

Energetika v období nástupu globálního oteplování

Prof. Ing. Jaroslav Kadrnožka, CSc, VUT Brno

1. **Globální oteplování Země je s největší pravděpodobností jisté a rozhodující příčinou je zvyšující se intenzita skleníkového efektu v ovzduší vyvolávaná lidskými aktivitami** (SE v ovzduší, některé důsledky, jednoduché důkazy, polemika odpůrců GO)
2. **Stručné představy o možném řešení pro zmenšení negativních důsledků:**
 - a) **změna životního stylu**
 - b) **fosilní energetika**
 - c) **OZE**
 - d) **jaderná energetika**
 - e) **vodíková energetika**

Planeta Země

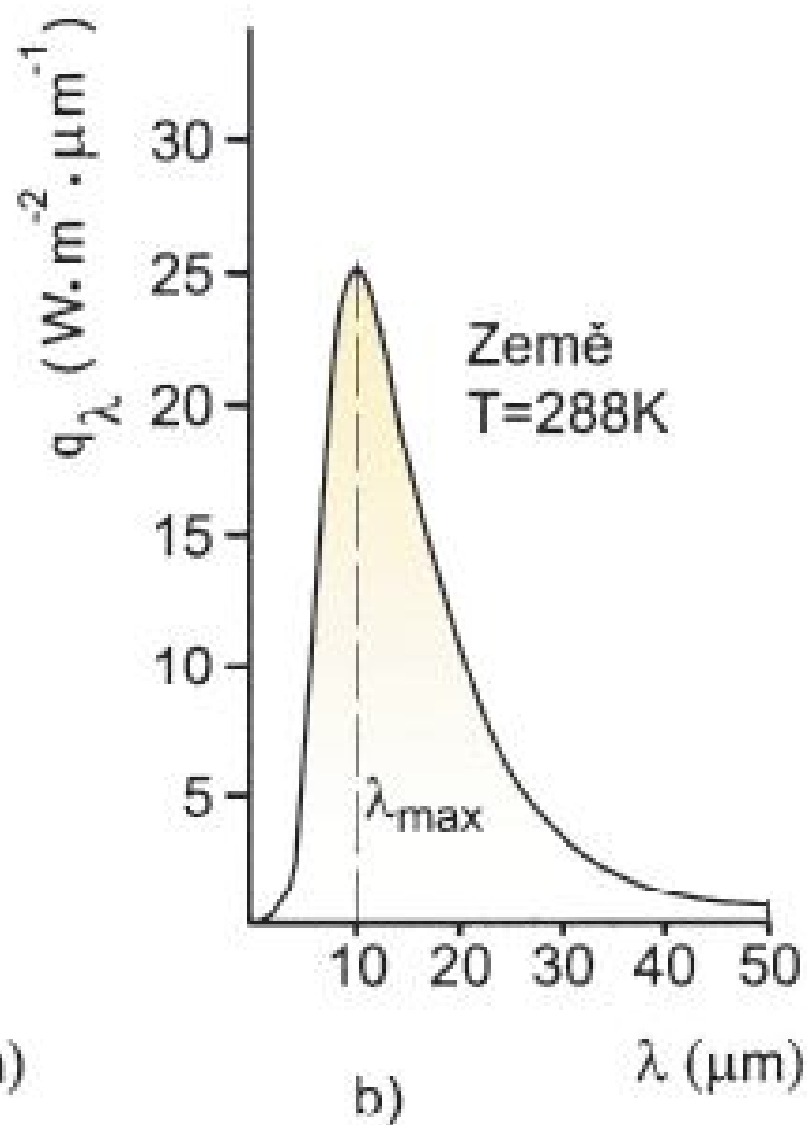
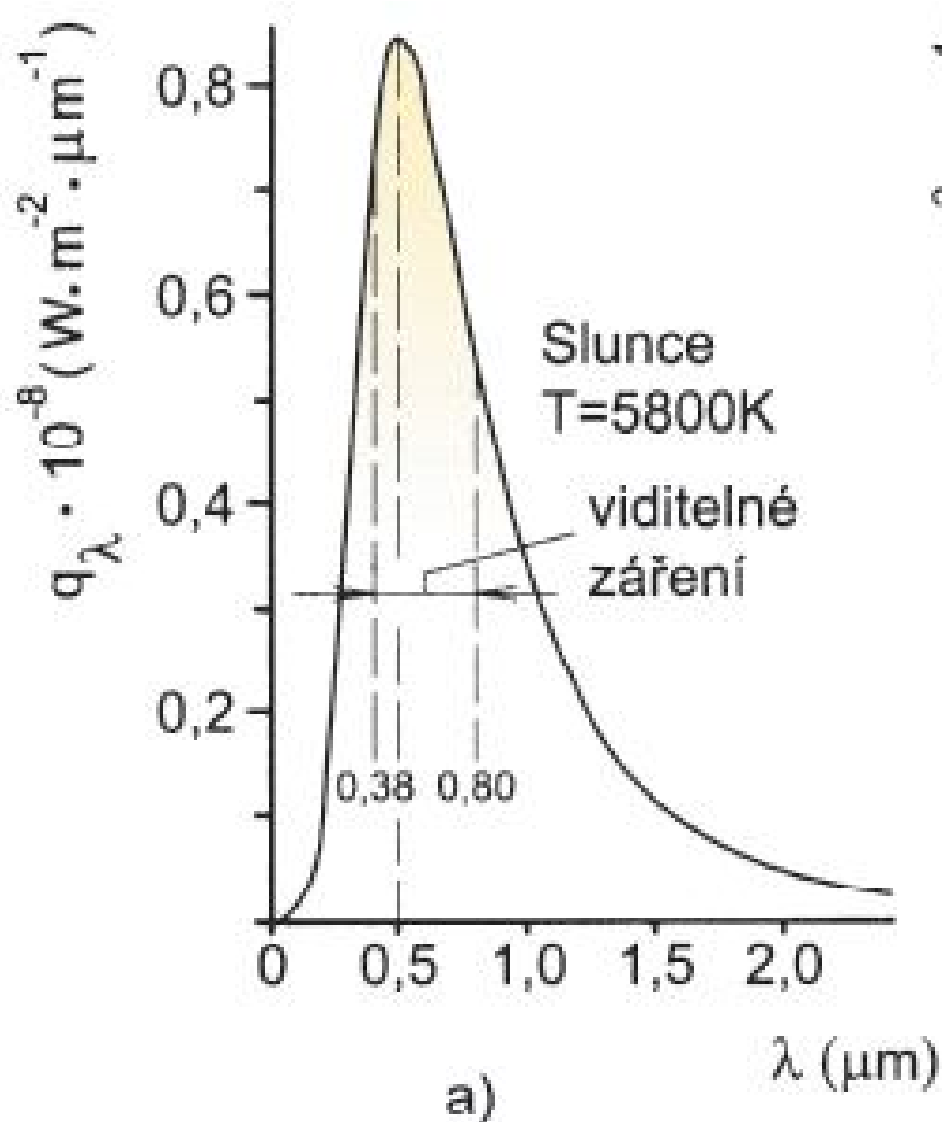
Nezranitelnější je její atmosféra, která je velmi tenká:

Do výšky 10 km je 74% vzduchu a do výšky 20 km je 96 % veškerého vzduchu.

Hmotnost ovzduší je $5,1 \cdot 10^{15}$ tun a do něho se nyní vypouští asi $33 \cdot 10^9$ tun oxidu uhličitého ročně. Aditivní přírůstek bez vypadávání a ukládání do dalších rezervoárů by tedy činil asi 6,5 ppm(m), tedy asi 4,2 ppm(v) za rok. V ovzduší zůstane asi 50 %, takže přírůstek činí asi 2,1 ppm(v) za rok



