

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování



GLOBÁLNÍ POHLED NA KLIMA ZEMĚ JAKO CELKU (TEORIE GAIA)

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Jana SOUKUPOVÁ

Autor: Hana KROUPOVÁ

2011



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro: **Hanu Kroupovou**

obor: BKRAJ

Název tématu: Globální pohled na klima Země jako celku (teorie Gaia)

Název tématu v anglickém jazyce: Global view of Earth's climate as a whole (Gaia)

Zásady pro vypracování:

Literární rešerše k tématu

Osnova:

1. Představa Země jako jednoho organismu
2. Vývoj klimatu Země
3. Porovnání různých vědeckých názorů na další předpokládaný vývoj
4. Závěr



Rozsah grafických prací: grafy a obrázky dle potřeby

Rozsah průvodní zprávy: min. 30 stran

Seznam odborné literatury:

Lovelock J.: Gaia vrací úder. Academia Praha, 2008

Lovelock J.: Gaia. vyd. Stehlík, Praha, 2001

Kadmoňka, J. : Globální oteplování Země. VUTIUM Brno, 2008

Moldan, B.: Podmaněná planeta. Karolinum, 2009

Ward, P., Brownlee, D.: Život a smrt planety Země. Dokořán a Argo. Praha 2004

Lynas, M.: Šest' stupňov. OKAT PLUS. Bratislava, 2009

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jana Soukupová

Konzultant bakalářské práce: -

Datum zadání bakalářské práce: září 2010

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2011

Vedoucí katedry



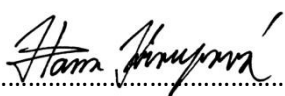
Děkan

V Praze dne 15.9.2010

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 25.4.2011



.....

Poděkování

Děkuji paní Ing. Janě Soukupové za trpělivost, velkorysost a cenné rady, které mi při psaní této práce poskytla.

Abstrakt

Tato bakalářská práce je snahou o souhrnný pohled na klimatické podmínky života na Zemi, od historických dob až po současnost. Zároveň se zabývá hledáním odpovědí na otázky, zda Země své klima řídí sama a do jaké míry jsou tento proces schopni ovlivňovat lidé.

Klíčová slova: Gaia, klima, skleníkový efekt, oxid uhličitý, život

Abstract

This Bachelor's thesis is an attempt to general view on climatic conditions of life on the Earth from historical times to the present. It also deals with searching answers to such questions as whether the Earth controls its climate itself and to what extent people influence this process.

Keywords: Gaia, climate, greenhouse effect, carbon dioxide, life

Obsah

1. Úvod	7
2. Historie naší planety	10
2.1. Uhlíkové cykly	11
2.2. Střídání dob ledových a meziledových	12
2.3. Oxid uhličitý	14
2.4. Atmosféra	15
2.5. Oceány	17
3. Teorie Gaia	18
4. Vliv člověka na život na Zemi	22
4.1. Globální oteplování – modely klimatu	22
4.2. Hrozba nástupu doby ledové	30
4.3. Racionální přístup k vývoji klimatu	32
5. Jak zabránit kolapsu?	36
5.1. Zániky civilizací vlivem klimatu	37
5.2. Vliv zalesněných ploch	39
5.3. Předcházení škodám	42
5.4. Svět závislý na fosilních palivech	42
5.5. Klimatický skepticismus	43
5.5.1. Otázky priorit	45
5.5.2. Hrozby spojené se změnou klimatu	45
5.6. Životodárné Slunce	47
6. Jsme součástí Země	48
6.1. Populační exploze	50
6.1.1. Jsme rukojmí civilizace	50
6.2. Alternativní zdroje energie	50
6.3. Vliv médií	51
7. Závěr	52

1. Úvod:

Je Země živá? – historie, mýty

Země byla, je a vždy bude náš domov. O tom asi nikdo nepochybuje. Je to ale také svým způsobem naše matka a my nejsme nic jiného, než její děti. Navíc naprosto závislé děti, bez ní zatím nemáme šanci na život. A pokud bychom se jednou přece jen rozhodli tzv. „odletět z hnízda“, nejspíš by nám činilo veliké potíže nalézt alespoň vzdáleně podobné místo pro život. Je možné, že pro příliš mnoho informací, nevnímáme něco, co naši předkové v dávných dobách, a přírodní národy dodnes, berou jako samozřejmost. Velmi úzká specializace vědních oborů nám mnohdy neumožňuje pochopit obrovskou provázanost přírodních zákonitostí.



Obr.č.1: Planeta Země

(online: <http://www.somecrap.com/downloads/images/universe/nasa/>, staženo 25.4.2011)

Naše Země – to je změna, pohyb, život. Snahy, udržet beze změny jakýkoli okamžitý stav, jsou předem odsouzeny k nezdaru. Ani prostředí v egyptské hrobce není dvě po sobě jdoucí vteřiny stejné.

Cílem mé práce je nastínit pohled na Zemi jako na úžasný obrovský systém, který již více než čtyři miliardy let zachovává, chrání a rozvíjí život. Chci se pokusit vytvořit v relativně krátké písemné formě ucelený pohled na procesy, které ovlivňovaly a dosud ovlivňují zemské klima, a položit si otázku, do jaké míry dokáže člověk tyto procesy měnit.

„Země (z řecké mytologie Gaia) povstala téměř podle všech starých bájí z počátečního Chaosu“ (Hawking 2007). Jak se tato velmi přesná informace k starověkým autorům dostala, nám asi zůstane navždy utajeno. Pohledy dnešního člověka se ale různí: Je Země Bohyně, živý organismus, nebo snad technické zařízení?

V dnešní době vidí mnozí lidé Zemi právě jen z ekonomického hlediska, jako stroj a zdroj, určený pouze k uspokojování jejich vlastních potřeb. Díváme se na ni doslova majetnický. Na základě tohoto úhlu pohledu vznikla i obava z možného selhání a vyčerpání - pokud bychom Zemi skutečně vyčerpali, tak co potom s ní? Najdeme si nějakou jinou? Měli bychom asi problémy s hledáním rovnocenné náhrady. „V průběhu minulého století začaly, na základě většinou kusých vědeckých poznatků, vznikat různé katastrofické scénáře“ (Levy 2007). Mnohé z těchto předpovědí se však již ukázaly jako nepodložené. K přirovnání Země k dokonalému stroji svádí i její schopnost stále se zdokonalovat ve vytváření co nejlepších podmínek pro život.

J. Lovelock začal v roce 1975 psát knihu, jejíž hlavní myšlenkou je začít chápat Zemi jako jedinou živou entitu. Pojmenoval tak fakt, který většina vědců do té doby odmítala vidět, přestože měli před očima nepřeberné množství podnětů. Celá biosféra Země je totiž úžasně provázaná a nejde jen o přizpůsobování se jednotlivých forem života daným podmínkám. To, že Země již miliardy let dokáže v jinak nepřátelském vesmíru udržet podmínky vhodné pro život, což není nijak jednoduchý úkol, naznačuje, že se může chovat jako jakýsi jediný živý organismus. Lovelock přirovnává Zemi k vyšším formám života, například k savcům, kteří udržují svou tělesnou teplotu stálou, bez ohledu na tepelné podmínky, ve kterých se momentálně nacházejí. Zároveň upozorňuje na to, že například lidské tělo je složeno z bilionů buněk relativně schopných samostatného života a zároveň je hostitelem ještě mnohem většího počtu bakterií, na kterých je životně závislé. Teorie Gaia Darwina nepopírá, ale doplňuje a stejně tak doplňuje, nebo „vysvětluje“ celou řadu prastarých mýtů o „božském“ původu naší Země. V době vydání své první knihy „Gaia“ si Lovelock vysloužil velmi odmítavé reakce většiny vědeckého světa. Ale názor na jeho teorii se v poslední době začíná měnit.

Na doložených faktech z minulosti Země a výsledcích pozorování dnešního stavu se většina světových vědců různých oborů shoduje. Ale protože budoucnost je pro každého z nás velká neznámá, odhady a předpovědi dalšího vývoje se velmi

různí. Otázka přežití a rozvoje lidského druhu se stává (což ostatně vždy byla) také otázkou filozofickou. Většina obyvatel rozvinutého světa žije v klamu, že věda a technika za ně vše vyřeší a oni sami se musí starat jen o své pohodlí. Ale v poslední době se konečně začínají dostávat do podvědomí lidí obavy z toho, kolik energie vlastně toto pohodlí stojí. Filmaři zpracovávají ve velkém různé katastrofické scénáře a zhýčkaný divák se v kině dvě hodiny příjemně bojí. Pak až sní svůj popcorn a vypije colu, jede autem domů spát a o budoucnost planety se víc nestará. O tu se přece starají jiní, ti nahoře. Ale kdo to vlastně je? Vědci, klimatologové, jejichž názory na budoucí vývoj planety se značně liší, nebo politici, kteří jim sice naslouchají, ale zároveň jsou vazaly různých lobbistických skupin?



Obr.č.2: Avatar (<http://www.csfd.cz/film/228329-avtar/galerie/strana-4/>, staženo 25.4.2011)

2. Historie naší planety

Nejdůležitější kapitoly a základní vědecké poznatky

5. BRÁNY DO JINÉHO ČASU

ÉRA	PERIODA	EPOCHA	VÝZNAMNÉ UDÁLOSTI	Let před současností
Kenozoikum	kvartér	holocén	dlouhé léto	0
		pleistocén	doba ledová <i>první moderní člověk</i>	8 000
	terciér	pliocén	<i>předkové vzprámených lidí</i>	1,8 mil.
		miocén	<i>mizí rozsáhlé deštné pralesy</i>	5,3 mil.
		oligocén	<i>rozmanití obratlovci</i>	23,8 mil.
		eocén	<i>odtržení Austrálie a Antarktidy</i> uvolnění klatrátů před 55 mil. let	33,7 mil.
		palaeocén	vymírání na přelomu křída a třetihor asi před 65 mil. let <i>první kvetoucí rostliny</i>	65 mil.
Mezozoikum	křída	<i>první ptáci</i>	145 mil.	
	jura	<i>první dinosauři</i>	213 mil.	
	trias	vymírání na přelomu permu a triasu asi před 251 mil. let <i>první plazi</i>	248 mil.	
Paleozoikum	perm	doba ledová před 350–250 mil. let	286 mil.	
	karbon	<i>první jehličnaté stromy, první obojživelníci</i> vymírání v pozdním devonu asi před 364 mil. let	360 mil.	
	devon	<i>první hmyz</i>	410 mil.	
	silur	<i>první ryby</i> vymírání na přelomu ordovíku a siluru asi před 439 mil. let	440 mil.	
	ordovik	<i>bezobratlí v moři</i>	505 mil.	
	kambrium	kambrická exploze	544 mil.	
Proterozoikum		doba ledová asi před 800–600 mil. let	2 500 mil.	
Archeozoikum		<i>vznik života</i>	3 800 mil.	
Hadean		<i>vznik zemského tělesa</i>	4 500 mil.	

Tab. č.1: Brány do jiného času (Flannery 2007)

2.1. Uhlíkové cykly

Od doby, kdy začala Země chladnout, se na plastickém až tekutém podloží posunují zemské desky. Při těchto dějích dochází k velkému pohybu uhlíku. Tím ovlivňuje desková tektonika teplotu na Zemi. Navzdory tomu, že se jasnost Slunce od vzniku naší planety stále zvyšuje, udržují uhlíkové cykly, jak uvádí J. Kadrnožka: *„již více než dvě miliardy let na Zemi průměrnou teplotu v rozmezí 5 – 25°C, tedy vhodnou pro život. První uhlíkový cyklus – desková tektonika slouží jako pásový dopravník, který uhlík dopravuje hluboko do zemského pláště a pak jej uvolňuje při vulkanické činnosti, která pomáhá udržovat na Zemi vyváženou teplotu. Obdobnými efekty jako desková tektonika se projevuje i vulkanická činnost. Ani na takové katastrofické projevy, jako je vulkanická činnost a ohromná zemětřesení, se proto nemůžeme dívat jen jako na projevy „zlé“ přírody, kterou by měl člověk spoutat. Jsou to procesy, které zajišťují na Zemi vyrovnanou teplotu, a tedy podmínky života“* (Kadrnožka 2006).

U zrodu života na Zemi stojí tedy uhlík, resp. oxid uhličitý CO₂, který se při tektonické a sopečné činnosti dostává na povrch Země a pomáhá vytvářet, jako důležitý skleníkový plyn, atmosféru, schopnou zadržet sluneční energii. Přibližně před 4 miliardami let se v praoceánech objevily první zárodky života. Nevíme, zda jako výsledek spontánního seskupování molekul, či zda se na Zemi dostaly po dopadu vesmírného tělesa, meteoritu nebo komety. Život na Zemi začal v jediném prostředí, kde byla poměrně stabilní teplota a minimum ultrafialového záření, které při zatím velmi řídké atmosféře, zadržovala velká vrstva vody. Zhruba dvě miliardy let byly jednobuněčné organismy na dně mělkých moří jedinou formou života na Zemi. Tyto velmi rané formy života však již byly schopné fotosyntézy a z oxidu uhličitého CO₂, rozpuštěného ve vodě, začaly vytvářet jako odpadní produkt kyslík O₂. Původní atmosféra složená z vodíku, metanu, amoniaku a vodních par, již obohacená oxidem uhličitým a nyní i kyslíkem, se stávala stále vhodnější pro život. Vyvinuly se první aerobní mikroorganismy. Atmosféra byla schopna udržet stále více tepla ze Slunce a naopak zabránit průniku škodlivého ultrafialového záření. Tento proces však byl z počátku velmi pomalý. Vyšší formy života se začaly v mořích objevovat až přibližně před 600 miliony let a zhruba před 420 miliony let vystoupil život z moří na pevninu.

Do dalších uhlíkových cyklů, které stabilizovaly teplotu na Zemi, se již zapojily organické procesy. Atmosféra v dobách počátku života byla značně bohatá

na oxid uhličitý, ten přetvářejí rostliny pomocí fotosyntézy na cukry, které tvoří základ rostlinné hmoty. energii potřebnou k tomuto procesu dodává Slunce. Při vzniku biohmoty se do atmosféry Země ve velkém množství uvolňuje kyslík. Kadrnožka uvádí: *„Rozsah přesunu uhlíku, který byl vázán v oxidu uhličitém, byl obrovský. Obdobně obrovské bylo vytváření sloučenin obsahujících kyslík atmosférického původu. Původní atmosféra Země neobsahovala kyslík. V dnešním ovzduší je asi 23 hmotnostních procent kyslíku. Tento kyslík vznikl po stovky milionů let při fotosyntéze z oxidu uhličitého“* (Kadrnožka 2006).

Dalším prvkem, který se při fotosyntéze ukládal do biohmoty, byl uhlík, který se z odumřelých těl rostlin a následně i živočichů, dostával v ohromném množství, při přesunech zeminy pod zemský povrch a ukládal se ve formě sedimentů na dně oceánů. Tento uhlík se ve formě CO₂ dostává zpět do atmosféry při vulkanické činnosti a zemětřeseních. Takto uvolněný oxid uhličitý při styku s vodou vytváří kyselinu uhličitou. Jak uvádí Kadrnožka: *„Kyselina uhličitá, další nezbytná součást křemičitano-uhličitánového cyklu, pochází z dalšího nezbytného procesu, jímž je zvětrávání celé třídy minerálů, známých jako křemičitany. Běžné horniny, jako je například žula, v přírodních podmínkách erodují a vzniklé produkty reagují s dalšími sloučeninami. Při tom se tvoří vápník, křemík, voda a nesmírně důležitá kyselina uhličitá, která je nezbytná ke vzniku vápence. Čím více je v ovzduší oxidu uhličitého, tím rychleji se může vytvářet vápenec. Obdobně však platí, že čím vyšší je koncentrace oxidu uhličitého, skleníkového plynu, tím teplejší se stává planeta Země. Teplejší povrch planety znamená intenzivnější deště a přívaly vod, intenzivnější větry, četnější větrné smrště a hurikány. Tím rychlejší je eroze, a čím rychleji probíhá eroze, tím rychleji se uvolňuje kyselina uhličitá a vápník, a tím rychleji může vznikat vápenec. Tím rychleji je rovněž z atmosféry odstraňován oxid uhličitý, což v konečném důsledku planetu ochlazuje. Ochlazuje-li se planeta, zvětrávání se zpomaluje, uhlík se opět dostává do atmosféry a Země se znovu ohřívá. To je tedy další samoregulační proces, který udržuje teplotu na Zemi relativně stálou“* (Kadrnožka 2006).

2.2. Střídání dob ledových a meziledových

Dalším procesem stabilizujícím průměrnou teplotu na Zemi bylo střídání stále se zkracujících dob ledových a meziledových. Země se chovala, a možná i dosud chová, jako obrovská „chladnička“, která se střídavě namrazuje a odmrazuje, čímž

dociluje mimořádně stabilní průměrnou teplotu, vhodnou pro stále se zdokonalující formy života. Od počátku první doby ledové, zhruba před 2 mld. let, se vystřídalo podle dosavadních výzkumů asi 13 dob ledových a 12 dob meziledových.

