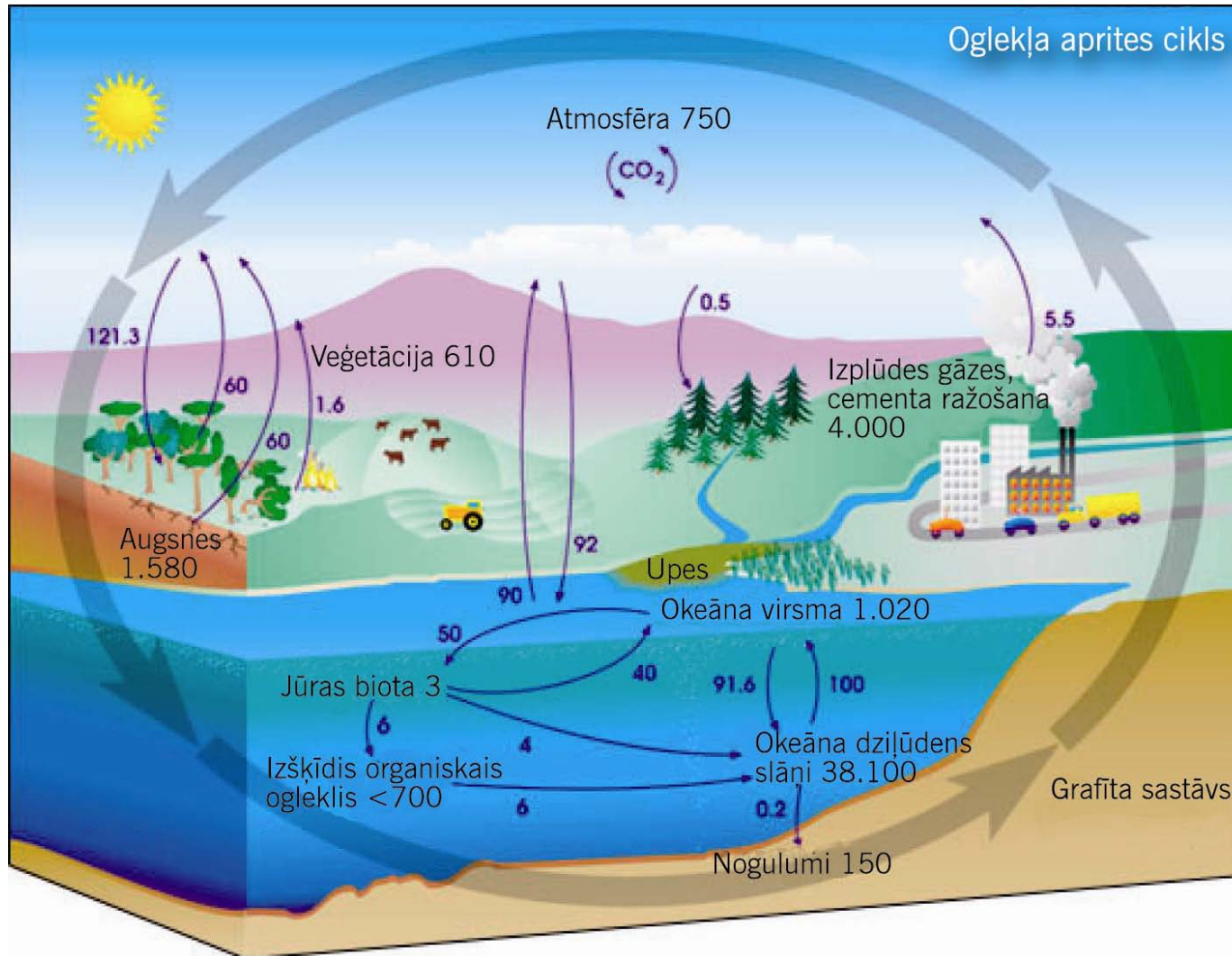


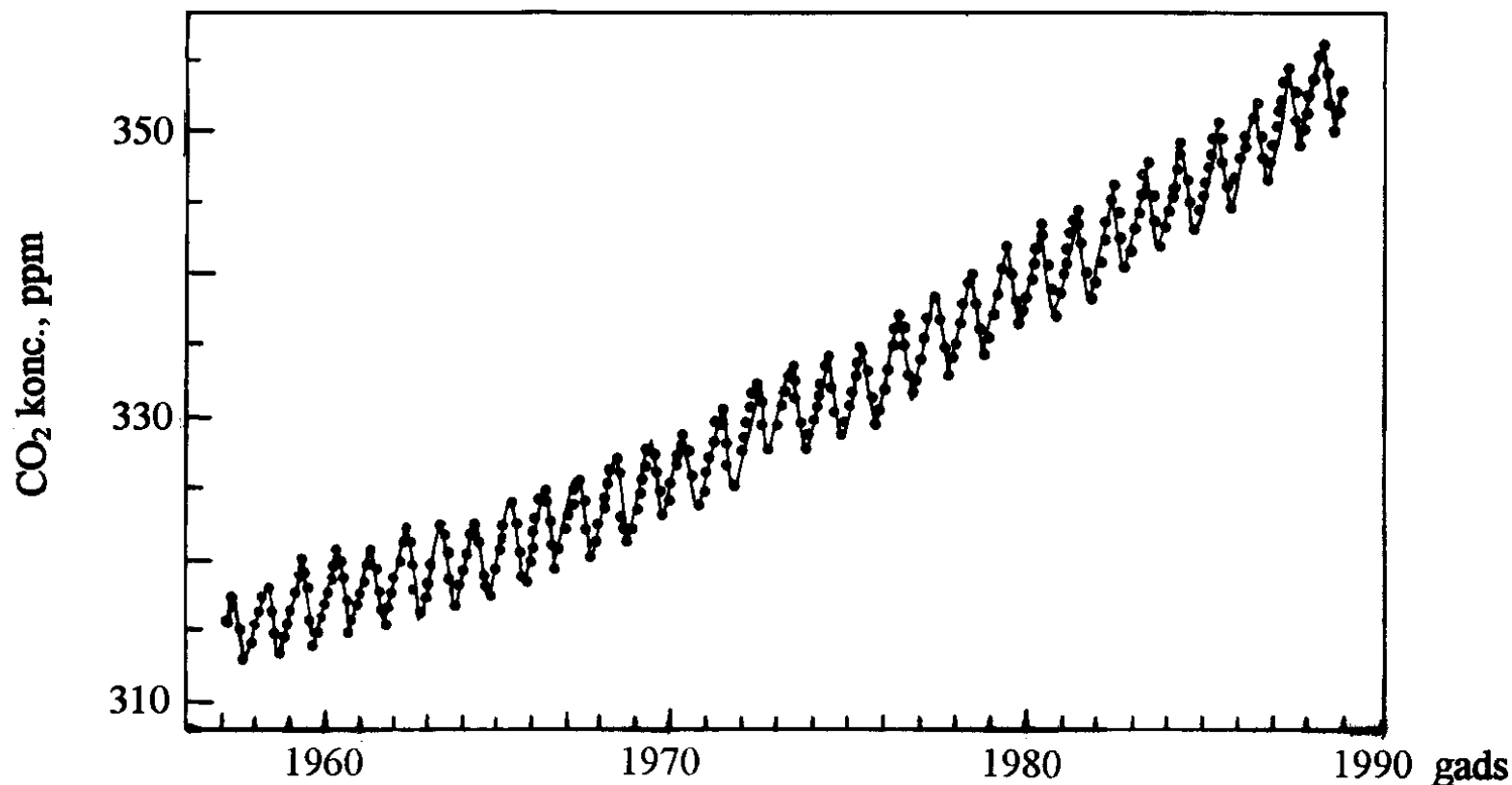
Globālās klimata pārmaiņas



Oglekļa aprites cikls

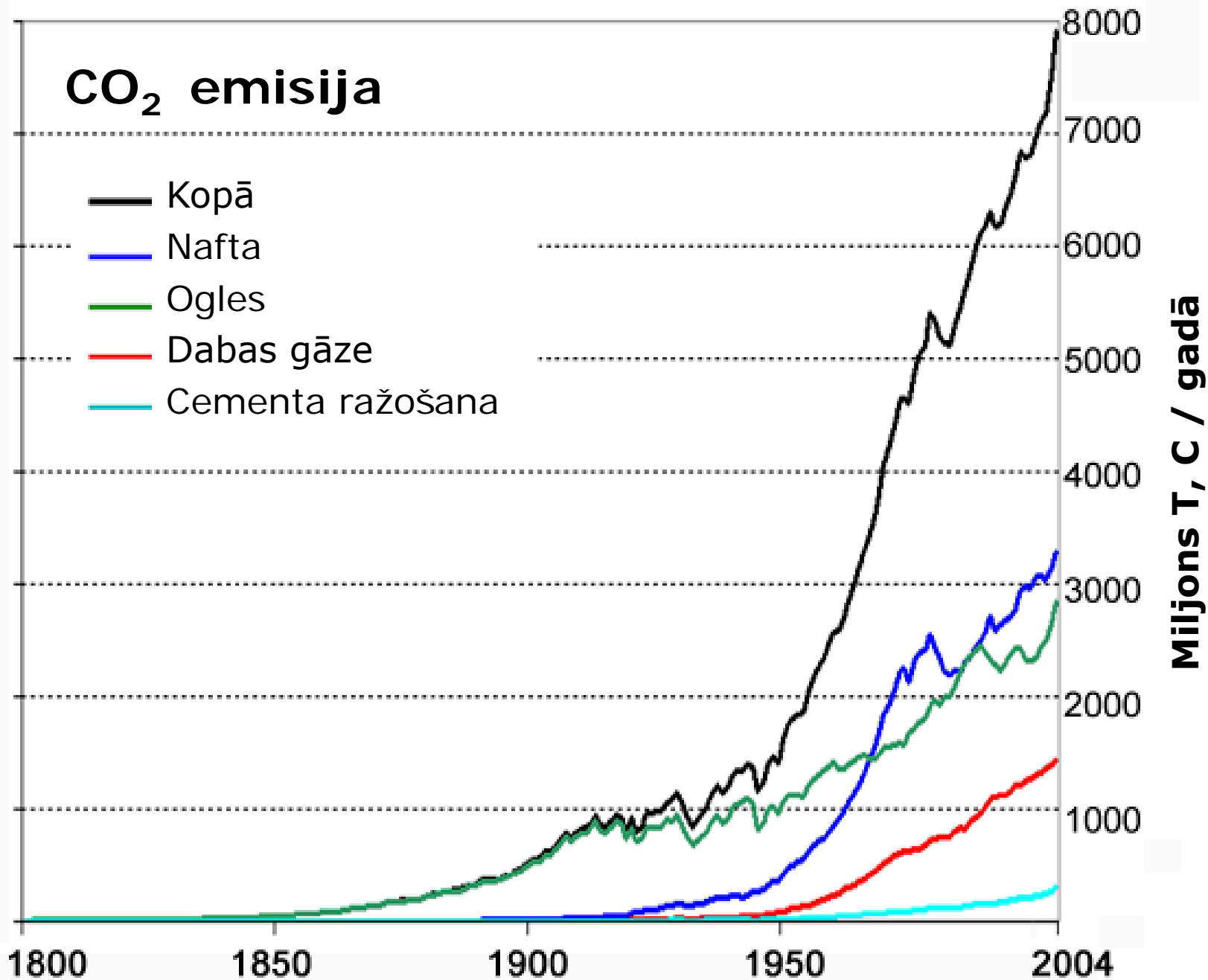


Ogļskābās gāzes koncentrācijas atmosfērā izmaiņas (Mauna Loa observatorijā)

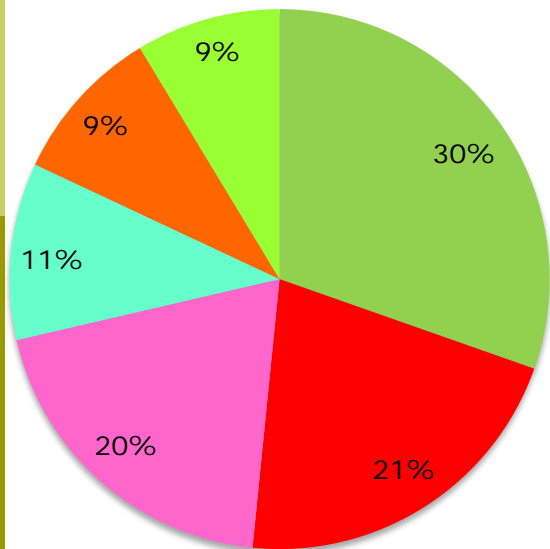
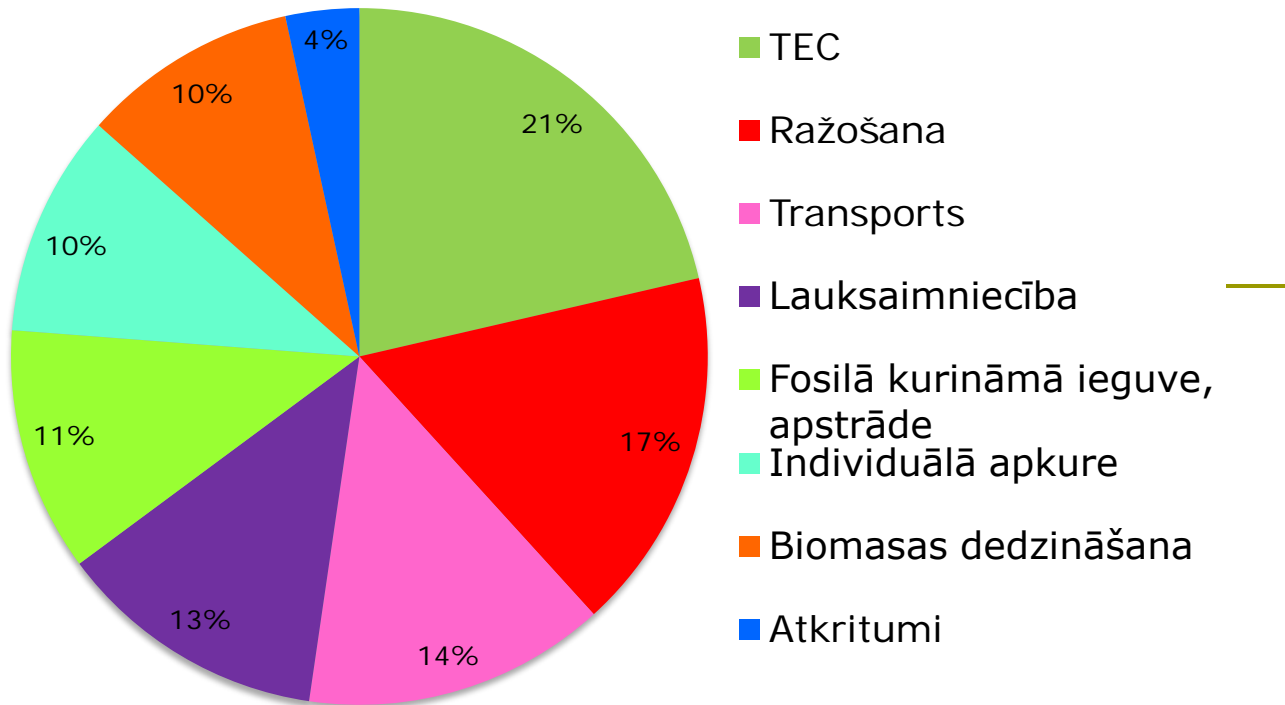


CO₂ emisija

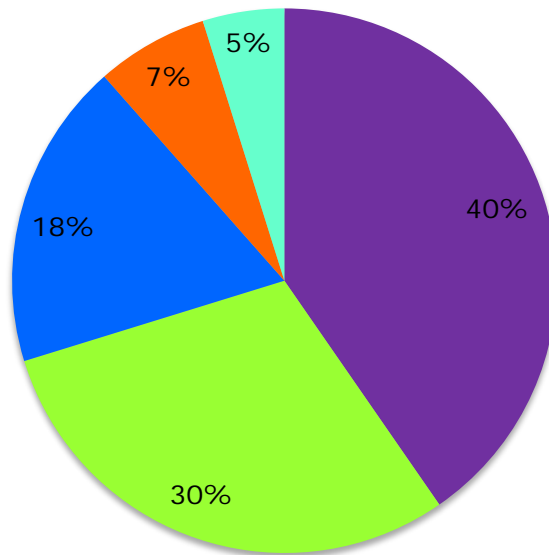
- Kopā
- Nafta
- Ogles
- Dabas gāze
- Cementa ražošana



