

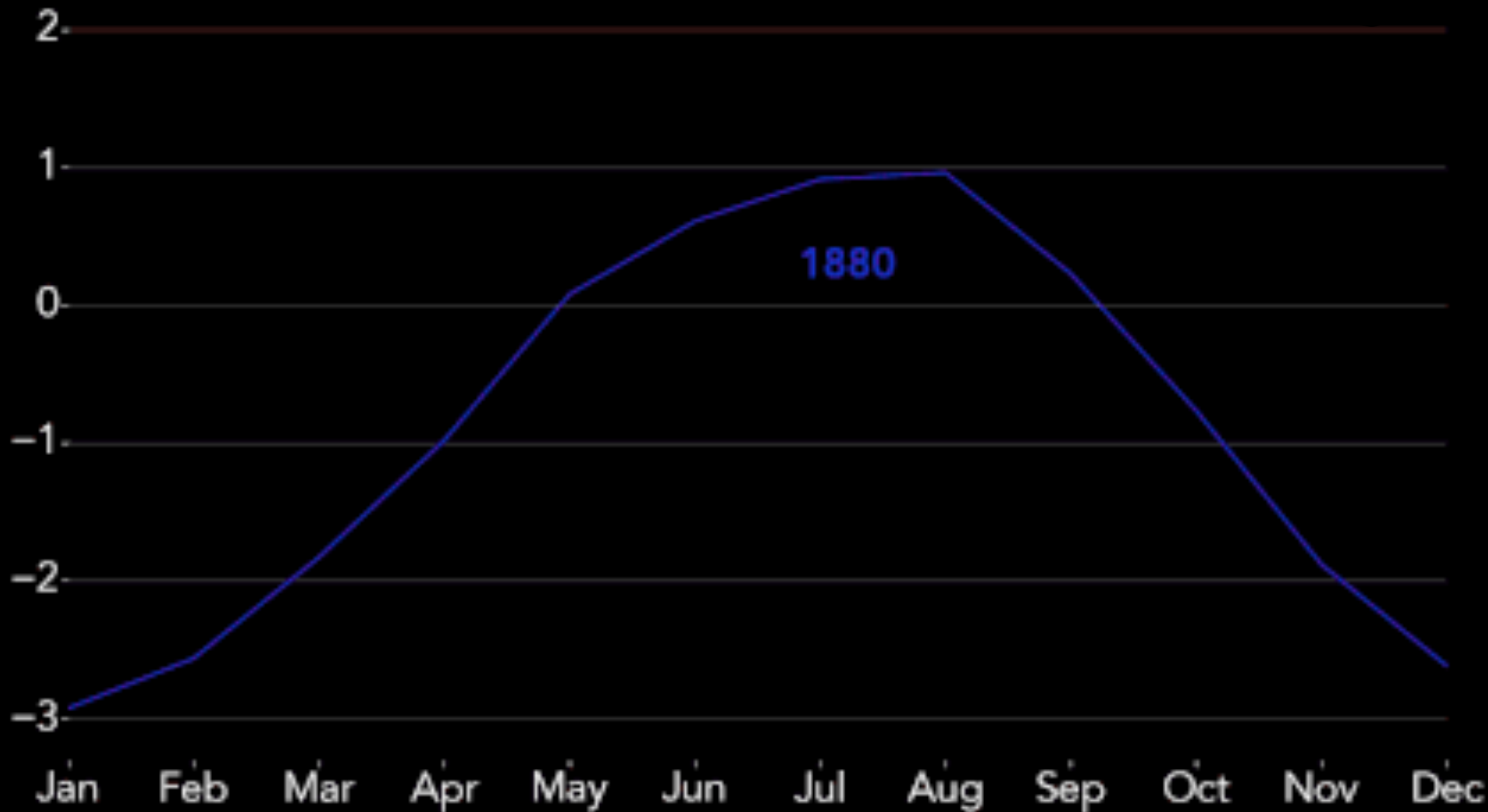
Klimats, tā izmaiņas pagātnē un šobrīd Latvijas un pasaules konteksts Zinātnes jaunākās atziņas

