

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování



**KLIMATICKÉ ZMĚNY – PŘÍRODNÍ KATASTROFY**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Vedoucí práce:** Ing. Jana SOUKUPOVÁ

**Autor:** Zuzana BENEDIKTOVÁ

2010

## Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, pod vedením Ing. Jany Soukupové. Uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala“.

V Praze 30. 4. 2010

.....

## **Abstrakt**

Obsahem této bakalářské práce je stručný rozbor vlivu současných klimatických změn na extrémní projevy počasí. V první části jsou stručně popsány jednotlivé faktory ovlivňující klima Země. Druhá část je věnovaná rozboru přírodních katastrof, jejich vzniku a důsledkům. Obě části jsou propojovány souvislostmi mezi těmito tématy.

Klíčová slova: atmosféra, klimatické změny, intenzita, meteorologické děje

## **Abstract**

This bachelor thesis contents a brief analyse of climatic changes influence onto atmospheric processes. In the first part, the particular factors affecting Earth climate are briefly described. The second part is focused on various natural disasters Both parts are connected by the connection between these themes.

Keywords: atmosphere, climate change, intensity, weather happening

# Obsah

1. úvod .....	6
2. Faktory ovlivňující vývoj klimatu .....	7
2.1 Změny orbitální polohy Země - Milankovičova teorie.....	7
2.1.1 Základy Milankovičovy teorie.....	8
2.2 Skleníkové plyny .....	9
2.2.1 Skleníkový efekt .....	9
2.2.2 Jednotlivé skleníkové plyny.....	10
2.2.3 Koloběh a přibývání skleníkových plynů .....	17
2.3 Vulkanická erupce.....	18
2.4 Sluneční aktivita v souvislosti se slunečními skvrnami.....	19
3. El Niño a La Niña .....	20
4. Klimatické změny vyvolané skleníkovým efektem .....	22
4.1 Klimatické modely .....	23
4.2 Důsledky klimatických změn- změny meteorologických dějů .....	24
5. Přírodní katastrofy.....	25
5.1 Přírodní katastrofy v souvislosti s probíhající klimatickou změnou, globálním oteplováním.....	25
5.2 Tropické cyklóny .....	25
5.3 Tornáda.....	30
5.4 Povodně.....	32
5.4.1 říční povodně.....	32
5.4.2 Druhy říčních povodní .....	33
5.4.3 Mořské povodně .....	34
5.4.4 Zápavy v České republice .....	35
5.4.5 Povodně ve světě .....	35

5.5	Sesuvy půdy .....	36
5.6	Sucho .....	37
5.7	Horké vlny a požáry .....	38
5.8	Písečné, prachové bouře .....	39
5.9	Zemětřesení a vulkanická aktivita .....	39
6.	Politický aspekt, návrhy na zmírnění dopadu klimatických změn .....	40
7.	Diskuze.....	42
8.	Závěr .....	43
9.	přehled literatury a použitých zdrojů .....	45
10.	přílohy.....	49

## 1. úvod

Zemské klima je velmi složitý systém působení různých faktorů a jejich souvislostí. Je formováno od vzniku naší planety, od začátku se mění a vyvíjí. Procesy, které probíhají v atmosféře, jsou velmi citlivé, i malý zásah do přirozeného chodu atmosféry může mít značné důsledky. Kvůli složitosti, náročnosti a variabilitě klimatu je těžké proniknout do jeho chodu a předvídat jeho budoucnost. Avšak v dnešní době je již možné nahlédnout do jeho budoucího vývoje pomocí klimatických modelů. Existuje více prognóz, všechny se však shodují na tom, že naše planeta se ohřívá. Je těžké rozhodnout, do jaké míry jde o přirozený proces vývoje klimatu a do jaké míry do tohoto procesu zasahuje člověk svým chováním. Vědci přicházejí s nepopíratelnými důkazy o antropogenním vlivu na probíhající změnu klimatu. Ve své bakalářské práci se zabývám možnými dopady kolísání teploty atmosféry, extremitou běžných procesů v ní, v souvislosti s průběhem a četností přírodních katastrof. Stručně zde popisuji oblast klimatologie čistě v souladu s nejnovějšími výzkumy vědců z této oblasti.

## 2. Faktory ovlivňující vývoj klimatu

Základní mechanismy, ovlivňující vývoj a proměnlivost zemského klimatu, se rozdělují do dvou kategorií:

mimozemské faktory:

- astronomické vlivy- vzájemné polohy Země a Slunce
- intenzita slunečního záření
- kosmické katastrofy, mezihvězdný prach

oceánické, atmosférické a terestrické faktory:

- odrazivost atmosféry
- odrazivost povrchu
- rozložení pevniny, oceánů
- atmosféricko-oceánské výměny
- kontinentální drift
- vulkanismus
- skleníkové plyny

(Pidwirny, M., 2006 [Online:

<http://www.physicalgeography.net/fundamentals/7y.html>], staženo 15.3.2010)

*Dále se ve své bakalářské práci budu zabývat vlivy, které jsou v rámci nedávné minulosti, současnosti a budoucnosti aktuální a které mohou měnit klima na Zemi již od její pradávnej historie formované.*

### 2.1 Změny orbitální polohy Země - Milankovičova teorie

Milutin Milankovič

Narodil se v dnešním Srbsku. Titul inženýra získal v roce 1904 na Vídeňské Technické univerzitě. Pak se několik let zabýval betonovými konstrukcemi, ale už v roce 1909 se vrátil do Bělehradu na místo profesora užití matematiky. V průběhu života se zabýval rozpracováváním modelu vlivu sluneční činnosti na zemské klima.

Jeho prvním cílem bylo popsat geometrii jednotlivých planet a určit jejich vývoj v minulosti. Nebylo to příliš obtížné, protože navázal na výpočty Ludwiga Pilgrima. Druhý úkol – spočítat kolik sluneční energie dopadá na povrch planet v různých ročních obdobích a v různých šířkách – si vyžádal velké množství práce, protože všechny planety se různě natáčejí, ovlivňují a naklánějí. Jeho třetím hlavním úkolem byl matematický popis zemského klimatu. Byla to komplikovaná záležitost, protože každá zeměpisná šířka měla v různých ročních obdobích své individuální charakteristiky oslunění. Bylo nutné si vybrat takovou konstelaci, která by co nejlépe odpovídala globálním změnám. Po dlouhých diskusích se rozhodl pro 55°, 60° a 65° severní šířky, letní polovinu roku a období 0 – 650 tisíc let. Další desetiletí rozpracovával Milankovič radiační charakteristiky pro nižší geografické šířky a zabýval se vlivem ledové pokrývky na množství sluneční energie přijímané povrchem Země (Cílek V., 1995: Milankovičovy cykly. Vesmír, 74, 488, 1995/9. [online: <http://www.vesmir.cz/clanky/clanek/id/5047>, staženo 16. 3. 2010]).

### 2.1.1 Základy Milankovičovy teorie

Množství sluneční energie, která dopadá na zemský povrch, kolísá. Z krátkodobého i dlouhodobého hlediska. V ročním měřítku zde jde o střídání ročních dob, v dlouhodobém cyklu jde o mnohem složitější procesy, které Milutin Milankovič ve třech zákonech popsal. Jednotlivé zeměpisné šířky, tedy různé části moře a pevniny, získávají různá množství tepla. To se projevuje změnami atmosférického a oceánického proudění.

1. Sklon zemské osy se mění v periodě 40 tisíc let v rozmezí až 21,8 – 24,4° a snižuje se o polovinu úhlové vteřiny (0,00013°) za rok. Maxima dosáhl před 10 tisíci lety. Má vliv na pozici polárních kruhů a tropických obratníků. Sklon zemské osy tedy určuje, na kterou část zemského povrchu dopadne nejvíce záření. Cyklus 40 tisíc let je charakteristický pro teplé a chladné oscilace svrchního pliocénu a starého pleistocénu před 2,5 – 1 milionem let. V dnešní době je sklon osy zhruba uprostřed svého rozmezí.



2. Země obíhá kolem Slunce po eliptické dráze, jejíž excentricita se mění od nuly (kruhová dráha) do 0,06 v cyklu necelých 100 tisíc let. V průběhu posledních 100 tisíc let dosahovala excentricita hodnotu 0,02 nebo méně. Současná hodnota je 0,0167 a maximum 0,019 dosažené před 10 tisíci lety, bylo velmi nízké. Podstatná maxima se odehrávala před 110, 200, 300, 600, 700 a 960 tisíci lety. Menší maxima před 400, 500, 800 a 880 tisíci lety. Stotisícový klimatický cyklus ovládá klima posledního milionu let a přehlazuje důležitější čtyřicetitisícový cyklus, pravděpodobně proto, že ledovce narostly do takových rozměrů, že teplotní setrvačnost systému potlačila kratší cyklus. Při vysoké excentricitě je sezónní rozdíl v množství sluneční energie mezi perihelionem a aphelionem až 30 %, v současné době dosahuje asi 7 %, při kruhové dráze je nulový.
  
3. Třetí cyklická variace – precese – se odehrává v cyklech přibližně 19 a 21 tisíc let. Důležité je, že každá světová šířka reaguje poněkud odlišně na každý ze tří základních Milankovičových parametrů. Např. hladiny jezer na Sahaře nejvíc reagují na precesní cyklus přibližně 21 tisíc let, zatímco severský ledovec je řízen nejdelším cyklem. Výsledkem je mnohoúrovňové předivo skládajících se či vylučujících se reakcí zemského systému. Pokud do klimatického systému navíc zavedeme pozorovaný megacyklus 250 tisíc let a kratší cykly o délce trvání 12, 7, 3 a 1 tisíc let, získáváme soustavu, která je bez hierarchické analýzy naprosto nepřehledná. Kromě toho totiž ještě existují cykly o délce trvání 7, 20, 100, 400 let i cykly trvající až 200 milionů let. Milankovičovy orbitální parametry se dají vystopovat až do paleozoika a jejich postavení je zřejmě ústřední (Cílek V., 1995: Milankovičovy cykly. Vesmír, 74, 488, 1995/9. [online: <http://www.vesmir.cz/clanky/clanek/id/5047>, staženo 16.3.2010]).

## **2.2 Skleníkové plyny**

### **2.2.1 Skleníkový efekt**

Princip skleníkového efektu: 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. Zbylých cca 70 % je pohlceno povrchem (v malé míře i atmosférou), a to má za následek

zvýšení teploty povrchu a částečně i vzduchu. Podle fyzikálních zákonů (Planckův zákon) ale každé těleso, jehož teplota je vyšší než absolutní nula ( $-273,15^{\circ}\text{C}$ ), energii také vyzařuje. To platí i pro zemský povrch, který vyzařuje v infračervené oblasti. Pokud by v atmosféře nebyly přítomny skleníkové plyny, toto záření by odcházelo do kosmu. Ale skleníkové plyny v atmosféře právě toto záření pohlcují a tím dochází k ohřívání vzduchu. Ohřátý vzduch sám o sobě ale také vyzařuje infračervené záření. Polovina záření odchází směrem nahoru (do kosmu nebo může být pohlceno skleníkovými plyny ve vyšších vrstvách atmosféry), polovina směrem dolů (to je pohlceno buď v nižších vrstvách atmosféry nebo povrchem). Vzhledem k možnosti mnohonásobného pohlcení a následného vyzáření infračerveného záření v atmosféře je matematický popis celého procesu komplikovaný. Celkově ale vede k omezení infračerveného vyzařování ze soustavy Země – atmosféra, a tedy ke zvýšení její teploty. Bez skleníkových plynů by byla průměrná teplota atmosféry v blízkosti zemského povrchu asi o  $33^{\circ}\text{C}$  nižší, než je dnes. Země by pravděpodobně nebyla vhodná pro život, jak ho známe. Byla by pokryta sněhem a ledem od pólů až k rovníku. Energie, kterou skleníkové plyny zadržují, se totiž může projevovat nejen jako teplota vzduchu. Přirozeně ovlivňuje také pohyb (proudění) vzduchu, potenciální energii (vertikální stabilita vzduchové hmoty) nebo kondenzaci vodní páry, vypařování, mrznutí nebo tání vody (Metelka, Tolasz 2009).

V minulosti se teplota na Zemi dlouhodobě výrazně měnila. Způsobovala to koncentrace skleníkových plynů, zejména oxidu uhličitého a vodní páry, tedy intenzita skleníkového efektu. V obdobích, kdy koncentrace skleníkových plynů v atmosféře byla malá, byla teplota na povrchu Země nízká. Tato období se nazývají dobami ledovými (glaciálními). Naopak, v dobách, kdy byla intenzita skleníkového efektu vysoká, teplota na Zemi vzrůstala. To byla období interglaciální, období s teplotami asi o 6 až  $10^{\circ}\text{C}$  vyššími než v glaciálních dobách.

### 2.2.2 Jednotlivé skleníkové plyny

Skleníkové plyny jsou přirozenou součástí atmosféry, jsou vzácné, ale jejich vliv je obrovský. Zadržují teplo v blízkosti zemského povrchu a tím způsobují ohřívání Země. Jejich koncentrace je v poslední době velmi závislá na vlivu člověka. V této kapitole jsou jednotlivé skleníkové plyny popsány.

plyn	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	ostatní	celkem
podíl na celkovém skleníkovém efektu (%)	82	12	4	2	100

Tabulka č.1: Podíl jednotlivých skleníkových plynů na celkovém skleníkovém efektu, podle WEC 2000 (Kadrnožka 2008)

### 2.2.2.1 Vodní pára

Nejdůležitějším skleníkovým plynem v atmosféře je vodní pára, která má na přirozeném skleníkovém efektu podíl 36–70 % (bez započtení vlivu oblačnosti). Vodní páry nejvíce přispívají k zemskému skleníkovému efektu. Jejich vliv se liší podle toho, jaká je v daném místě jejich koncentrace, v jaké směsi s jinými plyny se nacházejí a jaká je frekvence světla. Také mají odlišné chování v různých vrstvách atmosféry. Jejich vliv se liší také podle toho, zda se uplatňuje pozitivní nebo negativní zpětná vazba. Vysoká vlhkost v atmosféře ovlivňuje oblačnost, na které závisí teplota, ale odlišným způsobem než vodní páry.

Navzdory nerovnoměrným vlivům a rozdílům při získávání kvalitních dat lze říci, že obsah vodních par se v průběhu 20. století všeobecně zvýšil (IPCC, 2001).

