

Změny klimatu způsobené rostoucím obsahem skleníkových plynů v ovzduší

Soňa Bendová

Bakalářská práce
2011

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav inženýrství polymerů

akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Soňa BENDOVÁ

Osobní číslo: T08340

Studijní program: B 2808 Chemie a technologie materiálů

Studijní obor: Chemie a technologie materiálů

Téma práce: Změny klimatu způsobené rostoucím obsahem
skleníkových plynů v ovzduší

Zásady pro vypracování:

1. Prostudujte dostupné informace o změnách klimatu a jejich příčinách
2. Formulujte závěr

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] PASCAL ACOT, *Historie a změna klimatu*, nakladatelství Karolinum, Praha 2005

[2] METELKA LADISLAV, *Globální oteplování a zprávy IPCC*, časopis *Eko a společnost* 3, (2007) ročník XVIII

Vedoucí bakalářské práce:

prof. Ing. Milan Vondruška, CSc.

Ústav inženýrství ochrany živ. prostředí

Datum zadání bakalářské práce:

11. února 2011

Termín odevzdání bakalářské práce:

30. května 2011

Ve Zlíně dne 11. února 2011



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: BENDOVA SONA.....

Obor: KG CHM.....

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou 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 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou 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);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 20.5.2011

Bendova Sona

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací;

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpisy vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ 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, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ 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, § 60 Školní díla:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato práce je zaměřena na změny klimatu způsobené rostoucím obsahem skleníkových plynů v ovzduší. Nejdůležitější z nich jsou oxid uhličitý, oxid dusný, metan, vodní pára, ozón a freony. Množství těchto plynů je v poslední době zvyšováno hlavně antropogenní činností. Prostřednictvím skleníkového efektu dochází k extrémním výkyvům počasí a ke globálnímu oteplování planety. Práce shrnuje informace z různých odvětví a analyzuje možné riziko vlivu na změny klimatu.

Klíčová slova: klima, globální oteplování, skleníkové plyny, oxid uhličitý, oxid dusný, metan, ozón, vodní pára, freony

ABSTRACT

This essay focuses on climate change caused by ever increasing levels of greenhouse gases in the atmosphere. Most importantly carbon dioxide, nitrous oxide, methane, water vapour, ozone and freons. Increasing levels of these gasses in recent times are thought to be caused by anthropogenic activity. The greenhouse effect is responsible for extreme changes in weather patterns and increasing global temperature. This work also collates data from various branches of science and analyzes possible risks that influence climate change.

Keywords: climate, global temperature, greenhouse gases, carbon dioxide, nitrous oxide, methane, ozone, water vapour, freons

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu práce prof. Ing. Milanu Vondruškovi, Csc. za odborné vedení při vypracování této bakalářské práce.

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

OBSAH

ÚVOD	10
1 KLIMATICKÝ SYSTÉM	12
1.1 HISTORIE A ZMĚNY KLIMATICKÉHO SYSTÉMU	13
1.1.1 Vlivy klimatických změn	14
1.1.2 Indikátory změn klimatu	16
1.1.3 Historie planety Země	17
1.1.4 Současnost a budoucnost planety Země	20
1.2 ATMOSFÉRA	21
1.3 SKLENÍKOVÉ PLYNY	23
1.3.1 Oxid uhličitý – CO ₂	24
1.3.2 Vodní pára	25
1.3.3 Metan – CH ₄	26
1.3.4 Oxid dusný – N ₂ O	26
1.3.5 Ozón – O ₃	27
1.3.6 Freony a halony	28
1.3.7 Aerosoly	29
1.3.8 Skleníkový efekt.....	30
2 ZDROJE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ	31
2.1 PŘÍRODNÍ ZDROJE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ	33
2.2 ZDROJE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ Z LIDSKÉ ČINNOSTI.....	35
2.2.1 Průmyslová výroba.....	36
2.2.2 Energetika.....	37
2.2.3 Urbanizace.....	43
2.2.4 Doprava	44
2.2.5 Zemědělství	46
2.2.6 Lesnictví a biosféra	46
2.2.7 Odpadové hospodářství	48
2.2.8 Vodní systém.....	50
2.2.9 Kalkulačka uhlíkové stopy	52
2.2.10 Snižování emisí skleníkových plynů	52
3 REAKCE INSTITUCÍ	54
3.1 SVĚTOVÁ KOMISE PRO ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ A ROZVOJ (WCED)	54
3.1.1 Naše společná budoucnost	54
3.2 RÁMCOVÁ ÚMLUVA OSN O ZMĚNĚ KLIMATU (UNFCCC)	55
3.2.1 Kjótský protokol.....	55
3.3 MEZINÁRODNÍ PANEL PRO ZMĚNU KLIMATU (IPCC).....	56
3.3.1 Čtvrtá hodnotící zpráva IPCC	56

3.4	MEZINÁRODNÍ FOND PRO ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ (GEF)	57
3.5	MONTREALSKÝ PROTOKOL	57
3.6	CZECHGLOUBE AV ČR, v.v.l.....	57
3.6.1	Projekt CzechGloub	58
ZÁVĚR		59
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		61
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		67
SEZNAM OBRÁZKŮ		69
SEZNAM TABULEK.....		70
SEZNAM PŘÍLOH.....		71

ÚVOD

Proces, který nazýváme „globální oteplování“ neboli „změna klimatu způsobená rostoucím obsahem skleníkových plynů v ovzduší“ představuje zřejmě jeden z nejpálčivějších problémů tohoto století. V poslední době jeden z těchto pojmů slyšel snad každý z nás. Budoucnost naší planety zaměstnává spoustu odborníků, vědců, politiků celého světa a v neposlední řadě i každého jednotlivce.

Klimatický systém Země se neustále měnil již od počátku její existence a měnit se bude neustále. Po staletí v něm probíhají změny přírodního původu, díky nimž se naše planeta vyvinula do současné podoby. Působení vnějšího nebo vnitřního vlivu dalo možnost vývinu různým živočišným a rostlinným druhům. Uhlík, kyslík nebo dusík, prvky které skleníkové plyny obsahují, kolují mezi Zemí a atmosférou téměř vyrovnaně.

Prudký technologický rozvoj tuto rovnováhu narušil, protože se do atmosféry začalo vypouštět více plynů, než stačí atmosféra unést a Země zpět pohlit, a také látky úplně nové, uměle vytvořené. Jsou to zejména sloučeniny, které v atmosféře zesilují skleníkový efekt jako například oxid uhličitý, metan, oxid dusný, freony, aerosoly atd. Lidstvo poprvé ve svých dějinách působí na planetu Zemi v globálním měřítku a podstatným způsobem mění život na Zemi. Hlavně rozvojem průmyslu, energetiky a dopravy množství emisí skleníkových plynů v atmosféře roste, zvyšuje se skleníkový efekt, změny v klimatickém systému probíhají daleko rychleji a naše planeta se otepluje. Další zdroje skleníkových plynů pochází z lesnictví, zemědělství, vodního hospodářství nebo odpadového hospodářství a urbanizace. Uhlíkovou stopu zanechává každý z nás svým každodenním životem.

V první části této práce se zabývám objasněním pojmu klimatický systém, klima, počasí, povětrnostní situace. Částečně jsem nastínila historii klimatu naší planety Země, její budoucnost a vlivy, které klimatický systém ovlivňují. V druhé části je zmíněn pojem atmosféry. Třetí část obsahuje vysvětlení skleníkového efektu a stručné představení nejvýznamnějších skleníkových plynů. Čtvrtá část je věnována přírodním i antropogenním zdrojům skleníkových plynů a zhodnocení jejich vlivu na jednotlivé odvětví. V poslední páté části uvádím nejznámější organizace, které se zabývají problémem zvyšování skleníkových plynů a jejich vlivu na klimatický systém. Mimo tyto světové organizace

obsahuje poslední část i zmínku o české laboratoři se sídlem v Brně. Tato laboratoř poskytuje informace nejen naší vládě, ale i takovým institucím jako je NASA.

1 KLIMATICKÝ SYSTÉM

Klimatický systém Země je velmi složitý, vzájemně propojený systém. Je složený z atmosféry- ovzduší, hydrosféry - moří a oceánů, kryosféry - trvalého ledu a sněhu, litosféry - zemského povrchu a biosféry - živých složek. Vlivem výměny energie a hmoty těchto složek mezi sebou v něm probíhají mnohé procesy a změny a tak je systém neustále v činnosti. [36]

Klimatická soustava země přijímá energii z vesmíru od slunce a ze zemského jádra, tepelnou a radioaktivní. Výstupy této soustavy jsou klima, počasí a povětrnostní situace.

Změny povětrnostní situace, počasí i podnebí neboli klima jsou následky změn vzdušného a mořského proudění, řízeny přísunem tepelné energie.

Klima určité oblasti se vztahuje k širšímu území a k delšímu časovému období. Představuje dlouhodobý charakteristický režim počasí závislý na ročním období, podmíněný energetickou bilancí, cirkulací atmosféry i oceánu, charakterem zemského povrchu a lidskou činností. Je to průměrný stav vlastností atmosféry, stanovený dlouhodobým pozorováním kolísání všech meteorologických jevů a prvků. Podle rozsahu prostředí rozeznáváme mikroklima – klima malých prostorů, mezoklima – klima menších oblastí a makroklima – regionální klima.

Počasí je pojem krátkodobý a místní, okamžitý stav atmosféry v daném místě, může se změnit i během hodiny. Je charakterizovaný atmosférickými jevy a hodnotami meteorologických prvků, zejména:

Průměrných teplot vzduchu, vodstva a zemského povrchu ($^{\circ}\text{C}$ či K)

Tlaku vzduchu (Pa)

Vlhkosti vzduchu ($\%$, $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)

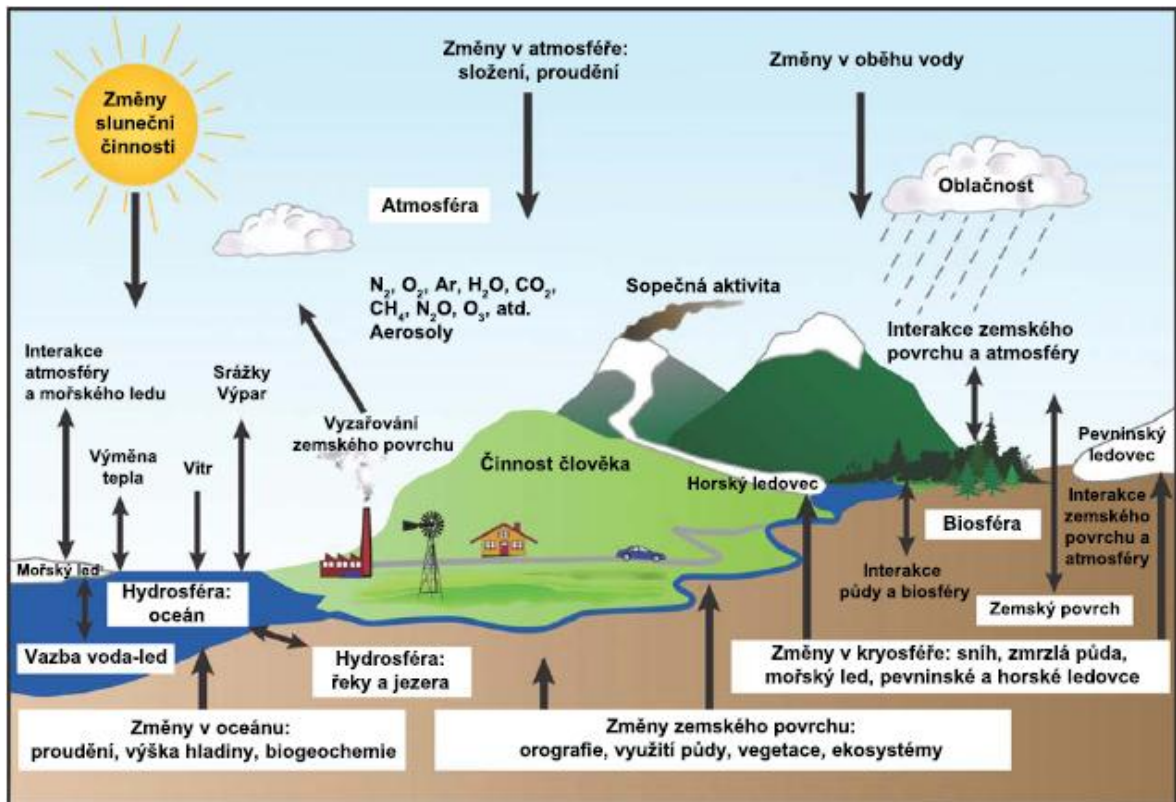
Směru a rychlosti větru ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)

Srážek ($\text{mm}/\text{období}$)

Povětrnostní situace je stav troposféry nad určitou geografickou oblastí. [6]

Podnebí studují klimatologové, kteří od meteorologů přebírají naměřená data a podle nich popisují klima. Studují proměnlivost klimatu v prostoru i čase, analyzují klima jednotlivých oblastí. Avšak popis podnebí v daném místě je dnes pouze část moderní

klimatologie. Velká pozornost je v poslední době věnována vytváření matematických modelů klimatu, s jejichž pomocí se odhaduje například i reakce klimatického systému na zásahy člověka. Paleoklimatologie studuje kolísání a změny klimatu v historické a geologické minulosti. Vzhledem k velké provázanosti klimatu s biologickými, geologickými, chemickými a dalšími procesy se klimatologie dotýká i mnoha dalších oborů, jako jsou např. astronomie, oceánologie, geofyzika nebo biologie. Jistě není sporu o tom, že vývoj klimatu ovlivňuje i takové oblasti, jakými jsou např. zemědělství, zdravotnictví, vodní hospodářství, energetika apod. [31]



Obr. 1. Schéma klimatického systému Země [36]

1.1 Historie a změny klimatického systému

Změny v klimatickém systému, které utvářely podnebí Země už od jejího vzniku a zřejmě budou utvářet i nadále, měly přirozený původ. Jsou to dlouhodobé změny vyvolané jakýmkoliv vnějším nebo vnitřním faktorem. V současné době dochází ke klimatickým

změnám způsobených antropogenními vlivy, to znamená lidskou činností. Projevují se nárůstem koncentrace skleníkových plynů přítomných v atmosféře, které zvyšují skleníkový efekt, a dochází tak ke globálnímu oteplování. Přesněji ke globálním klimatickým změnám, jelikož nemají za následek pouze lokální zvyšování teploty, ale celkové změny podnebí.

Za posledních 50 let se zvedla mořská hladina o 0,1 - 0,2 metrů a plocha ledovců se zmenšila o 10 %. V některých oblastech se množství srážek zvyšovalo, v jiných se naopak snižovalo. Například v mírném pásu severní polokoule rostly srážky o 0,5 - 1 % za desetiletí, kdežto v subtropických oblastech, např. severní Afrika nebo Sahara, se snižovaly asi o 0,3 %.

V průběhu posledních desetiletí se také zvýšilo množství výskytu extrémních klimatických jevů – bouří, cyklonů, povodní a na druhé straně velkých such zejména v Asii a Africe. [3] Objem ledu a teplota hladiny moře se měnily i dříve, v průběhu střídání ledových a meziledových cyklů. Teplota hladiny moře vykazovala ve vyšších zeměpisných šířkách severní polokoule výkyvy 10 až 15°C. V současnosti se nacházíme v době, která trvá již 15 000 let a pokud se bude vyvíjet obdobně jako doby meziledové, které proběhly v posledních 500 000 letech, měla by skončit za několik tisíciletí. [2]

Současné oteplování klimatu na Zemi je tak v rozporu s tím, co by mělo přirozeně následovat při dodržení pravidelného cyklického střídání dob ledových. Místo očekávaného ochlazení se nám otepluje, což je nepřímý důkaz pro to, že k oteplování klimatu nedochází přirozenou cestou. [46]

1.1.1 Vlivy klimatických změn

Klimatický systém je podmiňován nejen složitými interakcemi mezi jeho jednotlivými složkami, ale též některými vnějšími vlivy. Vnější vlivy působící na změnu klimatu mohou být přírodní, antropogenní, astronomické nebo geologické. U vlivů, které vznikají, aniž byly způsobeny vnějšími vlivy, mluvíme o vnitřní variabilitě.

Přírodní vlivy:

- Kolísání slunečního záření dopadajícího na Zemi, způsobenou procesy na Slunci, nebo změnami v oběžné dráze Země. Nejdůležitější vlivy, které mají dopad na změnu klimatu, jsou změny sklonu osy otáčení nebo postup rovnodennosti.

- Změny v chemickém složení atmosféry vyvolané sopečnou činností a v dlouhých geologických periodách způsobené vulkanismem, nebo jinými procesy souvisejícími se součinností s litosférou.
- Změny zemského povrchu způsobené geologickými procesy. Klimatický systém ovlivňuje rozložení moře a pevniny měnící se tektonickými pohyby a posuvem kontinentálních desek. Velmi důležitá pro klima je i modifikace reliéfu.

Lidské – antropogenní vlivy:

Působení člověka spočívá v přeměně chemického a fyzikálního složení atmosféry.

- Přeměna zemského povrchu způsobená výstavbou měst a vodních přehrad, odlesňováním a zásahům do vegetace se mění odraz světla a je nepříznivě ovlivňována vodní rovnováha.
- Změna v chemickém složení atmosféry je vyvolána změnou fungování přírodního skleníkového efektu. Emise některých uměle vyrobených plynů narušují ozónovou vrstvu a emise aerosolů vytvářejí změny v bilanci záření, v dynamice a množství oblaků.

Astronomické vlivy:

- Změny slunečního záření probíhají neustále od vzniku Země, spíše intenzita záření vzrůstá. Výkyvy slunečního záření se projevují slunečními skvrnami, které se mění v cyklech 11 až 22 let a vyjadřují velké sluneční bouře. V druhé polovině 17. století těchto skvrn bylo zaznamenáno minimální množství, což se shoduje s údaji nejchladnějšího období v Evropě za posledních tisíc let.
- Oběh Země kolem slunce a sklon osy otáčení vzhledem k ploše oběžné dráhy určují roční období na planetě. Oběžná dráha má elipsovitý tvar. Slunce představující jedno z jejich ohnisek způsobuje svou vzdáleností od středu elipsy nesymetričnost záření mezi extrémními ročními obdobími na severní a jižní polokouli. Oběžná dráha i úhel, který svírá osa otáčení a plocha oběžné dráhy se periodicky mění, což vede k postupu rovníkosti.

Geologické vlivy:

- Změna reliéfu mění cirkulaci atmosféry a nepřímo také cirkulaci oceánů.
- Pohlcování dopadajícího slunečního záření ovlivňuje relativní pozice světadílů ve vztahu k pólům.

- Výrazná sopečná činnost hraje důležitou roli při odražení slunečního světla. Sopečnou erupcí se může materiál dopravit až do stratosféry, která je velmi stabilní. Materiál je schopný se udržet v této sféře atmosféry i několik let přičemž způsobí ochlazování planety.

