vzdělávání a osvěty zaměřených na ochranu klimatu a adaptace v Brně a okolí pro děti i dospělou populaci.
Jednotka	Počet akcí a programů
Frekvence měření	1x/ rok
Odpovědnost	OŽP MMB
Zdroj	Středisko ekologické výchovy (SEV)
Poznámka	

Číslo indikátoru	4.2
Název indikátoru	Zájem veřejnosti o environmentální vzdělávání (k ochraně klimatu)
Definice	Indikátor hodnotí počet účastníků programů EVVO zaměřených na ochranu klimatu a adaptace v Brně a okolí pro děti i dospělou populaci.
Jednotka	Počet účastníků
Frekvence měření	1x/ rok
Odpovědnost	OŽP MMB
Zdroj	Středisko ekologické výchovy (SEV)
Poznámka	

Číslo indikátoru	4.3
Název indikátoru	Publicita a mediální ohlas
Definice	Indikátor hodnotí celkový počet mediálních ohlasů (článků, zpráv, reportáží, atp.), týkajících se realizovaných nebo chystaných adaptačních opatření v Brně.
Jednotka	Počet
Frekvence měření	1x/ rok
Odpovědnost	MMB
Zdroj	Monitoring médií podle klíčových slov
Poznámka	

Číslo indikátoru	4.4
Název indikátoru	Ekologická stopa města
Definice	Indikátor nepřímo hodnotí zapojení brněnské veřejnosti a podniků do ekologicky šetrného chování prostřednictvím stanovení ekologické stopy města. Tento indikátor převádí celkovou spotřebu města, jeho obyvatel a podniků a jejich produkci odpadů na odpovídající plochy biologicky produktivní země.
Jednotka	Počet
Frekvence měření	1x/ 2 roky
Odpovědnost	Kancelář zdravé město (KZM)
Zdroj	Analýza ekologické stopy - viz www.ekostopa.cz/mesto
Poznámka	

Číslo indikátoru	4.5
Název indikátoru	Komunikační strategie
Definice	Indikátor hodnotí, zda došlo ke zpracování komunikační strategie města, která umožní oslovit a zapojit širokou veřejnost do ekologických otázek.
Jednotka	ano/ne
Frekvence měření	průběžně
Odpovědnost	OŽP MMB
Zdroj	MMB
Poznámka	

Číslo indikátoru	4.6
Název indikátoru	Vnímání adaptačních opatření občany
Definice	Indikátor prostřednictvím dotazníkového šetření hodnotí postoj reprezentativního vzorku brněnské veřejnosti k vybraným adaptačním opatřením.
Jednotka	%, bodová škála
Frekvence měření	1x/ 4 roky
Odpovědnost	KSM
Zdroj	Analýza ekologické stopy - viz www.ekostopa.cz/mesto , Sociologické šetření spokojenosti obyvatel Brna, http://indikatory.ci2.co.cz/cs/eci
Poznámka	<i>Otázky k adaptačním opatřením je možné propojit se šetření místních indikátorů udržitelného rozvoje. Jedná se o sadu Společných evropských indikátorů (ECI), indikátor ECI A.1 Spokojenost s místním společenstvím.</i>

Číslo indikátoru	4.7
Název indikátoru	Celkové investice na adaptační opatření
Definice	Indikátor vyčísluje celkovou sumu finančních prostředků vydaných v daném roce z veřejných zdrojů na adaptační opatření realizovaná na administrativním území Brna.
Jednotka	1000 Kč
Frekvence měření	1x ročně
Odpovědnost	ORF MMB
Zdroj	MMB
Poznámka	

7. PLÁNOVÁNÍ A IMPLEMENTACE ADAPTACÍ VE MĚSTĚ

„Zásady pro rozvoj adaptací“ budou sloužit jako analytický podklad pro Strategii pro Brno 2050, jejíž finální verze se očekává v polovině roku 2018. Strategie pro Brno 2050 bude obsahovat konkrétní akční plány, které budou v kompetenci jednotlivých odborů. „Zásady pro rozvoj adaptací“ budou projednány Komisí RMB pro strategické a územní plánování, Komisí Smart City RMB, Investičním odborem, atd.

7.1 Klíčové milníky přípravy Strategie pro Brno 2050

05-12/2016

Sdružení a zpracování podkladů pro východiska SpB
Pozn.: V oficiálních podkladech pro strategický plán jsou zahrnuty „Zásady pro rozvoj adaptací“ jako jeden z podkladů pro zpracování Strategie pro Brno 2050.

12/2016 – 03/2017

Zpracování strategické části dokumentu (vize, hodnoty, cíle)
Pozn.: Dokument „Zásady pro rozvoj adaptací“ bude jedním z podkladů pro zpracování analytické části dokumentu.

04/2017

Zpracování připomínek strategické části

03 – 09/2017

Zpracování programovou částí dokumentu (priority, témata)

10/2017

Zpracování připomínek programové části dokumentu

10/2017 – 04/2018

Zpracování akčních plánů (aktivity, akce, projekty)

06/2018

Schválení Strategie pro brno 2050 Zastupitelstvem města Brna

7.2 Struktura řízení

Pro přípravu a plánování adaptací ve městě by bylo vhodné identifikovat strukturu řízení, subjekty, které se budou podílet na přípravě adaptací. To by měl být jeden z prvních úkolů po vydání těchto východisek.

Prvotní nástin možného zapojení těchto subjektů:

Kancelář Strategie města Brno

- dlouhodobé poukazování na proměnu fungování města v důsledku klimatických změn
- implementace částí adaptační strategie do relevantních částí Strategie pro Brno
- iniciace vybraných opatření adaptační strategie do praktického fungování města (např. rozšíření osnovy investičního záměru)
- aktualizace následujících indikátorů (návrh):

1.4 Počet vysázených stromů

1.5 Rozloha a počet revitalizovaných ploch brownfieldů (spolu s Oddělením rozvojových lokalit MMB)

4.6 Vnímání adaptačních opatření občany

Odbor investiční

- dohled nad implementací všech adekvátních opatření adaptací ve městě, a to ve fázi projektování (nutno promítnout již do zadání pro projektanty) a pořizování kompletní projektové dokumentace
- dohled nad aplikací „zelených opatření“ už v rámci projektového záměru

Odbor územního plánování a rozvoje

- spravuje (zpracoval a aktualizuje) Generel odvodnění města Brna
- aktualizuje ÚAP – monitoruje indikátory na ně navazující
- aktualizace následujících indikátorů (návrh):
 - 1.6 Land – use
 - 2.1 Podíl propustných a nepropustných ploch ve městě
 - 2.2 Využívání srážkové vody – budovy (v závislosti na spolupráci se stavebními úřady)
 - 3.1 Podíl záplavového území (spolu s Povodím Moravy)

Odbor dopravy MMB

- dohled nad implementací opatření v oblasti dopravní infrastruktury

Odbor životního prostředí MMB

- dohled nad implementací opatření v oblasti zelené infrastruktury
- aktualizace následujících indikátorů (návrh):
 - 1.1 Podíl zelených ploch
 - 3.2 Revitalizace říčních toků
 - 3.3 Regenerace břehových porostů
 - 3.4 Ostatní ekosystémově založená protipovodňová opatření
 - 4.1 Nabídka programů environmentálního vzdělávání
 - 4.2 Zájem veřejnosti o environmentální vzdělávání (k ochraně klimatu)
 - 4.5 Komunikační strategie

Odbor vodního a lesního hospodářství a zemědělství MMB

- podíl na implementaci opatření v oblasti hospodaření s vodou

Kancelář projektu „Brno – zdravé město“

- podíl na implementaci komunikační strategie
- aktualizace následujících indikátorů (návrh):
4.4 Ekologická stopa města

Kancelář architekta města

- metodika pro veřejné prostory

Komise RMB pro strategické a územní plánování, Komise Smart City RMB, Komise investiční RMB, Komise dopravy RMB, Komise životního prostředí RMB

- projednání podkladů z adaptační strategie a relevantních materiálů ve fázi přípravy strategické části Strategie pro Brno 2050
- projednání podkladů z adaptační strategie a relevantních materiálů ve fázi přípravy programové části Strategie pro Brno 2050
- projednání podkladů z adaptační strategie a relevantních materiálů ve fázi přípravy akčních plánů Strategie pro Brno 2050

7.3 Související koncepční dokumenty

Zahájení procesu implementace navrhované adaptační strategie souvisí s probíhajícími schvalovacími procesy a politikami na úrovni města. Z hlediska plánování adaptací ve městě je potřeba identifikovat stávající koncepce a strategie, pro které jsou adaptační opatření relevantní. Z hlediska plánování a implementace přírodních blízkých adaptačních opatření do stávajících koncepčních dokumentů města Brna je potřeba najít synergie a napojení na stávající koncepcce města. Jedná se zejména o:

- **strategie pro Brno** (zejména prioritní oblasti:
1. Image města a vnitřní/vnější vztahy; 3. Kvalita života; 5. Doprava a technická infrastruktura); prioritní oblast 3. 'Kvalita života' je zároveň jedním z pilířů strategie
- **generel bydlení města Brna a Strategie bydlení města Brna** (zejména cíle: 1. Podpora uchování a regenerace stávajícího bytového fondu; 2. Podpora všech forem bytové výstavby), příprava Akčního plánu na roky 2017-2018
- **energetická koncepce statutárního města Brna** (zejména část 4. Hodnocení ekonomicky využitelných úspor), příprava tvorby nové koncepce
- **generel ovzduší** (zejména kapitola G. Nová opatření ke zlepšení kvality ovzduší)
- **Generel odvodnění města Brna** (koncepce odvodnění území, zajištění bezpečného odvádění srážkových a splaškových vod, jejich čištění)
- **generel geologie města Brna**
- **program rozvoje cestovního ruchu města Brna 2016-2020**
- **územně analytické podklady**

- **SUMP – Plán udržitelné mobility města** - bude dokončen na konci 2016
- budoucí strategie (metodická doporučení, zásady) pro veřejné prostory (KAM)
- koncepce rekreačního využití příměstských lesů města Brna
- plán aktivního stárnutí ve městě Brně
- rozptylová studie Brno 2016
- akční plán zlepšování kvality ovzduší na území města Brna

7.4 Příležitosti pro implementaci adaptačních opatření1. Identifikace synergií a propojení „Východisek pro rozvoj adaptací“ se současnými a připravovanými strategickými a koncepčními dokumenty města

- Provázání strategického a územního plánu – ve vybraných oblastech, z hlediska přístupů plánování
- Přispění do Rozboru udržitelného rozvoje území v rámci aktualizace Územně analytických podkladů města Brna, zaměřením na oblast dopadů změny klimatu na město Brno

2. Legislativní možnosti

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

- § 7/2 veškeré plochy nad 2 hektary by měly obsahovat veřejné prostranství o výměře min. 1000 m² – potřeba nadefinovat požadavky.
- § 20/5 písm. c) vsakování srážkové vody obecně upřednostněno před jejím odváděním pomocí veřejné srážkové či jednotné kanalizace.
(motivovat stavebníky k využívání této části vyhlášky - pomoc s geologickým průzkumem, inspirace možných technologických řešení atd.)

Při podpoře zasakování dešťových vod by také mělo být omezeno použití škodlivých materiálů na střeších či jejich oplechování - např. olovo, měď apod.

- viz také aktualizace: Vyhláška 269/2009 Sb., kterou se mění vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území
- Vyhláška 500/2006 Sb., příloha 13 - obsah plánovací smlouvy – adaptační opatření v rámci veřejných staveb, technické a dopravní infrastruktury, atd.

Plánovací smlouva sice není ideální pro koncepční naplňování adaptačních opatření, bohužel v územním plánování chybí adekvátní nástroje, které by umožňovaly prosazení jednotlivých opatření.

Adaptační opatření jsou často přímo obsažené v prvcích technické infrastruktury (přímé vyspádování do zeleně, propustné povrchy, volba vhodných materiálů, apod.). V praxi by se mohly používat podobně jako například

stavba veřejné budovy, kterou by město po investorovi požadovalo v pasivním standardu, nebo v určité energetické třídě.

3. Možnosti začlenění aspektu adaptací v rámci připravovaných investičních projektů

- vyčleněná území – upřesnit - v rámci statutu města se primátor vyjadřuje ke stavbám celoměstského zájmu (Statut města, Příloha 8 - stavby celoměstského zájmu – vyjadřuje se k nim primátor, který může stanovit podmínky, doporučené plnění; v případě adaptací potřeba definovat, k čemu by se měl vyjadřovat) – definovat jaké zásady uplatnit – vytvořit mechanismus pokynů pro investory (nová kancelář architekta by mohla na základě adaptační strategie zpracovat manuál adaptačních opatření vhodný pro tyto a podobné účely). Jedná se například o stavby veřejné vybavenosti, průmyslové areály, parkovací domy.
- město u vlastních projektů může jít příkladem v oblasti adaptačních a mitigačních opatření - veřejné objekty
- POTENCIÁL v tzv. „přestavbových územích“ a „návrhových plochách“; kde je možné začlenit realizaci adaptačních opatření (adaptační a mitigační opatření by měla být vyžadována už při územní studii nebo urbanistickém konceptu nové zástavby brownfieldu) (příležitost - např. technologický park na severu města) - např. lokalita Jaselská kasárna u Štefánikovy ulice – brownfield v majetku měst určený k přestavbě

4. Doplnění kritérií pro hodnocení investičních záměrů z hlediska adaptačního potenciálu

- potřeba vymezit kritéria hodnocení investičních záměrů - v návaznosti na probíhající aktualizaci metodiky investičního procesu

5. Využití doplňkových koeficientů v územním plánování

Územní plán města Brna v současnosti používá index podlažních ploch (IPP). Tento index neřeší zeleň ani podobu nezastavěné části parcely, má však na ně nepřímý dopad. Současné nástroje nenutí ani nemotivují stavebníky využívat efektivně zeleň (příp. vodní plochy) v rámci parcely. IPP by tedy bylo v budoucnu vhodné doplnit o aktualizovanou podobu obdobného koeficientu, jakým je např. koeficient zeleně (KZ).

Pozn.:

- *KZ používají některá města v ČR ve svých územních plánech.*
- *Nevýhodou současného výpočtu KZ v ČR je například orientace na velikost plochy bez ohledu na její funkci a kvalitu (např. z hlediska biodiverzity, návaznosti na okolní ekosystémy, zasakování dešťové vody atd.). Jedná se o klíčové faktory z hlediska míry poskytování ekosystémových služeb.*

- *Dalším nedostatkem současného KZ je absence zohlednění vodních ploch (vodní toky a plochy, mokřady, břehy atd.), přestože jsou z hlediska ekologické stability a poskytování ekosystémových služeb významné.*
- *Nabízí se zohlednění také doplňkových kvalit zeleně v rámci koeficientu, ve smyslu vlivu na zdraví obyvatel měst, sociální interakci, vizuální kontakt apod.*
- *Bylo by vhodné uvažovat i o aktualizované podobě KZ a zahrnout do něj výše zmíněné aspekty. Nabízí se inspirace v zahraničí - např. ve Švédsku, kde se KZ používá, avšak jeho výpočet je nastavený tak aby přímo motivoval stavebníky k realizaci ekologických (adaptačních) opatření.*

6. Aktualizace územně analytických podkladů

Zařazení adaptací do příští aktualizace územně analytických podkladů - využití dat z leteckého snímkování a hodnocení zranitelnosti - např. identifikace rizikových území z hlediska tepelného ostrova.

- aktualizace dotčených kapitol a zdůraznění role adaptací ve městě v části 15 vyhodnocení udržitelného rozvoje území

Problematika adaptací by také měla zdůraznit nutnost provázanosti jednotlivých kapitol.

7. Aktualizace a efektivní využívání již schválených a platných dokumentů

Např.: Generel odvodnění města Brna z roku 2010 (zmiňuje moderní a ekologické způsoby nakládání s odpadní vodou)

Pozn.:

- *při pořizování nových generelů vyžadovat začlenění adaptačních a mitigačních opatření*

8. Návaznost adaptací na ÚSES

Prosazování ekosystémových služeb v územním plánování je nutné provádět v souladu s existujícími strategiemi a na základě důkladného průzkumu stávajících městských ekosystémů. V tomto směru je vhodné využít dokument ÚSES (Územní systém ekologické stability) a navázat jej na poskytování ekosystémových služeb. Bohužel, naplňování ÚSES je v prostředí města často nedostatečné. Ke změně této situace by mohlo přispět uplatnění konceptu ekosystémových služeb. Pokud by se podařilo provázat ekosystémové služby s konkrétními nástroji územního plánování (zejména s koeficientem zeleně) a jejich hodnocení by bylo vyžadováno v rámci územní studie nebo regulačního plánu, lze předpokládat, že by toto opatření mělo pozitivní vliv na realizaci samotného systému ÚSES v městském prostředí.

9. Motivační nástroje města (návaznost na kapitoly 9, 10)

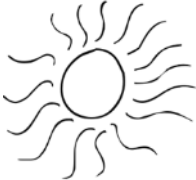


- nejen regulační, ale i stimulační/motivační nástroje města (kap. 9, 10 Východisek adaptační strategie)

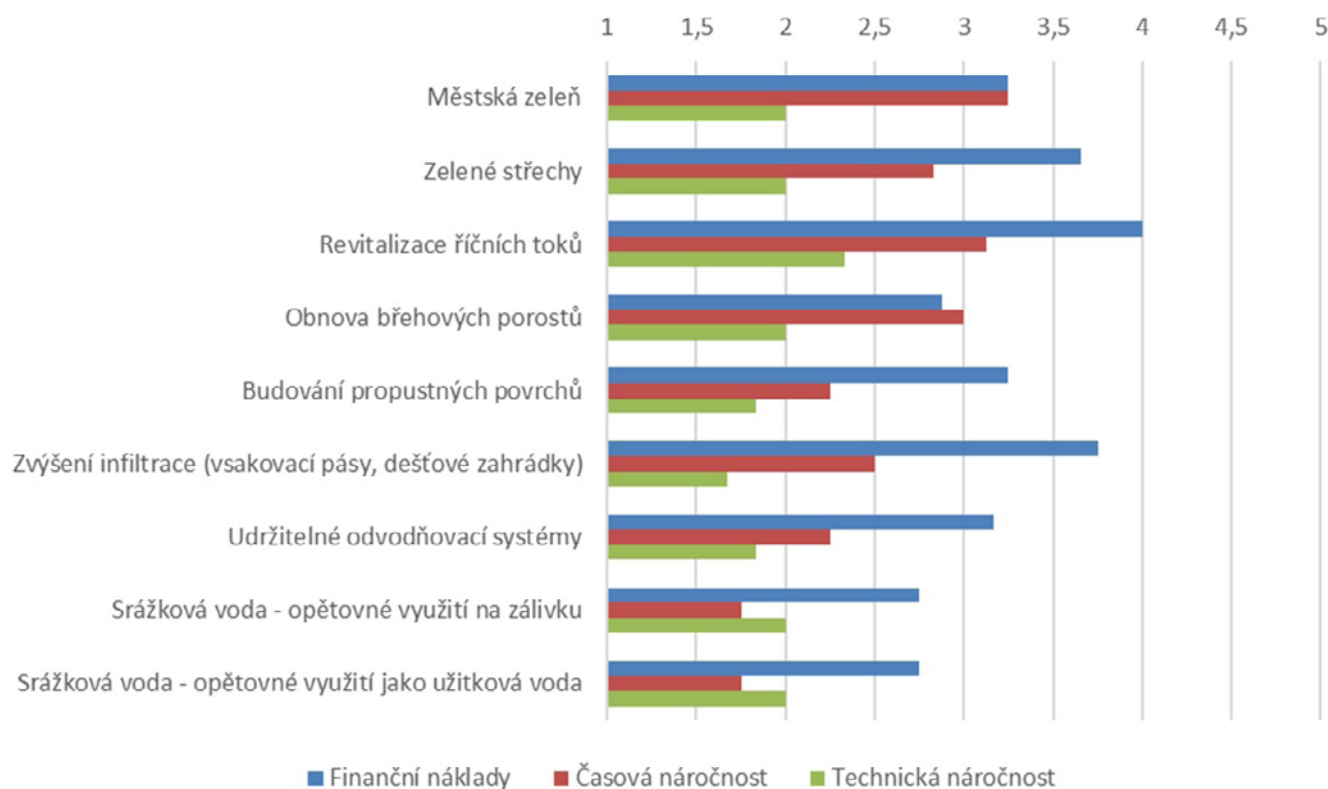
8. PŘEHLED EKOSYSTÉMOVĚ ZALOŽENÝCH ADAPTAČNÍCH OPATŘENÍ PRO MĚSTO BRNO

Ekosystémově založená adaptační opatření jsou často preferována pro jejich multifunkčnost – schopnost poskytovat širokou škálu benefitů, ale také pro dlouhou životnost. Tato opatření je možné rozdělit dle jejich primárního zaměření na určitou hrozbu související se změnou klimatu. Některé z nich pomáhají primárně snížit negativní projevy vln horka (např. městské tepelné ostrovy), nebo jsou zacíleny na protipovodňovou ochranu, případně pomáhají předejít obdobím sucha tím, že maximalizují vsakování a retenci srážkové vody (viz Tabulka 7).

Problematicke adaptačních opatření se věnovala i podstatná část prvního pracovního semináře projektu UrbanAdapt s názvem „*Adaptace města Brna na klimatické změny*“, který se uskutečnil 24. dubna 2015 v prostorách Otevřené zahrady Nadace Partnerství. Cílem semináře bylo seznámit účastníky s očekávanými dopady změny klimatu na město Brno a zhodnotit problémy z hlediska současného i budoucího vývoje města. Účastníci semináře také identifikovali preferovaná ekosystémově založená adaptační opatření. Nejrelevantnější opatření byla zhodnocena z hlediska finančních nákladů, časové náročnosti realizace a celkové technické náročnosti provedení (viz Obr. 15).

Tabulka 7: Přehled ekosystémově založených adaptačních opatření rozdělených dle hrozeb souvisejících se změnou klimatu

Hrozby spojené s klimatickou změnou	Ekosystémově založená adaptační opatření	Hlavní účinky	Další přínosy
Vlny horka 	<ul style="list-style-type: none"> Městská zeleň Zelené střechy a zdi Modrá infrastruktura Městské zahradničení a zemědělství 	<ul style="list-style-type: none"> Snižování efektu tepelného ostrova města Snižování plošného odtoku 	<ul style="list-style-type: none"> Ochrana před erozí Zvýšení lokální biodiverzity Zvýšení atraktivity městského prostředí a kvality života obyvatel Snížení nákladů na vytápění a chlazení budov
Povodně 	<ul style="list-style-type: none"> Revitalizace úseků vybraných říčních toků Obnova vybraných břehových porostů, úprava vegetace Obnova a zřizování postranních ramen, tůň, mokřadů 	<ul style="list-style-type: none"> Zvýšení infiltrace vody a snížení povrchového odtoku Snížení kulminačních průtoků 	<ul style="list-style-type: none"> Zvýšení biodiverzity Zvýšení krajiny a estetické hodnoty krajiny Rekreační využití
Nedostatečné zasakování srážkové vody 	<ul style="list-style-type: none"> Udržitelné odvodňovací systémy – zlepšení odvodnění Plochy s propustným povrchem Vegetační infiltrační pásy, poldry, dešťové zahrádky 	<ul style="list-style-type: none"> Zvýšení infiltrace vody a snížení povrchového odtoku Retence vody pro období sucha 	<ul style="list-style-type: none"> Snížení nároků na užitkovou a pitnou vodu Zvýšení lokální biodiverzity Zvýšení rekreační hodnoty a/nebo atraktivity lokality



Obrázek 15: Hodnocení ekosystémově založených adaptačních opatření účastníky participativního semináře v Brně. (5 = velmi náročné, 4 = spíše náročné, 3 = ani náročné ani nenáročné, 2 = spíše není náročné, 1 = není náročné)

Na základě rešerše odborné literatury zaměřené na přínosy těchto opatření přinášíme na následujících stránkách přehled jejich hlavních a vedlejších přínosů. Finanční aspekty spojené s jejich realizací a údržbou jsou uvedeny v přílohách dokumentu (Příloha 3 – Karta adaptačních opatření: Městská zeleň, Zelené střechy a Propustné povrchy).