Vodní páry jsou v troposféře ke klimatu pasivní, existence vodních par v atmosféře je krátká, přibližně týden, takže výkyvy v obsahu vodních par se poměrně rychle vyrovnávají. Jestliže se obsah vodních par v atmosféře zvýší, v reakci na teplotní výkyv způsobený zvýšením obsahu CO<sub>2</sub>, lze pozorovat limitovanou pozitivní zpětnou vazbu a vyšší teploty. Avšak v reakci na zvýšení koncentrace vodních par dojde v atmosféře k nové rovnováze, a to díky zvýšené tvorbě oblačnosti způsobující ochlazování, její zvýšenou odrazivostí slunečních paprsků, a také mizení vodních par z atmosféry ve formě deště.

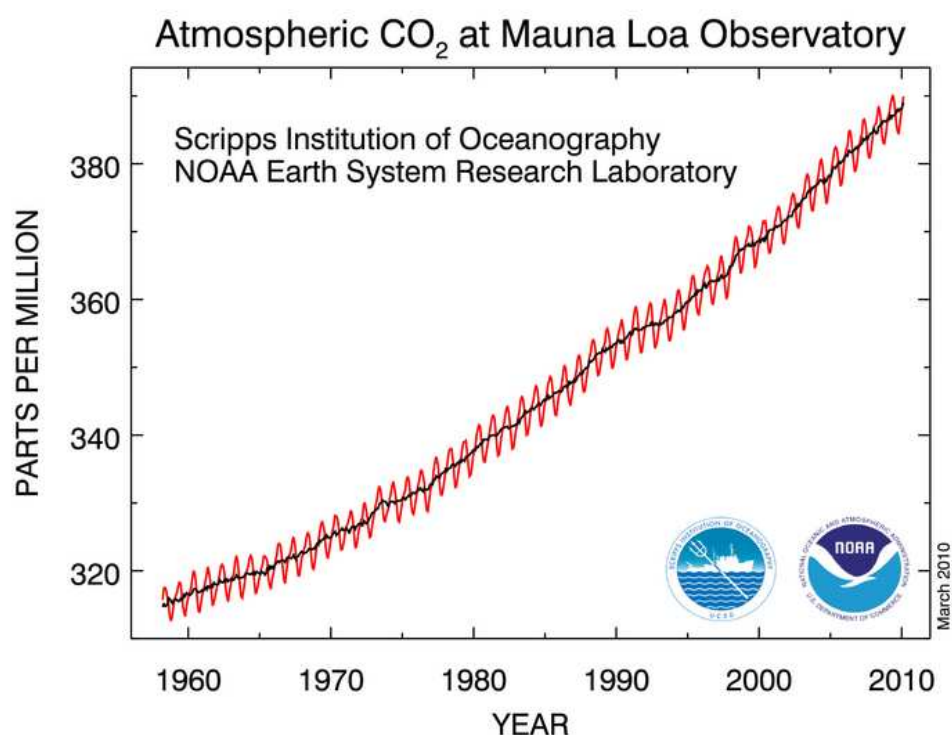
### 2.2.2.2 Oxid uhličitý CO<sub>2</sub>

Oxid uhličitý má největší podíl na skleníkovém efektu, je v nejhojnějším množství. Vzniká jako produkt spalování a rozkladu.

V padesátých letech začal klimatolog Charles Keeling měřit koncentraci CO<sub>2</sub> v atmosféře na hoře Mauna Loa na Havaji. Observatoř na hoře Mauna Loa je ve výšce tří a půl tisíce metrů nad mořem. Je důležité, že složení atmosféry zde není ovlivněno žádnými zdroji znečištění ani pohlčovači oxidu uhličitého. Dr. Keeling

začal s odebíráním vzorků emisí oxidu uhličitého na základně v roce 1958. Od roku 1960 začal zjišťovat, že existuje silné sezónní kolísání hladiny oxidu uhličitého. Když na severní polokouli začne jaro a rozrůstá se první zeleň, Země odebírá ze vzduchu oxid uhličitý, což se na Keelingově grafu projeví poklesem jeho koncentrace. Je-li na severu podzim, tedy minimum asimilující zeleně, Země produkuje CO<sub>2</sub> rozkladem a tlením, jeho koncentrace tedy opět roste. Z grafu je patrné, že po každém takovém cyklu zůstává v atmosféře více CO<sub>2</sub>, než po tom předchozím.

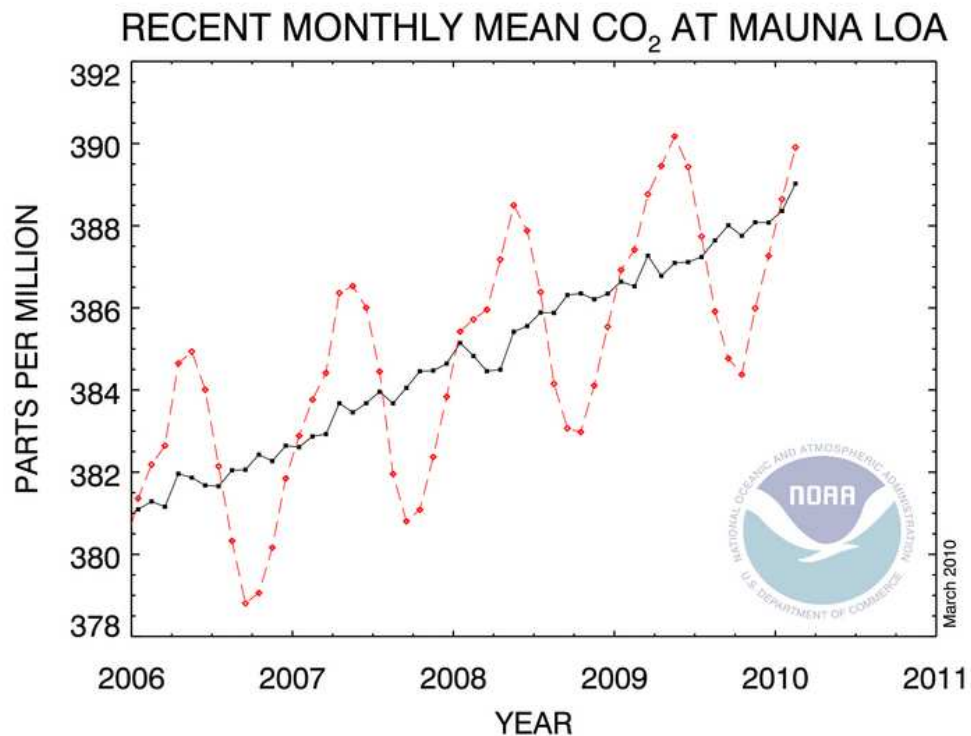
Výsledkem tohoto pozorování je tzv. Keelingova křivka:



Graf č.1: Keelingova křivka, zobrazená pozorování od roku 1958 do roku 2010 se zřejmou vzestupnou tendencí.

červená křivka zde znázorňuje měření v jednotlivých měsících, zaznamenané měření je z prostředku každého měsíce. Černá křivka pak znázorňuje to stejné, avšak po korekci sezónních cyklů.

(online: <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>, staženo 18.3.2010)



Graf č. 2: Keelingova křivka znázorněna v podrobnějším měřítku, tedy se zřetelnějším měsíčním kolísáním. Legenda viz obrázek č. 1. (online: <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>, staženo 18.3.2010)

Koncentrace nejdůležitějšího skleníkového plynu, oxidu uhličitého, se zvýšila z úrovně 280 ppm(v) (tzn. 280 částic z milionu) před nástupem průmyslové éry na hodnotu 356 ppm(v) v roce 1993. V roce 2003 tato koncentrace dosáhla hodnoty 376 ppm(v), na počátku roku 2007 již hodnoty 381 ppm(v). Relativně se koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší do roku 2005 zvýšila asi o 40%. Před rokem 1800, tedy před zmíněnou průmyslovou revolucí, byl obsah CO<sub>2</sub> v atmosféře asi 586 gigatun (miliardy tun). Uvedená čísla se vztahují pouze na uhlík obsažený v molekule CO<sub>2</sub> – skutečná hmotnost by byla kvůli dvěma atomům kyslíku asi 3,7 krát vyšší. Dnes je hmotnost CO<sub>2</sub> v atmosféře asi 790 gigatun. Kdybychom chtěli udržet množství CO<sub>2</sub> na úrovni dvojnásobku jeho množství před průmyslovou revolucí, která se obecně považuje za hranici nebezpečných změn, museli bychom veškeré budoucí emise CO<sub>2</sub> omezit asi na 600 gigatun. Více než polovina tohoto množství zůstane v atmosféře, což do roku 2100 zvýší celkové množství CO<sub>2</sub> asi na 1100 gigatun, tedy 550 ppm(v). Dodržet tato stanovení by bylo pro lidstvo velmi problematické, protože budeme-li počítat s používáním fosilních paliv po příštích sto let, znamená to emise nejvýše 6 gigatun ročně. Porovnáme-li toto číslo s průměrnými emisemi

za 90. léta 20. století 13,3 gigatun ročně (z toho zhruba polovina pocházela ze spalování fosilních paliv) a připomeneme-li si, že na Zemi má v roce 2050 žít asi devět miliard lidí, vzniká zde důvod k obavám (Flannery T., 2005).

Dlouhodobou koncentraci CO<sub>2</sub> v atmosféře lze také nepřímo zjišťovat z analýz vzduchových bublin v ledovcích. Stáří těchto bublin je možné určit radioaktivním datováním. Vzduch zmrzlý ve sněhové vrstvě na ledovcích ukazuje, jaké bylo složení atmosféry v době, kdy sníh zamrzl.

Oxid uhličitý vzniká spálením, oxidací uhlíku kyslíkem. Množství oxidu uhličitého, které vzniká při spalování fosilních paliv, závisí na množství uhlíku v palivu. Další podstatnou hořlavou složkou fosilních paliv je vodík, a proto mnoho charakteristických veličin fosilních paliv se vyjadřuje v závislosti na hmotnostním poměru H/C. Ze všech fosilních uhlovodíkových paliv je tento poměr největší u zemního plynu a speciálně pro jeho hlavní složku, metan, který má v molekule jeden atom uhlíku a čtyři atomy vodíku, tento poměr činí 0,3567. U ropy se tento poměr pohybuje kolem hodnoty 0,17. U různých nalezišť se však tento poměr může dosti lišit.

Podstatnou část emisí CO<sub>2</sub> mají na svědomí miliardy motorů, strojů a dalších zařízení poháněných fosilními palivy jako uhlí, benzín, nafta a plyn – buď přímo vnitřním či vnějším spalováním, či nepřímo spalováním elektřiny. Nejnebezpečnější jsou elektrospotřebiče a jejich hlavní zdroj energie, uhelné elektrárny. Černé uhlí (antracit) tvoří nejméně z 92% uhlík, zatímco suché hnědé uhlí obsahuje jen 70% uhlíku a 5% vodíku. Spálením tuny antracitu vzniká asi tři a půl tuny CO<sub>2</sub>. Některé elektrárny spálí za hodinu až 500 tun uhlí (Flannery T., 2005).

Je zřejmé, že zvýšená koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře je antropogenního původu. Existují statistiky vycházející z množství spálených fosilních paliv od počátku průmyslové revoluce dodnes, z množství uhlíku v palivech, a tedy z množství CO<sub>2</sub>, který je jím produkován, z množství vzduchu v atmosféře a z průměrné životnosti oxidu uhličitého v ovzduší. Z těchto údajů lze zjistit koncentraci oxidu uhličitého, avšak je také nutné připočítat, jaký vliv na koncentraci emisí má odlesňování. Ze zeměpisného rozložení koncentrací oxidu uhličitého, která je vyšší na severní polokouli, je zřejmý vliv rozvinutějšího průmyslu na severní polokouli a dalších faktorů, souvisejících s ekonomickou vyspělostí.

Kromě oxidu uhličitého je v atmosféře ještě dalších asi třicet skleníkových plynů. Všechny ve stopovém množství. Jejich účinky se z mnoha důvodů měří podle standardů CO<sub>2</sub> (po převodu na jednotky CO<sub>2</sub> podle rovnic). Koncentrace některých

plynů v atmosféře může být minimální, až zdánlivě irelevantní, avšak tím, že pohlcují teplo jiných vlnových délek než CO<sub>2</sub>, jejich nárůst může být důležitý.

### 2.2.2.3 Metan

Po oxidu uhličitém je dalším nejvýznamnějším skleníkovým plynem metan. V atmosféře tvoří pouze 1,5 částice z milionu, jeho podíl na celkovém skleníkovém efektu však tvoří 15-17% (Flannery T, 2005). Proto se věnuje velká pozornost průzkumům jeho zdrojů a možnostem snížení jeho úniků do ovzduší. Je zkoumán nejen jeho únik z přírodních zdrojů, ale zejména jsou zkoumány procesy jeho vytváření a cesty úniku ze zdrojů a z procesů uhelného, ropného a plynárenského průmyslu, ze skládek odpadů a z živočišné a rostlinné zemědělské výroby. Podíl fosilních paliv na vytváření metanu činí asi 25% (Kadrnožka, 2008). Světové emise metanu podle zdrojů jsou uvedeny v tabulce číslo 2.

produkce metanu	Mt/rok	%
zdroj metanu		
Mokřady	100... <b>115</b> ...200	24
Fosilní paliva	100... <b>70</b> ...110	15
Skot(přežvýkavci)	65... <b>70</b> ...100	15
Rýžoviště	20... <b>60</b> ...150	13
Hoření biomasy	20... <b>40</b> ...80	9
Skládky odpadů	20... <b>30</b> ...70	6
Živočišné odpady	20... <b>25</b> ...30	5
Lidské odpady	20... <b>25</b> ...30	5
Termiti	10... <b>20</b> ...50	4
Oceán	5... <b>10</b> ...20	2
Čerstvá voda	1... <b>5</b> ...25	1
Metanové hydráty	0... <b>5</b> ...15	1
celkem	381... <b>475</b> ...880	100

Tabulka číslo 2: Světové emise metanu (zpracováno podle Houghton, 1998)

Z této tabulky vyplývá, že hlavním přírodním zdrojem metanu jsou mokřady. Podstatně menší produkce metanu pochází z termišť. Z přírodních zdrojů pochází asi 37% metanu.

Největším antropogenním zdrojem metanu je zemědělská výroba, a to jak živočišná, tak rostlinná. Jen skot, živočišné odpady a rýžová pole produkují o 60% více metanu než četné a rozlehlé světové mokřady (Kadrnožka J., 2008).

