

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroekologie a rostlinné produkce**



**Česká zemědělská  
univerzita v Praze**

**Rozvojový potenciál venkovských sídel v souvislosti se  
zvýšující se proměnlivostí počasí**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Jana Rejtharová**

**Obor studia: Veřejná správa v zemědělství a krajině**

**Vedoucí práce: prof. Ing. Josef Soukup, CSc.**

**©2021 ČZU v Praze**

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Rozvojový potenciál venkovských sídel v souvislosti se zvyšující se proměnlivostí počasí" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 3.5.2021

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala panu prof. Ing. Josefu Soukupovi CSc.,  
vedoucímu práce, za ochotu a věcné připomínky.

# Rozvojový potenciál venkovských sídel v souvislosti se zvyšující se proměnlivostí počasí

## Souhrn

Cílem bakalářské práce bylo shrnout hlavní projevy změny klimatu a dopady proměnlivého počasí na venkovská sídla a okolní krajinu a určit opatření, která těmto dopadům předchází nebo je zmírňují. Práce je zpracována formou literární rešerše na základě českých i zahraničních zdrojů.

Změna klimatu vede ke zvýšení průměrné teploty a s tím spojenými výkyvy počasí, což vede k extrémním srážkám vyvolávajícím povodně a období sucha. Tyto projevy mají vliv zejména na venkovská sídla, z důvodu velkého množství nepropustných ploch. Sídla bojují s tepelným ostrovem měst, suchem a extrémní počasí vedoucí k dalším problémům. Rozvoj sídel je značně omezen těmito výkyvy počasí. Sídla úzce souvisí s okolní krajinou, která je změnou klimatu také zasažena.

Venkovská sídla a jejich rozvojové cíle se zaměřují na zlepšení infrastruktury, vybavenost, ekonomickou prosperitu a zlepšení života obyvatel venkova. Zároveň se zaměřují na udržení ekologických a rekreačních funkcí, což dopady změny klimatu mohou znemožňovat. Proto součástí rozvojových cílů jsou i opatření vedoucí k zmírnění dopadů změny klimatu.

Celosvětově se změnou klimatu zabývá hned několik předpisů a úmluv. Cílem je předcházení změny klimatu nebo alespoň částečné přizpůsobení se této změně.

**Klíčová slova:** klimatická změna, krajina, rozvoj venkova, sídla

# Development potential of rural towns and settlements in relation to the increasing weather variability

## Summary

The aim of this bachelor thesis was to summarize main effects of climate change and increasing weather variability on rural towns and surrounding countryside and to identify measures which prevent these impacts of climate change or mitigate them. The bachelor thesis has been written as a literature review based on Czech and foreign resources.

Climate change will increase the average temperature globally and the frequency of extreme weather events, such as excessive rainfall (causing floods) or prolonged drought. These effects strongly influence rural towns and settlements due to the large areas covered by impermeable surfaces. Rural towns are in a close relationship with surrounding countryside, which is also affected by climate change. Towns and settlements face an urban heat island, drought and extreme weather events, which can cause other problems. Urban development is consequently limited by these weather events.

Rural towns and settlements must improve their infrastructure, amenities, economic prosperity and quality of life for citizens. They also need to account for the ecological and recreational functions, which can be negatively influenced by climate change. Therefore, adaptation and mitigation measures to climate change should be a part of developmental aims.

Many worldwide regulations and conventions deal with climate change. The aim of these regulations and conventions is to prevent or at least to partly adapt to detrimental effects of climate change.

**Keywords:** climate change, landscape, rural development, rural towns and settlements

# Obsah

1	Úvod.....	7
2	Cíl práce .....	8
3	Literární rešerše .....	9
3.1	Změna klimatu.....	9
3.1.1	Klima a faktory jeho změny .....	9
3.1.2	Scénáře vývoje klimatu .....	10
3.1.3	Vývoj klimatu v ČR .....	11
3.1.4	Důsledky způsobené změnou klimatu .....	11
3.2	Sucho .....	13
3.2.1	Typy sucha .....	13
3.2.2	Příčiny sucha .....	15
3.2.3	Dopady sucha.....	15
3.2.4	Oblasti ČR nejvíce postižené suchem .....	17
3.3	Extrémní srážky a povodně .....	19
3.3.1	Srážky a jejich rozdělení.....	19
3.3.2	Vznik povodní.....	20
3.4	Vliv změny klimatu na život v sídlech a jejich rozvoj .....	23
3.5	Opatření ke zmírnění dopadů klimatické změny v sídlech .....	27
3.5.1	Opatření v intravilánu sídel.....	27
3.5.2	Opatření na budovách a přilehlých pozemcích .....	30
3.5.3	Opatření v krajině .....	33
3.6	Opatření státní správy ke správnému hospodaření a proti změnám klimatu .....	38
3.6.1	Zmírňující a adaptační opatření.....	38
3.6.2	Mezinárodní opatření na změnu klimatu .....	39
3.6.3	Adaptace na změnu klimatu v České Republice .....	41
3.6.4	Projekty podporující adaptaci na změnu klimatu .....	43
4	Závěr .....	45
5	Literatura .....	46

# 1 Úvod

Klima a jeho změny vždy probíhaly a probíhají. Změnu klimatu v časovém měřítku tisíců až milionů let způsobovaly zejména geografické a astronomické vlivy. Nicméně stále větší vliv mají i antropogenní faktory. Lidé svou činností produkují stále více emisí skleníkových plynů, aerosolů a dalších znečišťujících látek (CHMÚ 2021).

Tento proces zvyšování množství skleníkových plynů způsobuje oteplování zemského povrchu, což je nazývané globální oteplování. Globální oteplování je v současné době stále zvyšující se environmentální problém, neboť průměrná teplota se zvýšila o 0,8 °C. Zvýšení teploty ovlivňuje i výskyt přírodních katastrof jako jsou bouře, záplavy, sucha a degradace půd, což ovlivňuje všechna odvětví (Sivaramanan 2015).

Klima a jeho dopady jsou v každém regionu lehce odlišné. Spousta odvětví je ovlivněna změnou klimatu a pro obce a okolní krajinu jsou to dopady zejména na zemědělství, které zaznamenává problémy s výnosy sklizní a neúrodou. Různé extrémy počasí mají vliv i na úrodnost půd a dochází k vyčerpání organické hmoty. Sídlní infrastruktura, například budovy, doprava, vodohospodářská infrastruktura a jejich rozvoj jsou také ohrožovány extrémy počasí (European Commission 2009).

Docílit udržitelného rozvoje sídel, zahrnující kvalitní život obyvatel, je jedním z primárních cílů současné doby. Z důvodu měnících se podmínek prostředí se kromě ekonomických a sociálních podmínek zaměřují na životní prostředí (Vítek et al. 2018).

Protože obce zásadně ovlivňují kvalitu prostředí ať už rozhodnutím o využívání ploch nebo hospodařením na svém územím, je důležité zaměřit se krom sídel a jejich fungování a kvality života obyvatel dané obce právě i na okolní krajinu (NSZM ČR 2021).

Venkov při svém rozvoji zahrnuje adaptační opatření a správné hospodaření v krajině, což má pozitivní vliv na všechny sektory (zemědělství, vodní hospodářství, ekosystémy atd.) a vzájemně se tato opatření propojují (Ministerstvo zemědělství 2014).

Práce se zaměřuje na určení opatření a hospodaření, která sídla využívají k adaptaci i k předcházení stále výraznějších a častějších dopadů změny klimatu a zároveň jsou pozitivním krokem pro důležitý rozvoj sídel a okolní krajiny.

## **2 Cíl práce**

Cílem práce je určit projevy změny klimatu. Dále identifikovat dopady zvyšující se proměnlivosti počasí na venkovská sídla a krajinu a jejich rozvoj. Určit vhodná opatření proti dopadům změny klimatu v rámci rozvoje venkova a sídel a hospodaření s přírodními zdroji.



## 3 Literární rešerše

### 3.1 Změna klimatu

#### 3.1.1 Klima a faktory jeho změny

Klima neboli podnebí je definováno jako dlouhodobý stav počasí na daném místě. Tento stav je podmíněn bilancí energie, atmosférickou a oceánskou cirkulací, charakterem zemského povrchu a také činností člověka. Prostředí, ve kterých se odehrávají tyto procesy, dohromady tvoří tzv. klimatický systém (Kalvová et al. 2009).

Klimatický systém je tvořen několika subsystemy:

- atmosférou
- hydrosférou
- kryosférou
- biosférou
- povrchem země (Möller 2014)

Tyto subsystemy jsou ovlivněny různými vnějšími mechanismy, z nichž je nejdůležitější Slunce. Všechny subsystemy mají mezi sebou určitou interakci, ať už fyzikální, chemické nebo biologické procesy. Tyto procesy probíhají mezi jednotlivými složkami klimatického systému v široké škále časových a prostorových měřítek. To činí klimatický systém velmi složitý. Ačkoliv je každý subsystem jiný. Má jiné chemické a fyzikální vlastnosti, jinou strukturu a chování. Všechny jsou otevřené a vzájemně propojené. Proto jakákoliv změna ve složkách klimatického systému může vést ke změnám klimatu (Bolin & Pollonais 2001).

Změnu klimatu způsobuje mnoho faktorů. Jedním z faktorů jsou změny, které vznikaly bez zásahu člověka. Tyto změny se nazývají přirozené. Trnka (2015) přirozené změny dále dělí na extraterestrické (mimozemské) a terestrické (pevninské). Mezi extraterestrické patří například změna parametrů oběžné dráhy a sluneční záření. Terestrické faktory zahrnují vlastnosti zemského povrchu, sopečnou činnost, rozložení pevnin a oceánů a také druh vegetace.

Dalším důležitým faktorem jsou antropogenní změny. Lidská činnost ovlivňuje změnu klimatu zejména nesprávným hospodařením v krajině. Velkým problémem je urbanizace, odlesňování a významné zásahy do vegetace. Člověk má velký vliv také na chemickou strukturu atmosféry (Barros 2004).

Nejdiskutovanějším problémem je stupňování skleníkového efektu. Skleníkový efekt vyvolává interakce mezi sluneční energií a skleníkovými plyny v atmosféře, jako jsou oxid uhličitý, metan, oxid dusný a fluorované plyny. Tyto plyny mají schopnost zachycovat teplo, čímž vyvolávají skleníkový efekt. Skleníkový efekt je přirozený jev, bez kterého by průměrná teplota Země byla mnohem nižší a život na Zemi by nebyl možný. Aktuální teplota země je kolem 14°C, teplota pouze se sluneční radiací by byla -19°C (Kweku et al. 2017).

Nejvýznamnější skleníkový plyn je oxid uhličitý, který se v atmosféře stále zvyšuje, zejména v důsledku spalování fosilních paliv. Další skleníkové plyny se v atmosféře nevyskytují v takovém množství, přesto vliv na skleníkový efekt mají několikanásobně větší. Skleníkové plyny jako například metan má schopnost pojmout infračerveného záření až 21 krát více než oxid uhličitý. U oxidu dusného je to 310 krát více a u freonů 1000 krát až 10 000 krát. Množství těchto plynů se v atmosféře zvyšuje mnohem rychleji než oxid uhličitý. Proto může být metan v budoucnu stejně škodlivý jako oxid uhličitý (Moldan 2015).

### **3.1.2 Scénáře vývoje klimatu**

Mezivládní panel pro klimatickou změnu (IPCC) se zaměřuje na hodnocení stavu klimatu a zároveň připravuje odhady možného vývoje obsahu skleníkových plynů. Na základě toho poté vytváří scénáře obsahu skleníkových plynů v atmosféře sloužící jako podklad pro globální modely klimatu. IPCC vydalo nově třetí zprávu, kde byly použity tzv. SRES (Special Report on Emissions Scenarios) scénáře. Tyto scénáře charakterizují emise jednotlivých skleníkových plynů v souvislosti s mírou zahrnutí environmentálních opatření do rozvoje ekonomiky a společnosti. Zároveň berou ohled na míru globalizace a lokální řešení (Frouz & Moldan 2015).

Skládají se ze čtyř hlavních „rodin“ scénářů – A1, A2, B1, B2. Tyto scénáře se využívají podle chování lidské populace. Pokud bude nadále docházet k růstu skleníkových plynů a tím bude klimatický systém stále více nestabilní, využije se zřejmě scénáře skupiny A. Pokud dojde k řešení toho problému, využijí se scénáře skupiny B. Podle klimatických modelů můžeme očekávat zvýšení průměrné teploty o 1, 4 až 5,8°C. K oteplení bude docházet zejména ve vysokých zeměpisných šířkách severní polokoule, a to hlavně v zimě. V létě i v zimě bude docházet k zvýšení úhrnu srážek. V místech, kde dojde k snížení půdní vlhkosti se budou vyskytovat vlny veder. Oproti tomu mráz a studené vlny se budou vyskytovat čím dál méně. Zároveň se zmenší rozloha mořského ledu, což povede k zvýšení hladiny moře o 0,5 až 2 m (Dubrovský et al. 2011).

### 3.1.3 Vývoj klimatu v ČR

Česká republika se nachází na severní polokouli na rozmezí oceánského a kontinentálního klimatu v oblasti mírného pásma. Průměrná roční teplota se zde pohybuje od 1,1°C do 9,7°C dle polohy měření. Nejteplejší oblasti se nacházejí na jihovýchodě České republiky a v Polabí (Ministerstvo životního prostředí 2013).

I v České republice dochází v současnosti k značným výkyvům počasí. A to jak na lokální tak i na celostátní úrovni. Vyskytují se zde přívalové srážky, které směřují k povodním nebo naopak období bez srážek, což způsobuje dlouhá sucha. Čím dál častěji vznikají tzv. přívalové (bleskové) povodně. Stejně tak dochází ke zvyšování teploty vzduchu a povrchových vod (Horecký & Dolejský 2016).

Rostoucí teplota zvyšuje nárůst potenciální evapotranspirace a tím se zintenzivňuje úbytek vody v tocích. Z důvodu přibývajících dní s kladnou teplotou vzduchu v zimním období, dochází zejména v tomto období k největšímu zvýšení evapotranspirace (Hanel et al. 2011).

Evapotranspirace je ztráta vody z povrchu pokrytého vegetací pomocí kombinace procesů půdní evaporace (výpar z půdy bez vegetace) a rostlinné transpirace (výdej vody z vegetace) (Brown 2014).

Potenciální evapotranspirace je popisována jako množství výparu na určitém místě, které je rovnoměrně porostlé vegetací a přísun vody není nijak limitovaný (Honsová 2007).