Dr. geol. (PhD Earth Sciences) Prof.
Normunds Stivriņš

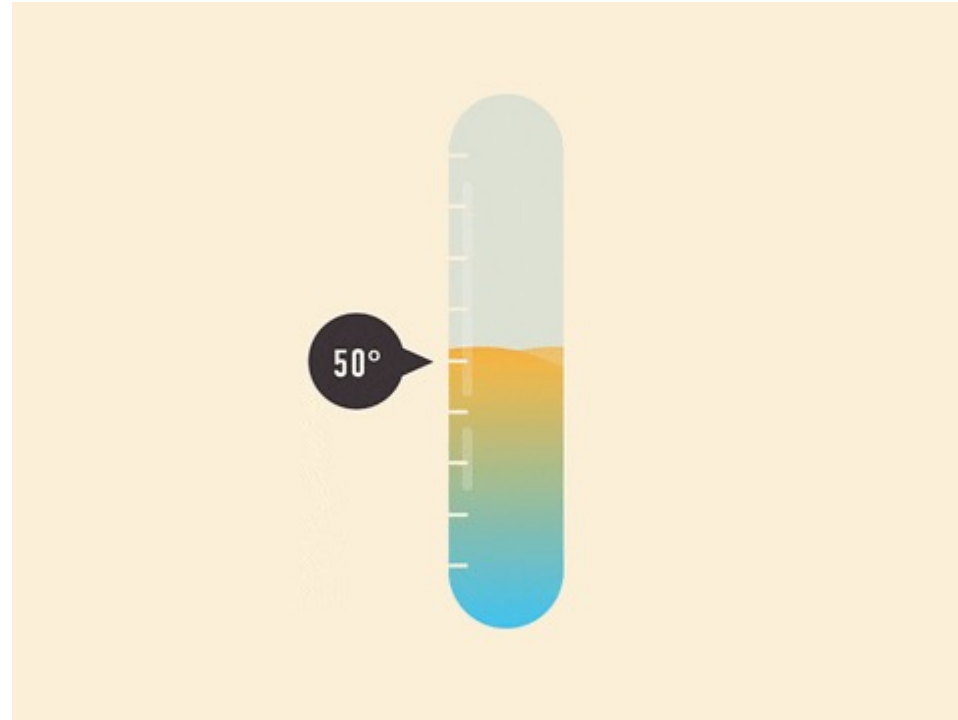
TEMPERATŪRAS ANOMĀLIJA (°C)

ANOMĀLIJA nozīmē novirze
no normas

GADS



INFORMĀCIJA PAR KLIMATU



INSTRUMENTĀLIE MĒRĪJUMI

INSTRUMENTĂLE MĚRĪJUMI

PALEOKLIMATOLOȒIA

INSTRUMENTĀLIE MĒRĪJUMI

<300 GADI

PALEOKLIMATOĻĪJA

MILJONI GADI

KLIMATA REKONSTRUKCIJAS IZMANTO GLOBĀLĀS ORGANIZĀCIJAS (IPCC, UN, EU, NASA U.C.), LAI NOVĒRTĒTU EFEKTĪVĀKO VIDES PĀRVALDES SISTĒMU AR MĒRĶI MAZINĀT VAI IEROBEŽOT ANTROPOGĒNĀS IETEKMES IZRAISĪTO KLIMATA UN VIDES NESTABILITĀTI

- **KVALITATĪVĀS: VĒSĀKS VAI SILTĀKS KLIMATS**
- **KVANTITATĪVĀS: PAR CIK °C VĒSĀKS VAI SILTĀKS KLIMATS**

Klimata rekonstrukcijas – balstītas uz tiešiem pierādījumiem un liecībām

Klimata modeļi – balstītas uz pieņēmumiem un matemātiskām formulām

**LAI ARĪ REKONSTRUKCIJAS SNIEDZ IESKATU, KĀ KĀDS RAKSTURLIELUMS IR MAINĪJIES,
REKONSTRUKCIJAS PAŠAS PAR SEVI NESNIEDZ IZSKAIDROJUMU, KAS IZRAISĪJA
NOVĒROTĀS IZMAIŅAS**