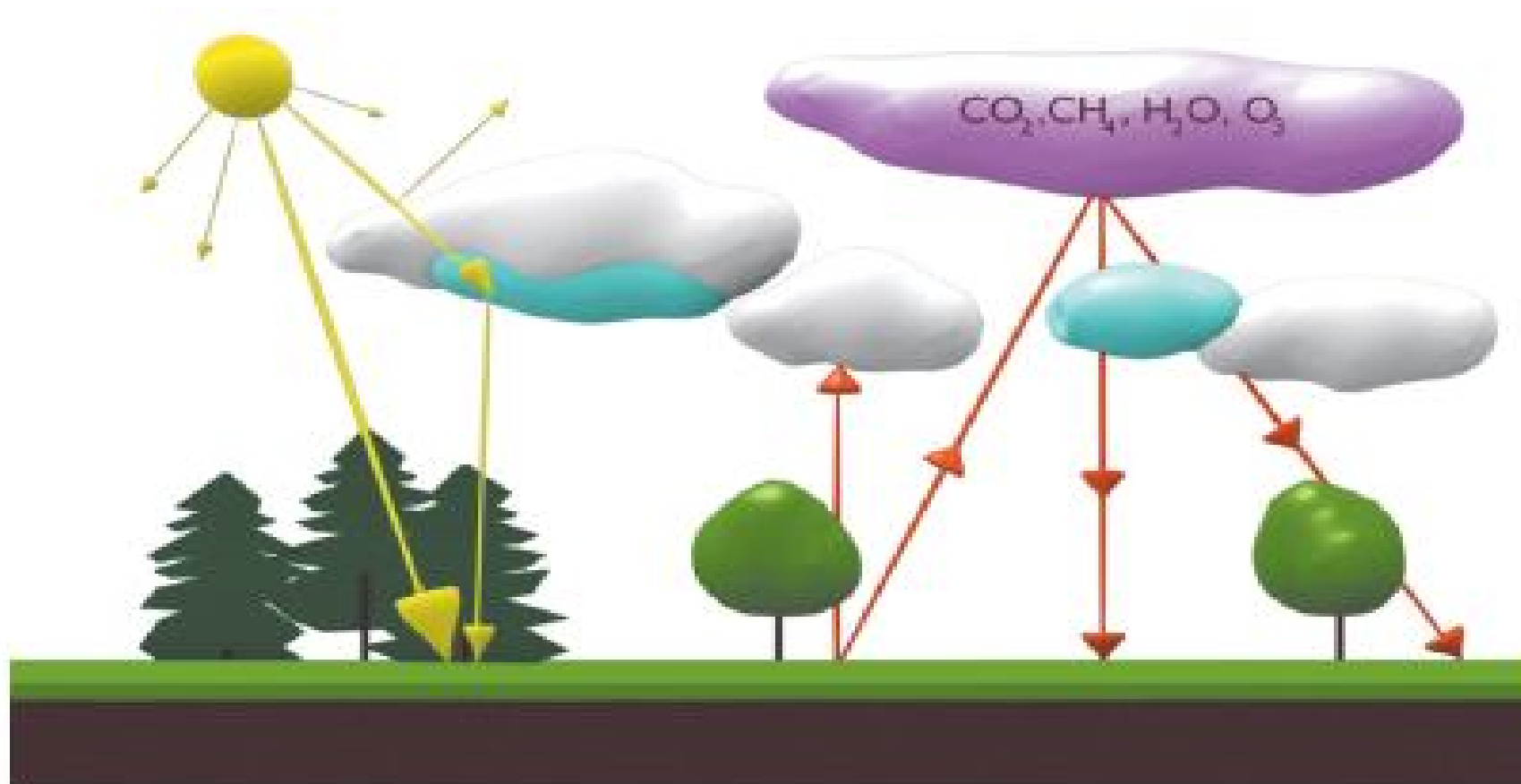
Srovnání spektrální sálavosti pro těleso o teplotě 5 800 K (Slunce) a pro těleso o teplotě 288 K (Země)



Průnik slunečního záření atmosférou Země a podstata skleníkového efektu v ovzduší.

Skleníkový efekt v ovzduší vytváří jakousi tepelně izolační vrstvu v horních vrstvách atmosféry.

Ze Slunce na hranici atmosféry 1367 W/m^2 , na povrch Země 70 % - 957 W/m^2 , ze Země do kosmu 239 W/m^2 . Stefanův-Boltzmannův zákon



Časově diferencovaný relativní potenciál globálního oteplování skleníkových plynů

Skleníkový plyn	Potenciál globálního oteplování		
	20 roků	100 roků	500 roků
Oxid uhličitý	1	1	1
Metan	56 až 110	19 až 43	5 až 8
Oxidy dusíku (NO _x)	290	320	180
CFC - 11	5 000	3 900	1 400
CFC - 12	8 000	8 500	4 200
HCFC - 22	4 300	1 600	800
HCFC - 134a	3 100	1 200	500

Rozdílný účinek skleníkových plynů v dolních a horních vrstvách atmosféry

- Dolní vrstvy atmosféry: I zde zachycují skleníkové plyny tepelné záření v určitých vlnových délkách. Část tohoto záření zůstává pohlcena a projevuje se ohříváním vzduchu ve spodních vrstvách atmosféry a část je vysílána jako difúzní záření všemi směry, a rovněž na zemský povrch. Protože teplota je zde podstatně vyšší než v horních vrstvách atmosféry, je intenzita tohoto difúzního záření značně větší.
- Horní vrstvy atmosféry: Ve výšce 5 až 10 km je teplota o 30 až 50 C nižší než na povrchu Země, a proto většina tepelného záření, vysílaného ze zemského povrchu a v těchto vrstvách ovzduší zachyceného, nemůže být vysíláno podle Stefanova-Boltzmannova zákona do kosmického prostoru, a tudíž je odraženo zpět k zemskému povrchu. Tato vrstva skleníkových plynů vytváří podobný efekt jako sklo u skleníku.
- Podstatným znakem skleníkového efektu v ovzduší je zachycení tepelného záření při horní hranici ovzduší při nízké teplotě plynů, a tudíž při nízké intenzitě radiace.
- Mezi zemským povrchem, spodními vrstvami atmosféry a spodními vrstvami atmosféry dochází k přenosu tepla konvekcí podobně jako ve skleníku.

Kladné a záporné zpětné vazby

Kladné (nejdůležitější):

1. Zvyšující se teplota - tlak sytosti vodní páry – při stejné relativní vlhkosti vzduchu více vodní páry v ovzduší - vodní pára má silný skleníkový účinek.

(na druhé straně více vodní páry v ovzduší – změna rozsahu oblačnosti při GO je dosud diskutovaná – vliv oblačnosti na skleníkový efekt je komplikovaný).

2. Změny albeda: tání ledu v Arktidě, šelfových ledů v Antarktidě, ledovců na velehorách.

3. Metan – tání permafrostu, rozsáhlá rašeliniště na Sibiři - skleníkový účinek je pro porovnávací základnu 20 let asi 50násobný v porovnání s oxidem uhličitým.

4. GO – vysychání kontinentů – požáry – emise oxidu uhličitého a metanu.

5. Zvyšující se teplota vody v mořích a oceánech:

a) menší rozpustnost oxidu uhličitého,

b) poškozování korálů – zmenšuje se odnímání oxidu uhličitého z vody.

Zpětné vazby - pokračování

Záporné (nejdůležitější):

1. Fotosyntéza – čím větší koncentrace oxidu uhličitého, tím větší intenzita fotosyntézy (ale jen za určitých podmínek a v určitém rozsahu) – ale více rostlin více metanu (zpráva Franka Kepplera z jara 2006 – asi 1/3 světové produkce metanu).

2. Vytváření uhličitanů – vápenců.

Významnou součástí uhlíkových cyklů jsou koráli a korálové útesy, při zvyšování teploty nad určitou hodnotu bělení korálů a jejich rozpadávání.

Některé zpětné vazby značně komplikované, např. vazba mezi koncentrací oxidu uhličitého v ovzduší a ve vodě v mořích a oceánech, závislost rozpustnosti plynů ve vodě na teplotě, dále např. **Golfský proud** (v důsledku tání ledu v Arktidě slábne, nyní již o 30%, tím se zmenšuje ohromný transport tepla z rovníkových oblastí do severního Atlantiku, a to by mohlo tání ledu zpomalovat.