8.1 Městská zeleň a vodní plochy („zelené“ a „modré“ plochy)

Městská zeleň a vodní plochy (viz Obr. 16) snižují efekt tepelného ostrova městského prostředí při vlnách horka. V případě soliterních stromů, stromořadí a travnatých porostů dochází ke snížení teploty přibližně o 0,5-1,5 °C. U parků můžeme zaznamenat teplotní rozdíly až 6-8 °C oproti zastavěným plochám, přičemž se vlhkost okolního vzduchu může zvýšit až o 5-9% (Gill et al., 2007, Gomez et al., 2007, Xie et al., 2013, Gromke et al., 2015). Množství zachycené srážkové vody může u samostatně stojících stromů představovat až 8 l/m² rozlohy jeho koruny (Derkzen et al., 2015). Vegetace a zejména stromy také výrazně přispívají ke zlepšení kvality vzduchu (snížení koncentrací NO₂, PM₁₀, SO₂ až 2,5-4 g/m²/rok) a snižují obsah skleníkových plynů v ovzduší ukládáním CO_x

do biomasy (10-15 kg uhlíku/m²) (Derkzen et al., 2015). Zelené koridory zajišťující propojení mezi městskou zelení jsou významným prvkem omezujícím negativní vlivy fragmentace městské zeleně. Povrchy pokryté vegetací mají vyšší schopnost vsakovat a zadržovat dešťovou vodu a tím snížit povrchový odtok. Statické vodní plochy (např. parková jezírka, kašny) výparem vody rovněž ovlivňují mikroklimatické podmínky svého okolí výparem a zvyšováním vlhkosti vzduchu. Účelem je ochlazování vzduchu navíc zesílené tím, že řeky v nejteplejších částech města akumulují teplo, které pak uvolní v chladnějších periferních oblastech města, kudy protékají. Tímto způsobem dokážou řeky přispět k ochlazení okolního vzduchu v průměru o 1,5 °C a více (Hathaway, Sharples, 2012).



Obrázek 16: Park Lužánky s uměle vytvořenou říčkou Ponávkou. Vodní prvek v parku pod Špilberkem.
Zdroj: commons.wikimedia.org.

8.2 Zelené střechy a zelené zdi

Díky vegetaci na střeše budov (viz Obr. 17) dochází ke snížení teploty okolního vzduchu v průměru až o 4 °C přes den a přibližně 1,5 °C přes noc (Heusinger et al., 2015). Důležitým přínosem je snižování odtoku díky vysoké retenci substrátu. V závislosti na hloubce substrátu, trvání a intenzitě dané srážky jsou zelené střechy schopné zachytit až 95% srážkové vody. Vegetace rovněž plní funkci tepelné a zvukové izolace uvnitř budov (snížení o 3-4 °C a 40-50 dB v porovnání s okolním prostředím), přičemž výsledky

různých studií poukazují na to, že zelené střechy jsou efektivnější než svislé konstrukce (zdi) (Zupancic et al., 2009, Getter, Rowe, 2006). Střechy s keřovým a stromovým patrem jsou schopny zachytit až 60-90 % srážkové vody (Speak et al., 2013), a také přispívají ke zlepšení kvality ovzduší zachycováním polutantů (např. NO₂, PM₁₀, SO₂ a O₃), navíc přispívají k zatraktivnění dané lokality a částečně pomáhají zvýšit lokální biodiverzitu.



Obrázek 17: Zelená střecha na nově postavené budově v Otevřené zahradě, Brno. Střešní park uvnitř kancelářského komplexu Titanium, Brno (Zdroj: www.otevrenazahrada.cz, www.greenville.cz).

8.3 Městské zemědělství a zahradničení

Zelené obhospodařované plochy (viz Obr. 18) vytvořené za účelem městského zemědělství nebo zahradničení, mohou být dále přizpůsobovány dopadům změny klimatu zaváděním nových odrůd a plodin odolných vůči suchu. Stromy, byliny a keře zvyšují vlhkost vzduchu výparem, čímž ochlazují okolní prostředí. Vzrostlé stromy rovněž poskytují stín. Městské zemědělství a zahradničení může být rozděleno do několika kategorií - rodinné zahrady, zahrádkářské kolonie, komunitní zahrady, vzdělávací

zahrady, či městské farmy. Jedná se o místa, kde si mohou příchozí aktivně oddechnout, slouží také jako prostor pro realizaci výukových programů a workshopů, což bývá často přidanou hodnotou např. městských komunitních zahrad. Povrchy pokryté vegetací navíc zvyšují infiltraci srážkové vody, a tím pomáhají zabraňovat vzniku sucha. Zachycenou vodu lze dále využít pro závlivku, nebo jako vodu užitkovou.



Obrázek 18: Zahrada v pytli, Brno, Boromejská zahrada, Brno.
Zdroj: www.facebook.com, www.otevrenazahrada.cz.

8.4 Revitalizace úseků vodních toků a břehových porostů, obnova tůní a mokřadů

Regulace vodních toků prováděná plošně zejména ve druhé polovině 19. a první polovině 20. století způsobila zrychlení odtoku povodňových průtoků a následně větší škody v níže položených částech povodí. Cílem revitalizačních opatření (viz Obr. 19) je zlepšení ekologické funkce vodních toků v krajině obnovením přirozeného vodního režimu obnovou přírodě blízkých koryt, tůní v nivách toků, a také výsadbou vhodného vegetačního doprovodu. Revitalizační aktivity často přispívají i k zatraktivnění území a jeho dalšímu využitím pro rekreační účely.

8.5 Trvale udržitelné odvodňovací systémy

Cílem těchto opatření je napodobit přirozený odtok infiltrací a následnou retencí vody v průběhu intenzivních srážek. Tím přispívají ke snížení difúzního znečištění a doplňování hladiny podzemní vody. V závislosti na konkrétním způsobu provedení (viz Obr. 20) jsou trvale udržitelné odvodňovací systémy schopny zachytit 60% a více srážkové vody (Hathaway et al., 2008). Infiltrovaná voda je zachycována ve vodních nádržích lokálního charakteru. Srážkovou vodu je také možné uchovat pomocí městské infrastruktury (např. dětská hřiště nebo parkovací plochy, navržené k zadržení přebytku vody během intenzivních srážek). Zachycenou vodu je možné využít v období sucha.



Obrázek 19: Revitalizace Božkovského ostrova (vlevo), Mlýnské strouhy a Lobezkých luk v Plzni (vpravo)
Zdroj: www.reuris.gig.eu, www.pilsen.eu.



Obrázek 20: Zleva doprava: udržitelné odvodňovací systémy ve výstavbě – kampus MU v Brně, po dokončení v Malmö a Augusteborgu (Švédsko)
Zdroj: GRaBS, www.jvprojektvh.cz

8.6 Vegetační infiltrační pásy, dešťové zahrádky a poldry

Cílem těchto opatření je, podobně jako u udržitelných odvodňovacích systémů, napodobit přirozený odtok zadržím vody během intenzivních srážek, čímž vedle vlastní retenční funkce rovněž přispívají ke snížení zatížení kanalizačního systému. V městském prostředí bývají tato adaptační opatření realizována formou kvetoucích záhonů nebo tzv. dešťových zahrádek (viz Obr. 21), vsakovacích zahradních průlehů, vegetačních příkopů nebo

vegetačních pasů podél vozovky. Jejich výhodou je vysoká retenční a odpařovací kapacita, vysoký biologický čistící výkon a nízké náklady pořízení a nároky na údržbu (Hlavínek, 2007). Travní vlhkomilná společenstva rostlin mají vysokou rychlost vytváření účinného vegetačního krytu, vytrvalost a odolnost vůči nepříznivým klimatickým a povětrnostním podmínkám (HYDROEKO, 2006).



Obrázek 21: Příklady opatření z brněnských ulic (Vevěří, Kounicova, Rubín) původně proslapané pásy vegetace a štěrku, nyní osázené pestrými trvalkami doplněnými okrasným česnekem. Zdroj: www.vzmb.cz

8.7 Plochy s propustným povrchem

Existuje celá řada propustných povrchů od štěrkových ploch, přes zatravnovací tvárnice, po propustné dláždění (viz Obr. 22) a propustný asfalt, případně beton (Hlavínek, 2007). Tyto materiály jsou využívány zejména jako parkovací plochy (zatravněné štěrkové plochy, zatravnovací tvárnice), nebo jako chodníky, cyklostezky, pěší zóny (zatravnovací tvárnice, propustný asfalt a beton). Většina těchto patření nevyžaduje údržbu, životnost se pohybuje v řádech (desítek) let a některé typy se vyznačují odolností porovnatelnou s betonem.



Obrázek 22: Propustný chodník na univerzitním kampusu MU Brno. Zdroj: www.inovace.cz

9. FINANČNÍ NÁSTROJE PRO IMPLEMENTACI ADAPTAČNÍCH OPATŘENÍ VE MĚSTE BRNĚ

Vzhledem k omezenému rozpočtu obcí je potřeba hledat nové cesty k financování rozvojových záměrů, či hledat zcela nové způsoby poskytování veřejných služeb včetně adaptačních opatření založených na konceptu ekosystémových služeb v souvislosti s vyrovnáváním se se změnami klimatu¹.

Kapitola přináší přehled standardních i inovativních přístupů, které obce mohou v tomto směru využít. Níže jsou stručně uvedeny jak rozličné možnosti získání finančních zdrojů pro obce v souvislosti s adaptací na klimatické změny (tzn. potenciální finanční zdroje pro realizaci vybraných opatření), tak podrobněji možnosti zapojení neveřejného sektoru do těchto procesů různými formami participace.

Samotným identifikováním finančních zdrojů (ať již na národní nebo evropské úrovni) pro realizaci vybraných adaptačních opatření se mnohá města (vč. Brna) systematicky věnují v rámci své běžné agendy, proto se v této kapitole věnujeme právě především nástrojům podporující rozvoj a realizaci adaptačních opatření založených na participaci veřejnosti a podnikového sektoru, které představují (v rámci českého prostředí) inovativní způsob řešení této problematiky. Detailní přehled možných finančních zdrojů je uveden v Příloze 2 tohoto dokumentu.

Jedním ze způsobů je možnost využívat finančních zdrojů nadnárodních dotačních programů (fondy Evropského hospodářského prostoru, strukturální fondy EU). Na financování projektů z těchto zdrojů je potřeba finanční spoluúčasti příjemce dotace (zpravidla 10-20% celkových uznatelných nákladů). Pro obce je také relevantní financovat tato opatření z národních dotačních titulů, či z dotačních titulů vyšších územních celků.

Ne vždy je ale nutné hradit náklady na tato opatření čistě z veřejných rozpočtů (vč. nadnárodních fondů). Existuje i možnost získat finance (mikro)grantových schémat soukromých společností (resp. většinou jejich nadačních fondů) neb neziskových organizací a nadací.

V případě adaptačního opatření spočívajícího ve výsadbě či péči o městskou zeleň existuje celá řada inovativních způsobů, které mohou obce využít a které sníží jejich

¹ Na tomto místě je třeba poznamenat, že vybraná ekosystémově založená opatření jsou standardně financována z obecního rozpočtu i bez zapojení dodatečných zdrojů financování v podobě dotací a grantů. Většinou ale nebývá primární účel takto vynaložených obecních prostředků adaptace za změnu klimatu (s využitím ekosystémově založených přístupů), ale např. péče o obecní zeleň, revitalizace parku, nebo vodní plochy. Nicméně při splnění určitých podmínek lze těmito aktivitami přispět i k adaptaci obcí na změnu klimatu.

náklady na tato opatření. Obce mohou využít např. spolupráce s neziskovým sektorem, místními podniky a širokou veřejností. Existují různé modely zapojení místní komunity do správy veřejného prostoru. Komplex veškerých možností péče o městskou zeleň a institucionálního uspořádání v souvislosti s adaptací na změnu klimatu lze zahrnout pod pojem **urban governance**, neboli správu věcí veřejných zahrnující nejen správu ze strany veřejného sektoru, ale participaci celé společnosti na správě.

Zapojení místní komunity do procesu rozhodování a správy může nabývat velmi rozličných podob sahajících od zapojení veřejnosti ve fázi rozhodování o druhu a podobě investičních záměrů obce, přes spolupráci obce s veřejností při údržbě veřejných ploch až po delegování určitých pravomocí i povinností na neveřejnou instituci, například neziskovou organizaci, aniž by jí za to byla poskytována ze strany veřejného sektoru finanční podpora. Nejedná se tedy o formu outsourcingu, ale o sdílení břemene a zodpovědnosti v péči o veřejný prostor s veřejností. Míru participace můžeme připodobnit k žebříku, kdy ze spodních příček nízké participace stoupáme k příčkám vysoké úrovně zapojení veřejnosti (Arnstein, 1969). Aktivní spolupráce s veřejností může nabývat rozličných podob – zapojování veřejnosti při rozhodování, hledání nových finančních zdrojů, spoluorganizování společenských akcí, spolupráce při údržbě veřejných prostranství apod. (Dunnett a kol., 2002).

Zapojování veřejnosti nabývá v čase na významu, je např. zakotveno v celoevropské iniciativě Covenant of Mayors² (Pakt starostů a primátorů), která je zaměřena na zapojení místních a regionálních autorit do boje proti klimatickým změnám. Signatáři (města a obce) se dobrovolně zavazují k naplnění cílů v oblasti redukce CO₂ prostřednictvím zvyšování energetické efektivity a rozvojem obnovitelných zdrojů energie. Navazující iniciativa Paktu starostů a primátorů Mayors Adapt³ cílí na aktivní zapojování měst do přizpůsobování se (adaptaci) na změnu klimatu.

Pro doplnění uvádíme přehled zajímavých odkazů v souvislosti s projekty města Brno:

- <https://www.brno.cz/iti/> - Integrovaná strategie rozvoje Brněnské metropolitní oblasti – Jedná se o strategii vyvinutou ve spolupráci s regionálními partnery v zájmu města Brna týkající se takových rozvojových záměrů, které lze lépe řešit na regionální úrovni, než na úrovni municipální.

² <http://www.covenantofmayors.eu>

³ <http://mayors-adapt.eu/>

- <http://www.brno.cz/strategie> - Strategie pro Brno udává strategické priority, kam by se Brno mělo v budoucnosti ubírat.
- <http://www.projektyvbrne.cz/> - aplikace přináší mapové znázornění realizovaných a plánovaných projektů včetně cíle, který mají projekty naplňovat.

Významnou možností, jak podpořit realizaci vybraných adaptačních opatření ve městech, je získání dodatečných finančních zdrojů na jejich realizaci nad rámec standardních příjmů obecního rozpočtu. Jedná se především o dotace z nadnárodních a národních dotačních programů, případně dotačních programů vyšších územních celků (krajů) či nadací a soukromých firem.

9.1 Možnosti financování adaptačních opatření nadnárodních a národních zdrojů

V této subkapitole je uveden stručný přehled možných zdrojů financování adaptačních opatření relevantních pro město Brno. Jedná o Evropské a další nadnárodní fondy a dále možné finanční zdroje na národní a regionální úrovni. Detailní popis jednotlivých programů je uveden v Příloze 2.

Evropské a jiné nadnárodní fondy

Operační program Životní prostředí (OP ŽP)

- prioritní osa 4: Ochrana a péče o přírodu a krajinu, specifický cíl 4.4: Zlepšit kvalitu prostředí v sídlech
- případně prioritní osa 1: Zlepšování kvality vod a snižování rizika povodní, specifický cíl 1.3: Zajistit povodňovou ochranu intravilánu

INTERREG EUROPE

- prioritní osa 4.1: Zachování, ochrana a rozvoj přírodního a kulturního dědictví
- případně 4.2: Efektivní využívání zdrojů, ekologický růst a inovace, řízení dopadů na životní prostředí.

CENTRAL EUROPE

- prioritní osa 3: Spolupráce v oblasti přírodních a kulturních zdrojů pro udržitelný růst ve Střední Evropě resp. specifická priorita 3.3: Zlepšit řízení životního prostředí funkčních městských oblastí s cílem vytvořit z nich místa, kde se bude lépe žít

DANUBE

- specifická priorita 2.2: Udržitelné využívání přírodního a kulturního dědictví a přírodních zdrojů
- specifická priorita 2.4: Zlepšení připravenosti k řízení rizik a katastrof

URBACT III

- tematický cíl TC5 Přizpůsobení se změně klimatu, prevence a řízení rizik

INTERREG V-A Rakousko - Česká republika a

- prioritní osa 2: Životní prostředí a zdroje; Investiční priorita Ochrana a obnova biologické rozmanitosti a půdy a podpora ekosystémových služeb, včetně sítě Natura 2000 a ekologické infrastruktury

INTERREG V-A Slovenská republika – Česká republika

- prioritní osa 2: Kvalitní životní prostředí; Investiční priorita Ochrana a obnova biodiverzity, půdy, podpora ekosystémových služeb včetně sítě NATURA 2000 a zelených infrastruktur

Rámcový program pro výzkum a inovace HORIZONT 2020

- priorita 3: Společenské výzvy; Specifický cíl Činnosti v oblasti klimatu a životního prostředí, účinné využívání zdrojů a surovin.

Program EupropeAid

Integrovaný regionální operační program (IROP)

LIFE

Dotace z jiných nadnárodních fondů

- v ČR byly nejrozšířenějším zdrojem dotací z nadnárodních fondů (mimo fondů EU) tzv. **EHP a Norské fondy**⁴. V současné době nelze žádat o financování velkých projektů z těchto zdrojů, aktuálně se čeká na vyhlášení třetího grantového období (pravděpodobně v roce 2018).

České centrální instituce

Centrální instituce ČR, především Ministerstvo životního prostředí (případně Ministerstvo zemědělství v oblasti vod), vypisují vlastní grantová schémata doplňující grantové možnosti v rámci evropských fondů.

- program péče o krajinu, podprogram pro zlepšování dochovaného přírodního a krajinného prostředí⁵ (národní dotační program MŽP)
- podpora obnovy přirozených funkcí krajiny MŽP (národní dotační program MŽP). 3 podprogramy:
 - Adaptační opatření pro zmírnění dopadů klimatické změny na vodní ekosystémy
 - Adaptační opatření pro zmírnění dopadů klimatické změny na nelesní ekosystémy
 - Adaptační opatření pro zmírnění dopadů klimatické změny na lesní ekosystémy

4 <http://www.eeagrants.cz/cs/zakladni-informace/kdo-jsme>

5 <http://www.dotace.nature.cz/ppk-volna-krajina-programy.html>

Vyšší územní celky

Vyšší územní celky (kraje) vyhláší vlastní dotační programy. V Jihomoravském kraji nebyl identifikovaný dotační program, který by se přímo týkal adaptačních opatření na změnu klimatu, nicméně dílčí aspekty adaptačních opatření mohou být uplatněny v projektech v rámci následujících dotačních programů:

- Dotace obcím na zpracování územních plánů 2016
- Dotační program v oblasti vodního hospodářství, podprogram Podpora staveb protipovodňové ochrany
- Finanční podpory na hospodaření v lesích v Jihomoravském kraji 2013-2019⁶

9.2 Nadace a nevládní instituce

Dalším potenciálním zdrojem financování vybraných adaptačních opatření jsou soukromé nadace, případně přímo soukromé firmy, které např. formou sponzorského daru financují dílčí část realizace určitého opatření.

Nadace

Na dílčí aktivity, které lze také charakterizovat jako adaptační opatření na změnu klimatu (zejména výsadbu zeleně), mohou obce získat finanční prostředky (relativně menšího rozsahu) prostřednictvím nadací. Příkladem může být Nadace partnerství, která poskytuje obcím dotaci na výsadbu stromů⁷ (resp. na materiální náklady) a na vytvoření tzv. zelených oáz⁸, nebo Nadace proměny prostřednictvím programu Parky⁹ (mimo 10% finanční spoluúčasti je podmínkou participace veřejnosti).

Soukromé firmy

Soukromé firmy v rámci aktivit souvisejících se společenskou odpovědností firem (CSR – Corporate Social Responsibility) poskytují různým subjektům vč. obcí finanční prostředky na vybrané typy projektů. Z hlediska adaptačních opatření se jedná opět nejčastěji o výsadbu zeleně. Soukromé firmy mohou poskytovat finance buď přímo, nebo prostřednictvím svých nadací či nadačních fondů. Např. Nadace ČEZ takto podporuje liniovou výsadbu stromů (aleje)¹⁰.

9.3 Investoři v území – administrativní nástroj plánovací smlouvy

Zákon o územním plánování č. 183/2006 Sb. přinesl možnost požadovat po investorech v území finanční spoluúčast na vybudování nové či úpravu stávající infrastruktury v území, a to nejen např. veřejné dopravní a technické infrastruktury, ale i veřejných prostranství. V rámci řešení dopravní infrastruktury může požadovat např. ozelenění komunikací alejemi. Jedná se o institut tzv. plánovací smlouvy. Její existenci si může obec na investorovi vymoci tím, že podmíní změnu územního plánu vydáním tzv. regulačního plánu na žádost, jehož obsahem bude i plánovací smlouva. Plánovací smlouvu schvaluje zastupitelstvo obce.

Plánovací smlouva může být iniciována i v průběhu územního řízení přerušením územního řízení ze strany stavebního úřadu z důvodu vysokých požadavků záměru na veřejnou dopravní a technickou infrastrukturu, pokud záměr nelze bez vybudování příslušných nových staveb a zařízení nebo úpravy stávajících realizovat. Stavební úřad zároveň vyzve žadatele k předložení plánovací smlouvy, která tyto požadavky naplní.

Dle Janatky (2011) se plánovací smlouva nemusí týkat výhradně bezprostředního okolí stavby. Může v ní být požadována investice i mimo řešené území.

9.4 Nástroje podporující rozvoj a realizaci adaptačních opatření založené na zapojení neveřejného sektoru

Jiným způsobem, jak snížit zátěž obecních rozpočtů na realizaci adaptačních opatření na změnu klimatu, je snížení nákladů na tyto aktivity prostřednictvím zapojení veřejnosti, firem nebo neziskových organizací přímo do realizace těchto aktivit. V tomto případě mohou buď obce samy vyhlášovat dotační schémata, v jejichž rámci budou financovat jen část nákladů na daná opatření, nebo vstoupí do přímého partnerství s veřejností.

(Mikro)granty vyhlášené obcemi

(Mikro)granty jsou grantová schémata vyhlášená obcemi. Mohou se do nich zapojit místní občané a místní organizace. Přestože jsou (mikro)granty financované z obecního rozpočtu, znamenají pro obec velký potenciál přímých i nepřímých rozpočtových úspor, dále potenciál

6 <http://dotace.kr-jihomoravsky.cz/Grants/2587-506-Pravidla+pro+poskytovani+financni+podpory+na+hospodareni+v+lesich+v+Jihomoravskem+kraji+2013-2019.aspx>

7 <http://www.nadacepartnerstvi.cz/Granty/Pro-zadatele/V-obci>

8 <http://www.nadacepartnerstvi.cz/Granty/Pro-zadatele/Stromy/Zelene-oazy>

9 <http://www.nadace-promeny.cz/cz/granty/program-parky.html>

10 <http://www.aktivnizona.cz/cs/clanky/obce-mohou-zadat-o-grant-pro-podzimni-vysadbu-aleji-1746.html>

včlenit do rozhodování o podobě veřejného prostoru veřejnost. U těchto schémat bývá z obecních rozpočtů zpravidla financován pouze materiál, který navíc nemusí být financovaný v plné výši (část si může kofinancovat žadatel o grant). Příkladem mohou být mikrogranty městské části Prahy 10¹¹, mj. na zvelebení veřejného prostoru, nebo města Chomutov¹², případně město Stuttgart, které formou grantů podporuje vybudování zelených střech na budovách v soukromém vlastnictví na základě definovaných pravidel. Grant pokryje 50% výdajů, je zde stanovena maximální sazba na čtvereční metr vybudované zelené střechy. K této aktivitě zároveň město vydává praktické publikace a pořádá workshopy na zvýšení povědomí.

Partnerství obcí s veřejností

Partnerství obcí s veřejností může nabývat nejrůznějších podob, na rozdíl od (mikro)grantů není vždy nutné, aby protějšek obcí měl vlastní právní subjektivitu. Na druhé straně však platí, stejně jako u (mikro)grantů, že využitím této instituce je možné snížit náklady obcí na vybraná adaptační opatření.