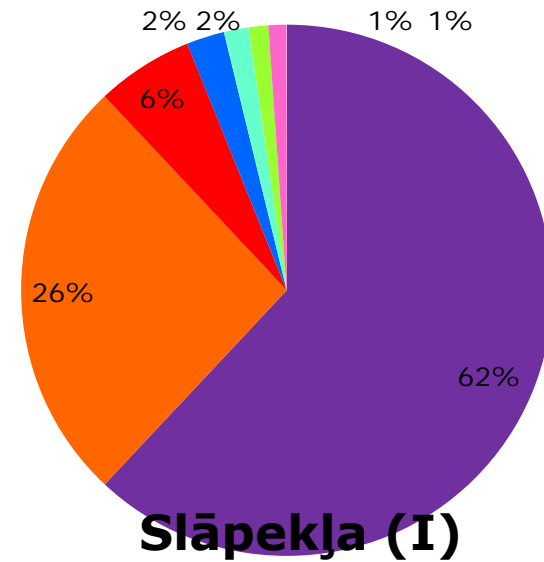
SEG emisijas



**Oglekļa dioksīds
(72%)**

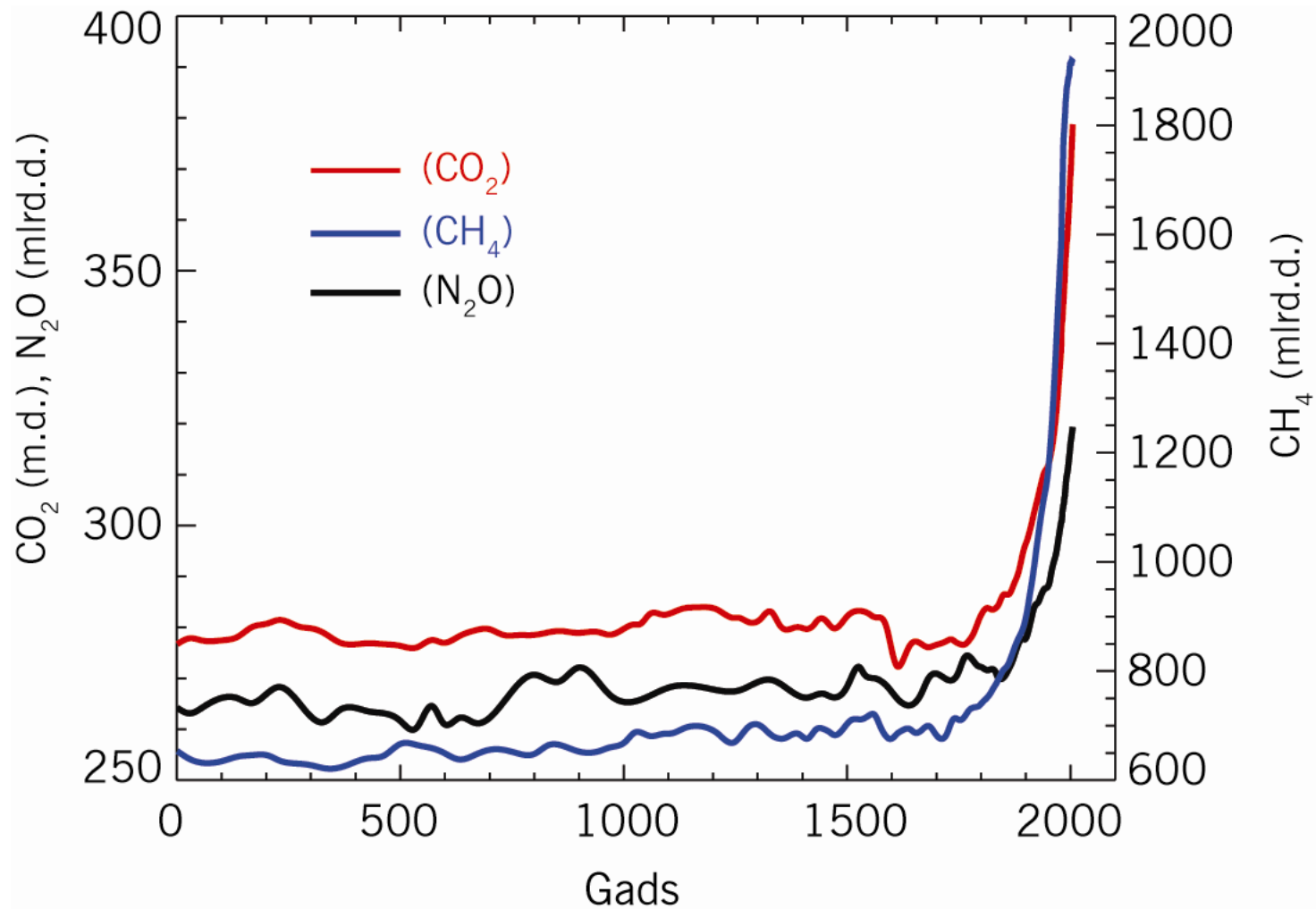


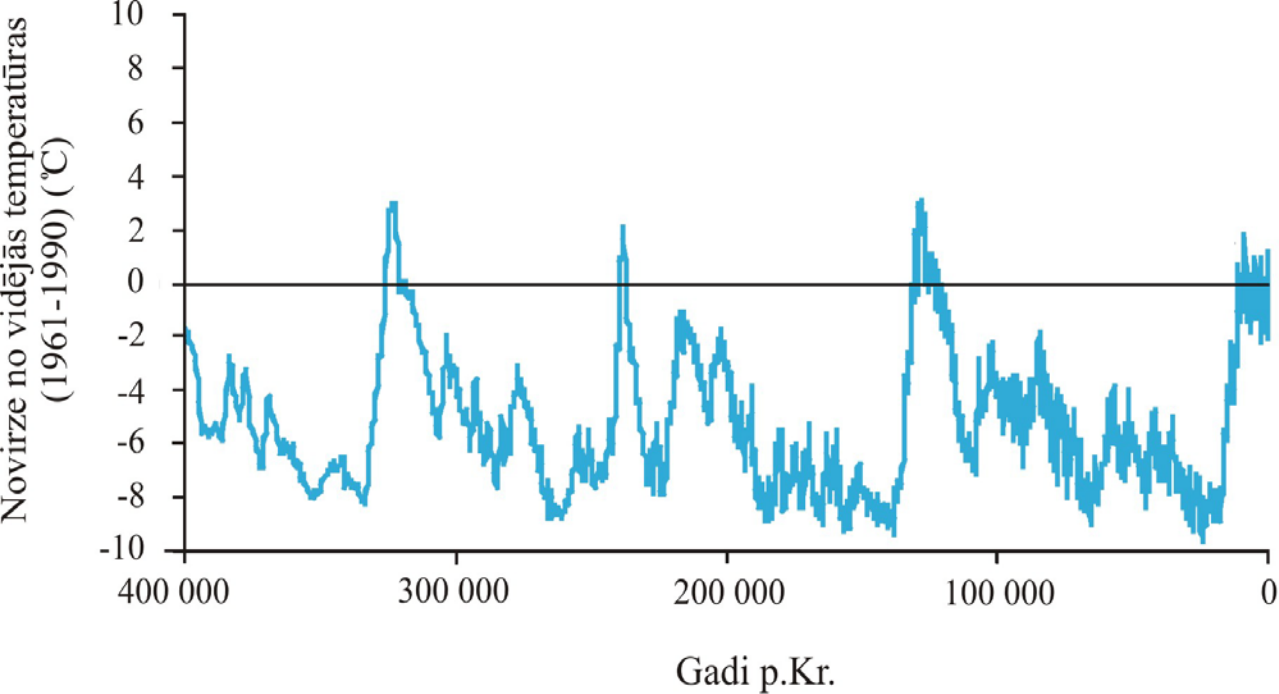
**Metāns
(18%)**



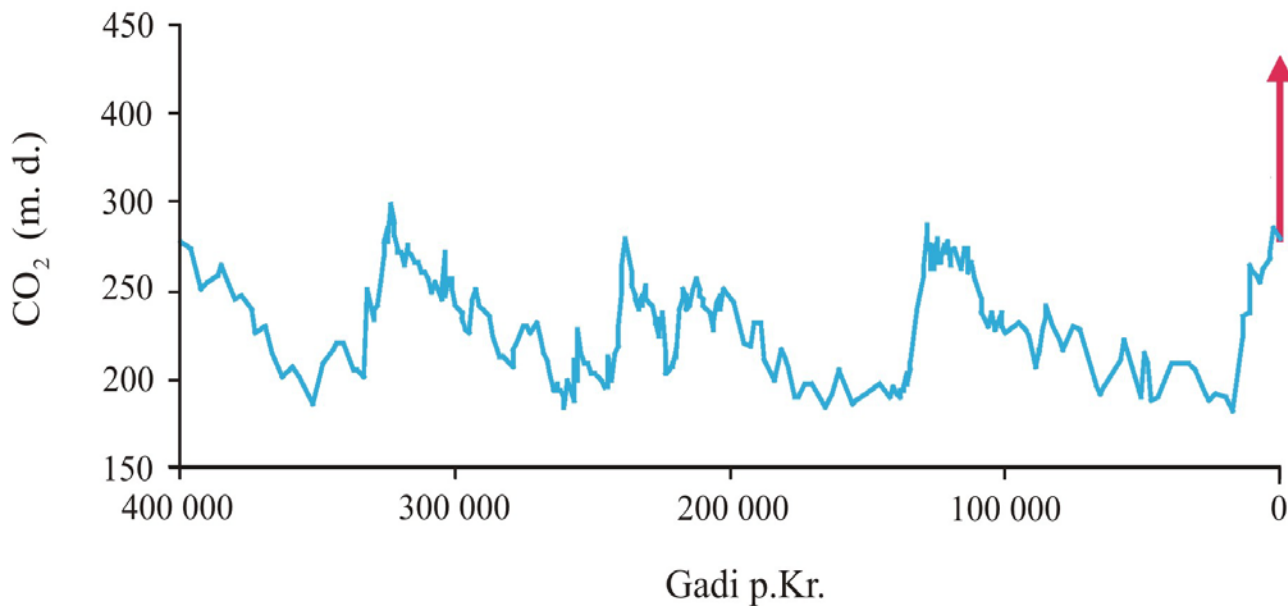
**Slāpekļa (I)
oksīds
(9%)**

Siltumnīcefekta gāzu vēsturiskā mainība





CO₂ koncentrācijas mainība un temperatūra



Barnola, J.-M., D. Raynaud, C. Lorius, and N.I. Barkov. 2003. Historical CO₂ record from the Vostok ice core. In *Trends: A Compendium of Data on Global Change*. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A.

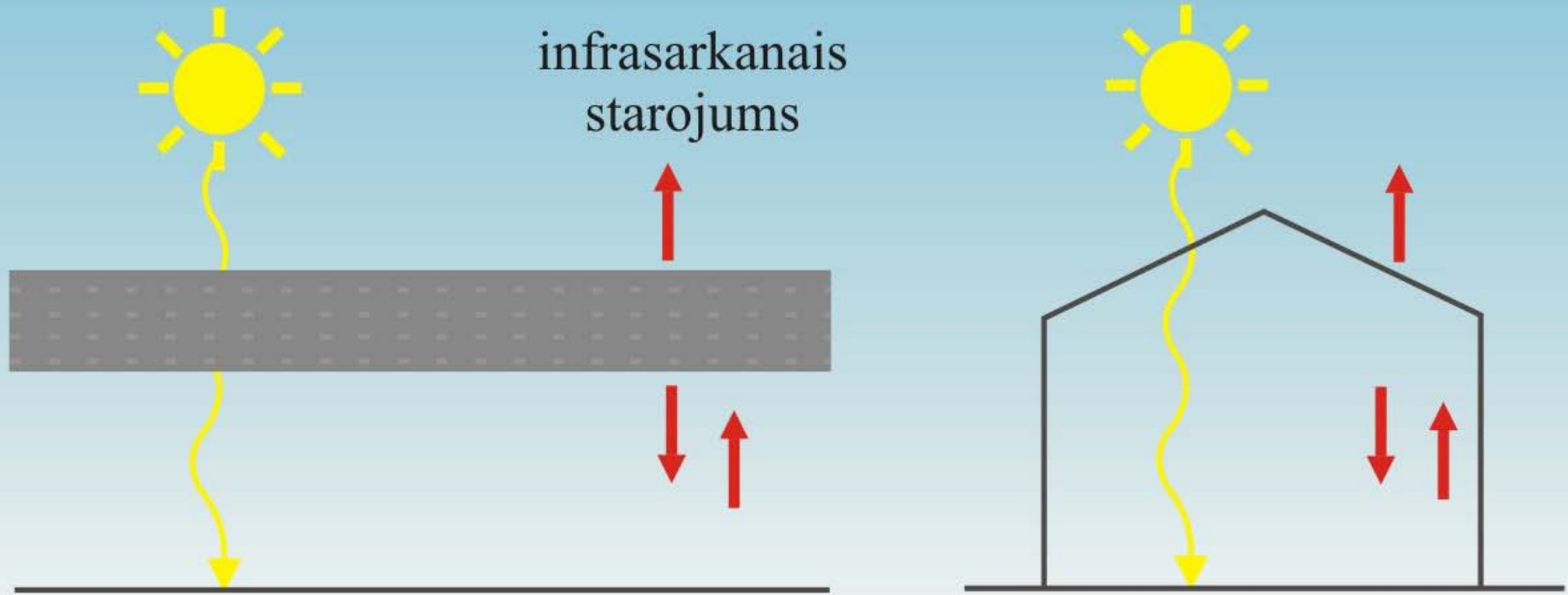
Siltumnīcefekts



Elektromagnētiskā starojuma absorbcijas princips Zemes atmosfērā

Saules starojums

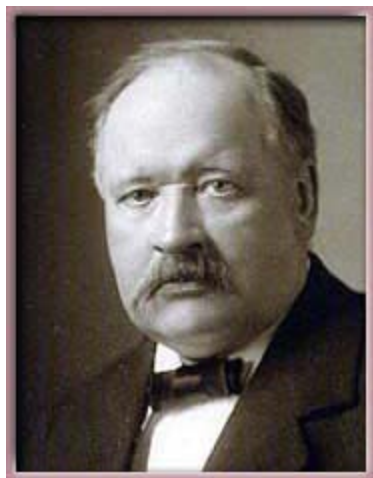
infrasarkanais
starojums



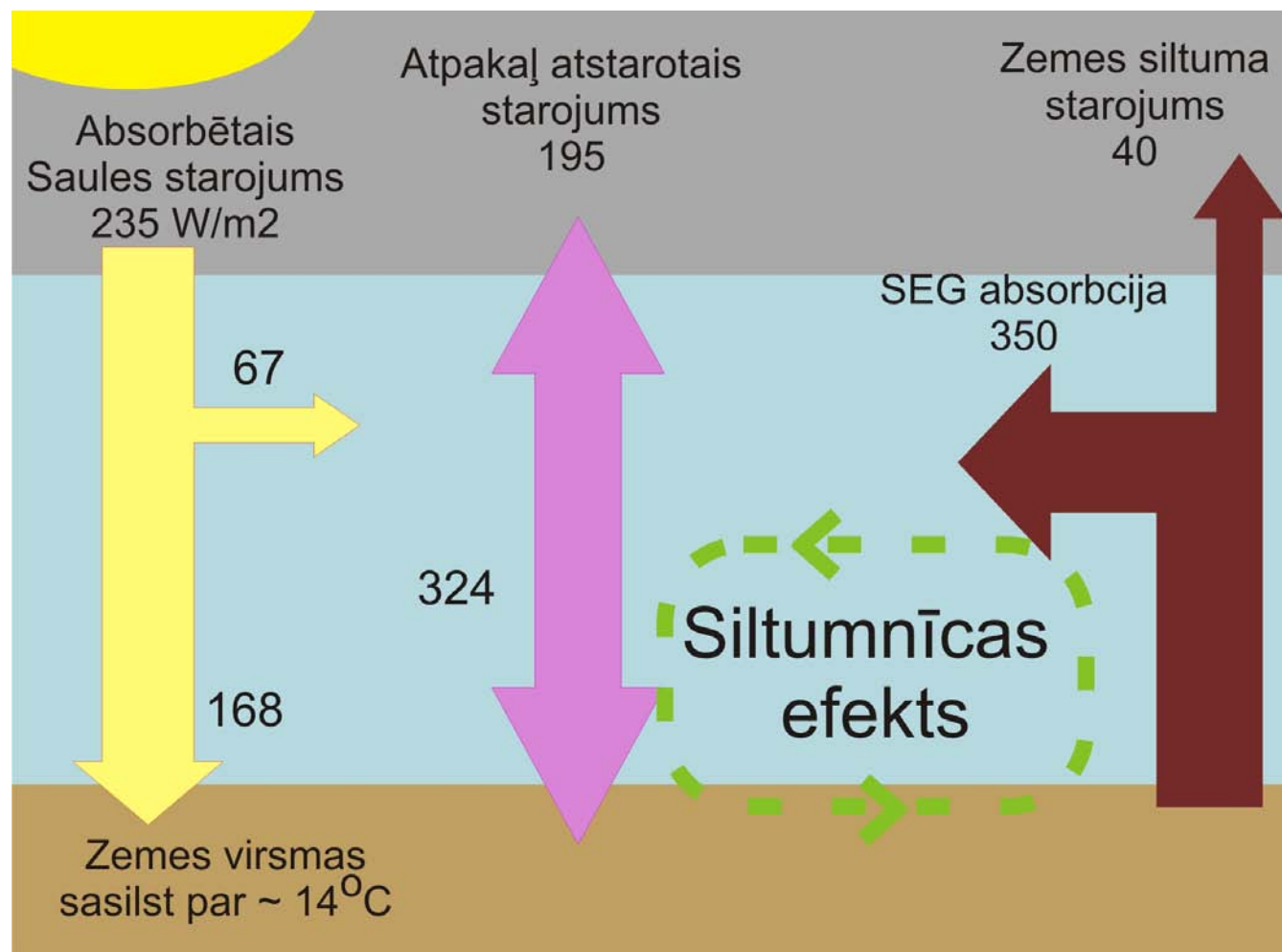
Stefana-Bolcmana likums

- $J = \varepsilon\sigma T^4$
- Temperatūru uz Zemes nosaka līdzsvars starp ienākošo Saules starojuma enerģiju un no Zemes virsmas atstaroto enerģiju. Saules enerģijas daļu, kas tiek atstarota, sauc par albedo. Atstarots no zemes virsmas tiek vispirms starojums ar augstu viļņa garumu- infrasarkanais starojums, un to var aprakstīt ar Stefana-Bolcmana likumu:
- ε - konstante, kas apraksta atstarošanas intensitāti no Zemes virsmas (vidēji 0.97 ūdens virsmai);
- σ -absolūti melnā ķermeņa starojuma konstante $5.7 \times 10^{-12} \text{ W/cm}^2\text{K}^4$;
- T-absolūtā temperatūra.

Siltumnīcas efekts



Svante Arrhenius



Siltumnīcas efekts nenosaka tikai Zemes klimatu..

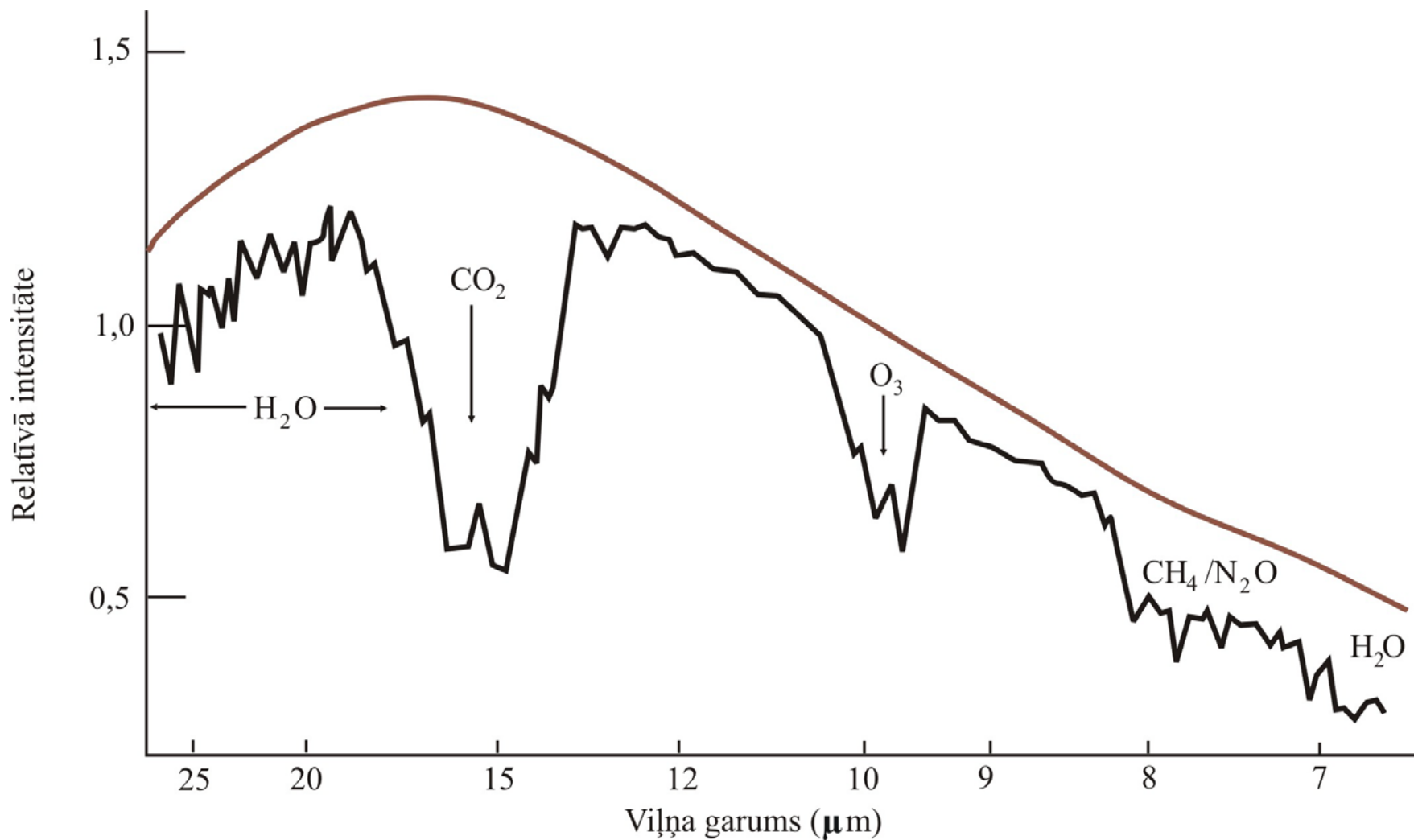


Pateicoties
atmosfēras sastāvam
(CO₂, SO₂, ūdens
tvaiki), temperatūra
uz Venēras sasniedz
> 400 C