Podle zprávy Agentury OSN pro výživu a zemědělství (FAO) z listopadu 2006 metan a další plyny, které vznikají při zaživacích procesech dobytka, představují větší příspěvek pro zvyšování intenzity skleníkového efektu, než automobilový provoz. Produkce rostlinné stravy však také vede k produkci metanu, již zmíněná rýžoviště jsou velkým zdrojem. Počet obyvatel naší planety roste, spotřeba rostlinné i živočišné stravy se tedy bude zvyšovat, vyšší potřebná produkce potravin nezanedbatelně zvyšuje emise skleníkových plynů. (OSN, FAO, 2006)

Fluktuace přírůstků koncentrace metanu v ovzduší souvisí s fluktuacemi koncentrace etanu v ovzduší a se změnami v proudění v Pacifiku, s jevy El Niño a La Niña.

#### **2.2.2.4 Oxid dusný**

Je při zadržování tepla asi 300krát účinnější než  $\text{CO}_2$ . Je mnohem vzácnější než metan, ale přetrvává v atmosféře až 150 let (Flannery T., 2005). Podle novějších poznatků jsou významným zdrojem oxidu dusného spalovací motory, a to i v případě, že jsou vybaveny katalyzátory. Katalyzátory totiž redukují oxidy dusíku nedokonale, a proto s velkou pravděpodobností redukují část oxidů dusíku vyšších (s velkým počtem atomů kyslíku v molekule) pouze na oxidy dusíku nižší (s menším počtem atomů kyslíku v molekule) (Kadrnožka J., 2008). Zhruba třetina emisí na naší planetě vzniká při spalování fosilních paliv, zbytek pak spalováním biomasy a používáním dusíkatých hnojiv.

#### **2.2.2.5 Ostatní skleníkové plyny**

Podíl ostatních skleníkových plynů činí asi dvě procenta. K těmto plynům patří především chlorfluorované uhlovodíky (CFCs) a dále je to ozón. Chlorfluorované uhlovodíky hrají podstatnou roli při zeslabování ozónové díry (Kadrnožka J., 2008).



### 2.2.3 Koloběh a přibývání skleníkových plynů

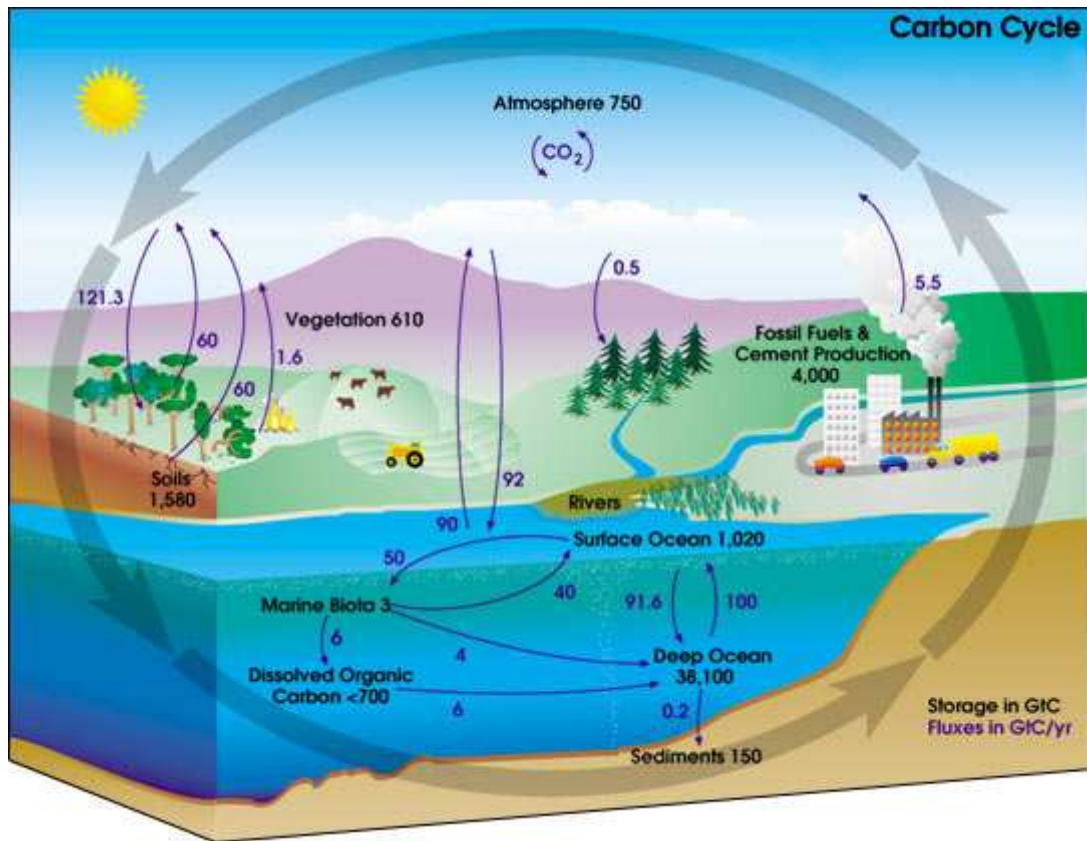
Některé významné skleníkové plyny, zejména pak oxid uhličitý a metan, jsou součástí přirozených procesů, které na Zemi probíhají. Koloběh těchto plynů tvoří součást tzv. globálního uhlíkového cyklu.

Uhlík permanentně proudí mezi rezervoáry v oceánu (jako ve vodě rozpuštěný oxid uhličitý, a také v malých organismech – planktonu), na zemi (kde je obsažen nejčastěji v živých organismech) a v atmosféře (zde se objevuje nejčastěji právě ve formě oxidu uhličitého a metanu). Atmosféra, svrchní vrstvy oceánu, biosféra a půda jsou velice úzce propojeny. Vzájemně si vyměňují obrovská množství uhlíku.

Oceán pohlcuje mnoho uhlíku hlavně v oblastech s chladnou vodou. Naopak uhlík se uvolňuje v tropech. Výměna s hlubokými vrstvami oceánu je slabší a pomalejší, takže zde se změny projevují v měřítcích několika staletí.

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

Přirozené toky uhlíku mají mnohem větší objem než emise (množství uměle vypouštěné do atmosféry) z průmyslu nebo dopravy. Jsou však dlouhodobě velmi dobře vyrovnané, takže množství uhlíku, které se za rok dostane do atmosféry přirozenými procesy, je přibližně stejné jako množství uhlíku přirozenými procesy odstraněné. Za této situace ale může i poměrně malý (například průmyslový) příspěvek ke zdrojům vést k dlouhodobému systematickému zvyšování koncentrací skleníkových plynů v atmosféře.



Obrázek č. 1: Diagram uhlíkového cyklu. Černá čísla signalizují, kolik uhlíku je uloženo v jednotlivých rezervoárech (v miliardách tun), modrá čísla ukazují, kolik uhlíku se pohybuje mezi rezervoáry každý rok. (online: [http://earthobservatory.nasa.gov/Features/CarbonCycle/carbon\\_cycle4.php](http://earthobservatory.nasa.gov/Features/CarbonCycle/carbon_cycle4.php), staženo 9.3.2010)

V současné době se odhaduje množství uhlíku v ovzduší Země na 800 miliard tun. V půdě je ho asi dvakrát tolik a v oceánech asi padesátkrát tolik. Přesuny mezi těmito druhy zásob mohou být proto mohutné a mohou způsobit významné změny v energetické bilanci Země a ve složení ovzduší. Antropogenní (umělé) zdroje oxidu uhličitého však už 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 (Metelka, Tolasz, 2009).

## 2.3 Vulkanická erupce

Jedním z produktů vulkanismu jsou sopečné plyny. Vznikají vypařováním z roztaveného magmatu, v některých případech dochází k jejich uvolňování při kontaktu s podzemní vodou. Při vypařování přecházejí sopečné plyny do atmosféry, kde tvoří skleníkové plyny.

Sopečné plyny jsou tvořeny převážně vodní párou, dále obsahují oxidy síry (hl. oxid siřičitý), fluorovodík, chlorovodík, oxid uhelnatý, methan, fluorid křemičitý, amoniak, oxid uhličitý a další.

Vědci dlouho nemohli přijít na souvislost mezi silnou výbušnou vulkanickou činností a krátkodobými změnami klimatu. Ukázalo se, že silné sopečné výbuchy způsobují ochlazení klimatu, tím že do stratosféry unikne velké množství oxidu siřičitého. Nejprve se předpokládalo, že ochlazení způsobuje velké množství sopečného prachu v atmosféře, který zabraňuje přenosu slunečního záření na planetu Zemi. Následná měření však ukázala, že většina sopečného prachu se vrací na povrch Země během šesti měsíců. Zjistilo se, že oxid siřičitý ve stratosféře však zůstává po dobu přibližně tří let. V atmosféře reaguje s vodními párami a tvoří hustou vrstvu, která snižuje průchod slunečního záření atmosférou.

V posledním století došlo ke dvěma sopečným výbuchům, které klima krátkodobě změnilo. Sopka El Chichon v Mexiku vybuchla v dubnu 1982, Mount Pinatubo na Filipínách během června 1991. Mount Pinatubo měla větší vliv na klimatickou změnu, do stratosféry se dostalo asi 20 milionů tun oxidu siřičitého, který následně svou reakcí s vodními párami odrážel několik procent slunečního záření zpět do vesmíru, v důsledku čehož v roce 1992 vznikalo globální ochlazení země o 0,8°C, vyvrcholilo v roce 1993

(online: <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/7y.html>, staženo 9.3.2010).

## **2.4 Sluneční aktivita v souvislosti se slunečními skvrnami**

Sluneční skvrny jsou hluboké magnetické bouře, které jsou viditelné, jako tmavé skvrny na povrchu Slunce. Počet a velikost slunečních skvrn projevují jistou cykličnost.

Sluneční aktivita charakterizovaná výskytem slunečních skvrn se mění v cyklech:

- a) základní 11letý cyklus
- b) významný je též 22letý cyklus
- c) dále existují 80, 300, 1400 a 1800leté periody

V době výskytu většího množství slunečních skvrn Slunce vykazuje větší intenzitu slunečního záření. Přestože jsou sluneční skvrny chladnější, při jejich rozšíření se Země otepluje, paprsky jsou intenzivnější.

Podle klimatologů mají změny sluneční aktivity vliv na chování klimatického systému. Avšak dosud se v měřeních nevypozoroval přímý vztah mezi cykly sluneční aktivity a změnou klimatu, nereaguje totiž bezprostředně, nereflektuje zvýšení či snížení sluneční aktivity v krátké době. Poukazuje to na setrvačnost klimatického systému, na složitost jeho koloběhů, 11letý cyklus může být tedy v čase rozmělněn.

### 3. El Niño a La Niña

Atmosférické cirkulace

ENSO – El Niño Southern Oscillation (El Niño jižní oscilace)

Za normálních podmínek jižní oscilace tlačí pravidelné pasáty, vanoucí západně od Jižní Ameriky, teplé povrchové vrstvy vody směrem k pobřeží Austrálie, Filipín, Indonésie a také jihovýchodní Asie. V těchto oblastech teplý a vlhký vzduch nad teplými vodami stoupá, tím tlak vzduchu klesá, vytváří se mohutná bouřková oblačnost a z ní vypadávají mohutné tropické deště. Ve vyšších vrstvách atmosféry se pak už sušší proudění obrací zpět k Jižní Americe. Zde ochlazený vzduch klesá, tlak při zemi pak stoupá, vzduch se dále vysušuje. Pobřeží Jižní Ameriky patří proto k jednomu z nejsušších míst světa. El Niño zřejmě spouští zeslabení východních pasátů v rovníkovém Pacifiku, které okamžitě vyvolává obrácení tohoto cyklu. Oslabení větrů způsobí, že se množství teplé vody náhle přesune ze západu na východ a vrstva teplé vody se ocitá blízko břehu Jižní Ameriky. Od ní se ohřívá vzduch a tím klesá atmosférický tlak, pasáty nadále slábnou. Na východ proniká ještě více teplé vody a cirkulace se převrátí. Celý Pacifik pokrývá neobvyklá vrstva tepla a proudění v atmosféře se na základě toho upraví do opačného směru. Monzuny, přinášející vláhu do Indonésie zeslábnu, hrozí sucho, naopak v Jižní Americe způsobuje vrstva teplé vody větší výpar a tím více deště.

Změny teploty povrchové vody v tropických vodách Tichého oceánu ovlivňují různé projevy počasí, včetně záplav a such ve velkých vzdálenostech. V intervalech tří až pěti let se v Tichém oceánu, západně od pobřeží Jižní Ameriky, vytvoří velká oblast teplejší vody a udržuje se zde po dobu jednoho roku i déle. V letech 1982 až 1983 byly povrchové teploty v blízkosti Jižní Ameriky až o 7°C vyšší, než je obvyklé.

Jev, který souvisí s El Niňem, je nazýván La Niña. Tento děj následoval po 15 ze 23 případů El Niña, označuje se také jako studená fáze El Niña. Spočívá v tom, že

nad západním Pacifikem se prohloubí tlaková níže, následkem toho mimořádně zesílí pasáty, u Jihoamerického pobřeží se objeví obrovský výstupný proud chladné vody a teplá voda se nakupí na západě. Přináší tedy sucho k pobřeží Peru a povodně kolem jihovýchodní Asie

Bjorn Lomborg, profesor statistiky na dánské univerzitě v Aarhusu, upozornil na souvislosti mezi jevy El Niño a La Niña a hurikány vznikající v Karibské oblasti a zasahující Spojené státy americké. V letech El Niña jsou nejmenší škody z hurikánů a pravděpodobnost, že dva a více hurikánů zasáhnou americkou pevninu, je pouze 28% proti běžným rokům, kdy je tato Zatímco největší pravděpodobnost, 63%, zasažení americké pevniny dvěma a více hurikány je v letech La Niña, což je 2,25krát větší pravděpodobnost, než v letech El Niño.

Existují archeologické důkazy, že jev El Niño existuje již stovky, možná miliony let. Přesto El Niño představuje jednu z největších hrozeb světa. Zdá se, že v průběhu dvacátého století, kdy došlo k zvýšení jeho četnosti a intenzity, zesiluje El Niño v souvislosti s globálním oteplováním, které způsobuje mimo jiné teplejší povrch moří. Současné klimatické modely předpovídají pro blízkou budoucnost déle trvající projevy El Niña.