**TIKAI PALEOKLIMATISKĀS REKONSTRUKCIJAS SNIEDZ ILGETRMIŅA DATUS, KAS KALPO
PAR PAMATU MŪSDIENU KLIMATA IZMAIŅU IZPRATNEI, KĀ ARĪ NĀKOTNES PROGNOŽU
SASTĀDĪŠANĀ**

ĀRPUS ZEMES JEB ORBITĀLIE FAKTORI

ZEMES KLIMATU, LEDUS UN STARPLEDUS LAIKMETUS IETEKMĒJOŠIE FAKTORI

OKEĀNU, ATMOSFĒRAS UN SAUSZEMES FAKTORI



KOSMISKAIS STAROJUMS

ZVAIGŽŅU PUTEKĻI

SAULES RADIĀCIJA UN CIKLISKUMS

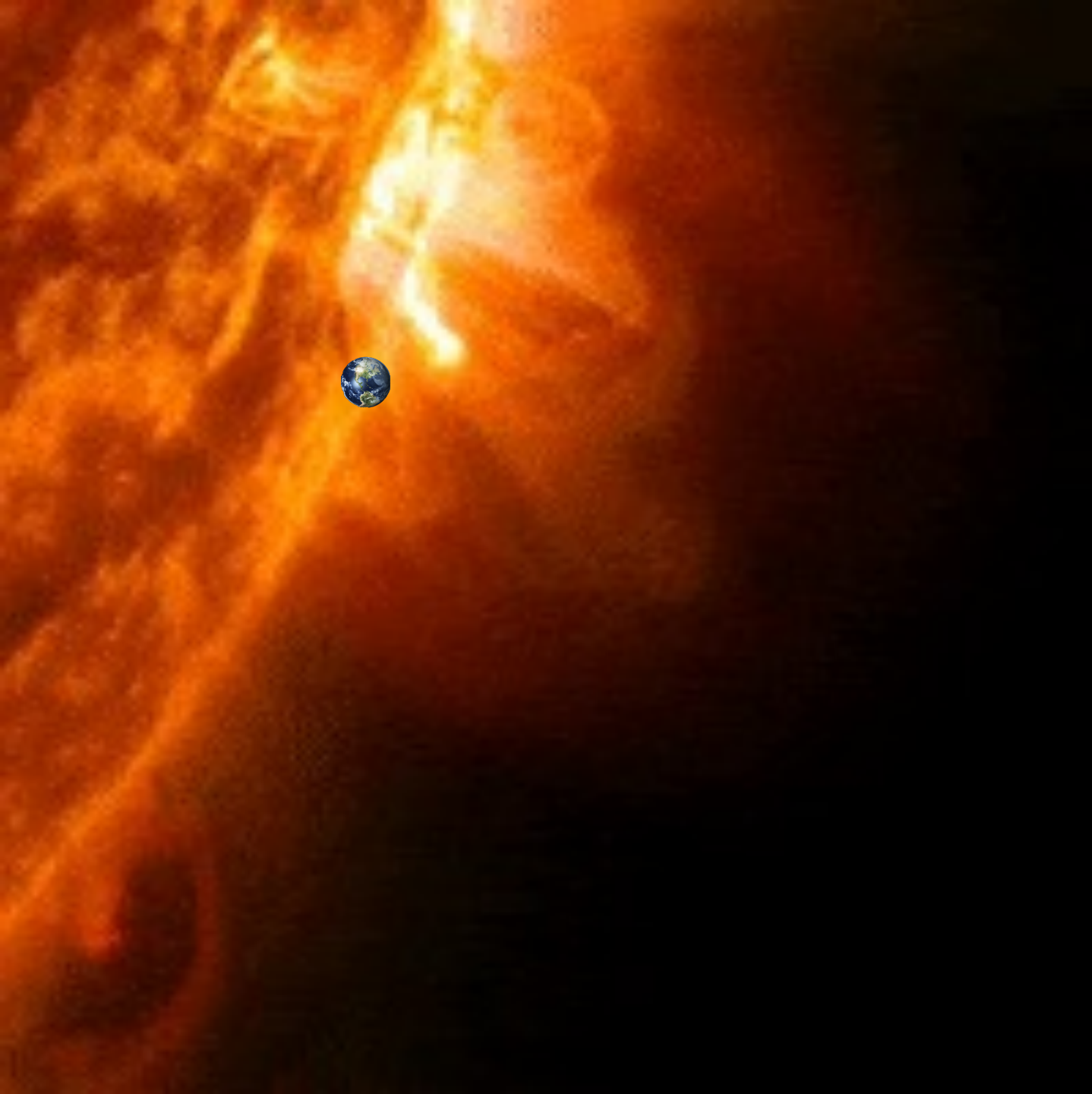
ĀRPUS ZEMES JEB ORBITĀLIE FAKTORI

SAULES IZSTAROTĀIS SILTUMS

SAULES UN ZEMES SAVSTARPĒJĀ ĢEOMETRIJA



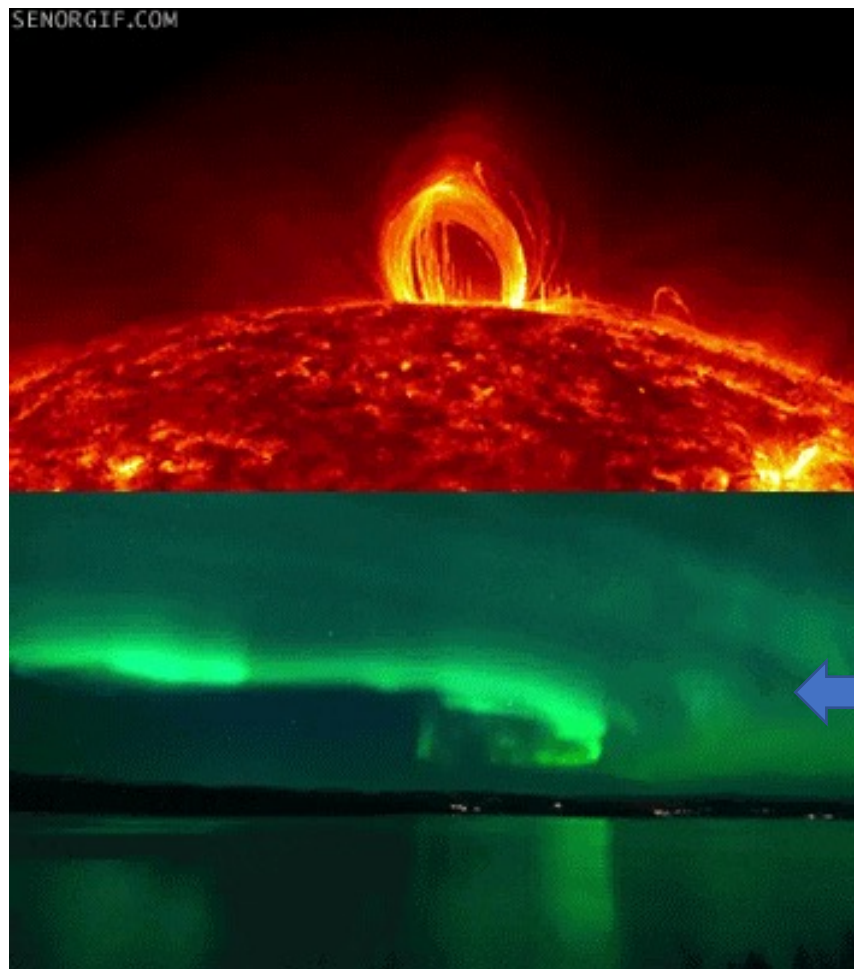
**CIKLISKI ORBITĀLIE PĀRKĀRTOJUMI LAIKA GAITĀ NOSAKA ZEMES
SAŅEMTĀS SAULES RADIĀCIJAS (SILTUMA) DAUDZUMU, KAS IR
ATŠKIRĪGS DAŽĀDOS ĢEOGRĀFISKOS PLATUMOS**



