

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

**KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLOGIE**



**Adaptační strategie a opatření na změnu klimatu města Karlovy Vary**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Vedoucí práce: Mgr. et Mgr. Eva Horváthová, Ph.D.**

**Diplomant: Bc. Klára Šešulková**

**ČZU ©2023**

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Klára Szewieczeková

Regionální environmentální správa

Název práce

**Adaptační strategie a opatření na změnu klimatu města Karlovy Vary**

Název anglicky

**Climate change adaptation strategy and measures in the city of Karlovy Vary**

---

### Cíle práce

Cílem práce je zpracování adaptační strategie na změnu klimatu ve spojitosti s trvale udržitelným fungováním krajského města v podmínkách měnícího se klimatu. V diplomové práci budou autorkou zhodnocena a navržena opatření dle podmínek a potenciálu města Karlovy Vary. Diplomová práce a navržená opatření budou vycházet z místní úrovně a zaměří se primárně na přírodě blízká opatření.

### Metodika

Literární rešerše bude vycházet z analýzy odborné literatury pro tvorbu adaptačních strategií a opatření na změnu klimatu. Při navrhování konkrétních opatření budou využita vlastní šetření na místě s využitím dostupných zdrojů a zjištění skutečných možností v širších souvislostech. Metoda sběru primárních dat bude probíhat jak formou kvantitativního, tak kvalitativního výzkumu.

**Doporučený rozsah práce**

min. 40 stran textu, tabulky, grafické přílohy, fotodokumentace

**Klíčová slova**

klimatická změna, strategie na změnu klimatu, adaptační strategie, adaptační opatření

---

**Doporučené zdroje informací**

1. PONDĚLÍČEK, Michael, Vladislav BÍZEK, Adam EMMER, et al. Adaptace na změny klimatu. Hradec Králové: Civitas per populi, 2016. ISBN 978-80-87756-09-6.
2. BAROŠ, Adam, Martin ČÍŽEK, Dan FRANTÍK, et al. Adaptace na změnu klimatu ve městech: pomocí přírodě blízkých opatření. Plzeň: Útvar koncepce a rozvoje města Plzně, 2015. ISBN 978-80-260-9309-1.
3. WORLD BANK GROUP. Guide to climate change adaptation in cities. World Bank, 2011.
4. TŘEBICKÝ, Viktor a Josef NOVÁK. Metodika tvorby Místní adaptační strategie na změnu klimatu. Rudná: CI2, 2015. ISBN 978-80-906341-0-7.
6. KABISCH, Nadja, et al. Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas: Linkages between science, policy and practice. Springer Nature, 2017.
7. FRANTZESKAKI, Niki. Seven lessons for planning nature-based solutions in cities. Environmental science & policy, 2019.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2022/23 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Mgr. et Mgr. Eva Horváthová

**Garantující pracoviště**

Katedra aplikované ekologie

Elektronicky schváleno dne 11. 10. 2021

**prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 24. 11. 2021

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 08. 03. 2023

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: „Adaptační strategie a opatření na změnu klimatu města Karlovy Vary“ vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

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

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

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

V Chodově

Bc. Klára Šešulková

.....

## **PODĚKOVÁNÍ**

Mé díky patří na prvním místě vedoucí mé diplomové práce Mgr. et Mgr. Evě Horváthové, Ph.D. za její vstřícnost, čas věnovaný mé práci a především přínosné postřehy a poznámky k obsahu samotné práce. Dále bych ráda poděkovala paní Ing. Pavlíně Valentové a Ing. Lucii Sochorkové za cenné rady týkající se veřejného prostoru, urbanismu, územního plánování a budoucí vize města Karlovy Vary. V neposlední řadě děkuji své rodině a kolegům za podporu a respondentům za čas strávený vyplňováním dotazníku.

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce pojednává o problematice změně klimatu. Popisuje příčiny, dopady změny klimatu a tvorbu adaptačních strategií na změnu klimatu. Přednostně je práce věnována opatřením na přizpůsobení se změně klimatu před opatřeními mitigačními. Aplikace mitigačních opatření je ve většině případů v moci vládních institucí. V práci jsou rozepsány adaptační opatření, větší prostor je dán především těm strukturálním. V další části jsou rozepsány nejdůležitější legislativní předpisy Evropské unie a České republiky.

Cílem práce bylo vytipování náchylných lokalit k projevům změny klimatu a navržení konkrétních opatření a strategie na změnu klimatu pro město Karlovy Vary, kterým se věnuje celá praktická část. Lokality pro návrh adaptačních opatření byly vybrány na základě výsledků dotazníku, který byl zaslán osobám pracujícím v oblasti životního prostředí, veřejného prostoru, urbanismu, územního plánování, regionálního rozvoje a osobám, které řeší konečné důsledky změny klimatu. Konkrétní adaptační opatření byla navržena ve dvou lokalitách a třetí návrh obsahuje celkovou modernizaci autobusových zastávek městské hromadné dopravy. Ve svých návrzích se autorka primárně zaměřila na aplikaci přírodě blízkých opatření. Důvodem je největší množství benefitů při využití tohoto typu opatření v městských podmínkách. V případě využití přírodě blízkých opatření lze s jistotou říci, že se zmírní tepelný ostrov města a město se tak stává pro své občany lépe obyvatelné. To je pro město lázeňského typu naprosto stěžejní.

Město Karlovy Vary prozatím nemá zpracovanou žádnou strategii na změnu klimatu. Tato diplomová práce je tedy první prací, která se adaptačními opatřeními na změnu klimatu v Karlových Varech zabývá.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

klimatická změna, strategie na změnu klimatu, adaptační strategie, adaptační opatření, přírodě blízká opatření

## **ABSTRACT**

The thesis analyses the climate change issue. It describes the causes and impacts of climate change as well as climate change adaptation strategies creation. The priority is given to climate change adaptation measures over mitigation ones. Mitigation measures are mostly adopted by government institutions. The thesis discusses adaptation measures with a focus on structural ones. The most important legislative regulations of the European Union and the Czech Republic are discussed as well.

The main goal is to identify locations which are prone to climate change impacts and propose specific climate change measures and strategies for the town of Karlovy Vary. These measures and strategies are discussed in the practical part of the thesis. The locations for the proposal of adaptation measures were selected based on the questionnaire survey which was distributed among people working in the field of environment protection, public space, urban planning, spatial planning, regional development and those dealing with the final consequences of climate change. Particular adaptation measures were proposed in two locations, and the third proposal suggests the overall modernization of public transport bus stops.

The author primarily focused on nature-based measures as they deliver multiple benefits in urban conditions. Nature-based measures are certainly very effective in reducing urban heat island effects and makes cities more liveable for their inhabitants. That is crucial for a spa town.

The town of Karlovy Vary has not implemented a climate change strategy yet. This thesis is therefore the first work that discusses climate change adaptation measures in Karlovy Vary.

## **KEYWORDS**

Climate change, climate change strategy, adaptation strategy, adaptation measures, nature – based solutions

# OBSAH

1	ÚVOD .....	1
2	CÍLE PRÁCE .....	2
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE .....	3
3.1	Základní pojmy.....	3
3.1.1	Počasí .....	3
3.1.2	Klima.....	3
3.1.3	Změna klimatu .....	4
3.1.4	Skleníkový efekt a skleníkové plyny .....	4
3.2	Projevy a dopady plynoucí ze změny klimatu.....	6
3.2.1	Sucho.....	6
3.2.2	Povodně a přívalové povodně .....	8
3.2.3	Vydatné srážky.....	10
3.2.4	Zvyšování teplot a vlny veder .....	11
3.2.5	Tepelný ostrov města .....	13
3.3	Legislativa v oblasti změny klimatu v ČR a EU .....	13
3.4	Typy adaptačních opatření .....	18
3.4.1	Rozdělení dle typu dopadů změny klimatu.....	21
3.4.2	Rozdělení dle typu hrozby .....	21
3.4.3	Rozdělení dle typu realizace .....	23
3.4.4	Rozdělení dle realizujícího subjektu .....	24
3.4.5	Rozdělení dle sektorů (oblastí zranitelnosti).....	25
3.5	Strukturální opatření.....	25
3.5.1	Umožnění zasakování vody .....	26
3.5.2	Výsadba stromů a zeleně .....	28
3.5.3	Zelené střechy a zdi .....	29
3.5.4	Zelené pásy a koridory.....	30
3.5.5	Zachytávání dešťových srážek.....	31
3.5.6	Stínící a chladicí zóny .....	32
3.6	Tvorba adaptačních strategií na místní úrovni .....	32
4	KARLOVY VARY .....	35
4.1	Charakteristika území .....	35
4.2	Adaptační strategie města.....	38
5	METODIKA .....	38
6	VÝSLEDKY .....	42



6.1	Vyhodnocení dotazníku.....	42
6.2	Návrh strategie na změnu klimatu pro město Karlovy Vary.....	50
6.2.1	Zelená opatření.....	51
6.2.2	Modrá opatření.....	52
6.2.3	Šedá opatření.....	54
6.2.4	Měkká opatření .....	55
6.3	Vybrané lokality pro návrh adaptačních opatření .....	56
6.3.1	Rozcestí u Koníčka .....	56
6.3.2	Modernizace autobusových zastávek.....	59
6.3.3	Budova 1. Mateřské školky Karlovy Vary - Studánka .....	60
7	DISKUZE.....	62
8	ZÁVĚR .....	64
9	PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	65
10	PŘÍLOHY .....	71

# 1 ÚVOD

Téma změny klimatu je v posledních letech často diskutovaným tématem. Nejedná se o nový problém, pro nás je historicky známé pravidelné střídání dob ledových a meziledových (Kalvová, Moldan, 1996). Avšak aktuální životní styl obyvatel planety Země urychluje některé procesy původně přirozené změny klimatu (IPCC, 2022).

Důvody častější diskuze na téma změny klimatu jsou zvyšující se četnost a intenzivnější se vyskytující projevy změny klimatu. Nejviditelnějšími projevy jsou například tání ledovců, vlny veder, povodně, sucho a nedostatek vody. Lidská činnost k těmto projevům dopomáhá především spalováním fosilních paliv, odlesňováním, některými průmyslovými procesy či chovem hospodářského dobytka (Schätzing, 2022).

Na území České republiky se změna klimatu nejčastěji projevuje ve městském prostředí formou vln veder, povodní, sucha a nedostatkem vody. Až 75% evropské populace žije ve městech a předpokládá se, že toto číslo v budoucnu ještě vzroste (Carter, 2011). Z tohoto důvodu je velice důležité, aby se města na častější a intenzivnější projevy změny klimatu připravila a v co možná nejkratším čase a největší míře adaptovala. Zranitelnějšími jsou města většího charakteru, kde jsou projevy změny klimatu umocněny tepelným ostrovem města. Proto města podnikají kroky k vypracování adaptačních strategií. Tvorba adaptačních strategií a aplikace adaptačních opatření vede ke zlepšení životního prostředí ve městech a zvyšuje kvalitu života obyvatel a návštěvníků města (Kabisch, et al., 2017).

Některá města v České republice již zpracované strategie na změnu klimatu mají, např. Praha, Cheb, Kadaň. Avšak Karlovy Vary, přestože se jedná o krajské město lázeňského typu a turisticky významnou lokalitu, stále zpracovanou adaptační strategií nedisponují. Adaptační opatření nereflektuje ani územní plán. Vzhledem k tomu, že by mělo mít každé město, které chce být odpovědné vůči svým občanům a životnímu prostředí, zpracovanou adaptační strategii a následně využívat adaptační opatření v praxi, bylo zvoleno toto téma k vytvoření diplomové práce.

## 2 CÍLE PRÁCE

Cílem práce je vytipování lokalit náchylných na projevy změny klimatu ve městě Karlovy Vary a navrnutí vhodných adaptačních opatření, které lze v těchto lokalitách aplikovat.

Vytipování lokalit náchylných na projevy změny klimatu proběhne formou dotazníkového šetření. V rámci dotazníkového šetření budou oslovené osoby profesně se zabývající dopady změny klimatu. Konkrétně budou osloveni pracovníci krajského úřadu Karlovarského kraje, pracovníci Magistrátu města Karlovy Vary, pracovníci Kanceláře architektury města Karlovy Vary, pracovníci České inspekce životního prostředí – pobočka Karlovy Vary a příslušníci Hasičského záchranného sboru - stanice Karlovy Vary. Návrh adaptačních opatření bude vycházet na základě znalostí místních podmínek, studia literatury a konzultací se zainteresovanými odborníky. Tyto návrhy budou zaměřeny primárně na přírodě blízká opatření, neboť tato opatření přinášejí i další benefity, než jen adaptaci na změnu klimatu, např. estetické přínosy.

Očekávaným přínosem této diplomové práce bude zpracování adaptační strategie a návrh opatření na změnu klimatu pro město Karlovy Vary, které žádnou takovou strategii zpracovanou prozatím nemá. Tuto práci lze tedy označit za první práci, která se bude adaptačním opatřením na změnu klimatu ve městě Karlovy Vary věnovat.

## **3 LITERÁRNÍ REŠERŠE**

### **3.1 Základní pojmy**

Pro uvedení do problematiky změny klimatu je nutné vysvětlit některé základní pojmy, které jsou klíčové pro pochopení a použití adaptačních opatření na změnu klimatu v konkrétních místech.

#### **3.1.1 Počasí**

Počasí lze označit jako okamžitý stav atmosféry nad konkrétním místem. Vývoj počasí je dán nelineární „chaotickou“ dynamikou, a nelze jej tedy předpovědět s určitostí na libovolně dlouhé období dopředu (Kalvová, Moldan, 1996).

#### **3.1.2 Klima**

Klima lze označit také jako podnebí a je definováno jako dlouhodobý stav počasí. Zjišťuje se měřením teploty, srážek, atmosférického tlaku a větru v delším časovém horizontu. Klima regionu je však výsledkem vzájemného působení několika dalších proměnných činitelů. Mezi které se řadí: zeměpisná šířka, nadmořská výška, topografie a vzdálenost oceánu nebo jiné rozsáhlé vodní plochy. Přestože je klima průměrný vzorec počasí, vyskytují se krátkodobé i dlouhodobé změny (Fry, 2012). Slovo klima pochází z řečtiny a vyjadřuje sklon či zakřivení. Není tím však myšleno sklon zemské osy, ale zakřivení a semknutost samotné Země. Klima je souhrnem všech počasí (Schätzing, 2022).

Jedná se o velice komplikovaný systém a v případě, že se snažíme pochopit průběh konkrétních procesů, musíme do něj zahrnout kromě atmosféry i oceány, mořský led, pevniny a jejich charakteristiky (vegetaci, ekosystémy), sněhovou pokrývku, pevninský led (ledovce Antarktidy, Grónska a horské ledovce) a hydrologie (řeky, jezera, povrchovou a podpovrchovou vodu). Proto je tento systém označován jako úplný klimatický systém, který je složen z pěti hlavních složek: atmosféra, hydrosféra, kryosféra, litosféra a biosféra (Kalvová, Moldan, 1996).

Veškeré složky úplného klimatického systému jsou heterogenní termo-dynamické otevřené systémy. Lze je definovat jejich chemickým složením, termodynamickým a mechanickými stavy. Termodynamický stav je definován např. teplotou, tlakem, hustotou, salinitou a mechanický stav např. rychlostí. Úplný klimatický systém si s okolním kosmem vzájemně proměňuje energii. V celém systému probíhá obrovské

množství procesů. Z toho vyplývá, že primární složky úplného klimatického systému jsou vystaveny nepřetržitým výměnám hmoty a energie (Kalvová, Moldan, 1996).

### **3.1.3 Změna klimatu**

Klimatické změny nelze vzít zpět a představují změnu podnebí, která probíhá v čase. Jsou jednosměrné, tím je myšleno, že se buď otepluje, či ochlazuje (Vysoudil, 2016). Změna klimatu probíhá jak přirozeně, tak antropogenně. Přírodními faktory jsou např. vulkanická činnost a dopady velkých asteroidů, při nichž je do atmosféry uvolňován oxid uhličitý a sopečný prach. V důsledku toho je do atmosféry vypouštěno větší množství skleníkových plynů a vzniklý prach zároveň redukuje množství slunečního záření, které dopadá na zemský povrch. Za posledních 150 let je však největším producentem emisí skleníkových plynů antropogenní činnost. V současné době lze konstatovat, že v případech, kdy se hovoří o změně klimatu, je určitě způsobena antropogenně. Je velice obtížné rozlišit část přirozenou a antropogenní (Kloz, 2014).

„Projevy a dopady změny klimatu jsou velmi široké a zahrnují změny ve fungování celého klimatického systému, změny v krajinné sféře i jejich jednotlivých složek. Nejvýraznější existující nebo očekávané projevy změny klimatu:

- zvyšování hladiny oceánů s dopadem zejména na pobřežní oblasti,
- změny kryosféry,
- změny na vodních zdrojích,
- narušení biologické diverzity a celých ekosystémů,
- problémy v zemědělské výrobě a v zabezpečení obyvatelstva potravinami v důsledku postupující desertifikace,
- zdravotní stav populace,
- produkce energie a průmyslová výroba, sídelní změny (Vysoudil, 2016).“

### **3.1.4 Skleníkový efekt a skleníkové plyny**

Zemská atmosféra je složena ze směsice plynů, a to z 78% celkového objemu z molekul dusíku, z 21% z celkového objemu z molekul kyslíku. 1% celkového objemu tvoří vodní pára, CO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> a další složky atmosféry (Kalvová, Moldan, 1996).

Základ skleníkového efektu je založen na jevu, kdy atmosférické skleníkové plyny vrací zpět na naši planetu vyzářené sluneční záření, které se odráží od zemského povrchu. Jinými slovy je vyzářené sluneční teplo zadržováno některými zemskými

plyny a ty mu nedovolí uniknout zpět do vesmíru. Tento proces vede k oteplování zemského povrchu (Kalvová, Moldan, 1996).

Mezi primární skleníkové plyny řadíme oxid uhličitý, který v důsledku jeho produkce způsobuje až 78% skleníkového efektu. Dále metan, který vyvolává skleníkový efekt až 20x vyšší než oxid uhličitý, avšak vzhledem k tomu, že jsou koncentrace metanu v atmosféře podstatně nižší, způsobuje jen asi 14% skleníkového efektu. Dále to jsou oxidy dusíku, které mají podíl na skleníkovém efektu asi 7% a zbylé 1% podílejícího se na skleníkovém efektu tvoří směs sulfátových aerosolů, troposférického ozonu a freony (Kloz, 2014). Tyto plyny jsou nazývány skleníkovými, neboť se jedná o radiační plyny, které vytvářejí určitou zástěnu pro tepelnou radiaci povrchu Země a způsobují tak nárůst teploty zemského povrchu (Kalvová, Moldan, 1996).

Existují však i skleníkové plyny, které byly vytvořeny lidskou činností. Umělé skleníkové plyny jsou známy pod označením freony a halogeny. Škála využití těchto látek je široká, avšak dříve byly freony využívány nejčastěji v chladírenském průmyslu. Ovlivnění na skleníkový efekt vyjádřené na hmotnostní jednotku je obecně mnohokrát vyšší než vliv přírodních skleníkových plynů na proces skleníkového efektů (Barros, 2006). První zákazy využití některých freonů nastalo v ČR již v roce 1995, zákaz použití dalších freonů byl platný od 2004 a úplný zákaz vstoupil v platnost na našem území roku 2015 (Smil, 2017).

Energetická bilance úplného zemského klimatického systému a změny klimatu jsou způsobeny měnícím se množstvím atmosférických skleníkových plynů a proměnlivost síly slunečního záření (Kloz, 2014).

Proces působících skleníkových plynů je pro naši planetu nezbytný, hrozbou je jeho slabost nebo nadměrná síla (Smil, 2017). Energie vydávaná z daného povrchu je dána teplotou daného povrchu a vyzařovací schopností. Za předpokladu, že povrch absorbuje dlouhovlnnou radiaci téměř beze zbytku, a podobá se tudíž tzv. absolutně černému tělesu, pak aby tento povrch vyzářil  $235 \text{ W/m}^2$ , musel by mít teplotu cca  $-19^\circ\text{C}$  (Houghton, 1997). Tato teplota je označována jako efektivní radiační teplota Země. Efektivní radiační teplota Země je mnohem menší, než teplota pozorovaná v blízkosti zemského povrchu. V případě, kdy si představíme absenci zemské atmosféry, byla by teoreticky teplota zemského povrchu blízká té radiační. Z toho

vyplývá, že by planeta Země byla s velkou pravděpodobností zmrzlá a úplně mrtvá, bez života (Kalvová, Moldan, 1996).

## **3.2 Projevy a dopady plynoucí ze změny klimatu**

Projevů změny klimatu je celá řada, avšak musíme chápat, že je těžké určit jejich předvídatelnost a v mnoha případech může nastat situace, kdy jsou si navzájem podmíněné. V současné době je však jejich intenzita a délka nepravidelná a nerovnoměrná. K aplikaci účinných adaptačních opatření je nutné přistupovat komplexně, strategicky a ve spolupráci skrz různé oblasti hospodářství a životního prostředí. Charakter a závažnost dopadů změn klimatu se neodvíjí pouze od projevů spojených se změnou klimatu, ale taktéž na expozici, zranitelnosti a odolnosti přírodních a lidskou činností ovlivněných systémů, které na sebe mají vzájemně vliv a působí na sebe (MŽP, ©2021).

Mezi nejčastější projevy změny klimatu patří zejména: dlouhodobé sucho, povodně a přívalové povodně, zvýšená teplota, extrémní meteorologické jevy (mezi které lze řadit: vydatné srážky, extrémně vysoké teploty a extrémní vítr) a přírodní požáry (MŽP, ©2021).

### **3.2.1 Sucho**

Sucho nelze definovat pouze nedostatkem srážek. Úhrny srážek po celé zeměkouli jsou rozprostřeny nestejně, některé části proto obdrží menší obsah srážek než jiné části světa. V globálním kontextu lze tedy říci, že podstata sucha je relativní pojem, kdy jeho definice je vždy založena na předpokládaném srážkovém úhrnu pro konkrétní oblast. Příkladem může být porovnání pojmu sucho v oblasti Velké Británie a Lybie. Ve Velké Británii je sucho definováno jako perioda minimálně 15 po sobě jdoucích dní, kdy nepadne žádné množství srážek. Naopak v Libyi musí být tato perioda dlouhá minimálně 2 roky, aby se mohlo jednat o období nazývané období sucha (Fry, 2012). Sucho a nedostatek vody nemusí být nutně pouze záležitostí sušších oblastí Evropy (Baroš et al., 2015).

Nejhůře snáší sucho ta území, která mají obvyklé množství vodních zásob v obvyklém časovém úseku. Trvalým suchem jsou sice postiženy pouštní území, avšak obyvatelé těchto území se již na takové podmínky adaptovali. Katastrofou se sucho stává v tom okamžiku, kdy se v určitém území předpokládané úhrny srážek nedostaví (Simons, 2010).