Když je fáze El Niño dostatečně extrémní, mohou až dvě třetiny planety postihnout sucha, povodně nebo jiné výjimečné stavy počasí. Světový fond ochrany přírody (WWF) označil období působení El Niña v období 1997-1998 za „rok, kdy svět vzplanul ohněm“. Velkou část planety postihla sucha a na všech kontinentech vznikaly požáry, které napáchaly největší škody v prostředí deštných pralesů v jihovýchodní Asii. Shořelo tam téměř deset milionů hektarů, z čehož asi polovinu tvořil deštný prales.

NAO- North Atlantic oscillation (Severoatlantická oscilace)

Základem severoatlantické oscilace je tlakový spád v severo-j jižním směru, mezi hlavními stálými centry- Azorskou anticyklonou a Islandskou cyklonou. Pokud je rozdíl tlaků mezi Azorskou výší a Islandskou níží vysoký, dochází k silnému západnímu proudění. To přináší od Atlantiku vlhké a mírné zimy do střední Evropy. Sucho je ve Středomoří. Na severovýchodě Spojených států převažují kruté zimy a sněhové bouře. Když je rozdíl tlaků minimální, omezené západní proudění přináší málo teplého a vlhkého vzduchu z oceánu do Evropy. Sibiřská tlaková výše nabývá na intenzitě. Převládají východní větry a s nimi suché a mrazivé zimy pro střed a sever Evropy. Vlhko a teplo pro jih Evropy.

## 4. Klimatické změny vyvolané skleníkovým efektem

Zvyšující se intenzita skleníkového efektu nemá vliv pouze na nárůst globální teploty planety, ale v důsledku toho souvisí také s meteorologickými změnami.

Zvýšení energetického obsahu vzduchu je při globálním oteplování velmi nerovnoměrné. Nad pevninou je oteplování intenzivnější než nad oceány. Oceán má totiž mnohem větší tepelnou kapacitu než pevnina, je tedy schopen pojmout více tepla. Oceán vytváří také tzv. latentní teplo, což je teplo, které vzniká odpařováním vody a v páře je odváděno do vyšších vrstev atmosféry.

Intenzita odpařování vody je odlišná v různých částech Země. V polárních oblastech, kde je nízká teplota, je intenzita odpařování nejnižší, naopak v malých zeměpisných šířkách kolem rovníku, kde je teplota vysoká, probíhá odpařování intenzivněji.

Velká část vody, která se vypaří nad oceány a moři, spadne ve formě srážek zpět do oceánů. Zásadní část vypařené vody se pomocí globálních větrů i přímořského vzdušného proudění dostane nad kontinenty a zde spadne ve formě srážek na pevninu. Část vody z pevniny odteče zpátky do moří a oceánů, část je spotřebována rostlinami v procesu fotosyntézy. Všechny tyto procesy jsou závislé na mnoha parametrech, ale hlavně na teplotách a vlhkosti vzduchu a půdy.

Z takto stručně popsaného koloběhu vody na zemi je patrné, že teplotní poměry na kontinentech a oceánech jsou základním faktorem charakteristiky meteorologických dějů na Zemi. Jinými slovy, globální oteplování zvyšuje intenzitu koloběhu vody v přírodě, což má za následek zvyšující se sílu a intenzitu meteorologických dějů.

Pravděpodobné změny srážkové činnosti.	
Více srážek	Severní Evropa, Arktida (zima), Kanada, severovýchod USA, severní Asie (zima),  Tibet, tropická a východní Afrika, sever Pacifiku a Indického oceánu, rovníkový  Pacifik, Antarktida, severní, jižní, jihovýchodní a východní Asie (léto), střední Evropa

	(zima)
Méně srážek	Středomoří, severní Afrika, Střední Amerika, jihozápad USA, jižní Austrálie (zima a jaro), jihozápad Austrálie (zima), střední Evropa (léto), střední Asie (léto), jižní Kanada (léto)
Nárůst extrémních srážek (povodní)	Severní Evropa, jižní a východní Asie, Austrálie
Nárůst rizika sucha	Austrálie, Středomoří, střední Evropa (léto), Střední Amerika
Pokles délky období se sněhovou pokrývkou	Většina Evropy a Severní Ameriky

Tabulka č. 3: pravděpodobné změny srážkové činnosti v důsledku klimatických změn, (IPCC, Working group II., 2007)

## 4.1 Klimatické modely

Klimatické modely znázorňují pravděpodobný vývoj klimatu na Zemi. Klima je však výsledkem složitých procesů a vazeb probíhajících v úplném klimatickém systému, kde jakékoliv anomálie mohou zesilovat a zeslabovat vzájemné vazby. Prognózy proto nemohou být jisté, každá i malá změna může vyvolat zpětné vazby a v důsledku také dalekosáhlé klimatické změny.

Klimatický systém vytváří pět složek: atmosféra, oceán, pevnina, led a biosféra.

Do klimatického modelu je nutné zpracovat alespoň nejdůležitější zpětné vazby:

- vodní pára
- ovlivnění radiace oblačností
- cirkulace v oceánech

- albedo ledu

Vývoj globálních teplot, zejména ve druhé polovině 21. století, bude silně záviset na hodnotách emisí skleníkových plynů.

Z analýz klimatu, ať již za historická období posledního tisíce let, či hlouběji do minulosti vyplývá, že přirozená variabilita klimatu je značná a mnohostranná a je větší než změny způsobené člověkem za posledních sto let. I v minulosti se podnebí Země proměňovalo a aktuální oteplování může být součástí přirozeného kolísání v oceánech, atmosféře nebo ve sluneční činnosti. Je ale nepochybné, že se člověk svou činností na současném oteplování planety spolupodílí. Antropogenní vlivy mohou urychlit či zvýraznit přirozené změny klimatu, zapříčinit klimatické katastrofy, které mohou být, v souvislosti se zvyšujícím se počtem populace, drastičtější, s vyšší úmrtností a škodách na majetku.

## **4.2 Důsledky klimatických změn- změny meteorologických dějů**

V důsledku probíhajících klimatických změn se mění rozložení srážek na Zemi. Změny v četnosti a intenzitě extrémních projevů počasí apod.

Meteorologické extrémy a povodně jako projev přirozené variability atmosférických procesů jsou nedílnou součástí vývoje přírodního prostředí na Zemi. Jejich četnost, intenzita a dopady se mění v prostoru a čase, přičemž dopady jsou významně ovlivněny interakcí s lidskou společností (Brázdil R., 2002)

Důsledkem klimatických změn bude nárůst četnosti výskytu a intenzity extrémních projevů počasí, které způsobují velké škody, někdy i ohrožují zdraví či životy lidí: vichřice, extrémně intenzivní či dlouhotrvající srážky a povodně, silné mrazy, dlouhá období bez srážek, extrémně vysoké teploty apod.

Růst globálních průměrných teplot, který by bylo možné čekat v důsledku přibývání skleníkových plynů během 21. století, přesahuje zaznamenané změny klimatu v průběhu posledního tisíciletí. Tento růst je ale nižší než pravidelné výkyvy, k nimž docházelo během čtvrtohor. Nicméně závažná je především velká rychlost současných změn.



## **5. Přírodní katastrofy**

### **5.1 Živelné pohromy v souvislosti s probíhající klimatickou změnou, globálním oteplováním**

Termínem přírodní katastrofa jsou označovány epizodické události s rozsáhlými negativními důsledky, především pro obyvatelstvo. Událost může trvat několik vteřin až několik týdnů. Vyznačuje se malou pravděpodobností a velmi vážnými následky, které mohou mít dlouhé trvání.

Nejvýznamnějším projevem velmi silných meteorologických dějů – atmosférického typu přírodních katastrof – jsou tropické cyklony, které mají různé místní názvy jako hurikány nebo tajfuny. V souvislosti s probíhající změnou klimatu je pravděpodobná zvýšená frekvence a intenzita všech atmosférických přírodních katastrof.

Ničivá síla těchto tropických cyklonů je dána silným větrem, který dosahuje rychlosti až 200 km/hod. Mezi atmosférické katastrofy se řadí jevy jako bouře, orkány, krupobití, prachové bouře a tornáda. Příčinou je ve všech případech silná nerovnováha v atmosféře, vyrovnávání velkých teplotních a tlakových rozdílů. Dále se k atmosférickým katastrofám řadí události, které trvají delší dobu (týdny, měsíce, ale i více než 1 rok), to jsou například období dlouhého sucha, případně vln veder nebo neobvyklých mrazů.

Se zvýšenou extremitou počasí, s narůstajícím suchem, souvisí také častější výskyt a větší rozsah požárů lesů, křovinatých porostů a zemědělských plodin na polích.

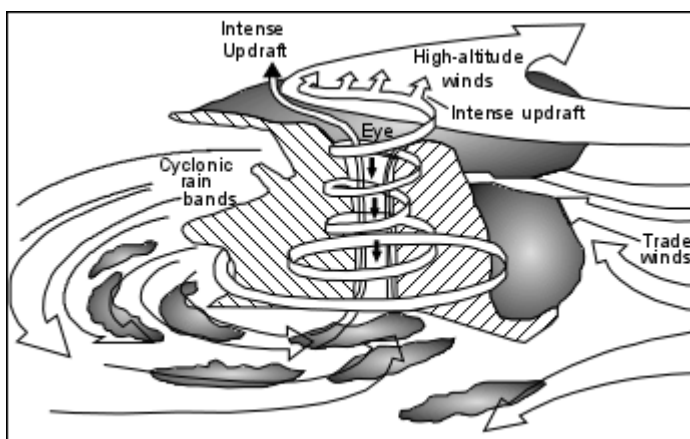
Globální oteplování planety způsobuje také tání ledovců, posléze zvýšení hladiny moří. To má za následek velké změny v rozložení tlaků na litosférické desky, a to je příčinou častějších zemětřesení, a snad i zintenzivnění vulkanické činnosti (Kadrnožka J., 2006a).

### **5.2 Tropické cyklóny**

Tropické cyklóny jsou nejničivější přírodní katastrofy, způsobují největší počty mrtvých, a také z hlediska jejich ekonomického dopadu. Větší ničivost tropických cyklón vrůstá také v souvislosti s rostoucím počtem obyvatel v tropických přímořských oblastech.

Tropické cyklóny jsou v Atlantiku nazývané hurikány, v Indickém oceánu cyklony, v jihovýchodní Asii tajfuny a v Austrálii willy-willy. V souvislosti s globálním oteplováním jsou stále častější a vyskytují se i ve větších vzdálenostech od rovníku. Nezáleží na tom, jaký mají místní název, stále jde o ten stejný proces.

Tropické cyklóny vznikají v tropických zeměpisných šířkách. Jsou to obrovské rotující tropické bouře provázené hustými mraky, mohutnými lijáky a vichřicemi. Ročně se nad celým zemským povrchem vytvoří 70-80 tropických cyklon, z nich ale jen malá část dosáhne ničivé intenzity, z této části se jen část dostane nad pevninu. Hurikány ničí především obrovskou rychlostí větru, která na souši působí tlakem a na moři tvoří vlny. Dále ničí turbulentním, vířivým pohybem vzduchových částic, ničí i podtlakem ve svém středu – oku. S tropickými cyklony souvisí i mimořádně vydatné deště, které vedou k povodním.



After Abbott (1996)

obrázek č. 4: schéma hurikánu

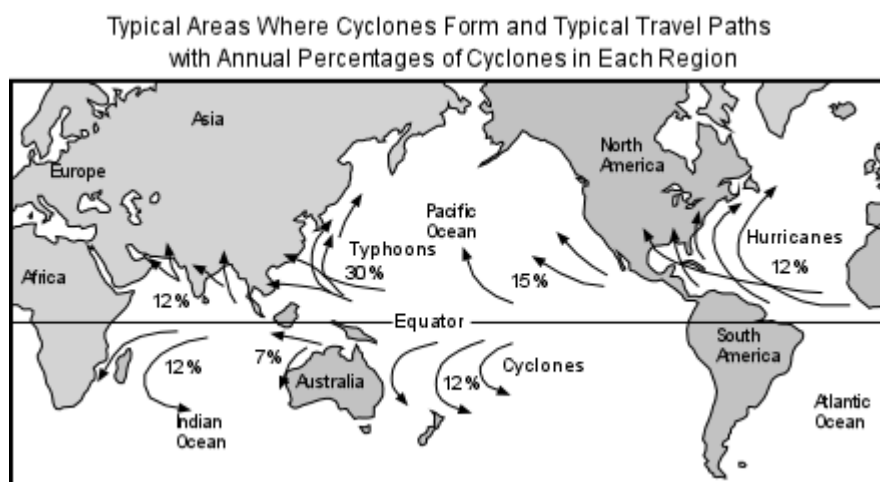
zdroj Nelson, S. online: [http://www.tulane.edu/~sanelson/geol204/tropical\\_cyclones.htm](http://www.tulane.edu/~sanelson/geol204/tropical_cyclones.htm), staženo dne 10.4.2010

K tomu, aby se tropická cyklóna vytvořila, jsou potřeba tyto podmínky:

- severní a jižní zeměpisná šířka musí být alespoň 5° (v 0°-5° není vhodné působení Coriolisovy síly)
- teplota vody na hladině oceánu musí být kolem 27°C, musí být i dostatečná plocha s touto teplotou a výška sloupce teplé vody
- ve středních vrstvách atmosféry musí být vyšší vlhkost vzduchu, k udržení bouřky
- nízká rychlost proudění vzduchu ve vyšších vrstvách atmosféry
- přítomnost tlakové níže- cyklóny

Když jsou splněny tyto podmínky, začíná vznikat tropická cyklóna. Počáteční stádium ještě nemá dokonalou kruhovou cirkulaci, oko není zřetelné, větry nejsou rychlejší než 30m/s a tlak neklesá pod 1000 hPa. Toto stádium zůstává asi 12 hodin, cyklóna se pohybuje a dozrává. Je ještě malá, 30-50 km v průměru, postupně se zvětšuje tlakový gradient a tlak klesá pod 1000mbar. Postupně začíná zralé stádium. Jsou strhávány další vzduchové masy, krouživý pohyb zaujímá zónu několika set km. Vytváří se oko, ostře ohraničené stěnou. V oku klesá tlak i pod 950 hPa. Toto stádium trvá mezi 12 a 24 hodinami, ve velmi mimořádných případech i týden. Později cyklóna ztrácí symetrii, krouživý pohyb se vytrácí. Nad pevninou jí chybí energie, k existenci potřebuje oceán a horký vlhký vzduch. Pokud se nedostane na pevninu, zanikne ve vyšších šířkách nad oceánem (Nelson S., 2009, online: [http://www.tulane.edu/~sanelson/geol204/tropical\\_cyclones.htm](http://www.tulane.edu/~sanelson/geol204/tropical_cyclones.htm), staženo 12.4.2010).