Siltumnīcas efektu veidojošās gāzes

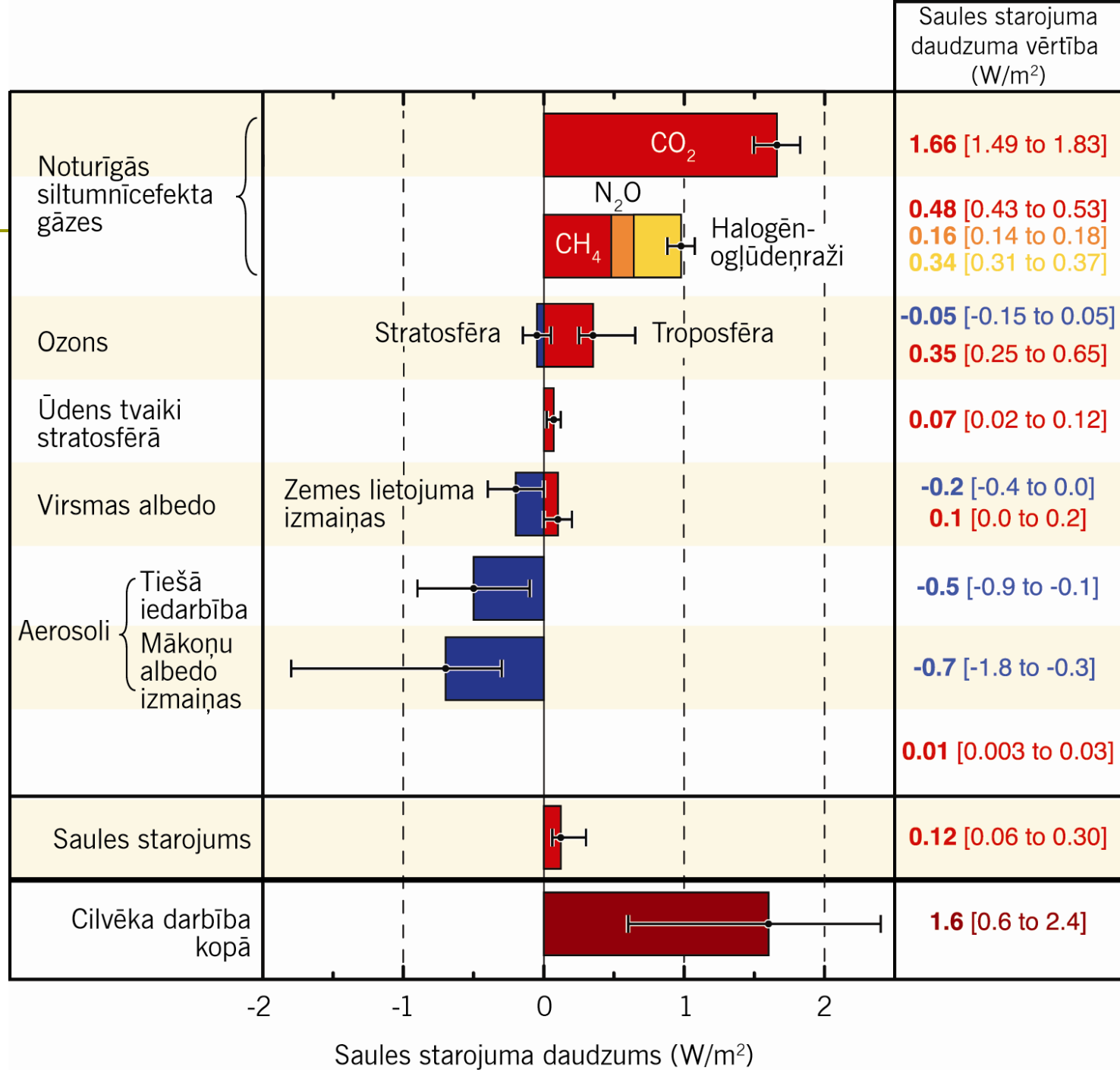


Siltumnīcefekta gāzu sorbcija

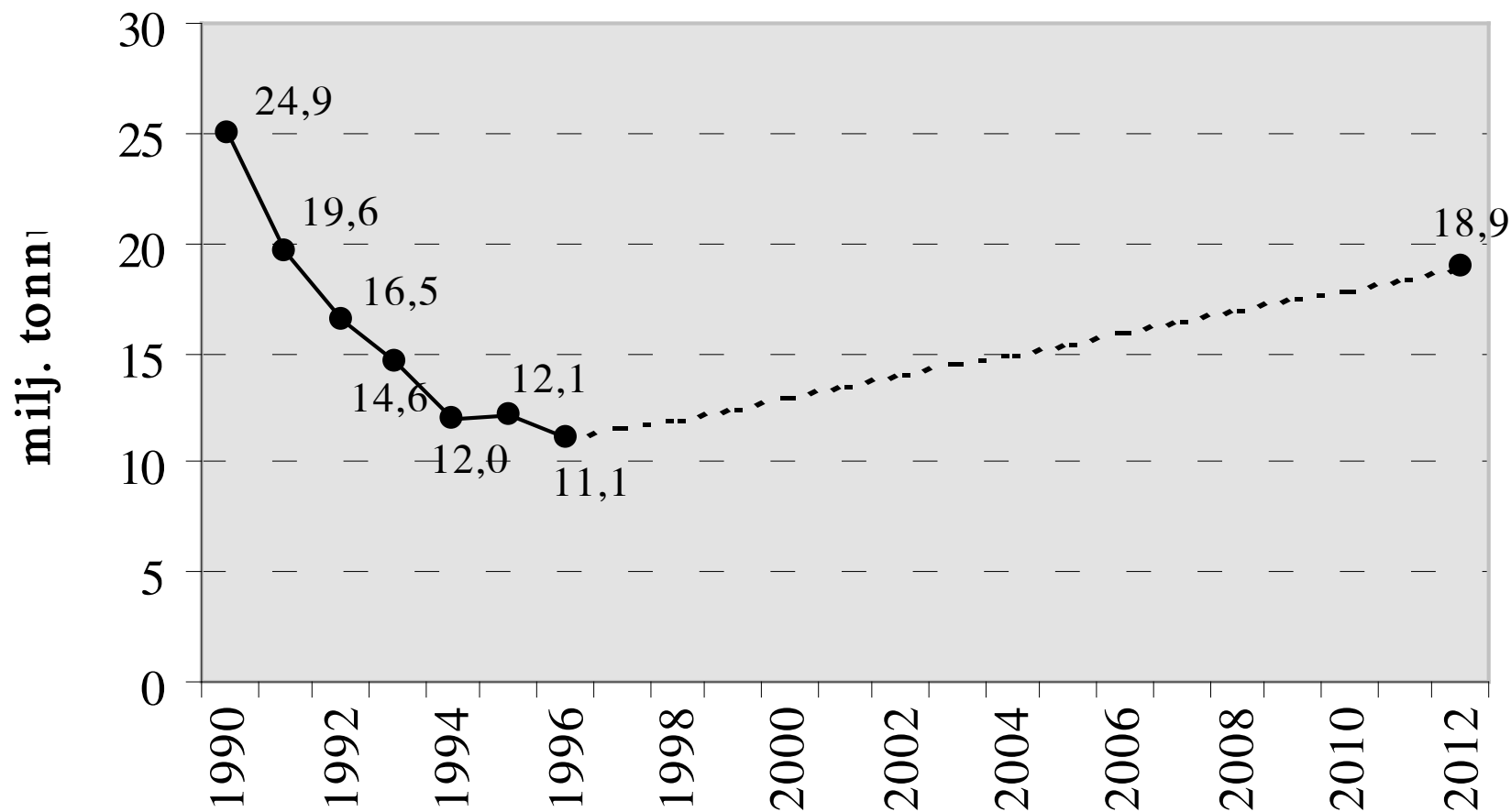


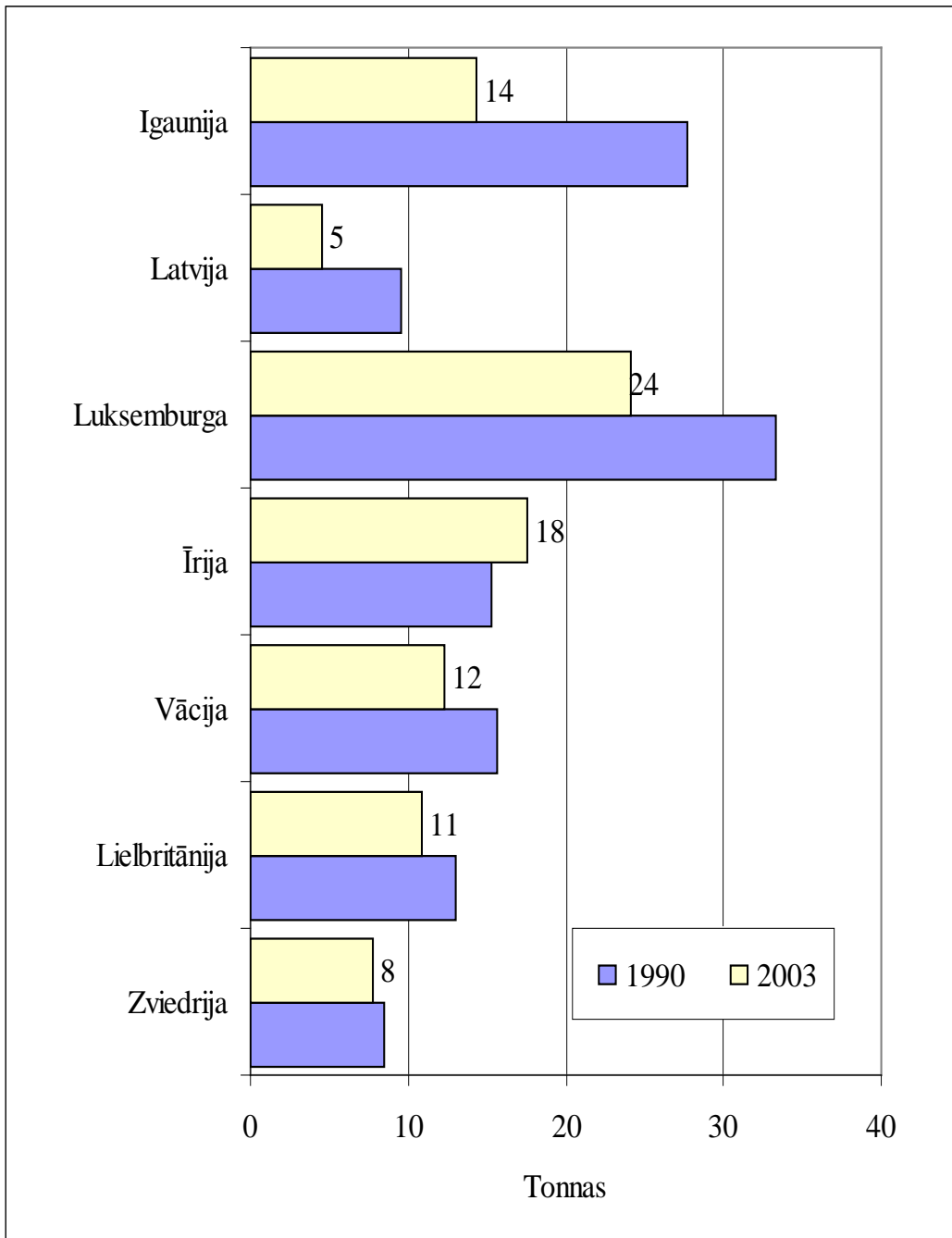
Siltumnīcas efektu radošās gāzes

Gāze	Esošā koncentrācija	ΔQ , W/m ² *
CO ₂	345 mg/m ³	~ 50
CH ₄	1,7 mg/m ³	1,7
O ₃	10-100 μg/m ³	1,3
N ₂ O	304 μg/m ³	1,3
CF ₂ Cl ₂	0,22 μg/m ³	0,06



Ogļskābās gāzes izmetes Latvijā

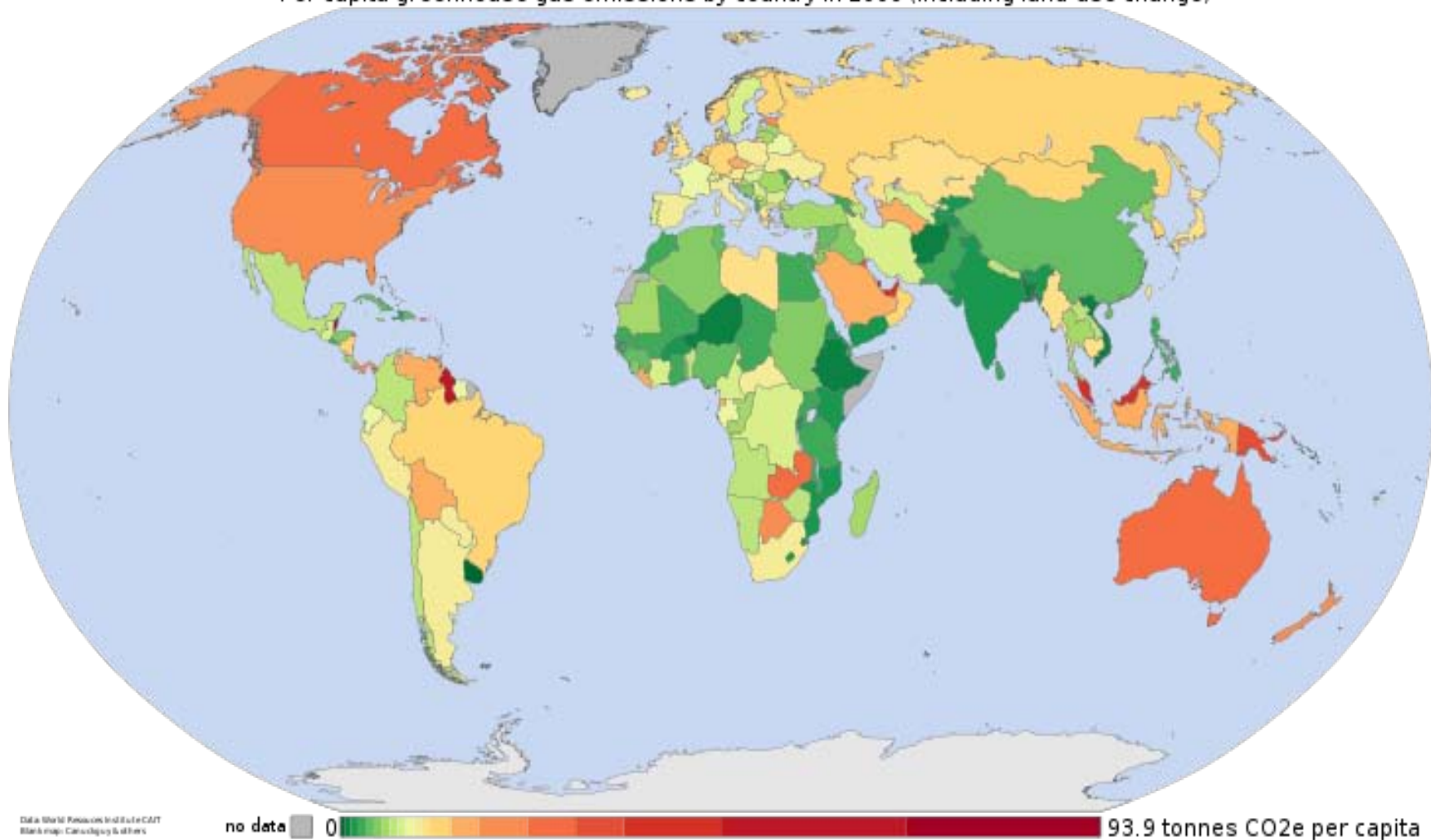




SEG
izmetes
per capita
1990 - 2010

Per capita SEG emisijas 2010 gadā

Per capita greenhouse gas emissions by country in 2000 (including land-use change)

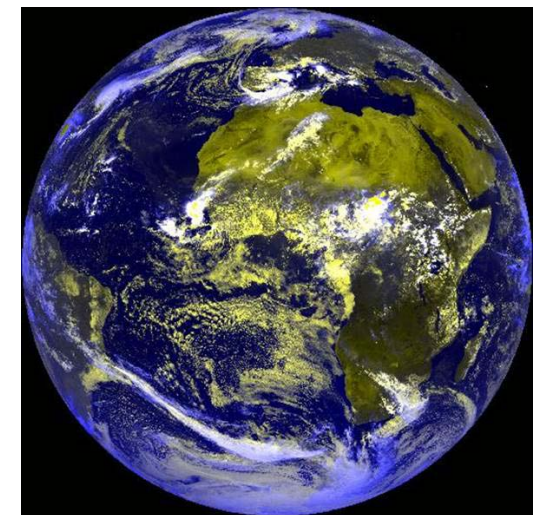
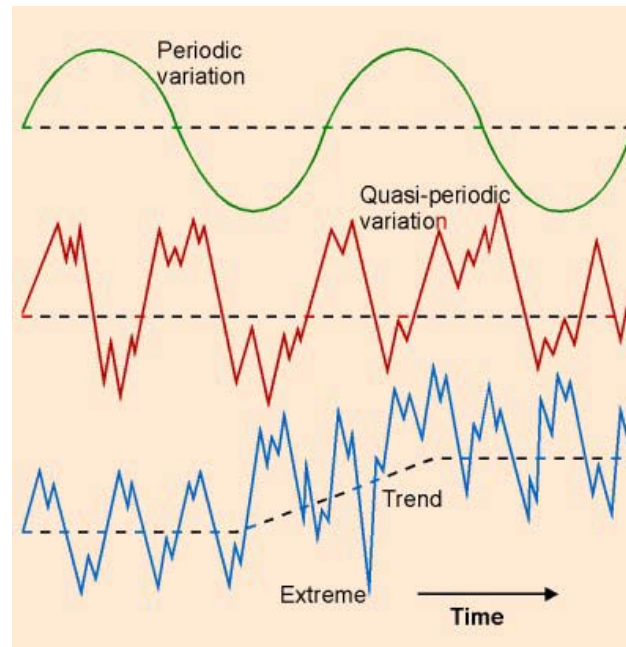


Data: World Resources Institute/CAT
Map: map: Cartography & others

no data 0 93.9 tonnes CO₂e per capita

Kas ir klimats?

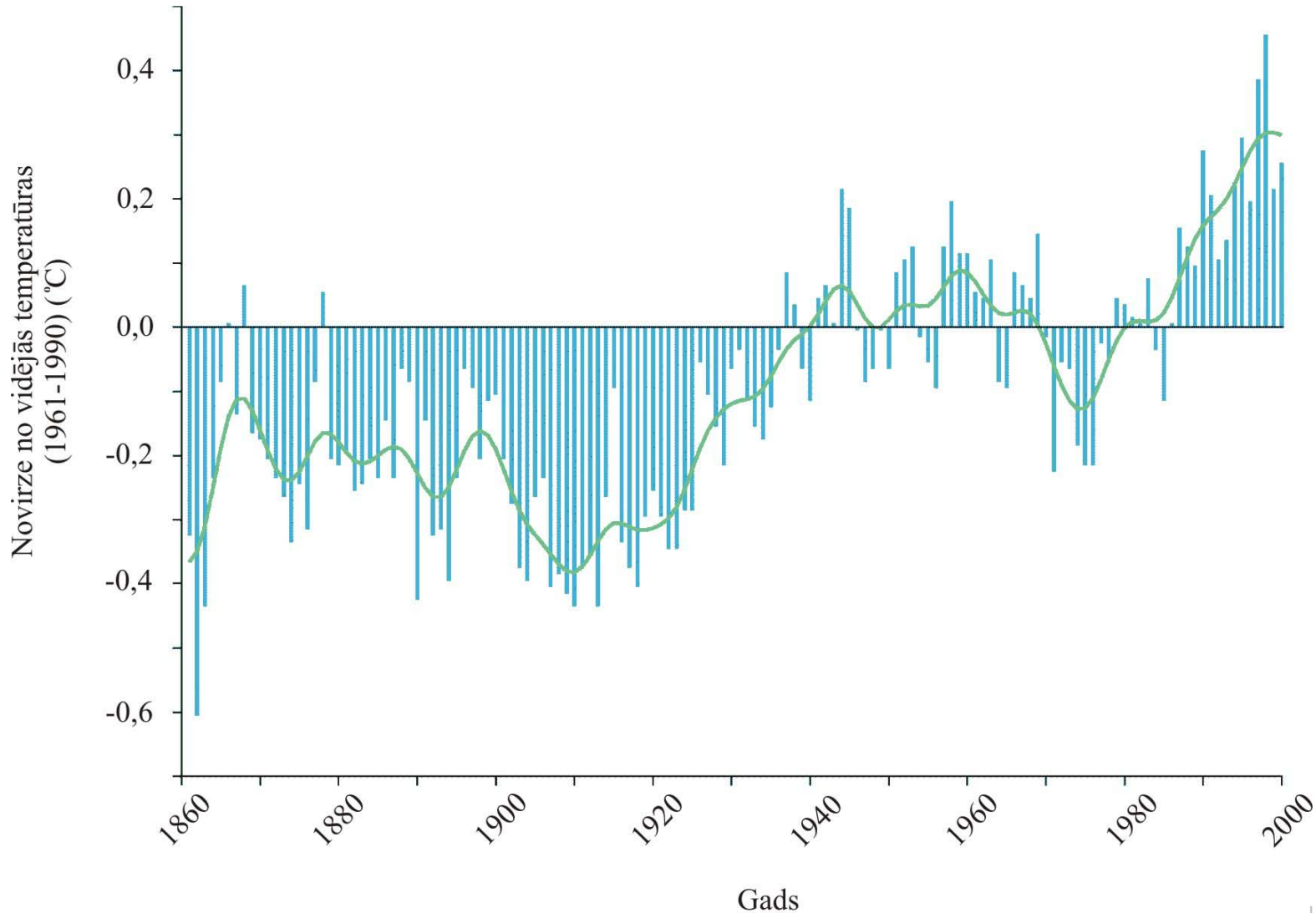
Laika apstākļi, kas raksturīgi noteiktam reģionam noteiktā laika periodā (visbiežāk 30 gadu periods)