Doba	Název doby (periody), glaciálu, interglaciálu	Roky	Éra
Postglaciál	Současný	8 000	Holocén
Glaciál	Wurm	80 000	Pleistocén
Integglaciál	Riss-Würm	140 000	
Glaciál	Riss	200 000	
Integglaciál	Mindel-Riss	390 000	
Glaciál	Mindel	580 000	
Integglaciál	Günz-Mindel	750 000	
Glaciál	Günz	1,1 m.r.	
Integglaciál	Danub.Günz	1,4 m.r.	
Glaciál	Danub	1,8 m.r.	
Integglaciál	Biber-Danub	2 m.r.	
Glaciál	Biber	2,25 m.r.	
Integglaciál	Biber	2,5 m.r.	
Glaciál	Oligocén	37 m.r.	
Integglaciál	Oligocén svrchní	40 m.r.	
Glaciál	Paleogén	80 m.r.	
Integglaciál	Křída	144 m.r.	Mezozoikum
Glaciál	Permokarbon	295m.r.	Paleozoikum
Integglaciál	Permokarbon	322 m.r..	
Glaciál	Karbon spodní	350 m.r.	
Integglaciál	Karbon spodní	395 m.r.	
Glaciál	Ordovik	440 m.r.	
Integglaciál	Ordovik	570 m.r.	
Glaciál	Prekambrium	700 m.r.	
Integglaciál	Prekambrium	1 350 m.r..	
Glaciál	První zalednění	2 000 m.r.	Proterozoikum

Tab. č.2: Tabulka dob ledových a meziledových (Kadmožka 2008)

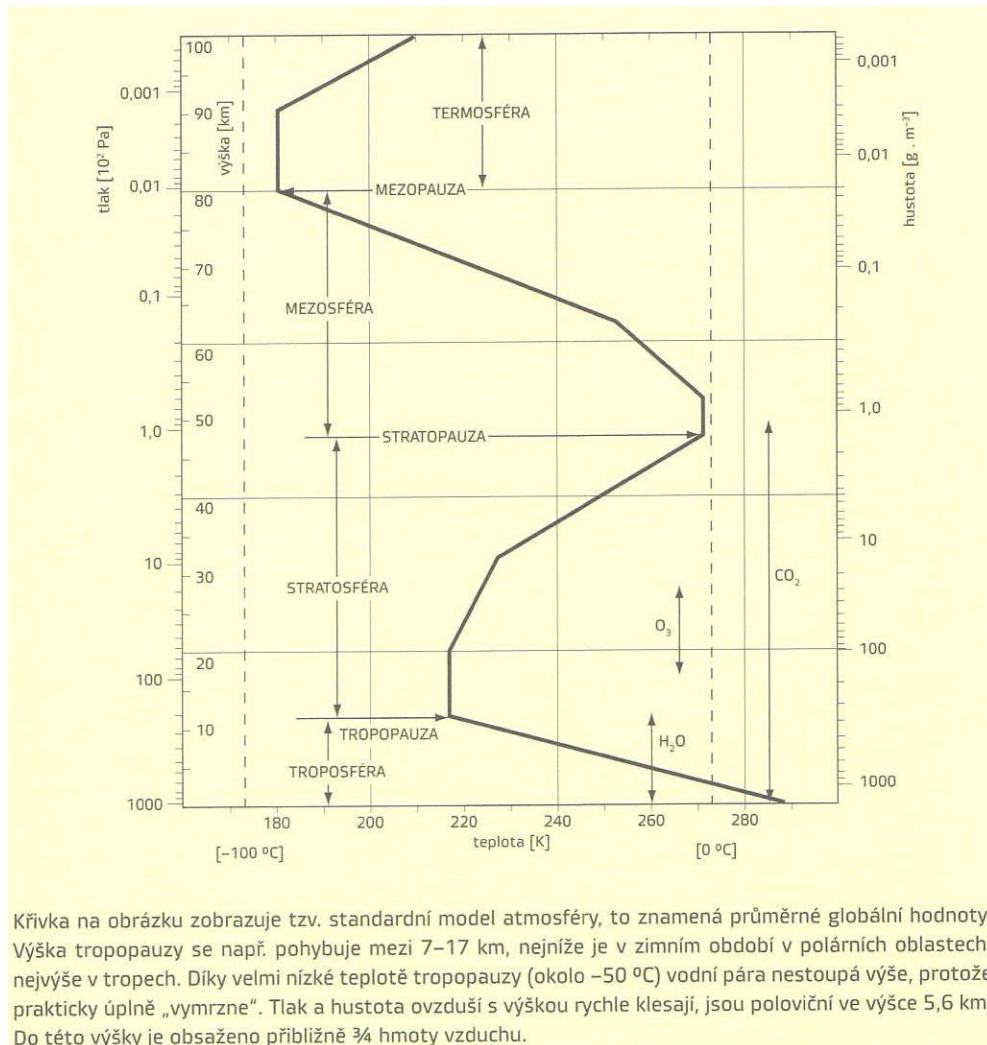
Ale ani během posledních 8 000 let po konci poslední doby ledové (trvala 72 000 let) nebyly teploty na Zemi nijak vyrovnané. Platí sice, že průměrná teplota se dlouhodobě ustálila kolem 15°C, ale v různě dlouhých časových úsecích, od několika desítek do několika stovek let, se od tohoto průměru oběma směry odchylovala. Jak uvádí Fagan: „*Tak jako doba ledová, jež mu předcházela, i holocén se vyvíjí jako nekonečný sled krátkodobých klimatických změn, způsobených dosud málo pochopeným vzájemným působením atmosféry a oceánu. Ani posledních 6 000 let nepředstavovalo žádnou výjimku. V římských časech bývalo evropské počasí*

poněkud studenější než dnes, kdežto na vrcholu středověkého teplého období nastala dlouhá řada teplých lét se stálou teplotou. Potom, počínaje rokem 1310 a v následujících 550 letech, se klima stalo nepředvídatelným a studenějším, s občasnými bouřkami a předmětem sporadických extrémů – takto vypadala malá doba ledová“ (Fagan 2007).

2.3. Oxid uhličitý

V posledních 100 až 150 letech začali ovlivňovat klima na Zemi i lidé. Téměř čistý uhlík, který vznikl z odumřelé biomasy za nepřístupu vzduchu při závalech na pevnině a ve formě sedimentů na dně moří vytvořil na Zemi obrovskou energetickou konzervu. V tomto uhlíku je akumulována sluneční energie z fotosyntézy za miliony let. Lidé se v posledních 150 letech naučili tuto energii ve formě uhlí, ropy a zemního plynu využívat. Do ovzduší se tak dostává velké množství oxidu uhličitého hořením a zároveň se tím z ovzduší odčerpává velmi cenný kyslík. Totéž se dělo a děje i při vypalování lesů za účelem získání další půdy vhodné k pěstování plodin. Oxid uhličitý CO₂ produkují při svém dýchání i rostliny. V tomto případě je však tato produkce v rovnováze s kyslíkem, který tyto rostliny, hlavně dlouhověké, do ovzduší při fotosyntéze vypouštějí. Rostliny tedy produkují oxid uhličitý CO₂ i kyslík O₂. Hořením fosilních paliv, ale i paliv z obnovitelných zdrojů se kyslík z ovzduší naopak odebírá.

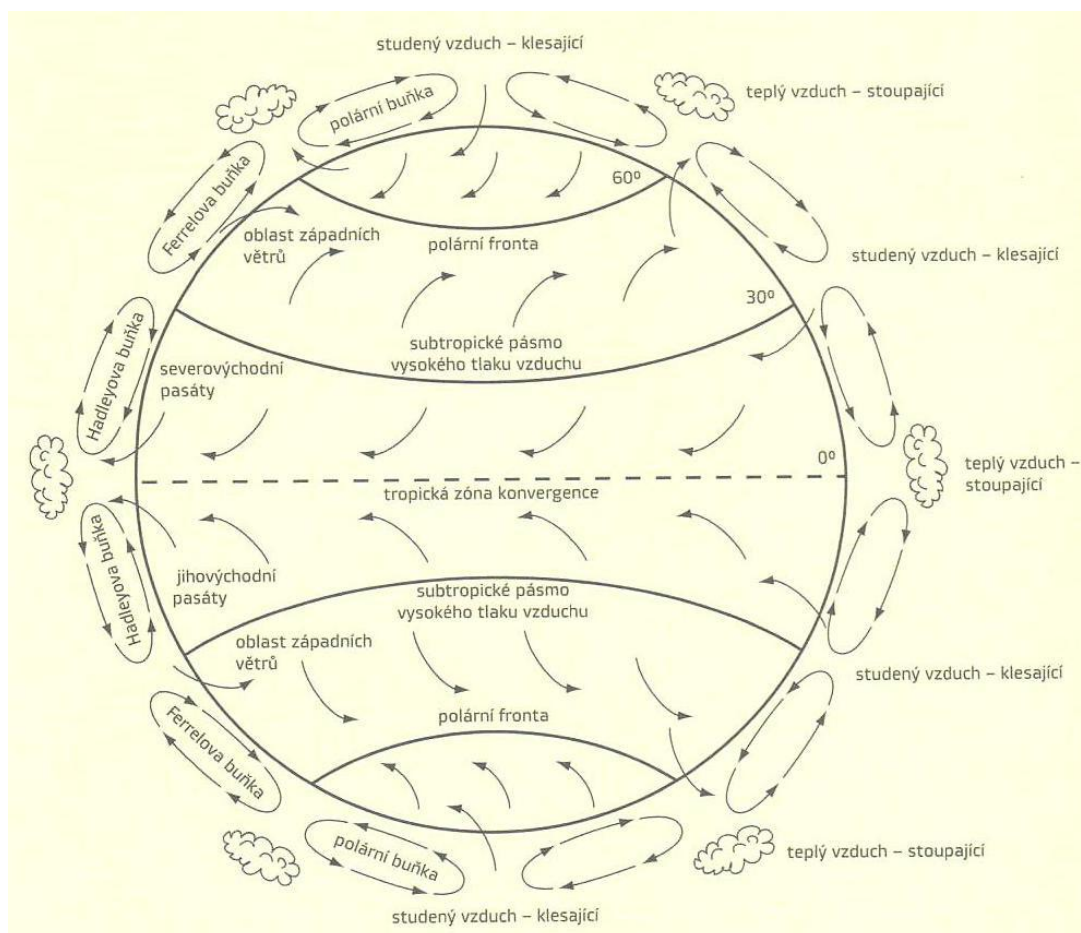
2.4. Atmosféra



Obr.č.3: Vrstvy atmosféry (Moldan 2009)

Atmosféra, tedy plynný obal planety Země, sahá až do výše cca 140 km od povrchu moří a skládá se ze čtyř velmi odlišných vrstev: troposféry, stratosféry, mezofsféry a termosféry. Jen nejnižší třetina troposféry (silné cca 12 km a obsahující 80% atmosférických plynů) tvoří dýchatelné ovzduší. Jak uvádí Flannery: „Velký vzdušný oceán je tvořen dusíkem (78,08%), kyslíkem (20,95%) a argonem (0,93%)“ (Flannery 2007). Na ostatní plyny, včetně skleníkových, tedy zbývá pouhá dvacetina procenta. Přesto jsou tyto stopové plyny, jako je ozón O_3 nebo oxid uhličitý CO_2 , pro život na Zemi bytostně důležité. Tenká vrstva ozónu zhruba ve výšce 25 km nad hladinou moří ve stratosféře chrání život na Zemi před smrtícím ultrafialovým zářením.

Oxid uhličitý, významný skleníkový plyn, se nachází ve vyšším procentu v půdách a mořské vodě. V dýchatelné atmosféře se jeho obsah pohybuje kolem 0,03%. A právě tato koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší zajišťuje nejlepší podmínky pro život. Oxid uhličitý, je v ovzduší stále promícháván s ostatními plyny působením vzdušných proudů.



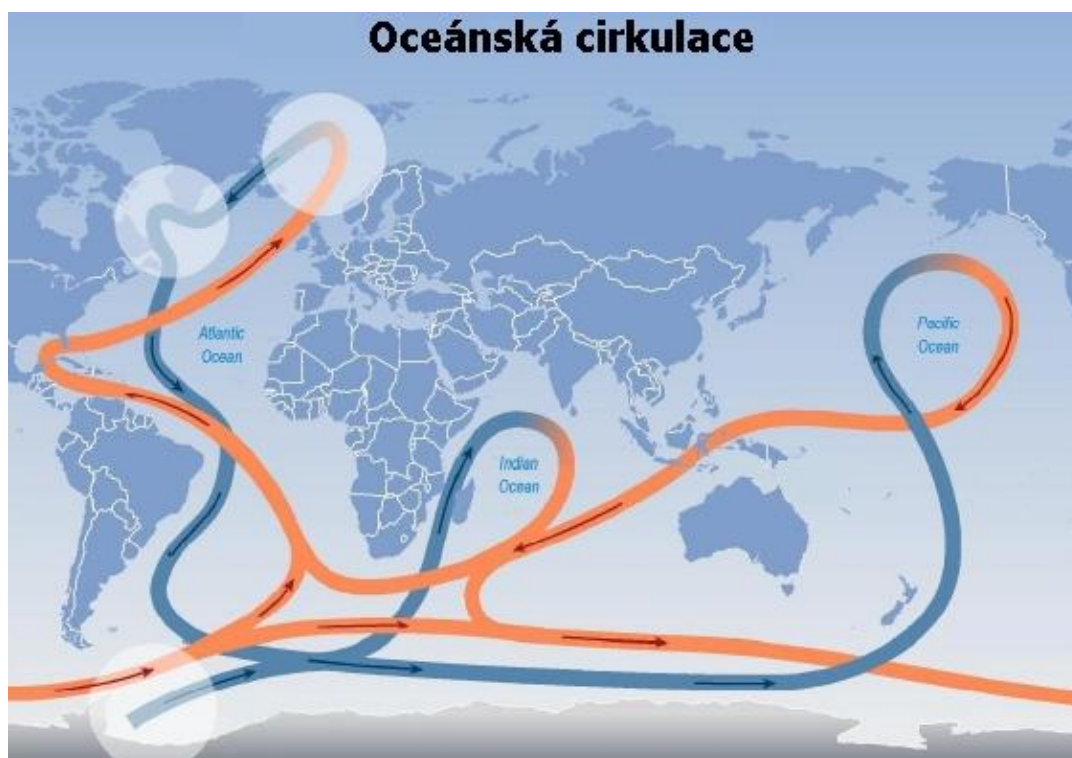
obr.č.4: Všeobecná cirkulace atmosféry (Moldan 2009)

Větry vznikají, když se lehký teplý vzduch v oblasti tlakové níže setká s těžkým studeným vzduchem v oblasti tlakové výše. Už samo otáčení Země kolem své osy, střídavé ohřívání a ochlazování jejího povrchu dopadem slunečních paprsků a následným odstíněním a dále opožďováním posunu vzdušné hmoty oproti povrchové rychlosti Země vlivem Coriolisovy síly způsobuje neustálé promíchávání molekul plynů v atmosféře.

Souhrn různých, mnohdy velmi dramatických výkyvů počasí, které fascinovaly lidstvo od nepaměti, tvoří podnebí určité oblasti. Některé typy proudění vzduchu jsou pravidelné. Například severovýchodní a jihovýchodní pasát nebo oblastní větry u břehů moří a mnoho dalších. Některé s sebou přinášejí obrovská

množství vody a jiné naopak pevniny vysušují natolik, že se z nich postupně stávají pouště. Většina výrazných výkyvů počasí se však dlouhodobě předvídat téměř nedá. Velký vliv má na ně i nepravidelné odstínění zemského povrchu oblaky. Ohřev povrchu planety a tím i vzduchové hmoty nad ním je chaotický. Zajímavé vlastnosti má také vodní pára. Je jednak velmi důležitým skleníkovým plynem, protože zabraňuje úniku tepla ze zemského povrchu do atmosféry, ale zároveň ve vyšší koncentraci tvoří oblaky, které Zemi odstiňují. Tato oblačnost ale ovšem v zimním období fungují nad zemským povrchem jako jakási poklička, která teplo nad zemským povrchem opět zadrží.

2.5. Oceány



obr.č.5: Oceánská cirkulace (<http://gnosis9.net/view.php?cisloclanku=2007120010>, staženo 25.4.2011)

Další nesmírně důležité termoregulační a chemické cykly umožňující život na Zemi, se našim očím skrývají v oceánech, v kolébce všeho pozemského života. Stejně jako neustále cirkuluje vzduch v atmosféře, i voda v oceánech je ve stálém pohybu.

Mořské proudy vyrovnávají teplotu, nejen mořské vody, ale velmi významně ovlivňují podnebí až hluboko do vnitrozemí pevnin. Jak uvádí Kutílek: „Voda v oceánech je obrovský regulátor teplot na Zemi, třímetrová vrstva vody má větší

tepelnou kapacitu, než sloupec vzduchu o tloušťce 10 000 metrů. Když tato voda proudí, přenáší velké množství energie mezi různě teplými zónami tropů a polárních oblastí. Proto moře rozhoduje o počasí a dlouhodobě spolurozhoduje o klimatu. Mořské proudy jsou tedy jedním z nejvýznamnějších pozemských faktorů ovlivňujících klima. Hlavní příčinou jejich existence jsou rozdíly v hustotě mořské vody, jak v povrchových vrstvách, tak ve spodních vrstvách nade dnem v oceánu“
(Kutílek 2008).

3. Teorie Gaia

Co dokazuje, že se Země chová jako jediný velký živý organismus, obdařený pudem sebezáchovy?

Myšlenka, že Země je živá, přiměla J. Lovelocka dívat se na známé jevy z nového úhlu. Nikoli jako na pestrý soubor příčin a následků, ale spíš jako na velice složitou harmonii.

Lovelock uvádí: „*Pokud však Gaia existuje, pak možná zjistíme, že my sami i všichni ostatní živí tvorové jsme součástmi a společníky ohromné bytosti, která má ve své celistvosti schopnost udržovat naši planetu jako vhodné a pohodlné prostředí pro život“* (Lovelock 2001). Výhodné umístění Země na oběžné dráze kolem Slunce mezi drahami horké Venuše, zmrzlého Marsu a vliv Měsíce k vytvoření podmínek vhodných pro život nestačí. Pokud by totiž jednotlivé formy náhodně uchyceného života na Zemi nespolupracovaly a nevyvíjely ve vzájemné shodě zlepšující se podmínky pro stále složitější formy života, tento život by se na Zemi nikdy neudržel. Za miliardy let existence si Země totiž vytvořila velmi neobvyklou atmosféru, která je neustále upravována. Na složení a stálém chemickém doladování atmosféry se podílejí všechny formy života. Totéž platí i o složení hydrosféry a půdního prostředí. Udržování stavu nerovnováhy chemického prostředí na Zemi, způsobuje život sám. Pokud by se někdo ve vesmíru pokoušel zjistit, zda je na naší planetě přítomen život, stačilo by mu pouhé prozkoumání naší atmosféry, resp. plynů, které se v ní vyskytují.

	Základní složky (v procentech)		
	Látka	Současný svět	Rovnovážný svět
VZDUCH	oxid uhličitý	0,03	99
	dusík	78	0
	kyslík	21	0
	argon	1	1
OCEÁN	voda	96	85
	sůl	3,5	13
	dusičnan sodný	stopy	1,7

Srovnání složení oceánů a vzduchu v současném světě a v hypotetickém světě chemické rovnováhy.

Tab.č.3: Složení oceánu a vzduchu (Lovelock 2001)

Ve stálém prostředí (bez vlivu života) by nikdy nemohly v atmosféře setrvávat vedle sebe plyny, jako je například metan a kyslík, protože by spolu reagovaly a vytvořily oxid uhličitý a vodu. Stálá přítomnost téměř neměnného množství metanu, a kyslíku v atmosféře dokazuje, že život sám tyto plyny do atmosféry neustále doplňuje. Chemické složení atmosféry se vyznačuje takovou nerovnovážností, že se zcela jistě nejedná o biologický produkt, ale spíše o biologickou konstrukci. Atmosférická koncentrace plynů, jako například kyslík a čpavek, je stále udržována na stejných hodnotách. I malá změna těchto hodnot by měla pro život vážné důsledky. Jak uvádí Lovelock: „*Zdá se, že klima a chemické vlastnosti Země, v současnosti i v průběhu jejích dějin, byly pro život vždy optimální. Šance, že by k tomu došlo náhodně, je stejně nepravděpodobná, jako šance přežít bez zranění jízdu městem se zavázanýma očima, navíc v době dopravní špičky*“ (Lovelock 2001). Plynná atmosféra Země dokáže nejen ohřívat její povrch díky skleníkovému efektu, který zajišťuje metan, vodní páry, oxid uhličitý a další plyny tím, že část infračerveného záření ze Slunce, které propustí k zemskému povrchu již jako odražené s kratší vlnovou délkou nepropustí zpět do prostoru a tím povrch Země ohřívá.