Vnitřní variabilita:

Obecně k ní dochází, když je systém podmiňován procesy, jejichž matematické vyjádření je nelineární. Vnitřní variabilitu vykazují atmosféra, oceán a klimatický systém. [2]

1.1.2 Indikátory změn klimatu

Jak již bylo zmíněno, k postupným klimatickým změnám docházelo v minulosti geologické nedávné i v té pradávné. Záznamy přímých dat z měření počasí máme jen asi 150 let, proto vědci hledali možnosti jak se bez nich obejít. Podobu podnebí v dávné minulosti zjišťují pomocí tak zvaných proxy dat neboli nepřímých metod, které spočívají ve zjišťování klimatických charakteristik v minulosti, především teploty. Odborníci přesným měřením porovnávají letokruhy stromů, jejichž šířka letokruhů má statistickou vazbu na vývoj počasí během daného roku. Vrty do velkých hloubek ledovců získávají vzorky ledu z vrstev uložených v Grónsku či Antarktidě před statisíci lety a analyzují složení jeho vzduchových bublin. Poměr izotopů kyslíku ^{18}O a ^{16}O v bublinách vzduchu mírně závisí na jeho teplotě, takže lze nepřímo určit, jaká byla teplota vzduchu v minulosti. Podobně se využívá analýza starých pylových zrn, sedimentů v jezerech nebo na mořském dně či izotopové rozbory mořských korálů a karbonátových fosilií.

Spolehlivost a přesnost nepřímých dat je samozřejmě nižší než výsledky přímých měření, které známe dnes. [31]

Přímá měření byla umožněna teprve vynálezem například teploměrů, tlakoměrů – barometrů, větroměrů – anemometrů, vlhkoměrů – hygrometrů či srážkoměrů – ombrometrů a vyřešením otázky jejich spolehlivosti a současně poměrné přesnosti. Vznikly materiální podmínky pro vědecké zkoumání počasí a klimatu. [1]

Dnešní sledované indikátory klimatických změn jsou například průměrná roční teplota, vzrůst hladiny moří, tání ledu na pólech, nebo míra CO_2 v atmosféře.



Obr. 2. Srážkoměr [20]

1.1.3 Historie planety Země

Za celou svou existenci Země prošla mnoha a mnoha klimatickými změnami, mimo již zmíněné střídání dob ledových a meziledových docházelo i ke krátkodobějším změnám klimatu nebo náhlým změnám počasí, které ovlivňovaly dění a vývoj živých organismů na této planetě.

Na počátku byla pramlhovina, jejíž kondenzací vznikl pravděpodobně základ naší planety. Po srážkách s planetesimálami¹ se její velikost postupně zvětšovala. Současně začala vytvářet zemské jádro, plášť a kůru. Primitivní atmosféra se skládala z vodíku a hélia. Z prazemě se uvolňovaly nejtěžavější prvky, například vodík, argon, dusík, neon a helium. Po mohutné srážce s planetou velikosti Marsu se odtrhla hmota a dala vznik našemu měsíci. Vlivem oceánských slapů, které způsobuje přitažlivost měsíce, klesá rychlost rotace Země kolem její osy. Na konci prekambria² měl den pouze 12 hodin. Různé katastrofy a

¹ **Planetesimály** malá kamenná nebo ledová tělesa, které se zformovaly ze zárodečné sluneční mlhoviny, z níž vznikla sluneční soustava. Tato tělesa měla rozměry zhruba do 10 km a předpokládá se, že se z nich vytvořila ostatní větší tělesa vzájemnými srážkami.

² **Prekambrium** prvotní období ve vývoji Země, začínající vznikem zemské kůry a končící před 600 až 570 milióny let nástupem doby kambria.

silné sluneční větry mohli přispět k zániku původní atmosféry a vzniku tzv. druhé atmosféry uvolňováním molekulárního dusíku, amoniaku, oxidu uhličitého, sirovodíku, oxidu siřičitého a vodní páry uvolňovaných ze zemského pláště.

Současná atmosféra Země vznikla rozkladem vyjmenovaných molekul – především v důsledku působení slunečních paprsků – a činností živých organismů, které po několik miliard let fotosyntézou vytvářely kyslík. V historii naší planety jsou život a klima nerozlučně spjaty.

Pro vznik života na zemi existují dvě teorie. První teorie „kosmický panspermismus“, podle níž jsou organické molekuly na Zemi mimozemského původu. Od této teorie se však upustilo.

Druhá teorie vysvětluje vznik života ze složek primitivní atmosféry – zejména vodíku, metanu, oxidu uhličitého a amoniaku – rozpuštěných v teplých mělkých vodách, kde mohli vlivem ultrafialového záření vzniknout organické molekuly. Postupem času se organické molekuly množily a stávaly složitějšími, až vznikla protobionta³, což jsou předchůdci heterotrofních organismů. První organismy považované za živé vznikly v prekambriu před 3,8 miliardami let za pomoci řady příznivých okolností. Například sluneční záření dosahovalo o 25 % nižší intenzity než dnes. Zeměkoule pravděpodobně tonula v šeru a za pomoci plynů způsobujících skleníkový efekt, které účinně zadržovaly teplo vyzařované Zemí do vesmíru. [1]

Plyny způsobující skleníkový efekt sehrály při vzniku života velmi důležitou úlohu. Předpokládáme, že tehdejší atmosféra obsahovala stokrát více oxidu uhličitého než dnes a teplota na zemském povrchu se pohybovala kolem 60°C. Zároveň probíhal proces, při kterém velmi kyselé deště s vysokým obsahem oxidu uhličitého chemicky zreagovaly s křemičitany v zemské prakůře. Vzniklý oxid křemičitý a uhličitany odnášely povrchové vody do praoceánu a tam se ukládaly jako vápenec a křemen.

Zhruba před 1,6 miliardami let se vícebuněčná eukarionta⁴ rozdělila na dvě velké skupiny. Jedna stála na počátku říše rostlinné, druhá živočišné. Objevily se různé formy fauny,

³ **Protobionta**- nižší rostliny, první organismy na Zemi.

⁴ **Vícebuněčná eukarionta** jsou buňky s jasně diferencovaným jádrem.

postupně se vyvíjely a byly stále složitější. Vázaly velké množství atmosférického oxidu uhličitého a okysličovaly zemskou atmosféru. Množství kyslíku v atmosféře se na konci prekambria odhaduje na 18 %.

Uložením oxidu uhličitého z ovzduší do rozsáhlých vápencových formací Pangey, vedlo ke snížení skleníkových plynů a podstatnému poklesu průměrné teploty na planetě. Vytvořily se první kontinenty, obloha potemněla v důsledku silné vulkanické činnosti. Došlo k prvnímu zalednění, které trvalo zhruba 300 miliónů let. Poté se opět vrátilo teplé klima.

Druhá doba ledová nastala na konci prekambria zhruba před jednou miliardou let. Trvala 400 miliónů let a tvořil ji sled tří zalednění, každé v délce asi 100 miliónů let. Pohybem kontinentů se tvořily horstva a ledovce. Díky sopečné činnosti, která si dokázala prokázat cestu ledem, docházelo k uvolňování plynů o vysoké teplotě a zesílení skleníkového efektu, které umožnilo následné oteplování.

Z organismů, které přežily ochlazení, se po celé období prvohor bujně vyvíjely a diverzifikovaly bohaté formy života, a to ve vzájemné interakci s klimatem.

V důsledku střídání chladnějších a teplejších období na Zemi docházelo k vymírání některých druhů a naopak ke zrodu nových druhů.

Různé formy flóry se vyvíjely do dnešní podoby. Vyvíjely se rostliny s opadavým listím, které jsou indikátory změn ročních období. Velké bohatství druhů hmyzu odpovídalo nebývalé rozmanitosti krytosemenných rostlin. Klasická africká fauna se rozšířila po celém kontinentu. Chobotnatci se druhově rozrůžňovali a dorůstali do větší velikostí. Opice s ocasy i bez nich se objevily v miocénu. V začínajících čtvrtohorách se na zeměkouli objevili první zástupci rodu Homo.

Opičky zvyklé na život na stromech se musely přizpůsobit životu ve vysoké trávě, protože prales s měnícím se klimatem začal ustupovat savaně pro nedostatek vláhy. Ve vysoké trávě se opičky začaly napřimovat na zadních končetinách, aby se zorientovaly a mohly sledovat případné predátory. Přední končetiny přestaly být zapotřebí při pohybu a uvolnily se pro jiné úkoly. Palec schopný postavení proti ostatním prstům umožňoval vykonávat jemné úkony. Nástupem Homo habilis, který začal používat první prokázané jednoduché kamenné nástroje, se lidský druh vyvíjel na základě schopností vlastních lidem a vymaňoval se ze závislosti na klimatu. [1]

1.1.4 Současnost a budoucnost planety Země

Od úplného počátku průmyslové éry se začalo množství skleníkových plynů v atmosféře zvyšovat. Následkem je zesílení skleníkového efektu a zvýšení průměrné teploty Země. Nejdůležitější roli má CO₂, jehož koncentrace vzrostla od roku 1750 o jednu třetinu.

Průměrná teplota se na planetě Zemi zvýšila od roku 1861 o 0,6°C. Od roku 1960 pozorujeme výrazný ústup ledovců a sněhového příkrovu, přibližně o 10 %. Průměrné srážky se na severní polokouli v průběhu 20. století každých 10 let zvýšily ve středních a vysokých zeměpisných šířkách o 0,5 až 1 % a průměrná hladina moří stoupla ve stejném období o 10 až 20 centimetrů. Roky se silným jevem El Niño⁵ se od sedmdesátých let 20. století vyskytují častěji ve srovnání s údaji, které máme k dispozici počínaje koncem 19. století.

Dnes se již vědci shodují, že za těmito změnami jsou antropogenní vlivy. Globální oteplování má na svědomí hlavně člověk. Z modelů globálního oteplování, které představují vědecký základ, a o které se opírá i jedna z největších světových autorit v tomto oboru IPCC, vyplývá, že se bohužel musíme připravit na zvýšení průměrné teploty na Zemi v 21. století o 1,5 až 6°C. V roce 2050 o 1 až 4°C. Oteplení se projeví nerovnoměrně. V noci bude vyšší než ve dne, vyšší v zimě než v létě, vyšší na pevnině než nad oceány a vyšší ve výšce než na zemi. Na severní polokouli se projeví více než na jižní vzhledem k větší tepelné setrvačnosti jižní polokoule, kde převládají oceány. Na severní polokouli budou více zasaženy oblasti z vyšších zeměpisných šířek. V jižní Evropě bude větší sucho a v severní více srážek. [1]

Dále se předpokládá vyšší výskyt krátkodobých i delších extrémních situací, jako jsou vlny veder, suché období, extrémní větry a vodní srážky, změny rozložení vodních srážek a zvyšování hladiny oceánů, téměř jistě se stále vyšší intenzitou. [10]

Ale ani flora nebo fauna nebude ušetřena. Druhy rostlin, které původně rostly v teplejší středomořské oblasti, se mohou rozšířit a často se může jednat o nežádoucí plevele. Některé druhy se můžou přesunout do vyšších nadmořských výšek. V důsledku častějšího výskytu extrémních klimatických prvků bude narušeno vegetační období, tak že byliny a

⁵ **El niño** (španělsky dítě) zeslabení studeného oceánského proudu a s tím související oteplení tavných vod

keře budou kvést v zimě, nebo jarní květiny budou vytvářet podzimní vegetaci. Nastanou lepší podmínky pro přezimování více generací škůdců. Začnou se objevovat nové druhy škůdců a nových chorob, které zapříčiní větší nápor na vegetaci. Tažní ptáci jako například čáp nebo červenka nebudou odlétat z našeho území do teplých krajů. Naopak u nás na zimu zůstanou i severské druhy ptáků, kteří dříve pokračovali do jižnějších oblastí. Také se k nám přemístí teplomilnější druhy bezobratlých živočichů a některé druhy se rozšíří do vyšších nadmořských výšek, například klíště. Hmyz bude mít více generací za rok a to se projeví v potravních řetězcích.

Častější extrémní počasí ovlivní také zemědělství. Poškodí hodnotu kulturních plodin. Dlouhá sucha vystřídána přívalovými dešti nebo holomrazy naruší vodní koloběh a ovlivní kvalitu půdy. [36]

Další příklady dopadů klimatického oteplování jsou shrnuty v příloze P I. Některé z nich začínáme pociťovat již v současnosti.

1.2 Atmosféra

Atmosféra neboli ovzduší tvoří plynný obal Země. Ovlivňuje teplotu na zemském povrchu, bez ní by na Zemi panovaly extrémní teplotní výkyvy mezi dnem a nocí. Je unikátní díky vysoké koncentraci kyslíku a přítomnosti vodní páry. Kyslík v atmosféře je původu biogenního, jeho existence je svázána s aktivitou živých organismů, které udržují atmosférickou hladinu tohoto velmi reaktivního plynu na konstantní úrovni.

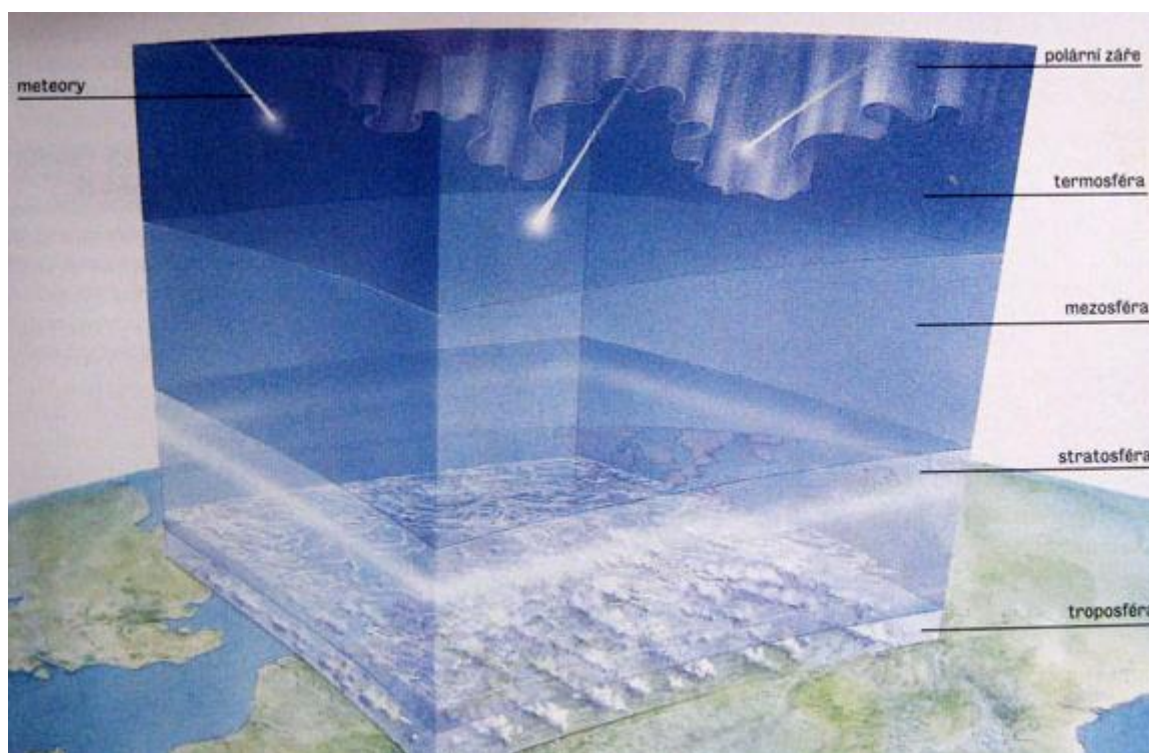
Vlastnosti atmosféry se mění s výškou nad povrchem. Tlak exponenciálně klesá, mění se poměr jednotlivých složek a charakteristickým způsobem se mění teplota, protože se atmosféra zahřívá tepelným zářením z povrchu země a slunečním zářením z kosmu. [10]

Atmosféra nemá žádnou pevně stanovenou výšku. Podle vědců sahá do výšky asi 300 km. Nejnižší oblast tvoří troposféra, vysoká v průměru asi 15 km. V ní se rodí většina bouří, deště, prohánějí se oblaka, mohutné větrné systémy a také je to sféra znečištěného ovzduší.

Chemické procesy, ovlivňující přeměnu skleníkových plynů, jsou iniciovány ultrafialovým světlem o vlnové délce mezi 290 a 320 μm . Tento druh světla rozkládá ozón, a tím vytváří velmi reaktivní částice kyslíku, které reagují s vodní párou a tvoří hydroxyly (-OH). Tyto

sloučeniny přes různé chemické reakce vyvolávají přeměnu metanu (CH_4), oxidu uhelnatého (CO), oxidu dusnatého (NO) a ozónu (O_3).

Další vrstvou atmosféry je stratosféra. Rozkládá se mezi 15 – 50 km. U skleníkových plynů, které projdou do stratosféry a nedojde u nich k ovlivnění hydroxily v troposféře, dochází k přeměně fotolýzou⁶. Sluneční záření o vlnové délce kratší než 80 μm rozloží stabilnější sloučeniny, jako jsou freony, halony a jiné sloučeniny chloru, ale také oxid uhličitý a oxid dusný (N_2O). Plyny, které se rozkládají ve spodní části stratosféry, mají životnost 40 – 200 let. [2]



Obr. 3. Složení atmosféry [27]

Horní atmosféra je oblast nad výškou 50 km. Skládá se z mrazivé mezosféry, která pokračuje ve výšce 50 – 80 km. V ní můžeme pozorovat ohnivé dráhy padajících hvězd, elektrizované sféry termosféry a jejich části s ionizačními účinky. Horní atmosféra je oblast

⁶ **Fotolýza** – molekulární rozklad vyvolaný světlem

ionosféry, vodivého ovzduší, oblast polární záře, světélkujících oblaků, nočního třpytu oblohy. Chemická povaha je ovlivněna energeticky bohatým zářením o vlnové délce pod 120 nm.

Řídké atmosférické plyny ve vyšších výškách nepozorovaně přecházejí do úplného kosmického vzduchoprázdna.

Ze stratosféry je postup skleníkových plynů do vyšších vrstev velmi pomalý, jelikož jsou rozptylové schopnosti těchto plynů ve stratosféře velmi nízké, a to díky její vysoké stabilitě, která snižuje možnost vertikální výměny vzduchu. [2]

1.3 Skleníkové plyny

Nejdůležitějšími skleníkovými plyny přírodního původu jsou vodní pára, oxid uhličitý (CO_2), metan (CH_4) a oxid dusný (N_2O). Na složení atmosféry se podílejí méně než jedním procentem, ale jejich důležitou úlohou je udržovat teplotu zemského povrchu na životu příznivých hodnotách. Bez jejich přítomnosti by průměrná teplota na Zemi činila -18°C , byla by tedy o více než 30°C nižší oproti současnému stavu. [3]

Od 19. století, zřejmě s rozvíjející se industrializací, začal objem těchto plynů stoupat. V druhé polovině 20. století rostou dokonce daleko rychleji než v kterémkoliv období posledních 2000 let. Větší objem skleníkových plynů v ovzduší je považováno za příčinu současného razantního zvýšení skleníkového efektu. [6]

Kromě těchto plynů začalo lidstvo jako vedlejší produkt svých průmyslových technologií vypouštět do ovzduší i zcela nové, uměle vyrobené chemické látky, které ještě více zesilují skleníkový jev. Jsou to freony, halogenované uhlovodíky (CFC), hydrogenované fluorovodíky (HFC) a fluorid sírový (SF_6). Mají za následek ztenčování ozónové vrstvy, chránící život na Zemi před smrtelným ultrafialovým zářením.