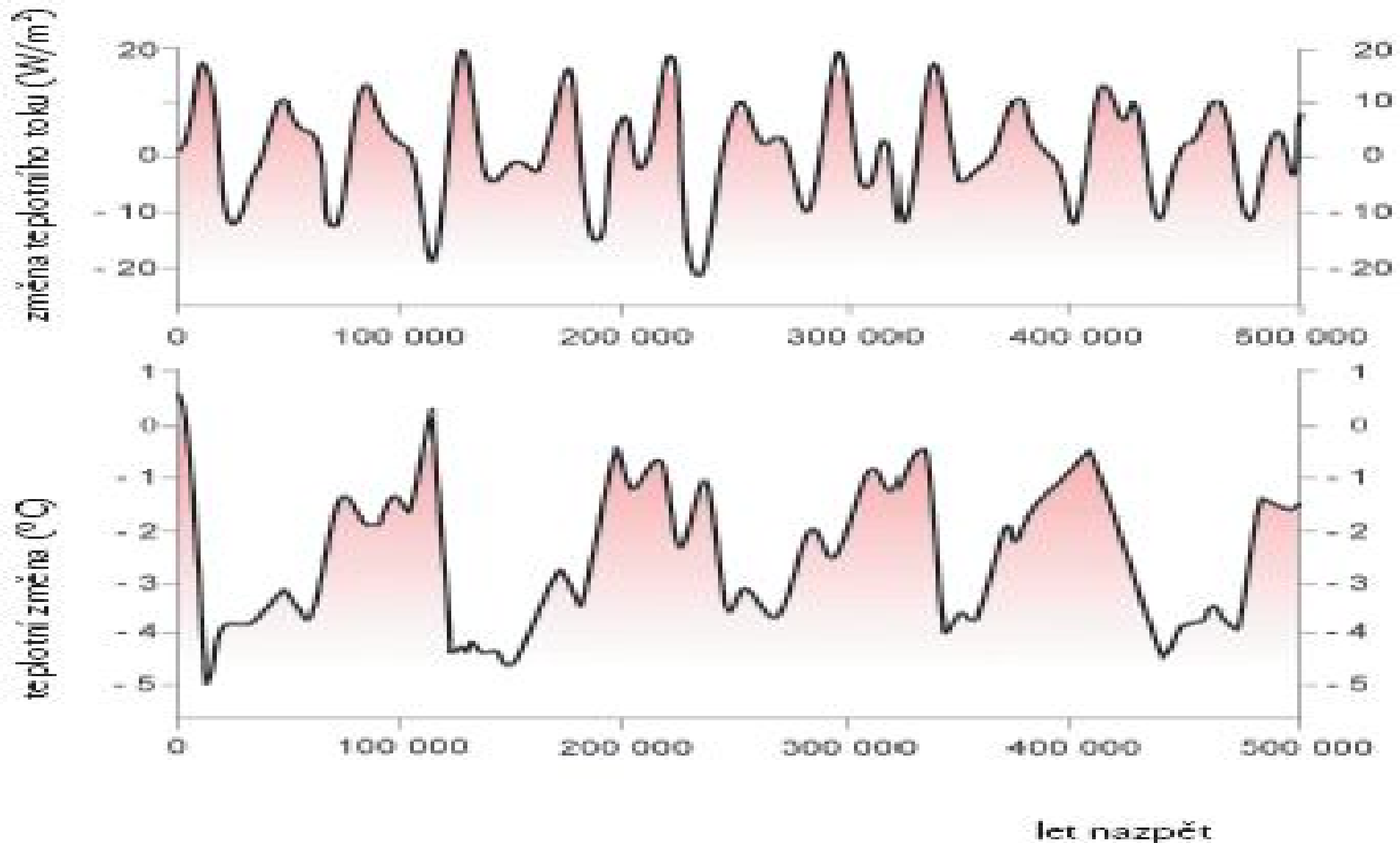
Změna skleníkové radiace v roce 2000 vzhledem ke skleníkové radiaci v roce 1750 podle jednotlivých skleníkových faktorů

(+ znamená oteplování, - znamená ochlazování)

Skleníkový faktor	Změna skleníkové radiace v roce 2000 a v roce 1750 (W/m^2)	Podíl na celkové změně skleníkové radiace (%)
CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, halokarbonáty ^{ca}	+2,43	+109,0
Stratosférický ozón	-0,15	-6,7
Troposférický ozón	+0,35	+15,7
Aerosoly:		
- sulfáty	-0,40	-17,9
- saze ze spalování fosilních paliv	+0,20	+9,0
- organický uhlík ze spalování fosilních paliv	-0,10	-4,5
- ze spalování biomasy	-0,20	-9,0
Změna albeda	0,20	-9,0
Změna sluneční radiace	+0,30	+13,4
Celkem	2,23	100,0

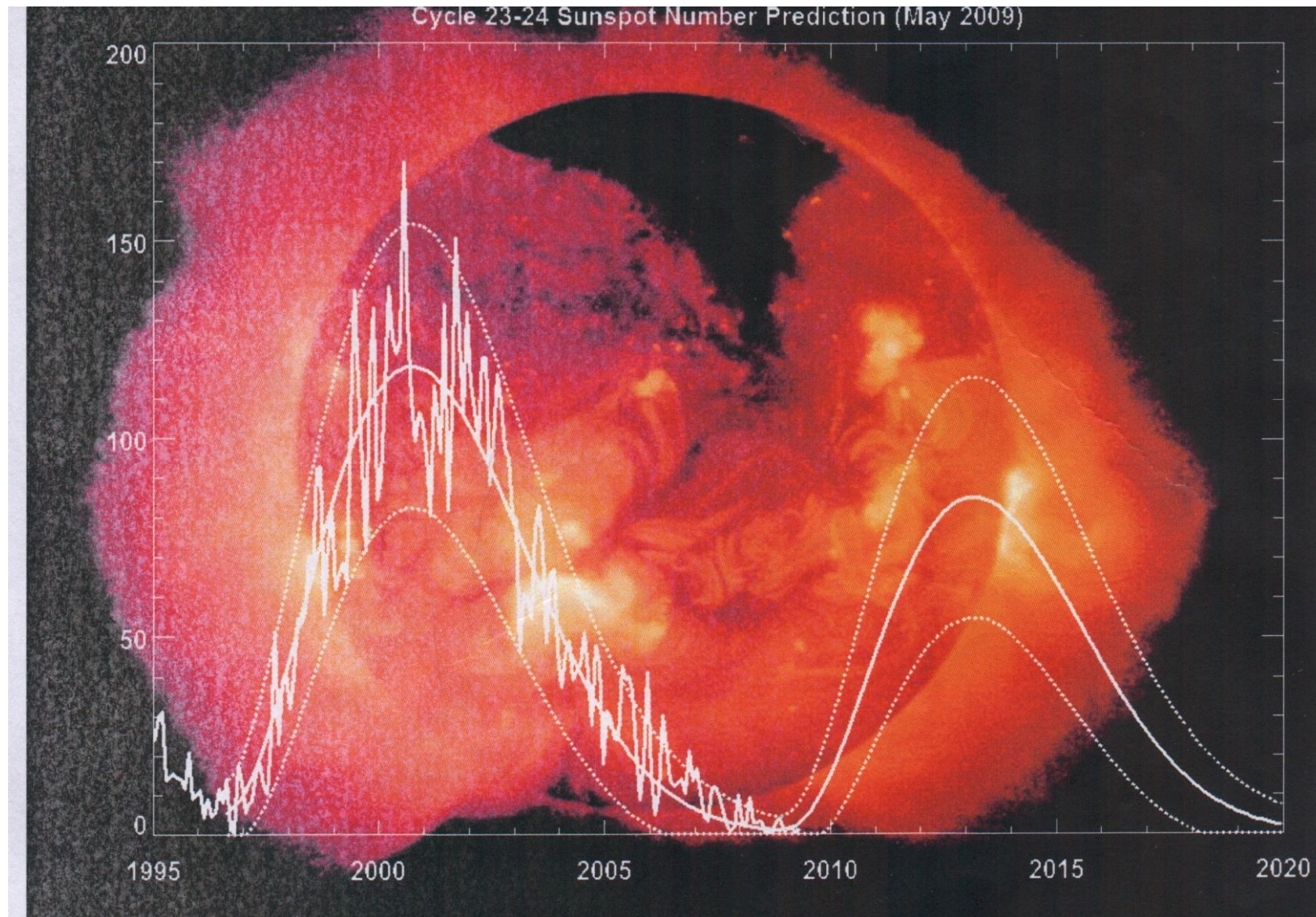
Změny tepelného příkonu dopadajícího ze Slunce na Zemi (Milankovič) a průběh teplot na Zemi

Solár. konst. – 1367 W/m^2 , 10 W/m^2 – $0,7 \%$, změna teploty asi $0,5 \text{ C}$, ale za desetitisíce let