Existence Gaii se projevuje i dalším způsobem, a to neustálou normalizací chemického prostředí na Zemi. Každý rok vyprodukuje biosféra 1000 megatun

čpavku, ten reaguje se silnými kyselinami, sírovou a dusičnou, které vznikají přirozenou oxidací sloučenin síry a dusíku. Hodnota pH dešťových srážek se díky čpavku pohybuje kolem 8, bez něj by byly deště kyselé s pH blízcímu se 3. Život by v takových podmínkách zanikl, je to jakoby padal z nebe ocet. Tím tedy čpavek neutralizuje prostředí Země, proti němuž jsou prostředí Marsu a Venuše pravděpodobně mnohem kyselejší a pro život nevhodné.

Lovelock dále uvádí: „*Jednou z nejcharakterističtějších vlastností všech živých organismů, od těch nejmenších až po ty největší, je jejich schopnost vyvíjet, provozovat a udržovat systémy, které si stanoví cíl a pak se ho snaží dosáhnout prostřednictvím kybernetického procesu zkoušek a omylů. Objev takového systému, operujícího v globálním měřítku, jenž má za cíl vytvoření a udržování optimálních fyzikálních a chemických podmínek pro život, by nám zajisté poskytl přesvědčující důkaz o existenci Gaii*“ (Lovelock 2001).

Zjednodušeně lze přirovnat tepelnou regulaci Země k regulaci teploty v elektrické troubě pomocí termostatu. Ten zajistí, aby teplota v troubě kolísala mezi dvěma přípustnými mezními teplotami a topení se zapnulo, pokud teplota klesne a vypnulo, když překročí teplotu nastavenou termostatem. Po vypnutí topného tělesa teplota ještě roste, dokud tepelné těleso nepřestane sálat a od té chvíle začne prostor trouby chladnout. Ve chvíli, kdy klesne pod nastavenou teplotu, těleso se opět zapne. Podobným způsobem již 3,5 miliardy let funguje i regulace teploty Země. Regulačních činitelů má však Země mnohem více a jsou dosud předmětem výzkumu. Pravidelný přísun energie ze Slunce je regulován například obsahem skleníkových plynů v atmosféře, oblačností, aerosoly či albedem ledové pokrývky. Na podobném principu regulují svou tělesnou teplotu savci. I pro stálé střídání dob ledových a meziledových lze v živočišném světě také nalézt příklad. Velbloud pohybující se ve dne po poušti má o několik stupňů vyšší tělesnou teplotu, než v noci, kdy odpočívá a na poušti je téměř mráz. Negativní zpětná vazba je schopná regulovat tělesnou teplotu savců i globální teplotu Země jen potud, pokud nenastane příliš velká nerovnováha, na kterou nestačí. Pak převáží jiné vazby. Nežádoucí výkyv se krátkodobě ještě zvětší, a pokud vzápětí nedojde k přepnutí systému do opačné polohy, hrozí savci smrt a i planetární systém je vážně ohrožen.

Dalším zajímavým fenoménem planety Země, kromě neobvyklé atmosféry, je voda. Její objem se za poslední 3,5 eónů (miliardy let) nezměnil, ať už byla její skupenství v jakémkoli vzájemném poměru. Hmotnost oceánů představuje 1/4000

hmotnosti Země a je 250x větší než hmotnost atmosféry. Nejzajímavější vlastností mořské vody je, kromě její neuvěřitelně stabilní teploty, i její salinita.

Původně se vědci domnívali, že mořská voda musí být stále slanější, z toho prostého důvodu, že sůl, která se do moří smývá z pevniny, v mořské vodě zůstává, i když se velké množství vody z povrchu oceánu odpaří a padá na pevninu v podobě deště, který pak z této pevniny smývá další sůl. Průměrný vzorek mořské vody však obsahuje 3,4% solí (převážně chloridu sodného, méně síranu hořečnatého) a je dlouhodobě stabilní. Tato formulace není ovšem úplně přesná. Ve vodě se totiž chlorid sodný a síran hořečnatý rozloží na samostatné ionty a tak se zde tedy volně pohybují ionty chloridu a sodíku a ionty hořčíku a síranu, spolu s dalšími iontovými komponenty, jako je vápník, kyselý uhličitán a fosforečnan, které jsou nezbytnou podmínkou pro život v moři. Živé organismy pak, až na několik vzácných výjimek, nepřežívají ve vodě slanější než 6%, která je pro ně jedovatá. Protože už po miliardy let je salinita moří prakticky stejná, musí tedy existovat nějaký biologický proces, jakým se sůl z mořské vody neustále odstraňuje. Část této soli se sice hromadí v nánosch na březích izolovaných mořských ramen a v zátokách, kde je voda slanější, ale to samo k odstranění nadbytku soli z mořské vody nestačí. Určitou část soli na sebe také váží uhynulé kostřičky zoo- a fytoplanktonu a tyto se ukládají v podobě sedimentů na dno moří. K odsolování vody také přispívají odsolovací laguny, vytvořené přirozenou bariérou korálových útesů, nebo stromatolitů. Proudění a tím pádem i mísení vody s ostatní mořskou vodou v těchto lagunách je minimální. Teplota, odpařování a tím i salinita těchto lagun pak roste a postupně se vytvoří solná jezera. Objevují se i názory, že velká korálová bariéra u Austrálie je nedokončená odsolovací laguna a nebylo by to první solné jezero na území Austrálie. Velice přesně je dnes zdokumentováno i plynulé odstraňování síry z mořské vody. I zde za vším stojí život. Mnohé mořské řasy včetně chaluž se zbavují nežádoucí síry tak, že ji v podobě plynu vypouštějí do atmosféry. Tento dimetylsulfid je pak větrem unášen nad pevninu, kde je deštěm opět splaven do půdy. Tím se koloběh uzavírá. Podobným způsobem se z mořské vody odstraňují i další prvky. Ve formě metylových sloučenin se takto dostávají do atmosféry například i rtuť, antimon a arsen. V poslední době se objevují teorie, že i sopečná činnost a pohyby tektonických desek mohou být ovlivněny biologicky. Obrovské nánosy sedimentů z vápenatých a křemičitých schránek uhynulých mořských živočichů spolu s biomasou a solemi zvyšují tlak na tenké mořské dno a zároveň je i tepelně izolují. Zvyšující se tlak a

teplota v magmatu pod ztenčeným mořským dnem může kontinuitu mořského dna narušit a vytvoří se podmořská sopka nebo i sopečný ostrov. Při pohybech mořského dna a sopečných erupcích se zde uložené sedimenty zanořují do magmatu a následně se při výbuchu sopky v podobě skleníkových plynů dostávají do atmosféry, čímž se koloběh opět uzavírá.

4. Vliv člověka na život na Zemi

Je skutečně tak destruktivní, že může způsobit kolaps?

V této části práce uvedu různé vědecké pohledy na předpokládaný vývoj klimatu na Zemi.

4.1. Globální oteplování – modely vývoje klimatu

Mark Lynas v knize Šest Stupňů popsal ty nejhorší z katastrofických předpovědí vývoje klimatu na Zemi. Lynas pracuje s odhady IPCC vypracovanými v modelových situacích při různých úrovních obsahu CO₂ v ovzduší. V knize Šest Stupňů varuje, že nekontrolované vypouštění CO₂ do ovzduší hrozí spustit spirálu pozitivních zpětných vazeb, které by mohly mít pro život na Zemi katastrofální důsledky.

Zvýšení globální teploty o 1°C porovnává Lynas s podobně teplými obdobími v historii, a to maximem holocénu zhruba před 6 000 lety a středověkým tepelným optimem v letech 1000 – 1300. Ale podmínky na Zemi i při srovnatelných teplotách nemohou být nikdy stejné. Např. led na dnes často zmiňovaném Kilimandžáru se postupně rozpouští již celých 12 000 let, takže krajina, která byla celou tu dobu závislá na vodě z tohoto rozpouštějícího se ledu, se rapidně změní, až tento led zmizí úplně.



Obr. č. 6: Kilimandžáro (<http://michalpol.blox.pl/2009/09/Pippo-Grafite-i-skandal.html>, staženo 25.4.2011)

Velkým problémem je dnes také blednutí korálů, které jsou velmi citlivé na teplotu vody, čímž jsou vážně ohroženy symbiotické řasy, což jsou důležité plíce planety. V teplejším světě by nás též více sužovaly hurikány. Ty vznikají v místech, kde se povrchová vrstva oceánské vody ohřeje na 26,5°C. Dá se proto očekávat, že stoupne-li globální teplota, rozšíří se i plocha takto ohřáté vody do severnějších a jižnějších zemských šířek a oblasti ohrožené hurikány se mnohonásobně zvětší.

Lynas dále varuje, že při globálním oteplení od 1°C do 2°C by nastalo také tání himálajských ledovců v místech, kde pramení mnoho velkých řek, které zásobují sladkou vodou obrovské oblasti s vysokým počtem obyvatel, jako např. Čínu či Indii. V první fázi by se průtok vody v těchto řekách sezónně značně zvětšil, což by bylo příčinou katastrofických záplav v některých oblastech a většina této vody by pak bez užítku otekla do moře.

Oxid uhličitý, který je ve zvýšené míře vypouštěn do atmosféry, také způsobuje, kromě zvýšení skleníkového efektu, i snížení pH oceánské vody, tím, že se v této vodě rozpouští. Spustí tak v oceánech další pozitivní zpětnou vazbu. Voda se stává jedovatou pro celou řadu organismů, schopných CO₂ z mořské vody odstraňovat.

Další pozitivní zpětná vazba hrozí, že nastane i v Evropě. Lesy vystavené během velmi dlouhého horkého léta velkému suchu zpomalí fotosyntézu a místo pohlcování začnou CO₂ do ovzduší vypouštět. Mnoho z těchto přeschlých lesů, než se dočká životadárných srážek, padne za oběť stále se množícím lesním požárům. Např. v Rusku v roce 2010 lehlo popelem 200 000 ha lesa. Nejen na základě počítačových modelů, ale i z výsledků nových výzkumů, je třeba nebrat problém zvyšování obsahu CO₂ v ovzduší na lehkou váhu.

Problém by nastal i v důsledku zvedání hladin moří. Podle Lynase Grónské ledovce obsahují tolik zmrzlé vody, jež by, pokud všechna roztaje, zvedla hladiny světových oceánů o 7 metrů. Západní antarktický ledový štít, který je podle některých vědců též hodně citlivý na změny teploty, by po rozpuštění zvedl hladinu oceánů o dalších 5 metrů. Při zvýšení globální teploty o 1°C až 2°C by tedy hrozilo zatopení pobřežním městům, která jsou dnes domovem desítek milionů lidí a nízko položené ostrovy v Tichém oceánu by zmizely úplně.

Mezivládního panel pro změnu podnebí (angl. zkr. IPCC) ale tuto záležitost vidí jinak. Během poslední doby ledové bylo totiž obrovské množství vody vázáno v pevninských ledovcích, které zasahovaly až do středních zeměpisných šířek a

hladina světových moří byla zhruba o 120m níž. V období před 20 000 až 6000 lety, led roztával a hladina moří stoupala, až se nakonec ustálila na dnešním stavu. K zvýšení hladiny dochází i ohřevem vody, tedy zvětšením jejího objemu (40%) a odtáváním pevninských ledovců (60%). Podle zprávy OSN z roku 2007 dojde do konce tohoto století ke zvýšení hladin světových moří o zhruba 29 cm. IPCC pak předpokládá zvýšení hladiny světových moří v rozpětí od 18 do 59 cm. Antarktida se pak i v teplejším světě rozpouští nezačne, naopak globální oteplení přinese více srážek a led se v Antarktidě začne hromadit, to sníží hladiny světových moří o 5,5cm. V důsledku IPCC tedy odhaduje výsledný růst hladiny pouze na 29 cm v příštích 100 letech.

Nerovnoměrně rozložené srážky a tím pádem déle trvající sucha v některých oblastech, spjatá s oteplením o 2°C by způsobovala i vysoké ztráty na zemědělské produkci a zvýšení půdní eroze například v Evropě, a to od vrcholků Alp až po dosud úrodné nížiny v povodí velkých řek. Dnešní životní styl mnoha lidí by se výrazně změnil. Pokud by se dnes oblíbené rekreační zóny ve středomoří proměnily v pouště, nikdo by je nevyhledával. Lidé by potom v letních měsících, pokud by to pro ně bylo ještě ekonomicky únosné, vyhledávali spíše chladnější místa ve vyšších zeměpisných šířkách. To by se však týkalo jen zlomku populace, protože vzhledem k zákonitému růstu cen potravin by si to většina obyvatel nemohla dovolit.

Přesuňme se do jižní Ameriky. Peruánská Lima dnes přežívá v jedné z nejsušších pouštních oblastí planety a je zcela závislá na přísunu vody z 5500 metrů vysokých zaledněných andských vrcholů. Při očekávaném úbytku tamních ledovců až o 40 – 60% se zmenší průtok velkých řek, které zde pramení, do roku 2050 zhruba na polovinu.

Při zvýšení globální teploty o 2°C nebudou ještě trpět hladem lidé v oblastech jako je severní Amerika, Evropa nebo Rusko, které mohou plochy pro pěstování potravin umístit severněji. Katastrofální situace ovšem nastane v dnes již ohrožených oblastech Svazijsko, Gabun, Zimbabwe, a to se všemi krutými následky, které hladomor s sebou přináší. Nemůžeme se spoléhat na to, že všechny tyto scénáře již někdy v minulosti nastaly a příroda si s nimi vždy poradila. Musíme vzít v úvahu, že nikdy v minulosti nemusela Země živit tolik lidí a navíc lidí dnes vyzbrojených velmi nebezpečnými zbraněmi.

Pro příklad oteplení Země o 3°C jde Lynas dál do minulosti, a to až o 3 miliony let zpátky, do období nazývaného pliocén. Země v té době vypadala téměř stejně jako dnes. Lidé zde však ještě nebyli. Jen v Etiopii žila s pár stovkami svých příbuzných hominidka Lucy. Z té doby však pochází i nálezy zkamenělého dřeva ze severního pobřeží Grónska, pevniny, ležící nejbliže k severnímu pólu a další nálezy zkamenělého dřeva a bukových listů v mrazivých transantarktických horách, vzdálených jen 500 km od jižního pólu. Nejednalo se sice o nějaké vysoké stromy, spíše o plazivé keříky, avšak poskytují nám důkaz, že v období pliocénu nebyly tyto části Země zakryty ledovci. Život tehdy bujel i na ostatních pevninách vyšších zeměpisných šířek a byl neobyčejně rozmanitý. Zajímavé však je srovnání obsahu CO₂ v tehdejší ovzduší. Tehdy to bylo 360 – 400 ppm (0,036 – 0,040% CO₂, tedy 360 – 400 molekul oxidu uhličitého na milion molekul vzduchu). Pro srovnání, dnešní stav je 382 ppm a stoupá o 2 ppm ročně. Lynas varuje, že pokud rapidně neomezíme další přísun CO₂ do atmosféry, mohla by se globální teplota zvýšit o 3°C již do roku 2050. V pliocénu přitom na Zemi byly podmínky pro trvalý jev El Niño. Toto super El Niño by pak odstartovalo nepředvídatelný zmatek celého podnebí na Zemi. Třístupňové globální oteplení by pak mohlo spustit zpětnou vazbu uhlíkového cyklu a například amazonský prales, místo aby CO₂ pohlcoval, začal by ho při svém umírání v obrovském množství vypouštět. Tím by se spustila další nezadržitelná vlna oteplování.



Obr.č.7: Amazonský prales (<http://www.worldculturepictorial.com/blog/content/sos-amazon-every-second-we-lose-15-acres-rainforests-once-covering-14-earth-land-surface-now>, staženo 25.4.2011)

Ve výše položených oblastech Sibíře se změnami teploty tiká další „časovaná bomba“ – a to ve věčně zmrzlé půdě – permafrostu. Její jižní hranice se posune stovky kilometrů výše na sever. Předpokládá se, že její dnešní rozloha cca 10 milionů km² se zmenší na 1 milion km² již do konce tohoto století. Po jejím roztátí se základy měst postavených na této trvale zmrzlé zemi začnou bortit. To ale nebude ten největší problém. Vědci odhadují, že v sibiřském permafrostu je uvězněno cca 500 miliard tun uhlíku, ten se rozloží působením půdních bakterií a částečně se uvolní do ovzduší ve formě CO₂. A tam, kde půda zůstane déle mokrá, začnou tento uhlík rozkládat anaerobní bakterie, které tím vyprodukují obrovské množství metanu. Tento metan pak krátkodobě způsobí mnohem silnější skleníkový efekt, než se opět přemění na CO₂. Tím spustí další pozitivní zpětnou vazbu, která opět zvýší globální teplotu. Množství plynu náhle uvolněného z permafrostu by mohlo způsobit až 700% nárůst skleníkových plynů v atmosféře. Lidé by pak mohli jen bezmocně sledovat nezadržitelnou zkázu svého domova. Naštěstí k tomuto rozmrznutí nemůže dojít naráz. A zároveň s nárůstem koncentrace skleníkových plynů v atmosféře neroste oteplení lineárně, ale podstatně pomaleji.

Pokud by se Země ohřála o 5°C oproti dnešnímu stavu a tento stav byl setrvalý v delším časovém horizontu, panují obavy, že by mohla zmizet z obou pólů trvalá ledová pokrývka, zvýšené hladiny moří by zaplavily pobřežní města a oceány začaly pronikat dál do vnitrozemí. Dále stoupne vypařování, množství srážek a velké řeky dramaticky zvýší svoje průtoky. Voda v jejich dolních tocích bude díky častým hurikánům a vlnám tsunami, slaná. Během častých záplav dojde k erozi okolní krajiny. Deštné pralesy budou spálené. Vysoké teploty nad 50°C budou sužovat Indii a střední východ. Teploty v Austrálii vystoupí vysoko nad 40°C. Velké pouště světa se dále rozšíří. Modely ukazují dva pásy trvalého sucha obepínající celou planetu. Severní zasáhne celou střední Ameriku, jižní polovinu Evropy, západní Sahel a Etiopii, jižní Indii, Koreu, Japonsko a západní tichomoří. Jižní suchý pás pak do sebe pojme jižní části Chile a Argentiny, východní Afriku a Madagaskar, téměř celou Austrálii a tichomořské ostrovy. A opět začne fungovat pozitivní zpětná vazba. Zvýšené vypařování v polosuchých oblastech sníží dostupnou vlhkost v půdě a z polopouští se postupně stanou pouště. Zatím co v současném podnebí jsou pro

přežívání lidí nevhodné centrální Sahara a poušť Gobi, v budoucnosti se tyto oblasti značně rozšíří.