Koncentracím skleníkových plynů odpovídá i vývoj globálních teplot. Od 18. století stoupla průměrná teplota zemského povrchu asi o $0,6^\circ\text{C}$ a v současné době roste o $0,10-0,15^\circ\text{C}$ za desetiletí. Devadesátá léta byla nejteplejší dekádou za posledních tisíc let a rok 1998 zatím vůbec nejteplejším rokem. Tyto změny mají prokazatelně příčinu v antropogenních emisích skleníkových plynů, zejména oxidu uhličitého. [3]

Tab. 1. Přehled skleníkových plynů [3]

SKLENÍKOVÝ PLYN	zn.	životnost v atmosféře [roky]	skleníkový potenciál jedn. množství, vzhledem k CO ₂	podíl na skleníkovém jevu [%]
oxid uhličitý	CO ₂	50-200	1	64
metan	CH ₄	12±3	21	19
oxid dusný	N ₂ O	120	310	5,7
fluorid sírový	SF ₆	3200	23900	0,08
halogenované uhlovodíky (freony)	CFC	50-1700	4000-11700	10
hydrogenované fluorovodíky	HFC	1,5-264	140-11700	velmi malý

1.3.1 Oxid uhličitý – CO₂

Přirozeným zdrojem oxidu uhličitého je především půda, ze které se uvolňuje rozkladem odumřelých rostlin a půdní fauny, samovolným vznícením zdrojů fosilních paliv a samovolnou oxidací oxidu uhelnatého CO. Řadí se mezi nejvýznamnější skleníkové plyny z hlediska svého působení. 76,7 % celkového skleníkového efektu se přisuzuje právě oxidu uhličitému. Spalováním fosilních paliv v průmyslu, energetice a dopravě vzniká 80 % množství současných emisí CO₂, jejichž produkce se neustále zvyšuje. Jen státy, které podepsaly Kjótský protokol, za šest let od přelomu století, zvýšily produkci CO₂ o 2,3 %.

Ze 76,7 % celkového skleníkového efektu oxidu uhličitého je:

- 17,4 % vytvořeno přeměnou uhlikatých sloučenin nadzemní i podzemní biomasy při odlesňování a užívání půdy,
- 2,8 % vzniká unikáním CO₂ při vulkanické činnosti, tlením vegetace a dýcháním živočichů (což však množství CO₂ v přírodním oběhu nezvyšuje),
- 56,5 % způsobeno emisemi energetiky, dopravy či průmyslové výroby, dále spalováním fosilních paliv a také při výrobě oceli a cementu.

Obsah CO₂ v atmosféře je ze 40 % regulován základním biologickým procesem tvorby živé hmoty, fotosyntézou suchozemských rostlin. Z 60 % fotosyntetickou fixací, která probíhá v oceánech. Fotosyntézou se v přítomnosti chlorofylu, přísunu sluneční energie a vody tvoří bílkoviny, tuky i cukry biomasy a uvolňuje se kyslík.

Uvolněním 2,123 miliardy tun uhlíku do atmosféry se koncentrace CO₂ zvýší o 1 ppm⁷. Lidská společnost vyprodukovala v uplynulých dvou letech 132 ppm CO₂ spalováním a 94 ppm CO₂ změnami v užívání půdy. Z této sumy pohltily 58 ppm povrchové vody a 78 ppm vegetace pevnin. Z tohoto důvodu se koncentrace oxidu uhličitého na přelomu 20. století zvýšila o 90 ppm, z 280 ppm na 370 ppm. Na základě těchto výsledků je patrné, že zvýšení průměrných teplot vzduchu nad zemským povrchem je následkem antropogenní činnosti. [3]

1.3.2 Vodní pára

Vodní pára je nejdůležitějším zprostředkovatelem přenosu energie v klimatické soustavě. Nejvíce je obsažena v troposféře a vzniká vypařováním vodních ploch moří, jezer, řek, ale i vody obsažené v půdě, živých organismech nebo rostlinách. Odpovídá 63 % podílu na přirozeném skleníkovém efektu v atmosféře. Je součástí uzavřeného cyklu oběhu vody. Vodní pára vyskytující se v atmosféře je zdrojem formování oblaků a srážek dešťových nebo sněhových, které jsou nezbytnou součástí hydrologického cyklu a tím i života na pevnině.

Podíl vodní páry v atmosféře není způsoben lidskou činností přímo, ale až jako následek oteplení vzduchu, jelikož celkový obsah vodních par ve vzduchu stoupá s teplotou. Hmotnostní podíl vodní páry v polárních oblastech v něm kolísá od 0,2 % do průměru 2,5 % v dešťových tropických územích a místně může vystoupit až na 4 %. Průměrná koncentrace vodních par v atmosféře se zřejmě za posledních 10 000 let takřka nezměnila. Roste až se současným oteplováním a odražením tepla spodní plochou oblak zesiluje skleníkový efekt. Současně se zvyšuje oblačnost, oblaka potom zastíňují zemský povrch a svou horní plochou, především v případě maritimních stratokumulů⁸, zčásti odrážejí sluneční záření, tím snižují teplotu atmosféry a částečně přírůst skleníkového efektu vyrovnávají. [6]

⁷ **ppm**- parts per milion, jednotka pro vyjádření nízkých koncentrací. Vyjadřuje počet částic na 1 milion ostatních částic. Přibližně odpovídá koncentraci 1 mg látky v 1 litru roztoku.

⁸ **Maritimní stratokumuly** jsou oceánské kupy šedé nebo bílé vrstvy oblaků

Množství vodní páry v atmosféře je závislé na atmosférických podmínkách a její hmotnost se mění v denní době, roční době a místě.

1.3.3 Metan – CH₄

Nejjednodušší uhlovodík, jehož koncentrace v atmosféře je menší než u oxidu uhličitého, ale pokud jde o skleníkový efekt je 20 krát účinnější. Vzniká bakteriálním rozkladem látek biogenního původu a jako produkt střevní fermentace skotu. Velkými zdroji metanu jsou močály a lesní porosty, jako složka zemního plynu a ropy, v permafrostu⁹ a na dně moří. Mezi antropogenní zdroje řadíme výpary ze skládek a čističek odpadních vod, úniky z netěsnících ropovodů, plynovodů a uhelných dolů. Velkým a stále rostoucím zdrojem jsou hospodářská zvířata. Avšak k těm největším zdrojům metanu na Zemi patří rýžová pole, která jsou po většinu vegetační doby trvale zalita vodou.

Mezivládní panel pro změnu klimatu (2007) udává, že koncentrace metanu vzrostla od doby průmyslové revoluce z 0,715 ppm na 1,774 ppm v roce 2005. V minulých 650 000 letech se pohybovala mezi 0,320-0,790 ppm – od doby průmyslové revoluce tedy vzrostla dvaapůlkrát. Hydroxilovou oxidací se 90 % tohoto množství rozkládá, malá část se vstřebává do pedosféry, takže v atmosféře ročně přibývá přibližně 30 Gt metanu. [6]

1.3.4 Oxid dusný – N₂O

Oxid dusný se uvolňuje především vulkanickou činností nebo požáry, přirozenou cestou z oceánů a deštných pralesů. Produkují jej však také mikroorganismy přítomné ve vodě a půdě, vzniká při tvorbě humusu a eutrofizaci vod. Činnost člověka zvyšuje koncentraci oxidu dusného spalováním fosilních paliv a průmyslovou chemickou výrobou, zemědělským užíváním půdy, jejím hnojením dusíkatými hnojivy, přeměnou lesní půdy na zemědělskou, chovem dobytka.

Oxid dusný má dvěstěkrát vyšší odrazivost v rozsahu tepelných vln vyzařovaných Zemí než oxid uhličitý. Jeho obsah v troposféře je velmi malý (0,319 ppm) ve srovnání s oxidem

⁹ **Permafrost** – věčně zmrzlá voda, která má po dobu dvou let teplotu 0°C a nižší

uhličitým (380 ppm), a přesto je podíl na skleníkovém efektu 7,9 %. Před průmyslovou revolucí jeho hodnoty dosahovaly jen 0,270 ppm.

V zemích intenzivního zemědělství se užívá až 0,58 t dusíku (N) ve formě hnojiv na hektar, z čehož minimálně 10 % uniká do atmosféry. [6]

Je znám také jako rajský plyn pro své narkotické vlastnosti.

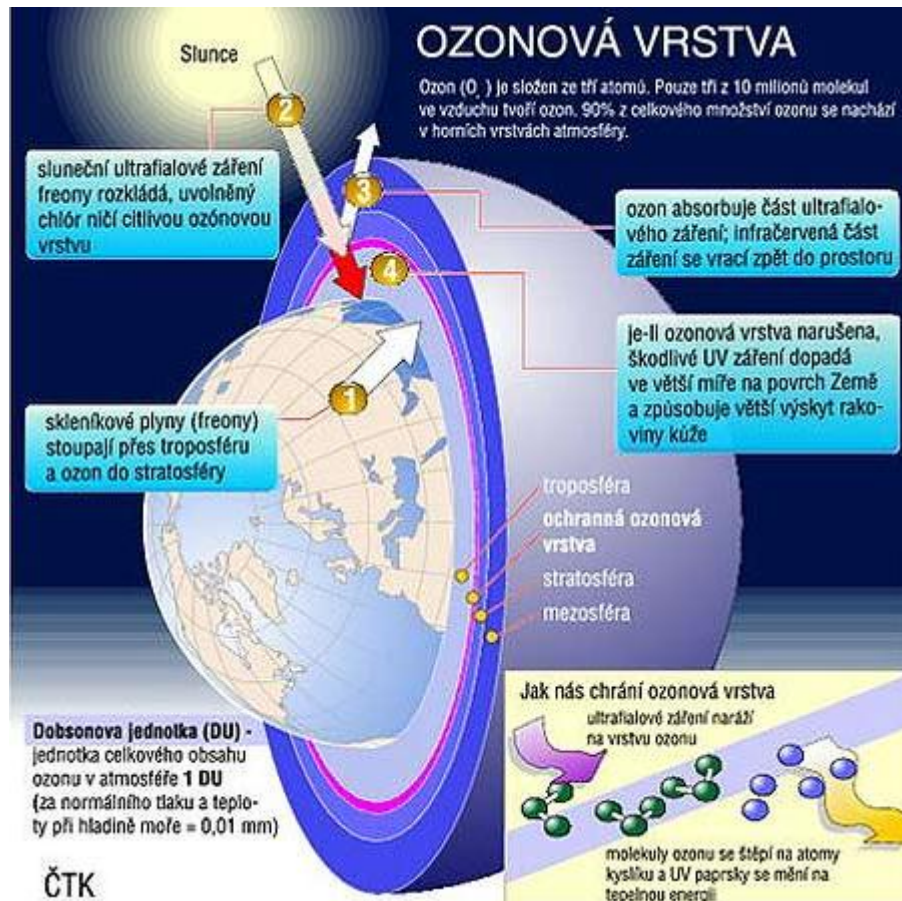
1.3.5 Ozón – O₃

Ozón (O₃) je chemicky nestabilní forma kyslíku, jejíž molekulu vytvářejí tři atomy. Tvoří se a také rozbíjí vlivem ultrafialového záření ve spodních vrstvách troposféry, a především ve stratosféře, ve výši 20-50 km, zejména nad tropickými a subtropickými oblastmi. Jeho rozkladem vzniká kyslík (O₂), který reakcí s vodními parami vytváří hydroxyly (-OH)¹⁰, které způsobují přeměnu metanu (CH₄), oxidu uhelnatého (CO), oxidu dusnatého (NO) a zpětně i ozónu. Produkci oxidu uhelnatého a dusnatého se ozón spodních vrstev troposféry rychle rozkládá, takže jeho koncentrace jsou měřitelné pouze v okolí příslušných zdrojů znečištění atmosféry. Chrání před ultrafialovým zářením biosféru a umožňuje rozvoj života, neboť ultrafialové paprsky narušují bílkoviny a nukleové kyseliny – součásti živé hmoty.

V zimě, během polární noci, se nad póly proces vzniku O₃ zastavuje. V polovině osmdesátých let minulého století byla v atmosféře nad Antarktidou zjištěna plocha 25·10⁶ km² s výrazně sníženým množstvím ozónu, tzv. ozónová díra. Příčinou jejího vzniku byl rozpad ozónu vyvolaný chlórem, jenž je součástí freonů.

V Antarktidě bylo zjištěno zvýšení ultrafialového záření o 6,5 % ročně, v našich zeměpisných šířkách v průměru o 0,35 % ročně a další úbytek ozónu o zhruba 5 % na konci zimy. Ozónovou dírou a úbytkem O₃ v atmosféře stoupl počet onemocnění rakovinou kůže. Proto byla mezinárodní dohodou, tzv. Montrealským protokolem, omezena výroba freonů, neboť zejména jejich únik tento atmosférický jev vyvolal. [6]

¹⁰ **Hydroxyly** – hydroxylové skupiny popisující skupinu OH vázanou v organických sloučeninách, látky obsahující tuto skupinu se nazývají alkoholy.



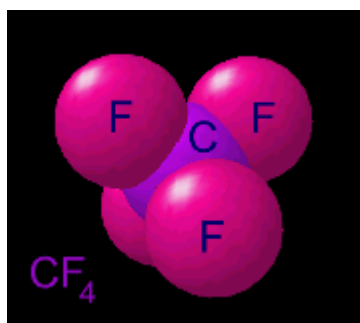
Obr. 4. Ozonová vrstva [38]

1.3.6 Freony a halony

Netečné sloučeniny uhlíku (C), fluoru (F), chloru (Cl) s případnými dalšími halogenními prvky, se v přírodě nevyskytovaly. Od třicátých let 20. století je vyráběl chemický průmysl pro chladicí látky ledniček, pěnové látky obalů a matrací, izolaci budov, jako rozpouštědla a aerosoly, tlakové plyny rozprašovačů parfémů a jiných kapalin v kosmetickém a farmaceutickém průmyslu atp. Jejich emise se rozprostírají rovnoměrně po celé zeměkouli do výše až 60 km a odpovídají za 1,1 % skleníkového efektu. Proudí v troposféře je šíří a rozředí v průběhu nejvýše dvou let. Intenzivně pohlcují dlouhovlnné záření v rozsahu vlnových délek atmosférického okna, kde jiné skleníkové plyny záření neabsorbují. Jsou vysoce účinné při malé koncentraci, proto mají při skleníkovém efektu velký význam.

V průběhu osmdesátých let 20. století bylo zjištěno, že freony narušují ozónovou vrstvu stratosféry, která umožňuje život na zemi. Zastavení jejich výroby a náhrada neškodnými produkty byly předmětem již zmíněného Montrealského protokolu. [6]

Freony mají vysokou stabilitu, až tisíce let, a jejich vliv v atmosféře je stále patrný (ozónová díra). Freony se rozpadají ve výškách kolem 60 km. Ve srovnání s oxidem uhličitým je jejich účinek na pohlcování dlouhovlnného záření až 10000 x větší. [30]



Obr. 5. Fluorid uhličitý[38]

1.3.7 Aerosoly

Aerosoly, jsou kapalné nebo pevné částice rozptýlené ve vzduchu. Podílejí se na tvorbě oblačnosti, vzniku srážek, rozptylu slunečního záření. Prostřednictvím těchto důležitých atmosférických dějů mají vliv na zemské klima, na životní prostředí a zdraví člověka. Aerosolové částice často obsahují absorbované toxické či karcinogenní látky. Na jejich povrchu také dochází k celé řadě chemických reakcí, při nichž se do ovzduší uvolňují různé škodliviny.

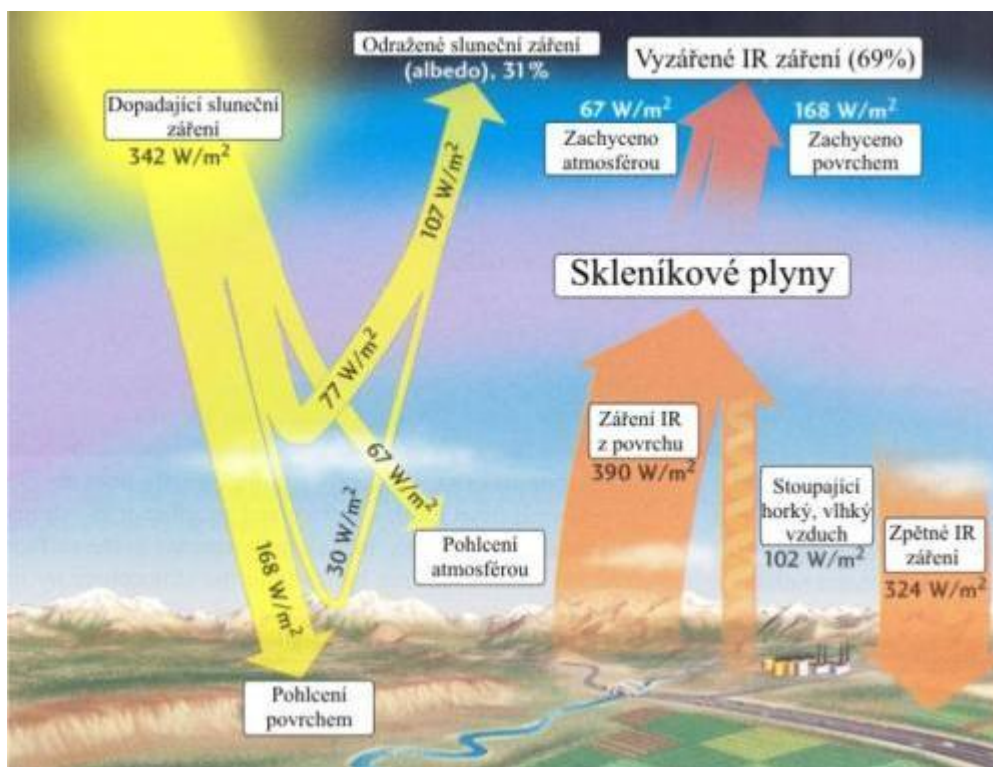
Působily dýchací potíže a následně kyselé deště, které ničily lesy. Elektrárny začaly být odsiřovány a automobily získaly katalyzátory. Emise škodlivých aerosolů do atmosféry poklesla. Aerosoly se ze vzduchu poměrně rychle odstraňují, padají totiž k zemi společně s deštěm. Proto se brzy po omezení emisí jejich množství snížilo a atmosféra se snad i proto začala znovu oteplovat.

