

Klimatické změny ve vztahu k ochraně obyvatelstva

Bc. Jiří Wawrosz

Diplomová práce
2024



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení
Ústav ochrany obyvatelstva

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Jiří Wawrosz
Osobní číslo: L22533
Studijní program: N1032A020002 Bezpečnost společnosti
Specializace: Ochrana obyvatelstva
Forma studia: Kombinovaná
Téma práce: Klimatické změny ve vztahu k ochraně obyvatelstva

Zásady pro vypracování

- Zpracujte rešerši literatury, vědeckých publikací a právních norem vztahujících se k dané problematice.
- Charakterizujte projevy, trendy a predikci klimatických změn na základě nejnovějších vědeckých poznatků ve vztahu k ochraně obyvatelstva.
- Zhodnotte nejvýznamnější fenomény klimatické změny a jejich dopad na ochranu obyvatelstva.
- Navrhněte opatření ke zvýšení resilience obyvatelstva a území vzhledem k dopadům klimatické změny.

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. *Aktualizace Komplexní studie dopadů, zranitelnosti a zdrojů rizik souvisejících se změnou klimatu v ČR z roku 2015*. Online. Český hydrometeorologický ústav, 2019. Dostupné také z: <https://www.mzp.cz>.
 2. IPCC. *Climate Change 2023: Synthesis Report, Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Online. Geneva, Switzerland: IPCC, 2023. Dostupné také z: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syrf/>.
 3. TRNKA, Miroslav. *Změna klimatu*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-286-1.
- Další odborná literatura dle doporučení vedoucího diplomové práce.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Lukáš Snopek, Ph.D.**
Ústav environmentální bezpečnosti

Datum zadání diplomové práce: **1. prosince 2023**

Termín odevzdání diplomové práce: **26. dubna 2024**

L.S.

doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka

prof. Ing. Dušan Vičar, CSc.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 4. prosince 2023

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne: 26.4.2014

Jméno a příjmení studenta: Bc. Jiří Wawrosz

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá klimatickými změnami a jejich vztahu k oblasti ochrany obyvatelstva. Narušení klimatické rovnováhy v důsledku vysoké koncentrace skleníkových plynů přináší celou řadu rizik pro udržení příznivých životních podmínek obyvatelstva. Výsledkem kvalitativní analýzy rizik s využitím jejich souvztažnosti je vymezení množiny rizik s nejvyšším koeficientem aktivity a pasivity. Ke zvýšení resilience obyvatelstva a území proti působení těchto rizik jsou navržena inovativní opatření. Výběr optimální varianty z navržených řešení pro jednotlivé oblasti je uskutečněn pomocí Saatyho vícekritériální analýzy hodnocení prostřednictvím vah hodnotících kritérií.

Klíčová slova: globální, hrozba, klima, obyvatelstvo, ochrana, resilience

ABSTRACT

The diploma thesis deals with climate changes and their relationship to the area of population protection. Disturbance of the climatic balance due to high concentration of greenhouse gases brings a whole range of risks for the maintenance of favorable living conditions of the population. The result of a qualitative analysis of risks using their correlation is the definition of a set of risks with the highest coefficient of activity and passivity. To increase the resilience of the population and territory against the impact of these risks, innovative measures are proposed. The selection of the optimal variant from the proposed solutions for individual areas is carried out using Saaty's multi-criteria evaluation analysis through the weights of the evaluation criteria.

Keywords: climate, global, population, protection, resilience, threat

Na tomto místě bych chtěl upřímně poděkovat vedoucímu práce panu Ing. Bc et Bc. Lukáši Snopkovi, Ph.D. za jeho vstřícnost, ochotu, čas a odborné rady, bez kterých by tato práce nevznikla. Nevznikla by ani bez mé manželky a dcer, které mně trpělivě podporovaly a vytvářely mi ty nejlepší podmínky, přestože to mnohdy nebylo snadné. Poděkování patří také všem mým studijním kolegyním a kolegům za skvělou atmosféru, humor a nadhled, který jsme si udrželi po celou dobu studia.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY KLIMATICKÝCH ZMĚN A OCHRANY OBYVATELSTVA	13
1.1 HISTORICKÝ VÝVOJ KLIMATICKÝCH ZMĚN	14
1.2 PRINCIP OTEPLOVÁNÍ PLANETY	15
2 PŘÍČINY A DŮSLEDKY GLOBÁLNÍ KLIMATICKÉ ZMĚNY	17
2.1 ANTROPOGENNÍ FAKTORY	17
2.1.1 Doprava	17
2.1.2 Průmysl a výroba elektrické energie	18
2.1.3 Deforestace.....	19
2.1.4 Ztráta biodiverzity	20
2.1.5 Atlantická meridionální cirkulace	21
2.1.6 Úbytek hmoty ledového příkrovu	22
2.1.7 Tání permafrostu	23
3 VLIV KLIMATICKÝCH ZMĚN NA ŽIVOTNÍ PODMÍNKY OBYVATELSTVA	24
3.1 VLNY VEDER A EXTRÉMY POČASÍ.....	24
3.2 ZVYŠOVÁNÍ HLADINY OCEÁNŮ.....	25
3.3 HYDROLOGICKÉ CYKLY	26
3.4 ZEMĚDĚLSTVÍ A POTRAVINOVÁ BEZPEČNOST	28
3.5 NEDOSTATEK PITNÉ VODY.....	29
4 PŘÍRODNÍ KATASTROFY A JEJICH DOPADY NA SPOLEČNOST	31
4.1 POVODNĚ	31
4.2 HURIKÁNY A TROPICKÉ CYKLÓNY.....	33
4.3 LESNÍ POŽÁRY	35
5 ZÁVĚR TEORETICKÉ ČÁSTI	36
II PRAKTICKÁ ČÁST	37
6 ADAPTACE A MITIGACE KLIMATICKÝCH RIZIK V RELACI OCHRANY OBYVATELSTVA	38
6.1 KLIMATICKÉ DOHODY, ÚMLUVY A POLITIKY	38
6.1.1 Rámcová úmluva OSN o změně klimatu	38
6.1.2 Kjótský protokol.....	39
6.1.3 Pařížská klimatická dohoda.....	39
6.1.4 Systém Evropské unie pro obchodování s emisemi.....	40
6.1.5 Zelený klimatický fond	41
6.1.6 Zelená dohoda pro Evropu	41

6.1.7	Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR.....	43
6.2	TECHNOLOGICKÉ INOVACE A ZELENÉ TECHNOLOGIE.....	44
6.2.1	Solární energie	44
6.2.2	Koncentrovaná solární energie.....	45
6.2.3	Větrná energie	46
6.2.4	Vodní energie	47
6.2.5	Biomasa.....	48
6.2.6	Geotermální energie	48
6.3	MEZINÁRODNÍ SPOLUPRÁCE V ADAPTAČNÍCH A MITIGAČNÍCH PROJEKTECH	49
6.3.1	Projekt CzechAdapt	50
6.3.2	Mechanismus civilní ochrany EU	50
6.3.3	Globální rámec pro klimatické služby	51
6.3.4	Středisko pro koordinaci reakce na mimořádné situace.....	51
7	KVALITATIVNÍ ANALÝZA RIZIK S VYUŽITÍM JEJICH SOUVZTAŽNOSTI.....	53
7.1	SOUVZTAŽNOST RIZIK	53
7.2	GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ	55
7.3	VYHODNOCENÍ KARS ANALÝZY S NÁVRHY OPATŘENÍ.....	57
8	VÍCEKRITERIÁLNÍ ANALÝZA HODNOCENÍ NAVRŽENÝCH ŘEŠENÍ SAATYHO METODOU	67
8.1	HODNOTÍCÍ KRITÉRIA	67
8.2	SESTAVENÍ TABULKY VARIANT ŘEŠENÍ	68
8.3	VYHODNOCENÍ VÍCEKRITERIÁLNÍ ANALÝZY.....	72
9	OBSAHOVÁ ANALÝZA PŘÍSTUPU SOUSEDNÍCH STÁTŮ KE ZMĚNĚ KLIMATU A OCHRANĚ OBYVATELSTVA	73
	ZÁVĚR	76
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	77
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	88
	SEZNAM OBRÁZKŮ	89
	SEZNAM TABULEK.....	90

ÚVOD

V současné době lidstvo stojí před jednou z největších výzev v historii. Klimatická změna, jakožto globální fenomén, přináší s sebou řadu negativních důsledků, které ohrožují nejen přírodní ekosystémy, ale především základní podmínky pro udržitelný život na Zemi. Antropogenní činnosti, zejména emise skleníkových plynů ze spalování fosilních paliv, odlesňování pro zemědělské účely a industrializace, jsou hlavními příčinami zvyšováním průměrné teploty atmosféry. Tyto činnosti vedou k destabilizaci klimatického systému, což má za následek častější výskyt extrémních povětrnostních jevů, jako jsou silné bouře, sucha, povodně a vlny veder, které mají negativní dopad na životy, zdraví a majetek. Změny klimatu si vyžadují nejen naléhavou potřebu globálního snížení emisí skleníkových plynů s cílem udržet nárůst globální teploty pod 2° C, ale především účinná adaptační opatření na nové podmínky. Adaptace představuje nejen vypracování plánů a strategií, ale také realizaci celé řady konkrétních opatření, která umožňují společnosti a ekosystémům snížit svou zranitelnost vůči negativním dopadům klimatických změn. To zahrnuje budování odolnější infrastruktury, modifikaci systému varování a vyrozumění před extrémními povětrnostními událostmi, až po implementaci udržitelných zemědělských praktik a zajištění přístupu k pitné vodě. Úspěšná adaptace na klimatické změny vyžaduje koordinovanou reakci na všech úrovních – od místních komunit přes národní vlády až po mezinárodní organizace. Je nezbytné, aby se politiky adaptace staly integrální součástí širších plánů udržitelného rozvoje, které zohledňují sociální, ekonomické a environmentální aspekty lidské činnosti.

Tato diplomová práce se zabývá nejen analýzou příčin a důsledků změny klimatu, ale také hledá cesty k opatřením ke zvýšení resilience obyvatelstva a území vůči dopadům klimatických změn.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Volba tématu diplomové práce byla motivována jeho vysokou aktuálností, širokému přesahu do celé řady odvětví lidské činnosti a komplexním vlivem na planetární ekosystémy. Jedná se o bezprecedentní krizi, která bude znamenat zcela zásadní změnu obecného přístupu k energetice, dopravě, zdrojům pitné vody, zemědělství a mnoha dalších oblastí s vysokou potřebou inovací a rozvoje nových technologií.

Teoretická část je zaměřena na základní mechanismy a principy zvyšování globální teploty s důrazem na vliv antropogenních faktorů. V dalších kapitolách budou rozebrány vlivy na životní podmínky obyvatelstva a pozornost bude věnována také přírodním katastrofám, které v posledních letech zvyšují frekvenci výskytu a intenzitu průběhu.

Mezi dílčí cíle diplomové práce je na základě odborné literatury a nejnovějších vědeckých poznatků charakterizovat příčiny a důsledky klimatických změn s predikcí jejich pravděpodobného vývoje. Dále pak popsat vliv na životní podmínky obyvatelstva a mezinárodní úmluvy k jejich zmírnění, včetně mezinárodních adaptačních a mitigačních projektů v rámci mezinárodní spolupráce.

Hlavním cílem diplomové práce je navrhnout opatření ke zvýšení resilience obyvatelstva a území vůči dopadům klimatických změn.

Pro naplnění cíle práce bude použita kvalitativní analýza rizik s využitím jejich souvztažnosti, která bude aplikována na množinu rizik reflektujících nejzranitelnější oblasti na základě strategických dokumentů mezinárodní i národní úrovně a výstupů Mezivládního panelu pro změnu klimatu. Pro rizika s nejvyšším koeficientem aktivity a pasivity budou navržena opatření k jejich mitigaci.

Návrhy opatření budou následně posouzena vícekriteriální analýzou a s využitím Saatyho metody s cílem určit optimální variantu na základě vah hodnotících kritérií s využitím přiměřeného matematického aparátu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY KLIMATICKÝCH ZMĚN A OCHRANY OBYVATELSTVA

Planetární klimatický systém lze definovat jako soustavu pěti oblastí, které spolu navzájem interagují a závisí na sobě. Mezi tyto oblasti patří atmosféra, hydrosféra, pedosféra, kryosféra, biosféra a pevný povrch planety. Ke klimatickým změnám docházelo a dochází v globálním měřítku dlouhodobě a kontinuálně v závislosti na přírodních procesech. Takovými procesy jsou například sopečná činnost, biodiverzita, teplota a salinita vodních mas v oceánech resp. jejich transfer v cirkulačním systému oceánských proudů apod. (Ústav výzkumu globální změny, AV ČR v. v. i, c2016-2024).

Historicky zmapované výkyvy klimatu byly naturogenního původu. Informace o složení atmosféry a podmínkách panujících na planetě se získávají pomocí tzv. proxy-indikátorů. Mezi tyto indikátory lze zahrnout ledovcové vrty v polárních oblastech, výzkum sedimentů mořského dna či zkoumáním korálových útesů, které jsou citlivé na teplotu a salinitu vody. Tímto způsobem lze získat poměrně přesné informace o stavu atmosféry a to až do období zhruba před 2,5 miliony let. V současnosti je termín „klimatická změna“ užíván v souvislosti s negativními dopady lidské činnosti, tedy jako na jev antropogenního původu. V období po 2. světové válce došlo k bezprecedentnímu technickému a technologickému rozvoji lidstva, jeho mobility a obecně vyšší životní úrovně, které s sebou nesla také zvýšenou energetickou náročnost jak průmyslu, tak domácností. Začala se v nebyvalé míře spalovat fosilní paliva, což vedlo ke zvýšení emisí skleníkových plynů a postupnému nárůstu globální teploty (Český hydrometeorologický ústav; 2024).

Projevy klimatických změn mají dopad na životní podmínky obyvatelstva v několika oblastech, jako jsou například přírodní důsledky, sociální hrozby nebo ekonomické či územní hrozby. Negativní dopady klimatické změny se neprojevují na všech místech planety stejným způsobem. Liší se povahou, frekvencí výskytu, dopadem na životní prostor obyvatelstva apod. (Evropská komise, 2024). V kontextu oboru ochrany obyvatelstva představuje klimatická změna skutečnou výzvu. A to nejen pro orgány krizového řízení, složky IZS a infrastrukturu, ale zejména pro obyvatelstvo jako takové resp. jeho připravenost. Na úrovni vlády a ústředních správních úřadů proto byl vypracována přijat dokument Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR a Národní akční plán adaptace na změnu klimatu (MŽP ČR, 2021).

1.1 Historický vývoj klimatických změn

Klimatické změny respektive přechody mezi teplejšími a chladnějšími obdobími přirozeně a periodicky. V průběhu posledních asi 800 000 let došlo až k osmi cyklům. Poslední doba ledová skončila před 11 700 lety a tento stav umožnil rozvoj lidské civilizace. Většina těchto změn je považována za důsledek tzv. Milankovičových cyklů (viz. obr. 1). Tyto tři cykly se týkají změny množství slunečního záření dopadajícího na povrch planety Země (NASA, 2024):

a) Excentricita

Změna tvaru oběžné dráhy Země kolem Slunce z téměř kruhové na eliptickou. Tato změna je způsobena gravitačním působením Jupiteru a Saturnu (perioda přibližně 100 tisíc let). Na nejeliptičtější dráze činí rozdíl v přijatém slunečním záření mezi perihéliem (nejmenší vzdáleností od Slunce) a aféliem (největší vzdáleností) asi 23 %.

b) Oblivita

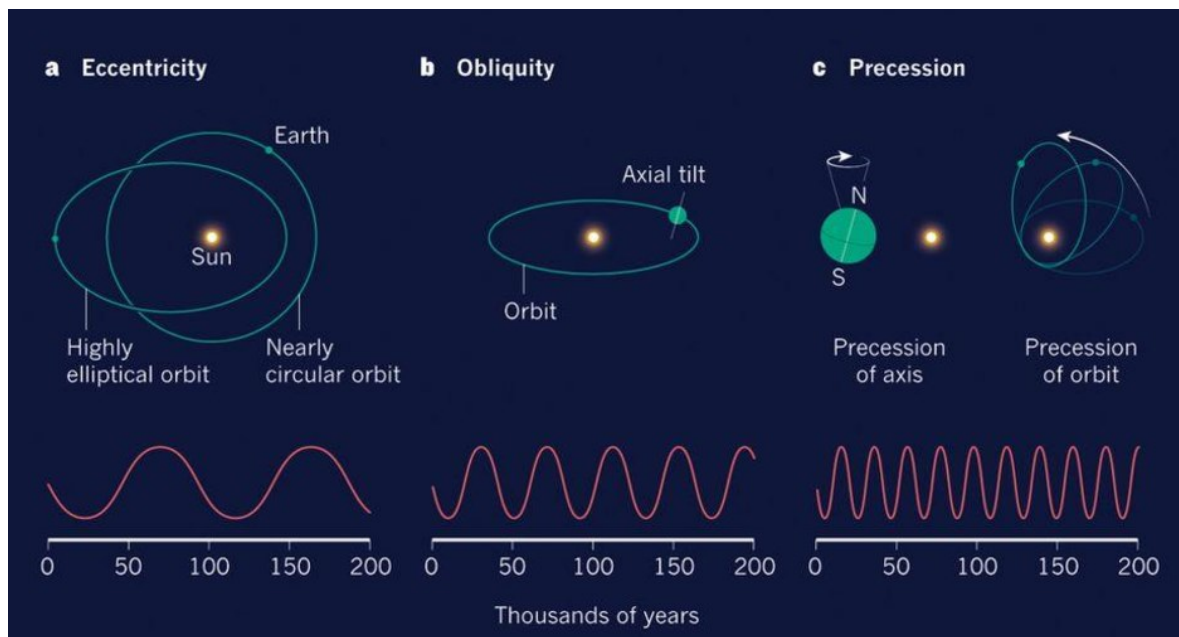
Představuje úhel, který svírá zemská osa rotace s rovinou oběžné dráhy kolem Slunce. Mění se v rozmezí $22,1 - 24,5^\circ$ a způsobuje střídání ročních období. Čím je tento úhel větší, tím více slunečního záření dopadá přivrácenou polokouli (období léta) a méně na odvrácenou (zimní období). Tento stav může být provázen vyšším výskytem teplotních extrémů jak v letním, tak v zimním období. V současnosti má oblivita zemské osy hodnotu asi $23,4^\circ$, čili nacházíme se zhruba v polovině periody trvající asi 41 tisíc let.

c) Axiální precese

Kolísání Země při rotaci způsobené slapovými silami gravitačního působení Slunce a Měsíce dochází k rozkolísání rotační osy Země. Jinými slovy jde o směr, kterým je zemská osa namířena a který se přibližně každých 25 tisíc let mění.

Z analýzy vzorků získaných hlubokými vrty do ledového šelfu Antarktidy vyplynulo, že teplotní výkyvy planety souvisí s koncentrací skleníkových plynů v atmosféře. Mezi nejvýznamnější tzv. skleníkové plyny patří oxid uhličitý (CO_2), metan (CH_4), oxid dusný (N_2O) a atmosférická vodní pára. Hodnota výskytu oxidu uhličitého v nejteplejších

zaznamenaných obdobích se pohyboval na přibližně 300 ppm. Na přelomu 20. a 21. století již tato koncentrace dosahovala hodnoty asi 385 ppm (ČHMÚ, 2024; Deitrick et al, 2018).



Obrázek 1: Milankovičovy cykly (Alskins, 2018).

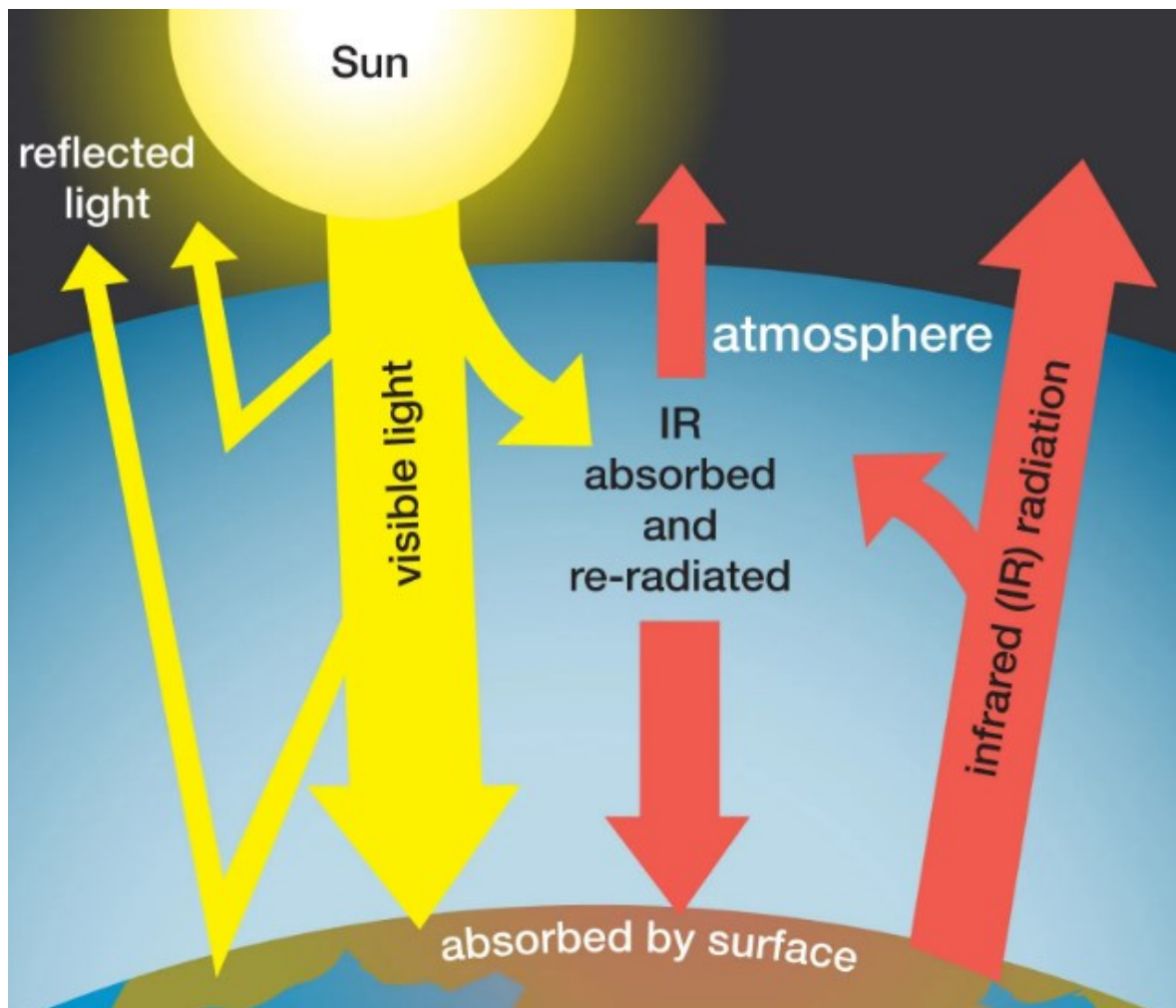
Současné enormní tempo nárůstu globální teploty již pomocí Milankovičových cyklů vysvětlit nelze. Tyto cykly probíhají v řádu tisíců až statisíců let, tedy ve dlouhých časových intervalech. Aktuální oteplování zemského klimatu ovšem probíhá v řádu desítek až stovek let. Z toho vyplývá, že původcem těchto změn nemůže být jen množství slunečního záření absorbovaného planetou Zemí, které se paradoxně v posledních 40 letech snížilo oproti jeho střední hodnotě. V uplynulých 150 letech se množství oxidu uhličitého v atmosféře téměř zdvojnásobilo oproti předindustriální éře a tento stav je výsledkem lidské činnosti resp. spalováním fosilních paliv (NASA, 2024).

1.2 Princip oteplování planety

Skleníkové plyny jsou částí veřejnosti vnímány v negativních konotacích. Nicméně bez jejich výskytu v atmosféře by na Zemi nebyly vhodné podmínky pro život, neboť by průměrná teplota dosahovala asi $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Část skleníkových plynů, které jsou do atmosféry uvolněny antropogenní činností jsou následně rozpuštěny v povrchových vodách oceánů a to díky mísení vzduchu a vody na hladině (UK Research and Innovation, ©2024).

Skleníkový efekt je přirozený proces, kterým je zahříván povrch planety. Díky tomu je průměrná teplota na Zemi asi o $33\text{ }^{\circ}\text{C}$ vyšší, než by dosahovala bez tohoto jevu. Základní mechanismus skleníkového efektu lze popsat tak, že sluneční záření proniká

atmosférou a dosahuje povrchu planety, kdy je jeho část atmosférou odražena zpět do vesmíru. Většina energie dopadající na povrch je tímto povrchem absorbována a jen asi 13 % se od povrchu odrazí zpět do atmosféry. Tato sluneční energie má převážně krátké vlnové délky. Povrch Země následně vyzařuje akumulovanou tepelnou energii zpět do atmosféry ve formě dlouhovlnného infračerveného záření. Skleníkové plyny mají schopnost absorbovat a reemitovat infračervené záření směrem k povrchu, čímž dochází k nárůstu teploty. S rostoucí teplotou dochází ke snižování zasněžené a zaledněné plochy zejména v polárních a horských oblastech. Povrch tak získává tmavší barvu a absorbuje větší množství slunečního záření a tento stav průběh oteplování dále akceleruje (Australian Government, 2023; Trnka, 2015).



Obrázek 2: Princip skleníkového efektu (Britannica, 2024).