Pro předpověď budoucího vývoje klimatu v ČR se využívají scénáře klimatické změny z regionálního klimatického modelu ALADIN-CLIMATE/CZ, který vytvořili v Českém hydrometeorologickém ústavu. Tento model předpovídá zvýšení průměrné roční teploty o 1,1°C. Změna teploty přinese mírný nárůst počtu letních tropických dní a zároveň snížení mrazových, ledových a arktických dní. Srážky během roku by měly vzrůst asi o 4% (Preteřel 2013).

### 3.1.4 Důsledky způsobené změnou klimatu

Vzrůst koncentrace skleníkových plynů způsobuje snížení odcházejících infračervených záření. Proto se musí zemské klima měnit, aby obnovilo rovnováhu mezi příchozím a odchozím zářením. Tato změna klimatu zahrnuje globální oteplování zemského povrchu, neboť je to pro klima nejjednodušší způsob, jak se zbavit nadbytečné energie (Latake et al. 2015). Světová průměrná teplota se za posledních sto let zvýšila o 0,2 °C, v Evropě až o 0,95°C (EEA 2005). Zvyšující teplota má vliv i na další jevy.

Mezi důsledky zvyšující se teploty patří například stoupání hladiny moře. Mořská hladina se přibližně zvyšuje o 3,19 mm za rok, což ohrožuje především nízko položenou

pevninu. Vzestup hladiny moře je způsoben tepelným rozpínání vody v oceánech a táním ledovců. Toto zvyšující se tání ledu vede také k jarním záplavám v přímořských oblastech (Sivaramanan 2015).

Záplavy však nejsou problémem jen přímořských oblastí. V posledních letech se také vyskytují čtenější a intenzivnější extrémy jako jsou sucha, velmi vysoké teploty, přívalové deště a s tím spojené právě záplavy (Trnka 2015). Sucho, extrémní srážky a jejich dopady budou podrobněji rozebrány v následujících kapitolách.

## 3.2 Sucho

Sucho vzniká v důsledku přirozeného snížení množství srážek, které je přijaté během delšího časového období, obvykle sezóny nebo i déle. Na rozdíl od ostatních přírodních katastrof, jako například záplav, zemětřesení atd., se účinky sucha akumulují pomalu po delší dobu a mohou přetrvávat i roky po konci události. I proto je těžké určit nástup a konec sucha (Wilhite 2000).

Van Loon (2016) sucho definuje jako nedostatek vody v porovnání s běžnými podmínkami, které se vyskytnou v různých složkách hydrologického cyklu. Obvykle se sucho dělí na meteorologické sucho, hydrologické sucho a půdní sucho (Van Loon 2016). K těmto třem typům sucha Mishra a Singh (2010), Sheffield a Wood (2011) dodávají ještě sucho socioekonomické a sucho podzemních vod.

Primárním důvodem vzniku sucha je meteorologické sucho, které souvisí s nedostatkem srážek. To obvykle vede k zemědělskému suchu a nedostatku půdní vody. Pokud deficit vody dále trvá, vyvine se hydrologické sucho v souvislosti s deficitem povrchové vody. Poslední, co je ovlivněno jsou obvykle podzemní vody (Hisdal et al. 2000).

### 3.2.1 Typy sucha

#### Meteorologické sucho

Meteorologické sucho je vyjadřováno zejména pomocí stupně suchosti a trvání suchých období. Proto je intenzita a doba trvání klíčovou charakteristikou meteorologického sucha. Je nutné udávat definice sucha specificky pro každou oblast, neboť atmosférické podmínky vedoucí k nedostatkům srážek, jsou závislé na klimatickém režimu. Většina definic meteorologického sucha se vztahuje k aktuálním odchylkám srážek s průměrnou hodnotou za měsíc, sezónu atd. (Wilhite 2000).

#### Hydrologické sucho

Při hydrologickém suchu dochází k poklesu až nedostatku vodních zásob na sledované ploše území v daném časovém období. Určuje se pasivní vodní bilancí dílčích a hlavních povodí. V době sucha dochází k nedostatku přijaté vody, což jsou zejména srážky a způsob jejich zadržení na dané ploše. Pokud dojde k vyšší spotřebě vody než jejího příjmu na ploše, vede to k poklesu vodních zásob a začíná hydrologické sucho. Projevuje se zejména snížením průtoků v tocích, snížení hladiny vodních nádrží a přehradách (Slavík 2011). Hydrologické

sucho také může nastat nebo pokračovat v zimním období, pokud dojde k akumulaci srážek ve formě sněhové pokrývky a nízké teploty nedovolí tání sněhu (Blažková 2011). Soukalová a Muzikář (2015) varují, že vznik hydrologického sucha může být zároveň ovlivněn i využíváním vody lidmi. Z toho důvodu je nezbytné hydrologické sucho brát jako přírodní jev, který může prohloubit člověk svým působením (Soukalová & Muzikář 2015).

#### Sucho podzemních vod

Přestože sucho podzemních vod je u většiny autorů zahrnuto pod hydrologické sucho, Mishra a Singh (2010) se domnívají, že je nezbytné ho zařadit mezi typy sucha. Stejně jako ostatní typy je sucho podzemních vod způsobeno nízkým množstvím srážek a vysokou evapotranspirací. Nedostatek srážek způsobují nízkou půdní vlhkost, což dále vede k malému doplnění podzemních vod. Výsledný nedostatek se šíří hydrologickým systémem a způsobuje sucha v různých segmentech hydrologického systému (Mishra & Singh 2010).

#### Půdní sucho (zemědělské)

Zemědělské sucho spojuje různé charakteristiky meteorologického nebo hydrologického sucha se zemědělstvím a dopady na něj. Zaměřuje se zejména na nedostatek srážek, rozdíly mezi aktuální a potenciální evapotranspirací, půdním deficitem vody a sníženou hladinou podzemních vod. Potřeba vody rostlin závisí na převládajících povětrnostních podmínkách, biologických charakteristikách dané rostliny a jejím stadiu růstu a také na fyzikálních a biologických vlastnostech půdy (Wilhite 1993).

#### Socioekonomické sucho

Socioekonomické sucho se vyskytuje tehdy, když jeho dopady nezasahují pouze zemědělství a vodní hospodářství, ale i celou společnost. Nedostatek vody se týká jak turistiky, průmyslu, produkce energie, tak i lidí a jejich potřeb (Brázdil 2015).

### 3.2.2 Příčiny sucha

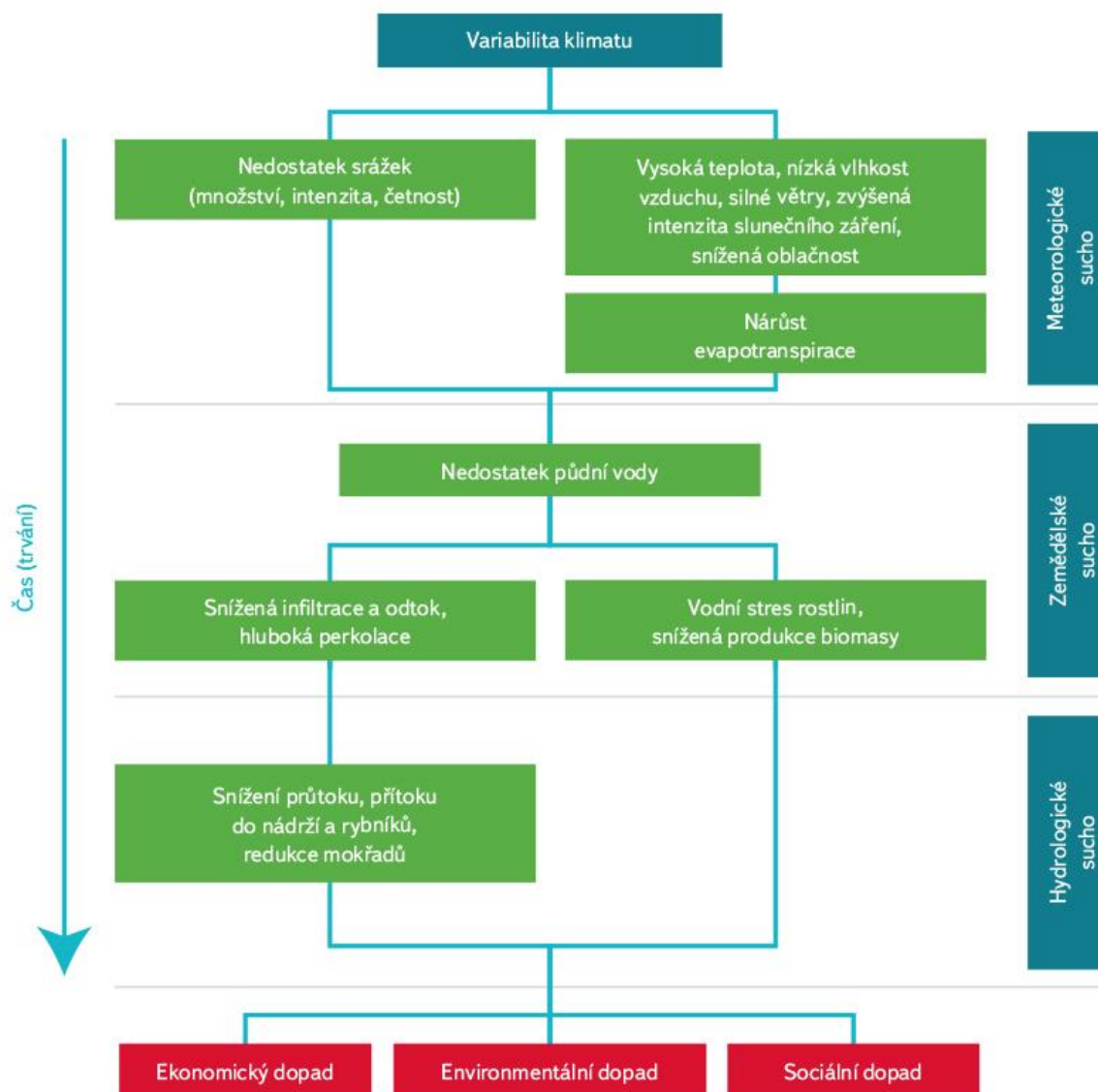
Sucho je zapříčiněno kombinací meteorologických, fyzikálních a antropogenních faktorů. Primární příčina, jak už bylo uvedeno, je nedostatek srážek a jejich načasování, dělení a intenzita nedostatku ve vztahu s retencí, poptávkou a využíváním vody (EEA 2001). Typicky jsou sucha iniciována meteorologickými činiteli jako jsou atmosférická cirkulace a povětrnostní podmínky, což dohromady může zapříčinit právě nižší srážky nebo vyšší evaporaci než obvykle. Pro příklad Sheffield a Wood (2011) uvádí vysokotlaké systémy (anticyklony), které přináší suché počasí a cyklony spojené s vlhkým počasím. Tyto povětrnostní podmínky mohou souviset s krátkodobými atmosférickými anomáliemi, které vznikají zapříčiněním neobvyklých atmosférických nebo oceánských teplot. Přestože hlavní příčinou sucha je období s nízkými srážkami, existují i další faktory, které ovlivňují jeho výskyt. Sucho závisí i na charakteristice daného regionu a jakým způsobem se dostává přes hydrologický systém. Tyto faktory zahrnují klima, půdní typ, výšku a sklon, vegetační kryt a také systém podzemních vod a jeho vazby na povrchové vody a sousední regiony (Sheffield & Wood 2011).

Pod lidské a fyzikální faktory spadá stupeň přirozené retence vody v povodí, socioekonomické faktory a poptávka po vodě. Ačkoliv má Evropa bohaté zdroje vody, jsou velmi nerovnoměrně rozloženy. Poptávka proto může překročit dostupnost vody v dané lokalitě. Dochází k tomu v oblastech s vysokou hustotou obyvatelstva a také v regionech s vysokou potřebou zavlažování v zemědělství (EEA 2001).

### 3.2.3 Dopady sucha

I přes těžko určitelné škody způsobené suchem je jisté, že jeho následky mají velký rozsah. Sucho působí na větším území a tím ovlivňuje větší množství lidí než kterékoliv jiné přírodní katastrofy. Střední a východní Evropu v posledních desítkách let postihuje sucho a tím ovlivňuje ekonomiku i život lidí. V této oblasti se předpokládá další zvýšení teploty a jen mírný nárůst srážek v jarním, podzimním a zimním období. V létě dojde k poklesu srážek. Proto je velice pravděpodobné zvýšení rizika sucha a jeho dopadů. Vinou populačního růstu a tím se zvyšující urbanizací roste poptávka po vodě, také se klade větší důraz na ochranu životního prostředí, což vede k změně zranitelnosti obyvatelstva vůči suchu (Vizina et al. 2018).

Dopady sucha lze rozdělit do tří základních kategorií: ekonomické, environmentální a sociální. Obr. 2 zachycuje šíření sucha v hydrologickém systému a rozdělení dopadů.



Obr. 1: Propagace sucha do jednotlivých částí hydrologického cyklu (Vizina et al. 2018)

Ekonomické dopady sahají od ztrát v zemědělství a souvisejících sektorech (lesnictví a rybolov) až ke ztrátám v rekreaci, turismu, transportu a energetice (Wilhite 1992). Dopady v zemědělství zahrnují hlavně ztráty v rostlinné produkci a hospodaření s dobyt看kem, ale také zvyšující se choroby rostlin a větrnou erozi. Dopady na zemědělství mohou být rozděleny na přímé a nepřímé, okamžité nebo indukované. Přímé a krátkodobé dopady ohrožují hlavně rostlinou a živočišnou produkci. Přímé ale indukované (dlouhodobé) dopady zahrnují ztráty majetku, jako například budov a strojů. Dále mají vliv na hodnotu půdy, což může způsobit snížení dlouhodobé produktivity. Nepřímé dopady se mohou vyskytovat v příbuzných sektorech zemědělství nebo na trhu (OECD 2016).



Nicméně stejně jako u většiny přírodních rizik i u sucha se ekonomické dopady liší v různých hospodářských odvětvích a geografických regionech. Wilhite (1992) uvádí jako příklad snížení zemědělské produkce v oblastech extrémně ohrožených suchem a tím negativní dopady na zisk, což vede i k vyšším cenám zeleniny, ovoce a obilí. Toho využívají zemědělci, kteří nehospodaří v oblastech zasažených suchem nebo zemědělci se skladováním zrna a využívají navýšení ceny k lepšímu zisku.

Ekologické dopady se týkají zejména rostlinných a živočišných druhů. Rostliny a zvířata jsou závislá na vodě a pod vlivem sucha jejich zásoby mohou vyschnout a jejich prostředí může být zničeno. Občas jsou škody pouze dočasné a tyto zásoby se při konci sucha opět vrátí do normálu. Nicméně sucho může trvat i delší dobu a může přivodit i trvalou degradaci půdy. Sucho také může kromě jiného, vést k vysychání mokřadů, vymizení různých druhů a také k výskytu požárů (Spinoni et al 2016).