Nápady, že by se stávající problémy s oteplováním daly vyřešit přísunem aerosolů do atmosféry sice byly, ale nejsou příliš reálné. Aerosol je ze své fyzikální podstaty škodlivou látkou, a proto je jednoznačně dobře, pokud je ho v ovzduší co nejméně. [44]

1.3.8 Skleníkový efekt

Vysvětlení současné klimatické změny na Zemi se vysvětluje změnou v koncentracích skleníkových plynů v atmosféře. Jedná se o plyny, které vykazují schopnost vytvářet tzv. skleníkový efekt. Ten funguje na jednoduchém principu: Skleníkové plyny jsou sloučeniny, které díky svým fyzikálním vlastnostem propouštějí krátkovlnné záření horkých těles a naopak pohlcují dlouhovlnné záření těles chladnějších, čímž sebe a okolí zahřívají. V praxi tedy propouštějí záření Slunce směrem k Zemi, které tak dopadne až na zemský povrch. Zpětné záření chladnějšího povrchu Země již molekuly CO_2 dokážou pohltit a zahřívají tak okolní vzduch. [45]

Jinak řečeno přibližně 30 % slunečního záření pronikajícího do zemské atmosféry se vrací zpět do kosmu, a to vlivem odrazu od oblačnosti, rozptylu na molekulách vzduchu nebo odrazu od zemského povrchu. Zbýlých cca 70 % je pohlceno povrchem (v malé míře i atmosférou), a to má za následek zvýšení teploty povrchu a částečně i vzduchu. [31]



Obr. 6. Zjednodušený model skleníkového efektu [31]

2 ZDROJE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ

Některé významné skleníkové plyny, zejména oxid uhličitý a metan, jsou součástí přirozených procesů probíhajících na Zemi. Koloběh těchto plynů tvoří součást tak zvaného globálního uhlíkového cyklu. Atmosféra, svrchní vrstva oceánu, biosféra a půda, kde uhlík koluje, jsou velmi úzce propojeny. Vzájemně si vyměňují obrovská množství uhlíku. Oceán pohlcuje mnoho uhlíku hlavně v oblastech s chladnou vodou a naopak uhlík uvolňuje v tropech.

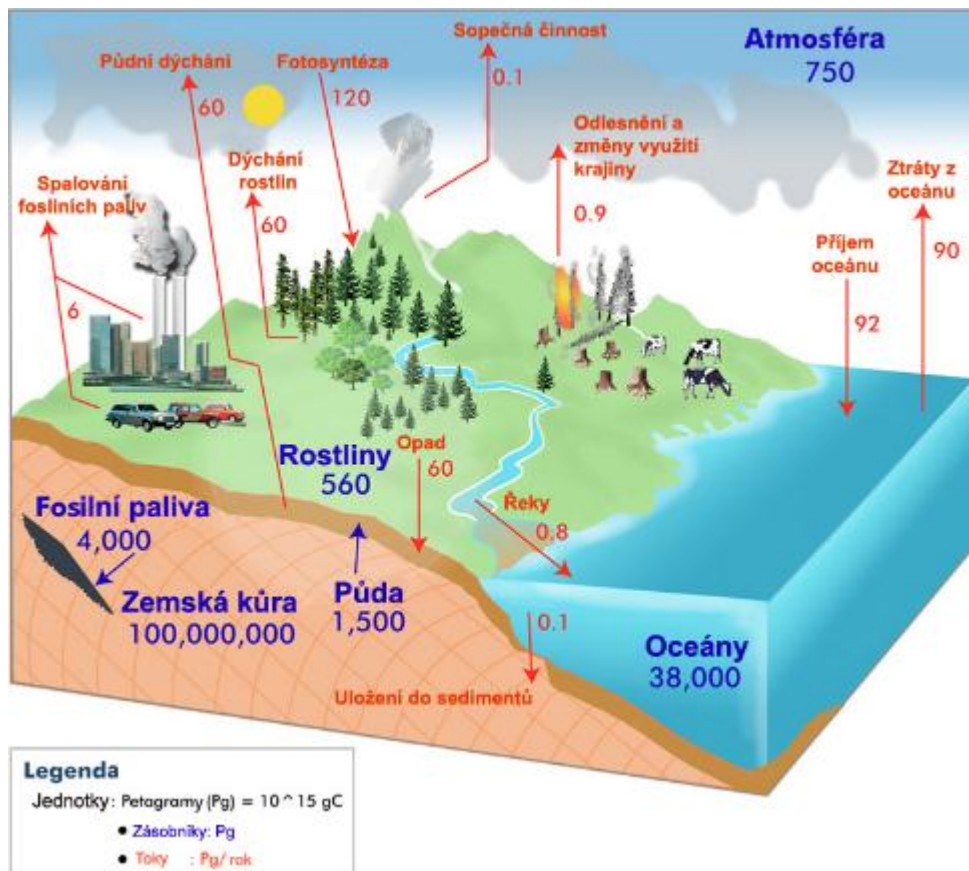
Výměna s hlubokými vrstvami oceánu je slabší a pomalejší, proto se zde změny projevují i po několika staletích.

Fotosyntéza rostlin odstraňuje oxid uhličitý a tím také uhlík z atmosféry a ukládá ho do vegetace. Dýchání živočichů naopak uvolňuje uhlík zpět do vzduchu.

Přirozené toky uhlíku mají mnohem větší objem než množství uměle vypouštěné do atmosféry například z průmyslu nebo dopravy. Dlouhodobě jsou velmi dobře vyrovnávány. Proto množství uhlíku, které se za určité období dostane do atmosféry přirozenými procesy, je přibližně stejné jako množství uhlíku přirozenými procesy odstraněné. Tuto rovnováhu může narušit i poměrně malé množství například průmyslových emisí, které způsobí dlouhodobý systematický růst koncentrací skleníkových plynů v atmosféře.

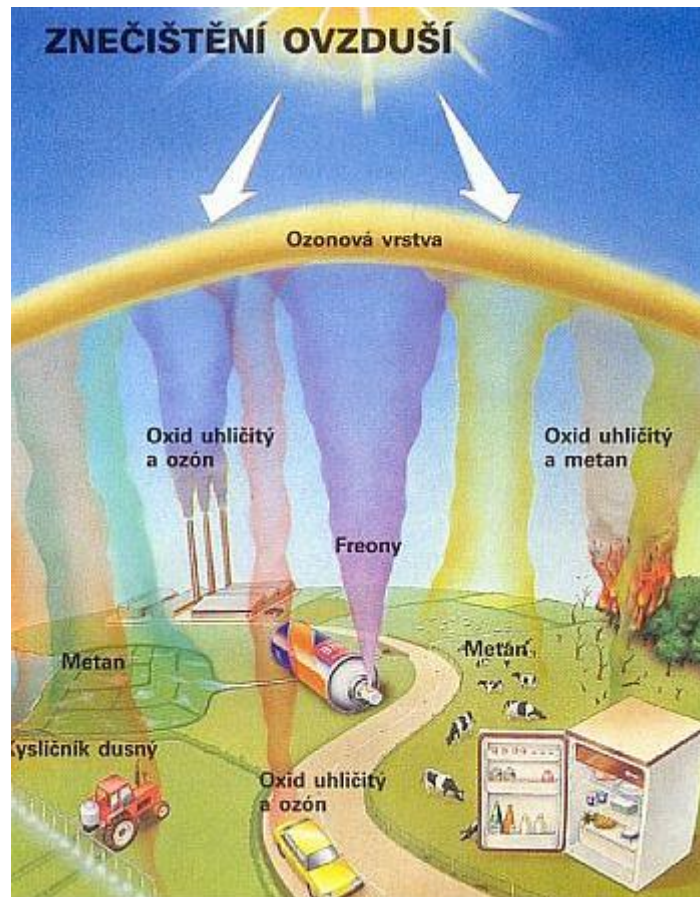
Antropogenní zdroje oxidu uhličitého již dnes odpovídají asi 10 % toku oxidu uhličitého z oceánu do atmosféry, nebo z atmosféry do oceánu a jsou asi 20x větší než přirozený tok uhlíku zpět do fosilních rezervoárů. Nejsou tedy zanedbatelné oproti přírodním procesům. S přibýváním skleníkových plynů ve vzduchu se samozřejmě zvětšuje také jejich působení na klimatický systém. Další faktory, které zvyšování skleníkových plynů provázejí je úbytek ozónu ve stratosféře zapříčiněný produkcí freonů. Naopak přibývá přízemní ozón, pomocí chemického znečištění vzduchu může vznikat fotochemický smog, hlavně ve velkých městech a v létě. Mění se albedo¹¹ zemského povrchu způsobené rozvojem zemědělství, ubýváním lesů a usazování sazí na sněhu. Přibývá aerosolů ve vzduchu, jako například oxid siřičitý, prach a další, nebo kondenzační pásy za letadly. [31]

¹¹ **Albedo** - míra odrazivosti tělesa nebo jeho povrchu, poměr odraženého elektromagnetického záření ku množství dopadajícího záření



Obr. 7. Koloběh uhlíku [46]

Jakkoliv je tedy CO_2 nejvýznamnějším skleníkovým plynem antropogenního původu, nelze problematiku skleníkových plynů zužovat jen na otázku snížení jeho emisí. Metan, oxid dusný i další skleníkové plyny, které dosud nejsou zahrnuty do systému emisních povolenek, mají rovněž nezanedbatelný podíl na klimatických změnách. Mnohé z nich se navíc také uvolňují přírodními cestami a to nezávisle na politických dohodách a lidech. [48]



Obr. 8. Zdroje skleníkových plynů [35]

2.1 Přírodní zdroje skleníkových plynů

Za příjemné počasí vděčíme několika plynům v atmosféře, které zadržují část unikajícího tepla z povrchu země a posílají ho zpět k zemi. Tyto plyny jsou přirozenou součástí různých přírodních koloběhů a po celá staletí udržují vhodnou teplotu na zemi důležitou pro život. Nejdůležitějším plynem je vodní pára, která se na skleníkovém efektu podílí 36 – 70 % bez započtení vlivu oblačnosti. Dalším plynem je oxid uhličitý s 9 – 26 %, metan se svým podílem 4 – 9 %, ozon s 3 – 7 % a oxid dusný.

Zdrojem vodní páry na Zemi jsou rozsáhlé vodní plochy moří, jezer a řek, ale také voda obsažená v rostlinách, živých organismech nebo půdě. Vypařováním se vodní pára dostane do nižší vrstvy atmosféry. Klimatický systém ovlivňuje její zpětná vazba. Čím víc bude atmosféra teplejší, tím víc bude docházet k většímu vypařování a obsah vodní páry bude

vyšší. Proto je také v rovníkových oblastech absolutní vlhkost vzduchu vyšší než v polárních oblastech.

Uhlík neustále proudí mezi rezervoáry v oceánu, ve vodě rozpuštěný jako oxid uhličitý nebo v planktonu, na zemi obsažený nejčastěji v živých organismech a v atmosféře ve formě oxidu uhličitého nebo metanu. Oceán pohlcuje uhlík hlavně v oblasti s chladnou vodou a uvolňuje jej v tropech. Výměna s hlubokými vrstvami oceánu je slabší a zdouhavější, proto se změny projevují v průběhu několika staletí.

Fotosyntéza rostlin oxid uhličitý odstraňuje z atmosféry a ukládá ho do vegetace. Dýcháním živočichů se uhlík uvolňuje zpět do vzduchu.

Přirozené toky uhlíku probíhají v mnohem větším objemu než emise antropogenního původu. Dlouhodobě jsou velmi dobře vyrovnávány, tak že množství uhlíku uvolněné do atmosféry přirozenými procesy je přibližně stejné jako množství uhlíku z atmosféry odstraněné. [31]

Velkou zásobárnou CO₂ může být v budoucnu i amazonský prales nazývaný „zelené plíce“ planety. Velká sucha v roce 2005 a 2010 měla za následek, že amazonský deštný prales nepohlcoval oxid uhličitý, jako v jiných letech, ale naopak ho vypouštěl do atmosféry. Stromy a další vegetace během svého života oxid uhličitý vstřebávají, ale když uschnou a hnijí, tak ho naopak vypouštějí.

Přírodním zdrojem metanu jsou všechny druhy mokřadu, výměna plynu mezi atmosférou a oceány, termiti, zahnívací procesy v rašeliništích, které se někdy označují také jako bahenní plyn nebo biologické činnosti živočichů.

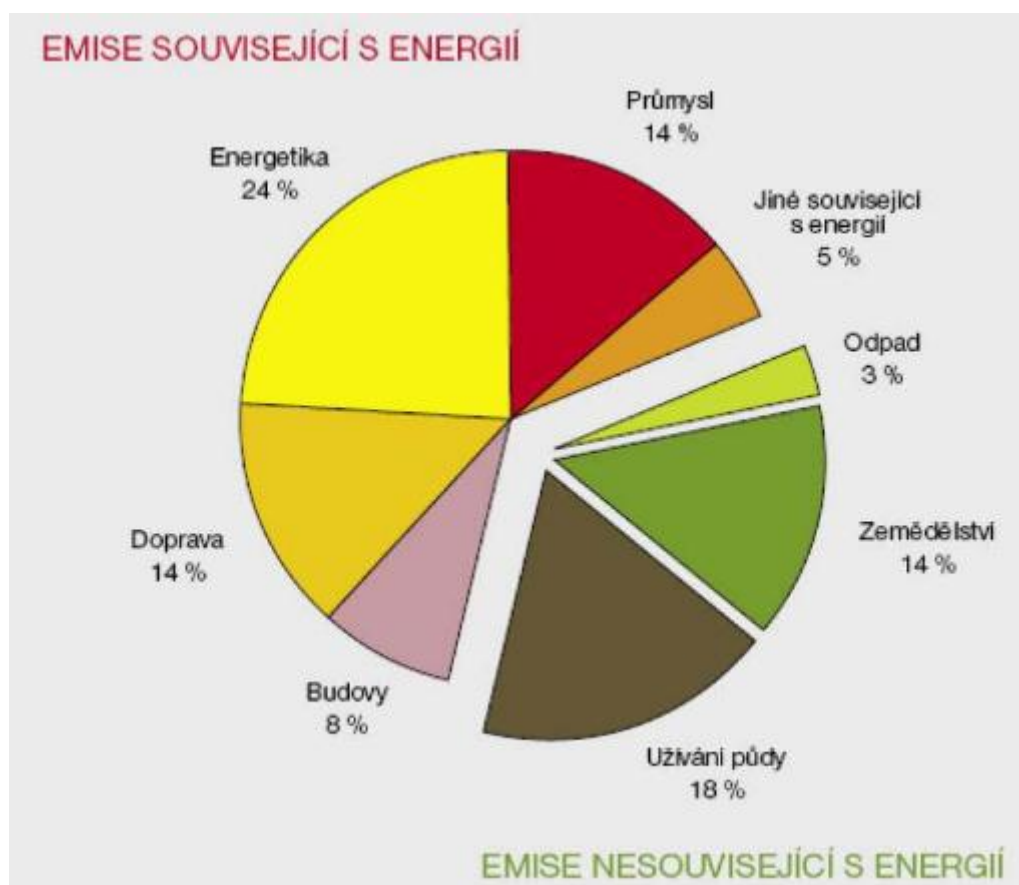
Také byla detekována zvýšená koncentrace metanu nad některými tropickými porosty. V období dešťů to není nic neobvyklého, ale bubliny metanu se nad pralesy objevují i mimo období dešťů. [52] Čím dál víc metan vypouští i zamrzlé zásobárny pod vodní hladinou. Nebezpečný plyn také samovolně uniká z přírodní zásobárny nacházející se pod povrchem mělkého šelfového moře, které omývá severní stranu asijského kontinentu. Tato oblast je tak obrovská, že se jedná o jednu z největších přírodních zásobáren metanu na Zemi. [56]

2.2 Zdroje skleníkových plynů z lidské činnosti

Skleníkových plynů lidskou činností rychle přibývá a podnebí se díky tomu mění rychleji, než kdykoliv v posledních milionech let. Jde o nejnebezpečnější a nejosudnější experiment, který lidstvo se svou planetou uskutečňuje.

Antropogenními procesy dochází ke znečištění vzduchu a vody. Jejich prostřednictvím se látky dostávají zpět do litosféry, kde mění její složení. Spalováním fosilních paliv, uhlí, ropy a zemního plynu, každoročně uvolňuje miliardy tun uhlíku, který po miliony let ležel hluboko v zemi. Dochází ke ztrátě kyslíku a naopak zvýšení kysličníku síry v atmosféře a ničení ozónové vrstvy. Následkem je okyselování půd a vod.

Také úniky z vrtů a důlních děl nebo z minerálních pramenů můžeme považovat za antropogenní. Dochází k úniku CO₂, metanu, ale i vzácných plynů jako je helium.



Obr. 9. Celkové emise [22]

Antropogenní činnost se projevuje také v zemědělství, narušením chemické rovnováhy znečištěním ropou, používáním nevhodných hnojiv, zasolením při solení komunikací nebo vypouštění agresivních vod. Velký vliv má průmysl a antropogenní vznik umělých prvků, komunální odpady nebo urbanizace.

Další zvýšení skleníkových plynů nastalo rozvojem automobilismu ve 20. letech 20. století.

2.2.1 Průmyslová výroba

Největší množství emisí produkuje energeticky intenzivní průmysl: železářny a ocelárny, kovovýroba, chemický průmysl včetně výroby minerálních hnojiv, rafinerie ropy, keramický a sklářský průmysl, výroba cementu, vápna, buničiny a papíru. Z komínů průmyslových objektů unikají do vzduchu průmyslové emise jako následek využívání fosilních paliv a jejich spalování při výrobě energie. Je to především oxid siřičitý (SO_2), oxid uhelnatý (CO), oxid uhličitý (CO_2), a oxidy dusíku (NO_x), uhlovodíky, těžké kovy jako kadmium, olovo, chrom, dále radioaktivní stopové prvky a jiné plyny a aerosoly. Tyto emise provázejí přírodní procesy a podílejí se na nich.

Rozptýlení těchto emisí závisí na okamžité povětrnostní situaci a výšce komínu, kterou stanovují příslušné předpisy. Vysoké komíny umožňují větší rozptýlení a vzestup do vyšších vrstev atmosféry a následný spád emisí ve vzdálených oblastech. Stabilní povětrnostní situace umožňuje rozptýlení emisí a snížení jejich koncentrace. Teplotní inverze, stav, kdy teplota vzduchu s výškou stoupá, zvyšuje koncentraci emisí rozptýlených v nižších vrstvách atmosféry v okolí zdroje.

V případě vytvoření kouřové mlhy mluvíme o smogu. Je to stav, koncentrovaného a povětrnostní situací málo rozptýleného znečištění vzduchu. V chladných ročních obdobích přísunem tepla a emisí ze spalování uhlí vzniká sirný smog, kde převažuje oxid siřičitý (SO_2). [6]

Největším producentem skleníkových plynů, ale i například oxidů síry nebo dusíku je v České republice největší uhelný elektrárenský komplex Elektrárny Pruněřov. Do začátku 90. let díky této elektrárně došlo, mimo vypouštění skleníkových plynů do ovzduší, k rozsáhlému poškození životního prostředí v Severních Čechách, k velkému poškození lesů v chráněném území Krušných hor, ale i zdravotního stavu obyvatel v této lokalitě. Proto bylo nutné uskutečnit program odsíření, který probíhal v letech 1992 – 1998 a

podářilo se tak snížit emise SO₂ o 92 %, pevných částic popílku o 95 %, emise oxidů dusíku o 50 % a oxidu uhelnatého o 77 %. Téměř 90 % vedlejších energetických produktů z procesu odsíření již nepatří do kategorie odpadů, ale lze je dále využít. [40] Do roku 2016 se počítá s uzavřením Elektrárny Prunéřov I, jelikož by tato elektrárna po roce 2015 nevyhověla zpřísněným ekologickým parametrům.



