

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra aplikované geoinformatiky a územního plánování



**Adaptační strategie a opatření na změnu klimatu,
případová studie Roudnice nad Labem**

Climate change strategies and measures of case study in Roudnice nad
Labem municipality

Diplomová práce

Vedoucí práce: Ing. Lenka Růžičková, Ph.D.

Autorka práce: Bc. Dominika Kacafírková

© 2020 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Dominika Kacafirková

Krajinné inženýrství
Regionální environmentální správa

Název práce

Adaptační strategie a opatření na změnu klimatu, případová studie Roudnice nad Labem

Název anglicky

Climate change strategies and measures of case study in Roudnice nad Labem municipality

Cíle práce

Cílem diplomové práce je zpracovat adaptační strategii a opatření na změnu klimatu ve vazbě na udržitelné fungování města v podmínkách měnícího se klimatu. V diplomové práci autorka zhodnotí a navrhne konkrétní opatření podle podmínek a potenciálu daného města a vymezí činnosti, které umožní předcházet i reagovat na nepříznivé vlivy spojené se změnou klimatu. Diplomová práce a navržená opatření budou vycházet z místní úrovně.

Metodika

Metodika práce bude vycházet z analýzy odborné literatury pro adaptační opatření na změnu klimatu. K syntéze poznatků a vytvoření návrhu budou využity vlastní průzkumy a rozborů zájmového území s využitím dostupných zdrojů a zjištění skutečných možností v širších souvislostech. Sběr primárních dat může probíhat pomocí kvalitativního nebo kvantitativního výzkumu. Grafické výstupy budou reprezentativního charakteru, zpracované pomocí zvolené metody autorkou práce.

Doporučený rozsah práce

60 stran bez příloh.

Klíčová slova

klimatické změny, strategie na změnu klimatu, adaptační opatření

Doporučené zdroje informací

- Houghton, J., 2015: Global warming. Cambridge University Press, p 380.
- Jiusto, S., Kenney, M., 2016: Hard rain gonna fall: Strategies for sustainable urban drainage in informal settlements. Urban water journal, 13, p 253-269
- Pondělíček, M., Bízek, V., et al., 2016: Adaptace na změnu klimatu. Civitas per Populi, 175 s.
- Pretel, J., et al., 2011: Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření. TECHNICKÉ SHRNUÍ VÝSLEDKŮ PROJEKTU VaV SP/1a6/108/07 v letech 2007–2011. Praha: ČHMÚ.
- Runhaar, H., et al., 2012: Adaptation to climate change-related risks in Dutch urban areas: stimuli and barriers. Reg Environ Change, vol. 12(4), p 777-779.
- Wise, R.M., et al., 2014: Reconceptualising adaptation to climate change as part of pathways of change and response. Global Environmental Change.

Předběžný termín obhajoby

2020/21 ZS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Lenka Růžičková, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra aplikované geoinformatiky a územního plánování

Elektronicky schváleno dne 1. 12. 2020

doc. Ing. Petra Šimová, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 1. 12. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 02. 12. 2020

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně pod odborným vedením Ing. Lenky Růžičkové, Ph.D. Dále prohlašuji, že veškeré podklady a zdroje informací, ze kterých jsem čerpala, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze dne 10. 12. 2020

.....

Bc. Dominika Kacafirková

Poděkování:

Ráda bych touto cestou poděkovala za odborné vedení práce a poskytnuté informace Ing. Lence Růžičkové, Ph.D. a také Ing. Veronice Popa a celému městskému úřadu v Roudnici nad Labem za odborné konzultace. Dále bych také ráda poděkovala své rodině a přátelům za podporu.

Abstrakt

Tato práce se zabývá klimatickými změnami, přesněji možnostmi, jak ovlivnit klimatické změny působením v urbanizovaném území. Hlavním cílem práce je vytipování možných adaptačních opatření, která by mohla být v budoucnu realizována a napomohla by tak ke zlepšení adaptace na změnu klimatu ve městě Roudnice nad Labem. V práci je popisován problém související s globálním oteplováním a klimatickými změnami. Jde o změny, v jejichž důsledku se mění i klima v urbanizovaných částech území. Jedná se především o problémy jako je zvyšující se četnost a intenzita vln horka (což je v městském prostředí navíc umocněno efektem tepelného ostrova města) nebo hrozby související s měnicími se úhrny a rozložením srážek-epizody sucha a na druhé straně zvyšující se četnost a extremita povodní. Je tedy zřejmé, že je nutné tento problém řešit. Buď mitigačními, tzn. zmírňujícími opatřeními (např. omezení produkce emisí skleníkových plynů) nebo adaptačními opatřeními, při jejichž zavádění dojde ke včasnému přizpůsobení se očekávaným dopadům změny klimatu v dlouhodobějším horizontu. K těmto adaptačním opatřením patří např. využívání přítomnosti vegetace – tvorba alejí a parků, dále hospodaření s vodou – nové retenční nádrže, opětovné využití vody atd. Je ale třeba dívat se na tento problém z širší perspektivy. Např. tvorba alejí v ulicích je perfektní opatření na snížení teploty vzduchu v horkých letních dnech. Ovšem, podstatné je také zamyslet se nad tím, jaké druhy dřevin je dobré pro toto opatření využít. Čím rozsáhlejší koruna stromu, tím spíše nastává problém – zadržování emisí výfukových plynů, což je pro životní prostředí nežádoucí. Je tedy klíčové nahlížet na problém změny klimatu v globálním měřítku a zvažovat, kdy jsou jednotlivá adaptační opatření přínosem a kdy je naopak dobré zvážit, jestli při řešení jednoho problému nezpůsobíme problém druhý. Ve výsledcích jsou shrnuty vlastní návrhy adaptačních opatření pro vybrané území městského prostředí.

Klíčová slova:

Klimatické změny, strategie na změnu klimatu, adaptační opatření

Abstract

The present thesis is concerned with the issue of climatic change, focusing on the possibilities of affecting climatic change by means of interference within urban areas. The key objective is to define feasible prospective adaptation measures which could be implemented in Roudnice nad Labem in order to improve the town's adaptation to climate change. The thesis describes the problem in relation to global warming and climatic change in general. These changes lead to climatic variations in urbanized areas. Most prominent are, on one hand, the problems of increasing frequency and intensity of heat waves (amplified by the urban heat island effect), the threats related to the fluctuating distribution and volume of precipitation versus drought episodes, and on the other hand, the rising occurrence and extremeness of floods. It is apparent that this issue must be dealt with. Possible solutions include mitigation measures (e.g. restrictions on greenhouse gas emissions) or adaptation measures, the introduction of which will, in the long run, ensure timely adaptation to the anticipated effects of climate change. These adaptation measures are, for example, utilizing available vegetation (creating tree alleys and parks, water management-creating new retention tanks, reusing water, etc.) However, the issue must be viewed from a broader perspective. For example, creating alleys in the streets is a perfect measure to reduce air temperature on summer days. Nevertheless, suitable wooded plants need to be selected for this purpose. The larger the crown, the higher the probability of the trees retaining emission gases, which in turn has an undesirable impact on the environment. Therefore, it is critical to perceive the issue of climate change on a global level and consider when the individual adaptation measures are beneficial, and when to decide that solving one problem may cause another. The results section summarizes proposals of adaptation measures for the selected urban area.

Key words:

Climate change, climate change strategy, adaptation measures

Obsah

1	Úvod.....	11
2	Cíle práce	13
3	Literární rešerše.....	14
3.1	Legislativa v oblasti klimatu	14
3.2	Základní pojmy.....	15
3.2.1	Klima.....	15
3.2.2	Počasi	16
3.2.3	Globální oteplování.....	16
3.2.4	Změna klimatu	19
3.3	Klimatické změny – historie vs. současnost.....	21
3.4	Dopady změny klimatu na jednotlivé složky životního prostředí.....	23
3.4.1	Dopady změny klimatu na lesní hospodářství	23
3.4.2	Dopady změny klimatu na zemědělství	24
3.4.3	Dopady změny klimatu na hydrologii.....	25
3.4.4	Dopady změny klimatu na biodiverzitu	25
3.4.5	Dopady změny klimatu na urbanizovaná území	26
3.5	Strategické dokumenty	28
3.5.1	Strategické dokumenty na mezinárodní úrovni.....	28
3.5.2	Strategické dokumenty na národní úrovni	32
3.6	Adaptační opatření	35
3.6.1	Členění adaptačních opatření	35
3.6.2	Příklady adaptačních opatření	38
4	Metodika	47
5	Roudnice nad Labem.....	49
5.1	Adaptačních opatření na změnu klimatu města Roudnice nad Labem.....	49

6	Výsledky	54
6.1	Vlastní návrhy adaptačních opatření	57
7	Diskuse.....	66
8	Závěr	68
9	Seznam použité literatury.....	70
10	Přílohy.....	77

Seznam použitých zkratk

AO-Adaptační opatření

BAT-Best available Techniques

BREF-Reference Document on Best Available Techniques

CLRTA-Convention on Long Range Transport of Atmospheric Pollutants

ČHMÚ-Český hydrometeorologický ústav

ČOV-Čistírna odpadních vod

ČR-Česká republika

EC-Evropská komise

EEA-Evropská agentura pro životní prostředí

EK-Evropská komise

EU-Evropská unie

EVVO-Environmentální vzdělávání, výchova a osvěta

GIS-Geografický informační systém

IPCC-Mezivládní panel pro změnu klimatu

IPPC-Integrated Pollution Prevention and Control

IR-infračervené záření

MEAs-Multilateral Environmental Agreements

MMR-Ministerstvo pro místní rozvoj

MPO-Ministerstvo průmyslu a obchodu

MŽP-Ministerstvo životního prostředí

OSN-Organizace spojených národů

OZON-Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer

POVI-Povodňový informační systém

SPŽP ČR-Státní politika životního prostředí ČR

UA–Urban adapt

UNEP-United Nations Environment Programme

UNFCCC-United Nation Framework Convention on Climate change

1 Úvod

Tato diplomová práce se zabývá otázkou změny klimatu a možnými adaptačními opatřeními, díky kterým se dá těmto změnám předcházet nebo je zmírnit. Změny klimatu byly pozorovány již v dávných dobách a vždy byly součástí života na Zemi. Vždyť typické je například střídání dob ledových a meziledových. I tehdy docházelo ke klimatickým změnám. V poslední době jsou klimatické změny velmi řešeným tématem, přičemž velký vliv na tyto změny máme my – antropogenní činitelé. Zřejmé je, že klima se měnilo, mění a bude se měnit i v budoucnu. Na rozdíl od předchozích změn je ale tato změna velmi rychlá, právě kvůli působení lidské činnosti. Největší podíl na změně klimatu má totiž změna chemického složení atmosféry, což je způsobeno spalováním fosilních paliv. Tím mění člověk klima na globální úrovni a z dlouhodobého hlediska ohrožuje život vlastní i životy ostatních druhů na planetě.

Změna klimatu tedy není problémem pouze České republiky nebo Evropy, ale jedná se o globální problém, který je nutno řešit v celosvětovém měřítku. Tomu napomáhají nejrůznější strategické dokumenty, úmluvy a dohody, které postupně ratifikují a přijímají všechny státy světa.

V podmínkách ČR se změny klimatu projevují především zvýšením průměrné roční teploty, poklesem úhrnů ročních srážek, jiným rozložením srážek během roku a také narůstajícími počty dní, kdy teplota přesahuje 30° C, a zároveň v noci neklesne pod 20°C (tedy nárůst tropických dní a tropických nocí). Tyto změny se v budoucnu negativně projeví jak na přírodě, tak i urbanizovaných území, a hlavně na zdraví a pohodě obyvatelstva. Se změnou klimatu budou spojené častější přívalové deště, povodně, zároveň období sucha, extrémní jevy počasí atd. V rámci adaptace na změnu klimatu je možné přijímat dva základní typy opatření. Jsou to buď mitigační opatření, což jsou přímá či nepřímá opatření ke snížení emisí skleníkových plynů (např. efektivnější využití zdrojů energie, využití solární či větrné energie, zateplení budov, atd.), a nebo adaptační opatření, což jsou opatření k přizpůsobení přírodního nebo antropogenního systému skutečné nebo předpokládané změně klimatu včetně jejích dopadů (Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR). Dopady změny klimatu budou patrné také v ekonomice. Např. škody vzniklé na majetku nebo infrastruktuře představují pro hospodářství vysoké náklady. Změnou klimatu dochází také ke změnám ekologické stability. Změny klimatu jsou hrozbou pro biologickou rozmanitost na pevnině i v moři. Navíc, ke změně klimatu dochází takovou rychlostí, že se

mu mnohé rostlinné a živočišné druhy nestíhají přizpůsobit. I z pohledu lidského zdraví a pohody má změna klimatu negativní dopady. Extrémní klimatické jevy mohou způsobovat dočasné narušení sociálních aktivit či turismu.

V této diplomové práci se věnuji adaptačním opatřením v urbanizovaných částech území, konkrétně pak ve městě Roudnici nad Labem. Cílem práce je tedy vytipování možných opatření a vytvoření návrhu pro další možnou adaptaci na změny klimatu. Tato práce by mohla být přínosem pro strategii města při zpracování adaptačních programů či souvisejících projektů týkajících se adaptačních opatření na změnu klimatu ve městském prostředí.

Opatření jednoho města samozřejmě nic neřeší. Problematika adaptačních opatření je relativně nová a města si zatím ne vždy vědí rady. Tato práce by mohla být tedy podkladem i pro jiná města.

2 Cíle práce

Cílem diplomové práce je vytipování adaptačních opatření, která by mohla být v budoucnu realizována a napomohla by zlepšení adaptace na změnu klimatu ve městě Roudnice nad Labem. Výsledkem budou vlastní návrhy adaptačních opatření. Tyto návrhy pak budou vytvořeny na základě získaných dat a informací z různých ověřených zdrojů.

Dílčí cíle:

- Vypracování rešerše a na základě informací z ní získaných vypracování dalších cílů
- Analýza současného stavu města s ohledem na adaptační opatření na změnu klimatu včetně prostudování konkrétního případu začlenění adaptačních opatření
- Vlastní návrhy dalších možných adaptačních opatření v lokalitě

3 Literární rešerše

V literární rešerši jsou popsány legislativní dokumenty, které se týkají změny klimatu jak ze zahraniční, tak z české sféry. Dále jsou zde popsány základní pojmy týkající se změny klimatu, historická fakta, dopady změny klimatu na jednotlivé složky životního prostředí a adaptační opatření. Všechna tato témata jsou zde probrána z důvodu porozumění dané problematice a orientace v ní.

3.1 Legislativa v oblasti klimatu

V České republice byly již v minulosti zpracovávány dokumenty a strategie týkající se změn klimatu. V současné době jsou v ČR aktuální a platné tyto:

- Politika ochrany klimatu v České republice (schválena vládou 22.3.2017)
- Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR (schválena vládou v říjnu 2015)
- Národní akční plán adaptace na změnu klimatu (schválen vládou v lednu 2017) (MŽP, ©2020 a).

V Evropské unii je ochrana klimatu jednou z prioritních oblastí napříč otázkou o ochraně životního prostředí. Např. zmírňování dopadů změny klimatu je řešeno v „Klimaticko – energetickém balíčku“, což je soubor legislativních předpisů, které mají vést ke splnění cílů Evropské unie v oblasti energetiky a ochrany klimatu do roku 2020 (snížení emisí skleníkových plynů o 20 %, dosažení 20% podílu obnovitelných zdrojů energie a snížení konečné spotřeby energie o 20 %). Dalším dokumentem je Strategie EU pro přizpůsobení se změně klimatu, ve kterém je řešena hlavně adaptace na změnu klimatu. Tato strategie obsahuje 3 hlavní specifické cíle, a to:

1. Zvýšení odolnosti členských států EU, jejich regionálních uskupení, regionů a měst
2. Zlepšení informovanosti pro rozhodování o problematice adaptace na změnu klimatu
3. Zvýšení odolnosti klíčových zranitelných sektorů vůči negativním dopadům změny klimatu (MŽP, ©2020 b).

V roce 2019 Evropská komise představila „Zelenou dohodu pro Evropu“, kde je popsána strategie pro přechod na klimaticky neutrální, udržitelnou a oběhovou ekonomiku (MŽP, ©2020 a).

Jednotlivým dokumentům je věnováno více prostoru v dalších kapitolách.

Na změnách klimatu v prostředí ČR se mohou pozitivně podílet i orgány státní správy. V rámci strategických dokumentů se může zapojit Ministerstvo životního prostředí, Ministerstvo zemědělství, Ministerstvo pro místní rozvoj, Ministerstvo dopravy, Ministerstvo průmyslu a obchodu, Ministerstvo kultury či Ministerstvo vnitra (SPŽP, 2020).

3.2 Základní pojmy

Pro porozumění klimatickým změnám je potřeba znát nejprve základní informace o klimatu, počasí či o globálním oteplování.

3.2.1 Klima

„Klima neboli podnebí je dlouhodobý stav počasí. Zjišťuje se měřením teplot, srážek, atmosférického tlaku a větru na dlouhodobých časových úsecích. Klima regionu je však výsledkem interakce mnoha dalších proměnných. K těm nejvýznamnějším patří zeměpisná šířka, nadmořská výška, topografie a blízkost oceánu nebo jiné velké vodní plochy. Ačkoli klima je průměrný vzorec počasí, mohou se objevovat krátko – i dlouhodobé změny a také se objevují. Teplota, srážkový úhrn, atmosférický tlak a rychlost větru se zvyšují, nebo klesají buď v důsledku přirozené proměnlivosti zemského klimatu, nebo nedávné lidské činnosti.“ (FRY, 2012).

„Úplný (světový) klimatický systém zahrnuje celou fyzickogeografickou sféru a tvoří jej pět subsystémů.

1. atmosféra
2. hydrosféra
3. kryosféra
4. povrch pevnin
5. biosféra

Subsystémy 2. až 5. představují přechodnou plochu směrem k atmosféře a tvoří aktivní povrch (vrstvu). Součástí biosféry je i člověk, který svojí činností klimatický systém ovlivňuje. Mezi uvedenými subsystémy dochází nepřetržitě k výměně hmoty a energie, jsou tedy otevřené. Klima chápeme jako statistický soubor všech stavů, jimiž

prochází úplný klimatický systém během několika desetiletí. Počasí označujeme jako okamžitý stav úplného klimatického systému.“ (Vysoudil, 2013).

3.2.2 Počasí

„Počasí je stav atmosféry charakterizovaný souhrnem hodnot všech meteorologických prvků a atmosférickými jevy v určitém místě a čase. Předpověď počasí vyjadřuje budoucí stav počasí (povětrnostních podmínek). Je vypracována na základě aplikací meteorologických poznatků, jako jsou přízemní pozorování a měření na meteorologických stanicích, aerologická sondážní měření ve vyšších vrstvách atmosféry, družicová a radarová měření, výstupy z regionálních a globálních numerických předpovědních modelů, koncepčních modelů, statistických údajů apod. S pomocí moderních telekomunikačních technologií, které umožňují rychlý přenos dat, výpočetní techniky a na základě naměřených dat, spočtených předpovědních výstupů, vlastní zkušenosti meteorologa, příp. i jeho intuice, meteorolog - synoptik vytváří představu o budoucím vývoji počasí“ (ČHMU, ©2020).