Obecně lze sucho definovat jako přírodní jev zapříčiněný nedostatkem úhrnu srážek, v jehož důsledku dochází k úbytku množství vody. Ve většině případů je sucho doprovázeno vysokými teplotami vzduchu, menší vlhkostí vzduchu, menší tvorbou oblačnosti, díky které je umožněno větší množství hodin slunečního svitu, které dopadá na povrch. Důsledkem působení této kombinace činitelů je vyšší evapotranspirace a ještě větší nedostatek vody (MŽP, ©2021).

Dopady sucha zasahují do velkého množství oblastí národního hospodářství. Hospodářskými odvětvími, které nejvíce trpí důsledky sucha, jsou zemědělství, lesnictví a vodní hospodářství (Brázdil, Trnka, 2015). Suchem a jeho důsledky mohou být negativně podporovány některé biologické procesy v hydrosféře (např. proces hniloby, nárůst množství nežádoucích vodních mikroorganismů, méně kyslíku obsaženého ve vodě). Tyto procesy mohou nežádoucím způsobem zhoršit jakost a dostupnost pitné, ale i užitkové vody ve zdrojích. To může mít v nejhorším případě za následek ohrožení zdraví a život obyvatelstva, pokles produkce v hospodářství, nárůst rizika vzniku a šíření požárů porostů. Dalšími velice negativními důsledky sucha je degradace zemědělské půdy, pokles produkční schopnosti plodin a zvýšená tendence k větrné a vodní erozi (Žalud et al., 2017).

Hrozby vyplývající z dlouhodobého období sucha mohou narušit život i běžného občana naší země. Avšak tento problém není obyvatelstvem vnímáno tak negativně, neboť občany sucho zasahuje většinou nepřímo a je tak často podceňováno. Dopady sucha a nedostatek vody se vyvíjejí pomalu a projevy nejsou tak zřejmé, jak je tomu u jiných přírodních úkazů. Území ČR je charakterizováno tím, že většina vody na našem území pochází ze srážkového úhrnu. Proto musí být v podmínkách ČR s vodou nakládáno sjednocujícím přístupem. Tento přístup se snaží zachovat jakost vody a zahrnuje vodu v krajině, v řekách, nádržích a naakumulovanou podzemní vodu a koordinuje, aby voda mohla být využívána jak občany ČR, tak pro účely hospodářských odvětví (Žalud et al., 2017).

Očekávané dopady spojené se suchem budou nejvíce viditelné v zemědělství. Dopady lze pozorovat především v primární produkci rostlinné výroby, a to jednak přímým ovlivněním růstu a vývoje rostlin (například změna trvání fenologických fází, výskyt chorob a škůdců), jednak následně změnou agroklimatických podmínek (Brázdil, Trnka, 2015). Dále jsou mj. suchem ovlivněny mechanismy a procesy, které jsou



stěžejní pro množství výnosů rostlinné výroby. Dalším dopadem je zvyšující se eroze půdy, kdy při vyšším množství srážek dopadajících na vyschlou půdu vznikají intenzivnější erozní projevy (Brázdil, Trnka, 2015).

Nejzávažnější očekávané dopady na oblast lesního hospodářství jsou rizika spjatá se změnou druhové skladby lesů, vegetační stupňovitosti, fotosyntézy, výskyt škůdců a houbových chorob a dále riziko častějších lesních požárů (Brázdil, Trnka, 2015).

Očekávané dopady na vodní hospodářství se týkají vyššího množství odtoku, menšího množství zásob podzemní vody a růst výparu ve všech ročních obdobích (Brázdil, Trnka, 2015).

### **3.2.2 Povodně a přívalové povodně**

Předpokládá se, že změna klimatu způsobí na mnoha místech nárůst množství úhrnu srážek. S tím jsou spjaty povodně, ke kterým dochází zejména dlouhotrvajícím hojným deštům. Při povodních nastává situace, kdy se dočasně zvýší hladina vodních toků nebo jiných povrchových vod (Simons, 2010). Povodně často působí četné škody na majetku i životech. Průběh povodně je závislý na několika proměnných, které jsou na sobě závislé a jejich hodnoty se od sebe odvíjejí. Především záleží na druhu povodně, hodnotě kulminačního průtoku, tvaru, objemu povodňové vlny a ročním období výskytu. Průtokový režim ovlivňuje umístění a tvar povodí a určuje, jaký charakter ploch v povodí bude převažovat (Just et al., 2005).

Povodně v podmínkách České republiky a jejich původ závisí majoritně na hydrologických příčinných jevech, které se v daný čas vyskytují na daném území. V případech řeky Ohře (okolí nádrže Skalka), řeky Lužnice (soubor rybníku okolo Třeboně), řeky Dyje (přítok do nádrže Vranov) a řeky Stěnava (území hranic s Polskem) je možnost povodní přicházejících ze sousedních států České republiky (MŽP, ©2021).

V podmínkách České republiky lze rozeznat vícero typů povodní, které se od sebe různí především na základě mechanismu původu (MŽP, ©2021).

Prvním typem jsou zimní a jarní povodně. Tento typ povodní vzniká táním sněhu, často ve spojení s četným úhrnem srážek. Častý výskyt tohoto druhu povodní lze spatřit na vodních tocích v horských a podhorských oblastech, kdy dále pokračují do mohutnějších toků nacházející se v nížinách. Značné problémy tento typ povodní může

způsobit v tom případě, kdy větší množství sněhové pokrývky pokrývá taktéž střední a nižší polohy území. Z pohledu změny klimatu a nadcházejících scénářů lze spíše předpokládat, že na zimních a jarních povodní se budou podílet spíše čestnější srážkové úhrny než tání sněhové pokrývky (MŽP, ©2021).

Druhým typem jsou zimní ledové povodně. Při tomto typu povodní je zásadní značně omezený průtočný profil a to i při již relativně malém průtoku. Jedná se o ledové jevy vyskytující se např. na řekách Ohře, Berounka, Otava, Sázava, aj. Vzhledem k tomu, že jsou za poslední roky mírnější zimy, tento typ povodní se příliš často nevyskytuje (MŽP, ©2021).

Třetím typem jsou letní povodně, které jsou zapříčiněny dlouhodobými lokálními dešťovými srážkami. Těmito i několika denními srážkami jsou často postihovány relativně rozsáhlé oblasti. Tyto povodně jsou občas tvořeny několika po sobě jdoucími povodňovými vlnami. Zasahují střední a dolní části toků a způsobují zde velké škody (MŽP, ©2021).

Dalším typem jsou přívalové povodně, které jsou zapříčiněny krátkodobými dešťovými srážkami, avšak jsou charakteristické svou silnou vydatností. Nejčastěji se vyskytují v letním období a na menší ploše. Charakteristickými vlastnostmi jsou rychlý nárůst hladiny vody a následné rychlé snížení vodní hladiny. U tohoto typu povodní hraje obrovskou roli schopnost půdy zadržovat tyto intenzivní dešťové srážky. To je podmíněné typem vegetačního pokryvu, nebo zda jsou aplikována funkční protierozní opatření. Ovlivňujícím faktorem je i momentální situace nasycení půdního pokryvu dříve spadlými úhrny srážek. S předpokládanými scénáři změny klimatu lze predikovat, že tento typ povodní bude v našich podmínkách nejčastější (MŽP, ©2021).

Povodně jako takové jsou v České republice z pohledu přímého nebezpečí ohrožení životů a přímého rizika majtkové újmy tou největší hrozbou. V tomto ohledu je klíčová obnova a následné udržování účelného ekosystému tak, aby byla voda v krajině zadržována efektivně a funkčně. Nastavení a realizace přírodě blízkých opatření, ale i opatření technického protipovodňového charakteru v těch územích, které jsou povodněmi vystaveny nejvíce. Důležitá je i prevence, která vychází především z předběžné opatrnosti při územním plánování, předpovědní službě, aj. (Žalud et al., 2017).

Zcela zásadní pro nadcházející srážkový režim bude rozvoj režimu srážek především v letních měsících a změny týkající se jejich časového rozložení a vydatnosti. Díky těmto proměnným nejsou však pro tuto chvíli predikující klimatické modely zcela jisté. Lze očekávat, že proti očekávanému zvýšení vydatnosti extrémních dešťů bude mít vliv nárůst letní teploty vzduchu (Pondělíček, 2013). Obecně však lze konstatovat, že není možné působení již probíhající změny klimatu na četnosti výskytu a vydatnost povodní v podmínkách České republiky s určitostí kvantifikovat (Žalud et al., 2017).

Aktuálně neexistují materiály, na základě kterých by se mohla uskutečnit výrazná změna, co se týká povodňového režimu, jako důsledku změny klimatu. Z tohoto důvodu budou i nadále povodně nejspíše nejvýznamnějším přírodním nebezpečím v České republice. Rizika negativních dopadů týkajících se povodní, se budou v nadcházejících letech odvíjet od antropogenní činnosti, která se však jen obtížně odhaduje. Antropogenní činností je v tomto smyslu např. jaké postupy se zvolí při hospodaření v krajině. Dále záleží na změně expozice a zranitelnosti, mj. zda se bude zahajovat výstavba v místech ohrožených záplavami, zda budou provedeny protipovodňová opatření, atd. V rámci prevence by mělo docházet k co nejmenšímu střetu povrchového odtoku při povodních a možným zdrojem znečištění (Brázdil, Trnka, 2015).

Mezi hlavní dopady povodní a přívalových povodní řadíme vysoké riziko újmy na životech obyvatel, psychickém a fyzickém zdraví a majetkové újmy. Dalším dopadem je riziko funkčního ohrožení kritické infrastruktury – zejména energetiky a zásobování pitnou vodou. Dalším dopadem jsou četné škody způsobené v hospodářství a veřejné infrastruktuře, mohou být omezeny či úplně přerušeny služby a dodávky z dopravních a technických sítí. Velkým rizikem je znečištění zdrojů pitné vody a celkově ohrožení týkající se vodohospodářské infrastruktury. Dále může být poškozena vegetace a může být omezen přístup na pozemky, které jsou využívány k produkci plodin. Velkým rizikem je ohrožení ekosystémů a jakosti vod a půdy při mimořádné situaci úniku nebezpečných chemických látek. Na svažitéch plochách, kde nejsou vhodná protierozní opatření, je zvýšen riziko sesuvů a odnosu půdy (MŽP, ©2021).

### **3.2.3 Vydatné srážky**

Díky měnícímu se atmosférickému oběhu dochází k nárůstu průměrných teplot a rychlejšímu odpařování, které způsobují i proměnu celého srážkového systému.

Změny ve srážkovém systému jsou s ohledem na danou lokalitu různé (Fry, 2012). Vydatné srážky jsou typické vysokou vydatností dešťových či sněhových srážek v zastavěné části území obce. Za vydatné srážky považujeme v podmínkách České republiky velmi přibližně 30 mm spadlých srážek za 1 hodinu, dále 45 mm srážek za 2 hodiny, dále 55 mm srážek za 3 hodiny a 60 mm za 4 hodiny (MŽP, ©2021).

V důsledku vydatných srážek může dojít až k zaplavení níže položených území, míst ležících pod zemským povrchem a dále může dojít ke zvýšení hladiny ve vodních tocích. Náchylné lokality jsou především ta území, kde je půda zpevněná, minimálně propustná, nebo nasycená (Vysoudil, 2016).

Nejvydatnější srážky připadají na květen až srpen, naopak nejméně vydatné deště připadají na období od ledna do března. V letních měsících můžeme pozorovat častější bouřkové srážky, které však nemají dlouhodobou tendenci. Zpravidla zasahují menší oblasti, avšak co se týká vydatnosti, ta může být velmi vysoká. Velmi často se při bouřkách objevují také další meteorologické jevy, jako je silný nárazový vítr, elektrické výboje a krupobití (MŽP, ©2021).

Možné scénáře změny klimatu predikují, že vyšší přítomnost a vydatnost srážek bude stále častějším jevem a stanou se tak obvyklými. Velké riziko zranitelnosti lze očekávat především v osídlených územích, která jsou často typická málo propustným povrchem. Z tohoto důvodu lze konstatovat, že mohou nastávat nahodilé situace, kdy budou přetíženy kanalizační systémy, kdy tyto systémy nebudou schopny pojmout takové množství a může dojít až k zaplavení okolního terénu a dalších prostorů (MŽP, ©2021).

Málo propustné povrchy, které jsou typické pro městskou zástavbu, často způsobují újmy na majetku. Ačkoliv lze zdárně v mnoha případech předpovídat meteorologické podmínky, které jsou vhodné k tvorbě vydatných srážek, nelze již přesně definovat přesné umístění výskytu, dobu trvání ani vydatnost tohoto jevu. Z těchto důvodů je naprosto klíčové zvyšovat retenci vody v území navržením vhodných adaptačních opatření (Vysoudil, 2016).

#### **3.2.4 Zvyšování teplot a vlny veder**

Období vln veder lze definovat takovou situací, kdy se aktuální teplota pohybuje nad průměrnou hodnotou pro daný časový úsek. Vytvářejí se, když se vzdušná masa

odchyluje od své obvyklé polohy a to po dobu několika dnů až týdnů. Dalšími činiteli, které vedro negativním způsobem ovlivňují, jsou deficit oblačnosti a suchá půda (Fry, 2012). Zvyšování teploty vzduchu je primárním činitelem změny klimatu, který je úzce spjat se vznikem a intenzitou jiných projevů - především sucha a výskytu vln veder. Často působí současně. Od roku 1961 byl rok 2018 doposud nejteplejším rokem na území České republiky (MŽP, ©2021).

Scénáře změny klimatu predikují v nadcházejících letech další nárůst průměrné teploty vzduchu na území České republiky. Toto oteplení se taktéž projeví v očekávaném zvýšení počtu tropických dní. Za tropický den je považován takový den, kdy maximální denní teplota vzduchu přesáhne 30°C (MŽP, ©2021).

Teplota se zvýší v celé ČR, avšak již dnes máme v rámci republiky oblasti, kde jsou ročně vyšší teploty než v jiných oblastech země. Jedná se především o jižní a střední Moravu, Ostravskou pánev a Polabí. Na těchto místech republiky lze předpokládat mírnější zimy s menší sněhovou pokrývkou. Lze ale taktéž předpokládat, že bude nárůst proměnlivosti průměrné denní teploty s častějšími teplotami, které budou přesahovat 0°C. Předpokládá se snížení množství mrazivých a ledových dnů a naopak zvýšený počet dnů letních a tropických. To vše se však bude lišit dle daného území (Vysoudil, 2016).

Výše uvedené má za následek dlouhodobé transformace prostředí, kdy je touto transformací myšleno konkrétně např. změna vegetačního stupně a změna agroklimatických podmínek, které jsou stěžejní pro stanovení výrobních území. Mohou se také časově změnit vývojové fáze fauny a flóry. Ačkoliv dojde k prodloužení vegetačního období, dojde spíše k poklesu délky tohoto období a to z důvodu častého výskytu sucha. Tento jev lze spatřit již v letech 2015 a 2018, kdy některá flóra ukončila růst dříve v důsledku extrémního výskytu sucha. Díky zvyšujícím se teplotám vzduchu dochází k nárůstu mineralizace půdy – zejména se více uvolňuje dusík, fosfor a uhlík z organické hmoty (Brázdil, Trnka, 2015).

Jak již zde bylo zmíněno, dalším z dopadů je nebezpečí změny vegetačních stupňů. Zvyšující se teplotou mohou chřadnout porosty, především jejich náchylnější a citlivější části (Reyer et al., 2014). Dále je zde zvýšené nebezpečí šíření nepůvodních invazivních druhů, které mohou působit negativně, co se týká vyváženosti celého ekosystému. Problémem může být také nárůst počtu přenašečů infekcí a jiných

patogenů. Zvyšující se teplota má dále neblahý vliv i na nárůst množení choroboplodných zárodků (MŽP, ©2021). Dalším negativem je snižující se výnosnost zemědělských plodin a dostupnost vodních zdrojů. Dalším dopadem je riziko změny odtokového vodního režimu v krajině. Predikuje se zvýšený odtok vody v zimních měsících a naopak snížení odtoku vody v těch zbylých obdobích roku. Zdroje pitné vody mohou být hůře dostupné, méně kvalitní a celkově jejich množství může být sníženo. Se zvyšující se teplotou dále souvisí zhoršená jakost koupacích míst a celkové snížení množství vody ve vodních tocích a nádržích (Fry, 2012).

Velkou hrozbou jsou krátké zimy a zhoršení přírodních podmínek pro aktivity a zájmy oblasti cestovního ruchu, které nelze provozovat bez souvislé sněhové pokrývky. Dalším aspektem je nárůst vlivu tepelných ostrovů sídel na obyvatelstvo a modrozelenou infrastrukturu. Dalším dopadem je negativní vliv na kvalitu zeleně umístěné v urbanistické oblasti, která zde byla aplikována za účelem ekosystémových služeb, které mohou být v důsledku zvyšující se teploty omezeny. Nárůst teploty však může být pro některé oblasti i příležitostí, například v rozvoji vinařství a s ním spojené turistiky (MŽP, ©2021).

### **3.2.5 Tepelný ostrov města**

Tepelný ostrov města je způsobený nebezpečnou akumulací tepla, které vzniká v důsledku vln vysokých teplot. Největší podíl na tomto jevu má velké množství nepropustných povrchů. Do této kategorie se řadí většina uměle vytvořených povrchů (např. asphalt, beton či souvislá zástavba) (Baroš et al., 2015). Vlivem tepla se tyto nepropustné povrchy často přehřívají a jejich pohlcování je velké. Naakumulované teplo poté vyzařuje do okolí, především v noci (Kabisch, et al., 2017).

V důsledků častějších vln veder a tepelného ostrova města dochází k častějším kolapsům a úmrtím rizikových skupin občanů a také k újmám na městské infrastruktuře (Runhaar et al., 2012). Dalšími důsledky jsou horší produktivita práce, zhoršení kvality vysazené zeleně, vyšší nároky za zalévání, vyšší spotřeba vody, snížení jakosti vody (Kabisch, et al., 2017).

## **3.3 Legislativa v oblasti změny klimatu v ČR a EU**

Legislativa České republiky v problematice změny klimatu vychází z majoritní části z mezinárodních dohod, úmluv a legislativy Evropské Unie. Na globální úrovni se

jedná především např. o Pařížskou dohodu, z úrovně EU např. Zelená dohoda pro Evropu a soubor opatření Fit for 55 (MŽP, ©2021).

Hlavní události v oblasti změny klimatu bylo přijetí *Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu* (UNFCCC = United Nations Framework Convention on Climate Change) na Konferenci OSN o životním prostředí a rozvoji. Tato konference se uskutečnila v brazilském městě Rio de Janeiro a to v roce 1992 (Barros, 2006). Právě v tomto období celosvětový zájem o změnu klimatu prudce vzrostl (World bank group, 2011). Jednání neprobíhala hladce, již na této konferenci měli hlavy zúčastněných států velice rozdílné názory. Evropské státy a velká část dalších států chtěly nastavit opatření, která by vedla k redukci skleníkových plynů (Barros, 2006). Lze říci, že podání Úmluvy je velice obecné a cíle nejsou nijak konkrétní. Faktické určení hodnot redukce skleníkových plynů ustanovil až Kjótský protokol. Samotnou Úmluvou nejsou vytyčené určité závazky snížení skleníkových plynů, avšak přijetím této úmluvy se země zavázaly, že docílí úrovně emisí znečišťujících látek oxidu uhličitého a jiných skleníkových plynů na úroveň roku 1990 (Damohorský, 2010).

Aktuálně má Úmluva celkem 198 smluvních stran. K podpisu Úmluvy ze strany České republiky došlo dne 13. 6. 1993 a ratifikována byla 7. 10. 1993. Česká republika byla třicátou šestou vytyčeny stranou, která Úmluvu přijala (Barros, 2006).

Pilíři Úmluvy jsou 4 primární principy. Prvním principem je princip mezigenerační spravedlnosti. Tento princip říká, že by měl být klimatický systém hájen nejen v dnešní době, ale zaměřit bychom se měli i na to, aby byl klimatický systém chráněn pro generace budoucí. Dalším principem je princip společné odpovědnosti. Tento princip je postavený na názoru, že nejvíce zodpovědné za zvyšující se atmosférické koncentrace skleníkových plynů nesou ekonomicky vyspělé země a úkol těchto zemí je poskytnout podporu rozvojovým státům. Dalším principem je nutnost ochrany primárně těch lokalit na Zemi, které mají větší predispozice k negativním dopadům klimatických změn. Posledním hlavním principem je princip tzv. předběžné opatrnosti. Tento princip slouží především k obhajobě opatření EU ve prospěch ochrany životního prostředí v těch situacích, kdy vědecké znalosti nejsou zcela a bez pochybností podloženy kauzálním vztahem mezi predikovaným rizikem a reálným aktuálním poškozením (Damohorský, 2010). Právním rámcem pro redukci skleníkových plynů jsou Kjótský protokol a Pařížská dohoda.

*Kjótský protokol* (Dále jen „KP“) byl podepsán v prosinci roku 1997 v japonském Kjótu na Třetí konferenci smluvních stran (Barros, 2006). Účinnost Kjótského protokolu nastala 16. 2. 2005, přijat byl již v prosinci roku 1997. Česká republika Protokol signovala 23. 11. 1998 a ratifikovala dne 15. 11. 2001 (Damohorský, 2010).

KP byly státy rozděleny na dvě kategorie. Součástí první kategorie byly rozvojové a evropské postkomunistické země, které jsou uvedeny v Dodatku B KP. Druhou kategorií tvořili ostatní země. Prvním státům se cíle stanovily ve vazbě k roku 1990. Postkomunistické země si za referenční údaje mohly zvolit rok pozdější. Země, které byly přidružené Dodatku B, přislíbily svými závazky, že během prvního období zredukují své roční emise o 5% ve vztahu k roku 1990. Ostatní státy nepřislíbily žádné závazky ke kvantifikovaným povinnostem. Prvním kontrolním obdobím pro plnění závazků byly určeny roky 2008-2012. Avšak již před tímto ustanoveným kontrolním obdobím měly země projevit, že již probíhá snaha o naplnění těchto závazků. Vzdálenější časový úsek byl stanoven z důvodu očekávané technologické transformace nezbytné pro redukci emisí za aktuální redukce nákladů – tzn. nové technologie, by měly mít větší míru efektivity. Státy stanovené Dodatkem B mají stanoveny cíle menší. Zohledňuje se zde mj. způsobilost tyto závazky naplnit (Barros, 2006).

Dodatkem Protokolu, který byl schválen v roce 2012, bylo ustanoveno další kontrolní období, tentokrát 8 leté, kdy se členové Evropské Unie zavázaly, že emise skleníkových plynů do roku 2020 sníží o 20% emisí skleníkových plynů, které byli v roce 1990. Avšak k navazujícímu kontrolnímu období se připojila pouze část států a KP není relevantní pro rozvojové země a rozvíjející se ekonomiky. Proto byla celková redukce skleníkových plynů do roku 2020 pouze o 15% celosvětových emisí skleníkových plynů (MŽP, ©2021).

KP byl nahrazen po roce 2020 *Pařížskou dohodou* (dále jen „Dohoda“), která byla přijata smluvními stranami v prosinci roku 2015. V porovnání s KP Dohoda ukládá povinnost určit si hodnotu redukčních příspěvků tak, aby byly dosaženy cíle Dohody, kromě rozvinutých zemí i zemím rozvojovým. Dále Dohoda definuje dlouhodobý cíl ochrany klimatu (MŽP, ©2021).