2 PŘÍČINY A DŮSLEDKY GLOBÁLNÍ KLIMATICKÉ ZMĚNY

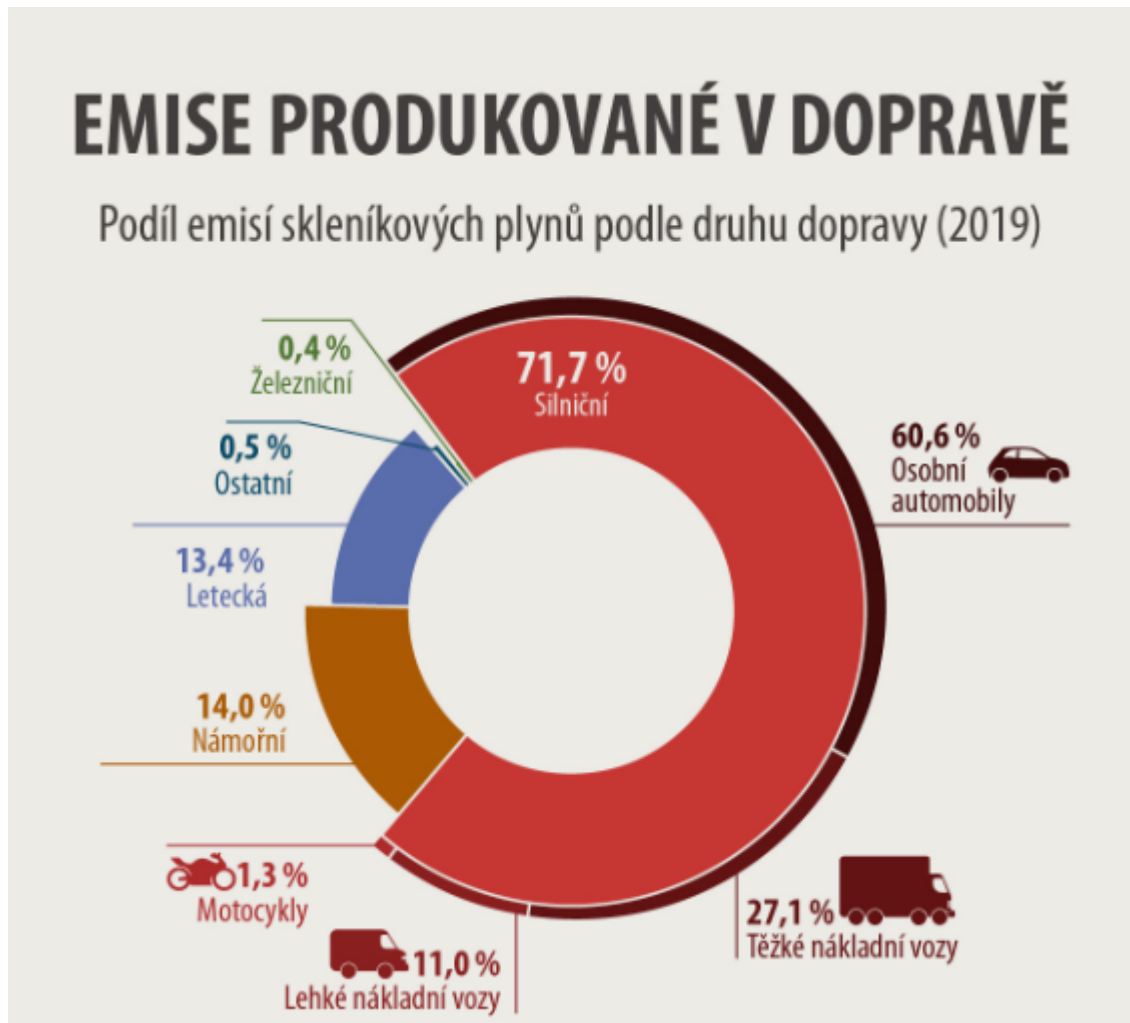
Globální klimatické změny představují jedno z nejvýznamnějších a nejnaléhavějších témat současného světa. Změny v atmosférických podmínkách, teplotních trendech a ekosystémech mají dalekosáhlé dopady na životní prostředí, ekonomiku a společnost jako celek. Tato kapitola se věnuje zkoumání hlavních příčin globálních klimatických změn.

2.1 Antropogenní faktory

Začátek 21. století přinesl rapidní nárůst globálních teplot, extrémní povětrnostní jevy a další projevy klimatických změn. Vedle enormního spalování fosilních paliv je velmi problematická oblast odlesňování a odvodňování krajiny člověkem, neboť jsou tímto způsobem devastovány ekosystémy schopné oxid uhličitý vázat popř. transformovat. Způsob výroby elektrické a tepelné energie, doprava, průmysl, zemědělství, stavebnictví a konzumní způsob života jsou původci zrychleného nástupu klimatické změny. Podíl na emisi skleníkových plynů se mohou v jednotlivých odvětvích meziročně lišit, nicméně zůstávají jejich konstantním zdrojem (Evropská komise, 2024).

2.1.1 Doprava

Dopravní prostředky jsou významným zdrojem emisí skleníkových plynů díky spalovacím motorům poháněným kapalnými uhlovodíky. Osobní automobil vyprodukuje ročně až 4,6 tuny oxidu uhličitého. V zemích Evropské unie (EU) to představuje podíl, až 60,6 % ze všech emisí vyprodukovaných v odvětví silniční dopravy tzn. ze 71,7 % (zbylá část připadá na nákladní automobily a motocykly). Letecká, námořní a železniční doprava pak přispívá k produkci skleníkových plynů z 28 % z celého dopravního segmentu. Současným trendem je postupně zvyšovat počet elektricky poháněných vozidel společně s obecným rozvojem elektromobility, která by měla mít zásadní vliv na snižování emisí v dopravě. Je ovšem nutné vzít v úvahu ekologickou zátěž (ve smyslu produkce skleníkových plynů) při výrobě a následné likvidaci elektromobilů. Tato zátěž je aktuálně na vyšší úrovni, než je tomu u vozidel se spalovacím motorem (NRDC, 2022; Evropská agentura pro ŽP, 2023).

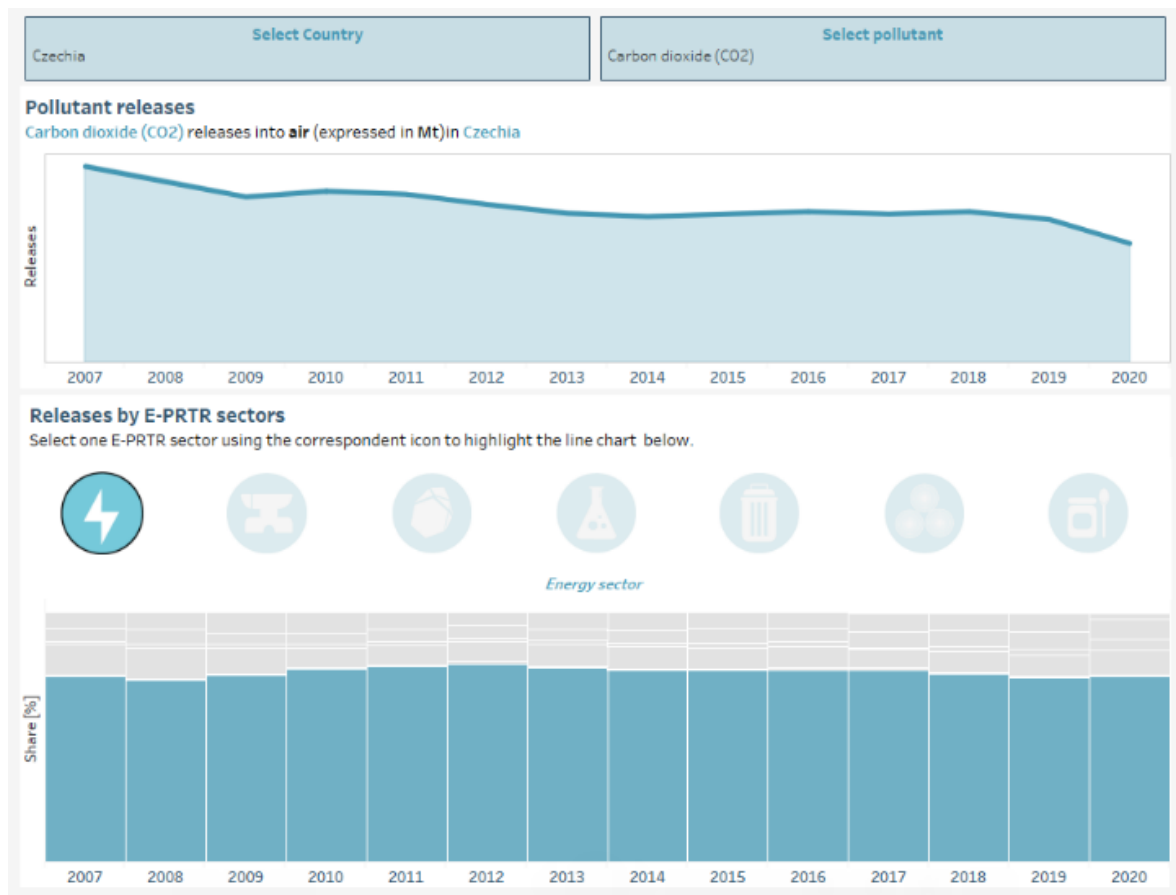


Obrázek 3: Podíl emisí skleníkových plynů v dopravě (Evropská agentura pro ŽP, 2023).

2.1.2 Průmysl a výroba elektrické energie

Je vysoce pravděpodobné, že průmysl a energetický sektor EU do roku 2030 sehraje klíčovou roli při snižování dopadů změny klimatu. Právě tato oblast vyprodukuje více než 77 % emisí všech skleníkových plynů v celosvětovém měřítku. Výroba elektrické energie je stále závislá asi ze dvou třetin na spalování fosilních paliv. Navzdory snaze o stále vyšší zapojení obnovitelných zdrojů do tzv. energetického mixu a zaváděním nových technologií do výrobního procesu se v podmínkách ČR snižování emisí CO₂ příliš nedaří (viz. obr. 4). Podle Zelené dohody pro Evropu by mělo dojít k dosažení uhlíkové neutrality členských států do roku 2050. K dosažení těchto cílů jsou nezbytná další opatření, jako jsou politiky zaměřené na úsporu energie, zlepšení efektivity využívání zdrojů, urychlení rozvoje obnovitelných zdrojů energie, poskytování stimulů pro aktivní účast uživatelů na trhu s elektřinou a optimalizace bezpečného provozu elektrické

infrastruktury v celé Evropě (Evropská komise, 2020; European Industrial Emission Portal, 2022).



Obrázek 4: Emise CO₂ vyprodukované v ČR energetickým sektorem (European Industrial Emission Portal, 2022)

2.1.3 Deforestation

V závislosti na neustále se zvyšující světové populaci roste i poptávka po zemědělských komoditách. Plocha planety využitelná k tomuto účelu nedokáže uspokojit spotřebu, proto dochází k deforestaci rozsáhlých území zejména v Jižní Americe a Africe. Podle Organizace pro výživu a zemědělství (FAO) při Organizaci spojených národů (OSN) bylo v období let 1990 – 2020 vykáceno asi 420 milionů hektarů lesa (United Nations, 2023). Kapacita zalesněných ploch planety je asi 861 gigatun uhlíku, který je uchován v půdě do 1 metru hloubky (44 %), v biomase (42 %), v neživém dřevě (8 %) a podestýlce (6 %). Tyto odhady jsou ovšem založeny na datovém modelování, které vychází z map hustoty lesní biomasy vytvořených v předchozích letech (World Resource Institut, © 2024).

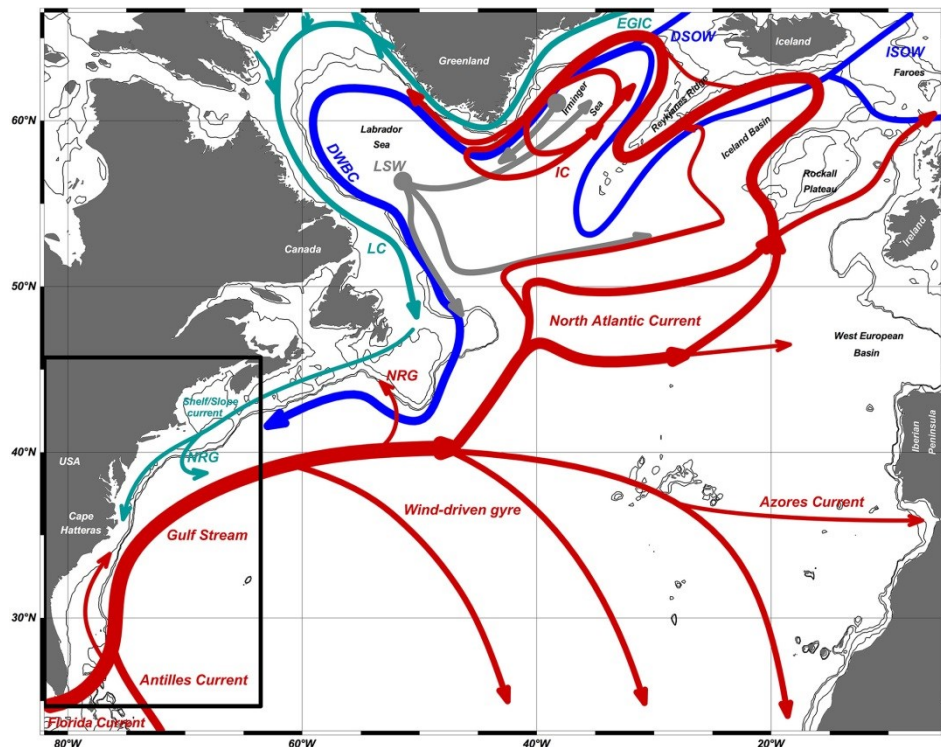
Z výše uvedeného jednoznačně vyplývá, že deforestací se významně snižuje retenční kapacita lesních ekosystémů. Tato změna ve využívání půdy představuje 12 – 20 % celosvětových emisí skleníkových plynů. Dalším aspektem je degradace lesů způsobena již probíhající klimatickou změnou. Anomálie ve srážkových úhrnech, kyselosti srážek, nárůst teploty a extrémů v jednotlivých ročních obdobích zapříčiňují změnu struktury nebo funkce lesních porostů a dochází tak k nižšímu zachytu uhlíku i při jejich stávající rozloze (World Resource Institute, © 2024).

2.1.4 Ztráta biodiverzity

V souvislosti se změnou životních podmínek na Zemi docházelo historicky k vymírání druhů jakožto přirozené součásti evoluce. Masové vymírání je definováno jako úbytek 75 % všech druhů na planetě v průběhu krátkého geologického období tj. méně než 2,8 milionů let. Z výzkumu nálezů fosilií je zřejmé, že k takovým událostem již došlo minimálně v pěti případech. Rychlost současného vymírání je ovšem mnohem vyšší než by bylo v důsledku přirozeného výběru. Odhaduje se, že rozsah extinkce zaznamenaný v minulém století by přirozeně trval 800 – 10 000 let (Bradshaw a Saltré, 2022). Vliv činnosti člověka je nezpochybnitelný. Nešetrný přístup k přírodním zdrojům, znečištění, deforestace, zemědělství motivované životním stylem s vysokou spotřebou apod. jsou faktory ovlivňující postupnou ztrátu biologické rozmanitosti. Nicméně existuje reálný předpoklad, že právě změna klimatu se v blízké budoucnosti stane dominantní příčinou tohoto fenoménu. Klimatická změna negativně ovlivňuje tzv. synchronizaci ekologických událostí. Zasahuje zejména do reprodukčních cyklů rostlin, hmyzu a ptáků a narušuje mezidruhovou interakci (The London School of Economics and Political Science, 2022). Velmi citlivé na změnu teploty mořské vody jsou zejména korálové útesy, které jsou adaptované na specifické teplotní rozmezí. Vlivem stále delších období s vyšší teplotou vody se očekává úhyn 70 – 90 % korálů, na jejichž existenci je přímo či nepřímo závislá až 1 miliarda lidí (Heron et al., 2022).

2.1.5 Atlantická meridionální cirkulace

Atlantická meridionální cirkulace (AMOC) je velmi rozsáhlý systém oceánských proudů, které zajišťují distribuci ohřáté vody a živin z jižní do severní části Atlantského oceánu. Teplá voda se v severní části ochlazuje a tvoří mořský led. V průběhu tvorby ledu se vylučuje z vody sůl, která zůstává v nezamrzající vrstvě oceánu. Voda v této vrstvě zvyšuje svou hustotu a klesá ke dnu, kde je proudem unášena zpět do jižní části, kde dochází k jejímu opětovnému ohřevu a vystoupaní k hladině v procesu zvaném upwelling. Cirkulace je tedy poháněna rozdílem v teplotě a salinitě vody a tento mechanismus je znám jako termohalinní cirkulace (NOAA, 2023). Celý systém AMOC je klíčový pro regulaci globálního klimatu resp. jeho výkyvů. Nicméně aktuální fáze klimatické změny v podobě rapidního tání ledovců v oblasti Arktidy a Grónska tento životně důležitý mechanismus zpomaluje. Táním ledovcových příkrovů se do moře dostává značné množství sladké vody, která narušuje samotnou podstatu principu činnosti termohalinního výměníku (Watts, 2024).



Obrázek 5: Atlantická meridionální cirkulace (Zhang, Thomas, 2021).

Dřívější výzkumy v této oblasti ukázaly, že rychlost proudění se od roku 1950 zpomalila přibližně o 15 % je aktuálně nejpomalejší za zhruba tisíc let. V souvislosti s tímto faktem se další výzkum zaměřil na tvorbu komplexních modelů s cílem predikovat podmínky

a časový horizont možného kolapsu celého systému oceánských proudů. Výsledky byly v roce 2024 publikovány v časopisu *Science Advances*. Vyplývá z nich, že kolapsu systému AMOC může při současném trendu oteplování nastat za méně než 100 let. Důsledkem by bylo zvýšení mořské hladiny v průměru až o jeden metr, na jižní polokouli by došlo k ještě razantnějšímu zvýšení teploty, zatím co severní polokoule by zaznamenala výrazný pokles teploty. Výskyt klimatických extrémů by se znásobil jak z hlediska frekvence, tak z pohledu intenzity a rychlost klimatických změn by se zvýšila natolik, že by nebylo možné se přizpůsobit (Van Westen et al., 2024).

2.1.6 Úbytek hmoty ledového příkrovu

Postupné tání ledovců v horských i polárních oblastech je jedním ze signifikantních projevů zvyšování globální teploty. Vztah mezi narůstající teplotou a úbytkem hmoty ledovců je prokázáný a nezpochybnitelný. Zejména Antarktická oblast je na zvyšování teploty velmi citlivá. V Antarktickém ledovém příkrovu, který může místy dosahovat tloušťky až 5 km je uloženo asi 50 % sladké vody. Závěry a závazky vyplývající z Pařížské klimatické dohody (2015) mají ambici udržet celosvětový nárůst teploty pod hranicí 1,5 °C. Nicméně s devítiletým časovým odstupem lze tento hlavní cíl považovat za nedosažitelný a mnohem pravděpodobnější je nepřekročit kritickou mez 2 °C. Takový nárůst globální teploty by podle výsledků simulací zveřejněných v časopisu *Nature* v roce 2021 představoval zvýšení mořské hladiny o přibližně 2,5 metru oproti současné úrovni (Edwards. Nowicki et al., 2021). Současná úroveň průměrného globálního teplotního přírůstku činí 1,1 °C (v ČR je tento přírůstek 2,2 °C v období 1961 – 2023). Nezanedbatelnou roli v procesu tání ledovců mají periodicky se opakující klimatické jevy zvané El Niño a La Niña. Tyto fenomény s opačným efektem se opakují v intervalu 2 – 7 let, ovšem jejich střídání není rovnoměrné a statisticky je El Niño častější. El Niño narušuje proces, kdy v Tichém oceánu západně orientované vzdušné proudění (pasáty) podél rovníku unáší ohřátou vodu z oblasti Jižní Ameriky do Asie. Pasáty výrazně slábnou a ohřátá voda je tlačena zpět na východ, tedy k západnímu pobřeží Ameriky. Díky tomu je vychýlen z dráhy systém tichomořských proudů a to jižním směrem. Tento posun způsobuje teplejší a sušší počasí na severu Spojených států amerických (USA) a Kanady. Oproti tomu jsou v oblasti Mexického zálivu vyšší srážkové úhrny a častější výskyt záplav (NOAA, 2023).

2.1.7 Tání permafrostu

Permafrost je půdní vrstva, jejíž teplota celoročně nepřesáhne 0 °C. Vyskytuje se nejen v severních oblastech, jako je Grónsko, Kanada, Aljaška nebo Rusko, ale také ve vysokých nadmořských výškách nad hranicí růstu stromů např. ve Švýcarsku. Tato vrstva se rozprostírá na přibližně 22 % zemského povrchu. Největší riziko spojené s táním permafrostu představují obrovské zásoby CO₂ a metanu (až 1,9 bilionů tun). Podle některých odhadů je v permafrostu zachyceno až dvojnásobné množství skleníkových plynů než je v současnosti obsaženo v atmosféře. Uvolnění takového množství zejména metanu může mít doslova katastrofální následky v kontextu globálního oteplování. Podle dříve zpracovaných modelů se předpokládalo, že současné úrovně tání permafrostu bude dosaženo přibližně až v roce 2090. Jak je ovšem patrné z výsledků nejnovějších výzkumu, tento proces má násobně vyšší dynamiku než se předpokládalo (Perrin, 2023). Druhým rizikovým faktorem je fakt, že permafrost představuje rezervoár virů, bakterií a dalších mikroorganismů, které byly ve zmrzlé půdě uvězněny desítky tisíc let. Tyto patogeny mohou představovat původce epidemií, zoonóz či epifytií. V roce 2016 došlo na Sibiři k výskytu antraxu, kdy byly spory *B. anthracis* uvolněny z infikovaných mrtvých těl zvěře při tání permafrostu. Díky této události přišel o život jeden člověk a asi uhynulo asi 2 000 kusů sobů. Přestože dosud většina patogenů izolovaných z permafrostu cílí na jiné než lidské hostitele, je potřeba této problematice věnovat náležitou pozornost (Wu, Trubl, Tas, Jansson, 2022). Trvale zmrzlá půda byla využita k vybudování dopravní a průmyslové infrastruktury a dalších staveb (asi 120 000 budov a 40 000 km silnic). V důsledku velmi rychlého tání svrchní vrstvy permafrostu je ohroženo až 70 % těchto staveb. Výrazná environmentální rizika pramení zejména z ropné infrastruktury, zejména ropovodů, produktovodů a dalších potrubních systémů. Vlivem pohybu půdy při jejím rozmrzání došlo v nedávné době hned k několika závažným haváriím např. únik přibližně 20 000 tun nafty u města Norilsk na Sibiři (Partlow, 2022).



Obrázek 6: Tající permafrost na Sibiři (AFP, 2020).

3 VLIV KLIMATICKÝCH ZMĚN NA ŽIVOTNÍ PODMÍNKY OBYVATELSTVA

Probíhající změny klimatického systému ovlivňují životy každého člověka na planetě. Projevy na jednotlivých kontinentech se liší v závislosti na poloze, podnebném pásu, nadmořské výšce, vzdálenosti od moře apod. Dopady klimatických změn jsou patrné v mnoha oblastech lidského života a přinášejí s sebou celou řadu výzev i rizik. Na americkém kontinentu se například projevují v podobě častějších a intenzivnějších hurikánů, sucha a zvýšeného výskytu lesních požárů. Evropa čelí extrémnějším povodním, vlnám horka a sucha, což má dopady na zemědělství, vodní zdroje a lidské zdraví. V Asii se zase objevují problémy s nedostatkem pitné vody kvůli tání himálajských ledovců a následným povodním. V Africe se zase zhoršuje situace v oblasti sucha a následného nedostatku potravin a vody, což vede k migraci obyvatelstva zejména do Evropy s čímž souvisí celá řada dalších rizikových faktorů (Rambousek a Vizi, 2021).

3.1 Vlny veder a extrémny počasí

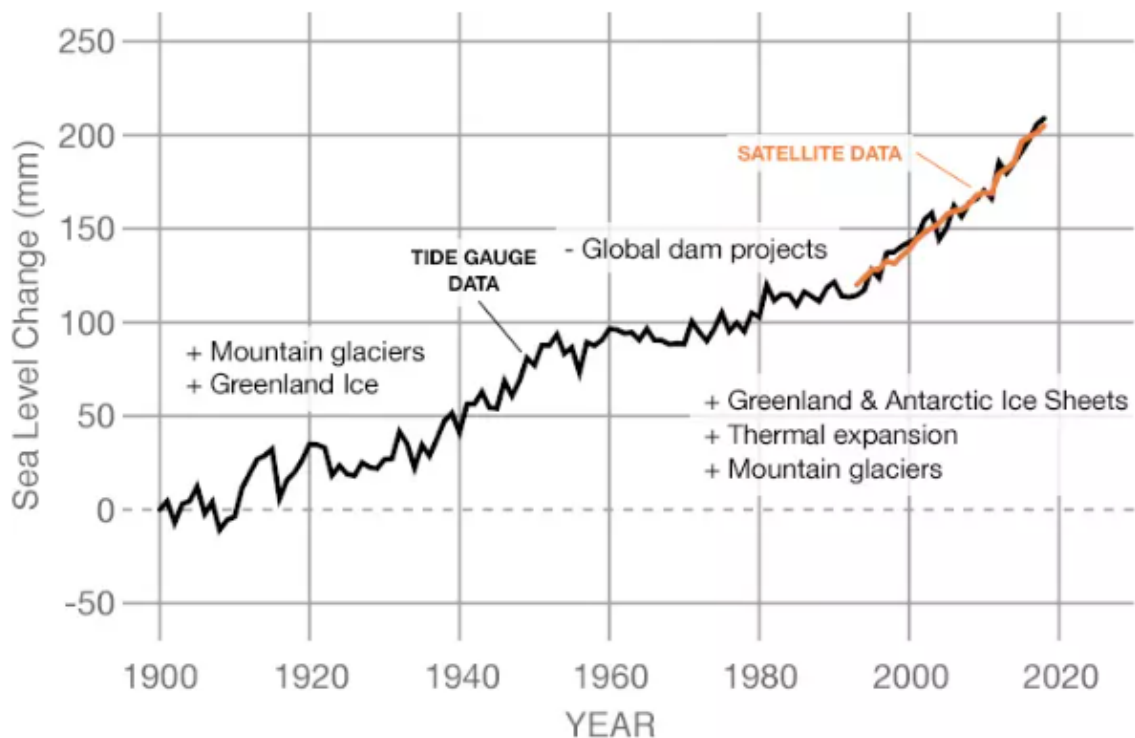
Zvyšování globální teploty v důsledku antropogenních vlivů zcela nepochybně ovlivňuje vlny velmi vysokých teplot zejména v letním období resp. jejich délku a intenzitu. Na základě vyhodnocení všech dostupných dat byl rok 2023 vědeckou komunitou vyhlášen jako nejteplejším rokem v historii. Toto tvrzení je v korelaci s faktem, že každý jednotlivý den loňského roku byl alespoň o 1 °C nad dlouhodobým průměrem. Extrémně horké počasí představuje pro lidský organismus enormní zátěž. Vysoké teploty mohou vyústit v narušení systému termoregulace, dehydrataci popřípadě k úpalu. Za problematické lze v tomto smyslu rovněž označit skutečnost, že na mnohých místech teploty neklesají ani v nočním období, kdy nastávají tzv. tropické noci, čímž se teplotní stres organismu dále prohlubuje. Nejvyšší sensitivitu na vysoké teploty projevují malé děti a senioři, dále pak lidé s diabetem či kardiovaskulárním onemocněním (Di Napoli, 2023).