Rychlost pohybu cyklón je nejčastěji 30-50 km/hod. V Atlantiku a Pacifiku v první fázi putují na západ, dále se stáčejí na sever a severovýchod, nad pevninou se dráha stává velmi nepravidelnou, kličkují, vracejí se a přetínají svou trasu. Takovým druhům tropických cyklón se říká bloudivé. Cyklóny východoasijské postupují zpočátku přímo na západ a v blízkosti pevniny se stáčejí na sever.



Obrázek č. 4: Typická oblasti, kde se utvářejí tropické cyklony a kam dále směřují  
zdroj: Nelson, S. dostupné online [http://www.tulane.edu/~sanelson/geol204/tropical\\_cyclones.htm](http://www.tulane.edu/~sanelson/geol204/tropical_cyclones.htm), staženo 10.4.2010

Vznik cyklón je časově nepravidelný. V Atlantiku, Karibské oblasti a Mexickém zálivu bylo zjištěno, že nejvíce cyklón vzniká v září a říjnu. V prosinci, lednu, únoru a březnu jsou cyklóny výjimkou, na jižní polokouli se objevují naopak na začátku kalendářního roku.

Kategorie hurikánů podle škály Saffir-Simpsona			
kategorie	atmosférický tlak v oku mbar	rychlost větru km/hod	škody
1	>980	119-153	nepatrné, škody na stromech, křovinách, převrácené karavany
2	965-979	154-177	škody na karavanech, poničené střechy u budov, vyvrácené stromy
3	945-964	178-209	poničené karavany, vyvrácené velké stromy, zničené malé domy
4	920-944	210-249	uplně zničené karavany, spodní patra budov na pobřeží jsou ohrožena záplavami
5	<920	>250	značné škody na rodinných domech a výrobních halách, malé budovy odneseny větrem, spodní patra budov, které jsou v oblasti méně než 500 m od pobřeží, a pod 4,5 metru od hladiny oceánu jsou úplně zničené

Tabulka č. 4: Kategorie hurikánů, škody. Zdroj: Nelson, S., online <http://www.tulane.edu/~sanelson/geol204/index.html>, staženo 10. 4. 2010

Tabulka zaznamenaných tropických cyklón na světě v letech 1900-1995			
rok	událost	místo	orientační počet úmrtí
1900	hurikán	USA	6 000
1902	tajfun	Hong-Kong	6 000
1928	hurikán	USA	2 000
1938	hurikán	USA	600
1959	tajfun	Japonsko	4 600
1961	tajfun	Hong-Kong	400
1963	tropická cyklóna	Bangladéš	22 000
1965	tropická cyklóna	Bangladéš	17 000
1965	tropická cyklóna	Bangladéš	30 000
1965	tropická cyklóna	Bangladéš	10 000
1970	tropická cyklóna	Bangladéš	500 000
1971	tropická cyklóna	Indie	30 000
1977	tropická cyklóna	Indie	20 000
1985	tropická cyklóna	Bangladéš	10 000
1988	hurikán Gilbert	Karibik	343
1991	tropická cyklóna	Filipíny	6 000
1992	hurikán Andrew	USA	42
		celkem	664 985

tabulka č. 5: přehled zaznamenaných tropických cyklón ve světě, počet obětí. Zdroj: NOJI, Eric K. The public health consequences of disasters, dostupné online: [http://www.google.com/books?hl=cs&lr=&id=J3N7\\_Ed8-wYC&oi=fnd&pg=PA3&dq=nature+disasters+pdf&ots=ANb9NhTwwW&sig=r7wnShN5i9DrmzP\\_PjlbPzUEaS8#v=onepage&q&f=false](http://www.google.com/books?hl=cs&lr=&id=J3N7_Ed8-wYC&oi=fnd&pg=PA3&dq=nature+disasters+pdf&ots=ANb9NhTwwW&sig=r7wnShN5i9DrmzP_PjlbPzUEaS8#v=onepage&q&f=false)

Nejsilnější hurikánem dvacátého století byl Gilbert, který zasáhl Jamajku v roce 1988. Tlak v oblasti oka poklesl na velmi nízkou hodnotu 885 hPa. Takto nízký tlak v oblasti oka způsobuje vysokou rychlost na spirálách kolem jádra hurikánu. V tomto

případě byla naměřena rychlost 330 km/hod, pobřežní vlny dosahovaly až šestimetrové výšky a během několika hodin spadlo 380mm srážek. Celkem zahynulo 200 000 lidí a až 800 000 jich přišlo o střechu nad hlavou (R.D.Výběr, 2002).

Hurikán Katrina, který vznikl v roce 2005, na přelomu srpna a září zasáhl New Orleans v USA, když se přihnul z Mexického zálivu. Rychlost větru v hurikánu překročila 270 km/hod. Hurikán způsobil protržení soustavy hrází jezera Pontchartrain, chránící město před záplavami. To vedlo k zaplavení 80% New Orleansu. Voda zde dosahovala výšky až 4,3 metru. 1 836 lidí přišlo o život. Rok po katastrofě bylo ještě 700 pohřešovaných (Kadrnožka J.,2008).

Tropické cyklóny nezasahují pouze do života lidí, ale zásadním způsobem mění také přírodu a krajinu. Pobřeží je erodováno, jsou ničeny korálové útesy, nížiny zaplavovány bahnem, mělčiny vyplňovány sedimenty. Příroda by k vytvoření toho, co způsobí jediný cyklón za několik hodin, potřebovala svojí normální činností běžným tempem 50 let. Některé změny, které cyklón udělá jsou nezvratné, příroda je už nedokáže napravit. Lidé se snaží zamezit erodování břehů, proto jsou vytvářeny umělé korálové útesy v místech nízko položených písčitých břehů. Globální oteplování má nepříznivý vliv na korály, kvůli zvyšování teploty moří se mnohé korálové útesy rozpadají. Je nezbytné budovat nové umělé korály, aby nedocházelo k další erozi. Lidstvo za své neuvážené chování, především spalování fosilních paliv, musí platit a nahrazovat tím poničenou přírodu, nahrazovat zdánlivě nesouvisející oblasti.

Od roku 1995 se četnost a intenzita hurikánů zdvojnásobila v porovnání s předcházejícím čtvrtstoletím (Caroll, 2005). Zatímco v období 1975 až 1989 dosáhlo 171 hurikánů ničivé síly 4. a 5. stupně, od roku 1990 do roku 2004 dosáhlo této ničivé úrovně 269 hurikánů. V Atlantickém oceánu se od poloviny 70. let počet hurikánů 4. a 5. stupně zvýšil o 56% a během posledního desetiletí se celkový počet hurikánů zvýšil o více než 30%.

Někteří klimatologové se domnívají, že současný vyšší počet hurikánů souvisí s jejich čtyřicetiletým až šedesátiletým cyklem, což souvisí s cyklickou změnou teploty povrchové vody v Atlantickém oceánu (AMO- Atlantic Multidecal Oscillation). Stejně tak velmi rychlé zvyšování se teploty vzduchu i povrchové vody, má velmi jasnou souvislost se zvyšující se intenzitou skleníkového efektu v atmosféře Země. V důsledku globálního oteplování se oblast s teplotou vody dostatečně vysokou pro vznik hurikánu rozšiřuje do větších zeměpisných šířek. V těchto větších

zeměpisných šířkách je vyšší hodnota složky otáčivé rychlosti Země, která se podílí na Coriolisově zrychlení. Buď se zvětšuje jeden ze dvou základních faktorů určujících velikost Coriolisova zrychlení, které dává energii proudění vzduchu kolem oka hurikánu, nebo se zvyšují oba tyto faktory. Proto se rychlost větru kolem jádra hurikánu zvětšuje a ničivá síla hurikánu vzrůstá. Je velmi pravděpodobné, že hurikány budou vznikat na stále větších plochách oceánů. Také na místech, kde se dosud nevyskytovaly, nebo pouze vzácně, a že intenzita hurikánů bude vzrůstat.

V USA se vyskytují velmi silné hurikány, blizardy, bouřky, prudké povodně a ta nejsilnější a nejničivější tornáda. Pokud intenzita těchto jevů vlivem globálního oteplování poroste, Spojené státy ponесou důsledky změny klimatu ze všech velkých států nejvíce. Stále se zvyšující suma pojistného plnění za ztráty způsobené počasím a rostoucí nedostatek vody na západě země naznačují, že spojené státy už dnes za své emise CO<sub>2</sub> platí.

### 5.3 Tornáda

Tornáda jsou obdobný jev jako tropické cyklóny, ale vznikají nad kontinenty. Tornáda byla pozorována nad všemi kontinenty kromě Antarktidy.

S velmi intenzivními bouřkami – supercelami, je spojen výskyt tornáda. Supercela je velmi silná bouře, která obsahuje silný rotační výstupný proud uvnitř bouřky zvaný mezocyklóna. Mezocyklóna vzniká vzájemným působením teplých a studených proudů v bouřkové buňce. Někdy vytváří oblačnou stěnu tzv. wall cloud na spodní straně bouřky. Za příznivých podmínek se rotační proud prodlužuje z nízkých bouřkových mraků, kumulonimbů, až k zemi a vzniká tornádo. To bývá doprovázeno velkými kroupami a bleskovou aktivitou. Charakteristický pro tornádo je nálevkovitý tvar, v podobě chobotu. Velmi nízký tlak vzduchu uvnitř tohoto chobotu vyvolává kondenzaci vodní páry a zviditelňuje ho. Jeho barva se může měnit, pokud se do tornáda dostane např. voda nebo trosky. Velká intenzita aerodynamických a termodynamických procesů v tornádu se projevuje jeho velkým hlukem, který je slyšitelný na kilometry daleko. Největší hluk tornádo vydává při dotyku se zemí.

Tornáda mají průměr 10 m až 1 km. Ve víru může vítr dosáhnout rychlosti až 300 m.s<sup>-1</sup>, což je přes 1000 km.hod<sup>-1</sup>. Rychlost větru nejde nijak změřit, byla pouze odhadnuta na základě experimentů a účinků tornád. Po tornádu například zůstala dřevěná štěpinka zapíchnutá v borovém dřevě, což vyžaduje rychlost nad 200 m.s<sup>-1</sup>. Rychlost pohybu tornád je kolem 40 km.hod<sup>-1</sup> (Kukal Z.,

1982). Cesta tornáda je velmi nevyzpytatelná, naprosto nepravidelná, nedá se proto odhadnout. I délka trasy je různá, některá tornáda mizí již po 1 km, jiná lze sledovat stovky km.

Fujitova stupnice intenzity tornád		
kategorie	rychlost větru km/hod	škody
<b>F0</b>	64-117	slabé- poničené některé komíny, zlomené větve, poškozené reklamní tabule
<b>F1</b>	118-180	střední- karavny posunuté, nebo převrácené, pohybující se auta smetena ze silnice
<b>F2</b>	181-251	značné- odtrhnuté střechy, poničené karavany velké sromy praskají
<b>F3</b>	252-330	vážné- tornádo odtrhává střechy i kvalitně postaveným domům, většina stromů v lese vyvrácena, těžká auta odnesena, převrácené vlaky
<b>F4</b>	331-417	pustošivé- dobře postavené domy zničeny, stavby se slabými základy odneseny, auta také odnesena
<b>F5</b>	>417	katastrofální, neuvěřitelné poškození, domy se silnými konstrukcemi odneseny, těžká velká auta létají vzduchem až ve výšce 100 m, stromy jsou zbaveny kůry, neuvěřitelné jevy

tabulka č. 6: Fujitova stupnice intenzity tornád

zdroj: Nelson, S. online <http://www.tulane.edu/~sanelson/geol204/tornadoes.htm>, staženo 11.4.2010

Ve Spojených státech amerických jsou nejčastější výskyty tornád, hojná jsou i v Indii, Bangladéši, Japonsku, na argentinských pampách a v části Austrálie.

Nejničivější tornádo na světě, „tornádo tří států“, se přehnal 18.3.1925 státy Missouri, Illinois a Indianou v USA. Podle Fujitovy stupnice dosáhlo stupně F5. Zanechalo za sebou čtyři zničená a šest velmi poškozených měst, 695 mrtvých a 2027 zraněných. Škody dosáhly v přepočtu na dnešní částky 33,5 miliardy korun. (Soukupová, 2007)

10. července 1968 vzniklo velké tornádo i nedaleko našich hranic. Bylo to tzv. pforzheimské tornádo, nazvané podle města v Německu, kde způsobilo nejvíce škod. Větrný vír proběhl trasu dlouhou 125 km, od Vogés přes Rýn až na severní okraj Černého lesa. Tehdy bylo ve Francii a Německu úplně subtropické počasí, teplota nad 30°C a 96% relativní vlhkosti. Ve výšce 1000 až 2000 metrů se rychle ochladilo a studený vzduch se šroubovitě řtil k zemi. Tornádo za sebou nechávalo 200 m široké polomy v lese a více než z poloviny zničilo některé vesnice. Odnášelo střechy a vyhazovalo nábytek z domů. Zanechalo po sobě několik desítek obětí a škody za 150 miliónu korun (Kukal Z., 1982).

Také v roce 2006 se v severozápadní Evropě vytvořila silná tornáda. Bylo to u Dafenu v Belgii a u Jeny v Německu. V listopadu 2006 se přehnal tornádo přes celé Japonsko, bylo to nejsilnější tornádo v celé tamější historii. V roce 2006 postihlo tornádo také Londýn, kde zničilo velké množství střech a narušilo statiku domů, které později spadly.

Zvyšující se teplotní rozdíly způsobené globálním oteplováním Země a rychlejší přesouvání vzduchových mas, též vyvolané globálním oteplováním, vedou zákonitě k větší četnosti a intenzitě tornád, stejně jako k větší četnosti a intenzitě hurikánů.

## 5.4 Povodně

Přírodní katastrofy mající původ v hydrosféře, především povodně, jsou druhými nejničivějšími katastrofami (po zemětřesení). Povodně odpovídají 40% obětí živelných pohrom.

Příčinou nepopíratelně se zvyšujícího množství povodní je s největší pravděpodobností globální oteplování, které vede ke zvětšování intenzity koloběhu vody a meteorologických jevů. Velmi intenzivní dešťové a bouřkové srážky jsou často příčinou povodní a záplav.