3.2.3 Globální oteplování

Globálním oteplováním označujeme jev, kdy dochází k dlouhodobému zvýšení průměrné povrchové teploty na Zemi. Vyšší teplota znamená více energie a vodní páry v atmosféře. Tyto faktory vedou k dalším klimatickým změnám. Sem patří tání ledovců, zvyšování hladiny moří, změny srážek a častější extrémní projevy počasí jako sucha, povodně, vichřice a další (tzb – info, ©2020). Otázkám globálního oteplování je věnováno mnoho knih. Např. Smil (2008) ve své knize *Global catastrophes and Trends: The Next Fifty Years* vysvětluje, že efekt skleníkových plynů je pro život na zemi nepostradatelný. Efektivní radiální teplota planety bez atmosféry je jednoduše funkcí jejího albeda (podíl příchozího záření, které se přímo odráží do vesmíru) a jeho orbitální vzdálenosti. Země (albedo 30 %) by vyzařovala při $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve srovnání s $-57\text{ }^{\circ}\text{C}$ pro Mars a $44\text{ }^{\circ}\text{C}$ pro Venuši a všechny tyto planety by měly trvale zmrzlé povrchy. Planeta přestane být dokonalým zářičem, jakmile má atmosféru, jejíž plyny – především vodní páry, CO_2 , CH_4 a oxid dusný (N_2O) - mohou selektivně absorbovat část odcházejícího infračerveného záření a reprodukovat ho jak směrem dolů, tak nahoru. Taková atmosféra je vysoce (i když ne dokonale) transparentní pro příchozí (krátkovlnné) sluneční záření, ale je to silný absorbér určitých vlnových délek odchá-

zejícího (dlouhovlnného) infračerveného záření (IR), které je produkováno opakovaným absorbováním slunečního světla. Tato absorpce IR je známa jako skleníkový efekt. Aby se tedy život mohl vyvíjet, musel na Zemi působit skleníkový efekt ve výši nejméně 25 ° C-30 ° C po dobu téměř 4 miliard let. Je tedy patrné, že skleníkové plyny jsou od pradávna součástí života na Zemi (Smil, 2008). Vědecké porozumění fenoménu skleníkových plynů sahá až do 20. let 20. století a důsledky lidského zasahování do tohoto procesu byly správně pochopeny Svante Arrheniem, jedním z prvních nositelů Nobelovy ceny za chemii, v 90. letech 20. století (Fourier 1822). Zajímavé je, že jeho závěry obsahovaly všechny klíčové kvalitativní složky moderního porozumění: geometrické zvýšení CO₂ způsobí téměř aritmetický nárůst povrchových teplot; výsledné oteplování bude nejmenší poblíž rovníku a nejvyšší v polárních oblastech; jižní polokoule bude méně zasažena; a oteplování sníží teplotní rozdíly mezi nocí a dnem (Arrhenius, 1896). Možnost rychlého antropogenního globálního oteplování se stala předmětem značné pozornosti veřejnosti teprve na konci 80. let 20. století a nyní je nepochybně nejvýznamnějším celosvětovým environmentálním problémem. Tato pozornost nedokázala eliminovat mnoho základních nejistot. Fenomén sám o sobě je složitý (vztah mezi atmosférickou koncentrací skleníkových plynů a střední troposférickou teplotou je nelineární a je předmětem mnoha rušení a zpětných vazeb) a jakákoli hodnocení budoucích dopadů jsou nesmírně komplikována dvěma klíčovými nejistotami: protože budoucí míra emisí skleníkových plynů je funkcí mnoha ekonomických, sociálních a politických proměnných, nelze udělat nic lepšího než předpokládat nepříjemně širokou škálu věrohodných výsledků. A protože biosférické a ekonomické dopady vyšších teplot budou potlačovány a zesíleny četnými přírodními a antropogenními zpětnými vazbami, není možné spolehlivě kvantifikovat ani rozsah ani intenzitu pravděpodobných důsledků (Smil, 2008).

Houghton (2015) ve své knize popisuje, že v důsledku lidských činností, jako je zejména spalování fosilních paliv, uhlí, ropy a plynu, spolu s rozsáhlým odlesňováním, obsah oxidu uhličitého v posledních 200 letech (a podstatněji v posledních 50 letech) roste. V současné době se tyto emise přidávají k uhlíku, který je již v atmosféře přítomen – nejméně dalších 8000 milionů tun, z nichž většina v atmosféře zůstává dalších 100 let. Protože oxid uhličitý je dobrým absorbérem tepelného záření přicházejícího ze zemského povrchu, působí zvýšený oxid uhličitý jako pokrývka nad povrchem a udržuje jej teplejší, než by byl jinak. Se zvýšenou teplotou stoupá také množství

vodní páry v atmosféře, což poskytuje větší příkrývání a způsobuje, že je povrch ještě teplejší. Plynný metan roste také kvůli různým lidským činnostem, například těžbě a zemědělství, což také přispívá k problému oteplování. Zvýšení globální teploty vede ke globální změně klimatu. Pokud by změna byla malá a proběhla dostatečně pomalu, téměř jistě bychom byli schopni se jí přizpůsobit. S rychlou expanzí ve světovém průmyslu však změna pravděpodobně nebude malá nebo pomalá. Odhad je takový, že při absenci výraznějšího úsilí o omezení růstu emisí oxidu uhličitého se celosvětová průměrná teplota zvýší o $1/3$ °C nebo i o více každých deset let-nebo o tři i více stupňů za století. To nemusí znít jako velká změna, zejména pokud se srovnává s normálními teplotními změnami mezi dnem a nocí nebo mezi dvěma dny. Ale když mluvíme o globálním oteplování, nejedná se o teplotu na jednom místě, ale o průměrné teploty na celém světě. Neznamená to, že všude bude rovnoměrné nebo dokonce simulární oteplování; v různých oblastech zemského povrchu bude i nadále kolísat teplota, která se bude neustále měnit ze dne na den a z roku na rok. Předpokládaná rychlost změny o 3 °C za století je pravděpodobně rychlejší, než se průměrná globální teplota během posledních 10 000 let změnila. A protože existuje rozdíl v průměrné globální teplotě pouze asi pět nebo šest stupňů mezi nejchladnější částí doby ledové a teplými obdobími mezi dobami ledovými, můžeme vidět, že několik stupňů v tomto globálním průměru může představovat velkou změnu v podnebí. Mnoho ekosystémů a lidských společností (zejména v rozvojových zemích) se bude obtížně přizpůsobovat této změně, zejména pak rychlosti těchto změn. Vědci věří skutečnosti, že ke globálnímu oteplování a změnám klimatu dochází v důsledku lidských činností. I když stále existují pochyby ohledně detailů týkajících se struktury změn v různých částech světa, je jasné, že k nejvíce patrným nepříznivým dopadům bude patřit vzestup mořského dna (voda se rozšiřuje, když se otepluje), nárůst tepelných vln, větší intenzita srážek a extrémnější výkyvy počasí (Houghton, 2015).

V městském prostředí dochází vlivem globálního oteplování ke zvyšování teplot, což má neblahé následky na lidské zdraví. Lidské zdraví je ovlivňováno klimatem jak přímo (chladem nebo teplem, srážkami, záplavami a požáry) tak i nepřímo environmentálními důsledky (např. šířením nemocí, neúrodami) nebo sociálními důsledky (např. migrací vyvolanou suchem). Také teplotní variabilita, tedy zvýšené kolísání teplot, má vliv na lidské zdraví. Při větších klimatických změnách je pro lidi výrazně obtížnější se přizpůsobit (IPCC, ©2014). Globální oteplování má vliv také na úmrtnost

lidí. Změna úmrtnosti v závislosti na globálním oteplování je závislá na míře oteplování, na zkoumaném regionu a dalších faktorech, jako jsou adaptační a demografické trendy. Jisté je, že v současné době ohrožují obyvatele jak zimní mrazy, tak letní horka. V zásadě lze očekávat zvýšení úmrtnosti související s teplem a poklesem úmrtnosti vyvolané chladem (Gasparini, Guo, et al, 2017).

3.2.4 Změna klimatu

V posledních letech je změna klimatu na celém světě patrnější než v minulém století, ať už jde o její rozsah nebo rychlost. Podle Evropské agentury pro životní prostředí (EEA) je patrné, že v budoucnosti se k již zjištěným dopadům připojí ještě další, které by mohly způsobovat značné škody, a bude tedy důležité tyto změny očekávat a hledat možné způsoby adaptace na ně. Zpráva (Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012), zabývající se posouzením změny klimatu, již v roce 2012 uváděla, že v Evropě se mění jak průměrné teploty, které jsou stále vyšší, tak úhrny srážek, které např. v jižní Evropě naopak klesají. V důsledku těchto klimatických změn dochází ke vzniku škod a je patrné, že se těmto změnám musíme přizpůsobit, aby vzniklé škody dále nerostly (EEA, ©2019).

Projevy změny klimatu dle národního akčního plánu adaptace na změnu klimatu:

- Dlouhodobé sucho
- Povodně a přívalové povodně
- Zvyšování teplot
- Extrémní meteorologické jevy (vydatné srážky, extrémně vysoké teploty, extrémní vítr)
- Přírodní požáry (MŽP, ©2015 a).

V městském prostředí může mít dlouhodobé sucho vliv na nedostatečnou dávku vody z vodovodní sítě pro obyvatelstvo, výrobu, služby a cestovní ruch spolu s dopady na zdraví nebo výrobu energie. Nedostatek vody může způsobovat ztížení údržby přírodních ploch (nedostatečná závlaha zeleně, zhoršení stavu a kvality vodních ploch). Urbanizovaná území patří vzhledem ke koncentraci obyvatel a majetku k

výrazně citlivým systémům ohledně povodní a přívalových dešťů. Pro efektivní omezení následků povodní je zásadní prevence a související prvky systému ochrany obyvatelstva. V případě zimních srážek může být v urbanizovaném prostředí nejzranitelnější dopravní infrastruktura. Zvyšování teplot bude mít za následek vzestup gastrointestinálních nemocí obyvatelstva a rozšiřování výskytu infekcí přenášených hmyzem, dále zlepšení podmínek pro množení choroboplodných zárodků v prostředí, zlepšení podmínek pro rozšíření tropických komárů, klíšťat a dalšího hmyzu, který se může uplatnit jako přenašeč nově se vyskytujících infekcí, a může dojít také k prodloužení pylové sezóny v důsledku časného nástupu jara. Extrémně vysoké teploty mají za následek zhoršení zdravotního stavu některých náchylnějších skupin obyvatelstva. Dále mohou vést ke zhoršení kvality spánku a následně nižší produktivitě práce. Co se týká větrných hrozeb, největším rizikem je v urbanizovaném území pád předmětů, zejména z poškozených střech nebo uvolněných konstrukcí, trosek a zbytků vegetace z výšky, vyvrácení vzrostlých stromů a případně zborcení budov s narušenou statikou. Při vzniku požáru je velkým nebezpečím ohrožení životů a zdraví lidí a také možné nebezpečí otrav v důsledku zvýšeného uvolňování zplodin hoření (MŽP, ©2015 a).

Změnu klimatu ovšem autoři popisují již v dřívějších letech. Např. Quaschnig již v roce 2010 uváděl, že za posledních 100 let bylo zjištěno mnoho klimatických změn, kvůli kterým se dramaticky mění Země i současné životní podmínky na ní. Příkladem může být fakt, že globální povrchová teplota se mezi roky 1906 a 2005 zvýšila o 0,74°C nebo že přírůstek teploty se za posledních 50 let zdvojnásobil ve srovnání s předchozím staletým obdobím, oteplování Arktidy se zdvojnásobilo, vzrostla četnost silných srážek, také četnost a intenzita suchých období i četnost výskytu teplotních extrémů (Quaschnig, 2010).

Zajímavé je, že již v minulosti byl změnám klimatu přisuzován významný vliv na rozvoj i úpadek civilizací, stejně tak jako tomu bylo v blízké minulosti či v současnosti. Jedná se ovšem o sporné téma, protože vzájemné působení mezi prostředím a společnostmi se často obtížně prokazuje. V knize *Atmosféra a klima* (Braniš, 2011) – aktuální otázky ochrany ovzduší autor uvádí příklad Velké francouzské revoluce (1789), na kterou mělo vliv, kromě jiného, i několik za sebou jdoucích neúrodných let, což mělo dopad na ekonomickou krizi, obecnou nejistotu lidu. Určitou zásluhu měly tedy také klimatické podmínky. Jako další možné příklady uvádí autor příchod Slo-

vanů (535), jež se kryje s nejchladnějšími zimami prvního tisíciletí nebo výbuch indonéské sopky Tambory (1815), po němž následoval „rok bez léta“. Sníh vydržel do letních měsíců a následkem toho byly vlny žhárství a antisemitismu (Braniš, 2011).

3.3 Klimatické změny – historie vs. současnost

Změnu klimatu můžeme vnímat jako jev spojený s dějinami všech živých organismů na Zemi a mnozí jí přisuzují vliv na vznik a tvorbu života na Zemi už od počátku prvohor. V dnešní době postupně zjišťujeme, že vlivem změn klimatu (ať už rychlých či pomalých) docházelo ke konci éry určitých druhů živočichů. Např. pád meteoritu v oblasti Mexického zálivu měl za následek ústup plazů a začali převažovat teplokrevní živočichové – savci. To ovšem neznamenal, že všechny druhy plazů vyhynuly na planetě naráz. Docházelo spíše k pozvolnému přechodu do jiné éry, kdy planetu začali osidlovat živočichové, kteří byli lépe přizpůsobeni na střídání ročních období a na změny teplot. Nejedná-li se tedy o výjimku typu pád meteoritu, pohyb přírodních procesů bývá spíše pozvolný (Sádlo 2005, Svoboda 2009).

Změny klimatu jako takové tedy nejsou zdaleka problémem jen současnosti, ale i minulosti. Již dávní předkové přispívali jistou měrou ke změnám klimatu, aniž by o tom věděli nebo by měli tyto skutečnosti nějak vědecky podloženy. Už samotný přechod lidstva ze společnosti lovců a sběračů k zemědělství bezesporu přináší podstatné změny v krajině a ty logicky souvisí i se změnami klimatu. Každý zásah lidstva do přírodních cyklů vyústí ve změny, a to ve změny dobré, ale i ty přírodě a klimatu ne zcela prospěšné. Člověk se začíná chovat jako tvůrce krajiny. „Od holocénu ovlivňuje člověk krajinu stále více, krajina se mění v rámci změn klimatu, člověk se jí přizpůsobuje a zároveň okolí ovlivňuje a mění. Primárním je hledání příbytků, posléze bránitelných a bezpečných ploch – posléze sídel, míst setkání a dostatku vody a ohně, hledání ploch pro pastvu, následně s pěstováním obilí a plodin a chovem zdomácnělých zvířat – hledání ploch pro zemědělství“ (Pondělíček, 2016). V této stati studijní opory Dr. Pondělíčka je zřetelné, že člověk nezačal přírodu ovlivňovat v blízké minulosti, ale v minulosti vzdálené, sahající již do doby holocénu, kterou je také možno nazvat mladší čtvrtohory a která začala koncem poslední doby ledové. To je také popsáno i v další stati studijní opory: „Příchod člověka ovlivnil přírodu od začátku holocénu, člověk území ovlivňoval pozvolna a zároveň vytvářel prostředí pro sebe.

Odvěký boj člověka s přírodou nelze vyhrát, protože příroda a vesmír jsou prostě silnější, za řadu katastrof může hlavně lidská neopatrnost a také nafoukanost, nedostatek pokory a pochopení procesů v přírodě“ (Pondělíček, 2016). Je evidentní, že obyvatelé planety, často označovaní jako nižší evoluční stupeň, dokázali být ve větší symbióze s přírodou. Dalo by se vyvozovat, že čím většího evolučního stupně člověk dosahuje, tím jeho arogance a pocit nadřazenosti nad přírodou rostou. V nedávné minulosti se mezi laickou i odbornou veřejností vedly spory o existenci globálních klimatických změn. V této době se objevují snahy o popření klimatických změn a jejich globálních dopadů (Pondělíček, 2016). Taková snaha je například publikována ve sborníku textů vydaných pod názvem „Globální oteplování, realita nebo bublina?“.

Nejspíše, vzhledem k objevujícím se dopadům klimatických změn, se od teorií vyvracejících existenci problému změn klimatu postupně upouští. Do středu zájmu se dostává především předcházení následků klimatických změn. Dalo by se říct, že nejdůležitější je předcházet klimatickým změnám jako takovým. Ty už tu ale jsou. Je tedy podstatné změnit jejich dopady a zmírnit jejich sílu. V roce 2007 vyšla kniha spisovatele Tima Flanneryho, který o klimatických změnách hovoří jako o problému velmi mladém: „Ještě před třiceti lety se vědci neshodli ani na tom, zda se Země otepluje nebo naopak ochlazuje – zda v budoucnu budeme žít ve skleníku nebo v lednici. V roce 1975 však už první propracované počítačové modely ukázaly, že dvojnásobné množství oxidu uhličitého (CO₂) povede ke zvýšení globální teploty atmosféry u zemského povrchu o 3°C. Přesto to nebyl pro vědce ani pro veřejnost důvod k velkým obavám. V určitém období dokonce zavládl optimismus a někteří badatelé byli přesvědčeni, že větší množství CO₂ v atmosféře bude mít příznivý vliv na zemědělskou produkci a zemědělcům přinese větší zisky. V roce 1988 však množství CO₂ znepokojilo klimatology natolik, že zřídili z předních světových odborníků tým, který měl dvakrát za deset let o tomto problému podávat zprávu. Ve své třetí zprávě zveřejněné v roce 2001 už odborníci bili na poplach – přesto mnoho zájmu ve vládních a průmyslových kruzích nevzbudili. Jelikož jsou klimatické změny problémem nový a mezioborový, věnuje se jim zatím jen málo kvalitních odborníků. A ještě méně z nich dokáže jasně vysvětlit, jaký mohou mít změny dopad na širokou veřejnost a co bychom s tím měli dělat“ (Flannery, 2007). V současné době se participace vědeckých pracovníků, odborníků, laické veřejnosti i politiků prohlubuje, a to je velká výhoda pro zlepšování

současné situace v oblasti klimatických změn. Současná doba přináší dramatický nárůst faktorů podněcujících prohlubování klimatických změn a jejich dopadů. Je velmi důležité poučit se z chyb, které se v minulosti vyskytly, a neopakovat je.

3.4 Dopady změny klimatu na jednotlivé složky životního prostředí

Dopady změny klimatu lze rozdělit na převážně pozitivní (příležitosti) a převážně negativní (hrozby). Příkladem převážně pozitivního dopadu je v městském prostředí ČR kratší očekávaná doba sněhové pokrývky a s ní spojené nižší náklady na údržbu komunikací, či prodloužení letní turistické sezóny. Příkladem negativních dopadů změny klimatu je zvyšující se četnost a intenzita vln horka a dále hrozby související s měnicími se úhrny a rozložením srážek-epizody sucha a zvyšující se četnost a extremita povodní (Klimatická změna, ©2020).

3.4.1 Dopady změny klimatu na lesní hospodářství

V důsledku klimatických změn dochází také ke změnám v jednotlivých prioritních oblastech životního prostředí. V lesním hospodářství patří mezi hlavní projevy klimatických změn, které budou představovat riziko, zvýšené průměrné teploty vzduchu, nápadně zvýšené teploty v jarních a letních měsících a zároveň výrazný pokles srážek v letních měsících, dále zvýšená frekvence období sucha a prodlužování jeho délky, zvýšená evapotranspirace (výpar ze zemského povrchu do atmosféry), vyšší hodnoty koncentrace CO₂ a obecně zvýšený výskyt extrémních meteorologických situací. Tyto změny mohou v dlouhodobém měřítku velmi negativně ovlivnit prostředí lesních porostů, neboť v kombinaci s dalšími biotickými a abiotickými činiteli způsobují oslabení lesních porostů. Za nejzávažnější dopad je považován předpokládaný posun lesních vegetačních stupňů, kvůli čemuž už nebudou vegetační stupně vyhovovat daným porostům rostoucích ve stávajících stupních. Dalším problémem je šíření škůdců, hub a dalších patogenů. Při zvyšování průměrných teplot bude pravděpodobně docházet k šíření druhů z jižněji situovaných oblastí do našich zeměpisných šířek a organismy žijící v současnosti na našem území budou moci rozšiřovat svá území do vyšších poloh. Takto postižené porosty s větší pravděpodobností utrpí ztráty vlivem extrémních meteorologických jevů (např. vichřice) (MŽP, ©2015 b). Vlivy změn klimatu na lesní hospodářství jsou ovšem závislé na určitých podmínkách konkrétních stanovišť. Hlavními faktory jsou nejen půdně-klimatické podmínky, ale také druhové složení, a právě kvůli tomu je velmi komplikované předpokládat vlivy změn klimatu

ve větším měřítku, protože tyto předpoklady jsou zcela zásadní pro vývoj dopadů klimatických změn. Dopady klimatických změn nebudou nejspíše pouze negativní. Např. zvýšená koncentrace CO₂ či delší vegetační období, které nastane díky mírnějším zimám a vyšší průměrné teplotě, s sebou přinese i stimulaci růstu a zvýší se čistá primární produkce dřeva (Reyer et al., 2014).