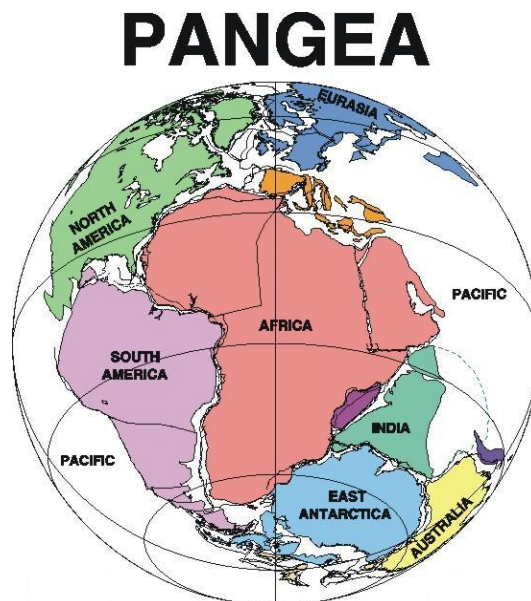
Dnešní obrovská města jako je Káhira nebo Lima mohou v podobných oblastech přežít jen díky dodávce vody prostřednictvím velkých řek pramenících v odlehlých oblastech a zásobám podzemní vody. Pětistupňový model ukazuje na snížení průtoku Nilu o 20% a Rimac protékající Limou po rozpuštění ledovců vyschne úplně. Fosilní voda z podzemních zásobníků díky nadměrné spotřebě a zavlažování zemědělské půdy rychle mizí. Hladiny podzemních vod, na kterých je závislé hospodářství Saudské Arábie, Indie, Číny a Spojených států, prudce klesají. Jediným možným řešením by byl přesun obyvatelstva z těchto oblastí do míst daleko na severu, například do Kanady či na Sibiř, kde všechny hlavní řeky díky zvýšeným srážkám několikanásobně zvětší své průtoky. Ale vzhledem k extrémním výkyvům počasí v těchto oblastech by i zde bylo pěstování obilí a dalších plodin velmi obtížné. Otázkou také zůstává, jakou politickou vůli budou mít současné vlády těchto zemí k tak dramatické migraci.

Při ohřevu Země o 3 – 5°C a následném ohřívání studených spodních vrstev oceánu by mohlo dojít k řetězci dalších pozitivních zpětných vazeb a nárůstu množství skleníkových plynů v atmosféře až na trojnásobek dnešního stavu. Toto se v minulosti již stalo. Období, ve kterém k tomu došlo, se nazývá „Maximum paleocénu“ (PETM, z angl. Paleocene – Eocene Thermal Maximum), na přelomu paleocénu a eocénu před 55 miliony lety. Toto období je v poslední době chápáno jako přírodní obdoba toho, co by mohl člověk svou neuváženou činností způsobit. Na dně světových moří a oceánů jsou totiž uloženy obrovské vrstvy odumřelého biologického materiálu z dob dávno minulých. Tento materiál se z velké části přeměnil na hydrát metanu – směs metanu a vody, která je podobná ledu a je stabilní pouze ve vysokém tlaku a velkém chladu hlubokých moří. Ropné společnosti se snaží obrovský energetický potenciál tohoto materiálu využít a začít ho těžit k výrobě zemního plynu. Při pokusném vrtu však hydrát metanu, osvobozený od tlaku vysokého sloupce vody a zahřátý při vrtání, prudce vybuchl. Již pod hladinou se hydrát metanu rozložil na vodu a velké bubliny plynného metanu, které pak vystřelily na hladinu a vytvořily až 50 metrů vysoké gejzíry vody a bahna. Vrtná souprava přitom vyletěla do povětří.

Ve vzorcích nalezených v různých částech dnešních pevnin a oceánů se našly v sedimentech starých 55 milionů let pozůstatky masového úhynu organismů žijících

u dna tehdejších moří provázané stopami metanu. Tehdejší katastrofu pravděpodobně spustily náhlé posuny kontinentálních šelfů a následné laviny na jejich podmořských okrajích. Důkazy pro potvrzení této teorie byly objeveny na pobřeží Floridy. Tyto laviny pak uvolnily obrovská množství vybuchujícího hydrátu metanu. Zároveň se v té době vlivem pohybu tektonických desek zvedlo dno Atlantického oceánu, který byl ve své severní části již tak dost mělký. Tlak vody na zde uložený hydrát metanu se snížil a ten začal být nestabilní. Tím se spustila další série pozitivních zpětných vazeb a v ohřívající se vodě nastala řetězová reakce uvolňování metanu do ovzduší. To vedlo k nastavení extrémního skleníkového stavu, kdy úroveň obsahu skleníkových plynů v atmosféře dosahovala přibližně 1000 ppm. V té době se pak na Zemi stalo něco neuvěřitelného. Vysoko za severním polárním kruhem v oblastech, které jsou dnes částečně trvale zaledněné, začal bujet život, jaký dnes známe pouze z mnohem nižších zeměpisných šířek. V Arktické krajině na území kanadského ostrova Ellesmere našli vědci fosilie, jež byly později identifikovány jako pozůstatky pravěkých aligátorů, tří druhů teplovodních želv a několika druhů raných savců. Teplota severních moří mohla v té době dosahovat 20°C a pevnina byla pokryta deštnými lesy metasekvojí, které si i během půlroční polární zimy dokázaly vysokým výparem vytvořit vlastní skleníky. A představme si, jak musel vypadat zbytek světa v nižších zeměpisných šířkách. Letní vlny tepla spálily vegetaci ve vnitrozemí kontinentů a prudké zimní deště spláchly většinu půdy a odumřelých rostlin do řek a moří. Oceány se staly kyselými a tím pádem jedovatými pro většinu živočichů a rostlin. Celá rostlinná a živočišná říše pak prošla obrovskou proměnou. Pokud by tedy došlo vlivem ohřevu oceánu k uvolnění hydrátu metanu v mělkých mořích, spustí se lavina podmořských sesuvů a následných vln tsunami, které budou ničit zatím nezatopené výše položené části pevniny. Přes všechny tyto katastrofy se může svět eocénu jevit v určitém směru jako pro život celkem přívětivé prostředí. Bujné lesy zasahovaly až téměř k pólům. Mírné pásmo se stalo subtropickým a po celé Zemi se rozšířil obrovský počet nových druhů života. Tehdejší svět však byl v přirozeném stavu a změny probíhaly velmi pomalu. Příroda se proto dokázala přizpůsobit a rostliny a živočichové přestěhovat do pro ně přátelštějších oblastí. Nyní se však nacházíme v nové ekologické éře – antropocénu – kdy je obrovská část ekosystému změněna rozsáhlou lidskou činností. To je další kritický faktor, který omezuje schopnost Země na tyto změny reagovat.

Pro další příklad nadměrného ohřátí Země způsobenému zvýšeným skleníkovým efektem při 1000 ppm se musíme vrátit ještě dál do minulosti, do období křídý před 144 – 65 miliony let. Země tehdy vypadala jinak. Obrovský superkontinent Pangea se tehdy právě roztrhl a Atlantik byl jen úzký koridor vody mezi Evropou a Afrikou na jedné straně a oběma Amerikami na straně druhé.



Obr. č. 8: Pangea (<https://fretzreview.wikispaces.com/Yousef+and+Dana-PLate+tectonics>, staženo 25.4.2011)

Pohyb tektonických desek byl příčinou mohutných vulkanických erupcí. Skleníkový efekt se prudce zvýšil a život na Zemi začal bujet. Množství drobných vodních živočichů vytvořilo postupně obrovské vrstvy vápencových usazenin a křídý – odtud název celého období. Na pevnině každoročně narůstalo velké množství vegetace, která umožnila vývoj nepředstavitelného počtu druhů živočichů, z nichž někteří dorůstali bizarních rozměrů. Totéž se dělo i pod hladinou oceánů.



Tento horký a vlhký svět byl po velmi dlouhou dobu neuvěřitelně stabilní a ukončila jej pravděpodobně až katastrofa způsobená nárazem asteroidu nebo komety o průměru cca 10 kilometrů v pobřežní oblasti Yucatanu.

Obr.č.9: Svět dinosaurů (<http://www.desktopwallpaperhd.com/wallpapers/wallpaper-desktops-screen-desktop-dinosaurs-images-monitor-wallpapers-32570.html>, staženo 25.4.2011)

Ovšem zdaleka největší katastrofa způsobená globálním oteplením nastala na konci permu, tedy zhruba před 251 miliony let. Tehdy byl vlivem tektonické činnosti, která způsobila vznícení vrstev fosilních paliv ze dna oceánů obsah skleníkových plynů v atmosféře až zhruba na čtyřnásobku dnešního stavu. Mořská voda se oteplila natolik, že se oceánské proudění prakticky zastavilo. Katastrofa pak nastala, když se spustila řetězová reakce rozpadu hydrátu metanu prakticky ve všech mořích zároveň. Jak se uvolněný metan dostával do atmosféry, vytvořil se vzduchem vysoce výbušnou směs, která měla za následek po zapálení například bleskem, výbuchy značně ničivější než mají vakuové bomby. Vražedný metan však nepůsobil sám. Zničená vegetace a mrtvoly zvířat se hromadily v zahnívajících oceánech, kde se z nich v hloubkách tvořilo velké množství sirovodíku a jeho úniky do atmosféry dorazily zbytky zvířat, která se snad v různých skulinách zachránila před výbuchy metanu. Sirovodík zároveň poničil ozónovou vrstvu a umožnil tím průnik nebezpečného UV záření na povrch planety. V monzunových deštích se sirovodík rozpouštěl a déšť kyseliny sírové pak ničil poslední zbytky života, jak na pevnině, tak v mořích. Tehdy tato apokalyptická katastrofa zahubila ve velmi krátké době 95% života na Zemi. Trvalo 50 milionů let, než se druhová rozmanitost vrátila na úroveň před katastrofou. Tolik Mark Lynas. (Lynas 2009)

4.2. Hrozba nástupu doby ledové

Poněkud odlišný pohled na vývoj klimatu na Zemi mají Peter Ward a Donald Brownlee. Poukazují na to, že: *„Žijeme v bouřlivém období lidských dějin, v době katastrofických válek, rychle se šířících politických hnutí, revolučních sociálních změn, ohromujících objevů a náboženského i filozofického vření. Nikdy předtím nenarůstala lidská populace, nerozvíjela se technika, ani nepřibývalo informací takovou rychlostí, jaké jsme svědky dnes. Nikdy předtím nebylo tempo vědeckých objevů tak prudké a ani syntéza a vstřebávání těchto objevů tak obtížné“* (Ward, Brownlee 2004).

Mnozí z nás dnes cítí touhu chránit přírodu v domnění, že může zůstat neměnná. Naše civilizace však vznikla v poměrně krátké době po skončení poslední doby ledové. Toto období bylo neobvykle stabilní a poměrně chladné. Před 2,5 mld. let a v době před 700 až 800 miliony let měly doby ledové a meziledové velmi extrémní ráz. Globální teplota v dobách ledových dosahovala až -50°C a celá Země zbělala. V meziledových dobách se pak Země ohřála až na neuvěřitelných 50°C , což

byl přechod opravdu velmi prudký, v těchto dobách však život existoval jen v primitivní formě na dnech oceánů. Další doby ledové a meziledové již tak extrémní výkyvy teplot nevykazovaly a život se v několika etapách rozbujel do neuvěřitelné rozmanitosti. Poslední doba ledová, která nastala asi před 80 000, již tak krutá nebyla, a ledovce dosahovaly zhruba jen ke čtyřicáté až padesáté rovnoběžce. Život se tehdy rozbujel kolem rovníku. Plocha pevnin byla v té době větší, protože hladina oceánů dosahovala o 120 metrů níže.

Někteří autoři předpovídají, že současné interglaciální období může skončit maximálně za několik tisíc let. Po něm by mělo následovat prudké ochlazení o zhruba 10°C a následující doba ledová by mohla trvat i 80 000 let. Je dnes otázkou, přijde-li toto zalednění postupně nebo naráz.

Předchozí interglaciální období skončilo velmi rychle. I nyní je zaznamenáván rychlý přechod k velmi nízkým teplotám a velkým teplotním výkyvům, které trvají pouhých deset let. Tyto změny přiměly vědce k varování, že současné klima se může prudce zvrátit a způsobit extrémny s katastrofálními důsledky. Byla nastolena otázka, zda spalování fosilních paliv nás paradoxně nechrání před nástupem nové doby ledové. Ovšem pokud po tomto odkladu doba ledová přece jen nastane, bude mnohem extrémnější, než k jaké by došlo bez lidského zásahu. V době posledního zalednění žilo na Zemi něco mezi 2 až 3 miliony lidí. Dnešní populace čítá více než 6 miliard a stále roste. To je počet, který Země v době ledové nemůže uživit. Produkce potravin bude možná jen ve dvou úzkých pásích v oblasti středních zeměpisných šířek mezi ledovým příkrovem na severu a pouštěmi na jihu.



Obr. č. 10: Den poté (<http://www.web4men.eu/story.php?IdDir=114&IdStory=1226&Lang=1>, staženo 25.4.2011)

Vědecké kruhy se dnes nemohou dohodnout ani na označení doby, ve které nyní žijeme a objevují se termíny jako: „chladný interglaciál“ nebo „teplý glaciál“. Podle Milankovičových cyklů jsou intervaly mezi jednotlivými dobami ledovými dlouhé a teplota během nich značně kolísá. Vědci hájí teorii, že doba ledová s ledovci zasahujícími až do střední Ameriky, má trvat 80 000 let a doba meziledová pouze 11 000 let, výjimečně pak dvojnásobek. Neshody vznikly pravděpodobně z nepřesné formulace, co to vlastně doba ledová je. Pokud je tímto termínem myšlena doba, kdy trvá stálé zalednění některých částí Země, pak v takové době ledové právě teď žijeme. Panika by mohla vznikat z obavy, že by mohla skončit nebo naopak pokračovat a ještě zesílit. Ale možná, že tak, jako se život na Zemi stále zdokonaluje, tak se i zdokonaluje schopnost Země regulovat svoji teplotu ve stále užším rozmezí.

4.3. Racionální přístup k vývoji klimatu

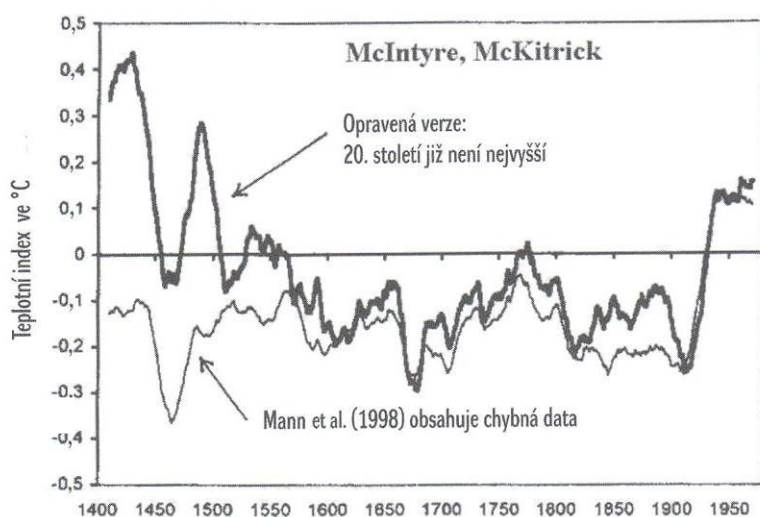
Miroslav Kutílek, čestný člen „Mezinárodní pedologické unie“, který se stal uznávaným odborníkem na proudění vody v půdě, varuje před přehnaným alarmismem velké části současných klimatologů. Kutílek ve své knize „Racionálně o globálním oteplování“ uvádí další aspekty vývoje klimatu, které prý většina dnešních klimatologů, politiků a médií záměrně ignoruje. Mnohaleté odchylky od průměrné teploty jsou známy i z historie. Odhaduje se, že za posledních 100 let se globální teplota zvýšila o 0,74°C a hladiny světových moří stouply o 17 cm. Ovšem pouze v posledních 20 letech se teplota měřila ze satelitů. Do té doby byl výpočet průměrné globální teploty velmi nepřesný z důvodu nepravidelného rozmístění měřících stanic na pevnině. Příliš mnoho teplot se určovalo odhadem, což je vzhledem k proudění vzduchu velmi nepřesné. Že však dochází ke globálnímu oteplování, se jeví jako neoddiskutovatelný fakt. Dále je prokázáno, že oteplení roste se zeměpisnou šířkou, směrem k pólům je tedy větší než na rovníku. Na oteplování ukazuje i délka vegetační sezóny, která se na severní polokouli zvýšila za poslední století o 12 dnů, kromě severního Ruska, kde se naopak zkrátila. Dále pozorujeme migraci různých živočišných i rostlinných druhů do severnějších šířek a vyšších nadmořských výšek. Otázkou však zůstává, jedná-li se o přirozený proces či do jaké míry má na toto oteplování vliv člověk.

Podobná situace nastala ve středověké teplé periodě. Dále nesmíme zapomínat, že počátky industrializace, tedy zvýšeného spalování fosilních paliv, se kryjí s koncem „malé doby ledové“, která byla provázena velmi nízkou sluneční

aktivitou. Jak uvádí Kutílek: „Malá doba ledová se časově kryje s výrazně nízkou sluneční aktivitou, jak o tom svědčí také Maunderovo minimum slunečních skvrn v období 1645 – 1715. Tehdejší pozorovatelé objevili o 3 řády méně slunečních skvrn než je typický počet slunečních skvrn o století později. Přestože se během století zřejmě zvýšil počet pozorovatelů a zlepšila se metoda pozorování, řádové rozdíly se nedají vyvrátit, a tím také určitý vztah mezi sluneční aktivitou a globálním klimatem není možné zanedbávat. Středověká teplá perioda je svázaná se zvýšenou sluneční aktivitou podle poměru 10b/9b“ (Kutílek 2008).

Další hrozbou je údajné blednutí korálů. Pokud ale víme, že se mořská voda ohřívá, není důvod, aby koráli setrvali v místech, kde je voda pro ně příliš teplá a jako každý živočich budou migrovat do vyšších zeměpisných šířek. Otázkou ovšem zůstává, na kolik zdravotní stav korálů ovlivňuje znečištění moří a nadměrný lov.

V poslední době bývá často zmiňován tzv. „hokejkový graf“, ve kterém jsou vyhodnocena proxy data o teplotách v letech 1400 – 1980, získaná z letokruhů severoamerických stromů. Jeho autor M. E. Mann poukazuje na prudký vzestup teplot ve 20. století. Tento graf vznikl na základě zkoumání letokruhů stromů, získaných v severní Americe a byl uveřejněn v roce 1998. Vzhledem k tomu, že Mann pro jeho vyhotovení použil pouze jeden typ získaných proxy dat, v roce 2003 jej opravili McIntyre a McKittrick za použití dalších měření.