Partnerství obcí s veřejností – zapojení dobrovolníků

Dobrovolnická práce v péči o veřejná prostranství může významně snížit finanční požadavky na místní rozpočty v údržbě veřejné zeleně a může zvýšit kvalitu veřejných ploch, např. v podobě zapojení dobrovolníků do údržby prostranství, úklidu odpadků, zapojení škol se synergií oblasti environmentálního vzdělávání dětí (Dunnett a kol., 2002). Příkladem může být iniciativa Uklidme Česko¹³ nebo partnerství MČ Praha 8 a organizace Vědomý dotek z.s.¹⁴ v oblasti obnovy jezírka a úklidu prostranství v Čimickém háji. Příklady ze zahraničí jsou uvedeny v Dunnett a kol. (2002).

Partnerství obcí s veřejností – přátelé parků

Participace veřejnosti na zajištění údržby a investic do veřejných parků se v širší míře objevila v souvislosti s omezenými možnostmi veřejných rozpočtů zajišťovat kvalitní údržbu parků a také v souvislosti s narůstající ochotou veřejnosti věnovat péči o parky svůj volný čas i finanční prostředky. V zahraničí je běžné, že o určitý veřejný prostor, např. městský park, nepečuje čistě veřejný sektor, ale podílí se na něm i občanská společnost. Pro tyto iniciativní skupiny občanů se ustálil pojem „přátelé parků“ – z anglického „friends of the park“ (Lehavi, 2004¹⁵). Členové neziskových organizací přátel parků a občané podílející se na péči o park pracují v parku mnohdy jako

dobrovolníci (Murray, 2010). Dle výzkumu provedeného ve Velké Británii, obce si od této intenzivnější spolupráce s veřejností slibují nejčastěji zlepšení možností pro financování parků, zlepšení komunikace s veřejností a lepší pochopení možností správy parku ze strany veřejnosti. Ze zahraničí je zřejmě nejznámější příklad Central Park Conservancy zabývající se nejvýznamnějším parkem New Yorku, Central Parkem. Jedná se o formální uskupení mající uzavřenou dohodu o spolupráci s veřejným sektorem. Z příspěvků svých dárců je schopna pokrýt 75% provozních nákladů parku (cca 50 mil. USD ročně) a 2/3 investičních nákladů od roku 1980, kdy toto uskupení vzniklo (630 mil. USD)¹⁶.

I v České republice se začínají objevovat občanská sdružení se zájmem o péči o určité území. Občané zapojení do těchto sdružení jsou ochotni vkládat do péče o veřejný prostor vlastní čas, v některých případech jsou schopni pokrýt i část materiálních nákladů. Zatím se ale jedná především o péči území mimo intravilán obcí, kterou takto organizačně zajišťují tzv. Pozemkové spolky¹⁷.

Partnerství obcí s veřejností – ostrůvkové plochy zeleně

Mnohé veřejně přístupné zelené plochy jsou maloplošné a nemají podobu parků, přesto jsou na první pohled vidět a svým vzhledem dělají městu jistou vizitku – kraje silnic, ostrůvky apod. Péče o ně je pro obec zátěží, kterou být nemusí. Naopak městští obyvatelé by rádi pečovali o svou „zahrádku“, nemají však k ní mnohdy žádný přístup. Některá města proto přistupují ke spolupráci s veřejností v péči o tyto plochy. Příkladem ze zahraničí je město Newcastle – program Adoptuj si pozemek (Adopt a Plot). Jednotlivci či skupina osob může adoptovat libovolně velkou plochu sahající od zcela maličké plošky až k větší rozloze. Rezidenti mohou pečovat o vlastní ulici, část parku či ostrůvkovou zeleň. Město vede evidenci správců plošek formou přiřazení čísel plochám v rámci databáze ploch v GIS¹⁸.

Partnerství obcí s veřejností – komunitní zahrady a zahrádkářské kolonie

Jedná se o prostor, který je obvykle vlastněn veřejným sektorem, jeho údržbu však zabezpečují soukromé subjekty, které prostor mají poskytnutý buď zdarma, nebo od vlastníka v pronájmu. Komunitní zahrady kladou důraz na společně sdílený prostor a možnost sousedského setkávání, pro pěstování jednotlivců jsou v rámci komunitní zahrady vyčleněny maloplošné záhonky. Do komunitních zahrad má přístup širší veřejnost zpravidla po zaplacení

11 <http://www.praha10.cz/urad-mc/odbory/odbor-kultury-a-projektu/oddeleni-projektu-mc-praha-10/zasobnik-projektu-mesto-na-miru.aspx>

12 <https://www.chomutov-mesto.cz/cz/1380.chomutov-podpori-male-akce-vypise-mikrogranty>

13 <http://www.uklidmecesko.cz/>

14 <http://www.vedomy-dotek.cz/>

15 Viz také Fortwangler (2007), Jones (2002a), Jones (2002 b)

16 <http://www.nycgovparks.org/about/partners> nebo <http://www.centralpark-nyc.org/about/about-cpc/financial-legal-information.html>

17 http://www.csop.cz/index.php?cis_menu=1 & m1_id=1003 & m2_id=1071 & m_id_old=1360

18 Více informací k tomuto programu v Dunnett a kol. (2002)

členského poplatku bez ohledu na to, zda se tyto osoby chtějí podílet na pěstování plodin, nebo ne. V ČR je zatím nejvíce komunitních zahrad v Praze, vznikají i v Brně¹⁹ a v dalších městech. Finanční podporu komunitním zahradám je např. možné získat prostřednictvím Nadace Partnerství²⁰.

Partnerství obcí s odbornou veřejností a odbornými institucemi

V přípravě záměrů města může město využít odborný potenciál vlastních občanů a organizací, např. vysokých škol. Např. zahradní architekti mohou být bez nároku na honorář ochotni přispět svými myšlenkami ke koncepčnímu řešení oblasti v místě svého bydliště. Stejně tak spolupráce s vysokými školami může být oboustranně prospěšná – vysoké školy se mohou na činnosti samosprávy podílet např. zadáním seminárních, bakalářských nebo diplomových prací. Např. v MČ Praha 8 proběhla studentská soutěž týkající se revitalizace vybraných veřejných prostranství. Studentské projekty byly následně posouzeny odbornou i laickou veřejností. Až poté bylo přistoupeno k zadání tvorby projektové dokumentace komerčnímu subjektu.²¹

Partnerství obcí s veřejností - Business Improvement Districts

V některých zemích - Kanada, USA, z evropských zemí Velká Británie, Srbsko a Albánie (Murray, 2010) - vznikají jako spolupráce mezi veřejným a soukromým sektorem v péči o veřejný prostor také tzv. Business Improvement Districts (BID) týkající se celých čtvrtí. Veřejný sektor poskytuje veřejné služby péče o danou čtvrť pouze v určitém standardu. Majitelé nemovitostí se mohou dohodnout na vyšším standardu péče o veřejný sektor, pokud se na zvýšení kvality chtějí i finančně podílet. Pokud se vznikem BID souhlasí určité procento vlastníků nemovitostí a také místní samospráva, může BID vzniknout. Dodatečné prostředky pro péči o veřejný prostor jsou získány zvýšením daně z nemovitostí. O využití těchto prostředků následně plně rozhoduje orgán volený majiteli nemovitostí, který spolupracuje s místní samosprávou²².

Partnerství obce s firmami

Firmy firemní strategie zahrnují vedle business cílů, rovněž cíle v oblasti lidských zdrojů, společenské odpovědnosti a udržitelnosti. V souvislosti s těmito strategiemi je možné firmy motivovat a proaktivně zapojovat do naplňování cílů města v oblasti adaptace na změnu klimatu.

Firmy budou spíše motivovány do opatření v oblasti jejich zájmu a v místě jejich územního působení, resp. v místě odkud dojíždějí jejich zaměstnanci. Inspirací pro realizaci dílčích opatření podporujících adaptaci na změnu klimatu mohou být například zaměstnanecká grantová schémata. Např. firma Skanska realizovala po dobu několika let soutěž pro své zaměstnance, ve které mohli získat mikro-granty do 20.000 Kč na tvorbu zelených oáz na sídlišti nebo v mateřských školách. Jiným řešením je pool fund, do kterého investuje několik firem společně, které mají v místě společný zájem. Obvyklé je to v zahraničí např. v oblasti implementace opatření managementu mobility (např. v technologických parcích či při developmentu nových čtvrtí ve Vídni, Londýně, Nice apod.). Jiným řešením může být matchingový fond, do kterého společně investují firmy a město pro podporu konkrétních opatření motivováni společným zájmem. Partnerem pro vytvoření koalice města a firem mohou být asociace společensky odpovědných firem, jako jsou v České republice působící Business Leaders Fórum a Business pro společnost. Evropská asociace odpovědných firem CSR Europe vytvořila program Sustainable Living Cities, který pomáhá koalici odpovědných firem a měst vytvářet a prakticky již dobře funguje v některých městech v Německu či Itálii.

Možnosti využití finančně návratných investic

Adaptační opatření na klimatické změny nemusí pro obce znamenat zvyšování výdajů. Město může jít buď cestou snižování provozních výdajů díky investici, nebo hledání nových příjmů z realizovaných akcí. Některé investice do opatření, např. snižujících spotřebu energie, mohou za dobu své životnosti přinést městům i finanční úsporu.

Příkladem může být program PUMA²³ města Vídně. (PUMA = Program Umweltmanagement im Magistrat), který se zaměřuje na energetické úspory, management odpadů a ekologickou mobilitu svých zaměstnanců. Provedená opatření energetických úspor mj. obsahují²⁴:

- snížení spotřeby energie na veřejné osvětlení díky výměně starých technologií za úsporné; racionalizaci osvětlení v nočních hodinách (zkrácení osvětlení o 1 hodinu)
- využití termálních a fotovoltaických solárních panelů na budovách ve vlastnictví města (k roku 2014 měla Vídeň termálními panely osazeno 64 budov, především koupališť, škol, úřadů, sportovišť; fotovoltaika byla umístěna na 25 objektech – především úřadech, školách).

19 Příklady v ČR: <http://www.vitalia.cz/clanky/komunitni-zahrady-pestuji-zeleninu-i-sousedske-vztahy/>, <http://www.prirodnizahrada.wz.cz/ozahrade.html>

20 <http://www.nadacepartnerstvi.cz/Granty/Pro-prijemce/Granty-na-prirodni-zahrady>

21 <http://praha8.cz/Nova-podoba-namesti-V-Bohnicich.html>

22 Hlouběji BID rozebírá Briffault (1999)

23 Více informací viz <https://www.wien.gv.at/klimaschutz/programm/puma/massnahmen/index.html>

24 Přehled úsporných opatření viz <https://www.wien.gv.at/klimaschutz/programm/puma/pdf/taetigkeitsbericht-2012-2014-barrierefrei.pdf>

- výměna zastaralých energeticky náročných počítačů za úsporné.
- používání energeticky úsporných klimatizačních jednotek, racionalizace jejich využití.
- implementace zastiňovacích opatření a větrání prostor proti letnímu přehřívání budov.
- i drobná opatření typu deaktivace osvětlení nápojových automatů.

V rámci zlepšování veřejných prostranství město může hledat i potenciál ke zvyšování příjmů v daném území. Nabízí se hledání oficiálních sponzorů, dobrovolné vstupné, doplnění veřejných parků o komerčně pronajímané prostory apod. Příkladem může být Mile End Park v Londýně, který generuje příjem pronájmem v něm situovaných obchodů, motokárové trati nebo pavilónů, které jsou využívány ke svatbám, konferencím nebo výstavám.²⁵

Podpora občanů a firem ze strany města k aktivitám směřujícím k adaptaci na klimatické změny

Chování občanů a firem má významný dopad na energetické hospodaření města a lokální projevy klimatických změn. Je proto velmi důležité, aby se města nezaměřovala pouze na to, co mohou pro adaptaci na klimatické změny dělat v rámci jimi vlastněného majetku, ale aby v podobných opatřeních podporovala, motivovala, inspirovala a vzdělávala své občany a firmy s provozem na území města.

Příkladem měkkých opatření v této oblasti může být bezplatné poradenství formou zelené linky, poradny a portálu s informacemi, jak založit zelenou střechu, jak zadržovat vodu, nebo zelenou fasádu, apod., podpořené daty, jak tato opatření fungují a jaké investice vyžadují. Motivační jsou rovněž soutěže o „nejlepší adaptační opatření“ nebo soutěže založené na softwarových aplikacích umožňujících „porovnat si spotřebu „se sousedy“. Např. v Rakousku některá taková soft-řešení dobře fungují. Město Vídeň má pro své občany zřízenou poradenskou linku zaměřenou na městské zemědělství a soutěž o nejlepší „Zelenou oázu“ uvnitř města, do které se mohou přihlašovat občané realizující komplexní, k životnímu prostředí citlivá, opatření na své zahradě, terase, střešní zahradě či fasádě domu.²⁶

Město Vídeň rovněž už v roce 1998 založilo „Öko-BusinessPlan“²⁷, jehož záměrem je realizace opatření snižujících dopady firem působících ve městě na životní prostředí a současně i snížení provozních nákladů firem. Jedná se o program, který je postaven především na poradenství a sdílení know-how, a dále na širokém partnerství s klíčovými národními, regionálními a lokálními

aktéry (např. rakouské Ministerstvo životního prostředí, hospodářská komora Vídně, a mnoho dalších). Projekt město Vídeň hodnotí jako velmi úspěšný. Doposud se do něj zapojilo přes tisíc podniků, které realizovaly přes 10,000 opatření ke zvýšení efektivity nakládání se zdroji. Do projektu město Vídeň se svými partnery investují 1 mil. EURO ročně.

²⁵ Více info viz <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20110118095356/http://www.cabe.org.uk/files/paying-for-parks.pdf>

²⁶ Více informací viz <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/naturschutz/>

²⁷ Více informací viz <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/oekobusiness/>

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Arnstein, Sherry R. „A ladder of citizen participation.“ *Journal of the American Institute of planners* 35.4 (1969): 216-224.
- Briffault, Richard. „A government for our time? Business improvement districts and urban governance.“ *Columbia Law Review* (1999): 365-477.
- Dunnett, Nigel, Carys Swanwick, and Helen Woolley. *Improving urban parks, play areas and green spaces*. London: Department for transport, local government and the regions, 2002.
- DEFRA, 2011. *Comparative Costings for Conventional Drainage and SuDS: Red Hill C.of E. Primary School, Worceste*. Department for Environment, Food and Rural Affairs: London. 47 p. Dostupní online: http://www.susdrain.org/files/resources/evidence/defra_suds_costings_school_redhill.pdf
- EEA (2012). *Urban adaptation to climate change in Europe: Challenges and opportunities for cities*. EEA Series No. 2/2012.
- Derkzen, M.L., Van Teeffelen, J.A., Verbung, P.H. (2015) *Quantifying urban ecosystem services based on high resolution data of urban green space: An assessment for Rotterdam, the Netherlands*. *Journal of applied Ecology*, 2015, 52, 1020 – 1032.
- Fortwangler, Crystal. „Friends with money: Private support for a national park in the US Virgin Islands.“ *Conservation and Society* 5.4 (2007): 504.
- Gill, S.E., Handley, J.F., Ennos, A.R., Pauleit, S. (2007) *Adapting cities for climate change: The role of the green infrastructure*. *Built Environment*, 33 (1), pp. 115-133.
- Gomez, F, Cueva, AP, Valcuende, M, Matzarakis, A. (2013) *Research on ecological design to enhance comfort in open spaces of a city (Valencia, Spain). Utility of the physiological equivalent temperature (PET) Ecological engineering*, vol. 57, 27-39.
- Gromke, C., Blocken, B., Janssen, W., Merema, B., van Hooff, T., Timmermans, H. (2015) *CFD analysis of transpirational cooling by vegetation: Case study for specific meteorological conditions during a heat wave in Arnhem, Netherlands* *Building and Environment*, 83, pp. 11-26.
- Heusinger, J., Weber, S. (2015) *Comparative microclimate and dewfall measurements at an urban green roof versus bitumen roof*. *Building and Environment*, 92, pp. 713-723.
- Hlavínek, P. (2007) *Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území*. Ardec, Brno, 164 s.
- Hathway EA & Sharples S (2012) *The interaction of rivers and urban form in mitigating the Urban Heat Island effect: A UK case study*. *Building and Environment*, 58, 14-22.
- HYDROEKO (2006) *Obnova ekologické stability zemědělské krajiny na vybraném území kolem Národního parku Podyjí*. Brno. 18p. Dostupné online: http://www.nppodyji.cz/uploads/soubory/Vyzkum/studie_1cast.pdf
- Janatka, Marek. „Nástroje stavebního zákona pro omezení suburbanizace v České republice“. *Urbanismus a územní rozvoj* 14.2 (2011): 39–42.
- Jones, Robert. „Theme: Local Government: With a Little Help From My Friends: Managing Public Participation in Local Government.“ *Public Money and Management* 22.2 (2002a): 31-36.
- Jones, Robert. „Partnerships in action: strategies for the development of voluntary community groups in urban parks.“ *Leisure Studies* 21.3-4 (2002 b): 305-325.
- Kazmierczak, A., Carter, J. (2010) *Adaptation to climate change using green and blue infrastructure. A database of case studies*.
- Lantz, V., Boxall, P.C., Kennedy, M., Wilson, J. (2013) *The valuation of wetland conservation in an urban/peri urban watershed*. *Regional Environmental Change* 13: 939-953.
- Lehavi, Amnon. „Property rights and local public goods: Toward a better future for urban communities.“ *The Urban Lawyer* (2004): 1-98.
- MMR. „Integrovaný regionální operační program pro období 2014 – 2020“. Ministerstvo pro místní rozvoj (2015). Dostupné na <http://www.strukturalni-fondy.cz/cs/Microsites/IROP/Dokumenty>
- Murray, Michael F. „Private management of public spaces: Nonprofit organizations and urban parks.“ *Harvard Environmental Law Review* 34 (2010): 179.
- Nurmi, V., Votsis, A., Perrels, A., Lehvävirta S. (2013) *Cost-benefit analysis of green roofs in urban areas: case study in Helsinki*. Finnish Meteorological Institute, Report no 2: 2013.

Speak, A.F., Rothwell, J.J., Lindley, S.J., Smith, C.L. (2013) Rainwater runoff retention on an aged intensive green roof, *Science of The Total Environment*. Volumes 461–462, 1, Pages 28–38.

Virk, G., Jansz, A., Mavrogianni, A., Mylona, A., Stocker, J., Davies, M. (2015) Microclimatic effects of green and cool roofs in London and their impacts on energy use for a typical office building. *Energy and Buildings*, 88, pp. 214-228

van Vuuren, D.P., Edmonds, J. Kainuma, M. et al. (2011). The representative concentration pathways: an overview. *Climatic Change* 109:5, 10.1007/s10584-011-0148-z.

Wilcock, P. (2010). Stream Restoration: Why do we do this and is it worth it? (Presentation). The Inaugural Midwest Stream Restoration Symposium. Dostupní online: http://www.prrsum.org/sites/prsum.org/files/Wilcock_UMSRS_21Feb2010.pdf

Zahradníček P., Trnka M., Brázdil R., Možný M., Štěpánek P., Hlavinka P., Žalud Z., Malý A., Seméradová D., Dobrovolný P., Dubrovský M., Řezníčková L. (2014). The extreme drought episode of August 2011–May 2012 in the Czech Republic. *International Journal of Climatology* 35(11):3335-3352, 10.1002/joc.4211.

POUŽITÉ WEBOVÉ STRÁNKY:

Komunita pro udržitelné odvodňovací systémy
www.susdrain.org

Revitalizace staré Ponávky
www.ponavka.brno.cz

REURIS (Revitalisation of urban river spaces)
www.reuris.gig.eu

CENÍK AOPK, ČR.
www.dotace.nature.cz/res/data/001/000211.pdf

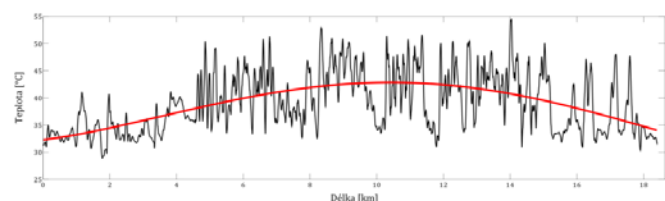
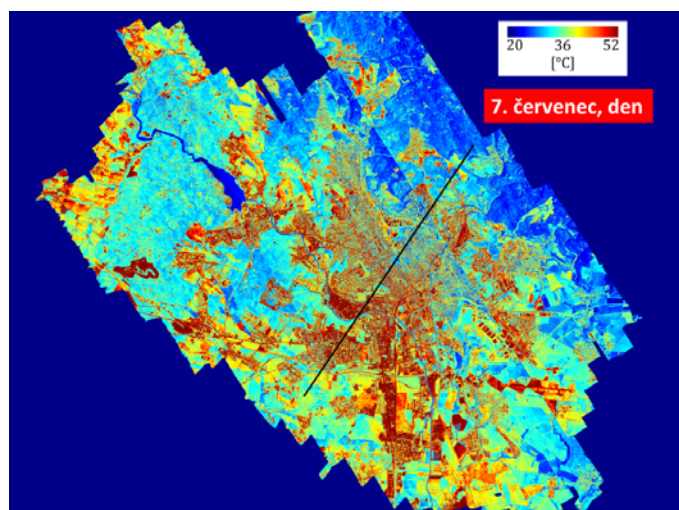
PŘÍLOHA 1: VÝSTUPY Z LETECKÉHO SNÍMKOVÁNÍ TEPELNÉHO OSTROVA MĚSTA

V rámci projektu UrbanAdapt pořídilo Oddělení dálkového průzkumu Země komplexní sadu dat pro katastr Brna s cílem identifikace vztahů mezi strukturálními charakteristikami a teplotním režimem města Brna.

Termíny snímkování byly stanoveny s cílem postihnout maximální škálu teplot, jimž je město vystaveno. První skenování jsme provedli v zimním období, 7. února 2015 ve večerních hodinách. Další dvě skenování proběhly v období letních veder, 4. a 7. července 2015, kdy byly pořízeny denní i noční snímky. V rámci těchto akcí byla nasnímaná data senzory CASI, SASI a TASI, které pracují ve viditelné, v blízké infračervené, střední infračervené a termální části elektromagnetického spektra (EMS). Cílem třetí letecké kampaně, 9. září 2015, bylo letecké laserové skenování, které slouží k mapování 3D struktury města.

Následně bylo provedeno nezbytné předzpracování nasnímaných dat ve třech základních krocích:

1. radiometrické korekce naměřených dat byly provedeny v programu RadCorr Ver. 5. 2. 11. 2. (Itres Ltd) pomocí laboratorně určených kalibračních parametrů. Nasnímaná data byla v tomto kroku převedena na radiometrické hodnoty [$\mu\text{W cm}^{-2} \text{sr}^{-1} \text{nm}^{-1}$].



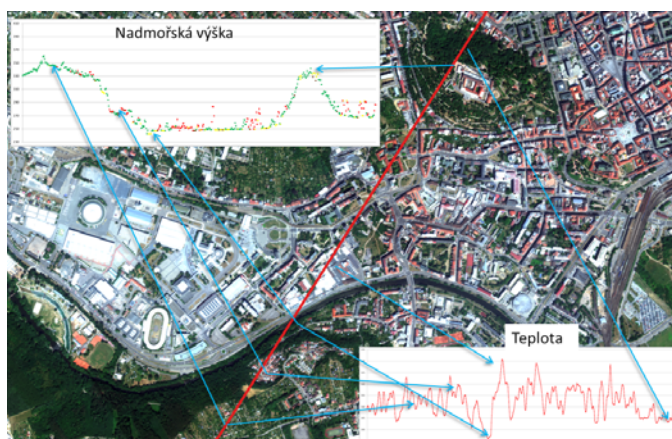
Obrázek P1-1. Mapa povrchové teploty ve městě a jeho okolí během letního dne. Graf teplot podél naznačené černé linie je vyneseno pod mapou. Vidíme v něm projev tepelného ostrova města, které se rozežhívá více než jeho okolí.