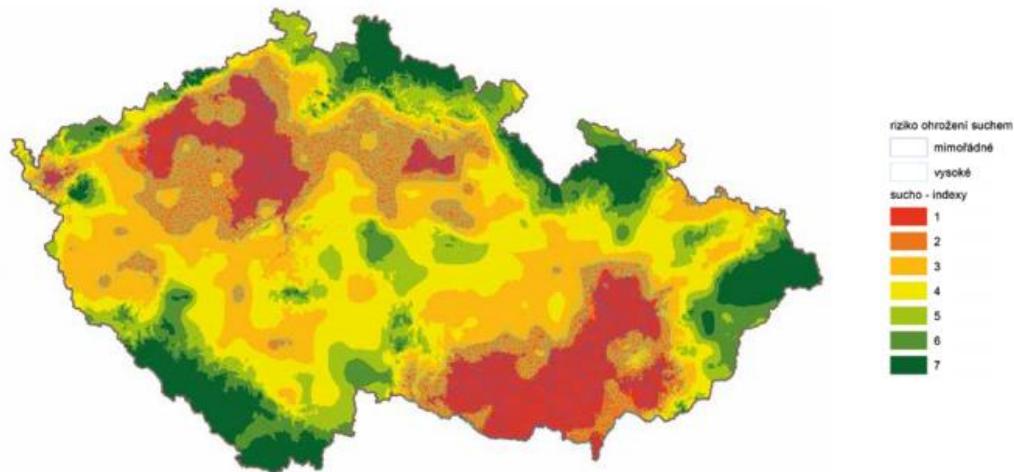
Sociální dopady mají vliv zejména na bezpečnost a zdraví lidí. Může také docházet ke konfliktům mezi uživateli vod (Wilhite 1992).

### **3.2.4 Oblasti ČR nejvíce postižené suchem**

Česká republika, oproti jiným státům Evropy, získává vodu výhradně z atmosférických srážek. Z toho důvodu je potřeba hospodařit s vodou tak, aby mohla být využita všemi odvětvími. Nevhodným využíváním a zásahy do krajiny se narušil přirozený vodní režim krajiny a došlo k degradaci půd. K tomu změna klimatu přináší zvýšené teploty a změnu ročních srážkových úhrnů, což má vliv jak na lidskou potřebu vody, tak na stavy vodních útvarů (Beran et al. 2015).

Nejvíce ohrožené suchem jsou oblasti v Polabí a středních Čechách, jižní a jihovýchodní Morava, kde roční teploty dosahují 9 °C což je činní nejteplejšími oblastmi České republiky. Zároveň jsou tyto oblasti i nejsušší, neboť srážkové úhrny zde klesají pod 500 mm. Další suché regiony jsou Poohří s územím směřujícím na Plzeňsko, Povltaví a střední a horní Pomoraví. Oproti tomu v oblasti Krkonoš, Jeseníků a Šumavy dosahují teploty jen 2°C. V souvislosti s nadmořskou výškou dochází k různému rozložení úhrnů srážek. Horské oblasti jsou nejdeštivější místa. Roční úhrny zde přesahují 1200 mm (Brázdil 2015).

Lokality s nejčastějším výskytem sucha v České republice jsou zaznamenány podle vyhodnocených údajů na obr. 2.



Obr.2 Regiony a katastry ohrožené výskytem sucha na základě vyhodnocení údajů z období 1961–2000 (ČHMU)

Oblasti kde se vyskytuje minimum srážek a nejvyšší teploty jsou zároveň zemědělsky nejvýznamnější regiony v České republice (Brázdil 2015). Zranitelnost zemědělství spočívá ve značném snížení produkce na polích. Závažnost sucha závisí na délce a intenzitě meteorologického sucha a jeho načasování. Téměř všechny druhy plodin ohrožují sucha od dubna do června. Pro kukuřici a červenou řepu jsou zásadní pozdní letní sucha. V dalších sektorech hospodářství sucha způsobují problémy méně často. Může to být způsobeno i tím, že sucha většinou udeří na několik týdnů nebo měsíců, ne však na několik období a let. Nepřímým vlivem sucha se zvyšuje riziko požárů a zvyšuje se množství škůdců (Zahradníček et al. 2015).

Problémy se suchem se potýkají i povrchové vody, které vlivem sucha vysychají a dochází k poklesům průtoků. Menší objem vod je zranitelnější vůči znečištění, což ovlivňuje jak zásobování pitnou vodou, tak i další hospodářská odvětví jako je zemědělství, energetika nebo rekreace. Zároveň se zhoršují podmínky pro ekosystémy, což může dospět až k vyhynutí vybraných druhů (Beran et al. 2015).

## 3.3 Extrémní srážky a povodně

### 3.3.1 Srážky a jejich rozdělení

Atmosférické srážky jsou definovány jako vodní kapky nebo ledové částice vzniklé v důsledku kondenzace nebo desublimace vodní páry.

Mohou být děleny podle:

- skupenství
  - kapalné
  - tuhé
  - smíšené
  
- původu
  - vertikální
  - horizontální
  
- délky výskytu
  - trvalé
  - občasné
  - přeháňky
  
- příčin vzniku
  - konvekční
  - cyklonální
  - orografické

Podle skupenství rozdělujeme srážky kapalné, tuhé a smíšené. Původ srážek může být vertikální a horizontální. Vertikální původ mají déšť, kroupy, sníh a mrholení. Horizontálního původu jsou rosa, námraza, ledovka nebo jinovatka.

Co se délky výskytu týče, srážky se mohou vyskytovat jako trvalé, občasné nebo jako přeháňky. Trvalé mají délku výskytu minimálně jednu hodinu. Občasné srážky na určitou dobu ustávají, ale často se opakují. Přeháňky se objeví náhle, trvají krátce a stejně náhle ustanou.

Srážky s charakterem přeháněk, doprovázeny bouřkou jsou nazývány konvekční srážky. Cyklonální srážky vznikají v oblasti cyklón a orografické jsou ovlivněny terénními překážkami (Meteocentrum 2021)

Česká republika se nachází v oblasti hlavního evropského rozvodí, srážky jsou tedy hlavním zdrojem vody. Jsou tedy klíčové jak pro přírodu, tak pro lidskou činnost (zemědělství, vodní hospodářství, lesnictví). Srážky na našem území jsou charakteristické svou značnou proměnlivostí, což je dáno vztahem fyzikálních procesů jejich vzniku, atmosférickou cirkulací a fyzickogeografických charakteristik České republiky. V zimních měsících jsou srážky spojeny hlavně s přechody frontálních systémů a tlakových níží s vrstevnatou oblačností. Trvají delší dobu a mají menší intenzitu. Oproti tomu v letních měsících se srážky vyskytují krátce, ale s větší intenzitou. Jsou způsobeny výstupnými konvekčními pohyby vzduchu s kupovitou až bouřkovou oblačností. Nadbytek srážek má největší vliv na vznik povodní (Tolasz et al. 2007).

### 3.3.2 Vznik povodní

Povodeň je definována vodním zákonem č. 254/2001 Sb. §64 jako přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém voda již zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může způsobit škody.

Povodeň může být způsobena několika příčinami, včetně intenzivních nebo dlouhodobých srážek. Dlouhá období deště jsou nejčastějšími příčinami říčních (fluviálních) povodní, ale chladnější oblasti Evropy mohou také podléhat tání sněhu, někdy zesílené deštěm. Riziko povodní v mnoha oblastech Evropy má stále větší tendenci stoupat, ať už z důvodu různých klimatických nebo neklimatických faktorů. Riziko vzniku povodní je zapříčiněno socio-ekonomickými, pevninskými a klimatickými faktory. Odlesňování, urbanizace, redukce mokřadů snižuje schopnost zadržovat vodu a zvyšuje koeficient odtoku. Předpokládá se, že už tak intenzivní srážky v minulosti budou s teplejším klimatem ještě více intenzivní (EEA 2013).

Hlavní příčinou vzniku povodní jsou tedy zejména dlouhotrvající srážky a přívalové srážky. Při dlouhotrvajících deštích je půda nasycena vodou. Další srážky se proto nemohou vsáknout a tak odtékají z rozlehlých území dál do koryt vodních toků, která ovšem nejsou schopna pojmout takové množství. Při přívalových deštích je ohrožena jen malá část území, což vede k povodním zejména na malých vodních tocích. Intenzita přívalových dešťů v extrémních případech může dosahovat až 100 mm za hodinu, což může vést ke vzniku tzv. bleskových povodní. Kromě srážek se na vzniku povodní podílí i sněhová pokrývka a její tání. Tání sněhu v kombinaci se zvýšenou intenzitou srážek vede k násobení množství vody a půda není schopna takové množství přijmout. Zároveň je problémem i led ve vodních tocích, který je překážkou pro odtok vody z území (Slavíková 2007).

Průběh povodní se ovšem vyvíjí na každém povodí jinak. Důležitou roli při vzniku hraje nerovnoměrné rozložení srážek, rozdíly v odtoku z ploch, velikost retenčních prostorů na ploše povodí nebo průtočné kapacity koryt vodních toků. Zároveň je podstatná velikost plochy povodí, neboť krátké intenzivní srážky na velkých tocích se neprojeví tak fatálně jako například na horském potoku. Pro rozvodnění velkých řek je zapotřebí déšť, který trvá několik hodin či

dnů. Z tohoto důvodu se rozlišují povodně lokální (místní), vyskytující se na drobných tocích a plošně rozsáhlé (Slavík & Neruda 2007).

Novák (2011), Kovář (2004) dále rozdělují povodně na:

- přirozené
- zvláštní

Přirozená povodeň je způsobena přírodními jevy, hlavně dešťovými srážkami a táním sněhu. Stejně tak je může způsobit ucpání koryta toku nebo průtočného profilu mostů (např. ledem, sesuvem půdy atd.).

Přirozené povodně dále dělí na:

- zimní a jarní povodně
- letní povodně
- přívalové letní povodně
- zimní povodňové situace

Zimní a jarní povodně se hlavně objevují na podhorských tocích a rozšiřují se pak v nížinných úsecích velkých toků. Extrémní mohutnosti a rozsahu nabývají, pokud před povodní leží sníh i v nižších polohách. Letní povodně se vyskytují na všech tocích v zasaženém území. Srážky při těchto povodních dosahují 300 a více mm za dobu několika dní a zasahují velká území. Přívalové letní povodně se mohou objevit na malých vodních tocích. Největší dopad mají převážně na sklonitých vějířovitých povodích. Zimní povodňové situace se vyskytují v úsecích toku náchylných ke vzniku nápěchů ledové kaše, které vznikají hlavně v místech, kde náhle klesá rychlost vodního proud. Zvláštní povodeň je povodňová vlna, která je zapříčiněna nebo výrazně ovlivněna antropogenní činností. Jedná se především o poruchy vodních děl, nejčastěji malých vodních nádrží a rybníků, které vedou až k protržení hráze a vzniku tzv. průlomové vlny. Může také nastat při úmyslném náhlém zvýšení odtoku v důsledku potřeby nouzového řešení kritické situace na vodním díle (Novák 2011).

## Povodňové škody

Merz et al. (2010) povodňové škody rozděluje na:

- přímé
- nepřímé škody

Přímé škody jsou takové, které nastávají zapříčiněním fyzického kontaktu povodňové vody s lidmi, majetkem a dalšími objekty. Nepřímé škody jsou způsobeny přímými dopady a objevují se mimo povodňové události.

Oba typy škod jsou dále děleny na:

- hmotné
- nehmotné

Přímé hmotné škody zahrnují škody na budovách, porušení infrastruktur, jako jsou silnice a dálnice, eroze zemědělských půd, která souvisí se škodami při sklizních. Přímé nehmotné škody jsou ztráty na životech, zranění, psychologické problémy, škody na kulturním dědictví a negativní dopady na ekosystémy.

Nepřímé hmotné škody zahrnují narušení veřejných služeb mimo zatopenou oblast, náklady na narušení provozu. Nepřímé nehmotné mohou být ztráta důvěry v úřady a traumata (Merz et al. 2010).

Přestože povodně mohou být pro lidi až devastující ohledně jejich zdraví a ekonomiky, vždy byly nezbytnou součástí přírodního procesu obnovy. Mimoto různorodost fyzikálních, chemických a biologických změn v povodňových vodách má pozitivní dopady na ekosystémy. Jako příklad se uvádí, že povodně přenáší a ukládá sedimenty bohaté na živiny, které podporují jak rostliny, tak i život zvířat v mokřadech. Měnící se sedimenty a říční režim podporuje biodiverzitu v řekách a nivách. Mokřady pro změnu slouží jako nárazníkové plochy pro nadměrné toky (Bubeck et al. 2017).

### 3.4 Vliv změny klimatu na život v sídlech a jejich rozvoj

Venkovská krajina spolu se sídly tvoří společně venkovský prostor neboli venkov. Rozvoj venkova se tedy zabývá jak venkovskou krajinou tak právě sídly, obcemi (Binek et al 2007).

Každý region má své podmínky, faktory a charakteristiky pro svůj rozvojový potenciál, proto tento pojem není snadno definovatelný. Boháčková a Hrabánková (2004) ho dělí na hmotný potenciál, který zahrnuje podmínky materiálního a přírodního charakteru a lidský potenciál, který je závislý na kvalifikovanosti, schopnosti, ochotě a aktivitě lidí v daném regionu (Boháčková & Hrabánková 2004).

Důležité je také uvést, co je to vlastně rozvoj. Pojem rozvoj můžeme definovat jako pozitivní sociální změnu, pohyb žádoucím směrem či pozitivní vzestup, růst. Je však třeba uvést, že velké změny nejsou více žádoucí než malé, neboť až moc velké změny mohou přinášet rizika. Na což poukazuje téma udržitelného rozvoje (Bernard 2010).

Vize rozvoje venkova se zaměřuje zejména na dostatečnost a vybavenost sídel. Zároveň si klade za cíl vytvořit venkov, který bude rekreačně atraktivní a zdravý. Životní prostředí venkova by mělo být biologicky rozmanité a stabilní vůči vlivům klimatické změny. Při hospodaření by nemělo docházet k narušení ekologických funkcí krajiny. Vize se také zaměřuje na stabilní a výkonnou diverzifikaci ekonomických aktivit (Ministerstvo pro místní rozvoj 2019).

Obce a sídla se zásadně podílejí na vzniku globální změny klimatu. Přispívají k ní emisemi skleníkových plynů, spotřebou a zásahy v krajině. Všechny obce by se měli snažit o snížení jejich dopadu. Zároveň je třeba se připravit na situace vzniklé z důvodu změny klimatu (NSZM ČR 2021).