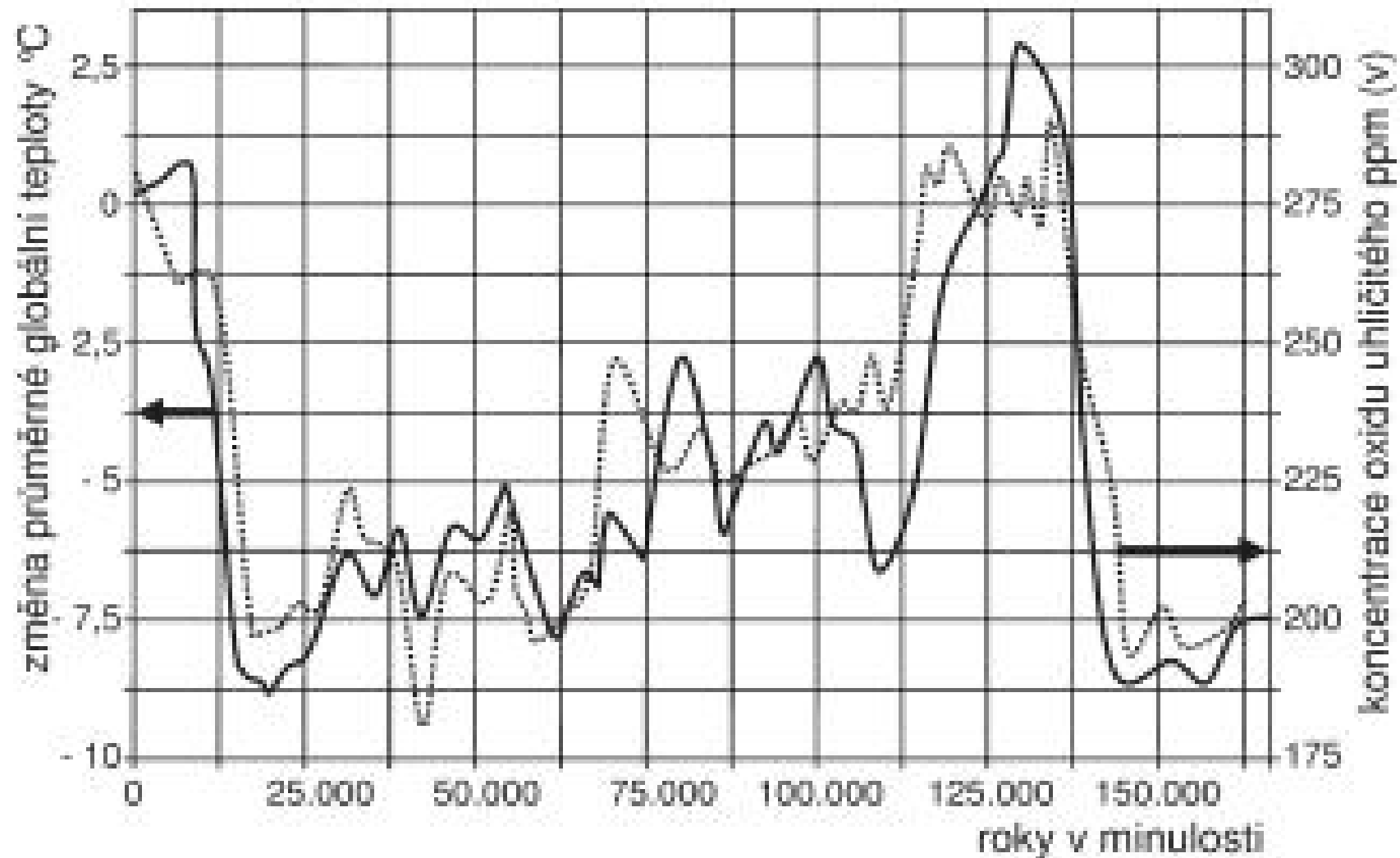
Sluneční aktivita – vývoj a prognóza počtu slunečních skvrn (podle NASA) – nejvýznamnější cyklus je (9...11...14)-letý.

Krátkodobá změna solárního toku za 25 let den po dni podle měření NASA (satelity)
– v pásmu širokém 1 W/m² – solární konstanta 1367 W/m²



Korelace mezi růstem koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší a změnou průměrné globální teploty Země

Pokles teploty v průběhu doby ledové postupný a dlouhý – zvýšení teploty a nástup meziledového období velmi rychlé

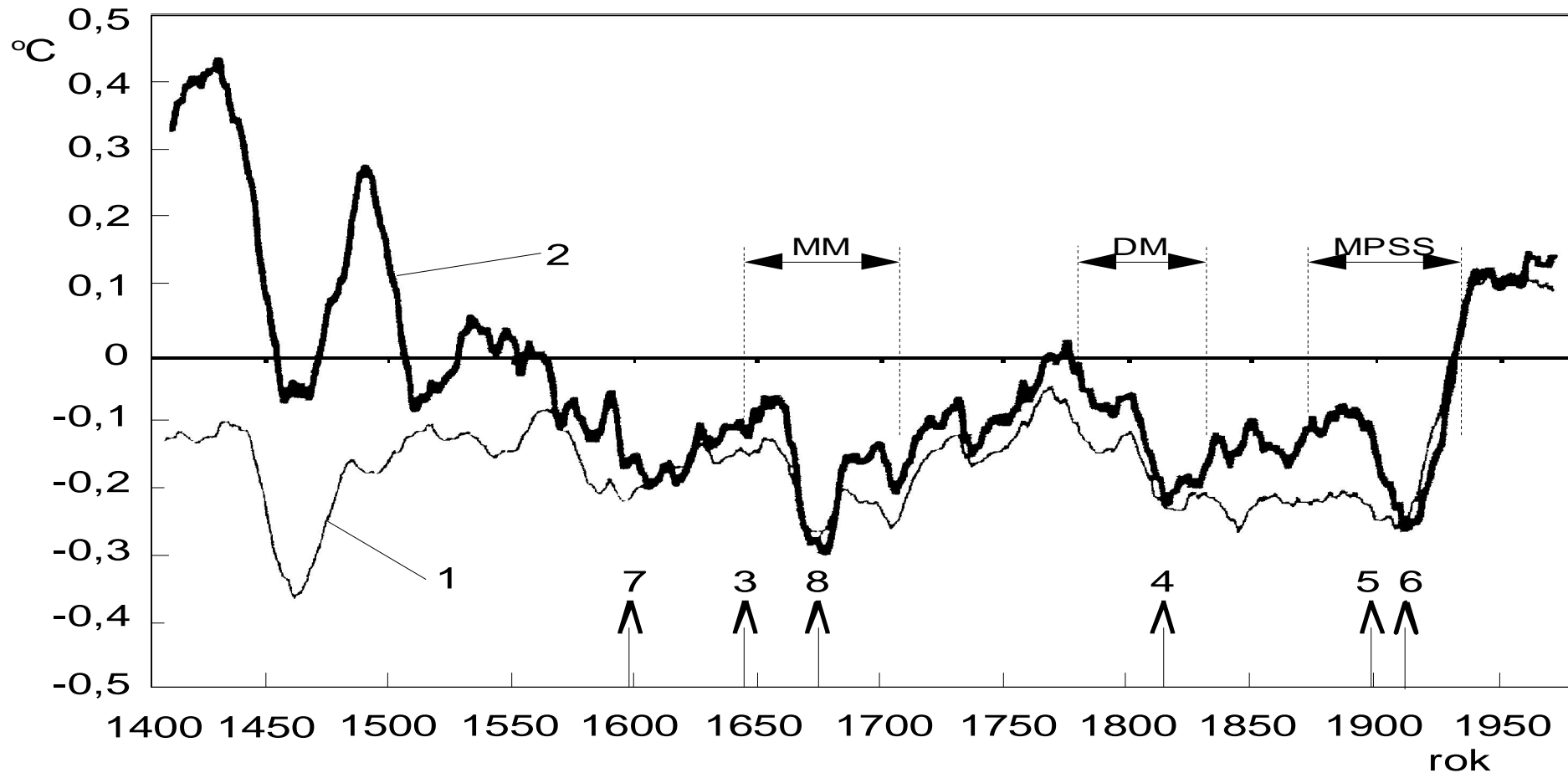


Teploty – hokejka nebo kolébka, chybí čepel hokejky – průběh teplot po roce 1970 a prognózy, pak spot ztrácí smysl

MM – Maunderovo min. (min. počet sl. sk. 1645-1715), DM – Daltonovo min. (menší počet sl. sk. (25-70) 1780-1830, MPSS (30-50) 1876-1934.