Z důvodu vyloučení vlivu aktuálního stavu atmosféry na snímaná data, zejména vlivu aerosolů a atmosférických plynů, byly v programu ATCOR-4 Ver. 6.0 provedeny atmosférické korekce s použitím radiativního modelu atmosféry MODTRAN.

2. Georeferencování bylo provedeno metodou parametrického geokódování za pomoci dat pořízených GNSS/IMU jednotkou a digitálního modelu terénu v programu GeoCor Ver. 4. 15. 3. (Itres Ltd.). Pro převzorkování dat do souřadnicového systému byla použita metoda nejbližšího souseda (nearest neighbor). Hyperspektrální data byla georeferencována do souřadnicového systému UTM (zóna 33N, WGS-84).
3. Data laserového skenování byla usazena do kartografických souřadnic pomocí softwaru RiProcess, po spojení jednotlivých linií byla provedena klasifikace bodů terénu a následné třídění nadterénních bodů na budovy, vegetaci a ostatní. Pro tyto operace jsme použili skript lastools a software ENVI Lidar.

Mapa povrchové teploty města Brna je zveřejněna na geoportálu Magistrátu města Brna (MMB):

<http://gis6.brno.cz/mapa/teplotni-mapa/?1-b=of-brno-2015&ly=tepmap0&c=-598156%3A-1160771&z=4>. Vstupní data pořídilo a mapy zpracovalo Oddělení dálkového průzkumu Země (DPZ), Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i.



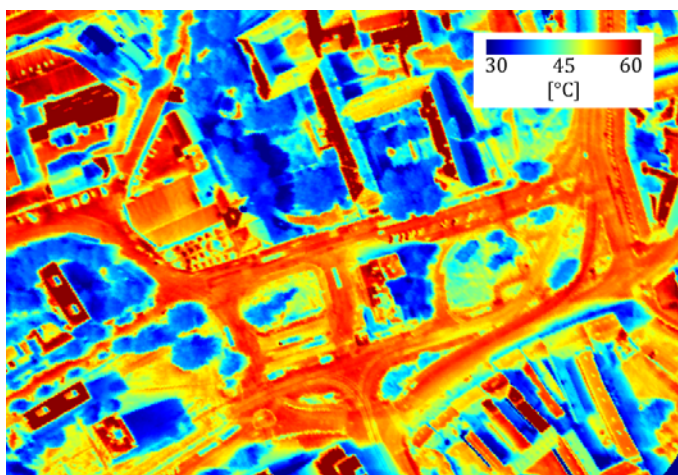
Obrázek P1-2. Vztah mezi strukturou města a teplotními projevy. Vlevo vidíme v grafu výškový profil naznačeného řezu, červené body představují zástavbu, zelené body převažující vegetaci. Vpravo vidíme průběh teploty v témže transektu, kde jednotlivá minima a maxima teplot odpovídají změnám v charakteru fyzikálněchemických vlastností pokryvy.



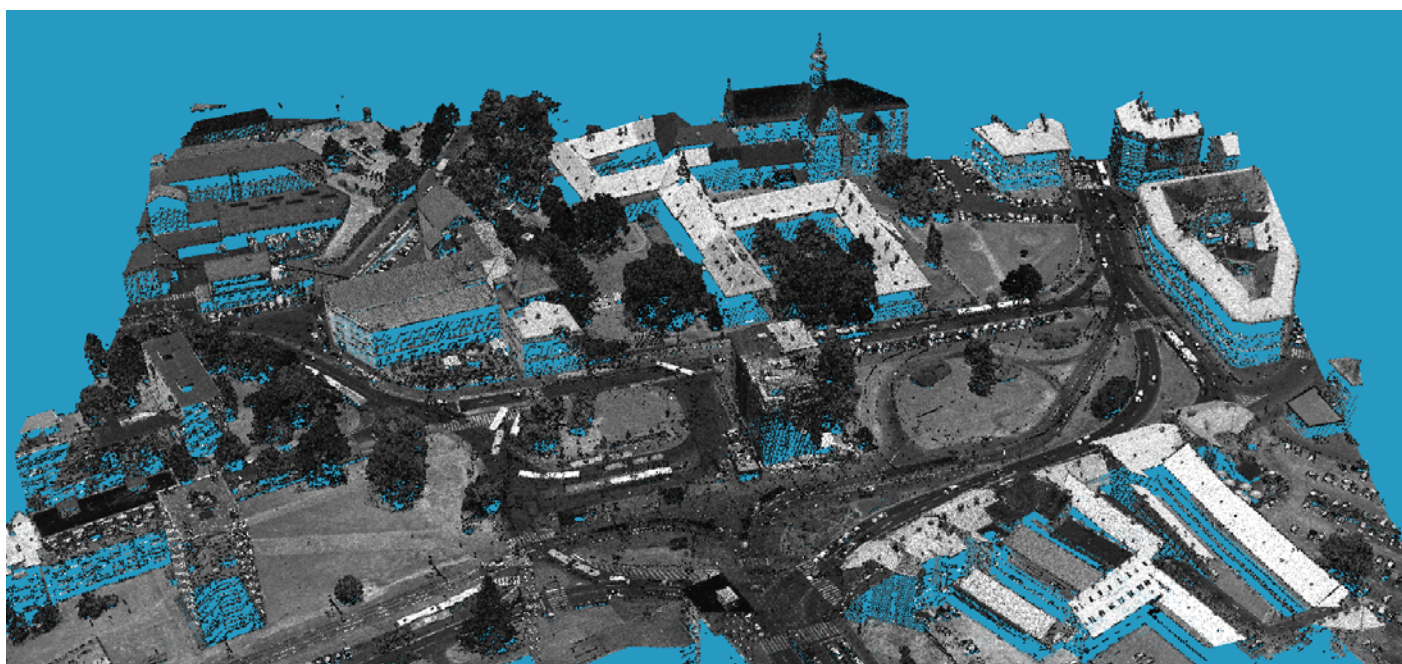
Obrázek P1-3. Barevné kompozice na základě dat ve viditelné části EMS poskytují základní představu o situaci v oblasti. Kompletní spektrum je pak vstupem do automatické klasifikace tříd pokryvu území.



Obrázek P1-4. Barevná kompozice na základě dat v infračervené části EMS zdůrazňuje přítomnost vegetace, indexy obsahu vody vypočítané z této části spektra umožňují analyzovat kvalitu vegetace, její schopnost působit chladičným efektem (latentní teplo) v době letních veder.



Obrázek P1-5. Mapa teplot odvozená z dat z termální části EMS. V průběhu letního dne jsou znatelně chladnější oblasti zastíněné nebo pokryté vegetací (modrá barva).



Obrázek P1-6. Vizualizace 3D bodů pořizovaných leteckým laserovým skenováním. Tato data poskytují základní informace o struktuře města, o výškách všech objektů. Dále vidíme, že se intenzita odrazu (stupeň šedi) liší podle typu pokryvu. Data laserové skenování tak vhodně doplňují data obrazová pro klasifikaci jednotlivých funkčních typů pokryvu.

Snímky teplot povrchů byly pořízeny v rámci řešení projektu UrbanAdapt - Rozvoj strategií přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách měst s využitím ekosystémově založených přístupů k adaptacím (EHP-CZ02-OV-1-036-2015), který byl podpořen grantem z Islandu, Lichtenštejnska a Norska.

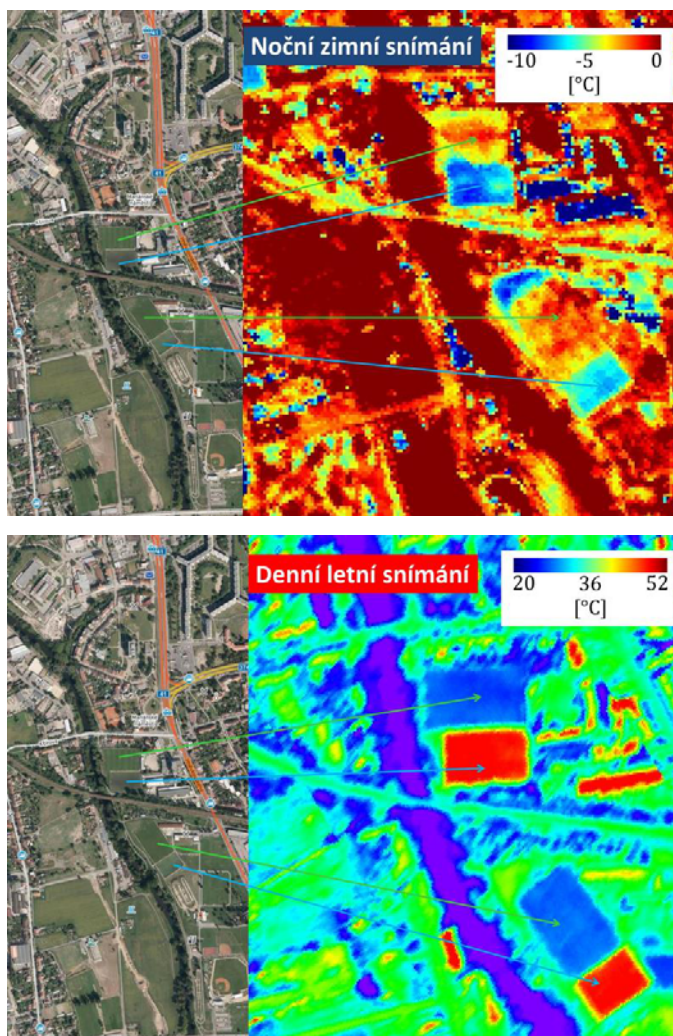
Kromě mapy rozložení teplot v termínech zima, léto, den a noc nabízejí pořízená data mnoho dalších potenciálních výstupů. Jsou to, mimo jiné, mapy zastoupení zeleně a charakteristiky kvality těchto ploch; mapy kategorií celkového pokryvu území a digitální 3D modely; modely hodnocení vztahů mezi městskou zelení, zastavěnými plochami, 3D strukturou a teplotním režimem území. Všechny výstupy poskytují cenné informace pro správu města Brna, mohou být například přesným vstupem pro územní plánování. Schopnost postihnout výše uvedené jevy v detailu představujeme pomocí ukávek z vybraného zájmového území – lokality Mendlova náměstí.

Jednoduchá ukázka využití termálních snímků pro sledování umělých a přírodních hřišť a jejich teplotních charakteristik v zimě a v létě. Vegetace a půda na přírodním hřišti v zimě (v noci) zadržuje mnohem déle vyšší teplotu, umělá plocha hřiště se rychle prochladí, naopak v horký letní den trávni porost udržuje nižší teploty hlavně prostřednictvím výparu vody z půdy a dýcháním vegetace, zatímco umělý povrch se závratně rozpálí.

Další fáze projektu bude zaměřena na řešení následujících úloh:

- Na základě provedení klasifikace z leteckých a pozemních dat vytvořit mapu pokryvu/využití území katastru Brna.
- Zhodnocení vztahů mezi strukturálními charakteristikami města (z vertikálních parametrů např. výška budov a vegetace; z horizontálních parametrů velikosti ploch, jejich sousedství s jinými třídami pokryvu, apod.) a rozložením povrchové teploty v území.

Výše uvedené analýzy a výstupy by měly přispět ke komplexnějšímu pohledu na územní plánování, při návrzích nové a rekonstrukce staré zástavby. Cílem analýz bude zejména kvantifikace vlivu množství a uspořádání městské zeleně a otevřených vodních ploch na okolní území a životní prostředí obyvatelstva.



PŘÍLOHA 2: MOŽNOSTI FINANCOVÁNÍ ADAPTAČNÍCH OPATŘENÍ Z VEŘEJNÝCH (EVROPSKÝCH I NÁRODNÍCH) ZDROJŮ

EVROPSKÉ A JINÉ NADNÁRODNÍ FONDY

Operační program Životní prostředí (OP ŽP)

OP ŽP 2014-2020 navazuje na současné programové období OPŽP 2007-2013. Nabízí finanční prostředky z evropských fondů (investičního i neinvestičního charakteru) na ochranu a zlepšování kvality životního prostředí. Z hlediska adaptačních opatření ve městech je relevantní zejména:

Prioritní osa 4: Ochrana a péče o přírodu a krajinu, specifický cíl 4.4: Zlepšit kvalitu prostředí v sídlech²⁸ s následujícími podporovanými aktivitami:

- zakládání ploch a prvků veřejné zeleně a realizace funkčních propojení přírodních ploch a prvků
- obnova funkčního stavu stávajících ploch a prvků veřejné zeleně
- realizace přírodě blízkých opatření ke zpomalení odtoku a retenci srážkové vody jako součást zakládání a obnovy ploch a prvků zeleně
- obnova a zakládání dopravních vodních prvků a ploch přírodě blízkého charakteru

případně **Prioritní osa 1: Zlepšování kvality vod a snižování rizika povodní, specifický cíl 1.3: Zajistit povodňovou ochranu intravilánu²⁹** s následujícími podporovanými aktivitami:

- zprůtočnění nebo zvýšení retenčního potenciálu koryt vodních toků a přilehlých niv, zlepšení přírodních rozlivů
- hospodaření se srážkovými vodami v intravilánu a jejich další využití namísto jejich urychleného odvádění kanalizací do toků
- obnovení, výstavba a rekonstrukce, případně modernizace vodních děl sloužící povodňové ochraně

Integrovaný regionální operační program (IROP)³⁰

V rámci IROPu je z hlediska adaptačních opatření ve městech relevantní zejména Prioritní osa 3: Dobrá správa území a zefektivnění veřejných institucí, specifický cíl 3.3: Podpora pořizování a uplatňování dokumentů územního rozvoje. Podle programového dokumentu IROP

(MMR, 2015) „právě dokumenty územního rozvoje určují pravidla pro využití území a pro rozhodování veřejné správy i s ohledem na požadavky nařízení Evropského parlamentu a Rady (např. síť TEN-T, TEN-E, Adaptační strategie EU, zelená infrastruktura)“. MMR (2015) se dále uvádí: „Cílem podpory jsou komplexní přístupy k řešení území, reakce na potřeby území z hlediska veřejných zájmů, vývoje hospodářství, změn klimatu, povodňového nebezpečí a také na měnící se požadavky na veřejnou infrastrukturu“. Podporováno je mj.: \$1

- pořizování územních plánů
- pořizování regulačních plánů, nenahrazujících územní rozhodnutí
- pořizování územních studií (např. územní studie zaměřené na veřejná prostranství nebo územní studie zaměřené na řešení krajiny)

Program LIFE³¹

Program LIFE je evropský finanční nástroj podporující projekty zaměřené na ochranu přírody a životního prostředí v Evropské unii. Otevřen je pro období 2014-2020 jako součást integrovaného přístupu EU k ochraně životního prostředí. V rámci podprogramu Životní prostředí mohou být (z hlediska adaptačních opatření) podpořeny mj. projekty:

- zaměřené na plánování a provádění opatření pro přirozené zadržování vody v městských a venkovských oblastech;
- zavádějící integrované a komplexní politiky udržitelného sídelního plánování a projektování měst;
- zaměřené na integraci akcí k zachování a zlepšení ekosystémů a jejich služeb do činností veřejného nebo soukromého sektoru, a to vybudováním zelené a modré infrastruktury a obnovením poškozených ekosystémů;
- které testují a poté provádějí akce v oblasti zelené infrastruktury.

28 <http://www.opzp.cz/podporovane-oblasti/4-4-zlepsit-kvalitu-prostredi-v-sidlech?id=31>

29 <http://www.opzp.cz/podporovane-oblasti/1-3-zajistit-povodnovou-ochranu-intravilanu?id=13>

30 <http://www.strukturalni-fondy.cz/cs/Fondy-EU/2014-2020/Operacni-programy/Integrovaný-regionální-operacní-program> a <http://www.strukturalni-fondy.cz/cs/Microsites/IROP/Dokumenty>

31 <http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.getProjects> & themeID=111 a http://www.mzp.cz/cz/komunitarni_program_life

V rámci podprogramu pro oblast klimatu je jednou z prioritních oblastí **přízpůsobování se změně klimatu**. Zde mohou být podpořeny projekty zaměřené na:

- rozvoj a implementaci místních adaptačních strategií v rámci tzv. Mayors Adapt;
- jak na zmírnění klimatických změn, tak příspěvek k ochraně přírody a biodiverzity v městských oblastech;
- rozvoj a instalaci inovativních adaptačních technologií v městských oblastech, včetně vodárenského, energetického a stavebního sektoru (hospodaření s vodou (dešťovou, odpadní), protipovodňová opatření, zelené střechy, zdi, parky, fontány, veřejná pítka, zastínění cest a ulic;
- podporu a rozvoj zelené infrastruktury ve městech.

INTERREG EUROPE

Program INTERREG EUROPE je určen k podpoře vzájemného učení (policy learning) mezi veřejnými orgány s cílem zlepšit fungování politik a programů regionálního rozvoje. Umožňuje veřejným orgánům napříč Evropou výměnu praxí a nápadů týkajících se způsobu fungování veřejných politik a takto najít řešení pro zlepšení jejich rozvojových strategií³². Z hlediska adaptačních opatření je relevantní prioritní osa **4.1: Zachování, ochrana a rozvoj přírodního a kulturního dědictví** případně **4.2: Efektivní využívání zdrojů, ekologický růst a inovace, řízení dopadů na životní prostředí**.

Přímo na stránkách INTERREG EUROPE v oblasti zabývajících se životním prostředím a efektivním využíváním přírodních zdrojů je uvedeno: „Regionální činitelé musí chránit ekosystémy a zranitelnou krajinu a preventivně předcházet ztrátě biologické rozmanitosti na svém území, aby se zabránilo (dalšímu) zhoršení přírodního bohatství. Udržitelné řízení a využívání životního prostředí proto může podpořit udržitelný regionální rozvoj založený na tzv. ekosystémových službách.“³³ Rozvoj a integrace zelené infrastruktury v rámci regionálního rozvoje je jednou z podporovaných aktivit tohoto programu.

CENTRAL EUROPE

Program zaměřený na spolupráci zemí střední Evropy. Z hlediska adaptací na změnu klimatu je relevantní Prioritní osa 3: Spolupráce v oblasti přírodních a kulturních zdrojů pro udržitelný růst ve Střední Evropě resp. specifická priorita **3.3: Zlepšit řízení životního prostředí funkčních městských oblastí s cílem vytvořit z nich místa, kde se bude lépe žít**³⁴, která je mj. zaměřena na rozvoj

32 <http://www.strukturalni-fondy.cz/cs/Fondy-EU/2014-2020/Operacni-programy/OP-INTERREG-EUROPE>

33 <http://www.interregeurope.eu/policy-learning-platform/environment-and-resource-efficiency/>

34 <http://www.interreg-central.eu/about-central/priorities/natural-and-cultural-resources/>

a implementaci strategií a nástrojů, jakož i společné testování pilotních aplikací, které povedou ke zlepšení kvality městského prostředí.

DANUBE

Program zaměřený na spolupráci zemí Podunají (kam ČR spadá). Prioritní osa 2 Environmentálně a kulturně zodpovědný Dunajský region a její specifické priority **2.2: Udržitelné využívání přírodního a kulturního dědictví a přírodních zdrojů** resp. **2.4: Zlepšení připravenosti k řízení rizik a katastrof** mohou přispět k adaptacím na změnu klimatu³⁵. Program Danube mj. podporuje vývoj společných rámců a strategií v oblasti nadnárodního významu, kde je potřeba raného vývoje politik.

URBACT III

Operační program URBACT III otevírá možnost všem městům posílit kvalitu strategického řízení, podporuje výměnu zkušeností mezi evropskými městy a dále uplatnění a šíření znalostí ve všech oblastech spojených s udržitelným rozvojem měst³⁶. Tematický cíl **TC5 Přízpůsobení se změně klimatu, prevence a řízení rizik** URBACT III je zaměřen především na zlepšení navrhování a koncipování udržitelných městských strategií (sustainable urban strategies), na zlepšení implementovat integrovaných plánů udržitelného rozvoje municipalit (Integrated Plans for sustainable urban development) a na zlepšení kapacity měst pro management těchto strategií³⁷.

INTERREG V-A Rakousko - Česká republika a INTERREG V-A Slovenská republika - Česká republika

Z geografického hlediska spadá Brno do regionu podpory přeshraničních programů Rakousko - ČR a Slovensko - ČR. Oba programy jsou zaměřeny na regionální a místní projekty s přeshraničním významem. Při výběru projektů je kladen velký důraz na jejich skutečné přeshraniční dopady a vybírány budou pouze takové projekty, které mohou prokázat významný pozitivní dopad na české a druhé straně příhraničí.

Svým zaměřením je v rámci a INTERREG V-A Slovenská republika - Česká republika adaptacím na změnu klimatu nejbližší Prioritní osa 2 Kvalitní životní prostředí a její investiční priorita **Ochrana a obnova biodiverzity, půdy, podpora ekosystémových služeb včetně sítě NATURA 2000 a zelených infrastruktur**. Podporovány jsou mj. aktivity typu budování ekostabilizačních prvků v krajině a rozvoj vybraných prvků zelené infrastruktury.

35 <http://www.interreg-danube.eu/about-dtp/programme-priorities#environment-and-culture-responsible>

36 <http://www.strukturalni-fondy.cz/cs/Fondy-EU/2014-2020/Operacni-programy/Program-URBACT-III-%281%29>

37 http://urbact.eu/sites/default/files/urbactiii_programmemanual_factsheet1.pdf

V rámci INTERREG V-A Rakousko - Česká republika je pak relevantní rovněž prioritní osa 2, nazvaná však Životní prostředí a zdroje, resp. investiční prioritou **Ochrana a obnova biologické rozmanitosti a půdy a podpora ekosystémových služeb, včetně sítě Natura 2000 a ekologické infrastruktury**, která je mj. zaměřena na ekosystémové služby a prevenci rizik. V programovém dokumentu k tomuto operačnímu programu je konkrétně uvedeno: „Strategie a opatření vycházející z ekosystémů jsou nejudržetelnějšími a nejefektivnějšími nástroji na obranu proti dopadu klimatických změn. Díky novým inovativním řešením využívajícím jednotlivé složky a přirozený potenciál zelené infrastruktury lze riziko přírodních katastrof snížit“³⁸. Proto budou v rámci tohoto operačního programu podporovány mj. aktivity typu **investice do Zelené infrastruktury**, tj. přírodní a krajinné prvky, které přispívají mj. **k adaptaci na klimatické změny nebo zmírnění negativních dopadů** (včetně opatření řešících sucha).

Rámcový program pro výzkum a inovace HORIZONT 2020

Rámcový program Evropské unie pro výzkum a inovace na období 2014-2020 určuje rámec pro unijní podporu výzkumných a inovačních činností. V rámci třetí priority **Společenské výzvy** existuje specifický cíl **Činnosti v oblasti klimatu a životního prostředí, účinné využívání zdrojů a surovin**, který zahrnuje mj. problematiku **klimatických služeb** nebo **řešení inspirované přírodou**. Horizont 2020 je zaměřen především na výzkum a inovace, praktické aplikace (jako např. v přeshraničních programech) se ve větší míře de facto nefinancují (s výjimkou pilotních aktivit).

Program EuproeAid

Program podporuje zvyšování zájmu veřejnosti o rozvojovou problematiku a rozvojové vzdělávání. Podpořené projekty musí zvyšovat zájem a porozumění roli, odpovědnosti a životnímu stylu ve vztahu ke globálně propojenému světu. Cíle projektů musí vycházet z Rozvojových cílů tisíciletí OSN. Prioritními tématy programu jsou projekty zaměřené na problematiku **klimatické změny**, migrace a gender. Program je vyhlašován většinou jednou za dva roky a podporovány jsou projekty měst, sítí místních samospráv a neziskových organizací.

Dotace z jiných nadnárodních fondů

V ČR byly nejrozšířenějším zdrojem dotací z nadnárodních fondů (mimo fondů EU) tzv. **EHP a Norské fondy**³⁹.

V současné době nelze žádat o financování velkých projektů z těchto zdrojů, aktuálně se čeká na vyhlášení třetího grantového období (pravděpodobně v roce 2018).