Právě obce a sídla jsou nejvíce zranitelné vůči změně klimatu. Mají nízkou ekologickou stabilitu, takže mají malou šanci se adaptovat. V souvislosti se změnou klimatu se očekává střídání vysokých teplot a velmi nízkých srážek s intenzivními srážkami během krátkého období. Tyto výkyvy počasí budou mít pro sídla dopady zejména ohledně vody (MŽP 2015).

Nárůst vysokých teplot v obcích povede k tzv. tepelnému ostrovu. Tepelný ostrov vzniká zejména tam, kde se vyskytuje velké množství voděodolných povrchů a míst, která pohlcují světlo a teplo. Asfalt, beton a kamenné povrchy mají velkou tendenci k zachycení tepla. Oproti tomu povrchy s vegetací, zachycující vlhkost se v těchto místech vyskytují jen málo. Zároveň k tepelnému ostrovu přispívá výskyt znečištění v urbanizovaných územích (Zeleváková 2015).

Sídla se budou potýkat s problémy s vodou, neboť klimatická změna má největší vliv právě na koloběh vody. Dopady na srážky se vyznačují zejména nepravidelnostmi. Změny lze

zaznamenat u frekvence srážkových událostí, v prodloužení období sucha a v nárůstu extrémních srážkových událostí (Sohoulande Djebou & Singh 2016).

Dešťové srážky jsou velmi variabilní jak v délce trvání tak intenzitě. Srážky malého i velkého rozsahu způsobují problémy na infrastruktuře sídel. Silnice, cesty, chodníky mohou být ohroženy těmito extrémní počasí. Silné deště, způsobující povodně mohou zapříčinit poškození povrchu, erozi a nestabilitu svahu a také zastavit dopravu v sídlech, z důvodu poničení sloupů a pilířů mostů, které mohou být přívaly vody zničeny, či mohou zapříčinit zaplavení ulic (Groenemeijer et al. 2015).

Obce se prioritně soustředí na výstavbu komunikací, cyklostezek, cest a výstaveb rodinných domů. Zároveň se zaměřují na celkový vzhled obce. S tím souvisí jak již zmiňované vybudování místních komunikací, tak i rekonstrukce a úprava veřejného prostranství. Centra obcí jsou upravována a vytváří se v nich místa pro odpočinek a relaxaci obyvatel. Rozvojové cíle se zaměřují i na okolní krajinu obcí a výsadbu zeleně jak uvnitř, tak mimo obce (Binek et al. 2007). Stromy, trávničky, parky, hřiště – všechny tyto ekosystémy jsou velkým přínosem pro urbanizovaná území. Mají pro sídla hned několik funkcí (čištění vzduchu, redukci hluku, regulaci vody či kulturní a rekreační hodnoty (Bolund & Hunhammar 1999).

Problémy způsobené krátkými intenzivními srážkami mohou negativně ovlivňovat cíle obcí v rozvoji technické infrastruktury, zároveň ale právě výsadba zeleně a další úpravy v obci mohou zmírnit dopady extrémních srážek. Zároveň se cílí i na vodní plochy, které jsou upravovány a tím dochází i ke z kvalitnění povrchové vody obce (Binek et al. 2007).

Na kvalitu povrchových vod má vliv vypouštění odpadních vod, které byli vypuštěné do vodních toků bez dostatečného čištění, z důvodu nepřipojení na čistírny. Při suchu pak dochází k menšímu průtoku toků a voda tak není ani dostatečně ředěna (MŽP 2015).

Nicméně sídla se chtějí zaměřovat na nakládání s odpady, neboť infrastruktury jsou považovány za zastaralé a nekvalitní, často chybí kanalizace, čistírny odpadních vod či vodojemy, tedy je zde nedostatečná vodohospodářská infrastruktura (Sýkora 2017), což ještě více umocňuje kvalitu povrchových vod.

Povrchové vody jsou ovlivněny kromě znečištění i zvyšující se teplotou, neboť s teplotou roste i potenciální evapotranspirace a tím dochází k úbytku vody a nedostatku vodních zdrojů (Hanel et al. 2011).

To vede k využívání podzemních vod, aby došlo k překonání deficitu. A to má přímé dopady na podzemní vody. Podzemní vody hrají významnou roli v zásobování vodních toků. Udržitelnost vodního prostředí záleží hlavně na toku podzemních vod. Zásoby podzemní vody jsou řízeny pomocí půdní infiltrace, půdním krytem a množstvím srážek. V důsledku změny klimatu se nerovnoměrností srážek kombinovanou s degradací půdního pokryvu významně mění doplňování podzemních vod (Sohoulande Djebou & Singh 2016). Klimatická změna může ovlivnit jak kvalitu, tak kvantitu podzemních vod ( Earman & Dettinger 2011).



Pokles toku vody a objemu během období sucha obvykle vedou ke zvýšení salinity v důsledku nižšího zředění a zvýšení koncentrace hmotnosti. V některých systémech dochází k zvýšení teploty a ke zvýšení stratifikace v důsledku zvyšující se teploty a delší hydrologické doby zdržení. To také vede k větší produkci řas, podporuje to toxické kvetení sinic a snížení koncentrace rozpuštěného kyslíku (Mosley 2015).

Ohledně těchto problémů mají obce jasný prioritní cíl rozvoje. A to poskytovat dlouhodobé zajištění infrastruktury k vytváření a rozvoji kvalitních životních podmínek obyvatel obcí. Infrastruktura by měla brát na vědomí jak potřeby obyvatelstva, tak vliv na životní prostředí, neboť venkovská sídla jsou bezprostředně vázaná na přírodních, mimoprodukčních, produkčních funkcí krajiny a její stabilitě.

Krajina je ovlivňována hlavně zemědělstvím. Zemědělství hraje hlavní roli venkovských oblastí. Také má svým hospodařením velký vliv na krajinu, proto se venkovské oblasti chtějí zaměřit na správné hospodaření, které nebude negativně působit na krajinu (MŽP 2015).

Zemědělství je klimatickou změnou zásadně ovlivněno. Má na něj vliv jak změna teploty, tak právě i variabilita srážek. Výnosy plodin a geografické limity mohou být ovlivněny změnami v půdní vlhkosti, teplotě, srážkách. Menší množství srážek a vysoké teploty mohou snižovat půdní vlhkost v mnoha místech, což povede ke snížení dostupnosti vody pro závlahu a naruší to růst plodin. Zvýší se také riziko nemocí a šíření škůdců (Aydinalp & Cresser 2008). Teplejší klima poskytuje příznivější podmínky pro hmyzí škůdce a umožňuje jim dokončit větší počet reprodukčních cyklů. Teplejší zimní teploty taktéž nahrávají škůdcům, jako jsou mšice, které se množí v oblastech, kde nejsou přímo limitovány zimou. To dále vede k dřívějšímu a rozsáhlejšímu šíření během následujícího sklizňového období. Účinnost a doba působení pesticidů je také ovlivněna podmínkami prostředí, jak je teplota, srážky, vítr a vlhkost vzduchu. To může vést k zvyšujícímu se používání pesticidů spojené s negativními environmentálními dopady, zejména pak na povrchové a podzemní vody (Cooper & Arblaster 2007).

Další problém, který je za cíl v rozvoji řešit, je neustálé snižování počtu pracovních míst. Obce se tedy snaží o diverzifikaci ekonomiky, zejména pak o zlepšení turistického ruchu a propojení aktivit, což by přineslo další pracovní pozice (Binek et al. 2010).

Diverzifikací zemědělských podniků do jiných druhů aktivit dojde k zvýšení příjmů z podnikání. Zvýší se tím tvorba pracovních příležitostí, propojí se zemědělská výroba a další podnikání. Jde hlavně o rekreační funkce nebo agroturistiku, kde ubytovací, stravovací a sportovní zařízení jsou zdrojem nabídky nových pracovních míst. Také se využívá zemědělských odpadů k výrobě zdrojů energie (Ministerstvo zemědělství 2014).

Agroturistika je jedna z forem diverzifikace zemědělství, která napomáhá k rozvoji venkovských oblastí. Je to určitý druh venkovského cestovního ruchu. Využívá blízkého propojení přírody a krajiny venkova a zemědělských prací. Většinou je využívána jako sekundární možnost výtěžku při hlavní zemědělské činnosti (Parmová Škodová 2007).

Kromě pozitivních ekonomických dopadů má i pozitivní sociální dopady. Agroturistika umožňuje také zemědělcům vytvářet nové pracovní pozice pro místní obyvatele. Tato forma turismu má pozitivní vliv i co se týče ekologie. Na rozdíl od komerčního masového turismu, zatěžují tyto aktivity životní prostředí velmi málo. Velmi často se aktivity zaměřují na další doplňkové programy. To vede k vylepšení kvality a atraktivity služeb nebo i zaměření se na určitou skupinu lidí. Tyto programy mohou zahrnovat jízdu na koni, cykloturistiku, rybaření a další (Šimková 2007).

I do těchto cílů se promítne klimatická změna, neboť také přímo ovlivňuje cestovní ruch. Určuje vhodnost míst pro různé druhy turistických aktivit, je hlavním ukazatelem sezonnosti v poptávce po cestovním ruchu. Změny v délce ročních období a v jejich průběhu budou mít značné dopady na konkurenceschopnost mezi destinacemi. Zároveň má změna klimatu i nepřímý negativní vliv na turismus. A to z důvodu změn podmínek prostředí. Změny v dostupnosti vody, ztráta biologické rozmanitosti a tím snížená estetika krajiny, vliv na zemědělskou výrobu, ale zvýšené riziko přírodních extrémů jako jsou záplavy, to vše povede ke snížení zájmu o cestovní ruch v různých místech (Scott et al. 2008).

Vysoké teploty, sucho, povodně, všechny tyto extrémy mají vliv i na lidské zdraví. Zvyšování teplot může zejména v centrech sídel vést k různým zdravotním problémům zejména kardiovaskulárním chorobám atd. Nedostatek a znečištění vody může v krajních případech také ohrožovat na životech. Nicméně změna klimatu a s ní spojené oteplování v různých regionech přináší i snížení úmrtí lidí zimou (Ciscar et al 2011).

## 3.5 Opatření ke zmírnění dopadů klimatické změny v sídlech

Největší dopady změny klimatu se týkají sucha, povodní a vln veder. Proto je nutné zaměřit zejména na správné hospodaření s vodou. Jelikož sídla jsou nedílnou součástí okolní krajiny, je třeba zavést tato opatření nejen přímo v sídlech.

Jednou z nejdůležitějších možností hospodaření s vodou je zadržení srážkové vody. Další způsob, jak zadržet vodu v krajině je pomocí povrchu daného území. Komplexní systém zadržení vody v daném území závisí na několika prvcích, které je třeba určit a vzájemně je propojit, aby měli dostatečnou účinnost. Je důležité určit klimatické podmínky, hydrologické podmínky a určit, jak se bude se zadrženou vodou dále pracovat atd. Podle těchto aspektů je možné dále určit správná opatření. Většina vody dopadající na nepropustný povrch je vedena rovnou do kanalizace a pro vegetaci jí zbyde jen minimální množství. Z toho důvodu je potřeba vytvořit takový povrch, který umožní vsakování, a nebo vodu odvedou na místa, kde se vsákne (Jurík & Pokrývková 2018).

### 3.5.1 Opatření v intravilánu sídel

Na urbanizovaných území se vyskytuje velké množství nepropustných ploch, jako jsou komunikace, parkoviště, chodníky nebo střechy budov. Z toho důvodu nedochází k infiltraci dešťové vody do podloží. Stejně tak je sníženo množství výparu. Většina těchto území využívá konvenční způsob odvodnění, což znamená, že je dešťová voda odváděna do kanalizace nebo přímo do vodního toku. Nicméně probíhající klimatická změna přináší větší množství intenzivních srážek střídavě s obdobím sucha, proto je třeba využívat dešťovou vodu na místě dopadu (Vítek 2015).

Využívá se tzv. zelených otevřených prostor, které poskytují kapacitu pro povodňové vody v urbanizovaných územích, zatímco pobřežní vegetace napomáhá redukovat erozi břehů během povodňových událostech. Tyto funkce jsou také vykonávané pomocí chodeb a sítí v zelených otevřených prostorech, které zahrnují infrastruktury pro dešťovou vodu podélně nebo příčně k vodním útvarům, což může být využito jako povrchové odtokové cesty, poskytující oblasti akumulace a retence vody při vysokém průtoku. Postranní vegetace a sousední pobřežní koridory mohou taktéž snížit odtok z krátkodobých srážkových událostí (Schuch et al. 2017).

Setkáváme se i s využitím retenčních nádrží, neboť urbanizovaná území mají na svědomí změnu charakteru přímého dešťového odtoku a retenční nádrže vyřeší problém s retencí. Tyto nádrže nejen chrání před velkými vodami a dešťovými odtoky, ale zároveň zachytávají i smyvy. Retenční nádrže se mohou dělit na suché retenční nádrže, protierozní nádrže a dešťové nádrže (Hlavínek et al. 2007). Retenční nádrže řeší tedy retenci, ale zároveň jsou jednou z možností opatření proti povodním.

Pro ochranu proti povodním se využívá souboru dalších opatření, která by měla předcházet a zabránit škodám na majetku, životech lidí a živočichů i celého životního prostředí při povodních (Kovář 2004).

Protipovodňová opatření se dělí na technická a netechnická (obr. 3). Pod technická opatření Čamrová et al (2006) řadí retenční nádrže, opevňování koryt, výstavba ochranných hrází, opatření ke snížení eroze a zvýšení retence v povodí. Netechnická opatření obsahují definování záplavových zón, předpovědní a varovné systémy a výchova veřejnosti k správnému chování při rizikových situacích.



Obr. 3 Klasifikace protipovodňových opatření (zdroj : Čamrová et al. 2006)

Oproti tomu Slavíková (2007) uvádí dělení na tři hlavní pilíře protipovodňové ochrany. Rozděluje též technickou protipovodňovou ochranu a prevenci povodní, ale řadí zvlášť přirozenou retenci vody.

#### Netechnická opatření (prevence povodní)

Prevence povodní se zaměřuje zejména na určení záplavových zón, kde by nemělo docházet k zastavění. V již zastavěných oblastech pak je třeba zvolit vhodná konstrukční řešení, vhodný stavební materiál a protipovodňová okna a dveře. Dále je nutné včasné varování, které může zabránit alespoň zčásti velkým škodám. Z tohoto důvodu je třeba zaopatřit kvalitní hláskou a předpovědní službu (Slavíková 2007). Předpovědní služba je

založená na matematických modelech a umožňuje expertům převést informace o srážkách z minulosti do současnosti. Zároveň také vlhkost a sněhovou pokrývku a s tím spojený tok řeky (průtok, fáze a zaplavované oblasti v budoucnosti).

Při bleskových povodních je časová prodleva mezi srážkami a vrcholem povodně krátká, proto je důležitá radarová a kvantitativní předpověď srážek. Směrování povodňové vlny ve velké řece může trvat několik týdnů, což je dostatek času na reakci předpovědi povodní (Simonovic 2002).