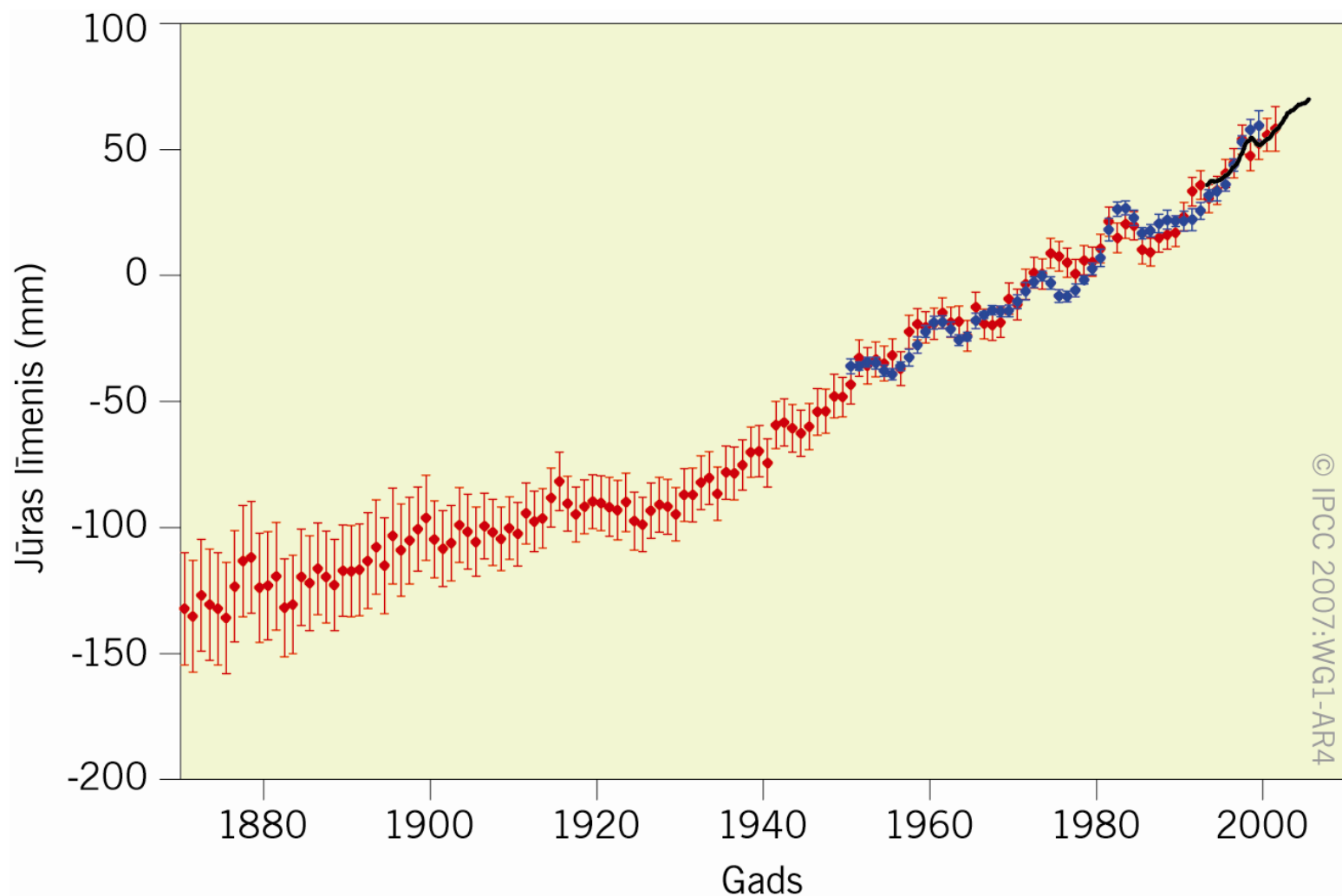
Klimata mainība un tās sekas

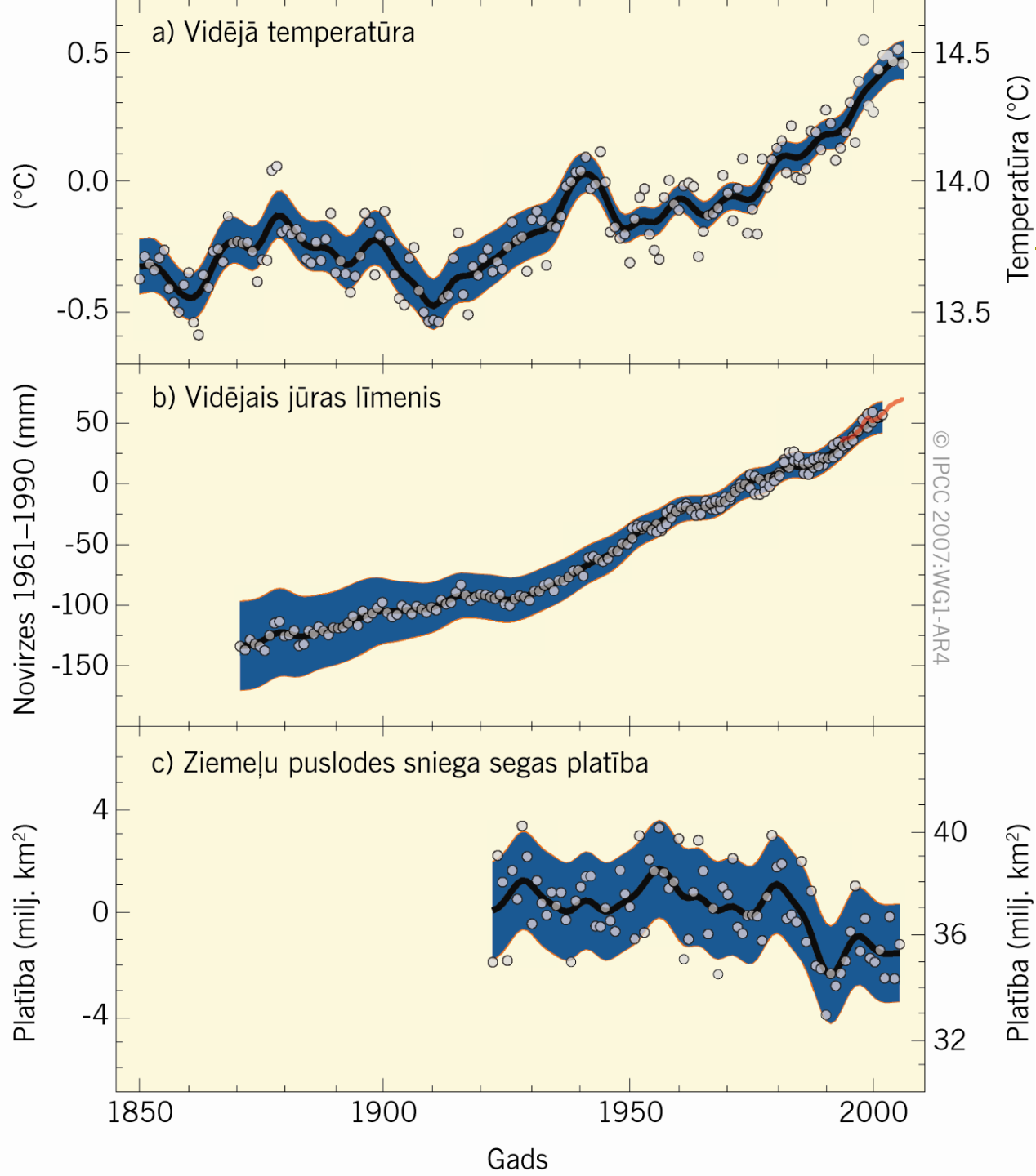


Zemes vidējās T mainība pēdējo 140 gadu laikā



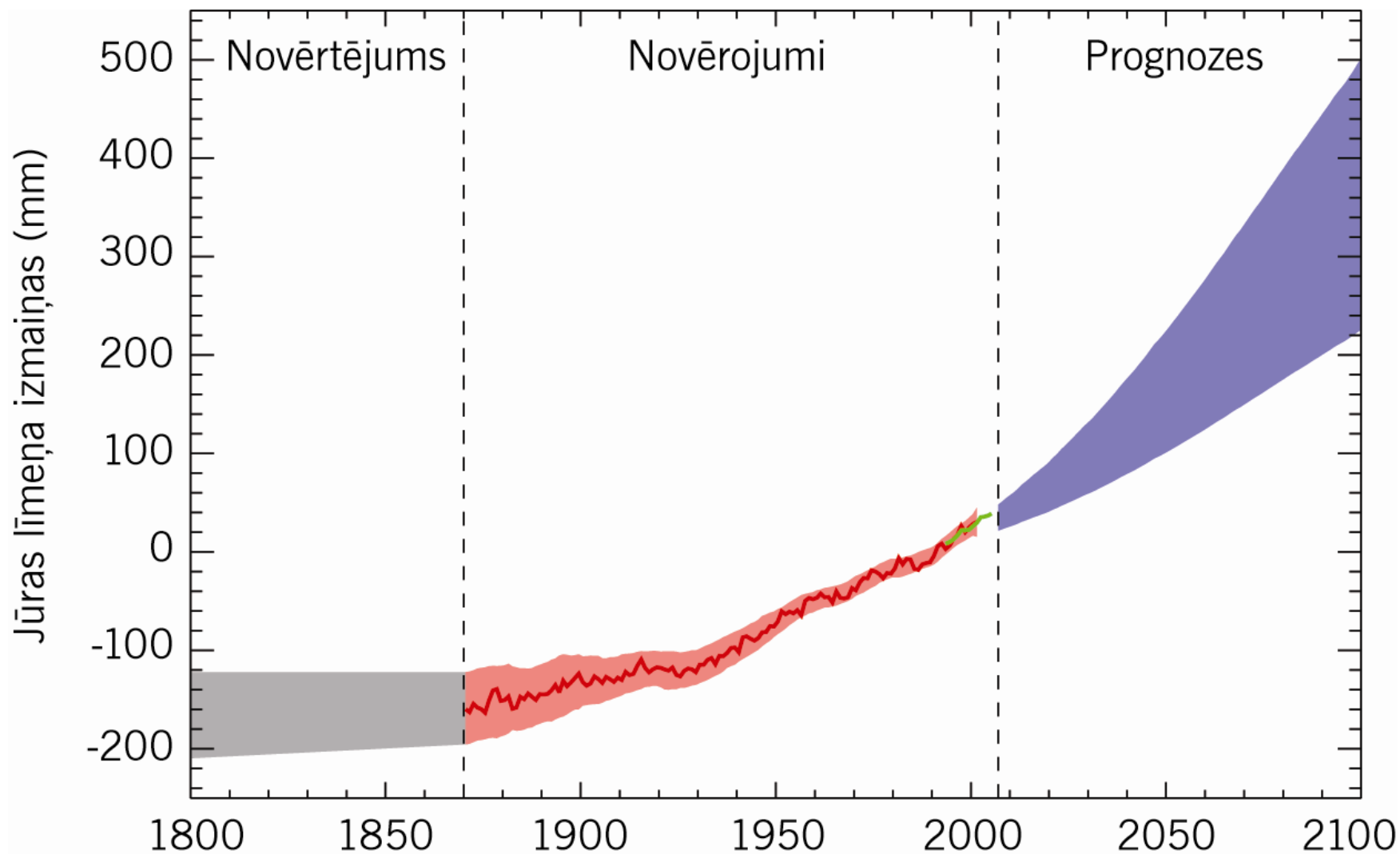
Jūras līmeņa izmaiņas





Klimata pārmaiņu raksturs

Jūras līmeņa pārmaiņas



✚ Globālā gaisa temperatūra piezemes slānī 20. gs.ir paaugstinājusies par 0.77 °C

✚ 20 gs. pēdējā desmitgade ir bijusi siltākā kopš 1861.g.;

✚ 20 gs. Z-puslodē ir novērots lielākais temperatūras pieaugums pēdējo 1000 gadu laikā;

✚ Pēc *NASA* datiem 2005.g. ir bijis siltākais 20.gs (<http://data.gis.nasa.gov/gistemp/2005/>)

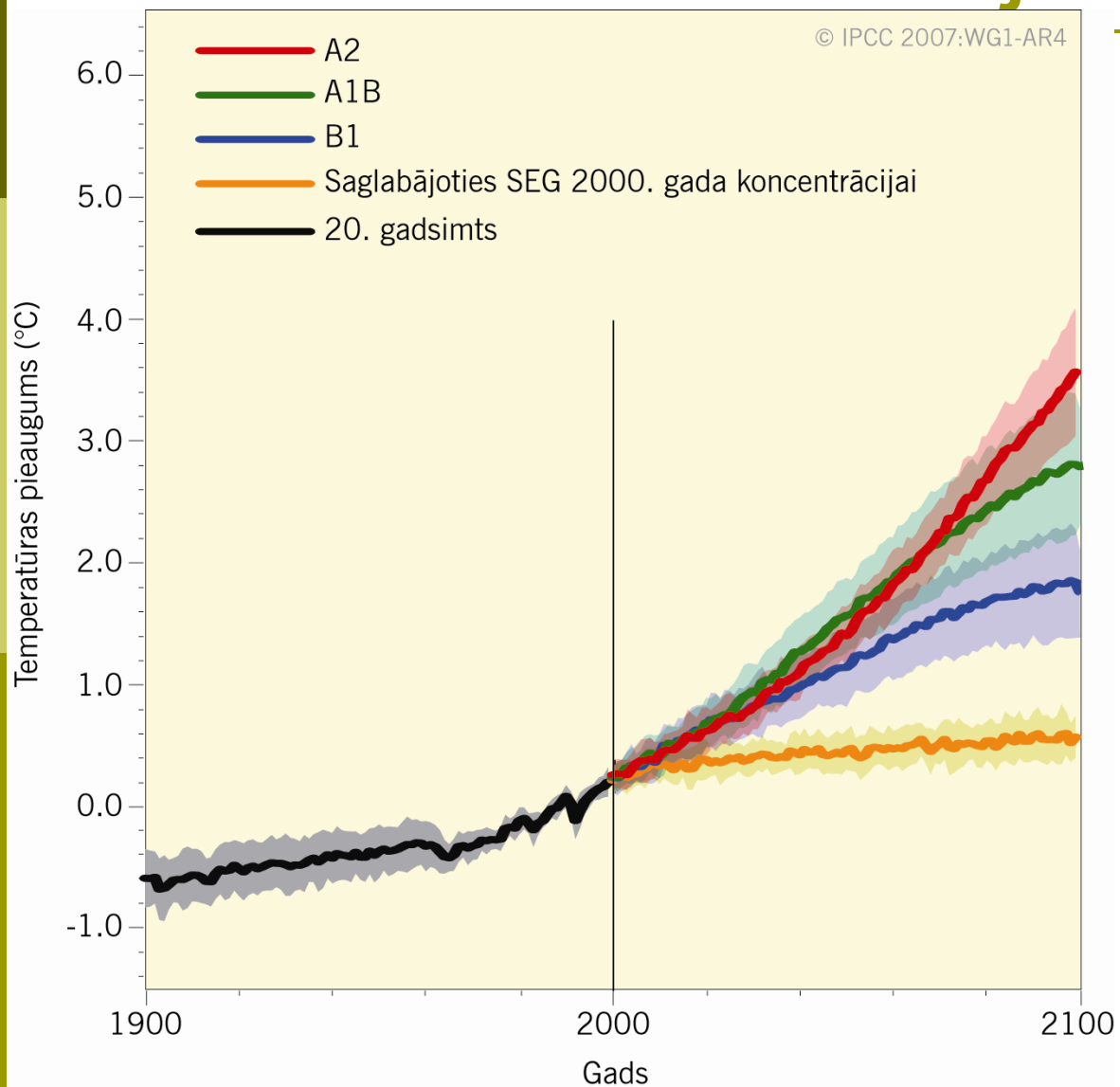
✚ Pieci siltākie gadi ir novēroti pēdējos 8 gados: 2005; 1998; 2002; 2003 un 2004;

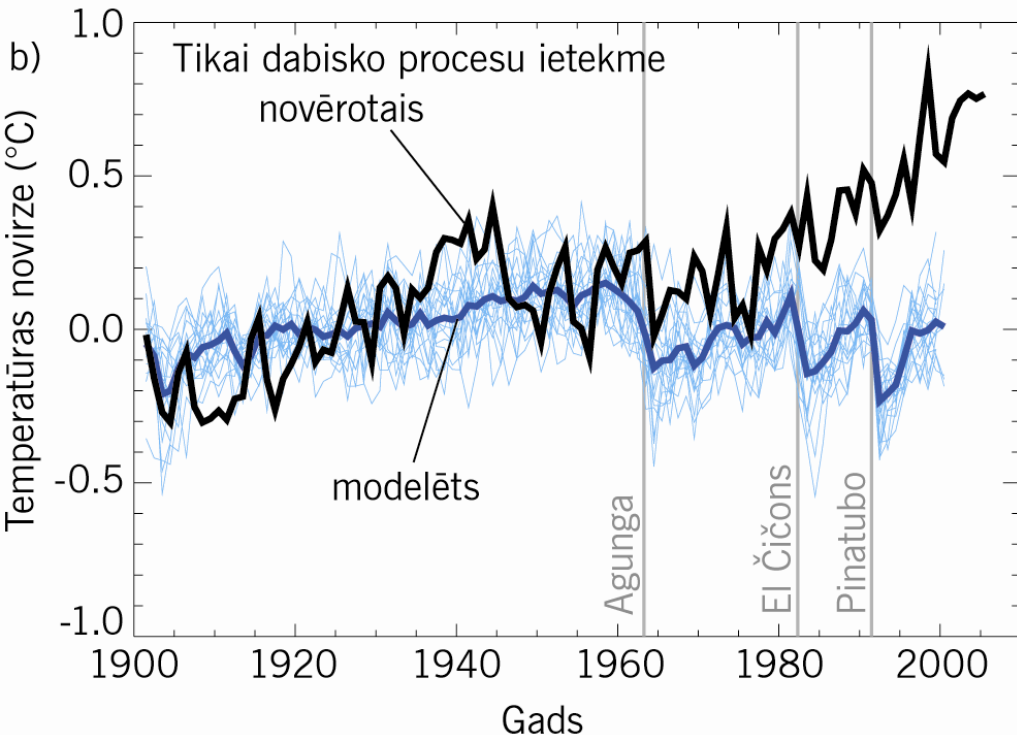
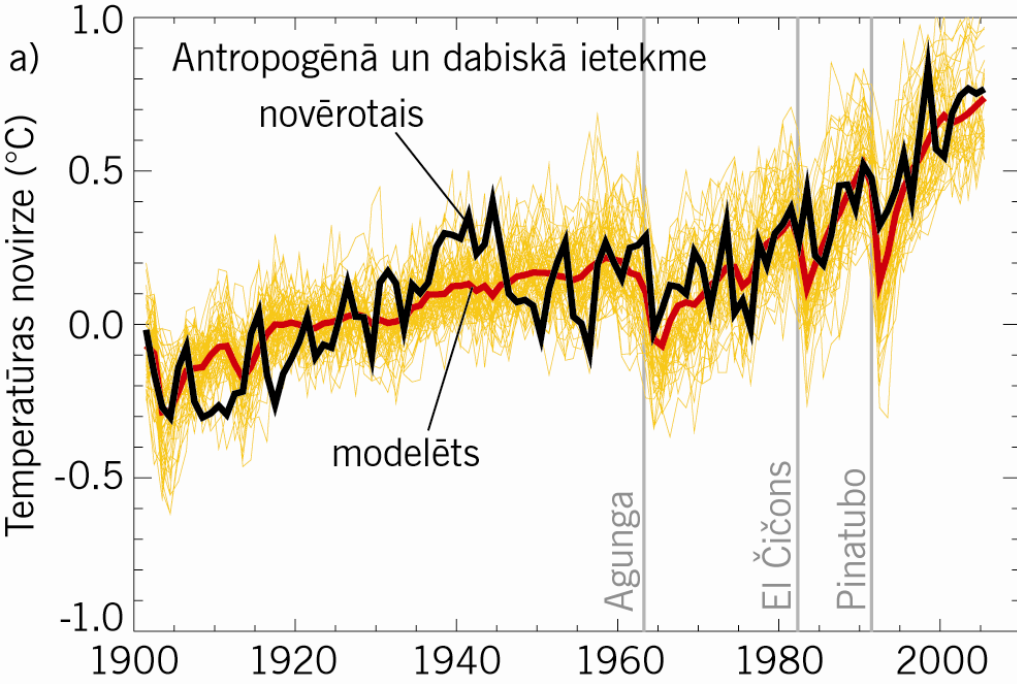
✚ 2005.gads bija karstākais novērotais kopš 1880.g. (IPCC, 2007);

Klimata pārmaiņu prognozes



T mainības scenāriji



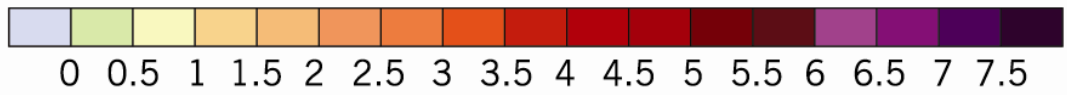
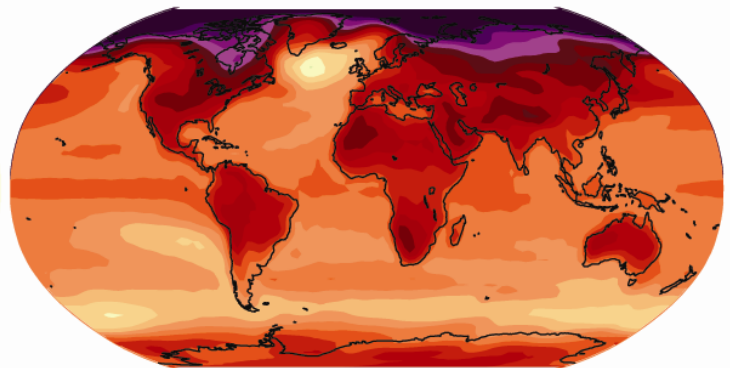
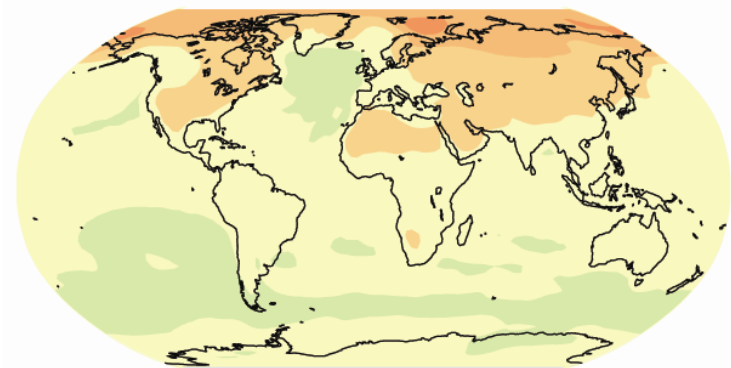
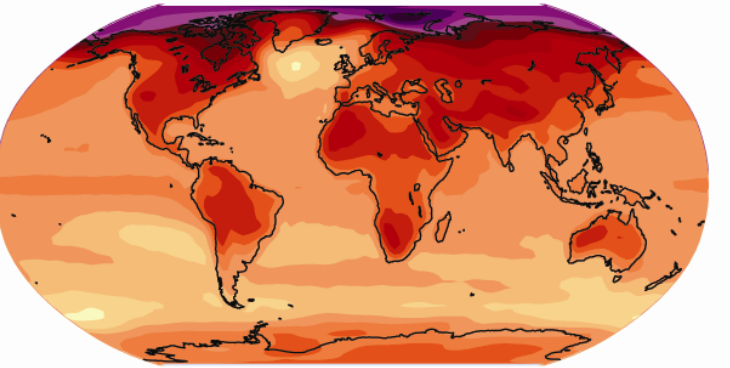
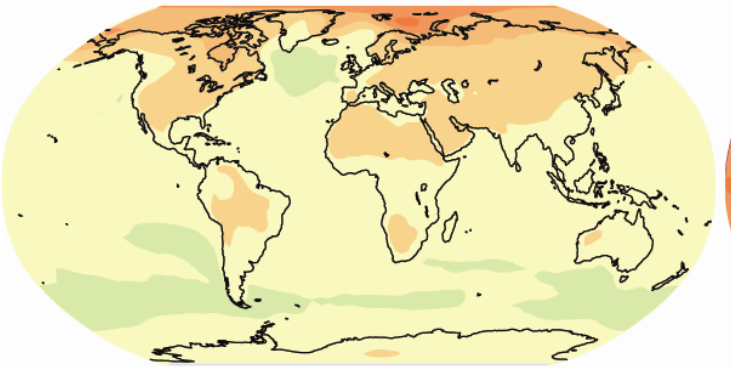
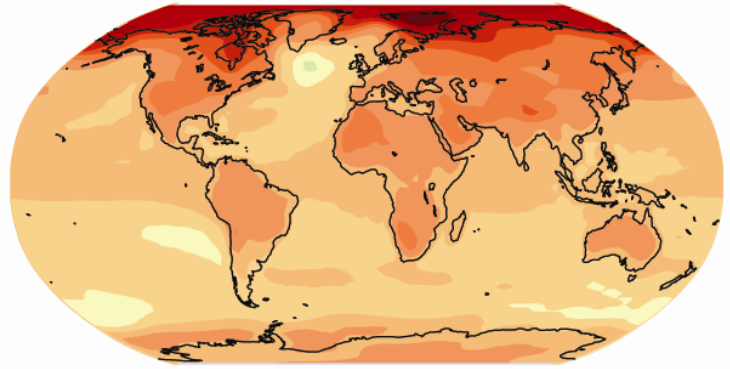
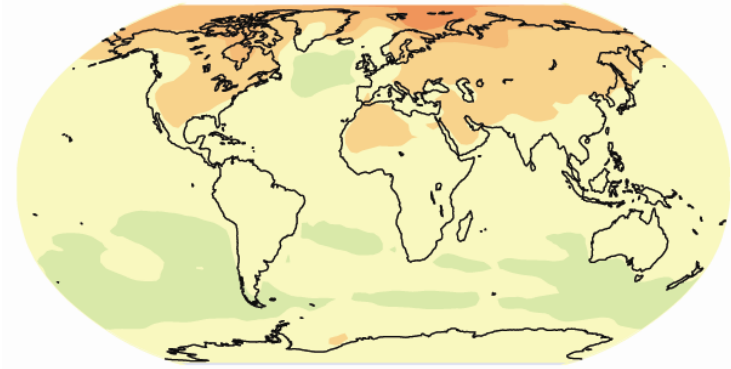


© IPCC 2007:WGI-AR4

Cik ticamas ir prognozes?