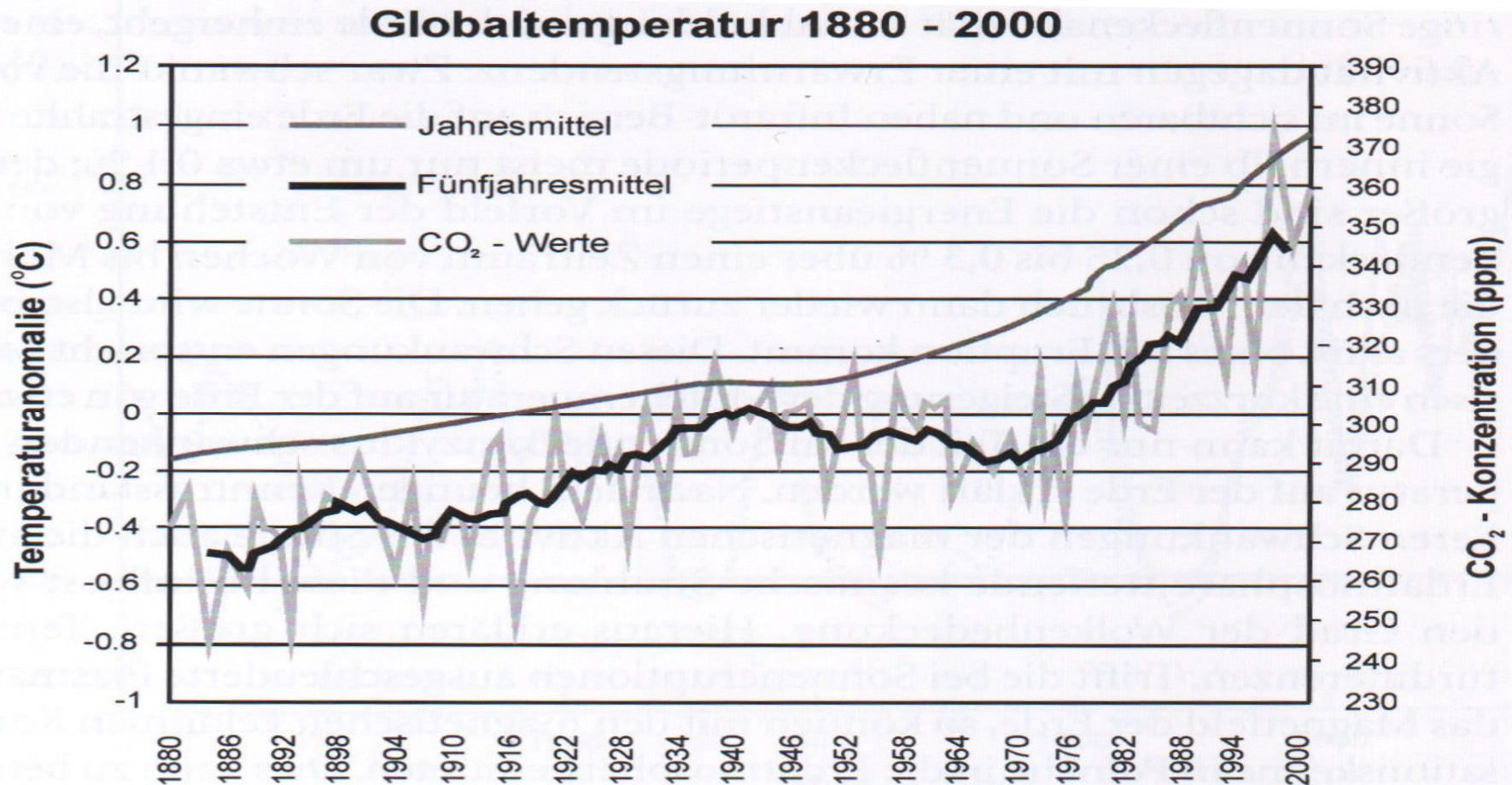
Polemika: 1– Mann et al. (1998), 2 – McIntyra a McKitrick (2005),

Erupce sopek: 3-Santorini (Řecko) 1640, 4-Tambora (Indonésie) 1815, 5-Krakatoa (Indonésie) 1883, Mont Peléz (Martinik) 1902, 7-Huynoputina) (Peru) 1600, 8-Etna (Sicilie) 1669.



Průběh koncentrace CO₂ v ovzduší a globální teploty v období 1880-2000

Mírný pokles teploty ve 40. až 60. letech byl zřejmě způsobem Atlantickou multidekádní oscilací – AMO (cyklus 50 až 70 let), koncem 19. století ochlazení známé jako Daltonovo minimum – příčiny této oscilace nejsou dosud objasněny. Je zneužíváno odpůrci GO. Zdá se, že v souladu s obvyklou délkou cyklu znovu nastupuje projev AMO. To bude zneužíváno odpůrci GO a může to mít nepříznivé důsledky při deformování veřejného mínění Po dočasném zvolnění oteplování bude následovat o to rychlejší růst



Průměrné roční přírůstky koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší

Období	Průměrný přírůstek za rok
1800 - 1900	0,14
1900 - 1950	0,32
1950 - 1980	0,75
1980 - 1990	1,40
1990 - 2000	1,60
2000 - 2009	1,81

Prognóza zvyšování průměrné globální teploty Země do konce 21. století, druhý sloupec podle IPCC 2007, třetí sloupec dopočítáno zvýšení teploty ve 20. století

Teplotní rozdíly mezi glaciálními a interglaciálními obdobími 6 – 10 C. Podle britského Met Office z 9/009 dojde ke **zvýšení teploty o 4 C již v letech 2060-70**, příčina: zmenšování pohlcování CO2 oceány a lesy.

Scénář	Zvýšení teploty (°C) v období 1990 až 2100	Zvýšení teploty (°C) v období 1900 až 2100
A1FI	2,4...4,0...6,4	2,9...4,7...7,2
A1B	1,7...2,8...4,4	2,3...3,5...5,2
A1T	1,4...2,4...3,8	1,9...3,1...4,6
A2	2,0...3,4...5,4	2,5...4,1...6,2
B1	1,1...1,8...2,9	1,6...2,5...3,7
B2	1,4...2,4...3,8	1,9...3,1...4,6

Předpokládané zvýšení mořské hladiny v 21. století vzhledem ke stavu na konci 20. století (druhý sloupec – podle IPCCb, 2007) a během 20. a 21. století. 100 mil. lidí žije na území, které je méně než o 1 m nad hladinou moře, ohroženo je mnohonásobně více (hurikány, vlna vyvolané vichřicemi, tsu-nami,...), navíc na řadě míst pokles území. Nejnovější prognózy uvádí podstatně větší zvýšení hladiny.

Scénář	Zvýšení mořské hladiny v 21. století (m)	Zvýšení mořské hladiny ve 20. a 21. století (m)
B1	0,18 až 0,38	0,35 až 0,55
A1T	0,20 až 0,45	0,37 až 0,62
B2	0,20 až 0,43	0,37 až 0,60
A1B	0,21 až 0,48	0,38 až 0,65
A2	0,23 až 0,51	0,40 až 0,68
A1FI	0,26 až 0,59	0,53 až 0,76

Důkazy o antropogenních příčinách globálního oteplování

Prosté bilance: spálená fosilní paliva – množství uhlíku – množství CO₂ – rozložení vzniklého CO₂ v zásobnících na Zemi - z toho v ovzduší – hmotnost vzduchu v atmosféře – nárůst koncentrace. Takové bilance souhlasí s měřeními nárůstu koncentrace.

2. Snižování podílu radioaktivního izotopu uhlíku C 14: od počátku průmyslové revoluce dodnes. V oxidu uhličitém z fosilních paliv není přítomen radioaktivní uhlík C 14.
(Radioaktivní izotop C 14 se používá velmi často k datování).
3. Rozdíly v koncentraci CO₂ na severní a jižní polokouli:
na severní polokouli většina rozvinutých zemí s velkou spotřebou paliva – emise vyprodukované na severní polokouli potřebují pro rozšíření po celé planetě přibližně jeden rok.
4. Fyzikální zákony popisující skleníkový efekt v ovzduší.

Tyto zákony byly dávno prokázány a jsou široce využívány v technické praxi – úplná shoda výpočtů a skutečností

Bod zvratu

Podle některých klimatologů je situace v globálním oteplování velmi vážná - pokud nedojde velmi rychle k obratu, mohl by být během jednoho desetiletí dosažen **bod zvratu**, po jehož překročení by se vývoj na Zemi mohl vymknout kontrole (mírné zpomalení oteplování by mohla přinést AMO).

Pro to mluví:

- a) možná kumulace kladných zpětných vazeb,
- b) metan z permafrostu a sibiřských zamrzlých rašelinišť,
- c) velké množství hydrátů metanu na pevninách v polárních oblastech a v mořích ve všech zeměpisných šířkách (z 1 m³ ledu se uvolní 164 m³ metanu),
- d) k velkým klimatickým změnám v minulosti vždy došlo po postupném narůstání náhle.