### Technická opatření

Hlavním cíle technických opatření je zejména předejít dopadům povodní zachycením části jejich objemu a tím zmenšit maximum toku nebo předejít vylití vody mimo koryto. Tato opatření zahrnují zejména již zmiňované retenční nádrže a poldry (MZe 2000). Realizují se retenční prostory v údolních nádržích, které snižují průtok a hladinu vody pod hrází a oddalují kulminaci povodně. Retenční prostory v poldrech, kdy při povodních dochází k řízenému plnění poldrů, po povodních se vyprázdňují a vyžijí se pro zemědělskou činnost. Další možností jsou ochranné hráze, které chrání jen území přímo ohrožená povodní. Rizikem ochranných hrází je možnost protržení (Čamrová 2006).

### Přirozená retence

V krajině, kde nezasáhl člověk, dochází k přirozenému vylití vody z řek do říčních niv, kde ji vegetace a půda zachytí a později ji postupně vrací zpět do řeky (Slavíková 2007). Proto jsou důležité změny ve využívání půdy, vegetačním krytu, zatravnění říčních koryt a přírodních inundačních území, vytváření ochranných hrází proti erozi a vegetačním mezím, změny ve struktuře krajiny ve smyslu zachycení vody a zpomalení odtoku z povodí. Hlavní povodňové průtoky na malých a středních tocích mohou být redukovány opatřeními, která zvyšují přírodní retenční kapacitu půdy, vodních toků a povodňových oblastí. Přírodní záplavová území by měla být využívána a udržována, aby splňovala svou funkci a při povodních byla zaplavována. Voda zachycená a infiltrovaná do půdy je později dostupná pro budoucí využití a zároveň snižuje riziko při extrémních srážkách a povodních (Ministerstvo zemědělství 2000).

### 3.5.2 Opatření na budovách a přilehlých pozemcích

V urbanizovaných územích se využívají opatření, která řeší místní zlepšení retence, infiltrace, evaporace a opakované využití dešťové vody pomocí zelených střech, vertikálních zahrad, propustných nebo pórovitých povrchů či dešťových zahrad (Prokič et al. 2019).

#### Zelené střechy

Moderní zelené střechy, také známé jako ekologické střechy se skládají z membrán, upraveného substrátu (růstového media) a seskupení rostlin a jsou umístěny na vrcholu budov či jiných struktur. Zelené střechy jsou považovány za nejlepší v kategorii managementu s dešťovými vodami a v porovnání s tradičními střechami, udrží velké množství srážek, které se nakonec vypařováním vrátí do atmosféry (Sutton 2015)

Mimo zadržení vody mají zelené střechy ještě i další výhody. Například redukují emise skleníkových plynů, mají vliv na ovzduší, zvyšují kvalitu vody, minimalizují riziko povodní, tím že zadržují nadbytečnou vodu. Další důležitou funkcí zelených střech je vylepšení biodiverzity a celkového dojmu (Besir & Cuce 2017). Zelené střechy jsou běžně obývány různými druhy hmyzu, například brouky, mouchami, včelami. Stejně tak mohou být zelené střechy místem pro hnízdění ptáků (Oberndorfer et al. 2007). Zároveň mají pozitivní vliv na zdraví obyvatel a při vedrech pojmou až 80% tepla procházejícího skrz budovy (Besir & Cuce 2017). Kromě pozitivního dopadu na obyvatele svou estetickou funkcí, mohou být využívány i pro městské zemědělství a produkci potravin, což má své i ekonomické dopady. Také přispívají k redukcí hluku (Oberndorfer et al. 2007).

Zelené střechy mohou být děleny na:

- extenzivní
- polointenzivní
- intenzivní

Extenzivní zelené střechy využívají vegetaci, která nepotřebuje starost člověka a je schopna se udržet ve správném stavu bez zálivek. Rostliny využívající se na zelených na extenzivních střechách by se měly přizpůsobit extrémním podmínkám a měly by být schopné se regenerovat. Nejčastěji se využívají trávy, byliny, mechy a další sukulenty.

Polointenzivní zelené střechy jsou přechodným typem mezi extenzivními a intenzivními.

Intenzivní zelené střechy jsou třeba pravidelně udržovat a vyžadují maximální péči. Také vyžadují zavažlovací systém. Tyto střechy zahrnují všechny druhy rostlin od trvalníků po trvalky nebo i keře a stromy (Šimečková 2016).

Ačkoliv extenzivní zelené střechy s malým množstvím biomasy mají malý potenciál v zachycení uhlíkových emisí měst, oproti tomu intenzivní zelené střechy, které jsou tvořeny zejména dřevinnou vegetací, mají značný význam i ve snížení uhlíku (Oberndorfer et al. 2007).

### Vertikální zahrady

Zelené stěny, často nazývané jako vertikální zahrady, mohou být členěny do dvou kategorií: zelené fasády a živé stěny.

Zelené fasády jsou jedním z typů zelených stěn, ve kterých popínavé rostliny pokrývají speciálně navržené nosné konstrukce. Rostlinám většinou trvá kolem 3-5 let než dojde k úplnému zakrytí dané stěny. Zelené fasády mohou být připevněny na již postavenou zeď nebo postaveny jako samostatná struktura, jako například ploty a sloupy.

Živé stěny jsou situovány na předem připravené panely, vertikální moduly nebo osázený povrch, kde jsou fixovány vertikálně k strukturální zdi nebo konstrukci. Tyto panely mohou být vytvořeny z plastu, polystyrenu, kovu, betonu atd. a podporují diverzitu a hustotu rostlinných druhů (například trvalky, nízké keře).

Kvůli diverzitě a hustotě rostlin, živé stěny vyžadují intenzivnější údržbu než zelené fasády. Existují různé formy živých stěn (Sharp et al. 2008).

Vertikální zahrady poskytují spousty benefitů. Výhody stěn závisí na typu budov, výběru rostlin a pokryvu. Jednou z největších výhod vertikálních zahrad je hospodaření s vodou. Zavlažování zahrad je velmi účinné, neboť se provádí pomocí kapkového zavlažovacího systému nebo hydroponického systému. Veškerá odpadní se shromažďuje ve spodní části zahrady ve speciálním zásobníku, kam je odváděna. Tato voda může být recyklována a vrácena zpět na zahradu. Což znamená, že rostliny spotřebují veškerou vodu a odpad je velmi malý. Také nedochází k odtoku do systému dešťové vody, takže přirozené vodní cesty nejsou ovlivňovány znečišťujícími látkami.

Zelené stěny mají stejně jako zelené střechy velký vliv na životní prostředí. Napomáhají ke snížení skleníkových plynů ze znečištění měst (Timur & Karaca 2013).

Vegetace vertikálních zahrad má tedy velký potenciál zdokonalit mikroklima sídla v zimě i v létě. V zimě funguje jako doplňková izolační vrstva a v létě zase poskytuje stín a má vliv na odpařování a ochlazení. Vegetace absorbuje velké množství sluneční energie a snižuje teplotu daného povrchu (Manso & Castro-Gomes 2015).

Z velmi obecného pohledu (Timur & Karaca 2013 ) uvádí, že výsadba jedné zdi jakéhokoli domu, který se nachází v ulici 50 domů, se rovná vysazení 50ti stromů na této ulici.

### Propustné povrchy

Propustné dlažby jsou navrženy tak, aby umožnily dešťové vodě se infiltrovat. Dostávají se povrchem do spodních vrstev půdy nebo se uloží do země, kde se regulovaně uvolňují do povrchových vod (Zeleváková et al. 2015). Infiltrace vody je umožněna pórovitými povrchy z materiálů jako je štěrk, betonové bloky či drenážní asfalt.

Propustné povrchy mohou být děleny do tří kategorií:

- pórovité asfaltové povrchy
- pórovité betonové povrchy
- polopropustné povrchy.

Využívání propustného asfaltu může potencionálně snížit další výdaje a spotřebu půdy pro infrastrukturu na zadržování dešťové vody. Propustný asfalt může nahradit tradiční nepropustné povrchy pro většinu pěších a automobilových cest. Asfaltové povrchy jsou vhodné na pěší zóny, chodníky, příjezdové cesty, parkovací místa a silnice s nízkým vytížením (Scholz & Grabowiecki 2007).

Pórovité asfaltové povrchy jsou na stejném principu jako obyčejný asfalt, nicméně se liší složením horní vrstvy. Rozdíl je v podílu jemného písku, který je odstraněn ze směsi agregátů využívaných při výstavbě ploch. Na stejném principu se vytváří i pórovité betonové povrch (Poletto 2012).

Propustný beton je jedinečným a účinným prostředkem k řešení důležitých environmentálních problémů a zachycování dešťové vody, které umožňuje prosakování do země.

Propustný beton je velmi odolný materiál, proto ulice a parkovací místa vydrží mnoho let bez velké údržby. Propustný beton také přispívá ke zlepšení kvality ovzduší snížením atmosférického tepla, což snižuje tepelný ostrov města, spojený s tmavými povrchy (Scholz & Grabowiecki 2007).

Polopropustné povrchy jsou vyrobeny z betonových bloků, které jsou vyplněny materiálem, jako je písek nebo tráva (Poletto 2012).

Nejčastěji se s propustnými povrchy tedy můžeme setkat na cestách a parkovištích, bohužel zde ale může docházet ke kontaminaci oleji či jinými látkami z dopravních prostředků (Zeleváková et al. 2015).



## Dešťové zahrady

Dešťové zahrady se skládají z pórovité půdy pokryté tenkými vrstvami mulče. Vysazují se na ně různé přirozené kvetoucí rostliny, trávy a malé rostliny, které jsou pěstovány pro podporu evapotranspirace, zachování propustnosti půdy a infiltrace (Rao & Surinaidu 2012).

Dešťové zahrady jsou obvykle situovány blízko betonových ploch jako jsou silnice, parkoviště, aby byli schopné snížit hlavní odtok vody a zlepšit kvalitu vody.

Dešťové zahrady jsou malé prohlubně postavené v obydlených plochách, na trávníku, kde se dočasně zadržuje a prosakuje dešťová voda přicházející ze střech budov, silnic nebo z otevřených prostor města. Shromážděná dešťová voda umožňuje doplňování podzemních vody a vod pro spotřebu rostlinami.

Hlavními výhodami dešťových zahrad je tedy hlavně redukce odtoku vody, zachycování vody pro využití v zavlažování zahrad, zvýšení zásoby podzemních vod a snížení znečištění okolních vodních útvarů (Malaviya et al. 2019).

### 3.5.3 Opatření v krajině

Pro venkovská sídla je velmi důležité zemědělství. Je to jedno z hlavních ekonomických aspektů. Produkce a kvalita pěstovaných plodin a využívání vody na vypěstování je přímo závislé na lokálních klimatických podmínkách, proto je zemědělství závislé na dopadech změny klimatu. Neboť zemědělství využívá velké množství vody a půdy, je třeba využívat vhodná opatření a správně hospodařit, aby nedocházelo k opotřebení těchto zdrojů (Ciscar et al 2011).

Frekventovanější výskyt sucha a zároveň zvýšení dešťů velké intenzity, spojené se změnou klimatu, povede k většímu množství půdní eroze, proto je třeba zaměřit se na správné hospodaření na půdě (Kurukulasuriya & Rosenthal 2013).

Eroze je přirozeně vyskytující se proces, kterému nelze zabránit. Dochází při ní k narušení půdního povrchu, přenosu a usazení půdních částic, což je důsledkem zejména vody a větru. Eroze je dělena na geologickou, která probíhá neustále a mění reliéf krajiny. Geologická eroze je přirozený postupný proces a víceméně nepozorovatelný. Oproti tomu při zrychlené erozi dochází ke smývání půdních částic v tak velkém množství, že není možné nahrazení půdotvorným procesem z půdního podkladu. Zemědělská půda je při této erozi ochuzena o ornici, což je nejurodnější část (Vopravil et al 2011).

Nejzávažnějším činitelem způsobujícím erozi půdy je dopad deště, kdy dochází v důsledku dopadu kapky deště na holou půdu k odražení půdní částice, která je vymrštěna do vzduchu až do vzdálenosti několika centimetrů. Nepřetržité vystavování intenzivním dešťům značně oslabuje půdu. Půda je také ničena povětrnostními procesy, střídavým vlhkem a

vysoušením, mrazem, mechanickými a biochemickými procesy. K tomu všemu přispívá tekoucí voda a vítr (Morgan 2005).

Mimo tyto procesy k zvýšení erozí přispívá i spojování pozemků, při kterém dochází k zániku mezí. Tak vznikají velké plochy půdy, které zapříčiňují rychlý odtok vody a právě erozi. Zároveň i špatný způsob hospodaření má na erozi velký vliv. Hlavní způsob jak chránit půdu před erozí je změna hospodaření. Důležité je rozčlenění velkých půdních celků pomocí mezí a zasakovacích pásů, výběr vhodných plodin pro daný pozemek. Zároveň je důležité zvýšit obsah půdní organické hmoty, čím se zlepší i struktura půd (Chuman & Hruška 2015).

Nejvíce ohrožené pozemky jsou na svazích, kde dochází k největšímu výskytu vodní eroze. Nejlepší ochranou je vegetační pokryv chránící půdu během celého roku – trvalý travní porost. Nelze však všechnu ornou půdu zatravnit. Z toho důvodu je třeba chránit půdu správným protierozním opatřením. Základním principem pro ochranu půdy je pěstování plodin s nízkým protierozním účinkem na pozemcích, které nejsou na svazích, tudíž jsou méně ohrožené. Na sklonitých pozemcích je třeba pěstovat plodiny s vysokým protierozním účinkem (Hůla et al 2010).

Plodiny s nízkou protierozní ochranou jsou zejména širokořádkové plodiny jako kukuřice, brambory, slunečnice nebo cukrová řepa. Naopak vhodné plodiny pro ohroženou půdu jsou jetelotrávy, jeteloviny, obiloviny nebo luskoviny. Další způsob jak chránit půdu před erozí je pásové střídání plodin. Při tomto postupu se střídají pásy plodin s ochranou funkcí a pásy s nízkým protierozním účinkem. Ten způsob hospodaření využívá vztahu plodin k potřebám vody, proto se vyplatí střídat pásy plodin s různou potřebou využití vody. Šířka pro tyto pásy se doporučuje od 20 do 40 metrů. Zejména je tato šířka ovlivněna sklonem a délkou svahu, propustností půdy, šířkou záběrů strojů a náchylností k erozi. Pokud tato agrotechnická opatření nedosahují dostatečné protierozní ochrany, využívá se technických opatření, jako jsou příkopy, meze a průlehy (Janeček et al 2007).