2020-2029

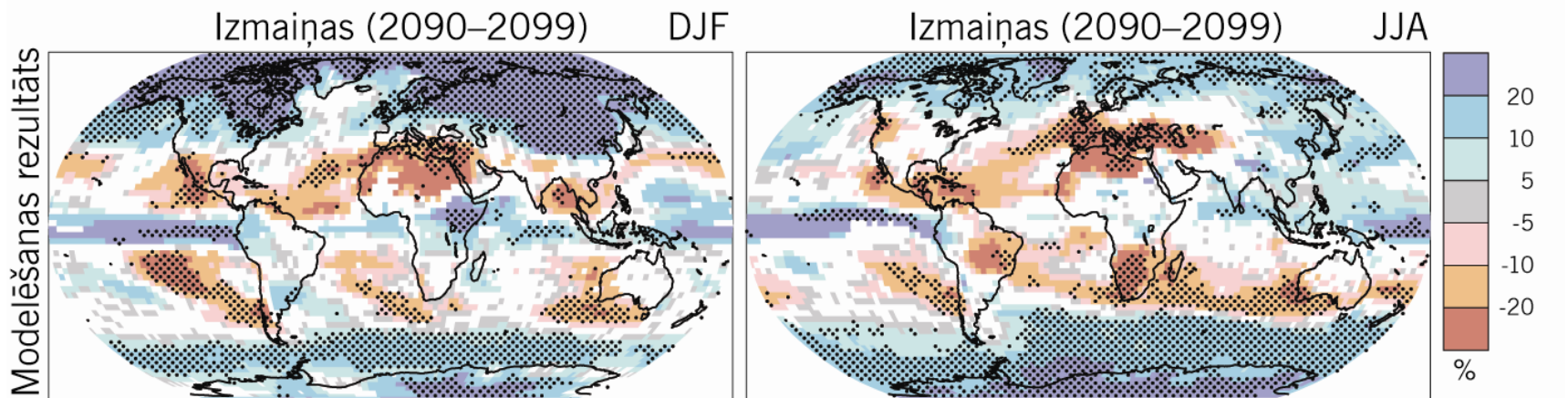
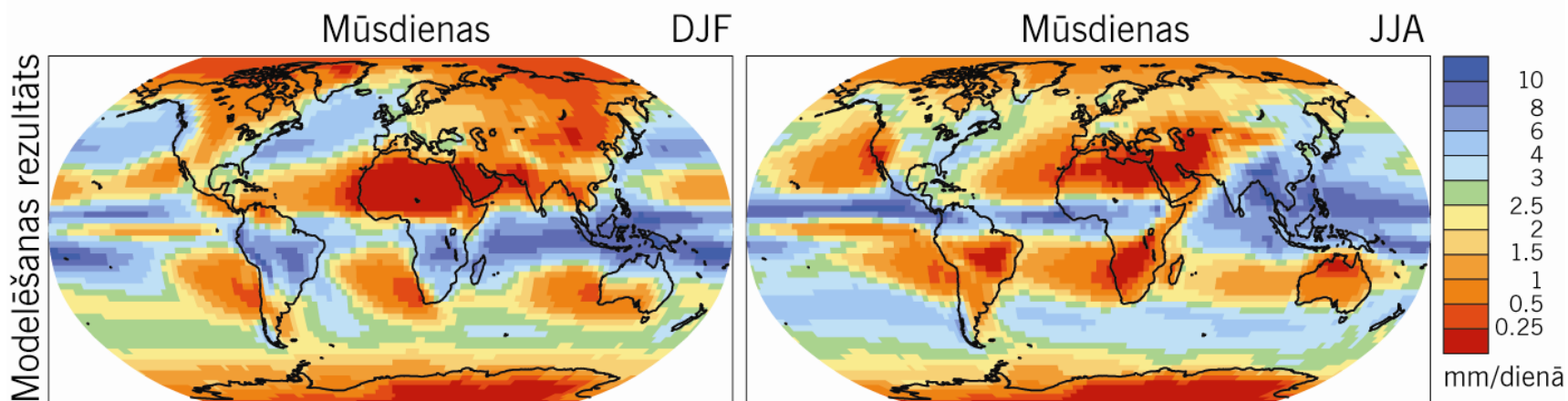
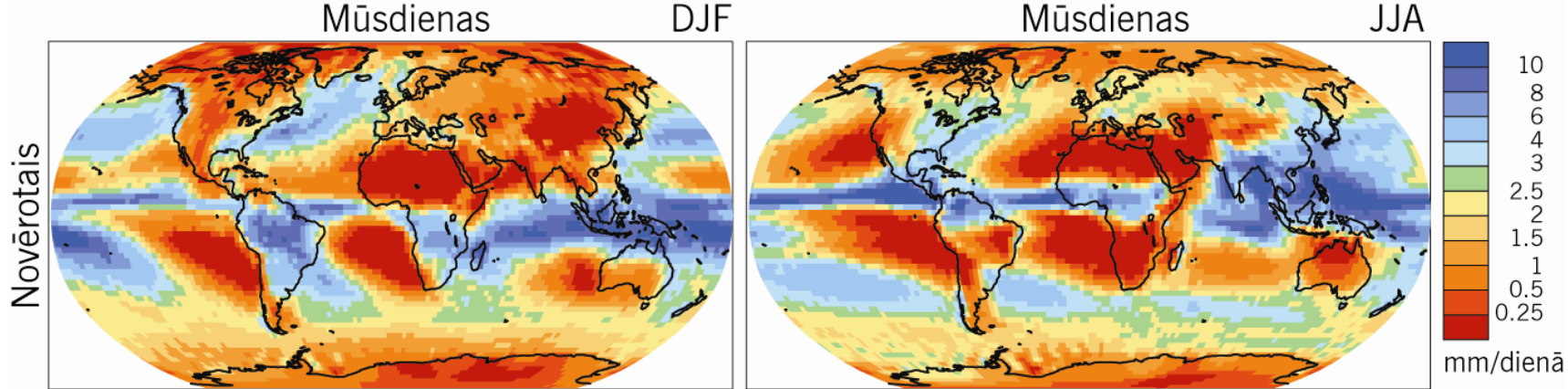
2090-2099



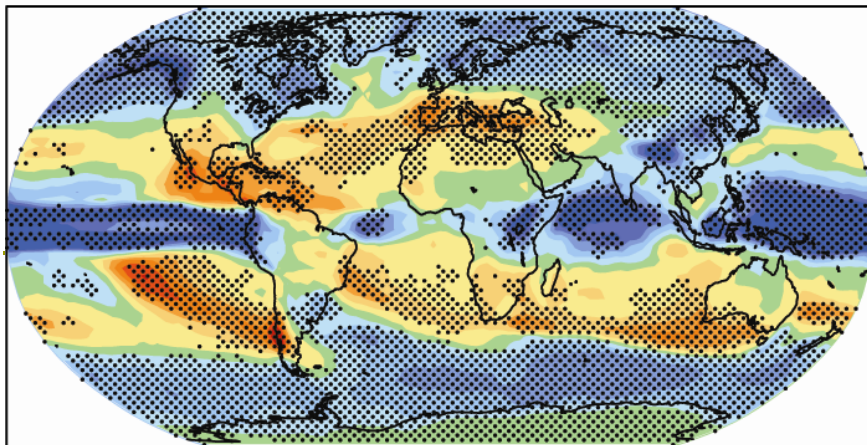
0 0.5 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 5 5.5 6 6.5 7 7.5

(°C)

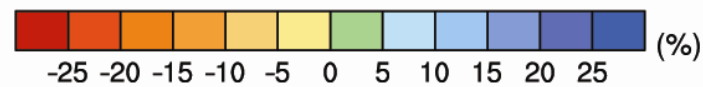
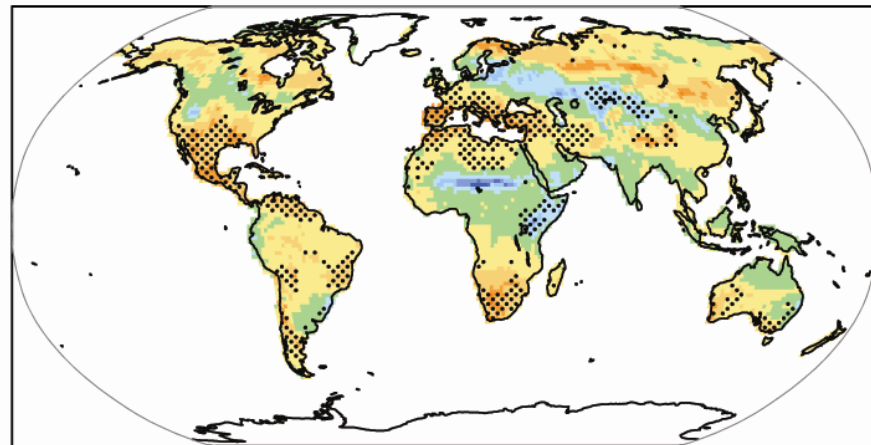
© IPCC 2007:WGI-AR4



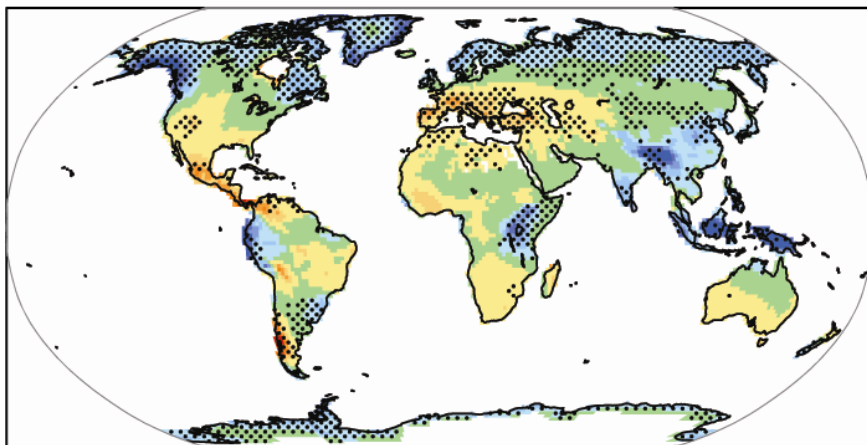
a) Nokrišņu daudzums



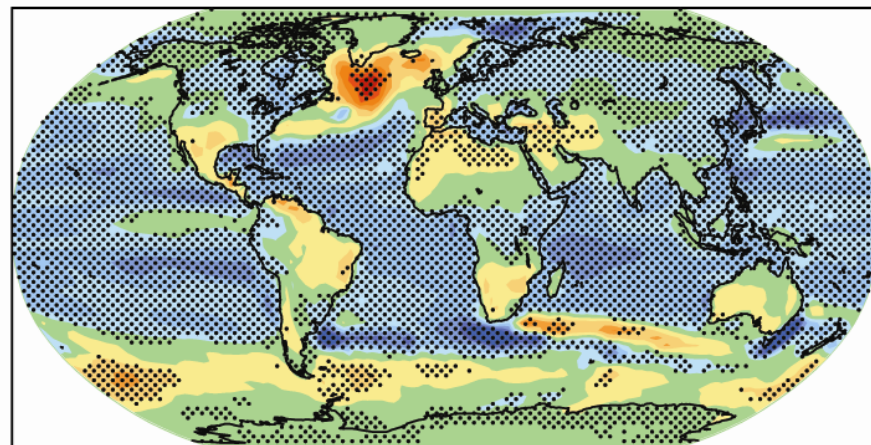
b) Augsnes mitrums



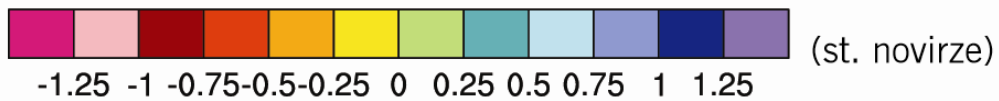
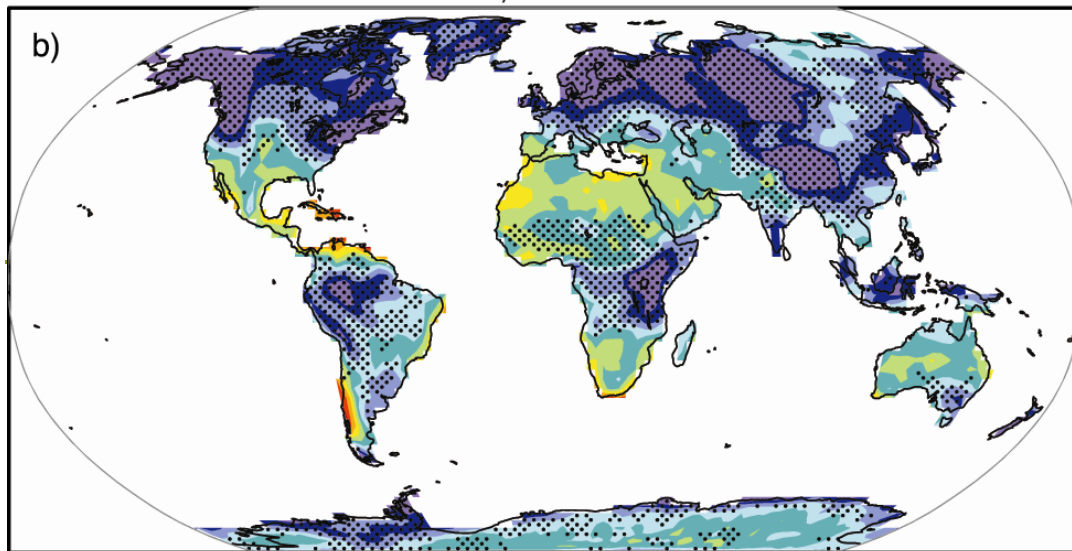
c) Notece



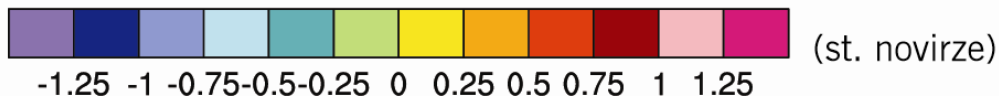
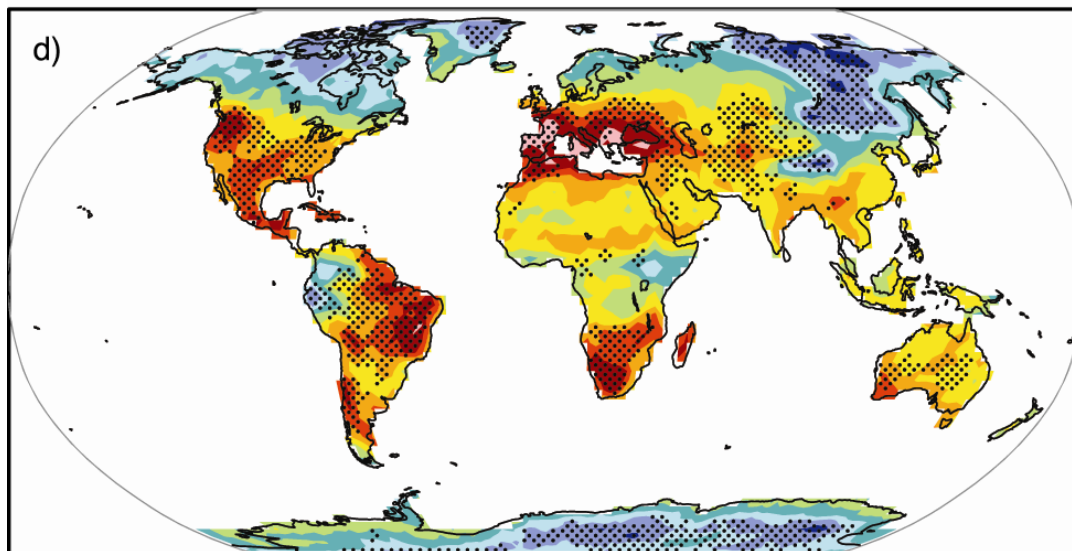
d) Iztvaikošana



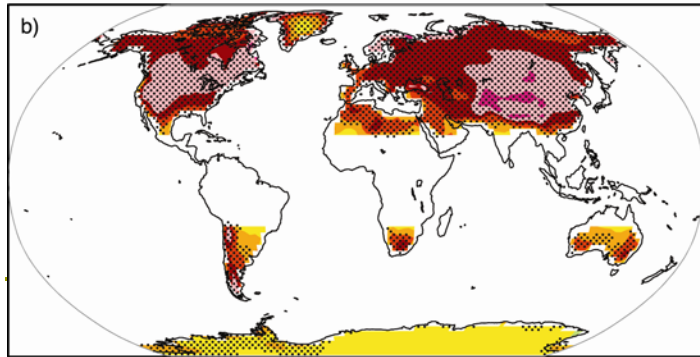
Nokrišņu intensitāte



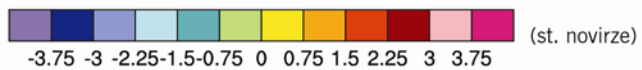
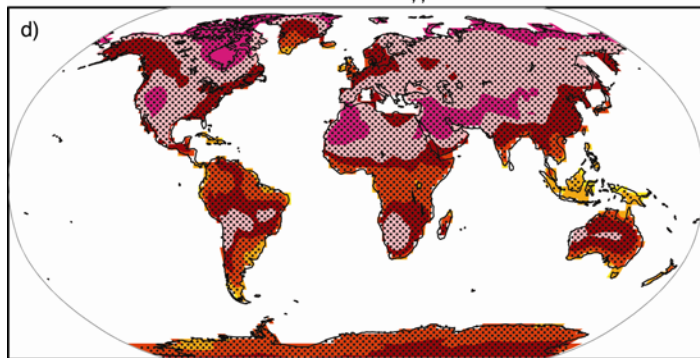
Sausums



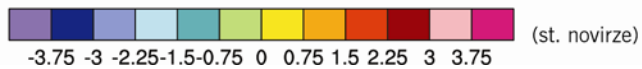
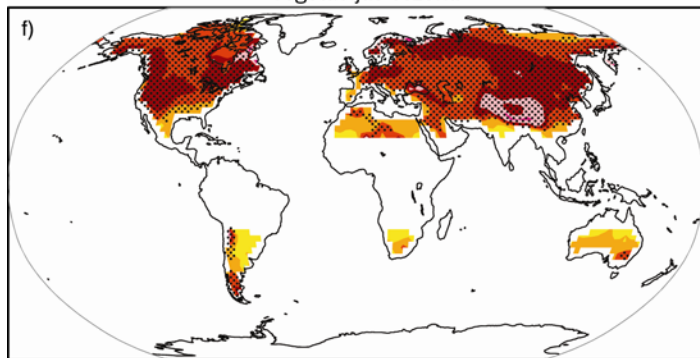
Dienas ar salnu



Karstuma viļņi



Veģetācijas sezona



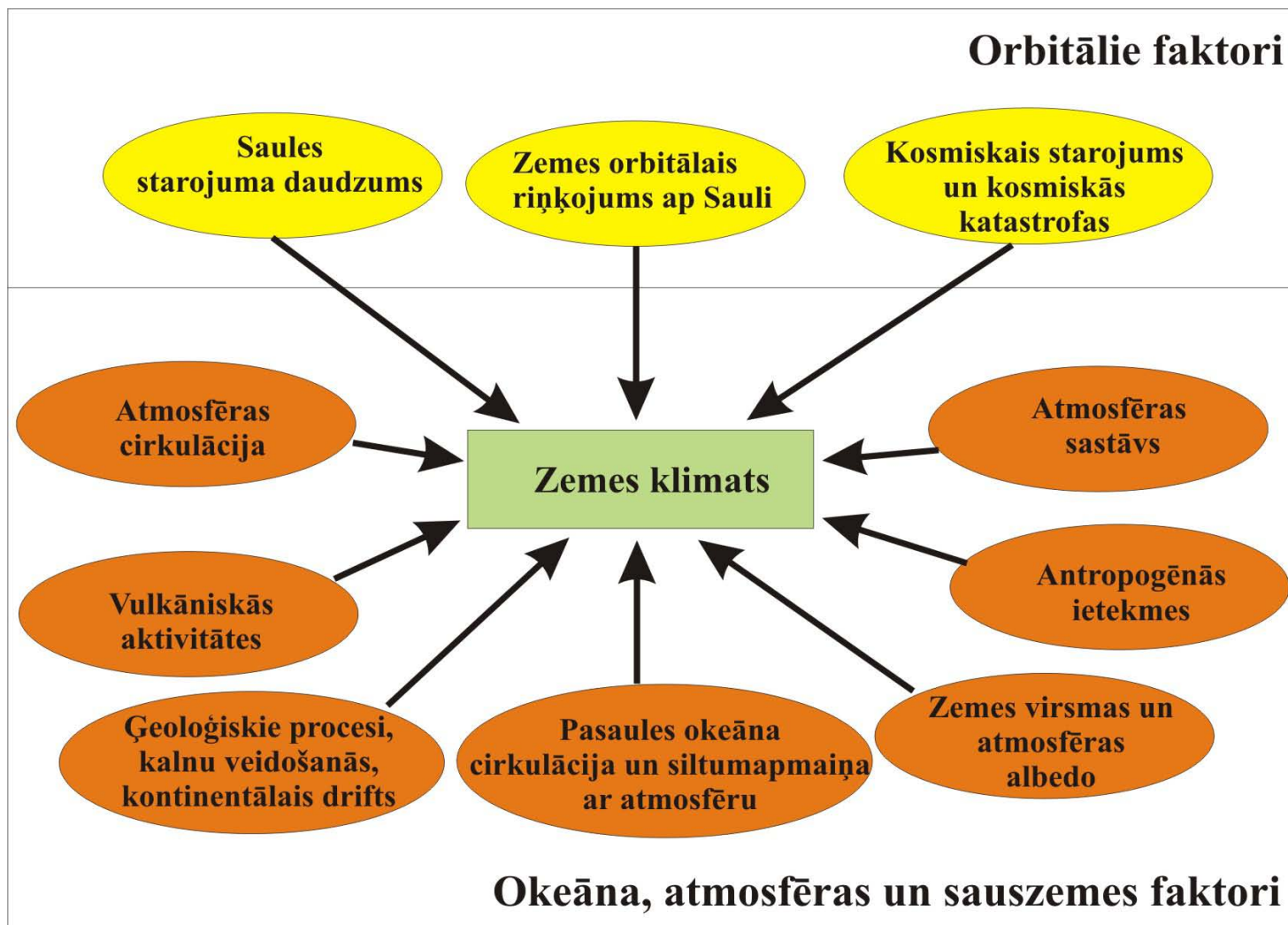
Arī tādas ir klimata pasiltināšanās sekas...