Expozice vysokým teplotám představuje hlavní nebezpečí pro populaci nejen Evropy. Vlny horka patří mezi extrémní meteorologické jevy s největším dopadem na počet zemřelých. V posledních dvou desetiletích byla úmrtnost způsobená vysokými teplotami hlavním problémem v Evropě, zejména po zaznamenání 71 449 úmrtí převyšující průměr během měsíců června, července, srpna a září 2003. Zvýšené povědomí ve společnosti o krátkodobých zdravotních dopadech veder vedlo k vypracování a provádění plánů

prevence před horkem a dalších strategií adaptace na ochranu ohrožených populací v celé Evropě (Ballester a Quijal-Zamorano, 2023).

3.2 Zvyšování hladiny oceánů

Dlouhodobé a kontinuální zvyšování výšky hladiny světových oceánů je pozorováno již desítky let. Tento jev je přímým důsledkem rostoucí globální teploty a kombinací dvou základních příčin. V souvislosti s táním ledovcových mas se do oceánů dostává velké množství sladké vody. Dalším aspektem je teplotní expanze vody, kdy se s teplotou úměrně zvětšuje objem, neboť oceány absorbují až 90 % atmosférického tepla. Vzestup hladiny neprobíhá na planetě rovnoměrně a na některých místech může dokonce docházet k poklesu pod dlouhodobý průměr. Může to být dáno například poklesem pevniny v důsledku důlní činnosti či odčerpávání spodní vody nebo změnami proudění v dané oblasti (NOAA, 2023).



Obrázek 7: Vzestup hladiny oceánů v čase
(NASA Global Climate Change, 2023)

Z uvedeného grafu je zřejmé, že v průběhu 20. století se hladina oceánů zvýšila o 0,15 metrů a v roce 2023 už vzestup činil 0,2 metrů. Z hlediska ochrany obyvatelstva je nutné pracovat s faktem, že přibližně 190 milionů lidí v současné době obývá oblasti, které jsou

pod úrovní přílivu v roce 2100. Tento předpoklad je založen na snížené emisi skleníkových plynů v souladu s Pařížskou dohodou. Nicméně k naplnění emisních ambicí buďto nedochází, anebo k nim jednotlivé státy přistupují ve výrazně delším časovém horizontu, než se zavázaly. Při současném stavu emisí skleníkových plynů existuje reálný předpoklad, že až 340 milionů lidí v polovině 21. století bude žít v oblastech, které budou silně zaplavovány a to až s desetinásobně vyšší frekvencí než je tomu v současnosti (IPCC, 2023).

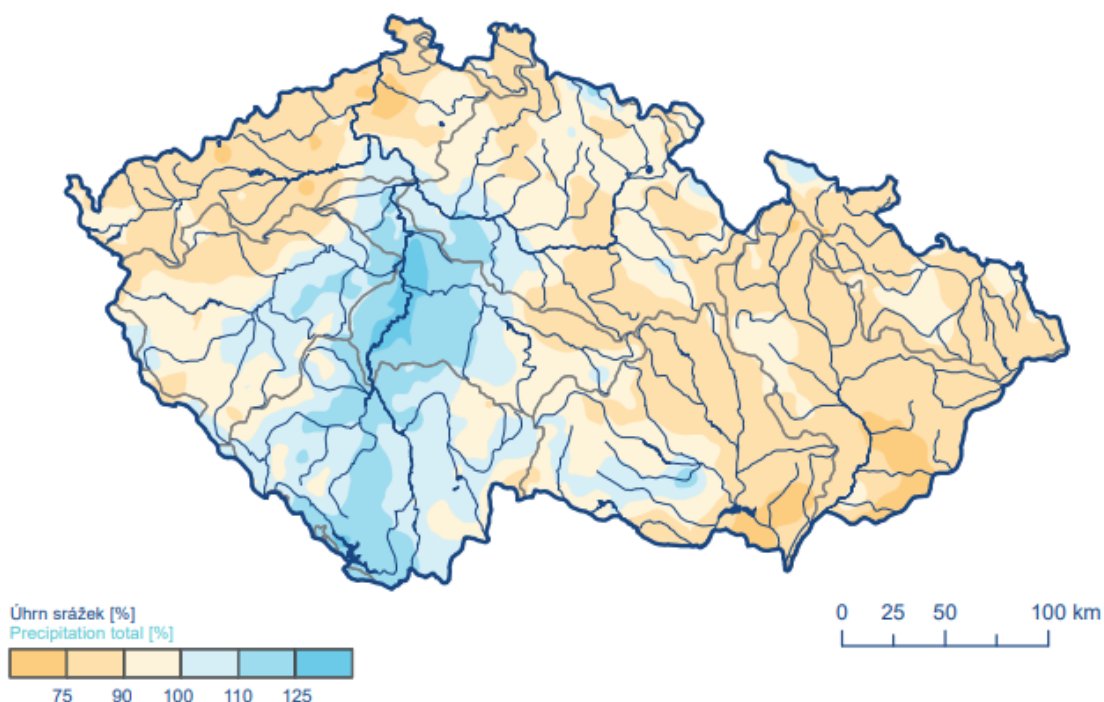
Pobřežní státy budou v relativně blízké budoucnosti čelit masivnímu přesídlování obyvatel do vnitrozemských oblastí při souběžném zmenšování jejich územní rozlohy. Kromě Nizozemí, které má vybudovaný rozsáhlý systém hrází a protizáplavových valů bude v nejbližší době s touto skutečností konfrontováno dalších 19 států světa. Jedná se především o malé ostrovní státy, které vlivem vzestupu mořské hladiny přijdou o území, na kterém žije asi 10 % jejich populace. Nicméně modelování budoucího vývoje predikuje vzestup mořské hladiny v čase a kalkuluje současnou hustotu zalidnění. Lze tedy předpokládat, že množství osob, které budou tímto jevem ohroženy bude vyšší, neboť se počet obyvatel na planetě neustále zvyšuje (Kulp, a Strauss, 2019).

3.3 Hydrologické cykly

Události spojené s klimatickou změnou resp. jejich vliv na přírodní procesy způsobily k uplynulých dekadách zřetelné změny v hydrologickém cyklu. To má velmi významný vliv a dopad v nejrůznějších oblastech lidského života. Do těchto oblastí jednoznačně patří například zásobování pitnou vodou, výroba elektrické energie, protipovodňová opatření, nebo zemědělská produkce (Wang, 2022).

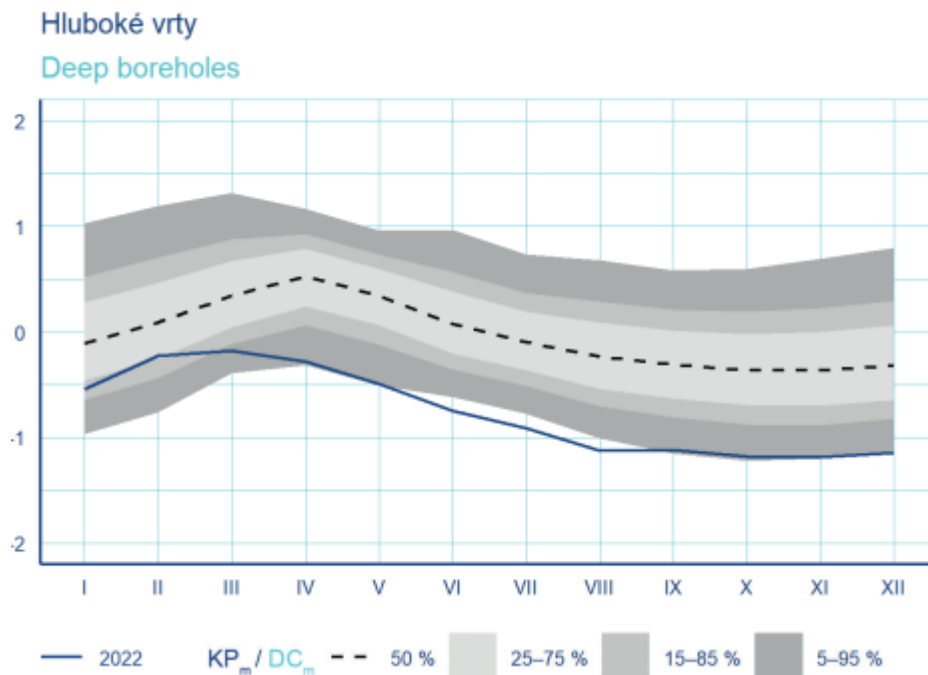
Množství vody v globálním koloběhu je konstantní. Zásadním způsobem se ovšem mění rozložení srážek a také jejich intenzita. V období zimy je sněhová pokrývka pod 700 m. n. m. už spíše výjimkou. V letním období jsou trendem dlouhá období s vysokými teplotami a absencí srážek popř. s lokálními přívalovými srážkami, které velmi rychle odtékají. Možnosti doplňování zdrojů podzemních vod jsou tedy omezené. S tím úzce souvisí i zhoršování kvality vody uložené ve spodních půdních vrstvách. K prohlubování této problematiky jednoznačně přispívá zvyšování podílu zastavěné plochy v krajině, nešetná zemědělská činnost orientovaná na co nejvyšší produkci a zisk a v neposlední řadě také plýtvání pitnou vodou ze strany obyvatelstva (Pecháčková, 2021).

Hydrologická bilance České republiky je v souladu s trendem střední Evropy. Podle údajů uvedených v Hydrologické ročence za rok 2022 bylo 6 měsíců hodnoceno jako normální či nadnormální ve srovnání s dlouhodobým normálem, který byl stanoven na 9120 mm. Hodnota srážkového normálu vychází z průměrných hodnot v období 1991 – 2020. Hydrologické podmínky se ČR v různých oblastech liší. V závislosti na nadmořské výšce, hustotě osídlení, zalesnění, zemědělské činnosti apod. jsou územní celky, které vykazují výrazně pozitivní či nadprůměrnou srážkovou bilanci oproti jiným územním jednotkám viz. obr. 8.



Obrázek 8: Procentuální vyjádření srážkového úhrnu ČR v roce 2022 z průměru období 1991 – 2020 (ČHMÚ, 2023)

Jinak už je tomu z hlediska spodní vody. Hladina spodní vody měřená v referenční síti hlubinných vrtů vykazovala v roce 2022 výrazný pokles a to i v oblastech srážkově nadprůměrných. Je to dáno sníženou retenční schopností půdy v důsledku vysokých srážkových úhrnů za jednotku času, profilem krajiny, monokulturním zemědělstvím atd. Výsledkem je rychlý odtok vody z území a narušení tzv. třetinového pravidla koloběhu vody (vsak, odpar, odtok) (ČHMÚ, 2023).



Obrázek 9: Průměrná hladina hlubokých vrtů ČR v roce 2022 (ČHMÚ, 2023).

3.4 Zemědělství a potravinová bezpečnost

Zemědělství je klíčovým prvkem ekonomiky nejen z hlediska produkce potravin, ale také poskytuje suroviny pro další segmenty ekonomiky v zemích celého světa. Zemědělskou produkci ovlivňuje mnoho faktorů, jako jsou například klimatické podmínky, techniky obdělávání půdy, druhy pěstovaných plodin, patogeny a škůdci apod. Na základě kvalifikovaných odhadů byl vytvořen předpoklad, že zvýšení globální teploty o 1 °C se projeví na pěstování pšenice snížením výnosu o 4 – 6 %. Obdobně je tomu při pěstování kukuřice. Očekává se, že do konce 21. století se sníží výnosy asi na 56 % oblastí, které kukuřici pěstují. V souvislosti s klimatickými změnami se s nejvyšší pravděpodobností budou posouvat vhodná místa k pěstování určitých plodin. S posunem hranic podnebných pásů se vytvářejí také vhodné podmínky pro migraci a usídlení invazivních druhů škůdců a rostlinných patogenů. Nezanedbatelnou roli samozřejmě hrají také extrémní počasí, jako jsou přívalemé deště, velmi horká anebo naopak velmi studená období v nestandardních částech roku, silný vítr apod. Rostoucí populace planety, která se bude v polovině století blížit téměř 10 miliardám bude představovat enormní zátěž na zemědělské odvětví v podobě ještě vyšší poptávky po zemědělských produktech (Anderson, Bayer a Edwards, 2020).

Genetická modifikace zemědělských plodin představuje dílčí, ale nikoliv komplexní řešení. Lidstvo jako celek bude muset přehodnotit svůj dosavadní přístup k rostlinné a živočišné výrobě, využívání vody a půdy a pravděpodobně dojde i k určitým změnám v dostupnosti některých druhů potravin. Nejzranitelnější jsou v tomto ohledu rozvojové státy, samozřejmě v závislosti na jejich poloze, ekonomické kondici a politické stabilitě. Tyto země zpravidla nemají dostatek finančních prostředků na restrukturalizaci zemědělství ve smyslu maximalizace výnosů s minimalizací ekologické zátěže. Zajištění potravinové bezpečnosti a koneckonců i bezpečnosti potravin bude v následujících desítkách let představovat skutečnou výzvu pro celosvětové společenství (IPCC, 2023; Anderson, Bayer a Edwards, 2020).

3.5 Nedostatek pitné vody

Nedostatek pitné vody je vážným problémem, který má dopad na mnoho oblastí po celém světě. Tento problém často souvisí s různými faktory, včetně změn klimatu, nadměrné spotřeby vody a nedostatečné infrastruktury pro hospodárné zacházení s vodními zdroji. Změny klimatu přinášejí extrémní podmínky, jako jsou dlouhodobé sucha, rozsáhlé požáry nebo záplavy, které mohou snižovat dostupnost čisté pitné vody. Tyto jevy ovlivňují zásoby povrchové i podzemní vody a mohou mít negativní dopad na její kvalitu. Z celkového objemu vody na planetě asi jen 0,5 % představuje využitelnou a dostupnou sladkou vodu. Stoupající teploty způsobují zvýšení vlhkosti vzduchu, což vede k intenzivnějším bouřím a silnějším dešťům. Na druhou dochází k na první pohled paradoxní situaci, že se zároveň prohlubují i suchá období. Tento jev je dán závislostí mezi teplotou a evapotranspirací. Udržení nárůstu globální teploty pod 1,5 °C ve srovnání s 2 °C by snížilo podíl světové populace, která je ohrožena nedostatkem vody přibližně na polovinu. Vyšší teploty také velmi výrazně ovlivňují kvalitu vody (United Nations Statistics Division, 2022). Voda, jako životně důležitá surovina samozřejmě souvisí i se zemědělstvím a produkcí potravin. Lidstvo zásadně ovlivnilo více než 70 % povrchu Země, což má značný dopad na půdu, která slouží jako klíčový filtr a zásobárna vody. V mnoha oblastech dochází k postupnému oslabování schopnosti půdy udržovat a čistit vodu, což výrazně komplikuje nejen zemědělské aktivity, ale zejména prohlubuje problémy s její dostupností (UNCCD, 2022).

Podle odhadů Světové meteorologické organizace (WMO) a Mezivládního panelu pro klimatickou změnu (IPCC) asi čtvrtina světové populace nemá přístup k nezávadné pitné vodě a že asi polovina populace trpí nedostatkem vody alespoň po určitou část roku. V budoucnu se budou pravděpodobně tato čísla dále zvyšovat. Dalším důsledkem změny klimatu je pokles zásob vody v ledovcích a sněhové pokrývce. Tento trend bude mít za následek sníženou dostupnost vody během teplých a suchých období v oblastech, které jsou závislé na vodě z tání velkých horských pásů, kde v současnosti žije více než jedna šestina světové populace (United Nations, 2022).



Obrázek 10: Nedostatek pitné vody v Ugandě (Menyafotografy, 2016)

Vyšší hladina světových oceánů, jakožto kauzálního projevu vyšší globální teploty povede k rozšíření salinizace podzemních vod a snížení dostupnosti sladké vody pro lidi a ekosystémy v pobřežních oblastech. Tyto aspekty jsou důležité pro pochopení dopadů změny klimatu na zásoby pitné vody a podtrhují naléhavou potřebu účinných opatření k ochraně a udržitelnému využívání vodních zdrojů (United Nations, 2022).

4 PŘÍRODNÍ KATASTROFY A JEJICH DOPADY NA SPOLEČNOST

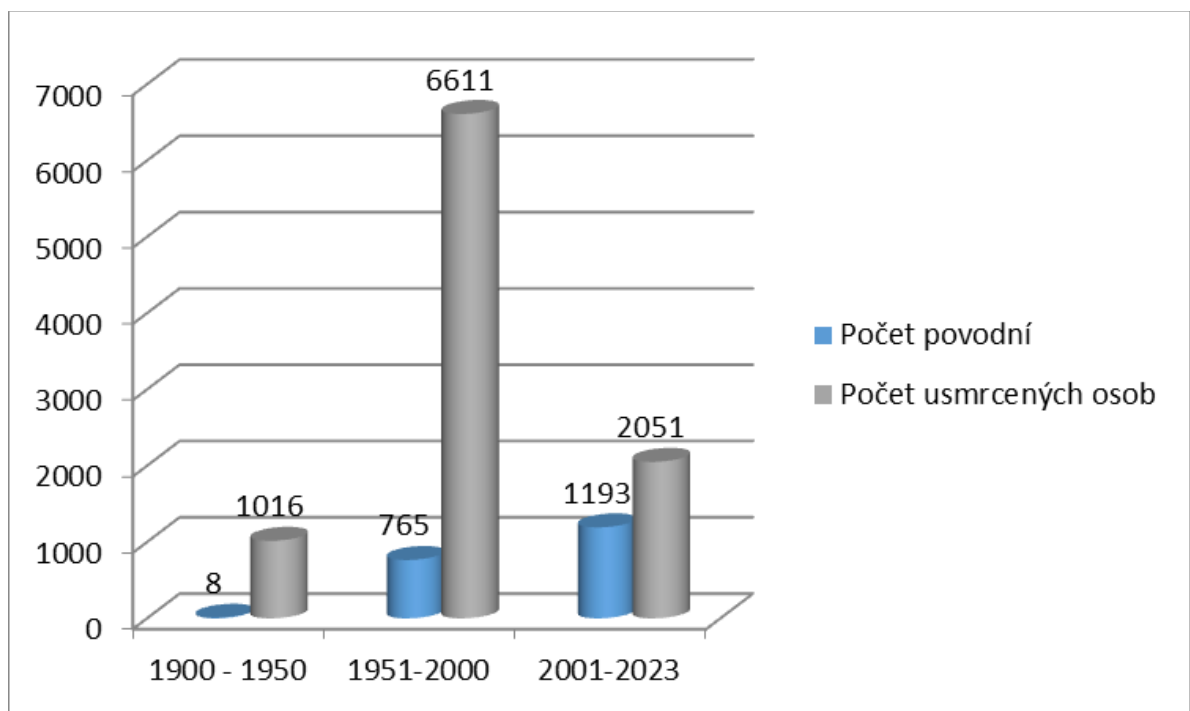
Katastrofy mají v kontextu klimatických změn značný dopad na společnost, a to jak přímý, tak nepřímý. Klimatické změny přispívají k častějším a intenzivnějším výskytům extrémních meteorologických jevů, jako jsou hurikány, povodně, sucha a lesní požáry. Tyto události mohou mít devastující následky pro infrastrukturu, lidské životy, životní prostředí a ekonomiku. Přímé dopady katastrof jsou často okamžité a viditelné. Ztráty na životech, újmy na majetku, rozsáhlé škody na infrastruktuře a životním prostředí jsou běžné. Lidé jsou často nuceni opustit své domovy, v některých případech dlouhodobě či trvale. Nepřímé dopady katastrof jsou často dlouhodobější a obtížněji měřitelné, neboť podléhají určité časové setrvačnosti. Patří sem například ekonomické ztráty způsobené poškozením infrastruktury a snížením hospodářské produktivity, sociální a psychologické důsledky pro postižené komunity nebo politická nestabilita způsobené následnými sociálně-ekonomickými aspekty. Společnost se snaží přizpůsobit těmto změnám a minimalizovat jejich dopady prostřednictvím prevence, přípravy a reakce na mimořádné události velkého rozsahu. To zahrnuje výstavbu odolnější infrastruktury, zlepšení systémů včasného varování, vzdělávání veřejnosti o rizicích a opatřeních k ochraně obyvatelstva, a také integraci strategií pro adaptaci na změnu klimatu (Kar, 2020).

4.1 Povodně

Rozsáhlé povodně, které se vyskytují na planetě, jsou často způsobeny kombinací různých přírodních i antropogenních faktorů. Povodně tvoří asi 43 % ze všech naturogenních katastrof na světě. A jejich počet se neustále zvyšuje. Mezi hlavní příčiny patří extrémní srážky, které mohou být dlouhodobého charakteru nebo se projevovat jako prudké dešťové přívaly. Tyto srážky způsobují rychlý nárůst hladiny vodních toků a řek a mohou vést k překročení hranic břehů a následnému zaplavení oblastí v okolí vodního toku. Dalším faktorem může být tání sněhové pokrývky, zejména v horských oblastech. Se změnou teploty dochází k roztávání sněhu, což zvyšuje přítok vody do řek a potoků a může způsobit povodně, zejména pokud je tání rychlé a intenzivní. Někdy může k vzniku povodní přispět i geologické faktory, jako jsou zlomy a sesuvy půdy. Tyto jevy mohou blokovat vodní toky a narušit odtokové poměry v krajině (Lai, 2021).

Dopady rozsáhlých povodní na společnost jsou značné a zahrnují ztráty na životech a zranění, zničení domů, infrastruktury a majetku, ekonomické ztráty v důsledku přerušení provozu a výroby, ztráty v zemědělství a potravinové bezpečnosti, znečištění vody a šíření nemocí, a sociální a psychologické dopady na postižené obyvatelstvo. Prevence, příprava a reakce na povodňové události jsou klíčové pro minimalizaci škod a ochranu obyvatelstva a infrastruktury. To zahrnuje zlepšení infrastruktury pro odvodnění, zalesňování, úpravu krajiny, vytváření nádrží na zadržování vody, včasné varování a evakuaci ohrožených oblastí (UNDRR, 2024).

Na základě dat shromážděných v databázi EM-DAT (The International Disaster Database) lze učinit jednoznačný závěr, že počet povodňových událostí v Evropě roste (viz. obr. 11). Byla použita data v rozmezí let 1900 – 2023 a rozdělena do tří časových úseků. Na druhé straně se díky systémům včasné výstrahy a nástrojům ochrany obyvatelstva (zejména evakuace) daří počty usmrcených osob snižovat i přes mnohem vyšší výskyt povodní v dosavadním průběhu 21. století. (vlastní zpracování, 2024; EM-DAT, 2023).



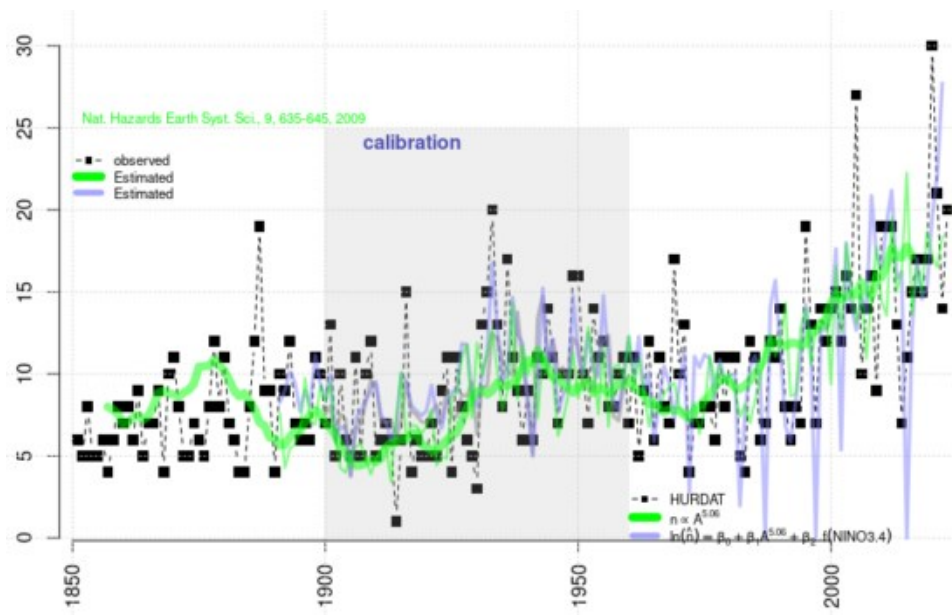
Obrázek 11: Počet povodňových událostí v Evropě a počty obětí
(vlastní zpracování, 2024; EM-DAT, 2023)

4.2 Hurikány a tropické cyklóny

Hurikány jsou tropické cyklóny, které se formují nad teplými vodami tropických a subtropických oblastí. Rozdíl mezi těmito dvěma termíny je pouze v rychlosti proudění větru ($v_{\text{větru}} > 120 \text{ km/h} = \text{hurikán}$). Teplá voda nad $26 \text{ }^\circ\text{C}$ poskytuje zdroj tepla a vlhkosti pro jeho vznik a posílení. Nad oceánem se vytvářejí vzestupné proudy teplého a vlhkého vzduchu, což vede k formaci bouřkových mraků. Pokud je konvekce stabilní, může se vytvořit oblast nízkého tlaku nazývaná tropická deprese. Tato deprese přitahuje okolní vzduch a vodu, což posiluje bouři. Postupně se může vyvinout do tropického cyklónu, který začne rotovat kolem své osy, vytvářející charakteristickou spirální strukturu. Hurikán může dále zesilovat, pokud jsou nad oceánem příznivé podmínky, jako je teplá voda a minimální vertikální směrný proud (Borunda, 2023).