Vzhledem ke zvyšujícím se nejistotám v oblasti změny klimatu založila v roce 1988 Světová meteorologická organizace a Program Organizace spojených národů (OSN)



pro životní prostředí tzv. *Mezivládní panel pro změnu klimatu* (Intergovernmental Panel on Climate Change, neboli IPCC)(Kalvová, Moldan, 1996).

Jedná se o nezávislý orgán UNFCCC, který je uznáván jako jeho vědecký poradce. Pověřila jej shromažďováním vědeckých poznatků, zkoumáním a zpracováním některých současných otázek. Především zodpovězení otázek týkající se pochopení a poznání základních principů vývoje změny klimatu a dále vyhodnocení všech environmentálních a sociálních hrozeb, které změna klimatu přináší. Ačkoliv se jedná o mezinárodní orgán, jeho fungování probíhá do značné míry autonomně a to kvůli realizaci svých vědeckých poznání. IPCC vydává tzv. Hodnotící zprávy (Barros, 2006). Do konce roku 2022 Panel vydal celkem šest hodnotících zpráv. Zpráva zpřesňuje informace, které již víme z předchozích zpráv. První část 6. hodnotící zprávy byla vydána v srpnu roku 2021, druhá zpráva byla zveřejněna začátkem roku 2022 a třetí část v srpnu 2022 (IPCC, 2022).

První část shrnuje vědecké poznatky, které jsou spojeny s fyzikální podstatou změny klimatu. Jsou zde uvedena data např. o teplotách, množství srážek, dynamika ledovců, citlivosti klimatu, atd. Hlavními tématy jsou: do jaké míry je dnes jisté, že za změnu klimatu může člověk, dále uhlíkový rozpočet, scénáře budoucího vývoje a extrémním projevům počasí a jejich souvislosti s klimatickou změnou a interaktivní regionální atlas (IPCC, 2022).

První část 6. hodnotící zprávy byla vydána v srpnu roku 2021. Závěr zprávy hovoří o tom, že je jednoznačné, že lidé svým vlivem oteplili atmosféru, oceán a pevninu. V této zprávě se již nepracuje s pravděpodobností, ale jedná se již o vědecky podložený fakt (IPCC, 2022).

Další stěžejní oblastí je výpočet a metodologie uhlíkového rozpočtu. Ukazuje se, že míra oteplení je přímo úměrná množství vypuštěného CO<sub>2</sub>. Nezávisle na tom, kdy CO<sub>2</sub> bude vypuštěno. Zpráva doslova říká, že každých 1000 gigatun CO<sub>2</sub> povede k oteplení o 0,45 °C. Čím více fosilních paliv spálíme, tím více se oteplí. Jestliže tedy chceme, aby se teplota nepřekročila určitou mez, musíme si určit uhlíkový rozpočet. Uhlíkový rozpočet tedy hovoří o tom, kolik můžeme vypustit CO<sub>2</sub> do atmosféry, pokud nechceme překročit určité oteplení. Při 66% pravděpodobnosti, že udržíme oteplení pod hranici 1,5 °C, můžeme vypustit pouze 400 gigatun CO<sub>2</sub>. Nyní se vypouští cca 40

gigatun CO<sub>2</sub> ročně, je tento rozpočet při současném vypouštění CO<sub>2</sub> cca na 10 let (IPCC, 2022).

Dále jsou součástí zprávy scénáře budoucího vývoje, které se mezi sebou liší mírou globální spolupráce a ochotou jednotlivých zemí klimatickou změnu řešit. Liší se výslednými emisemi skleníkových plynů a tedy i výsledným oteplením. Tyto scénáře tedy neobsahují pouze emise, ale obsahují i další společenské a ekonomické parametry. V oblasti extrémních událostí se věda za posledních 7 let podstatně posunula. A to jak v modelování, tak v atribuci. Atribuce znamená posouzení, jestli by se daná událost mohla stát i bez klimatické změny, přirozenou variabilitou. Anebo jestli lze přisoudit, tedy s určitostí říci, že danou událost způsobila klimatická změna. To lze v takových případech, kdy by se ve světě bez klimatické změny taková událost v podstatě nemohla odehrát. Hlavní zjištění v oblasti vlny veder bylo takové, že událost, která by se udála bez klimatické změny, by nastávala jednou za 10 let. Nyní při oteplení o cca 1°C nastává 3x za 10 let. V době, kdy by bylo oteplení o 2°C by tento jev nastal 6x za 10 let. Dle zprávy bude v roce 2100 planeta o 1,4°C až 4,4°C teplejší v závislosti na omezení emisí skleníkových plynů obyvatelstvem. V Pařížské dohodě je uveden závazek, že se lidstvo pokusí udržet oteplení pod hranici 1,5°C. Už nyní se tento jev objevil, avšak je důležité, jestli se tento jev bude stávat pravidelně, či ojediněle (IPCC, 2022).

Dále lze ze zprávy dovodit, že lze obecně říci, že klimatická změna zintenzivňuje vodní cyklus. Což znamená, že v případě srážek nastanou větší srážky a v případě sucha nastane extrémnější sucho. V tomto však hraje majoritní roli konkrétní uvažované místo na planetě. Ledovce se zmenšují, rozsah zalednění na konci léta roku 2021 se od roku 1979 snížil o 2 mil. km<sup>2</sup>, tedy cca o plochu 25 celých Českých republik. I přestože se dosáhne uhlíkové neutrality, je vědecky podloženo, že bude tání ledovců a růst hladin světových oceánů pokračovat několik dalších stovek let (IPCC, 2022).

Závěr zprávy dále konstatuje, že změny, které nyní prožíváme, jsou nevratné, teploty se do teplot, které byli kolem roku 1800, nevrátí. Avšak zpráva nehovoří o tom, že by měl nastat celosvětový nelineární přechod, tedy nelze očekávat žádnou novou dobu ledovou (IPCC, 2022).

Druhá část se zaměřuje na dopady změny klimatu a na možné adaptace na měnící se klima a také možnosti mitigace, tedy jak klimatickou změnu zastavit. Závěr zprávy konstatuje, že adaptace sama o sobě nestačí, změnu klimatu musíme zastavit. Mezi nejvíce zranitelné oblasti patří a v budoucnu bude patřit Afrika, Jižní Asie, Jižní a Střední Amerika, malé ostrovy a Arktida. Evropa a Severní Amerika na tom bude v porovnání s jinými částmi světa relativně dobře, ztráty v našich zeměpisných šířkách budou spíše ekonomického charakteru (IPCC, 2022).

Zpráva dále popisuje i limity adaptací – tvrdé a měkké limity. Tvrdé limity jsou limity vzniklé změnou přírodních podmínek, které když jednou proběhnou už jejich stav nelze vrátit zpět. Např. nedostupnost vody na malých ostrovech – v případě, kdy stoupne vodní hladina, a zásobníky podzemní vody budou zasolené, nezáleží kolik peněžních prostředků investujeme do adaptačních opatření, pitná voda nebude. Měkké limity jsou spojené s fungováním lidské společnosti, např. jaká adaptační opatření v záplavovém území lze aplikovat v případě, že rodina nemá finanční prostředky (IPCC, 2022).

### **3.4 Typy adaptačních opatření**

Vzhledem k tomu, že v několik posledních dekadách se zvyšují každoroční škody, které jsou způsobeny hydrometeorologickými extrémami, je naprosto klíčové pro udržitelný rozvoj společnosti aplikace mitigačních a adaptačních opatření na změnu klimatu (Pondělíček, et al., 2016). Evropa je silně urbanizovaný kontinent. Až 75% obyvatel Evropy žije ve městech a předpokládá se, že toto číslo bude v budoucnu ještě vyšší. Rozrůstání měst má za následky vyšší spotřebu energie a vody, vyšší nároky na využívání půdy a spoustu dalších (Carter, 2011). Města s vysokou koncentrací obyvatel budou čelit pravděpodobně největším ekonomickým dopadům, které zapříčinila změna klimatu (Kabat et al., 2005). Povědomí o změně klimatu ve společnosti jde rychlými kroky kupředu. Výzkum se posunul od odhadování dopadů a zranitelnosti na zjištění jak zmírnit dopady k plánování a navrhování adaptačních opatření (Wise, 2014).

Adaptační opatření poskytují těm nejvíce náchylným složkám přírodního či lidského systému přizpůsobení se změně klimatu a důsledkům z ní vyplývajícím. Vzhledem k tomu, že ani aplikace těch nejpřísnějších opatření nepomohou zabránit dopadům změny klimatu, je aplikace opatření nutná (Kloz, 2014).

Ačkoliv tato podkapitola pojednává o typech adaptačních opatření, bude pro ucelený přehled v dalších řádcích stručně vysvětleno, co jsou mitigační opatření.

Mitigační opatření jsou taková opatření, která zmírňují příčiny (Pondělíček, et al., 2016). Tato opatření jsou zaměřena na redukci úrovně skleníkových plynů, tj. redukci jejich emisí. Nevýhodou je, že účinek mitigačních opatření se projevuje až za delší časový úsek, avšak jedná je o úplné řešení. Mají pomalejší účinek, avšak za to velkou účinnost. Příklady mitigačních opatření jsou: snižování spotřeby paliva ve vozidlech, úspory energie, rozvoj hromadné dopravy, metody pěstování plodin, kompostování organického odpadu (Kloz, 2014).

Na rozdíl od adaptačních opatření, jejichž účinek je rychleji viditelný, avšak při nižší účinnosti. Adaptační opatření jsou taková opatření, která pomáhají přizpůsobit se změně klimatu. Implementace a včasné využití těchto opatření je klíčové jak na globální, národní, tak na místní úrovni (Kloz, 2014).

„Adaptační opatření by měla být zaměřena zejména na:

#### *Zadržování vody v krajině*

- revitalizace vodních toků a vodohospodářských systémů, vedoucí ke zvyšování možnosti zadržení vody v krajině;
- rozčleňování krajiny, tj. budování a obnova remízků, mezi a hájků, vytváření biokoridorů apod.;
- zachytávání dešťové vody u objektů (vsakovací jámy, podzemní i střešní nádrže, zatravnění, apod.);

#### *Zlepšení kvality vody*

- ochrana oblastí přirozené akumulace vod;
- ochrana povrchových i podzemních vod před znečišťováním a omezení možnosti jejich kontaminace.

#### *Protipovodňová opatření*

- úprava toků (obnovení meandrů, rozvolnění umělých koryt apod.);
- rozšiřování a vytváření mokřadů, lužních lesů a luk v záplavových zónách (umožnění rozlévání povodní);
- budování, obnova a revitalizace rybníků;
- budování dešťových nádrží a tam, kde je to možné, též průtočných malých vodních nádrží;
- budování místních ochranných hrází kolem obcí;
- umožnění rozlití vody do zátopových řek (budování suchých poldrů);
- odstraňování zábran vsakování vody do půdy.

#### *Změny v zemědělství*

- změny v pěstebních postupech a v pěstovaných odrůdách zemědělských plodin;
- využití agrotechnických metod vedoucích ke snižování ztrát půdní vlhkosti, k obnově úrodnosti půdy;
- zvyšování stability půdy a snižování jejich poškozování erozí;
- vytváření biopásů na orné půdě;
- rozšiřování zavlažovacích systémů především pro pěstování speciálních plodin.

#### *Zlepšení hospodaření v lesích*

- dlouhodobé plánování struktury lesních porostů a jejich druhová diversifikace a změny v těžebních postupech v lesních ekosystémech;
- vývoj účinných prostředků k eliminaci výskytu houbových chorob, výskytu škodlivého hmyzu a infekčních nemocí (Kloz, 2014).“

V říjnu roku 2015 vláda České republiky schválila Strategii přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR. V září 2021 vláda ČR schválila její první aktualizaci, a to pro období 2021-2030. Na tvorbě tohoto dokumentu se podílelo několik rezortů a zastřešovalo ji Ministerstvo životního prostředí. Nelze však opomenout, že na tvorbě strategie se podílely i další instituce jako je např. Český hydrometeorologický ústav. Adaptační strategie byla zpracována v souladu s Adaptační strategií EU, avšak logicky je zpracována s ohledem na aktuální měřítko a podmínky České republiky. Implementačním dokumentem je Národní akční plán adaptace na změnu klimatu (MŽP, ©2021).

V této strategii Ministerstvo životního prostředí navrhuje realizaci více jak 300 adaptačních opatření v 10 sektorech. Tato opatření je však nutné pro větší přehlednost a efektivní použití dále selektovat, klasifikovat a třídit. Cílem zpracování je vytvoření ideálních a efektivních opatření, která lze aplikovat v malých a středních městech ČR a snaha motivovat tato města k vytvoření adaptačních strategií. Souhrnná databáze kvalitních a klasifikovaných adaptačních opatření a následný výběr vhodných z nich jsou na místní úrovni stěžejním faktorem minimalizace tvorby adaptací, které jsou neefektivní či úplně nefunkční (MŽP, ©2021).

Nabízí se celá řada příznačných vlastností, jak daná opatření charakterizovat a také celá řada hledisek, dle kterých opatření uspořádat. V následujícím textu budou uvedeny hlavní přístupy k selekci adaptačních opatření. Adaptační opatření třídíme:

- dle typu dopadů změny klimatu,
- dle typu hrozby,

- dle typu realizace,
- dle realizujícího subjektu,
- dle sektorů (oblasti zranitelnosti) (Pondělíček, et al., 2016).

#### **3.4.1 Rozdělení dle typu dopadů změny klimatu**

Dle tohoto dělení členíme dopady na změnu klimatu na spíše pozitivní, neboli příležitosti a na spíše negativní, neboli hrozby. Jak na spíše pozitivní dopady, tak na spíše negativní dopady se na změnu klimatu lze svým způsobem přizpůsobit. U spíše pozitivních dopadů změny klimatu hovoříme zejména o krocích vedoucích k účinnému využití příležitostí. U spíše negativních dopadů na změnu klimatu se hovoří především o krocích vedoucích k redukci hrozeb. Z pohledu peněžních prostředků se jedná o takové postupy, které napomáhají zvyšovat či snižovat ztráty (Pondělíček, et al., 2016).

Z určitého hlediska může být celá řada dopadů změny klimatu chápána pozitivně a tato řada dopadů tak může představovat možnou využitelnou příležitost. Vzhledem k tomu, že Česká republika je spíše zaměřena na adaptace na nepříznivé dopady, není potenciál využití příležitostí dopadů změny klimatu naplněn. Tento potenciál lze nalézt např. v oblastech cestovního ruchu, průmyslu, energetiky a zemědělství. Z tohoto úhlu pohledu hovoříme především o obchodní příležitosti – např. v oblasti vývoje zelené ekonomiky, úsporných technologií nebo výroba nových stavebních materiálů (Pondělíček, et al., 2016).

Adaptace na spíše negativní dopady změny klimatu mají v ČR i ve světě vyšší prioritu než adaptace na spíše pozitivní dopady, neboť jsou předpokládány pravidelně se objevující hydrometeorologické hrozby související se změnou klimatu v podobě extrémů a výkyvů (Pondělíček, et al., 2016).

#### **3.4.2 Rozdělení dle typu hrozby**

Toto členění lze zařadit jako podkategorii adaptačních opatření na spíše negativní dopady změny klimatu. Avšak vzhledem k tomu, že se jedná o obsáhlou a dominantní kategorii, co se týká množství opatření a jejich důležitosti, je vyčleněno jako jedno z dělení. Rozdělení dle typu hrozby je členěno ve vztahu k hrozbě, se kterou je dané opatření spjato. Adaptace na některé hrozby mají v podmínkách ČR dlouhou historii (např. povodně). Nově se však na území ČR objevují další hrozby spojené se změnou klimatu (např. vlny horka podpořené efektem tepelného ostrova ve městě), proti

kterým je aplikace adaptačních opatření často v počáteční fázi (Pondělíček, et al., 2016).

### Povodně

Na území střední Evropy představují povodně jednu z nejpodstatnějších hrozeb, neboť při nich vznikají velké újmy na majetku a lidských životech. Povodně se v posledních desítkách let vyskytují častěji a také v extrémnějším podání. Historicky byla uplatňována především adaptační opatření, která se týkala zejména šedých stavebně-technických konstrukčních opatření – např. napřimování toků, zpevňování břehů, výstavba permanentních protipovodňových hrází. Avšak některá z těchto opatření vedla spíše k podpoře povodní a v současné době se opravují (Pondělíček, et al., 2016).

Aktuálně je snaha o uplatňování především tzv. ekosystémově založených opatření – např. revitalizace břehových porostů, obnova mokřadů, zvětšování ploch rozlivu a využití jejich retenční schopnosti vedoucí ke snížení kulminačních povodňových průtoků. Záměrem je nalézt ideální vyváženost mezi řešeními technického směru, která jsou využívána především v hustě urbanizovaných částech měst, a využívání přírodě blízkým opatřením aplikovaných ve volné krajině (MŽP, ©2021).

### Vlny horka

Vlny horka jsou nejzásadnějším problémem především v hustě zastavených oblastech, kde žije větší množství lidí. Tato území jsou podpořena efektem tepelného ostrova. Adaptační opatření tohoto typu zahrnují jak tzv. „šedá“ stavebně-technická opatření – např. chytrou podobu budov umožňující pasivní ochlazování, zastínění a využití povrchů s nižší tendencí pohlcování slunečního záření, tak ekosystémově založená opatření – např. všeobecná aplikace vyššího podílu zeleně, vegetace a vodních prvků při obnově stávajících prostranství, ale i nově vybudovaných staveb. Tato ekosystémově založená opatření přinášejí mnohonásobně vyšší zisk, neboť jejich využitím může být podporována biologická rozmanitost, snižování nebezpečí povodní, redukce eroze půdy, zlepšení jakosti vody a zlepšení kvality ovzduší (Pondělíček, et al., 2016).

### Ostatní hrozby

Každé nebezpečí plynoucí z hydrometeorologických hrozeb přináší i určité požadavky na adaptaci. Existují i taková opatření, která jsou vhodná při řešení vícero typů hrozeb

současně a dále i taková opatření, která poskytují navíc vedlejší výhody. Příkladem jsou kombinovaná šedo-zelená opatření.

V případě hrozeb je velice účinné využití funkčního systému včasného varování, kdy je vhodné před vlnami veder či povodněmi varovat ohrožené skupiny obyvatel. Takto se můžeš předejít velkému množství úmrtí (Pondělíček, et al., 2016).

### **3.4.3 Rozdělení dle typu realizace**

Dle tohoto členění dělíme adaptační opatření na strukturální a nestrukturální. Strukturální opatření jsou vázána na fyzické provedení. Jinými slovy u opatření jde o využití konstrukčních, stavebně-technických opatření a úprav. Na druhou stranu jsou zde nestrukturální opatření, která nevyžadují fyzické provedení. Jedná se o opatření preventivního charakteru – informační kampaně, stimulační nástroje, systémy včasného varování. Tyto názvy lze obdobně nazvat jako členění na tzv., „hard“ (strukturální) a „soft“ (nestrukturální) (Pondělíček, et al., 2016). Americká fyzik Amory Lovins tvrdí, že tvrdá adaptační opatření jsou kapitálově náročná, složitá, nepružná k technologiím a infrastruktuře, zatímco měkká adaptační opatření preferují přírodní kapitál, skupinovou kontrolu a jsou jednoduchá a vhodná (Sovacool, 2011).

#### Strukturální opatření

Mezi strukturální opatření je řazeno velké množství adaptačních opatření, která lze dále rozčlenit dle jejich charakteru na tzv. „šedá“ opatření, „zelená“ opatření a „modrá“ opatření a jejich možnou kombinace.

Mezi „šedá“ opatření patří stavebně-technická opatření. Tento typ opatření je aplikován na úrovni jednotlivých staveb, ulic, městských částí i celých měst. Benefitem těchto opatření je eventualita využití jen na vybrané oblasti. Z tohoto důvodu mají tato opatření velkou příležitost k využití při návrhu adaptace urbanizovaných území a sídel. Negativní stránkou využití „šedých“ opatření je, že díky svému jasnému zaměření nejsou příliš flexibilní a nemají přidanou hodnotu do dalších částí zranitelnost a jsou bez dalších benefitů. Vhodnou možností je aplikace šedých opatření společně se zelenou a modrou infrastrukturou (Pondělíček, et al., 2016).

„Zelená“ a „modrá“ infrastruktura jsou ekosystémově založená opatření a lze je definovat jako opatření, kde je primárním prvkem využití vegetace a vodních ploch. Tato opatření jsou hojně využívána a podporována v zastavěných částech měst, jak



v prostředí České republiky, tak ve světě. Jako ukázkou těchto opatření lze uvést zelené střechy a ozeleněné konstrukční prvky domu, které pomáhají k redukci efektu městského tepelného ostrova a redukci plošného odtoku vody. V neposlední řadě působí pozitivně i na estetice městského prostředí, dále snížení nákladů na vytápění a chlazení budov. Současně s vlastní adaptační funkcí přináší tento typ opatření mnoho dalších přínosů, které se nazývají tzv. co-benefits, např. plní rekreační a pozitivní vizuální funkci, pozitivně působí na další oblasti životního prostředí ve městech – zlepšení kvality ovzduší (Pondělíček, et al., 2016).

Benefity šedých s benefity ekosystémově založenými opatřeními propojují kombinovaná (šedo-zelená) opatření, která tvoří samostatnou skupinu adaptačních opatření. Jako příklad lze uvést celkové řešení udržitelného odvodnění a hospodaření s dešťovou vodou ve městech (Pondělíček, et al., 2016).

#### Nestrukturální opatření

Mezi nestrukturální opatření řadíme taková opatření, kde není nutné využití fyzického stavebně-technického provedení. Do těchto opatření jsou zahrnuty např. legislativní nástroje, informační kampaně, plány krizového řízení, vzdělávací systém, stimulační nástroje (finanční podpora adaptačních opatření poskytovaná osobám obcemi), atd. Nestrukturální opatření jsou vhodná především z pohledu snížení zdravotního nebezpečí a přímých ztrát na životech, které hrozí při přírodních katastrofách. Uplatňování tohoto druhu opatření je nepostradatelnou složkou celkového rámce přizpůsobení se na dopady změny klimatu (Pondělíček, et al., 2016). Nestrukturální opatření jsou velmi efektivní zejména z hlediska eliminace zdravotních dopadů a přímých ztrát na životech během katastrof (Muttarak, Lutz, 2014).

#### **3.4.4 Rozdělení dle realizujícího subjektu**

Toto členění vnímáme z pohledu, zda jsou opatření realizována jednotlivci, či institucemi. Adaptační opatření realizovaná jednotlivci jsou taková opatření, kdy jednotlivec aplikuje opatření plynoucí z osobního uvážení, např. snížení spotřeby vody v období sucha. Tento typ lze také nazvat jako adaptace „zespodu“. Naopak opatření realizovaná institucemi nazýváme adaptace „shora“. Individuální opatření jsou účinnou alternativou adaptace na dopady změny klimatu a snížení nákladů a škod především v soukromém sektoru s pozitivním vlivem sahajícím až do veřejného sektoru. Z pohledu typu realizovaného opatření se na úrovni jednotlivce často hovoří

o měkkých nestrukturálních opatřeních, naopak opatření prováděných institucemi (obcí, krajem, státem či soukromým subjektem) jsou často strukturální opatření většího měřítka (Pondělíček, et al., 2016).

