



**FCHg!**

Discover  
the energy  
of hydrogen

Grzegorz Karwasz  
Anna Kamińska

Universitatea Nicolaus Copernicus

Material didactic: Școala secundară

**Partea I: Schimbările climatice**

# Știri alarmante vine din întreaga lume



Focus (Italia) 2002:

Climatul se dezlănțuie  
Atlanticul e de vină.

Peste 10 ani, o scădere a  
salinității va stopa Curentul  
Golfului, încătușând Europa cu  
gheață.

Astăzi: inundații în nordul  
Europei, secete în Sud

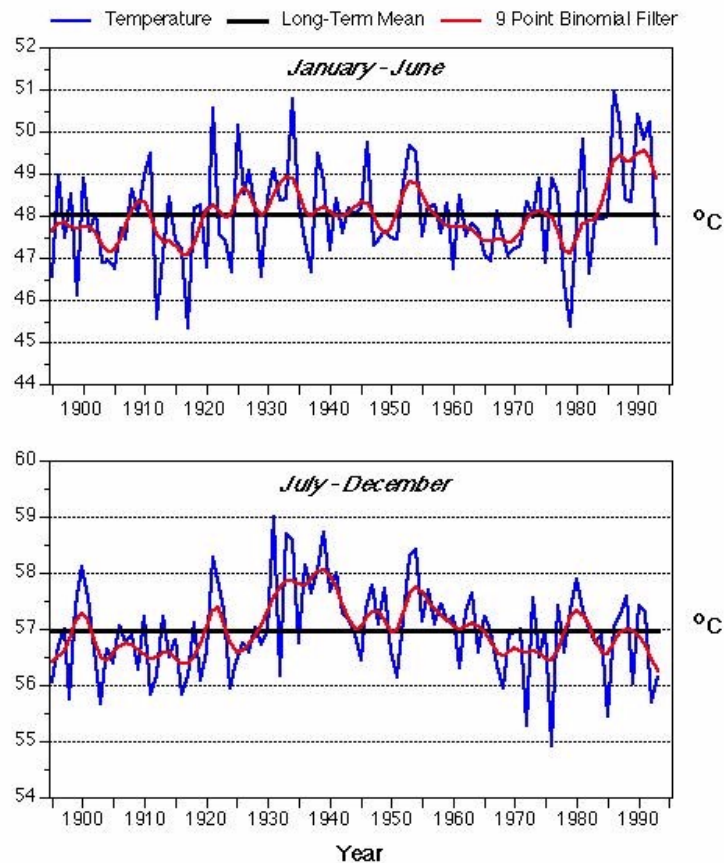
Ar trebui să ne fie frică?



This project has received funding from the Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking (JU) under grant agreement No 826246.  
The JU receives support from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme and Italy, Denmark, Poland, Germany, Switzerland.

# Există vreo schimbare climatică?

U.S. NATIONAL TEMPERATURE  
1895 - 1993



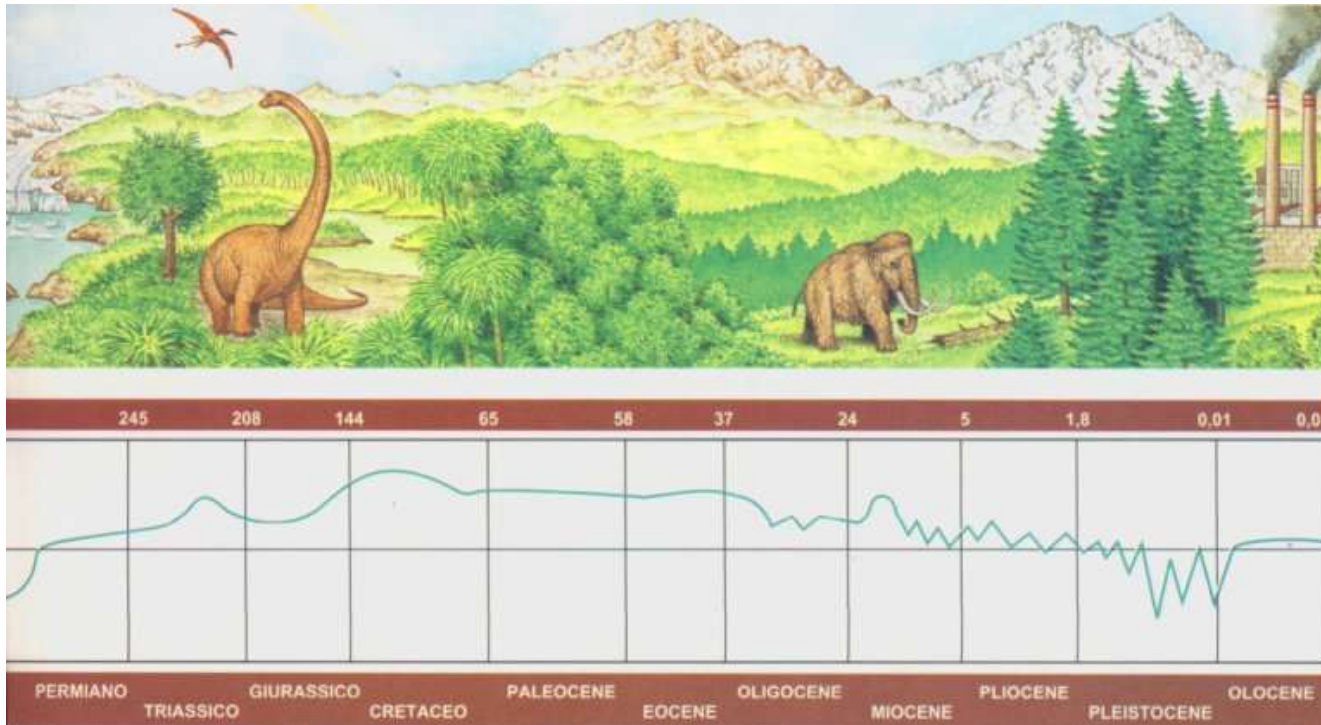
Chestiunea schimbărilor climatice este esențială pentru problema utilizării noilor tehnologii, inclusiv a celulelor de hidrogen. Așadar, au existat schimbări climatice în ultimii ani?