3.4.2 Dopady změny klimatu na zemědělství

V oblasti zemědělství bude největším problémem zvyšující se teplota. Oblasti v nižších nadmořských výškách budou stále častěji sužované obdobími zemědělského sucha. Produktivita plodin se bude trvale snižovat oproti zvyšování produktivity v oblastech vyšší nadmořské výšky. Působením vyšších teplot bude začínat dříve vegetační sezóna. To bude znamenat problém především v oblastech ovocnářství a vinohradnictví, protože bude docházet častěji k poškození plodin jarními mrazíky. Pokud budou zimy teplejší, nebude docházet k potřebné akumulaci vody ve sněhu, ale voda bude odtékat nebo se vypaří a tím pádem dojde k neúplnému nasycení půdního profilu. Následkem bude předčasné vyčerpání vody vegetací a zvyšování sucha způsobeného vyšší teplotou v jarním období. Dalším problémem bude změna ve variabilitě srážek, kdy bude ubývat počet srážkových dnů v jarních a letních měsících, zatímco se zvýší intenzita jednotlivých srážek. Kromě problémů vodohospodářského charakteru bude velkým rizikem polní výroby přítomnost teplomilných chorob a škůdců. Vzhledem ke změnám klimatu budou škůdci zabírat vyšší nadmořské výšky (zvýšení jejich klimatické niky), v důsledku dostatku potravy a vyšších teplot budou mít lepší podmínky pro rozmnožování, budou se zvyšovat počty generací kvůli rychle dosaženým teplotním sumám a díky vyšším průměrným teplotám bude docházet k četnějším výskytům invazních druhů. V živočišné výrobě se vlivem zvýšení počtu několika za sebou jdoucích tropických dnů projevuje teplotní stres u zvířat, což se ukazuje jako problém např. u skotu – nižší doживost či nižší hmotnostní přírůstky. Zvýšení teplot a celková změna klimatu bude mít neblahé následky také na akvakultury a je jisté, že tradiční způsoby chovu ryb tak bude nutné upravit a přizpůsobit novým klimatickým podmínkám (MŽP, ©2015 b).

3.4.3 Dopady změny klimatu na hydrologii

Změnu klimatu, která ovlivňuje hydrologii v ČR, lze sledovat již několik let. Nejvíce zaznamenáváme změny v teplotách vzduchu, které jsou nejvíce patrné v letním období především na jihu a jihovýchodě. V zimě a na jaře naopak na západě. Naproti tomu na podzim jsou tyto změny minimální. Teplota je podstatným faktorem ovlivňujícím hydrologický režim v krajině, protože při nárůstu teploty roste i potenciální evapotranspirace (celkový výpar ze zemského povrchu do atmosféry, který se vztahuje k určitému území), čímž dochází k rychlejšímu úbytku vody z povodí. Ovšem tento jev je na velké části našeho území vyrovnáván růstem srážek. Na většině území ČR se tyto jevy navzájem kompenzují, avšak ve střední části České republiky jsou povodí, u kterých ke kompenzaci nedochází. Důsledkem je dlouhodobě pasivní hydrologická bilance, a právě u těchto povodí pozorujeme negativní dopady změny klimatu především v podobě nedostatku vodních zdrojů. Momentálně se jedná hlavně o povodí přirozeně chudá na srážky, ale do budoucna je možné očekávat problémy i v dalších oblastech, které v současnosti nejsou postižené problémy s nedostatkem vody (Hanel et al., 2011). Změny klimatu a jejich negativní dopady lze pozorovat také v podobě výrazného poklesu odtoku. Důvodem je průběžné zvyšování teploty, které vede k již zmiňovanému růstu evapotranspirace. Ta je sice na většině území nahrazována rostoucími srážkami, ovšem v některých oblastech k této náhradě nedochází. V současnosti je těchto oblastí prozatím málo, ale do budoucna se počítá s faktem, že se budou tyto oblasti rozšiřovat. V blízké budoucnosti je nejisté, jak budou probíhat změny týkající se odtoků, ale předpokládá se, že dojde k nárůstu zimních odtoků, a naopak poklesu odtoků v ostatních ročních obdobích (Pretel et al., 2011). Změna vodní bilance během roku a také malé průtoky, snížení rychlosti proudění vody a také zvýšená teplota bude mít za následek to, že bude mít voda v řekách a vodních nádržích delší prodlevu a bude se více prohřívat. Tím pádem bude docházet ke snížení kvality povrchových vod (MŽP, ©2015 b).

3.4.4 Dopady změny klimatu na biodiverzitu

Dopady změny klimatu na biodiverzitu jsou prozatím v dlouhodobém měřítku nejisté a je velmi složité předurčit jejich vývoj, ovšem obecně se předpokládá, že hlavními změnami bude transformace areálu druhů, modifikace fenofází druhů a také změna ekologických vazeb. To znamená, že v delším časovém úseku dojde k zániku

některých vhodných biotopů, prodlouží se vegetační období některých druhů a změní se také kompozice druhů. Tyto změny budou mít nepředvídatelný dopad na kvalitu celého ekosystému, jelikož změna kompozice druhů je patrná již u biotopů. Kvůli tomu je umožněno šíření tzv. generalistů, což jsou druhy, které mají vysokou adaptabilitu na životní podmínky. Pro tyto druhy budou změny klimatu tedy pozitivní, ovšem negativně ovlivní druhy vzácné, které mají specifické nároky na životní podmínky. Zvýší se také schopnost šíření invazních druhů, což bude negativně ovlivňovat druhy původní v daných lokalitách. Je velmi složité dopředu určit, jak se bude změna klimatu projevovat na biodiverzitě, ale jisté je, že složité biologické vazby biodiverzity a jejich citlivost to v každém případě poznamená (MŽP, ©2015 b).

3.4.5 Dopady změny klimatu na urbanizovaná území

Největší problém změny klimatu v urbanizovaném území je jistě zvýšení teplot, jehož následkem bude např. zhoršení stavu ovzduší, ať už se jedná o vlhkost nebo kvalitu. Ovlivní to nejen obyvatele (zdravotní stav), ale také stavební objekty a veřejnou infrastrukturu. Může docházet k poruchám nebo dokonce selhání sítí dopravní i technické infrastruktury. Zvýšení teplot bude mít dopad také na hospodářství v podobě ohrožení výroby, služeb, zásobování nebo cestovního ruchu. Dále budou v ohrožení prvky přírodních ploch, kvůli zhoršení možnosti zavlažování a údržby, nebo povrchové i podpovrchové vody či vodní plochy (zhoršení stavu, kvality i dostupnosti vody) (MŽP, ©2015 b). Vyšší koncentrace horkých letních dní i nocí, vlny veder a k tomu přidružené sucho a nedostatek vodních zdrojů jsou hlavní rizika vyplývající ze změny klimatu pro urbanizovaná území v ČR. Z důvodu nárůstu průměrných teplot se ve městech objevuje jev nazývaný „městský tepelný ostrov“. Právě tento jev má neblahé následky na lidské zdraví a pohodu a důsledkem je např. rostoucí počet úmrtí v těchto tropických dnech (Runhaar et al., 2012), (Salcedo Rahola et al., 2009). Zvyšování teplot zapříčiní nedostatek vody a výskyty sucha, to souvisí i s nedostatkem srážek a vyšším výparem vody. Zhorší se tak kvalita vody a dotčeno bude i její množství. Hrozbou je i vyčerpání zdrojů podzemních vod. U povrchových vod, které mají minimální hladinu v tocích a nedochází tak k dostatečnému zředění vody, se zvyšuje teplota a tím se zvyšuje i koncentrace znečišťujících látek. To může způsobit nedostatečnou dodávku vody z veřejného vodovodu jak pro obyvatelstvo, tak ale i pro výrobu, služby, cestovní ruch, a to následně ovlivní kvalitu života obyvatel i jejich zdraví. S nedostatkem vody a její vyšší teplotou je spojená bakteriální a virová kontaminace

vody. Dalším velkým problémem jsou povodně a přívalové deště, které činí škody jak materiální na stavbách a veřejné infrastruktuře, tak škody na zdraví obyvatel a jejich psychickém stavu (při utrpení majetkových škod či nutnosti evakuace atd.). Krátkodobé srážky s velkou intenzitou znamenají ohrožení v podobě přívalových povodní, jejichž závažnost se zvětšuje s obtížností předpovídat tyto události (MŽP, ©2015 b). Je pravděpodobné, že tyto dopady změny klimatu se budou do budoucna spíše násobit, než že by tyto trendy ustupovaly. S tím budou spojené vzrůstající náklady na topení, ventilaci a klimatizaci, technickou infrastrukturu, ale i potřebné úpravy budov a stavebních objektů (Rossi et al., 2015), (Penga, Jim, 2015). Podle prognóz lze očekávat, že se extrémní výkyvy počasí a s nimi spojené události jako povodně budou opakovat s narůstající frekvencí. Města, která leží na řekách pak budou častěji sužována problémy spojenými se záplavami. Dále města s vysokou koncentrací obyvatel budou čelit pravděpodobně největším ekonomickým dopadům, které zapříčinila změna klimatu (Kabat et al., 2005).

V České republice žijí momentálně téměř $\frac{3}{4}$ lidí ve městech, přičemž do budoucna bude ve městech bydlet drtivá většina obyvatel. S tím ovšem souvisí fakt, že města jsou velkým producentem skleníkových plynů. Následkem toho jsou extrémní výkyvy počasí, které představují riziko pro společnost. Jedná se především o již zmínované vlny horka a rozvoj městského tepelného ostrova, přívalové srážky a povodně a zároveň sucho a nedostatek vody, což může mít fatální následky na životní standard obyvatel, ať už se jedná o jejich bezpečí, zdravotní stav či majetek. Je tedy potřeba se na tyto změny připravit a zavést ve městech určitá adaptační opatření (Brejchová, Karlová, Piklová, 2015).

Dopady změny klimatu lze zmírnit celou řadou opatření. V urbanizovaném prostředí existuje mnoho způsobů, jak zapojit adaptační opatření a zmírnit tak dopady vlivů změny klimatu. Např. u obydlí, ať už rodinných či panelových domů, lze začleňovat mechanismy napomáhající hospodaření s vodou ve formě podzemních či nadzemních retenčních nádrží. U rodinných domů lze využít kořenových čistíren vody a za pomoci filtrace a čerpadel lze následně vodu z retenčních nádrží opětovně využít. Stejná opatření lze využít u budov občanské vybavenosti. Další možností je např. začleňování zeleně nejen v podobě alejí a záhonů, ale také v podobě zelených střech či zelených fasád. Využití těchto prvků má za následek snížení teploty vzduchu, snížení

prašnosti v okolí a napomáhá termoregulaci obydlí. V rámci dopravy je podstatné snížení emisí výfukových plynů. Toho je možné docílit podporou užívání hromadné dopravy či lépe podporou jízdy na kole a pěší docházky v rámci města. U povrchů, jež slouží pro parkování je možné využití retenčních a vsakovacích dlažeb, které napomáhají zadržování vody v krajině a nedochází díky nim k odtoku vody do veřejné kanalizace. V oblasti zemědělství je důležité, aby nedocházelo k dalším záborům zemědělské půdy (pro rozšiřování urbanistických prostředí). Vhodné je využití již existujících brownfields nebo obnova a rekonstrukce stávající urbanizované části prostředí.

3.5 Strategické dokumenty

Strategické dokumenty představují ucelené soubory opatření, které směřují k dosažení cílů v definované konkrétní oblasti. Tyto dokumenty se zpracovávají jednak pro jednotlivé státy, tedy na národní úrovni, tak na úrovni mezinárodní pro sjednocení snah v dosažení určitých cílů.

3.5.1 Strategické dokumenty na mezinárodní úrovni

Na mezinárodní úrovni existuje řada úmluv, které se týkají environmentálních otázek. Tyto úmluvy se nazývají Multilateral Environmental Agreements (MEAs) a patří mezi důležité nástroje v oblasti ochrany životního prostředí, přírody a přírodních zdrojů.

Mezi tyto úmluvy patří např. CLRTAP – Convention on Long Range Transport of Atmospheric Pollutants čili Úmluva o dálkovém znečišťování ovzduší přecházejícím hranice států. Tato úmluva byla uzavřena v roce 1979 v Ženevě a zaštiťuje ji Evropská hospodářská komise OSN. Další je OZON – Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer, což je Vídeňská úmluva na ochranu ozonové vrstvy sjednaná ve Vídni v roce 1985. Orgánem zaštiťujícím tuto úmluvu je UNEP (United Nations Environment Programme-speciální instituce OSN, vytvořená pro celosvětovou kontrolu životního prostředí). UNFCCC – United Nation Framework Convention on Climate change neboli Rámcová úmluva Spojených národů o změně klimatu je úmluva, která zavazuje ratifikující státy ke spolupráci při omezování emisí skleníkových plynů způsobujících globální změnu klimatu. K jejímu uzavření došlo v roce 1992 v Riu de Janeiro. Dalšími jsou pak Kjótská nebo Montrealská úmluva (Moldan, 2015).

Rámcová úmluva OSN

Rámcová úmluva OSN u změně klimatu, byla sjednána v roce 1992 na Konferenci OSN o životním prostředí a rozvoji v Rio de Janeiru. V platnost stoupila v roce 1994. Úmluva byla ratifikována 194 státy, z čehož Česká republika byla třicátá šestá. ČR úmluvu podepsala dne 13.6.1993 a ratifikována byla dne 7.10.1993.

Úmluva je založena na 4 hlavních principech:

- principu mezigenerační spravedlnosti, tj. chránit klimatický systém ve prospěch nejen současné, ale i příštích generací;
- principu společné, ale diferencované odpovědnosti, který říká, že ekonomicky vyspělé země nesou hlavní odpovědnost za rostoucí koncentrace skleníkových plynů v atmosféře, přičemž jejich povinností je i poskytovat pomoc rozvojovým zemím;
- principu potřeby chránit zejména ty části planety, které jsou více náchylné na negativní dopady změn klimatického systému, tj. především těch zemí, které jsou v rámci svého hospodářského vývoje a geografického umístění zranitelnější;
- principu tzv. předběžné opatrnosti, tj. nutnosti neodkládat řešení problému, a to ani v tom případě, že doposud nelze některé důsledky změny klimatu přesně kvantifikovat.

Z úmluvy vycházejí další dva dokumenty, a to Pařížská dohoda a Kjótský protokol. Tyto dokumenty slouží jako právní podklady pro snížení emisí skleníkových plynů na úroveň, kdy by tyto emise již nebyly nebezpečné pro další vývoj Země (MŽP, ©2019 a).

Pařížská dohoda

Pařížská dohoda byla přijata v rámci Úmluvy OSN až v roce 2015. V platnost vstoupila 4.11.2016, přičemž Česká republika se stala smluvní stranou přesně po roce, tedy 4.11.2017. Cílem Pařížské dohody je snížení emisí skleníkových plynů o nejméně 40 % oproti roku 1990, a to do roku 2030. Mezi státy, které se podílejí na snížení emisí jsou státy ze všech kontinentů, a kromě Ruska jsou zainteresovány všichni významní

producenti emisí skleníkových plynů (např. Čína nebo USA). Po roce 2020 by měla tato dohoda nahradit Kjótský protokol (MŽP, ©2019 b).

Kjótský protokol

Země po celém světě chtěly podniknout kroky ke snížení emisí skleníkových plynů. Hlavním dokumentem, ve kterém se většina zemí dohodla na snížení emisí, je Kjótský protokol. V roce 1997 se světoví vůdci sešli v japonském Kjótu, aby projednali problém zvyšování emisí skleníkových plynů a jejich vliv na globálním oteplování. Lídři se rozhodli, že je důležité spolupracovat na snižování skleníkových plynů, protože to, jaké plyny a jaké množství produkuje jedna země, ovlivňuje země okolní. Cílem dohody bylo do roku 2012 snížit emise skleníkových plynů o 5,2 % ve srovnání se stavem v roce 1990 a země, které smlouvu ratifikovaly, souhlasily s dodržováním těchto norem. (Hanel, 2010). Dohoda zahrnuje závazné cíle pro 37 průmyslových zemí a pro EU. Každá z 37 zemí má svou vlastní cílovou míru. Některé země svůj závazek plní relativně úspěšně, jiné 100% úspěšné nejsou. Podle dat z roku 2006 se zejména Maďarsku, Polsku a Rusku vedlo lépe než např. Německu, Norsku a Japonsku. Ovšem i tyto státy byly na dobré cestě k dosažení cílů. Naproti tomu Kanada, Nový Zéland a Austrálie byly ještě daleko k dosažení emisního cíle (Baumann, 2010).

Mezivládní panel pro změnu klimatu-IPPC

Zkratka IPPC pochází z anglického spojení Integrated Pollution Prevention and control. Jedná se o pokročilý způsob usměrňování určitých průmyslových a zemědělských aktivit z důvodu zabezpečení vysoké úrovně ochrany životního prostředí. S tím se pojí zajištění takových provozních podmínek, které zabrání přenosu znečištění mezi jednotlivými složkami životního prostředí.

K předcházení a omezování znečištění se používají tzv. BAT techniky (Best available Techniques) čili nejlepší dostupné techniky, jež jsou šetrné k životnímu prostředí. Tyto BAT techniky jsou představovány v referenčních dokumentech o BAT nazývaných BREF (Reference Document on Best Available Techniques), jež zpracovává Evropská komise ve spolupráci s průmyslem, nevládními institucemi a členskými státy.

V české legislativě je integrovaný přístup k ochraně životního prostředí implementován v zákoně č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezování znečištění, o

integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Podle jednotlivých průmyslových činností se v ČR na tvorbě, revizi, BREF a BAT podílejí Ministerstvo životního prostředí, Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo průmyslu a obchodu (MPO, ©2020).

V městské prostředí se IPPC týká např. průmyslových zón, elektráren, továren, čistíren odpadních vod atd., kdy dochází ke kontrole a regulaci vypouštění škodlivých látek do okolního prostředí, a obecně k zamezování vzniku znečištění životního prostředí. V IPPC je kladen důraz na subsidiaritu, což je přenášení rozhodovacích pravomocí na nejnižší možnou úroveň. Následkem toho je regionální rozhodování a zodpovědnost za kvalitu životního prostředí v místě působení daného zařízení (Vomáčka, 2017).

Navíc, podle IPPC jsou adaptační opatření ve městech stěžejní pro úspěšné přizpůsobení se změnám klimatu (Brejchová, Karlová, Piklová, et al., 2016).

Zelená dohoda pro Evropu

Zelená dohoda pro Evropu (anglicky The European Green Deal), je plán, jak do budoucna zajistit udržitelnost hospodářství EU. Obsahuje přehled opatření, která mají především podpořit účinné využívání zdrojů prostřednictvím přechodu na čisté oběhové hospodářství a také zabránit ztrátě biologické rozmanitosti a snížit znečištění. Dále jsou zde uvedeny potřebné investice a případné dostupné finanční nástroje nezbytné k dosažení těchto investic. Popsáno je i jak zajistit spravedlivou transformaci zdrojů. Díky opatřením popsaným v tomto dokumentu by se EU chtěla stát do roku 2050 klimaticky neutrálním kontinentem. Aby bylo možné dosáhnout tohoto cíle, bude nezbytné přijmout náležitá opatření ve všech odvětvích našeho hospodářství:

- investovat do technologií šetrných k životnímu prostředí
- podporovat průmysl ve vývoji inovací
- zavádět čistší, levnější a zdravější formy soukromé a veřejné dopravy
- dekarbonizovat odvětví energetiky
- zajistit vyšší energetickou účinnost budov
- spolupracovat s mezinárodními partnery na zlepšení celosvětových norem v oblasti životního prostředí (EC, ©2020).

Zelená dohoda pro Evropu je tedy jedním z nejvýznamnějších dokumentů, neboť obsahuje doporučení, jak transformovat ekonomiku a zavádět adaptační opatření pro udržitelnou budoucnost. Městské oblasti tato dohoda ovlivňuje hned v několika směrech. Příkladem může být zapojení měst do „renovační vlny“ veřejných i soukromých budov. Díky těmto renovacím by mělo v budoucnu dojít ke snižování nákladů na energie a může dojít i ke snížení energetické chudoby. Dalším pozitivem je možnost oživení stavebnictví a vytvoření tak příležitostí pro podporu malých a středních podniků a pracovních míst na lokální úrovni. Dopravní systém a infrastruktura by měl být přizpůsoben tak, aby podporovaly nové služby udržitelné mobility, aby došlo ke snížení dopravního zatížení a znečištění v městských oblastech. Dopad aplikace Zelené dohody pro Evropu bude na občany měst různý, v závislosti na jejich sociálních a zeměpisných podmínkách. Ne všechny členské státy, regiony a města začínají s transformací se stejnými výchozími podmínkami, a ne všechny jsou schopny reagovat stejně. Zřejmé je, že transformací jednoho města nedojde ke změně. Postupným zapojením více měst a urbanizovaných prostředí je ale jistě krokem ke zlepšení klimatické situace na Zemi (EK, ©2019).