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 širokou veřejnost. 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 danému jedinci. Lze říci, že 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“ (Tompkins, Eakin, 2012).

#### **3.4.5 Rozdělení dle sektorů (oblastí zranitelnosti)**

Tento přístup dělení adaptačních opatření je ideální především pro tvorbu adaptačních strategií a plánů vycházejících na národní úrovni. Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR vyhotovená Ministerstvem životního prostředí zahrnuje 10 oblastí zranitelnosti. Mezi těchto 10 sektorů 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 a mimořádné události a ochrana obyvatelstva a životního prostředí (Pondělíček, et al., 2016).

### **3.5 Strukturální opatření**

Pojem strukturální opatření byl již vysvětlen v podkapitole, která popisovala rozdělení opatření dle typu realizace, ve které jsem rozdělila jednotlivá opatření na šedá, modrá a zelená. Vzhledem k tomu, že cílem této diplomové práce je zpracování a návrh adaptačních opatření pro konkrétní oblast, bude strukturálním opatřením v následující podkapitole věnována větší pozornost

Cílem koncepčního řešení přírodě blízkými opatřeními je podpořit udržitelný rozvoj měst a najít tak sociální, ekonomické a environmentální řešení (Frantzeskaki, 2019). V dalších podkapitolách budou popsána jednotlivá konkrétní přírodě blízká adaptační opatření, která lze aplikovat v podmínkách města.

Přírodě blízká opatření se také označují jako modrozelená infrastruktura. Tento pojem je systematické řešení aplikace vegetačních prvků a využívání dešťové vody. Modrá a zelená infrastruktura je často spojována, neboť velká většina opatření by nefungovala požadovaným způsobem, kdyby byla řešena pouze zelená, či pouze modrá složka. Tento typ opatření přináší nejvíce benefitů a služeb fungujících v městském prostředí. Z toho důvodů jsou tato opatření nejvíce využívána a navrhována a jejich aplikace by měla být nejdůležitější. Ze zatím získaných zkušeností se dá říci, že při využití těchto opatření se zmírňuje efekt tepelného ostrova města a to především kvůli následujícím benefitům: je zredukována absorpce povrchového tepla, více se odráží sluneční záření namísto jeho pohlcování, je zvýšená evapotranspirace, lépe se zadržuje voda, povrchy jsou více propustné a je více ventilačních oblastí. V následujících odstavcích budou uvedena a popsána konkrétní opatření (Kabisch, et al., 2017).

### **3.5.1 Umožnění zasakování vody**

Základní myšlenkou adaptací měst je, aby bylo dešťové vodě umožněno zasakovat se v co největší míře do půdy místo odtékání do kanalizací a čistíren odpadních vod. Zasakování vody neumožňují zpevněná území, jako jsou chodníky, silnice, náměstí, parkoviště, místa mezi kolejemi, atd. Cílem je tedy snížení množství povrchového odtoku a snížení rizika povodní.

Výměna nepropustných povrchů a přeměna na přírodní nebo částečně propustné způsobuje lepší a efektivnější zasakování vody v městském prostředí a celkově pozitivně ovlivňuje regulaci odtoku. Sníží se zatížení kanalizační sítě a čistírny odpadních vod, které vede k zefektivnění vodního hospodářství města. Aplikace tohoto opatření se projeví především při přívalových deštích a jsou účinné také ve spojitosti s redukcí efektu tepelného ostrova. Zvýšení saturace půdy v době intenzivních srážkových úhrnů zvyšuje i krátkodobou odolnost území na případné období sucha, kdy výpary z půdy přispívají ke zlepšení mikroklimatu. Dalším benefitem je i vizuální stránka, kdy estetičtěji působí prvky zeleně než beton a asfalt.

Při výměně nepropustných povrchů lze využít polopropustné materiály, jako jsou např. propustný beton, asfalt, vegetační tvárnice, mlátový povrch, zámková dlažba a speciální povrchy. V případech rekonstrukce či budování např. parkovišť je nutné kvůli zamezení nebezpečí znečištění podzemní vody a kvality půdy doplnit opatření o technologie na zachytávání a vázání potenciálních škodlivých látek. Mezi tyto

technologie patří mechanické filtrace a filtrace vybavené absorpčním materiálem, jako jsou lapače oleje, odlučovače ropných látek, atd. (Maceková, 2022).

Obrázek č. 1 Zatravnovací tvárnice (www.dcpraha.cz)



V některých oblastech města jako jsou např. sídliště, jsou k dispozici rozsáhlejší území pro vegetaci. Většina dešťových srážek by neměla odtékat mimo tyto části, ale měla by v těchto částech zůstat a zasakovat se do půdy. I v případě, kdy probíhá běžná oprava silnic a chodníku, by mělo být umožněno, aby se voda vsakovala do okolní zeleně. Kroky, které vedou k efektivnějšímu zasakování dešťové vody, jsou např. snížení obrubníků, rozdělení obrubníků mezi část zhutnělou a plochu s vegetací. Další krok, který lze podniknout směrem k lepšímu zasakování vody do krajiny je snížení nivelety míst s vegetací pod úroveň nepropustných ploch. Tímto opatřením dojde k přirozenému odtoku vody na propustná místa a jejímu vsáknutí. Ideálně nastavená úroveň vede k zasáknutí, nikoliv k vyplavení zeminy na nepropustnou plochu (Kabisch, et al., 2017).

Obrázek č. 2 Cesta se sníženým obrubníkem, přes nějž srážková voda odtéká do boční šterkové drenáže (Kabelková, 2020)



### 3.5.2 Výsadba stromů a zeleně

Hlavními a nejdůležitějšími typy přírodně blízkých opatření v prostředí města jsou prvky zeleně jako součást zelené infrastruktury. Mezi tyto prvky se řadí především stromy, stromořadí, parky, městské lesy, zelené plochy a další zeleň. Pro příjemně obyvatelné prostředí ve městech je velice důležité zachování stávajících stromů. Nejde však pouze o jejich zachování, ale velmi důležité je podpořit a případně zlepšit jejich zdravotní stav, neboť již vzrostlé stromy přinášejí nejvíce benefitů a to jak pro člověka, tak pro celou oblast životního prostředí a různé druhy fauny. Dlouhodobým řešením tedy není výsadba stromu do zcela nepropustného prostředí, neboť tento strom s velkou pravděpodobností nepřežije. Je tedy i důležité o redukci nepropustného prostředí v okolí stromu v co největší míře. Redukce nepropustných povrchů zlepšuje retenci a zasakování srážkové vody a také zlepšuje provzdušnění půdy.

Na druhou stranu však nelze chránit každý jednotlivý strom, každý druh potřebuje jiné podmínky k přežití a prosperitě. Proto je nutné ke každému stromu přistupovat individuálně a nechat zpracovat dendrologické průzkumy, které navrhnou péstební opatření. Při výběru výsadby dřevin musí být zohledněny místní podmínky. Co se týká zalévání, je důležitou proměnnou, zda se jedná o nového jedince či o vzrostlý strom. Noví jedinci pravidelnou závlivku potřebují, avšak u vzrostlých jedinců je počítáno s tím, že jejich kořenové systémy budou strom zásobovat vodou i potřebnými

živinami. Výjimečně při extrémně teplých a suchých dnech lze přistoupit k zálivce těchto jedinců. V městském prostředí se často využívají i injektáže půdního prostředí, které zhutněný povrch provzdušní a také doplní živiny, které v tomto prostředí chybí a jsou zcela zásadní pro růst stromů. Injektáž se také může využít k aplikaci hydrogelu, který pomůže k lepší retenci vody v půdě (Hudeková, 2019).

Dále je v území, kde je hustá zástavba, vhodné vysadit stromořadí. Tato výsadba bude mít daleko efektivnější účinek, než kdyby se stromořadí vysadilo na předměstí, kde není tak hustá zástavba. Těmto společenstvím stromů musí být dán prostor pro jejich růst. Jak pro kořenový systém, tak pro korunu stromů. Bez dostatečného prostoru pro kořenový systém nebude strom prospívat. Kromě potřebného množství vody potřebuje kořenový systém stromu i dostatečné množství vzduchu. V případě, kdy není prostor okolo stromů dostatečně provzdušněný, musí být vytvořen jiný přísun vzduchu. Jako podpora růstu stromů je funkční vysadit v jejich okolí pásy zeleně (Maceková, 2022).

### **3.5.3 Zelené střechy a zdi**

Zelené střechy a zelené zdi mají mnoho benefitů. Jejich využitím dochází ke snížení teploty v okolí, přibližně o 4°C ve dne a v noci průměrně o 1,5°C (Heusinger et al., 2015). Dále jsou zelené střechy a zdi schopny vysoké retence, díky které se rapidně sníží odtok dešťové vody. Zelené střechy lze využít v rámci protipovodňových opatření a k obnově městské hydrologické rovnováhy. Zelené střechy, kde je využit hlubší substrát a vyšší rostlinná biomasa – keřové a stromové patro – jsou schopny zadržet až 60-90% dešťové vody. Schopnost retence zelené střechy je závislá na množství použitého substrátu a také na vydatnosti a délce srážkových úhrnů. Vegetace využitá na vytvoření zelených střech a zelených zdí dále fungují pozitivně, co se týká tepelné a zvukové izolace uvnitř budovy (Speak et al., 2013).

Dle druhového skladby a dalších parametrů (např. hloubka substrátu) dělíme zelené střechy na intenzivní a extenzivní. Intenzivní střechy se vyznačují nízkou a středně vysokou vegetací, pod kterou je substrát hluboký několik desítek centimetrů. U této formy zelené střechy je nutná pravidelná údržba a zálivka odvíjející se od konkrétní volby vegetace a aktuálních klimatických podmínek. Extenzivní zelené střechy se na druhou stranu vyznačují výsadbou nenáročných druhů rostlin, jako jsou: mechy, sukulenty, trávy a byliny v hlubokém substrátu do 25 cm. Tato forma střech je téměř bezúdržbová, zhruba třikrát až čtyřikrát do roka (Stano et al., 2020).

Obrázek č. 3 Zelená zeď na administrativní budově LIKO-Noe stavební firmy LIKO-S ve Slavkově u Brna (LIKO-S)



Obrázek č. 4 Zelená střecha (Dostal, 2020)



#### **3.5.4 Zelené pásy a koridory**

Již v dávné historii byly vytvářeny stromové aleje kolem cest a husté pásy zeleně. Avšak s rozvojem automobilové a dalších druhů dopravy byly postupně tyto aleje a pásy zeleně vytěsňovány a byl dán větší prostor pro dopravu před zelení. V případě rozvoje měst by měl být dán tento prostor i budování zeleně pro vytvoření propojeného

systemu zelených ploch. Vysázená zeleň ve městě plní velké množství funkcí, např. provětrává území, chladí jej a zvyšuje biodiverzitu (Maceková, 2022).

### **3.5.5 Zachytávání dešťových srážek**

V hustě urbanizovaném území je vhodné kombinovat s prvky zeleně také vytváření nových vodních ploch. Mezi tyto plochy se také řadí přírodě blízká opatření pro zachytávání a vsakování dešťové vody. Opatření tohoto typu pozitivně přispívají mimo prevenci proti povodním i k prevenci proti suchu, neboť působí i k doplnění zásob podzemních vod (Hanel et al., 2011).

Mezi tyto plochy patří mokřady, sběrná jezírka, dešťové zahrady a jiné retenční plochy, do kterých může být sváděná dešťová voda ze střech panelových domů. Vedle obvyklých srážek zachytávají tyto vodní plochy efektivně i extrémní srážky. Tyto plochy působí jako akumulční nádrže a jejich účinek lze spatřit ve zpomalení vodního odtoku z konkrétního území. Naakumulovaná voda působí na své okolí chladícím účinkem a vytváří příjemné mikroklima, neboť se voda odpařuje do okolního prostředí biodiverzitu (Maceková, 2022).

Jako velice efektivní je budování zasakovacích průleहů. Tyto průlehy se také nazývají tzv. svejly (swales) a jedná se o příkopy zadržující vodu. Cílem aplikace tohoto opatření je zadržení srážkové vody tak, aby voda neodtékala po povrchu do údolí biodiverzitu (Maceková, 2022).

Dále je možné vymodelovat okolní terén tak, aby cíleně zachytil a zpomalil dešťovou vodu. Tyto tzv. terénní deprese lze vytvořit v plochách veřejné zeleně (Maceková, 2022).





### **3.5.6 Stínící a chladící zóny**

V situacích, kdy není možné budování nových parků s většími vodními plochami a výsadbou stromů a jiné zeleně, neboť to neumožňuje např. hustá přítomnost budov s historickou hodnotou, je vhodná instalace mlžítok či fontán nebo vytvoření chladících zón s vhodně zvoleným stíněním. Tato opatření chladí alespoň prostory v jejich nejbližším okolí. Tato opatření zahrnují i přístup k pitné vodě a volný vstup do interiérů k oddechu určeným (Stano et al., 2020).

V rámci tohoto opatření lze zpřístupnit objekty, které disponují klimatizačními systémy. Tímto způsobem se dají využít i obecní radnice a jiné městské objekty, které často sídlí v historických budovách a nabízí tak chladnější prostory i bez instalace nákladné klimatizace. Dále lze využít instalace stínících plachet, jako je tomu na Obilném trhu v Brně. Širokou škálu benefitů přináší i instalace fotovoltaických panelů. Mimo jejich primární využití může vhodně nainstalovaná fotovoltaika plnit i stínící funkci (Stano et al., 2020).

## **3.6 Tvorba adaptačních strategií na místní úrovni**

Změnu klimatu v dnešní době můžeme zcela jistě označit za realitu, se kterou se potýkají jak města, tak okolní území. Jelikož klimatický systém má ohromnou

setrvačnost, lze konstatovat, že projevy změny klimatu budou působit několik desítek nadcházejících let. A to i v případě, kdy by nastala značná redukce emisí skleníkových plynů (Třebický, Novák, 2016).

Adaptace by ideálně měla být výsledkem záměrné politiky na základě vědomého rozhodnutí (Araos et al., 2016). Samotná tvorba adaptačních strategií se dá označit za multioborovou strategii, neboť by se v nejlepším případě do ní měl zapojit nejen odbor životního prostředí či strategií města, ale především i skupina osob z různých oborů a experti nejen z řad zaměstnanců úřadu. Mezi tyto obory uvnitř úřadu můžeme např. řadit následující: především odbor životního prostředí, vedení města, územní plánování, doprava, investice, správa majetku města. Další důležité instituce vně úřadu jsou např. následující: Správa povodí, Vodárny a kanalizace, Hasičský záchranný sbor, Správa přírodních léčivých zdrojů a kolonád, Lázeňské lesy a parky, Kancelář architektury města, Ředitelství silnic a dálnic, atd. Z každé instituce by měl být vyčleněn expert, který je součástí adaptačního týmu. Město by mělo zajistit potřebné organizační a technické zázemí pro tento tým a město by také mělo vystupovat v roli koordinátora (Třebický, Novák, 2016).

Důležitým faktorem je politická podpora, bez které nelze vytvořit kvalitně zpracovanou adaptační strategii, následné vytvoření akčního plánu a realizace konkrétních opatření. Adaptační tým by měl tedy v první řadě disponovat jasným mandátem od samosprávy města k vytvoření adaptační strategie a dále k její realizaci. Přesvědčit politické zastoupení města je nelehkým úkolem pro hlavní koordinátory zpracování strategie (Třebický, Novák, 2016).

Realizační tým, neboli také nazýván jako řídicí tým Road map se skládá nejméně ze tří osob. Jednou z těchto osob by měl být primátor, případně náměstek primátora a dále pak pracovníci úřadu, kteří disponují znalostmi a schopnostmi pro zajišťování a poskytování sběru a třídění dat pro potřeby vedení města i týmu (Třebický, Novák, 2016).

Nedílnou součástí tvorby strategie by měla být spolupráce s ostatními městy, které se vydaly podobným směrem (Pavelčík, Novák, 2016). Jednou z možností je začlenění se do Registrace správce nebo uživatele do databáze Adaptace sídel, která byla vytvořena pro potřeby tvůrců adaptačních strategií. Přes tuto registraci lze uskutečnit

i efektivní komunikaci s ostatními subjekty a s uživateli této platformy (Třebický, Novák, 2016).

Na začátku by měla být definována jasná vize, neboli stav, kterého chce město docílit po realizaci adaptačních opatření. Při určování vize se není nutné obracet na stránku financí. Jedná se o ideální stav, kterého bychom chtěli docílit. Do fáze určování vize by se neměl zapojit pouze adaptační tým, ale také veřejnost, občané města. Občané města se mohou participovat např. formou anket, dotazníků. Tento proces, kdy je do procesu zapojen adaptační tým a občané, se nazývá tzv. participativní proces (Třebický, Novák, 2016).

Je nutné ke změnám klimatu a jejich faktorům přistupovat jako k dlouhodobým procesům, které město ovlivňuje a ovlivňovat bude v delším časovém horizontu např. než je volební období a sestavování ročních rozpočtů. Tvorba adaptační strategie tedy musí brát ohled na opatření, která jsou spojena s infrastrukturou s víceletou životností, např. vodovody a kanalizace, dopravní infrastruktura nebo budovy, u kterých jejich životnost může dosahovat až několik desítek let (Třebický, Novák, 2016).

Dalším krokem je zvolení vhodného přístupu ke zpracování strategie. Jak bylo již dříve uvedeno, lze se postavit ke zpracování adaptačních strategií dvěma úhly pohledu. Buď, shora dolů, kdy tento přístup vychází z globálních a regionálních modelů vývoje klimatu. Tento přístup se soustředí zejména na dlouhodobé dopady změny klimatu. Druhým pohledem je zdola-nahoru, kdy výchozí bod je na místní úrovni a řeší především realizaci adaptačních opatření v určité lokalitě (Třebický, Novák, 2016).

Oba tyto pohledy se mohou prolínat a navzájem doplňovat. První pohled lze postavit na národním dokumentu Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR. Místní úroveň může vycházet z již vzniklých a aplikovaných místních a regionálních strategií a dalších dokumentů (např. územní plány, povodňové plány, strategické plány rozvoje města a další odborné koncepce) (Třebický, Novák, 2016).

Na počátku projektování vhodných adaptačních opatření je nutné se zamyslet, jaký je konečný cíl strategie města na změnu klimatu. Správná strategie se vyznačuje tím, že jsou redukována rizika spojená se změnou klimatu a aby se město v jejich důsledku nestalo zranitelnějším. Naopak maximalizován by měl být přínos, který přinese realizace všech opatření. V případě zodpovězení si těchto základních otázek se mohou

nastavit základní principy a kritéria pro navržení vhodných adaptačních opatření (Třebický, Novák, 2016).

V České republice se potýkáme s řadou překážek pro tvorbu a realizaci adaptačních strategií. Tou největší je neznalost místních správ o probíhající klimatické změně a jejich dopadů na města. Dalším úskalím je zlehčování situace, které mají za následek nedostatek vyčleněných finančních prostředků. České prostředí trpí malou znalostí významu adaptačních opatření.

Velká část obcí již nějaké adaptační opatření aplikovalo, avšak nedochází k jeho zařazení a pojmenování. Chybí komplexnější přístup k adaptacím a nahlížením na ně jako na priority, které by si mělo v nejbližší době dát do popředí. Celá problematika tvorby adaptační strategie ve městech je dlouhodobější proces, který sestává z mnoha kroků a každé město bude v jistém ohledu individuální. Každá místa ve městě se liší tím, jakou hrozbou důsledku změny klimatu jsou postižena (Třebický, Novák, 2016).

## **4 KARLOVY VARY**

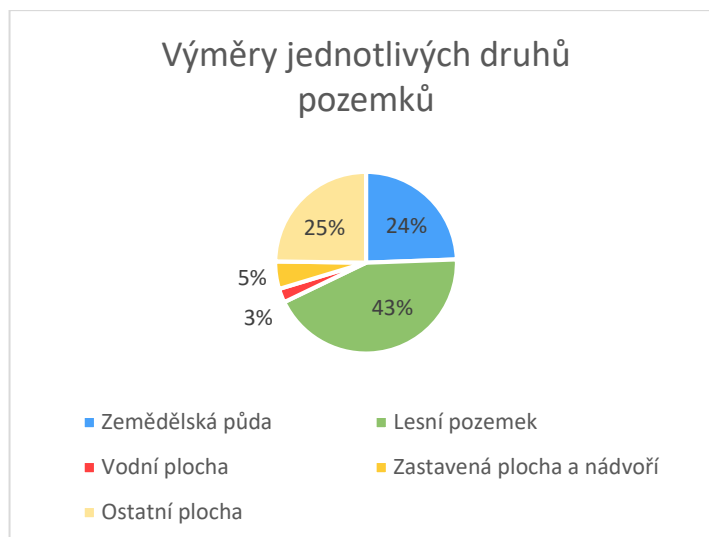
### **4.1 Charakteristika území**

Město Karlovy Vary je hlavním městem a zároveň jediným statutárním městem Karlovarského kraje v západních Čechách. Ke konci roku 2021 byl počet obyvatel města 45 500. Město Karlovy Vary se celkem skládá z 15 katastrálních území i městských částí – Bohatice, Cihelny, Čankov, Doubí, Drahovice, Dvory, Hůrky, Karlovy Vary, Olšová Vrata, Počerny, Rosnice, Rybáře, Sedlec, Stará Role a Tašovice.

Obrázek č. 6 Městské části města Karlovy Vary (AFRY s.r.o., 2021)



Celková rozloha je 5 908, 18 ha. Celkovou rozlohu tvoří z 43% lesní pozemky, které se skládají z pozemků s lesním porostem, nezpevněných cest a lesních průseků. Z 24% je tvořena zemědělskou půdou, která představuje ornou půdu, zahrady, ovocné sady a trvalý travní porost. 2% celkové rozlohy tvoří vodní plochy, což jsou pozemky, na nichž jsou koryta vodních toků, vodní nádrže, močály, mokřady nebo bažiny. Z 5% je rozloha tvořena zastavěnou plochou a nádvořími. Zbýlých 25% tvoří ostatní plochy, které nelze podřadit pod uvedené druhy pozemků. Pro názornou ukázkou je níže přiložen graf výměry jednotlivých druhů pozemků (ČSÚ©2022).



Zdroj: Český statistický úřad, data k 31. 12. 2021

Úprava: vlastní

Hydrologicky patří město do povodí Ohře. Chodovský potok a řeka Rolava jsou levostrannými přítoky a řeka Teplá je pravostranným přítokem, který protéká lázeňským centrem města. Stěžejními vodními díly, které přímo ovlivňují povodňový stav v Karlových Varech, jsou vodní dílo Březová na řece Teplé a vodní dílo Stanovice na Lomnickém potoku. Území leží v chráněné oblasti přirozené akumulace vod (dále jen „CHOPAV“). Jedná se o CHOPAV Chebská pánev a Slavkovský les. Celá rozloha města spadá do ochranných pásem přírodních léčivých zdrojů, lázeňské centrum je pod nejvyšší ochranou (MMKV©2022).