Graf. č. 1: Hokejkový graf (Kutílek 2008)

Hokejkový efekt (Mann et al., 1998) a opravené výsledky podle McIntyry a McKitricka
Na svislé ose jsou odchylky teplot od střední teploty 20. století. Na vodorovné ose je čas.

„Mannova hokejka“ byla také kritizována proto, že jako výchozí použila rok 1400 a nebrala v úvahu předchozí teplé období. To by pak ovšem graf neměl tvar hokejky, ale jakési kolébky a jeho vypovídací hodnota by nebyla tak alarmující. Z dalších výzkumů vyplývá, že středověká teplá perioda byla zřetelně teplejší, než se dosud předpokládalo. Některé prameny uvádí teploty o 0,5 – 1°C vyšší v porovnání se současností a výjimečně se objevuje názor, že tehdejší průměrná globální teplota mohla být až o 3,5°C vyšší než dnes.

Velmi významnou roli při stabilizaci globální teploty hraje voda. Ta způsobuje v plynném stavu velmi silný skleníkový efekt, který planetu ohřívá, ale zároveň ve formě droboučkových kapiček nebo ledových krystalků v mracích ohřívání brání. Velký ochlazovací efekt má i výpar. Hladiny moří, jezer, řek, půda a rostliny se přeměnou skupenství vody ochlazují. Teplo, které se vlivem výparu odebere z povrchu planety, se opět uvolní kondenzací ve výšce cca 3000 metrů nad povrchem, kde dochází k vyrovnání mezi ztrátami a přísunem tepla. Kdyby k této konvekci nedocházelo, pak by skleníkový efekt zvedl povrchové teploty až nad 70°C. Skleníkový efekt CO₂ je proti vodní páře slabší, metan má 8krát silnější potenciál než CO₂, ale protože jeho koncentrace v atmosféře je nízká, přispívá k celkovému skleníkovému efektu zhruba z 18%.

Za hlavního viníka globálního oteplování je však dosud považován CO₂. Zde je nutné položit si otázku: Zvyšuje se teplota díky zvýšenému obsahu CO₂ v atmosféře nebo se zvyšuje obsah CO₂ v atmosféře i díky zvyšující se globální teplotě? CO₂ je totiž velice významným hnojivem, které umožňuje prudký nárůst biomas, která si pak své potřeby CO₂ a O₂ upravuje sama. Významným zdrojem CO₂ je půdní dýchání a čím více obsahuje půda odumřelých organických látek, tím významnější je produkce CO₂. Aby si Země udržela v poslední době stále stabilnější globální teplotu (pohybuje se mezi 6-10°C), musí se vyrovnat i se změnami oběžné dráhy náklonem a rotací zemské osy (Milankovičovy cykly). Zde zatím nejsou všichni vědci za jedno, zda právě tyto cykly způsobují pravidelně se opakující zalednění. Zřejmě se však jedná pouze o jeden z mnoha faktorů, které na klima Země působí.

Dalším z těchto významných faktorů jsou změny sluneční aktivity. Při vysoké sluneční aktivitě brání sluneční vítr pronikání kosmického záření atmosférou Země. Pokud sluneční vítr zeslábně, ionizuje kosmické záření vnější část atmosféry a vytvoří kondenzační jádra, na kterých se vysrážejí vodní páry, čímž vzniknou mraky,

keré Zemi zastíní a ve výsledku ochladí. Podobnou funkci mohou mít i aerosoly, které se do atmosféry dostávají při dopadu meteoritů, vulkanické činnosti, ale i ne nevýznamnou měrou v důsledku lidské činnosti.

Nejdůležitějším činitelem při úpravě klimatu je fotosyntéza. 95% všech rostlin na Zemi při zvýšeném obsahu CO₂ v ovzduší zesílí svůj růst a při dostatečných srážkách pak optimalizuje chemické složení atmosféry. Rostliny nejen zastíňují půdu, ale výparem z listů ochlazují spodní vrstvy atmosféry. Vyšší obsah CO₂ v ovzduší, ale i v mořské vodě, tedy zesílí růst rostlin, které dodávají do atmosféry životodárný kyslík. Pokud by obsah CO₂ klesl pod 70 ppm, růst rostlin by se zastavil. Ovšem naopak, kdyby byla atmosféra příliš bohatá na kyslík (cca 30%), docházelo by k nekontrolovatelným požárům. Z toho je patrné, jak přesná musí být regulace nejen teploty, ale i chemického složení atmosféry Země, aby na ní mohl existovat a rozvíjet se život.

O obrovské provázanosti všech životních projevů Země psal již Darwin. Z jeho výzkumu např. vyplynulo, že i tak zanedbatelní tvorové, jako jsou žížaly, dokáží za rok na ploše 1 ha vynést na povrch 25 tun suché zeminy. Nejvyšší půdy, černozemě, jsou pak z velké části tvořeny exkrementy žížal. Ale protože pro většinu lidí přetvářejících podle svých představ zemský povrch jsou takoví drobní živočichové, rostliny, houby a bakterie pod hranicí jejich rozlišovací schopnosti, chovají se k nim tak nešetrně, že tyto životně důležité krajinné prvky ničí. Tím zároveň nevědomě ničí svoji vlastní šanci na kvalitní život na Zemi.

Můžeme si každý sám za sebe odpovědět, jak bude naše klimatická budoucnost na této planetě vypadat. Stroj času zatím nemáme, abychom se mohli přesvědčit. Každopádně tak, či onak - nejspíš nás čekají zajímavé věci.

5. Jak zabránit kolapsu?

Co může lidstvo udělat, příklady z minulosti

Životní prostředí a množství dostupné potravy má vliv na velikost populace každého druhu na Zemi, každého kromě člověka. Lidé se díky své inteligenci a oportunistu, tedy schopnosti okamžitě se přizpůsobovat změněným podmínkám tak, aby z každé situace vytěžili pro sebe v krátkém časovém horizontu co nejvíce okamžitých výhod, tomuto regulačnímu vlivu vyhýbají. Obchod, který byl v minulosti omezen maximální dostupnou vzdáleností, má v dnešní době celoplanetární dosah. Díky lodní a letecké přepravě není problém, například v Evropě, kdykoli koupit zboží, hlavně potraviny vyrobené nebo sklizené v Jižní Americe, Austrálii nebo Koreji před několika málo dny. Ve velké většině se jedná o zboží, které zdaleka není pro naše přežití nezbytné. Ale díky jeho atraktivnosti jsme ochotni platit i cenu za jeho přepravu. Málodko z nás si přitom uvědomí, kolik energie se na takovou takřka zbytečnou přepravu vynaloží. Ani v rámci jednoho celku, jakým je dnes Evropská unie, se nehosподаří tak, aby se uspokojování základních životních potřeb obyvatelstva zajišťovalo co nejvíce lokálně a náklady na přepravu byly co nejnižší. Přeprava stojí nejen peníze a energii z neobnovitelných zdrojů, ale i značně ničí životní prostředí. Jeden příklad za všechny. V našem kraji se dobře dařilo cukrové řepě. Ta se svázela do několika místních cukrovarů, z nichž se cukr rozvážel do okolních obchodů. Dopravní náklady byly minimální. Tyto cukrovary však zmizely a cukr se vozí kamiony přes celou Evropu do logistických center a odtud ho další kamiony rozváží do supermarketů. Na polích, kde se dříve tak dařilo cukrové řepě, se nyní pěstuje řepka, která podle směrnic Evropské unie musí ve formě biolihu nahradit 10% nafty v pohonných hmotách. A možná proto, že výroba biolihu je energeticky náročná, se na dalších polích, kde dříve rostla cukrová řepa, objevily solární panely. A toto všechno se děje za velké sebechvály, jak dobře se staráme o životní prostředí.

Náš lokální blahobyt a spokojenost v sobě ale skrývá časovanou bombu. Prostřednictvím sdělovacích prostředků vyvážíme do světa názor, že jedině ten náš životní styl je správný. Že každý člověk může žít ve stejném pohodlí jako my, a je jen jeho vinou, že to nedokáže. Tak tomu ovšem není. Krajina, ve které máme to štěstí žít, je velice vlídná a úrodná. Bohatě užívá populaci, která dnes v Evropě žije, ale díky naší touze po luxusu jsme ochotni platit obrovské částky například za naftu,

ta se převážně těží v zemích, které by svou současnou populaci neuživily. Obyvatelé těchto zemí jsou závislí na dovozu potravin, vypěstovaných v příznivějších zeměpisných šířkách. Tyto potraviny nakupují za prostředky získané z prodeje nafty, zemního plynu a nerostných surovin. Takový obchod může docela dobře fungovat celá léta. Pokud je potravin dostatek, populace roste a již během jediné generace se může zdvojnásobit. Stačí pak ale jediný rok neúrody v oblastech jindy schopných nadprodukce a ceny potravin se vyšplhají do takových výšek, že si je většina obyvatel chudších zemí nemůže dovolit. Pokud by se nastalá situace dlouhodobě neřešila, může to vést k válečným konfliktům a zániku civilizace. A přitom se zde rozhodně nejedná jen o nějakou hypotézu, jak dokumentuje dnešní krize v arabském světě. Podobná situace, ovšem v menším měřítku, již v minulosti mnohokrát nastala.

5.1. Zániky civilizací vlivem klimatu

Jared Diamond ve své knize „Kolaps – proč společnosti zanikají a přežívají“ popisuje na příkladu několika zaniklých kultur pět základních příčin takových kolapsů: poškození životního prostředí, klimatickou změnu, rychlý populační růst, nestabilní obchodní partnery a tlak nepřátel. Dvě až tři z těchto příčin stály za zánikem mnoha dřívějších civilizací. Další společnosti však nebezpečí rozpoznaly včas a našly řešení. I když řešení mnohdy zdánlivě nehumánní, ale přesto takové, které umožnilo společnosti přežít.

Jako první ze zaniklých kultur popisuje J. Diamond Velikonoční ostrov. V době jeho osídlení to musel být „ráj na Zemi“. Měl všechno, co si jeho první obyvatelé mohli přát: husté lesy, úrodnou půdu, příjemné podnebí, dostatek stavebního kamene i možnost rybolovu. Na ostrově nebyli žádní původní predátoři a hnízdilo zde obrovské množství ptáků, kteří byli díky tomu neobvykle krotcí. V takto příznivých podmínkách se obyvatelstvo začalo velmi rychle množit. V krátké době se vytvořily klany, jejichž náčelníci začali mezi sebou soupeřit. A to zcela neobvyklým způsobem. Stavěli sochy – větší a větší. K dopravě velkých kamenných bloků využívali kmeny stromů, rostoucích po staletí předtím na svazích sopek, ze kterých se kámen těžil. Tak se životní prostředí Velikonočního ostrova zhoršovalo nejen tím, že rostoucí populace postupně vyhladila většinu ptáků a živočichů v pobřežních vodách, ale zlikvidovala i lesy, nejen při zakládání polí ale i pro přepravu soch.



Obr.č.11: Sochy Moai, Velikonoční ostrov (fyzweb.cz/materiály/sily/uvod/uvodni.php, staženo 25.4.2011)

Jenže aby té smůly nebylo málo, připluly lodě přistěhovalců a přivezly s sebou krysy. Ty se na ostrově rozmnožily, významnou měrou přispěly k likvidaci ptačích kolonií a tím, že se živily i semeny stromů, zabránily obnově přirozeného lesa. A jak postupně mizel les, ubývalo u srážek. Ostrov začínala ničit eroze. Mezi tím se populace v době největší prosperity rozrostla na odhadovaných až 30 000 lidí. Ty už ale suchý a erozí ničený ostrov nedokázal uživit.

Podobný osud jako obyvatelé Velikonočního ostrova si vlastním přičiněním přivodili i Anasaziové, žijící kolem roku 1000 našeho letopočtu v oblasti kaňonu Chaco mezi státy Nové Mexiko, Utah a Colorado na území dnešních USA. Anasaziové se z velmi vyspělé třídní společnosti na vrcholu své prosperity dostali díky vysokému populačnímu růstu, kácení lesů, vyčerpání půdy a pár letům sucha až ke kanibalismu.

Poněkud odlišný vývoj měla kultura Mayů ve střední Americe. Na jejich příkladu vidíme, že kolaps může postihnout i ty nejvyspělejší a nejtvorivější společnosti. I zde však opět sehrála roli obrovská koncentrace obyvatel na poměrně malém území, navíc zmítaném nepravidelnými srážkami a hurikány. Civilizace, která v této oblasti vznikla, byla skutečně unikátní. Dosud neobjasněnou záhadou je Mayský kalendář s rokem nula určeným přesně na 11. srpen roku 3114 př.n.l., přestože se vznik prvního písma se v této kultuře datuje až do roku 400 př.n.l. Největšího rozkvětu pak Mayská civilizace dosáhla v 8. století n.l., kdy populace na tomto poměrně malém území dosáhla odhadované hustoty až 579 lidí na km². To svědčí o tom, že zemědělská výroba musela být v této oblasti velmi produktivní.

I zde byla pravděpodobně hlavní příčina kolapsu – úbytek lesů a s ním spojené sucho. Hospodaření s vodou byl ostatně jeden z největších problémů po celou dobu existence Mayské kultury. Tento problém se však s nárůstem počtu obyvatelstva přímo úměrně zvětšoval. Sucho mělo pravděpodobně i další příčinu. Není bez zajímavosti, že někteří klimatologové si všimli, že ke kolapsu této, ale i několika dalších společností (Achadská říše v Mezopotámii, civilizace Moche IV na peruánském pobřeží a civilizace Tíwanaku v Andách), přispěly i změny slunečního záření.

Dalším zajímavým příkladem přizpůsobivých lidských společenství je expanze norských Vikingů. Jejich potomky nalezneme až hluboko ve vnitrozemí Ruska na francouzském, anglickém a irském území a na Orknejských, Shetlandských, Faerských ostrovech a na Islandu. V minulosti žila poměrně velká skupina těchto norských Vikingů i v Grónsku.



Zde ale evropský způsob života a hospodaření vyvolal velmi rychlou erozi půdy. Poté nástup středověké malé doby ledové a tím i uzavření lodních cest dokončil dílo zkázy. Na tomtéž území však dále prosperovala společnost Inuitů, kteří se ovšem svým životním stylem s těmito podmínkami velice dobře vyrovnali.

Obr.č.12: Loď Vikingů (<http://desktop.spbland.ru/pid/12134/1024/>, staženo 25.4.2011)

5.2. Vliv zalesněných ploch

Lidé dost pozdě pochopili, že množství pravidelných dešťových srážek souvisí s rozsahem zalesnění. Pokud chceme, aby naše pole byla úrodná, musíme se postarat, aby lesy zaujímaly minimálně třetinu obhospodařované plochy. Tento způsob hospodaření se ukázal jako velmi ekonomicky výhodný. Při pravidelné obnově lesa získáváme i velké množství kvalitního dřeva, aniž by se zalesněná plocha zmenšovala.

První zprávy o lesním hospodářství v Evropě pocházejí z německých knížectví, datují se již od 16. století. Odtud se pak lesní hospodářství rozšířilo v 18. a 19. století do větší části ostatní Evropy. Prvenství v lesním hospodářství však dnes drží Japonsko. Přestože je zde nejvyšší populační hustota z vyspělých zemí (téměř 386 lidí na km²), tvoří 80% rozlohy Japonska řídké obydlené zalesněné hory. Většina obyvatel je tak nahuštěna na pouhé pětině území, kterou zaujímají zemědělské plochy a města. První zmínky o japonském lesním hospodářství se objevily v Šógunově (místní vládnoucí elita) prohlášení v roce 1666 jako odpověď na výrazné ubývání lesních ploch v období dlouhého míru a prosperity. V příznivých dobách, kdy se populace téměř zdvojnásobila, vzrostla spotřeba dřeva nad únosnou mez. První opatření se týkala pouze zákazu těžby bez povolení, zároveň ale vznikly i návody na pěstování semenáčků a obnovu lesa. Od doby, kdy tyto první lesní plantáže dospěly, se začalo množství stavebního dřeva z vlastní produkce zvyšovat a stále roste. Zároveň se i zvětšuje podíl zalesněných ploch. Období dlouhé prosperity s sebou přineslo i jiné riziko: hrozbu přelidnění. Po odstranění lesního krytu se zvýšila půdní eroze a klesly výnosy, to přispělo k několika velkým hladomorům v období od konce 17. století. Nedostatek potravin přiměl obyvatele k omezení počtu potomků a větší orientaci na potravu získanou z moře.

K oblastem, které dnes stojí tváří v tvář největším problémům, jak uživit stále rostoucí počet obyvatel patří „kolébka lidstva“: Afrika. I zde se naplňuje stále stejný scénář: Po období krátké prosperity, kdy prudce naroste počet obyvatel, a původní lesy ustoupí polím, přichází eroze, sucho a hladomory. Ty pak spolu s neschopnými a zkorumpovanými vládci vedou až ke genocidě, jaké jsme dnes svědky ve Rwandě.

Jak zásadní vliv může mít vláda, která jako jednu ze svých priorit určila ochranu lesů, názorně ukazuje ostrov Hispaniola. Když na Hispaniole zakotvil roku 1492 Kryštof Kolumbus, byla z velké části zalesněna. Indiáni, kteří ji obývali, se živili zemědělstvím. Dnes se o tento ostrov dělí dva státy. Východní část, zhruba dvě třetiny plochy, zaujímá Dominikánská republika a západní část Haiti. Španělsky mluvící obyvatelé Dominikánské republiky jsou potomky přistěhovalců z mnoha evropských zemí, obyvatelstvo Haiti pak tvoří z velké části potomci afrických otroků a Kreolové (míšenci Francouzů a Afričanů). Úřední řečí je zde kreolština. Haitskou část neustále zmítají nepokoje. Je také mnohem lidnatější a lesy zde zabírají pouze 1% plochy, jedná se o nejchudší zemi Nového světa. Z následků zemětřesení, které Haiti v roce 2010 postihlo, se i za vydatné zahraniční pomoci nedokáže země

vzpamatovat. Přímou na hranici mezi Haiti a Dominikánskou republikou je vidět rozdíl. Dominikánská republika je sice také rozvojová země, ale příjem na obyvatele je pětikrát vyšší než na Haiti. Lesy zaujímají 28% plochy a srážková činnost je proto mnohem vyšší. To je ovšem způsobeno i výhodnější polohou a krajinou otevřenou směrem k Atlantickému oceánu.