### 5.4.1 říční povodně

Velikost a doba trvání povodně závisí na:

- Tvaru povodí. Povodeň nebývá tak velká, pokud je tvar povodí protáhlý, protože povodňové vlny se z přítoků dostávají do hlavního toku postupně. Odtokové maximum je menší, než u povodí vějířovitého.
- Velikosti povodí. Čím větší je povodí, tím menší je specifický odtok (množství vody, odtékající z 1 km<sup>2</sup> za sekundu) a tím menší by měla být povodeň na hlavním toku.
- Intenzitě a době trvání deště. Krátké přivalové deště jsou pravděpodobnější příčinou povodní než mírné dlouhotrvající srážky.
- Propustnosti půdy. Čím propustnější je půda, tím více vody se do ní může infiltrovat a povodeň je menší.



- Rozsahu a druhu porostu. Hustá vegetace může zadržet více vody intercepcí a bránit tak povodni.
- Velikosti zátopového území. V údolní nivě se řeka může rozlít a zadržet tak část vody, povodňová vlna je potom menší.
- Přítomnost přirozených a umělých nádrží. Ty zachycují vodu a zmenšují tak povodňovou vlnu.

#### 5.4.2 Druhy říčních povodní

Povodně se dělí na bleskové, jednoduché, povodně s více vrcholy a povodně sezónní.

##### bleskové povodně

Nejběžnější příčinou bleskových povodní je pomalu postupující bouřka, která přináší do relativně malé oblasti velké množství srážek. Zpravidla zde spadne více než 44 mm srážek za hodinu. Pokud vlhký vzduch proudí přes horskou překážku, vzniká bouřková oblačnost. Srážky, které vypadnou, potom stékají do údolí a způsobují povodeň. Takový druh povodně je běžný pro pouštní nebo polopouštní oblasti. Suchá půda totiž pohlcuje minimum vody a do té doby suché řečiště se může stát bouřlivou bystřinou. Z podobných důvodů je blesková povodeň běžná i ve městech. Velké plochy jsou pokryty betonem a asfaltem, půda může vsakovat stále méně deště, kanalizace přestává stačit a ulice se zaplavují.

##### jednoduché povodně

Jsou způsobovány krátkými vydatnými dešti o intenzitě několika set milimetrů za několik dní. Jednoduché povodně netrvají dlouho a maximum průtoku je zaznamenáváno jen několik hodin.

##### složitě povodně

Povodně s několika maximy jsou delší, mohou trvat několik dní a týdnů. Vznikají, pokud jsou srážky rozloženy na delší dobu, a pokud se mění jejich intenzita. Je dost obvyklé, že na horních tocích řek jsou povodně složité, s několika maximy, ale na dolním toku už jsou to povodně jednoduché.

##### sezónní povodně

Tyto povodně patří k přirozenému chodu řek, jsou spjaty s ročními obdobími, respektive táním sněhu, monzunovými dešti atd. Sezónní povodně Gangy

a Brahmaputry mohou být katastrofální, zatímco pravidelné sezónní rozvodňování Nilu je pro egyptské zemědělství nezbytné. Již staří Egypťané byli zcela závislí na každoročních povodních Nilu, který se rozlil po celé nivě po obou březích řeky. Po ustoupení řeky zůstalo na polích výživné bahno, které zvyšovalo úrodnost půdy. Od roku 1970, kdy byla vybudována Asuánská přehrada, která zabránila rozlívání Nilu, musí dnešní zemědělci používat umělá hnojiva. Kvůli napouštění Asuánské přehrady (od roku 1964) bylo nutné přesídlit 90 000 lidí, zátopa údolí přinesla i některé nezamýšlené environmentální důsledky. Erodovaný materiál unášený tokem, který byl právě tím hnojivem pro půdu okolních polí, je nyní zadržen hrází přehrady. Od výstavby přehrady poklesl úlovek ryb na polovinu. Usazování na dně Násirova jezera, jak se Asuánské přehradě také říká, snižuje jeho retenční kapacitu, chybějící plaveniny ve vodách Nilu umožňují erozi nilské delty, její brakické vody jsou největším egyptským lovištěm ryb. Pokles delty, kde se nyní pěstuje rýže, může vést až k jejímu zaplavení mořskou vodou. (Moldan B., 2009)

Nebezpečnost záplav je veliká. Když je krajina zaplavena metrovou vrstvou vody a rychlost proudu je nad  $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , jsou ohroženi lidé. Stoupl-li voda až na 3 m, jsou již bořeny domy. S rostoucím průtokem roste rychlost proudu a množství plavenin. Při povodni nese voda mnoho jílu a písku, po dně je vláčen štěr. Jakmile se voda přelije přes hráze a zaplaví nivu, rychlost proudu klesá a materiál se ukládá. Při povodních je řeka schopna nést kámen i 10 cm velký, po dně pak válet kámen až pětkrát větší (Kukal Z., 1982).

Velká část Evropy, Asie i Severní Ameriky bývá postižena povodněmi vznikajícími táním sněhu. Pokud je tání sněhu pozvolné, ani vysoká sněhová pokrývka nemusí způsobit povodeň. Nanejvýš několikátýdenní vyšší průtok. Kritická situace však nastává, když se po dlouhé zimě rychle zvýší teplota a teplo zůstane po několik dnů. Ještě kritičtější je, když do rychlého tání přijdou deště.

### 5.4.3 Mořské povodně

Mořská povodeň je situace, kdy moře zaplaví pevninu nebo přímoří. Nastává při bouřlivých přílivech, či při tsunami.

Bouřlivý příliv je však zavádějící název pro mořskou povodeň, tato povodeň totiž nemusí mít nic společného s opravdovými přílivy. Astronomické přílivy a odlivy jsou způsobeny pohybem Měsíce a Slunce. Mohou být silnější (skočné) přílivy, nastávají, když Měsíc i Slunce působí nejsilněji. Skočný příliv však sám o sobě není

katastrofou, všechna přímořská města jsou na něj připravena. Tento příliv může být zvýšen silným větrem, v extrémních situacích také hurikánem, kdy se hladina moře může zdvihnout až o několik metrů a zaplavit tisíce km<sup>2</sup> přímoří.

#### 5.4.4 Záplavy v České republice

V České republice dochází v posledních deseti letech ke zcela mimořádné sérii záplav. Tyto opakované a časté záplavy v poslední době je možné s poměrně velkou jistotou dávat do souvislosti s globálním oteplováním. V roce 1997 byla záplavou postižena střední Morava (52 obětí, škoda 62 miliard Kč), v roce 1998 severovýchodní Čechy (6 obětí, škody za 2 miliardy Kč), v roce 2002 velká část Čech (17 obětí, škody jsou odhadovány přes 100 miliard Kč). V roce 2002 byly zaplaveny také sousední země. Na jaře roku 2006 jihovýchodní Morava a jižní a jihozápadní Čechy, v témže roce v srpnu opět severní Čechy. Povodně v letech 1997 až 2006 způsobily škody za 150 miliard Kč a vyžádaly si 97 lidských životů (Kadrnožka J., 2008).

O intenzitě záplav v Praze v roce 2002 vypovídají průtoky Vltavy, stav ohrožení nastává při průtoku Vltavou 1500 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, ve čtvrtek 15. srpna a v pátek 16. srpna byl tento průtok vyšší než 5500 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, překročil tedy stoletou vodu o padesát procent (Kadrnožka J., 2008).

#### 5.4.5 Povodně ve světě

V roce 1953 přišla jedna z největších evropských přírodních katastrof tohoto století. 31. ledna v dopoledních hodinách přišel veliký pokles tlaku, hned potom přišla z Atlantiku brázda vysokého tlaku a začaly vát orkány ze severozápadu. Vody Atlantiku se vtlačily do Severního moře a zdvihly jeho hladinu o 60 cm. V Anglii se zdvihla hladina vody o 2 m nad normál, v Holandsku až o 4 m. Byly protrženy hráze. Za několik dní bylo evakuováno až 100 000 lidí. V Holandsku katastrofu vydržela hráz Hoge Zeedijk, která chrání střední část země. Přesto zahynulo 1490 lidí.

K největší katastrofě tohoto druhu, celkově také k jedné z největších katastrof 20. století, došlo 13. listopadu 1970 na území tehdejšího Východního Pákistánu, dnešního Bangladéše. Toto místo patří k nejzranitelnějším z celé naší planety. 80% území leží v záplavové oblasti tří řek: Gangy, Brahmaputry a Meghmy. V tomto

roce cyklón z Bengálského zálivu zdvihl hladinu o 3 m. Bylo zaplaveno 7500 km<sup>2</sup> hustě obydleného přímoří. Na pevninu se valily vlny 6-9 metrů vysoké. Rychlost větru byla až 60 m.s<sup>-1</sup>. Celé vesnice byly smeteny, vše bylo přikryto světle hnědým bahnem. Oficiální odhady jsou kolem čtvrt miliónu obětí, neoficiální údaje však uvádějí až 1 milión mrtvých. Zahynul téměř všechn dobytek. Rýžová pole byla vyplavena a úroda úplně zničena. Studny s pitnou vodou byly zaplaveny a vodní zdroje ohrožovaly tisíce mrtvol (Kadrnožka J., 2008)

V souvislosti s postupným stoupáním hladiny oceánu v důsledku globální změny klimatu lze mořské povodně očekávat v budoucnu častěji.

Existuje *vysoká míra jistoty*, že globální oteplování probíhající po mnoho staletí by mohlo vést k tomu, že příspěvek ke vzestupu hladiny moře způsobený pouze tepelnou expanzí bude pravděpodobně mnohem větší než nárůst pozorovaný v průběhu 20. století, přičemž dojde ke ztrátám pobřežních oblastí a s tím souvisejícím dopadům. Oproti Třetí hodnotící zprávě (TAR) IPCC se zvýšilo pochopení rizika dalších příspěvků ke vzestupu mořské hladiny z ledových příkrovů Grónska a pravděpodobně i Antarktidy, které může být vyšší, než předpovídají modely příkrovů, a mohlo by nastat v měřítku staletí. Je to z toho důvodu, že dynamické procesy zaznamenané při současných pozorováních, ovšem plně nezahrnuté do modelů ledových příkrovů posuzovaných ve Čtvrté hodnotící zprávě, by mohly zrychlit úbytek ledu (IPCC, 4. hodnotící zpráva, 2007).

## 5.5 Sesuvy půdy

Existují dva typy sesouvání půdy. První vzniká, pokud srážky naruší příkrou část svahu, půda a rostliny se uvolní a svah se začne sesouvat. Stejně zničující je také druhý typ sesuvů, který vzniká rozbřednutím půdního profilu po intenzivních srážkách. Vzniká řeka bláta a kamení, která se pohybuje ze svahu. Velmi intenzivní a extrémní srážky způsobují sesuvy, před kterými nemůže být obyvatelstvo včas varováno.

## 5.6 Sucho

Projevem sucha je nedostatek dešťových srážek oproti dlouhodobému průměru v dané oblasti, během delší časové periody (obvykle několik měsíců nebo déle), mající dopad na lidské potřeby, životní prostředí.

V důsledku globálního oteplování planety se zvyšuje intenzita oběhu vody v přírodě, jednotlivé toky tohoto oběhu se však v čase mění. Relativně nejvíce se tyto vodní toky zmenšují nad centrálními částmi kontinentů, to je právě příčinou narůstajícího vysychání kontinentů, vzniku nových polosuchých oblastí a rozšiřování pouští. Samozřejmě také jevy El Niño a La Niña v Pacifickém oceánu vyvolávají suchá období.

Na území Sahelu v subsaharské Africe se silně projevuje sucho. Zde se od 60. let zmenšuje množství srážek. Vše naznačovalo, že příčinou je narůstající populace, nadměrné spásání travnatých ploch, kácení dřevin, což změnilo albedo země. V listopadu 2003 byl však zveřejněn výsledek studie a počítačové simulace, podle níž je hlavní příčinou vysušování Sahelu zvyšování teploty povrchových vod v Indickém oceánu (Gianni, 2003).

Sucho v chudých zemích způsobuje hladomor, podvýživu, nemoci s dlouhodobými následky, propuknutí malárie, zvyšuje se eroze půdy, snižují se přírůstky domácího zvířectva, je ničena úroda. Vyprahlá ornice a suchá vegetace snadno podléhá požárům. Kolaps potravní produkce může dospět až k válečnému konfliktu, k porušování zákona a pořádku.

Nedostatek pitné vody již dnes pociťuje každý třetí člověk.

## Některá sucha 19. století

<b>10 zemí nejvíce postižených suchem ve 20. století</b>		
Země	Rok	počet mrtvých
Čína	1928	3 000 000
Bangladéš	1943	1 900 000
Indie	1942	1 500 000
Indie	1965	1 500 000
Indie	1900	1 250 000
Sovětský svaz	1921	1 200 000
Čína	1920	500 000
Etiopie	1983	300 000
Súdán	1983	150 000
Etiopie	1973	100 000

tabulka č. 7: Top 10 most important Drought disasters for the period 1900 to 2010 sorted by numbers of killed at the country level. zdroj: www.emdat.be, staženo 23. 4. 2010

<b>Míra postižení jednotlivých kontinentů suchem v období 1900-2010</b>					
	Počet výskytů sucha	počet mrtvých	počet lidí, kteří přišli o domov	počet suchem postižených lidí	škody vyčíslené v amerických dolarech
<b>Afrika</b>	472	1 046 424	48	314 246 082	4 472 093 000
<b>Amerika</b>	129	74	0	61 964 030	13 600 139 000
<b>Asie</b>	168	7 761 408	20	1 791 071 014	12 580 976 000
<b>Evropa</b>	31	1 200 000	0	15 262 575	15 649 736 000
<b>Oceánie</b>	22	688	0	8 233 635	11 006 000 000

tabulka č. 8: Summarized Table of Droughts sorted by Continent from 1900 to 2010 zdroj: www.emdat.be staženo 23. 4. 2010

## 5.7 Horké vlny a požáry

Celkové oteplování planety s sebou přináší častější výskyt horkých vln. Extrémně horké vlny se vyskytují především v Kalifornii v USA, jižní a východní Francii a ve velké části Austrálie. Horké počasí, které trvá delší dobu, ohrožuje lidské zdraví, citliví jsou především staří lidé, děti a nemocní. Ve Francii zemřelo v roce 2003 následkem extrémně teplého počasí více než 3 000 lidí (Buckley at al., 2007).

Velmi teplé, vysušené a větrné oblasti jsou náchylné k požárům. Požáry se řadí mezi přírodní katastrofy, avšak až 90% je zapříčiněno lidským faktorem. Při vhodných podmínkách se i malé ohnisko může začít nekontrolovatelně šířit krajinou.