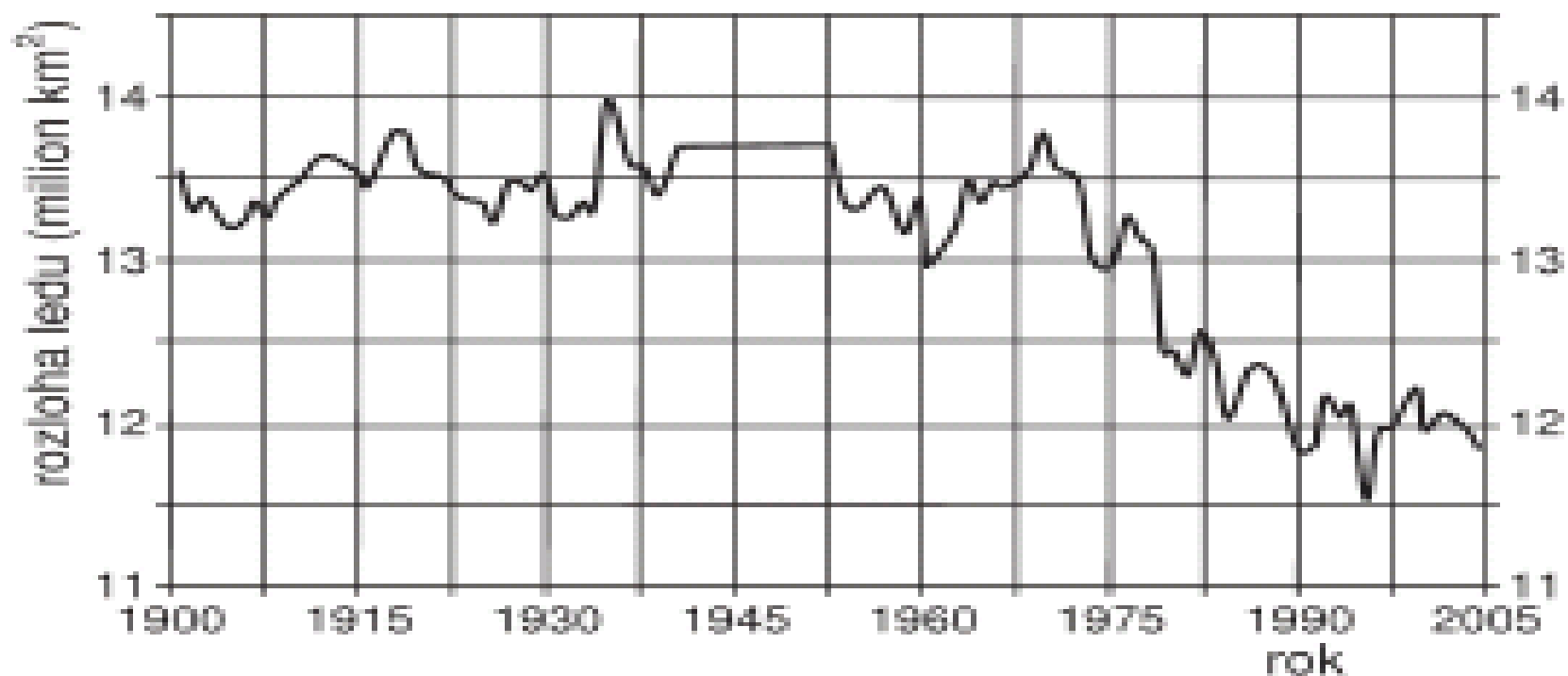
Snižování rozlohy ledu v Arktickém oceánu

V důsledku zmenšování rozlohy a tloušťky ledu je nyní v Arktickém oceánu jen 34 až 40 procent původního množství ledu a do roku 2030 až 2040 bude v létě Arktický oceán úplně bez ledu.

V roce 2007 byla poprvé splavná Arktická severozápadní cesta.

Očekává se, že brzy bude celoročně splavná jak Arktická severozápadní cesta, tak Arktická severovýchodní cesta.

Očekává se, že brzy bude možná plavba napříč Arkt. oc., a již se hledají cesty k těžbě ropy, ZP a dalších surovin – důsledky.



Ledovec na Kilimandžáru v roce 1919, 1970, 1993 a 2000 – úbytek ledu způsobený GO a v důsledku farmářského efektu



Předpokládané zvýšení mořské hladiny v 21. století (druhý sloupec – podle IPCCb, 2007) a během 20. a 21. století (třetí sloupec). 100 mil. lidí žije na území, které je méně než o 1 m nad hladinou moře, ohroženo je mnohonásobně více (hurikány, vlny vyvolané vichřicemi, tsunami,...), navíc na řadě míst pokles území. Nejnovější prognózy uvádí podstatně větší zvýšení hladiny.

Scénář	Zvýšení mořské hladiny v 21. století (m)	Zvýšení mořské hladiny ve 20. a 21. století (m)
B1	0,18 až 0,38	0,35 až 0,55
A1T	0,20 až 0,45	0,37 až 0,62
B2	0,20 až 0,43	0,37 až 0,60
A1B	0,21 až 0,48	0,38 až 0,65
A2	0,23 až 0,51	0,40 až 0,68
A1FI	0,26 až 0,59	0,53 až 0,76

Globální oteplování vyvolává podstatné změny

1. „Tepelně izolační vrstva v ovzduší“ zvyšuje množství energie ve spodních vrstvách atmosféry. To zvyšuje velikost energetických transformací a fluktuací v ovzduší a tím zvyšování intenzity meteorologických dějů a četnosti a intenzity extrémních meteorologických dějů, zranitelnost infrastruktury a ekonomické a lidské ztráty:
hurikány a cyklony, tornáda, mimořádně intenzivní srážky, povodně a záplavy, větrné bouře a vichřice – a na druhé straně vysychání kontinentů, nedostatek vody, dezertizace, rozsáhlé požáry.
2. Zvyšování průměrné globální teploty
3. Tání ledovců – zvyšování mořské hladiny
4. Změny v oceánské cirkulaci (Golfský proud El Niño, La Niña)
5. Zemětřesení a vulkanická aktivita.
6. Permafrost a důsledky jeho tání.
7. Podstatné změny v přírodě

Délka období, za které se zvýšil počet obyvatel Země o jednu miliardu a průměrný roční přírůstek obyvatel za období zvýšení počtu obyvatel o jednu miliardu (v roce 2008 žilo na zemi asi 6,7 miliardy lidí a dosažení počtu 7 miliard se očekává okolo roku 2012.

Počet obyvatel (mld)	Rok dosažení počtu obyvatel	Doba pro dosažení přírůstku obyvatel o jednu miliardu (roků)	Průměrný roční přírůstek obyvatel (%/rok)
2	1926		
3	1961	35	1,16
4	1976	15	1,94
5	1988	12	1,88
6	1999	11	1,67

Zvyšování lidské populace v minulém tisíciletí (pro rok 2025 prognóza)

Rok	1000	1500	1800	1900	1950	2000	2025
Počet lidí (mld)	0,3	0,5	1,0	1,7	2,5	6,1	8,0 až 8,3
Roční přírůstek (%/rok)	0,102	0,231	0,532	0,774	1,800	1,091 až 1,239	
Doba zdvojnásobení (rok)	681	301	132	91	40	57 až 77	

Prognóza růstu světového HDP, snižování energetické náročnosti tvorby HDP a růst spotřeby PEZ, podle scénářů IPCC z roku 2000

Průměrný přírůstek HDP 1990 až 2100... 2,2 až 3,01 %/rok

Poměr HDP(2100)/HDP(1990).....**11,6 až 25,3 !**

Průměrný roční přírůstek spotřeby

PEZ 1990 až 2100..... **0,35 až 1,69 %/rok**

Změna (snižování) energetické náročnosti

(přírůstek spotřeby PEZ/ přírůstek HDP)...0,316 až 0,669

Poměr spotřeby PEZ(2100)/PEZ(1990).....**1,47 až 5,73 !!**

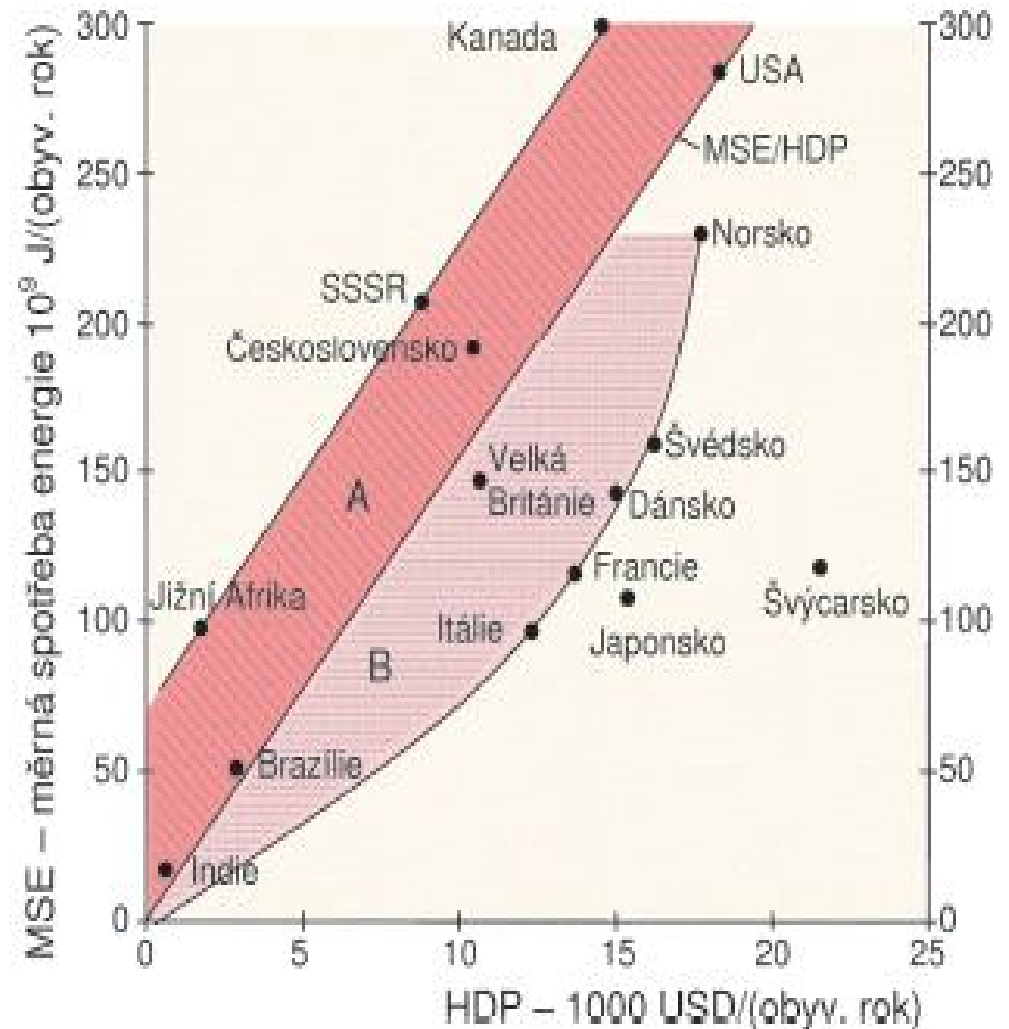
Hodnota 1,47 se vztahuje ke scénáři: a) s velmi nízkým ekonomickým růstem, b) nízkou energetickou náročností ekonomiky, c) silně ekologicky orientovaný

Je možné růst spotřeby energie odvozený od růstu ekonomiky (při výrazném snižování energetické náročnosti ekonomiky) kompenzovat další úsporností ve spotřebě energie?