V roce 1930 se v Dominikánské republice dostal k moci diktátor Rafael Trujilo. Byl to nemilosrdný člověk, ale zemi se snažil vést k ekonomické prosperitě. Jeho zvláštním zájmem byla ochrana a zvětšování lesních ploch. Když v roce 1961 při atentátu zahynul, nastalo pětileté období nestability a těžba v lesích se opět výrazně zvýšila. V roce 1966 se stal prezidentem Joaquín Balaguer, který zavedl opět podobné lesní hospodářství, jako zde bylo za vlády diktátora Trujila. Balaguer zaujímal vůdčí postavení v Dominikánské republice s malými přestávkami příštích 34 let a inicioval schválení zákonů na ochranu životního prostředí a systému přírodních rezervací v zemi. Pro samotné obyvatele Dominikánské republiky je ochrana životního prostředí velmi důležitá. Již v letech 1919 – 1930 se zde zakládaly první rezervace, jako odpověď na neúnosnou těžbu dřeva.

Zemí, která dokazuje, že hrozící kolaps lze odvrátit vládou pevné ruky, je Čína. Ve své době velmi kritizovaná politika jednoho dítěte dokázala zvrátit populační růst na úroveň, kterou je alespoň částečně země schopna uživit. Zásahy do krajiny při zvětšování plochy polí, odvodňování a stavba přehrad, spolu s obrovským nárůstem obyvatelstva přiblížily tuto zemi ke skutečnému kolapsu. Dnešní ekonomický růst však naznačuje obrát k lepšímu. To ovšem neznamená, že je Čína z nejhoršího venku. Malá plocha lesů, které se teprve nyní vláda snaží obnovovat, způsobila přiblížení pouští až k hustě obydleným místům. Písek, prach a znečištění, způsobené prudce rostoucím průmyslem, mají na svědomí, že čínská města mají jedna z nejhorších životních prostředí na světě.

Prvenství ve vyčerpávání svého životního prostředí má ovšem Austrálie. Půda je zde velmi chudá a obnova lesů poškozených těžbou nebo požáry téměř nemožná. Velkou část tohoto kontinentu tvoří pouště. Tento kontinent, hlavně v jeho jižní a jihovýchodní části, postihují časté požáry, nebo naopak povodně, v závislosti na tom, zda se projeví v daném roce jev El Niño. Půda zde navíc trpí zasolením. Postupné vyčerpávání a vypásávání velkých ploch nutí farmáře ke stálému stěhování. Australská ekonomika staví hlavně na těžbě uhlí, železné rudy apod. Největší škody zde však působí těžba dřeva z původních lesů. Toto dřevo je jako ostatní těžené

suroviny určeno většinou na vývoz. To, co na kontinentu po vytěžení zůstává, je zdevastovaná krajina, zasolená půda a řeky plné pesticidů, toxických látek a solí. Tyto řeky pak ústí do moře, kde spolu s nešetrným způsobem lovu ničí například korálové útesy.

5.3. Předcházení škodám

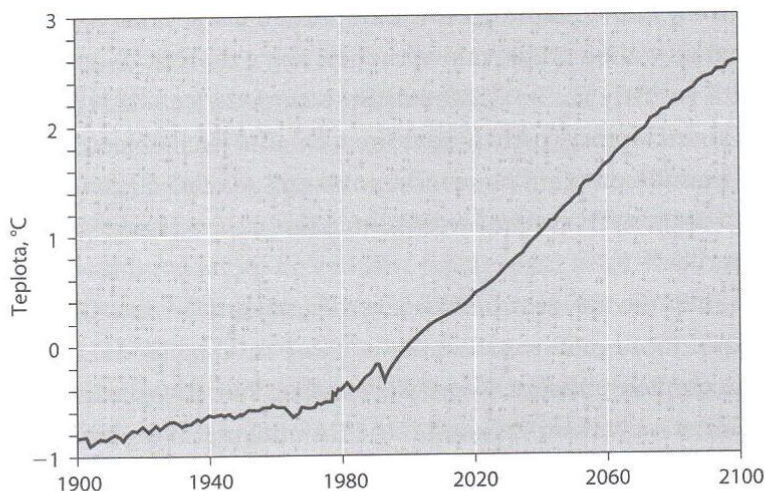
V dnešní době si však mnoho velkých bohatých nadnárodních společností začíná uvědomovat, že pokud část svých zisků vloží do prevence a ochrany životního prostředí (např. při těžbě ropy či zemního plynu) tyto investice se jí v budoucnu několikanásobně vrátí. Předcházení možným haváriím je totiž mnohem levnější, než odstraňování jejich následků. Stejně jako zprvu dražší bezodpadní výroba je z dlouhodobého hlediska ekonomicky výhodnější než sanace velkých zamořených území. Prvořadou povinností vlád jednotlivých zemí by mělo být výrobu, která poškozuje životní prostředí vůbec nepovolovat.

5.4. Svět závislý na fosilních palivech

Nyní se vraťme k samotnému problému globálního oteplování. Základním pojmem je zde tzv. skleníkový efekt, zadržující v atmosféře teplo. Nebýt skleníkových plynů, nebyla by na naší planetě stálá příjemná teplota vhodná pro život, který tu dnes máme. Teploty by byly zhruba o 33°C nižší. Problém údajně nastal, když člověk začal do atmosféry vypouštět skleníkové plyny navíc. Zejména CO₂. Největší část (asi 80%) dodaného CO₂ přitom pochází ze spalování ropy, zemního plynu a uhlí. Menší část potom pochází z odlesňování půdy a dalších zemědělských zásahů. Část těchto plynů sice absorbují oceány a rostliny, které ho využívají jako hnojiva, zbytek ale i tak zůstává v atmosféře. Výsledkem je, že od začátku průmyslové revoluce do současnosti stoupl obsah CO₂ v naší atmosféře o plných 36%. Celý svět je však na současném způsobu získávání energie zcela závislý a alternativní zdroje ještě zdaleka nedokázaly nahradit tradiční spalování nerostných surovin, přičemž od gigantů v podobě Indie a Číny, zemí, které teď začínají s velmi rychlým rozvojem, se čeká, že do konce století se jejich celkový podíl na produkci skleníkových plynů zvýší na 75%. V tomto století tedy dojde k dalšímu podstatnému nárůstu množství skleníkových plynů.

Jaká bude teplota v tomto století, to mají za úkol odhadnout z mnoha klíčových faktorů vědecké modely. Pro odhad se například používá, jaká bude

spotřeba ropy a uhlí v každé zemi. Při bezzásahovém scénáři (Business-as-usual), tzn., pokud se nebude nijak zasahovat proti vypouštění skleníkových plynů a ty budou narůstat, tak jak se do budoucna odhaduje, se do roku 2100 zvýší teplota o asi 2,6 °C. Viz. obrázek.



Graf. č. 2:
Očekávaný vzestup
teplot
(Lomborg 2008)

Očekávaný vzestup teploty v období 2000–2100 při bezzásahovém scénáři „business-as-usual“ (se simulací teplotního vzrůstu v období 1900–2000).⁵³

Musíme si ale uvědomit, že se více při globálním oteplení ohřeje pevnina než oceány, protože pro teplo je snazší prostoupit pevninu než hlubokou vodu, více se ohřejí noci než dny a více se také ohřejí oblasti mírného a arktického pásu než tropy. K největšímu oteplení dojde hlavně na severu, a to na Sibíři, v Arktidě a v Kanadě. Na Sibíři by teplota mohla stoupnout o asi 5°C, zatímco v Africe o 2-3°C. Budou čtenější vlny veder, ubudou však velké mrazy v zimě a noci se teplotně přiblíží dnům. Bude také delší vegetační období, i když zvýšená aridita v letním období může vegetaci narušit.

5.5. Klimatický skepticismus

Vlivem zvýšení průměrné teploty sice přibude počet úmrtí z horka, ale také pravděpodobně klesne počet úmrtí z chladu, který prozatím ve většině zemí převažuje. Problémem ale budou města. Do roku 2100 v nich bude žít asi 80% populace. Ve městech se totiž vysoké letní teploty projevují mnohonásobně silněji, než v otevřené krajině. Nejdramatičtější se vliv takového tepelného ostrova projevuje v oblasti Tokia, kde při nejvyšší srpnové denní teplotě 28,5°C v okolní krajině stoupne teplota v centru na 40°C. Tady by mohlo pomoci velmi jednoduché řešení, a

to ozelenění měst a nátěr zpevněných ploch a fasád bílou barvou. Pak by zvýšený výpar a větší odrazivost slunečních paprsků spolu s podílem odstíněných ploch mohly teplotní rozdíl mezi městem a jeho okolím téměř odstranit.

Toto století nás staví před nelehký úkol. Bude třeba učinit mnoho důležitých rozhodnutí, a z nich každé velmi dobře promyslet, z hlediska investic a pozdější návratnosti. Otázka snižování emisí CO₂ je asi tím nejožehavějším tématem. Můžeme např. na rozvojovou Indii klást stejné požadavky týkající se omezování emisí a budování jiných alternativních zdrojů energie, jako na vyspělé zemi, kterou je např. Německo? Rajendra Pachauri, současný indický vedoucí Mezivládního panelu pro změnu podnebí (IPCC), se snaží upozornit na kruté následky možného zvýšení globální teploty v oblasti Indie. Naráží však ve svých snahách na nepochopení. V oblasti, kde velké procento obyvatelstva žije ve velmi chudých podmínkách, se jakékoli ekonomické útlumy prosazují jen velmi obtížně. Od roku 2001 je Indie čtvrtým největším spotřebitelem energie ve světě. Proto od prudce se rozvíjejících zemí, jako je Indie, nelze v příštích 20 – 25 letech očekávat žádné snížení vypouštění CO₂ do ovzduší. Přitom se už při dvoustupňovém globálním oteplení předpokládá snížení celkového objemu potravin pěstovaných v Indii na polovinu. Hrozbou pro lidstvo je fakt, že v této době již nebudou suchem a neúrodou ohroženy jen Indie, Nepál nebo Bangladéš, ale i jadernými zbraněmi vyzbrojený Pákistán.

A pokud vezmeme v potaz např. odhadovanou efektivnost současně nastaveného Kjótského protokolu, zjistíme, jak možná vypadá ono „šlápnutí vedle“, kterých bychom se měli v budoucnu co nejvíce vyvarovat. Lomborg na Kjótský protokol a následné obchodování s emisními povolenkami reaguje slovy: *„Sečteno a podtrženo - pokud končící Kjótský protokol po roce 2012 žádná jiná smlouva nenahradí, bude celkovým výsledkem kjótského omezování emisí odklad růstu světové teploty v roce 2100 o 7 dní. Při rozsáhlých redukcích CO₂ ovšem po velmi dlouhou dobu celkové náklady bez výjimky převáží nad přínosy“* (Lomborg, 2008).

Na Kjótský protokol měla navázat klimatická konference v Kodani v roce 2009. Na základě tohoto jednání však nevznikl žádný právně závazný dokument. Zajímavé bylo, že se netázala pouze klimatologů a ekonomů, ale i vysokoškolských studentů, odborníků na ekologii a vyslanců OSN z různých zemí světa na řešení problémů způsobených globálním oteplováním v různých částech světa, a ti uvedli velmi podobné pořadí priorit. Všichni navrhuje v první řadě řešit nemoci, nedostatky

pitné vody a podvýživu a až za ně umístili řešení klimatických změn. Pokud totiž rozvinutý svět dnes pomůže rozvojovému zlepšit životní podmínky jeho obyvatel, bude v horizontu několika málo desítek let ve vlastním zájmu těchto dnes rozvojových států o své životní prostředí pečovat. Zároveň pro tuto činnost budou mít i dostatek prostředků. Naše generace je postavena před úkol vytyčit si priority. Nemůžeme totiž dělat všechno a musíme brát v úvahu finanční omezení.

5.5.1. Otázka priorit

Ve snaze nalézt dostatek finančních zdrojů na řešení nejpálčivějších problémů dnešní doby se často poukazuje na to, kolik prostředků vynaloží jednotlivé státy na zbrojení (světové výdaje dosahují ročně více než jeden bilion dolarů). Pokud by se tyto prostředky nevydávaly na ničení, žádné pořadí priorit by se sestavovat nemuselo. V dnešní době je tedy omezování emisí CO₂ reálné jen v malé míře. Větší význam by měly investice do výzkumu a vývoje nových technologií, aby se tento vývoj co nejvíce urychlil a nechat pak na jednotlivých zemích, jakým směrem se při zajišťování svých energetických potřeb vydají.

5.5.2. Hrozby spojené se změnou klimatu

S oteplujícím klimatem se také stále více lidí obává záplav, způsobených výkyvy počasí. Mnoho lidí si totiž v minulém století začalo stavět svá sídla, včetně velkých měst, na březích potoků, řek i moří, kde je atraktivní prostředí a v povodí řek, kde je úrodná půda, ale zároveň zde samozřejmě hrozí záplavy a sesouvání půdy díky erozi. Zvýšení hladin moří bude tato místa ohrožovat. Je tedy třeba věnovat část prostředků na ochranu těchto ohrožených území, protože odstraňování následků katastrof je mnohem dražší.

Další hrozbou, jsou hurikány. Tady ale musíme vzít v úvahu, že nemáme k dispozici žádné údaje o jejich výskytu v dobách, kdy globální teplota byla srovnatelná s tou dnešní. Je také velký rozdíl zasáhne-li hurikán nebo tropická bouře velkoměsto nebo řídce obydlenou krajinu.

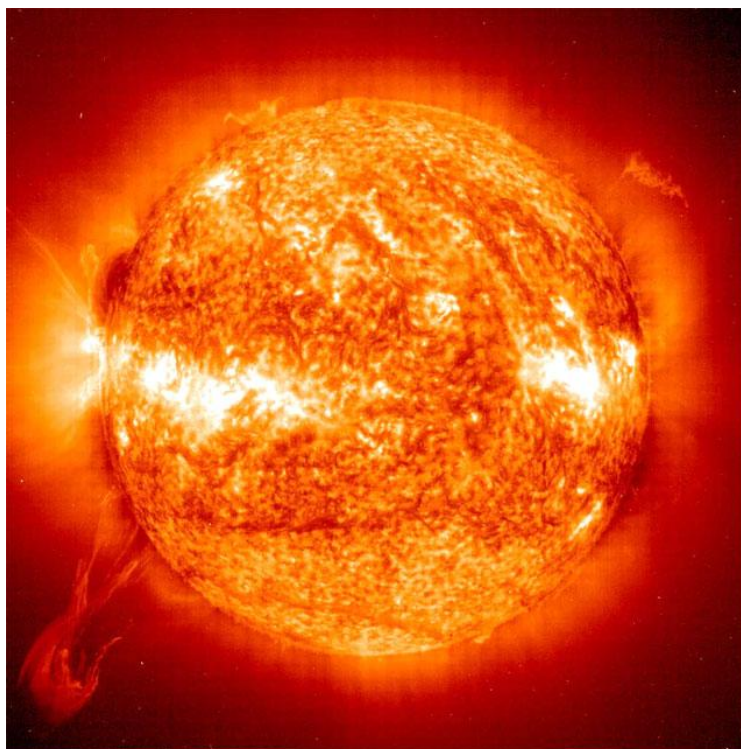
Jednou z nejméně podložených obav je, že v důsledku globálního oteplování se zastaví Golfský proud a Evropu zasáhne nová doba ledová. I podle expertů z IPCC není náhlá klimatická změna podnětovaná táním grónského ledovce pro 21. století realistická. Důvodem rozdílu zimních teplot ve stejných zeměpisných šířkách Evropy a Ameriky je vítr. V těchto zeměpisných šířkách převládají díky zemské rotaci

západní větry, které se nad hladinou teplejšího oceánu ohřejí a své teplo předají Evropě. V Americe naopak Skalisté hory tyto teplé větry odkloní do Mexického zálivu a ostud se ohřátý subtropický vzduch dostává opět do Evropy, zatímco nejhustěji osídlené východní pobřeží severní Ameriky zasahuje ledové pevninské proudění.

A co se týče potravin: Od roku 1961 se populace zdvojnásobila a světová produkce potravin vzrostla na trojnásobek, což ve výsledku znamená menší počet hladovějících. Problém přetrvávajícího počtu hladovějících však nezpůsobuje ani tak fakt, že pěstování potravin je v rozvojovém světě z důvodu zeměpisné polohy obtížné, ale špatná ekonomická situace těchto zemí. V oblastech mírného pásma se sice produkce potravin díky teplejšímu klimatu zvyšuje, ale většina obyvatel rozvojových zemí nemá dostatečné prostředky na jejich nákup.

Voda, jako dokonale obnovitelný zdroj, nemůže ze Země zmizet. Problémy ovšem způsobuje její rozdílná a nárazová distribuce vlivem srážkové činnosti v různých oblastech. Největším problémem však je prudký nárůst počtu obyvatel právě v místech s nejnižší srážkovou činností, kde již přírodní zdroje pro uspokojivou hygienu a potřeby zemědělství nestačí. V bohatším světě by bylo řešením odsolování mořské vody spojené ale s určitými energetickými náklady, což praktikuje v dnešní době například Kuvajt. Lomborg uvádí: *„Na místo sjednávání nových Kjótských protokolů bychom se měli zavázat, že budeme do výzkumu a vývoje bezuhlíkových energetických technologií investovat 0,05% ročního HDP... Přístup financí do výzkumu a vývoje by se zvýšil asi desetkrát, přesto by to bylo asi šestkrát levnější, než Kjótský protokol... K podobné dohodě by se mohly bez problémů připojit všechny země světa, protože bohatší státy by automaticky investovaly větší podíl než státy chudší. Každá země by se přitom v rámci takové dohody mohla zaměřit na vlastní vizi energetických potřeb, ať by to znamenalo soustředit se na obnovitelné zdroje, jadernou energii, fúzi, ukládání uhlíku, úspory nebo vyhledávání nových, dosud neprověřených možností... Rovněž díky mnohem nižším nákladům a velkému množství bezprostředních užitek s inovací se z celého procesu vytratí politická vratkost“* (Lomborg 2008).

5.6. Životodárné Slunce



Obr. č.13: Slunce (<http://www.planets.cz/slunce/galerie/>, staženo 25.4.2011)

Hlavním zdrojem energie pro Zemi je Slunce. Teplotu na Zemi však velmi výrazně ovlivňují změny intenzity jeho záření a procesy, které mohou zabránit průniku slunečních paprsků k povrchu Země, jako jsou např. dopady vesmírných těles, či zvýšená sopečná činnost, které mohou na mnoho let povrch Země odstínit. Při takovém poklesu teplot následuje doba ledová, která výrazně zhorší podmínky pro přežití mnoha druhů, včetně lidí. Délka takové doby ledové by desetinásobně překročila délku celých kulturních dějin lidstva. Během těchto kulturních dějin došlo k několika výkyvům teplot, trvajícím stovky let. Všechny tyto výkyvy měly pak mnoho společných rysů. Při oteplení o několik málo stupňů Celsia se vegetace rozbujela, počet obyvatel prudce zvyšoval a kultury se rozvíjely. Po ochlazení pak vždy docházelo k rozpadu říší, válkám, které s sebou pak vždy přinesly nemoci a hromadné vymírání. Možnost pěstování potravin se snížila nejen z klimatických příčin, ale i následkem válečných konfliktů. Po skončení poslední takové epizody, „malé doby ledové“, se spustil další rizikový faktor, a to prudký nárůst počtu obyvatel ve 20. století. Průmyslová revoluce je pak s tímto nárůstem obyvatelstva úzce vzájemně provázaná. Nikdo by totiž za vzniku škodlivých emisí nevyrobil něco, co by neměl kdo kupovat. Takže se zdá, že se lidstvo dostalo do začarovaného

kruhu a bude velmi obtížné nalézt z něj cestu ven. Zkušenost z dvou velkých válek, které s sebou 20. století přineslo, by nás měla varovat, že dlouho neřešené problémy mohou způsobit mnohem větší katastrofu, než globální oteplení nebo nová doba ledová.