Din ilustrația alăturată, copiată în 1996 de GK dintr-un raport al Agenției Naționale pentru Ocean și Atmosferă din SUA, se pare că nu!

Între 1900 și 1990 au fost observate unele fluctuații de temperatură, poate chiar o creștere a temperaturii în emisfera nordică, dar echilibrată de o scădere în emisfera sudică.

Dar stați puțin! Care sunt anotimpurile ianuarie-iunie și iulie-decembrie? Iarnă Primăvară și Vară Toamnă?

# Cineva a spus că schimbările climatice de pe Pământ s-au întâmplat de multe ori în istorie



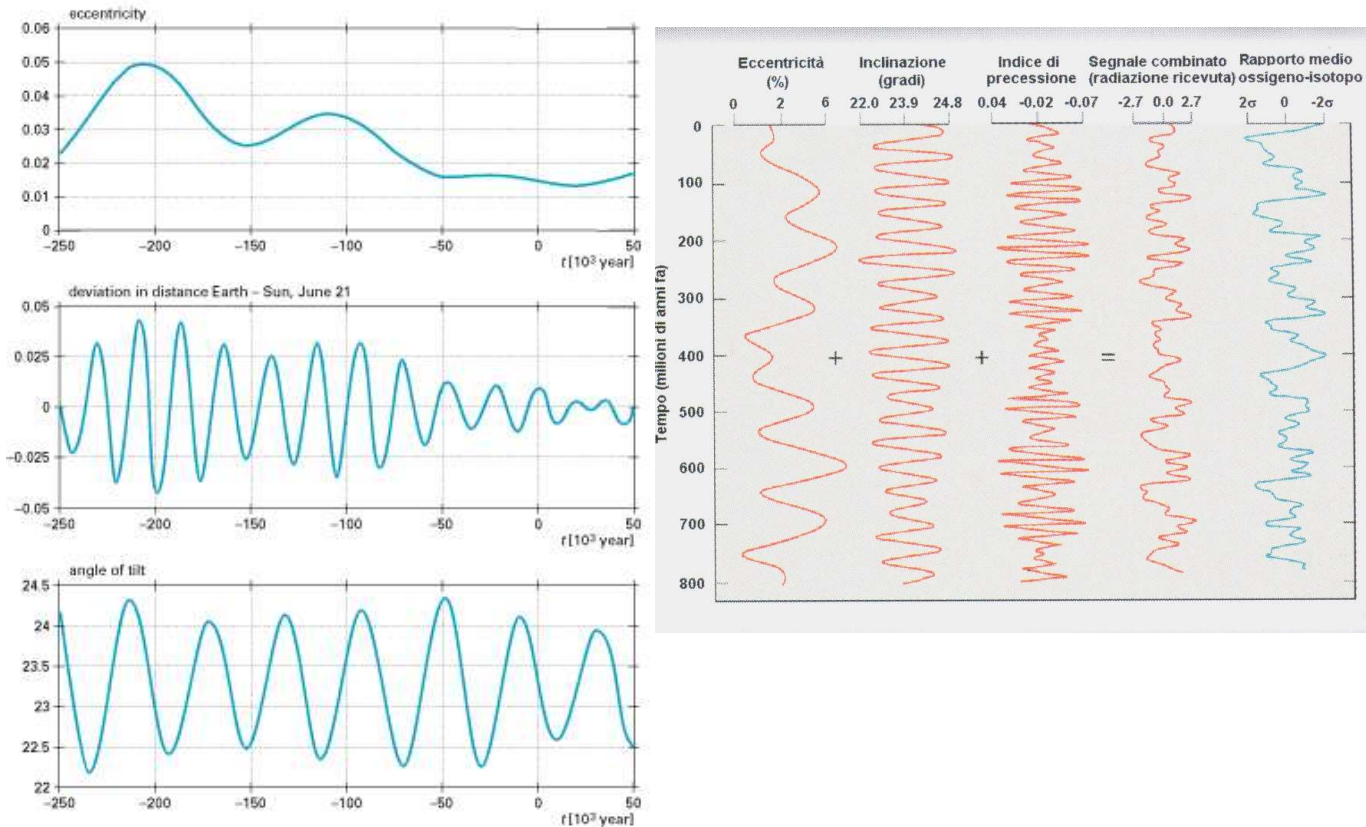
Scienze, ediția italiană a revistei Scientific American, ~2002

Această ilustrație arată nu numai că schimbările climatice au avut loc de multe ori în istorie, ci și că în urmă cu 100-200 de milioane de ani (în epoca dinozaurilor) clima era mult mai caldă.

Fluctuațiile s-au "accelerat" în ultimul milion de ani, cu tranziții rapide de la ere glaciare la perioade mai calde între ele.

(Rețineți că scara de timp este logaritmică.)