Citi klimata mainību ietekmējošie procesi



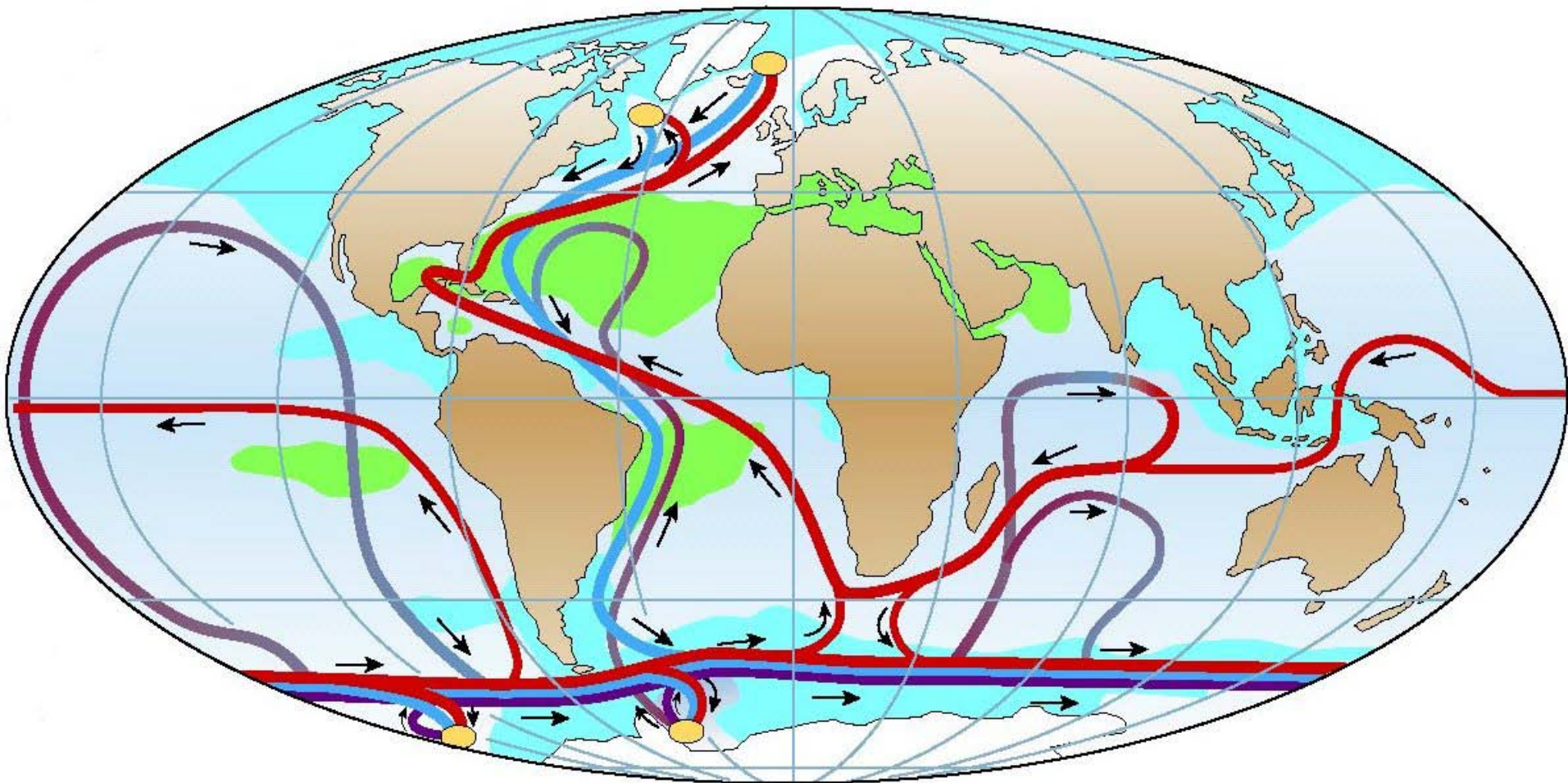
Zemes klimatu ietekmējošie faktori



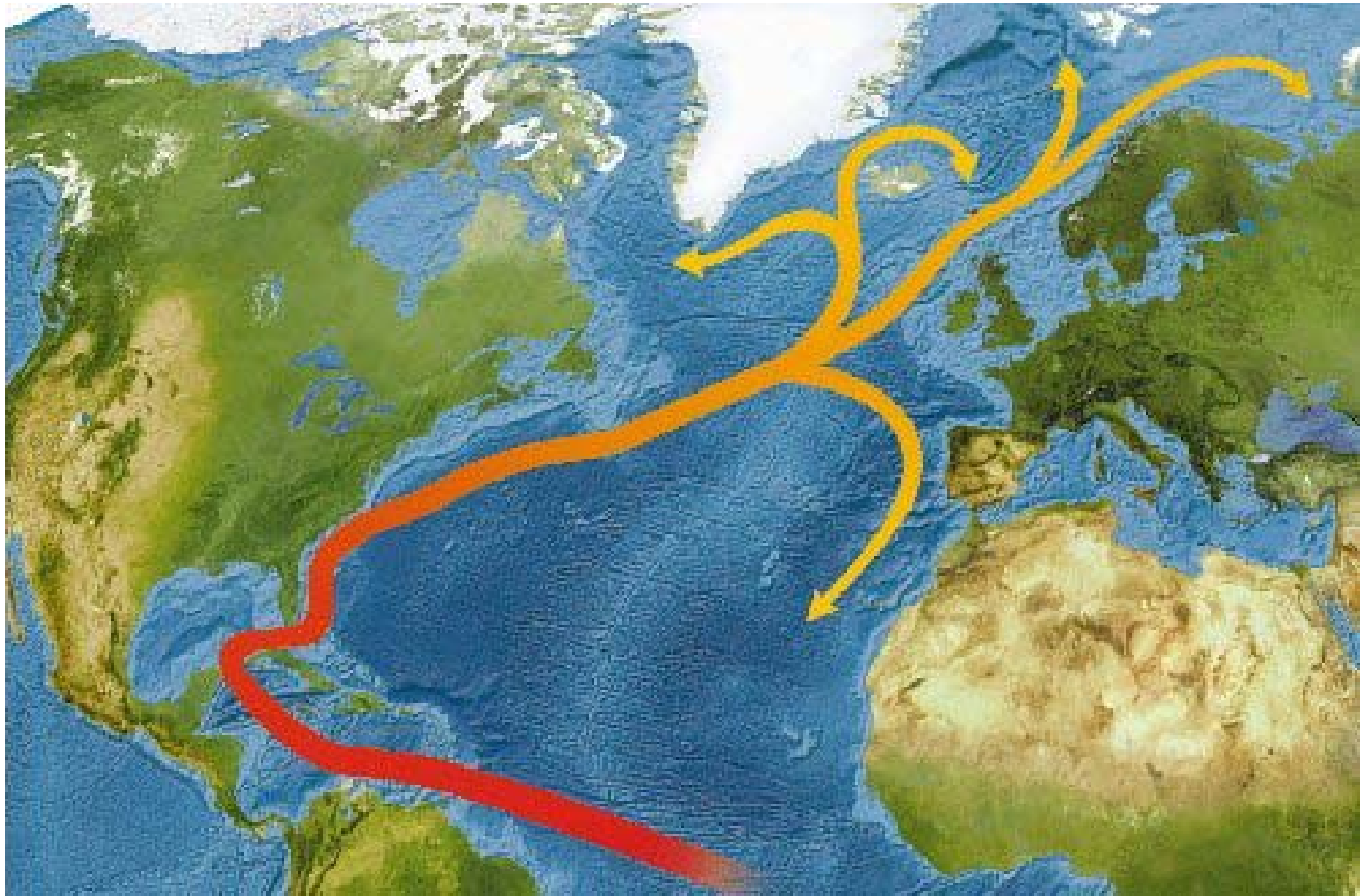
Jūru un okeānu ūdeņu plūsmu raksturs un tā ietekme uz Zemes klimatu



Okeānu ūdeņu vienotā plūsma



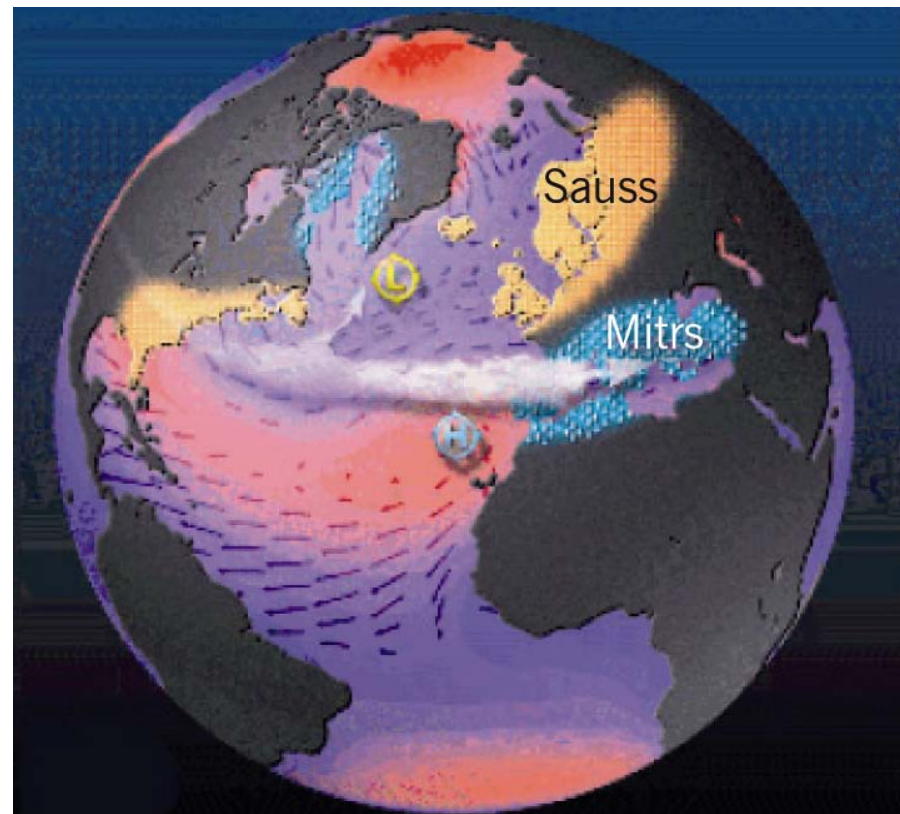
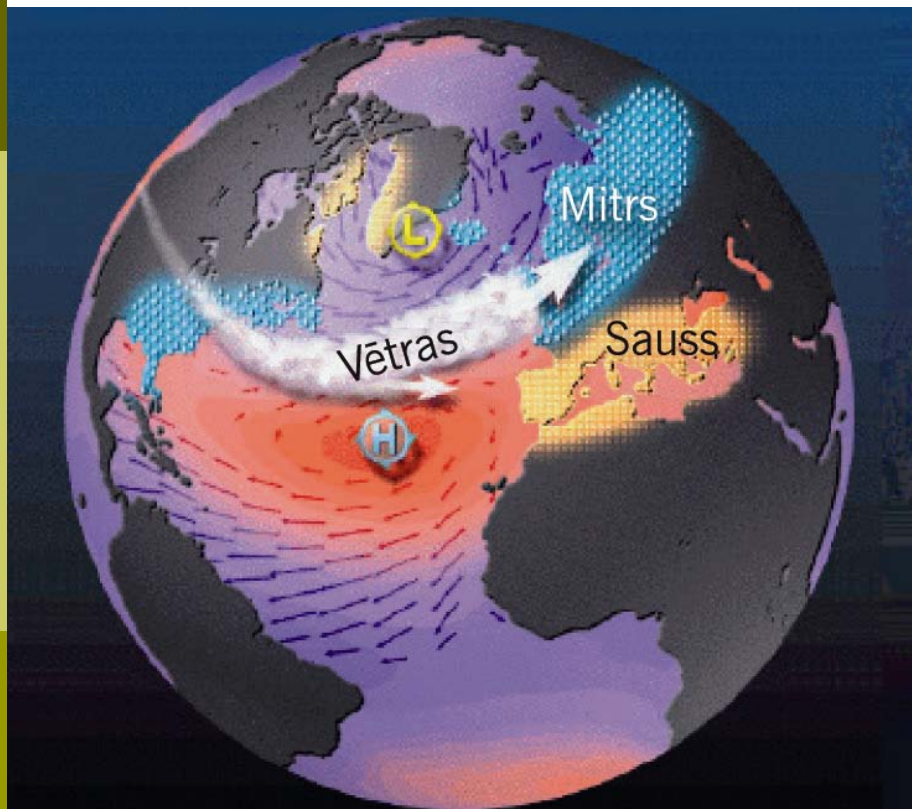
Golfa sträume



NAO (North Atlantic Oscillation) Ziemeļatlantijas oscilācija

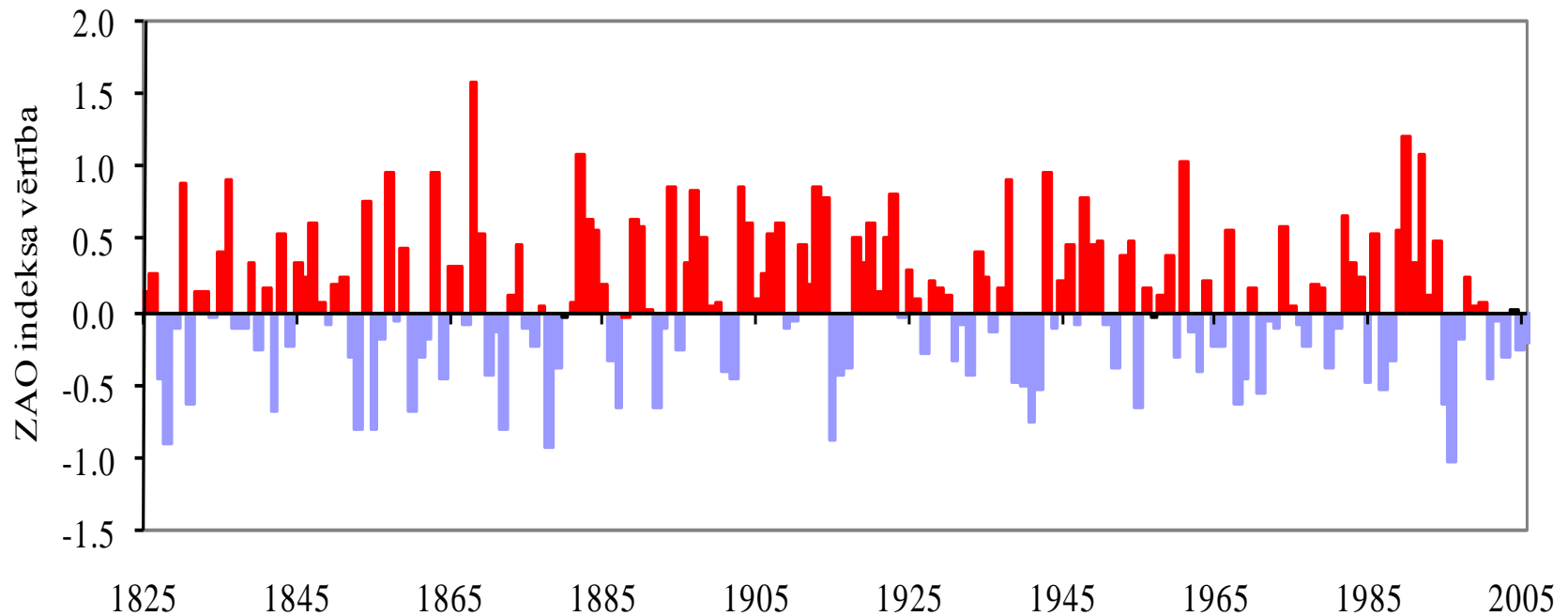
ZAO pozitīvs indekss

ZAO negatīvs indekss



ZAO indekss: normalizēta atmosfēras spiediena (jūras līmenī) starpība starp Islandes zema spiediena apgabalu un Azoru augsta spiediena apgabalu L – zema spiediena apgabals, H – augsta spiediena apgabals

ZAO indeksa mainība no 1860.-2000.

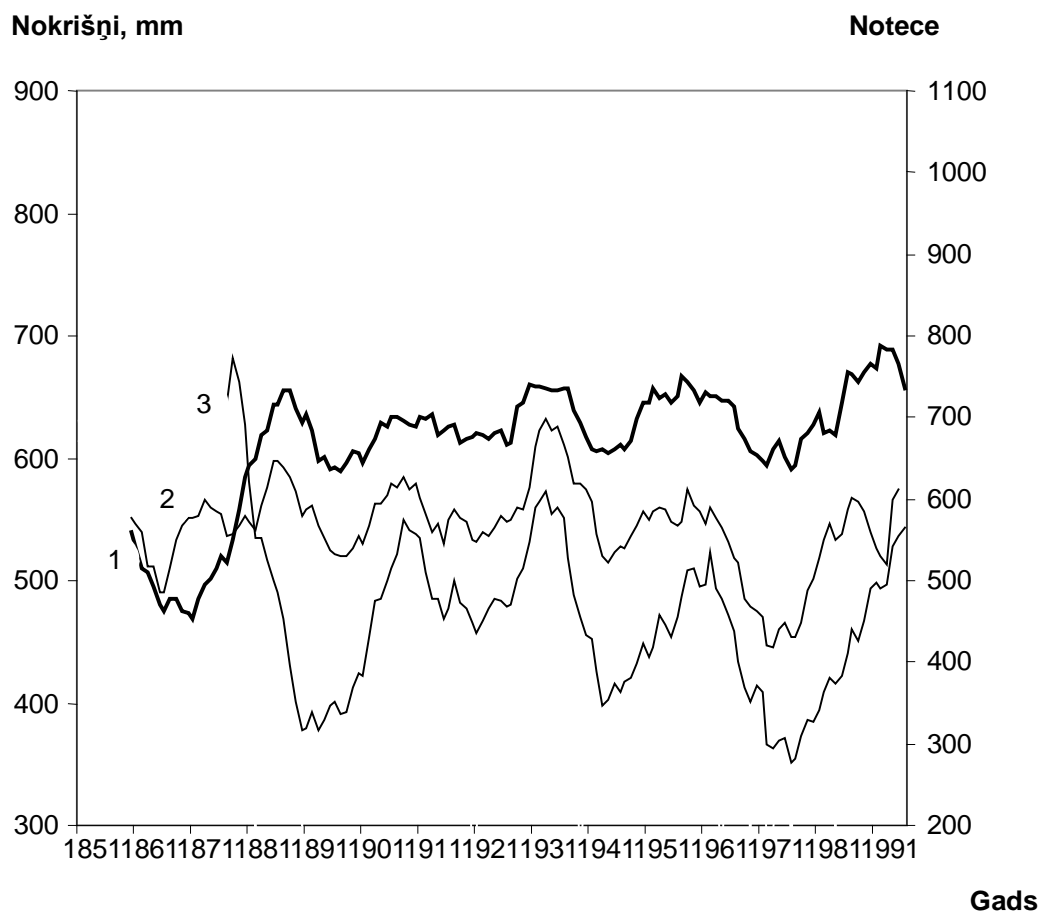


Bet klimata pārmaiņas nav tikai lineāri mainīgs process (klimata pārmaiņas)...

