

## Změny klimatu

- změny klimatu jsou v geologické historii běžné
- geologické doby (chladný suchý ordovik, teplý suchý perm, teplý vlhký karbon...)
- kvartér (glaciály a interglaciály, zjišťování pomocí vrtů do ledovců a izotopu  $O_{18}$ )
- holocén (viz schéma)
- recent (malá doba ledová 1570-1730)
- 18:39

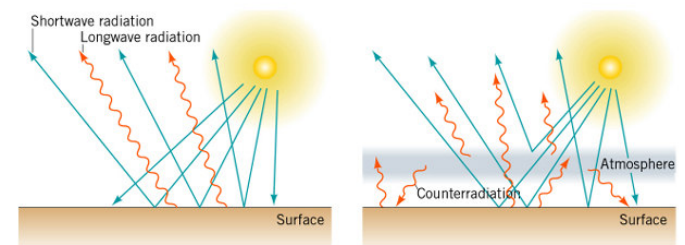
## Změny klimatu

- schéma působení: na zemském povrchu se mění krátkovlnné sluneční záření na dlouhovlnné (teplo), při vyzařování zachycují radiačně aktivní (=skleníkové) plyny část tohoto tepla; bez jejich působení by průměrná teplota Země byla  $-16^{\circ}\text{C}$ , dnes je  $+15^{\circ}\text{C}$

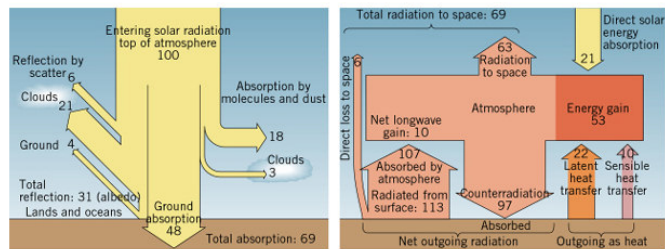
## Změny klimatu - příčiny

- extraterestrické:
  - změna solární konstanty, změna sklonu zemské osy, změna dráhy orbity
- terestrické:
  - vulkanická aktivita, pohyb kontinentů, zvyšování koncentrací radiačně aktivních plynů

## Skleníkový jev



## Skleníkový jev



## Radiačně aktivní plyny

- schéma působení: na zemském povrchu se mění krátkovlnné sluneční záření na dlouhovlnné (teplo), při vyzářování zachycují radiačně aktivní (=skleníkové) plyny část tohoto tepla; bez jejich působení by průměrná teplota Země byla  $-16^{\circ}\text{C}$ , dnes je  $+15^{\circ}\text{C}$

Plyn	Předindustriální konc.	Současná konc.	Růst (%.rok <sup>-1</sup> )	Doba života (roky)	GWP
CO <sub>2</sub>	280 ppmv	356 ppmv	0,5	7	1
CH <sub>4</sub>	0,8 ppbv	1,7 ppbv	1	10	11
N <sub>2</sub> O	275 ppbv	311 ppbv	0,25	120	170
O <sub>3</sub>	10 ppbv	25 ppbv	1	-	-
CCl <sub>3</sub> F	-	280 pptv	3	50	3400
CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	-	500 pptv	3,4	110	7100

## Radiačně aktivní plyny

Plyn	Dosavadní nárůst	Podíl na zvýšeném skl. efektu	Zdroje
CO <sub>2</sub>	31 %	69 %	spalování fosilních paliv
CH <sub>4</sub>	20 %	19 %	pěstování rýže, zemní plyn, přirozené mokřady, chov dobytka
N <sub>2</sub> O	5 %	6 %	duškatá minerální hnojiva, automobilová doprava, (cyklus?)
O <sub>3</sub>	troposféra + stratosféra -	?	fotochemický smog, výrobní postupy
CCl <sub>3</sub> F	všechn	14 %?	plynná média
CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>			

## Modelování klimatu

- složitě, náročně na výpočetní techniku i teoretické znalosti klimatického systému
- dělení modelů:
  - jednoduché:
    - energetické (tepelná bilance Země-atmosféra v závislosti na povrchu v různých šířkách)
    - radiačně konvektivní (rozložení teploty v různých výškách nad povrchem)
  - složitě – trojrozměrné cirkulační klimatické modely; záleží na propojení cirkulace na pevnině s cirkulací v oceánu
- postup: odladění na známých řadách klimatických pozorování a potom
  - změna parametru (CO<sub>2</sub>) + výpočet – tzv. rovnovážné studie
  - kontinuální změna (náročně) tzv. přechodové studie