Obecně je předpověď vzniku a intenzity hurikánů velmi komplikovaná, neboť tento proces je ovlivněn celou řadou proměnných faktorů. Stejně tak není jednoznačný názor vědecké obce, jakým způsobem působí klimatická změna na frekvenci výskytu či intenzitu hurikánů. Je ovšem vysoce pravděpodobné, že zvyšující se teplotou vzduchu, který je tak schopen absorbovat i větší objem vodní páry a zároveň rostoucí teplota mořské vody, mohou významně ovlivnit množství srážek spadlých na pevninu. Od roku 1975 byl zaznamenán mírně nadprůměrný výskyt hurikánů v severním Atlantickém oceánu. Tento fakt může souviset s přirozenou variabilitou počasí v dané oblasti. Ve stejném referenčním období (1975 – 2023) se ovšem takřka zdvojnásobil počet hurikánů hodnocených dle Saffir – Simpsonovy stupnice kategorie 4 – 5 (Knutson, Camargo, Chan, Emanuel, Ho, 2020).

Odhad vlivu klimatických změn na četnost výskytu popř. intenzitu tropických bouří je založen na simulacích a klimatických modelech. Tyto modely ovšem nemohou obsáhnout celou škálu faktorů, které vznik tropických cyklón ovlivňují jako např. mikrofyzika mraků, konvektivní procesy apod. V Atlantickém oceánu se počet tropických cyklón a hurikánů v čase mírně zvyšuje (obr. 12). Tento fakt je v rozporu se zprávou IPCC z roku 2023, ve které byl publikován předpoklad, že počet tropických cyklón zůstane přibližně na úrovni dlouhodobého průměru, či se dokonce sníží (Benestad, 2023; IPCC, 2023).



Obrázek 12: Počet tropických cyklón v Severním Atlantiku (Benestad, 2023)

Mezi hlavní nebezpečí, která hurikány přinášejí, patří:

- Silný vítr:** Hurikány jsou charakterizovány extrémně silnými větry, které mohou dosahovat rychlostí nad 250 km/h. Tyto větry jsou schopny způsobit rozsáhlé škody na budovách, dopravní infrastruktuře a elektrických sítích, což může vést k přerušení dodávek elektřiny a zásobování
- Přívalové deště:** Spolu s větry hurikány přinášejí i intenzivní přívalové deště, které mohou způsobit záplavy a sesuvy půdy. Tyto povodně mohou zaplavit domy, silnice a zemědělské oblasti, což vede k vysídlení obyvatel a vážným ztrátám na majetku.
- Vlny bouří:** Hurikány vyvolávají vznik vysokých vln bouří, které mohou zasáhnout pobřežní oblasti a způsobit ničivé eroze, zaplavení a ztráty na životech. Tyto vlny mohou také poškodit pobřežní infrastrukturu a narušit ekosystémy.
- Tornáda:** Během průchodu hurikánu mohou vznikat tornáda, která jsou malými, ale velmi silnými víry vzduchu. Tato tornáda mohou přinést ještě větší ničení, zasáhnout oblasti mimo hlavní dopad hurikánu a způsobit ztráty na životech a majetku.

Po odchodu hurikánu zůstávají dlouhodobé dopady, jako je nedostatek čisté pitné vody, potravin a zdravotní péče. Obnovení zasažených oblastí a obnovení normálního života může trvat dlouhou dobu a vyžadovat značné finanční a lidské zdroje. Z tohoto důvodu je důležité, aby obyvatelstvo žijící v oblastech vystavených hurikánům bylo dobře připraveno, informováno a evakuováno včas, aby minimalizovalo riziko úrazů a ztrát na životech (UCAR, © 2024).

4.3 Lesní požáry

S nárůstem teploty a extrémnějším počasím spojeným s klimatickou změnou dochází k podstatnému zvýšení výskytu požárů v různých částech světa. V několika uplynulých letech se s masivními požáry lesních porostů potýkala např. Austrálie, Řecko, Ruská Federace, USA, Kanada a také Česká republika v oblasti Českého Švýcarska. Dlouhodobá sucha, vysoké teploty a příznivé větrné podmínky vytvářejí ideální podmínky pro rychlé šíření požárů, které mohou zničit rozsáhlé lesní oblasti, zemědělskou půdu a obytné oblasti. Klimatická změna má vliv na četnost a intenzitu požárů, neboť extrémnější podmínky, jako jsou sucho a vysoké teploty, zvyšují riziko vzniku požárů a podporují jejich rozsáhlé šíření. Lesní požáry, které kdysi byly spíše sezónním jevem, se stávají častějšími a intenzivnějšími, což má negativní dopad na biodiverzitu, udržitelnost lesních ekosystémů a kvalitu ovzduší. Při požárech se do atmosféry uvolňuje velké množství uhlíku uloženého v biomase, čímž se vytváří uzavřený cyklus, ve kterém lesní požáry představují důsledek a zároveň jednu z příčin vyššího výskytu skleníkových plynů (Powell, 2023). Lesní požáry dopadají na životní podmínky obyvatelstva mnoha způsoby. Negativní dopady nepůsobí jen v místě požáru či jeho blízkém okolí, ale jsou detekovatelné na vzdálenost stovek až tisíců kilometrů. Primárním zdravotním rizikem je prudké zhoršení kvality ovzduší díky masivní emisi kouře. Vzhledem k rozloze území zasažené kouřem a prachem z požáru, je možné tento negativní vliv pouze v omezené míře redukovat (ochranou dýchacích cest, omezením pohybu vně obydlí, režimem ventilace obývaných prostor apod.), ale nelze jej zcela eliminovat. Lesní ekosystémy hrají velmi důležitou roli v hydrologických cyklech a jsou klíčové nejen pro zadržení vody v krajině, ale také k udržení její kvality. Kořenový systém brání erozi půdy a distribuci půdních částic a sedimentů do oblastních vodních zdrojů. Zároveň díky schopnosti absorpce velkého množství vody slouží jako ochrana před záplavami při vyšších srážkových úhrnech nejen v horských oblastech (Alexander a Anderson, 2023).

5 ZÁVĚR TEORETICKÉ ČÁSTI

Projevy klimatických změn mohou být tisíce hrozeb a rizik na všech představitelných úrovních lidské společnosti. Teoretická část se proto zaměřila na nejvýznamnější hrozby v souladu se strategickými a koncepčními dokumenty. Z této analýzy vyplývá, že ochrana obyvatelstva před dopady klimatických změn vyžaduje komplexní přístup, který zahrnuje nejen reakci na bezprostřední dopady přírodních katastrof, ale také dlouhodobé plánování a adaptaci. V této souvislosti jsou klíčové strategie přizpůsobení se klimatickým změnám, jako je vodohospodářských systémů, posílení infrastruktury a podpora udržitelných zemědělských praktik. Významným aspektem je rovněž edukace a informovanost obyvatelstva o možných rizicích a o tom, jak se na různé klimatické jevy připravit a jak na ně reagovat. Vzdělávání a komunikace mohou hrát zásadní roli ve zvyšování odolnosti obyvatelstva a ve zlepšení jeho schopnosti přizpůsobit se měnícím se podmínkám. Dalším důležitým prvkem je spolupráce na všech úrovních - místní, národní a mezinárodní. Klimatické změny jsou globálním problémem a jejich řešení vyžaduje koordinovanou přístup. Nezbytnou podmínku tedy představuje, aby byly principy východiska ochrany obyvatelstva integrovány do širšího rámce klimatické politiky s odpovídající finančními a personálními zdroji. Ochrana obyvatelstva v kontextu klimatických změn je ucelený a komplikovaný úkol, který vyžaduje integrované řešení zahrnující předvídaní, prevenci, připravenost a reakci. Efektivní provádění ochrany obyvatelstva musí být flexibilní a schopné reagovat na neustále se měnící klimatické podmínky, pravděpodobně vyšší výskyt kombinace mimořádných událostí v tzv. domino efektu a v neposlední řadě vysoký počet zasažených osob. Vzhledem k rostoucímu významu, častějšími resp. extrémnějšími projevy a nepříliš příznivé prognóze vývoje je klíčové, aby se ochrana obyvatelstva stala neoddelitelnou součástí veřejných politik a plánování na všech úrovních.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 ADAPTACE A MITIGACE KLIMATICKÝCH RIZIK V RELACI OCHRANY OBYVATELSTVA

V souvislosti se stále razantnějšími projevy klimatických změn jsou nuceny vlády téměř všech států světa přijímat soubory opatření k zachování životních podmínek obyvatelstva. Některá opatření zahrnují investice do obnovitelných zdrojů energie, snižování emisí skleníkových plynů, ochranu biodiverzity a zlepšení odolnosti infrastruktury vůči extrémním klimatickým jevům. Vlády se také snaží podporovat výzkum a inovace v oblasti udržitelných technologií a změn ve spotřebitelských a výrobních zvyklostech. Některé země také zavádějí politiky, které motivují jednotlivce i podniky k udržitelnějšímu chování, například prostřednictvím daňových pobídek, dotací nebo regulací. Vzdělávání a informovanost veřejnosti o dopadech klimatických změn a možných opatřeních jsou další důležité prvky ve snaze o zmírnění této globální krize. Přes veškeré vynaložené úsilí se jedná o opatření s velkou časovou setrvačností a velmi často jsou navázána na celou řadu dalších dílčích kroků s velkou ekonomickou popř. technickou či sociální náročností.

6.1 Klimatické dohody, úmluvy a politiky

Klimatické dohody a úmluvy jsou mezinárodní dohody, které se zabývají otázkami spojenými se změnou klimatu a snahou o mitigaci či adaptaci. Tyto dohody jsou vytvářeny z důvodu uvědomování si závažnosti globální klimatické změny ze strany mezinárodního společenství a potřeby koordinovaného úsilí na jeho řešení. K iniciaci vzniku těchto dohod vedlo hned několik příčin. Změna klimatu má negativní dopady na životní prostředí, ekonomiku a lidské zdraví v celoplanetárním kontextu a vyžaduje mezinárodní spolupráci k minimalizaci těchto dopadů. Dalším aspektem je sdílení zdrojů a ekosystémových služeb mezi dvěma a více státy. Ochrana těchto zdrojů musí být tedy upravena koordinovanou implementací přístupů a politik v nadnárodním pojetí. Klimatické dohody tedy obecně slouží jako rámec pro spolupráci mezi zeměmi nejen ve smyslu snižování emisí skleníkových plynů a adaptaci na změny klimatu, ale také poskytování finančních prostředků a technologické podpory rozvojovým zemím.

6.1.1 Rámcová úmluva OSN o změně klimatu

Rámcová úmluva OSN o změně klimatu (UNFCCC) byla přijata na Konferenci OSN o životním prostředí a rozvoji v roce 1992 v Rio de Janeiro jako první mezinárodní dohoda

zaměřená na zmírnění změny klimatu. Jejím hlavním cílem je koordinovat a podporovat mezinárodní akce zaměřené na snižování emisí skleníkových plynů a přizpůsobení se nevyhnutelným dopadům změny klimatu. Česká republika přistoupila k této dohodě 13. června 1993 a tuto úmluvu ratifikovala 7. 10. 1993. Od té doby se Rámcová úmluva OSN o změně klimatu stala klíčovým nástrojem pro mezinárodní spolupráci v oblasti změny klimatu. Počet zemí, které ratifikovaly tuto dohodu, se postupně zvyšoval. V současné době ji ratifikovalo 198 zemí. Stala se také základem pro uzavření dalších dohod a protokolů, jako je Kjótský protokol a Pařížská dohoda, které stanovují konkrétnější cíle a opatření na snižování emisí skleníkových plynů a přizpůsobení se změně klimatu (Česká republika, 2005).

6.1.2 Kjótský protokol

Kjótský protokol je mezinárodní dohoda, která byla přijata v prosinci 1997 v japonském městě Kjóto na základě Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu (UNFCCC). Jedná se o první právně závazný mezinárodní dokument, který stanovuje konkrétní cíle a závazky pro snižování emisí skleníkových plynů. Kjótský protokol stanovil závazné cíle snížení emisí pro soubor 37 průmyslově rozvinutých zemí a Evropskou unii. Tyto země se zavázaly snížit své celkové emise skleníkových plynů o určité procento ve srovnání s úrovní z roku 1990. Například Evropská unie se zavázala snížit své emise o 8 % do období 2008-2012. Dalším cílem bylo snížení emisí oxidu uhličitého (CO₂), metanu (CH₄), oxidu dusného (N₂O), chlorofluorokarbonů (CFC) a dalších látek, které přispívají ke globálnímu oteplování. Dalším důležitým cílem Kjótského protokolu je podpora udržitelného rozvoje a ochrana životního prostředí. Protokol navrhuje mechanismy, jako je obchodování s emisními povolenkami, společné projekty a čistý rozvojový mechanismus, které mají pomoci zemím dosáhnout svých emisních cílů efektivně a ekonomicky. Kjótský protokol však nezahrnul ty největší znečišťovatele ovzduší jako jsou USA a Čína, což výrazně snížilo efektivitu v boji proti globální změně klimatu. Proto byla v roce 2015 přijata Pařížská dohoda, která nahradila Kjótský protokol a stanovila nové cíle snižování emisí skleníkových plynů pro všechny země, včetně rozvojových (UNCCC, © 2024a).

6.1.3 Pařížská klimatická dohoda

Pařížská klimatická dohoda je mezinárodní dohoda, která vznikla během Konference OSN o změně klimatu (COP 21) v prosinci 2015. Jedná se o historicky významný dokument,

který má za cíl bojovat proti globálnímu oteplování. Dohoda si klade za cíl udržet nárůst průměrné globální teploty v 21. století pod 2° C oproti předindustriálnímu období s ambicí udržet tento nárůst na úrovni 1,5° C. Pro naplnění tohoto cíle je klíčové, aby všechny země přijaly opatření k omezení emisí skleníkových plynů, s cílem dosáhnout uhlíkové neutrality do poloviny století. Jedním z hlavních prvků Pařížské dohody jsou tzv. vnitrostátně stanovené příspěvky (Nationally Determined Contributions). Jedná se o závazky na bázi dobrovolnosti jednotlivých zemí snižovat emise skleníkových plynů na vlastním území. Každá země má právo sestavit vlastní soubor NDC na základě svých vnitrostátních podmínek a priorit. Dalším důležitým prvkem dohody je podpora financování rozvojových zemích provádění opatření ke snižování emisí a adaptaci na změnu klimatu. Z Pařížské dohody vyplývá závazek zajištění finančních prostředků ve výši 100 miliard dolarů ročně od roku 2020, s možností dalšího zvýšení objemu finančních prostředků v budoucnosti. K základním nástrojům pro naplnění závazků plynoucích z Pařížské dohody tedy vyjma poskytování finančních prostředků rozvojovým zemím patří také technologická spolupráce a transfer technologií k dosažení stanovených cílů bez negativního dopadu na ekonomický systém jednotlivých států (UNCCC, © 2024b).

6.1.4 Systém Evropské unie pro obchodování s emisemi

Systém Evropské unie pro obchodování s emisemi (EU ETS) je nástrojem Evropské unie pro snižování emisí skleníkových plynů v průmyslovém a energetickém sektoru. Byl zaveden v roce 2005 jako první a největší trh s emisními povolenkami na světě a pokrývá téměř 45 % emisí CO₂ v EU. Funkčnost EU ETS je založena na principu obchodování s emisními povolenkami, které jsou přidělovány průmyslovým a energetickým podnikům. Každý podnik musí mít určitý počet povolenek, které odpovídají množství emisí CO₂, které může vyprodukovat. Pokud podnik překročí svůj limit, musí si dokoupit další povolenky na trhu, nebo zaplatit pokutu. Přidělování povolenek probíhá formou aukcí, zdarma nebo s využitím benchmarkingu (stanovení standardu pro výkonnost). Tento systém motivuje podniky k inovacím a snižování emisí, protože čím méně povolenek mají k dispozici, tím dražší je pro ně nakupovat další povolenky na trhu (European Commission, © 2024a,b).

Přesné limity emisí jsou stanoveny v obdobích nazývaných obchodními obdobími. První obchodní období probíhalo v letech 2005–2007 a od té doby probíhá nové obchodní období každých 5 let. V rámci EU ETS jsou také zavedeny mechanismy pro ochranu před uhlíkovou konkurencí, jako je mechanismus pro pravidla pro vyplácení kompenzací

Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM), který zavádí sazby na dovoz zemí, které nemají ekvivalentní systém pro snižování emisí. CBAM se zpočátku bude týkat dovozu konkrétních výrobků a klíčových surovin, jejichž výroba generuje vysoké emise CO₂. Tyto výrobky zahrnují železo, hliník, cement, ocel, hnojiva, elektřinu a vodík. S rozšířením působnosti CBAM, jakmile bude plně implementován, se očekává, že bude pokrývat více než 50 % emisí v sektorech, které spadají do působnosti systému EU ETS (European Commission, © 2024a,b).

6.1.5 Zelený klimatický fond

Zelený klimatický fond (GCF) je mezinárodní finanční mechanismus, který byl zřízen v rámci Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu (UNFCCC) s cílem podporovat projekty a programy zaměřené na zmírnění dopadů a adaptaci na změny klimatu. Fond byl oficiálně založen v roce 2010 na konferenci COP 16 a je spravován nezávislým sekretariátem s hlavním sídlem v Jižní Koreji. Hlavní myšlenkou GCF je mobilizovat finanční prostředky zejména od bohatých a rozvinutých zemí a přeměrovat je do rozvojových zemí, které nemají dostatečné finanční, technické a technologické kapacity pro mitigaci dopadů změny klimatu. Fond poskytuje finanční podporu prostřednictvím grantů, půjček a dalších finančních nástrojů na projekty, které mají potenciál snižovat emise skleníkových plynů, zvyšovat odolnost vůči extrémním povětrnostním událostem a podporovat udržitelný rozvoj. K listopadu 2021 GCF získal závazky na financování ve výši 20,8 miliard dolarů od různých zemí a organizací. Tyto prostředky jsou pak poskytovány na budování či modernizaci infrastruktury v oblastech, jako je například obnovitelná energie, energetická účinnost, na opatření k ochraně lesů, zemědělství a v neposlední řadě také na vzdělávání, vědu a výzkum (Green Climate Fund, ©2024).

6.1.6 Zelená dohoda pro Evropu

Zelená dohoda pro Evropu, známá také jako Green Deal, je iniciativa Evropské unie, která byla představena v prosinci 2019 jako strategický plán pro transformaci evropské ekonomiky směrem k udržitelnosti a snižování emisí skleníkových plynů. Tento plán má za cíl dosáhnout neutrality v emisích CO₂ do roku 2050 a vytvořit z Evropy první klimaticky neutrální kontinent. Zelená dohoda pro Evropu obsahuje širokou škálu opatření a iniciativ, které se týkají různých oblastí hospodářství a společnosti. Dohoda se zabývá řadou oblastí a zahrnuje několik samostatných iniciativ (Rada EU a Evropská rada, ©2024).

Zásadní oblasti Zelené dohody:

- a) **Snížení emisí skleníkových plynů:** Závazek dosáhnout neutrality v emisích CO₂ do roku 2050 a snížení emisí o 55 % do roku 2030 oproti úrovni z roku 1990.
- b) **Investice do udržitelné infrastruktury:** Finanční podpora pro modernizaci a transformaci infrastruktury, včetně dopravy, energetiky a vodohospodářství, směrem k udržitelným a nízkouhlíkovým technologiím.
- c) **Podpora obnovitelných zdrojů energie:** Zvýšení podílu energie z obnovitelných zdrojů na 32 % do roku 2030 a podpora navýšení kapacit obnovitelných zdrojů.
- d) **Zvýšení energetické účinnosti:** Snížení spotřeby energie o 32,5 % do roku 2030 oproti referenčnímu scénáři a investice do energetické účinnosti budov a průmyslu (Rada EU a Evropská rada, ©2024).

Zelená dohoda ovšem také představuje oblast, která polarizuje společnost v jednotlivých státech a stává se velmi silným politickým tématem, neboť se dotýká zájmů, hodnot a životních potřeb nejen výrobních podniků a profesních skupin, ale v podstatě každého obyvatele Evropy. Na jedné straně má podporu těch, kteří vidí v její realizaci možnost vytvoření nových pracovních míst v oblasti obnovitelných energií, zlepšení kvality ovzduší a snížení dopadů změny klimatu. Na druhé straně však existují obavy z negativních dopadů na ekonomiku, zejména v odvětvích jako jsou těžba, těžký průmysl a automobilní průmysl, který je považován za páteř evropské ekonomiky. Rovněž se objevují obavy z dopadů do sociální oblasti například vysoká nezaměstnanost v určitých ekonomických sektorech nebo nárůst cen energií či její obecná dostupnost a tak podobně (Mokříš, 2022).

Odpůrci Zelené dohody, ať už prostřednictvím občanských, politických či průmyslových iniciativ své argumenty velmi často opírají o několik následujících pilířů:

- a) **Evropa nezmění globální klima:** Atmosféra je neohraničený systém. Skleníkové plyny vyprodukované v jednotlivých státech se v čase rozptýlí v atmosféře jako celku a přispějí k oteplování planety. Země jako USA a Čína vyprodukují asi 50 % z celkového objemu skleníkových plynů a svou výrobu neregulují vůbec anebo velmi málo. Budování uhlíkové neutrality v zemích EU za cenu velmi vysokých výdajů je z hlediska zpomalení klimatických změn bezvýznamné a zemím mimo EU poskytuje velkou konkurenční výhodu. Deklarované snížení emisí skleníkových plynů v Evropě je často mimo jiné připisováno přesunu výroby

z Evropy do Asie, což je odpůrci Zelené dohody označováno za velmi pokrytecké (Mokříš, 2022).

- b) Elektromobilita:** Tato oblast zahrnuje především oblast energetiky a osobní dopravy. Zejména problematika zákazu prodeje osobních automobilů se spalovacím motorem od roku 2035. Ceny elektromobilů jsou v současné době mimo dosah většiny populace. Konkrétně v ČR navíc není vybudována infrastruktura nabíjecích stanic k masovému provozu. Podíl obnovitelných zdrojů v celkovém energetickém mixu ČR se v roce 2023 pohyboval na úrovni asi 18 %. Po započtení asi 37 % energie z jaderných elektráren je zřejmé, že téměř polovina energie potřebná k provozu plně elektrických automobilů by v současnosti byla získána z fosilních paliv. Podle některých studií je uhlíková stopa elektromobilů z hlediska jejich výroby dokonce vyšší, než je tomu v případě konvenčních automobilů se spalovacím motorem a není zcela vyřešena otázka likvidace bateriových článků. Elektromobilita je schopna snižovat emise na lokální úrovni (např. zlepšení sezonní smogové situace ve velkých aglomeracích), ale v globálním měřítku nastupující klimatickou změnu neovlivní (ČTK, 2023).
- c) Omezování práv a snižování životní úrovně:** Mezi nejsilnější obavy odpůrců Zelené dohody patří snižování životní úrovně prostřednictvím zvyšování cen energií, potravin a omezení dostupnosti některých základních potřeb. Dalšími obavami spojenými se Zelenou dohodou jsou možná omezení osobní svobody a zejména v oblasti mobility a spotřeby energie. Někteří lidé vnímají navrhovaná opatření jako příliš regulativní a omezující svobodu jednotlivců rozhodovat o svém životním stylu a spotřebních návycích (Mokříš, 2022).

6.1.7 Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR

Tento dokument, který je také nazýván jako adaptační strategií, byl vypracován na základě Adaptační strategie EU v roce 2015. Následně byl usnesením vlády č. 785 z roku 2021 aktualizován pro období 2021 – 2030. Na jeho zpracování se podílelo více než 170 odborníků z různých oborů jak vědy, tak veřejného života. Zapojeny byly i státní instituce jako např. Akademie věd ČR, Ministerstvo životního prostředí ČR a také subjekty neziskového sektoru. Hlavním cílem Strategie je „*zvýšit připravenost České republiky na změnu klimatu – snížit zranitelnost a zvýšit odolnost společnosti a ekosystémů vůči změně klimatu a omezit tak její negativní dopady*“ (MŽP ČR, 2021).