České centrální instituce

Centrální instituce ČR, především Ministerstvo životního prostředí (případně Ministerstvo zemědělství v oblasti vod), vypisují vlastní grantová schémata doplňující grantové možnosti v rámci evropských fondů. Podrobné informace o většině dotačních programů podporující péči o přírodu a krajinu je na stránkách <http://www.dotace.nature.cz/prehled-programu.html>. Níže uvádíme programy, které jsou relevantní pro obce, resp. větší města.

Program péče o krajinu, podprogram pro zlepšování dochovaného přírodního a krajinného prostředí⁴⁰ (národní dotační program MŽP)

Program přiděluje neinvestiční prostředky na drobný management v krajině (dotace až do výše 100% celkových nákladů akce). Jsou podporována následující opatření:

- nelesní opatření (ochrana krajiny proti erozi, udržení kulturního stavu krajiny),
- realizace a péče o prvky ÚSES,
- vytváření drobných přírodních prvků v krajině (obnova mezí a remízků).

Z hlediska ekosystémových adaptačních opatření ve větších městech se jedná spíše o okrajovou možnost financování.

Podpora obnovy přirozených funkcí krajiny MŽP (národní dotační program MŽP)

Program cílí na adaptační opatření investičního i neinvestičního charakteru zmírňující dopady změny klimatu prostřednictvím investičních i neinvestičních záměrů realizujících adaptační opatření zmírňující dopady klimatické změny na vodní, lesní i mimolesní ekosystémy (dotace až do výše 100 % celkových nákladů akce). Pro adaptační opatření realizovatelná obcemi jsou relevantní 3 podprogramy:

- Adaptační opatření pro zmírnění dopadů klimatické změny na vodní ekosystémy⁴¹
- Adaptační opatření pro zmírnění dopadů klimatické změny na nelesní ekosystémy⁴²
- Adaptační opatření pro zmírnění dopadů klimatické změny na lesní ekosystémy⁴³

38 http://www.at-cz.eu/data/download/cz/program/Program_spoluprace_AT-CZ_2014-2020_schvaleny_EK_cerven_2015_CZ.pdf

39 <http://www.eeagrants.cz/cs/zakladni-informace/kdo-jsme>

40 <http://www.dotace.nature.cz/ppk-volna-krajina-programy.html>

41 <http://www.dotace.nature.cz/115-164-programy.html>

42 <http://www.dotace.nature.cz/115-165-programy.html>

43 <http://www.dotace.nature.cz/115-166-programy.html>

PŘÍLOHA 3: KARTY ADAPTAČNÍCH OPATŘENÍ VE MĚSTĚ



Stromy ve městě. Foto: www.plzen.cz; www.brnensky.denik.cz

1. Karta opatření: Stromy ve městě

Popis opatření

Stromy ve městě rozumíme dřeviny stromové formy, vysázené či náletové, které rostou v urbánním prostředí (města či předměstí). Řadí se mezi ně individuálně stojící stromy, řady stromů podél komunikací, aleje, stromy podél městských toků, stromy v zahradách, sídlištní a firmní zeleň, parky a lesoparky. Vysazování, péče a ochrana stromů zaujímají tradičně důležité místo ve vytváření příznivého životního prostředí pro obyvatele měst. V současnosti vzrůstá význam městských dřevin v souvislosti s adaptačními opatřeními na klimatickou změnu. Stromy mají schopnost vypařování zachycené vody, díky čemuž významně přispívají k ochlazení vzduchu. Také jsou schopny zadržovat vodu, snižovat podíl znečišťujících látek a skleníkových plynů (zejména CO₂), tlumit teplotní extrém a poskytují útočiště pro mnohé druhy fauny a flóry, čímž podporují zachování městské biodiverzity. Příznivé prostředí pro zdraví a růst stromů ve městě nicméně ovlivňuje řada faktorů, jako je zejména skladba a kontaminace půdy, nedostupnost vody, nedostatek půdního vzduchu, znečištění ovzduší, vandalismus, nevhodná údržba, či zimní solení, vlivy motorismu a venčení psů. Veřejná správa tak musí vzít v úvahu specifické městské podmínky ve městě při volbě lokalit, výběru druhů a způsobu péče o stromy.

Náklady na realizaci opatření

Náklady na výsadbu, ošetřování a ochranu stromové zeleně se z velké části promítají do rozpočtu měst, institucí, firem a soukromých osob vlastnících pozemky, proto je snadné je vyjádřit v peněžních jednotkách. Existuje více zdrojů, odkud může město získat sazenice a služby související se

stromovou zelení. Sazenice mohou být různých rozměrů, druhů a kvality a rovněž služby mohou být různého rozsahu. Existují katalogy zahradnických a lesnických firem, odkud lze získat informace o cenách. Také zemědělské školy mají své provozy, kde prodávají sazenice. Pro účely objektivnosti a s ohledem na kvalitu bylo pro ocenění nákladů využito cen Agentury ochrany přírody a krajiny České republiky (2015). Tyto ceny jsou užívány pro účely vyhodnocení projektových návrhů pro výsadby ve městě. Náklady obvyklých opatření jsou vyjádřeny cenami, které zahrnují všechny běžné činnosti a materiály obvykle realizované v rámci daného typu opatření (opatření je např. výsadba do jámy, vazba v koruně apod.). Překročení nákladů obvyklých opatření neznamena nutně špatný návrh, nýbrž může znamenat přidání realizačních prvků, které nejsou pro daný typ opatření běžné. Předpokládáme, že uvedený ceník vznikl porovnáním cen od různých dodavatelů. Vzhledem k lokálním podmínkám se mohou náklady v jednotlivých městech lišit, případně nemusí být kompletní. Nejsou uváděny např. náklady na úklid listí (za použití vysavače, případně, chceme-li snížit hlukovou zátěž, - hráběmi). Tyto náklady, vč. nákladů na odvoz, bývají zahrnuty do péče o travní porosty. Tabulka P3-1 shrnuje investiční a provozní náklady výsadby stromů ve městě. Tabulka P3-1: Investiční a provozní náklady na realizaci opatření ve městě (příklady cen, bez DPH)

Užitky ze stromů ve městě

Stromy ve městě se řadí mezi základní tzv. „zelená“ adaptační opatření měst na změnu klimatu. Stromy jako jeden z dominantních prvků urbánních ekosystémů

Tabulka P3-1: Investiční a provozní náklady na realizaci opatření ve městě (příklady cen, bez DPH)

Druh opatření	Minimální hodnota	Maximální hodnota
INVESTIČNÍ NÁKLADY		
Výsadba do jamek včetně substrátu (počítáno se 100% výměnou půdy, vč. náhradního substrátu. tj. zahrnuje položky přípravu, vykopání, vlastní výsadbu, zakotvení a ochranu sazenic)	740 Kč/ks (prostokořenný strom do velikosti odrostek)	4 460 Kč/ks (nadstandardní parkový strom)
Náklady na sazenici stromu	300 Kč/ks (neovocný strom poloodrostek)	8 000 Kč/ks (alejový strom, obvod kmene 16-18 cm, s balem)
Následná péče o výsadby	150 Kč/ks	
PROVOZNÍ NÁKLADY		
Ořezy (v závislosti na kategorii pracnosti)	5 000 Kč/ks	25 000 Kč/ks
Vazba v korunách včetně instalace	2 500 Kč/ks	
Kácení dle průměru kmene (v případě nutnosti obměny stromu, dle průměru kmene na řezné ploše pařezu)	1 250 Kč/ks (obvod kmene 20-30 cm)	26 500 Kč/ks (obvod kmene 90-100 cm)

Zdroj: vlastní analýza na základě Agentury ochrany přírody a krajiny České republiky (2015)

tvůřící zelenou infrastrukturu měst, poskytují řadu ekosystémových služeb, ze kterých má užitek široká veřejnost. Význam městských stromů uvádí např. Sukopp et Wittig (1998), Dwyer et al. (2000), Endlicher (2012) a Haines-Young et Potschin (2012). V závislosti na typu stromů a jejich množství můžeme mluvit o následujících užitech:

Užitky plynoucí z regulačních ekosystémových služeb

- regulace globálního klimatu (zeleň absorbuje CO₂)
- regulace místního klimatu (pozdolným vypařováním zachycené vody dochází ke zvlhčení a ochlazování prostředí v blízkém okolí a tím k regulaci místního klimatu; stromy rovněž vytváří stín a omezují přehřívání domovních prostor a automobilů za teplého počasí, snižují větrný faktor a tlumí studené extrémy v zimě; s přítomností stromů mohou být tedy spojeny i úspory energie)
- regulace odtoku srážkové vody (dřeviny podporují retenci /zadržování/ a akumulaci srážkové vody a snižování odtokových špiček; napomáhají i zmenšení problémů záplav)
- zlepšení kvality ovzduší (stromy snižují prašnost a množství škodlivých látek v ovzduší prostřednictvím zachytávání v koruně a v substrátu; regulují dopady škodlivých látek na zdraví obyvatelstva)

- regulace hluku (jejich prostřednictvím dochází k regulaci hluku především z letecké a pozemní dopravy)

Užitky plynoucí z kulturních ekosystémových služeb

- rekreace, relaxace a odpočinek (dřevinná zeleň zpřijemňuje pohyb po městě a poskytuje prostor pro procházky a setkávání);
- estetické hodnoty dřeviny vizuálně ztraktivňují městské ulice a vytvářejí estetický prvek;
- pozitivní vliv na zdraví;
- využití pro vzdělávání škol, veřejnosti apod.

Užitky plynoucí ze zásobovacích ekosystémových služeb

- možnost rostlinné produkce - ovoce v soukromých zahradách, léčivé rostliny (např. lipový květ aj.);
- produkce biomasy, paliva (možnost využít dřevo po zásazích do zeleně, ořezání pouliční a parkové zeleně; rovněž omezeně i a v rámci lesnického hospodaření v lesoparcích).

Ostatní užítky plynoucí ze stromů v městském prostředí

- regulace spotřeby energie (nižší objem vod v čistíčkách snižuje spotřebu energie);
- podpora městské biodiverzity;
- nárůst cen přílehlých nemovitostí.

Monetarizace užítků

V tabulce P3-2 jsou shrnuty užítky malých, středně velkých a velkých stromů ve městě v monetárním vyjádření. Celou řadu užítků a ekosystémových služeb (tedy přímých či nepřímých příspěvků ekosystémů pro lidský blahobyt) lze vyjádřit také v monetárních hodnotách. Pro ekonomické hodnocení užítků ze stromů ve městě je třeba mít v patrnosti, že stromy přináší celou řadu ekosystémových služeb, avšak v různé intenzitě. Mimoto je třeba zmínit, že některé ekosystémové služby mají za následek i přímé ekonomické užítky (úspora energií a provozních nákladů apod.).

V rámci kvantifikace užítků byl s ohledem na zahraniční studie (Bergier et Kronenberg, 2012; Kane et Kirwan, 2012; McPherson et al., 2006; Bhalla et al., 2010; Grant et Gallet et al., 2010; Phillips et al., 2012; Xiao et McPherson, 2011) kladen důraz na snížení nákladů na čištění vody v rámci čistíren odpadních vod, snížení emisí znečišťujících látek a redukce skleníkových plynů. Zjištěné hodnoty v podobě minimálních a maximálních hodnot jsou uvedené v Tabulce P3-2.

Bariery a omezení aplikace opatření

Zatímco stromy poskytují řadu užítků, uplatňování jejich příznivého působení ve městě nemusí být vždy bez problémů.

- stromy jsou pocítovány některými občany jako konkurence jiného využití ulice (zejména parkování);
- stromy mohou být příliš velká forma zeleně pro některé úzké ulice (a přednost je dávana motorizované dopravě);
- stromy jako součást svého přirozeného fungování generují materiály, které mohou být pocítovány některými občany jako obtěžující (padající listí a jehličí, medování lip, úlomky větví);
- funkce stínění nemusí být považována všemi občany jako žádoucí;
- nadzvedávání asfaltu či dlažby kořeny stromu (tomuto problému lze předcházet řádným zasazením stromu a dostatečným prostorem s vhodným substrátem pro kořeny stromu);
- město je odpovědné za škody způsobené špatným stavem a údržbou stromů na pozemcích města;
- přítomnost dutiny či houby může vést k narušení stability stromu (popř. pádu větve), pracovník veřejné správy musí vyhodnotit toto riziko (kácení stromů se může setkávat s protestem občanů, je proto třeba ho

řádně odůvodnit);

- obměna starých stromů za mladé není plnohodnotnou náhradou z hlediska ekosystémových služeb;
- stromy nemohou zastoupit všechna opatření žádoucí pro zvýšení kvality ovzduší, redukci CO₂, snížení dešťového odtoku a ochranu biodiverzity. Jejich funkce nemůže být podceňována, ale ani přeceňována. Další koordinovaná opatření jsou nutná pro řešení uvedené problematiky, včetně důkladné osvětové práce s veřejností.

Pracovníci veřejné správy s dobrou kvalifikací a komunikačními schopnostmi dokážou pracovat i v někdy nelehkých podmínkách a vyrovnávat leckdy křížící se zájmy jednotlivců a firem. Znalosti v oblasti užítků ze stromové zeleně, tj. jejich ekosystémových služeb, jim v tom mohou být nápomocny.

Souhrn postupu při monetarizaci užítků - Stromy ve městě

Užitky ze stromů se v ČR oproti zahraničním studiím mohou lišit vlivem jiných přírodních podmínek a druhové skladby stromů. Doporučuje se přitom v městských podmínkách využívat dřevin domácích druhů, které snášejí půdní a mikro-klimatické podmínky dané lokality. Domácími druhy jsou myšleny druhy potenciálně přirozené vegetace v daném regionu (např. Neuhäuslová, 1999).

Snížování znečišťujících látek v ovzduší

Zlepšení kvality ovzduší, spojené s redukcí znečišťujících látek vlivem stromů, je významným důvodem pro přítomnost městské dřevinné zeleně. Užitky lze kvantitativně vyjádřit jako snížení množství znečišťujících látek NO₂, SO₂, O₃, a PM_x (viz Tabulka P3-3). Vycházíme ze zahraničních studií jako např. Grant et al. (2010), Phillips et al. (2012), Nowak et al. (2006), City of Lancaster (2014), Bhalla et al. (2010), Bergier et Kronenberg (2012) a Kane et Kirwan (2009).

Příklad

100 středně velkých stromů tedy může redukovat ve městě ročně 29 kg NO₂, 19 kg SO₂, 9 kg O₃ a 12 kg PM_x.

Při vyjádření peněžní hodnoty zvýšení kvality ovzduší v důsledku zelené infrastruktury vycházíme z ročního redukování množství emisí a výše externality odvozené z Nowak et al. (2006), Grant et al. (2010). Tabulka P3-4 obsahuje roční užítky vyjádřené v peněžních jednotkách, rozmezí čísel odráží výsledky různých studií.

Tabulka P3-2: Ekonomické užítky výsadby a údržby stromů ve městě (vztaženo na 1 strom)

Užitek	Způsob vyjádření užitku	Malý strom (6,7 m x 6,4 m)		Střední strom (12,2 m x 8,2 m)		Velký strom (14,3 m x 11,3 m)	
		Min. hodnota	Max. hodnota	Min. hodnota	Max. hodnota	Min. hodnota	Max. hodnota
SNÍŽENÍ NÁKLADŮ ČIŠTĚNÍ VODY V RÁMCI ČOV	roční úspory za stočné	36,3 Kč		140,8 Kč		269,5 Kč	
SNÍŽENÍ EMISÍ NO₂, SO₂, O₃, PM_x	roční užitek z odbourání negativního efektu na zdraví, životní prostředí, infrastrukturu a klimatickou změnu	4,7 Kč	11,7 Kč	7,0 Kč	18,8 Kč	11,5 Kč	30,1 Kč
REDUKCE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ (CO₂)	dle úspor v rámci EU ETS	16,5 Kč		21,8 Kč		35,6 Kč	
	dle úspory na dani z CO ₂	71,3 Kč	450,6 Kč	94,4 Kč	594,4 Kč	153,2 Kč	971,4 Kč
Ostatní ESTETICKÉ, REKREAČNÍ, a PRODUKČNÍ UŽITKY*	dle hodnoty externality v odborných studiích	110,1 Kč	716,2 Kč	146,1 Kč	943,6 Kč	238,1 Kč	1542,8 Kč
	dle hedonické* ceny a způsobu využití jako podíl z hodnoty nemovitosti a přilehlých bytů s výhledem na stromy (jednorázový užitek)	5-15 %					
		*Přenos hodnot vycházejících z hedonické ceny je zatížen velkou mírou nejistoty. S ohledem na konkrétní lokální podmínky lze brát procentní údaje pouze jako orientační.					

Zdroj: vlastní analýza na základě výše uvedených studií

Tabulka P3-3: Užítky ze stromů – roční redukce znečišťujících látek v kilogramech na 1 strom⁴⁴

LÁTKA	VELIKOST DŘEVINY (výška x šířka koruny)		
	Malý strom (6,7 m x 6,4 m)	Střední strom (12,2 m x 8,2 m)	Velký strom (14,3 m x 11,3 m)
NO ₂	0,18 kg	0,29 kg	0,50 kg
SO ₂	0,10 kg	0,19 kg	0,31 kg
O ₃	0,07 kg	0,09 kg	0,13 kg
PM _x	0,08 kg	0,12 kg	0,16 kg

Zdroj: Vlastní analýza na základě výše uvedených studií

44 Roční redukce vyjádřena na 1 strom a uvažována jako 40-letý průměr, klima - Středozápad USA

Tabulka P3-4: Užítky stromů – roční redukce znečišťujících látek v peněžním vyjádření (v Kč v cenách roku 2014 na 1 strom)

LÁTKA	VELIKOST DŘEVINY (výška x šířka koruny)		
	Malý strom (6,7 m x 6,4 m)	Střední strom (12,2 m x 8,2 m)	Velký strom (14,3 m x 11,3 m)
NO ₂	2,48 – 5,56	4,12 – 9,06	7,00 – 31,3
SO ₂	0,42 – 1,85	0,62 – 3,71	1,03 – 5,97
O ₃	1,03 – 2,27	1,23 – 2,88	1,85 – 4,12
PM _x	0,83 – 2,06	1,03 – 3,09	1,45 – 4,33

Zdroj: Vlastní analýza na základě Nowak et al. (2006), Grant et al. (2010)

Příklad

100 středně velkých stromů tedy může ve městě ročně redukovat NO₂ za 412-906 Kč, SO₂ za 62-371 Kč, O₃ za 123-288 Kč a PM_x za 103-309 Kč.

Redukce oxidu uhličitého

Stromy získávají energii pomocí přeměny oxidu uhličitého v sacharidy, fixují velké objemy uhlíku ve dřevě, uhlík se rovněž ukládá v půdě pod stromy. Přestože během

přirozených procesů jako je respirace a tlení dochází k vylučování CO₂, rostoucí rostliny ukládají uhlík rychleji, než ho ve formě CO₂ vylučují. Přispívají tak k redukci významného skleníkového plynu oxidu uhličitého. Míra ukládání je rozdílná dle klimatu, druhu, velikosti jedince a lokality. V našem hodnocení významu stromů (viz Tabulka P3-5) vycházíme ze zahraničních studií jako např. Grant et al. (2010), McPherson et al. (2006), Phillips et al. (2012), Bhalla et al. (2010) a Kane et Kirwan (2009).

Tabulka P3-5: Užítky ze stromů – roční redukce skleníkového plynu CO₂ v kg (na 1 strom)

	VELIKOST DŘEVINY (výška x šířka koruny)		
	Malý strom (6,7 m x 6,4 m)	Střední strom (12,2 m x 8,2 m)	Velký strom (14,3 m x 11,3 m)
Redukce CO ₂	153 kg	202 kg	330 kg

Zdroj: Vlastní analýza na základě výše uvedených studií.

Příklad

100 středně velkých stromů tedy může redukovat ve městě ročně 20 200 kg CO₂.

K odhadu peněžní hodnoty redukce CO₂ v důsledku zelené infrastruktury můžeme použít ceny z některých umělých trhů s CO₂, jako je např. EU ETS (Carbon Pulse, 2016). Rovněž můžeme užít odhadované hodnoty společenských nákladů/škod vypouštěného CO₂. Ty se liší dle různých studií a institucí (zde použity studie Stern, 2006 a ze Stafordu studie Moore, 2015). Liší se rovněž od ceny umělého trhu EU ETS. Některé země světa uvalují daň z emisí CO₂, což představuje další možnost ocenění. V tabulce 6 bylo využito ocenění z Irska a Švédska (viz World

Bank, 2015), US EPA (Federální agentura pro životní prostředí, USA) užívá uvedené částky pro CO₂ při rozhodování o projektech (US EPA, 2015). Všechna uvedená ocenění/ceny (viz Tabulka P3-6) se vztahují k tuně CO₂ a byla určena především pro regulaci či vyhodnocení dopadů různých odvětví průmyslu a dopravy.

Tabulka P3-6: Užítky ze stromů – užitek z roční redukce CO₂ v peněžním vyjádření (v Kč v cenách roku 2014) na 1 strom

Ocenění dle studie	VELIKOST DŘEVINY (výška x šířka koruny)		
	Malý strom (6,7 m x 6,4 m)	Střední strom (12,2 m x 8,2 m)	Velký strom (14,3 m x 11,3 m)
Carbon Pulse, 2016	16,50	21,80	35,60
World Bank, 2015 - Irsko	71,26	94,38	153,20
US EPA, 2015	110,07	146,09	238,14
Stern, 2006	267,70	708,37	578,64
World Bank, 2015 - Švédsko	450,62	594,39	971,36
Moore, 2015	716,16	943,55	971,36

Zdroj: Vlastní analýza na základě vedených studií

Příklad

100 středně velkých stromů tedy může redukovat ve městě ročně CO₂ za 14 609 Kč, dle ocenění federální Agentury pro ochranu životního prostředí USA (US EPA).

Snížení dešťového odtoku

Stromy snižují odtok pomocí zadržování dešťové vody na svých listech, větvích a kůře. Část této vody se posléze odpaří, část postupně skane, může se vsáknout do země a spotřebovat stromem. Prokořenění půdy stromem zvyšuje absorpční schopnost půdy. Retenční schopnost stromů příznivě ovlivňuje životní prostředí města, snižuje náklady na čištění dešťové vody v kanalizaci, snižuje náklady na „šedou infrastrukturu“ (technická zařízení pro regulaci dešťových vod, retenční nádrže apod.) a odvádění dešťových vod.

Počet, velikost, druh stromu, jakož i tvar koruny hrají roli v míře užitku. Více deště je zadrženo velkými stromy a stromy s velkou plochou listů a hustou korunou. Významné je místní klima, úroveň a rozložení srážek, vč. sezónní variability, která ovlivňuje evapotranspiraci (výpar). Retence vody stromem funguje do určité úrovně nasycení deštěm a je podstatně významnější při pravidelných srážkách než při přívalových deštích. Roční snížení dešťového odtoku jedním stromem ukazuje Tabulka P3-7. Při kvantifikaci užitků se vychází ze zahraničních studií jako např. McPherson et al. (2006), Grant et Gallet (2010), McPherson et al. (2002), Xiao et McPherson (2011), Phillips et al. (2012) a Bhalla et al. (2010).

Tabulka P3-7: Užítky ze stromů (roční snížení dešťového odtoku v litrech na 1 strom)

	VELIKOST DŘEVINY (výška x šířka koruny)		
	Malý strom (6,7 m x 6,4 m)	Střední strom (12,2 m x 8,2 m)	Velký strom (14,3 m x 11,3 m)
Snížení dešťového odtoku (v litrech/strom/rok)	1 105	4 273	8 183

Zdroj: Vlastní analýza na základě Grant et al. (2010) a McPherson (2006)

Příklad

100 středně velkých stromů tedy může snížit roční dešťový odtok o 427 300 l.

Peněžní užitek ze snížení dešťového odtoku lze vyjádřit pomocí snížení nákladů na čištění vod (viz Tabulka P3-8). Úspory jsou ovlivněny množstvím srážek v dané oblasti a náklady na odvod a čištění dešťových vod. V současné

době se pohybuje srážkový normál v ČR kolem 674 mm (ČHMÚ, 2015). Náklady na dešťový odtok můžeme vyjádřit výší stočného, ve kterém je zahrnuto i čištění v čistírně

odpadních vod. V nedávné minulosti se ceny stočného v ČR pohybovaly kolem 33 Kč/m³.