Požáry jsou nejvíce postihované oblasti v Severní Americe, Austrálii, na Sibiři a ve Středomoří. Vyšší teploty prodlužují období, kdy vznikají požáry. Jsou také příčinou stoupaní počtu požárů v obvyklých obdobích.

## 5.8 Písečné, prachové bouře

Písečné bouře jsou synonymem prachových bouří. Jsou to atmosférické poruchy, při nichž se do vzduchu dostává velké množství prachu, který je přenášen na veliké vzdálenosti. Písek letí blízko země, nejvýš, ve vzdálenosti několika metrů jsou prachové bouře. Není to nebezpečná přírodní katastrofa, ale její průběh může být velmi nepříjemný.

Když je příhodná kombinace suchého počasí, vysokých teplot a silného větru, zvyšuje se pravděpodobnost vzniku prachových bouří. Klín studeného vzduchu se vtlačuje pod teplou vrstvu, pohybuje se rychle a má značnou turbulenci. Eroduje půdu a do atmosféry vyhazuje mnoho pevných částic. Těsně za prachem obvykle následuje déšť.

Písečné bouře jsou typické v pouštních oblastech, kde je nedostatek vegetace. Jsou také spojeny s místními větry, které mají svá jména, například habub v severní a východní Africe, nebo shamal v Perském zálivu. Písečné bouře se však mohou nepravidelně a výjimečně vyskytovat i v jiných oblastech světa. Oblasti, kde se vyskytly prachové bouře, např. Austrálie, USA, Alžírsko, Čína...(Watsová C., 2006).

## 5.9 Zemětřesení a vulkanická aktivita

Globální oteplování planety způsobuje tání ledovců a zvýšení hladiny moří. To má za následek velké změny v rozložení tlaků na litosférické desky, a to je příčinou častějších zemětřesení, a snad i zintenzivnění vulkanické činnosti (Kadrnožka, 2006).

Existuje studie Cambridgeské univerzity, vysvětlující, proč větší množství vulkanických erupcí probíhá v zimě. Na základě statistického vyhodnocení několika tisíc erupcí na severní polokouli univerzita došla k závěru, že sopečná činnost byla způsobená sněhem. Sníh, který přes zimu napadne na severní polokouli, zatíží litosférické desky tak nezvykle intenzivně, že změna v rozložení tlaků bývá příčinou otevření vulkanických kráterů.

Stejně tak seismologové, zabývající se příčinami zvýšené sopečné aktivity v Japonsku na jaře a počátkem léta, došli k závěru, že příčinou je tání sněhu. Tím vytvořenými změnami v rozložení tlaků na zemský povrch.

Antarktický ledovec má tloušťku až 4,5 km a svou tíhou zatlačuje zemskou kůru do podloží až o 900 m (Earth, 2002, 2004).

V důsledku globálního oteplování bude docházet k úbytkům ledové pokrývky, k tání ledovců, je pravděpodobné, že dojde k velkým změnám v silovém působení na litosférické desky a k následným změnám v rozložení mechanického napětí v těchto deskách. Proto lze očekávat v budoucnu zvýšenou zemětřesnou a vulkanickou aktivitu.

Během psaní této práce nastaly erupce vulkánu Eyjafjöll na Islandu. Vulkán rozšířil sopečný prach po celé Evropě, ochromil leteckou dopravu nad Evropou a naboural ekonomiku všech leteckých společností na světě. Erupce je však tak malá, že nemůžou být očekávány žádné související globální negativní vlivy. Na Islandu bylo evakuováno obyvatelé, žijící nejbližší vulkánu, z důvodu velkého množství sopečného popílku ve vzduchu. Islandané nyní žijí v obavách z výbuchu vulkánu Katla či Laki, které může následovat, protože Islandské sopky se nacházejí na stejném podloží. Výbuchy těchto dvou sopek by měly dalekosáhlejší následky, protože jsou mnohem větší. Například erupce vulkánu Laku v roce 1783 byly příčinou úmrtí desítek tisíc lidí v celé Evropě. Podle předběžných propočtů expertů z Islandské univerzity vypustila sopka Eyjafjöll během prvních 3 dnů erupce (14. - 16. dubna) celkem 140 milionů metrů krychlových tefry. To odpovídá asi 70 až 80 milionům metrů krychlových magmatu, přičemž průměrná rychlost produkce byla 300 metrů krychlových za sekundu nebo též 750 tun za sekundu (gnosis9.net., Eyjafjöll vyvrhl za tři dny 140 milionů metrů krychlových tefry, online: <http://gnosis9.net/view.php?cisloclanku=2010040015>, staženo 29.4.2010)

## **6. Politický aspekt, návrhy na zmírnění dopadu klimatických změn**

Je zřejmé, že výrazné globální problémy, ochrana klimatického systému Země, je třeba řešit v globálním měřítku. Tomu však brání nejen politické aspekty – různé zájmy jednotlivých zemí, ale i ekonomické rozdíly mezi státy. V ochraně světového klimatu jsou mnohdy potřebná opatření, která jsou ekonomicky náročná, což není pro rozvojové země proveditelné.



Roku 1983 byla na valném shromáždění OSN založena Světová komise pro životní prostředí a rozvoj – WCED. Tato komise se poprvé sešla v roce 1984. Dále se konají konference k řešení ekologické budoucnosti světa. V tomto duchu se konala i konference v Rio de Janeiru, 3.- 14.června 1992, zúčastnilo se jí 179 států. Výsledkem jsou principy předběžné opatrnosti, mír, rozvoj a ochrana životního prostředí. Souvisejí s úsilím o trvale udržitelný rozvoj. Po Rio de Janeiru uspořádala OSN několik dalších konferencí o vztazích mezi globální ekologií a trvale udržitelným rozvojem. V roce 1994 v Káhiře, v roce 1995 v Pekingu, v roce 1997 v Kjótu. Vznikl zde Kjótský protokol, podle něhož se měl od roku 1990 do roku 2010 snížit celkový obsah CO<sub>2</sub> v atmosféře o 5,2% (Acot P., 2005).

Výsledkem poslední klimatické konference OSN, která proběhla v prosinci 2009 v Kodani, je pouze právně nezávazný dokument. Na jeho znění se dohodly Spojené státy s Čínou, Indií, Brazílií a Jižní Afrikou. Některé země ho však odmítají. Text nestanovuje žádné limity pro omezení vypouštění skleníkových plynů. Pro všechny země by ale mělo platit, že růst teploty na planetě nemá překročit dva stupně ve srovnání s předindustriální érou. O konkrétních opatřeních budou politici jednat v příštím roce.

Objektivní výstupy vědců z IPCC (Intergovernmental planet on climate change) jsou v dnešní době všeobecně přijaty nejvyššími politickými představiteli. Avšak neexistuje ucelená podoba jednotného řešení tohoto globálního problému. Existují pouze počátky řešení ochrany klimatu. Ochota vysokých představitelů států jednat o světové klimatické situaci je velmi dobrá cesta k nalezení vhodného řešení.

## 7. Diskuze

Stejně jako v mnoha jiných oborech, i v oblasti probíhajících klimatických změn panuje řada extrémních a zároveň rozličných názorů. Není to příliš dlouho, kdy se vědci začali shodovat na existenci současné klimatické změny. Mezi nepopíratelné fakty dnes patří:

- klima se vždy měnilo a mění se i v dnešní době,
- v současnosti je jedním ze základních projevů těchto změn globální oteplování
- emise skleníkových plynů mají na tom nezanedbatelný podíl,
- klimatické změny a jejich důsledky mohou mít v některých oblastech velký vliv na ekonomiku i přírodní poměry,
- příští vývoj klimatického systému silně závisí na dalších emisích skleníkových plynů.

Český klimatolog Tolasz (MF DNES, 2009) rozděluje lidi, kteří s touto problematikou zabývají, do tří skupin. Jedna strana bojuje proti klimatické změně a jejím důsledkům. Druhá se na problém snaží zapomenout. A třetí tvrdí, že bychom se situaci měli přizpůsobit. Existují zde skeptici, kteří globální oteplování zpochybňují. Většinou nejsou schopni pojmout klima a klimatologii v celém kontextu. Svá tvrzení zakládají na faktu, že lidská existence je součástí planety Země, že veškeré její počínání je tedy přirozené. Na opačné straně jsou však lidé, jejichž pohled na věc je velmi nadsazený, až přehnaný. Tito lidé dávají do spojitosti současný stav klimatu s hrozícím zánikem světa.

## 8. Závěr

Ve své práci jsem stručně popsala proces klimatických změn. Jednotlivé cykly, které klima ovlivňují, nejsou stejně dlouhé, jde proto špatně odhadnout, ve kterém jejich průsečíku se právě nacházíme. Je však evidentní, že právě probíhající klimatická změna Zemi ovlivňuje. Rozkolísanost klimatu má velký vliv na četnost a intenzitu přírodních katastrof. Je příčinou stále častějších extrémních projevů meteorologických jevů. Jejich vznik souvisí s mnoha faktory, jedním z nich je také teplota atmosféry. Je také relativně velké množství problémů, které se týkají nejrozličnějších vrstev přírody celé planety. Jako příklady mohu uvést mizející plynulost přechodů mezi jednotlivými ročními obdobími. Změny rozšíření klíšťat v Krkonošském národním parku, která jsou dobrým indikátorem počasí. Mění se i oblasti migrace některých živočišných druhů, změny oblastí výskytu některých rostlinných druhů. Někteří živočišníci se v budoucnu vůbec nemusejí setkat se svou přirozenou potravou, kdy například ptáci se vylíhnou v jiném období než housenky.

Během psaní této bakalářské práce se ve světě odehrávalo a odehrává hned několik přírodních katastrof. V polovině dubna vybuchl islandský vulkán Eyjafjöll. Většina obyvatel v blízkosti sopky musela být evakuována z důvodu velkého množství sopečného popílku v nízkých, dýchacelných vrstvách atmosféry. Sopečný prach se rozprostřel v atmosféře nad celou Evropou a na několik dní úplně ochromil leteckou dopravu. Erupce tohoto vulkánu však nebyly příliš silné. Panují zde však obavy z možného výbuchu dvou větších Islandských sopek, Katla a Laki. Měly by dalekosáhlejší dopady. Někteří čeští klimatologové (např. Vladislav Raprich) tvrdí, že výbuch Katly, který následuje po erupcích sopky Eyjafjöll, nebude příliš silný. Tyto dvě sopky mají společný přívod magmatu a první výbuch působí jako jakási ventilace (idnes.cz, Erupce Katly může být mírnější. Soptící „Ledová víla“ se chová jako ventil. online: [http://zpravy.idnes.cz/erupce-katly-muze-byt-mirnejsi-soptici-ledova-vila-se-chova-jako-ventil-1nz-](http://zpravy.idnes.cz/erupce-katly-muze-byt-mirnejsi-soptici-ledova-vila-se-chova-jako-ventil-1nz-vedatech.asp?c=A100425_162200_vedatech_jw)

[vedatech.asp?c=A100425\\_162200\\_vedatech\\_jw](http://vedatech.asp?c=A100425_162200_vedatech_jw), staženo 29.4.2010)

V neděli 11. dubna se od ledovce Hualcán v peruánských Andách odlomil ledový blok o velikosti zhruba 500 x 200 metrů. Zřítíl se do jezera Laguna 513 poblíž města Carhuaz, asi 320 kilometrů severně od hlavního města Limy. Po dopadu vznikla přes 20 metrů vysoká vlna, která zničila 50 domů a úpravnu vody pro 60 tisíc

obyvatel regionu Áncash. Zemřel jeden člověk. Celá oblast s horskými údolími byla evakuována, úřady se totiž obávají pádu dalších kusů ledovce. Tento sesuv vyvolal v jezeře vlnu, která mohla být až 23 metrů vysoká. Za příčinu události experti kromě vydatných dešťů označili i globální oteplování. Ledovce v Peru rychle mizí, za posledních 35 let se zmenšily o 22 procent. Zcela rozpustit by se mohly do roku 2030 (Gnosis9.net, Rozpadající se ledovec v Peru vyvolal přívalovou vlnu. Online: <http://gnosis9.net/view.php?cislocclanku=2010040008>, staženo 29.4.2010).

Čína v současné době odstraňuje následky písečné bouře. Jižní Korea je připravena na její příchod na své území. Jedna z nejsilnějších bouří posledních let zasáhla 13 provincií a autonomních oblastí, žlutooranžový prach zcela pokryl i hlavní město Peking. Meteorologové kvůli tomu dokonce vyhlásili nejvyšší, pátý stupeň znečištění. Podle expertů je na vině lidská činnost i dlouhé období sucha. Písečná bouře postihla na 270 milionů lidí, úřady v nejhůře zasažených oblastech varovaly obyvatele, aby raději nevycházeli ven a neotvírali okna a dveře. Pouště dnes tvoří celou třetinu nelidnatější země světa. Podle čínské Akademie věd se za posledních 50 let zvýšil počet písečných bouří šestkrát a ročně jich meteorologové zaznamenávají na dvacet. Při jedné z největších před čtyřmi lety dopadlo na Peking až 300 tisíc tun písku (rozhlas.cz, Sever Číny stále bojuje s písečnou bouří, postiženo je přes 270 milionů lidí, online: [http://www.rozhlas.cz/zpravy/asieaustralie/\\_zprava/709832](http://www.rozhlas.cz/zpravy/asieaustralie/_zprava/709832), staženo 29.4.2010).

Klimatický systém je velmi složitý, ale prokazatelně citlivý na neuvážené lidské chování. Konzum ve vyspělém světě dnes dosahuje příliš velkých, pro klima nebezpečných, rozměrů. Je však těžké předvídat, jak se lidstvo bude chovat v budoucnu a jak bude příroda schopná se s tím vyrovnávat.

Je pozitivní, že celosvětová vůle k řešení tohoto problému roste. Informace o oteplování naší planety začínají být v podvědomí neodborné veřejnosti, což je základ k vytvoření méně ekologicky náročné společnosti.

## 9. přehled literatury a použitých zdrojů

ACOT, Pascal, 2005: Historie a změny klimatu. Karolinum, Praha,. 237 s.

BUCKLEY B., HOPKINS E., WHITAKER R., 2006: Počasí, Velký obrázkový průvodce. Rebo Productios CZ s.r.o., Dobřejovice, 302 s.