Mezi další globální nástroje patří např. Sendaiský rámec nebo unijní program LIFE. Sendaiský rámec je úzce spjatý s adaptací na změnu klimatu. Jedná se o dokument, který vznikl na základě třetí světové konference ke snižování rizika katastrof, která proběhla v roce 2015 v japonském Sendai. Popisuje sedm hlavních prioritních cílů týkajících se prevence katastrof, připravenosti a posilování odolnosti; např.: výrazné snížení počtu obětí katastrof, snížení množství lidí postižených katastrofami nebo snížení dopadů katastrof na kritickou infrastrukturu a veřejné služby (Sendai, 2015). Unijní program LIFE slouží ke zlepšení rozvoje nízko-emisního hospodářství, díky němuž dochází k efektivnímu využívání zdrojů, které je odolné i ohleduplné ke klimatu. Dále přispívá ke zlepšení stavu životního prostředí, přírody a biodiverzity. Slouží také k podpoře a rozvoji environmentální legislativy v EU (MŽP, ©2020 c)

3.5.2 Strategické dokumenty na národní úrovni

Politika ochrany klimatu v ČR

Tento protokol vznikl jako náhrada za Národní program na zmírnění dopadů změny klimatu, který byl vypracován již v roce 2004. Formuluje hlavní cíle a opatření v oblasti ochrany klimatu na národní úrovni tak, aby zajišťovala splnění cílů snižování

emisí skleníkových plynů v návaznosti na povinnosti vyplývající z mezinárodních dohod, jakož jsou Rámcová úmluva OSN o změně klimatu a její Kjótský protokol, Pařížská dohoda a závazky vyplývající z legislativy Evropské unie. Strategie je zpracována pro období 2017-2030, s výhledem do roku 2050 a při plnění všech závazků by měla přispět k dlouhodobému přechodu na udržitelné nízké – emisní hospodářství ČR, což koresponduje s cíli Zelené dohody pro Evropu (MŽP, ©2020 d).

Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR

Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR neboli Adaptační strategie byla schválena vládou ČR v říjnu roku 2015 a představuje národní adaptační strategii ČR obsahující zhodnocení pravděpodobných dopadů změny klimatu, návrhy konkrétních adaptačních opatření, legislativní a částečnou ekonomickou analýzu atd. Mezi prioritní oblasti, u kterých se předpokládá největší dopad změny klimatu, patří:

- lesní hospodářství
- zemědělství
- vodní režim v krajině a vodní hospodářství
- urbanizovaná krajina
- biodiverzita a ekosystémové služby
- zdraví a hygiena
- cestovní ruch
- doprava
- průmysl a energetika
- mimořádné události a ochrana obyvatelstva a životního prostředí (MŽP, ©2019 d).

Národní akční plán adaptace na změnu klimatu

Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR je implementována Národním akčním plánem adaptace na změnu klimatu. Tento dokument byl schválen usnesením vlády č. 34 ze dne 16.1.2017. Je rozdělován podle projevů změny klimatu kvůli významným mezisektorovým přesahům těchto projevů a potřeby meziresortní spolupráce při předcházení či řešení negativních dopadů projevů změny klimatu, které jsou zmíněny již výše (MŽP, ©2019 e).

„Nejdůležitějšími principy, ze kterých vychází adaptace na změnu klimatu v ČR, jsou integrovaný přístup jak při posuzování synergie adaptačních a mitigačních

opatření, tak i při posuzování vhodnosti navrhovaných opatření pro jednotlivé složky životního prostředí, hospodářství a sociální oblast, dále řešení s vícenásobnými vlivy na straně užitků (tzv. win-win řešení) a s nízkými negativy na straně rizik či nákladů (tzv. low-regret volby), identifikace příležitostí spojených s procesem adaptace, zabránění nevhodným adaptacím a konečně budování vědomostní základny a poskytování objektivních informací pro rozhodovací procesy na všech úrovních“ (MŽP, ©2008).

Urban Adapt

Jedná se o projekt, jehož cílem je rozvoj strategií přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách měst s využitím ekosystémově založených přístupů k adaptacím. Realizován byl v letech 2015–2016 ve vybraných oblastech v České republice (Praha, Brno, Plzeň). Podstatnou část projektu tvoří začleňování prvků „zelené a modré infrastruktury“ a již zmiňované adaptace založené na ekosystémových přístupech, které jsou snadno dostupné a efektivní jak ze strany nákladů, tak ze strany jejich funkce. Těmito modifikacemi lze dosáhnout snížení povodňových rizik, snížení eroze půdy, zlepšení kvality vody a ovzduší či snížení efektu tepelných městských ostrovů.

Ekosystémová adaptační opatření jsou velmi efektivní opatření pro zvýšení odolnosti městských oblastí. Jde o alternativu tradičních technických přístupů, využívající přírodě blízké přístupy jako je biodiverzita a ekosystémové služby. Mezi hlavní možná řešení adaptace na změnu klimatu je využití zelené či modré infrastruktury. Zelenou infrastrukturou je myšleno využití zelených zatravněných střech, což napomáhá zvýšení energetické efektivity stavby, zelených fasád nebo využití zeleně na veřejných prostorech. Modrou infrastrukturou je myšleno využití retenčních nádrží určených k zadržování vody, zvyšování propustnosti terénu ve městech či zúžitkování stojatých a tekoucích vod ve městě (UA, ©2015).

Ekosystémové (přírodní nebo přírodě blízké) služby, jsou služby získávané díky zelené infrastruktuře ve městech. Jedná se např. o regulaci mikroklimatu, zasaňování dešťové vody, čištění vzduchu, ale také rekreace. Ekosystémově založená adaptační opatření jsou nejen velmi efektivní, ale i šetrná k rozpočtu (MŽP, ©2020 b).

Ekosystémově založená adaptační opatření se dělí na zelená a modrá. Jsou možnou alternativou k tradičním stavebně-technickým přístupům (tzv. šedým opatřením). Jedná se o opatření, díky kterým dochází k podpoře biodiverzity a ekosystémových služeb jako klíčových prvků strategie přizpůsobení se nepříznivým dopadům změny

klimatu ve městech. Preferují řešení jako je například podpora využívání zelené infrastruktury (např. zelené střechy, zelené fasády budov a zeleň ve veřejných prostorech) a rozvoj modré infrastruktury (např. zvyšování retenční schopnosti krajiny a propustnosti ploch ve městech, využití stojatých a tekoucích vod aj.). Ve srovnání s mnohdy jednostranně zaměřeným stavebně-technickým řešením mají ekosystémově založené přístupy mnoho dalších pozitivních vlivů přispívajících ke zvýšení kvality života ve městech. Kromě zelených střech a fasád je příkladem ekosystémově založených opatření třeba zahradničení či zemědělská činnost v rámci města, dále revitalizace toků, obnova a zřizování postranních ramen toků, podpora tůní a mokřadů, budování ploch s propustným povrchem nebo také zachycování a následné využívání dešťové vody (Brejchová, Karlová, Piklová, et al., 2016).

3.6 Adaptační opatření

V rámci Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR je doporučeno v deseti sektorech implementovat více než 300 adaptačních opatření. Tato opatření je potřeba dále selektovat, klasifikovat a třídít, aby docházelo k efektivnímu a praktickému využití. Cílem je vytvoření co možná nejpřívetivějšího prostředí pro vytváření adaptačních strategií na úrovni malých a středně velkých měst ČR. Komplexní soubor kvalitně rozříděných a klasifikovaných adaptačních opatření a následná volba relevantních z nich jsou na lokální úrovni podstatným faktorem minimalizace rizika tzv. „maladaptace“ (neefektivní či zcela nefunkční adaptace; Wise et al., 2014) (Pondělíček, Bízek et al, 2016).

3.6.1 Členění adaptačních opatření

Členění adaptačních opatření dle základních přístupů k jejich rozdělení dle Adaptace na změnu klimatu (2016).

Členění dle typu dopadu na změnu klimatu

Podle typu dopadu lze očekávané budoucí změny klimatu dělit na „spíše pozitivní“ (příležitosti) nebo „spíše negativní“ (hrozby). Mluvíme-li o spíše pozitivních dopadech, jedná se převážně o opatření k efektivnějšímu využití příležitostí. Mluvíme-li o dopadech spíše negativních, opatření se týkají zejména eliminace hrozeb.

Členění dle typu hrozby

Tato adaptační opatření by se dala zařadit do kategorie adaptačních opatření na spíše negativní dopady změny klimatu, ovšem kvůli velkému množství opatření v této kategorii a také dominantní pozici je tato skupina vyčleněna samostatně. Obecně se tato adaptační opatření dělí dle typu hrozby, pro kterou jsou navrhována, např. sucho, vlny horka, povodně, vichřice atd. Na některé hrozby se v podmínkách ČR přizpůsobujeme již řadu let. V případě říčních povodní můžeme mluvit o určitých zkušenostech v přípravě na tuto hrozbu. Změna klimatu přináší ale také i hrozby „regionálně nové“. Příkladem jsou vlny horka umocněné efektem tepelného ostrova. Opatření, která by zmírňovala tyto hrozby, jsou zatím v počátcích.

Členění dle typu realizace

Dle typu realizace můžeme adaptační opatření dělit na opatření strukturální a nestrukturální. Strukturální opatření jsou taková, která jsou zaváděna fyzickou realizací, tedy opatření konstrukční, stavebně-technická opatření a úpravy. Naproti tomu k zavádění nestrukturálních opatření není třeba fyzická realizace. Jedná se o preventivní opatření, jako jsou informační kampaně, stimulační nástroje nebo systémy včasného varování, aktualizace plánů krizového řízení, aktualizace vzdělávacích rámců, preventivní cvičení atp. (Pondělíček, Bízek et al, 2016). Podobné je dělení na tzv. „hard“ a „soft“ adaptační opatření, tedy „tvrdé“ a „měkké“. Americký fyzik Amory Lovins tvrdí, že tvrdá adaptační opatření zahrnují kapitálově náročnou, složitou a nepružnou technologii a infrastrukturu, zatím co měkká adaptační opatření upřednostňují přírodní kapitál, kontrolu komunity, jednoduchost a vhodnost (Sovacool, 2011). Nestrukturální opatření jsou velmi efektivní zejména z hlediska eliminace zdravotních dopadů a přímých ztrát na životech během katastrof. Wolfgang Lutz ve svém projektu „Forecasting Societies' Adaptive Capacity to Climate Change“ pracuje s hypotézou, že společnosti mohou rozvíjet nejúčinnější dlouhodobou obranu před nebezpečím změny klimatu posilováním lidských kapacit, zejména prostřednictvím vzdělávání. Vzdělání může přímo ovlivnit vnímání rizik, dovednosti a znalosti a nepřímo snížit chudobu, zlepšit zdraví a podpořit přístup k informacím a zdrojům. Z tohoto důvodu se u vzdělaných jednotlivců, domácností a společností předpokládá, že pokud budou čelit přírodním rizikům nebo klimatickým rizikům, budou v reakci na katastrofy, přípravě na ně a zotavení se z nich silnější a přizpůsobivější (Muttarak, Lutz, 2014).

V rámci strukturálních opatření dělíme ještě tzv. „šedá“, „zelená“ a „modrá“ opatření a jejich kombinace. „Šedá“ opatření, tedy opatření stavebně-technická napomáhají realizovat adaptaci na úrovni jednotlivých budov, ulic, městských částí i celých měst. Výhodné při využívání těchto opatření je možnost uplatnění na omezeném prostoru, díky čemuž mají velký potenciál k využití při adaptaci urbanizovaných oblastí. Na druhou stranu se často jedná o specializovaná, statická či omezeně flexibilní opatření bez možnosti přesahu do dalších oblastí zranitelnosti či bez vedlejších užitků. Příkladem může být např. permanentní či mobilní protipovodňové bariéry zabráňující rozlivu do zranitelných oblastí. V ideálním případě jsou šedá opatření využívána zároveň s dalšími typy adaptačních opatření – zelenou a modrou infrastrukturou a měkkými opatřeními. „Zelená“ a „modrá“ opatření, tzv. „zelená a modrá infrastruktura“ jsou ekosystémově založená opatření zahrnující všechna opatření, která operují s vegetací a/nebo s prvky vodních ploch. V současné době je tento typ adaptačních opatření často realizován a podporován nejen v ČR ale také v zahraničí. Příkladem „zelených“ adaptačních opatření může být např. revitalizace veřejných prostranství přispívající ke stabilizaci lokálního mikroklimatu (snížení efektu tepelného ostrova města, omezení potenciálních negativních dopadů vln horka) a také k rozvoji propustných ploch, zlepšení zasakování srážkové vody a snižování plošného odtoku. Dále např. zelené střechy – ozeleněné konstrukční prvky domů, které také přispívají ke snížení efektu městského tepelného ostrova, snižování plošného odtoku. Zároveň přispívají ke zvýšení atraktivity městského prostředí, snížení nákladů na vytápění a chlazení budov. Kromě adaptace má tento typ opatření řadu vedlejších užitků. Působí pozitivně na životní prostředí v urbanizovaných plochách a plní také rekreační a estetickou funkci. Příkladem modré infrastruktury jsou např. vodní prvky vybudované v zastavěných částech města za účelem stabilizace lokálního mikroklimatu (opět snížení efektu tepelného ostrova města, omezení potenciálních negativních dopadů vln horka), revitalizace říčních toků apod. (Pondělíček, Bízek et al, 2016). Zvláště se pak dělí ještě kombinovaná šedo-zelená opatření, která slučují výhody šedých opatření s výhodami ekosystémově založenými. Příkladem mohou být komplexní řešení udržitelného odvodnění a hospodaření se srážkovou vodou v podmínkách urbánního prostředí (Jiusto & Kenney, 2016).

Členění dle realizujícího subjektu

Dle realizujícího subjektu rozlišujeme dva základní typy adaptačních opatření, a to opatření realizovaná jednotlivci a opatření realizovaná institucemi (individuální a

institucionální). Opatření, která se týkají jednotlivců (jinak nazývaná adaptace „ze-zpodu“), jsou efektivním způsobem adaptace na dopady změny klimatu a eliminace nákladů/škod v soukromém sektoru s přesahem do sektoru veřejného (např. úsporná opatření – individuální zodpovědnost za spotřebu vody v obdobích sucha). Institucionální adaptační opatření (adaptace „shora“), jsou realizována jak veřejnými, tak soukromými institucemi. Podle typu realizovaného opatření se u individuálních opatření často jedná o měkká nestrukturální opatření, kdežto institucionální opatření realizovaná obcí, krajem, státem či soukromou institucí jsou často strukturální opatření většího rozsahu (Pondělíček, Bízek et al, 2016). Souvisejícím dělením jsou 1) opatření realizovaná soukromým sektorem; a 2) opatření realizovaná veřejným sektorem. Tompkins a Eakin ve svém článku tvrdí, že existuje neprozkoumaná část přizpůsobování se změně klimatu, ve které jednotlivci přijímají soukromá opatření, která vytvářejí výhody přizpůsobení pro širší komunitu. V těchto konkrétních případech jsou náklady na přizpůsobení vnímány tak, že je nese jednatel, zatímco výhody, které z opatření plynou, nemusí být hmatatelné nebo prospěšné přímo autorovi. V zásadě jsou jednotlivci vyzváni, aby jednali pro větší kolektivní dobro, ke kterému mohou mít pouze abstraktní vztah, pokud vůbec. Tento zvláštní případ adaptace označují jako „soukromě poskytované adaptační veřejné statky“ a tvrdí, že byl při konceptualizaci adaptačního procesu opomíjen. Přesto je však kritickou složkou činnosti na hranici soukromé a veřejné sféry (Tompkins & Eakin, 2012).

Členění dle sektorů (oblastí zranitelnosti)

Členění na sektory adaptačních opatření je příhodné především pro přípravu adaptačních strategií a adaptačních plánů na národní úrovni. Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR je členěna dle deseti sektorů (oblastí zranitelnosti) (viz kapitola 3.5.2.: Strategické dokumenty na národní úrovni). Dá se říct, že většina opatření se však prolíná a uplatňují se ve více oblastech zranitelnosti zároveň. Proto je důležité zjistit pro daná opatření pozitivní a negativní efekty, které mohou mít vliv napříč sektory (Pondělíček, Bízek et al, 2016).

3.6.2 Příklady adaptačních opatření

Povodně, vydatné srážky, zvyšování teplot, dlouhodobé sucho, extrémní vítr a vlny extrémních teplot, přesně toto jsou příklady následků změny klimatu. A i přesto,

že se klima Země měnilo v minulosti již několikrát, vědecké studie ukazují, že působením člověka se nyní klima mění rychleji. V urbanizovaných územích je tato změna sledována kvůli vlivům na životní prostředí, a hlavně na lidské zdraví. Momentálně jsou v sídelních územích problémy typu častější výkyvy počasí a extrémní meteorologické jevy, vysoký podíl nepropustných zpevněných ploch a jejich nevhodné odvodňování kanalizačními sběrači, nevyužívání potenciálu systému hospodaření se srážkovými a šedými vodami na úrovni sídel i jednotlivých budov, nevyužívání potenciálu systémů sídelní zeleně, vč. zahrad a parků, a nedostatečná následná péče o sídelní zeleň nebo např. nekoncepční zahušťování zástavby a rozrůstání sídel do volné krajiny místo využití brownfieldů. Problémem je také projevující se trend nárůstu počtu obyvatel v zázemí velkých měst – suburbanizace, environmentálně zatěžující okolní krajinu. To kromě záborů orné půdy pro výstavbu nových soukromých i veřejných staveb přispívá i k dalšímu znečištění ovzduší, protože ve vzniklých „suburbíích“ často není dostatečně zajištěna dostupnost základních služeb. Často lze pozorovat nárůst automobilové dopravy do centra měst (za prací či službami – úřady, obchody, školy, atd). Mezi významné negativní dopady suburbanizace patří také nedostatečný podíl vysoké zeleně, tedy odlišná struktura od tradiční venkovské zástavby s vyšším podílem dřevin a zahradami.

Je tedy nutné zavádět mitigační nebo adaptační opatření na změnu klimatu, aby docházelo ke zmírnění těchto změn a zachování „příjemného“ klimatu ve městech a jeho aglomeracích.

V rámci Státní politiky životního prostředí České republiky 2030 s výhledem do 2050 jsou adaptační opatření rozdělena na „zelená“ založená na ekosystémově založených přístupech, „šedá“ představující stavebně-technická řešení, výstavbu či úpravu infrastruktury a „měkká“ opatření, kam patří i systémy včasného varování a poskytování informací (MŽP, ©2020 a).

Povodně

Kvůli zvýšení urbanizace je způsoben zábor půdy, významná změna kvality povrchu ploch a tím dochází ke snížení přirozené schopnosti retence vody. Takto ovlivněné nepropustné povrchy zvyšují riziko vzniku přívalových povodní na menších tocích a při nedostatečném odvodu srážkových vod i v níže položených místech mimo toky. Zvláště citlivá na říční povodně jsou pak sídla v nízko položených oblastech ve

střední nebo dolní části toků (MŽP, ©2020 a). Zatímco tradiční adaptační opatření vůči povodním dříve zahrnovala převážně šedá stavebně-technická konstrukční opatření (např. napřimování toků, zpevňování břehů, budování permanentních protipovodňových hrází...), v současné době převládají tendence uplatňovat zejména ekosystémově založená opatření, jako je revitalizace břehových porostů, obnova mokřadů, zvětšování ploch rozlivu a využití jejich retenčního potenciálu ke snížení kulminačních povodňových průtoků (de Groot & de Groot, 2009).

Příklad adaptačních opatření dle metodiky Smart cities:

- 2D srážkoodtokové modely propojené s GIS ke stanovení předpokládaných rozlivů, povodňového ohrožení a škod pro různé situace a k optimalizaci celého systému protipovodňové ochrany; identifikace krizových míst (místa zátop a cest koncertovaného povrchového odtoku) v rámci města a návrh opatření pro minimalizaci škod;
- infrastruktura protipovodňové ochrany zahrnující prvky nad městem i ve městě – revitalizace vodních toků, umožnění rozlivů do niv, obchvatné koridory, hráze, mobilní zábrany, síť vybraných ulic s upraveným profilem sloužících jako povodňové koridory ve městě atd.; zajištění logistiky celého systému (např. uskladnění mobilních prvků, zajištění technických prostředků a lidských zdrojů na jejich instalaci při nebezpečí povodně);
- povodňové plány-zpracované digitálně podle metodik MŽP a uložené do Povodňového informačního systému POVIS <http://www.povis.cz/html/> pro zajištění propojení relevantních informací do systému povodňové služby, jejich sdílení a aktualizace vč. informování veřejnosti a součinnosti práce povodňových orgánů;
- předpovědní, výstražné a varovné systémy-předpovědní systémy založené na matematických modelech a předpovědích srážek slouží k předpovědi průtoků, případně rozsahu zaplavení pro ohrožené lokality. Výstražné a varovné systémy zabezpečují informovanost a varování obyvatelstva pomocí komplexního systému informačních kanálů, jako je internet, SMS, rozhlas, mluvící sirény.
- informovanost obyvatelstva – informace, jak se chovat v případě ohrožení povodní (MMR, ©2018).