# Da! Clima s-a schimbat întotdeauna. De exemplu, ciclurile astronomice (Milankovic)



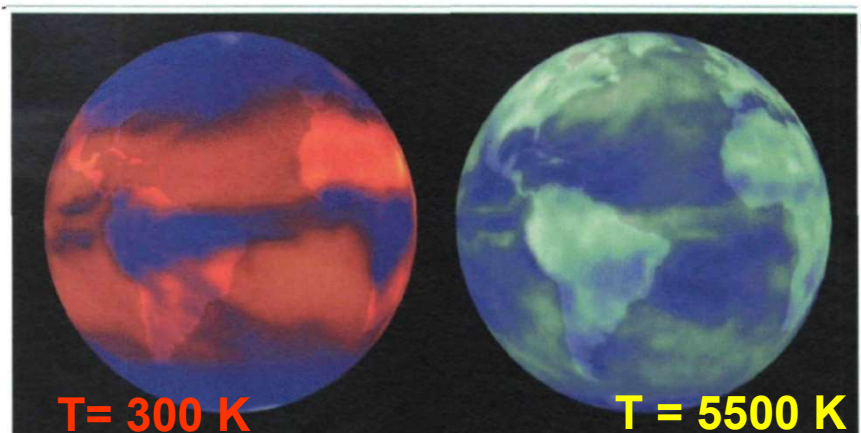
„Motorul” pentru clima Pământului este radiația solară: 1340 W/m<sup>2</sup>. Aceasta este cunoscută sub numele de constanta solară, care variază cu mai puțin de 0,1%.

Perturbațiile periodice ale parametrilor orbitei Pământului, printre altele, sunt sursa micilor schimbări:

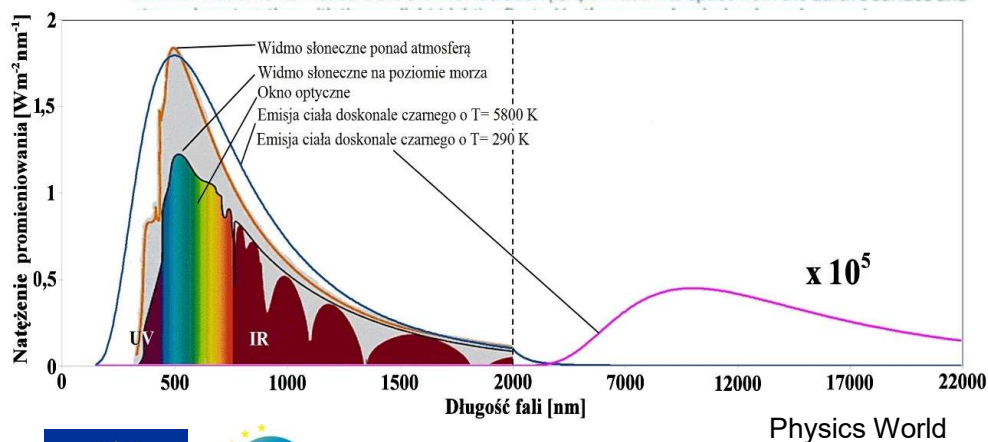
- "aplatizarea" elipsei
- înclinarea axei de rotație a Pământului
- distanța față de Soare

Fiecare dintre aceste schimbări are o perioadă caracteristică, măsurată în mii (sau chiar zeci și sute de mii) de ani. În concluzie, acest lucru coincide cu variabilitatea erelor glaciare și este evident în schimbările de temperatură (măsura <sup>18</sup>O).

# Deci activitatea umană nu are niciun efect? Trebuie mai întâi să înțelegem mecanismul...



Satellite instruments measure the thermal radiation (left) emitted into space from the Earth's surface and



Physics World

Pământul rămâne într-o stare de echilibru termodinamic, deci, aceeași cantitate de energie care vine de la Soare trebuie să fie emisă. E o singură diferență.

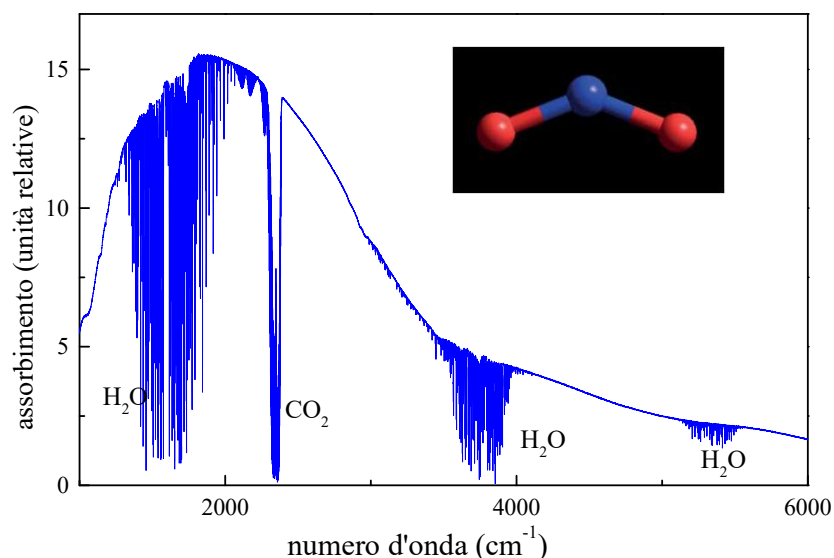
Soarele este considerat un corp perfect negru, cu o temperatură de 5500 K (adică emite lumină vizibilă, a se vedea curba din stânga în panoul inferior). Temperatura medie a Pământului este de 300 K, ceea ce corespunde emisiilor în infraroșu.

Panoul superior prezintă reflexia luminii vizibile (în dreapta) și a emisiilor de infraroșu: cele mai fierbinți, în medie, sunt Sahara și zonele intertropicale.

Panoul inferior arată, de asemenea, că atmosfera este aproape transparentă în lumină vizibilă. Nu este cazul cu infraroșu. Acesta are un impact mare asupra echilibrului energetic.