Geomorfologicky leží město Karlovy Vary ve 3 celcích. Severozápadně u Staré Role leží v Sokolovské pánvi, na jihu ve Slavkovském lese a na východě v Doupovských horách. Celky Sokolovský pánev spadají do oblasti Podkrušnohorské hornatiny a Slavkovský les do oblasti Karlovarské vrchoviny. Dle Quittovy klasifikace patří klima města do mírně teplé klimatické oblasti, která na území ČR převažuje (MMKV©2022).

Karlovy Vary jsou významným lázeňským městem, které se v červenci roku 2021 zapsalo na Seznam světového dědictví UNESCO a to společně s dalšími deseti lázeňskými městy Evropy jako „Great Spa Town of Europe“ (Slavné lázně Evropy). (MMKV©2022).

## **4.2 Adaptační strategie města**

Město Karlovy Vary nemá prozatím zpracovanou žádnou adaptační strategii na změnu klimatu. Ani územní plán města nereflektuje žádná adaptační opatření. Město nebere ani velkou zřetel na nakládání s vodou. Při řešení nových staveb jsou často využívány návrhy odvodu dešťové vody do kanalizace a následné zpracování na čistírně odpadních vod.

V roce 2021 byl zpracován a schválen dokument StrategieKV°2040, ze kterého vyplývá, že se s tvorbou adaptační strategie na změnu klimatu a následným akčním plánem v dohledné době počítá. Tvorba Strategie vycházela i z národních dokumentů věnujícím se ochraně klimatu a to z Politiky ochrany klimatu ČR a Strategie přizpůsobení se klimatu v podmínkách ČR. Tento městský strategický dokument se zabývá především vizí a dále konkrétními kroky k tomu, aby bylo město Karlovy Vary v následujících letech městem pro kvalitnější život jeho občanů. Tato strategie je rozdělena do tří oblastí – Prosperita, Prostředí a Člověk a společnost. Tyto oblasti jsou celkem rozděleny do sedmi témat s devatenácti cíli. Oblast Prostředí je rozdělena do dvou témat – Město a příroda a Doprava. Jedním cílem v tomto tématu je Životní prostředí, příroda a krajina. Dle tohoto cíle se bude město Karlovy Vary snažit o alokování prostředků na tvorbu adaptačních projektů na ochranu před suchem, dále realizaci projektů protipovodňových opatření a retenci vody v krajině. Dle Strategie bude zahájena výstavba nových tůní, mokřadů a jiných malých nádrží a dále bude pozornost zaměřena na používání materiálů pro výstavbu, která retenci vody v krajině bude podporovat. Dále se chce město soustředit na svou celkovou energetickou náročnost, která se mj. týká zajištění nové soustavy zásobování tepelnou energií a to tak, aby bylo pokrytí po co největší části města. Dalším krokem je soustředění se na stavby nových městských budov s co nejnižší možnou energetickou náročností. V předmětné strategii je dále uvedeno, že součástí vytápění veřejných budov budou i obnovitelné zdroje a velký zřetel bude dán na využívání prvků modrozelené infrastruktury (StrategieKV°2040, 2021).

## **5 METODIKA**

V analytické části práce proběhl sběr a vyhodnocení dat. Na základě těchto dat byly vypracovány konkrétní adaptační opatření, pomocí kterých by v případě použití mohlo dojít k lepšímu přizpůsobení se změně klimatu ve městě Karlovy Vary.

## Metody a techniky sběru dat

V průběhu sběru dat a informací je důležité identifikovat, odkud data pocházejí. Poté se data člení na primární a sekundární. Existující data označujeme jako sekundární. Tyto data byly již v minulosti posbírány a v současné době jsou již dostupné pro veřejnost. Primárními daty označujeme informace zcela nové. Data lze získat formou dotazování, pozorování či experimentem (Kozel et. al., 2011).

Primární data se shromažďují kvalitativním či kvantitativním výzkumem. V případě, kdy potřebujeme větší množství informací od menší skupiny lidí, použijeme kvalitativní výzkum. Naopak u kvantitativního výzkumu požadujeme zjistit informace od větší skupiny osob (Kozel et. al., 2011).

K potřebám diplomové práce byla využita metoda dotazníku, která je řazena do kvantitativního výzkumu. Aby byly výsledky dotazníku objektivní a systematické, musí být respondenti správně dotazováni pomocí standardizovaných a správně položených otázek (Foret, 2011).

Dotazník jsem vytvořila pomocí Google formulářů, jedná se tedy o online dotazník, který byl následně rozeslán elektronickou poštou. Dotazník byl vytvořen primárně za účelem zjištění rizikových míst na dopady změny klimatu vnímaných obyvateli města. Cílovou skupinou byli odborníci v oblasti životního prostředí, územního plánování, rozvoje města, zpracovatelé strategií a osoby, které řeší konečné dopady změny klimatu. Výběr osob nebyl podle pohlaví, ale jejich pracovního zařazení. Konkrétně byli osloveni pracovníci Odboru životního prostředí a zemědělství (23 osob) a Odboru regionálního rozvoje (22 osob) Krajského úřadu Karlovarského kraje, pracovníci Magistrátu města Karlovy Vary Odboru životního prostředí a rozvoje města (32 osob), pracovníci Kanceláře architektury města Karlovy Vary (9 osob), příslušníci Hasičského záchranného sboru Karlovarského kraje, stanice Karlovy Vary (13 osob), pracovníci České inspekce životního prostředí, oblastní inspektorát Ústí nad Labem – pobočka Karlovy Vary (6 osob). Dotazník byl rozeslán 105 osobám, z tohoto počtu odpovědělo celkem 56 respondentů.

Respondenti odpovídali na následující otázky:

1. Zažil/a jste někdy projev extrémů počasí, které souvisí s klimatickou změnou (povodeň, sucho a nedostatek vody, větrná smršť, vlny horka, ledovka)?



Výběr možností:

- a. Ano
  - b. Ne
2. V případě, že jste odpověděli na první otázku "ano", zaškrtněte, prosím, o jaké projevy extrémů počasí související s klimatickou změnou, se jednalo. V případě, že jste odpověděli na předchozí otázku "ne", přejděte na otázku č. 3.

Výběr možností:

- a. Povodně
  - b. Sucho a nedostatek vody
  - c. Větrná smršť
  - d. Vlny horka
  - e. Ledovka
3. Myslíte si, že městu Karlovy Vary v budoucnu hrozí nějaké nebezpečí, které souvisí s klimatickou změnou?

Výběr možností:

- a. Ano
  - b. Ne
4. V případě, že jste odpověděli na předchozí otázku "ano" vyberte, prosím, které nebezpečí a jak intenzivně podle Vás v Karlových Varech hrozí (1 – malá intenzita, 5 – extrémní). V případě, že jste odpověděli na předchozí otázku "ne", hodnocení následujících pěti nebezpečí vynechte a pokračujte otázkou č. 5

Výběr možností:

- a. Sucho a nedostatek vody – škála od 1 do 5
  - b. Povodně - škála od 1 do 5
  - c. Větrná smršť - škála od 1 do 5
  - d. Vlny horka - škála od 1 do 5
  - e. Ledovka - škála od 1 do 5
5. Jaká místa jsou podle Vašeho názoru nejnáchylnější k projevům změny klimatu? Uveďte prosím konkrétní místa či alespoň městskou část. Pro připomenutí lokalit naleznete níže mapu Karlových Varů.
6. Jaký typ adaptačních opatření preferujete?

Výběr možností:

- a. zelená opatření (např. zelené střechy, zelené zdi, využívání zeleně ve veřejných prostorech, ozeleněné konstrukční prvky domů)
- b. modrá opatření (např. využívání retenčních nádrží k zadržování vody, využití stojící a tekoucí vody ve městě, vodní prvky vybudované v městských zastavěných částech, revitalizace říčních toků)
- c. šedá opatření (např. permanentní či mobilní protipovodňové bariéry, zateplování budov)
- d. kombinace (např. souhrnné řešení udržitelného odvodnění a hospodaření s dešťovou vodou)

7. Uveďte Vaše pohlaví

Výběr možností:

- a. Žena
- b. Muž
- c. Jiné
- d. Nechci uvádět

8. Kolik Vám je let?

Výběr možností:

- a. 17 let a méně
- b. 18 – 25 let
- c. 25 – 39 let
- d. 40 – 60 let
- e. 61 let a více

9. Je Vaše trvalé či přechodné bydliště v Karlových Varech?

Výběr možností:

- a. Ano, trvalé
- b. Ano, přechodné
- c. Ne

10. Případné postřehy a komentáře k tomuto dotazníku můžete vyplnit do následujícího pole.

Na základě sběru dat dotazníkem jsem určila lokality, které jsou rizikové k dopadům změny klimatu. Návrhy opatření budou vycházet ze znalostí získaných z odborných publikací, na základě kterých byla vytvořena literární rešerše.

## 6 VÝSLEDKY

### 6.1 Vyhodnocení dotazníku

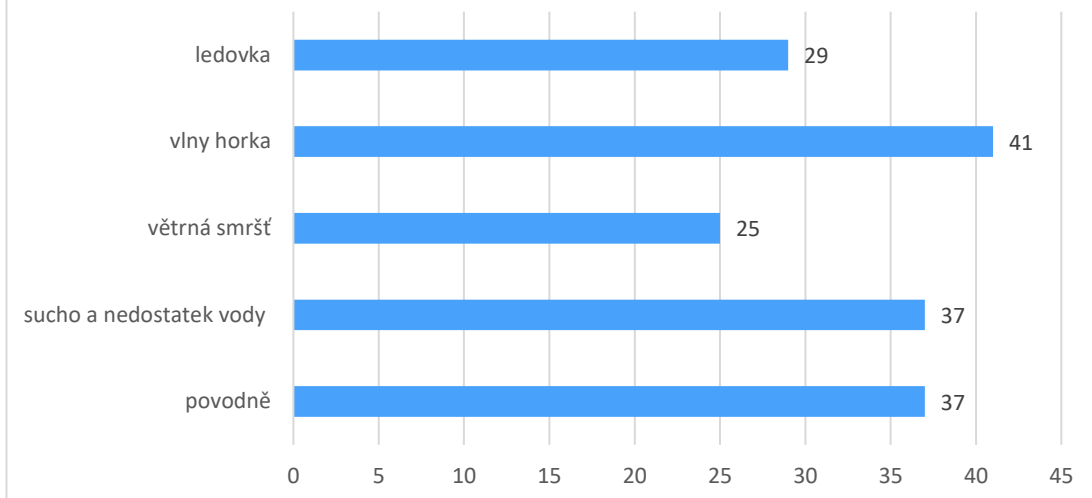
Jak již bylo zmíněno v metodice, dotazník byl rozeslán 105 osobám, z čehož se vrátilo 56 odpovědí. Na základě tohoto si lze vypočítat míru návratnosti (response rate) jako podíl počtu odpovědí a celkového počtu rozeslaných dotazníků. Míra návratnosti je 53%. Ke všem otázkám byly vytvořeny grafy pro lepší znázornění. Pojmem respondenti je v dalším textu myšleno zúčastnění respondenti, nikoliv oslovení respondenti.

Na otázku č. 1 odpovědělo 50 respondentů, že ano a 6 respondentů odpovědělo, že ne.



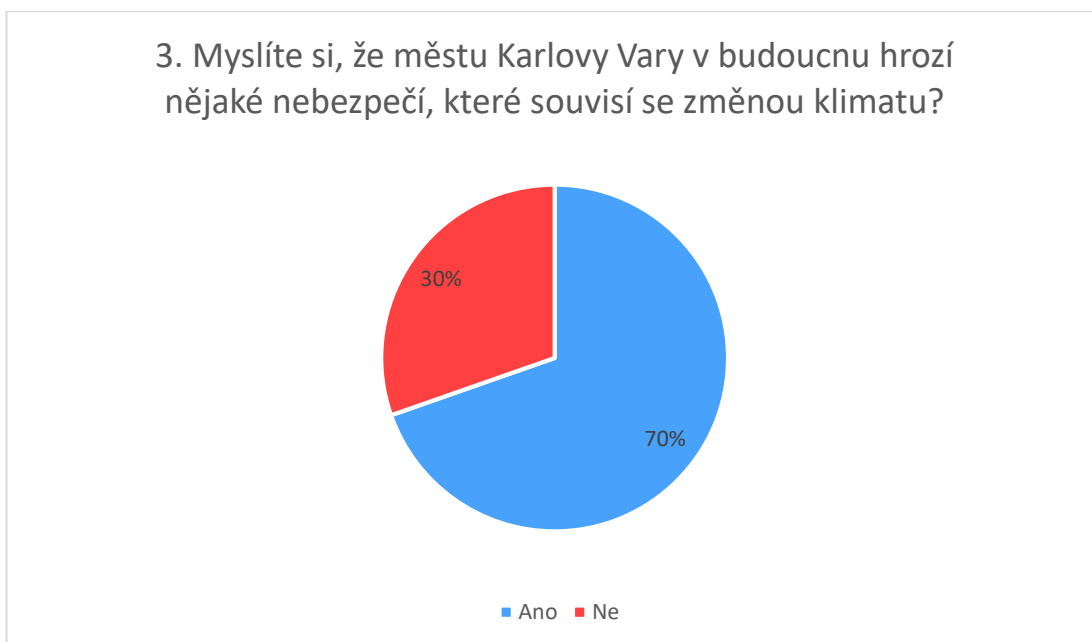
Na otázku č. 2 odpovědělo 51 respondentů, z toho vyplývá, že 1 respondent ačkoliv na předchozí otázku odpověděl, že ne, u této otázky odpověděl, že některé projevy extrémů zažil. Celkem 41 respondentů zažilo vlny horka, 37 respondentů zažilo povodně, sucho a nedostatek vody, ledovku zažilo 29 respondentů a 25 respondentů zažilo větrnou smršť. Vyjádřeno v procentech – 80,4% respondentů zažilo vlny horka, 72,5% respondentů zažilo nedostatek vody, sucho a povodně, 56,9% respondentů zažilo ledovku a 49% respondentů zažilo větrnou smršť.

## 2. O jaké projevy extrémů počasí související s klimatickou změnou se jednalo?



Na otázku č. 3 odpovědělo 39 respondentů, že ano a 17 respondentů odpovědělo, že se nemyslí, že by městu Karlovy Vary v budoucnu hrozilo nějaké nebezpečí spojené se změnou klimatu.

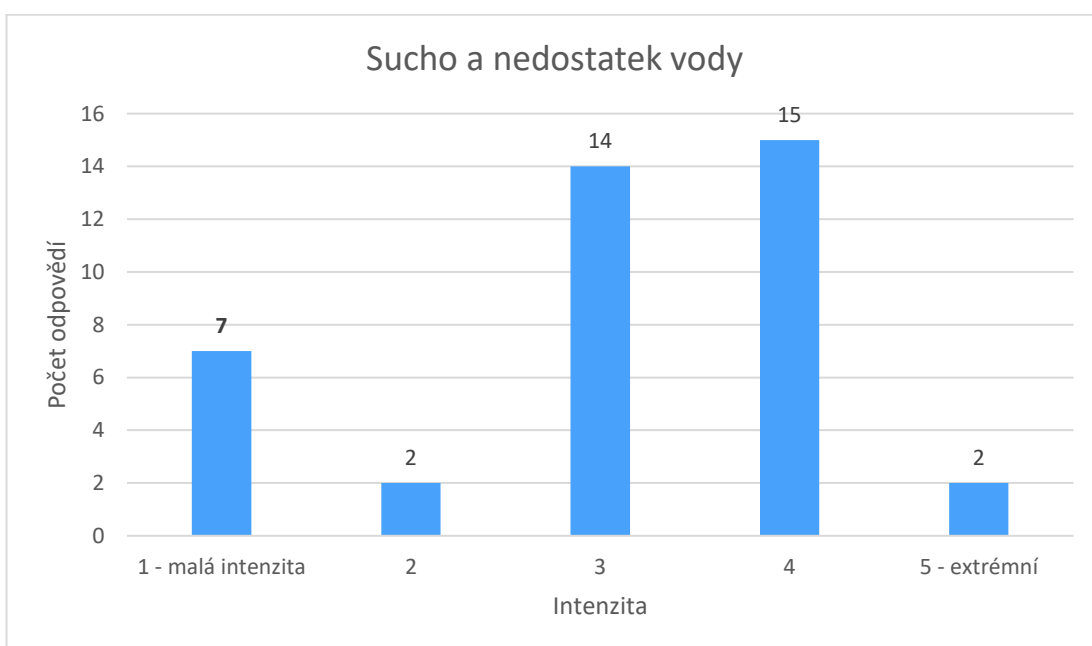
## 3. Myslíte si, že městu Karlovy Vary v budoucnu hrozí nějaké nebezpečí, které souvisí se změnou klimatu?



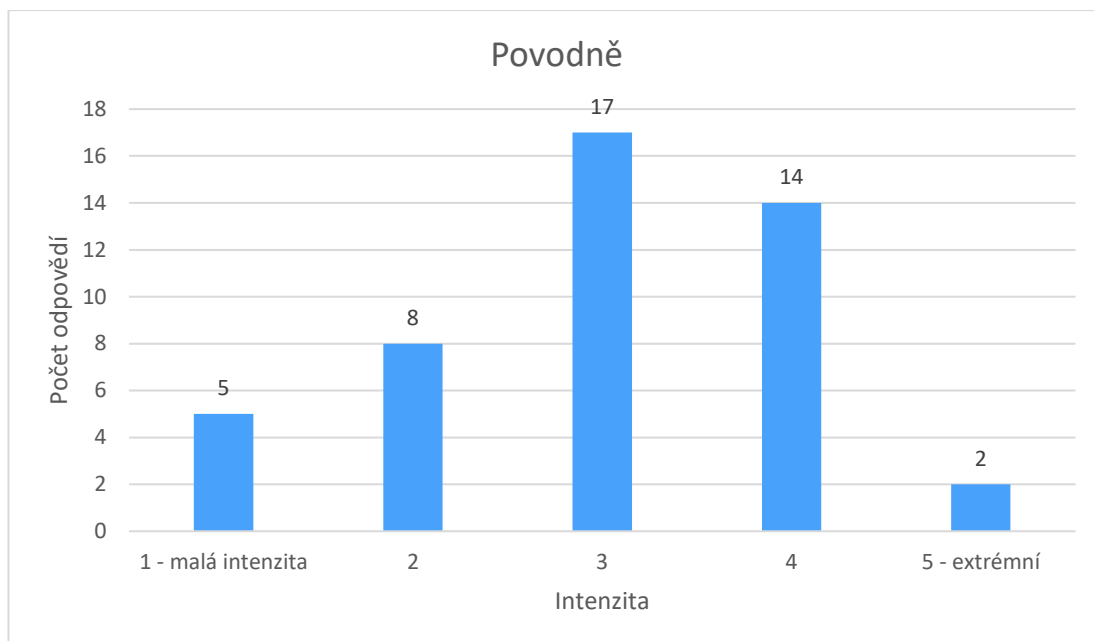
Otázka č. 4 se skládala z 5 podotázek, kdy respondenti určovali dle svého názoru na stupnici od 1 do 5 (1 – malá intenzita, 5 – extrémní) které nebezpečí a jak intenzivně v Karlových Varech hrozí. Ačkoliv v předchozí otázce odpovědělo 39 respondentů, že městu Karlovy Vary hrozí nebezpečí spojené s klimatickou změnou, u podotázek odpovídalo 46 respondentů. Z toho vyplývá, že si víc respondentů myslí, že městu

Karlovy Vary v budoucnu hrozí nebezpečí spojené se změnou klimatu, než si sami připouštěli u otázky, kde odpovídali pouze ano nebo ne.

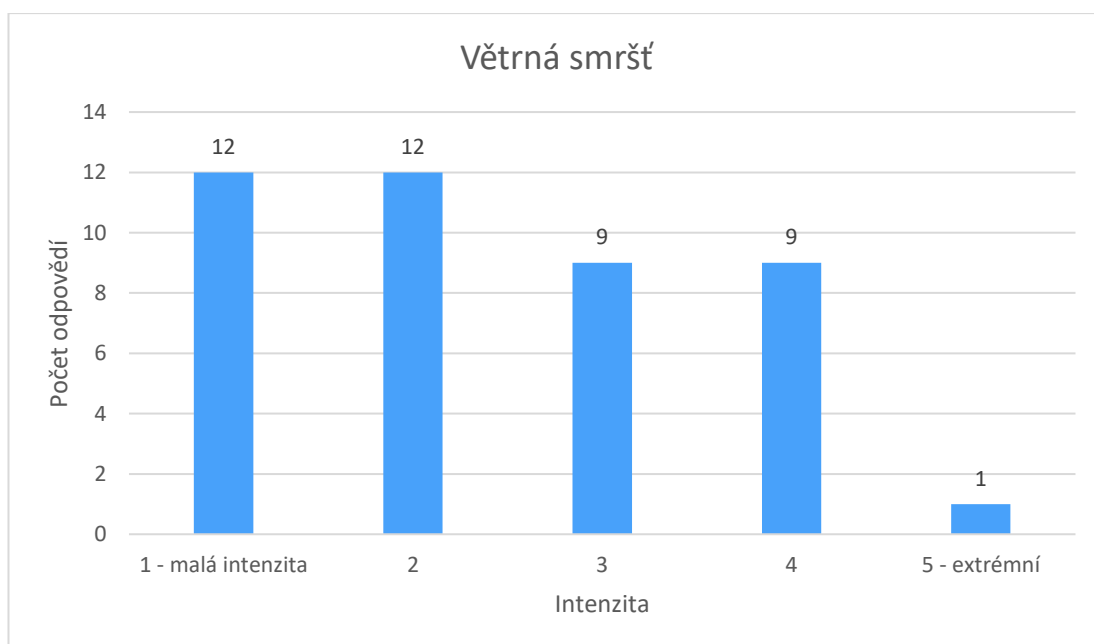
Na podotázku týkající se sucha a nedostatku odpovědělo 46 respondentů, tj. 82% respondentů, kteří se zapojili do výzkumu. Z nich 33% respondentů vnímá riziko sucha a nedostatku vody na bodové škále od 1 (malá intenzita) do 5 (extrémní) číslem 4, zatímco 15% vnímá sucho a nedostatek vody na bodové škále číslem 1.