Mimo vodní eroze se velmi často vyskytuje eroze větrná, která ohrožuje zejména lehké půdy s nízkým obsahem humusu. Větrná eroze způsobuje odkrývání kořenů plodin v raném stádiu růstu a tím přináší ztráty na výnosech těchto plodin. Pro ochranu půdy před větrnou erozí se využívá stejně jako u vodní eroze agrotechnických a organizačních opatření. Pozemky se uspořádávají v krajině tak, aby delší strana byla kolmo na směr převládajících větrů, střídají se plodiny, které jsou odolné proti větru s plodinami málo odolnými. Stejně tak se střídají pásy plodin kolmo k směru větrů (Šarapatka & Niggli 2008).

Venkovská sídla a venkov jsou nedílnou součástí krajiny a jsou závislé na funkci ekosystémů. Nesprávným hospodařením a změnou klimatu jsou ekosystémy ohroženy a ztrácejí svou produkční i mimoprodukční schopnost. Proto je důležité zlepšení opatření a zvýšení činností, které přispívají k stabilizaci funkcí ekosystémů a jejich biodiverzity (MŽP 2015).

Biologická rozmanitost nebo také biodiverzita je definována jako variace různých forem života na Zemi, které zahrnují různé rostliny, zvířata a mikroorganismy tvořící ekosystém (Rawat & Agarwal 2015).

Způsoby, jak napomocť zvýšení biologické rozmanitosti a fungování ekosystémů, je šetrné hospodaření (ekologické zemědělství) či tvoření tzv. biopásů (MŽP 2015).

Organické zemědělství je systém produkce, který má za cíl podporovat zdraví půdy, ekosystémů a také lidí. Zakládá se na ekologických procesech, biodiverzitě a cyklech založených na lokálních podmínkách, než na využívání neefektivních vstupů s nízkými účinky (IFOAM 2008).

Ekologické zemědělství je založena na principech, které zahrnují základní cíle. Tyto cíle jsou důležité pro produkci potravin vysoké kvality a dalšího zboží v co nejvíce vhodné míře pro životní prostředí.

Principy ekologického zemědělství jsou :

- Princip zdraví
- Princip ekologie
- Princip spravedlnosti
- Princip péče

Princip zdraví odkazuje na zaměření se na zdraví půdy, rostlin, zvířat, lidí a celkově celé planety. Princip ekologie je založen na ekologickém systému a cyklech, které se v něm odehrávají. Měl by tyto cykly napodobovat a napomáhat k tomu, aby byly udrženy. Princip spravedlnosti stojí na vztazích, které jsou založené na vyváženém vztahu mezi životním prostředím a životními příležitostmi. Co se týče principu péče, ekologické zemědělství by mělo být vedeno preventivně a zodpovědně tak, aby docházelo k ochraně a dobrému stavu v přítomnosti i pro budoucí generace a životní prostředí (Yadav & Nagar 2012).

V rámci těchto principů se ekologické zemědělství snaží udržet a zároveň zlepšit úrodnost půdy a zemědělskou činností neznečistit prostředí. Využívá se postupů, které mají pozitivní vliv na faunu a flóru a také zároveň zachovávají biodiverzitu. Také se nepoužívají rychle rozpustná průmyslová hnojiva, ale využívají se statková hnojiva, která zvyšují koncentraci mikroorganismů, žížal a brouků v půdě. Místo pesticidů se využívá přirozených nepřátel pro plevel a škůdce. Uplatnění střídání plodin a volba vhodných odrůd také přispívá k minimalizaci škůdců a chorob a tím se podílí na rozvoji porostů plodin. Dále je cílem vytvořit hospodářským zvířatům takové podmínky, které potřebují a nejsou proti etickým zásadám. Ekologické zemědělství si také zakládá na produkci kvalitních potravin v dostatečném množství. (Dvorský & Urban 2014)

Biopásy vedou k rozmanitosti zemědělské krajiny a také přispívají k zvýšení biodiverzity na polích. Jsou to plochy, na kterých je vyseta stanovená směs. Můžou se zakládat nektarodárné biopásy, které svým složením přivolávají opylovače nebo jednoleté krmné biopásy. Půda zůstává nějakou dobu bez zásahu, což vede ke zvýšení biodiverzity edafonu a zvýší se množství půdních mikroorganismů, kteří jsou nezbytní pro vytváření struktury půdy obhospodařujících pozemků vedle biopásu (Ministerstvo zemědělství 2016).

Biopásy by měly poskytnout zvířatům dostatek jaderných krmiv, které dozrávají během roku. Ptactvo biopásy využívá pro hnízdění a úkryt, hmyz se stává v jarním období potravou pro zvěř. Zároveň biopásy vytvoří pestrost a rozmanitost krajiny (Marada et al. 2013).

K zvýšení biodiverzity přispívají také mokřady a tůně. Mokřady jsou přechody mezi vodními a suchozemskými stanovišti a mají pozitivní vliv nejen na biodiverzitu, neboť obsahují největší biologickou aktivitu, ale i na vodní režim v krajině. Považují se za přirozenou zásobárnu vody. (Státní pozemkový úřad 2020).

Mokřady neplní jen funkci v zadržování vody a předcházení povodní svou retenční schopností, ale zároveň je další výhodou zachycení živin, což vede k lepší kvalitě vody. Mokřady také zachycují uhlík a ukládají ho. Mokřady Evropy nejsou důležité jen pro rostliny, živočichy a mikrobiální druhy co se týče zachování biodiverzity. Hlavní roli hrají i pro životní cyklus migrujících druhů ptáků.

Všechny státy Evropy přijaly tzv. Ramsarskou úmluvu a označily mokřady v mezinárodním významu jako Ramsarské lokality, které přinášejí povinnosti v rámci ochrany a limitují využívání mokřadů lidmi (Verhoeven 2014). Česká republika přijala Ramsarskou úmluvu v roce 1990 a na seznamu mokřadů je zapsáno 14 mokřadů (Vlasáková et al. 2017).

Mokřady jsou nejdůležitější ekosystémy a také nejohroženější. Velké množství mokřadů zaniká nebo se zmenšuje v důsledku lidské činnosti a hospodaření v zemědělství (Státní pozemkový úřad 2020). Velmi často docházelo k vnímání mokřadů jako neužitečných a přistoupilo se k přeměně na rybníky či mokřady byly odvodněny a zúrodněny. Kde to nebylo možné, přestalo se obhospodařovat a tím došlo k náletu dřevin a invazivních rostlin, což vedlo k snížení biodiverzity mokřadu (Český svaz ochránců přírody 2016).

Podobnou funkci jako mokřady zastupují tůně. Just (2017) definuje tůně jako terénní prohlubně různé velikosti, které jsou schopny trvale nebo pravidelně zadržovat vodu. V naší krajině se přirozené tůně vyskytují minimálně. Nejčastěji se u nás objevují tůně vzniklé zánikem dřívějších postranních nebo povodňových ramen vodních toků. Přestože tůně mají jen malý vliv na zadržování vody v krajině, jsou uměle vybudovávány, neboť jsou cennými biotopy v krajině (Just 2017).

Ekosystémy jsou důležité nejen pro okolní krajinu ale i pro sídla. Výskyt stromů, mokřadů, jezer, řek, parků, travních ploch atd. má velký vliv na urbanizovaná území. Jedním z výhod ekosystémů v sídlech je zachycení znečištění ovzduší. Zároveň pomáhají snižovat tepelný ostrov měst. Místa s vegetací zároveň řeší problém s vodou. Ekosystémy tvoří místa pro odpočinek a rozjímání. I proto je rekreační aspekt sídelní vegetace, tou největší službou v sídlech (Bolund & Hunhammar 1999).

## 3.6 Opatření státní správy ke správnému hospodaření a proti změnám klimatu

### 3.6.1 Zmírňující a adaptační opatření

Adaptace je automatická nebo plánovaná reakce na změnu, která minimalizuje nepříznivé efekty a maximalizuje všechny výhody. Je to jeden z dvou možných prostředků k zvládnutí klimatické změny a zvýšení hladin oceánů způsobené lidským faktorem. Adaptace je nezbytná, neboť klimatická změna se už děje a dlouhé prodlevy v klimatickém systému způsobují neodvratně další klimatické změny, zejména pak zvýšení hladiny moře.

Adaptace se skládá z akcí reagujících na současné a budoucí dopady a zranitelnosti klimatické změny. To znamená nejen ochranu proti negativním dopadům klimatu, ale také budování odolnosti a využití výhod, které může přinést. Čím dříve plánujeme adaptační reakce, tím lépe vybavení budeme (Pittock 2013).

Adaptace by měla v rámci svého procesu, zahrnout změny udávající se v životním prostředí, ale i změny v sociální a ekonomické sféře. V sídlech adaptaci uskutečňují opatření, která se dělí na strukturální a nestrukturální.

Strukturální zahrnují modrá, zelená a šedá opatření. Modrá a zelená zvyšují množství vegetace v sídlech pomocí v již zmiňovaných zelených střechech, fasád, obnovování mokřadů a vytváření vodních ploch, (Pondělíček et al. 2016) v krajině diverzifikací plodin a obnovou přírodních ekosystémů (EEA 2013).

Šedá opatření jsou na rozdíl od přírodně založených modrých a zelených opatření stavební a technická. Zahrnují stavbu protipovodňových bariér nebo tepelnou izolaci budov. Nestrukturální opatření nebo také nazývaná měkká se zaměřuje na informování občanů nebo na zefektivnění plánování (Pondělíček et al. 2016).

Další možností je snížení vlivu člověka na klimatickou změnu redukcí emise skleníkových plynů. To se nazývá mitigace. Adaptace je zásadní k vyrovnání se s klimatickou změnou, čemuž se nyní a v blízké budoucnosti už nelze vyhnout, zatímco mitigace může limitovat rozsah budoucích změn.

Mitigace na rozdíl od adaptace potřebuje čas, aby došlo k projevu v prodlevě klimatického systému a čas nutný k dostatečné redukci emisí k stabilizování klimatu. Mitigace nebo redukce emise skleníkových plynů mohou být dosaženy několika cestami (Pittock 2013).

### **3.6.2 Mezinárodní opatření na změnu klimatu**

Henson (2007) zmiňuje, že není možné jednoduše zastavit klimatickou změnu. To nejlepší co může svět udělat je pokusit se limitovat velikost oteplování, které nastává. To je možné pouze pokud budeme pracovat na změnách v technologiích a životním stylu, což povede k snížení současné úrovně emisí nebo pokud nenajdeme bezpečnou metodu k odstranění velkého množství uhlíku z atmosféry. Vzhledem k celosvětovému klimatickému problému, snížení emisí na škálu, která je potřeba, bude téměř určitě nutná politická ambiciózní dohoda mezi světovými národy (Henson 2007).

#### **The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)**

Mezivládní panel pro změnu klimatu je mezinárodní orgán zabývající se zkoumáním změny klimatu. Tento orgán byl vytvořen roku 1988 Světovou meteorologickou organizací (WMO) a Programem OSN pro životní prostředí (UNEP) za účelem poskytování pravidelných vědeckých hodnocení změny klimatu, jejich důsledků a vyhodnocení budoucích rizik a dále navrhuje možnosti zmírnění těchto dopadů a možnosti přizpůsobení se. IPCC vydává hodnotící správy, které jsou implementovány do úmluvy OSN o změně klimatu (IPCC 2021)

#### **Úmluva OSN o změně klimatu**

Rámcová úmluva OSN o změně klimatu byla přijata na Konferenci OSN o životním prostředí a rozvoji v Rio de Janeiru roku 1992. V platnost vstoupila 21.3.1994.

Základním cílem Úmluvy a příslušných právních dokumentů je schopnost dosáhnout v souladu s vhodnými opatřeními stabilizaci koncentrace skleníkových plynů v atmosféře. A to na takový stupeň, aby se předešlo nebezpečnému antropogennímu vlivu na klimatický systém. Snížení koncentrace skleníkových plynů by mělo být dosaženo v takovém časovém období, aby ekosystémy byly schopny přirozeného přizpůsobení se na klimatickou změnu. Zároveň by neměla být ohrožena produkce potravin a ekonomický rozvoj se dále vyvíjel udržitelným způsobem (UNFCCC 1992).

## **Kjótský protokol**

Kjótský protokol byl přijat v Kjótu v Japonsku v prosinci roku 1997 a vstoupil v platnost 16. února roku 2005. Kjótský protokol sdílí závěrečný cíl úmluvy stabilizovat atmosférickou koncentraci skleníkových plynů na takový stupeň, který bude předcházet nebezpečí, které souvisí s narušením klimatického systému. K dosažení tohoto cíle, Kjótský protokol vychází a vylepšuje většinu závazků vytvořených již zmiňovanou úmluvou (UNFCC 1998).

## **Pařížská dohoda**

Pařížská dohoda stanoví hlavní rámec pro spolupráci v oblasti změny klimatu po roce 2020 a má nahradit platný Kjótský protokol. Byla přijata 12. prosince roku 2015 stranami Rámcové úmluvy OSN. Dohoda je nový právně závazný rámec pro mezinárodní spolupráci k řešení klimatické změny. A je to smlouva, která země zavazuje k dodržování smluvených podmínek.

Cílem Pařížské dohody je udržet oteplování výrazně pod 2°C oproti předprůmyslovému průměru, s úsilím limitovat nárůst do 1,5 °C. To vyžaduje, aby země formulovaly progresivně více ambiciózní klimatické cíle, které jsou v souladu s cílem dohody. K dosažení stanoveného cíle je zapotřebí učinit zásadní změny v jejich ekonomikách.

Oproti Kjótskému protokolu Pařížská dohoda neformuluje jednotlivým zemím specifické emisní cíle, ale závisí na dobrovolných přínosech ke zmírnění a řadě procesů, které usilují o zajištění kolektivního a individuálního pokroku (Climate focus 2015).

V rámci Pařížské dohody se ČR jako člen EU přihlásila s ostatními členskými státy EU společně snížit do roku 2030 emise skleníkových plynů o nejméně 40 % ve srovnání s rokem 1990 (Ministerstvo životního prostředí 2015).

## **Bílá kniha**

Bílá kniha vychází z konzultací Zelené knihy o přizpůsobení se změně klimatu v Evropě. Udává, že řešení klimatické změny vyžaduje dva typy reakcí. Především je třeba snížit emise skleníkových plynů a poté je nutné přijít s adaptacemi, které pojednávají s nevyhnutelnými dopady klimatu. Bílá kniha stanovuje rámec pro snížení evropské zranitelnosti vůči dopadům klimatické změny. Rámec je vytvořen tak aby se vyvíjel, pokud budou dostupné další informace o dopadech. Dále doplní činnost dalších členských států a podpoří širší mezinárodní snahu na adaptaci klimatické změny, zejména v rozvojových zemích (European Commission 2009).