1,3 MILJ. ZEMESLODES IETILPST SAULĒ

**CIKLISKI ORBITĀLIE PĀRKĀRTOJUMI LAIKA GAITĀ NOSAKA ZEMES
SAŅEMTĀS SAULES RADIĀCIJAS (SILTUMA) DAUDZUMU, KAS IR
ATŠĶIRĪGS DAŽĀDOS ĢEOGRĀFISKOS PLATUMOS**

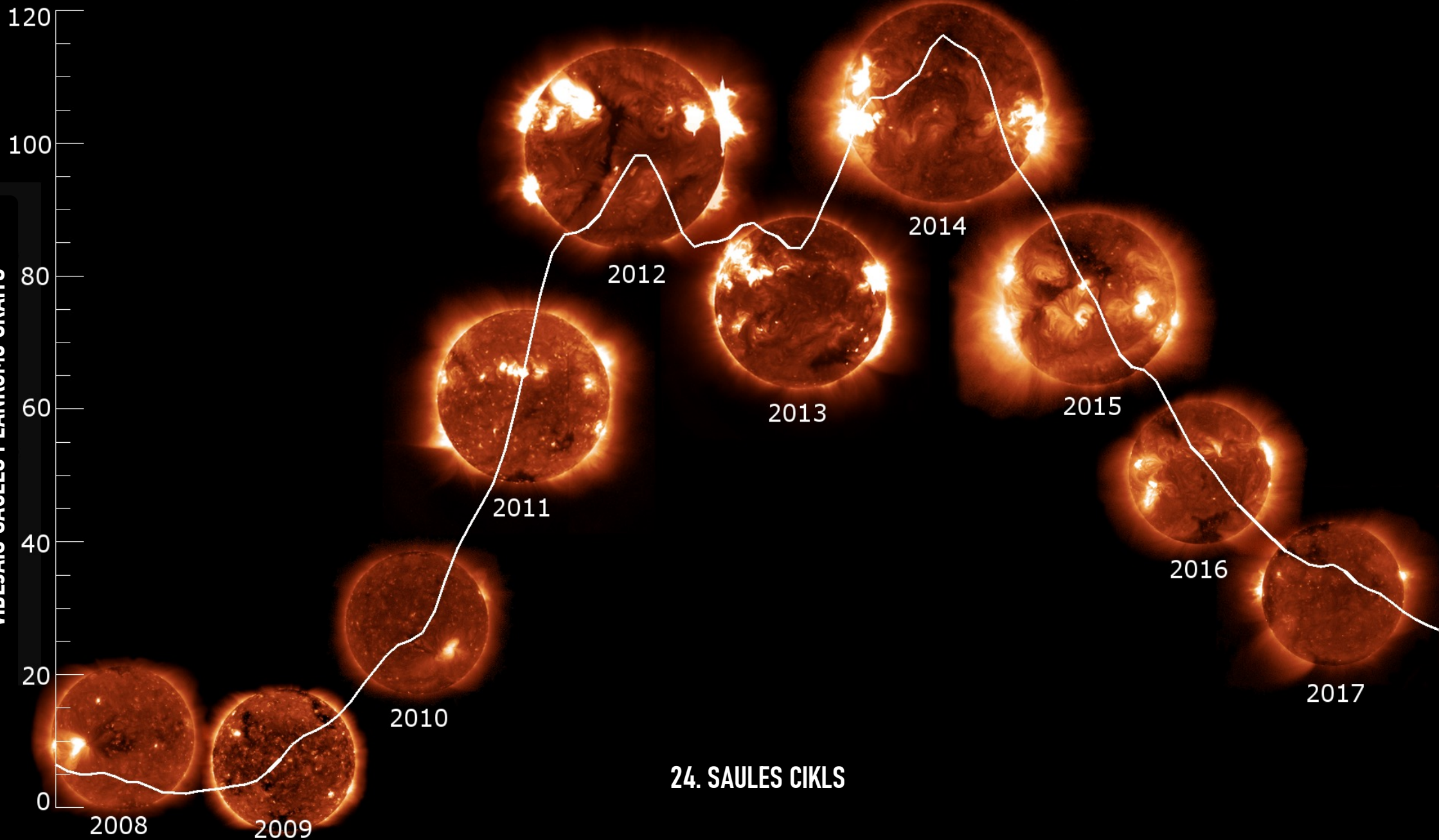