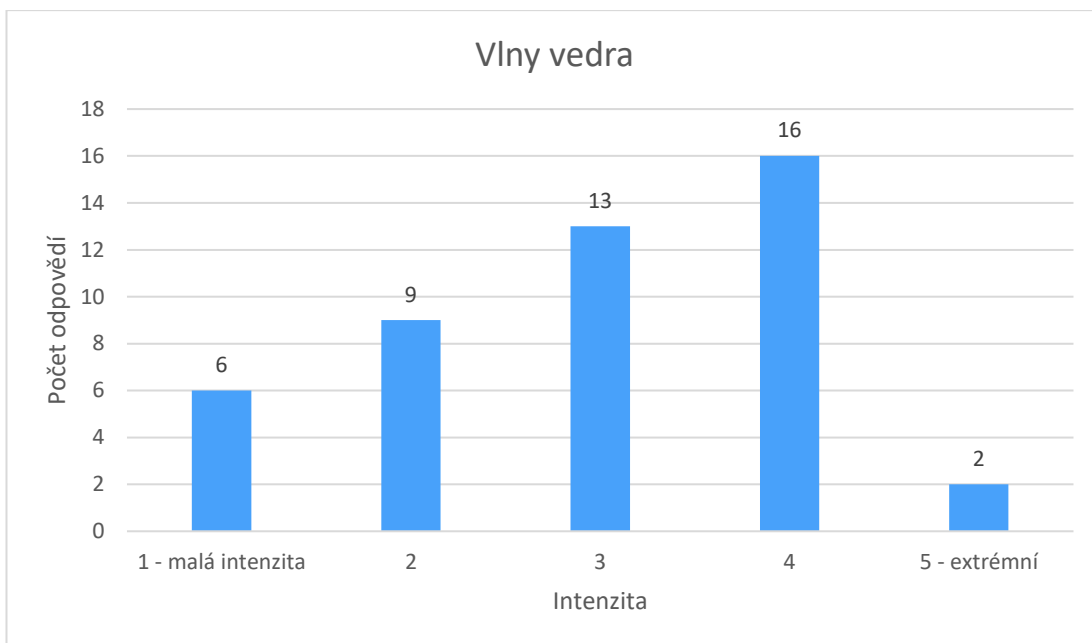
Na podotázku týkající se povodní odpovědělo celkově 46 respondentů, tj. 82% respondentů, kteří se zapojili do výzkumu. Z nich 37% respondentů vnímá na bodové škále od 1 (malá intenzita) do 5 (extrémní) číslem 3, zatímco 11% respondentů číslem 1.



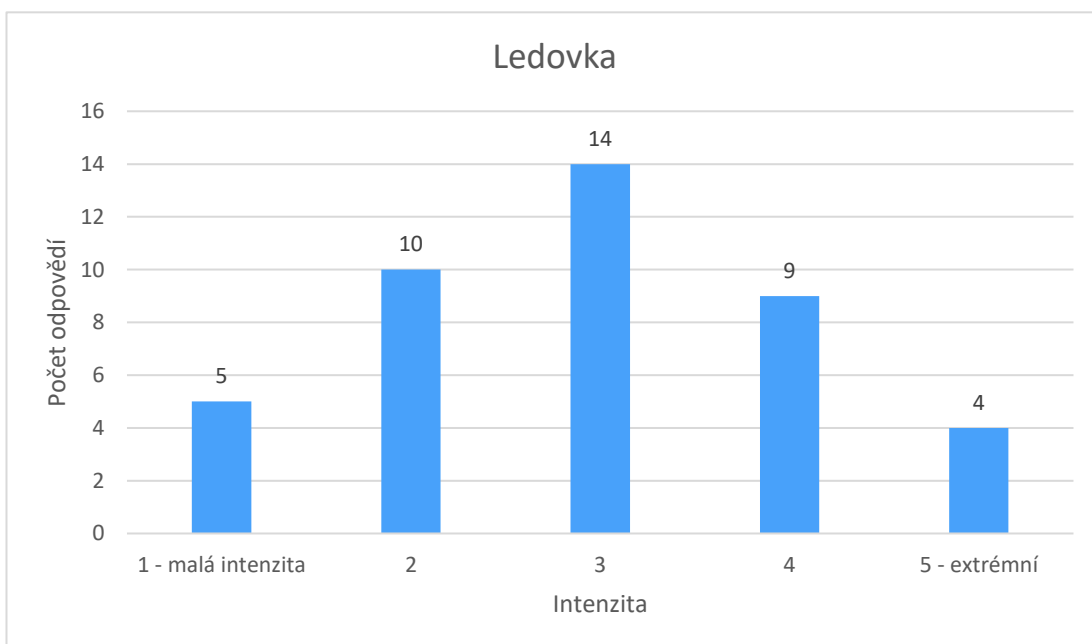
Na podotázku týkající se větrné smršti odpovědělo celkově 43 respondentů, tj. 77% respondentů, kteří se zapojili do výzkumu. Větrná smršť vnímá 28% respondentů na bodové škále od 1 (malá intenzita) do 5 (extrémní) čísly 1 a 2.



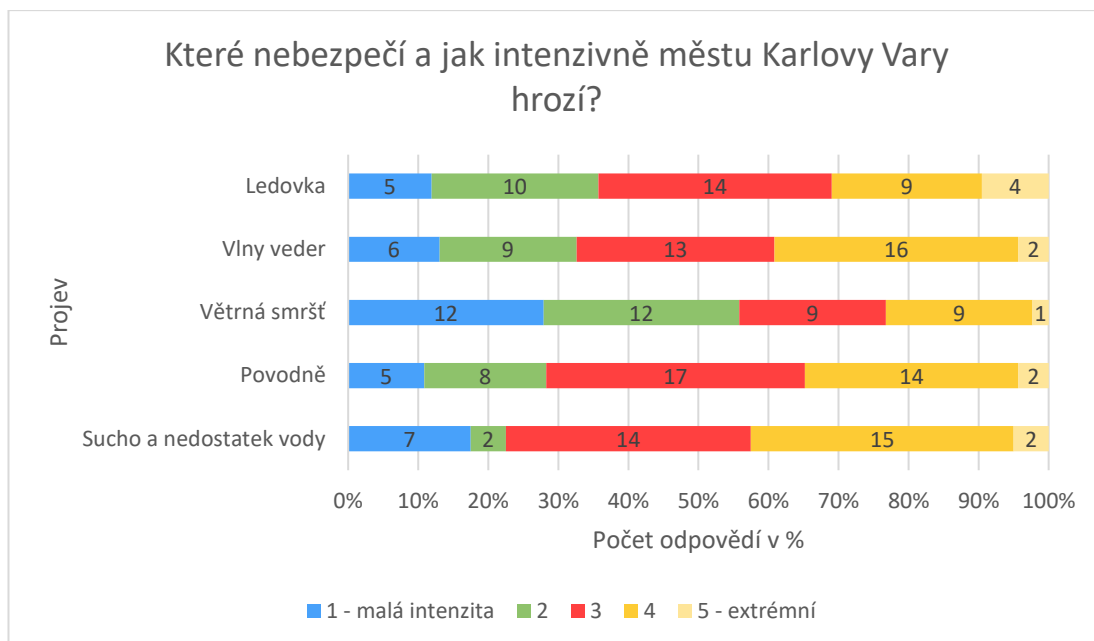
Na podotázku týkající se vln veder odpovědělo celkově 46 respondentů, tj. 82% respondentů, kteří se zapojili do výzkumu. Z nich 35% respondentů vnímá vlny veder na bodové škále od 1 (malá intenzita) do 5 (extrémní) číslem 4, zatímco pro 13% dotazovaných číslem 1.



Na podotázku týkající se ledovky odpovědělo celkově 42 respondentů, tj. 75% respondentů, kteří se zapojili do výzkumu. Z nich 33% respondentů vnímá riziko ledovky na bodové škále od 1 (malá intenzita) do 5 (extrémní) číslem 3, zatímco 12% vnímá ledovku číslem 1.



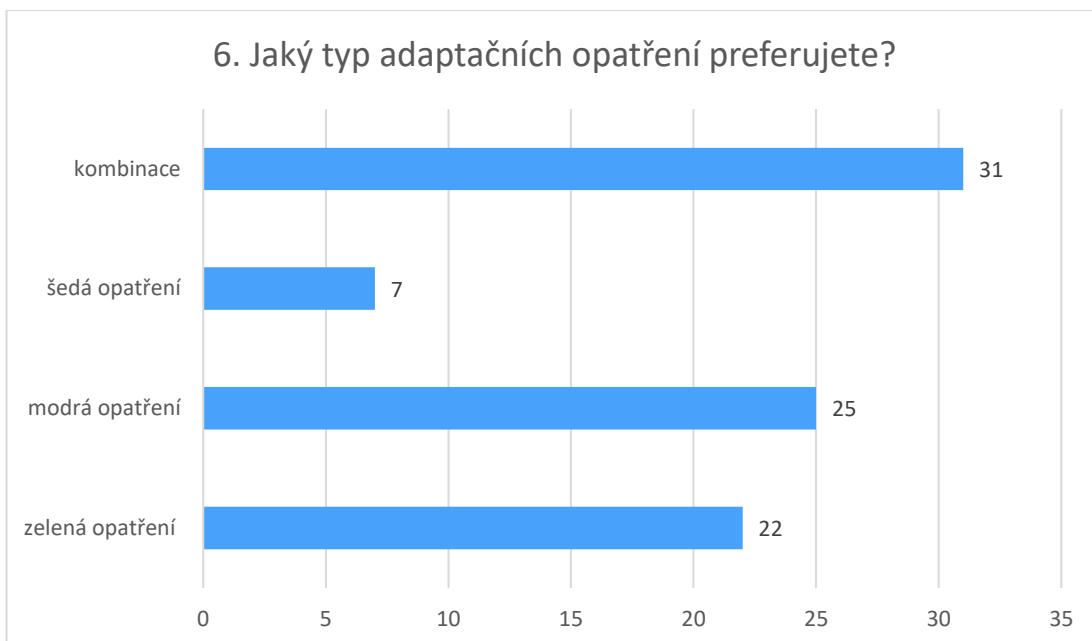
Níže je uveden souhrnný graf, ze které lze přehledněji vyhodnotit, jakých hrozeb se odpovídající respondenti nejvíce obávají. Jako největší hrozba jsou vnímány vlny veder a dále také riziko povodní, sucha a nedostatku vody. Čísla uvedená v barevných škálách je počet odpovědí respondentů, kteří se výzkumu zúčastnili.



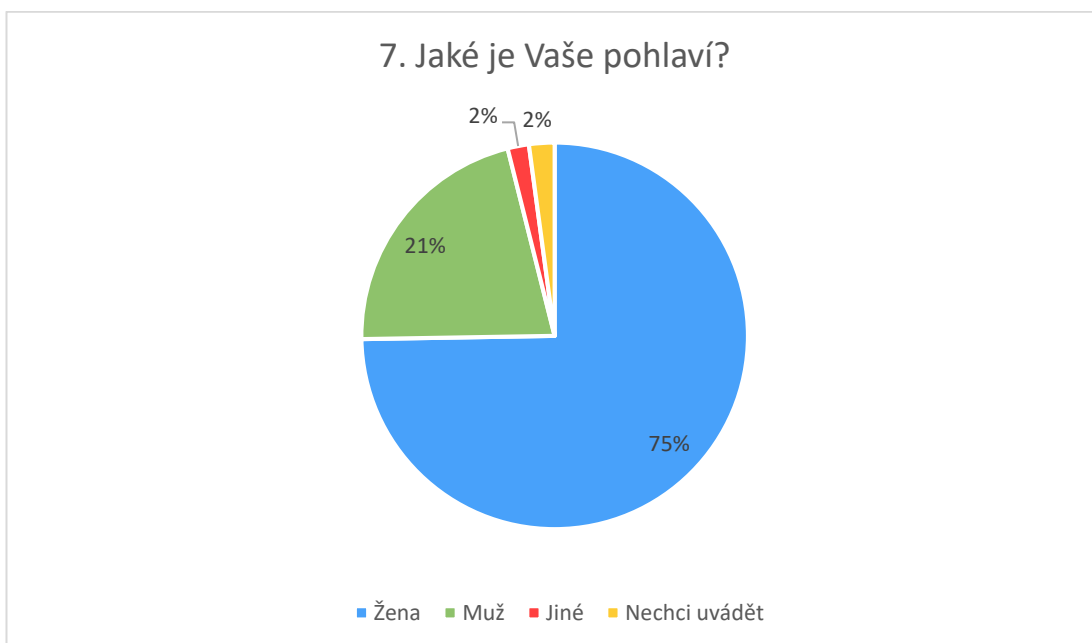
Otázka č. 5 byla položena formou otevřené otázky. Otázka se týkala konkrétních lokalit, kde respondenti vnímají největší problémy spojené s projevy změny klimatu. Nejvíce respondentů odpovědělo následující lokality: Rybáře (19 respondentů) – někteří konkrétně uvedli ulici Sokolovskou a Rozcestí U Koníčka, Dvory (13 respondentů) – někteří konkrétně uvedli Chebskou ulici, Stará Role (18 respondentů) – někteří konkrétně uvedli ulici Závodu míru, Tuhnice (16 respondentů), centrum lázeňského města (12 respondentů), oblasti kolem řek Teplá a Ohře a Chodovského potoka (11 respondentů). Ostatní lokality byly málo zastoupeny a někteří odpověděli celé území Karlových Varů, či že neví.

Na otázku č. 6 odpovědělo 31 respondentů, že preferuje kombinaci typů adaptačních opatření, 25 respondentů preferuje modrá opatření, 22 respondentů zelená opatření a 7 respondentů 7 šedá opatření.

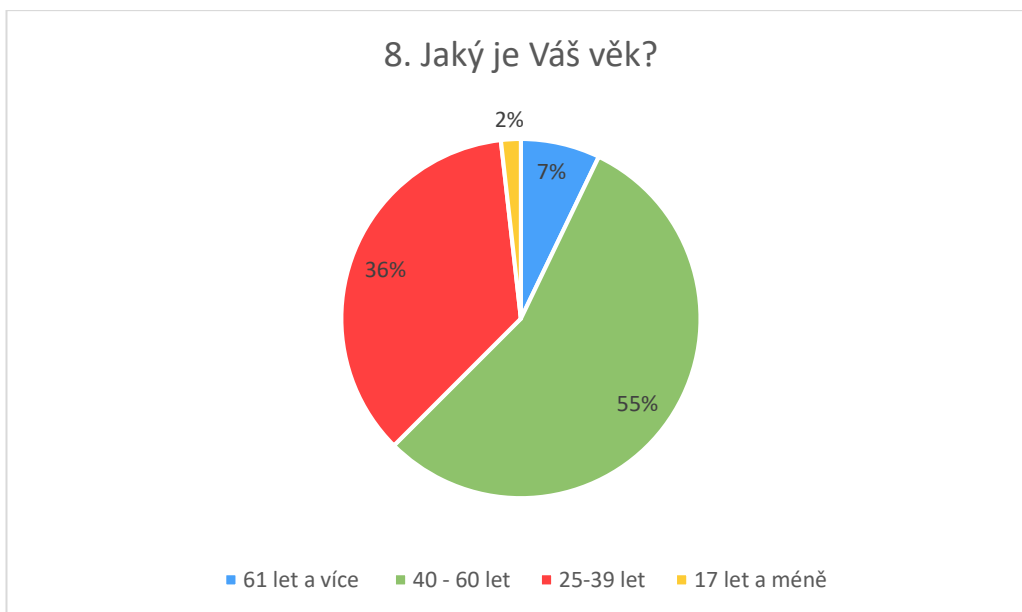




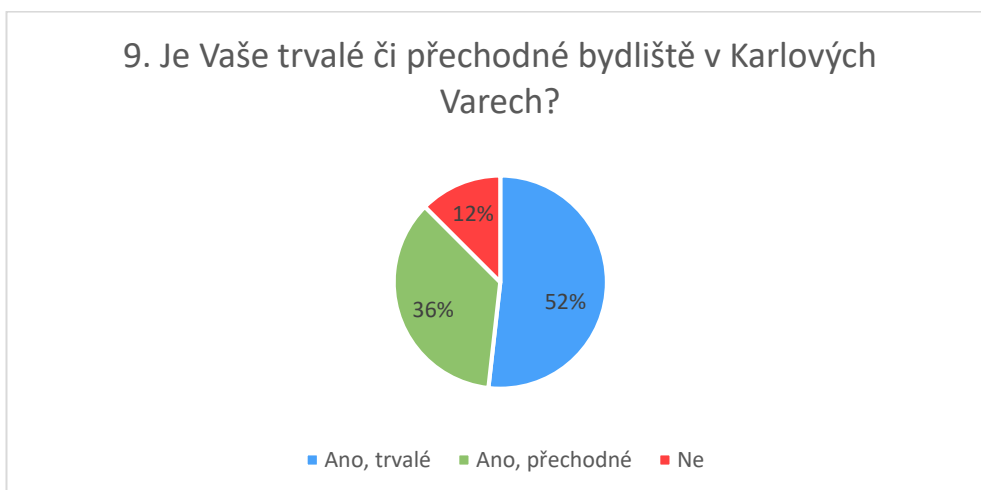
Otázka č. 7 byla první socioekonomickou otázkou a týkala se pohlaví. Z celkového počtu 56 respondentů bylo 42 žen, 12 mužů, 1 jiné pohlaví a jedna osoba nechtěla uvádět. Co se týká pohlaví, nebyly respondenti rovnoměrně zastoupeni. Tuto skutečnost si autorka uvědomovala již při rozesílání a výběr respondentů tudíž nebyl podle pohlaví, ale pracovním zařazením respondentů. Z toho tedy vyplývá, že na daných pozicích převládá zastoupení žen.



Otázka č. 8 byla zaměřena na věk respondentů. Nejvíce zastoupená věková kategorie respondentů byla ve věku 40-60 let (31 osob), dále ve věku 25-39 let (20 osob), respondenti starších 61 let a více odpověděli 4 a 1 respondentovi bylo 17 let a méně.



Otázka č. 9 se věnovala vztahu dotazovaných osob ke Karlovým Varům a jejich trvalému či přechodnému bydlišti. 29 osob žije trvale ve městě Karlovy Vary, 20 osob má zde přechodné bydliště a 7 osob žije v jiném městě. Vzhledem k tomu, že byli do dotazníku zapojeni pouze osoby pracující ve městě Karlovy Vary, předpokládá se, že všechny dotazované osoby mají místní znalost.



V poslední otázce byl dán respondentům prostor pro vyjádření jejich dalších postřehů a komentářů. Následně shrnu převažující názory respondentů.

Dle názorů respondentů je pozornost zaměřena především na centrum města, což je pochopitelné z pohledu cestovního ruchu a zvýšené návštěvnosti těchto míst. Avšak pro obyvatele města je převážně důležité řešení problému důsledků změny klimatu v těch ostatních částech, kde tráví většinu svého času. Jako největší hrozbu vnímají vlny horka a sucho s nimi spojené, neboť to přímo ovlivňuje jejich životy a pobyty

venku v letních měsících. Tyto názory zmíněné v otevřené otázce se shodují s odpověďmi, které vyplynuli z otázky č. 4. Zvláště ulice a lokality, které jsou z velké části zastavěné a velký podíl tvoří zpevněné plochy. Konkrétně byly uvedeny lokality Drahovice (horní část), centrum města, Doubí, Jenišov, Stará Role, Rybáře, Dvory, Tuhnice. Jako další hrozbu vnímají riziko povodní v okolí řek Ohře, Teplá, Rolava a Chodovského potoka – především Tuhnice, Drahovice (dolní část). Tyto odpovědi se shodovaly s odpověďmi k otázce č. 5.

## **6.2 Návrh strategie na změnu klimatu pro město Karlovy Vary**

Každé město by k problematice změny klimatu mělo nejdříve přistupovat koncepčně a před samotným konkrétním návrhem adaptačních opatření, zpracovat adaptační strategii, kterou navrhuji zpracovat i pro město Karlovy Vary. Proces tvorby strategie byl stručně popsán v kapitole označené 3.6. Z tohoto vyplývá, že je v prvním kroku potřeba vytvořit tým specialistů, kteří na tvorbě strategie bude pracovat. Tým by se měl skládat z primátorky, jejího náměstka či pověřeného zástupce, odboru životního prostředí, strategií, územního plánování, dopravy, investic, správy majetku města. Dále zástupci následujících institucí: Kancelář architektury města Karlovy Vary, Správy povodí Ohře, Vodárny a kanalizace Karlovy Vary, Hasičský záchranný sbor Karlovarského kraje, Správa přírodních léčivých zdrojů a kolonád, Lázeňské lesy a parky Karlovy Vary. Dalším krokem je určení si vizí a cílů a v jakém časovém horizontu je reálné k adaptaci dojít. Ze znalosti města myslím, že je reálné, aby alespoň částečné adaptaci došlo v průběhu 10 let, tedy střednědobý horizont. Je nutné brát v potaz, že se jedná o krajské město a jeho rozloha je celkově větší, než je tomu u jiných měst.

Pro lepší přehlednost jsem v této kapitole rozdělila návrhy adaptačních opatření na zelená, modrá, šedá a měkká adaptační opatření. Avšak na každé opatření musíme nahlížet v širším kontextu, proto se svou funkcí některá opatření prolínají.

Na základě vyhodnocení dotazníkového šetření jsem dále vytypovala a navrhla konkrétní místa, která jsou náchylná k dopadům změny klimatu. Cílem je navrhnout konkrétní adaptační opatření ve městě Karlovy Vary. Výsledky mne nasměrovaly na lokality, které odborné osoby žijící či jen pracující na území Karlových Varů vnímají jako nejproblematictější.

## 6.2.1 Zelená opatření

### 6.2.1.1 Zvýšit podíl zeleně a podpora zdravotního stavu stávající zeleně

Území Karlových Varů se vyznačuje velkým podílem zeleně. Je tomu tak díky Lázeňským lesům, které obklopují celou jižní stranu Karlových Varů, od východu na západ. Centrum města je každoročně osázeno velkým množstvím trvalek, např. Dvořákovy sady, Smetanovy sady. Ulici Moskevská trvale lemují sakura ozdobná (*Prunus serrulata*). Jako způsob zavlažování byl vybrán způsob instalace tzv. „hydrovaků“. Avšak tento krok neřeší příčinu toho, proč nemá vysázená zeleň dostatek vláhy. Použitím hydrovaků může dojít k tomu, že si daný strom na přísun nepřirozeného množství vody zvykne do takové míry, kdy bez něj už nebude schopný sám dále přežít.

Je žádoucí podíl zeleně zvýšit a to prostřednictvím budování nových zelených ploch a výsadby takových stromů, které jsou svými vlastnostmi vhodné pro urbanizované prostředí. Volit takovou skladbu stromů, které nebudou mít velkou hustou korunu, aby nezadržovaly emise plynů z dopravy, ale zároveň budou dobrým stínícím prvkem.

V okolí panelových domů a velkých sídlišť navrhuji upřednostnit výsadbu takové zeleně, která nebude mít tak vysoké nároky co se týká údržby. Celkově navrhuji ve výsadbě v uličním prostředí upřednostnit odolné druhy, které nebudou městské prostředí zatěžovat alergenními pyly. Konkrétně navrhuji u každého panelového domu vysadit trvalkové záhony, které jsou nenáročné na údržbu. V prostředí sídliště dále navrhuji výsadbu přírodního či polopřírodního charakteru s luční vegetací s menší frekvencí kosení. Zvýší se tak biodiverzita. Pravidelnější sečení travnatých ploch doporučuji např. v okolí dětských hřišť, neboť v těchto lokalitách je vzhledem k většímu výskytu dětí větší riziko infikovaného hmyzu.