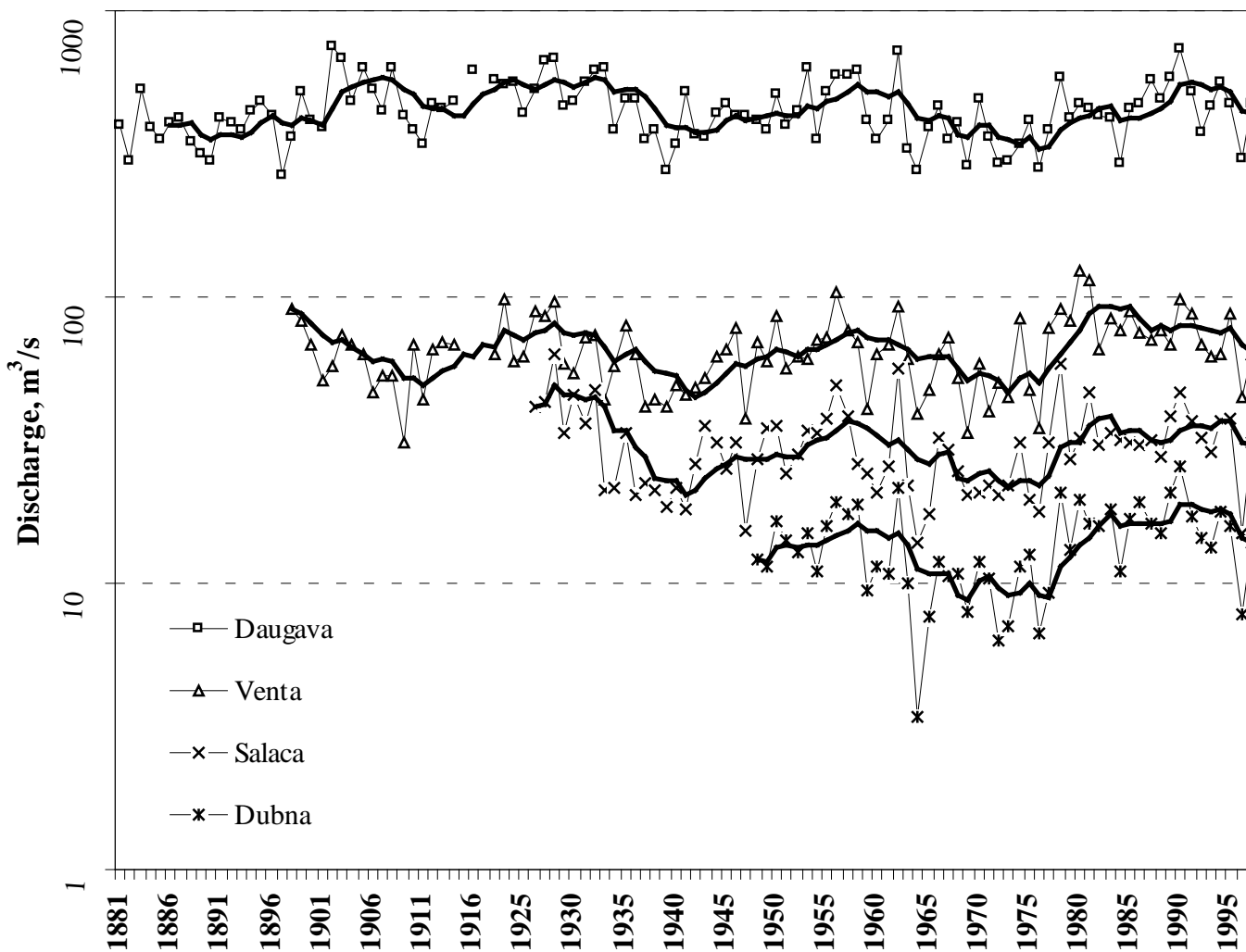


Klimatu raksturo mainība - stohastiski procesi (periodiski vai aperiodiski).

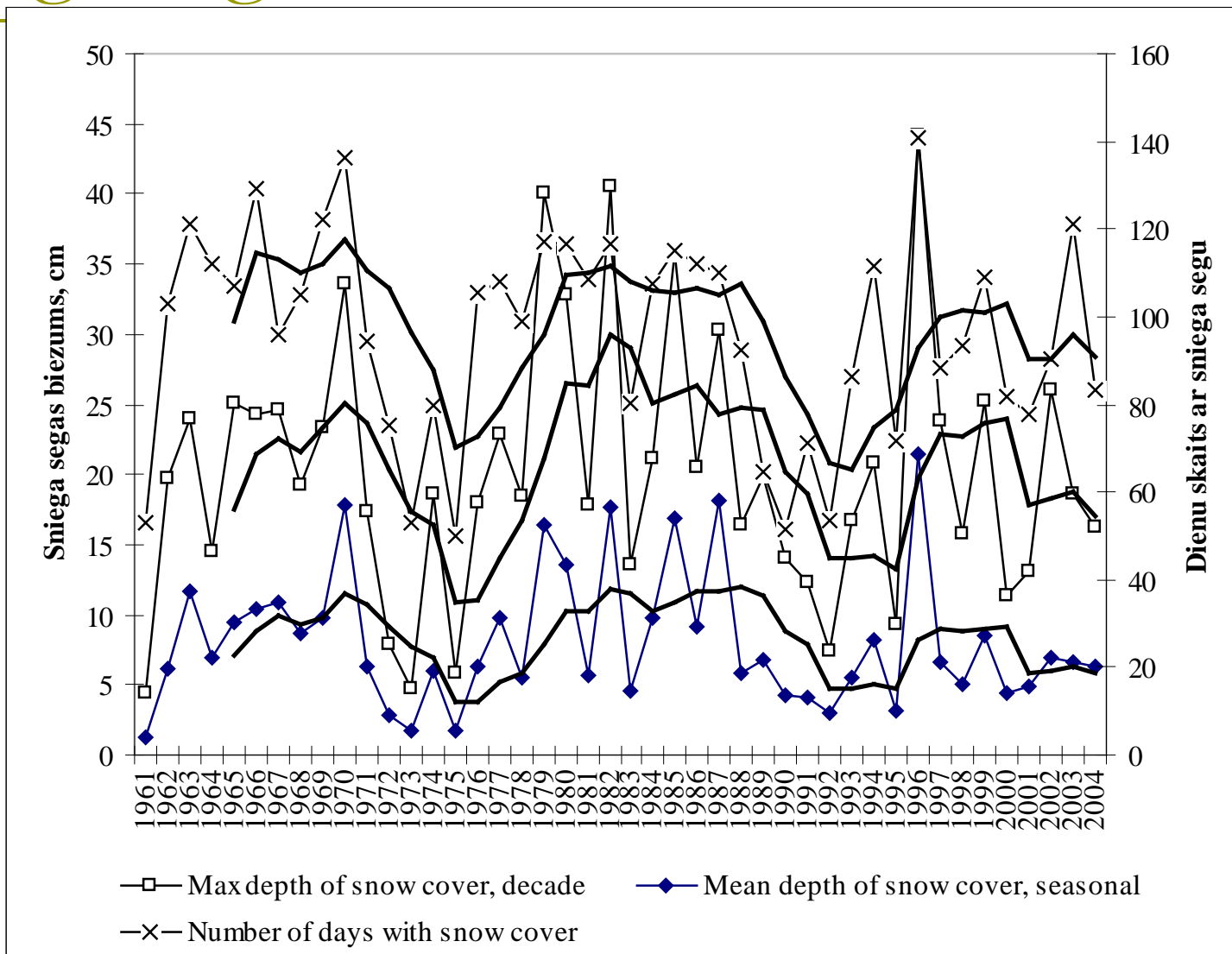
Izmaiņas nokrišņu daudzumā un upju notecē (m³/s) (10-gadu vidējais) 1 – nokrišņi (stacija Rīga-Universitāte); 2 - Ņemana; 3 – Daugava.



Upju noteces mainības raksturs




Sniega segas mainības raksturs

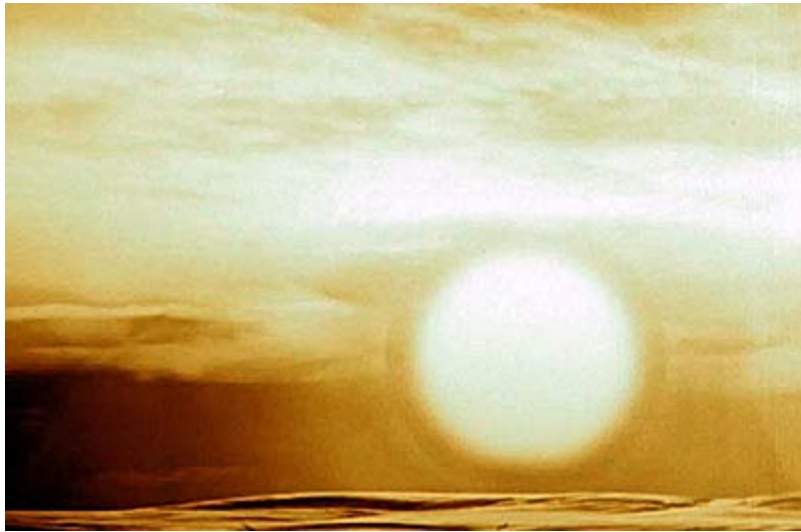


Turpinās diskusija par klimata mainības raksturu



Galvenais jautājums – vai
cilvēks var ietekmēt
dabas procesus?

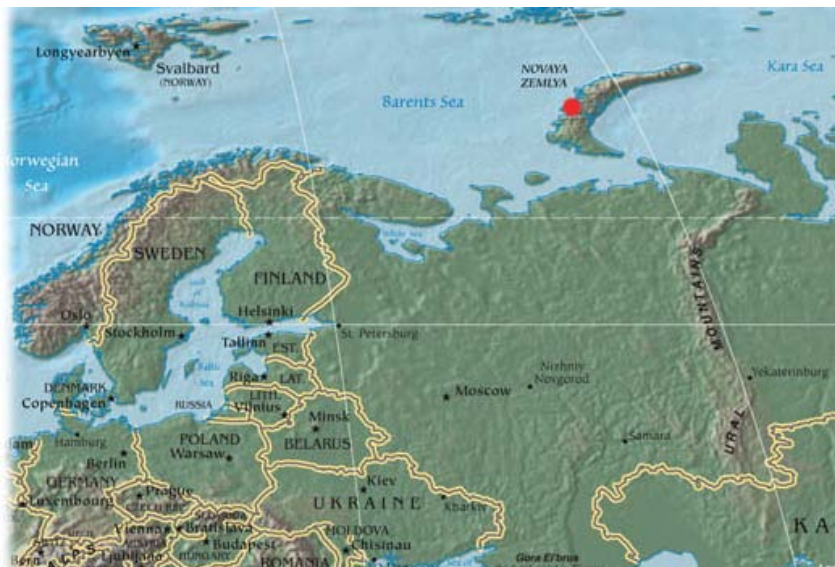




Tsar Bomba - 50 Mt - 2.3 km

Castle Bravo - 15 Mt - 1.42 km

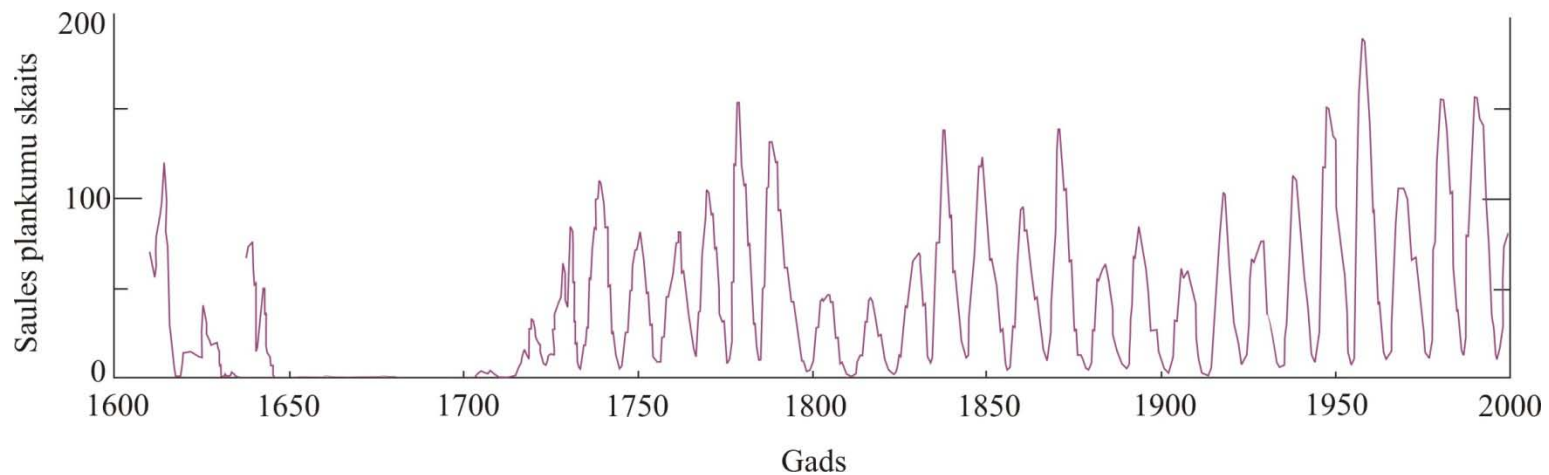
- W59 [Minuteman I] - 1 Mt - .48 km
- W88 [Peacekeeper] - 350 kt - .32 km
- Fat Man [Nagasaki] - 18 kt - .1 km





SAULES STAROJUMA INTENSITĀTES MAINĪBA

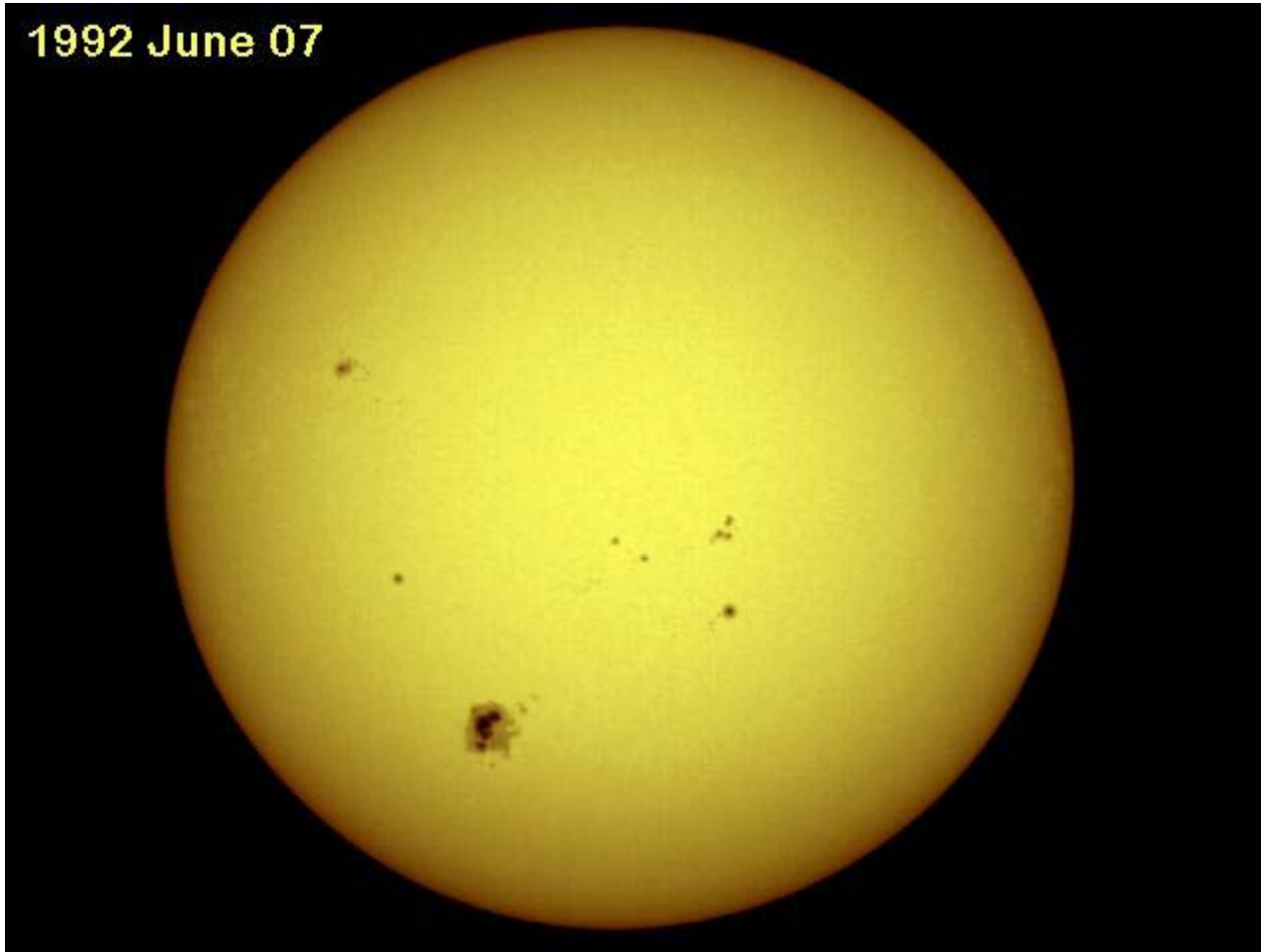
Saules starojuma intensitāte ir mainīga (Saules plankumu mainība)



“Saules plankumi” - tumšu plankumu veidošanās uz Saules, kuru raksturu 11, 36, 180 gadu atkārtotās cikls. Saules plankumi ir apgabali uz Saules, kuru temperatūra ir zemāka (4000 – 5000 K), salīdzinot ar Saules virsmas temperatūru (~ 6000 K) un līdz ar to uz Saules virsmas tos var novērot kā tumšus plankumus. Saules plankumu diametrs mainās no 1×10^3 km līdz 2×10^5 km, bet pastāvēšanas laiks - no dažām stundām līdz mēnešiem

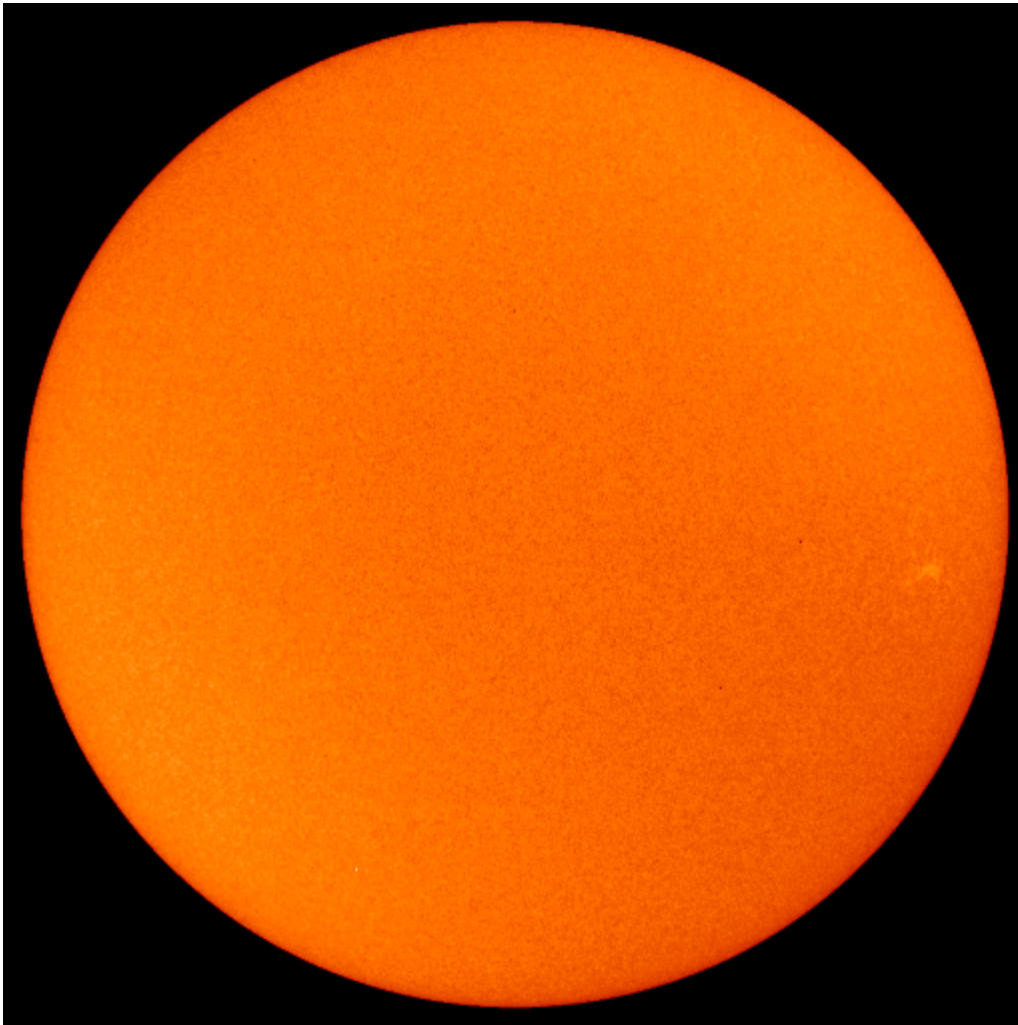
Saules plankumi

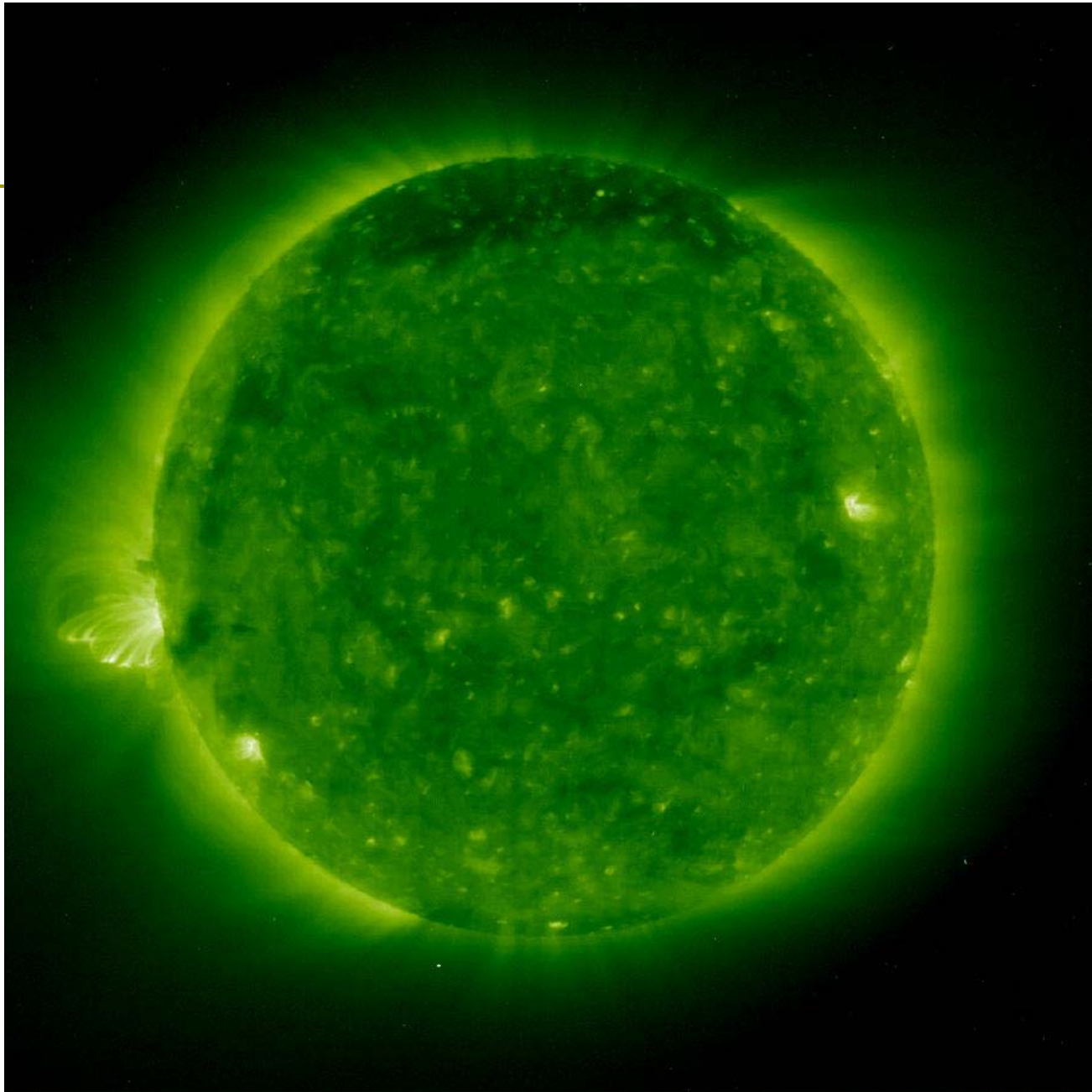
1992 June 07



Saules plankumi (07.02.2008)