Strategie je rozdělena na několik částí. V analytické části definuje 7 nejvýznamnějších projevů klimatické změny, mezi které patří dlouhodobé sucho, povodně, vydatné srážky, extrémně vysoké teploty atd. a zároveň vymezuje 11 sektorů lidské činnosti, které jsou nejvíce ohroženy těmito projevy. Do těchto sektorů spadá např. lesní hospodářství, zemědělství, vodní hospodářství, průmysl a energetika a tak podobně. Na základě současného a predikovaného vývoje klimatické změny byla zpracována analýza rizik, hrozeb a zranitelností s projekcí do výše uvedených sektorů. Součástí této analýzy je také definování potřeb a nástrojů pro úspěšnou realizaci adaptačních opatření z hlediska ekonomiky, práva, institucionálního a personálního zajištění. Návrhová část obsahuje nejdůležitější principy adaptace v podmínkách ČR a představuje vize adaptace v roce 2050, s důrazem na efektivní implementaci adaptačních opatření, snížení klimatických rizik, zachování ekosystémových služeb a dostatečně informované a poučené společnosti. Implementační část Strategie se zabývá principy řízení a monitoringu a většímu zapojení veřejnosti prostřednictvím cílené komunikační strategie. K tomu by mělo napomoci i zapojení např. Asociace krajů ČR či Svazu měst a obcí ČR (MŽP ČR, 2021).

6.2 Technologické inovace a zelené technologie

Technologický pokrok je jedním z nástrojů, jak snižovat emise skleníkových plynů. Tyto technologie nabízejí efektivní a udržitelné alternativy k tradičním zdrojům energie, které jsou často závislé na fosilních palivech. Níže jsou uvedeny některé příklady technologických inovací a zelených technologií, u kterých se očekává masivnější využití v blízké budoucnosti.

6.2.1 Solární energie

Výroba elektrické energie ze slunečního záření je celosvětově jedním z nejrozšířenějších obnovitelných zdrojů. Jen v ČR se očekává, že do roku 2030 bude vyrobený výkon elektrické energie fotovoltaickými elektrárnami na úrovni jednoho bloku jaderné elektrárny Temelín. Solární energetika funguje na principu transformace slunečního záření na elektřinu pomocí solárních panelů nebo tepelných kolektorů. Energie slunečního světla je absorbována plochou těchto panelů a přeměňována na elektrický proud. Panely jsou často instalovány na střechách rodinných domů, průmyslových budov, ale také na pozemcích ve formě solárních elektráren. Jde o preferovaný způsob řešení spotřeby malých a středních odběrných míst například rodinných domů, menších firem a podobně. Již několik let je státy EU uplatňována významná dotační politika s cílem masově

zpřístupnit tuto technologii co největšímu počtu soukromých i právnických osob. Pořizovací cena fotovoltaických panelů je i přes poskytované dotace stále poměrně vysoká. Pro majitelé rodinných domů instalace této technologie představují investici v řádu stovek tisíc korun (Crail, 2024; EERE, ©2024a).



Obrázek 13: Největší fotovoltaická elektrárna Francie (Pelissier, 2015)

S rozmachem podnikání v solární energetice byly jen v ČR instalovány fotovoltaické panely na ploše v řádu tisíců hektarů převážně zemědělské půdy. Existuje zcela legitimní obava, jakým způsobem bude takové množství panelů po skončení životnosti likvidováno resp. jak velkou ekologickou a ekonomickou zátěž bude taková likvidace znamenat. Tato otázka není v současnosti zcela jasně zodpovězena (Crail, 2024; EERE, ©2024a).

6.2.2 Koncentrovaná solární energie

Koncentrovaná solární energie (CSP) je forma získávání energie ze slunečního záření, která využívá soustavy zrcadel nebo čoček k soustředění slunečního záření na malou plochu, kde je umístěn absorpční materiál. Tato technologie umožňuje koncentraci slunečního záření a generování tepla nebo elektřiny s vysokou účinností. Technologie je zejména vhodná pro použití v oblastech s vysokým slunečním zářením, jako jsou pouště nebo aridní oblasti, kde je sluneční energie nejefektivnější. Jednou z hlavních výhod CSP je schopnost skladovat tepelnou energii. Energie může být skladována v teplotně odolných médiích nebo v nádržích s horkou solí, což umožňuje výrobu elektřiny i za oblačného počasí nebo během nocí. V tom spočívá výhoda ve srovnání s jinými obnovitelnými zdroji energie, jako jsou solární panely nebo větrné turbíny, které jsou závislé na aktuálních

podmínkách počasí Efektivní provoz CSP elektráren vyžaduje specifické lokální podmínky (HeliosCSP, 2023).



Obrázek 14: Elektrárna CSP s výkonem 580MW v Saudské Arábii (Solarpaces, 2020)

Zásadními parametry pro použití CSP je dostatečná úroveň slunečního záření a přístup k vodnímu zdroji pro provoz chladicího systému. Dalším faktorem je poměrně velká prostorová náročnost, která komplikuje použití v městských aglomeracích či v oblastech s vyšší zastavěnou plochou. Nezanedbatelným měřítkem jsou z rovněž poměrně vysoké počáteční náklady (HeliosCSP, 2023).

6.2.3 Větrná energie

Využívání síly větru patří mezi pilíře současného přechodu k udržitelnějšímu energetickému systému. Jedná se o obnovitelný zdroj energie, který využívá kinetickou energii proudícího vzduchu k výrobě elektřiny. Historicky se využívala větrná energie pro pohon lodí, mlýnů, čerpadel, pil a podobných zařízení. Princip fungování větrných elektráren spočívá v transformaci kinetické energie větru na energii mechanickou za pomoci rotoru osazeného lopatkami. Generátorem je tato energie následně přeměněna na elektřinu. Větrné elektrárny mohou být umístěny na souši i na moři, kde využívají stabilní větrné proudy. Přestože větrná energie nabízí mnoho výhod, existují i technologická omezení, jako je například efektivní akumulace vyrobené energie pro období, kdy není dostatek větru, a také otázky ohledně estetického dopadu větrných farem

na krajinu a biodiverzitu (zejména ptactva a netopýrů). Větrné farmy umístěné na mořských pobřežích nebo volném moři tzv. offshore větrné elektrárny mají potenciál produkovat velké množství elektřiny s minimálními dopady na životní prostředí na souši (New Zealand Wind Energy Association, ©2024).



Obrázek 15: Britská offshore větrná farma (Blažek, 2017)

Největšími evropskými provozovateli mořských větrných elektráren jsou Velká Británie, Norsko, Německo, Nizozemí, Dánsko a Irsko. Největší větrné farmy dokáží generovat elektrickou energii srovnatelnou s výkonem jaderných elektráren. Přes určité nedostatky existuje předpoklad, že se význam větrné energetiky v budoucím energetickém mixu bude nadále zvyšovat (New Zealand Wind Energy Association, ©2024).

6.2.4 Vodní energie

Principem vodní energetiky je využívání pohybu vody, buď přirozeně proudící ve vodních tocích, nebo akumulované ve vodních nádržích. Existuje řada technických řešení, jako jsou například přečerpávací vodní elektrárny, přílivové elektrárny, přímočaré vodní turbíny a další. Tyto technologie mají různé výhody a jejich použití závisí na geografických nebo environmentálních podmínkách. Ačkoliv se jedná o čistý zdroj energie z hlediska emisí skleníkových plynů, vodní energetika může negativně ovlivnit hydrologické podmínky ekosystémů v okolí vodních nádrží nebo narušovat životní a reprodukční cykly ryb a vodních živočichů. Nicméně jedná se o flexibilní a rychle využitelný zdroj v případě

zvýšené spotřeby v tzv. energetických špičkách a je proto důležitým a efektivním nástrojem pro stabilizaci energetických sítí (EERE, ©2024b).

6.2.5 Biomasa

Biomasa jako obnovitelný zdroj energie zaujímá významné místo v energetickém spektru současnosti. Jedná se o materiál biologického původu, který zahrnuje materiály, jako jsou dřevo, zemědělské odpady, odpady z domácností, odpad z lesnictví a rostlinné oleje. Biomasa může být využívána přímo jako palivo, například ve formě dřevěných špalků nebo pelet, nebo může být zpracovávána do biopaliv, bioplynu nebo jiných bioenergetických produktů. Vzhledem k tomu, že biomasa pochází z rostlin, které během svého růstu absorbovaly uhlík z atmosféry, její spalování může být považováno za relativně uhlíkově neutrální. Předpokládá se, že množství uhlíku vypuštěného spalováním biomasy je přibližně srovnatelné s množstvím uhlíku, které bylo původně absorbováno během růstu biomasy. Biomasa také pomáhá snižovat množství odpadů směřujících na skládky tím, že transformuje potenciální odpad na užitečnou energii. Navíc je spolehlivá a všestranná, neboť může být využívána pro výrobu různých druhů paliv a energie. Na druhé straně produkce a využití biomasy mohou mít negativní dopady na životní prostředí, jako je odlesňování a ztráta biodiverzity. Vnitřní spalování biomasy může způsobovat zdravotní problémy kvůli kouři a znečišťujícím látkám. Biomasa může být také nákladná kvůli potřebě sběru, transportu a skladování. Kromě toho vyžaduje výroba biomasy hodně místa a vody, což může být problematické v přelidněných nebo suchých oblastech (Vobořil, 2017).

6.2.6 Geotermální energie

Geotermální energie je druh obnovitelné energie, která využívá teplo generované uvnitř Země. Teplo je kontinuálně produkováno díky geologickým procesům v zemském jádru. Geotermální energie je považována za obnovitelný zdroj, protože teplo Země je prakticky nevyčerpatelné a bude dostupné po miliardy let. Geotermální energii lze využívat různými způsoby, například pro vytápění budov, pro produkci elektřiny nebo pro přímé teplotrenské systémy. V USA a jiných zemích s geotermálními zdroji, jako je Island nebo Filipíny, jsou geotermální elektrárny významným zdrojem čisté a spolehlivé energie. Geotermální elektrárny mohou pracovat nepřetržitě a nejsou závislé na povětrnostních podmínkách, což je odlišuje od některých jiných obnovitelných zdrojů jako jsou solární nebo větrná energie (National Geographic, © 1996 – 2024).



Obrázek 16: Geotermální elektrárna (Maverick Valves, ©2024)

Geotermální elektrárny mají relativně malou uhlíkovou stopu a spotřebovávají méně vody v průběhu svého životního cyklu ve srovnání s většinou konvenčních zdrojů energie. Negativa spojená s geotermální energií zahrnují její vysoké počáteční náklady a technologickou náročnost při geologickém průzkumu a provádění vrtů. Dalším faktorem je omezení použití pouze v místech s dostatečným geotermálním potenciálem (National Geographic, © 1996 – 2024).

6.3 Mezinárodní spolupráce v adaptačních a mitigačních projektech

Mezinárodní spolupráci v adaptačních a mitigačních projektech lze považovat za jednu ze zásadních forem globálního úsilí o zmírnění dopadů změny klimatu a adaptaci na její projevy. Přes politické a geografické rozdíly se státy světa snaží spojit své zdroje, znalosti a technologie, aby dokázaly čelit jedné z největších globálních krizí v historii lidstva. V uplynulých letech vznikla celá řada programů a iniciativ, které mají za cíl nejen poskytování hmotné pomoci nejzranitelnější části populace v rozvojových zemích, ale také přímé zapojení těchto populačních skupin do realizace adaptačních a mitigačních opatření v daném regionu.

6.3.1 Projekt CzechAdapt

Projekt CzechAdapt je interdisciplinární projekt, který byl vytvořen s cílem zlepšit pochopení a řešení problémů spojených se změnou klimatu v České republice. Byl založen s podporou grantů z Islandu, Lichtenštejnska a Norska. Hlavní cíle projektu zahrnují vytvoření otevřené, průběžně aktualizované online databáze, která shrnuje informace o dopadech změny klimatu, rizicích, zranitelnosti a adaptačních opatřeních pro celou ČR. Databáze má být založena na nejlepších dostupných metodách a výsledcích spolupráce mezi odbornými týmy. Dalšími cíli jsou vytvoření informačního systému pro integrovaný monitoring, včasnou výstrahu před nepříznivými klimatickými podmínkami a rozvoj uživatelsky přívětivého přístupu k informacím. Historie vzniku projektu souvisí s rostoucím významem klimatických změn a potřebou koordinovaného přístupu k adaptaci na tyto změny. Projekt byl navržen tak, aby byl maximálně přístupný a informativní pro různé zainteresované strany, včetně vládních organizací, vědeckých institucí, podniků a široké veřejnosti. Projekt CzechAdapt je rozdělen do několika hlavních aktivit, které zahrnují vytvoření a provoz internetové databáze, zprovoznění monitorovacího a výstražného systému a organizaci informačních kampaní. Těmito aktivitami se snaží projekt pokrýt celé spektrum potřeb spojených s adaptací na změnu klimatu. Projekt úzce spolupracuje s řadou dalších projektů a institucí, například s UrbanAdapt nebo FrameAdapt. Výzkumný tým spolupracuje s domácími i mezinárodními partnery, včetně Akademie věd ČR, Mendelovy univerzity v Brně nebo Norwegian University of Life Sciences, což odráží širokou síť spolupráce a výměny poznatků v rámci projektu (Klimatická změna, ©2024).

6.3.2 Mechanismus civilní ochrany EU

Mechanismus civilní ochrany Evropské unie tzv. rescEU, je součástí širšího rámce EU pro zlepšení prevence, připravenosti a reakce na katastrofy. Cílem rescEU je zajistit, že Evropská unie a její členské státy jsou lépe připraveny na přírodní a člověkem způsobené katastrofy, které mohou mít přeshraniční dopad. Tyto katastrofy mohou zahrnovat lesní požáry, záplavy, zemětřesení, průmyslové havárie a další vážné situace, včetně zdravotních krizí a teroristických útoků. V rámci mechanismu rescEU jsou vytvořeny rezervy klíčových zdrojů a kapacit, které mohou být nasazeny jako doplnění chybějících schopností schopnosti reagovat na katastrofy na národní úrovni. Tyto rezervy

zahrnují například letadla pro hašení lesních požárů, zdravotnické týmy, mobilní zdravotní jednotky, odborníky na chemické, biologické, radiologické a jaderné hrozby nebo vybavení pro čerpání vody při záplavách. Program rescEU také podporuje rozvoj a financování projektů v oblasti prevence katastrof a zvyšování odolnosti, jako jsou vzdělávací programy, cvičení v oblasti civilní ochrany a výměny odborníků. Cílem je zvýšit schopnost EU a členských států předvídat a řešit různé druhy rizik a zlepšit spolupráci mezi národními systémy civilní ochrany či ochrany obyvatelstva. Významným aspektem rescEU je zajištění pomoci rychle a efektivně. Tímto mechanismem se EU snaží zlepšit koordinaci a spolupráci mezi členskými státy a zajistit, že pomoc bude dostupná tam, kde a kdy je nejvíce potřeba, což odráží solidaritu a společnou odpovědnost v rámci EU (European Civil Protection and Humanitarian Aid Operations, ©2024).

6.3.3 Globální rámec pro klimatické služby

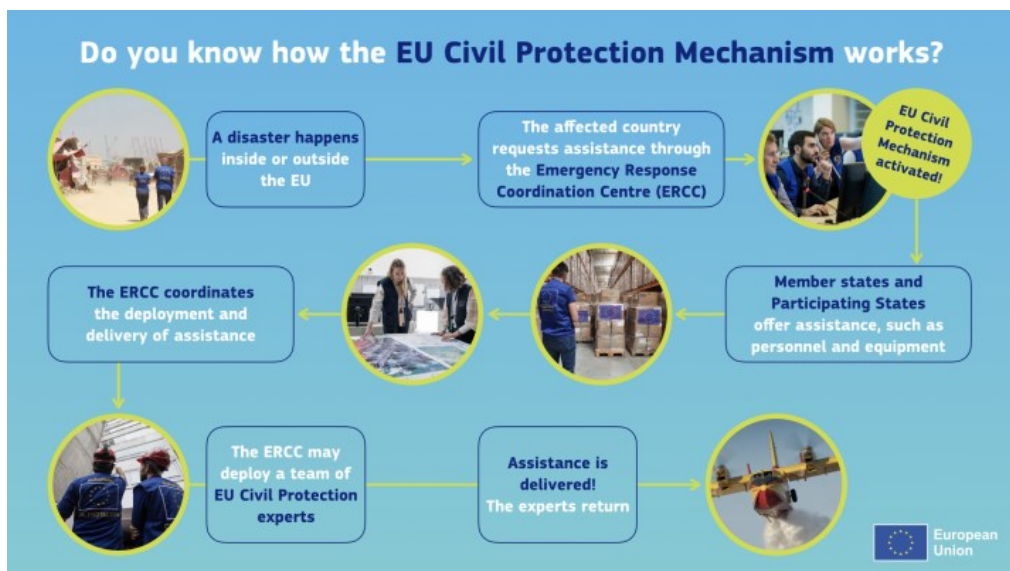
Globální rámec pro klimatické služby (GFCS) je mezinárodní platforma pro podporu, posílení využívání a koordinaci služeb v oblasti pro rozhodování v oblasti změny klimatu a udržitelného rozvoje. Zaměřuje se na podporu přibližně 70 zemí, převážně nejméně rozvinutých zemí (LDC) a malých ostrovních rozvojových států (SIDS), které dnes nejsou schopny vyvíjet a účinně aplikovat klimatické služby pro řízení klimatických rizik a adaptaci na klimatické změny. Vznik byl iniciován v rámci světové klimatické konference v Ženevě v roce 2009 a oficiálně přijat na mimořádné schůzi Světového meteorologického kongresu v roce 2012. Rámec spojuje mezivládní spolupráci s účastí dalších subjektů a institucí včetně agentur OSN, mezinárodních organizací, nevládních neziskových organizací, soukromého sektoru a národních meteorologických, předpovědních a hydrologických služeb (Global Framework for Climate Services, ©2024).

Platforma GFCS podporuje vývoj a distribuci klimatických služeb v pěti cílených oblastech: zemědělství a potravinová bezpečnost, snižování rizika katastrof, zdraví, voda a energie. Celý rámec je pak postaven na pěti pilířích, které představují základní prvky řetězce klimatických služeb: pozorování a monitorování klimatu, výzkum klimatu, modelování a predikce, informační systém klimatických služeb, zapojení uživatelů a poskytovatelů klimatických služeb a rozvoj kapacit.

6.3.4 Středisko pro koordinaci reakce na mimořádné situace

Středisko pro koordinaci reakce na mimořádné události (ERCC) je součástí mechanismu civilní ochrany EU, která koordinuje doručení pomoci zemím postiženým přírodní či

antropogenní katastrofou. Rozsah pomoci zahrnuje materiální a humanitární dodávky (mechanismus rescEU), odborné poradní týmy, specializované týmy modulů civilní ochrany (UCPM) popř. specializované vybavení. Mezi hlavní úkoly ERCC patří zajištění rychlého nasazení nouzové podpory a koordinační činnost mezi všemi členskými státy EU, dalšími účastnickými státy, postiženou zemí a odborníky v oblasti civilní ochrany a humanitární pomoci. Centrum funguje nepřetržitě a může pomoci členským státům popř. státům mimo EU zasažené katastrofou velkého rozsahu na základě žádosti od národních úřadů nebo orgánu OSN. Od svého založení v roce 2001 byl mechanismus civilní ochrany EU aktivován více než 700krát v reakci na různé mimořádné události. V posledních letech bylo ERCC aktivováno v souvislosti s poskytováním pomoci při řešení například migrační vlny způsobené válkou na Ukrajině, lesních požárů v Evropě, pandemie COVID-19 v Evropě i po celém světě, záplav v Pákistánu a dalších (DG – ECHO, ©2024).



Obrázek 17: Schéma mechanismu civilní ochrany EU (European Commission, ©2024c).

7 KVALITATIVNÍ ANALÝZA RIZIK S VYUŽITÍM JEJICH SOUVZTAŽNOSTI

Klimatické změny s sebou přináší obrovské množství hrozeb s velkou variabilitou úrovně rizika. Klimatický systém planety je natolik složitý a komplexní, že se doposud nepodařilo zcela popsat a vysvětlit vzájemnou provázanost nebo závislost mezi jednotlivými klimatickými procesy. Nicméně na základě desítek let měření dynamiky klimatických změn s využitím satelitní techniky a odhadů vývojových trendů založených na datovém modelování lze s vysokou měrou přesnosti určit množinu hrozeb, které bude lidstvo čelit v následujících desetiletích. V analýze KARS bude uvažováno široké spektrum hrozeb resp. rizik, které budou nejzávažnějším způsobem ovlivňovat životní podmínky obyvatelstva a to přímo či nepřímo. Cílem analýzy je za pomoci vzájemného vztahu mezi jednotlivými jevy určit množinu rizik, která vyžadují prioritní řešení.

7.1 Souvztažnost rizik

Tabulka souvztažnosti rizik na základě vzájemné interakce přehledně mapuje koeficienty aktivity a pasivity jednotlivých jevů s využitím poměrně jednoduchého matematického aparátu. Zdrojem rizik uvedených v tabulce souvztažnosti (tabulka č. 1) jsou analytické a adaptační dokumenty EU a ČR, expertní odhady a odborná literatura.

Pro výpočet koeficientu aktivity rizika (K_{ARi}) platí vztah:

$$K_{ARi} = \frac{\sum 1 Ri}{x-1} \cdot 100 \quad [\%] \quad \sum 1 = \text{součet hodnot rizika v jednotlivých řádcích,}$$

$x = \text{počet všech uvedených rizik.}$

Výpočet koeficientu pasivity je analogicky dán vztahem (K_{PRi}):

$$K_{PRi} = \frac{\sum 1 Ri}{x-1} \cdot 100 \quad [\%] \quad \sum 1 = \text{součet hodnot rizika v jednotlivých sloupcích,}$$

$x = \text{počet všech uvedených rizik.}$

Tabulka 1: Vzájemná souvztažnost rizik (vlastní zpracování, 2024).

Riziko	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	Σ
1. Dlouhodobé sucho	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	6
2. Povodně a přivalové povodně	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	6
3. Extrémně vysoké teploty	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	9
4. Extrémní vítr	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	4
5. Požáry vegetace	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	7
6. Degradace půdy	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2
7. Zvyšování průměrné teploty	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	5
8. Šíření patogenů a invazivních druhů	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
9. Nedostatek pitné vody	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	4
10. Zvýšení hladiny moří	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	5
11. Ztráta biodiverzity	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
12. Migrační vlny a lokální konflikty	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	2
13. Tání ledovců a permafrostu	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	6
14. Omezení produkce potravin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	2
15. Ohrožení lidského zdraví	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	2
16. Narušení infrastruktury	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	5
17. Sociální nestabilita a kriminalita	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	4
18. Zhoršení kvality ovzduší	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	4
Σ	1	3	1	1	2	4	2	5	4	2	2	10	2	11	9	5	7	5	

Metodika analýzy KARS je založena na přístupu k rizikům ve smyslu schopnosti působit ostatní rizika (koeficient aktivity) a zároveň být způsoben ostatními riziky (koeficient pasivity). V tabulce č. 2 jsou vyjádřeny výsledné hodnoty obou těchto koeficientů.

Tabulka 2: Výsledné koeficienty aktivity a pasivity rizik (vlastní zpracování, 2024).

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
K_{ARi} [%]	35	35	53	24	41	12	29	12	24
K_{PRi} [%]	6	18	6	6	12	24	12	29	24
	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
K_{ARi} [%]	29	6	12	35	12	12	29	24	24
K_{PRi} [%]	12	12	59	12	65	53	29	41	29

7.2 Grafické znázornění

Principem grafického znázornění je rozdělení plochy grafu na kvadranty I. – IV. Pro velikost plochy jednotlivých kvadrantů je určujícím prvkem poloha os O_1 a O_2 , která vychází z hodnot koeficientů aktivity a pasivity dle následujícího vztahu.

$$\text{Umístění osy } O_1: \quad O_1 = K_{A\max} - \frac{(K_{A\max} - K_{A\min})}{100} \cdot 80$$

$$O_1 = 53 - \frac{(53 - 6)}{100} \cdot 80$$

$$O_1 = \underline{\underline{15,4\%}}$$

$$\text{Umístění osy } O_2: \quad O_2 = K_{P\max} - \frac{(K_{P\max} - K_{P\min})}{100} \cdot 80$$

$$O_2 = 65 - \frac{(65 - 6)}{100} \cdot 80$$

$$O_2 = \underline{\underline{17,8\%}}$$

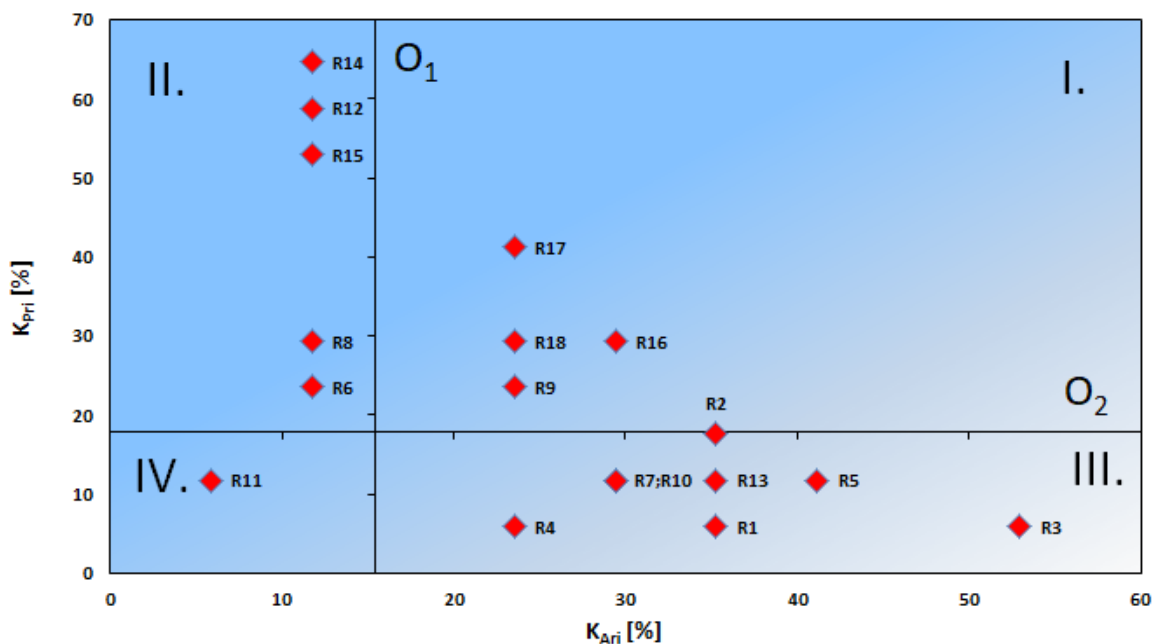
Vztahy pro jednotlivé výpočty koeficientů aktivity, pasivity a polohy jednotlivých os byly převzaty z disertační práce Štefana Pacindy z roku 2007.