BRÁZDIL, Rudolf, 2002: Meteorologické extrémny a povodně v České republice – Přirozený trend nebo následek globálního oteplování? online: <http://www.kar.zcu.cz/texty/Brazdil2002.htm> [cit 2010-04-12]

CARROLL, Chris, 2005/8: Hurricane Warning. National Geographic. online: <http://environment.nationalgeographic.com/environment/natural-disasters/in-hot-water/#page=1> cit 2010-04-04]

CÍLEK, Václav, 1995/9: Milankovičovy cykly. Vesmír. 74, 488, online: <http://www.vesmir.cz/clanky/clanek/id/5047>[cit 2010-03-16]

EM-DAT – The international disaster database. 2009, online: [www.emdat.be](http://www.emdat.be) [cit 2010-04-23]

FLANNERY, Tim. 2007: Měníme podnebí. Minulost a budoucnost klimatických změn. 1. vydání. Dokořán s.r.o., Praha

GIANI, A., SARAVAN, R., CHANG, P., 2003: Oceanic Forcing of Sahel Rainfall on Interannual to Interdecadal Timescales, Science, 302,1023-1030

GNOSIS9.NET, 2010 Eyjafjöll vyvrhl za tři dny 140 milionů metrů krychlových tefry, online: <http://gnosis9.net/view.php?cisloclanku=2010040015>. [cit 2010-04-29]

GNOSIS9.NET, 2010: Rozpadající se ledovec v Peru vyvolal přívalovou vlnu. Online: <http://gnosis9.net/view.php?cisloclanku=2010040008>. [CIT 2010-04-29]

HOUGHTON, John, 1998: Globální oteplování. 1. vydání. Academia, Praha. 228 s.

iDNES.cz, 25.10.2010: Erupce Katly může být mírnější. Soptící „Ledová víla“ se chová jako ventil. Online: [http://zpravy.idnes.cz/erupce-katly-muze-byt-mirnejsi-soptici-ledova-vila-se-chova-jako-ventil-1nz-vedatech.asp?c=A100425\\_162200\\_vedatech\\_jw](http://zpravy.idnes.cz/erupce-katly-muze-byt-mirnejsi-soptici-ledova-vila-se-chova-jako-ventil-1nz-vedatech.asp?c=A100425_162200_vedatech_jw). [cit 2010-04-29]

IPCC, 2007: 4. hodnotící zpráva, shrnutí pro politickou veřejnost,

IPCC, 2001: Climate Change: The Scientific Basis. online: [www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg1/index.htm](http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg1/index.htm)

IPCC, 2009: SPECIAL REPORT. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. Online: [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

IPCC, Working group II., 2007: Climate Change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Online: [http://books.google.cz/books?id=TNo-SeGpn7wC&pg=PA148&lpg=PA148&dq=christensen+et+al+2007&source=bl&ots=vN9wqh1wmG&sig=wvQrp\\_pJtDi32SjOPH9Y4mlxBKg&hl=cs&ei=toDYS\\_gHzYI4xNmlzwY&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=2&ved=0CBEQ6AEwAQ#v=onepage&q=christensen%20et%20al%202007&f=false](http://books.google.cz/books?id=TNo-SeGpn7wC&pg=PA148&lpg=PA148&dq=christensen+et+al+2007&source=bl&ots=vN9wqh1wmG&sig=wvQrp_pJtDi32SjOPH9Y4mlxBKg&hl=cs&ei=toDYS_gHzYI4xNmlzwY&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=2&ved=0CBEQ6AEwAQ#v=onepage&q=christensen%20et%20al%202007&f=false) [cit 2010-04.16]

Pidwirny, M. (2006). "Causes of Climate Change". Fundamentals of Physical Geography, 2nd Edition. Date Viewed. <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/7y.html>

KADRNOŽKA, Jaroslav. Globální oteplování Země. Příčiny, průběh, důsledky, řešení. 1. vydání. Brno: VUTIUM, 2008. 467 s.

KADRNOŽKA, Jaroslav. Energie a globální oteplování. Proměny Země při opatřování energie. 1. vydání. Brno: VUTIUM, 2006. 189 s.

KUKAL, Zdeněk. Přírodní katastrofy. 1. vydání. Praha: Horizont, 1982. 252 s.

METELKA, Ladislav-podle R.K. Pachauri (IPCC Chair) 2007: Climate Change, The Physical Science Basis,

METELKA, L., TOLASZ R., Klimatické změny – fakta bez mýtů. 1. vydání. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Centrum pro otázky životního prostředí, 2009. 35 s.

METEOROLOGICKÉ ZPRÁVY, Meteorologický bulletin. Ročník 57. 2004/3. [online] Dostupné z [http://www.chmi.cz/reditel/sis/2004\\_3.pdf](http://www.chmi.cz/reditel/sis/2004_3.pdf), staženo 28.3.2010

MF DNES. TACHECÍ, Barbora – TOLASZ, Radim. Třeba se Klaus nemýlí. 21. října 2009. strana A12

MOLDAN, Bedřich. Podmaněná planeta. 1. vydání. Praha: Karolinum, 2009. 419 s.

NELSON, Stephen A., Exceptional Weather - Tropical Cyclones, [online] 30.10.2009 [cit. 2010-04-12] dostupné z [http://www.tulane.edu/~sanelson/geol204/tropical\\_cyclones.htm](http://www.tulane.edu/~sanelson/geol204/tropical_cyclones.htm)

NASA- earth observatory. The Carbon Cycle. [online] [cit 2010-03-09] dostupné z [http://earthobservatory.nasa.gov/Features/CarbonCycle/carbon\\_cycle4.php](http://earthobservatory.nasa.gov/Features/CarbonCycle/carbon_cycle4.php)

NOAA /ESRL– National Oceanic and Atmospheric Administration/Earth system research laboratory, Trends in carbon dioxide [online] [cit 2010-03-18] dostupné z <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>

NOJI, Eric K. The public health consequences of disasters, 1997, New York: Oxford university press, [online] [http://www.google.com/books?hl=cs&lr=&id=J3N7\\_Ed8-wYC&oi=fnd&pg=PA3&dq=nature+disasters+pdf&ots=ANb9NhTwwW&sig=r7wnShN5I9DrmzP\\_PjlbPzUEaS8#v=onepage&q&f=false](http://www.google.com/books?hl=cs&lr=&id=J3N7_Ed8-wYC&oi=fnd&pg=PA3&dq=nature+disasters+pdf&ots=ANb9NhTwwW&sig=r7wnShN5I9DrmzP_PjlbPzUEaS8#v=onepage&q&f=false)

OSN, FAO- agentura OSN pro výživu a zemědělství: 2006 Mathews, Ch. Livestock a major threat to environment. [online] dostupné z <http://www.fao.org/newsroom/en/news/2006/1000448/index.html>

Pidwirny, M., 2006: Causes of Climate Change, Fundamentals of Physical Geography, online: <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/7y.html> [cit 2010-03-15]

READER'S DIGEST VÝBĚR, kolektiv autorů: 1000 divů přírody. 1. vydání. Praha: Reader's Digest Výběr, 2002. 448 s.

ROZHLAS.CZ, 2010: Sever Číny stále bojuje s písečnou bouří, postiženo je přes 270 milionů lidí, online: [http://www.rozhlas.cz/zpravy/asieaustralie/\\_zprava/709832](http://www.rozhlas.cz/zpravy/asieaustralie/_zprava/709832), [CIT 2010-04-29]

SOUKUPOVÁ, Jana. Atmosférické procesy. 1. vydání. Praha: FŽP ČZU, 2008. 235 s.

UNEP, VITAL CLIMATE CHANGE GRAPHICS, 2005: UNEP, UNEP/GRID-Arendal. 24 s. [online] Dostupné z: <http://www.grida.no/publications/vg/climate/>

WATTSOVÁ, Claire. Přírodní katastrofy. 1. vydání. Praha: Fortuna print, 2006. 72 s.



## 10. přílohy

Možné dopady klimatickým změn ve světě, podle 4. zprávy IPCC

Afrika	<p>Předpokládá se, že do roku 2020 bude 75 až 250 miliónů lidí vystaveno zvýšenému vodnímu stresu v důsledku změny klimatu.</p> <p>Do roku 2020 by v některých zemích mohly výnosy ze zemědělství závislého na srážkách klesnout až o 50 %. Předpokládá se, že zemědělská produkce, včetně dostupnosti potravin, bude v mnoha afrických zemích vážně omezena. To by nepříznivě ovlivnilo zabezpečení potravin a zhoršilo podvýživu na kontinentě.</p> <p>Ke konci 21. století ovlivní prognózovaný vzestup mořské hladiny níže položené pobřežní oblasti s rozsáhlým osídlením. Náklady na adaptaci by mohly dosáhnout nejméně 5 % – 10 % hrubého domácího produktu (HDP).</p> <p>Předpokládá se, že do roku 2080 se podle řady klimatických scénářů rozšíří plocha suchých a polosuchých oblastí v Africe o 5 % – 8 %. (TS)</p>
Asie	<p>Do počátku 50. let 21. století by dostupnost sladké vody podle předpovědí měla následkem změny klimatu klesnout ve střední, jižní, východní a jihovýchodní Asii, především v povodí velkých řek.</p> <p>Z důvodu zvýšené pravděpodobnosti záplav z moře, v některých deltách pak říčních záplav, hrozí největší riziko pobřežním regionům, především hustě osídleným oblastem velkých delt v jižní, východní a jihovýchodní Asii.</p> <p>Předpokládá se, že spolu s rychlou urbanizací, industrializací a ekonomickým rozvojem znásobí změna klimatu zatížení přírodních zdrojů a životního prostředí.</p> <p>Očekává se, že následkem změn hydrologického cyklu se ve východní, jižní a jihovýchodní Asii rozšíří endemická nemocnost a úmrtnost zaviněná průjmovými onemocněními, které jsou v první řadě důsledkem povodní a období sucha.</p>

<p>Austrálie a Nový Zéland</p>	<p>Předpokládá se, že do roku 2020 dojde v některých ekologicky bohatých lokalitách, včetně Velké útesové bariéry (Great Barrier Reef) a deštných pralesů Queenslandu (Queensland Wet Tropics), k významnému snížení biodiverzity.</p> <p>Do roku 2030 se předpokládá zhoršení problémů se zabezpečením dodávek vody v jižní a východní Austrálii, na Novém Zélandu pak v některých východních oblastech a v Northlandu.</p> <p>Z důvodu rostoucího sucha a požárů se do roku 2030 předpokládá pokles zemědělské a lesnické produkce na většině území jižní a východní Austrálie a ve východních částech Nového Zélandu. Na Novém Zélandu se nicméně zpočátku očekávají v některých jiných oblastech přínosy.</p> <p>Pokračující rozvoj pobřežních oblastí a přírůstek obyvatelstva v některých oblastech Austrálie a Nového Zélandu má podle předpovědí do roku 2050 zvýšit riziko plynoucí ze vzestupu mořské hladiny a nárůstu intenzity a frekvence bouří a pobřežních záplav.</p>
<p>Evropa</p>	<p>Změna klimatu podle předpovědí zvýší regionální rozdíly v přírodních zdrojích a aktivech Evropy. Negativní dopady budou zahrnovat zvýšené riziko náhlých povodní ve vnitrozemí a častější záplavy na pobřeží a zvýšenou erozi (z důvodu bouřlivého počasí a vzestupu mořské hladiny).</p> <p>Horské oblasti se budou potýkat s ústupem ledovců, úbytkem sněhové pokrývky a snížením zimního cestovního ruchu a rozsáhlým úbytkem druhů (v některých oblastech až 60 % do roku 2080 v případě scénářů předpokládajících vysoké emise).</p> <p>Předpokládá se, že v jižní Evropě změna klimatu zhorší podmínky (vysoké teploty a sucha) v regionu již nyní zranitelném klimatickou variabilitou a sníží dostupnost vody, možnosti výroby elektřiny z vodních zdrojů, letní cestovní ruch a produktivitu plodin obecně.</p> <p>Očekává se, že změna klimatu také zvýší zdravotní rizika plynoucí z vln veder a výskyt požárů.</p>
<p>Latinská Amerika</p>	<p>Předpokládá se, že do poloviny století způsobí nárůsty teplot a s nimi spojené úbytky půdní vody ve východní Amazonii postupnou přeměnu tropického lesa na savanu. Vegetace polosuchých oblastí se bude měnit na vegetaci typickou pro oblasti suché.</p>

	<p>V mnoha tropických oblastech Latinské Ameriky hrozí vyhynutí druhů a tím závažný pokles biodiverzity.</p> <p>Předpokládá se pokles produktivity některých důležitých plodin a hospodářských zvířat, což bude mít nepříznivé důsledky pro zabezpečení potravin. V mírném pásmu se očekává zvýšení výnosů sojových bobů. Předpokládá se, že se počet lidí ohrožených hladem celkově zvýší (TS; <i>střední míra jistoty</i>).</p> <p>Změny v prostorovém rozložení srážek a úbytek ledovců výrazně ovlivní dostupnost vody pro lidskou spotřebu, zemědělství a výrobu energie.</p>
Severní Amerika	<p>Oteplování v západních horských pásmech by podle předpovědí mělo způsobit úbytek sněhové masy, přibývání zimních záplav a nižší průtoky v letním období, což zesílí konkurenci při rozdělování nadměrně využívaných vodních zdrojů.</p> <p>Předpokládá se, že mírná změna klimatu v počátečních desetiletích tohoto století zvýší celkové výnosy zemědělství závislého na srážkách o 5 % – 20 %, avšak s výraznou variabilitou mezi regiony. Vážné obtíže se očekávají u plodin, které se vyskytují u teplejší hranice oblasti vhodné pro jejich pěstování nebo jsou závislé na vodních zdrojích s vysokou spotřebou.</p> <p>Očekává se, že města, která v současnosti zažívají vlny veder, budou v průběhu století sužována větším počtem intenzivnějších a déle trvajících vln veder, což může mít nepříznivé dopady na zdraví obyvatel.</p> <p>Pobřežní populace a biotopy budou zatěžovány stále více zatěžovány dopady změny klimatu v kombinaci s rozvojem a znečištěním.</p>
Polární oblasti	<p>Hlavními předvídanými biofyzikálními vlivy jsou snížení tloušťky a rozlehlosti ledovců, ledových příkrovů a mořského ledu, a změny v přirozených ekosystémech mající škodlivé účinky na mnohé živé organizmy včetně tažných ptáků, savců a vyšších predátorů.</p> <p>Předpokládané dopady na lidské populace žijící v Arktidě by měly být smíšené, hlavně dopady související se změnami stavu sněhu a ledu.</p>

příloha č. 1: tabulka možných důsledků klimatických změn ve světě, zdroj Čtvrtá hodnotící zpráva IPCC, Souhrnná zpráva: Shrnutí pro veřejné činitele. Online dostupný z <http://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/czech/ar4-syr-spm.pdf>