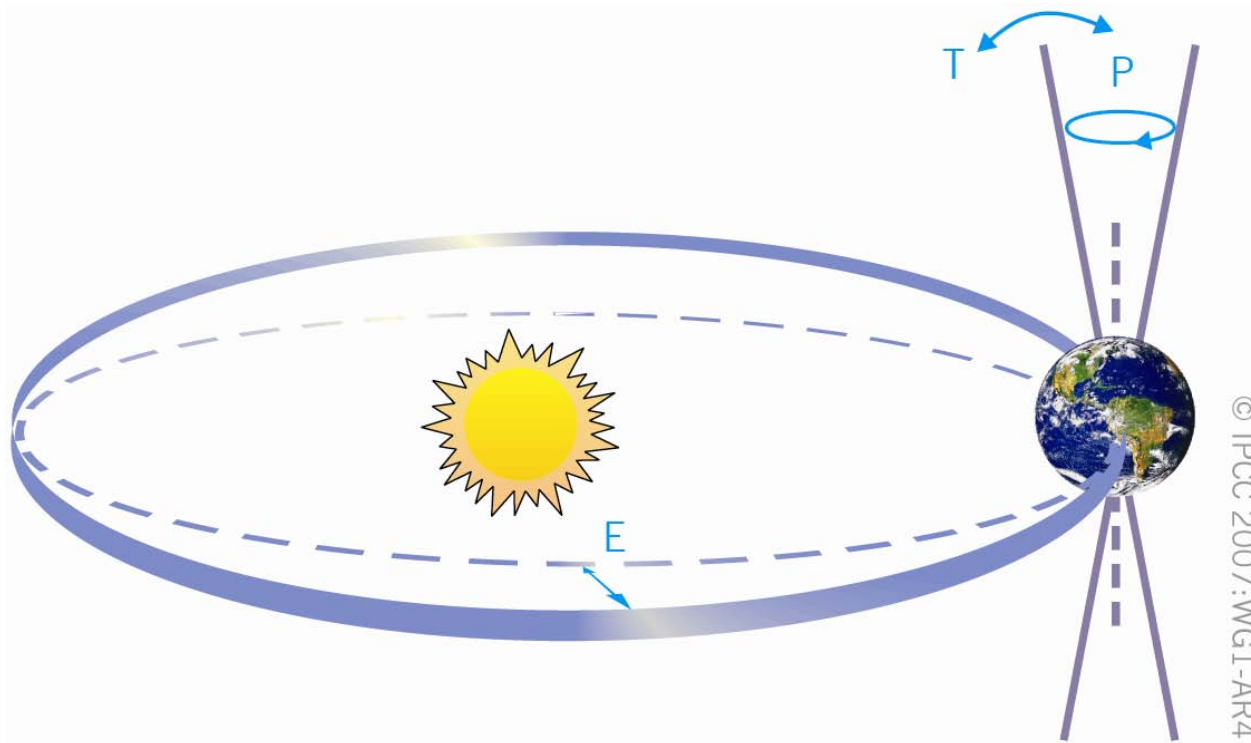
<http://spaceweather.com/>



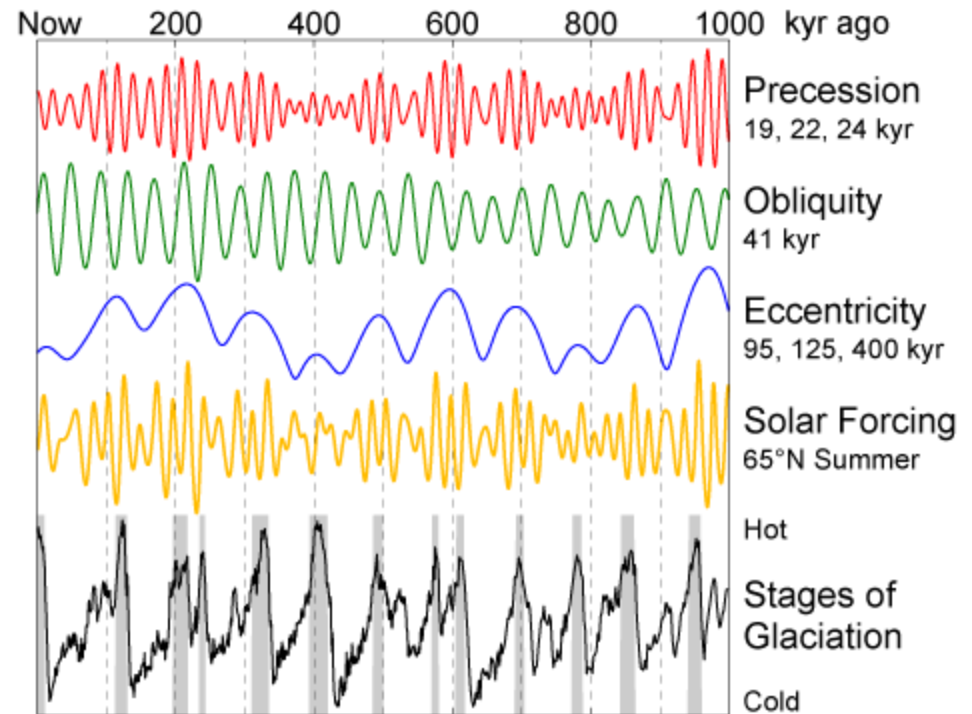
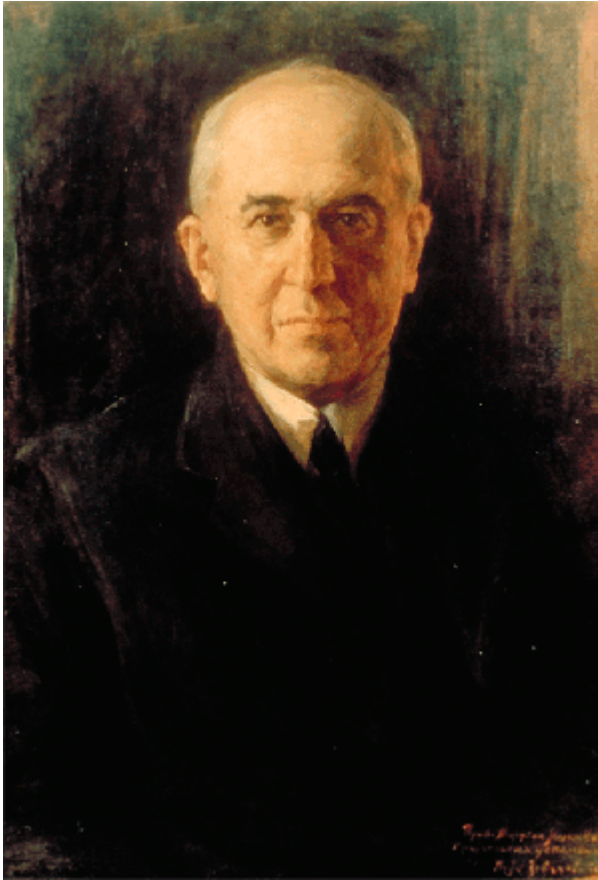


ZEMES KUSTĪBAS RAKSTURS AP SAULI

Saules starojuma intensitāte ir mainīga (Zemes orbitālo faktoru ietekmes)



Milutins Milankovičs (1879-1958)



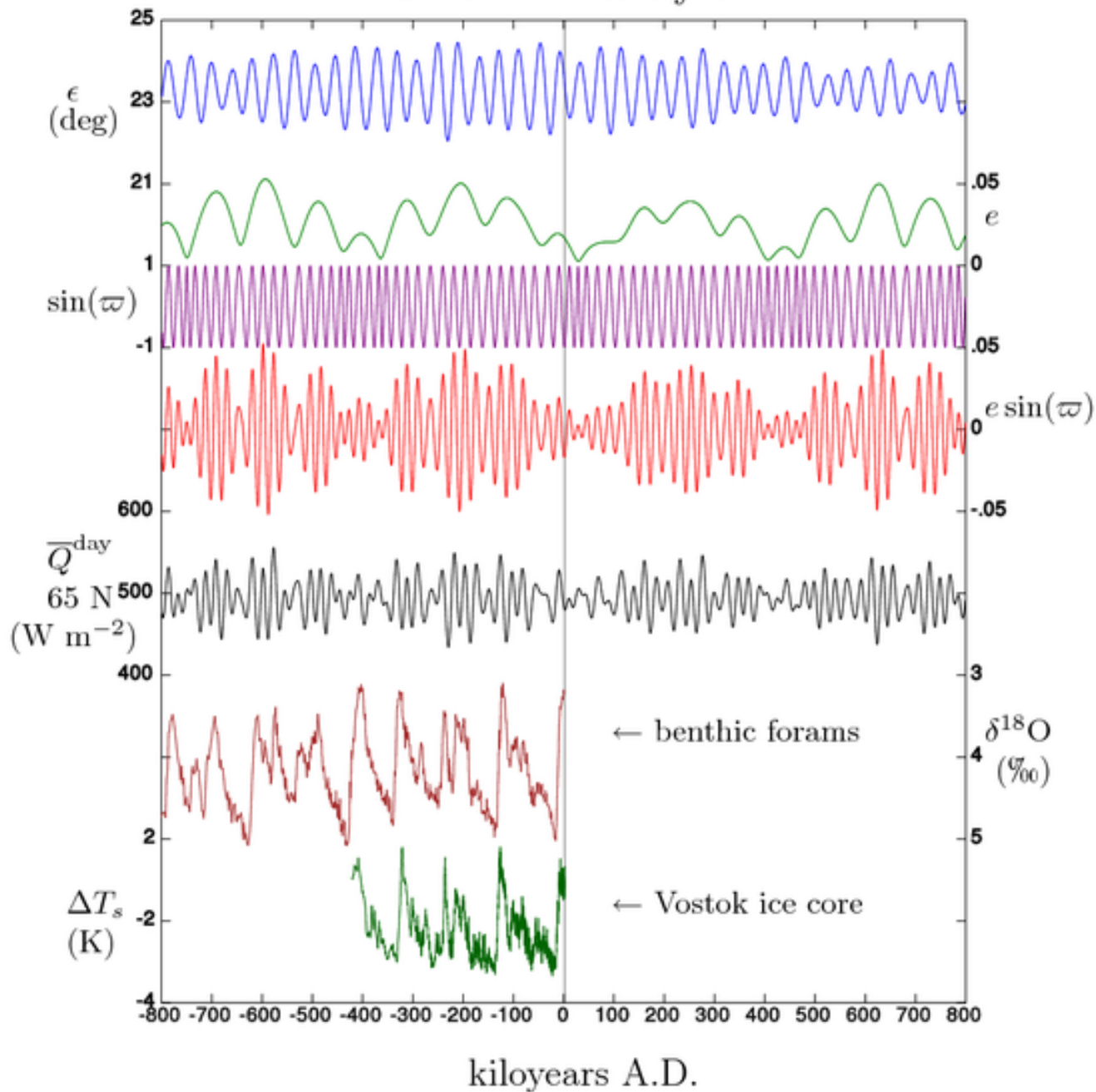
Milankoviča cikli

Saules starojuma intensitāte ir mainīga (Zemes orbitālo faktoru ietekmes)

Zemes kustības raksturu ap Sauli raksturo trīs mainības veidi

- mainībai ir pakļauts Zemes orbītas veids – elipses ekscentritāte, proti, izmaiņas attālumā līdz Saulei. Šī mainības perioda ilgums ir ap 100 000 gadu.
- Mainībai ir pakļauts Zemes rotācijas aksiālais slīpums: Zemes rotācijas ass novietojums attiecībā pret kustības ap Sauli plakni, kas var mainīties no $21,6^\circ$ līdz $24,5^\circ$ (pašlaik tas ir $23,5^\circ$). Zemes rotācijas aksiālās slīpuma izmaiņas periods ir 41 000 gadu.
- tā gadalaika nomaiņu, kurā Zeme ir vistuvākā Saulei (Zemes perihēlijs). Šī perioda ilgums ir ap 23 000 gadu (pašlaik Zeme ir vistuvāk Saulei janvāra mēnesī).

Milankovitch Cycles

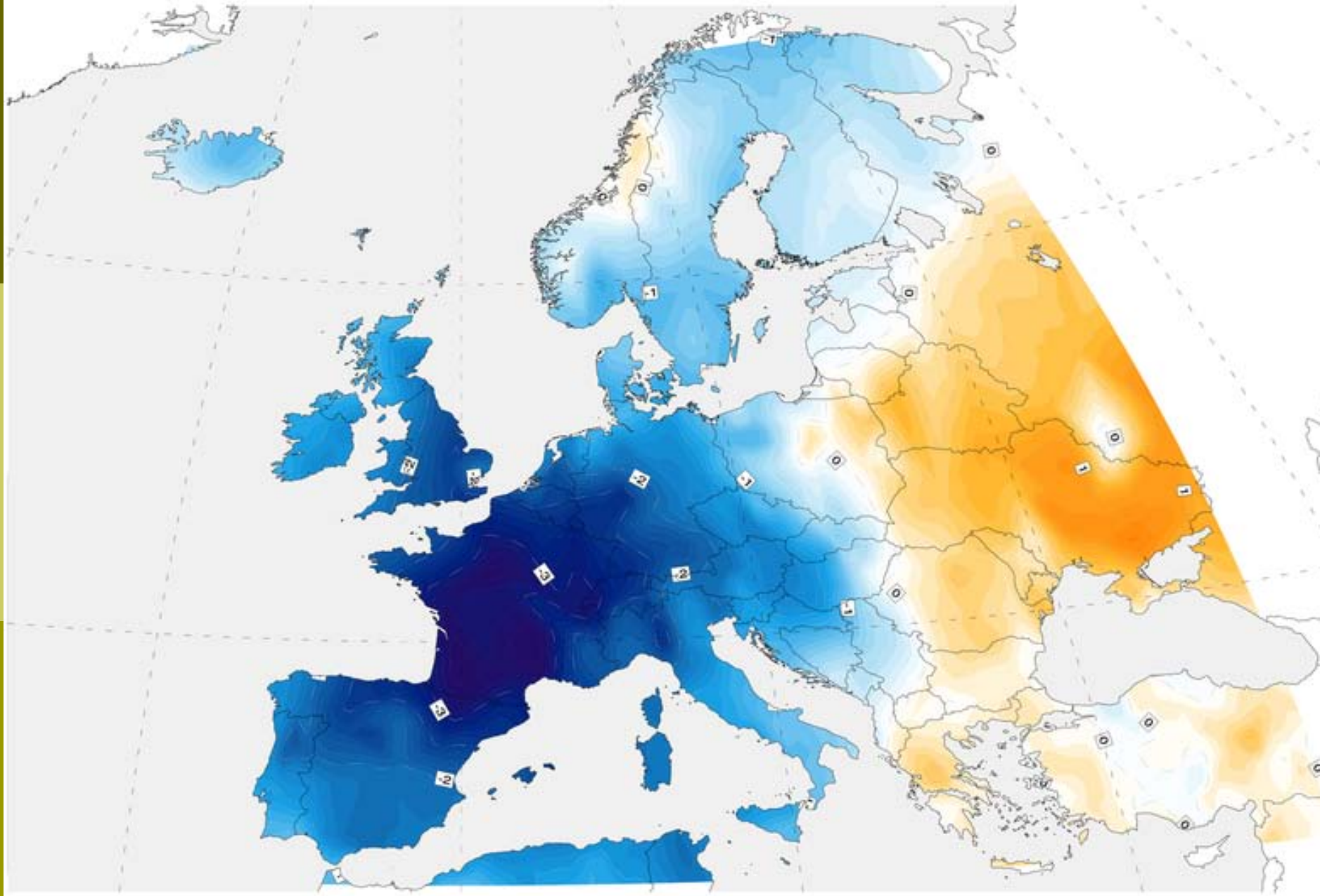


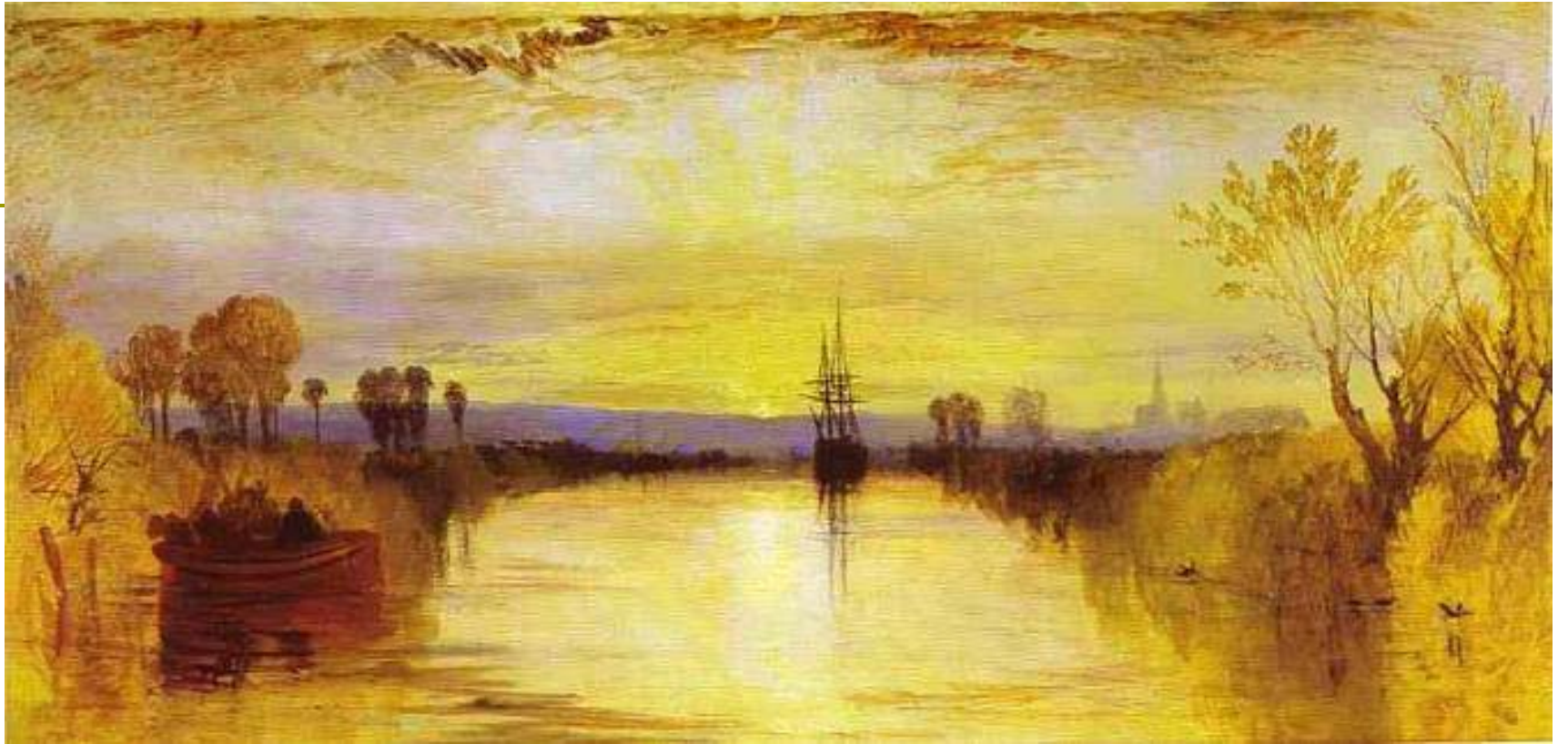
Sedimentācijas procesu periodiskums pierāda ciklisku



VULKĀNISKĀS AKTIVITĀTES IETEKMES

1816 Summer Temperature Anomaly







Paldies par uzmanību!