Z níže uvedeného grafu je patrné rozdělení rizik do jednotlivých kvadrantů. Výsledné umístění je klíčové pro vnímání rizika z hlediska jeho nebezpečnosti a určení priorit v přijímání opatření.

Popis kvadrantů grafu:

- I. Oblast primárně a sekundárně nebezpečných rizik.
- II. Oblast sekundárně nebezpečných rizik.
- III. Oblast primárně nebezpečných rizik.
- IV. Oblast relativně bezpečných rizik.

Z hlediska aktivity a pasivity jsou nejproblematictější rizika umístěná ve kvadrantu označeném (I.). Tato rizika mají nejvyšší potenciál aktivovat další hrozby a zároveň jsou relativně snadno vyvolatelná.



Obrázek 18: Grafické znázornění rozdělení rizik do jednotlivých kvadrantů (vlastní zpracování, 2024).

7.3 Vyhodnocení KARS analýzy s návrhy opatření

Na základě výsledných hodnot budou pro primárně a sekundárně nebezpečná rizika tj. rizika s nejvyšším potenciálem způsobit škody navržena opatření k jejich mitigaci.

Povodně a přívalové povodně (R2) – v důsledku vytrvalých či přívalových srážek může dojít ke zvýšení hladiny vodních toků a následnému zaplavení rozsáhlých území. Povodně mohou být způsobeny i mořským přílivem vlivem silného větru. V současnosti jsou nejčastěji využívanými ochrannými prostředky stavba protipovodňových stěn a valů nebo vyčlenění části území pro kontrolovaný rozliv vody. Velká část protipovodňových opatření ovšem nemá trvalý charakter a k jejich budování dochází až po vyhlášení příslušného stupně povodňové aktivity zejména na území měst a obcí.

Návrhy opatření:

1. Dálkově ovládané záplavové bariéry

S určitou pravděpodobností lze předpokládat, že v blízké budoucnosti bude vlivem klimatických změn docházet k nejen vyšší frekvenci výskytu extrémních meteorologických jevů, ale také k vyššímu výskytu jejich kombinací. Technologický rozvoj nám umožňuje do určité míry modernizovat použití modulárních záplavových bariér na centrálně ovládaný systém prostřednictvím například operačního a informačního střediska (OPIS). Tímto způsobem lze dosáhnout výrazně kratší reakční doby s vyšší účinnosti záplavových opatření a zároveň uvolnit kapacity složek integrovaného záchranného systému (IZS), které se na stavbě konvenčních záplavových bariér podílí. Dálkově ovládané bariéry lze instalovat plošně např. ve městech anebo lokálně, jako ochrana prvků kritické infrastruktury, historických objektů apod. Další možnou úrovní je propojení bariér se systémem hlásných profilů na daném vodním toku a na základě přednastavených údajů o výšce hladiny zajistit jejich automatickou aktivaci. Instalace těchto protipovodňových prvků by vyžadovala poměrně vysoké počáteční náklady s využitím množství voděodolných komponent a vytvoření sofistikované sítě pro jejich bezpečný provoz. Jedná se ovšem o efektivní a flexibilní řešení v otázkách ochrany obyvatelstva a majetku v záplavových územích a při extrémním průběhu povodní by poskytly delší reakční čas orgánům krizového řízení k provedení evakuace.

2. Rozšíření systému varování a vyrozumění

Systém varování a vyrozumění představuje naprosto klíčový nástroj pro redukci dopadů mimořádné události na zdraví a životy obyvatelstva. Informovanost obyvatel je zajištěna jednak soustavou koncových prvků jednotného systému varování a vyrozumění (JSVV), formou SMS či například pomocí veřejnoprávních médií apod. Trendem posledních let jsou tzv. chytré domácnosti nebo používání tzv. IoT (internet of things) spotřebičů. Domácí spotřebiče jako lednice, televize, trouby, vysavače či osvětlení jsou běžně připojeny k internetu. Tento fakt představuje nové možnosti, jak navýšit efektivitu šíření varování ohrožené části populace. Ve spolupráci s technologickými firmami jako jsou Apple, Google, Amazon apod. by bylo možné pomocí například instalace specializované aplikace či přihlášení spotřebiče k webové službě zajistit šíření informace o povaze nebezpečí prostřednictvím těchto spotřebičů. Podmínkou je vytvoření šifrovaných komunikačních protokolů mezi JSVV a IoT spotřebiči zajišťující bezpečný a spolehlivý přenos informací. Primárně využitelný by tento systém byl například v zónách havarijního plánování jaderných elektráren, v blízkosti chemických podniků nebo v oblastech umístěnými pod hrázemi vodních děl.

3. Evakuační věže

Na území, které je vystaveno vysokému riziku záplav a nachází se například v odlehle či těžce přístupné krajině může být provedení včasné evakuace jen velmi obtížně proveditelné. V takových případech mohou řešení představovat tzv. evakuační věže. Jedná se o dostatečně vysoké stavby s konstrukcí odolnou vůči silnému proudění vody, které dokáží určitému počtu osob poskytnou bezpečné útočiště do doby provedení evakuace. Tyto stavby musí být vybudovány tak, aby byly snadno a rychle dosažitelné bez použití dopravních prostředků. Evakuační věže mohou být vybaveny nouzovou zásobou pitné vody, potravin, základních léků, komunikačními prostředky a dalším vybavením. Evakuační věže mohou mít univerzální využití pro celou řadu mimořádných událostí a mohou do určité míry nahradit jiný druh úkrytu jako např. stálé tlakově neodolné podzemní úkryty. Výstavba těchto věží je z hlediska konstrukce stavby jednoduchá, nevyžaduje integraci sofistikovaných systémů nebo technologií s nízkými nároky na zastavěnou plochu.

Nedostatek pitné vody (R9) – představuje jeden z nejpálčivějších problémů způsobených klimatickými změnami, neboť pitná voda je jednou ze základních podmínek lidského života. Mění se klima výrazně ovlivňuje nejen velikost srážkových úhrnů v dané oblasti, ale mnohdy doslova mění srážkové vzorce na úrovni kontinentů. Nízká nebo dokonce žádná sněhová pokrývka negativně působí na doplňování podzemních zdrojů vody a na nepříznivou hydrologickou situaci v krajině. Při nerovnoměrných srážkových úhrnů může docházet k záplavám, které kontaminují studny, vrty a další zdroje pitné vody. Zvyšování průměrné teploty a vlny extrémně teplého počasí zvyšují evapotranspiraci, desertifikaci krajiny, vysychání mokřadů a dalších přirozených ekosystémů, které pomáhají s retencí vody v krajině. V současné době trpí nedostatkem pitné vody miliony lidí zejména v oblastech Afriky a Asie. Většina států světa již začala s uplatňováním politik k ochraně vodních zdrojů, snižování spotřeby pitné vody v zemědělství a průmyslu a pokročilých metod recyklace odpadních vod.

Návrhy opatření:

1. Zelená desalinizace a remineralizace vody

Proces odsolování mořské vody je znám a využíván již dlouhou dobu. K odstranění soli je nejčastěji využívána reverzní osmóza. Jde o energeticky velmi náročnou technologii, která je ve velkém měřítku využívána ostrovními státy nebo státy ve velmi suchých oblastech jako je např. Izrael nebo Kanárské ostrovy. Řešením energetické náročnosti desalinizace vody může být masivní využití solární resp. větrné energetiky. Mimo energetickou náročnost jsou z mořské vody odstraněny minerály jako hořčík, vápník a další látky, které jsou potřebné nejen pro lidský organismus, ale také pro rostliny a zvířata. Pro správnou jakost vody z hlediska obsahu minerálních látek by mohly být využity magnesiovo-kalciové potrubní komponenty či potrubní vložky, které by do vody proudící uvolňovaly životně důležité minerály. Oproti nákladným a energeticky náročným mineralizačním jednotkám by se mohlo jednat o levnou a nenáročnou variantu, která by ovšem představovala vyšší nároky na monitoring a kontrolu upravené vody. Další výhodou je bezesporu možnost využití již vybudované potrubní sítě. Tato varianta by mohla ekologicky šetrná, efektivní a v souladu s udržitelným rozvojem.

2. Motivace obyvatel ke snížení spotřeby pitné vody

Snížení spotřeby vody jednotlivců je jedním ze základních způsobů, jak chránit vodní zdroje. Celosvětově se spotřeba pitné vody per capita pohybuje nad 100 litry denně. Zatímco průmyslové a zemědělské podniky se v rámci své činnosti snaží o co nejvyšší podíl využití užitkové a recyklované vody, domácnosti k podobným opatřením přistupují jen omezeně. Majitelé rodinných domů mohou například čerpat finanční prostředky z dotačního programu na pořízení podzemní nádrže pro sběr dešťové vody. Existuje ovšem velký počet činžovních domů, kde je spotřeba vody rozpočítávána průměrem na počet obyvatel domu. Redukce spotřeby lze docílit pozitivní motivací obyvatelstva. Může se jednat o daňové zvýhodnění fyzických i právnických osob či slevu na určité služby např. svoz odpadu. V případě zapojení finančních institucí mohou být obyvatelé motivováni snížením úroku na spotřebitelském či hypotečním úvěru nebo pojištění. Základním předpokladem pro zajištění takového mechanismu je politická shoda a přijetí právní úpravy na základě předem dohodnutých podmínek. Vstup do motivačního programu bude na dobrovolné bázi, ale nastavením dostatečně atraktivních podmínek by mohla být zapojena velká část společnosti. V rámci snadného dokládání spotřeby pro uplatnění některého z benefitů by byla realizována výměna stávajících vodoměrů za sofistikovanější typ s online přenosem dat v reálném čase do nemovitostí a bytových jednotek zapojených do motivačního programu.

3. Sdílené zdroje užitkové vody

V rámci komunit, městských částí a rezidenčních objektů lze efektivně snížit spotřebu pitné vody pro zahradnické a hospodářské činnosti sdílením zdroje užitkové vody. Ústřední myšlenkou je vybudování sběrného rezervoáru například podzemní nádrže o dostatečném objemu. Zajištění dostatečného množství dešťové vody spočívá v odvodu srážek ze střech, chodníků a dalších ploch. Systém přívodu dešťové vody do nádrže musí být vybaven filtry pro sběr mechanických nečistot. V závislosti na lokálních a terénních podmínkách lze vybudovat několik menších přečerpávacích stanic. Paralelně se sběrným potrubím bude uložen rozvod fungující na principu vodovodního řadu s konstantním tlakem soustavy. Při výstavbě nových čtvrtí může být toto řešení již součástí projektové dokumentace a veškerá potřebná infrastruktura (potrubní rozvody, svody, přípojky) bude vyhotovena v rámci výstavby. Ve stávajících městských částech bude vybudování vyžadovat investice,

kteřé mohou být částečně hrazeny z dotačního programu EU popř. některého z národních dotačních programů.

Narušení infrastruktury (R16) – jak již bylo popsáno v předchozích kapitolách, klimatická změna s sebou přináší extrémní výkyvy počasí, které mohou poškodit energetickou, dopravní, vodovodní či telekomunikační infrastrukturu. Přerušení dodávek elektrické energie a pitné vody jsou z hlediska ochrany obyvatelstva resp. jeho schopnosti překonat následky živelné katastrofy či jiného druhu mimořádné události naprosto zásadní. Orgány krizového řízení v takovém případě musí prostřednictvím Správy státních hmotných rezerv (SSHR) zajistit zásobování pitnou vodou mobilními cisternovými prostředky a v případě elektrické energie mobilními generátory. Tyto opatření kladou vyšší nároky na organizaci záchranných a likvidačních prací.

Návrhy opatření:

1. Decentralizovaná výroba elektrické energie

Decentralizace výroby elektrické energie znamená alespoň část výroby přesunout co nejbližší místu spotřeby. Takové opatření znamená výrazné zkrácení délky distribučního vedení a snižuje riziko jejího přerušení. Pro výrobu elektrické energie mohou být samozřejmě využity obnovitelné zdroje. Samotné využití obnovitelných zdrojů ovšem nepředstavuje zachování dodávek elektrické energie, protože může dojít k jejich poškození. Jako výhodné řešení se jeví diverzifikace zdrojů podle lokálních podmínek např. kombinace fotovoltaických článků, bioplynové stanice, malých větrných turbín apod. K úspěšné realizaci takového řešení je potřeba vytvořit regulační rámec, který podporuje decentralizaci výroby energie a rozvoj mikrosítí. To zahrnuje zjednodušení administrativních postupů pro instalaci obnovitelných zdrojů energie, vytvoření finančních pobídek pro domácnosti a podniky k investicím do obnovitelných zdrojů a v neposlední řadě zajištění spravedlivého přístupu k energetickým trhům.

2. Mobilní filtrační jednotky

Na území postiženém záplavami dochází ke kontaminaci lokálních zdrojů pitné vody nebo k přerušení vodovodního řadu vlivem podemletí či sesuvu půdy, ve které je vodovodní potrubí uloženo. Velmi často dochází také k zaplavení nebo poškození pozemních komunikací, stržení mostů a dalších následků, které komplikují dodávky pitné vody do zasažené oblasti. Řešení zásobování pitnou

vodou zaplaveného území může spočívat v použití mobilních filtračních jednotek např. v podobě kontejneru ISO 1C. Jde o typizovaný kontejner, který je běžně využíván jak jednotkami HZS ČR, tak jednotkami AČR a lze jej tak dopravit pomocí speciální techniky i do hůře přístupných oblastí. Tyto filtrační jednotky by využívaly kombinaci mechanické filtrace, ultrafialové dezinfekce a reverzní osmózy k odstranění nečistot, patogenů ze záplavové vody, čímž by se z ní stala bezpečná pitná voda. Jednotky by byly napájeny dieselovými agregáty a navrženy tak, aby byly snadno ovladatelné i laiky. Kapacita a výkon těchto jednotek mohou být velmi variabilní v závislosti na konkrétním modelu a potřebách. Standardní kontejnerová jednotka může čistit od 1 000 do 10 000 litrů vody za hodinu, což je dostatečné pro zásobování malých až středních komunit. V záplavových územích by bylo výhodné vybavit jednotky HZS ČR ve městech nad 5 000 obyvatel alespoň jedním kusem mobilní filtrační jednotky.

3. Biodegradabilní filtrační láhve

Nedostatek pitné vody při omezení či narušení vodohospodářské infrastruktury lze mimo zásobování centrálním způsobem řešit i individuálně. K tomuto účelu mohou sloužit biodegradabilní (rozložitelné) láhve s integrovanými filtry pro odstranění kontaminantů a patogenů. Každá lahev by obsahovala vyspělý filtrační systém schopný odstranit bakterie, viry, parazity a chemické kontaminanty. Mohlo by se jednat o kombinaci mechanické filtrace, například přes mikrovlákna, a chemické filtrace, jako je aktivní uhlí. Lahve by byly vyrobeny z biodegradabilních plastů, jako je PLA (polylaktid), který se vyrábí z kukuřičného škrobu, nebo jiných kompostovatelných materiálů. Tímto způsobem lze snížit ekologickou zátěž prostředí při dlouhodobějším využívání vyššího množství osob v dané lokalitě. Hlavní výhodou tohoto řešení je možnost předběžné distribuce filtračních lahví obyvatelstvu v záplavových zónách podobně, jako je zavedena distribuce jódových tablet v zónách havarijního plánování jaderných elektráren. Důležitou podmínkou je organizace školení a seznámení obyvatelstva se správným a bezpečným použitím filtračních lahví. Tyto vzdělávací aktivity by mohly být realizovány prostřednictvím HZS ČR, Sdružení dobrovolných hasičů, zájmových skupin jako je skaut či prostřednictvím neziskových organizací.

Sociální nestabilita a kriminalita (R17) – dopady klimatické změny mají potenciál narušovat sociální stabilitu. Extrémní povětrnostní události mohou vést k různým regulačním opatřením, v extrémních případech např. k vysídlování obyvatelstva z lokalit, které už nejsou vhodné pro život. Změny v dostupnosti přírodních zdrojů budou pravděpodobně příčinou masové migrace, což může vyústit v konflikty na vnitrostátní i mezinárodní úrovni. Ekonomické dopady, jako je ztráta zaměstnání, zvyšování cen popř. dostupnosti potravin, zvyšují ohrožení chudobou a mohou razantně zvýšit kriminalitu. Sociální a ekonomické tlaky mohou vést k radikalizaci a podpoře extremismu. Veřejné protesty proti nedostatečné reakci vlád na klimatické změny mohou destabilizovat demokratický politický systém.

Návrhy opatření:

1. Předvídatelné migrační koridory

Vytvoření předvídatelných migračních koridorů může sloužit jako komplexní systém pro řízený a bezpečný pohyb osob z oblastí ohrožených důsledky klimatických změn do méně ohrožených regionů. Systém se musí opírat o předem stanovené mezinárodní dohody, které specifikují trasy migrace, cílové oblasti pro přesídlení a podmínky, za kterých se migrace uskuteční. Hlavním úkolem je zajištění, kontrolovaného a legálního průběhu migrace s minimalizací rizik migranty i cílové státy. Podmínkou fungování je zřízení tzv. hot spotů podél migračních tras, kde jsou migranti identifikováni, registrováni a informováni o svých právech a povinnostech. Tato opatření zároveň slouží k prevenci nelegální migrace a obchodu s lidmi. Migrující osoby budou ve spolupráci s místními úřady a mezinárodními organizacemi zařazeny do integračních programů, které zahrnují poskytování služeb, jako je bydlení, zdravotní péče a vzdělávání. Cílem tohoto opatření je ekonomická integrace migrantů prostřednictvím odborné přípravy a poskytnutí pomoci při hledání zaměstnání. Na základě monitoringu a hodnotících kritérií úspěšnosti integrace popř. v závislosti na zemi původu migrujících osob by integrační systém měl být schopen flexibilně reagovat na měnící se podmínky a potřeby. Financování migračních koridorů může být zajištěno kombinací veřejných a soukromých zdrojů, včetně mezinárodních dotací, grantů a zapojení nevládních neziskových organizací.

2. Vzdělávací programy zaměřené na klimatickou odolnost

Vzdělávací programy zaměřené na klimatickou odolnost představují zásadní strategii pro předcházení sociální nestabilitě způsobené klimatickými změnami. Integrace těchto programů do školních osnov a realizace veřejných vzdělávacích kampaní mohou hrát významnou roli v budování odolnější společnosti. Tyto programy by měly být navrženy tak, aby překonávaly geografické a socioekonomické rozdíly a aby byly relevantní a přístupné pro různé komunity. Základní podmínkou je zajištění požadované úrovně znalostí a dovedností pedagogických pracovníků pro efektivní vyučování témat souvisejících s klimatickými změnami. Z hlediska časového horizontu by krátkodobě měly být do osnov začleněny základní informace o klimatických změnách, střednědobě by se měly vyvíjet a implementovat specializované kurzy zaměřené na adaptaci a odolnost, a dlouhodobě by témata související s klimatickými změnami měla být pevnou součástí vzdělávacího systému na všech úrovních. Realizace těchto programů vyžaduje podporu vlád a vzdělávacích institucí, financování, legislativní ukotvení, a také spolupráci s odborníky nejen na klimatické změny. Je rovněž důležité do vzdělávacího procesu zapojit komunity a rodiče do vzdělávacího procesu. Takto strukturované vzdělávací iniciativy nabízí efektivní cestu k vytváření odolnější společnosti, která je lépe připravena čelit výzvám souvisejícím s klimatickými změnami, čímž se předchází sociální nestabilitě.

3. Zapojení komunit do budování odolnější společnosti

Podpora participativního rozhodování je důležitým prvkem v řešení sociálního napětí vyvolaného klimatickými změnami. Tento přístup umožňuje občanům, obzvláště těm z komunit nejvíce postižených klimatickými změnami, aktivně se zapojit do rozhodovacích procesů, které mají přímý dopad na jejich životy. Veřejné konzultace a workshopy, online diskuzní platformy, tematické pracovní skupiny se zástupci komunit jsou předpokladem v zajišťování široké a inkluzivní účasti. Vytvoření občanských platforem nabízí strukturovaný způsob, jak občané mohou sledovat a hodnotit projekty a plány, což přispívá k větší transparentnosti a důvěře v adaptační a mitigační procesy.

Přístupy, jako je participativní rozpočtování, přinášejí občanům možnost přímo rozhodovat o využití veřejných prostředků, čímž se zvyšuje jejich odpovědnosti vůči místnímu rozvoji. Transparentnost rozhodnutí a plánů, spolu s komunikačními kanály pro zpětnou vazbu, jsou zásadní pro budování důvěry a podpory mezi občany a vládou. Tímto komplexním přístupem, který zahrnuje širokou škálu metod a nástrojů pro zapojení občanů, je možné nejen zmírnit sociální napětí spojené s projevy klimatických změn, ale také najít efektivní a udržitelná řešení, která reflektují místní potřeby a znalosti. Aktivní účast občanů v rozhodovacích procesech tedy představuje základní kámen pro budování odolnějších a soudržnějších společností v časech klimatické nejistoty.

Zhoršení kvality ovzduší (R18) - zhoršení kvality ovzduší v důsledku klimatických změn je faktorem, který přímo ovlivňuje lidské zdraví a u osob s chronickým onemocněním nebo zvýšenou citlivostí může vyvolat akutní změnu zdravotního stavu. Zejména v letním období se v důsledku nedostatku srážek mohou zvyšovat koncentrace pylových a prachových částic. Dalším aspektem, který výrazně přispívá ke zhoršení kvality ovzduší jsou lesní požáry, kdy produkty hoření mohou být větrem rozptýleny na vzdálenost až několika desítek kilometrů. V průmyslových oblastech se rozptylové podmínky výrazně zhoršují v zimním období vlivem lokálních topenišť v kombinaci s inverzním charakterem počasí. Výrazným znečišťovatelem zejména v centrech velkých aglomerací je osobní automobilní doprava.

Návrhy opatření:

1. Architektonické řešení výstavby městských částí

Základním principem řešení prostřednictvím inovativního designu tvaru městských budov je minimalizace akumulace znečištěného ovzduší v hustě osídlených oblastech a podpora přirozené ventilace. K naplnění této myšlenky má sloužit primárně aerodynamická urbanistická architektura, která optimalizuje design budov a veřejných prostor tak, aby podporovaly přirozené proudění vzduchu. Tento přístup zahrnuje plánování tvaru a uspořádání budov s ohledem na jejich vliv na lokální mikroklima a většinového směru vzdušného proudění, čímž je potlačena tvorba tzv. větrných stínů, kde by se mohl znečištěný vzduch koncentrovat. Dalším důležitým prvkem je vytváření vzdušných koridorů tj. průchodů mezi budovami, které umožňují vzduchu volně protékat skrz městskou zástavbu. Implementace těchto inovací vyžaduje pečlivé urbanistické plánování a spolupráci mezi

architekty, urbanisty, inženýry a samosprávnými orgány městských částí. Nezbytné je i zapojení meteorologické služby s využitím statistických dat o rychlosti a směru proudění vzduchu v dané oblasti s využitím podrobných datových modelů.

2. Fotokatalytické nátěry budov

Fotokatalytické nátěry na budovách představují inovativní řešení pro boj proti znečištění ovzduší ve městech. Tyto nátěry obsahují částice oxidu titaničitého (TiO_2), které pod vlivem slunečního UV záření aktivují chemické reakce schopné rozkládat škodlivé látky v ovzduší na neškodné produkty, jako jsou voda a oxid uhličitý. Tento proces nejenže přispívá k čištění městského ovzduší od organických popř. některých anorganických znečišťujících látek, včetně oxidů dusíku (NO_x) a těkavých organických sloučenin. Kromě přínosů pro kvalitu ovzduší, fotokatalytické nátěry mohou pomoci snižovat teplotu na povrchu budov a v jejich okolí, což mitiguje efekt městského tepelného ostrova. Díky své odolnosti vůči UV záření a dlouhé životnosti nabízí tyto nátěry trvanlivé řešení s dlouhodobými přínosy pro životní prostředí. Existují ovšem i určitá omezení v podobě nižší efektivity v oblastech s nízkou intenzitou slunečního záření a vyšších počátečních nákladů ve srovnání s tradičními nátěry. Rozvoj těchto technologií a jejich širší aplikace může představovat významný nástroj v budoucích strategiích pro čistější městské prostředí.

3. Vertikální zahrady

Zelené stěny nebo také vertikální zahrady, jsou živé systémy integrované na vnější stěny budov. Princip řešení spočívá ve využití rostlin pro absorpci škodlivých látek z ovzduší, přičemž rostliny přeměňují CO_2 na kyslík prostřednictvím fotosyntézy. Zelené stěny také přispívají ke snižování teplot ve městech díky schopnosti rostlin absorbovat sluneční záření. Mezi hlavní výhody zelených stěn patří také schopnost snižovat hladinu hluku a zvyšovat energetickou účinnost budov díky lepší izolaci. Na druhou stranu, provozování zelených stěn přináší také určitá omezení, včetně potřeby pravidelné údržby, jako je zavlažování, hnojení a řez, což může zvyšovat provozní náklady. Vysoké počáteční náklady na instalaci mohou být také bariérou, přestože dlouhodobé přínosy pro životní prostředí a potenciální energetické úspory mohou tyto investice ospravedlnit. Navíc, výběr rostlin pro zelené stěny je omezen na ty, které jsou schopné přežít v daných podmínkách, což může omezit možnosti designu.