Příklady adaptačních opatření z ČR v urbanizovaném území

Příkladem protipovodňového adaptačního opatření může být projekt „Božkovský ostrov na Úslavě v Plzni“. Tento projekt byl vytvořen na základě přeměny Božkovského ostrova z uzavřeného skrytého účelového sportovního areálu na veřejně přístupné rekreační území se širším sportovním, rekreačním a přírodním využitím. Nejdůležitější je však nově vytvořený přírodě blízký protipovodňový průleh s vodním tokem, který propojuje koryto původního náhonu s řekou Úslavou a ochrání zastavěnou část ostrova před častými povodňovými průtoky až do tzv. pětileté vody Q_5 . Mezi největší přínosy projektu patří kromě vytvoření přírodě blízkého protipovodňového opatření také vytvoření zcela nového vodního toku propojujícího původní náhon a řeku Úslavu, dále revitalizace původního mlýnského náhonu a jeho břehových porostů i porostů na celém Božkovském ostrově, zvýšení druhové skladby lokálního biocentra o rostliny a živočichy vázané na vodní prostředí a výsadby nových stromů. Dalším příkladem je projekt vytvořený také v Plzni, a to „Vodní plochy Lobežská louka v Plzni“. Podobně jako u ostatních projektů je cílem nejen zachování a zhodnocení říční krajiny ve městě z hlediska ekologického, krajinného a protipovodňového, ale i vytvoření prostředí příjemného z hlediska urbanistického, rekreačního a sportovního. K projektu adaptačních opatření je tak přidružena ještě výstavba sportovně-rekreační trasy – tzv. Greenways a na již stávající cyklostezce je doplňková naučná říční stezka Údolím Úslavy. Zmírnění povodňových průtoků je zde dosaženo díky vyhloubení systému 3 tůní a tím vytvoření nových retenčních prostor o objemu cca 8 000 m. Stávající terén je odvezen a vzniká tak nový retenční prostor mezi úrovní stálé hladiny v tůních a úrovní okolního terénu. Jde tedy o návrat přirozené retence vody v území, navíc výsadbou nové vegetace dojde k celkovému zvýšení členitosti i hydraulické drsnosti území, a hlavně také ke zpomalení průtoků velkých vod přes záplavové území (Brejchová, Karlová, Piklová, et al., 2016).

Sucho a přívalové deště

V rámci adaptačních opatření je nutné rozšíření komplexního pojetí problematiky srážkové vody ve městech. Základním principem hospodaření se srážkovou vodou je její navrácení do přirozeného koloběhu. Decentralizované systémy napomáhají pomalému odtoku srážkové vody pomocí přírodě blízkých opatření podporujících výpar,

vsak a zadržování vody. Na hospodaření s vodou musí reagovat další složky, a to především urbanismus, architektura, tvorba městské krajiny, dopravní a městské inženýrství, městské odvodnění atd. V důsledku zvyšujících se počtů intenzivních srážek dochází k přetížení systému odvodu srážkové vody a je způsobeno častější zaplavení podzemních prostor. Pakliže dojde k nebezpečí hydraulického přetížení jednotné kanalizace, odpadní vody jsou vypouštěny z odlehčovacích komor bez předchozího čištění přímo do vod povrchových. Je tedy nutné upravit jednotný kanalizační systém na oddílný, díky němuž bude možné srážkovou vodu akumulovat. Naopak v době dlouhodobých suchých dní je potřeba řešení zásobování vodou ve městech zejména zabezpečením dostatečně kapacitních zdrojů a transportu (pitné) vody, které musí být přizpůsobovány aktuálnímu demografickému vývoji měst a obcí. Zásadní pro hospodaření s vodou je také snižování spotřeby vody, vč. recyklace (tzv. šedé vody) a využívání zadržené srážkové vody. Omezením pro jejich využití jsou však hygienické požadavky a lze je proto využít převážně jako vodu užitkovou pro péči o zeleň, čištění ulic i v domácnostech atd. (MŽP, ©2020 a).

Příklady adaptačních opatření z ČR v urbanizovaném území

Příkladem vhodného odvodňování urbanizovaných prostor jsou „Štěrkové záhony v ulicích v Praze“. Zde byly vytvořeny trvalkové záhony skládající se z vytrvalých rostlin. Jejich životnost se při správném založení a údržbě odhaduje na více než 10 let. Zapojeny jsou zde druhy dlouhověkých rostlin, dále druhy výplňové, také druhy nízké (pokryvné) a další. Díky použití štěrku jako mulčovacího materiálu jsou záhony nenáročné na údržbu (pletí), protože mulčovací materiál zde slouží k obraně proti vysévání plevelu. Vytvoření trvalkových výsadeb a stromořadí zvyšuje schopnost vsakování dešťové vody z okolních zpevněných ploch. Díky štěrkovému mulči jsou pásy s rostlinami velmi účinné v okamžitém odvodu větších srážkových vod do nižších vrstev. Samotné rostliny díky své listové ploše zvyšují vlhkost ve městě a pomáhají usazovat polétavý prach. V neposlední řadě jsou výsadby přínosné i pro hmyz a další drobné živočichy. Již v roce 2011 vznikl projekt pod záštitou mostecké školy „Dešťové kapky – radost a užitek v Mostě“. Ke skleníku byly umístěny 3 nádoby na zachytávání dešťové vody ze střechy skleníku, voda byla následně využívána k zalévání na ploše o rozloze 200 m. Zadržaná voda ovšem nestačila na zalití veškerých potřebných ploch, a tak studenti školy společně s učiteli přidali ještě další dva barely, následně je všechny

propojili a za pomoci samonasávacího čerpadla přivedli vodu do nového zavlažovacího systému ve skleníku. Přínosem tohoto projektu je jednoznačně šetrný přístup ke spotřebě vody (nevyužívání kohoutkové vody – zamezení plýtvání vodou), využití dešťové vody k závlivce je z dlouhodobého hlediska skvělým adaptačním opatřením na změnu klimatu, neboť voda se může dále účastnit malého vodního cyklu, který přináší do krajiny největší množství vody. Navíc, postupné vypařování vody dokáže výrazně zmírnit teplotní výkyvy v obdobích horkých dnů (Brejchová, Karlová, Piklová, et al., 2016).

Vlny horka

Pro lidské zdraví představuje nejzávažnější potenciální zátěž kolísání teplot vzduchu a vlny extrémně vysokých teplot. Kromě hustě zastavěných a obydlených oblastí přispívá k přehřívání povrchů i část území využitá pro průmysl nebo komplexy obchodních domů. Situaci komplikuje i prozatím nedostatečná adaptace budov na změnu klimatu, která vede především k nemožnosti dosažení teplotního standardu uvnitř budov (MŽP, ©2020 a). Adaptační opatření reagující na tuto situaci zahrnují jak stavebně-technická („šedá“) řešení, tak ekosystémově založená opatření. Mezi „šedá“ opatření řadíme např. inteligentní architektonický design budov umožňující jejich pasivní ochlazování, zastínění a využití povrchů s nižší absorpcí slunečního záření. Mezi ekosystémově založená opatření patří obecně zvyšování podílu ozeleněných ploch uplatňováním vegetace a vodních prvků při revitalizaci stávajících prostranství i plánování nové výstavby atd. Ekosystémově založená adaptační opatření mají často mnohonásobný přínos (podpora biologické rozmanitosti, snižování povodňových rizik, snižování eroze půdy aj. (Pondělíček, Bízek et al, 2016). Velký efekt mají v ulicích sídel stromy, kterých je však, zejména ve velkých městech, značný nedostatek. (MŽP, ©2020 a).

Příklady adaptačních opatření z ČR v urbanizovaném území

Kromě adaptačních opatření spojených se začleňováním zeleně je vhodným adaptačním opatřením ke zmírňování horka ve městech využívání vodních ploch. Např. projekt „Obnova Mlýnské strouhy v centru Plzně“ kdy bylo údolí pod Pražským mostem zaplaveno a by zde tak navrácen původní vodní prvek, (původní strouha byla v letech 1921-1923 zasypaná). Voda je do Mlýnské strouhy přiváděna podzemním ve-

dením z řeky Mže. V nádrži se vymění průběžně během cca dvou týdnů, odtéká historickou stokou a městskou kanalizací zpět do řeky Mže. Díky navrácení vodního prvku do centra města došlo k pozitivnímu ovlivnění mikroklimatu okolí. Na vodní prostředí jsou vázány také rostlinné i živočišné druhy, které by se zde jinak nevyskytovaly. Dalším zajímavým projektem jsou „Tekoucí schody v Denisových sadech v Brně“, které vznikly v rámci celkové obnovy parku a jsou vybudovány v ústí původní slepé ulice. Vznikl tak efektní vodní prvek, který funguje s pomocí čerpadla (voda zde cirkuluje a čistí se filtry). Takovýto vodní prvek má na městské klima sice menší vliv než větší vodní plochy, ale i tak jsou takové prvky důležitým bodovým opatřením, která mohou pozitivně ovlivnit lokální mikroklima (Brejchová, Karlová, Piklová, et al., 2016).

Extrémní jevy (vichřice a bouřky)

V případě extrémních jevů typu vichřic a bouřek hrozí ve městech především škody na majetku. K ohrožení zdraví a života obyvatel může docházet zejména při hromadných akcích nebo nerespektování varování záchranných složek. Na základě studií se ovšem v podmínkách ČR v budoucnu neočekává zvýšení výskytu vichřic, problematické mohou být spíše nárazy větru, spojené s hrozícími pády těles. Adaptační opatření proti projevům extrémního větru mohou být technická opatření pro zvýšení odolnosti zástavby nebo také decentralizace energetických systémů a umístění elektrických rozvodů do země. Dalším opatřením mohou být měkká opatření – zapojení regulačních a finančních mechanismů pro zvyšování odolnosti budov, zlepšování krizových a havarijních plánů nebo posílení integrovaného záchranného systému (MŽP, ©2020 a).

Zelená infrastruktura

Využívání zeleně je jedním z adaptačních opatření významně přispívající ke zlepšování změny klimatu. V případě kombinace zeleně s vodními prvky a plochami dochází v sídlech k vytvoření významné klidové zóny s přirozeným zastíněním. Dochází také k pomalejšímu odtoku povrchové vody a zároveň se zvyšuje výpar, jež se podílí na ochlazování prostředí a má pozitivní vliv na obyvatelstvo, které tak chrání před vlnami veder. Zelenou infrastrukturou se označuje síť prvků přírodního a polo-přírodního charakteru spojující přírodní a zastavěné plochy, poskytující lidem ekosystémové služby. V sídlech jde o městské parky, stezky pro pěší, zelené střechy a fasády, uliční zeleň a stromový porost ve městech, a dále také vodní plochy ve městech, ať už

se jedná o meandry řek, tůň, malé vodní nádrže atd. V případě společného zapojení mají tyto prvky mnohostranný pozitivní vliv (vegetace zelených střech zadržuje vodu, snižuje tepelné ztráty o 10–30 %, ukládá CO₂, snižuje prašnost, hlučnost, podporuje biodiverzitu rostlinných a živočišných druhů a ovlivňuje mikroklima oblasti a zvyšuje tak kvalitu lidského života). Navíc dle SPŽP ČR 2030 experimenty prokázaly, „že v letních měsících s teplotami vzduchu přes 30 °C dosahují povrchy ploch vysoké zeleně teploty cca 20–30 °C, nízké zelené 40–50 °C, zatímco zpevněné nepropustné plochy (silnice, chodníky, střechy budov) vykazují teploty cca 50–80 °C. Jeden vzrostlý strom dobře zásobený vodou chladí v horkém počasí výkonem srovnatelným s několika klimatizačními jednotkami, které navíc spotřebovávají elektřinu a fakticky ohřívají své okolí“ (MŽP, ©2020 a).

Užitky městské zeleně pro obyvatele se někdy označují jako tzv. ekosystémové služby vegetace. Tyto užitky dle rozdělit podle typu na:

a) Užitek urbanistický

Nezbytným předpokladem zdravého života ve městě je potřebná plocha veřejné zeleně a parků i jiných přírodních prvků, a to v počtu úměrném ve vztahu k počtu obyvatel. Existují zkušenosti a univerzální pravidla, jak počtu obyvatel a funkci území přiřadit potřebnou plochu městské vegetace.

b) Užitek architektonický

Důležitým předpokladem příjemného života ve městě jako výsledného cíle Smart cities je také celkový dojem estetický. K němu výrazně přispívá krajinářská úprava veřejných prostranství včetně okolí veřejných i soukromých staveb.

c) Užitek klimatický

Sem patří především užitek z ochlazování měst jako tepelných ostrovů v horkých letních měsících. „Při fotosyntéze totiž zelená hmota spotřebovává nejen sluneční záření, ale také nemalé množství tepla. Například běžně vzrostlý strom vydá denně (mimo období vegetačního klidu) za cca 30 až 40 klimatizačních jednotek“ (MMR, ©2018).

Příklady adaptačních opatření z ČR v urbanizovaném území

Příkladem zelených adaptačních opatření je např. využití zelených fasád nebo zelených střech na domech. „Projekt s mokřadní střechou a fasádou LIKO-Noe ve Slavkově“ má zelenou fasádu, díky níž se objekt nepřehřívá ani v nejparnějších letních dnech a není potřeba ho klimatizovat. Navíc, na střeše má tento dům kořenovou čistírnu vod, do které se voda dávkuje čerpadlem a samospádem přepadá do mokřadní fasády. Všechna voda vyprodukovaná v takovém domě je recyklována. Díky tomu dochází k šetrnému hospodaření s vodou. Ke shromažďování vody slouží retenční jezero, které je zásobárnou vody v období sucha a zároveň může být maximálně využito pro zadržení vody při přívalových deštích. Kromě jiného se díky zelené fasádě a retenčnímu jezeru snižuje prašnost v okolí a přirozený výpar z těchto ploch zlepšuje klima v okolí budovy. Dalším příkladem může být „Rodinný dům s mokřadní střechou v Praze“, který má na své střeše kořenovou čistírnu odpadních vod. Ta díky přítomnosti rostlin a bakterií přirozeně čistí odpadní vodu a ta může být dále využita, např. ke splachování toalet nebo zalévání. Jedinou nevýhodou této čistírny je, že je nefunkční v případě mrazů a je tedy nutná možnost napojení na běžnou kanalizaci. Takový dům však v budoucnu spotřebuje až pětkrát méně energie než běžné domy. Zelené střecha přináší do okolí budovy vlhkost, což je příjemné v letních měsících. V případě přívalových dešťů je voda odváděna přepadem do zasakovací drenáže, která souběžně navazuje na zemní kanál, čímž zvyšuje jeho účinnost (mokrý půda má vyšší tepelnou vodivost) (Brejchová, Karlová, Piklová, et al., 2016).

4 Metodika

Pro vypracování teoretické části diplomové práce byly použity jak české, tak i zahraniční zdroje odborné literatury. Tato část práce se zabývá základními informacemi o klimatu, klimatických změnách a dopadech těchto změn na životní prostředí. Je zde popsána také legislativa, která je spjata s danou problematikou.

V analytické části práce došlo ke sběru dat a informací. Následně byly vypracovány příklady konkrétních adaptačních opatření. Jejich realizací by mohlo v budoucnu dojít ke zlepšení přizpůsobení se klimatickým změnám ve městě.

Metody a techniky sběru dat

„Ve fázi procesu sběru dat a informací je třeba určit, z jakých zdrojů data pochází. Rozlišujeme data primární a sekundární. Sekundární data jsou již existující informace, které byly v minulosti sesbírány a nyní jsou veřejně dostupné. Tato data pak slouží především jako zdroje teoretických podkladů. Primární data jsou data nová, sesbírána aktuálně a přizpůsobena zkoumanému problému. Získáváme je dotazováním, pozorováním, experimentem.

Sběr primárních dat může probíhat pomocí kvalitativního nebo kvantitativního výzkumu. Kvalitativní výzkum provádíme ve chvíli, kdy potřebujeme velké množství informací od malého vzorku lidí, zatímco výzkum kvantitativní je typický sběrem informací od velkého množství respondentů (Kozel et al, 2011)“.

V této práci byla použita data jak sekundární, tak data primární, konkrétně kvalitativní výzkum.

Kvalitativní výzkum

„Kvalitativní výzkum je charakteristický tím, že zjišťujeme, jak jednotlivci, případně malé skupiny nahlíží, chápou a interpretují danou problematiku. Nový a Surynek (2006) uvádí, že kvalitativní výzkum by měl být, pokud jde o jeho zaměření, doplňkem výzkumu kvantitativního. Ovšem více se orientuje na pochopení smyslu jednajících sociálních subjektů. Mezi metody kvalitativního výzkumu řadíme:

- hloubkový rozhovor
- pozorování
- skupinový rozhovor

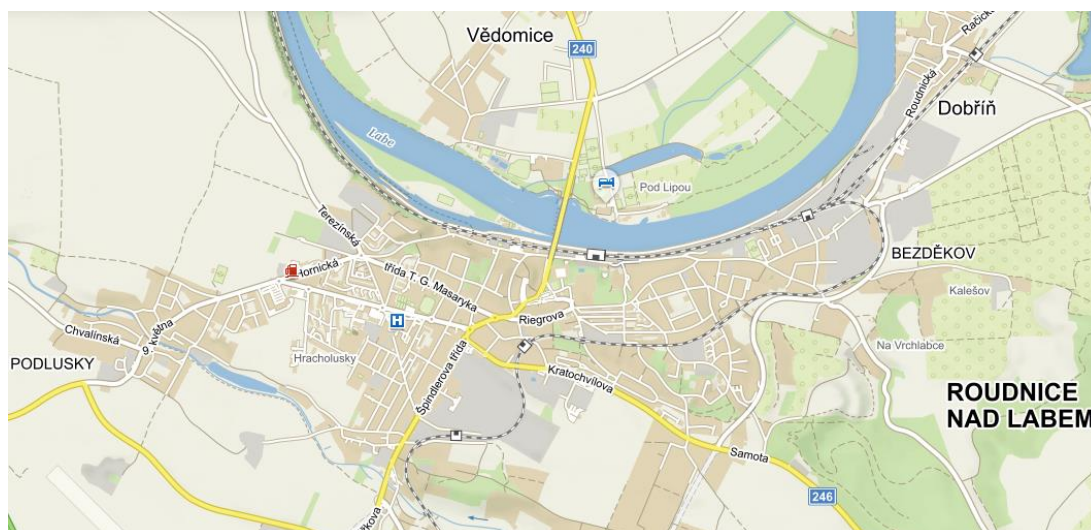
- experiment
- projektivní techniky
- panelová šetření. (Foret, 2011)“.

V rámci kvalitativního výzkumu byla využita metoda hloubkového rozhovoru, který byl uskutečněn s členy městského úřadu a následně posloužil jako podklad pro vypracování konkrétních opatření v dané lokalitě.

5 Roudnice nad Labem

Roudnice nad Labem je město v severních Čechách, které spadá do Ústeckého kraje a bývalého Litoměřického okresu. Trvale v něm žije 12 847 obyvatel (údaj z roku 2020). Rozloha města činí 16,67 km² a nadmořská výška se pohybuje kolem 195 m. n. m. (Město Roudnice nad Labem, ©2020).

Obr 1: Mapa města Roudnice nad Labem



Zdroj: Mapy.cz

5.1 Adaptačních opatření na změnu klimatu města Roudnice nad Labem

Město Roudnice nad Labem nemá žádný konkrétní plán adaptačních opatření na změnu klimatu ani není zapojeno do žádného projektu (např. Urban Adapt), ale lze konstatovat že mnoho opatření je řešeno automaticky v rámci rekonstrukcí, nových výstaveb a plánovaných projektů. Např. v oblasti vodního hospodářství je město důsledné a velmi dbá na hospodaření s vodou. Úředníci v každém správním řízení zohledňují vodní zákon, což je zákon č. 254/2001 Sb., a řídí se § 5. Mluvíme-li o dešťových vodách, pak město vyvíjí snahu např. v případě výstavby, ať už velkých staveb či rodinných domů, dešťové vody v místě zasáknout nebo spotřebovat, a je nežádoucí, aby docházelo k vypouštění vody do kanalizace.

Realizovaná opatření pro podporu adaptace změny klimatu

V rámci adaptace na změnu klimatu je v Roudnici nad Labem řešena primárně otázka hospodaření s vodou. U výstavby nových silnic je vyžadováno zajištění vsakování dešťových vod, stejně tak u výstavby nových parkovacích míst. Proto je používána dlažba, která je vodě propustná a nedochází tak k odtoku vody do kanalizační sítě, ale dochází ke vsakování vody v místě vzniku.