Tabulka P3-8: Peněžní ocenění užitek z jednoho stromu – roční snížení dešťového odtoku (v Kč v cenách roku 2014 na 1 strom)

	VELIKOST DŘEVINY (výška x šířka koruny)		
	Malý strom (6,7 m x 6,4 m)	Střední strom (12,2 m x 8,2 m)	Velký strom (14,3 m x 11,3 m)
Snížení dešťového odtoku	36,30 Kč	140,80 Kč	269,50 Kč

Zdroj: Vlastní analýza na základě výše uvedených studií a cen

Příklad

100 středně velkých stromů může snížit roční dešťový odtok v peněžní hodnotě 14080 Kč.

Vliv zeleně na hodnotu nemovitosti

Stromy činí atraktivnější rezidenční i obchodní lokality. Velká část společnosti preferuje městské prostředí se stromy oproti prostředí bez stromů z estetických důvodů. Vědecké výzkumy jak uvádí např. Getz et al. (1982) prokazují preference městských obyvatel pro přítomnost městské zeleně. Projektové návrhy developerů mívají zakresleny stromovou zeleň a realitní kanceláře často zdůrazňují blízkost větších stromových ploch v inzerci obytných komplexů.

Cena nemovitostí je tak pozitivně ovlivněna blízkostí městské stromové zeleně. Různé studie se zabývaly vlivem blízkosti zeleně na cenu nemovitosti. Výzkumy prokazují, že po odečtení nejvýznamnějších vlivů na ceny nemovitosti, jako je velikost a stáří, vzdálenost od centra apod., existuje i kladný vliv blízkosti stromové zeleně. Vyšší ceny nemovitostí mohou následně znamenat i vyšší daňové příjmy městské správy. Předpokládá se, že v pozitivním hodnocení blízkosti zeleně hrají dominantní roli estetické důvody a možnost blízké rekreace (procházky, dětské hry, venčení psů atd.).

Americká rešerše studií souvislosti ceny nemovitosti se stromovou zelení uvádí 7% zvýšení ceny rodinného domku. Přitom v částech města s bohatým obyvatelstvem v kanadském Quebec City bylo zjištěno zvýšení ještě významnější, tedy 10-15% (Wolf, 2007). Obdobné výsledky přináší i studie provedená v Kolíně nad Rýnem (Kolbe et Wüstemann, 2015.).

2. Karta opatření: Zelené střechy

Popis opatření

Zelenou střechou se rozumí vršek střechy, který je částečně nebo plně pokryt hydroizolační membránou, pěstebním médiem (půdou/substrátem) a osázen vegetací. Jedná se o opatření, které v současné době nachází široké uplatnění a je budováno s cílem poskytnout dodatečnou zeleň, zvýšit účinnost izolace, bránit akumulaci velkého množství tepla, snižovat dopady teplotních extrémů, prodloužit životnost střešní konstrukce, docílit úspor za vytápění a chlazení a nabídnout alternativní prostor pro rekreaci. V zahraničí se především v hustě obydlených oblastech jedná o oblíbené řešení nedostatku zeleně, města často podporují rozvoj zelených střech. Například v Kodani platí od roku 2010 pravidlo, že každá budova se sklonem střechy menším než 30 stupňů musí mít zelenou střechu. Město předpokládá růst těchto zelených ploch zhruba o 5 tisíc čtverečních metrů ročně, což by mělo přispět ke zlepšení mnoha vlastností prostředí a uhlíkové neutrality do roku 2025. V posledních deseti letech se tak toto opatření stává stále běžnější a bývá uvažováno při tvorbě územních plánů sídel.

Základní druhy zelených střech (dle Dostalové, 2008)

- Zelené střechy s intenzivní zelení, které jsou srovnatelné vzhledově i využitím s běžnými okrasnými zahradami. Mocnost vegetačního souvrství⁴⁵ se pohybuje mezi 20 a 100 cm. Osázeny bývají trávami, keři, trávničky, stromy. Tento druh zelených střech vyžaduje pravidelnou péči včetně doplňování živin a zavlažování.
- Zelené střechy s extenzivní zelení, pro kterou je charakteristická menší mocnost souvrství (8-25 cm).

⁴⁵ Do vegetačního souvrství se řadí veškeré vrstvy zelených střech nad hydroizolací. Jedná se tak zejména o ochranné a vodo-akumulační fólie a textilie, drenážní a filtrační vrstvy, substrát, a v neposlední řadě i samotnou vegetaci. V případě, že hydroizolace není odolná proti kořenům, je nutné ji doplnit o kořenu-vzdornou fólii (Dostalová, 2008).



Příklad intenzivní střechy. Foto: Dostálová (2009)



Příklad extenzivní střechy. Foto: Dostálová (2008)

Osázeny jsou nenáročnou vegetací vyžadující nízkou míru údržby. Typické jsou pro ně suchomilné rostliny, např. rozchodníky, mechy, byliny a trávy. Tento typ lze aplikovat nejen na ploché, ale též na šikmé střechy. Údržba je nutná 1-2 krát do roka.

Náklady na realizaci opatření

Náklady na realizaci opatření jsou závislé na druhu a velikosti zelené střechy, zvolené vegetaci a sklonu střechy (vodorovná vs. šikmá). Ve velké míře jsou závislé na možnosti využití stávající střešní konstrukce, případně nutnosti její výměny. Nedílnou součástí je několik vrstev izolací, fólií a textilií volených dle požadované mocnosti půdy. Další náklady jsou pak spojeny s osázením a údržbou vegetace.

Provozní a investiční náklady jsou zachyceny v Tabulce P3-9. Údaje vychází ze studií Oberndorfer et al. (2007), Architectural Services Department (2007) a Dostálová (2015). U investičních nákladů se jedná o náklady na 1 m², pokud je střecha o minimálních rozměrech 30 m². Maximální hodnota nákladů je těžko vyčíslitelná, její výše závisí nejen na počátečním stavu střechy, na místních podmínkách včetně dostupnosti střechy, ale i na projektovém záměru (např. pokud se jedná o střešní zahradu, existují variabilní možnosti vybavení, jako jsou lavičky, světla atd., požadovaný rostlinný materiál, apod.). Tabulka proto zachycuje průměrnou dolní hranici nákladů méně a více nákladných druhů intenzivních a extenzivních zelených střech. V případě větších ploch se lze dostat i na náklady 500 Kč/m² u extenzivních střech (např. při 800 m²).

Tabulka P3-9: Investiční a provozní náklady na realizaci zelených střech

Druh střechy	Investiční náklady (běžný standart)	Investiční náklady (vyšší standart)	Roční provozní náklady (minimální hodnota)	Roční provozní náklady (maximální hodnota)
ZELENÁ STŘECHA S INTENZIVNÍ ZELENÍ	875 Kč/m ² (luční střecha)	1 500 Kč/m ² (střešní zahrada)	40 Kč/m ²	719 Kč/m ²
ZELENÁ STŘECHA S EXTENZIVNÍ ZELENÍ	650 Kč/m ² (běžná)	2 150 Kč/m ² (šikmá, > 15°)	13 Kč/m ²	37 Kč/m ²

Zdroj: Vlastní analýza na základě vedených studií

Provozní náklady u extenzivní střechy se pojí především s kontrolou hydroizolace a zeleně, která běžně probíhá dvakrát do roka. Ročně se jedná o náklady v řádech stovek Kč za celou střechu (např. ročně okolo 400 Kč za celou střechu). U intenzivních střech je třeba počítat s údržbou zeleně.

Užitky zelených střech

Zelené střechy patří mezi základní tzv. „zelená“ adaptační opatření měst na změnu klimatu a jako jeden z prvků urbánních ekosystémů, poskytují celou řadu užitků ve formě ekosystémových služeb, které mají vliv na kvalitu života ve městech. Hlavní užitky uvádí např. Vijayaraghavan 2016, Bohuslávka et al., 2009; Dostálová, 2008. V závislosti na typu zelené střechy a vegetace na ní využitě tak můžeme mluvit o následujících užitcích:

Užitky plynoucí z regulačních ekosystémových služeb

- regulace mikroklimatu (pozwolné vypařování zachycené vody zvlhčuje /a ochlazuje/ prostředí ve svém okolí a reguluje tak místní /mikro/ klima; rostliny na střeších rovněž vytváří stín a omezují přehřívání podkrovních prostor atd.). Využití zelených střech ve velkém měřítku může snižovat okolní teplotu o 0,3 až 3 °C (Santamouris, 2014);
- regulace teploty uvnitř budov (chladicí účinek v letním období, v zimním období fungují v závislosti na vlhkosti substrátu jako tepelná izolace);
- zadržování a zasakování srážkové vody (retence 30-90% srážek, regulace odtoku srážkové vody a snížení odtokových špiček);
- zlepšení kvality ovzduší (zelená střech přispívá ke snížení prašnosti zachycováním prachových částic a pohlcování škodlivých látek z ovzduší prostřednictvím zachytávání ve vegetaci a substrátu);
- regulace hluku (především z letecké a pozemní dopravy) prostřednictvím zlepšení zvukové izolace, a tím snížení dopadů na zdraví;
- regulace globálního klimatu (absorpce CO₂).

Užitky plynoucí z kulturních ekosystémových služeb

- rekreace/odpočinek (nové prostory pro relaxaci – obytné zahrady bez nutnosti záboru další půdy);
- využití pro vzdělávání;
- zvýšení estetické hodnoty (optické zkvalitnění viditelných plochých střech; přiblížení přírodních prvků do bezprostřední blízkosti bytů a obyvatel města; vytvoření estetického architektonického prvku).

Užitky plynoucí ze zásobovacích ekosystémových služeb

- možnost využití plochy jako produkční zahrady (např. některých druhů zelenin, drobného bobulového ovoce, léčivých rostlin);
- případně produkce biomasy.

Ostatní užitky plynoucí ze zelených střech

- regulace spotřeby energie (díky lepší tepelné izolaci střechy dochází k úspoře energií na vytápění a klimatizaci);
- regulace přírodních vlivů na budovu (zelená střecha se projevuje zvýšenou ochranou hydroizolace budovy a prodloužením její životnosti /ochrana před mechanickým poškozením, snižování dopadů výkyvů teplot na konstrukci, ochrana konstrukce před ultrafialovým zářením/, a také snížením nákladů na údržbu díky účinné ochraně celé střešní konstrukce);
- příspěvek ke snižování tepelného ostrova města;
- zvyšování biodiverzity;
- zvýšení požární odolnosti budov.

Monetarizace užitků

Celou řadu ekosystémových služeb (tedy přímých či nepřímých příspěvků ekosystémů pro lidský blahobyť) lze vyjádřit také v monetárních hodnotách. Pro ekonomické hodnocení užitků zelených střech je třeba mít v patrnosti, že zelené střechy přináší celou řadu ekosystémových služeb, avšak v různé intenzitě. Mimo to je třeba zmínit, že některé ekosystémové služby přináší i přímé ekonomické užitky (úspora energií a provozních nákladů apod.).

V rámci kvantifikace užitků byl s ohledem na zahraniční studie (Oberndorfer et al., 2007; Bass et Baskaran, 2003; Architectural Services Department, 2007; Wong; 2008; Center for Neighborhood Technology, 2010; Castletona et al., 2010; Nurmi et al., 2013; Tomalty et Komorowski, 2010) kladen důraz na úspory energií za topení a chlazení, snížení CO₂ v atmosféře, snížení množství znečišťujících látek O₂, SO₂, O₃, PM-10, snížení odtoku srážkové vody, které lze ekonomicky postihnout jako snížení nákladů čištění vody v rámci kanalizace, úspory z delší životnosti izolace a tím celé střechy a rekreační hodnoty. Zjištěné hodnoty v podobě minimálních a maximálních hodnot jsou uvedené v Tabulce P3-10. V příloze jsou pak popsány postupy výpočtu při hodnocení konkrétních kategorií užitků.

Bariéry a omezení aplikace opatření

- památková ochrana budov nebo dané části města;
- stavební předpisy;
- dostatečná nosnost střešní konstrukce;
- počáteční investiční náklady na realizaci zelené střechy (záleží na zvoleném typu, dlouhodobá investice);
- po realizaci opatření je hydroizolace těžko přístupná, v případě nutnosti je sanace vad a poruch obtížnější a náročnější;
- řešení zálivky pro případ sucha (jinak než pitnou vodou).

Souhrn postupu při monetarizaci užitků -

Zelené střechy

V rámci snižování spotřeby energie na vytápění a chlazení se pohybuje roční úspora aplikací opatření na zelené střechy od 6 do 51% v závislosti na typu střechy a velikosti a počtu pater objektu (Wong; 2008; Bass et Baskaran, 2003; Architectural Services Department, 2007; Center for Neighborhood Technology, 2010). Vedle procentních úspor energie lze v zahraničních studiích najít i konkrétní hodnoty úspory. Při použití cen za energii v ČR lze vyjádřit možné rozpětí úspor.

Snižování nákladů na čištění vod způsobené zachytáváním vody na střeších závisí na retenční schopnosti střechy. Ta je dána především výškou půdy (Dürr, 1995) a druhem vegetace, minimální hodnota je udávána pro vrstvu půdy ve výši 2,5 cm, maximální hodnota ve výši 10,2 cm. V návaznosti na množství srážek v dané oblasti

Tabulka P3-10: Ekonomické užítky realizace zelených střech

Užitek	Způsob vyjádření užitku	Minimální hodnota	Maximální hodnota
ÚSPORA ENERGIÍ	procentní úspora na vytápění a chlazení	6%	51%
	rozpětí ročních úspor energií vztahených na m ² zelené střechy (kWh) zahrnující úspory na vytápění/chlazení	7 kWh	116 kWh
	roční úspora nákladů na spotřebu energie	31 Kč/m ²	511 Kč/m ²
SNÍŽENÍ NÁKLADŮ ČIŠTĚNÍ VODY V RÁMCI ČOV	snížení odtoku srážkové vody - v závislosti na výšce půdního profilu (2,5 cm/10,1 cm)	20%	90%
	roční úspory za stočné u zelené střechy v závislosti na výšce půdního profilu	4 Kč/m ²	18 Kč/m ²
PRODLOUŽENÍ ŽIVOTNOSTI IZOLACE/STŘECHY	jednorázové úspory nákladů spojených s delší životností izolace	342 Kč/m ²	656 Kč/m ²
SNÍŽENÍ HLUKU	jednorázová úspora nákladů na odhlučnění stropů	230 Kč/m ²	270 Kč/m ²
SNÍŽENÍ EMISÍ NO ₂ , SO ₂ , O ₃ , PM _x	roční užitek ze zachycení emisí, resp. odbourání negativního efektu na zdraví, životní prostředí, infrastrukturu a klimatickou změnu (nezahrnuje úsporu emisí vlivem snížení spotřeby energie)	0,52 Kč/m ²	5,19 Kč/m ²
REDUKCE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ (CO ₂)	roční užitek dle výše průměrné škody způsobené emisí CO ₂ dle IPCC	0,04 Kč/m ²	0,06 Kč/m ²
Ostatní ESTETICKÉ, REKREAČNÍ, a PRODUKČNÍ UŽITKY*	dle hedonické ceny* a způsobu využití jako podíl z hodnoty nemovitosti a přílehlých bytů s výhledem na zelenou střechu (jednorázový užitek)	5%	10%

*Přenos hodnot vycházejících z hedonické ceny je zatížen velkou mírou nejistoty. S ohledem na konkrétní lokální podmínky lze brát procentní údaje pouze jako orientační.

Zdroj: Vlastní analýza na základě níže uvedených studií

a nákladech na odvod a čištění dešťových vod lze určit výši úspor. V současné době se výše stočného pohybuje v ČR ve výši 33 Kč/m³, v této ceně je zahrnuto čištění na čistírně odpadních vod. Náklady jsou dále spojeny především s údržbou kanalizace. V případě oddílné kanalizace jsou náklady nižší, protože je voda odváděna přímo do toku. Dlouhodobý srážkový normál se v ČR pohybuje okolo 674 mm, což odpovídá 674 l vody na m². Dle ČSN 75 6760 se pohybuje součinitel odtoku ze zelených střech mezi 0,3-0,8. Tento součinitel udává, že 30-80% vody ze střechy odtéče, tedy že dojde k zachycení 20-70% dešťové vody dle typu zelené střechy, sklonu střechy a výšky propustné vrstvy. Německá metodika FLL uvádí součinitele odtoku pro zelené střechy v rozmezí 0,1-0,7. Jak vyplývá z konzultace s Petrem Vackem (Isover), česká norma i německá metodika vychází z extrémních podmínek, které v praxi nastávají jen omezeně. Dle experimentálního měření provedeného v létě 2015 se pohybuje součinitel odtoku

u extenzivní střechy mezi 0,1-0,4. U zelených střech tak lze uvažovat snížení dešťového odtoku mezi 20 - 90%.

S ohledem na provozní náklady má velký význam **prodloužení životnosti izolace** při realizaci opatření oproti stavu s normální střechou. Jak uvádí např. Nurmi et al. (2013), životnost izolací na klasických střechách se pohybuje mezi 10-30 lety, u zelených střech je to 40-50 let. Liu et Baskaran (2004) a Porsche et Kohler (2003) počítají s životností 20 let u klasických střech a 40 let u zelených střech. Nurmi et al. (2013) vyčísluje náklady na izolaci ve výši 43 €/m² střechy. Izolace je nutné realizovat i při zelené střeše. S ohledem na dvojnásobnou životnost lze počítat s úsporou nákladů vyjádřenou v současné hodnotě ve výši 23,6 €/m². Při zohlednění parity kupní síly se pohybují úspory nákladů na prodloužené životnosti ve výši 342 Kč/m², dle směnného kurzu jsou ve výši 656 Kč/m².

Užitky ze snížení hluku lze ohodnotit užitím různých metod (hedonická cena, zdravotní dopady...), pro účely tohoto katalogu bylo použito postupu Nurmi et al. (2013), který srovnává užitek zelené střechy s odizolováním stropů pomocí sádrokartonu. Dle měření domu ve Zlíně před a po realizaci zelené střechy prezentovaného v rámci Saint-Gobain (2016) je zelená střecha schopna snížit hladinu hluku o 6 dB. Hlavní náklady na dosažení odpovídajícího odhlučnění spočívají v nákladech na pořízení sádrokartonových akustických desek (cca 100 Kč/m²), doplňkových materiálů např. tmel, malířské potřeby apod. (100 Kč/m²) a práce (s ohledem na region se pohybuje mezi 100-200 Kč/h). Za 1 hodinu je možné nainstalovat 2-3 metry.

Realizace zelené střechy má vlivem vegetace významný

Tabulka P3-11: Monetizace užitků spojených s redukcí emisí

Látka	Užitky dle CNT (2010) v dolar/lb v cenách roku 2006	Užitky dle TeR (2010) v EUR/kg v cenách roku 2010	Užitky dle CNT (2010) v Kč/kg v cenách roku 2014	Užitky dle TeR (2010) v Kč/kg v cenách roku 2014	Minimální hodnota v Kč/kg v cenách roku 2014	Maximální hodnota v Kč/kg v cenách roku 2014
NO ₂	3,34	1,28	123,69	19,34	19,34	123,69
SO ₂	2,06	15,5	76,3	234,22	76,3	234,22
O ₃	3,34	*	123,69	*	123,69	
PM _x	2,84	232,8	105,2	3517,85	105,2	3517,85

*Studie Tervonen et Ristikartano (2010) neobsahuje monetární vyhodnocení užitků pro látku O₃

Zdroj: Vlastní analýza na základě výše uvedených studií

S využitím koeficientů redukce látek Nurmi et al. (2013) a monetárními hodnotami redukce lze určit celkový užitek na 1 m² zelené střechy. Pro dílčí látky dochází k užítku u NO₂ ve výši 0,03-0,28 Kč/m², u SO₂ 0,03-0,14 Kč/m², u O₃ 0,37-0,54 Kč/m² a u PM_x 0,08-4,22 Kč/m². Celkově se v této kategorii jedná o roční užitek 0,52-5,19 Kč/m² zelené střechy.

Vegetace zelených střech umožňuje **zachytávat** vedle látek znečišťujících ovzduší i CO₂. Užitky jsou odvozeny od průměrné škody způsobené úrovní CO₂ v atmosféře (David Suzuki Foundation, 2008), která byla Mezivládním panelem pro změnu klimatu (IPCC, 2007) stanovena na 43 dolarů/t CO₂. Z tohoto konceptu vychází Tomalty et Komorowski (2010), který stanovuje výši užítku pro dva základní scénáře dle druhu vegetační pokrývky střechy (trávy a listnaté rostliny/stromy). Při 100 % pokrytí střechy trávou je užitek 28,46 dolarů/ha zelené střechy (447,8 Kč/ha v cenách roku 2014 při převodu dle parity kupní síly) a při pokrytí listnatými rostlinami vychází na 39,11 dolarů/ha (odpovídá 615,37 Kč/ha). Tyto údaje odpovídají užítku ve výši

vliv **na snižování emisí NO₂, SO₂, O₃, PM_x**. Nurmi et al. (2013) uvádí, že v rámci zelených střech je možné ročně zachytit emisí 16-23 kg/ha NO₂, 4-6 kg/ha SO₂, 30-44 kg/ha O₃ a 8-12 kg/ha PM_x. Vlivem redukce těchto látek v atmosféře dochází ke snižování negativního efektu na zdraví (srdeční a respirační onemocnění, rakovina), na životní prostředí a klimatickou změnu. Monetární hodnoty těchto užitků pro městské oblasti uvádí např. Tervonen et Ristikartano (2010; v tabulce jako TeR) a Center for Neighborhood Technology (2010; v tabulce jako CNT). Původní hodnoty a převod na Kč/m² zelené střechy je v Tabulce P3-11. Pro převod na Kč bylo využito parity kupní síly. Obdobné výsledky přináší studie Tomalty et Komorowski (2010), která se hodnotami pohybuje mezi výše zmíněnými studiemi. Další snížení emisí nad rámec výše uvedených plyne z úspor energie, tedy jako množství uspořených emisí odpovídajících výrobě uspořené energie.

0,04-0,06 Kč/m² zelené střechy.

Rekreační, estetické a produkční užitky jsou pro účely tohoto katalogu vyjádřeny jako procentní podíl na hodnotě celé nemovitosti, případně okolních domů a bytů s výhledem na zelenou střechu. Procentní údaje vychází z americké studie Tomalty et Komorowski (2010), který při určení užitků pracoval s hedonickými cenami. Na tomto místě je potřeba zmínit, že výše hedonické ceny je plně závislá na konkrétních lokálních podmínkách a pro různá města (i ve stejné zemi/oblasti) se může značně lišit. Proto je třeba tyto hodnoty brát jako orientační, pro zpřesnění údajů by bylo třeba provést detailní analýzu na lokální úrovni. Založení komunitní zahrádky/pěstování plodin na střeše se projevuje dle Tomalty et Komorowski (2010) na ceně nemovitosti ze 7%. Pokud je střecha využívána k rekreaci (ostatní než zahradničení), pak tento užitek odpovídá až 11% ceny celé nemovitosti. Estetický užitek je spojen s byty/prostory, které mají výhled na zelenou střechu. Užitek odpovídá dle hedonické ceny 9% ceny nemovitosti.

3. Karta opatření: Budování parkovacích ploch s propustným povrchem



Příklad využití plochy s propustným povrchem. Foto: Eva Brejchová, Útvar koncepce a rozvoje města Plzně (2015)

Popis opatření

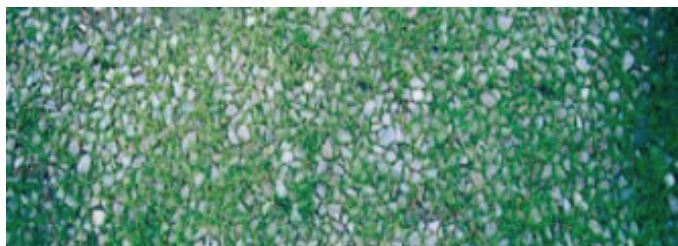
Plochy s propustným povrchem vedle své primární funkce (zpevnění půdy, parkování aut...) umožňují v daném místě odvod a zasakování dešťové vody a tajícího sněhu a rovněž snižují hlukovou zátěž oproti konvenční dlažbě díky vyšší poréznosti. Jak uvádí Center for Neighborhood Technology (CNT, 2010), v praxi se lze setkat s několika základními druhy povrchů lišícími se použitým materiálem, nutností údržby, možným způsobem využití, atd. Plochy s propustným povrchem umožňují infiltrovat 80-100 % vody v závislosti na intenzitě deště, podloží, sklonu svahu, frekvenci údržby, atd.