Obr. 10. Smog [39]

Ekologicko-ekonomické důvody související nejen s účinností kotlů, ale především celých bloků a tím zprostředkovaně s likvidací hlavního skleníkového plynu CO₂ se stalo hlavním cílem současného programu obnovy uhelných zdrojů skupiny ČEZ. Ke komplexní obnově dojde například v Elektrárně Tušimice II, Elektrárně Prunéřov II nebo Elektrárně Počerady. Stejný osud jako Elektrárnu Prunéřov I postihne i Elektrárnu Mělník III a Elektrárnu Chvaletice, jejich odstavení se plánuje v letech 2015 - 2020 a důvodem není jen distribuce skleníkových plynů, ale i nedostatek uhlí.

Zásoby uhlí nejsou nevyčerpatelné. Předpokládá se, že v letech 2035 - 2050 ztratí uhelné elektrárny v ČR v závislosti na dostupnosti českého hnědého uhlí dominantní význam. [40]

2.2.2 Energetika

Celková globální spotřeba energie, kterou lidstvo využívá z fosilních paliv je z 80 %. Ostatní energie je využívána z 5 – 6 % jaderná energie, 13 – 15 % alternativní zdroje,

z toho 7 – 9 % biopaliva, 5 – 6 % vodní energie a 2 % větrná, sluneční a geotermická energie. [6]

Fosilní paliva jsou, mimo uhlí, také ropa a zemní plyn. Podle Jamese Lovelocka „existuje naivní přesvědčení, že fosilní paliva nejsou přírodního původu a jsou neobnovitelná. Tento nesprávný koncept pochází z pojetí člověka jako nadřazeného živočicha; fosilní paliva jsou produktem živých organismů a nejsou o nic méně přírodní než dřevěné poleno. Pokud se následkem nějaké podmořské události uvolní velké množství surové ropy a dostane se na pláže, skály a do zátok, je to pro nás ekologická katastrofa, kterou jsme se ještě před nedávnem snažili odstranit pomocí detergentů¹². V současnosti už za použití zdravého rozumu necháváme úklid na přírodních organismech, které znečištění mají za potravu”.

Nebezpečí pro změnu klimatu však pramení v jejich nadměrném spalování, při kterém dochází k úniku CO₂ do atmosféry.



Obr. 11. Důl, těžba uhlí [21]

¹² **Detergenty** – chemická látka určená k čištění

Ideálním palivem by se zdál být zemní plyn. Ale i zde hrozí jisté riziko. Hlavní složkou zemního plynu je metan, který je čtyřicetkrát účinnějším skleníkovým plynem než oxid uhličitý. V praxi určité množství zemního plynu uniká do vzduchu, ještě než se plyn spálí. K únikům dochází při přepravě plynu potrubím, v místech výroby plynu, ale i v domácnostech při spalování. Při zapalování plynu ho část unikne do ovzduší nespálená a při vypínání zůstane část plynu nespálená mezi hořákem a plynovým ventilem, která opět unikne do vzduchu. Toto množství by se mohlo zdát zanedbatelné, ale při představě, že plyn k vaření a topení používají milióny domácností, jsou úniky metanu obrovské. [8]



Obr. 12. Uhlí [51]

Vodíková energie se považuje za energii budoucnosti. Produktem spalování vodíku (H_2) je vodní pára místo škodlivých emisí. Přírodní zdroje vodíku však neexistují a jeho výroba je zatím relativně finančně náročná. Zatím jsou známy dvě metody výroby, tepelným rozkladem uhlovodíků nebo elektrolýzou. Další technologie výroby jsou zatím ve stadiu vývoje. Zacházení s vodíkem je složitější než s ostatními palivy. Energií, která je ve vodíku skryta lze skladovat pod vysokým tlakem v silných kontejnerech z kovu nebo uhlíkových vláken. Působením vodíku se ocel stává křehkou a jeho malé molekuly pronikají i nepatrnými skulinkami. Lze jej přepravovat, ale hrozí riziko přehřátí potrubí nebo ventilů pro jeho neviditelný plamen. Smíšením vodíku se vzduchem vzniká výbušná směs, která exploduje i účinkem světla. Překonání všech těchto nedostatků je, ale jen otázkou času a prostředků pro výzkum a vybudování vodíkového hospodářství.

Praktický způsob využití vodíku uvádí ve své knize James Lovelock. Publikuje způsob, který popsal americký inženýr Geoffrey Ballard. „Navrhuje velice zajímavé hospodaření s vodíkem, které dává smysl. Předvídá národní rezervy vodíku v palivových nádržích celého národa, používal by se jednak v palivových buňkách, jež by poháněly automobily, a zároveň by vodík v nádržích sloužil jako národní zásoba energie. Palivové buňky mohou fungovat oboustranně: mohou spalováním vodíku efektivně vyrábět elektřinu nebo mohou být stejně výkonným zdrojem vodíku, když se jim elektřina dodává. Ballard poznamenává, že součet vozidel většiny zemí může vytvořit mnohem více energie než elektrárny, které mají k dispozici. Všechno, co je potřeba, je, aby každé auto, pokud zrovna není v provozu, bylo napojeno na národní rozvodnou síť. Buď to doma nebo na parkovišti.

Osobní automobily a nákladní vozy by tak byly zásobárnami paliva a zároveň výrobci národní zásoby energie a mohly by čerpat energii z vlastních zásob. Primárním zdrojem elektřiny by byly elektrárny, které by nevypouštěly skleníkové plyny. Vodík by byl součástí milionů malých zásobních baterií, jež by byly všude k dostání.“¹³

Jaderná energie se využívá k výrobě elektřiny, štěpí izotop uranu a uvolňuje teplo. V budoucnu by mohla zcela nahradit uhlovodíky. Neemituje žádný oxid uhličitý. Hrozí zde však riziko radioaktivního znečištění a také je možné ji zneužít k válečným nebo teroristickým účelům.

První jadernou elektrárnou v ČR byly Dukovany. V současné době je nejvýkonnější elektrárnou u nás a uvažuje se o obnovení studie využití odpadního tepla výstavbou horkovodu pro město Brno. Druhou významnou elektrárnou v ČR je Elektrárna Temelín. Pomohla řešit obtížnou ekologickou situaci v Severních Čechách. Nahradila zastaralé a postupně odstavované bloky uhelných elektráren. [41]

Biomasa, biopaliva, a bioplyn v současnosti zaznamenávají velký rozmach. Je možné je využívat ke kombinované výrobě tepla a elektřiny. Biomasa je z dřevního odpadu a organického odpadu ze sklizně. Při jejím pálení se uvolní pouze tolik CO₂, kolik ho spotřebovaly rostliny obsažené v biomase při svém růstu. Biopalivo se připravuje

¹³ LOVELOCK, James. *Gaia vrací úder : Proč se Země brání a jak ještě můžeme zachránit lidstvo*. vydání 1. Praha : Nakladatelství Academia, 2008. s. 98

z biomasy a biologického odpadu. Tuhá biopaliva známe například jako štěpku, brikety, pelety atd. Představitelem kapalných biopaliv je bioethanol vyráběný z rostlin s větším obsahem škrobu a cukru. A mezi plynná biopaliva můžeme uvést dřevoplyn vyráběný zplyňováním biomasy nebo bioplyn. Proces vzniku bioplynu probíhá na skládkách komunálního odpadu nebo přímo v přírodě na bažiništích a na dnech jezer. Biopaliva jsou nebezpečná snadným pěstováním jako náhrada za fosilní paliva. Více než polovinu produktivní půdy Země jsme již zabrali pro svoji obživu. Pěstování paliv by mohlo znamenat další odlesnění.



Obr. 13. Pelety¹⁴ [16]

Vodní energie je dalším zdrojem pro výrobu elektřiny. Vodní elektrárny zároveň slouží i pro zásobování obyvatel, průmyslu, závlahového systému nebo na ochranu před povodněmi. Jsou bezodpadové, neznečišťují životní prostředí a jsou vysoce bezpečné. Mezi nejznámější akumulární a průtočné vodní elektrárny v ČR patří Lipno I nebo Orlík, malé vodní elektrárny Mohelno nebo Hracholusky a přečerpávací vodní elektrárny Dalešice. [54]

Větrná energie zaznamenala podstatný rozvoj pro výrobu elektřiny v 90. letech 20. století. Jde o obnovitelný zdroj energie. Větrné elektrárny nevyužívají spalovací proces, proto nemají žádnou produkci CO₂, SO₂, prachu nebo popílku. Neprodukuje radioaktivní odpad a nepotřebuje ke své činnosti vodu. Po skončení životnosti a demontáži elektrárny zůstává

¹⁴ Pelety jsou granulát materiálu rostlinného původu z biomasy

krajina nedotčena. Jsou rozmístěny po celém území ČR, v Jihomoravském kraji je větrná elektrárna v Tulešicích nebo ve Zlínském kraji na Hostýně. [18]



Obr. 14. Obnovitelné zdroje versus fosilní a jaderné elektrárny [34]

Sluneční energie se využívá prostřednictvím solárních panelů k ohřevu užitkové vody a vytápění budov nebo fotovoltaických panelů k výrobě elektřiny. Je to jediná energie, která je k dispozici neomezeně a zadarmo. Používají se čtyři technologie a to sluneční fotovoltaická technologie, sluneční tepelné elektrárny, elektrárny využívající rozdíl teploty vzduchu a přímé vytápění nebo chlazení budov. Jejich nevýhodou je, že zabírají mnoho místa. Tento problém se snažili vyřešit technologické firmy z Izraele a Francie, které na mezinárodní výstavě o obnovitelných zdrojích v Izraeli představili prototyp zařízení plovoucí solární elektrárny. Jeho využití by bylo vhodné pro vodní hladiny nádrží nebo jezer. [19]

Tento zdroj neprodukuje žádný CO₂ nebo jiné znečištění ovzduší.

Geotermální energie je nejstarší energií na naší planetě a projevuje se tepelnou energií zemského jádra. Jejimi projevy jsou různorodé vulkanické jevy jako erupce sopek a gejzírů, parní výrony nebo výrony horké vody. Zemské teplo můžeme využít tak, že

termální vody jsou čerpány přímo nebo pomocí vrtů potrubím do výměníku tepelné elektrárny. Prostřednictvím tepelného čerpadla mohou být zhodnoceny malé rozdíly teplot a povrchových vrstev nebo vháněním povrchové vody do trhlin a puklin horké horniny. Voda se v podzemí ohřívá, mění v páru, která se následně využívá. Geotermální energii u nás využívá například Ústí nad Labem k vytápění plaveckých bazénů nebo zoologické zahrady. [42]

2.2.3 Urbanizace

Do 18. století lidé přebývali v menších městech nebo vesničkách a živili se tím, co sami vypěstovali v zahradách a na polích, nebo chovali dobytek. V tomto období začaly vznikat první manufaktury a následně továrny. V 19. století se továrny začaly proměňovat v obrovské giganty. Lidé se sdružovali okolo těchto gigantů za prací a vznikala velká města. Začaly se používat různé chemikálie. Zvyšovala se doprava ve městech, technologickým pokrokem se koňské povozy vyměnily za automobily.

Počet obyvatel Země roste geometrickou řadou. „V roce 1840 žila na Zemi 1 miliarda lidí, v roce 1930 2 miliardy, v roce 1950 2,5 miliardy, v roce 1975 4 miliardy, v roce 1987 5t miliard, v roce 1994 5,66 miliard a v roce 1998 6 až 6,25 miliard. Má-li se populace na Zemi ustálit do roku 2060 na 7,7 miliardách, bylo by podle dlouhodobých výhledů OSN třeba dosáhnout do roku 2010 průměrné plodnosti jen málo převyšující dvě děti v rodině. I kdyby se tohoto průměru podařilo dosáhnout až v roce 2065, stabilizoval by se počet obyvatel na světě v roce 2100 na čísle o něco větším než 14 miliard.“¹⁵

Nárůst obyvatel a potřeba určité úrovně životního prostředí, která se neustále zvyšuje vlivem technologického pokroku, vede k několikanásobné a nehospodárné spotřebě energie, vody, paliv, kovů, stavebnin nebo průmyslových výrobků a také potravin. Dochází k hromadění skleníkových plynů a ke znečištění životního prostředí. Výstavbou velkých měst dochází ke snížení propustnosti povrchu, snížení přirozeného podpovrchového odtoku a znečištění podzemních vod. Zastavují se záplavová území a snižuje průtočná kapacita vodních toků. Následkem je zvýšená četnost a mohutnost srážek a rozsah záplav. Zvýšená

¹⁵ ACOT, Pascal. *Historie a změny klimatu : Od velkého třesku ke klimatickým katastrofám*. Vydání první. Praha : Karolinum, 2005. s. 207

spotřeba vody přesahuje mnohdy vydatnost blízkých zdrojů. Produkuje se zvýšené množství odpadu a odpadních vod, dochází k porušení ekosystémů, ke změně odrazivosti sluneční energie. Produkce tepla v urbanizovaném území vyvolává zvýšené teploty někdy až o 10 stupňů. A také hlavně dochází k vyšší produkci skleníkových plynů.

Příčiny velké spotřeby spočívají především v používání nekvalitních materiálů a nekvalitního způsobu výstavby, které umožňuje únik tepla. A hlavně jsou následkem špatných a nevhodných návyků domácností.

Směrnice Evropské Unie zaměřená na omezení emisí CO₂ přispěla již v mnoha zemích EU k 25-40 % úsporám energie při vytápění domů. Energetická sanace budov se v nejbližší době stane jedním z hlavních úkolů stavebnictví. Aplikací určitých stavebních zásad bude možné stavět nízkoenergetické budovy nebo budovy energeticky pasivní, které jsou schopny i v našich klimatických podmínkách produkovat více tepelné a elektrovoltaické energie, než sami spotřebují a nadbytek budou odvádět do sítě. [6]

2.2.4 Doprava

V posledních desetiletích došlo k prudkému rozvoji objemu dopravy osob i materiálu. V současné době podle údajů IPCC (2007) využívá silniční, kolejová, letecká i vodní doprava ropu v globálním měřítku z 95 % jako zdroj energie, zbylých 5 % je kryto uhlím. Spalováním paliva unikají do ovzduší exhalace s obsahem uhlovodíků, oxidů dusíku, CO₂, CO, SO₂, Pb a dalších látek. Znečištění prostředí však není jediný negativní vliv dopravy na životní prostředí. Je zde vysoká energetická náročnost, hlučnost hlavně ve městech, stavba komunikací, která omezuje pohyb živočichů a vyžaduje velký zábor půdy, únik pohonných hmot a olejů, velká spotřeba posypových materiálů jako je škvára, písek nebo sůl a s tím spojená prašnost, časté dopravní havárie se zraněním či usmrcením osob nebo s únikem nebezpečných přepravovaných látek. [12]

Závislost automobilové dopravy na ropě a pohonných hmotách, které se z ropy vyrábějí, má negativní ekologické následky a vytváří ekonomické a politické vazby. Globální počet automobilů neustále roste, zvyšuje se výkon vozidla a objem motoru. Technické inovace způsobují agresivní techniku jízdy, zvyšuje se spotřeba i produkce emisí a tím nevhodný provoz. Zážehové a vznětové motory mění dvě třetiny energie na teplo, z něhož velká část uniká výfukem a chladičem bez užitku. Automobil je ze všech druhů dopravy nejméně hospodárný, hlavně pokud se užívá k přepravě pouze jedné osoby.



Obr. 15. Výfukové plyny z osobního automobilu [37]

Železniční doprava je méně energeticky náročná než silniční, ale také produkce toxických emisí je zanedbatelná a s postupující elektrifikací tratí neustále klesá. Používáním motorové nafty se do ovzduší uvolňuje hlavně SO_2 a prachové částice.

Silniční doprava se sice podílí na emisích nejvíce, ale letecká doprava zaznamenala nejvyšší nárůst exhalací uvolňovaných do ovzduší od 50 let minulého století. Tento nárůst je způsoben zvýšeným počtem levných letů a množstvím letadel, na konstrukcích nebo motorech a jejich spotřebě paliva se mnoho nezměnilo. Přesto podstatná produkce exhalátů, hlavně látek ničících ozónosféru a vysoká hlučnost jsou jejími největšími nevýhodami. Přesto, že jde o nejdražší druh dopravy je nejrychlejší a vhodná zejména na dlouhé vzdálenosti.

Emise z lodní dopravy jsou dvakrát vyšší jak z dopravy letecké. Je to způsobeno velikostí motoru, jeho nepřetržitým chodem a nízkou kvalitou spalované nafty s velkým obsahem síry. Prudkým tempem se začala zvyšovat v posledních 15 letech s růstem globálního obchodu a zejména vzestupem Číny. [26] Bohužel v současné době nejsou emise lodní dopravy regulovány, nevztahuje se na ně Kjótský protokol, ani vědecké normy a nebyly dostatečně zkoumány. Námořní doprava je však nezastupitelnou součástí pro ekonomiku, protože na 90 000 obchodních lodích se přepravuje 90 % celosvětového objemu zboží.

Do dopravy můžeme také zařadit potrubní dopravu, slouží pro přepravu tekutých nebo plyných materiálů. U této přepravy je nutné počítat s rizikem havárie a s tím spojeným únikem přepravovaných látek.

2.2.5 Zemědělství

Zemědělství se na globální produkci skleníkových plynů podílí přibližně 13,5 %. Na globální produkci metanu 58 % a produkuje 10 % celkových emisí oxidu dusného ročně.

Podle údajů Světové organizace pro zemědělství a výživu (FAO) pokrývá zemědělská půda více jak 40 % pevniny, z toho pastviny 28 % a orná půda 12 %. Tři čtvrtiny orné půdy je ohroženo zejména erozí, nevhodnou orbou nebo hutněním.

S růstem populace se zvyšovala i zemědělská produkce. Zemědělské plochy se zvětšovaly za cenu plnění a pálení lesů nebo zavlažováním oblastí s nedostatkem přirozené vláhy. Odlesněním dochází k odstranění přirozené vegetace, ke snížení absorpční schopnosti půdy a následné erozi, která ničí úrodnou horní vrstvu půdy. Dochází k zasolení půdy závlahami, nadměrné závlahy přivádějí na povrch soli spodních vrstev. Zvyšování zemědělské výroby, pomocí rozšíření pěstebních ploch nebo její intenzifikací, má svoje ekologické hranice, při kterých se koloběh CO_2 vzhledem k fotosyntéze považuje za vyrovnaný. Očekávaný nárůst produkce rostlin pro výrobu biopaliv bude mít své ekologické následky, i přes to, že se pro ni využije převážně půda ležící ladem.