# Atmosfera Pământului *nu* este transparentă în infraroșu. Cauza este reprezentată de urme de gaze multiatomice



Gazele multiatomice, spre deosebire de  $N_2$ ,  $O_2$  și  $Ar$  (principalele componente ale atmosferei Pământului) absorb radiațiile infraroșii (IR). Acest lucru se datorează faptului că pot vibra (de fapt, radiația IR induce vibrații). Molecula  $H_2O$  este deosebit de eficientă în absorbția radiațiilor IR: în plus față de vibrații, se poate roti. Acest lucru se manifestă ca un „pieptene” larg în spectrul de absorbție.

$CO_2$  nu este la fel de eficient în absorbția radiațiilor IR, dar după cum puteți vedea în distribuția spectrală, „închide” fereastra deschisă de  $H_2O$ .

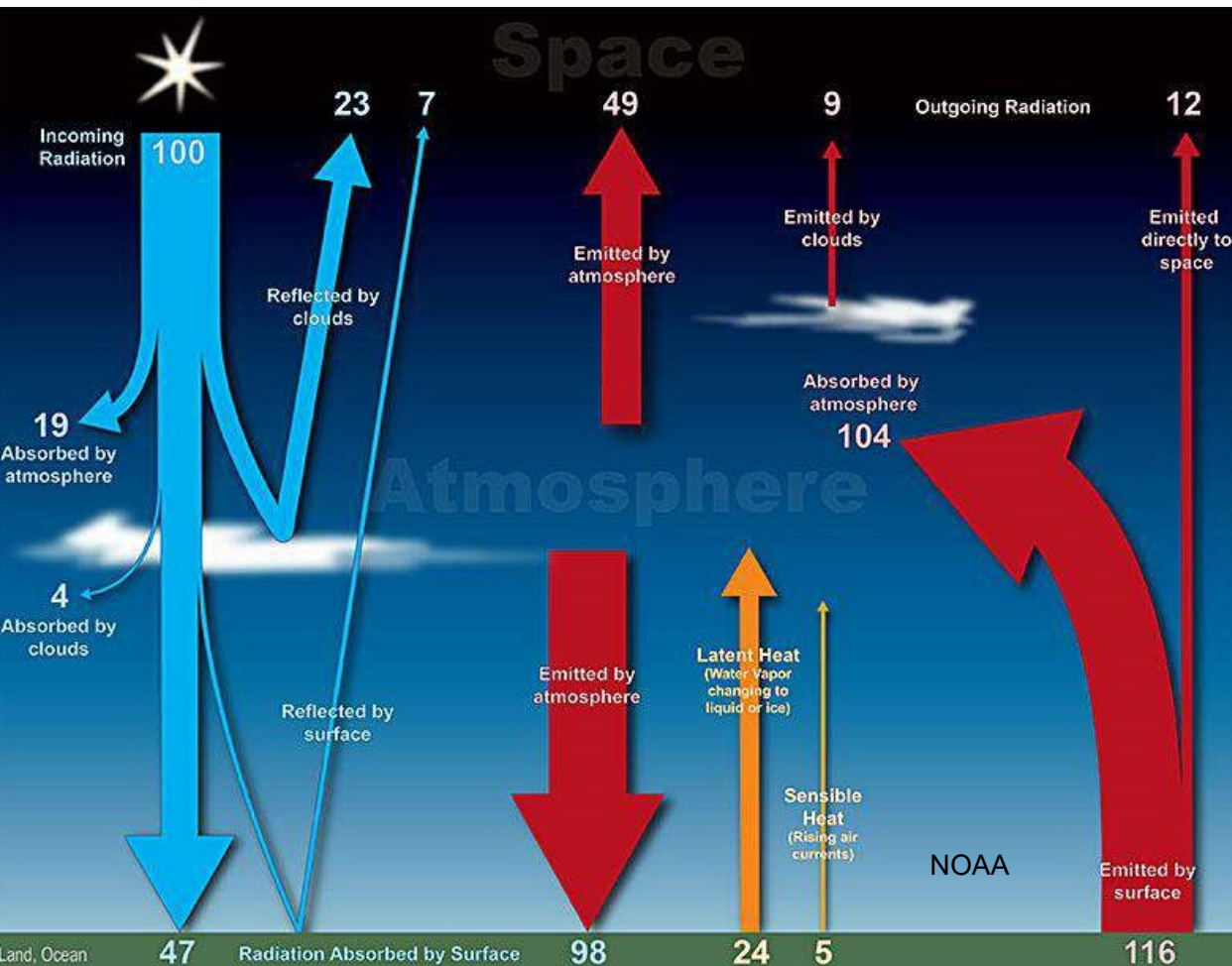
Astfel, principalul gaz cu efect de seră este  $H_2O$ , dar  $CO_2$  acționează ca un regulator de temperatură.

A feather blanket above Earth



$H_2O$ :  $-18^{\circ}C \rightarrow +15^{\circ}C$       $CO_2$ :  $+15^{\circ}C \rightarrow ?$

# Din cauza prezenței atmosferei, echilibrul energetic al Pământului este complicat..



Balanța energetică a Pământului se bazează pe energia de la Soare (100%), energia reflectată de nori (23%) și suprafață (7%): doar 47% din energia care cade este absorbită de Pământ.

Cea mai mare parte a energiei absorbite este trimisă în spațiu ca radiație IR (săgeată roșie). În acest moment, devine important să interacționăm cu atmosfera: IR este absorbită și o parte din această energie revine la suprafață.

Aceasta face ca întreaga cantitate de energie pe care Pământul o folosește să fie de 116%.

Este ca jucătorii de ping-pong calificați: se pare că joacă mai mult de o minge.