6. Jsme součástí Země

Jak může Zemi prospět, když toto pochopíme

Stabilní příznivé podmínky na Zemi v posledních 10 000 letech umožnily lidem vytvořit složitá společenství, ze kterých vznikla dnešní globální civilizace. Tak, jako se naši předkové učili hospodařit na vymezeném území, musíme se nyní naučit pečovat o celou Zemi. Řečeno slovy Jamese Lovelocka: „*Ted' už víme, že Země se skutečně řídí sama, ale protože tak dlouho trvalo, než se pro to shromáždily důkazy, zjistili jsme příliš pozdě, že regulace systému Země selhává a rychle spěje do kritického stavu, který přímo ohrožuje veškerý život na ní... . Změna je normální součástí geologické historie; jednou z posledních byl přechod Země z dlouhé doby ledové do současného mírného interglaciálu. Na blížící se krizi je nezvyklé to, že jejími původci jsme my lidé...*“ (Lovelock, 2008).

Teplotný regulátor Země vznikl asi před 300 miliony let. Za jeho vznikem stojí masové rozšíření miniaturního planktonu, tvořícího kalcifikované schránky. Zhruba v téže době pokryly pevninu primitivní lesy, z nichž vznikla většina dnešních uhelných zásob. Uhlík obsažený v tomto uhlí byl kdysi vázán v CO₂, takže prapůvodní lesy musely mít na koloběh CO₂ ohromný vliv. Ještě větší vliv na tento koloběh měl plankton v tehdejších mořích. V několika dalších etapách vymírání a obnovování biodiverzity se termostat Země pohyboval ve stále kratších intervalech a užším rozmezí teplot. Pokud uvěříme v existenci Gaii, pochopíme, že znečišťování prostředí, a tím způsobený zánik mnoha druhů, musíme nutně vnímat jako sebepoškozování. Měli bychom udělat vše pro to, abychom začali žít trvale udržitelným způsobem života.

Znečištěná atmosféra a oceány už nemají sílu odstraňovat následky lidské honby za energií. Proto, pokud se nechceme vzdát svých energetických nároků, musíme se co nejdříve zaměřit na alternativní zdroje. James Lovelock je zastáncem jaderné energie. Výroba energie jaderným štěpením a v budoucnu snad i jadernou syntézou by podle jeho názoru v co největší míře měla spalování fosilních paliv

nahradit. V blízké budoucnosti by k očištění atmosféry od zvýšeného množství skleníkových plynů mohly velmi pomoci nově zakládané lesy. Tyto lesy bychom měli sázet na všech jen trochu vhodných plochách. Mladé, rychle rostoucí lesy totiž odebírají z ovzduší obrovská množství CO₂. Tímto způsobem by bylo možné hladinu tohoto skleníkového plynu snížit nejrychleji. Pouhá ochrana starých lesů, ať už amazonských deštných pralesů, nebo lesů v Kanadě, Skandinávii, na Sibiři atd. nestačí. Staré lesy a pralesy si udržují rovnováhu a odebírají z atmosféry zhruba tolik CO₂, kolik ho do ní z tlejících zbytků opět vrací. V poslední době jsou hrozbou i suchem postižené deštné pralesy, které mnohem více CO₂ do atmosféry vypouštějí, než kolik ho z ní odeberou. Zakládání nových lesních ploch nejen planetu ochladí a zvýší množství srážek v dané oblasti, ale má i velký ekonomický přínos. Těžbou dřeva nejen získáváme velmi žádanou surovinu, ale les se v pravidelných intervalech zmlazuje a jeho přínos k optimalizaci atmosféry je mnohem větší.

Stejnou, ne-li větší pozornost jako lesům, by měli lidé věnovat i čistotě moří. Ta jsou ještě mnohem větším spotřebitelem CO₂ a producentem O₂, než lesy na pevninách. Mnoho různých živých organismů v oceánech trpí nejen zvýšenou teplotou vody, ale i znečištěním a nadměrným rybolovem.

Dnes nejsou vědci úplně za jedno, od jaké doby lze určit začátek „antropocénu“, tedy věku, kdy klima na Zemi začali ovlivňovat lidé. Původně se toto označení použilo pro začátek průmyslové éry, zhruba před 200 lety. Lidé však začali klima svou činností ovlivňovat mnohem dříve a to již před zhruba 8000 lety. Vypalování lesů, zakládání polí i kácení stromů pro stavbu domů, lodí apod. mělo značný vliv na podnebí v jednotlivých oblastech. Zvýšené množství metanu se do atmosféry dostávalo i při chovu hospodářských zvířat a působením anaerobních bakterií při pěstování některých plodin, např. rýže. Objevil se i názor, že se starověkým civilizacím podařilo uvolnit do atmosféry právě takové množství skleníkových plynů, které oddálilo návrat doby ledové. Ke konci poslední velké doby ledové se totiž ve zhruba tisíciletých intervalech střídalo tání a ochlazování v oblasti vyšších zeměpisných šířek a nadmořských výšek obou polokoulí a až před 8 000 lety vystřídal toto klimatické třeštění dlouhé období klidu. Takže to vypadá, jakoby lidé byli spíš součástí Gaiiny rovnováhy, než jejími nepřáteli. V těchto dobách se však počet obyvatel Země ani zdaleka neblížil dnešním číslům.

6.1. Populační exploze

Jen od počátku 20. století, kdy na Zemi žilo něco přes miliardu lidí, vzrostl jejich počet na dnešních více než 6 miliard. Zároveň se spotřeba fosilních paliv za toto období zvýšila 16 krát. To proto, že potravinové a energetické nároky při takovém množství obyvatelstva prudce vzrostly. Tento nárůst počtu obyvatel spustil vlnu plenění přírodních zdrojů na pevninách i v oceánech. Oteplení je příčinou nadměrného ohřevu povrchové vody v oceánech a následných častějších a silnějších jevů, jako je např. El Niño. Nerovnoměrně rozložené srážky pak spustí vlny požárů v celém subtropickém i mírném pásmu. Zvýšená teplota, požáry a častější povodně mají vliv na populace různých rostlin a živočichů. Ty v minulých dobách řešily změnu klimatických podmínek migrací. V člověkem pozměněné krajině však stěhování rostlinných a živočišných druhů do příznivějších pásem není zdaleka jednoduché.

6.1.1. Jsme rukojmí civilizace

Dalším rizikem je i narušení mezidruhově závislosti, které může vést až k vyhnutí. Jedna skupina živých tvorů však může mít ze změny klimatu prospěch, a to paraziti. Ti se při vyšší teplotě a srážkách rozšíří do míst, kde je odolnost obyvatel proti např. malárii velmi nízká. Pokud je migrace rostlin a živočichů obtížná, pak migrace lidí by byla téměř nemožná. Totéž platí i pro přizpůsobení se změněným podmínkám. Vezmeme-li v úvahu, že většina lidí žije v celá léta budovaných městech s velmi složitou infrastrukturou, je jejich přežití závislé na obrovském přísunu energie, vody a potravin. Pokud by došlo ke kolapsu dodávek některé z těchto komodit, dostalo by to miliony lidí do neřešitelné situace. Agresivita z hladu by pak dokonala dílo zkázy.

6.2. Alternativní zdroje energie

Naštěstí se zdá, že si lidé a hlavně jejich političtí zástupci ve většině zemí světa začínají hrozící nebezpečí uvědomovat. Velké nadnárodní společnosti i státní vědecké a technické instituce horečně pracují na výzkumu a vývoji nových technologií, které by mohly hrozící klimatickou a energetickou krizi odvrátit. Tento úkol není vůbec jednoduchý. Musíme se totiž zároveň připravit na život ve změněných podmínkách. Oteplování, které již začalo, nelze žádnými prostředky v dohledné době odvrátit, ale pouze zbrzdit. Prvořadým úkolem je maximální

omezení dnešní spotřeby fosilních paliv. Rozvodné energetické sítě pak zásobovat z velké většiny energií získanou v dobře zabezpečených jaderných elektrárnách a zaměřit se i na výzkum možnosti výroby energie jadernou syntézou. Kde je to vhodné, použít pro lokální spotřebu energii z větru, Slunce, přílivu a hydroelektráren na řekách. Velmi nadějně se též jeví způsob získávání energie z geotermálních zdrojů. V Austrálii byla např. objevena lokalita, ve které je cca 4 km pod povrchem „uložena“ energie, která by mohla zásobovat celý kontinent po dobu 70 let.

Pozemní doprava se stále více zaměřuje na výzkum a výrobu nových typů úsporných vozidel s hybridním, elektrickým a plynovým pohonem a objevují se i vozidla poháněná sluneční energií, vodíkem a stlačeným vzduchem. U lodní dopravy by bylo možné vrátit se k využití větrné energie, doplněné energií ze slunečních kolektorů. Fosilní paliva by se pak používala pouze omezeně, tehdy, kdy by oba předchozí zdroje nedostačovaly.

V minulých letech přešlo mnoho zemí na výrobu pohonných hmot z rychle rostoucích plodin. V Brazílii se např. používá k pohonu aut etanol vyrobený z cukrové třtiny. Tuto cestu však vědci již dnes nedoporučují. Příliš mnoho lesů je káceno pro získání ploch na pěstování potravin a tak je velmi nerozumné kácet další lesy pro pěstování plodin určených pro výrobu pohonných hmot. V současné době však neexistuje způsob, jakým nahradit fosilní paliva v letecké dopravě.

Energetická výtěžnost různých zdrojů energie se označuje termínem EROEI (z angl. Energy Returned on Energy Invested). Například výroba biopaliv je v dnešní době z tohoto hlediska většinou ztrátová.



Obr.č.14 : Gaia (<http://www.goddessaday.com/greek/gaia>, staženo 25.4.2011)

6.3. Vliv médií

Velkou sílu mají také média. Ta by měla stejný prostor, jaký v nich zaujímá popisování různých katastrof, věnovat i popularizaci teorie Gaia, aby co nejvíce lidí začalo hledat nápravu u sebe a následně ji vyžadovat i od svých politických zástupců.

7. Závěr

Jsou-li lidé skutečně nejvyšším vývojovým stádiem života na Zemi a zároveň jeho nedílnou součástí, měla by se i v našem kolektivním vědomí objevit touha po péči o náš společný domov. Nebo snad dokonce o naše společné tělo?

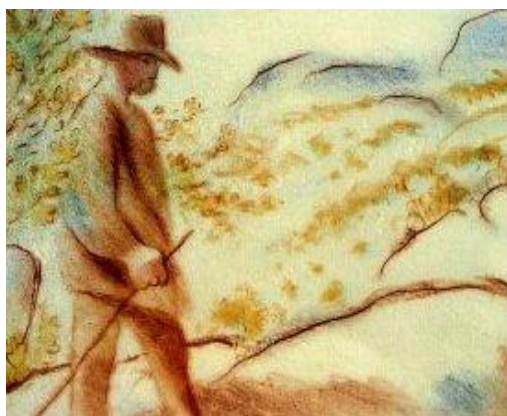
Oceány, které pokrývají více než 70% zemského povrchu, obsahují 45 krát více rozpuštěného oxidu uhličitého než je ho obsaženo v celém zemském ovzduší. Život v oceánech je mnohonásobně pestřejší než život na souši. Obrovské množství rostlin žijících v oceánech odnímá z povrchové mořské vody rozpuštěný kysličník uhličitý a za pomoci fotosyntézy vytváří organickou hmotu a kyslík. Tak vznikl složitý potravní řetězec sahající od bakterií až k člověku. Zachovat čistotu moří i atmosféry je proto životně důležité. Člověk, který sám sebe označil hrdým názvem „Pán tvorstva“ by se měl proto chovat nejen jako „Pán“, ale hlavně jako dobrý hospodář.

Ke kontraproduktivní panice v této oblasti velkou měrou přispívají média, která problém globálního oteplování představují jako „boj dobra se zlem, který musíme sledovat až do samého hořkého konce“. Média prosperují z hladu čtenářů a diváků po špatných zprávách. *„Musíme si ve dvou věcech přiznat skutečný stav věcí. Zaprvé si musíme uvědomit, že změna klimatu není žádná planetární krize, která způsobí pád civilizace. Je to pouze jeden z mnoha problémů, s nimiž se v tomto století budeme muset vypořádat. Zadruhé tento problém nemá žádná krátkodobá řešení“* (Lomborg 2008).

Snahy výrazně omezit růst obsahu CO₂ v ovzduší mají snížit riziko spuštění spirály pozitivních zpětných vazeb, které by opět mohly život na Zemi omezit. Spalováním fosilních paliv se ale také zároveň do ovzduší dostávají ve zvýšené míře i aerosoly, které krátkodobě zabrání průniku slunečních paprsků a tím v první fázi zbrzdí ohřev povrchu Země, což způsobí krátkodobé ochlazení klimatu. Většina předpovědí však tvrdí, že tento efekt zeslábné v následujících desetiletích, kdy začnou působit opatření na regulaci znečištění. Emise by ale měly nadále co nejvíce klesat. Z tohoto důvodu a z důvodu, že se zásoby dostupných fosilních paliv ve světě snižují, vypukla v mnoha státech velká diskuse o tom, jaké zdroje by v budoucnu měly fosilní paliva nahradit. Klimatičtí aktivisté jednoznačně propagují větrné a sluneční elektrárny. A je s podivem, že jim nevadí, když tyto tolik devastují krajinu. James Lovelock je zase horlivým zastáncem jaderné energie, proti které se aktivisté bouří.

Evropská unie stanovuje kvóty podílu bionafty v pohonných hmotách a dosud na nich trvá, ačkoli se prokázalo, že výroba bionafty je nepřiměřeně energeticky náročná a její zplodiny znečišťují ovzduší více, než zplodiny z fosilní nafty. A konečně využívání zemědělské půdy k pěstování paliv ve světě, kde miliony lidí hladoví, je vysloveně nemorální. Přitom by se to vyřešit dalo. Fosilní paliva používat jen tam, kde je to nezbytně nutné a za přísných technických podmínek. Tam, kde je to vhodné, využívat alternativní zdroje energie ze slunce, větru a přílivu. Tyto elektrárny stavět v místech k tomu příhodných a energii takto vyrobenou použít co nejvíce k lokální spotřebě v místech, kam nedosahují rozvodné sítě. I jaderná energie vyráběná za přísných bezpečnostních podmínek je pro životní prostředí mnohonásobně šetrnější, než dosud využívaná energie z fosilních paliv. Nic nebrání tomu, aby solární články byly ve velkém umístěny na střechách obytných budov a výrobních hal, kde by mohly sloužit i k dobíjení baterií elektromobilů.

Podobných námětů k přemýšlení máme nepřeberné množství. Musíme stále zvyšovat energetickou úspornost budov, zachránit deštné pralesy před vykácením a v mírném pásu co nejvíce ploch, které nejsou využívány k pěstování potravin, zalesnit. Dnes máme k dispozici dost vědeckých poznatků a technologií, abychom tato a mnohá další opatření směřující k záchraně naší Země mohli uskutečnit. Je k tomu však třeba změnit myšlení každého z nás. Potom bude i politická vůle potřebná k uskutečnění těchto opatření.



Obr.č.15: Muž, který sázel stromy
(<http://phosphoric.blogz.cz/>, staženo 25.4.2011)

Staré přísloví říká, že úkolem muže je „postavit dům, zasadit strom a zplodit syna.“ Solární panely na střechách domů smysl mají, ale „osazovat“ jimi pole, na kterých by případně opět mohl vyrůst les, který umí vrátit do ovzduší kyslík a zadržovat životodárnou vodu, je hloupost, která se lidem může vymstít.

„Kdo si dnes klade otázku „kam s nimi“, až doslouží?“ (Lawson 2009).

„Nad obrovskými lány osetými řepkou, kukuřicí nebo třtinou pro velmi energeticky náročnou výrobu biolihu kroutí mnoho lidí hlavou už dnes“ (Kadrnožka 2008).

Jen čas nám ukáže, mají-li pravdu vědci angličtí a čeká nás „teplotní maximum antropocénu“, nebo američtí a musíme se připravit na dobu ledovou, či skeptici, kteří tvrdí, že se neděje vůbec nic. Nadějí pro nás je, že zatím u většiny sporů spočívala pravda vždy někde uprostřed. Dále je otázkou, zda někteří vědci nezaměňují příčinu a následek, podle toho, jak se jim to hodí. Soudobí klimatologové zastávající zcela protichůdné názory na další vývoj klimatu Země připomínají podobně zapálené zastánce odlišných hypotéz ze středověku. Naštěstí se dnes za odlišný názor neupaluje. Navíc na učené disputace typu: „jedině můj názor je správný“, nemáme čas. Slovo konsenzus by vědci měli ze svého slovníku vyřadit. Na základě takového konsenzu byl upálen Giordano Bruno a dnes už víme, že pravdu měl tehdy on, ačkoli byl se svým názorem sám proti většině vědeckého světa tehdejší doby. Musíme mít stále na paměti, že jakoukoli teorii potvrdí jen praxe. To, že se hodně nahlas a mnohokrát opakuje, z hypotézy pravdu neudělá. My ze své perspektivy a trojrozměrného vnímání světa nejsme schopni „vidět“ a pochopit např. teorii superstrun nebo zákony vesmíru. Právě tak je pro nás obtížné představit si Zemi jako jediný živý organismus, jehož jsme součástí. Kdo z nás si připustí, že je jen samostatná kolonie vysoce vyvinutých buněk a nikoli dominantní forma života. Tou jsou prý mikroorganismy, spóry, plísňe a houby. Jsme sice na rozdíl od ostatních forem života obdařeni rozumem, ale pokud ho budeme používat jen každý za sebe a ne jako kolektivní vědomí, nepochopíme nic.