8 VÍCEKRITERIÁLNÍ ANALÝZA HODNOCENÍ NAVRŽENÝCH ŘEŠENÍ SAATYHO METODOU

Z navržených řešení pro mitigaci nejzávažnějších rizik identifikovaných metodou KARS bude pomocí Saatyho metody vícekritériálního rozhodování zvoleno optimální řešení na základě zvolených hodnotících kritérií.

8.1 Hodnotící kritéria

Pro nalezení optimální varianty je nezbytné určit hodnotící kritéria. Tyto kritéria umožňují strukturované a systematické porovnání různých variant. Lze tak vytvořit přehledný rámec srovnání variant vůči každému kritériu. Nicméně prvním krokem je sestavení tabulky hodnotících kritérií a s dosazením hodnot dle Saatyho škály preferencí porovnat jednotlivá kritéria mezi sebou s cílem matematicky vyjádřit jejich váhu (vektor) (Fotr, 2020).

Tabulka 3: Saatyho škála preferencí (Fotr, 2020; vlastní zpracování, 2024).

Saatyho škála preferencí	
1	Rovnocennost
3	Slabá preference
5	Silná preference
7	Velmi silná preference
9	Absolutní preference

Byla sestavena tabulka (matice) typu 5 x 5 hodnotících kritérií a provedeno párové porovnání jednotlivých kritérií s využitím preferenční škály (tabulka č. 3). V případě vyjádření preference jednoho kritéria před druhým byla do matice dosazena hodnota vyjadřující velikost preference. V opačném poměru stejných kritérií pak byla použita převrácená hodnota preference. Hlavní diagonála musí obsazena hodnotou 1, poněvadž nelze určit preferenci totožného kritéria ve svislém a horizontálním směru. Po dosazení všech hodnot do matice bylo možné přistoupit k výpočtu vah (vektorů) jednotlivých kritérií. Váhy (vektory) pro hodnotící kritéria jsou vyjádřeny jako geometrický průměr hodnot uvedených v řádku matice podle následujícího vztahu.

$$x_G = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i}$$

Na základě součtu vah hodnotících kritérií byl vyjádřen jejich procentuální podíl z množiny všech kritérií. Podle zvoleného typu zápisu musí být součet procentuálního zastoupení roven 1 popř. 100 %.

Tabulka 4: Váhy hodnotících kritérií (vlastní zpracování, 2024).

	Efektivita řešení	Ekonomický dopad	Flexibilita použití	Technická náročnost	Životnost	Geometrický průměr	Výsledné váhy kritérií
Efektivita řešení	1,00	7,00	5,00	7,00	3,00	3,74332	48,61%
Ekonomický dopad	0,14	1,00	5,00	5,00	9,00	2,00178	26,00%
Flexibilita použití	0,20	0,20	1,00	7,00	0,11	0,49955	6,49%
Technická náročnost	0,14	0,20	0,14	1,00	0,11	0,21272	2,76%
Životnost	0,33	0,11	9,00	9,00	1,00	1,24323	16,14%
					Celkem	7,70061	100,00%

8.2 Sestavení tabulky variant řešení

Zvolená vícekritériální analýza umožňuje pracovat se všemi navrženými variantami najednou. Z důvodu přehlednosti bylo zvoleno barevné odlišení dle jednotlivých rizik (tabulka č. 5).

Tabulka 5: Rozlišení variant dle analyzovaných rizik (vlastní zpracování, 2024).

A	Dálkově ovládané záplavové bariéry	R2 - Povodně a přívalové povodně
B	Rozšíření systému varování a vyrozumění	
C	Evakuační věže	
D	Zelená desalinizace a remineralizace vody	R9 - Nedostatek pitné vody
E	Motivace obyvatel ke snížení spotřeby pitné vody	
F	Sdílené zdroje užitkové vody	
G	Decentralizovaná výroba elektrické energie	R16 - Narušení infrastruktury
H	Mobilní filtrační jednotky	
I	Biodegradabilní filtrační láhve	
J	Předvídatelné migrační koridory	R17 - Sociální nestabilita a kriminalita
K	Vzdělávací programy zaměřené na klimatickou odolnost	
L	Zapojení komunit do budování odolnější společnosti	
M	Architektonické řešení výstavby městských částí	R18- Zhoršení kvality ovzduší
N	Fotokatalytické nátěry budov	
O	Vertikální zahrady	

Vzhledem k nedostatku konkrétních dat pro srovnání vztahu variant řešení k hodnotícím kritériím, byla pro potřeby volby optimální varianty zvolena následující škála.

Tabulka 6: Hodnotící škála vztahu variant a hodnotících kritérií
(vlastní zpracování, 2024)

Škála pro vyjádření vztahu variant a hodnotících kritérií	
1	Velmi nízká
2	Nízká
3	Střední
4	Vysoká
5	Velmi vysoká

Tabulka 7: Vztah variant a hodnotících kritérií (vlastní zpracování, 2024).

Varianta	Efektivita řešení	Ekonomický dopad	Flexibilita použití	Technická náročnost	Životnost
A	4	4	2	4	3
B	5	1	4	1	5
C	5	3	3	3	5
D	4	5	1	4	3
E	2	1	1	1	5
F	4	3	2	2	4
G	3	4	2	5	4
H	5	3	1	3	3
I	3	1	1	1	1
J	2	3	1	2	5
K	2	2	3	2	5
L	3	1	5	1	5
M	4	5	2	5	5
N	3	3	2	2	3
O	2	2	1	2	2

V následujícím kroku bylo nutné určit, zda hodnotící kritéria patří mezi tzv. maximalizační nebo minimalizační typ. Maximalizační typ kritéria znamená, že je požadována co nejvyšší hodnota (efektivita řešení, flexibilita použití, životnost). Naopak minimalizační typ kritérií vyžaduje nejnížší možnou hodnotu (ekonomický dopad, technická náročnost). Po rozdělení

hodnotících kritérií do jednotlivých typů byla určena bazální a ideální hodnota ve sloupcích tzn. u maximalizačního typ je bazální hodnota rovna nejnižší hodnotě, ideální hodnota představuje hodnotu nejvyšší a u minimalizačního typu je analogicky opačný postup.

Tabulka 8: Určení bazálních a ideálních hodnot (vlastní zpracování, 2024)

Varianta	Efektivita řešení	Ekonomický dopad	Flexibilita použití	Technická náročnost	Životnost
A	4	4	2	4	3
B	5	1	4	1	5
C	5	3	3	3	5
D	4	5	1	4	3
E	2	1	1	1	5
F	4	3	2	2	4
G	3	4	2	5	4
H	5	3	1	3	3
I	3	1	1	1	1
J	2	3	1	2	5
K	2	2	3	2	5
L	3	1	5	1	5
M	4	5	2	5	5
N	3	3	2	2	3
O	2	2	1	2	2
Typ kritéria	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
bazální hodnota	2	5	1	5	1
ideální hodnota	5	1	5	1	5
rozdíl (b - i)	3	4	4	4	4

Následný krok spočívá v převedení hodnot (tabulka č. 8) do tzv. normovaného tvaru. Zvolená hodnotící kritéria mohou mít různé jednotky např. hodnotu vyjádřenou v penězích, desetinných číslech, metrech čtverečných apod. Různé veličiny není možné mezi sebou porovnávat, proto je nezbytné dosáhnout normovaného tvaru tj. převedení všech hodnot do intervalu $(0;2)$, který porovnání umožňuje. Ve sloupcích maximalizačního typu se bazální hodnota nahradí číslem 0 a hodnota ideální je nahrazena číslem 1 (Fotr, 2020).

Pro převedení hodnot neodpovídající bazální ani ideální hodnotě byl použit následující vztah:

$$H_n = \frac{x-b}{b-i}, \text{ kde}$$

H_n – normovaná hodnota,

x – hodnota ve sloupci neodpovídající bazální ani ideální hodnotě,

b – bazální hodnota,

i – ideální hodnota.

Tabulka 9: Převedení na normované hodnoty (vlastní zpracování, 2024).

Varianta	Efektivita řešení	Ekonomický dopad	Flexibilita použití	Technická náročnost	Životnost
A	0,67	0,25	0,25	0,25	0,5
B	1,00	1	0,75	1	1
C	1,00	0,50	0,5	0,5	1
D	0,67	0	0	0,25	0,5
E	0,00	1	0	1	1
F	0,67	0,50	0,25	0,75	0,75
G	0,33	0,25	0,25	0	0,75
H	1,00	0,5	0	0,5	0,5
I	0,33	1,00	0	1	0
J	0,00	0,50	0	0,75	1
K	0,00	0,75	0,5	0,75	1
L	0,33	1	1	1	1
M	0,67	0	0,25	0	1
N	0,33	0,50	0,25	0,75	0,5
O	0,00	0,75	0	0,75	0,25

Konečné určení optimální varianty je provedeno součinem vah (vektorů) s hodnotami jednotlivých sloupců a jejich zapsáním do matice. Následným součtem hodnot v řádcích a porovnáním jejich velikostí byla určena nejvhodnější varianta ta, jejíž výsledný součet je největší.

Tabulka 10: Výpočet optimální varianty (vlastní zpracování, 2024).

$$v_1 = 3,74332 \quad v_2 = 2,00178 \quad v_3 = 0,49955 \quad v_4 = 0,21272 \quad v_5 = 1,24323$$

Varianta	Efektivita řešení	Ekonomický dopad	Flexibilita použití	Technická náročnost	Životnost	Výsledná hodnota
A	2,50	0,50	0,12	0,05	0,62	3,79
B	3,74	2,00	0,37	0,21	1,24	7,56
C	3,74	1,00	0,25	0,11	1,24	6,34
D	2,50	0,00	0,00	0,05	0,62	3,17
E	0,00	2,00	0,00	0,21	1,24	3,45
F	2,50	1,00	0,12	0,16	0,93	4,71
G	1,25	0,50	0,12	0,00	0,93	2,80
H	3,74	1,00	0,00	0,11	0,62	5,47
I	1,25	2,00	0,00	0,21	0,00	3,46
J	0,00	1,00	0,00	0,16	1,24	2,40
K	0,00	1,50	0,25	0,16	1,24	3,15
L	1,25	2,00	0,50	0,21	1,24	5,20
M	2,50	0,00	0,12	0,00	1,24	3,86
N	1,25	1,00	0,12	0,16	0,62	3,15
O	0,00	1,50	0,00	0,16	0,31	1,97

8.3 Vyhodnocení vícekriteriální analýzy

Z tabulky č. 10 vyplývá, že nejvíce vhodnými variantami pro zvýšení rezilience obyvatelstva vůči nejzávažnějším dopadům klimatických změn jsou:

Tabulka 11: Vyhodnocení optimální varianty (vlastní zpracování, 2024),

Riziko	Optimální varianta řešení
R2 – Povodně a přívalové povodně	Rozšíření systému varování a vyrozumění
R9 – Nedostatek pitné vody	Sdílené zdroje užitkové vody
R16 – Narušení infrastruktury	Mobilní filtrační jednotky
R17 – Sociální nestabilita a kriminalita	Zapojení komunit do budování odolnější společnosti
R18 – Zhoršení kvality ovzduší	Architektonické řešení výstavby městských částí

9 OBSAHOVÁ ANALÝZA PŘÍSTUPU SOUSEDNÍCH STÁTŮ KE ZMĚNĚ KLIMATU A OCHRANĚ OBYVATELSTVA

Státy sousedící s ČR jsou zároveň členskými státy EU. Právě centralizovaná klimatická politika EU se odráží v obsahu národních dokumentů, které si členské státy přizpůsobují svým národním podmínkám. Je zřejmá snaha o implementaci dohodnutých závazků Pařížské dohody a Rámcové dohody OSN. Tato snaha je doprovázena rozvojem strategických dokumentů, které reflektují specifické výzvy a příležitosti jednotlivých zemí, zároveň však zajišťují soulad s evropskými směnicemi a cíli. Zavádění těchto mezinárodně dohodnutých cílů do národních kontextů vyžaduje nejen politickou vůli a strategické plánování, ale i zapojení široké veřejnosti, vědecké komunity a soukromého sektoru.

Sousední státy České republiky, v souladu s evropskými iniciativami a vlastními národními strategiemi, rozvíjejí a implementují komplexní plány civilní ochrany, které jsou integrovány do širších klimatických a environmentálních politik. Tento integrovaný přístup zdůrazňuje význam mezioborové spolupráce, zapojení komunit a budování kapacit na všech úrovních, od místní po národní, aby se zvýšila odolnost společnosti vůči dopadům změny klimatu.

V tabulce č. 12 je uveden přehled národních strategických dokumentů přijatých či aktualizovaných v uplynulých 10 letech, které mají souvislost s adaptací či mitigací dopadů klimatických změn anebo se zabývají oblastí ochrany obyvatelstva resp. civilní ochrany.

Tabulka 12: Přehled strategických dokumentů zemí sousedících s ČR (vlastní zpracování, 2024).

Německo		
Název dokumentu	Rok vydání (aktualizace)	Zdroj
Strategie pro adaptaci na klimatickou změnu (DAS)	2020	(Federal Environment Ministry, 2020)
<p>Stručný obsah: Základní rámec pro přípravu na dopady klimatické změny, pravidelně aktualizovaný. Strategie zahrnuje analýzu klimatických rizik a plány adaptačních opatření jako klíčové prvky. Zajišťuje pravidelné monitorování dopadů klimatické změny a přijímaných adaptačních opatření v Německu, čímž tvoří základ pro politiku adaptace na klimatickou změnu v zemi. To zahrnuje definování měřitelných cílů napříč různými sektory, což umožní přesné plánování adaptačních opatření na změnu klimatu a důkladné hodnocení pokroku. Tento přístup představuje novinku v rámci Evropy a na mezinárodní scéně a stanovuje příklad pro stanovení měřitelných cílů pro adaptaci na klimatickou změnu.</p>		
Akční plán adaptace (APA III)	2020	(Umweltbundesamt, 2020)
<p>Stručný obsah: Představuje soubor přes 180 opatření, která mají pomoci Německu stát se odolnějším vůči klimatickým změnám. Tyto opatření jsou rozdělena mezi všechna federální ministerstva s cílem snížit klimatická rizika ve všech oblastech působnosti. APA III je zaměřen na řadu klíčových oblastí a sektorů, mezi které patří voda, infrastruktura, půda, zdraví, ekonomika, územní plánování a civilní ochrana.</p>		
Návrh zákona o adaptaci na klimatickou změnu	2023	(Federal Environment Ministry, 2023)
<p>Stručný obsah: Vytvoření právního rámce pro vývoj preventivní strategie adaptace na klimatickou změnu. V rámci nového zákona o ochraně klimatu byly také stanoveny konkrétní cíle pro zlepšení emisní bilance sektoru využívání půdy, změn využívání půdy a lesnictví (LULUCF) s cílem snížit produkci nejméně o 25 milionů tun ekvivalentu CO₂ do roku 2030 a 40 milionů tun do roku 2040. Hlavní cílem Německa je uhlíková neutralita do roku 2045.</p>		
Polsko		
Název dokumentu	Rok vydání (aktualizace)	Zdroj
Strategický plán adaptace (SPA 2020)	2020	(Ministerstwo Klimatu i Środowiska, ©2022)
<p>Stručný obsah: Mnoho sektorový národní strategický dokument, který si klade za cíl zajistit udržitelný rozvoj a efektivní fungování ekonomiky a společnosti v podmínkách klimatické změny. Hlavními cíli jsou správa vod, zemědělství, lesnictví, biodiverzita a chráněné oblasti, zdraví, energetika, stavebnictví, doprava, horské oblasti, pobřežní zóny, územní rozvoj a městské oblasti. Mezi klíčová opatření patří šíření pojištění majetku v ohrožených oblastech, posílení systému sociální péče k účinné prevenci a boji proti dopadům klimatické změny mezi nejzranitelnějšími skupinami společnosti.</p>		
Program záchrany a civilní ochrany na léta 2014-2020	2013	(Ministerstwo Spraw Wewnętrznych i Administracji, ©2024)
<p>Stručný obsah: Komplexní popis problematiky záchranných akcí, a to jak ze strany státních služeb, tak</p>		

společenských organizací. Cílem je zlepšení efektivity záchranných operací v celé zemi napříč záchrannými složkami.		
Strategie ochrany klimatu a opatření proti změně klimatu	2023	(Kancelaria Prezesa Rady Ministrów, 2023)
<p>Stručný obsah: Zavádí nové pojmy a řešení s cílem zefektivnit krizové řízení a ochranu obyvatelstva v Polsku. Zaměřuje se na obnovu a reakci v krizových situacích tím, že zlepšuje tok informací mezi orgány veřejné správy a reformuje financování. Posiluje roli veřejné správy, včetně předsedy vlády, ministra vnitra a vojvodů. Předpokládá vytvoření Fondu ochrany obyvatelstva - zajištění obnovy po přírodních katastrofách.</p>		
Rakousko		
Název dokumentu	Rok vydání (aktualizace)	Zdroj
Strategie ochrany klimatu a opatření proti změně klimatu	2017	(Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2023)
<p>Stručný obsah: Rakousko se zavázalo k výraznému snížení emisí skleníkových plynů a k adaptaci na změnu klimatu v souladu s Pařížskou dohodou a cíli EU. Strategie ochrany klimatu se zaměřuje na nejvíce zranitelné sektory včetně zemědělství, lesnictví, a vodního hospodářství. Vláda podporuje projekty a iniciativy pro rozvoj udržitelné energie a inovací šetrných k životnímu prostředí.</p>		
Zákon o ochraně klimatu (KSG)	2017	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2017)
<p>Stručný obsah: Představuje soubor přes 180 opatření, která mají pomoci Německu stát se odolnějším vůči klimatickým změnám. Tyto opatření jsou rozdělena mezi všechna federální ministerstva s cílem snížit klimatická rizika ve všech oblastech působnosti. APA III je zaměřen na řadu klíčových oblastí a sektorů, mezi které patří voda, infrastruktura, půda, zdraví, ekonomika, územní plánování a civilní ochrana.</p>		
Aktualizace vzdělávacího modulu „Státní krizové řízení a management katastrof“ (SKKM)	2023	(Bundesministerium für Inneres, 2023)
<p>Stručný obsah: Doplněno o témata: Právní a organizační základy, Životní prostředí a klima, Bezpečnost dodávek a blackout, CBRN nebezpečí a Psychosociální dopady.</p>		
Slovensko		
Název dokumentu	Rok vydání (aktualizace)	Zdroj
Strategie adaptace na změnu klimatu	2018	(Ministertvo životného prostredia SR, 2018)
<p>Stručný obsah: Zvýšení odolnosti a zlepšení připravenosti Slovenské republiky čelit nepříznivým důsledkům změny klimatu a ustanovení institucionálního rámce a koordinačního mechanismu k zajištění účinné implementace adaptačních opatření na všech úrovních a ve všech oblastech.</p>		

ZÁVĚR

Započatý proces klimatických změn již nelze zcela zastavit ani zpomalit. Proto je mezinárodní úsilí směřováno alespoň ve snaze udržet nárůst globální teploty pod 2 °C. V budoucnu se tedy lidstvo bude muset adaptovat na výrazně odlišné podmínky, než jaké na planetě panovaly několik uplynulých tisíců let. Klimatické změny představují zvýšenou zátěž na oblast ochrany obyvatelstva. Dá se předpokládat, že v blízké budoucnosti bude docházet ke zvýšenému počtu přírodních katastrof, které budou vyžadovat evakuaci obyvatelstva a zabezpečení podmínek nouzového přežití. Z toho důvodu je nutné zvyšovat resilienci obyvatelstva na osobní, místní i centrální úrovni.

Tato práce s využitím nejnovějších vědeckých poznatků popsala příčiny a procesy klimatických změn zasazených do kontextu již pozorovaných i předpokládaných dopadů. Byly rámcově popsány mezinárodní dohody a politiky na celosvětové i evropské úrovni a jejich integrace do úrovně národních. Snižování emisí skleníkových plynů, jakožto hlavní nástroj udržení globální teploty pod stanoveným limitem, je neoddělitelně spjata s využíváním obnovitelných zdrojů energie a zaváděním nových technologií, kterým se práce rovněž věnovala.

Hlavního cíle práce bylo dosaženo pomocí několika analytických metod. Kvalitativní analýzou rizik s využitím jejich souvztažnosti byla z množiny nejzávažnějších dopadů stanovena rizika, která je zapotřebí řešit prioritně. Návrhy opatření ke zvýšení odolnosti obyvatelstva a území byly navrženy s ohledem na jejich technickou a technologickou proveditelnost. Z variant řešení pro jednotlivá rizika byly, za pomoci vícekriteriální analýzy rozhodování Saatyho metodou, vybrány optimální varianty na základě stanovených hodnotících kritérií.

Obsahová analýza strategických a adaptačních dokumentů zemí sousedících s Českou republikou nabízí pohled na strategie a opatření přijatá v sousedních zemích v uplynulých 10 letech. Klíčové dokumenty jsou zasazeny do klimatického rámce Evropské unie a usnadňují tak možnost navazovat bilaterální či přeshraniční spolupráci v budování odolnější společnosti.

Cíle diplomové práce byly splněny.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- AFP. *Russia finds permafrost melting behind Arctic fuel spill*. Online. In: The Economic Times. 2020. Dostupné z: <https://economictimes.indiatimes.com/news/environment/pollution/russia-finds-permafrost-melting-behind-arctic-fuel-spill/melting-permafrost/slideshow/76258695.cms>. [cit. 2024-02-20].
- ALEXANDER, Sadof a ANDERSON, James. *5 Ways Wildfires Affect People Near and Far*. Online. World Resources Institute. 2023. Dostupné z: <https://www.wri.org/insights/effects-wildfires-cities>. [cit. 2024-03-02].
- ALSKINS, Edgars. *Did Mayans Knew About Milankovitch Cycles*. Online. In: ALLEN INSTITUTE FOR AI. <https://www.semanticscholar.org/>. 2018. Dostupné z: <https://www.semanticscholar.org/paper/Did-Mayans-Knew-About-Milankovitch-Cycles-Alksnis/2747ee2b4289e3718af81df085b50c967f6cce83>. [cit. 2024-02-04].
- ANDERSON, Robyn; BAYER, Philipp E a EDWARDS, David. Climate change and the need for agricultural adaptation. Online. *Current Opinion in Plant Biology*. 2020, roč. 56, č. 56, s. 197-202. ISSN 13695266. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2019.12.006>. [cit. 2024-02-24].
- AUSTRALIAN GOVERNMENT. *Understanding climate change*. Online. DEPARTMENT OF CLIMATE CHANGE, ENERGY, THE ENVIRONMENT AND WATER. 2023. Dostupné z: <https://www.dcceew.gov.au/climate-change/policy/climate-science/understanding-climate-change>. [cit. 2024-02-05].
- BALLESTER, Joan a QUIJAL-ZAMORANO, Marcos et al. Heat-related mortality in Europe during the summer of 2022. *Nature*. 2023, č. 29, s. 1857–1866. ISSN 1546-170X. Dostupné také z: <https://www.nature.com/articles/s41591-023-02419-z>.
- BENESTAD, Rasmus. *2023 appears to follow an upward trend in the North Atlantic/Caribbean named tropical cyclone count*. Online. RealClimate | Climate science from climate scientists.. 2023. Dostupné z: <https://www.realclimate.org/index.php/archives/2023/12/2023-appears-to-follow-an-upward-trend-in-the-north-atlantic-caribbean-named-tropical-cyclone-count/>. [cit. 2024-03-02].

BLAŽEK, Jaroslav. *Průmyslová automatizace, odborné texty, recenze*. Online. Blaja Automation Portal. 2017. Dostupné z: <https://www.blaja.cz/ruzne/do-provozu-se-chysta-nejvetsi-plovouci-vetrna-farma.html>. [cit. 2024-03-14].

BORUNDA, Alejandra. *What's the connection between climate change and hurricanes?* Online. NPR. 2023. Dostupné z: <https://www.npr.org/2023/08/30/1196865225/whats-the-connection-between-climate-change-and-hurricanes>. [cit. 2024-02-29].

BRADSHAW, Corey J. A. a SALTRÉ, Frédéric. *What is a 'mass extinction' and are we in one now?* Online. THE CONVERSATION MEDIA GROUP LTD. The Conversation. 2022. Dostupné z: <http://theconversation.com/what-is-a-mass-extinction-and-are-we-in-one-now-122535>. [cit. 2024-02-12].

BRITANNICA, THE EDITORS OF ENCYCLOPAEDIA. *Greenhouse effect*. Online. In: ENCYCLOPEDIA BRITANNICA. 2024. Dostupné z: <https://www.britannica.com/science/greenhouse-effect>. [cit. 2024-02-05].

BUNDESMINISTERIUM FÜR INNERES. *Staatliches Krisen- und Katastrophenschutzmanagement*. Online. <https://bmi.gv.at/>. 2023. Dostupné z: <https://bmi.gv.at/news.aspx?id=6951783157692B5A42364D3D>. [cit. 2024-04-07].

BUNDESMINISTERIUM FÜR KLIMASCHUTZ, UMWELT, ENERGIE, MOBILITÄT, INNOVATION UND TECHNOLOGIE. *Die österreichische Klimaschutzstrategie*. Online. Oesterreich.gv.at - Österreichs digitales Amt. 2023. Dostupné z: https://www.oesterreich.gv.at/themen/umwelt_und_klima/klima_und_umweltschutz/1/Seite.1000310.html. [cit. 2024-04-07].

BUNDESMINISTERIUM FÜR KLIMASCHUTZ, UMWELT, ENERGIE, MOBILITÄT, INNOVATION UND TECHNOLOGIE. *Klimaschutzgesetz*. Online. Nenalezený vydavatel. 2017. Dostupné z: https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/nat_klimapolitik/klimaschutzgesetz.html. [cit. 2024-04-07].