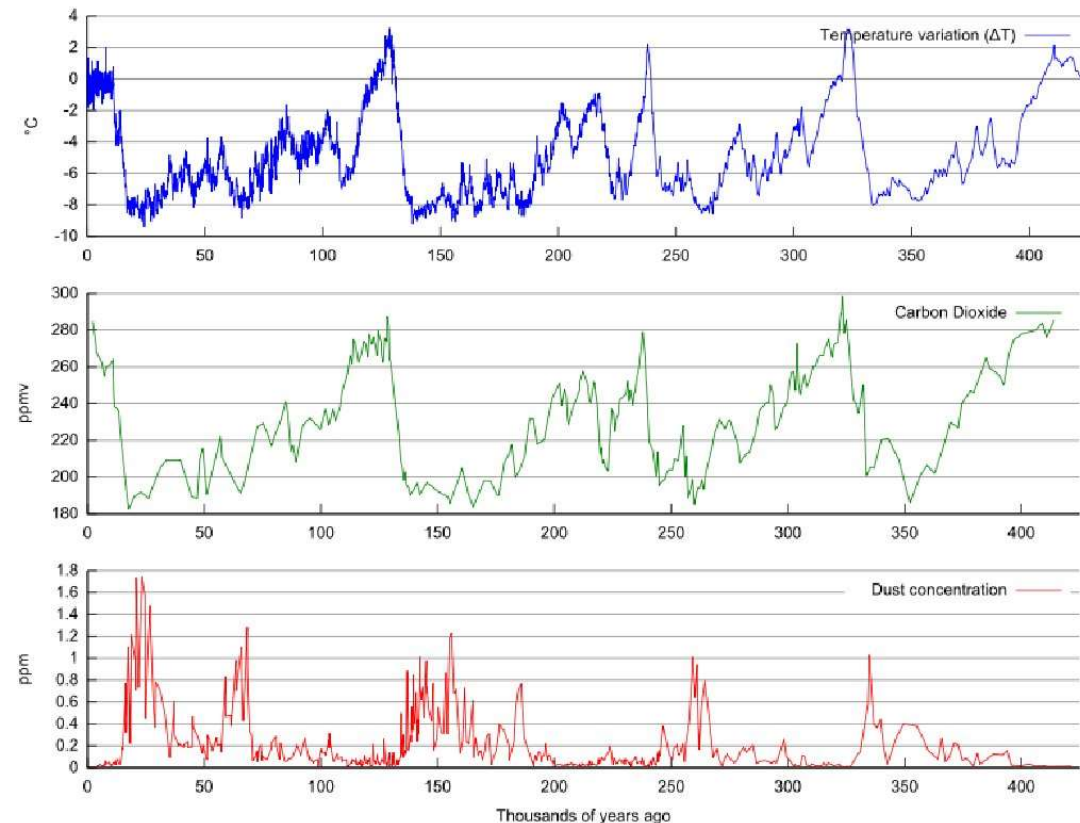
# Există o corelație între conținutul de CO<sub>2</sub> și temperatura Pământului?

Înțelegem deja mecanismul absorbției IR în atmosferă și echilibrul energetic. Putem verifica pe baza datelor paleontologice existența unei relații între conținutul de CO<sub>2</sub> și temperatura medie a Pământului?

Pe baza cercetării înghețatei antarctice, putem determina conținutul de  $T$  și CO<sub>2</sub> cu până la 400.000 de ani în urmă ( $T$  este determinat de conținutul de <sup>18</sup>O, care este mai mic la  $T^*$  inferior).

Relația puternică dintre **temperatură** (curba de sus) și conținutul de **CO<sub>2</sub>** (curba din mijloc) **nu este contestată**.

Praful din atmosferă (de exemplu, cel vulcanic) scade  $T$  (curba inferioară)



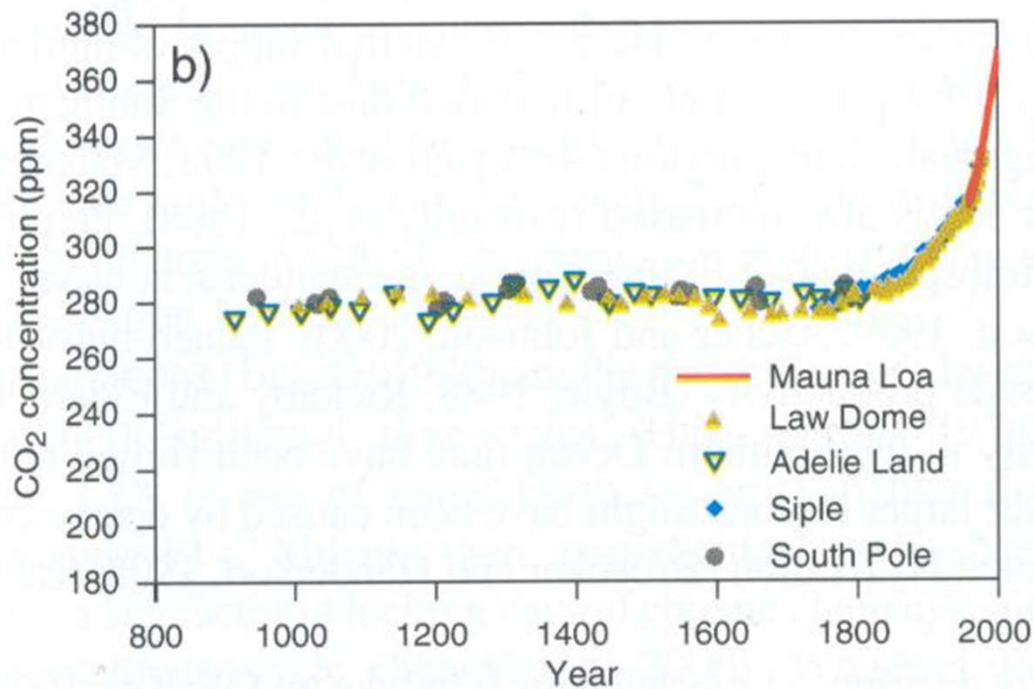
NOAA



This project has received funding from the Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking (JU) under grant agreement No 826246. The JU receives support from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme and Innovation Union.