Základní druhy opatření členěné dle Ústavu pro ekopolitiku, o. p. s. (2009), vhodné do veřejných prostor – parkovacích stání:

- **šterkový trávník** je ze ztuhlé směsi šterku a zeminy porostlé travinami. Výhodou je nízká cena, vysoké zpevnění a odolnost. Nad podloží a 15-30 cm kameniva se nachází 15 cm vrstvy směsi zeminy a šterku, na které je položen trávník. Pokos je nutný při nízké frekvenci užívání.
- **povrch ze šterku nebo kamenné drti** je tvořen směsí šterku nebo kamenné drti o stejné zrnitosti. Systém je levný a pokládka je velmi jednoduchá. Nad podloží a vrstvou kameniva o výšce 15-30 cm je 6 cm šterku nebo kamenné drti. Pro údržbu je vhodné občasné válcování.
- **vegetační tvárnice** jsou vyrobeny z betonu s otvory vyplněnými písčitou zemínou a porostlé trávou. Nad podloží a 15-30 cm kameniva se nachází 3-5 cm písku

nebo drti a zatravněné vegetační tvárnice. Výhodou je nízká pořizovací cena, při nízké frekvenci užívání je nutný občasný pokos.

- **dlažba se zatravněnými spárami** se skládá z betonových tvárnic s nalisovanými rozpěrkami. Ty vytváří mezi jednotlivými tvárnicemi stejně široké spáry, které mohou být zatravněny. Tento druh dlažby je všestranně použitelný. Nad podloží je 15-30 cm kameniva, 3-5 cm vrstvy písku nebo drti a vlastní dlažba se zatravněnými spárami. Při nízké frekvenci užívání je v rámci údržby nutný občasný pokos.
- **porézní dlažba** se skládá z propustných betonových tvárnic s velkými póry. Vzhledem a typem použití připomíná běžnou betonovou dlažbu, výhodou je propustnost vody. Nad podloží je 15-30 cm kameniva, 3-5 cm vrstvy písku nebo drti a porézní dlažba. Údržba zahrnuje občasné za-/vy-metení nečistot, aby nedocházelo k ucpání pór a tím omezení propustnosti.
- **plastové zatravněvací tvárnice (rošty)** jsou tvořeny odolnými umělohmotnými prvky vyplněnými písčitou zemínou a porostlé trávou. S podílem zeleně 90% vypadá plocha jako trávník, ale je odolnější. Nad podloží je 15-30 cm kameniva, 3-5 cm vrstvy písku nebo drti a 4-5 cm vrstvy zatravněných voštin. Při nízké frekvenci užívání je potřeba občasného pokosu. Plocha je vhodná na občasné parkování.



Štěrkový trávník



Povrch z kamenné drti



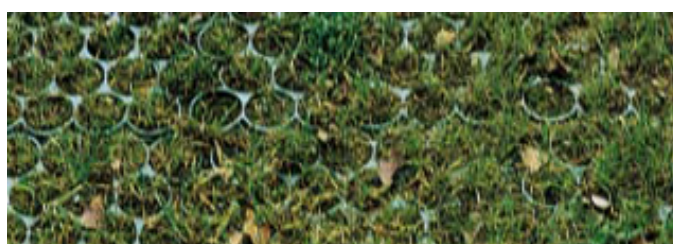
Vegetační trávnice



Dlažba se zatravněnými spárami



Porézní dlažba



Plastové zatravněvací tvárnice (rošty)

Zdroj: Ústav pro ekopolitiku, o. p. s. (2009)

Náklady na realizaci opatření

Náklady na realizaci opatření jsou odvislé od zvoleného druhu propustného povrchu, stávajícího využití daného území, skladby a sklonu podloží. Aby celý systém fungoval, je potřeba vedle pokládky výše uvedených propustných povrchů vybudovat i další infrastrukturu pro odvedení přebytečné srážkové vody mimo plochu parkoviště (např. zasakovací pásy nebo menší nádržky/poldry, podzemní retenční nádrže na infiltrovanou srážkovou vodu). Provozní a investiční náklady jsou zachyceny v Tabulce P3-12. Údaje vychází primárně z informací z již realizovaných opatření, cen materiálu a stavebních prací na českém trhu a katalogu opatření Dostál et al. (2014). Provozní náklady se odvíjejí od časové náročnosti, periodicity údržby, nutného technického vybavení včetně spotřeby energií (sekačka, válcovač) a potřeby odbahnění nádrží a poldrů. Oproti parkovišti z asfaltu nebo betonu se jedná u propustných povrchů v případě provozních nákladů o vícenásobné pohybuje se dle zvoleného povrchu a charakteristik lokality do 20 Kč/m².

Užitky

Budování ploch s propustným povrchem pro snížení povrchového odtoku se řadí mezi ekosystémově založená adaptační opatření měst na změnu klimatu při riziku nedostatečného zasakování srážkové vody, respektive riziku vzniku bleskových povodní. Užitky propustných povrchů plynoucí z poskytování ekosystémových služeb popisují

např. US EPA et LID Center (2000); Brattebo et Booth (2003); Stránský et al. (2007); Center for Neighborhood Technology (2010); Wise et al. (2010); Drake et al. (2012). Tyto užitky lze pro účely hodnocení rozčlenit do několika kategorií ekosystémových služeb:

Užitky plynoucí ze zásobovacích ekosystémových služeb

- zvýšení zásob podzemních vod infiltrací dešťových srážek (viz níže) a zajištění závlahy vegetace.

Užitky plynoucí z regulačních ekosystémových služeb

- regulace kvality vody (oproti povrchovému odtoku z asfaltových povrchů filtrují propustné povrchy některé polutanty, jako jsou např. měď nebo zinek, a to až o 85% (Lucke et Dierkes, 2015); zpožděné zamrzání silnic a chodníků snižuje spotřebu posypových materiálů/solí)
- regulace odtoku vody (propustné povrchy mohou infiltrovat běžně srážky o max. intenzitě > 200 mm/h, respektive mají retenční a akumulační schopnost do výše 50-80% množství srážek; např. Cipolla et al., 2005; Lucke et Dierkes, 2015) a snížení a regulace kulminačních průtoků bleskových povodní;
- regulace půdní eroze;
- regulace místního klimatu (snížení efektu tepelného ostrova města; zlepšení kvality ovzduší; zvýšení výparu);

Tabulka P3-12: Investiční a provozní náklady na realizaci propustných povrchů

Náklady	Investiční náklady (minimální hodnota)	Investiční náklady (maximální hodnota)	Roční provozní náklady (minimální hodnota)	Roční provozní náklady (maximální hodnota)
Štěrkový trávník	327 Kč/m ²	844 Kč/m ²	0 Kč/m ²	20 Kč/m ²
Povrch ze štěrku nebo kamenné drti	279 Kč/m ²	722 Kč/m ²		
Vegetační tvárnice	623 Kč/m ²	1702 Kč/m ²		
Dlažba se zatravněnými spárami	730 Kč/m ²	1830 Kč/m ²		
Porézní dlažba	723 Kč/m ²	1793 Kč/m ²		
Plastové zatravnovací tvárnice	646 Kč/m ²	1254 Kč/m ²		
Podzemní jímka (dle objemu)	2 550 Kč/m ³	14 500 Kč/m ³	0 Kč/m ³	300 Kč/m ³
Travnaté zasakovací pásy	7 200 Kč/ha	80 000 Kč/ha	2 060 Kč/ha	2 680 Kč/ha
Poldr (dle objemu)	350 Kč/m ³	1 750 Kč/m ³	0 Kč/m ³	200 Kč/m ³

Zdroj: Vlastní analýza realizovaných opatření a cen materiálů/prací

- regulace hluku (některé typy snižují hlukové znečištění díky zvýšené pórovitosti ulice až o 10 dB);
- zajištění závlahy okolní vegetace ze zadržené vody.

Užitky plynoucí z kulturních ekosystémových služeb

- estetická hodnota (některé typy propustných povrchů zvyšují vegetační plochu).

Ostatní užitky plynoucí ze zelených střech

- regulace spotřeby energie (nižší objem vod v čističkách snižuje spotřebu energie);
- úspora nákladů za budování nepropustného povrchu (asfaltu) a kanalizace.

Monetarizace užitků

V rámci kvantifikace užitků byl s ohledem na zahraniční studie (Center for Neighborhood Technology, 2010; Wise et al., 2010; Buckley et al., 2011) kladen důraz na snížení odtoku během dešťových srážek, které lze ekonomicky postihnout jako snížení nákladů na čištění vody v rámci jednotné kanalizace. Dále lze stanovit úspory za realizaci nepropustného povrchu – asfaltu. Zjištěné hodnoty v podobě minimálních a maximálních hodnot jsou uvedené v Tabulce P3-13. V příloze je popsán postup monetarizace. Kvantifikace užitků poskytovaných ekosystémových služeb (viz výše) nebyla v tomto kontextu a měřítku doposud řešena.

Bariéry, omezení a možné negativní dopady aplikace opatření

- propustné povrchy nelze realizovat na pozemcích s velkým sklonem (na svazích) nebo při velmi málo propustném podloží (jíl, skála).
- při výměně nepropustných povrchů za propustné je třeba také často vyměnit materiál pod nimi, tzv. nosnou vrstvu, a to v případě, není-li tento materiál dostatečně propustný. Hrozilo by totiž nebezpečí vzduší vody a tím k následnému poškození povrchu.
- realizaci opatření by mělo předcházet provedení geologického průzkumu, aby se zabránilo riziku negativních vlivů na okolní stavby a zařízení a předcházelo se narušení stability svahů.
- propustnými povrchy na parkovacích plochách může docházet ke kontaminaci půdy a následně vodních zdrojů znečišťujícími látkami z olejů a nečistot z automobilů.

Tabulka P3-13: Užítky z realizace ploch s propustným povrchem

Užitek	Způsob vyjádření užitku	Minimální hodnota	Maximální hodnota
SNÍŽENÍ NÁKLADŮ ČIŠTĚNÍ VODY V RÁMCI KANALIZACE	snížení dešťového odtoku v závislosti na druhu povrchu a podloží	57%	80%
	roční úspory za stočné	12,7 Kč/m ²	22,2 Kč/m ²
ÚSPORY NÁKLADŮ NA NEPROPUSTNÝ (ASFALTOVÝ) POVRCH	jednorázová úspora investičních nákladů na budování povrchu – úspora za asfaltový povrch	136,7 Kč/m ²	618,3 Kč/m ²

Zdroj: Vlastní analýza na základě níže uvedených studií (postup výpočtu popsán v příloze).

Postup při monetarizaci užitků – Propustné plochy

Snížení nákladů na čištění vod způsobené zasakováním vody do podzemních vod závisí na množství zadržané vody. To je dáno především typem půdy a druhem propustného povrchu a pohybuje se od 57% (např. Bean, 2005) do 80% (např. MMSD, 2007; Wise et al., 2010) celoročního množství srážek. V návaznosti na množství srážek a nákladech na odvod a čištění dešťových vod lze určit výši úspor. Dlouhodobý srážkový normál se v ČR pohybuje okolo 674 mm, což odpovídá 674 litrům vody na m². V současné době se výše stočného pohybuje v ČR ve výši 33 Kč/m³, v této ceně je zahrnuto čištění na čistírně odpadních vod. Náklady jsou spojeny i s údržbou kanalizace. Těto úspory se dosáhne, pokud za minulého stavu docházelo k odvádění dešťové vody do jednotné kanalizace a následně jejímu čištění. Při výstavbě parkoviště na „zelené louce“ potom úspory plynou z faktu, že není nutné realizovat kanalizaci. V tomto případě je nicméně potřeba zahrnout náklady spojené s budováním infrastruktury pro odvedení přebytečné srážkové vody mimo plochu parkoviště (zasakovací pásy nebo menší nádržky/poldry).

Úspora investičních nákladů za asfaltový povrch lze stanovit dle již realizovaných projektů. Na základě průzkumu trhu byly stanoveny náklady na pokládku asfaltového povrchu, respektive na samotný povrch v rozmezí 137-618 Kč/m² v závislosti na celkové rozloze a tloušťce povrchu.

4. Karta opatření: Zásobníky na dešťovou vodu

Popis opatření

Využívání zásobníků dešťové vody pro snížení povrchového odtoku se řadí mezi ekosystémově příznivá adaptační opatření měst na změnu klimatu. Na rozdíl od některých jiných opatření, je toto opatření zaměřeno zejména na pozemky soukromých vlastníků. V zahraničí využívají zásobníky dešťové vody i různá veřejná zařízení jako školy, knihovny a stadiony. V našem případě se soustředíme především na užití u rodinných domků, i když obdobně lze využít i dešťové vody ze střech bytových domů, úřadů a továren. Zadržetí, užití a infiltrace dešťové vody v lokalitě dešťového spadu může být nejen environmentálně příznivé, ale i ekonomicky výhodné.

Zachycená dešťová voda může být využívána kromě zalévání také k napouštění zahradních jezírek, mytí aut a verand, splachování záchodů, klimatizaci místností a praní prádla. Dešťová voda je při tomto přístupu nahlížena jako zdroj, nikoliv jako odpad.

Aplikace opatření má oporu v české legislativě, která reaguje na problematiku nedostatečného zasakování dešťových vod. Současná česká právní úprava deklaruje, že stavby musejí mít zajištěno odvádění dešťových vod, pokud nejsou tyto vody zadržovány pro další využití. Odvádění dešťových vod se má zajišťovat přednostně zasakováním. Není-li možné zasakování, má se zajistit jejich odvádění do povrchových vod. Pokud nelze dešťové vody odvádět samostatně, odvádějí se jednotnou (veřejnou) kanalizací. Novější legislativa se tedy snaží podpořit užití vody v místě dešťového spadu. Stavební úřad může nařídít „likvidaci“ dešťových vod na pozemku vlastníka v rámci povolování stavby. Majitelé nemovitostí, používaných k podnikání, jsou povinni platit, až na výjimky, za odvod dešťových vod do veřejné kanalizace.



Zásobníky vody - nadzemní plechové.
Foto: Jiří Moravec (2016)



Zásobník vody - nadzemní plastový.
Foto: Jiří Moravec (2016)



Zásobník vody - imitace kámen.
Foto: Jiří Moravec (2016)



Jezírko napájené dešťovou vodou
Foto: Petr Dobrý (2012)



Podzemní zásobník vody
Foto: www.hornbach.de (2015)

Zásobníky dešťové vody mohou být různých velikostí a tvarů. Tyto nádrže bývají uloženy nad zemí (např. zahradní sudy), v podzemí (podzemní cisterny), příp. ve sklepě. Mohou být relativně jednoduché, nebo s různě náročným vybavením (filtry, čerpadla aj.). Zásobníky dešťové vody se vyrábějí či staví z různých materiálů (plast, beton, ocel), či z jejich kombinací.

Základní způsoby zachytávání a využití dešťové vody:

- vyvedení vody z okapového systému do **nadzemního plechového zásobníku**/sběrné nádrže; využívání vody k zálivce
- vyvedení vody z okapového systému do **nadzemního plastového zásobníku**/sběrné nádrže; využívání vody k zálivce
- vyvedení vody z okapového systému do **nadzemního zásobníku (ostatní materiály** – imitace kamene, vyzděná nádržka apod.); využívání vody k zálivce
- vyvedení vody z okapového systému do **jezířka**; vypařování dešťové vody/využívání vody k zálivce
- vyvedení vody z okapového systému do **podzemního plastového zásobníku**/sběrné nádrže; využívání vody k zálivce

- vyvedení vody z okapového systému do **sběrné nádrže uvnitř domu/podzemního zásobníku**; využívání vody v domácnosti jako užitkové (splachování WC, praní prádla apod.)

Náklady na realizaci opatření

Obvyklou základní podmínkou pro získání dostatečného množství dešťové vody je napojení na okapový systém odvádějící vodu ze střechy budovy. Voda zachycená okapovým žlabem stéká do okapového svodu. Okapovým svodem je voda odvedena buď přímo do zásobníku, nebo do sběrné nádrže, odkud je rozváděna do jednoho či více zásobníků. Pro optimální výsledky je třeba plánovat velikost zásobníků dle očekávané spotřeby vody. V případě, že majitel či správce pozemku nespotřebuje všechnu dešťovou vodu, je možno vyvést dešťovou vodu přes zasakovací systém do spodních vod, případně do dešťové kanalizace.

Investiční náklady na realizaci opatření jsou závislé na velikosti, typu a uložení nádrže, materiálu nádrže (plast, beton, ocel) a napojené infrastruktury, plánovaném užití dešťové vody a přídatných zařízeních pro obsluhu systému včetně filtrů, čerpadel a dalších součástí. Provozní náklady se odvíjí od rozsahu a složitosti systému, periodicity

údržby a technického vybavení, včetně spotřeby energie. Vybrané investiční a provozní náklady jsou zachyceny v tabulce 1. Při představení nákladů se vychází z dostupných dat a z cen na českém trhu. Ceny lze dohledat v cenících prodejců a firem realizujících vnitřní a venkovní nádrže a v odborných zdrojích. Jedná se o vícenásobné oproti situaci, kdy okapový systém svádí vodu do kanalizace či k přímému zasáknutí na trávníku.

Zatímco nejjednodušší opatření, jako jednoduché nadzemní zásobníky na zalévání, lze realizovat relativně levně, usazení podzemní nádrže je finančně výrazně nákladnější.

Úpravy spojené s rekonstrukcí budovy a rozvodem užitkové vody v budově pro potřeby užití v domácnosti mohou dosahovat relativně vysokých částek a mají široké rozpětí. Kalkulace takovýchto stavebních úprav bývá součástí projektového návrhu odborné firmy. Klíčovým krokem je zvolení správné kapacity vody odpovídající spotřebě užitkové vody v dané domácnosti. Pro čtyřčlennou rodinu, s domem se střechou kolem 100 m², bývá běžně doporučována podzemní nádrž 4-5 m³. V některých zemích EU, např. v Německu, bylo možno získat veřejnou finanční podporu pro projekty podzemních zásobníků dešťové vody (vPRESS, 2015).

Tabulka 1: Vybrané investiční a provozní náklady na realizaci opatření využívání dešťové vody (v Kč včetně DPH, v cenách roku 2016)

INVESTIČNÍ NÁKLADY	min. hodnota	max. hodnota
Jednoduchý plastový sud (nadzemní zásobník) 200 l, vč. víka a kohoutu	400	800
Plastová nádrž nadzemní kromě dekorativních, 500 l	1 700	2 700
Výklopná odbočka do sudu	640	700
Podzemní nádrž (jímka) plastová samonosná ⁴⁶ 1 000 l	7 900	14 500
Podzemní nádrž (jímka) plastová samonosná 4 000 l	22 500	29 000
Podzemní nádrž (jímka) plastová samonosná 10 000 l	25 500	75 000
Okrasné jezírko na dešťovou vodu (plastová nádrž bez pozemní úpravy a započítání nákladů na terénní úpravy, objem 80-950 l)	950	4 840
Čerpadlo (dle požadovaného tlaku vody v místě odběru s přihlédnutím k délce)	3 500	11 000
Rozvod vody v plastových trubkách (délky 1 m včetně práce, DN 15)	50,9	123
Filtr/ lapač listů a jeho instalace do okapového svodu (1 ks)	303	2 395
Okap – svod vody do sudu, nádrže (délky 1 m, DN 53 mm)	89	151
Trubka přepad vnitřní/venkovní	160	340
PROVOZNÍ NÁKLADY	min. hodnota	max. hodnota
Spotřeba energie na čerpání vody (1 hodina provozu čerpadla, závisí na příkonu)	2,43	5,29
Čištění filtru/lapače (roční náklady, záleží na složitosti systému)	200	1 840

Zdroj: Vlastní analýza cen u prodejců a informací na webu

⁴⁶ Vedle samonosných nádrží existují podzemní plastové nádrže, které vyžadují obezdění. Tyto nádrže jsou levnější než samonosné (ovšem nutno připočítat náklady obezdění). V místech s vysokou hladinou podzemní vody se používají nákladnější dvouplášťové podzemní nádrže.

Uvedeny jsou pouze některé náklady. V případě podzemních nádrží a užití v domácnosti pro praní a splachování je nutno připočítat ještě další významné položky, např. náklady rozvodných zařízení, šachtové kopule, podzemních filtračních zařízení, sací koš, náhradních filtračních vložky atd. Nákladové rozmezí je široké. Zatímco nové domy mohou již obsahovat oddělené rozvody pitné a užitkové vody, náklady na následné zavedení rozvodu pro užitkovou vodu do již postavené budovy mohou být velmi vysoké, proto se tyto práce provádějí zpravidla při celkové rekonstrukci domu. Pouze v málo případech se přivádí dešťová voda ke splachování a praní bez dalšího zdroje energie gravitací. Většinou se připojuje čerpadlo, stejně jako v případě využití pračkou. Na trhu jsou více i méně složité systémy pro využití dešťové vody v domácnosti, včetně elektronických řídicích jednotek. Kromě investičních nákladů je nutno počítat také s náklady provozními na energii a údržbu.

Užitky

Zásobníky na dešťovou vodu se řadí mezi ekosystémově založená adaptační opatření měst na změnu klimatu při riziku nedostatečného zasakování dešťové vody. Zásobníky přináší řadu užitků, které jsou úzce spojeny s ekosystémovými službami. Lze je nalézt v oblasti environmentální, ekonomické i sociální (kulturní). Hlavní užitky uvádí např. Umweltbundesamt (2014).

Užitky plynoucí z regulačních ekosystémových služeb

- regulace hladiny podzemní vody (místní přínos pro její udržení);
- regulace odtoku dešťové vody a snížení odtokových špiček (účinnost v závislosti na celkové kapacitě nádrží);
- regulace globální klimatu (nepřímý vliv na emise znečišťujících látek a CO₂ vlivem úspor energie na výrobu pitné vody a čištění vody v rámci kanalizace).

Užitky plynoucí z kulturních ekosystémových služeb

- nadzemní zásobníky možno tvůrčím způsobem pomalovat či tvarovat, lze je tak využít jako doplňkový architektonický prvek;
- snadno dosažitelný objekt pro programy vzdělávání o hospodaření vodou.

Ostatní užitky plynoucí ze zásobníků dešťové vody

- levný zdroj zalévání pro potřeby soukromých zahrad a jiné zeleně;
- úspory pitné vody v důsledku užití pro mytí aut a verand, splachování a praní aj.;
- nepřímé úspory na energii v důsledku snížení nákladů na produkci pitné vody;

- snížení nákladů na odvádění dešťových vod veřejnou kanalizací a čištění;
- podpora městské biodiverzity v případě napájení zahradního jezírka s výskytem drobné místní fauny (obojživelníci, vážky).

Monetarizace užitků

Na rozdíl od jiných způsobů zadržení vody v krajině nebývá užití zásobníků vody tak často předmětem vědeckých studií. O zásobnicích vody se dočteme spíše z praktických a odborných návodů na internetu, v tisku, komerční propagaci, případně v televizi (viz např. Kingspan, 2015; Nicoll, 2015; Biowa, 2015; Loskuták, 2009). V rámci kvantifikace užitků byl s ohledem na tyto zdroje a zahraniční studii Grant et al. (2010) kladen důraz na snížení dešťového odtoku během srážek, které lze ekonomicky postihnout jako snížení nákladů na čištění vody v rámci jednotné kanalizace. Dále lze peněžně kvantifikovat užitky snížení nákladů na pitnou vodu pro užití na zahradě a v domácnosti, případně na zálivku ve veřejném prostoru. V rodinných domech lze při vybudování dvojích rozvodů nahradit spotřebu přibližně 50% pitné vody vodou dešťovou, ve veřejných budovách se jedná až o 90% (DWC, 2008; Mrowiec, 2008).