Foto 1: Zapojení vsakovací dlažby – příklad již aplikovaného opatření



Zdroj: vlastní

V případě povodní má město vypracován protipovodňový plán. Protipovodňová opatření byla navržena na základě komplexního zhodnocení ohroženého místa a ekonomiky, tj. hodnota ochráněného majetku musí být úměrná finančním nákladům na realizaci opatření. Z tohoto posouzení vyšlo, že nejvýhodnější bude chránit zastavbu mobilními zátarasy. Určitá opatření byla provedena i na kanalizační síti, tak, aby bylo možné odpadní vody bezpečně odvést mimo zaplavené území. Žádná jiná velká opatření zde vybudovaná nejsou. Je to převážně z toho důvodu, že kolem řeky Labe není mnoho staveb a jiného majetku, který by bylo nutno chránit většími opatřeními. Při větších průtocích se sice voda dostává i do zastavěné části města, ovšem

jedná se vesměs o jednu ulici, která je zabezpečena proti povodním díky mobilním zátarasům.

Za další, již ustanovené opatření, lze považovat úpravu pro umístění nových staveb v souladu se zákonem č. 254/2001 Sb., vodní zákon. V aktivní zóně není možné kromě staveb vodních děl a nezbytné technické infrastruktury povolit žádné stavby. V záplavovém území lze stavby povolit pouze za přesně definovaných podmínek, přičemž nová stavba nesmí ovlivnit odtokové poměry a musí být navržena tak, aby případné škody byly co nejmenší. V rámci tvorby nových územních plánů je veškerá výstavba v záplavových územích limitována.

Jako další adaptační opatření lze zmínit využívání zeleně. Díky zelené infrastruktuře dochází ke snížení teplot vzduchu v teplých letních dnech a zároveň ke snižování prašnosti v ulicích. V Roudnici nad Labem je několik parků, které jsou pravidelně udržovány. Průběžně se obnovují i aleje v různých částech města. Při rekonstrukcích ulic atd, je vždy přiřazena výsadba zeleně a jiných rostlinných prvků.

V rámci adaptačních opatření je v současnosti v Roudnici budován obchvat, který má odvést tranzitní dopravu z centra města. Díky tomu dojde ve městě ke zlepšení průjezdnosti, a tedy ke zlepšení celkové dopravní situace. Kromě snížení hluku dojde také ke snížení emisí a znečištění ovzduší, což by mělo mít pozitivní vliv na oteplování města. Bude zde několik protihlukových opatření, aby nedocházelo naopak ke zvýšení hluku v přilehlých oblastech. Tento obchvat povede přes ochranné pásmo vodního zdroje a je tedy nutné zavést opatření, která jsou nezbytná pro ochranu vod. V zimních měsících zde bude zakázáno solit silnice, ale bude možné použít štěrk a budou zde použita čidla na námrazu. Dále bude zakázán průjezd nákladních automobilů převážejících ropné látky.

Město se snaží přispívat i ke zlepšení efektivity odpadového hospodářství. Rozšiřují se počty zabudovaných popelnic na tříděný odpad do země, ale také popelnice na třídění specifických druhů odpadů, jako je např. jedlý tuk či kov. Třídí se i bioodpad.

Plánovaná opatření pro podporu adaptace změny klimatu

Nedávno byl vypracován Generel kanalizace, kde byly měřeny průtoky v normálním režimu, průtoky při deštích atd a byl vypracován kompletní model průtoků, na

jehož základě byla vytipována místa, která bude potřeba opravit, v některých místech je plánováno odpojit dešťové vody (tam, kde to bude účelné), nebo zvětšit profil potrubí, aby se v něm voda pozdržela. To platí pro kanalizaci splaškových vod. Je vypracován i Generel dešťové kanalizace, kde byl prověřen stav kanalizace a byla vytipována místa, která v budoucna projdou úpravami. Plánovaná je tedy rekonstrukce kanalizačních sítí, díky čemuž nebude docházet k přehlcování kanalizace a voda bude efektivně odváděna z území města.

Dalším plánovaným opatřením je výstavba retenčních nádrží. U větších staveb jako jsou školy atd. zatím nejsou, ale v případě rekonstrukce těchto objektů bude vybudování nádrží k akumulaci vody a případné zasakování nezbytností. Hlavní motivací u velkých objektů je snížit odvod srážkových vod do kanalizace.

Dalším adaptačním opatřením, které se týká podpory vzniku a údržby zelených ploch, bude výstavba parku, který bude vybudován na ploše větší než 6 ha. Zde se počítá s výstavbou vodních prvků. Důležitá bude i skladba vegetace – budou voleny původní druhy a celkový koncept tak, aby zeleň byla co nejvíce udržitelná (aby bylo čerpáno co nejméně nákladů na zálivku a údržbu).

Foto 2: Území plánované pro aplikaci adaptačního opatření – parková úprava



Zdroj: vlastní

Foto 3: Území plánované pro aplikaci adaptačního opatření – parková úprava



Zdroj: vlastní

Nerealizovatelná opatření

Možným adaptačním opatřením by mohlo být využití zelených zatravněných střech. V Roudnici nad Labem to ale není plánovaným opatřením. Město se nachází v památkové zóně Řípu, tudíž je předepsaný model střechy červené sedlové.

Celkově je město na dobré cestě směrem k přizpůsobování se na klimatické změny. Dobrým příkladem je projekt rekonstrukce ulice Stadická, kde je v rámci přestavby realizována řada adaptačních opatření.

6 Výsledky

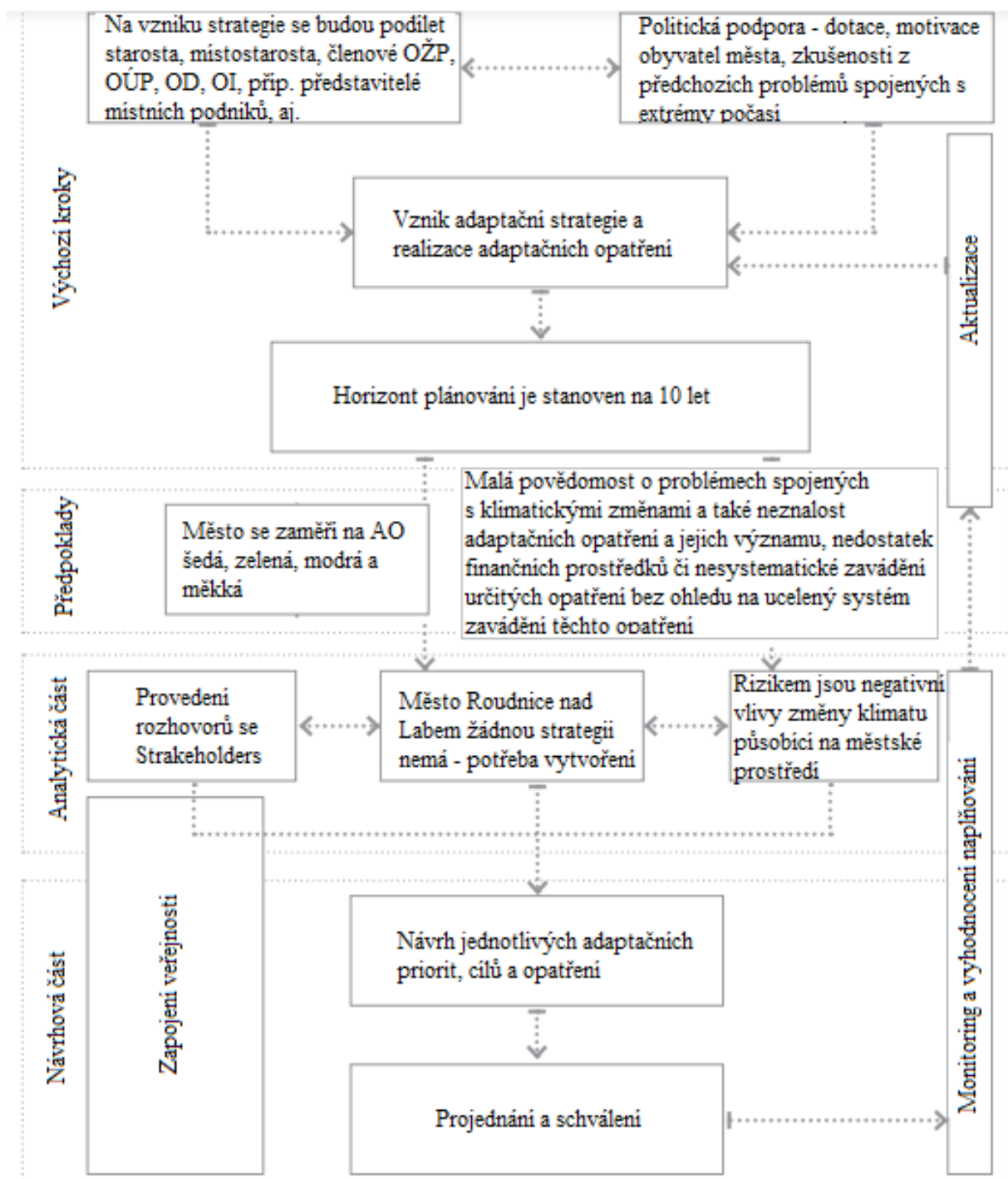
Strategický návrh k přístupu koncepčního řešení opatření na změnu klimatu

Město Roudnice nad Labem uplatňuje při rozhodovacích procesech přizpůsobení se změnám klimatu zejména oblast vodního hospodářství. Je žádoucí, aby přístup města k návrhům adaptačních opatření byl řešen koncepčně a je nezbytné navrhnout, před samotnými konkrétními opatřeními, adaptační strategii. Navržená koncepce strategie města vychází z metodiky (Místní adaptační strategie na změnu klimatu, 2015) a je upravena dle podmínek, nástrojů a možností městského prostředí Roudnice nad Labem. Nejprve je nutné definovat východiska a předpoklady, na základě kterých lze vytvořit analytický podklad pro strategickou úroveň řešení.

Ve schématu níže je jasně popsáno, jaké kroky je nutné provést pro vytvoření adaptační strategie města. V rámci výchozích kroků je nutné vytvořit tým, který se na zpracování strategie bude podílet. Za ideálních podmínek by se tento tým neměl skládat pouze ze členů odboru životního prostředí Roudnického městského úřadu, ale navrhuji účast také z vedení města, tedy starosty případně místostarosty, dále odboru územního plánování a rozvoje, dopravy, investic či majetku města. Město zahájí strategické jednání s představiteli místních podniků, aby došlo k jejich participaci na vytvoření adaptační strategie. Oslovila bych podniky Adient Roudnice, GKR Holding a.s., Meva a. s., MILOS s. r. o. či další menší místní podniky; dále správu povodí Labe, Severočeské vodovody a kanalizace, a.s., hasičský a záchranný sbor, krizový management a distributory energie. Aby vznikla kvalitní adaptační strategie a její následná realizace, je třeba aby město zajistilo politickou podporu. Tu provede na základě zkušeností, které získali zpracovatelé strategie díky řešení předchozích problémů spojených s extrémními projevy počasí. Dále je nezbytné provést motivační agendou zaměřenou na obyvatele města, provést jejich osvětu a na základě ekonomických zdrojů zajistit podporu dotační formy. Pro vytváření adaptačních opatření je možné čerpat finance z různých dotačních programů, proto se město aktivně zapojí do dotačních výzev a jeho pracovníci se budou v oblasti dotací vzdělávat. Dalším výchozím krokem bude definice vize, která přiblíží finální stav, kam se město díky strategii posune. Co se týče definice plánovacího horizontu, je nutné stanovit, v jakém časovém úseku má k adaptaci dojít. Ze znalosti města myslím, že je reálné, aby k adaptaci došlo

v průběhu 10 let a volím tudíž střednědobý horizont. Dále bude zvolena vhodná strategie, díky níž dojde k naplnění cílů úspěšného přizpůsobení se změně klimatu ve městě. Posléze musí dojít ke zdolání překážek pro realizaci AO. Město se na tyto překážky musí dostatečně připravit. Mezi překážky při zpracovávání adaptačních strategií patří malá povědomost o problémech spojených s klimatickými změnami a také neznalost adaptačních opatření a jejich významu, nedostatek finančních prostředků či nesystematické zavádění určitých opatření bez ohledu na ucelený systém zavádění těchto opatření. Poté navrhuji analýzu a zhodnocení existujících znalostí a strategických dokumentů. Zhodnocení bude zahrnovat popis výchozí situace ve městě s ohledem na klimatické změny. Následně bude součástí zhodnocení analýza současných a minulých trendů vývoje změny klimatu a také současných dopadů a rizik plynoucích ze změny klimatu. Potřebná bude také analýza již existujících adaptačních opatření, plánů a politik z důvodu navázání připravované strategie na tyto podklady. Vhodné bude vytvoření projekce vývoje klimatu a následné vypracování přehledu budoucích dopadů a rizik plynoucích ze změny klimatu. Dalším krokem bude zhodnocení zranitelnosti a rizik. Dle charakteru zranitelnosti dojde ke zhodnocení buď kvalitativní nebo kvantitativní metodou. U kvalitativního zhodnocení nelze výsledky převést na číselné údaje, kdežto u kvantitativního zhodnocení výsledky vyčíslit lze. Po zhodnocení zranitelnosti dojde ke zhodnocení rizik, kdy bude zjištěna pravděpodobnost, že se dané riziko projeví a jaké jsou jeho možné dopady a také následky výskytu jevu. V návrhové části budou vytvořeny návrhy adaptačních priorit, cílů a opatření. Po aplikování strategie bude docházet k monitoringu a vyhodnocení naplňování. Pro strategii je nutné zapojení veřejnosti. Změna klimatu má vliv především na obyvatele, a proto bude brán zřetel na jejich názory a připomínky k připravovaným opatřením vyjádřit.

Obr 2: Postup zpracování adaptační strategie města Roudnice nad Labem



Zdroj: Místní adaptační strategie na změnu klimatu

Úprava: vlastní

V první řadě je nutné si uvědomit, že samotné návrhy nic neřeší. Důležitou součástí pro plánování adaptačních opatření je princip participace. To znamená, že „do plánování adaptačních opatření ve městech by se vedle zástupců veřejné správy měli zapojit zástupci dalších významných skupin (tzv. stakeholders). Jde např. o zástupce místních podniků, škol, odborných institucí či veřejnosti“. Neziskové organizace pak představují důležitou roli z hlediska zprostředkování vzájemného styku těchto skupin (CI2, o. p. s., ©2015).

Proto navrhuji při plánování vypracování adaptační strategie vytvoření podobného týmu, který by se pak mohl dále zabývat návrhy AO.

6.1 Vlastní návrhy adaptačních opatření

Ve vlastních návrzích bych chtěla navázat na projekt Rekonstrukce ulice Stádická, který zapojuje i adaptační opatření a je předpokladem pro uplatnění v praxi.

V širších souvislostech lze k realizaci návrhů adaptačních opatření využít různých dotačních programů podporujících města i kraje v zavádění adaptačních opatření reagujících na změnu klimatu (Dotační výzva „Oslo“ v Programu Životní prostředí, ekosystémy a změna klimatu, Program LIFE, Program podpory obnovy přirozených funkcí krajiny, atd.).

Pro město Roudnice nad Labem jsem, z důvodu přehlednosti a zaměření, rozdělila adaptační opatření na šedá, zelená, modrá a měkká.

1) Šedá adaptační opatření

Jako šedá adaptační opatření navrhuji omezit podíl nepropustných povrchů, zajistit vsakování dešťové vody před odvodem do kanalizace, provést výstavbu oddílné kanalizace při výstavbě nové kanalizační sítě a při rekonstrukci té stávající, minimalizovat zdroje antropogenního zahřívání prostředí a podporovat užívání hromadné dopravy či jiných alternativních forem dopravy.

Konkrétní návrhy šedých adaptačních opatření

- a) Omezit podíl nepropustných povrchů – střednědobý horizont

V rámci šedých opatření navrhuji využití dlažby s retenčním a vsakovacím charakterem. Změnu ve využití retenční dlažby u parkovacích míst v uličním prostoru

doporučuji v ulicích Dělnická, Libušina, Barákova a Neklanova, přičemž v ulicích Neklanova a Libušina bych změnu doporučila nejdříve vzhledem k větší frekventovanosti ulic. V dalším projektu bych doporučila následování rekonstrukce v ulicích Přemyslova, Krokova, Horymírova a Sámova. Jako systematické pokračování v rekonstrukci parkovacích míst v ulicích navrhuji také užití retenčních a zasakovacích dlažeb u supermarketů situovaných v ulici Alej 17. listopadu, tedy u supermarketu Lidl, Penny market, Kaufland a následně i u supermarketu Tesco, který je v ulici Neklanova. Preferencí by mělo být užití této dlažby, a ne takto rozsáhlé plochy pouze asfaltovat či betonovat. Tyto materiály totiž způsobují přehřívání zmiňovaných lokalit. U soukromých objektů (rodinných domů) i objektů veřejných (škol, supermarketů) doporučuji změnu ve využívání materiálu na zpevněné plochy. Místo betonových parkovišť u obchodní domů navrhuji využití dlažby zatravnovací či drenážní, které napomáhají ke snížení povrchového odtoku vody. Při změně těchto parkovacích ploch by došlo nejen ke zlepšení hospodaření s vodou, ale také ke zmírňování vysokých teplot v horkých letních dnech. Obecně navrhuji postupné nahrazení nepropustných ploch ve městě polopropustnými či propustnými plochami a při vzniku nových parkovacích ploch zajištění budování vsakovacích ploch pro dešťovou vodu.

- b) Zajistit vsakování dešťové vody před odvodem do kanalizace – střednědobý horizont

Z důvodu zahlcování veřejné kanalizace dešťovou vodou doporučuji v rámci rekonstrukcí uličních profilů vybudování odvodňovacích žlabů, zasakovacích průlehlů, uličních vegetačních infiltračních boxů či retenčních příkopů pro umožnění zasakování dešťové vody. Tato opatření bych situovala primárně do městské části Hracholusky, kde je časté užití zpevněných ploch bez možnosti zasáknutí dešťové vody před odtokem do kanalizace.

- c) Provést výstavbu oddílné kanalizace při výstavbě nové kanalizační sítě a při rekonstrukci té stávající – průběžný horizont

V Roudnici nad Labem je momentálně vybudován systém jednotné kanalizace. Proto navrhuji oddělení kanalizace na dešťovou a splaškovou kanalizaci. S tím souvisí i zajištění pravidelné údržby odtokových šachet a pravidelné čištění kanalizace a také

zamezení ucpání kanalizace či odtokových šachet. Oddělení kanalizační sítě má pozitivní dopad na změnu klimatu převážně z toho důvodu, že nedochází k zahlcení kanalizace a následnému vyplavení splaškových vod na povrch atd.

- d) Minimalizovat zdroje antropogenního zahřívání prostředí – střednědobý až dlouhodobý horizont

V minulosti bylo často využíváno materiálů či barev fasád, které se později ukázaly jako ne zcela vhodné, neboť díky svým vlastnostem akumulovaly velké množství slunečního záření a docházelo tak k přehřívání klimatu v jejich okolí. K minimalizaci zdrojů tohoto zahřívání navrhuji využívání světlých fasád u domů a celkové využívání materiálů s nízkou akumulací a vysokou odrazivostí slunečního záření. Dalším způsobem omezování zahřívání prostředí ve městě je využívání technik a materiálů pro vytvoření pasivního chlazení budov. Tím je myšleno např. stínění (stavební prvky, žaluzie) nebo také vhodná orientace budovy a umístění větracích otvorů a šachet pro přirozené větrání, úpravy okolí budovy, výsadba zeleně a přítomnost fontány pro snížení teploty vzduchu, provětrávané střešní pláště a fasády atd. Mým návrhem je zařazení těchto metod a materiálů při rekonstrukcích již stávajících budov, ale také podpora ze strany města při výstavbě nových rodinných domů pro zavádění obdobných opatření.

- e) Podporovat užívání hromadné dopravy či jiných alternativních forem dopravy – krátkodobý až střednědobý horizont

Při užívání automobilu je produkováno do ovzduší velké množství emisních plynů, které mají velký podíl na změny klimatu (oteplování). Omezením využívání dopravních prostředků, která jsou poháněna fosilními palivy dojde ke zlepšení situace tepelného městského ostrova. Navrhuji nákup elektrobusů či autobusů s pohonem na cng, které jsou mnohem šetrnější k životnímu prostředí, dále zavedení elektromobility ve městě včetně výstavby dobíjecích stanic s akumulací energie.

Další možností, jak podpořit alternativní dopravu je podpora cyklistiky. Navrhuji zavést více pruhů vyhrazených pro cyklisty či vytvoření prostor pro úschovu kol a stojanů na kola např. u škol, firem nebo úřadů.

2) Zelená adaptační opatření

Jako zelená adaptační opatření navrhuji umožnit zasakování dešťové vody, zvýšit podíl ploch a prvků zmírňujících negativní projevy změny klimatu a podpořit obnovu a rozvoj veřejné zeleně s využitím druhů rostlin odolných proti klimatickým změnám. Jako další návrhy cílů bych uvedla např. obnovu tradičních způsobů hospodaření na zemědělské půdě či zamezení větrné eroze na zemědělských půdách, ale vzhledem k minimální přítomnosti zemědělských ploch v katastrálním území Roudnice nad Labem se těmto návrhům více nevěnuji.