Další problém představují umělá hnojiva, která zvyšují pouze hmotu úrody a to tak, že zvyšují množství vody v plodině místo hmotnosti vyprodukované sušiny, která je pro výživnou hodnotu podstatná. Na rozdíl od organických hnojiv tím snižují schopnost půdy poutat oxid uhličitý a metan. Znečišťují podzemní vody a zdroje pitné vody i vodní toky. Způsobují rozvoj řas, které produkují dimethylsulfid. Jeho reakcí se vzdušným kyslíkem vzniká oxid sírový (SO_3), který tvoří kondenzační jádra dešťů a je příčinou kyselých dešťů ohrožujících úrodu.

Hnojením pastvin dusíkatými hnojivy se zvyšují emise metanu i oxidu dusného. Intenzivní chov dobytka, jeho ustájení a krmiva bohatá na proteiny jsou dalším zdrojem metanu. Zatopená rýžová pole, která znemožňují přísun kyslíku a vyvolávají rozklad půdy, také produkují metan. [6]

2.2.6 Lesnictví a biosféra

Lesy jsou důležitou součástí koloběhu přírody. Přisunem sluneční energie pohlcují atmosférický oxid uhličitý a odběrem půdní vody, obohacené o rozpuštěné minerální látky, při fotosyntéze uvolňují kyslík a vytváří uhlohydráty rostlinné hmoty včetně dřeva.

Kromě toho poskytují domov zvířatům, ptactvu a jiným organismům, zázemí a vhodné podmínky rostlinným druhům, pomáhají bránit půdní erozi, která naplavuje zeminu do řek a vodních nádrží, zmírňují záplavy a také slouží jako rekreační zázemí obyvatelům z měst.

Činnost člověka za posledních tisíc let porušila lesní porost na všech kontinentech. Přeměnila lesy na pastviny nebo zemědělskou půdu, vliv měla i urbanizace. Lidská činnost změnila ráz krajiny a tím zamezila možnosti migrace velkých druhů zvířat, například divokým kancům, jelenům a srncům, ale také slonům, tygrům nebo lvům atd. Následkem bylo podstatné snížení jejich výskytu. Znečištěním vzduchu, půdy a vody vymírají některé druhy i malých živočichů, ptactva nebo hmyzu.

Pracovníci jedné z největších tygřích rezervací na světě Sundarbans v indickém státě Západní Bengálsko zjistili, že tygři žijící na tomto území trpí stresem z klimatických změn v jeho přirozeném prostředí, močálech, tropických porostech a lesích a dochází tak k úbytku na váze. Původní průměrná váha dospělého tygřího jedince činila 140 kg, dnes váží pouhých 98 kg přesto, že je zdrav. Důvodem je vzestup hladiny moře, které zaplavuje neustále větší území lesa a ničí sladkovodní jezírka, ve kterých hasí žízeň zvířata, která slouží tygrům jako kořist. Nenažraní tygři jsou fyzicky stresováni a odvažují se k lidským příbytkům, kde hledají kozy a krávy. Dnes je tygr již také na seznamu druhů ohrožených vyhynutím. [49]

Lesní porosty ohrožují městské i průmyslové emise, zejména oxid siřičitý, oxidy dusíku i uhlíku, uhlovodíky a těžké kovy a stopy radioaktivních prvků. V ovzduší procházejí řadou chemických reakcí, při kterých vznikají jako konečné produkty síranové a dusičnanové anionty. Pokud je přítomen dostatek kationtu pro tvorbu soli, jsou anionty neutralizovány. Převaha těchto aniontů ve znečištěném ovzduší a stálý dostatek vody umožňuje vznik silných kyselin. [9] Například sloučením SO_3 a H_2O vodních par vzniká kyselina sírová, která ve formě kyselého deště rozežírá listy a jehličí stromů, vsakuje se do země ke kořenům a proniká tak do organické hmoty rostlin. V ČR došlo k rozsáhlému odlesnění za pomoci agresivních chemikálií v Krušných horách nebo Krkonoších.

K odlesňování přispívá i situace v rozvojovém světě špatným hospodařením. Hlavním důvodem je získání dřeva na podpal chudými lidmi, kteří si nemohou dovolit jiné čistší palivo. V některých afrických městech se nedá dřevo na otop a vaření najít do okruhu 50 km. Ženy a děti tráví sháněním dřeva 100 až 300 dní v roce. Často dochází

k nelegálnímu odlesňování pralesů za honbou zisku z prodeje dřeva, zejména mahagonového.



Obr. 16. Odlesnění [14]

Kácením se z lesní půdy uvolňují skleníkové plyny, které v ní byly vázány, ale neúčastnily se oběhu. Zmenšováním plochy lesů, nebo porušením jejich celistvosti dochází ke snížení výskytu srážek a jejich intenzitě. Častější období sucha vedou ke zvýšenému počtu přírodních požárů. Například v roce 2006 bylo v USA zničeno požárem 39 000 km² lesů. V roce 2007 i 2008 byla tato plocha ztraceného lesa zřejmě překonána. Připomenout si můžeme například i požáry v Austrálii v letech 2008 a 2009. Na několika místech po celé zemi se vlivem extrémního horka, sucha a silného větru samovznítily stromy Eukalypty. Bylo zničeno několik tisíc km² lesů a buše, uhynulo mnoho lidí i zvířat a některá města byla vymazána z povrchu zemského. Požáry velkou měrou přispívají k uvolňování oxidu uhličitého. Předpokládá se, že odpovídají za 5 – 10 % světové produkce CO₂. [7]

2.2.7 Odpadové hospodářství

S rozvojem společnosti a růstem její životní úrovně roste i množství vyprodukovaného odpadu a tím i nezbytnost jeho odstraňování.

Celková roční produkce odpadů na světě je odhadována na 36 mil. tun s nárůstem 3 % ročně. Ve městech je produkováno 180 kg odpadků ročně na jednoho obyvatele a ve

velkých městech dokonce i více jak 300 kg odpadu na osobu. V ČR se vyprodukuje ročně více než 1 milion tun odpadu. Pouze asi 70 % se skládkuje a jen část z nich se zužitkovává na bioplyn, výrobu energie spalováním nebo kompostuje. [11]

Malá množství určitých druhů odpadů dokáže půda i voda samočisticími procesy postupně odstranit, větší množství bohužel odstranit neumí a to vede k chemickým i biologickým procesům a degradaci vody nebo půdy.

Organické odpady ze zemědělské a lesnické produkce nebo zpracovatelského průmyslu, živočišné produkty, čistírenské kaly, ale také i část komunálního odpadu jsou biologicky rozložitelné. Je možné ho kompostovat a prostřednictvím mikroorganismů, kvasinek, plísní nebo bakterií, a enzymů změnit nežádoucí odpadní látky na neškodné a netoxické. Při provzdušňování vzniká humus, který je možné využít ke hnojení. Komunální, živnostenský a průmyslový odpad se třídí. Mechanicko-biologickými úpravami se získává upravený odpad a spalitelná frakce, která se pak upravuje na palivo.

Z odpadu i odpadních vod se spalováním plastů a syntetických textilií uvolňuje bioplyn, který obsahuje metan, oxid dusný a oxid uhličitý. Anaerobní biodegradací¹⁶ určitých látek vznikají freony a halony, které ohrožují ozónovou vrstvu zemské atmosféry. Technologie pro zachycení a odstranění skleníkových plynů se při zpracování a odstraňování odpadu a odpadních vod bohužel nepoužívají příliš důsledně. Jejich pravidelné využití by mohlo mít velký význam pro snížení skleníkových plynů, ale i pro zlepšení zdravotních podmínek, ochrany vod a půdy.

V současné době se odpadové hospodářství na globálním efektu skleníkových plynů podílí 2,8 %. Výhledově se předpokládá, že se množství metanu unikajícího ze skládek do roku 2030 zdvojnásobí, díky rostoucímu životnímu standardu rozvojových zemí. Do roku 2050 ve srovnání s dnešním stavem vzroste šestkrát. Množství emisí vznikajících v odpadovém hospodářství by se mohlo snížit o třetinu zachycováním metanu a jeho využíváním, zvýšeným spalováním a recyklací odpadu a následného využití například jako hnojiva. [6]

¹⁶ **Anaerobní biodegradace** – biologický rozklad pomocí mikroorganismů bez přítomnosti vzdušného kyslíku, konečné produkty jsou CH_4 a CO_2

2.2.8 Vodní systém

Od průmyslové revoluce dochází k dramatické proměně našeho vztahu k Zemi, která bohužel způsobuje velké škody i globálnímu vodnímu systému. Změny v zemské atmosféře ovlivňují přesuny vody z moře na pevninu a zpět. Vodní systém je vzájemně propojen s ostatními systémy Země a jen na nás záleží, jestli se nám je podaří udržet. Rostoucí teplo podněcuje vypařování a srážky, zvyšuje množství vodních par v atmosféře, umocňuje skleníkový efekt a celý proces tak zrychluje. Globální rovnováhu pomáhá udržovat oceán. Převádí teplo obrovskými povrchovými proudy, například golfským proudem, od rovníku směrem k pólům a neustále tak tlačí teploty k rovnoměrnějšímu rozptýlení. Po cestě z tropických oblastí na sever se část teplé slané vody odpařuje. Nárazem proudu mezi Grónskem a Islandem na chladné polární větry se odpařování urychlí a zůstane po něm slanější mořská voda, která je těžší a hustší. Tato voda se rychle ochlazuje a klesá ke dnu, kde vytváří hlubinný proud a při mořském dně teče na jih. Vrací tak chladnou vodu od pólů zpět k rovníku.

Rychlejší oteplování v oblastech jižního a severního pólu než v tropech ovlivňuje dosažení rovnováhy Země mezi teplem a chladem. Rozdíly teplot se mezi těmito oblastmi zmenšují. Mnozí vědci se obávají, aby mořské proudy, které pohání tyto rozdíly, se nezpomalily nebo dokonce nenasměrovaly k nové rovnováze. Změna charakteru mořských proudů by měla dopad i na charakter klimatu. V některých oblastech se množství srážek zvýší, v jiných sníží, někde se oteplí a jinde naopak ochladí. O oceánskou tepelnou pumpu mezi Grónskem a Islandem a klimatické změny, které ji mohou ovlivnit, se vědci velmi zajímají, jelikož její náhlé zpomalení v historii před 10 800 lety způsobilo jednu z nejdramatičtějších a nejprudších změn v historii klimatu.

Nevelká změna klimatu může způsobit změnu celého systému distribuce vody. Oteplení o 2 stupně a úbytek srážek o 10 % může způsobit v horách úbytek sněhu a následné snížení zásob sladké vody v korytech řek o 40 až 76 %. Nedostatek vody provází souběžné jevy jako například požáry ve vysušených lesích. [4]

V nebezpečí jsou i korály, které žijí pod mořskou hladinou. K jejich bělení stačí oteplení o 1°C. Oteplením se dostanou do stresového stavu, vyloučí mikroskopické řasy, které jim poskytují výživu a díky nimž mají výrazné zbarvení. Mikroskopické řasy vyloučí ze svých buněk a ztratí barvu a korál umírá. Pokud se nepodaří klimatické změny zpomalit mohou

během několika desetiletí vyhynout všechny korálové útesy a s nimi stovky dalších druhů mořských organismů, jenž nepřežijí bez ekosystému, který korálové útesy vytvářejí. [23]

Dalším rizikem globálního oteplování je zvýšení hladiny moří následkem tání ledovců nebo termální expanzí a zaplavením pobřežních oblastí s nízkou nadmořskou výškou. Do 60 km od pobřeží žije jedna třetina lidstva. Mořská hladina již dnes trvale stoupá o 2,5 cm za 10 let, je provázáno pronikáním slané vody do sladkovodních zásobáren v přímořských oblastech a zanikáním pobřežních mokřadů.



Obr. 17. Tání ledovců [53]

Dalším následkem oteplení oceánů bude podle vědců i zvýšení průměrné síly uragánů, neboť hloubka a teplota horní vrstvy oceánů jsou důležité pro rychlost těchto větrů. Silnější a častější bouře valící se z oceánu na pevninu by zvýšili škody způsobené stoupající mořskou hladinou, neboť právě při poryvu bouře se moře dostává nejhluběji do vnitrozemí.

Třetí strategickou hrozbou je již výše zmíněné odlesňování. Funguje symbióza mezi lesem a dešťovými mračky. Při ničení lesů postupně ubývá dešťů a je méně vláhy. Než však tyto deště zeslábnou, stihnou odplavit úrodnou půdu, která doposud byla držena kořeny stromů a chráněna jejich korunami.

Světová kontaminace vodních zdrojů chemickými zplodinami průmyslové civilizace je také hrozbou. Navazuje na průmyslovou výrobu, používání hnojiv v zemědělství, jaderné výbuchy a obsah radioaktivních částic ve většině světových vod, nebo úniky ropy.

Důležitou hrozbou je neustálý rychlý růst populace. Se zvýšením počtu obyvatel, hlavně v rozvojových zemích, roste spotřeba vody pro lidstvo. Spotřeba vody roste v průmyslu, ale také v zemědělství, které vodu využívá k závlahám rostlin, aby nakrmilo rostoucí populace. [4]

2.2.9 Kalkulačka uhlíkové stopy

Uhlíková stopa je nástroj k měření dopadů lidských aktivit. Každá naše aktivita od dopravy po jídlo produkuje určité množství skleníkových plynů. Z toho vyplývá, že každý jedinec ve svém životě přispívá určitým množstvím k produkci skleníkových plynů. Jak velké tyto emise budou, může každý z nás ovlivnit. Záleží na našich rozhodnutích, která děláme v našich domech, při cestování, způsobu stravování, při nakládání s odpady atd.

Na internetu je mnoho on-line odkazů jejichž prostřednictvím si můžeme vyzkoušet, jakou uhlíkovou stopu svým jednáním zanecháváme. Pomocí ní může každý člověk zjistit, jak přispívá k produkci skleníkových plynů a výsledek si může porovnat s českým průměrem, nebo také s uhlíkovou stopou běžného Evropana nebo jiného obyvatele Země.

Na uvedených stránkách jsou zveřejněny také rady, jak své emise můžeme snížit, protože je mnoho věcí, které může každý z nás udělat pro zmenšení své uhlíkové stopy z důvodu zajištění stabilního prostředí pro budoucí generace. [58]

2.2.10 Snížování emisí skleníkových plynů

Pro záchranu naší planety Země je třeba zastavit růst skleníkových plynů antropogenního původu v ovzduší a pokusit se jejich množství snížit. Změny budou náročné politicky a hlavně ekonomicky, ale pokud chceme zachránit planetu pro naše děti a vnuky jsou nevyhnutelné. Začít bychom měli sami u sebe. Zamyslet se nad tím jakou uhlíkovou stopu za sebou, jako jednotlivci, zanecháváme a začít se chovat hospodárně k energiím a životnímu prostředí. Úkolem vlády jednotlivých států je důležité zajistit oporu v zákonech. Nejen politici ČR by měli pokračovat ve vytváření motivačního prostředí pro podporu nízkouhlíkového rozvoje hospodářství na národní i Evropské úrovni. Měli by napomáhat přijetí účinných opatření hlavně v oblasti úspor energií, jako jsou například normy a značení spotřebičů, energetická efektivita domů, snižování emisí vozidel a lehkých užitných vozů. Důležité jsou prováděcí detaily směrnice o omezování průmyslového

znečištění. Dále by měli podporovat rozvoj a větší integraci evropských rozvodných sítí, rozvoj takzvaných chytrých sítí a deregulaci trhu s elektřinou. [15]

Jedním z mnoha řešení je přechod od fosilních paliv k čisté energii, který bude sice obtížný, přesto bude vítanou změnou. V současné době jsou fosilní paliva levná a dotovaná a následky škod jimi napáchaných nese také veřejnost. Například potraviny se dovážejí zbytečně přes půlku světa místo, abychom použili zdravější místní produkty.

Zajímavé by mohlo být zavedení uhlíkové daně se stoprocentním ziskem, aby marnotratní spotřebitelé energie platili za své výstřelky. Tato daň by nebyla regresivní, naopak by mohla zapříčinit, že lidé ze střední nebo nižší příjmové skupiny najdou způsoby, jak svou uhlíkovou daň omezit.

Zajištění poptávky po nízkouhlíkových vysoce efektivních výrobcích by povzbudilo inovace a přispělo ke konkurenceschopnosti našich výrobků na mezinárodních trzích. Jak energetická účinnost a obnovitelné energie porostou, poklesnou emise uhlíku.

Další zmírňující technologie a postupy podle sektorů, které navrhuje IPCC jsou uvedeny v příloze P II a P III.

3 REAKCE INSTITUCÍ

Nárůst koncentrací skleníkových plynů v troposféře ovlivňuje globální klima bez závislosti na místu emise. Ekologické důsledky lidské činnosti nerespektují hranice. Od konce 19. století se klima celého světa ovlivněné emisemi producentů skleníkových plynů, stalo předmětem mezinárodních jednání a mezinárodní spolupráce. Pravidelně se pořádají mezinárodní konference o ochraně určitých zvířecích druhů nebo o všeobecné ochraně přírody. [6]

Některé nejvýznamnější instituce, protokoly nebo úmluvy jsou uvedeny níže.

3.1 Světová komise pro životní prostředí a rozvoj (WCED)

Instituce založená Valným shromážděním OSN v roce 1983 s cílem navrhnout dlouhodobé ekologické strategie zajišťující udržitelný rozvoj do roku 2000 a dále. Jejím vedením byla pověřena paní Brundtlandová, v té době norská ministerská předsedkyně. Místopředsedou byl jmenován Mansou Khalid ze Súdánu. Komise měla dalších 21 zástupců ze všech oblastí světa – vědců, státních úředníků a politiků, kteří dříve než skončili svou práci, vydali dlouhou řadu předběžných studií a pořádali na všech pěti kontinentech mnoho veřejných slyšení. [55]

3.1.1 Naše společná budoucnost

Na podzim roku 1987 komise předložila svou zprávu „Naše společná budoucnost“ neboli také nazývána jako zpráva Brundtlandové. Detailně popisuje práci komise. Kniha vyšla i v českém překladu o čtyři roky později a měla na tři sta stran. V textu této zprávy se poprvé objevil výraz „trvale udržitelný rozvoj“.

Trvale udržitelný rozvoj společnosti je takový rozvoj, který uspokojuje potřeby současných generací a budoucím generacím neoslazuje možnost naplňovat jejich základní životní potřeby a přitom nesnižuje rozmanitost přírody a zachovává přirozené funkce ekosystémů. [43]

3.2 Rámcová úmluva OSN o změně klimatu (UNFCCC)

Byla přijata 9. května 1992 v New Yorku a podepsána na Summitu o Zemi v červnu 1992 v Rio de Janeiru více jak 150 státy. V platnost vstoupila 21. 3. 1994.