Dále navrhuji každý rok koncem zimy, kdy nejsou teploty pod bodem mrazu, půdu provzdušnit a zapravovat do ní hnojiva s vysokým obsahem organické hmoty. Takto by mělo být nakládáno s každým podílem zeleně, doporučuji toto opatření aplikovat především do centra Karlových Varů. Např. Smetanovy sady, Dvořákovy sady, Skalníkovy sady, Sady Jeana de Carro, Divadelní náměstí. S provzdušňováním půdy souvisí i lepší zasakování dešťové vody do půdy. Čím lépe umožníme se srážkové vodě zasáknout do přirozeného prostředí, tím se snižuje riziko záplav a lokálního zaplavení např. sklepů při krátkých, ale intenzivních srážkách.

Pásky zeleně, zeleň a výsadbu nového stromového porostu doporučuji zanést i do regulí územního plánu.

#### *6.2.1.2 Využití zelených střech a fasád*

Využití možnosti zelených střech a fasád taktéž navrhuji zanést do územního plánu. Ve vybraných lokalitách, jako je centrum města a jeho bezprostřední okolí to nebude možné, neboť tyto lokality jsou v městské památkové rezervaci. Zelené střechy tedy doporučuji využít na městských budovách, jako jsou školy a školky, např. 1. mateřskou školku, která se nachází v ulici Krymská. Dále je vhodné využít zelené střechy na střechách supermarketu a jiných skladovacích hal, kde jejich využití může zvýšit estetickou atraktivitu těchto budov, např. supermarket Penny umístěný v ulici Západní, Billa v ulici Krokova a Tesco v ulici Chebská. Jedná se o supermarkety, které se nacházejí v blízkost frekventovaného průtahu, který je umístěn uprostřed města a rozděluje tak město na polovinu.

Zelené fasády doporučuji spíše u staveb rodinného bydlení, kdy díky jejich využití může být značně ovlivněna i energetická náročnost. V létě bude mít zelená střecha efekt na vnitřní klima domu a v zimě bude plnit izolační funkci.

Ideálním řešením při výstavbě nových veřejných budov, rodinných či panelových domů doporučuji tato opatření implementovat již do projektů v přípravné fázi. Pro vybudování těchto opatření mohou být využity různé druhy rostlin, které se liší požadavky na údržbu. V nabídce je i několik dotačních programů na vybudování těchto opatření, např. Zeleň střechám.

### **6.2.2 Modrá opatření**

Z hlediska modrých opatření vnímám jako největší potenciál v zachytávání a využívání srážkové vody.

#### *6.2.2.1 Snížení spotřeby pitné vody a využívání dešťové vody*

Největší potenciál vnímám taková opatření, která přeměňuje systém hospodaření s vodou.

Snížit spotřebu pitné vody navrhuji především zachycováním a následným využíváním dešťové vody. Na místní úrovni doporučuji finanční podporu ze strany města pro jeho občany pro budování vlastních retenčních nádrží. Tento krok by jistě občané města, kteří mají vlastní zahrady, ocenili. A to především z důvodu přibývání suchých epizod,

kdy budou nastávat častěji situace zákazu využívání pitné vody k zalévání. Je tak i v zájmu občanů, aby zachytávali dešťovou vodu, kterou později využijí při zalévání úrody a záhonů.

Je mnoho řešení pro shromažďování dešťové vody. Nádoba na dešťovou vodu může být uložena i do podzemí, odkud je následně čerpána. Takto uskladněná voda může být využívána i v domácnosti, např. při splachování, mytí nádobí či praní prádla. Nevýhodou instalace podzemní nádrže je potřeba další techniky, která zvyšuje finanční nároky. Je nutné mít funkční filtrační jednotku a čerpací zařízení. Avšak velice účinné je i využívání nádrží menšího charakteru, např. sudy, které mohou být využity k zálivce zahrady. Takovéto využívání navrhuji i u veřejných objektů a objektů, které vlastní právnické osoby. U těchto budov je často větší podíl květinové výzdoby pro lepší vizuální atraktivitu. Z finančního hlediska, kdy částka za spotřebovanou pitnou vodu stále roste, se tato opatření vyplatí jak jedincům, tak právnickým subjektům. Za účelem podpory existují v této problematice dotační programy, např. Dešťovka.

#### *6.2.2.2 Budování retenčních nádrží, rybníků, mokřadů a suchých poldrů*

Vodní prvky navrhuji začlenit především do sídelních lokalit. Co se týká parků a rekreačních lokalit města, jsou zde vodní plochy začleněny. Dobrým příkladem je volnočasový prostor Rolava, kde se nachází i veřejné koupaliště. Dalším dobrým příkladem je vodní plocha ve Dvořákových sadech, kde skvěle vedle řeky plní ochlazovací funkci. Suché poldry navrhuji začlenit do území Dolní Kamenné, která je v době zvýšení hladiny řek často postižena zvýšeným rizikem povodní. Budování tůní a mokřadů doporučuji aplikovat především v prostředí Lázeňských lesů. Tato podpora je již na četných místech viditelná. Budování mokřadů v městském prostředí velkým podílem zvyšuje biodiverzitu.

#### *6.2.2.3 Budování zasakovacích průleहů a dešťových zahrad*

Budování zasakovacích průleहů neboli „svejlů“ navrhuji v některých uličních prostředích, kde to umožňuje jejich šířka. Často bývají zatravněné a částečně tvořené šterkem. Zasakovací průlehy i dešťové zahrady pomáhají pomocí kořenového systému vysazené vegetace čistit srážkovou vodu od určitých znečišťujících látek.

Vybudovat zasakovací průlehy je také vhodné okolo parkovišť s propustným povrchem, aby byl zajištěn prostor pro svedení zadržené srážkové vody.

### 6.2.3 Šedá opatření

#### 6.2.3.1 *Snižování podílu nepropustných povrchů*

Při rekonstrukci silnic a ulic navrhuji nepoužívat souvislý asfaltový či betonový povrch, který je nepropustný. V případě rekonstrukci silnic doporučuji aplikovat polopropustné materiály jako je propustný beton a asphalt. V případě silnic a budovaných parkovišť je také vhodné využít lapače oleje a odlučovače ropných látek, především na frekventovaných komunikacích. Na budování a rekonstrukci chodníků doporučuji využít vegetační tvárnice. Tato opatření navrhuji aplikovat na veškerých rekonstruovaných a nově budovaných místech.

U tohoto opatření je nutné brát zřetel na to, že se výměna povrchu musí odvíjet od předem provedeného geologického průzkumu.

#### 6.2.3.2 *Upřednostnění zasakování dešťové vody před odvodem do kanalizace*

U nových i stávajících stavebních řešení by měl být poskytnut prostor srážkové vodě se přirozeně zasáknout do půdy. Na chodnících navrhuji vybudovat v pravidelném intervalu žlaby, které budou svádět vodu nově vysázené či stávající zeleně.

V Karlových Varech je vybudován systém jednotné kanalizační sítě. Z tohoto důvodu navrhuji vybudování systému odvodňovacích kanálů, které budou svedeny do větší nádrže na dešťovou vodu. V tomto případě se však jedná o velmi komplexní řešení, se kterým je spojena velká finanční náročnost. První krok k vybudování tohoto systému je vybudovat ho na nově vzniklých územích a při revitalizacích větších stávajících ploch. Doporučuji vybudovat několik hlavních nádrží s odvodem srážkové vody např. z jedné ulice či menší městské části.

Konkrétně je prostor pro umístění nádrže na srážkovou vodu u hlavní budovy krajského úřadu. Tato lokalita je obklopena zelení a za budovou „A“ krajského úřadu je vybudován menší park, který by mohl být z těchto nádrží zavlažován.

#### 6.2.3.3 *Mlžítka, fontány a stínící technika*

Instalace mlžítek doporučuji na ta místa, kde nelze jiná opatření aplikovat či v situacích, kdy navrhovaná opatření nejsou dostatečná. Tato opatření navrhuji aplikovat v těsné blízkosti autobusových zastávek, neboť zde občané mohou trávit delší časový úsek a v době vln veder to způsobuje nadměrnou zátěž organismu. Mlžítka navrhuji použít i v místech okolo hotelu Thermal a cestě k hotelu Pupp, neboť

v těchto místech nelze z důvodu památkové městské rezervaci instalovat takové množství opatření, která by zmírňovala přehřívání.

Prvků využívající tekoucí vodu je v Karlových Varech využito hned několik. Například u pomník T. G. Masaryka v ulici T. G. M. Další fontána se nachází přímo před Alžbetinými lázněmi.

Na dětská hřiště doporučuji vystavět stínící plachty, které budou prodyšné a budou bránit herním prvkům k nadměrné akumulaci tepla a také chránit děti před slunečním zářením. Konkrétně navrhuji vybudování stínící techniky například na dětském hřišti Niva u obchodního centra Varyáda, dětské hřiště Meandr – alespoň nad část hřiště, dětské hřiště Okružní. Jedná se o vcelku odhalená místa, která mohou být náchylnější k přehřívání.

#### *6.2.3.4 Využívání odrazivých povrchů na budovách a veřejných prostranstvích, vytápění budov*

Při nastavení dobrých parametrů, technologických postupů a správné údržby má výběr stavebního materiálu stěžejní vliv na vnitřní klima budovy. Dalším ovlivňujícím faktorem je volba barvy použité na střechu a na fasádu. Obecně platí, že světlejší povrchy mají větší schopnost odolávat slunečnímu záření. Navrhuji využívat světlejší barvy na střechy a fasády. Tímto opatřením se snižuje tepelný ostrov města, neboť světlejší povrchy tepelné záření odrážejí namísto, aby je pohlcovali. Využití tohoto opatření je v Karlových Varech ovlivněno památkovou péčí. Světlejší barvu povrchů také doporučuji použít u chodníků. V případě, kdy nelze zvolit světlejší tóny je vhodné použít materiály, které mají vhodné fyzikální vlastnosti, které zabezpečí vyšší odrazivost slunečního záření.

Co se týká vytápění budov, je žádoucí, aby nové objekty byly napojeny na soustavu zásobování tepelnou energií a předešlo se tak vyššímu využívání lokálních spalujících zdrojů které nadměrně zatěžují kvalitu ovzduší znečišťujícími látkami. Případnou možností je využívání energie z obnovitelných zdrojů a v dnešní době také často využívaná rekuperace vzduchu.

#### **6.2.4 Měkká opatření**

Využití měkkých opatření je důležitou součástí adaptace. Bez jejich využití nebudou podstata a riziko důsledků změny klimatu vnímány s dostatečnou důležitostí.



#### *6.2.4.1 Vzdělávání veřejnosti a studentů*

Je nutné vzdělávat obyvatele města v problematice změny klimatu. Bez základního pochopení a uvědomění si o jaký problém se jedná, nebude využívání adaptačních opatření na úrovni jedince funkční. Do učebních plánů navrhuji zařazení nauky o ochraně životního prostředí, kde bude součástí i problematika změny klimatu. Dále bych vyhlásila soutěž pro střední školy s cílem zapojení se žáků v hledání řešení adaptačních opatření pro budovy škol a jejich nejbližšího okolí.

Pro dospělou veřejnost navrhuji pořádání pravidelných přednášek k dané problematice. Pro majitele pozemků a právnické osoby vlastníci budovy ve městě navrhuji pořádání seminářů, kde by byla řešena problematika nakládání a hospodaření s vodou.

Dále navrhuji vytvoření jednoduchých grafik se základními informacemi ohledně změny klimatu a její důsledky na běžný život občana města. Tyto bych umístila na autobusové zastávky, veřejné reklamní prostory a rozdistribuovala do školských zařízení.

#### *6.2.4.2 Zvýšení motivace obyvatel města*

Nejvíce účinná motivace pro obyvatele města bude finanční podpora v rámci hospodaření s dešťovou vodou. Dále navrhuji vyčlenit zaměstnance, který bude schopný vypomoct občanům města s možnými informacemi k využití dotačních programů probíhajících na národní či krajské úrovni.

Dalším motivačním krokem by mohl být příspěvek od zaměstnavatele na využívání veřejné dopravy či jízdních kol. Tím dojde ke snížení individuální dopravy a ke snížení množství emisí vyprodukovaných dopravou.

### **6.3 Vybrané lokality pro návrh adaptačních opatření**

#### **6.3.1 Rozcestí u Konička**

Tato lokalita se nachází v městské části Rybáře. Rozcestí je především v odpoledních hodinách dopravně vytíženo. Toto území je i důležitým dopravním uzlem, jelikož se zde nachází autobusové zastávky městské hromadné dopravy a meziměstské veřejné dopravy. Jedná se o lokalitu, která se nachází blízko průtahu vedoucím městem. Na základě dat získaných z dotazníkového šetření byla tato lokalita vyhodnocena jako lokalita náchylná k přehřívání při vlnách veder. V přílohách je na mapě č. 3 tato

lokalita znázorněna. Konkrétní opatření na konkrétních místech jsou zobrazena na mapě č. 4, která je přílohou této práce.

V této lokalitě navrhuji aplikaci následujících opatření. V místech, kde jsou na obou stranách autobusové pásy pro zastavení autobusů, navrhuji výměnu povrchu ze zcela nepropustného na polopropustný. Výměna asfaltu za zatravnovací tvárnice/dlaždice. Dále navrhuji výměnu povrchů chodníků. V současné době je chodník z nepropustného betonu, který bych vyměnila za polopropustný.

V místech, kde to umožňuje šířka, navrhuji vybudování uličních průlehů, které budou tvořit pásy zeleně, místy městská louka, která navrátí lokalitě barevnost a život. Lokalitu by bylo vhodné doplnit výsadbou stromů, které jsou odolné vůči klimatickým projevům a nebudou nadměrně zatěžovat okolí alergenními pyly. Avšak co se týká výsadby stromů, je v této lokalitě problém kvůli distribučním sítím.

Navrhuji na jedné straně snížit výšku obrubníků a vybudování pravidelných otevřených povrchových žlábků v chodnících, které budou svádět dešťovou vodu do pásů zeleně a průlehů. Otevřené žlábků navrhuji z důvodu jejich snadnějšího čištění. Žlábků musí být vybudovány v pravidelných odstupech, aby se srážková voda rozprostřela rovnoměrně a nebyla tak některá místa postižena nedostatkem vody a suchem.

Autobusové zastávky navrhuji zcela vyměnit. Stávající stav není mj. esteticky vhodný. Navrhuji vybudovat autobusové zastávky z přírodních a světlých materiálů, které budou sluneční záření lépe odrážet, nikoliv pohlcovat. Vzhledem k tomu, že se jedná o lokalitu, kde je problém s výsadbou stromů, navrhuji zde umístit autobusové zastávky se zelenou střechou i zelenou stěnou. Navrhuji výsadbu zeleně, která nebude náročná na údržbu. Zadní stranu zastávky by mohla být doplněna o nádobu, kam by se dle sezóny vysadili kvetoucí rostliny.

Výše uvedené návrhy řeší především riziko přehřívání dané lokality. Nově vybudované zastávky poskytnou obyvatelům stínící techniku ve spojitosti s ochlazením okolí díky vybudované zeleni. Díky výměně chodníkového povrchu, vybudování žlábků do průlehů se sníží i riziko spojené se zaplavením lokality alepší se tak propustnost povrchu. Tímto opatřením dojde v neposlední řadě i k menší zátěži kanalizační sítě.

Fotografie č. 1 Rozcestí u Konička (vlastní fotografie)



Fotografie č. 2 Rozcestí u Konička - pohled z druhé strany (vlastní fotografie)



Fotografie č. 3 Stávající zastávka Rozcestí u Konička (vlastní fotografie)



### 6.3.2 Modernizace autobusových zastávek

Další návrh je komplexní výměna autobusových zastávek. Velká část zastávek ve městě trpí špatným technickým stavem, který doprovází méně líbivý estetický vzhled.

Veškeré zastávky navrhuji vybudovat z přírodních materiálů a za použití světlých odstínů barev, které budou sluneční záření lépe odrážet.

Na místech, kde je složité doplnit lokalitu o prvky zelené či modré infrastruktury, navrhuji vybudování zastávek se zelenou střechou i zdí. Konkrétně jedna strana kolmá k zemi a druhá zkosená, na které by byla umístěna zelená stěna. Zadní stranu bych z vrchní části nechala přirozeným převisem ze zelené střechy také zarůst a do spodní části bych umístila nádobu se samo zavlažovacím systémem, kde by dle sezóny byly vysázeny kvetoucí rostliny. Srážková voda by byla svedena to samo zavlažovacích nádob s kvetoucími rostlinami. Tyto zastávky zvýší i vizuální atraktivitu lokality, proto jejich využití navrhuji i do centra města, kde doplní stávající zeleň. Nevýhodou je u těchto zastávek vysoká finanční náročnost v poměru s celkovým množstvím zastávek, které se ve městě nacházejí.

Tyto zelené zastávky navrhuji konkrétně na místa stávajících zastávek: Moskevská, Západní, Dolní nádraží, Vítězná, Elite, Pivovar, Chebská, Sklářská, Moser, Kapitána Jaroše, Rozcestí u Koníčka, Krátká, Školní, Stará Role, Krajský úřad, Náměstí doktorky Milady Horákové, Lázně III, Lázně I. V přílohách jsou na mapě č. 1 tato místa znázorněna.

Na místa, která jsou méně náchylná k přehřívání, navrhuji umístit zastávky pouze se zelenou střechou bez zelené stěny. I takové zastávky okolní prostředí ochladí a budou mít stínící efekt. Navrhuji extenzivní zelenou střechu, která není tak náročná na údržbu.

Zastávky se zelenou střechou navrhuji konkrétně na místa stávajících zastávek: Truhlářská, Čankovská, Říční, V Aleji, KV Arena, KV Arena – parkoviště, Svahová, Obřadní síň, Divadelní náměstí, U Jezírka, Nemocnice, Libušina. V přílohách jsou na mapě č. 2 tato místa znázorněna.

Výčet zastávek není absolutní. Na všechny zastávky navrhuji použít takovou zeleň a vegetaci, která bude vysoce odolná a zároveň nenáročná na údržbu.

### **6.3.3 Budova 1. Mateřské školky Karlovy Vary - Studánka**

Budova 1. Mateřské školky Karlovy Vary se nachází v městské části Tuhnice, na adrese Krymská 1740/12. Tato školka nese označení Studánka a návrhy opatření jsou aplikovány na jednu ze dvou budov. Tato lokalita byla vyhodnocena ze závěrů dotazníkového šetření jako lokalita náchylná k přehřívání a zvýšenému riziku povodní. Předmětná lokalita se již nenachází v městské památkové rezervaci. V přílohách je tato lokalita znázorněna na mapě č. 3.

Budovy škol, školek a úřadů, které jsou ve vlastnictví města, jsou ideální k budování zelených střech, stěn a celkovém řešení vodního hospodářství.

Na budově této školky navrhuji vybudování intenzivní zelené střechy jako pilotního projektu zelených střech na budovách ve městě Karlovy Vary. Dále navrhuji vybudování bylinkového záhonu. Z okapů celé budovy navrhuji svést vodu do umístěné nádrže na dešťovou vodu, která bude zachytávat srážky jak při srážkách méně intenzivních, tak při velmi intenzivních srážkách. Tato vodu bude využívána k zalévání bylinného záhonu a v případě potřeby i zelené střechy. Vzhledem k tomu, že návrhem je intenzivní zelená střecha, je nutná pravidelná údržba včetně pravidelné

zálivky. I v tomto případě bych volila odolnější druhy vegetace se zastoupením spíše takových druhů, které nezpůsobují zvýšenou alergickou reakci s ohledem na přítomnost většího množství dětí.

Ačkoliv se na zahradě školky nacházejí vzrostlé stromy, doporučuji v době vln veder umístit nad herní prvky stínící techniku.

*Fotografie č. 4 Budova I. Mateřské školky Karlovy Vary - Studánka*



## 7 DISKUZE

Ze závěru poslední hodnotící zprávy IPCC je již v této době jasné, že za rychlost a podobu současné změny klimatu může lidská činnost. Je tedy na nás, abychom co nejvíce zmírnili dopady plynoucí ze změny klimatu a přizpůsobili se co nejrychleji. Velkým problémem je nevědomost a bagatelizování veřejnosti problematiky změny klimatu. V první řadě je důležité přesvědčit politiky daného města, aby byli nakloněni k řešení problémů spojených se změnou klimatu. Dalším úskalím mohou být finance, avšak v dnešní době existuje spousta dotačních titulů, které lze využít. Z tohoto pohledu je důležitá snaha o soustavném zdokonalování se a lepší informovanosti pracovníků města a jeho vedení.

Z dotazníkového šetření vyplynulo, že městu Karlovy Vary hrozí největší riziko plynoucí z vln veder, sucha a nedostatku vody a povodní. Což se dalo predikovat již dříve, neboť se jedná o krajské město většího charakteru. Dále byly vytipovány lokality, které jsou k projevům změny klimatu nejvíce náchylné. Mezi tyto lokality lze uvést městské části Rybáře, Stará Role, Tuhnice a Karlovy Vary. Adaptační opatření byla tedy navržena převážně do těchto lokalit, která jsou obyvateli města vnímány, jako nejrizikovější. Část práce se věnuje obecnějším postojům v rámci vytvoření strategie na změnu klimatu, je zde nastíněno, jakým směrem by se město Karlovy Vary mělo ubírat. Další část se zabývá již návrhy konkrétních opatření na konkrétní vybrané lokality. Aplikace adaptačních opatření je převážně v každé lokalitě možné.

Ačkoliv lze město Karlovy Vary, se svou 43% plochou pokryté lesním porostem, považovat za zelené město, vždy je prostor k aplikaci nějakých adaptačních opatření. Ze StrategieKV°2040 je zřejmé, že město Karlovy Vary chce řešit rizika plynoucí z projevů změny klimatu. Jsou zde uvedena opatření, která lze označit za adaptační, pouze nejsou takto pojmenovány a zařazeny. Konkrétně se jedná o opatření týkající se zadržování vody v krajině, protipovodňová opatření a celkově bude brán zřetel na využívání prvků modrozelené infrastruktury. Město Karlovy Vary má tedy nakročeno k tomu, aby byla v co nejbližší době zpracována strategie na změnu klimatu a následně také akční plán. Při těchto zpracování se město může zapojit do projektů, které dají městu podporu ve formě zkušeností se zpracováním.

Předmětná diplomová práce se věnuje adaptačním opatřením, která již existují a lze je aplikovat i na jiná města podobného charakteru. Hlavním cílem však bylo navrhnout adaptační opatření a zasadit je přímo do konkrétní lokality.



## 8 ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývala problematikou změny klimatu, neboť důsledky z ní plynoucí jsou nedílnou součástí našich životů a především budou naše životy ovlivňovat i v budoucnu. Dle nejnovějších poznatků může za změnu klimatu s jistotou lidská činnost. Klimatickou změnu již nezastavíme, proto se musíme na tuto problematiku zaměřit a snažit se jí alespoň v co největší míře přizpůsobit.

Primárním cílem diplomové práce bylo určení adaptačních opatření, která mohou být ve městě Karlovy Vary aplikována a jejich využitím dojde k lepšímu přizpůsobení se na změnu klimatu a jejím důsledkům. Pro naplnění tohoto cíle proběhl sběr dat z odborných publikací a vlastního šetření.

Teoretická část se věnovala vypracování literární rešerši problematiky změny klimatu, která byla důležitá pro pochopení smyslu návrhu adaptačních opatření.