Konkrétní návrhy zelených adaptačních opatření

- a) Umožnit zasakování dešťové vody (dešťové zahrádky, záhony) – průběžný a střednědobý horizont

U zelených opatření navrhuji začleňování dešťových zahrádek a extenzivních štěrkových záhonů do uličních prostor. Začlenění dešťových zahrádek, záhonů a dalších vegetačních prvků bych opět doporučila v ulicích Dělnická, Libušina, Barákova a Neklanova z důvodu napojení na již probíhající zavádění adaptačních opatření na projekt Rekonstrukce ulice Stadická. Dále bych využila výsadbu alejí, přičemž je ale potřeba volit stromy vhodné svými vlastnostmi pro potřebu zastínění ulic a zároveň nedocílit zadržování emisí výfukových plynů vlivem hustých korun stromů. V místech, kde není možná výsadba stromořadí, je přínosná alespoň výsadba solitérních stromů.

- b) Zvýšit podíl ploch a prvků zmírňujících negativní projevy změny klimatu – střednědobý horizont

Navrhuji efektivně začlenit vegetaci, to znamená využití zelených střech či fasád. Zelené střechy jsou v Roudnici prozatím spíše nežádoucí, protože dle platných regulí jsou u soukromých rodinných domů povinné střechy červené sedlové. Ovšem výsadba na údržbu nenáročných rostlin by mohla být použita u panelových domů na sídlišti či u objektů veřejných (supermarkety, školy). Zde navrhuji zanesení možnosti využití zelených střech do územního plánu. Zapojení zelených střech navrhuji u panelových domů v ulicích Vrchlického, Hornická, Bořivojova, Stavbařů, Neklanova a Okružní. Jedná-li se o supermarkety, opět by mohlo dojít k realizaci u supermarketů situovaných v ulici Alej 17. listopadu. Střechy mohou být pokryty různými druhy rostlin

podle možností budov (např. extenzivní střechy, které nepotřebují údržbu versus intenzivní střechy, které potřebují jednak údržbu a jednak také závlahu). I pro takovéto projekty existuje mnoho dotačních programů (Nová zelená úsporám, Zelená střechám). Zelené fasády doporučuji spíše u rodinných domů. Zelená fasáda má vliv na klima v okolí domu i v jeho vnitřních prostorech. V létě dům ochlazuje, v zimě naopak ohřívá a izoluje. Mezi další žádoucí funkce zelených fasád lze zařadit snížení prašnosti, omezení šíření hluku, zvýšení životnosti zateplení, zvýšení zadržování vody a v případě využití kvetoucích rostlin také plnění estetické funkce. Při stavbě nových veřejných budov, ale i rodinných či panelových domů navrhuji zohledňování možností zapojení zelených fasád či střech rovnou při přípravě projektů staveb.

- c) Podpořit obnovu a rozvoj veřejné zeleně s využitím druhů rostlin odolných proti klimatickým změnám – průběžný horizont

Pro podporu obnovy a rozvoje veřejné zeleně doporučuji vypracovat generel zeleně a vytipovat vhodné plochy pro výsadbu zeleně nové. V rámci obnovy zeleně bych podpořila revitalizaci zeleně ve stávajících městských parcích, hlavně v Zámeckých zahradách. Kromě veřejných prostor je důležité zapojení zeleně i na pozemcích soukromých vlastníků. Dalším návrhem je osvěta vlastníků soukromých pozemků s cílem rozšiřování zeleně i na pozemcích, které nejsou v majetku města, s preferencí užívání původních druhů rostlin.

3) Modrá adaptační opatření

Jako modrá adaptační opatření navrhuji snížit spotřebu pitné vody, budovat retenční nádrže, rybníky, mokřady a suché poldry a využívat dešťovou vodu.

Konkrétní návrhy modrých adaptačních opatření

- a) Snížit spotřebu pitné vody

Snížit spotřebu pitné vody lze např. zachycováním a využíváním dešťové vody např. k zalévání zeleně či splachování WC, ale také k mytí nádobí či praní prádla. Navrhuji finanční podporu obyvatel z městských fondů na budování vlastních zdrojů vody (retenční nádrže) a budování domácích čistíren odpadních vod.

- b) Budovat retenční nádrže, rybníky, mokřady a suché poldry – střednědobý horizont

V Roudnici nad Labem je nyní připravován projekt výstavby parku, který bude vybudován na ploše větší než 6 ha a bude umístěn v blízkosti roudnického sídliště v oblasti pole mezi zástavbou a Kauflandem. V tomto projektu bude zapojeno využití vodních prvků v podobě jezírek či tůní. Zavádění vodních prvků ve městě je ovšem problematické z důvodu přívodu vody. Zde vidím velký potenciál ve využití nadzemních retenčních nádrží a navrhuji začlenění těchto prvků do oblastí stávajících parků a prostranství s veřejnou zelení, doplněných o rostliny tak, aby plnily funkci nejen klimaticky prospěšnou, ale také estetickou. Kromě parků doporučuji začlenění vodních prvků také v sídlištní zástavbě.

c) Využívat dešťovou vodu – střednědobý až dlouhodobý horizont

Jako jedna z nejdůležitějších adaptačních opatření vnímám ta opatření, která napomáhají hospodaření s vodou. Retenční nádrže jsou velmi efektivním opatřením právě při hospodaření s dešťovou vodou. V případě soukromých objektů je využívání retenčních nádrží jak hospodárné (z pohledu životního prostředí; plýtvání pitnou vodou), tak finančně výhodné. Retenční nádrže se dají uložit do podzemí, kde jsou naplňovány dešťovou vodou, která je postupně svedena ze střešních okapů. Taková voda se dá pak využít nejen při zalévání zahrady, ale také v domácnosti např. na splachování toalet či mytí nádobí a praní prádla. U takovéto nádrže je ovšem potřeba filtrace a čerpací technika. Prospěšné jsou ale i malé nádrže (sudy či barely), do kterých je shromažďována dešťová voda a posléze je využita jen pro zálivku zahrady. U veřejných objektů, např. u škol, firem nebo supermarketů navrhuji vybudování podzemních dešťových nádrží, které by plnily obdobnou funkci jako u objektů soukromých. Pro takovéto projekty existuje navíc mnoho dotačních programů (dotační program Dešťovka, Modrá úsporám). Dále navrhuji využít povrchové retenční nádrže, které mohou navíc plnit estetickou, popř. i rekreační funkci. Povrchové nádrže zlepšují termoregulaci území, plní funkci přírodě blízkých prvků a současně se dají řadit tedy i do modrých opatření, která využívají vodní prvky v krajině a napomáhají snižovat teplotu vzduchu v parných dnech. Jako další možné AO navrhuji budování vsakovacích jímek jak na soukromých, tak na veřejných pozemcích. Díky jímkám je voda déle zadržena v místě dopadu a nedochází tak k přetížení veřejné kanalizace.

4) Měkká adaptační opatření

Důležitou složkou adaptačních opatření jsou také AO měkká. Možností využití měkkých opatření je hned několik. Příkladem může být osvěta v podobě zavádění cílených přednášek nejen pro školáky, ale také pro veřejnost např. v městské knihovně.

Jako měkká adaptační opatření navrhuji vzdělávat školáky a studenty, motivovat obyvatele města a vzdělávat obyvatele města.

Konkrétní návrhy měkkých adaptačních opatření

a) Vzdělávat školáky a studenty

Ve školství bych podpořila zařazení klimatických problémů do výuky, např. formou exkurzí, volitelných předmětů, nebo vytvářením mimoškolních aktivit. Příkladem by mohla být i snaha města zapojení dětí do vytváření budoucích projektů přispívajících k adaptaci na změnu klimatu. Motivací by mohlo být např. možnost žáků/studentů získat stipendium z řad vysokých škol za zpracování různých projektů, návrhů či studií. Celkově bude do budoucna nutné vzbudit u mladších zástupců populace zájem o problémy týkající se klimatických změn. Je tedy třeba jejich povědomí o dané problematice zvyšovat.

b) Motivovat obyvatele města

V prvním motivačním návrhu předpokládám spolupráci a patřičnou participaci vedení firem s městskými úřady. V rámci podniků navrhuji vytvoření systému bonusů za dojížděku do práce na kole či pěšky místo užití automobilu. S poklesem využívání dopravních prostředků by docházelo ke snížení produkce emisí z výfukových plynů, což je z dlouhodobého hlediska jistým přínosem. V takovýchto případech by jako doplňková činnost firmy mohl být „bikesharing“, díky čemuž by mohli jízdu na kole místo automobilu zvolit i zaměstnanci, kteří kolo nevládní.

Dalším motivačním nástrojem je motivace vlastníků soukromých objektů ze strany městského úřadu k hospodaření s vodou na vlastních pozemcích, a to např. formou snižování poplatků za stočné.

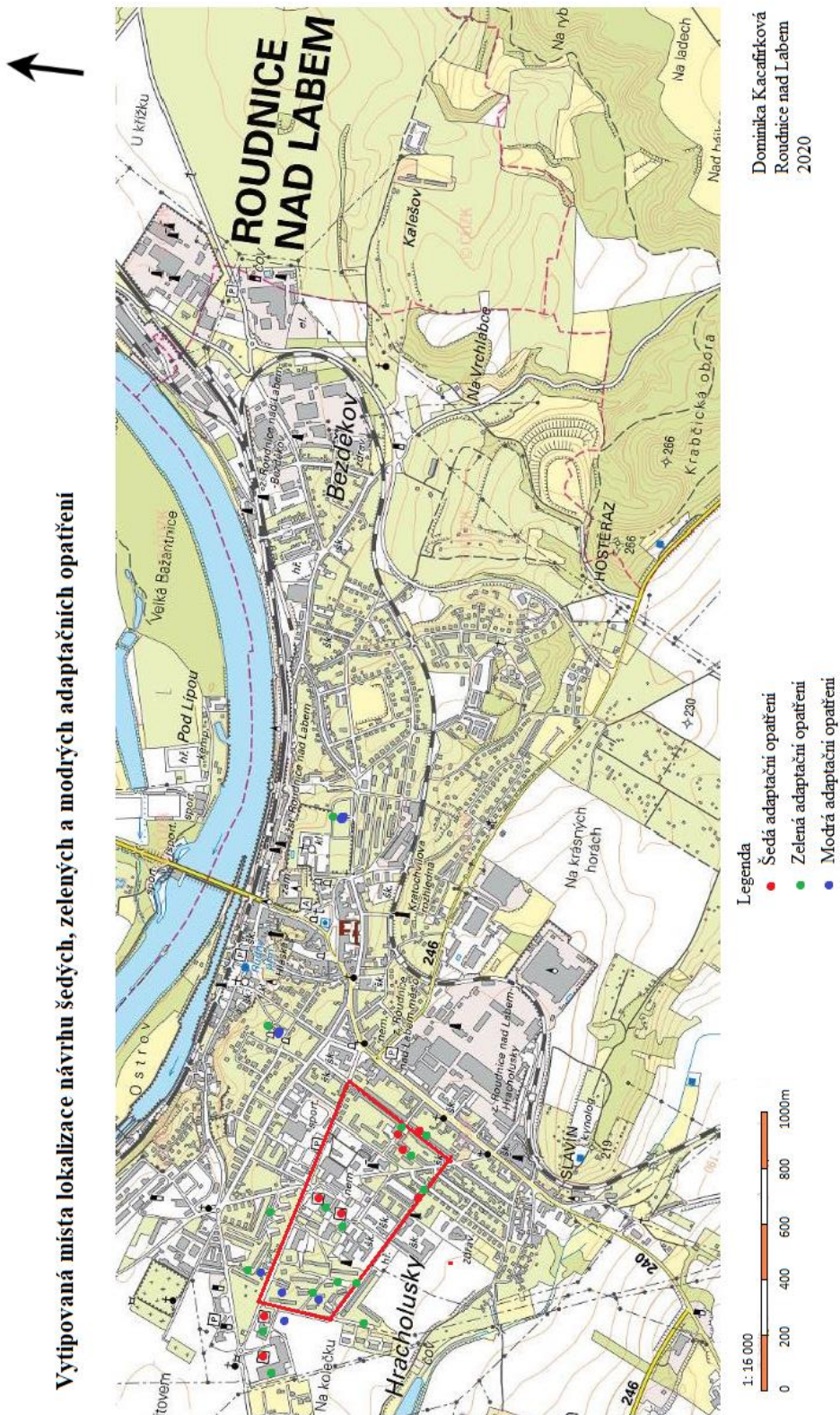
c) Vzdělávat obyvatele měst

V neposlední řadě musí dojít ke zvýšení propagace informací o možných projevech klimatu na zdraví obyvatel a možnostech preventivních opatření ze strany města.

V tomto případě navrhuji např. vytvoření portálu přidruženého ke stránkám městského úřadu, kde by byla popsána současná situace města ve vztahu ke klimatickým změnám, obsaženy by byly i plány a projekty, které budou realizovány, dokumentace k již vzniklým projektům, návrhy pro vlastníky soukromých budov, jak mohou jako jednotlivci přispívat ke zlepšení klimatických podmínek ve městě apod.

Dále navrhuji organizování přednášek pro majitele pozemků k tématu ochrany před dopady změny klimatu a hospodaření s dešťovou vodou. Doporučuji také zaměření programů a akcí EVVO pro děti, dospělé a seniory na změny klimatu a její dopady v regionu.

Mapa 1: Vytipovaná místa lokalizace návrhu šedých, zelených a modrých adaptačních opatření



Zdroj: Vlastní zpracování, 2020

7 Diskuse

Jedním z problémů týkajících se adaptace na změnu klimatu je nevědomost, což je ale pochopitelné, protože zavádění adaptačních opatření je poměrně nová disciplína a teprve v posledních letech vzniká řada programů a strategií, které napovídají, jak těmto změnám čelit a jaká adaptační opatření je možné využít. V práci jsem se zaměřila na konkrétní místa, kde by mohlo díky změnám týkajících se adaptace na změnu klimatu dojít ke zlepšení stávající situace ve městě s ohledem na životní prostředí.

Dle návrhů adaptačních opatření zpracovaných výše je nastíněno, jakým směrem by se město Roudnice nad Labem mohlo ubírat v boji proti změnám klimatu. Návrhy korespondují s jinými odbornými dokumenty. Např. adaptační opatření typu vybudování vsakovacích dlažeb či budování retenčních nádrží je doporučováno i ve Státní politice životního prostředí, kde se píše, že „v urbanizovaném území musí být primární snahou zajistit maximální zasakování zde spadlé srážkové vody (tedy přeměna povrchů na propustné) (SPŽP, 2020). I ostatní návrhy jsou obdobné, např. návrhy týkající se zeleně. V tomto případě je ale ve Státní politice životního prostředí zmiňováno rozšiřování zeleně soukromé a také zeleně ve víceúčelových areálech, např. ve vnitroblocích obytné zástavby, ve dvorech a areálech škol, nemocnic, obchodních a kulturních zařízeních, na plochých střeších apod. Na tyto prostory jsem se ve svých návrzích více nezaměřovala, ale jistě je také důležité začleňování zeleně i na soukromých pozemcích. Město by v tomto případě mohlo taková opatření zavádět v dalších vlnách adaptačních opatření.

Při zavádění adaptačních opatření se města a obce mohou zapojit do Místní Agendy 21, což je dokument, který (pod názvem Agenda 21), přijalo 170 států již v roce 1992 na Summitu v Rio de Janeiru. Tento dokument formuloval jednotlivé kroky v různých oblastech. „Místní Agenda 21 je proces, který prostřednictvím zkvalitňování správy věcí veřejných, strategického plánování a řízení a zapojování veřejnosti zvyšuje kvalitu života ve všech jeho aspektech“ (MŽP, ©2020 e). Dalším možným vodítkem pro zavádění adaptačních opatření je koncept chytrých měst (Smart cities), který za přispění digitálních technologií umožňuje poskytování lepších veřejných služeb a omezování vlivu na životní prostředí. Koncept Smart cities se v praxi zabývá např. lepším plánováním veřejné dopravy a omezením individuální automobilové dopravy, nakládáním s vodou i odpady, využitím účinnějšího veřejného osvětlení

a vytápěním budov (SPŽP, 2020). Osobně tyto úkony považuji také za důležité. Slučují se s mým návrhem v oblasti měkkých adaptačních opatření, kde navrhuji vytvoření systému bonusů za dojížděku do práce na kole či pěšky na místo užití automobilu.

Ovšem mnohdy jsou problémem finance. Existuje ale mnoho možností využívání dotací. Od roku 2015 bylo za podpory Evropského hospodářského prostoru, Norských fondů a dalších dotačních nástrojů realizováno několik projektů zaměřených na adaptace na změnu klimatu na místní úrovni (SPŽP, 2020). I mnoho publikací a studií, ze kterých jsem čerpala informace, vzniklo na základě finanční pomoci z Islandu, Lichtenštejnska a Norska (např. kniha *Adaptace na změnu klimatu, 2016* či *Adaptace na změnu klimatu pomocí přírodě blízkých opatření, 2015*). Dotační programy nejsou ale záležitostí jen EU, ale i na národní úrovni existuje mnoho programů, ze kterých lze finanční pomoc čerpat. Důležité je o tyto programy vyvíjet zájem a naučit se dotační pomoc využívat. S tím souvisí i osvěta zaměstnanců městských a krajských úřadů. Leckdy se setkáváme s neinformovaností či ne tak důkladným proškolením pracovníků ve státní správě. Proto je důležité i v tomto ohledu neustále vyvíjet snahu o zlepšení.

V této práci je věnováno mnoho prostoru adaptačním opatřením již vzniklým v rámci zmiňovaných projektů. Jsou zde vytvořeny i vlastní návrhy adaptačních opatření v konkrétním městě. Tyto návrhy by mohly přispět k rozvoji města a ke zlepšení situace s ohledem na životní prostředí. Využit by se daly také pro jiná města, jako podklad pro vytvoření vlastních návrhů či jako inspirace nebo jen popud pro vytvoření vlastních studií.

8 Závěr

Hlavním cílem diplomové práce bylo vytipování adaptačních opatření, která by mohla být v budoucnu realizována a napomohla by zlepšení adaptace na změnu klimatu ve městě Roudnice nad Labem. Tyto cíle byly vypracovány na základě získaných podkladů, informací a vlastního šetření.

První dílčí cíl byl věnován vypracování rešerše, která byla stěžejní pro proniknutí do dané problematiky a pro získání potřebných informací a posloužila jako podklad pro vypracování dalších dílčích cílů.

Druhý dílčí cíl zahrnoval analýzu současného stavu v Roudnici nad Labem s přihlédnutím na klimatické změny. Analýza byla vypracována na základě konzultace s pracovníky městského úřadu, kteří následně poskytli i projektovou dokumentaci k současně uskutečňované rekonstrukci uličního profilu v jedné městské části. V rámci tohoto projektu bylo zapojeno několik adaptačních opatření. Dalším cílem práce bylo prostudování tohoto konkrétního případu, kdy z projektu rekonstrukce vyplynulo, že město využívá vhodně a velmi účelně převážně zelená a šedá adaptační opatření. Potenciál vidím ovšem i ve využívání modrých či měkkých AO. To bylo také zohledněno ve třetím dílčím cíli.

Třetím dílčím cílem bylo vypracování vlastních návrhů dalších možných adaptačních opatření v lokalitě. Tato opatření jsem rozdělila do čtyř skupin na AO šedá, zelená, modrá a měkká. V rámci těchto skupin bylo navrženo několik možných opatření. Tyto návrhy by mohly být v budoucnu realizovány a díky nim by došlo ke zlepšení životního prostředí ve městě. Navíc by město mohlo jít příkladem dalším obcím, které by se mohly v návaznosti na tyto návrhy inspirovat a přispět tak ke globálnímu zlepšení situace s problémy klimatických změn.

Klimatické změny jsou nevyhnutelným zásahem do prostředí a života nejen lidí, ale všech obyvatel planety. Nutností je nebýt lhostejní, ale snažit se daným problémům porozumět a následně přispět ke zlepšení momentální situace klimatických problémů. Je jisté, že přizpůsobení se jednoho města na změnu klimatu nic nezmění, ovšem postupné zapojení dalších a dalších měst bude mít v budoucnu velký vliv na zlepšení klimatu v urbanizovaných územích. Nutné ovšem je, aby se do aklimatizace na změny

klímatu a zavádění AO zapojili nejen města, ale také jednotlivci a aby svým počínáním přispívali k pozitivnímu vývoji městského prostředí.