Její základním cílem je „stabilizace koncentrací skleníkových plynů v atmosféře na úrovni, která by zamezila nebezpečnému antropogennímu zásahu do klimatického systému.“ [15]

Ukládá všem státům kromě společných závazků i povinnosti, které se liší podle podílu na klimatické změně a podle toho, jaké jsou jejich reálné možnosti. Vyspělé státy tvoří skupinu zemí s většími závazky. Povinností všech států je informovat o plnění závazků, o svých programech a plánech týkajících se řešení problému a zveřejňovat hodnoty svých emisí. Rozvojové státy mají právo předkládat svá vyjádření, jen pokud obdrží mezinárodní finanční podporu. [2]

3.2.1 Kjótský protokol

Kjótský protokol k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu byl přijat v prosinci roku 1997 na Třetí konferenci smluvních stran v Kjótu. Českou republikou byl Protokol podepsán 23. 11. 1998. Ratifikován byl 15. 11. 2001. V platnost vstoupil 16. února 2005.

Země se v protokolu zavázaly snížit emise skleníkových plynů nejméně o 5 % pod úroveň roku 1990 do konce prvního kontrolního období (2008-2012).

Redukce se týkají emisí oxidu uhličitého (CO₂), metanu (CH₄), oxidu dusného (N₂O), hydrogenovaných fluorovodíku (HFC), polyfluorovodíku (PFC) a fluoridu sírového (SF₆), vyjádřených ve formě ekvivalentu CO₂¹⁷ antropogenních emisí.

Součástí Protokolu jsou tzv. flexibilní mechanismy, které umožňují průmyslovým státům, aby snížily emise na území jiného státu nebo odkoupily od jiného státu právo vypouštět skleníkové plyny. [32]

¹⁷ **Ekvivalent CO₂** - tzv. uhlíkový ekvivalent, míra užívaná k porovnání emisí složených z různých skleníkových plynů na základě jejich potenciálu pro globální oteplování

3.3 Mezinárodní panel pro změnu klimatu (IPCC)

IPCC je přední mezinárodní organizace pro hodnocení klimatických změn, kterou z několika tisíc odborníků ustavily dvě instituce OSN, Světová meteorologická organizace (WMO) a Program Spojených národů pro životní prostředí (UNEP).

Jejím úkolem je poskytnout světu jasný vědecký pohled na současný stav poznání v oblasti změny klimatu a jeho možných ekologických a sociálně ekonomických dopadů. [28]

První setkání se konalo v listopadu 1988, v době kdy se začal vyvíjet silný politický zájem o globální klimatické změny.

Panel zdůraznil naléhavost problému globálních změn klimatu a ustavil tři pracovní skupiny. První se měla zabývat vědou o klimatických změnách, druhá jejich dopady a třetí politickými reakcemi. [5]

Výstupem jednotlivých pracovních skupin jsou zprávy IPCC, které podrobně sledují odbornou literaturu zabývající se problémem klimatické změny, především vědecké výstupy publikované v odborných časopisech. Každých několik let publikované poznatky shrnou a vyhodnotí. Každý výstup IPCC prochází složitým odborným připomínkováním, posuzováním a oponenturami dalších odborníků. [31]

Panel v roce 2007 získal Nobelovu cenu za mír a předložil svou v pořadí již čtvrtou hodnotící zprávu.

3.3.1 Čtvrtá hodnotící zpráva IPCC

Je velmi podrobná, má celkem asi 3000 stran, rozdělených do 3 základních částí, ale k dispozici jsou i stručná shrnutí pro laickou veřejnost „Summary for Policymakers“ a i tzv. odborné shrnutí „Technica Summary“. Zpráva je k dispozici nejen v originále, ale její shrnutí „Summary for Policymakers“ i v českých překladech. [31]

Obsahem této zprávy je zhodnocení pozorovaných změn klimatu a jejich vliv na naši planetu Zemi a příčiny těchto změn. Nastínění předpokládaných změn na základě výsledků z modelů a jejich dopady. Dále se zpráva zabývá možnostmi přizpůsobení – adaptací a zmírnění – mitigací. A nakonec předkládá dlouhodobý výhled, ve kterém hodnotí například rizika, jimž jsou vystaveny jedinečné a ohrožené systémy, rizika extrémních povětrnostních

jevů, rozložení dopadů a zranitelnosti, agregované dopady, nebo rizika zvláštních jevů velkého rozsahu. [29]

3.4 Mezinárodní fond pro životní prostředí (GEF)

Multilaterální orgán spojený s realizační činností UNFCCC, založen v letech 1990-1991 pro finanční, organizační a odbornou podporu řešení nejzávažnějších problémů životního prostředí Země ve čtyřech oblastech:

- ochrana biologické rozmanitosti,
- ochrana ozonové vrstvy Země,
- ochrana Země před klimatickými změnami,
- ochrana mezinárodních vod a ochrana půdy před degradací.

Program řídí sekretariát v čele s výkonným ředitelem dle doporučení rady GEF. Vlastní činnost zabezpečují tři výkonné organizace – Světová banka, UNEP (Program OSN pro životní prostředí) a UNIDO (Program OSN pro rozvoj). Členy GEF jsou prakticky všechny členské státy OSN. [33]

3.5 Montrealský protokol

Montrealský protokol je prováděcí dokument Vídeňské úmluvy o ozónové vrstvě. Byl přijat 16. září 1987 v Montrealu.

K Montrealskému protokolu přistoupilo přes 180 států světa a jeho hlavním cílem bylo vyloučení výroby a spotřeby regulovaných látek, tj. 96 chemických látek, které podle vědeckých důkazů poškozují ozónovou vrstvu.

Jde o plně halogenované uhlovodíky (CFC), laicky „tvrdé freony“ a brom-fluor-uhlovodíky, ale i o částečně halogenované chlór-fluorované uhlovodíky (HCFC), laicky „měkké freony“ [57]

3.6 CzechGlobe AV ČR, v.v.i.

Významnou úlohu v boji za ochranu životního prostředí a planety Země zastává Centrum výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i. Je to špičkové vědecké pracoviště Akademie věd

České republiky v Brně, které prostřednictvím nejmodernějších vědeckých metod a technik zkoumá projevy a dopady globální změny klimatu.

Z poznatků CzechGlobe čerpá důležité informace pro řízení země vláda České republiky, Ministerstva životního prostředí a zemědělství, Český hydrometeorologický ústav, Lesy České republiky a další významné státní instituce. [17]

3.6.1 Projekt CzechGloub

V poslední době jsme v médiích mohli slyšet o startu projektu CzechGloub, který bude zkoumat globální změny klimatu. Tento projekt bude trvat několik let s celkovým rozpočtem přes tři čtvrtě miliardy korun. O výsledky se už nyní zajímají například americká NASA a francouzský METEO France.

Realizátorem projektu je Ústav systémové biologie a ekologie Akademie věd. Sídlo vědeckého týmu je v Brně a má 150 členů. Vedoucím projektu je profesor Michal Marek, ředitel Ústavu systémové biologie a ekologie. Je považován za průkopníka moderních ekofyziologických metod používaných při terénních výzkumech lesních ekosystémů.

Jde o první projekt v Česku, který se bude zabývat výhradně globální změnou klimatu a jejími dopady na lidský život ve všech jeho oblastech. Podporu získal z evropského Operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace.

Český tým doplněný o přední zahraniční vědce bude například sledovat výměnu oxidu uhličitého mezi ekosystémy a atmosférou, zkoumat geologické a hydrologické cykly, v laboratorních podmínkách simulovat nárůst oxidu uhličitého v atmosféře a zkoumat jeho dopady na rostliny.

Důležitou součástí projektu bude rovněž využití výsledků výzkumu při vývoji nových technologií a výrobků, především biopaliv třetí generace. [50]

ZÁVĚR

Klimatický systém a procesy v něm jsou složité a neustále se vyvíjejí. Podle historicky zjištěných dat, bychom se v současné době měli přibližovat k další době ledové. Klima by se mělo ochlazovat. Místo toho se otepluje, k čemuž velmi přispívá antropogenní činnost. Přestože se najdou i odpůrci, kteří prohlašují globální oteplování za přirozené, se kterým se planeta údajně vypořádá, musí si i laik všimnout, že následky lidského konání nejsou v souladu s přírodou. Člověk díky své pohodlnosti a touze po luxusu zatěžuje přírodu víc než by bylo nutné. Fosilní paliva, která vznikala tisíce let a byla přirozenou součástí přírody, člověk dnes ve velkém odčerpává a spaluje. Vytváří velké množství odpadů. Chová se nezodpovědně v průmyslu, energetice a dopravě. Ale také i lesní nebo vodní hospodářství nejsou bez viny. Výsledkem je hromadění skleníkových plynů v atmosféře.

Jestliže lidstvo výrazně nesníží využívání fosilních paliv, nezačne se chovat hospodárně, vážit si přírodních zdrojů a neustále bude vypouštět do ovzduší obrovské množství skleníkových plynů, může dojít na naší Zemi k obrovské ekologické katastrofě. Globální oteplování ovlivní řadu atmosférických parametrů a zvýší výskyt extrémních klimatických událostí, přívalové srážky, bouře, tornáda, ničivé hurikány, cyklony a sucha. Zvyšuje aktivitu El Niño. Čím dál častěji bude docházet k velkým záplavám nebo delším obdobím sucha a ostrým větrům. Extrémní počasí může mít také vliv na změnu mořských proudů, které opět ovlivní klima v různých oblastech. Již dnes sledujeme jako následek globálního oteplování tání ledovců, které mají vliv na zvyšování hladiny moří. Zaplavení pobřežních oblastí způsobí migraci národů, degradaci půdy, další odlesňování za účelem obživy neustále rostoucí populace lidí atd.

Není nutné, abychom se vzdali příjemných stránek života. Nutnost snížení skleníkových plynů v atmosféře nás může nasměrovat k daleko kvalitnějšímu způsobu života. Například v nízkoenergetických domech se lidé cítí lépe než v původních. Můžeme změnit svůj jídelníček k prospěchu atmosféry a přesto si pochutnat atd. Jen je potřeba si problém uvědomit a realizovat nápravu.

Specialisté z různých oborů mohou pomoci na svět technologiím, které nebudou přispívat ke zvyšování skleníkových plynů v ovzduší. Ekonomové mohou spočítat a navrhnout postupy realizace těchto technologií s co nejnižšími náklady. Politici mohou podpořit situaci legislativně. Je důležité, aby se zapojil celý svět. Každý člověk může svým vzorem dát příklad budoucím generacím.

Uvědomme si, že příroda si poradí vždy, ale vždy to nemusí být v souladu s podmínkami pro život lidí, zvířat nebo rostlin.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ACOT, Pascal. *Historie a změny klimatu : Od velkého třesku ke klimatickým katastrofám*. Vydání první. Praha : Karolinum, 2005. 237 s. ISBN 80-246-0869-3.
- [2] BARROS, Vicente. *Globální změna klimatu*. První vydání. Praha : Mladá fronta, 2006. 168 s. ISBN 80-204-1356-1.
- [3] BLAŽEK, Bohuslav, et al. *Živel oheň - energie*. 1. vydání. Praha : Agentura Koniklec, 2004. 321 s. ISBN 80-902606-4-0.
- [4] GORE, Al. *Země na misce vah : Ekologie a lidský duch*. Vydání první. Praha : Argo, 1994. 372 s. ISBN 80-85794-21-7.
- [5] HOUGHTON, John. *Globální oteplování : Úvod do studia změn klimatu a prostředí*. Vydání 1. Praha : Academia, 1998. 228 s. ISBN 80-200-0636-2.
- [6] JERMÁŘ K., Milan. *Globální změna : Cesta ze světového chaosu do budoucnosti*. Vydání první. Praha : Aula, 2010. 414 s. ISBN 978-80-86751-05-4.
- [7] LOMBORG, Bjorn. *Skeptický ekolog : Jaký je skutečný stav světa?*. 2. dotisk. Praha : Liberální institut, 2007. 587 s. ISBN 80-86389-42-4.
- [8] LOVELOCK, James. *Gaia vrací úder : Proč se Země brání a jak ještě můžeme zachránit lidstvo*. vydání 1. Praha : Nakladatelství Academia, 2008. 196 s. ISBN 978-80-200-1687-4
- [9] MÍCHAL, Igor. *Ekologická stabilita*. Druhé rozšířené vydání. Brno : Veronica, 1994. 276 s. ISBN 80-85368-22-6.
- [10] MOLDAN, Bedřich. *Podmaněná planeta*. Vydání první. Praha : Karolinum, 2009. 419 s. ISBN 978-80-246-1580-6.
- [11] SUK, Miloš. *Geologické faktory v ochraně životního prostředí : Úvod do geologické mesologie*. Brno : Moravské zemské muzeum, 1999. 166 s. ISBN 80-7028-100-6.
- [12] ŠLÉGL, Jiří; KISLINGER, František; LÁNÍKOVÁ, Jana. *Ekologie a ochrana životního prostředí*. První vydání. Praha : Fortuna, 2002. 160 s. ISBN 80-7168-828-2.

- [13] METELKA, Ladislav. Globální oteplování a zprávy IPCC. *Ekologie a společnost*. 2007, XVIII, 3, s. 5-6. ISSN 1210-4728.
- [14] ABC [online]. 19.5.2005 [cit. 2011-05-1]. Amazonský prales mizí rekordní rychlostí. Dostupné z WWW: <<http://abc.blesk.cz/clanek/priroda/6228/amazonsky-prales-mizi-rekordni-rychlosti.html>>.
- [15] Amper [online]. 2007 [cit. 2011-03-20]. Glosář ze čtvrté hodnotící zprávy, dílu Souhrnná zpráva. Dostupné z WWW: <http://amper.ped.muni.cz/gw/ipcc_cz/gloss_en_cz.html#radia%C4%8Dn%C3%AD_p%C5%AFsoben%C3%AD>.
- [16] Bydlení [online]. c1999-2000 [cit. 2011-05-1]. Peletková pohoda. Dostupné z WWW: <<http://www.bydleni.cz/clanek/Peletkova-pohoda/poslat/1>>. ISSN 1214-5548.
- [17] Czech globe [online]. 2010 [cit. 2011-04-18]. Činnost a význam centra. Dostupné z WWW: <http://www.czechglobe.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=58&Itemid=64&lang=cs>.
- [18] Česká společnost pro větrnou energii : Větrné elektrárny v ČR [online]. c2010 [cit. 2011-03-20]. Přínosy větrné energetiky. Dostupné z WWW: <<http://www.csve.cz/cz/clanky/prinosy-vetrne-energetiky/191>>.
- [19] Ekologické bydlení : Solární elektrárny [online]. 2011-03-03 [cit. 2011-03-20]. Plovoucí solární elektrárny. Dostupné z WWW: <<http://www.ekobydleni.eu/solarni-elektrarny/plovouci-solarni-elektrarny>>.
- [20] Envitech [online]. c1992-2007 [cit. 2011-05-1]. Meteosystémy. Dostupné z WWW: <<http://www.envitech.eu/cz/reference/monitorovaci-systemy/meteosystemy/>>.
- [21] Finanční noviny [online]. 13.5.2011 [cit. 2011-05-18]. Kocourek: Cenu uhlí určí nejlevnější z těžařů. Dostupné z WWW: <http://www.financninoviny.cz/zpravy/kocourek-cenu-uhli-urci-nejlevnejsi-z-tezaru/636773?utm_source=rss&utm_medium=feed>.

- [22] *Fondmarket* [online]. 2007 [cit. 2011-05-18]. ČPI fond živé planety. Dostupné z WWW: <<http://www.fondmarket.cz/portrety-fondu/cpi-fond-zive-planety/>>.
- [23] *Greenpeace, bráníme naše oceány* [online]. 1998-04-01 [cit. 2011-03-18]. Bělení korálů. Dostupné z WWW: <<http://oceans.greenpeace.org/cs/our-oceans/global-warming/coral-bleaching>>.
- [24] *Greenpeace, bráníme naše oceány* [online]. 1998-04-01 [cit. 2011-03-18]. Bělení korálů. Dostupné z WWW: <<http://oceans.greenpeace.org/cs/our-oceans/global-warming/coral-bleaching>>.
- [25] HANSEN, James. *Amper* [online]. 2008-06-23 [cit. 2011-03-20]. Globální oteplování po dvaceti letech: Body zvratu na dosah. Dostupné z WWW: <<http://amper.ped.muni.cz/gw/hansen/GW20yLater.html>>.
- [26] HORČÍK, Jan. *Hybrid* [online]. 2009-06-03 [cit. 2011-03-18]. Lodní nákladní doprava - větší nebezpečí než miliony aut. Dostupné z WWW: <<http://www.hybrid.cz/clanky/lodni-nakladni-doprava-vetsi-nebezpeci-nez-miliony-aut>>. ISSN 1802-5323.
- [27] *Indian-tom* [online]. c2008-2011, Aktualizováno Pátek, 26 Listopad 2010 14:17 [cit. 2011-05-01]. Atmosféra. Dostupné z WWW: <<http://www.indian-tom.com/podivuhodna-priroda/38-nebe-nad-nami/86-atmosfera.html>>.
- [28] *Intergovernmental panel on climate change* [online]. c2011 [cit. 2011-03-15]. Organization. Dostupné z WWW: <<http://www.ipcc.ch/organization/organization.shtml>>.
- [29] *Intergovernmental panel on climate change* [online]. 2008-10-29 [cit. 2011-03-15]. Změna klimatu 2007: Souhrnná zpráva. Dostupné z WWW: <<http://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/czech/ar4-sysr-spm.pdf>>.
- [30] JELÍNEK, Jan. *Institut geologického inženýrství : Nauka o Zemi* [online]. 2010 [cit. 2011-03-14]. Atmosféra. Dostupné z WWW: <<http://geologie.vsb.cz/jelinek/tc-atmosfera.htm>>.
- [31] METELKA, Ladislav; TOLASZ, Radim. *Centrum pro otázky životního prostředí Univerzity Karlovy* [online]. Praha : Univerzita Karlova v Praze, 2009 [cit. 2011-