Spotřeba energie je velmi nerovnoměrná a souvisí s ekonomickou a životní úrovní

S růstem ekonomiky koreluje progres v nejrůznějších sociálních oblastech: v medicíně, soc. zabezpečení, vědě, kultuře, v obecné kvalitě života

Region	Spotřeba PEZ (Mt _w) ¹⁵	Počet obyvatel (milionů)	Spotřeba PEZ na 1 obyvatele (t _w /obyvatele)
USA, Kanada	2555	302	8,46
Japonsko, Austrálie, Nový Zéland	680	148	4,59
Západní Evropa	1660	385	4,31
Země střední a východní Evropy a země bývalého Sovětského svazu	1250	410	3,05
Střední východ	380	250	1,52
Latinská Amerika (včetně Mexika)	685	505	1,36
Čína	1230	1260	0,98
ostatní státy Asie (včetně Turecka)	890	910	0,98
Afrika	480	760	0,63
Indie	590	980	0,60
Svět	10400	5910	1,76



Základní opatření pro zmenšení rychlosti globálního oteplování planety

- **Změna životního stylu, úspory energií, surovin a dalších přírodních zdrojů.**
- Změna životního stylu neznamena návrat k primitivnímu způsobu života – jen je třeba zabránit plýtvání dary Země v nejobecnějším smyslu.
- **Dnešní spotřebitelský životní styl v rozvinutých a bohatých zemích je v příkrém rozporu s požadavkem na trvale udržitelný život na Zemi.**
- Nejlepší energie, suroviny a přírodní zdroje jsou takové, které nejsou spotřebovány.

Úspory primárních energetických zdrojů

- Spotřeba primárních energetických zdrojů (PEZ):
 - 1. výroba elektřiny – méně jak 1/4, (velké soustředění na tuto oblast)
 - 2. nízkopotenciální a vysokopotenciální teplo – téměř 1/2,
 - 3. doprava – téměř 1/3.
- Potřebné je podstatné snížení spotřeby v bytové a komunální sféře:
 - 1. Nízkoenergetické a pasivní domy,
 - 2. Snížení spotřeby u elektrotechnických zařízení a v osvětlovací technice.
 - 3. Plány na výstavbu ekologických měst.
- Velmi vážným energetickým a ekologickým problémem je doprava, především automobilní a letecká.
- Velmi prudký růst, spotřeba nejkvalitnějších paliv, výrazný negativní vliv na životní prostředí.

Fosilní energetika

- Stále 85 % spotřebovávaných PEZ jsou fosilní paliva.
- Ještě 2 až 3 desetiletí podstatná část celkové energetiky – potom převezme hlavní úlohu jaderná energetika, ale fosilní energetika s podstatně nižším podílem zůstane:
 1. Nezbytné snížení spotřeby energie v konečné formě.
 2. Zvýšení účinnosti při energetických transformacích v energetických centrálách a při dopravě energie ke spotřebitelům:
 - a) Tepelné elektrárny na fosilní paliva:
 - a1) Parní elektrárny – vysoké vstupní stavy páry, velmi rozvinutá regenerace tepla, vysoká účinnost turbín a kotlů, retrofity a modernizace stávajících elektráren.
 - a2) Paroplynové elektrárny.
 - a3) Kombinovaná výroba elektřiny a tepla – KVET.
- Měrná produkce oxidu uhličitého při výrobě elektřiny (kg/kWh) v závislosti na účinnosti elektrárny a druhu paliva :

Účinnost elektrárny → Palivo ↓	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60
hnědé uhlí	1,13	0,97	0,85	0,75	0,68	-	-
černé uhlí	1,16	0,99	0,87	0,77	0,70	-	-
zemní plyn	0,72	0,61	0,54	0,48	0,43	0,43	0,36
ropa	0,91	0,78	0,68	0,61	0,55	0,50	0,46

Dekarbonizace

- 1. Separace oxidu uhličitého ze spalin**
- 2. Separace oxidu uhličitého v technologických systémech**
- 3. Ukládání a doprava zachyceného oxidu uhličitého** - zvyšování výtěžnosti ropných ložisek a ložisek zemního plynu při ukládání oxidu uhličitého.
- 4. Rizika spojená s ukládáním CO₂:**
 - a) do oceánu
 - b) do geologických struktur

Dekarbonizace se zatím významněji neprosazuje.

Obnovitelné zdroje energie (OZE)

Nejsou bezemisní (skleníkových plynů)

- Využívat všude, kde to přináší komplexně vyhodnocené energetické a ekologické efekty za přijatelnou cenu.
- I při využívání OZE vznikají skleníkové plyny.
- *Celková produkce oxidu uhličitého (g/kWh) pro různé typy elektráren zahrnující vybudování elektrárny, dopravu paliva, spotřebu paliva, konečnou likvidaci elektrárny a podobně (Wagner, 2007):*

Elektrárna	Produkce CO ₂ (g/kWh)
tepelná - hnědé uhlí	850 až 1 200
tepelná - černé uhlí	750 až 1 100
tepelná - zemní plyn	400 až 550
fotovoltaická	50 až 100
tepelná – biomasa	až 200
vodní	10 až 40
větrná	10 až 40
jaderná	10 až 14

Biomasa – velká energetická a ekologická očekávání se zřejmě nenaplní

- Hlavní výhrady proti biomase pěstované na zemědělské půdě:
- 1. Prudký růst cen hlavních potravin (pšenice, rýže, sójové boby) - podle OSN hrozí hladové bouře - je významně ovlivněn pěstováním biomasy pro energetické účely, především pro výrobu pohonných hmot.
- 2. Biomasa spotřebovává vodu, a té je na vysychajících kontinentech stále méně – hrozí dokonce války o vodu.
- 3. Snaha o vysoké výnosy biomasy pro energetické účely (a potravinářské produkce) vede k intenzivnímu hnojení - dusíkatá hnojiva - zdroj oxidu dusného (cca 300krát větší skleníkový účinek než oxid uhličitý).
- 4. Biomasa není obnovitelný zdroj, který neprodukuje skleníkové plyny:
- Podle (Alterová, 2008) se úspory emisí skleníkových plynů pohybují od 0 do 50 % pro etanol z pšenice, od 35 do 48 % pro etanol z řepy cukrové, od 36 do 56 % pro bionaftu z řepky, od 51 do 58 % pro bionaftu ze slunečnice, od 51 do 57 % pro bionaftu z palmového oleje, od 75 do 81 % pro bioplyn z organického komunálního odpadu a od 83 do 88 % pro bioplyn z hnoje.
- 4. Monokulturní pěstování biomasy degraduje půdu, půdní eroze, zmenšuje retenci vody.
- 5. Výrazně zmenšuje biodiverzitu na rozsáhlých plochách.

Ne každou biomasu je třeba odmítat

- Důsledky pěstování a využívání jednotlivých druhů biomasy jsou velmi rozdílné:
- 1. Značně odlišná je energetická a ekologická efektivnost biomasy pěstované na půdě nevhodné pro pěstování potravinářských plodin.
- 2. Křoviny, rychle rostoucí stromy, traviny mohou mít, kromě energetického a ekologického opodstatnění, mnoho pozitivních vlivů na krajinu a na přírodu obecně (zachování biodiverzity, zabránění rozšíření agresivních a z jiného prostředí přenesených rostlin, retence vody, zabránění eroze půdy).
- 3. Odpadní tuhá biomasy (obilná sláma, prořezy sadů a parků- ale ne zbytky po těžbě dřeva v lesích, použité dřevo odpady z dřevozpracujícího průmyslu, traviny z nevyžívaných luk, z okolí komunikací atd) pro získání tepla spálením (též brikety a pelety).
- 4. Nejrůznější biomasa pro výrobu bioplynu (odpady ze zemědělské živočišné výroby, kaly z čističek odpadních vod, odpady z potravinářského průmyslu, z jídelen a restaurací a pod.).
- To má dvojí velmi významný efekt:
- a) energetický, b) anaerobní fermentací nezpracovaná biomasa by produkovala oxid uhličitý (při aerobním rozkladu - hnití) a metan při anaerobním rozkladu).
- Kromě toho zbytkový substrát po výrobě bioplynu je velmi kvalitní hnojivo.