CRAIL, Chauncey. *Solar Energy Pros And Cons: What Are The Advantages And Disadvantages?* Online. Forbes Home. 2024. Dostupné z: <https://www.forbes.com/home-improvement/solar/solar-energy-pros-and-cons/>. [cit. 2024-03-13].

ČESKÁ REPUBLIKA. *Sdělení č. 80/2005 Sb. m. s. Sdělení Ministerstva zahraničních věcí o sjednání Rámcové úmluvy Organizace spojených národů o změně klimatu*. Online. *Zákony pro lidi*. 2005. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/ms/2005-80>. [cit. 2024-03-07].

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. *Změna klimatu*. Online. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. www.chmu.cz. 2024. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/zmena-klimatu/zakladni-informace#>. [cit. 2024-01-29].

ČHMÚ. *Hydrologická ročenka České republiky 2022*. Online. Český hydrometeorologický ústav. 2023. Dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/hydrologicke_rocenky/HR_2022.pdf. [cit. 2024-02-24].

ČHMÚ. *Územní srážky v roce 2023*. Online. Český hydrometeorologický ústav. 2024. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky#>. [cit. 2024-02-24].

ČTK. *Vláda přijala klimaticko-energetický plán. Podíl obnovitelných zdrojů energie má vzrůst na 30 procent*. Online. IROZHLAS. 2023. Dostupné z: https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/obnovitelne-zdroje-energie-2030-vlada_2310181310_ako. [cit. 2024-03-14].

DEITRICK, Russel et al. Exo-Milankovitch Cycles. I. Orbits and Rotation States. *The Astronomical Journal*. 2018, roč. 20, č. 155, s. 60. ISSN 1538-4365.

DG-ECHO. *Emergency Response Coordination Centre (ERCC)*. Online. EUROPEAN CIVIL PROTECTION AND HUMANITARIAN AID OPERATIONS. European Civil Protection and Humanitarian Aid Operations. ©2024. Dostupné z: https://civil-protection-humanitarian-aid.ec.europa.eu/what/civil-protection/emergency-response-coordination-centre-ercc_en. [cit. 2024-03-23].

DI NAPOLI, Claudia. *Heat stress and the European heatwave of 2023*. Online. ECMWF. 2023. Dostupné z: <https://www.ecmwf.int/en/about/media-centre/science-blog/2023/heat-stress-and-european-heatwave-2023>. [cit. 2024-02-20].

EDWARDS, Tamsin L.; NOWICKI, Sophie et al. Projected land ice contributions to twenty-first-century sea level rise. Online. *Nature*. 2021, roč. 593, č. 7857, s. 74-82. ISSN 0028-0836. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03302-y>. [cit. 2024-02-17].

EERE. *How Hydropower Works*. Online. Energy.gov. © 2024b. Dostupné z: <https://www.energy.gov/eere/water/how-hydropower-works>. [cit. 2024-03-14].

EERE. *Photovoltaics*. Online. U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. www.energy.gov. © 2024a. Dostupné z: <https://www.energy.gov/eere/solar/photovoltaics>. [cit. 2024-03-13].

EM-DAT. *Public EM-DAT platform*. Online. UNIVERSITY OF LOUVAIN. The International Disaster Database. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, 2023. Dostupné z: <https://public.emdat.be/>. [cit. 2024-02-26].

EUROPEAN CIVIL PROTECTION AND HUMANITARIAN AID OPERATIONS. *RescEU*. Online. EUROPEAN COMMISSION. European Civil Protection and Humanitarian Aid Operations. ©2024. Dostupné z: https://civil-protection-humanitarian-aid.ec.europa.eu/what/civil-protection/resceu_en. [cit. 2024-03-23].

EUROPEAN COMMISSION. *Carbon Border Adjustment Mechanism*. Online. DIRECTORATE-GENERAL FOR TAXATION AND CUSTOMS UNION. Taxation and Customs Union. © 2024a. Dostupné z: https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en. [cit. 2024-03-08].

EUROPEAN COMMISSION. *EU Civil Protection Mechanism*. Online. European Civil Protection and Humanitarian Aid Operations. ©2024c. Dostupné z: https://civil-protection-humanitarian-aid.ec.europa.eu/what/civil-protection/eu-civil-protection-mechanism_en. [cit. 2024-03-23].

EUROPEAN COMMISSION. *What is the EU ETS?* Online. DIRECTORATE-GENERAL FOR CLIMATE ACTION. Climate Action. © 2024b. Dostupné z: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/what-eu-ets_en. [cit. 2024-03-08].

EUROPEAN INDUSTRIAL EMISSIONS PORTAL. *Air releases*. Online. EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. 2022. Dostupné z: <https://industry.eea.europa.eu/analyse/air>. [cit. 2024-02-08].

EVROPSKÁ AGENTURA PRO ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ. *Emise CO2 z aut: fakta a čísla (infografika)*. Online. Evropský parlament. 2019, 2023. Dostupné

z: <https://www.europarl.europa.eu/news/cs/headlines/society/20190313STO31218/emise-co2-z-aut-fakta-a-cisla-infografika>. [cit. 2024-02-06].

EVROPSKÁ KOMISE. *Důsledky změny klimatu*. Online. Climate Action. 2024. Dostupné z: https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_cs. [cit. 2024-01-29].

EVROPSKÁ KOMISE. *Zelená dohoda pro Evropu*. Online. <https://commission.europa.eu/>. 2020. Dostupné z: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_cs. [cit. 2024-02-08].

FAKTA O KLIMATU. *Emise skleníkových plynů*. Online. www.faktaoklimatu.cz. ©2024. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/temata/emise>. [cit. 2024-02-03].

FEDERAL ENVIRONMENT MINISTRY. *German Strategy for Adaptation to Climate Change*. Online. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection. 2020. Dostupné z: <https://www.bmu.de/WS6831-1>. [cit. 2024-04-07].

FOTR, Jiří. *Vícekritériální rozhodování za nejistoty*. Praha: Oeconomica, 2020. ISBN 978-80-245-2399-6.

GLOBAL FRAMEWORK FOR CLIMATE SERVICES. *About the GFCS*. Online. WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. World Meteorological Organization. ©2024. Dostupné z: <https://wmo.int/site/global-framework-climate-services-gfcs/about-gfcs>. [cit. 2024-03-23].

GREEN CLIMATE FUND. *About GCF*. Online. Green Climate Fund. © 2024. Dostupné z: <https://www.greenclimate.fund/about>. [cit. 2024-03-08].

HELIOSCSP. *Concentrated Solar Power Pros and Cons*. Online. HeliosCSP - Portal de noticias de energía termosolar. 2023. Dostupné z: <https://helioscsp.com/concentrated-solar-power-pros-and-cons/>. [cit. 2024-03-13].

HERON, Scott F. et al. *99% of coral reefs could disappear if we don't slash emissions this decade, alarming new study shows*. Online. World Economic Forum. 2022. Dostupné z: <https://www.weforum.org/agenda/2022/02/coral-reefs-extinct-global-warming-new-study/>. [cit. 2024-02-12].

IPCC, 2023. *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate*

Change. Online. Geneva, Switzerland: IPCC. Dostupné také z: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>.

KANCELARIA PREZESA RADY MINISTRÓW. *Projekt ustawy o ochronie ludności oraz o stanie kłęski żywiolowej*. Online. Kancelaria Prezesa Rady Ministrów. 2023. Dostupné z: <https://www.gov.pl/web/premier/projekt-ustawy-o-ochronie-ludnosci-oraz-o-stanie-kleski-zywiolowej>. [cit. 2024-04-07].

KAR, BANDANA et al. Integrated Model of Models for Global Flood Alerting. Online. In: . USA: ResearchGate, 2020, s. 73-83. Dostupné z: <https://doi.org/10.2495/FRIAR200071>. [cit. 2024-02-25].

KLIMATICKÁ ZMĚNA. *O projektu*. Online. Klimatická změna v České Republice. ©2024. Dostupné z: <https://www.klimatickazmena.cz/cs/o-nas/o-projektu/>. [cit. 2024-03-23].

KNUTSON, Thomas; CAMARGO, Suzana J.; CHAN, Johnny C. L.; EMANUEL, Kerry; HO, Chang-Hoi et al. Tropical Cyclones and Climate Change Assessment: Part II. Online. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 2020, roč. 101, č. 3, s. E303-E322. ISSN 0003-0007. Dostupné z: <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-18-0194.1>. [cit. 2024-02-29].

KULP, Scott A. a STRAUSS, Benjamin H. *New elevation data triple estimates of global vulnerability to sea-level rise and coastal flooding*. Online. *Nature*. 2019. Dostupné z: <https://www.nature.com/articles/s41467-019-12808-z>. [cit. 2024-02-23].

LAI, Olivia. *86 Million People Have Been Moving Into Global Flood Zones in the Last Two Decades – Study*. Online. Earth.Org. 2021. Dostupné z: <https://earth.org/86-million-people-have-been-moving-into-global-flood-zones/>. [cit. 2024-02-26].

MAVERICK VALVES. *Geothermal Energy*. Online. Maverick Valves - Netherlands. © 2024. Dostupné z: <https://www.maverickvalves.com/industries-and-applications/powergeneration/geothermal-energy/>. [cit. 2024-03-14].

MENYAFOTOGRAFY. *A boy fetching water from a nearby swamp in Koboko district in West Nile*. Online. In: MenyaFotografy. 2016. Dostupné z: <https://paulmenya.wordpress.com/2016/04/20/ugandas-water-and-sanitation-crisis/>. [cit. 2024-02-25].

MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. *Národní akční plán adaptace na změnu klimatu*. Online. Ministerstvo životního prostředí ČR, 2021. Dostupné také z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narodni_akcni_plan_zmena_klimatu/\\$FILE/OEOK_NAP_adaptace-aktualizace_2021.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narodni_akcni_plan_zmena_klimatu/$FILE/OEOK_NAP_adaptace-aktualizace_2021.pdf).

MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. *Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR*. Online. Ministerstvo životního prostředí ČR, 2021. Dostupné také z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/\\$FILE/OEOK_Narodni_adaptacni_strategie-aktualizace_20212610.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/$FILE/OEOK_Narodni_adaptacni_strategie-aktualizace_20212610.pdf).

MINISTERSTWO KLIMATU I ŚRODOWISKA. *Adaptacja do zmian klimatu*. Online. Biuletyn Informacji Publicznej Ministerstwa Klimatu i Środowiska. ©2022. Dostupné z: <https://bip.mos.gov.pl/strategie-plany-programy/materialy-archiwalne/adaptacja-do-zmian-klimatu/>. [cit. 2024-04-07].

MINISTERSTWO SPRAW WEWNĘTRZNYCH I ADMINISTRACJI. *Program ratownictwa i ochrony ludności na lata 2014-2020*. Online. Ministerstwo Spraw Wewnętrznych i Administracji. 2013. Dostupné z: <https://www.gov.pl/web/mswia/program-ratownictwa-i-ochrony-ludnosci-na-lata-2014-2020>. [cit. 2024-04-07].

MINISTERTVO ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA SR. *Adaptácia na zmenu klímy*. Online. Ministertvo životného prostredia SR. 2018. Dostupné z: <https://www.minzp.sk/klima/adaptacia-zmenu-klimy/>. [cit. 2024-04-07].

MOKŘÍŠ, Jakub. *Základní problémy Green Dealu aneb tohle fakt fungovat nebude*. Online. Portál řidiče. 2022. Dostupné z: <https://www.portalridice.cz/clanek/zakladni-problemy-green-dealu-aneb-tohle-fakt-fungovat-nebude>. [cit. 2024-03-09].

NASA GLOBAL CLIMATE CHANGE. *Vital Signs*. Online. In: *Climate Change: Vital Signs of the Planet*. 2023. Dostupné z: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level>. [cit. 2024-02-23].

NASA. *Evidence: How Do We Know Climate Change Is Real?* Online. Www.nasa.gov. 2024, 30.1.2024. Dostupné z: <https://climate.nasa.gov/evidence/>. [cit. 2024-02-03].

NATIONAL GEOGRAPHIC. *Geothermal Energy*. Online. Nenalezený vydavatel. © 1996 - 2024. Dostupné z: <https://education.nationalgeographic.org/resource/geothermal-energy>. [cit. 2024-03-14].

NEW ZEALAND WIND ENERGY ASSOCIATION. *How wind energy works*. Online. New Zealand Wind Energy Association. ©2024. Dostupné z: <https://www.windenergy.org.nz/wind-energy/the-facts>. [cit. 2024-03-14].

NOAA. *Is sea level rising?* Online. National Oceanic and Atmospheric Administration. 2023. Dostupné z: <https://oceanservice.noaa.gov/facts/sealevel.html>. [cit. 2024-02-22].

NOAA. *What are El Niño and La Niña?* Online. Nenalezený vydavatel. 2023. Dostupné z: <https://oceanservice.noaa.gov/facts/ninonina.html>. [cit. 2024-02-18].

NOAA. *What is the Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC)?* Online. NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. 2023. Dostupné z: <https://oceanservice.noaa.gov/facts/amoc.html>. [cit. 2024-02-13].

NRDC. *What Are the Causes of Climate Change?* Online. NATURAL RESOURCES DEFENSE COUNCIL. 2022. Dostupné z: <https://www.nrdc.org/stories/what-are-causes-climate-change#natural>. [cit. 2024-02-06].

PACINDA, Štefan. *Analýza rizik, jeden ze základních nástrojů krizového managementu při řešení nevojenských krizových situací*. Disertační práce. Brno: Univerzita obrany, 2007.

PARTLOW, Joshua. *Warming permafrost puts key Arctic pipelines, roads at 'high risk,' study says*. Online. Washington Post. 2022. Dostupné z: <https://www.washingtonpost.com/climate-environment/2022/01/11/permafrost-melting-arctic/>. [cit. 2024-02-19].

PECHÁČKOVÁ, Alena. *Krajina jako celek ztratila schopnost zadržovat vodu. Mohou za to těžké stroje, říká odborník*. Online. Lidovky.cz. 2021. Dostupné z: https://www.lidovky.cz/relax/krajina-jako-celek-ztratila-schopnost-zadrzovat-vodu-mohou-za-to-tezke-stroje-rika-odbornik.A210930_150952_ln_magazin_ape. [cit. 2024-02-24].

PELLISSIER, JEAN-PAUL. *Foto: Jak vypadá největší solární elektrárna ve Francii*. Online. In: ECONOMIA, A.S. www.aktualne.cz. 2015. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/zahranici/foto-nejvetsi-solarni-elektrarna-ve-francii/r~f82a1eb4d9db11e4a4c00025900fea04/>. [cit. 2024-03-14].

PERRIN, Sarah. *Permafrost: A ticking time bomb beneath our feet: A ticking time bomb beneath our feet*. Online. ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE. Nenalezený vydavatel. 2023. Dostupné z: <https://phys.org/news/2023-12-permafrost-beneath-feet.html>. [cit. 2024-02-19].

POWELL, Alvin. *Wildfires are much worse than a sign of climate change*. Online. HARVARD UNIVERSITY. Harvard Gazette. 2023. Dostupné z: <https://news.harvard.edu/gazette/story/2023/08/wildfires-are-much-worse-than-a-sign-of-climate-change-says-expert/>. [cit. 2024-03-02].

RADA EU A EVROPSKÁ RADA. *Zelená dohoda pro Evropu*. Online. Consilium. © 2024. Dostupné z: <https://www.consilium.europa.eu/cs/policies/green-deal/>. [cit. 2024-03-09].

RAMBOUSEK, Filip a VIZI, Štěpán. *Konec normálu: Jak ovlivní klimatická změna náš každodenní život?* Online. Radio Prague International. 2021. Dostupné z: <https://cesky.radio.cz/konec-normalu-jak-ovlivni-klimaticka-zmena-nas-kazdodenni-zivot-8726883>. [cit. 2024-02-20].

SOLARPACES. *Saudi Government Raises Ownership to Half of Global Solar Leader ACWA Power*. Online. In: <https://www.solarpaces.org/>. 2020. Dostupné z: <https://www.solarpaces.org/saudi-government-raises-ownership-to-half-of-global-solar-leader-acwa-power/>. [cit. 2024-03-14].

THE LONDON SCHOOL OF ECONOMICS AND POLITICAL SCIENCE. *What are the extent and causes of biodiversity loss?* Online. Grantham Research Institute on climate change and the environment. 2022. Dostupné z: <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/explainers/what-are-the-extent-and-causes-of-biodiversity-loss/>. [cit. 2024-02-12].

THE LONDON SCHOOL OF ECONOMICS AND POLITICAL SCIENCE. *What is the role of deforestation in climate change and how can 'Reducing Emissions from Deforestation and Degradation' (REDD+) help?* Online. GRANTHAM RESEARCH INSTITUTE. <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/>. 2023. Dostupné z: <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/explainers/whats-redd-and-will-it-help-tackle-climate-change/>. [cit. 2024-02-10].

TRNKA, Miroslav. *Změna klimatu*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-286-1.

UCAR. *Center for Science Education*. Online. UNIVERSITY CORPORATION FOR ATMOSPHERIC RESEARCH. Center for Science Education. © 2024. Dostupné z: <https://scied.ucar.edu/learning-zone/storms/hurricane-damage>. [cit. 2024-03-02].

UK RESEARCH AND INNOVATION. *The greenhouse effect: Discovering Geology — Climate change*. Online. British Geological Survey. ©2024. Dostupné z: <https://www.bgs.ac.uk/discovering-geology/climate-change/how-does-the-greenhouse-effect-work/>. [cit. 2024-02-04].

UMWELTBUNDESAMT. *Adaptation Action Plan | Umweltbundesamt*. Online. Umweltbundesamt. 2020. Dostupné z: <https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/climate-energy/climate-impacts-adaptation/adaption-to-climate-change/adaptation-at-the-federal-levelnew/adaptation-action-plan>. [cit. 2024-04-07].

UNCCC. *The Paris Agreement*. Online. UNITED NATION CLIMATE CHANGE. UNFCCC. © 2024b. Dostupné z: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>. [cit. 2024-03-08].

UNCCC. *What is the Kyoto Protocol?* Online. UNITED NATION CLIMATE CHANGE. UNFCCC. © 2024a. Dostupné z: https://unfccc.int/kyoto_protocol. [cit. 2024-03-07].

UNCCD. *The Global Land Outlook*, 2. Bonn: United Nations Convention to Combat Desertification, 2022. ISBN 978-92-95118-53-9.

UNDRR. *What we learned about floods in 2023*. Online. UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION. PreventionWeb. 2024. Dostupné z: <https://www.preventionweb.net/news/what-we-learned-about-floods-2023>. [cit. 2024-02-26].

UNITED NATIONS STATISTICS DIVISION. — *SDG Indicators*. Online. United Nations. 2022. Dostupné z: https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/Goal-06/?_gl=1*marw5*_ga*NzM0OTgxMTUzLjE3MDg4MDI5Nzg.*_ga_TK9BQL5X7Z*M TcwODgwMjk3OC4xLjAuMTcwODgwMjk3OS4wLjAuMA.. [cit. 2024-02-24].

UNITED NATIONS. *The state of the world's forests 2022*. Online. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2023. Dostupné z: <https://www.fao.org/3/cb9360en/online/src/html/executive-summary.html>. [cit. 2024-02-10].

UNITED NATIONS. *Water – at the center of the climate crisis*. Online. United Nations. 2022. Dostupné z: <https://www.un.org/en/climatechange/science/climate-issues/water>. [cit. 2024-02-25].

ÚSTAV VÝZKUMU GLOBÁLNÍ ZMĚNY, AV ČR V. V. I. *O globální změně*. Online. www.czechglobe.cz. C2016-2024. Dostupné z: <https://www.czechglobe.cz/cs/o-globalni-zmene/>. [cit. 2024-01-28].

VAN WESTEN, RENÉ M. et al. *Physics-based early warning signal shows that AMOC is on tipping course*. Online. *Science Advances*. 2024. Dostupné z: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adk1189>. [cit. 2024-02-13].

VOBOŘIL, David. *Biomasa - využití, zpracování, výhody a nevýhody, energetické využití v ČR*. Online. [OEnergetice.cz](http://oenergetice.cz). 2017. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/biomasa-vyuziti-zpracovani-vyhody-a-nevyhody/>. [cit. 2024-03-14].

WANG, Wenchuan et al. *Climate Changes and Hydrological Processes*. *MDPI*. 2022, č. 14, s. 3922. Dostupné také z: <https://www.mdpi.com/2073-4441/14/23/3922>.

WATTS, Jonathan. *Atlantic Ocean circulation nearing ‘devastating’ tipping point, study finds*. Online. *The Guardian*. 2024. ISSN 1756-322. Dostupné z: <https://www.theguardian.com/environment/2024/feb/09/atlantic-ocean-circulation-nearing-devastating-tipping-point-study-finds>. [cit. 2024-02-13].

WORLD RESOURCE INSTITUTE. *Forest Carbon Stocks*. Online. *Global Forest Review*. © 2024. Dostupné z: <https://research.wri.org/gfr/biodiversity-ecological-services-indicators/forest-carbon-stocks>. [cit. 2024-02-10].

WU, Ruonan; TRUBL, Gareth; TAŞ, Neslihan a JANSSON, Janet K. *Permafrost as a potential pathogen reservoir*. Online. *One Earth*. 2022, roč. 5, č. 4, s. 351-360. ISSN 25903322. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2022.03.010>. [cit. 2024-02-19].

ZHANG, Rong a THOMAS, Mathew. *Horizontal circulation across density surfaces contributes substantially to the long-term mean northern Atlantic Meridional Overturning Circulation*. *ResearchGate*. 2021, s. 2. Dostupné také z: https://www.researchgate.net/publication/352218721_Horizontal_circulation_across_density_surfaces_contributes_substantially_to_the_long-term_mean_northern_Atlantic_Meridional_Overturning_Circulation.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AMOC	Atlantická meridionální cirkulace
COP	Konference smluvních stran OSN
CSP	Koncentrovaná sluneční energie
ČR	Česká republika
EU	Evropská unie
FAO	Organizace pro potraviny a zemědělství OSN
GCF	Zelený klimatický fond
GFCS	Globální rámec pro klimatické služby
IoT	Internet of Things
IPCC	Mezivládní panel pro změnu klimatu
IZS	Integrovaný záchranný systém
JSVV	Jednotný systém varování a vyrozumění
LDC	Nejméně rozvinuté státy
m. n. m.	metry nad mořem
NDC	Vnitrostátně stanovené příspěvky
OPIS	Operační a informační středisko
OSN	Organizace spojených národů
ppm	parts per milion (počet částic jedné látky v milionu částic jiné látky)
SIDS	Malé ostrovní rozvojové státy
UCPM	Mechanismus civilní ochrany Evropské unie
UNFCCC	Rámcová úmluva OSN o změně klimatu
WMO	Světová meteorologická organizace

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Milankovičovy cykly (Alskins, 2018).....	15
Obrázek 2: Princip skleníkového efektu (Britannica, 2024).....	16
Obrázek 3: Podíl emisí skleníkových plynů v dopravě (Evropská agentura pro ŽP, 2023).	18
Obrázek 4: Emise CO ₂ vyprodukované v ČR energetickým sektorem (European Industrial Emission Portal, 2022).....	19
Obrázek 5: Atlantická meridionální cirkulace (Zhang, Thomas, 2021).	21
Obrázek 6: Tající permafrost na Sibiři (AFP, 2020).	23
Obrázek 7: Vzestup hladiny oceánů v čase	25
Obrázek 8: Procentuální vyjádření srážkového úhrnu ČR v roce 2022 z průměru období 1991 – 2020 (ČHMÚ, 2023).....	27
Obrázek 9: Průměrná hladina hlubokých vrtů ČR v roce 2022 (ČHMÚ, 2023).	28
Obrázek 10: Nedostatek pitné vody v Ugandě (Menyafotografy, 2016).....	30
Obrázek 11: Počet povodňových událostí v Evropě a počty obětí	32
Obrázek 12: Počet tropických cyklón v Severním Atlantiku (Benestad, 2023).....	34
Obrázek 13: Největší fotovoltaická elektrárna Francie (Pelissier, 2015).....	45
Obrázek 14: Elektrárna CSP s výkonem 580MW v Saudské Arábii (Solarpaces, 2020)....	46
Obrázek 15: Britská offshore větrná farma (Blažek, 2017).....	47
Obrázek 16: Geotermální elektrárna (Maverick Valves, ©2024).....	49
Obrázek 17: Schéma mechanismu civilní ochrany EU (European Commission, ©2024c).52	
Obrázek 18: Grafické znázornění rozdělení rizik do jednotlivých kvadrantů (vlastní zpracování, 2024).....	56

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Vzájemná souvztažnost rizik (vlastní zpracování, 2024).	54
Tabulka 2: Výsledné koeficienty aktivity a pasivity rizik (vlastní zpracování, 2024).	55
Tabulka 3: Saatyho škála preferencí (Fotr, 2020; vlastní zpracování, 2024).	67
Tabulka 4: Váhy hodnotících kritérií (vlastní zpracování, 2024).	68
Tabulka 5: Rozlišení variant dle analyzovaných rizik (vlastní zpracování, 2024).	68
Tabulka 6: Hodnotící škála vztahu variant a hodnotících kritérií (vlastní zpracování, 2024)	69
Tabulka 7: Vztah variant a hodnotících kritérií (vlastní zpracování, 2024).	69
Tabulka 8: Určení bazálních a ideálních hodnot (vlastní zpracování, 2024).	70
Tabulka 9: Převedení na normované hodnoty (vlastní zpracování, 2024).	71
Tabulka 10: Výpočet optimální varianty (vlastní zpracování, 2024).	72
Tabulka 11: Vyhodnocení optimální varianty (vlastní zpracování, 2024),	72
Tabulka 12: Přehled strategických dokumentů zemí sousedících s ČR (vlastní zpracování, 2024).	74