- 04-14]. Klimatické změny: fakta bez mýtů. Dostupné z WWW:
<<http://www.czp.cuni.cz/knihovna/publikace/klimaticke-zmeny-web.pdf>>.
- [32] *Ministerstvo životního prostředí* [online]. c2008-2011 [cit. 2011-03-18]. Kjótský protokol k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu. Dostupné z WWW:
<http://www.mzp.cz/cz/kjotsky_protokol>.
- [33] *Ministerstvo životního prostředí* [online]. c2008-2011 [cit. 2011-03-18]. Program ochrany životního prostředí Země (GEF). Dostupné z WWW:
<[://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/723631C171BCCA86C1256FC00043AFE9/\\$file/Z_10programochrany.htm](http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/723631C171BCCA86C1256FC00043AFE9/$file/Z_10programochrany.htm)>.
- [34] NEJEDLÝ, Petr. *Idnes* [online]. 2008 [cit. 2011-05-1]. Pět iluzí o obnovitelných zdrojích energi. Dostupné z WWW: <<http://nejedly.blog.idnes.cz/c/57078/Pet-iluzi-o-obnovitelnych-zdrojich-energie-III.html>>.
- [35] *O škole* [online]. 16.02.2009 [cit. 2011-05-1]. Vzduch. Dostupné z WWW:
<http://www.oskole.sk/?id_cat=5&clanok=1459>.
- [36] PETRÁŠ, Miroslav. *Nadace partnerství : Klima* [online]. c2008-2011 [cit. 2011-03-10]. Dopady klimatických změn. Dostupné z WWW:
<<http://www.nadacepartnerstvi.cz/klima/klimaticky-system>>.
- [37] *Regiony.impuls* [online]. 29.1.2007 [cit. 2011-05-1]. Iregiony. Dostupné z WWW:
<http://regiony.impuls.cz/zpravy/index_img.php?id=53983>.
- [38] *Save the world* [online]. c2008 [cit. 2011-05-1]. Ozónová vrstva. Dostupné z WWW: <http://www.savetheworld.own.cz/?call=clanky/ozonova_vrstva>.
- [39] *Seek wallpaper* [online]. c2005-2011 [cit. 2011-05-1]. Smog wallpaper - 5775. Dostupné z WWW: <http://www.wallpaperseek.com/smog-wallpapers_w5775.html>.
- [40] *Skupina ČEZ : Aktivita a strategie Skupiny ČEZ* [online]. c2011 [cit. 2011-03-18]. 90. léta - program vyčištění uhelných zdrojů. Dostupné z WWW:
<<http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/strategie-a-aktivita-vez-v-oblasti-ue.html>>.
- [41] *Skupina ČEZ : Historie a současnost elektrárny Temelín* [online]. c2011 [cit. 2011-04-18]. Historie a současnost. Dostupné z WWW:

- <<http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/jaderne-elektrarny-cez/ete/historie-a-soucasnost.html>>.
- [42] *Svaz podnikatelů pro využití energetických zdrojů* [online]. c1999 [cit. 2011-03-18]. Geotermální energie. Dostupné z WWW: <<http://www.spvez.cz/pages/geoterm.htm>>.
- [43] ŠREMER, Pavel. *česká inspekce životního prostředí* [online]. c2009 [cit. 2011-03-28]. Udržitelný rozvoj ve světě a u nás. Dostupné z WWW: <www.cizp.cz/zdroj.aspx?typ=4&Id=2530&sh=-13633634>.
- [44] ŠTROS, Martin. *Meteocentrum : Globální oteplování* [online]. c2007-2011 [cit. 2011-03-17]. Aerosoly - regulátor oteplování. Dostupné z WWW: <<http://www.meteocentrum.cz/zmeny-klimatu/aerosoly.php>>.
- [45] ŠTROS, Martin. *Meteocentrum : Globální oteplování* [online]. c2007-2011 [cit. 2011-04-14]. Skleníkový efekt. Dostupné z WWW: <<http://www.meteocentrum.cz/zmeny-klimatu/sklenikovy-efekt.php>>.
- [46] ŠTROS, Martin. *Meteocentrum : Globální oteplování* [online]. c2007-2011 [cit. 2011-03-10]. Sledování klimatických změn. Dostupné z WWW: <<http://www.meteocentrum.cz/zmeny-klimatu/sledovani-minule-zmeny-klimatu.php>>.
- [47] *The globe program* [online]. c2007 [cit. 2011-05-1]. Projekt koloběh uhlíku. Dostupné z WWW: <<http://kfrserver.natur.cuni.cz/globe/others-CZ.htm>>.
- [48] TRČÁLEK, Karel. *Nazeleno : Nazeleno Plus* [online]. 2009-05-20 [cit. 2011-03-18]. Skleníkové plyny: Oxid uhličitý není jediný hříšník. Dostupné z WWW: <<http://www.nazeleno.cz/nazelenoplus/emise-co2/sklenikove-plyny-oxid-uhlicity-co2-neni-jediny-hrisnik.aspx>>. ISSN 1803-4160.
- [49] *Týden* [online]. 2010-12-10 [cit. 2011-03-20]. Bengálští tygři hubnou, mohou za to změny klimatu. Dostupné z WWW: <http://www.tyden.cz/rubriky/relax/domaci-mazlicci/bengalsti-tygri-hubnou-mohou-za-to-zmeny-klimatu_188220.html>.

- [50] *Týden* [online]. 2010-11-23 [cit. 2011-03-18]. Projekt CzechGlobe za tři čtvrtě miliardy zkoumá změny klimatu. Dostupné z WWW: <Projekt CzechGlobe za tři čtvrtě miliardy zkoumá změny klimatu>.
- [51] *Uhlí* [online]. 2010 [cit. 2011-05-1]. Úvod. Dostupné z WWW: <<http://www.uhli.biz/>>.
- [52] *Věda a technika* [online]. 2008-03-30 [cit. 2011-03-14]. Metan - skleníkový plyn, o kterém se příliš nemluví. Dostupné z WWW: <<http://veda-technika.blogspot.com/2008/03/metan-sklenikovy-plyn-o-kterem-se.html>>.
- [53] *Vlasta* [online]. 2002 [cit. 2011-05-1]. Kenai. Dostupné z WWW: <<http://www.vlasta.org/cz/cestovani/usa/np/kenai.htm>>.
- [54] *Vodní a tepelné elektrárny* [online]. 2011 [cit. 2011-03-20]. Vodní elektrárny v ČR. Dostupné z WWW: <<http://www.vodni-tepelne-elektrarny.cz/vodni-elektrarny-cr.htm>>.
- [55] *Výkladový slovník* [online]. c2011 [cit. 2011-03-28]. Světová komise pro životní prostředí a rozvoj. Dostupné z WWW: <<http://slovník.ekopolitika.cz/s.shtml#svetova-komise-pro-zivotni-prostredi-a-rozvoj>>.
- [56] WEYER, Jan. *Revue objevů, vědy, techniky a lidí* [online]. 2010-03-12 [cit. 2011-03-14]. Z pobřeží Sibíře stále uniká metan. Dostupné z WWW: <<http://www.21stoleti.cz/view.php?cisloclanku=2010031201>>.
- [57] *Wikipedie* [online]. 2011-01-16 [cit. 2011-03-21]. Montrealský protokol. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Montrealsk%C3%BD_protokol>.
- [58] *Změna klimatu* [online]. c2007 [cit. 2011-03-24]. Uhlíková kalkulačka. Dostupné z WWW: <<http://kalkulacka.zmenaklimatu.cz>>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

C	Uhlík
CO	Oxid uhelnatý
CO ₂	Oxid uhličitý.
CFC	Halogenované uhlovodíky
CH ₄	Metan
Cl	Chlor
EU	Evropská unie
F	Fluor
FAO	Světová organizace pro zemědělství a výživu
GEF	Mezinárodní fond pro životní prostředí
H ₂	Vodík
HCFC	Chlor-fluorované uhlovodíky
HFC	Hydrogenované fluorovodíky
H ₂ O	Voda
IPCC	Mezinárodní panel pro změnu klimatu
N	Dusík
NO	Oxid dusnatý
NO _x	Oxidy dusíku
N ₂ O	Oxid dusný
O ₂	Kyslík
O ₃	Ozón
-OH	Hydroxyl
OSN	Organizace spojených národů
Pb	Olovo

PFC	polyfluorovodík
SF ₆	Fluorid sírový
SO ₃	Oxid siřičitý
UNEP	Program Spojených národů pro životní prostředí
UNFCCC	Rámcová úmluva OSN o změně klimatu
WCED	Světová komise pro životní prostředí a rozvoj
WMO	Světová meteorologická organizace

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Schéma klimatického systému Země [13].....	13
Obr. 2. Srážkoměr [19]	17
Obr. 3. Složení atmosféry [26].....	22
Obr. 4. Ozonová vrstva [37]	28
Obr. 5. Fluorid uhličitý[37].....	29
Obr. 6. Zjednodušený model skleníkového efektu [30].....	30
Obr. 7. Koloběh uhlíku [46].....	32
Obr. 8. Zdroje skleníkových plynů [34].....	33
Obr. 9. Celkové emise [21].....	35
Obr. 10. Smog [38]	37
Obr. 11. Důl, těžba uhlí [20].....	38
Obr. 12. Uhlí [50]	39
Obr. 13. Pelety [16].....	41
Obr. 14. Obnovitelné zdroje versus fosilní a jaderné elektrárny [33].....	42
Obr. 15. Výfukové plyny z osobního automobilu [36]	45
Obr. 16. Odlesnění [14]	48
Obr. 17. Tání ledovců [52].....	51

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Přehled skleníkových plynů [3]	24
--	----

SEZNAM PŘÍLOH

- P I Příklady možných projevů změn klimatu
- P II Vybrané příklady adaptačních opatření
- P III Příklady zmírňujících opatření

PŘÍLOHA P I: PŘÍKLADY MOŽNÝCH ZMĚN KLIMATU

Jev a směr trendu	Pravděpodobnost budoucích trendů	Příklady hlavních předpokládaných dopadů podle sektorů			
		Zemědělství, lesnictví a ekosystémy	Vodní zdroje	Lidské zdraví	Průmysl, osídlení a společnost
Na větší části pevniny tepleji a méně chladných dnů a nocí, tepleji a více horkých dnů a nocí	Téměř jisté (x)	Vyšší úroda v chladnějších oblastech; nižší úroda v teplejších oblastech; častější přemnožení hmyzu	Vlivy na vodní zdroje závislé na tání sněhu; vlivy na některé dodávky vody	Snížení úmrtnosti díky menšímu vystavení chladu	Snížená poptávka po energii na vytápění; zvýšená poptávka po chlazení; pokles kvality vzduchu ve městech; méně dopravních kalamit způsobených sněhem a ledem; vlivy na zimní turistiku
Teplá období/vlny veder. Frekvence se ve většině suchozemských oblastí zvyšuje	Velmi pravděpodobné	Nižší úroda v teplejších oblastech následkem teplotního stresu; vyšší nebezpečí požárů	Zvýšená poptávka po vodě; problémy s kvalitou vody, např. kvetení vody	Zvýšené riziko úmrtnosti spojené s horkem, obzvláště u starších, chronicky nemocných, velmi mladých a společensky izolovaných lidí	Snížená kvalita života lidí v teplých oblastech bez vhodného bydlení; dopady na starší, velmi mladé a chudé
Silné náhlé srážky. Frekvence se ve většině oblastí zvyšuje.	Velmi pravděpodobné	Škody na plodinách; eroze půdy, množnost obdělávat půdu kvůli podmáčení	Negativní dopady na kvalitu povrchové a podzemní vody; kontaminace zdrojů vody; možné zmírnění nedostatku vody	Zvýšené riziko úmrtí, zranění a infekcí, respiračních a kožních onemocnění	Poškození sídel, obchodu, dopravy a místních komunit v důsledku záplav; tlak na městské a venkovské infrastruktury; ztráty na majetku
Oblasti zasažené suchem	Pravděpodobné	Degradace půd; nižší úroda/poškození plodin+ častější úmrtí dobytka; vyšší riziko požárů	Rozšířenější vodní stres (z nedostatku vody)	Zvýšené riziko nedostatku vody; zvýšené riziko podvýživy; zvýšené riziko onemocnění šířených vodou a potravou	Nedostatek vody pro sídla a průmysl; omezení možnosti výroby vodní energie; riziko migrace
Vyšší aktivita silných tropických bouří (cyklón)	Pravděpodobnost	Škody na plodinách; vyvracení stromů větrem; poškození korálových útesů	Výpadky proudu způsobující poruchy veřejných vodovodů	Zvýšené riziko úmrtí, zranění, onemocnění šířených vodou a potravou;	Poškození záplavami a silnými větry; ústup soukromých pojišťovatelů od pojištění rizik

				poruchy způsobené post-traumatickým stresem	v citlivých oblastech, riziko migrace, ztráty na majetku
Častější extrémní zvýšení mořské hladiny (nezahrnuje tsunami)	Pravděpodobné (y)	Zasolování závlahových vod, ústí řek a sladkovodních systémů	Snížená dostupnost sladké vody v důsledku mísení se slanou vodou	Zvýšené riziko úmrtí a zranění způsobených záplavami; zdravotní vlivy spojené s migrací	Náklady na ochranu pobřeží versus náklady na přesídlení/přemístění aktivit z dosahu moře; možnost pro přesun populace a infrastruktury; viz také tropické bouře výše

Příklady možných projevů změn klimatu v podobě extrémních klimatických jevů, založené na projekcích od poloviny až konce 21. století. Tyto projekce neberou v úvahu jakékoliv změny ve schopnosti adaptace. Odhady pravděpodobností ve druhém sloupci se vztahují k jevům v prvním sloupci [10]

PŘÍLOHA P II: VYBRANÉ PŘÍKLADY ADAPTAČNÍCH OPATŘENÍ

Sektor	Možnost/strategie adaptace	Politický rámec v pozadí	Klíčová omezení a příležitosti (normální písmo= omezení; kurziva = příležitosti)
Voda	Rozšířené využívání dešťové vody; způsoby skladování a konzervace vody; opětovné požívání vody; odsolování; efektivní využití vody a zavlažování	Národní vodohospodářské postupy a správa vodních zdrojů; zvládání rizik spojených s vodou	Finanční, lidské zdroje a fyzické bariéry; <i>integrovaná správa vodních zdrojů; synergie s dalšími sektory</i>
Zemědělství	Přizpůsobení doby sadby a variabilita plodin; přemístění plodin; zlepšení hospodaření s půdou, např. protierozní ochrana a ochrana pomocí sázení stromů	Podpora výzkumu a vývoje; institucionální reforma; držba půdy a pozemková reforma; vzdělávání a trénink; pojištění úrody; finanční stimuly, např. dotace a daňové plevy	Technologická a finanční omezení; přístup k novým kultivarům plodin; trhy; <i>delší vegetační období ve vyšších zeměpisných šířkách; výnosy z „nových produktů“</i>
Infrastruktura, osídlení (včetně pobřežních zón)	Přesídlení; mořské hráze a bariéry proti vlnobití; zpevnování dun; získávání území a vytváření mokřadů coby tlumičů při zvýšení mořské hladiny a při záplavách; ochrana existujících přírodních bariér	Normy a regulace zohledňující klimatickou změnu; politika týkající se využití půdy; stavební předpisy; pojištění	Finanční a technologické bariéry; dostupnost prostoru k přesídlení; <i>integrovaná politika a strava; soulad s cíli trvale udržitelného rozvoje</i>
Lidské zdraví	Lékařské pohotovostní služby; zlepšené, na klima reagující sledování nemocí a jejich kontrola; bezpečná voda a zlepšená hygiena	Veřejná zdravotní politika, která si uvědomuje klimatická rizika; posílená zdravotní péče; regionální a mezinárodní spolupráce	Meze lidské tolerance (náchylné skupiny); omezenost vědění; finanční kapacita; <i>zdokonalená zdravotní péče; vylepšená kvalita života</i>
turismus	Rozmanitost turistických atrakcí a příjmů; přesouvání lyžařských sjezdovek do vyšších	Integrované plánování (např. únosná kapacita; propojení s dalšími sektory); finanční stimuly, např. dotace a	Přitažlivost/propagace nových atrakcí; finanční a logistické problémy; možný nepříznivý dopad na

	nadmořských výšek a na ledovce; umělé zasněžování	daňové úlevy	další sektory (např. uměné zasněžování může zvýšit spotřebu energie); <i>výnosy z „nových“ atrakcí; zapojení širší zájmové skupiny</i>
Doprava	Přeorientování/přemístění; projekční standardy a plánování u vozovek, železnic a další infrastruktury tak, aby bylo možno vyrovnat se s teplotou a odvodněním	Integrace následků klimatické změny do národní dopravní politiky; investice do výzkumu a vývoje týkajícího se zvláštních situací, např. oblastí permafrostu	Finanční a technologické bariéry; dostupnost méně zranitelných cest; <i>zlepšené technologie a integrace s klíčovými sektory (např. energie)</i>
Energie	Podpora nadzemního vedení a distribuční infrastruktury; podzemní kabeláž pro technická zařízení; energetická účinnost; využívání obnovitelných zdrojů; snížená závislost na jediném zdroji energie	Národní energetická politika, regulace a daňové a finanční stimuly podporující využívání alternativních zdrojů; včleňování klimatické změny do projekčních standardů	Přístup ke schůdným alternativám; finanční a technologické bariéry; přijímání nových technologií; <i>stimulace nových technologií; využití lokálních zdrojů</i>

PŘÍLOHA P III: PŘÍKLADY ZMÍRŇUJÍCÍCH OPATŘENÍ [10]

sektor	Klíčové zmírňující technologie a postupy k dispozici na současném trhu. Kurzivou uvedeny klíčové zmírňující technologie a postupy, u nichž se předpokládá uvedení na trh do r. 2030
Zdroje energie	Zlepšení účinnosti dodávky a distribuce energie; přechod z uhlí na plyn; jaderná energie; obnovitelné zdroje tepla a energie (vodní, sluneční, větrná, geotermální a bioenergie); kogenerace (kombinovaná výroba tepla a energie); včasná aplikace CCS (<i>Carbon Dioxide Capture and Storage</i>) – zachycování a sekvestrace (uskladnění) CO ₂ např. ze zemního plynu; <i>CCS u elektráren spalujících plyn, biomasu či uhlí; vyspělá jaderná energie; vyspělá obnovitelná energie včetně přílivové energie a energie z mořských vln, solární a fotovoltaická solární energie</i>
doprava	Vozidla s účinnějšími motory; hybridní vozidla; vozidla s čistšími dieselovými motory; biopaliva; přesun dopravních objemů ze silniční dopravy na železnici a MHD; nemotorizovaná doprava (cyklistika, chůze); územní plánování a dopravní plány; <i>biopaliva druhé generace; letadla s vyšší účinností; vyspělá elektrická a hybridní vozidla se silnějšími a spolehlivějšími bateriemi.</i>
budovy	Účinné osvětlení a využití denního světla; účinnější elektrické spotřebiče, vytápěcí a chladicí zařízení; zdokonalené sporáky a vařiče; kvalitní izolace; budovy s možností pasivního i aktivního využití solární energie k vytápění a chlazení; alternativní chladicí kapaliny, regenerace a recyklace fluorovaných plynů; <i>projektování komerčních budov s integrovanými systémy kontroly a zpětné vazby; solární fotovoltaické panely součástí budov.</i>
průmysl	Účinnější využívání elektrického vybavení koncovými spotřebiteli; rekuperace tepla a úspory/důsledné využívání energie; recyklace a substituce materiálů; kontrola emisí dalších plynů kromě CO ₂ a dlouhá řada technologií specifických pro konkrétní procesy; <i>zdokonalená energetická účinnost; CCS u výroby cementu, čpavku a železa; inertní elektrody k výrobě hliníku.</i>
Zemědělství	Zdokonalení zemědělského hospodaření, které povede k vyššímu zachycování uhlíku v půdě; obnova obdělávaných rašelinišť a degradované krajiny; zlepšené metody pěstování rýže, chovu dobytka a způsobu hnojení za účelem snížení emisí metanu (CH ₄); zlepšení aplikace dusíkatých hnojiv za účelem snížení emisí N ₂ O; pěstování energetických plodin, které nahradí fosilní paliva; zlepšení energetické účinnosti; <i>zvýšení výnosů plodin.</i>