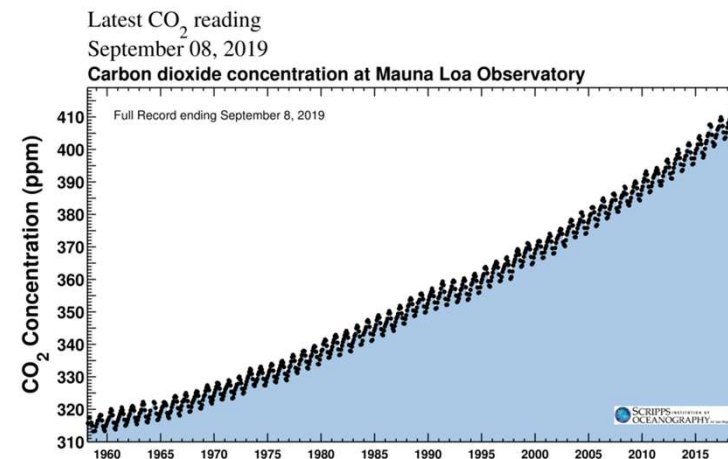
[https://en.wikipedia.org/wiki/Oxygen\\_isotope\\_ratio\\_cycle](https://en.wikipedia.org/wiki/Oxygen_isotope_ratio_cycle)

# Acum vom verifica înregistrările istorice ale CO<sub>2</sub> în atmosferă



Nivelul de CO<sub>2</sub> a fost stabil în ultimul mileniu: **280 ppm.**

Creșterea a început în jurul anului 1850, odată cu începutul erei industriale.

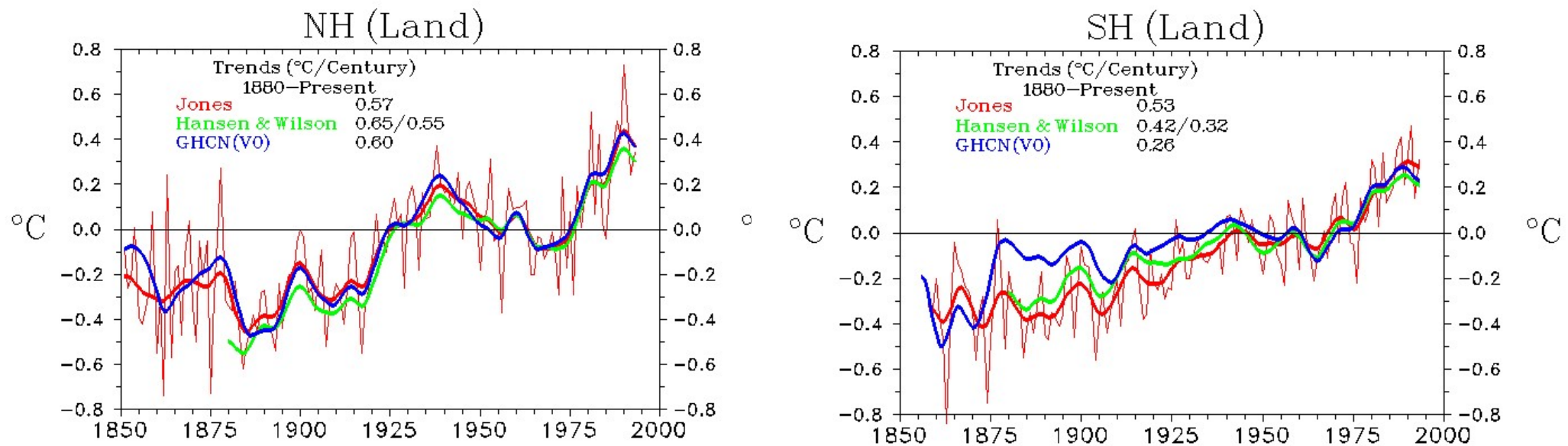


Sursă: Scripps Institution of Oceanography.

Acum depășește 415 ppm: cu **aproape 50% mai mult!**



# Acum suntem pregătiți să vedem din nou dacă temperatura globală este în creștere



Acum vom face mai bine: prezentarea separată a rezultatelor pentru emisfera nordică (mai mult pământ sau praf) și emisfera sudică (mai multe oceane).