## **Zelená kniha**

Zelená kniha se zabývá dopady změny klimatu v Evropě, konzultuje důvody důležité pro přijetí opatření a také důsledky pro politiky Evropské unie. Zároveň bere v potaz důležitou roli členských států a regionálních a místních orgánů při strategii proti změně klimatu.

Cílem zelené knihy je projednání cíle k získání důkazů a konzultace názorů na podporu rozvoje rámce do roku 2030 se všemi zúčastněnými stranami. Na začátku je přehled nynějšího rámce a dosažených cílů. Dále jsou otázky, které je třeba zkonzultovat s ostatními stranami (European Commission 2007).

### **3.6.3 Adaptace na změnu klimatu v České Republice**

#### **Národní program**

Národní program na zmírnění dopadů změny klimatu v ČR je novelizovaná verze dřívějšího dokumentu Strategie ochrany klimatického systému Země v České republice, neboť během uplynulých let došlo k dalším výzkumům a tento nový dokument se jim přizpůsobuje.

Program definuje základní cíle a opatření týkající se změny klimatu, aby byly splněny cíle redukce emise skleníkových plynů. Okrajově se zabývá opatřením k adaptaci na negativní dopady změny klimatu ve všech odvětvích hospodářství (Ministerstvo životního prostředí 2004).

#### **Adaptační strategie**

Adaptace na změnu klimatu je na národní úrovni řešena Strategii přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR, která byla schválena dne 26. října 2015. Dokument byl připraven v rámci mezirezortní spolupráce, koordinátorem přípravy celkového materiálu bylo Ministerstvo životního prostředí. Adaptační strategie ČR a její obsah vychází z Bílé knihy Evropské Komise „Přizpůsobení se změně klimatu: směřování k evropskému akčnímu rámci“ (2009) a je v souladu s Adaptační strategií EU, přičemž reflektuje měřítko a podmínky ČR. Vytvoření a implementace adaptačních plánů a opatření je nedílnou součástí závazků přijatých v rámci Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu (UNFCCC).

Cílem Adaptační strategie ČR je zmírnit dopady změny klimatu přizpůsobením se této změně v co největší míře, zachovat dobré životní podmínky a uchovat a případně vylepšit hospodářský potenciál pro příští generace. Adaptační strategie ČR identifikuje prioritní oblasti (sektory), u kterých se předpokládají největší dopady změny klimatu.

Adaptační strategie ČR je připravena na roky 2015-2020 s výhledem do r. 2030. Průběžné plnění Adaptační strategie ČR bude vyhodnoceno v roce 2019 a dále každé 4 roky (Ministerstvo životního prostředí 2015).

### **Národní akční plán**

Uskutečňujícím dokumentem Adaptační strategie ČR je Národní akční plán adaptace na změnu klimatu. Akční plán obsahuje seznam adaptačních opatření a úkolů, a to včetně odpovědnosti za plnění, termínů, určení relevantních zdrojů financování a odhad nákladů na realizaci opatření. Součástí akčního plánu je též nastavení systému vyhodnocování zranitelnosti vůči změně klimatu a adaptace na ni.

Akčnímu plánu předcházelo zpracování Komplexní studie dopadů, zranitelnosti a rizik souvisejících se změnou klimatu v ČR, v rámci které se zhodnotily pravděpodobné dopady v jednotlivých oblastech zájmu/sektorech, včetně analýzy nákladů (finančních dopadů) v případě nečinnosti a nákladů na potřebná adaptační opatření. V roce 2017 pak proběhlo první hodnocení zranitelnosti ČR vůči změně klimatu, které umožňuje lépe identifikovat potenciál hrozeb vyplývajících ze změny klimatu.

Pro zajištění systémového přístupu k řešení problematiky adaptací je Akční plán členěn dle hlavních projevů změny klimatu, v rámci kterých jsou identifikovány klíčové sektory postižené daným projevem změny klimatu a popsány hlavní dopady, zranitelnost a rizika:

1. Dlouhodobé sucho
2. Povodně a přívalové povodně
3. Zvyšování teplot
4. Extrémní meteorologické jevy
  - A. Vydatné srážky
  - B. Extrémně vysoké teploty
  - C. Extrémní vítr
5. Přírodní požáry

(Ministerstvo životního prostředí 2017).

Hlavní prioritou akčního plánu je zvýšení připravenosti České republiky na dopady změny klimatu. Co nejvíce zabránit dopadům, zachovat životní podmínky v dobrém stavu a zachovat hospodářský potenciál i pro budoucí generace (Dolejský 2017).

### **Program rozvoje venkova 2014-2020**

Program rozvoje venkova sestavilo spolu s partnery Ministerstvo zemědělství na základě usnesení vlády České republiky.

Program rozvoje venkova zahrnuje tzv. Agroenvironmentálně-klimatická opatření, jehož cílem je podpora využívání půd v zemědělství, tak aby nedocházelo k poškozování životního prostředí a krajiny. Agroenvironmentálně-klimatické opatření také přispívají k napomáhání retenční schopnosti půdy.

Tato opatření byla vytvořena z důvodu hrozeb pro zemědělství. Dochází k negativnímu působení zemědělství na životní prostředí a ekosystémy, k snížení kvality půdy, kontaminování půd a rostlin a k těmto problémům se přidává i právě změna klimatu.

Pomocí těchto opatření se řeší posílení prevence degradování půd a zlepšení jejich retence, zvýšení ekologické stability a estetičnosti krajiny a také se cílí na schopnost zemědělství a dalších odvětví adaptovat se proti změně klimatu (Ministerstvo zemědělství 2014 ).

#### **3.6.4 Projekty podporující adaptaci na změnu klimatu**

##### **URBANADAPT – rozvoj strategií přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách měst s využitím ekosystémově založených přístupů k adaptacím**

Cílem tohoto projektu bylo začít a rozvinout proces přípravy adaptační strategie měst a navržení a vyhodnocení vhodných adaptačních opatření ve vybraných pilotních městech Praha, Brno, Plzeň, a to pomocí ekosystémově založených přístupů (Czech globe 2015).

##### **CZECHADAPT – systém pro výměnu informací o dopadech změny klimatu, zranitelnosti a adaptačních opatřeních na území ČR**

Tento projekt má za cíl vytvořit otevřenou a pravidelně aktualizovanou on-line databázi. Tato databáze sumarizuje informace o dopadech změny klimatu, rizicích, zranitelnosti a adaptačních opatřeních v České republice. Tyto informace získávají na základě nejlepších dostupných metod a ve spolupráci odborných týmů. Další cíl projektu CZECHADAPT

je vytvoření systému, který poskytne monitoring a zajistí včasné upozornění na situace, které jsou spojené s negativními vlivy klimatu (Czech globe 2020).

### **Počítáme s vodou**

Tento projekt se zabývá hospodařením s dešťovými vodami v krajině a zastavěných oblastech. Projekt se zaměřuje na opatření, která udržují vodu v krajině a napodobují přirozené odtokové poměry území před urbanizací (Počítáme s vodou 2021).

### **Program DEŠŤOVKA**

Ministerstvo životního prostředí a Státní fond životního prostředí ČR vydali na podporu hospodaření s vodou v domácnostech dotační program Dešťovka. Cílem je přimět obyvatele rodinných domů k hospodaření s vodou, které bude efektivní a sníží se tím tak množství vody, které je odebíráno z podzemních a povrchových vod.

Cílí se na zachycení srážkové vody k využití pro zalévání, splachování WC a použití odpadních vod jako vody užitkové po vyčištění (SFZP 2017).

## 4 Závěr

Z práce je patrné, že změna klimatu a její dopady mají na rozvoj sídel a venkovské krajiny zásadní vliv.

Venkovská sídla se v rozvoji zaměřují hlavně na kvalitní infrastrukturu, vybavenost dané obce, ale zároveň chtějí vytvořit kvalitní a zdravé prostředí pro obyvatelstvo. V rámci rozvoje chtějí zachovat biologicky rozmanité životní prostředí a hospodařit tak, aby nedocházelo k poškozování krajinné funkce.

Scénáře změny klimatu jasně ukazují, že v budoucnu bude docházet k dalšímu oteplování planety. Zvyšování teploty povede k výskytu častějších extrémních srážkových událostí a sucha. Sídla jsou dopady klimatu velmi ohrožována, neboť se v nich nachází velké množství tmavých a nepropustných povrchů. Vytvářející se tepelný ostrov měst, pak ohrožuje jak život obyvatel, tak i rozvojový potenciál daných sídel. Kromě sídel je změnou klimatu zasažena i okolní krajina a sní spojené zemědělství, vodní hospodářství, cestovní ruch a další odvětví, související s rozvojem daného území.

Extrémní srážky a sucha jsou dva faktory, které spolu se špatným hospodařením způsobují problémy s erozí půd a špatnou retencí vody v krajině. Zároveň má špatné hospodaření vliv i na úbytek biodiverzity v sídlech i krajině.

Práce doporučuje několik možností, jak hospodařit s vodou v sídlech. Zároveň tato opatření mohou předcházet vzniku povodní.

Sídla využívají zelených střech, živých stěn, zelených fasád nebo dešťových zahrad, kde pomocí vegetace v urbanizovaném území dochází k zlepšení retence vody. Zároveň slouží i ke zlepšení kvality ovzduší v daném sídle. Krom toho zastupují i estetickou službu.

Také dochází k výměně nepropustných povrchů za propustné a polopropustné, které umožňují, aby se dešťová voda vsákla a jen nestékala po povrchu do kanalizace.

Aby se v krajině předcházelo problémům s erozí, zaměřuje se zejména na správné hospodaření na půdách, což zahrnuje střídání plodin a využívání plodin s nízkým erozním účinkem. Jako opatření proti úbytku biodiverzity se využívá vytváření biopásů a ekologické zemědělství, které má pozitivní vliv i na stav vody, neboť využívá přírodě blízkých opatření. Biodiverzitu zlepšuje i obnova mokřadů a tůní. Zároveň mokřady a tůně slouží i k zadržování vody.

Protože se předpokládá, že změna klimatu bude dál probíhat a její dopady se budou zhoršovat, je nezbytný správný přístup k hospodaření s vodou. Díky správnému hospodaření s vodou jak v sídlech, tak v krajině budeme moci těmto zhoršujícím se dopadům čelit nebo jim předcházet.

## 5 Literatura

Aydinalp C, Cresser MS. 2008. The effects of global climate change on agriculture. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. **3**: 672-676.

Barros V. 2006. Globální změna klimatu. Mladá fronta. Praha.

Beran A, Hanel M, Nesládková M, Vizina A. 2016. Increasing Water Resources Availability Under Climate Change. *Procedia Engineering*. **162**:448-454. DOI:10.1016/j.proeng.2016.11.087

Beran et. al. 2015. Návrh koncepce řešení krizové situace výskytu sucha a nedostatku vody v České republice. Projekt Návrh koncepce řešení krizové situace vyvolané výskytem sucha a nedostatkem vody na území ČR. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i. Praha.

Bernard J. 2010. Endogenní rozvojové potenciály malých obcí a lokální vládnutí – teoretický rámec. Pages 13-26 in Bernard J editor. Endogenní rozvojové potenciály malých obcí a místní samospráva. Sociologické studie. Sociologický ústav AV ČR, v.v.i.

Besir AB, Cuce E. 2018. Green roofs and facades: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. **82**: 915-939.

Binek J, Toušek V, Galvasová I, Věžník A, Kunc J, Seidenglanz D, Halásek D, Řehák S. 2007. Venkovský prostor a jeho oživení. Georgetown. Brno.

Binek J, Svobodová H, Holeček J, Přibylíková A, Chabičovská K, Galvasová I. 2010. Synergie ve venkovském prostoru–Přístupy k řešení problémů rozvoje venkovských obcí. GaREP.Brno.

Boháčková I, Hrabánková M. 2004. Development potential in regions and its monitoring. *Czech Journal of Agriculture Economics*. **50**: 261-265.

Bolin B, Pollonais S. 2001. The Climate System: an Overview. Pages 85-98 in Houghton JT, et al. *Climate change 2001: the scientific basis*. The Press Syndicate of the University of Cambridge.

Bolund P, Hunhammar S.1999.Ecosystem services in urban areas. *Ecological economics*. **29**: 293-301.

Blažková Š.2011.Floods, droughts and prediction uncertainties.T.G.Masaryk. Water Research Institute. Prague.

Brázdil R et al. 2015. Historie počasí a podnebí v českých zemích XI: Sucho v českých zemích: minulost, současnost a budoucnost. Centrum výzkumu globální změny Akademie věd České republiky, v.v.i., Brno.

Brown P.2014. Basics of evaporation and evapotranspiration.College of Agriculture and Life Sciences, University of Arizona.

- Bubeck P, Otto A, Weichselgartner J. 2017. Societal impacts of flood hazards. Oxford Research Encyclopedia of Natural Hazard Science.
- Ciscar JC, et al. 2011. Physical and economic consequences of climate change in Europe. Proceedings of the National Academy of Sciences. **108**: 2678-2683.
- Cooper T, Arblaster K. 2007. Climate change and the rural environment in a European context: implications for land use and land use policy. Institute for European Environmental Policy. London.
- Čamrová L et al. 2006. Povodňové škody a nástroje k jejich snížení. Praha.
- Český svaz ochránců přírody. 2016. Mokřady – pokladnice naší přírody. Český svaz ochránců přírody. Praha.
- Dolejský V. 2017. Česká republika dohání vyspělé evropské země. Národní akční plán adaptace na změnu klimatu. Živa. **1**: 17-18.
- Dubrovský M, Pokorný R, Marek VM. 2011. Scénáře vývoje globální změny klimatu. Pages 33-50 in Marek MV et al. Uhlík v ekosystémech České republiky v měnícím se klimatu. Praha: Academia.
- Dvorský J, Urban J. 2014. Základy ekologického zemědělství. ÚKZÚZ. Brno.
- Earman S, Dettinger M. 2011. Potential impacts of climate change on groundwater resources - A global review. Journal of Water and Climate Change **2**: 213 – 229. DOI:10.2166/wcc.2011.034
- EEA. 2001. Sustainable water use in Europe: Part 3: Extreme hydrological events: Floods and Droughts. Environmental Issue Report No. 21
- EEA. 2005. Annual Report 2004. Luxembourg
- EEA. 2013. Adaptation in Europe Addressing risks and opportunities from climate change in the context of socio-economic developments. Copenhagen.
- European Commission. 2007. Green paper. COM (2007)354. Brussels.
- European Commission. 2009. White paper on climate change adaptation. COM (2009)147. Brussels.
- Füssel H-M. 2007. Adaptation planning for climate change: concepts, assessment approaches, and key lessons. Sustainability Science. **2**: 265-275.
- Frouz J, Moldan B. 2015. Příležitosti a výzvy environmentálního výzkumu. Charles University in Prague, Karolinum Press.
- Groenemeijer P et al. 2015. Past cases of extreme weather impact on critical infrastructure in Europe. RAIN–Risk Analysis of Infrastructure Networks in Response to Extreme Weather; ESSL: Wessling, Germany.