9 Seznam použité literatury

Literární zdroje

- 1) Arrhenius, S., 1896: On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground. Philosophical Magazine 41, p 237–276.
- 2) Baumann, Ch., 2010: Kyoto Protocol. GRIN Verlag, p 60.
- 3) Braniš, M., 2011: Atmosféra a klima. Aktuální otázky ochrany ovzduší. Karolinum Press, Praha, 352 s.
- 4) Brejchová, V., E., Karlová, J., Piklová, L., 2015: Adaptace na změnu klimatu ve městech pomocí přírodě blízkých opatření. Nadace partnerství Lidé a příroda, Praha, 84 s. Dostupné z https://urbanadapt.cz/cs/system/files/downloads/publikace-urbanadapt.pdf?fbclid=IwAR1YDp_d6uQgT0uDoZZyxPnbJVZRdlQWe0q-89BjPopA0ou9qCTylOKO9SI
- 5) CI2, o. p. s., ©2015: Metodika tvorby. Místní adaptační strategie na změnu klimatu. Nadace partnerství Lidé a příroda, Praha, 20 s. Dostupné z https://www.email.cz/download/k/wXreakjFQNiGu5fip4c_jmX6GoiL_Vx97EfxEqFj26RZpcUioFV2nYueDeAXqpnskrYl-B4/adaptace_metodika_nahled.pdf
- 6) de Groot, M., de Groot, W., T., 2009: „Room for river“ measures and public visions in the Netherlands: A survey on river perceptions among riverside residents. Water resources research, vol. 45, p 11.
- 7) EK, ©2019: Sdělení komise evropskému parlamentu, Evropské radě, radě, Evropskému hospodářskému a sociálnímu výboru a výboru regionů - Zelená dohoda pro Evropu. Brusel, 25 s.
- 8) Flannery, T., 2007: Měníme podnebí: minulost a budoucnost. 1. vydání. Praha: Dokořán, 272 s.
- 9) Foret, M., 2011: Marketingová komunikace. 3. aktualizované vydání. Computer press, a. s., 486 s.

- 10) Fry, J., L., 2012: Počasí a změna klimatu: velká encyklopedie: souhrnný obrázkový průvodce. Svojtka a Company, 512 s.
- 11) Fourier, J., B., J., 1822: Théorie Analytique de la Chaleur. Paris: Firmin Didot.
- 12) Gasparini, A., Guo, Y., et al, 2017: Projections of temperature – related excess mortality under climate change scenarios. The Lancet Planetare Health, p 360–367.
- 13) Hanel, R., 2010: Climate fever: Stopping global warming. Capstone, p 64.
- 14) Hanel, M., et al., 2011: Odhad dopadů klimatické změny na hydrologickou bilanci v ČR a možná adaptační opatření. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., Praha, 108 s. Dostupné z https://www.vuv.cz/files/pdf/edicni_cinnost/publikace/hanel_odhad-dopadu_klimaticke_zmeny.pdf
- 15) Houghton, J., 2015: Global warming. Cambridge University Press, p 380.
- 16) Jiusto, S., Kenney, M., 2016: Hard rain gonna fall: Strategies for sustainable urban drainage in informal settlements. Urban water journal, 13, p 253-269.
- 17) Kabat, P., et al., 2005: Climate proofing the Netherlands. Nature, vol. 438, p 283-284.
- 18) Kozel, R., et al., 2011: Moderní metody a techniky marketingového výzkumu. Grada Publishing a. s., 304 s.
- 19) MMR, ©2018: Metodika Smart cities-Metodika pro přípravu a realizaci konceptu Smart Cities na úrovni měst, obcí a regionů. Ministerstvo pro místní rozvoj, Praha, 22 s. Dostupné z https://mmr.cz/getmedia/f76636e0-88ad-40f9-8e27-cbb774ea7caf/Metodika_Smart_Cities.pdf.aspx?ext=.pdf
- 20) MMR, ©2018: Příloha k metodice Smart cities–Vodní hospodářství. Ministerstvo pro místní rozvoj, Praha, 38 s. Dostupné z <https://mmr.cz/getmedia/7c63d5ff-5c47-4381-af78->

- 21) Moldan, B., 2015: Podmaněná planeta. Charles University in Prague, Karolinum Press, 512 s.
- 22) Muttarak, L., Lutz, W., 2014: Is Education a Key to Reducing Vulnerability to Natural Disasters and hence Unavoidable Climate Change? Ecology and Society, vol 19, p 42.
- 23) MŽP, ©2015 a: Národní akční plán adaptace na změnu klimatu. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 113 s. Dostupné z [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narodni_akcni_plan_zmena_klimatu/\\$FILE/OEOK-NAP_cely_20170127.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narodni_akcni_plan_zmena_klimatu/$FILE/OEOK-NAP_cely_20170127.pdf)
- 24) MŽP, ©2015 b: Komplexní studie dopadů, zranitelnosti a zdrojů rizik souvisejících se změnou klimatu v ČR. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 339 s. Dostupné z [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/studie_dopadu_zmena_klimatu/\\$FILE/OEOK-Komplexni_studie_dopady_klima-20151201.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/studie_dopadu_zmena_klimatu/$FILE/OEOK-Komplexni_studie_dopady_klima-20151201.pdf)
- 25) MŽP, ©2020 a: Státní politika životního prostředí České republiky 2030 s výhledem do 2050. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 178 s. Dostupné z [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_20200710_statni_politika_zivotního_prostředí_2030/\\$FILE/OPZPUR-SPZP_2030_pro_verejnou_konzultaci-20200710.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_20200710_statni_politika_zivotního_prostředí_2030/$FILE/OPZPUR-SPZP_2030_pro_verejnou_konzultaci-20200710.pdf)
- 26) MŽP, ©2020 b: Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR 2021-2030. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 174 s.
- 27) Nový, I., Surynek, A., et al., 2006: Sociologie pro ekonomy a manažery: 2., přepracované a rozšířené vydání. Grada Publishing a. s., 288 s.
- 28) Penga, L., Jim, C., 2015: Economic evaluation of green-roof environmental benefits in the context of climate change: The case of Hong Kong, Urban Forestry & Urban Greening. Volume 14, Issue 3, p 554–561.

- 29) Pretel, J., et al., 2011: Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření. TECHNICKÉ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ PROJEKTU VaV SP/1a6/108/07 v letech 2007–2011. Praha: ČHMÚ. Dostupné z http://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/vav_TECHNICKE_SHRNU TI_2011.pdf
- 30) Pondělíček, M., 2014: Environmentální aspekty regionálního rozvoje. Michael Pondělíček © 2014 Dostupné z <https://stagvsrr.zcu.cz/portal/studium/moje-studium/studijnimaterialy.html>
- 31) Pondělíček, M., Bízek, V., et al., 2016: Adaptace na změnu klimatu. Civitas per Populi, 175 s.
- 32) Quaschnig, V., 2010: Obnovitelné zdroje energií. Grada Publishing a. s., 296 s.
- 33) Reyer, C., et al., 2014: Projections of regional changes in forest net primary productivity for different tree species in Europe driven by climate change and carbon dioxide. *Annals of Forest Science*, vol. 71, p 211-225.
- 34) Rossi, F., et al., 2015: A carbon footprint and energy consumption assessment methodology for UHI-affected lighting systems in built areas. *Energy and Buildings*, Article in Press.
- 35) Runhaar, H., et al., 2012: Adaptation to climate change-related risks in Dutch urban areas: stimuli and barriers. *Reg Environ Change*, vol. 12(4), p 777-779.
- 36) Sádlo, J., et al., 2005: Krajina a revoluce: významné přelomy ve vývoji kulturní krajiny českých zemí. Malá skála, Prah, 247 s.
- 37) Salcedo Rahola, B., et al., 2009. Heat in the city. An inventory of knowledge and knowledge deficiencies regarding heat stress in Dutch cities and options for its mitigation. Report commissioned by the national research programme climate changes spatial planning. Delft University of Technology, Delft.

- 38) Smil, V., 2008: Global catastrophes and Trends: The Next Fifty Years. MIT Press, 322 s.
- 39) Sovacool, B., A., 2011: Hard and soft paths for climate change adaptation. Climate Policy, vol 11, p 1177-1183.
- 40) Svoboda, J., 2009: Utajené dějiny podnebí (II. dopl. vydání). Levné knihy, Brno, 202 s.
- 41) Tompkins, E., L., Eakin, H., 2012: Managing private and public adaptation to climate change. Global environmental change, vol 22, p 3-11.
- 42) Vysoudil, M., 2013: Základy fyzické geografie 1, meteorologie a klimatologie. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 134 s.
- 43) Wise, R.M., et al., 2014: Reconceptualising adaptation to climate change as part of pathways of change and response. Global Environmental Change, vol. 28, p 325-336.

Internetové zdroje

- 1) ČHMÚ, ©2020: Základní meteorologická terminologie [online]. [cit. 2020-05-11]. Dostupné z <<http://portal.chmi.cz/predpovedi/predpovedi-pocasi/ceska-republika/meteorologicka-terminologie>>
- 2) EEA, ©2019: Změna klimatu je v celé Evropě očividná a potvrzuje naléhavou nutnost přizpůsobit se [online]. [cit. 2019-10-20]. Dostupné z <<https://www.eea.europa.eu/cs/pressroom/newsreleases/zmena-klimatu-je-v-cele>>
- 3) EC, ©2020: Zelená dohoda pro Evropu [online]. [cit. 2020-07-18]. Dostupné z <https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_cs>
- 4) IPCC, ©2014: AR5 Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability [online]. [cit. 2020-07-2]. Dostupné z <<https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>>
- 5) Klimatická změna v České republice, © 2020: Dopady změny klimatu v ČR – Městské prostředí [online]. [cit. 2020-10-03]. Dostupné z

<https://www.klimatickazmena.cz/cs/vse-o-klimaticke-zmene/dopady-zmeny-klimatu-v-cr-mestske-postredi/>

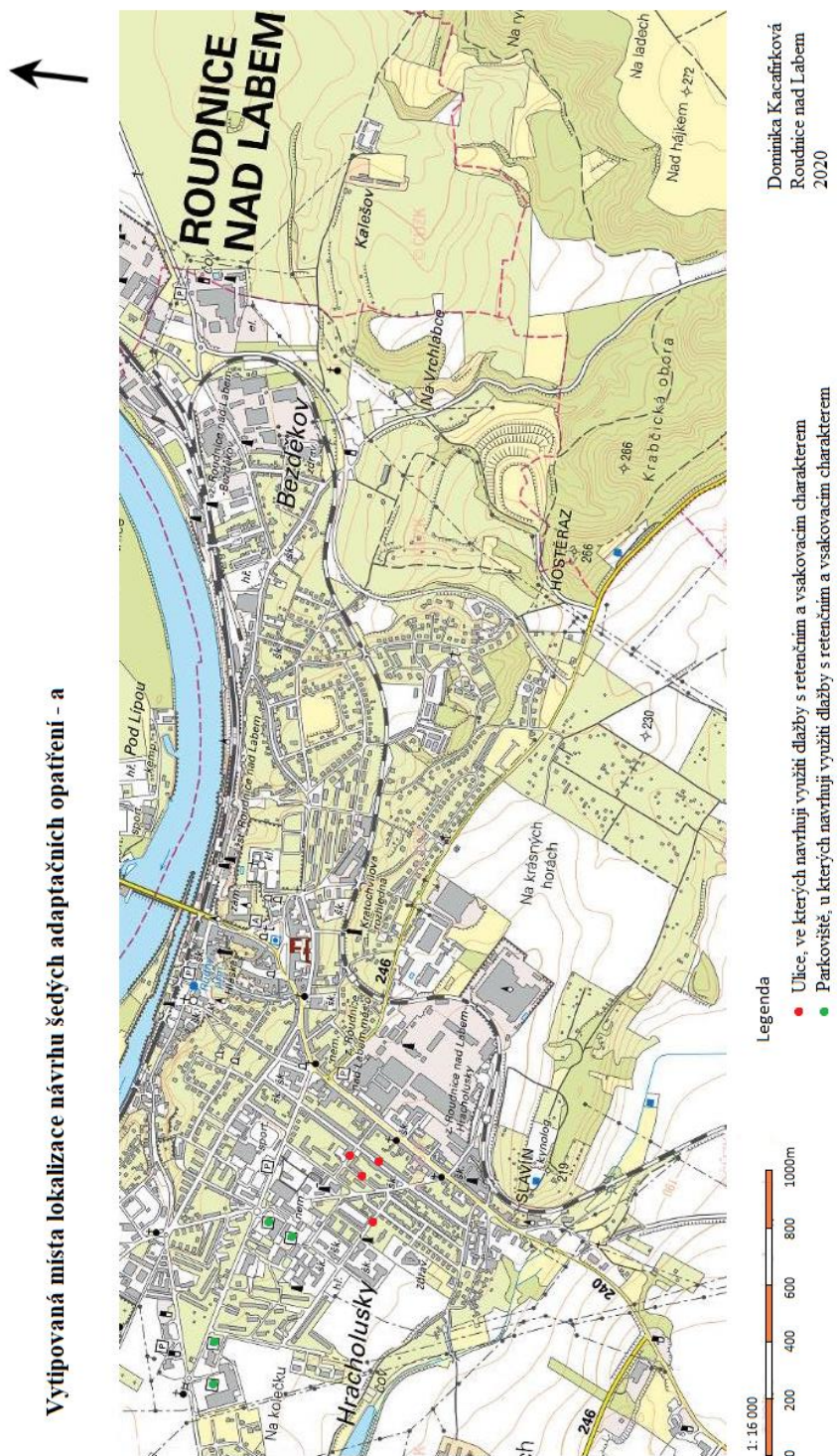
- 6) MPO, ©2020: IPPC – integrovaná prevence a omezování znečištění [online]. [cit. 2019–10-27]. Dostupné z <https://www.mpo.cz/ippc/popis--177404/>
- 7) MŽP, ©2019 a: Rámcová úmluva OSN o změně klimatu [online]. [cit. 2020-1-4]. Dostupné z https://www.mzp.cz/cz/ramcova_umluva_osn_zmena_klimatu
- 8) MŽP, ©2019 b: Pařížská dohoda [online]. [cit. 2020–1-4]. Dostupné z https://www.mzp.cz/cz/parizska_dohoda
- 9) MŽP, ©2019 c: Strategie přizpůsobení se změnám klimatu v podmínkách ČR [online]. [cit. 2019–10-20]. Dostupné z https://www.mzp.cz/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie
- 10) MŽP, ©2019 d: Národní akční plán adaptace na změnu klimatu [online]. [cit. 2019–11-2]. Dostupné z https://www.mzp.cz/cz/narodni_akcni_plan_zmena_klimatu
- 11) MŽP, ©2020 a: Změna klimatu [online]. [cit. 2020–07-18]. Dostupné z https://www.mzp.cz/cz/zmena_klimatu
- 12) MŽP, ©2020 b: Adaptační strategie EU [online]. [cit. 2020–07-18]. Dostupné z https://www.mzp.cz/cz/adaptacni_strategie_eu
- 13) MŽP, ©2020 c: Unijní program LIFE [online]. [cit. 2020–09-12]. Dostupné z https://www.mzp.cz/cz/komunitarni_program_life
- 14) MŽP, ©2020 d: Politika ochrany klimatu v České republice [online]. [cit. 2020–07-18]. Dostupné z https://www.mzp.cz/cz/politika_ochrany_klimatu_2017
- 15) MŽP, ©2020 e: Místní Agenda 21 [online]. [cit. 2020–11-27]. Dostupné z https://www.mzp.cz/cz/mistni_agenda_21
- 16) Město Roudnice nad Labem, ©2020 [online]. [cit. 2020–01-06]. Dostupné z <https://www.roudnicenl.cz/mesto/mesto>

- 17) Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030, 25 s, [online]. [cit. 2020-09-08]. Dostupné z <https://www.mzv.cz/public/44/b6/aa/1414005_1283609_Sendai_Framework_for_Disaster_Risk_Reduction_2015_2030.pdf>
- 18) TZB – info-Stavebnictví. Úspory energií. Technická zařízení budov ©2020: Klimatické změny a globální oteplování [online]. [cit. 2020-10-27]. Dostupné z <<https://oze.tzb-info.cz/klimaticke-zmeny/20816-klimaticke-zmeny-a-globalni-oteplovani>>
- 19) Urban adapt, ©2015: Adaptace měst na změnu klimatu [online]. [cit. 2019-10-20]. Dostupné z <<https://urbanadapt.cz/cs>>
- 20) Vomáčka, V., 2017: NV303K Právo životního prostředí pro veřejnou správu [online]. [cit. 2020-11-20].

10 Přílohy

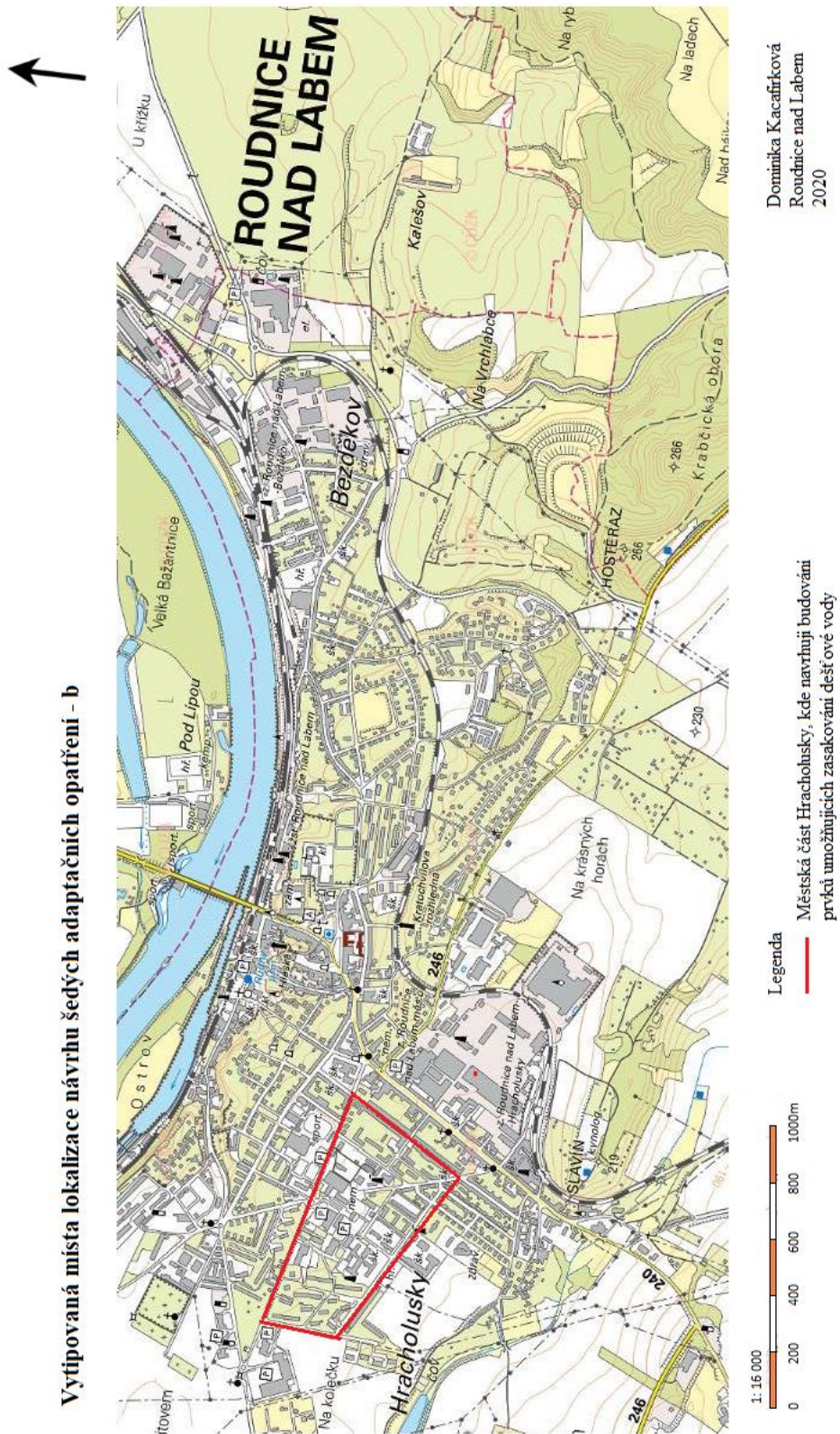
Příloha č. 1: Mapy

Mapa 2: Vytipovaná místa lokalizace návrhu šedých adaptačních opatření-a



Zdroj: Vlastní zpracování, 2020

Mapa 3: Vytipovaná místa lokalizace návrhu šedých adaptačních opatření-b



Zdroj: Vlastní zpracování, 2020