V případě využívání dešťové vody uvnitř domácnosti je při vybudování nádrže a dvojího rozvodu realizována úspora ve výši vodného (při splachování a praní je nadále produkována odpadní voda, proto k úspoře stočného nedochází). Pokud je voda využívána k zalévání a dříve byla k tomuto účelu užívána voda pitná, dochází k úspoře vodného a stočného, případně pouze stočného, pokud pozemek disponuje jiným zdrojem vody k zalévání. K úsporám stočného dochází i v případě svedení dešťové vody do jezírka, kde dochází k vypařování. Užitky jsou uvedeny v tabulce 2 v závislosti na využití dešťové vody.

Bariéry a omezení aplikace opatření

- využití přídatných zařízení pro dosažení vyšší čistoty a komfortu ve využití dešťové vody znamená zpravidla vyšší spotřebu energie a materiálů, čímž se snižuje výsledný pozitivní environmentální efekt.
- náklady na zavedení odděleného rozvodu dešťové vody pro potřeby užití v domácnosti (praní, splachování) mohou být, v závislosti na konstrukci budovy, velmi vysoké.
- pokud dojde v budoucnosti k nárůstu nerovnoměrnosti srážek, bude obtížnější sladit požadavek čerstvosti vody s potřebnou velikostí nádrže.
- zdravotní dopady při poklesu kvality vody.
- výroba plastů, jako součást chemického průmyslu, může představovat vysokou zátěž na životní prostředí, s užitím neobnovitelných zdrojů.

Tabulka 2: Užítky z využívání zásobníků dešťové vody

Užitek při využití dešťové vody:	Způsob vyjádření užitku	Maximální hodnota (při plném využití dešťové vody, která odteče z 1 m ² střechy)
SCÉNÁŘ 1: Využití vody na zahradě k záливce/napouštění bazénu	Úspora pitné vody (roční úspora vodného) a snížení nákladů na čištění vod (roční úspora stočného vztažená na 1 m ² střechy)	42,39 Kč/m ²
SCÉNÁŘ 2: Okrasné jezírko sloužící k odpařování dešťové vody	Snížení nákladů na čištění vod (roční úspora stočného vztažená na 1 m ² střechy)	18,91 Kč/m ²
SCÉNÁŘ 3: Využití vody v domácnosti jako užítkové, případně mytí auta s odvodem do kanalizace	Úspora pitné vody na mytí auta, splachování a praní (roční úspora vodného vztažená na 1 m ² střechy)	23,49 Kč/m ²

Zdroj: Vlastní analýza (postup výpočtu popsán v příloze)

- využití zásobníků vody pro budovy ve vlastnictví více vlastníků znamená vyšší organizační náklady.
- využití zásobníků vody pro budovy sloužící veřejnosti vyžaduje vyšší ochranu před odcizením a vandalismem.
- podmáčení stavby při přetečení nádrže. Lze řešit přepadem na straně odvrácené od budovy a trativodem, případně přepouštěcí klapkou či přepadem do dešťové kanalizace.
- znehodnocení pitné vody v případě, kdy se dešťová voda dostane vlivem nevhodné konstrukce systému do kontaktu s vodou pitnou.
- nezajištěné venkovní vodní nádrže představují nebezpečný prvek pro osoby (zejména děti) a zvířata.
- příliš velká nádrž, u které nedochází k pravidelné výměně vody za „čerstvou“.
- vzhledem k chemickým vlastnostem dešťové vody bývá problém s ocelovými a měděnými trubkami (rychlejší koroze), je třeba využít plastové trubky.
- nevhodné střešní krytiny s užitím asfaltu a zejména azbestu (azbesto-cementové střechy, eternit). Nevhodné jsou střechy s nátěry s obsahem pesticidů.
- znečištění okapů a nádrží organickými látkami (jehličí, listí apod.), je možné vyřešit filtry/lapači.

Postup při monetarizaci užitků

Výše dosažené úspory nákladů na vodné a stočné způsobené zachytáváním vody v nádržích závisí na využití dešťové vody a velikosti střechy, odkud je voda sváděna. V návaznosti na množství srážek v dané oblasti a nákladech na odvod a čištění dešťových vod lze určit výši úspor. V současné době se pohybuje průměrná cena vodného v ČR ve výši 41 Kč/m³ a stočného ve výši 33 Kč/m³. Dlouhodobý srážkový normál se v ČR pohybuje okolo 674 mm, což odpovídá 674 l vody na m². V modelovém příkladu se počítá, že okapový a zásobníkový systém je přiměřený obvyklým intenzitám dešťových srážek a že uživatel nemovitosti je schopen spotřebovat všechnu zadržovanou dešťovou vodu. Ztráty vody vlivem ne zcela efektivního zadržování systémem a evaporace (vypařování) jsou zohledněny faktorem efektivnosti zadržování (0,85), který odpovídá součiniteli odtoku u běžných střech (ČSN 75 6760). Je tedy uvažována budova s obvyklou plochou střechy, standardními okapy a zahradním pozemkem.

Na 1 m² střechy připadá ročně 0,573 m³ vody, která za předpokladu dostatečné kapacity je zachycena v nádrži.

Tabulka 3: Užítky z využívání zásobníků dešťové vody

Užitek při využití dešťové vody:	Úspora vodné (na 1 m ³ vody)	Úspora stočné (na 1 m ³ vody)	Úspora celkem (na 1 m ³ vody)	Úspora na 1 m ² střechy
SCÉNÁŘ 1: Využití vody na zahradě k zálivce/napouštění bazénu	41 Kč/m ³	33 Kč/m ³	74 Kč/m ³	42,39 Kč/m ²
SCÉNÁŘ 2: Okrasné jezírko sloužící k odpařování dešťové vody	-	33 Kč/m ³	33 Kč/m ³	18,91 Kč/m ²
SCÉNÁŘ 3: Využití vody v domácnosti jako užitkové, případně mytí auta s odvodem do kanalizace	41 Kč/m ³	-	41 Kč/m ³	23,49 Kč/m ²

Zdroj: Vlastní analýza

POUŽITÁ LITERATURA KE KARTÁM ADAPTAČNÍCH OPATŘENÍ:

- Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. 2015. CENÍK AOPK ČR pro rok 2015 [online] dostupné na: ARCHITECTURAL SERVICES DEPARTMENT, 2007. Study on Green Roof Application in Hong Kong. 157 s., [online] dostupné na: <http://www.archsd.gov.hk/media/11630/green_roof_study_final_report.pdf>
- BASS, B., BASKARAN, B., 2003. Evaluating Rooftop and Vertical Gardens as an Adaptation Strategy for Urban Areas. National Research Council Canada, Report No. NRCC-46737, Toronto, Canada.
- BEAN, E. Z. 2005. A Field Study to Evaluate Permeable Pavement Surface Infiltration Rates, Runoff Quantity, Runoff Quality, and Exfiltrate Quality. Thesis for the Degree of Master of Science. North Carolina State University, 2005, 215 s. [online] dostupné na: <http://nacto.org/docs/usdg/permeable_pavement_surface_infiltration_rates_bean.pdf>
- BERGIER, T. et KRONENBERG, J. (ed.) 2012. Nature in the Cities. Ecosystem Services - Untapped Potential of Cities. Krakow: Sendzimir Foundation. [online] dostupné na: <<http://www.sendzimir.org.pl/en/journal3>>
- BHALLA, M. et al. 2010. Assessing Ecosystem Service Values provided by Urban Trees. Worcester., Mass.: Worcester Polytechnic Institute. [online] dostupné na: <http://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-030810-202251/unrestricted/AssessingEcosystemServices_FinalReport.pdf>
- BIOWA, 2015. Jímky, žumpy, nádrže. Webové stránky firmy Biowa, s. r. o. [online] dostupné na: <<http://biowa.cz/jimky-zumpy-a-nadrze/nadrze-na-destovou-vodu/>>
- BOHUSLÁVEK, P., HORSKÝ, V., JAKOUBKOVÁ, Š., 2009. Vegetační střechy a střešní zahrady Skladby a detaily. DEKTRADE, a. s., 72 s., ISBN 978-80-87215-05-0.
- BRATTEBO, B. O. et BOOTH, D. B., 2003. Long-Term Stormwater Quantity and Quality Performance of Permeable Pavement Systems. Water Research, Vol. 37, No. 18, s. 4369-4376. DOI: 10.1016/S0043-1354(03)00410-X
- BUCKLEY, M., SOUHLAS, T., HOLLINGSHEAD, A. 2011. Economic Benefits of Green Infrastructure Chesapeake Bay Region. ECONorthwest: Final Draft, 2011, 77 s. [online] dostupné na: <<http://www.americanrivers.org/assets/pdfs/reports-and-publications/20498-chesapeake-final-2011-1213.pdf>>
- CARBON PULSE. 2016. EU Market: Carbon dips closer towards € 8 as power prices plunge. Jan 5, 2016. Website Carbon pulse - News and intelligence on carbon markets, greenhouse gas pricing and climate policy. [online], citace 6. 1. 2016, dostupné na: <<http://carbon-pulse.com/13913/>>
- CASTLETONA, H. F. et al., 2010. Green roofs; building energy savings and the potential for retrofit. Energy and Buildings. Vol. 42, No. 10, s. 1582–1591.
- CENTER FOR NEIGHBORHOOD TECHNOLOGY. 2010. The Value of Green Infrastructure. A Guide to Recognizing Its Economic, Environmental and Social Benefits. 80 s. [online] dostupné na: <<http://www.americanrivers.org/wp-content/uploads/2013/09/Value-of-Green-Infrastructure.pdf?0658fa>>
- CIPOLLA, S. S., MAGLIONICO, M., STOJKOV, I. 2005. Experimental Infiltration Tests on Existing Permeable Pavement Surfaces. CLEAN – Soil, Air, Water, Vol. 44, No. 1, s. 89-95.
- CITY OF LANCASTER. 2011. Green Infrastructure Plan. Lancaster, Penn.: City of Lancaster. [online] dostupné na: <<http://www.cityoflancasterpa.com/green-infrastructure>>
- ČHMÚ. 2015. Dešťové srážky. Všeobecná charakteristika. Portál Českého hydrometeorologického ústavu. [online] dostupné na: <<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/om/sivs/dest.html>>
- DAVID SUZUKI FOUNDATION, 2008. Ontario's Wealth, Canada's Future: Appreciating the Value of the Greenbelt's Eco-Services. Canada: Vancouver, B.C., 70 s. ISBN 978-1-897375-17-4.
- DOSTÁL, T. et al. 2014. Opatření pro snížení transportu splavenin ze zemědělské půdy v povodí vodních nádrží – základní charakteristika a ekonomické hodnocení nákladů spojených s jejich realizací – výstup v rámci projektu TA02020808 - Metody optimalizace návrhu opatření v povodí vodních nádrží vedoucí k účinnému snížení jejich eutrofizace. ČVUT Praha, IREAS.
- DOSTALOVÁ, J., 2008. Základy správného navrhování zelených střech. [online] dostupné na: <www.tzb-info.cz/4921-zaklady-spravneho-navrhovani-zelenych-strech>
- DOSTALOVÁ, J., 2009. Základy navrhování zelených střech - Přednosti a význam zelených střech. [online] dostupné na: <<http://www.optigreen.cz/News/1.html>>

- DOSTALOVÁ, J., 2015. Zelená střecha – přidaná hodnota nebo rizikový faktor? ZNALEC. Časopis komory soudních znalců České republiky. Praha: EuroExpert. 2015, č. 22, 72 s. ISSN 1805-6881.
- DRAKE, J., BRADFORD, A., Van SETERS, T., 2012. Evaluation of Permeable Pavements in Cold Climates – Kortright Centre, Vaughan. Toronto and Region Conservation Authority, 2012, 92 s. [online] dostupné na: <<http://www.sustainabletechnologies.ca/wp/wp-content/uploads/2013/02/KPP-Final-2012.pdf>>
- DÜRR, A., 1995. Dachbegrünung: Ein Ökologischer Ausgleich. Deutschland: Gütersloh. Bauverlag BV GmbH. 1160 s. ISBN-13: 978-3762532385
- DWC, 2008. Regenwassernutzung. DecRen Water Consult, Deutschland. [online] dostupné na: <<http://www.dwc-water.com/de/technologien/regenwassernutzung/index.html>>
- DWYER, J., NOWAK, D., NOBEL, M. et SISSINI S. 2000. Connecting People With Ecosystems in the 21st Century: An Assessment of Our Nation's Urban Forests. USDA-FS GTR-490. [online] dostupné na: <<http://www.fs.fed.us/pnw/pubs/gtr490/gtr490.pdf>>
- ENDLICHER, W. 2012. Einführung in die Stadtökologie. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag. ISBN 978-3-8252-3640-3.
- FLL, 2008. Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen, Bonn. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung und Landschaftsbaue. V., 118 s.
- GETZ, D.A., KAROW, A et KIELBASO, J. 1982. Inner City Preferences for Trees and Urban Forestry Programs. Journal of Arboriculture, 8(10). [online] dostupné na: <http://www.sfrc.ufl.edu/urbanforestry/Resources/PDF%20downloads/Getz_1982.pdf>
- GRANT, J. et al., 2010. The Value of Green Infrastructure. A Guide to Recognizing its Economic, Environmental, and Social Benefits. Chicago: Center for Neighborhood Technology (CNT) & American Rivers. [online] dostupné na: <<http://www.cnt.org/publications/the-value-of-green-infrastructure-a-guide-to-recognizing-its-economic-environmental-and>>
- GRANT, J., GALLET, D. et al. 2010. The Value of Green Infrastructure. A Guide to Recognizing its Economic, Environmental, and Social Benefits. Chicago: Center for Neighborhood Technology (CNT) & American Rivers. [online] dostupné na: <<http://www.cnt.org/publications/the-value-of-green-infrastructure-a-guide-to-recognizing-its-economic-environmental-and>>
- HAINES-YOUNG, R. ET POTSCHIN, M. 2013. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES). Consultation on Version 4, August-December 2012. EEA Framework Contract No EEA/IEA/09/003 [online] dostupné na: <<https://www.nottingham.ac.uk/cemOL>>
- KANE, B. et KIRWAN, J. 2009. Value, Benefits, and Costs of Urban Trees. Website of Virginia Cooperative Extension, Virginia Tech and Virginia State University. [online] dostupné na: <<http://pubs.ext.vt.edu/420/420-181/420-181.html>>
- KINGSPAN, 2015. Systémy pro nakládání s dešťovou vodou. Webové stránky firmy Kingspan Environmental. [online] dostupné na: <<http://klargester.cz/pub/uploaddocs/n-dr-e-de-ov-voda-katalog.1341842004.pdf>>
- KOLBE, J., WÜSTEMANN, H 2015. Estimating the Value of Urban Green Space: A Hedonic Pricing Analysis of the Housing Market in Cologne, Germany. SFB 649 Discussion Paper 2015-002. Technische Universität Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin. [online] dostupné na: <<http://www.econstor.eu/bitstream/10419/107911/1/815374305.pdf>>
- LIU, K. K. Y., BASKARAN, B. A., 2004. Green Roof Infrastructure - Technology Demonstration, Monitoring and Market Expansion Project. NRC Institute for Research in Construction; National Research Council Canada, 2004, 121 s.
- LOSKUTÁK, 2009. Využití dešťové vody. Pořad Rady ptáka Loskutáka, TV Nova, 8. 11. 2009. [online] dostupné na: <<http://loskutak.nova.cz/clanek/stavime/vyuziti-destove-vody.html>>
- LUCKE, T., DIERKES, C. 2015. Addressing the demands of the new German permeable pavement design guidelines and the hydraulic behaviour of a new paving design. Journal of Engineering Science and Technology. Vol. SI, No. 8, s. 14-28.
- McPHERSON, G. et al. 2002. Western Washington and Oregon Community Tree Guide. Benefits, Costs and Strategic Planting. International Society of Arboriculture, Silverton, OR. [online] dostupné na: <http://www.fs.fed.us/psw/programs/uesd/uep/products/5/CUFR_164_Western_WA_OR_Tree_Guide.pdf>
- McPHERSON, G. et al. 2006. Midwest Community Tree Guide. Benefits, Costs and Strategic Planting. United States Department of Agriculture. Technical Report. [online] dostupné na: <<http://www.treesearch.fs.fed.us/pubs/25927>>

- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC., 2005, ISBN 1-59726-040-1
- MILWAUKEE METROPOLITAN SEWERAGE DISTRICT, 2007. The Application of Stormwater Runoff Reduction Best Management Practices in Metropolitan Milwaukee. Stormwater runoff reduction program – final report. February 28, 2007. 77 s. [online] dostupné na: <<http://www.mmsd.com/-/media/MMSD/Documents/Water%20Quality/Reports/StormwaterRunoffReductionProgramFinalReport2007.pdf>>
- MOORE, F. et DIAZ, D. 2015. Temperature impacts on economic growth warrant stringent mitigation policy. *Nature Climate Change*, 5, Jan 12, 2015., pp. 127-131, doi:10.1038/nclimate248. [online], dostupné na: <http://www.eenews.net/assets/2015/01/13/document_cw_01.pdf>
- MROWIEC, P., 2008. Potentials of rainwater harvesting and utilization in Polish households. Proceedings from the 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK, 2008. [online] dostupné na: <https://web.sbe.hw.ac.uk/staffprofiles/bdgsa/11th_International_Conference_on_Urban_Drainage_CD/ICUD08/pdfs/178.pdf>
- NEUHÄSLOVÁ, Z. et al. 1999. Mapa Potenciální Přirozené Vegetace České Republiky, *Photosynthetica*, July 1999, 37(1), pp. 86-86. DOI: 10.1023/A:1007087417500.
- NICOLL, 2015. Nádrže na dešťovou vodu. Webové stránky firmy Nicoll ČR. [online] dostupné na: <<http://www.nicoll.cz/produkty/destova-voda/nadrze-na-destovou-vodu.html/>>
- NOWAK, D., CRANE, D. et STEVENS, J. 2006. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening*. 42006, pp. 115-123. [online] dostupné na: <https://www.itreetools.org/eco/resources/UFUG_Air_Pollution_Removal.pdf>
- NURMI, V. et al., 2013. Cost-benefit analysis of green roofs in urban areas: case study in Helsinki. Finsko: Helsinki, Finnish Meteorological Institute, 71 s., ISBN 978-951-697-788-4
- OBERNDORFER, E. et al., 2007. Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services. *Bio Science*, Vol. 57, No. 10, s. 823-833.
- PHILLIPS, D. et al., 2012. Assessment of Ecosystem Services Provided by Urban Trees. *Public Lands Within Urban Growth Boundary of Corvallis, Oregon*. Technical Report. U.S. Environmental Protection Agency, Western Ecology Division, Corvallis, OR. [online] dostupné na: <http://www.itreetools.org/resources/reports/Corvallis_Urban_Tree_Assessment_Tech_Report.pdf>
- PORSCHÉ, U., KÖHLER, M., 2003. Life cycle costs of green roofs: A comparison of Germany, USA, and Brazil. Proceedings of the World Climate and Energy Event. Brazil: Rio de Janeiro, 1.-5. prosince 2003. [online] dostupné na: <http://www.rio12.com/rio3/proceedings/RIO3_461_U_Porsche.pdf>
- SAINT-GOBAIN, 2016. Konference FÓRUM 2016: Ticho, prosím! Únor 2016.
- SANTAMOURIS, M., 2014. Cooling the cities – a review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. *Sol Energy*. Vol. 103, s. 682–703.
- STERN, N. et al. 2006. Ekonomické aspekty změny klimatu. Shrnutí (v českém j.). p. xviii. Webové stránky Národní archiv britské vlády. [online] dostupné na: <http://web.archive.nationalarchives.gov.uk/20130129110402/http://www.hm-treasury.gov.uk/d/stern_longsummary_czech.pdf>
- STRÁNSKÝ, D. a kol. 2007. Podklad pro koncepci nakládání s dešťovými vodami v urbanizovaných územích. Asociace čistírenských expertů České republiky, 2007, 58 s. [online] dostupné na: <http://www.jvprojektvh.cz/photo/sekce/file/2007-12-01_JVPVH.pdf>
- SUKOPP, H., WITTIG, R. et al. (1998). *Stadtökologie. Ein Fachbuch für Studium und Praxis*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. ISBN-13: 978-3827408051.
- TERVONEN, J., RISTIKARTANO, J., 2010. Tielikenteen ajokustannusten yksikköarvot 2010. Liikennevirasto. Liikenneviraston ohjeita 21/2010, Finsko: Helsinki. 20 s. ISBN 978-952-255-041-5.
- TOMALTY, R., KOMOROWSKI, B., 2010. The Monetary Value of the Soft Benefits of Green Roofs. Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC). 114 s. [online] dostupné na: <http://www.greenroofs.org/resources/Monetary_Value_of_Soft_Benefits_of_Green_Roofs.pdf>
- U.S. EPA (2015). The Social Cost of Carbon. Webové stránky Federální agentury pro životní prostředí U.S.A (U.S. Environmental Protection Agency, EPA). [online] dostupné na:

<<http://www3.epa.gov/climatechange/EPAactivities/economics/sc.html>>

UMWELTBUNDESAMT, 2014. Versickerung und Nutzung von Regenwasser. Vzdělávací brožura Německého federálního úřadu pro životní prostředí. [online] dostupné na:

<<http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/2973.pdf>>

US EPA et LOW-IMPACT DEVELOPMENT CENTER. (2000). Low Impact Development (LID): A Literature Review. Washington, DC. 2000, 41 s. [online] dostupné na: <<http://water.epa.gov/polwaste/green/upload/lid.pdf>>

ÚSTAV PRO EKOPOLITIKU, o. p. s. 2009. Jak hospodařit s dešťovou vodou na soukromém pozemku. Praktický rádce pro obnovu propustnosti povrchů a zasakování. Praha: Ústav pro ekopolitiku, o. p. s. 43 s. ISBN 978-80-87099-06-3

VÁČKÁŘ, D., FRÉLICOVÁ, J., LORENCOVÁ, E., PÁRTL, A., HARMÁČKOVÁ Z., LOUČKOVÁ B., 2014. Metodologický rámec integrovaného hodnocení ekosystémových služeb v České republice. 29 s. [online] dostupné na:

<<http://www.ecosystemservices.cz/userfiles/page/246/72fc39cc8d8e7f501934794636059d8c.pdf>>

VIJAYARAGHAVAN, K., 2016. Green roofs: A critical review on the role of components, benefits, limitations and trends. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Vol. 57, s. 740-752.

VPRESS, 2015. Regenwassernutzung. Kosten Energiesparen im Haushalt. vPRESS GmbH Website. [online] dostupné na:

<<http://www.energiesparen-im-haushalt.de/energie/bauen-und-modernisieren/hausbau-regenerative-energie/energiebewusst-bauen-wohnen/hausbau-wasser-haus/regenwasser-verwenden/regenwassernutzung-kosten.html>>

WISE, S. et al., 2010. Integrating Valuation Methods to Recognize Green Infrastructure's Multiple Benefits. Low Impact Development 2010. s. 1123-1143. DOI: 10.1061/41099(367)98

WOLF, K. 2007. City Trees and Property Values. Arborist News, 8/2007. [online] dostupné na: <http://www.nature-within.info/Policy/Hedonics_Citations.pdf>

WONG, E. et al. 2008. Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies. Climate Protection Partnership Division in the U.S. EPA, 29 s. [online] dostupné na: <<http://www.epa.gov/heatislands/resources/pdf/GreenRoofsCompendium.pdf>>

WORLD BANK. 2015. Putting a price on carbon by tax. Webové stránky Světové banky. [online] dostupné na: <http://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/Climate/background-note_carbon-tax.pdf>

www.dotace.nature.cz/res/data/003/000560.xls

XIAO, Q. et McPHERSON, G. 2011. Rainfall interception of three trees in Oakland, California. Urban Ecosystems (2011) 14:755. DOI 10.1007/s11252-011-0192-5.

PRŮZKUM TRHU OHLEDNĚ NÁKLADŮ NA ASFALTOVÝ POVRCH DLE REALIZOVANÝCH PROJEKTŮ SPOLEČNOSTÍ:

AVE Kolín, s. r. o.

Dopravní stavby Brno, s. r. o.

FIRESTA-Fišer, rekonstrukce, stavby, a. s.

SaM silnice a mosty Děčín, a. s.

STAVEX Ostrava, s. r. o.