**Fără îndoială: temperatura globală (până în 1996) a crescut cu aproximativ +0,4-0,6°C**

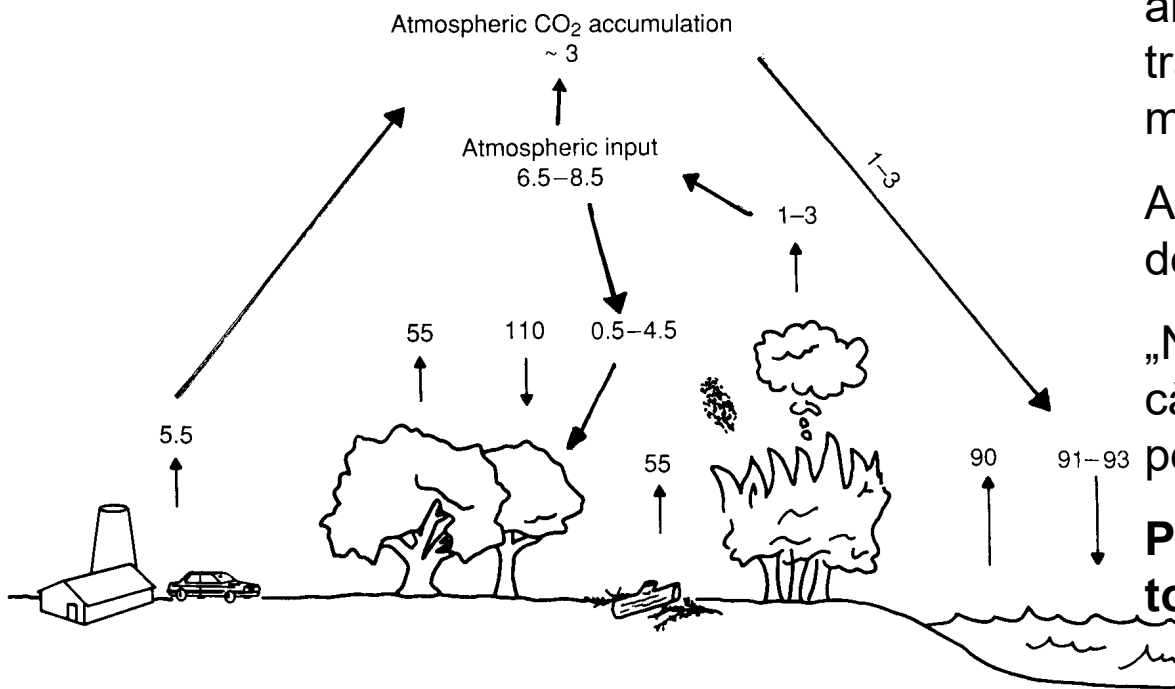


Sursă: NOAA, date consultate (GK) în 1997.

This project has received funding from the Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking (JU) under grant agreement No 826246.  
The JU receives support from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme and Italy, Denmark, Poland, Germany, Switzerland.

# De ce există atât de mult carbon în aer?

## Bilanțul global al carbonului



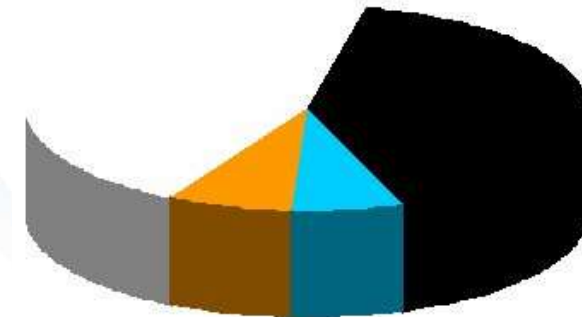
Peixoto, Physics and Chemistry of Atmosphere

50% din emisiile de carbon în atmosferă în fiecare an sunt prelucrate de instalații. Industria și transporturile adaugă 5% din totalul de CO<sub>2</sub>: cea mai mare parte este absorbită de plante.

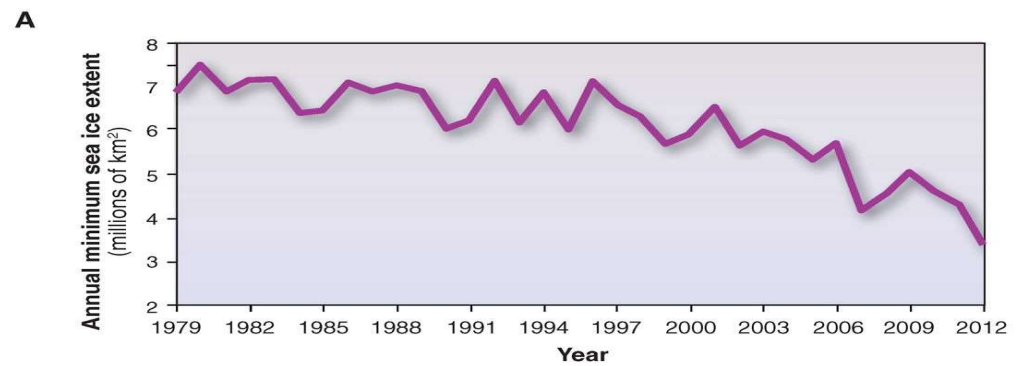
Această cantitate - 5% - corespunde cu cantitatea de combustibili fosili arși până în prezent.

„Nature” (2002) estimează rezervele rămase: cărbunele este suficient pentru 202 ani, gazul pentru 55 de ani, iar petrolul pentru 37 de ani.

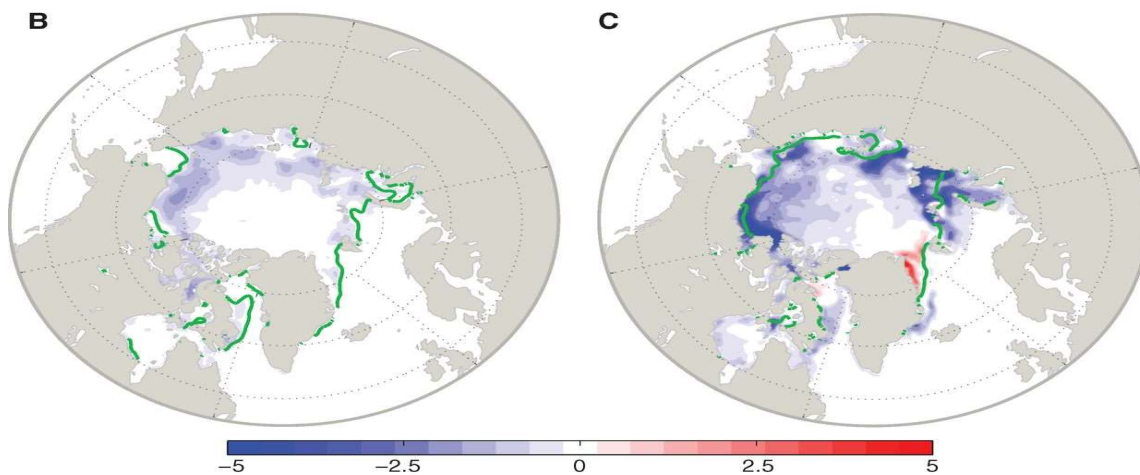
**Partea care lipsește din diagrama de mai jos - tortul a fost deja consumat!**