Přítom důkazů, že Země je živá, máme před očima nepřeborné množství. Ůtzi jako živý úspěšně odolával druhému zákonu termodynamiky, ale jako mrtvý jej beze zbytku naplnil – stal se součástí ledovce. A stejně by dopadla i mrtvá Země. Člověk může nějaký čas přežít s vysokou teplotou, nebo podchlazený, ale jeho životní funkce jsou ohroženy, a pokud se tento stav včas nezvrátí, umírá. Stejně tak musí i Země, pokud je jediným živým organismem, o svůj zdravotní stav dbát.

A pokud jsme původci onemocnění Země my, co s tím uděláme? Je už v lidské povaze za všemi špatnými zprávami hledat viníka. Ale málokdo z nás si připustí, že tím spoluviníkem by mohl být i on sám. Dostali jsme se snad do role jakýchsi přemnožených škodlivých virů či bakterií a budeme jen čekat, až Země posílí vůči nám svůj imunitní systém či vyvine účinné antibiotikum? A pokud jsme skutečně jen nedílnou součástí ohromného organismu Země, je to, co teď děláme sebepoškozování? Pokud připustíme, že Země je živá a nebudeme se této myšlence bránit, aniž máme důkazy o opaku, měli bychom se k ní jako k živé chovat.

Pro teorii Gaia mluví např. i to, že svou stálou tělesnou teplotu udržujeme stejným způsobem jako Země. Mnozí pozorovatelé jsou zděšeni odlamováním ledovců, ale ty se při oteplení moří odlamovat musí, jak jinak by se ochladila „krev“ Země – mořská voda. Zvýšený výpar z teplé povrchové vrstvy pak opět vrací vodu ve formě sněhových srážek do centrálních částí ledovců, aby koloběh udržování „tělesné teploty“ mohl pokračovat a organismus Země zůstal zdravý. Naše touha po zachování života je silná i v okamžicích, kdy tento život nám přináší více utrpení než radosti. Pro zachování života jsme ochotni bojovat a v zájmu přežití skupiny jsme schopni svůj život i obětovat. Rádi se učíme a objevujeme neznámé světy. A nejzajímavější je naše touha po dobývání vesmíru. Stojí za tím snad vědomá snaha Gaii oživit i další planety vyššími vývojovými stádii života, než jaký mohou přenášet komety?

Zabydlí snad Zemi opět stromatolity, které jediné přežijí na horkém a slaném povrchu ohřáté Země a vývoj druhů začne opět od počátku? Na to ale Země čas nemá. Pokud sami sebe začneme vnímat jako buňky mozku Země, je jen otázkou času, kdy si Gaia sama sebe „uvědomí“. Záleží jen na nás, zda toto uvědomění povede k obapolnému prospěchu, nebo zda se nás Gaia bude chtít zbavit, jako každého škodlivého přemnoženého druhu. A protože nám nezbyvá než čekat, můžeme si zatím zkrátit čas tím, že tu část přírody, kterou máme ve „své péči“ se budeme učit poznávat a uvedeme ji opět do co nejpřirozenějšího stavu.



Obr.č.16: Stromatolity (<http://fr.academic.ru/dic.nsf/frwiki/1576447>, staženo 25.4.2011)



Obr.č.17: Odpovědnost (<http://skrytarealita.blogspot.com/2011/03/zivot-na-planete-zeme.html>,
staženo 25.4.2011)

Přehled literatury a použitých zdrojů:

- Seznam obrázků:

Obr.č.1: str. 7: Planeta Země

(<http://www.somecrap.com/downloads/images/universe/nasa/>, staženo 25.4.2011)

Obr.č.2: str. 9: Avatar (<http://www.csfd.cz/film/228329-avator/galerie/strana-4/>, staženo 25.4.2011)

Obr.č.3: str. 15: Vrstvy atmosféry (Moldan 2009)

Obr.č.4: str. 16: Všeobecná cirkulace atmosféry (Moldan 2009)

Obr.č.5: str. 17: Oceánská cirkulace

(<http://gnosis9.net/view.php?cislocianku=2007120010>, staženo 25.4.2011)

Obr.č.6: str. 22: Kilimandžáro (<http://michalpol.blox.pl/2009/09/Pippo-Grafite-i-skandal.html>, staženo 25.4.2011)

Obr.č.7: str. 25: Amazonský prales

(<http://www.worldculturepictorial.com/blog/content/sos-amazon-every-second-we-lose-15-acres-rainforests-once-covering-14-earth-land-surface-now>, staženo 25.4.2011)

Obr.č.8: str. 29: Pangea (<https://fretzreview.wikispaces.com/Yousef+and+Dana-PLate+tectonics>, staženo 25.4.2011)

Obr.č.9: str. 29: Svět dinosaurů

(<http://www.desktopwallpaperhd.com/wallpapers/wallpaper-desktops-screen-desktop-dinosaurs-images-monitor-wallpapers-32570.html>, staženo 25.4.2011)

Obr.č.10: str. 31: Den poté

(<http://www.web4men.eu/story.php?IdDir=114&IdStory=1226&Lang=1>, staženo 25.4.2011)

Obr.č.11: str. 38: Sochy Moai, Velikonoční ostrov

(fyzweb.cz/materiály/sily/uvod/uvodni.php, staženo 25.4.2011)

Obr.č.12: str. 39: Loď Vikingů (<http://desktop.spbland.ru/pid/12134/1024/>, staženo 25.4.2011)

Obr.č.13: str. 47: Slunce (<http://www.planets.cz/slunce/galerie/>, staženo 25.4.2011)

Obr.č.14: str. 51: Gaia (<http://www.goddessaday.com/greek/gaia>, staženo 25.4.2011)

Obr.č.15: str. 53: Muž, který sázel stromy (<http://phosphoric.blogz.cz/>, staženo 25.4.2011)

Obr.č.16: str.55: Stromatolity (<http://fr.academic.ru/dic.nsf/frwiki/1576447>, staženo 25.4.2011)

Obr.č.17: str. 56: Odpovědnost (<http://skrytarealita.blogspot.com/2011/03/zivot-na-planete-zeme.html>, staženo 25.4.2011)

- Seznam tabulek:

Tab.č.1: str. 10: Brány do jiného času (Flannery 2007)

Tab.č.2: str. 13: Tabulka dob ledových a meziledových (Kadrnožka 2008)

Tab.č.3: str. 19. Složení oceánů a vzduchu (Lovelock 2001)

- Seznam grafů:

Graf.č.1: str. 33: Hokejkový graf (Kutílek 2008)

Graf.č.2: str. 43: Očekávaný vzestup teplot (Lomborg 2008)

- Použitá literatura:

BALZAROVÁ, M., 2011: Největší mořská rezervace na světě. Vesmír, Praha, 2011/2. s.97-99. ISSN 0042-4544.

BEHRINGER, W., 2010: Kulturgeschinche des klimas. Von der Eiszeit zur dobalen Erwärmung. České vydání: Překlad Cinke,W.: Kulturní dějiny klimatu. Od doby ledové po globální oteplování. Paseka, Praha – Litomyšl, 2010. 402s. ISBN 978-80-7432-022-4.

BROŽOVÁ, R., 2010: Jak spočítat počasí. Od dvou podmínek po deterministický chaos. Vesmír, Praha, 2010/12. s.738-741. ISSN 0042-4544.

CÍLEK, V., 2010: Odložené globální oteplování? Oceánské proudění a třicetileté chladné epizody. Vesmír, Praha, 2010/6. s. 372-375. ISSN 0042-4544.

CRICHTON, M., 2011: State of Fear. České vydání: Překlad: Prokop, M.: Říše strachu, Euromedia, Praha, 2011. 572s. ISBN 978-80-242-2864-8

DIAMOND, J., 2008: Collapse. How Societes Choose to Fail or Succeed. České vydání: Překlad: Urban, Z.: Kolaps. Proč společnosti zanikají a přežívají. Academia, Praha, 2008. 751s. ISBN 978-80-200-1589-1.

- FAGAN, B., 2007: Little Ice Age. České vydání: Překlad: Vereš, P.: Malá doba ledová. Academia, Praha, 2007. 289s. ISBN 978-80-200-1457-3.
- FANTA, J., 2011: Krajina I. Přírodní, historický a společenský rámeček. Živa, Praha, 1/2011. s.23-26. ISSN 0044-4812.
- FLANNERY, T., 2007: The Weather Makers. The History and Future Impact of Climate Change. České vydání: Překlad: Seethaler, M.: Měníme podnebí. Minulost a budoucnost klimatických změn. Dokořán, Praha, 2007. 270s. ISBN 978-80-7363-121-5.
- FROUZ, J., POKLOPOVÁ, L., 2011: Darwin a žížaly. Žížala jako krajínotvorný prvek. Vesmír, Praha, 2011/1. s.48-50. ISSN 0042-4544.
- HAWKING, S.W., 2007: A Brief History of Time. České vydání: Překlad: Karas, V.: Stručná historie času. Argo a Dokořán, Praha, 2007. 202s. ISBN 978-80-7203-946-3 (Argo), ISBN 978-80-7363-144-4 (Dokořán).
- HAYDEN, T., 2008: Puls Země. Obrazová zpráva o globálních trendech. Zvláštní vydání National Geographic Česko. Praha, 2008. 120s. ISSN 1213-9394.
- HOUGHTON, J., 1998: Global Warming. České vydání: Překlad: Jeníková, K., Jeník, J.: Globální oteplování. Academica, Praha, 1998. 228s. ISBN 80-200-0636-2.
- KADRNOŽKA, J., 2006: Energie a globální oteplování. Vutium, Brno, 2006. 189s. ISBN 978-80-214-2919-4.
- KADRNOŽKA, J., 2008: Globální oteplování Země. Příčiny, průběh, důsledky, řešení. Vutium, Brno, 2008. 467s. ISBN 978-80-214-3498-1.
- KADRNOŽKA, J., 2011: Země se ubrání. Živa, Praha, 1/2011. s.XII. ISBN 0044-4812.
- KLIMEŠ, J., VILÍMEK, V., 2010: Dochází horským bohům trpělivost? Vesmír, Praha, 2010/6. s.364-366. ISSN 0042-4544.
- KOVÁŘ, P., MADĚRA, P., ROMPORTL, D., 2010: Mezinárodní konference: Globální ekologické změny – dopad na krajinu. Živa, Praha, 6/2010. s.XCIX, C. ISSN 0044-4812.
- KOZA, J., 2010: Variabilita vyžarovania Slnka. Vesmír, Praha, 2010/11. s. 682,683. ISSN 0042-4544.
- KREČMER, V., VINŠ, B., 2011: Krozcestí evropského lesnictví a lesního hospodářství. Vesmír, Praha, 2011/2. s.90-95. ISSN 0042-4544.
- KUTÍLEK, M., 2008: Racionálně o globálním oteplování. Dokořán, Praha, 2008. 185s. ISBN 978-80-7363-183-3.

- LABUDA, V., 2011: Čína počítá se stovkami nových reaktorů. Vesmír, Praha, 2011/3. s.133. ISSN 0042-4544.
- LAWSON, N., 2009: Appeal to Reason. České vydání: Překlad: Holčák, P.: Vraťme se k rozumu. Dokořán, Praha, 2009. 190s. ISBN 978-80-7363-242-7.
- LEAKEY, R., LEWIN, R., 1984: People of the Lake. České vydání: Překlad: Čechová, A.: Lidé od jezera. Mladá fronta 1984. 246s. 23-060-84.
- LEVY, J., 2007: Doomsday book. České vydání: Překlad: Havlen, M.: Soudný den. Metafora, Praha, 2007. 234s. ISBN 978-80-7359-082-6.
- LHOTSKÝ, J., 2011: Mokrý nohy bohyně Gaii. Vesmír, Praha, 2011/3. s.133. ISSN 0042-4544.
- LOMBORG, B., 2008: The Sceptical Environmentalist's Guide to Global Warming. České vydání: Překlad: Holčák, P.: Zchlad'te hlavy. Skeptický ekolog o globálním oteplování. Dokořán, Praha, 2008. 358s. ISBN 978-80-7363-188-8.
- LOVELOCK, J.E., 2001: Gaia. A New Look at Life on Earth. České vydání: Překlad: Eldman, J.: Gaia. Nový pohled na život na Zemi. Abies Tulčák, 2001. 211s. ISBN 80-88699-18-5.
- LOVELOCK, J.E., 2008: The Revenge of Gaia: Why the Earth is Fighting Back – and How We Can Still Save Humanity. České vydání: Překlad: Havlíčková, J.: Gaia vrací úder – Proč se Země brání a jak ještě můžeme zachránit lidstvo. Academia, Praha 2008. 196s. ISBN 978-80-200-1687-4.
- LOŽEK, V., 2010: Ekologie a „ekologie“. Živa, Praha, 6/2010. s.LXXXV. ISSN 0044-4812.
- LOŽEK, V., 2011: Výkyvy podnebí, křivky teplot a měkčíší fauna. Vesmír, Praha, 2011/1. s.22-27. ISSN 0042-4544.
- LYNAS, M., 2009: Six Degrees: Our future on a hotter Planet. Slovenské vydání: Překlad: Šumšala, M.: Šest stupňov: o našej budúcnosti na horúcejšej Zemi. Okat Plus, Bratislava 2009. 351s. ISBN 978-80-970077-8-2
- MACDOUGAL, J.D., 2004: A Short History of Planet Earth: Mountains, Mammals, Fire, and Ice. České vydání: Překlad: Mikuláš, R.: Stručné dějiny planety Země. Kámen a život, oheň a led. Dokořán, Praha, 2004. 270s. ISBN 80-86569-92-6.
- MARKOVÁ, Z., HEJDA, M., 2011: Invaze nepůvodních druhů rostlin jako environmentální problém. Živa, Praha, 1/2011. s.10-14. ISSN 0044-4812.
- MATYSOVÁ, P., 2010: Za fosilními dřevy do Ománské pouště. Vesmír, Praha, 2010/6. s.360-363. ISSN 0042-4544.

MOLDAN, B., 2009: Podmaněná planeta. Karolinum, Praha, 2009. 419s. ISBN 978-80-246-1580-6.

PÁNEK, J., 2010: Mezi minulostí a budoucností našeho domova: Malá úvaha nad Evropou. Vesmír, Praha, 2010/11. s.705-709. ISSN 0042-4544.

PETRŽILKA, O., 2010: Maximální nezávislost, nebo účelná vyváženost? Několik poznámek k přípravě Státní energetické koncepce ČR. Vesmír, Praha 2010/11. s.668,669. ISSN 0042-4544.

PÍŠKOVÁ, A., 2011: Aralské jezero. 1. Jak se čtvrté největší jezero světa změnilo v poušť. Vesmír, Praha, 2011/2. s.82-86. ISSN 0042-4544.

PÍŠKOVÁ, A., 2011: Aralské jezero. 2. Socio-ekonomické problémy Aralu, aneb Jak dopadlo poroučení větru dešti. Vesmír, Praha, 2011/3. s.148-153. ISSN 0042-4544.

PLÍŠKA, V., 2010: Věda, antropocentrismus a jiné „centrismy“: pohled biologa. Vesmír, Praha, 2010/12. s.774,775. ISSN 0042-4544.

RULÍK, M., MACH, V., 2010: Jsou zdrojem skleníkových plynů říčky? Pátrání po dalších zvláštích koloběhu uhlíku. Vesmír, Praha, 2010/6. s. 383-385. ISSN 0042-4544.

ŠANTRŮČEK, J., 2010: Atmosféra – list - fotosyntéza – člověk. Jak měníme fotosyntézu listu a jak ona mění nás I. Živa, Praha, 1/2010. s. 7-9. ISSN 0044-4812.

ŠMAJS, J., KLÍMA, I., CÍLEK, V., 2010: Tři hlasy. Úvahy o povaze konfliktu kultury s přírodou. Dopněk, Brno, 2010. ISBN 978-80-7239-252-0.

VANĚK, S., HOŠEK, P., 2011: Životní prostředí Evropy v souvislostech. Environmentální poznámky ke kolapsům složitých společností. Vesmír, Praha, 2011/3. s. 156, 157. ISSN 0042-4544.

WARD, P. – BROWNLEE, D., 2004: The life and Death of Planet Earth. České vydání: Překlad: Pavlíček, S.: Život a smrt planety Země. dokořán a Argo, Praha, 2004. 263s. ISBN 80-86569-75-6 (Dokořán), ISBN 80-7203-585-1 (Argo).

ŽĎÁRSKÝ, J., STIBAL, M., ŠABATSKÁ, M., 2010: Studené nohy bohyně Gaii. Zmrzlá periferie planety. Vesmír, Praha, 2010/12. s. 746-751. ISSN 0042-4544.

- cizojazyčné zdroje:

BLEJA, D., CO2 emissions, birth rate and dech rate simulation [online]. 2006-2010 [cit. 2011-04-03]. Staženo z: <http://www.breathingearth.net/>

EILEEN, C., BRUCE RINKER, H., [online], 2009 [cit. 2011-04-03]: Gaia in Turmoil Climate Change, Biodepletion, and Earth Ethics in an Age of Crisis, sample charter: One Grand Organic Whole. Staženo z: <http://mitpress.mit.edu/books/chapters/0262513528chap1.pdf>

Energy Information Administration. Annual Energy Review (AER) [online]. 2010 [cit. 2011-04-03]. Staženo z: <http://www.eia.doe.gov/aer/inter.html>

Gapminder. Gapminder World [online]. 2008. CO2 emissions since 1820 [cit. 2011-04-03]. Staženo z: www.gapminder.org

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change [online] 2007 [cit. 2011-04-03]: Synthesis Report. Ženeva, IPCC, 2008. 103s. Staženo z: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf

NASA - Water Vapor Confirmed as Major Player in Climate Change [online]. 2008 [cit. 2011-04-03]. Staženo z: http://www.nasa.gov/topics/earth/features/vapor_warming.html

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration. [online] 2005. U.S. Hurricane Strikes by Decade. [cit. 2011-04-03]. Staženo z: <http://www.nhc.noaa.gov/pastdec.shtml>

RealClimate. Climate Science from Climate Scientists [online] 2005. Hurricanes and Global Warming – Is There a Connection? [cit. 2011-04-03]. Staženo z: <http://www.realclimate.org/index.php/archives/2005/09/hurricanes-and-global-warming/>

WHO –World Health Organization. [online]. 2005. Climate and health. [cit. 2011-04-03]. Staženo z: <http://www.who.int/globalchange/news/fsclimandhealth/en/index.html>

Wikipedia. World Population [online], 2011 [cit. 2011-04-03]. Staženo z: http://en.wikipedia.org/wiki/World_population

WRI – World Resources Institute. People and Ecosystems [online]. 2011 [cit. 2011-04-03]. Staženo z: <http://www.wri.org/ecosystems>

WRI – World Resources Institute. Climate, Energy and Transport [online]. 2011 [cit. 2011-04-03]. Staženo z: <http://www.wri.org/climate>

WWF - World Wide Fund for Nature. WWF Annual Review 2010 [online]. 2011 [cit. 2011-04-03]. Staženo z: http://wwf.panda.org/who_we_are/