## Zpětné vazby klimat. systému

- vazba mezi teplotou a vodní párou – čím vyšší teplota, tím vyšší výpar, čím vyšší výpar, tím vyšší teplota (skleníkový efekt) – pozitivní zpětná vazba
- vazba mezi oblačností a teplotou – čím vyšší teplota, tím vyšší výpar, čím vyšší výpar, tím vyšší oblačnost, čím vyšší oblačnost tím ?? teplota – dosud není jisté, zdali převažuje odraz slunečního záření od oblačnosti v tepelné bilanci nad pohlcováním dlouhovlnného záření oblaky, zřejmě to záleží na zeměpisné šířce a celkovém stavu klimatického systému
- vazba mezi teplotou a albedem – čím vyšší teplota, tím nižší albedo (roztání ledovců) – pozitivní zpětná vazba
- vliv aerosolů: antropogenní aerosoly způsobují dočasné ochlazení klimatického systému v průmyslových oblastech – odráží krátkovlnné sluneční záření; existují i přirození emitenti aerosolů – vulkanická činnost (např. výbuch filipínské sopky Pinatubo v roce 1991 je jednoduše detekovatelný v teplotních řadách)

## Modelování klimatu

- výsledky: většinou se klimatická změna vztahuje k hodnotám  $2 \times \text{CO}_2$ , tedy jaká bude teplota při zdvojnásobení množství  $\text{CO}_2$  v atmosféře; výsledky – i při odlaďování – jsou velmi přesné v gridech (čtverce cca  $300 \times 300$  km – uzlové body); nikoliv však vzhledem k jednotlivým stanicím
- ČR následující tabulka uvádí údaje o předpokládaných hodnotách změny klimatických prvků v gridu pokrývajícím ČR v roce 2075

Tab. Scénáře změn teploty a srážek pro ČR k roku 2075 podle různých klimatických modelů

Model	Prvek		Období				Rok
			Jaro	Léto	Podzim	Zima	
GISS	Teplota	rozdíl [°C]	4,0	2,7	4,1	5,9	4,2
	Srážky	poměr [%]	99	107	112	122	116
CCCM	Teplota	rozdíl [°C]	2,80	3,0	3,3	3,3	3,1
	Srážky	poměr [%]	101	103	101	0,93	101

## Důsledky

- 20:25 – 24:50, 16:24-18:36
- tání ledovců – zvýšení hladiny oceánů
- posun teplotních pásem – změna hydrologie, zemědělských plodin apod.
- změna globální cirkulace atmosféry, možnost nezvyklých klimatických jevů (výraznější deště v některých oblastech apod.), hlavní otázkou není ani tak množství srážek či slunečního svitu, jako spíše rozložení během roku (28:07- 32:45)
- snížení srážek v suchých a zvýšení ve vlhkých oblastech (36:50-39:25)
- změna v rozšíření druhů (stihnou migrovat?) (51:30-54:15)
- změna cirkulace v oceánech(41:32-43:28)

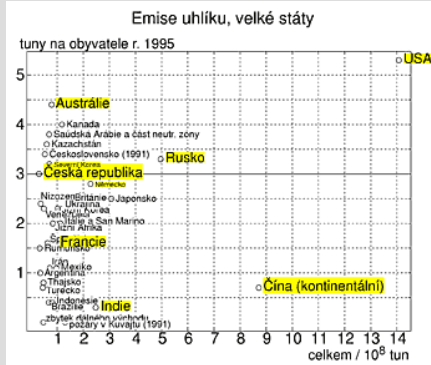
**KLIMA JE NELINEÁRNÍ SYSTÉM**

## Mezinárodní akce

- 49:44 – 51:25, 14:59 – 16:24
- IPCC – průběžné zprávy panelu klimatologů (WMO + UNEP)
- Kjótó 1997 – snížení emisí  $\text{CO}_2$  o 5,2 % v letech 2008-2012 oproti stavu roku 1990
- Česká republika a Kjótó – černý pasažér
- 1:07:44 - 1:09:12
- 54:15-1:00:35
- 1:05:35-1:06:50
- .

## Česká republika

- Celkovou emisí skleníkových plynů 137,7 mil. tun v ČR v r. 1999, tj. cca 3 tuny uhlíku na hlavu za rok, patříme mezi světovou špičku.
- Závazek ČR v Kjótském protokolu činí snížit svou produkci skleníkových plynů do horizontu let 2008 - 2012 o 8 % oproti hladině roku 1990.



## Klimaskeptici

- základní argumenty:
  - 1:12:05
  - mezi vědci neexistuje shoda, média a ekologisté přinášejí pouze jeden z mnoha vědeckých pohledů,
  - ke globálnímu oteplení nedochází – jedná se o běžné výkyvy v řádu desítek let,
  - k oteplení dochází z jiných důvodů nežli zvyšování CO<sub>2</sub>,
  - klimatické modely zanedbávají důležité zpětné vazby a předpokládají neadekvátně dramatické oteplení,
  - k oteplení dochází, ale ekonomické náklady omezení spotřeby fosilních paliv jsou výrazně vyšší nežli náklady na odstraňování následků změny

(43:28-49:25)