- Hanel M, Kašpárek L, Mrkvičková M, Horáček S, Vizina A, Novický O, Fridirichová R.2011. Odhad dopadů klimatické změny na hydrologickou bilanci v ČR a možná adaptační opatření. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Prague. ISBN 978-80-87402-22-1
- Henson R. 2007.The rough guide to climate change: climate change and el Niño. Weatherwise. **60**: 32-39.
- Hisdal H et al.2000. Drought event definition. ARIDE Technical Rep. **6**: 15.
- Hlavínek P, Prax P, Kubík J. 2007. Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území. ARDEC. Brno.
- Horecký J, Dolejský V. 2016 .Národní adaptační strategie shrnuje řešení projevů změny klimatu na území ČR. Ochrana přírody. **4**: 20-23.
- Hůla J et al. 2010. Dopad netradičních technologií zpracování půdy na půdní prostředí. Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.. Praha. ISBN 978-80-86884-53-0.
- Chuman T, Hruška J. 2015. Degradace zemědělských lesních půd. Geografické rozhledy. 25: 4-7.
- Janeček M. 2007. Ochrana zemědělské půdy před erozí. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy. Praha.
- Jurík L, Pokrývková J.2018. Zadržovanie vody v mestách - teória a praktické riešenia. Zivotné prostredie. **52**: 42-48.
- Just T. 2017. Úloha tůní, mokřadů a malých vodních nádrží pro zadržování vody v krajině. Pages 87-89 in Petřík P, Macková J, Fanta J editors. Krajina a lidé. Academia. Praha.
- Kalvová J, Mikšovský J, Raidl A. 2009. Klima a jeho změny. Pages 280-324 in Braniš M, Hůnová I, editors. Atmosféra a klima.Aktuální otázky ochrany ovzduší. Univerzita Karlova. Praha.
- Kovář M. 2004. Ochrana před povodněmi. Praha.
- Kurukulasuriya P, Rosenthal S. 2013. Climate change and agriculture: A review of impacts and adaptations. World Bank. Washington DC.
- Kweku DW, Bismark O , Maxwell A , Desmond KA, Danso KB, Oti-Mensah EA ,Quachie AT, Adormaa BB. 2017. Greenhouse Effect: Greenhouse Gases and Their Impact on Global Warming. Journal of Scientific Research & Reports. **17**:1-9. DOI: 10.9734/JSRR/2017/39630
- Latake PT, Pawar P, Ranveer AC. 2015. The greenhouse effect and its impacts on environment. International Journal of Innovative Research and Creative Technology.**1**: 333-337
- Manso M, Castr-Gomes J.2015. Green wall systems: A review of their characteristics. Renewable and sustainable energy reviews. **41**: 863-871.



- Malaviya P, Sharma R, Sharma PK. 2019. Rain gardens as stormwater management tool. Pages 141-166 in Shah S, Venkatramanan V, Prasad R editors. Sustainable Green Technologies for Environmental Management. Singapore.
- Marada P, Havlíček Z, Sláma P. 2013. Ekosystémové služby agrosystémů. Mendelova univerzita v Brně. Brno.
- Merz B et al. 2010. Assessment of economic flood damage. Natural Hazards and Earth System Sciences. **10**: 1697-1724.
- Mishra AK, Singh VP. 2010. A review of drought concepts. Journal of Hydrology. **391**: 202-216.
- Ministerstvo pro místní rozvoj. 2019. Koncepce rozvoje venkova. Odbor regionální politiky. Praha.
- Ministerstvo zemědělství. 2000. Strategie ochrany před povodněmi pro území České republiky. Ministerstvo zemědělství. Praha.
- Ministerstvo zemědělství. 2014. Český venkov a zemědělství v podmínkách měnícího se podnebí. Praha
- Ministerstvo zemědělství. 2014. Program rozvoje venkova na období 2014-2020. Ministerstvo zemědělství. Praha.
- Ministerstvo zemědělství. 2016. Biopásy – Informační materiál pro zemědělce. Ministerstvo zemědělství. Praha.
- Ministerstvo životního prostředí. 2004. Národní program na zmírnění dopadů změny klimatu v České republice. Ministerstvo životního prostředí. Praha.
- Ministerstvo životního prostředí. 2013. Šesté národní sdělení České republiky k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu včetně doplňujících informací podle čl. 7.2 Kjótského protokolu. Ministerstvo životního prostředí. Praha.
- Ministerstvo životního prostředí. 2015. Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR. Ministerstvo životního prostředí. Praha.
- Ministerstvo životního prostředí. 2017. Koncepce ochrany před následky sucha pro území České republiky. Ministerstvo životního prostředí. Praha.
- Ministerstvo životního prostředí. 2017. Národní akční plán adaptace na změnu klimatu. Ministerstvo životního prostředí. Praha.
- Moldan B. 2015. Podmaněná planeta. Univerzita Karlova. Praha.
- Morgan RPC. 2005. Soil erosion and conservation. Blackwell Pub.
- Mosley LM. 2015. Drought impacts on the water quality of freshwater systems; review and integration. Earth-Science Reviews. **140**: 203-214.
- Möller D. 2010. Chemistry of the Climate System. Berlin: Walter de Gruyter.

- Národní síť zdravých měst ČR. 2021. Udržitelný rozvoj stručně – 10 témat pro města a obce  
stručná příručka k tématům MA21.
- Novák L. 2011. Protipovodňová opatření v České republice. Praha: Český svaz  
vědeckotechnických společností.
- Oberndorfer E et al. 2007. Green roofs as urban ecosystems: ecological structures, functions,  
and services. *BioScience*. **57**: 823-833.
- OECD. 2016. Mitigating droughts and floods in agriculture: Policy Lessons and Approaches.  
OECD Studies on water. Paris.
- Olesen JE, Bindi M. 2002. Consequences of climate change for European agricultural  
productivity, land use and policy. *European Journal of Agronomy*. **16**: 239-262.  
DOI:10.1016/S1161-0301(02)00004-7
- Parmová Škodová D. 2007. Agroturistika. Ekonomická fakulta, Jihočeská univerzita. České  
Budějovice.
- Pittock AB. 2013. Climate change: the science, impacts and solutions. Routledge.
- Pondělíček M et al. 2016. Adaptace na změnu klimatu. Praha. ISBN 978-80-87756-09-6
- Poleto C, Tassi R. 2012. Sustainable urban drainage systems. IntechOpen.
- Pretel J. 2013. Změny klimatu v Česku, Současný vývoj a pravděpodobný výhled. *Vesmír* **92**:  
605-609
- Prokić M, Savić S, Pavić D. 2019. Pluvial flooding in urban areas across the European  
continent. *Geographica Pannonica*. **23**: 216-232.
- Rao, VVSG, Surinaidu L. 2012. Rain gardens – A new ekosystem in city landscape for in situ  
harvesting of rain water. *Mem. Geol. Soc. India*. **80**: 89-96.
- Rawat U.S. et al. 2015. Biodiversity: concept, threats and conservation. *Environment  
Conservation Journal*. **16**: 19-28.
- Scott D et al. 2008. Climate change and tourism: Responding to global challenges. World  
tourism organization.
- Sharp R, Sable J, Bertram F, Mohan E, Peck S. 2008. Introduction to Green Walls: technology,  
benefits & design. Toronto Green Roofs Heal. Cities.
- Sheffield J, Wood EF. 2011. Drought: past problems and future scenarios. Routledge.
- Scholz M, Grabowiecki P. 2007. Review of permeable pavement systems. *Building and  
environment*. **42**: 3830-3835.
- Schuch G, Serrao-Neumann S, Morgan E, Choy DL. 2017. Water in the city: Green open spaces,  
land use planning and flood management – An Australian case study. *Land Use Policy* **63**: 539-  
550
- Simonovic SP. 2002. Non-structural Measures for Water Management.

- Sivaramanan S. 2015. Global Warming and Climate change causes, impacts and mitigation. Central Environmental Authority.2-4.
- Slavík L, Neruda M. 2007.Voda v krajině. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí.
- Slavík L. 2011. Sucho a závlahy. Pages 199-213 in Kleczek J editor. Voda ve vesmíru, na zemi, v životě a v kultuře. Praha.
- Slavíková L.2007. Principy dlouhodobě udržitelné ochrany před povodněmi. Pages 27-30 in Ochrana před povodněmi v urbanizovaných územích. Praha.
- Sohoulande Djebou DC, Singh VP. 2016. Impact of climate change on the hydrologic cycle and implications for society. Environment and Social Psychology. **1**: 36-49.
- Soukalová E, Muzikář R. 2015.Hydrologické sucho v podzemních vodách. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace.**57**: 34-41.
- Spinoni J, Naumann G, Vogt J, Barbosa P. 2016. Meteorological Droughts in Europe: Events and Impacts-Past Trends and Future Projections. Publications Office of the European Union. Luxembourg. DOI:10. 2788/450449
- Sutton RK. 2015. Introduction to green roof ecosystems in RK Sutton ed. Green Roof Ecosystems. Pages 1-25.
- Sýkora L.2017.Analýza potřeb měst a obcí ČR syntetické shrnutí zjištění z dotazníkového šetření. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta,Praha.
- Šarapatka B, Niggli U. 2008. Zemědělství a krajina: cesty k vzájemnému souladu. Univerzita Palackého v Olomouci. Olomouc.
- Šimečková J. 2016. Zelené střechy, Naděje pro budoucnost II. u Svaz zakládání a údržby zeleně.Brno.
- Šimková E. 2007. Strategic approaches to rural tourism and sustainable development of rural areas. Agriculture Economics. **6**: 263–270.
- Timur ÖB, Karaca E. 2013. Vertical gardens. Pages 587–622 in Özyavuz M editor. Advances in landscape architecture IntechOpen. London.
- Tolasz R et al.2007. Atlas podnebí Česka: Climate atlas of Czechia. Praha: Český hydrometeorologický ústav.
- Trnka M. 2015. Změna klimatu. Mendelova univerzita. Brno.
- UNFCC.1992. United Nations framework convention on climate change. Rio de Janeiro.
- UNFCC. 1998. Kyoto protocol to the United Nations Framework convention on climate change. Kyoto.

- Van Loon AF et al. 2016. Drought in a human-modified world: reframing drought definitions, understanding, and analysis approaches. **20**:3631-3650.
- Verhoeven JTA. 2014. Wetlands in Europe: perspective for restoration of a lost paradise. *Ecological engineering*. **66**: 6-9.
- Vizina A et al. 2018. HAMR: online systém pro zvládání sucha – operativní řízení během suché epizody. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. **60**: 22-28.
- Vítek J, Vacková M, Vítek R, Pelčák P, Zdražilová M, Hora D, Soldán P. 2018. Hospodaření se srážkovými vodami – cesta k modrozelené infrastruktuře. Olomouc.
- Vlasáková L et al. 2017. Mokřady mezinárodního významu České republiky. Ministerstvo životního prostředí. Praha.
- Vopravil J. 2011. Vliv činnosti člověka na krajinu českého venkova s důrazem na vodní režim a zadržování vody v krajině: metodický postup. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd. Praha.
- Wilhite DA. 1992. Drought. Pages 81-92 in Nierenberg WA editor. *Encyclopedia of Earth System Science*. San Diego.
- Wilhite DA. 1993. The enigma of drought. Pages 3-15 in Wilhite DA editor. *Drought assessment, management and planning: Theory and case studies*. Boston.
- Wilhite DA. 2000. Drought as a natural hazard: concepts and definitions. Pages 3-18 in Wilhite DA editor. *Drought: A Global Assessment*. London.
- Yadav AK, Nagar KN. 2012. *Organic agriculture. Concept, Scenario, Principals and Practices*.
- Zahradníček P et al. 2015. The drought episode of August 2011- May 2012 in the Czech republic. *International Journal of Climatology*. **35**: 3335-3352.
- Zeleňáková M, Purcz P, Hlavatá H, Blišťan P. 2015. Climate Change in Urban Versus Rural Areas. *Procedia Engineering*. **119**: 1171-1180. DOI:10.1016/j.proeng.2015.08.968
- Zeleňáková M, Diaconu DC, Haarstad K. 2017. Urban water retention measures. *Procedia engineering*. **190**: 419-426.

### **Elektronické zdroje**

- Climate focus. 2015. The Paris agreement summary. Available from <https://www.climatefocus.com/publications/cop21-paris-2015-climate-focus-overall-summary-and-client-briefs>
- Czech globe. 2015. Urban adapt. Adaptace města na změnu klimatu. Available from <https://urbanadapt.cz/cs> (accessed February 2020)
- Czech globe. 2020. CZECHADAPT – systém pro výměnu informací o dopadech změny klimatu, zranitelnosti a adaptačních opatřeních na území ČR. Available from <https://www.klimatickazmena.cz/cs/o-nas/o-projektu/> (accessed November 2020).

Český hydrometeorologický ústav. 2021. Český hydrometeorologický ústav. [Available from https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/zmena-klimatu/zakladni-informace](https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/zmena-klimatu/zakladni-informace) (accessed April 2021).

Honsová D. 2007. Evapotranspirace. Available from: <https://www.priroda.cz/clanky.php?detail=922> (accessed March 2021).

IFOAM.2008. Definition of organic agriculture. Available from <https://www.ifoam.bio/why-organic/organic-landmarks/definition-organic> (accessed September 2020).

IPCC. 2021. About the IPCC. Available from <https://www.ipcc.ch/about/> (accessed November 2020)

Meteocentrum. 2021. Srážky. Available from <https://www.meteocentrum.cz/encyklopedie/srazky> (accessed September 2020).

Ministerstvo životního prostředí. 2015. Pařížská dohoda. Available from [https://www.mzp.cz/cz/parizska\\_dohoda](https://www.mzp.cz/cz/parizska_dohoda)

Počítáme s vodou. 2021. Available from <https://www.pocitamesvodou.cz/o-projektu-2-2/> (accessed January 2021).

Státní fond životního prostředí České republiky. 2017. Available from <https://www.sfzp.cz/dotace-a-pujcky/destovka/> (accessed January 2021).

Státní pozemkový úřad. 2020. Mokřad zadrží v krajině víc vody než umělé nádrže. Státní pozemkový úřad. Available from <http://zitkrajinou.cz/voda-a-sucho/mokrad-zadrzi-krajine-vic-vody-nez-umele-nadrze/> (accessed January 2021).

### **Legislativní dokumenty**

Ministerstvo zemědělství. 2001. Zákon č. 254 ze dne 28. června 2001 o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). Pages 5617-5667 in Sbíрка zákonů České republiky, částka 98. Česká republika.