Větrná energie

- Velké kolísání výkonu – úměrné w^3
- Soustředění VE v omezených lokalitách (přenos proměnlivého výkonu na velké vzdálenosti, zatěžuje el. linky, vyžaduje výrazné posilování sítí VVN a dokonce úvahy o síti o napětí 1 kV)
- Přímé připojení na elektrizační soustavu (značná komplikace a ztěžování konsolidace el. soustavy po jejím rozpadu)
- Kolísání výkonu VE musí kompenzovat jiné elektrárny – zvýšení spotřeby paliva, snížení využití, zvýšení čerpání životnosti
- Výkon VE musí být z 50 až 70 % dublován v jiných elektrárnách (zpravidla na fosilní palivo)
- Potenciální nebezpečí „black out“ (Polsko již uvažuje o blokadách velkých nahodilých výkonů na hranicích)

Sluneční energie

- 1. Pradávné využívání: odpařování vody při získávání soli.
- 2. Dřívější a dnešní využívání: vytápění skleníků.
- 3. Nové využívání:
 - a) výroba elektrické energie: - fotovoltaické články, - Stirlingovy motory, - proudové (věžové) elektrárny.
 - V ČR roční využití instalovaného výkonu asi 900 h/r - cca 10 %.
 - Sahara by mohla být využívána k velmi rozsáhlé výrobě elektřiny.
 - b) Vytápění domů a jiných objektů, sluneční domy.
 - Aplikace podstatně jednodušší a levnější než výroba el, energie
 - Reálná je sezónní akumulace sluneční energie pro vytápění a ohřívání TUV (Švédsko, Kanada, Německo) – nízkoenergetické domy jsou pro to velmi vhodné – akumulace v teplé vodě, akumulátor má přijatelnou velikost.

Další OZE

- Geotermální energie, (střední energetický tok 60 mW/m²),
- energie mořských vln a mořských proudů,
- OTC.

Jaderná energetika - základ energetiky 21. století

- Jaderná energetika nejen pro výrobu elektřiny v tradičních oblastech využití - pro pohony, osvětlování a dalších oblastech elektrotechniky.
- Jaderná energetika musí významně zasáhnout i v oblasti:
 - a) spotřeby nízkopotenciálního tepla (elektroteplo, dodávka tepla teplovody, elektřina pro tepelná čerpadla),
 - b) vysokopotenciálního tepla (mnoho oblastí průmyslu,
 - c) v dopravě (elektromobily, vodík vyráběný v JE, další syntetická paliva vyráběná s využitím jaderné energie).
- To si vyžádá velké množství JE

Přehled generací jaderných reaktorů

Generace jaderných reaktorů	Období nasazení	Charakteristika generace	Typy reaktorů
I	1948 až 1965	První prototypové reaktory	Shippingport, Dresden, Fermi I, MAGNOX ²⁵
I	1965 až 1995	Komerční energetické reaktory	LWR-PWR, CANDU ²⁶ , AGR, VVER 440, VVER 1000, RBMK
III	1995 až 2010	Pokročilé lehkovodní reaktory tlakovodní a varné, modulární plynem chlazený reaktor	EPR ²⁷ , VVER 1000 ALWR, System 80+, AP 600 MHTGR
III+	2010 až 2030	Vývojové typy nabízející zvýšenou bezpečnost, spolehlivost a ekonomii	
IV	po roce 2030	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reaktory pro elektrárny 2. Reaktory vysokoteplotní: <ol style="list-style-type: none"> a) pro výrobu vodíku, b) pro jiné technologické účely 3. Reaktory pro dodávku nízkopotenciálního tepla. 4. Reaktory pro transmutaci paliva <p>Všechny typy reaktorů musí:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) být vysoce ekonomické, b) mít vysokou bezpečnost a spolehlivost, c) produkovat minimum odpadů, d) zajistit úplné využití jaderného paliva na bázi rychlých neutronů (breeder) 	SCWR ²⁸ VHTR ²⁹ SFR ³⁰ LFR ³¹ GFR ³² MSR ³³

Jaderné energetické systémy 4. generace – GIV

Z 96 koncepčních principů vybráno a je vyvíjeno 6 reaktorových systémů:

- SCWR – superkritický, vodou chlazený
- LWR – olovem chlazený, rychlý
- SFR – sodíkem chlazený, rychlý
- MSR – chlazený roztavenými solemi (může pracovat jako transmutor – „spalovač“ aktinoidů a dlouhodobých štěpných produktů)
- CFR – plynem chlazený, rychlý
- VHTR – vysokoteplotní

Tři z šesti reaktorových systémů jsou rychlé (základní štěpení U 238 – využití přírodního uranu asi 60krát větší než u reaktorů pomalých, s moderátorem a termickými neutrony)




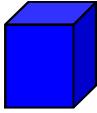
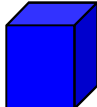
Významní ekologové, jako například Steward Brand, zakladatel Katalogu celé Země (Whole Earth Catalogue), James Lovelock, autor teorie Gaia, a Hugh Montefiore, dřívější představitel Greenpeace, **dnes podporují jadernou energetiku jako praktický způsob snižování emisí skleníkových plynů.** Navíc je to způsob bezpečný. Současné reaktory jsou bezpečnější, než byly reaktory v Three Mile Island a v Černobylu. Novější reaktory mají vysoké využití výkonu a nízké palivové náklady.....**Odpovědní ekologové a vědci jasně prohlašují, že jaderná technologie dosáhla bezpečné úrovně.....Zkušenosti ze stovek lokalit s jadernými elektrárnami na celém světě potvrzují, že lze zabránit tomu, aby se jaderné odpady dostaly do životního prostředí ve škodlivém množství.**

- Patrick Moore, zakladatel organizace Greenpeace v odvětví pro energii a přírodní zdroje amerického

Závěry

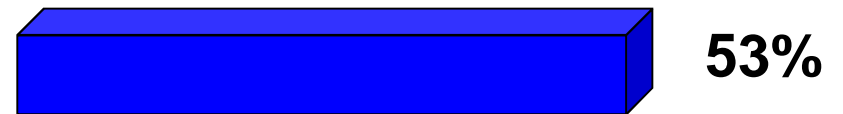
1. GO ve vysoce pravděpodobné – téměř jisté.
2. Rozhodující příčinou GO jsou lidské aktivity.
3. GO není jediným významným nebezpečím pro lidstvo v blízké budoucnosti.
4. Základní příčinou nastupujících problémů lidstva je explozivní růst počtu lidí a jejich spotřební náročnosti.
5. Rychlé přijetí a uskutečnění razantních opatření může vážné nastupující problémy lidstva oddálit a zmírnit.

1. Je opravdu třeba se obávat globálního oteplování a přijímat opatření pro zmenšení tohoto procesu?

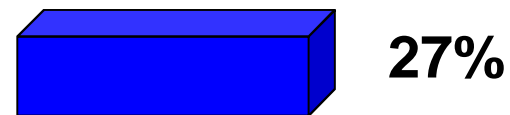
- 1 - Ano, protože koncentrace skleníkových plynů v ovzduší se zvyšují a teploty na Zemi rychle stoupají.  50%
- 2 - Ano, ale místo přijímání nákladných opatření se budeme musit přizpůsobit.  14%
- 3 - Ne, teploty na Zemi se měnily i v minulosti.  21%
- 4 - Ne, globální oteplování je jen propaganda environmentalistů.  7%
- 5 - Ne, globální oteplování nebylo prokázáno.  7%

2. Může změna životního stylu podstatně ovlivnit globální oteplování Země?

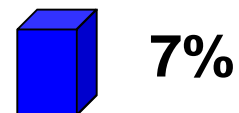
1 - Ano, změna životního stylu je základní východisko nejen pro zabránění globálnímu oteplování.



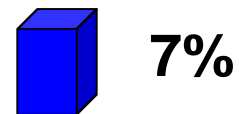
2 - Ano, ale nepodaří se prosadit výrazně a v masovém měřítku.



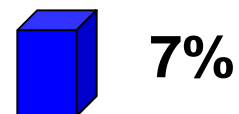
3 - Ne, protože lidé se neorientují na budoucnost.



4 - Ne, není to třeba.



5 - Ne, proč bychom se měli uskrovňovat s ohledem na příští generace?



3. Mohou OZE podstatně omezit emise skleníkových plynů?