**Fig. 2 Tendințe privind gheața marină arctică. Suprafața minimă anuală de gheață (A) a scăzut dramatic între 1979 și 2012.**

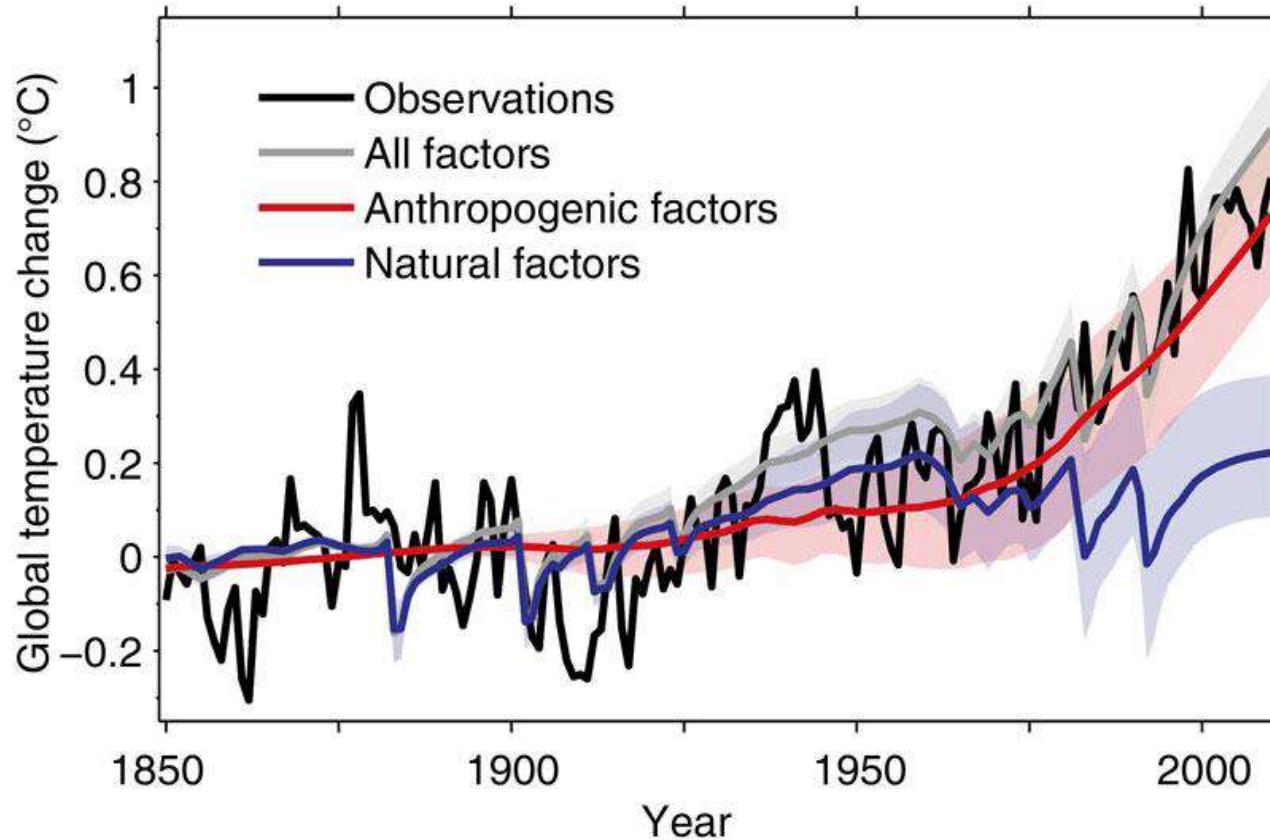


Arctica:  
Jumătate din gheață a dispărut



E Post et al. Science 2013;341:519-524

# Fizicienii fac bilanțul (2012)



Physics World, 2012

Procesul de încălzire globală se accelerează.

Într-o etapă ulterioară, după cum știm din înregistrările paleologice, clima poate arăta instabilitate: energia suplimentară „pompată” în sistem poate amplifica aceste perturbări.

Cauza schimbărilor climatice este arderea resurselor naturale pe bază de cărbune.

Tehnologiile pe bază de **hidrogen** nu utilizează cărbune.

Fără îndoială, plantele se pot bucura de o creștere a CO<sub>2</sub> oamenii sunt afectați de această creștere.

**Viitorul este aproape..**



# Propunerea de dezbateri a elevilor



- Pregătiți, pentru următoarea lecție, argumente pentru sau împotriva tezei privind încălzirea globală.
- Încercați să găsiți diferite aspecte ale problemei.
- Ce schimbări sunt cele mai periculoase?
- Există beneficii potențiale?
- De asemenea, discutați despre posibilele costuri ale atenuării schimbărilor climatice, cine ar trebui să suporte aceste costuri?



This project has received funding from the Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking (JU) under grant agreement No 826246.  
The JU receives support from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme and Italy, Denmark, Poland, Germany, Switzerland.



Înceiem cu încă o copertă  
"Focus":

**Vine era hidrogenului**

Noul combustibil va face  
lumea mai echitabilă, mai  
pașnică și mai curată