Dalším z cílů byla analýza současného stavu města Karlovy Vary z pohledu přizpůsobení se změně klimatu. Analýza byla zpracována za pomoci vytvoření dotazníkového šetření, které bylo rozesláno omezenému okruhu respondentů. Tento okruh respondentů se skládal z odborníků působících z oblastech životního prostředí, územního plánování, rozvoje regionu a veřejného prostoru.

Následně byly vypracovány konkrétní adaptační opatření. Tato opatření byla rozdělena pro lepší přehlednost na: zelená, modrá, šedá a měkká. V rámci tohoto rozdělení bylo navrženo několik vhodných a možných adaptačních opatření. V případě jejich využití se stane město Karlovy Vary lépe obyvatelným městem jak pro jeho občany, tak osoby cestující za cestovním ruchem a lázeňstvím. Zpracováním strategie na změnu klimatu a následné vypracování akčního plánu včetně realizace konkrétních opatření přispěje ke zlepšení městského klimatu a celkově ke zlepšení životního prostředí v dané lokalitě. Jako krajské město by mělo město Karlovy Vary jít příkladem dalším městům nacházejících se nejen v Karlovarském kraji.

Stěžejní je i osvěta, aby povědomí o změně klimatu a jejím řešení bylo v rukou každého jedince. Neboť každý občan by měl být odpovědným občanem a nezavírat před těmito problémy globálního měřítka oči.

## 9 PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ

### Odborné publikace

- 1) Araos M., et al., 2016: Climate change adaptation planning in large cities: A systematic global assessment, Environ. Sci. Policy, p: 8 dostupné z: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2016.06.006>>
- 2) Barros, V., 2006: Globální změna klimatu. Nakladatelství Mladá fronta, Praha. ISBN 8020413561.
- 3) Baroš A., et al., 2015: Adaptace na změnu klimatu ve městech: pomocí přírodě blízkých opatření. Útvar koncepce a rozvoje města Plzně, Plzeň. ISBN 978-80-260-9309-1.
- 4) Brázdil, R., Trnka M., 2015: Historie počasí a podnebí v Českých zemích: minulost, současnost, budoucnost. Centrum výzkumu globální změny Akademie věd České republiky, Brno. ISBN 978-80-87902-11-0.
- 5) Carter J., 2011: Climate change adaptation in European cities, Current Opinion in Environmental Sustainability, p. 193-198
- 6) Damohorský, M., 2010: Právo životního prostředí. Nakladatelství C.H. Beck, Praha. ISBN 9788074003387.
- 7) Foret, M., 2011: Marketingová komunikace. Nakladatelství Computer Press, Brno. ISBN 978-80-251-3432-0.
- 8) Frantzeskaki N., 2019: Seven lessons for planning nature-based solutions in cities. Environmental science & policy, vol 93, p. 101-111. ISSN 1462-9011 dostupné z <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462901118310888>>
- 9) Fry, J. L., 2012: Počasí a změna klimatu: velká encyklopedie: souhrnný obrazový průvodce. Nakladatelství Svojtka & Co., Praha. ISBN 9788025607077.
- 10) Kloz M., 2014: Změna klimatu, její dopady a možná opatření k její eliminaci. In: Kurková D. (eds.): Globální a lokální přístupy k ochraně klimatu: sborník ze semináře a konference. Nakladatelství Ekumenická akademie, Praha, s. 44 – 57. ISBN 9788087661147.
- 11) Hanel M., Kašpárek L., Nesládková M., 2011: Odhad dopadů klimatické změny na hydrologickou bilanci v ČR a možná adaptační opatření. Výzkumný

ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, Praha. ISBN 978-80-87402-22-1,  
dostupné z

<[http://www.adaptacesidel.cz/data/upload/2015/07/016\\_hydrologicka\\_bilance.pdf](http://www.adaptacesidel.cz/data/upload/2015/07/016_hydrologicka_bilance.pdf)>

- 12) Heusinger, J., Weber, S. (2015) Comparative microclimate and dewfall measurements at an urban green roof versus bitumen roof. *Building and Environment*, 92, pp. 713-723.
- 13) Houghton, J. T., 1997: *Global warming: The complete briefing*, Cambridge University Press, ISBN 0521620899
- 14) Hudeková, Z., 2019: *Ako pripraviť akčný plán pre zelenej infraštruktúry so zohľadnením nových výziev*, Mestská časť Bratislava-Karlova Ves, Bratislava. ISBN 978-80-570-1323-5.
- 15) Just T., 2005: *Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. Nakladatelství Český svaz ochránců přírody, Praha. ISBN 80-239-6351-1.
- 16) Kabat, P., et al., 2005: *Climate proofing the Netherlands*. *Nature*, vol. 438, p 283-284.
- 17) Kabisch, N., et al., 2017: *Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas: linkages between science, policy and practice*. Nakladatelství Springer Open, Cham. ISBN 978-3-319-56091-5
- 18) Kalvová J., Moldan B., 1996: *Klima a jeho změna v důsledku emisí skleníkových plynů*. Nakladatelství Karolinum, Praha. ISBN 8071843156.
- 19) Kozel R., et al., 2011: *Moderní metody a techniky marketingového výzkumu*. Nakladatelství Grada, Praha. ISBN 978-80-247-3527-6.
- 20) Maceková M., 2022: *Příjemné a odolné město: možnosti snižování tepelného ostrova města pomocí přírodě blízkých řešení*. Nadace Partnerství, Brno. ISBN 978-80-87897-09-6.
- 21) 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.
- 22) MŽP © 2021 *Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR – 1. aktualizace pro období 2021–2030*, Ministerstvo životního prostředí, Praha, 234 s. Dostupné z

- <[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena\\_klimatu\\_adaptacni\\_strategie/\\$FILE/OEOK\\_Narodni\\_adaptacni\\_strategie-aktualizace\\_20212610.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/$FILE/OEOK_Narodni_adaptacni_strategie-aktualizace_20212610.pdf)>
- 23) MŽP, ©2021 a: Národní akční plán adaptace na změnu klimatu. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 68 s. Dostupné z <[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narodni\\_akcni\\_plan\\_zmena\\_klimatu/\\$FILE/OEOK\\_NAP\\_adaptace-aktualizace\\_2021.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narodni_akcni_plan_zmena_klimatu/$FILE/OEOK_NAP_adaptace-aktualizace_2021.pdf)>
- 24) MŽP, ©2020 a: Státní politika životního prostředí České republiky 2030 s výhledem do 2050. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 178 s. Dostupné z <[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news\\_20200710\\_statni\\_politika\\_zivotniho\\_prostredi\\_2030/\\$FILE/OPZPURSPZP\\_2030\\_pro\\_verejnou\\_konzultaci-20200710.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_20200710_statni_politika_zivotniho_prostredi_2030/$FILE/OPZPURSPZP_2030_pro_verejnou_konzultaci-20200710.pdf)>
- 25) MŽP, ©2015 b: Komplexní studie dopadů, zranitelnosti a zdrojů rizik souvisejících se změnou klimatu v ČR. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 339 s. Dostupné z <[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/studie\\_dopadu\\_zmena\\_klimatu/\\$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)>
- 26) Pavelčík P., Novák J., 2016: Zkušenosti měst v ČR s adaptacemi na změnu klimatu — výsledky rozhovorů se zástupci měst, Nakladatelství CI2, o. p. s., Rudná. ISBN 978-80-906341-8-3.
- 27) Pondělíček M., et al. 2016: Adaptace na změny klimatu. Nakladatelství Civitas per populi, Hradec Králové. ISBN 978-80-87756-09-6.
- 28) 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.
- 29) 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.
- 30) Simons P., 2010: Extrémny počasí. Nakladatelství Reader's Digest, Praha. ISBN 9788074061103.
- 31) Smil V., 2017: Globální katastrofy a trendy: příštích padesát let. Nakladatelství Kniha Zlin, Praha. ISBN 978-80-7473-528-8.
- 32) Sovacool, B., A., 2011: Hard and soft paths for climate change adaptation. *Climate Policy*, vol 11, p 1177-1183.

- 33) Stano P., et al., 2020: Katalóg vybraných adaptačno-mitigačných opatrení pre urbanizované územie, Bratislava. ISBN 978-80-570-2374-6.
- 34) Schätzing F., 2022: Zachraňme naši planetu!: globální krize klimatu. Nakladatelství Euromedia Group, Praha. ISBN 9788024278193.
- 35) Statutární město Karlovy Vary©2021: StrategieKV°2040: Kam jdeme a proč. 2. vydání, Karlovy Vary.
- 36) Tompkins, E., L., Eakin, H., 2012: Managing private and public adaptation to climate change. Global environmental change, vol 22, p 3-11.
- 37) Třebický V., Novák J., 2015: Metodika tvorby Místní adaptační strategie na změnu klimatu. Nakladatelství CI2 o. p. s., Rudná. ISBN 978-80-906341-0-7.
- 38) Vysoudil M., 2013: Základy fyzické geografie 1: Meteorologie a klimatologie. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc. ISBN 978-80-244-3892-4.
- 39) Žalud Z., et al., 2019: Zemědělské sucho v České republice - vývoj, dopady a adaptace. Agrární komora České republiky, Praha. ISBN 978-80-88351-02-3.
- 40) 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.
- 41) World Bank Group, ©2011: Guide to climate change adaptation in cities. World Bank. Phase One - An Evaluation of World Bank Win-Win Energy Policy Reforms. World Bank, Washington, DC. ISBN 978-0-8213-7850-2.  
Dostupné z  
<<https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/3837433e-b545-5a0a-9dc2-16f0384fda82/content> >

### **Internetové zdroje**

- 1) Speak, A.F., Rothwell, J.J., Lindley, S.J., Smith, C.L. (2013) Rainwater runoff retention on an aged intensive green roof, Science of The Total Environment. Volumes 461–462, 1, Pages 28–38.
- 2) IPCC, © 2022: Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösche, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A.

Alegria, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)). Cambridge University Press. In Press.

- 3) MMKV©2022, Povodňový plán statutárního města Karlovy Vary, (online) [cit. 2023.02.20], dostupné z <[http://webmap.kr-karlovarsky.cz/dpp/pub\\_554961/index.html?0-uvod.htm](http://webmap.kr-karlovarsky.cz/dpp/pub_554961/index.html?0-uvod.htm)>
- 4) MMKV©2022, Územní plán Karlovy Vary, (online) [cit. 2023.02.25], dostupné z <<https://mmkv.cz/cs/uzemni-plan-karlovy-vary>>
- 5) Český statistický úřad, 2022, (online), Údaje o městě Karlovy Vary [cit. 2023.02.14], dostupné z <<https://www.czso.cz/csu/czso/13-4114-03--050>>
- 6) Pondělíček M., 2013: Bezpečnost regionů a ochrana přírody ve stínu klimatické změny (regions' security and environmental protection on the background of the climatic changes) (online) [cit. 2023.03.02] ISSN: 1805-3246th ed. Dostupné z <[https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/54594/Pondelicek\\_BezpecnostRegionu\\_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/54594/Pondelicek_BezpecnostRegionu_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>

## Obrázky

Obrázek č. 1 Zatravnovací tvárnice, (online) dostupné z <<https://dcpraha.cz/zatravnovaci-tvarnice-dlazba>>

Obrázek č. 2 Cesta se sníženým obrubníkem (Ivana Kabelková: Jak se v Praze hospodaří s dešťovou vodou? (online) [cit. 2020.10.14], dostupné z <<http://www.ecomonitor.cz/clanek.shtml?x=2639518>>

Obrázek č. 3 Zelená zed' administrativní budovy LIKO-Noe stavební firmy LIKO-S ve Slavkově u Brna (LIKO-S), (online), dostupné z <<https://www.lifetreecheck.eu/cs/Databaze/2019/Mokradni-fasady-strecha-LIKO-Noe>>

Obrázek č. 4 Zelená střecha (Pavel Dostal, Zvyšujeme dotaci na zelené střechy vodou? (online) [cit. 2020.05.15], dostupné z <<https://www.sfzp.cz/zvysujeme-dotaci-na-zelene-strechy/>>

Obrázek č. 5 Ukázka malého uličního průlehu (Klára Dušková), (online) dostupné z <<https://www.pocitamesvodou.cz/modrozeleny-berlin>>

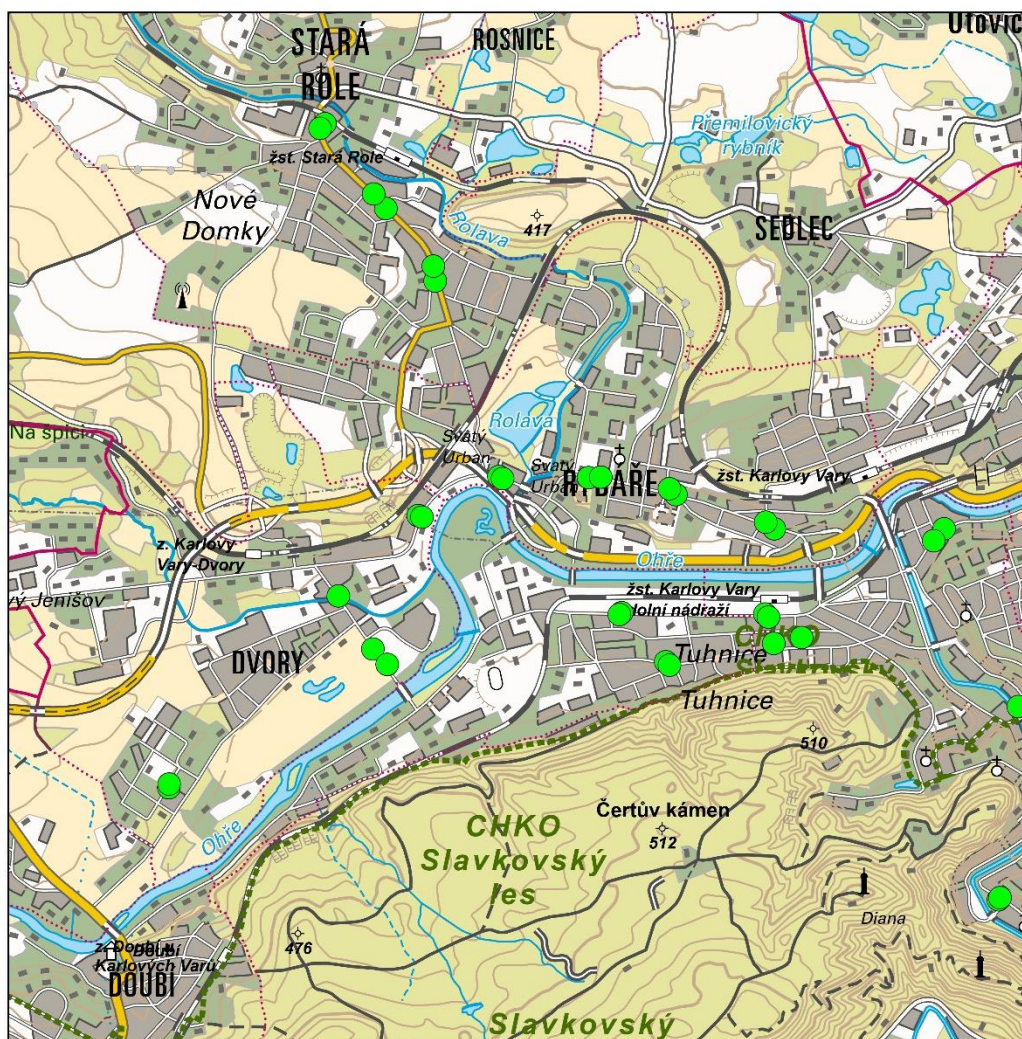
Obrázek č. 6 *Mapa katastrálních území Karlových Varů* (AFRY s.r.o., 2021) – Územní plán města Karlovy Vary, (online), dostupné z

<[https://mmkv.cz/sites/default/files/dokumenty/1a%20V%C3%BDkres%20z%C3%A1kladn%C3%ADho%20C4%8Dlen%C4%9Bn%C3%AD%20C3%BAzem%C3%AD\\_3.pdf](https://mmkv.cz/sites/default/files/dokumenty/1a%20V%C3%BDkres%20z%C3%A1kladn%C3%ADho%20C4%8Dlen%C4%9Bn%C3%AD%20C3%BAzem%C3%AD_3.pdf)>

## 10 PŘÍLOHY

Mapa č. 1: Vytipovaná zastávky k modernizaci – zelená střecha a stěna

### Vytipované zastávky k modernizaci - zelená střecha a stěna



0 0,25 0,5 1 1,5 2 km

● vytipované zastávky

1:24 000

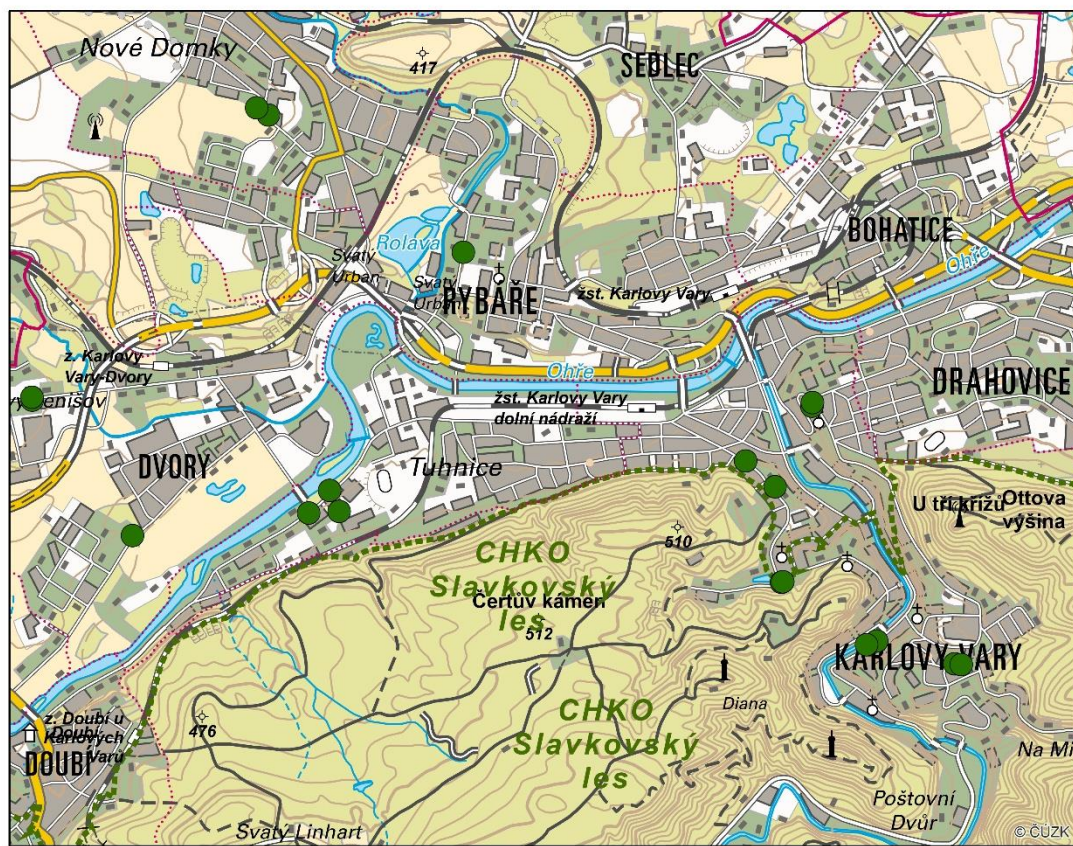


Klára Šešulková  
Chodov 2023

Zdroj: vlastní zpracování, 2023



## Vytipované zastávky k modernizaci - zelená střecha



● vytipované zastávky

1:26 000

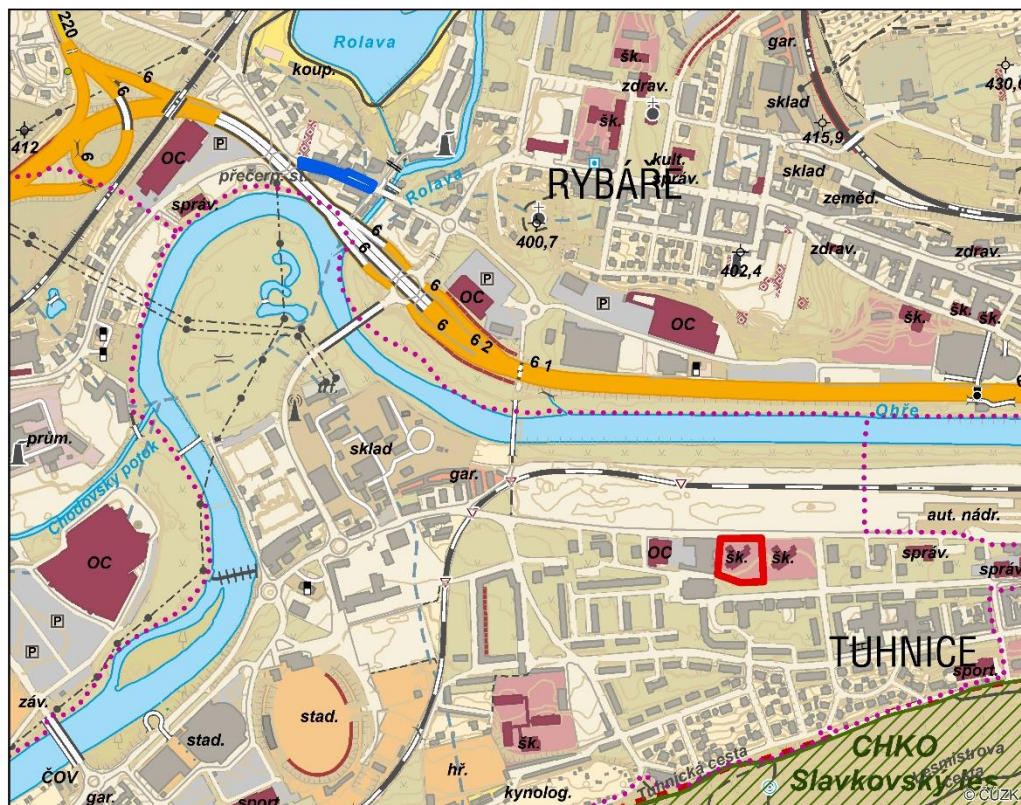


Klára Šešulková  
Chodov 2023

Zdroj: vlastní zpracování, 2023

Mapa č. 3 – Vytipovaná místa pro návrhy adaptačních opatření – Rozcestí u Konička a budova 1. MŠ Karlovy Vary - Studánka

## Vytipovaná místa pro návrhy adaptačních opatření



0 0,125 0,25 0,5 0,75 1 km

1:9 000

-  Rozcestí u Konička
-  Budova 1. MŠ Karlovy Vary - Studánka

Klára Šešulková  
Chodov 2023

Zdroj: vlastní zpracování, 2023

## Návrh adaptačních opatření - Rozcestí u Koníčka



0 0,0125 0,025 0,05 0,075 0,1 km

1:900

- zastávka se zelenou střechou a stěnou
- polopropustný chodník
- uliční průlehy s městskou loukou
- zatravněvací dlažba



Klára Šešulková  
Chodov 2023

Zdroj: vlastní zpracování, 2023