PAR SAULES AKTIVITĀTI UN IETEKMI UZ ZEMESLODI VAR IK VIENS PARLIECINĀTIES PATS



SPĒCĪGS IZVIRDUMS UZ SAULES

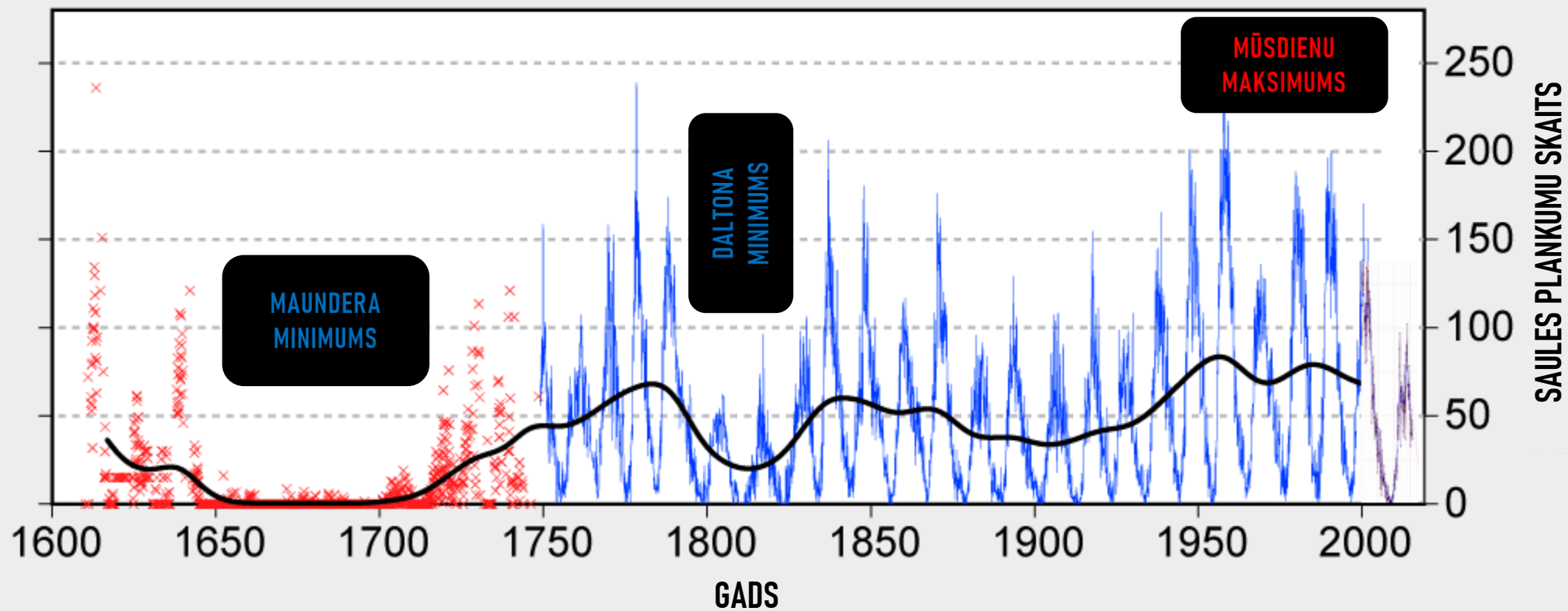
REDZAM *AURORA BOREALIS* (ZIEMEĻBLĀZMA)

VIDĒJAIS SAULES PLANKUMU SKAITS



24. SAULES CIKLS

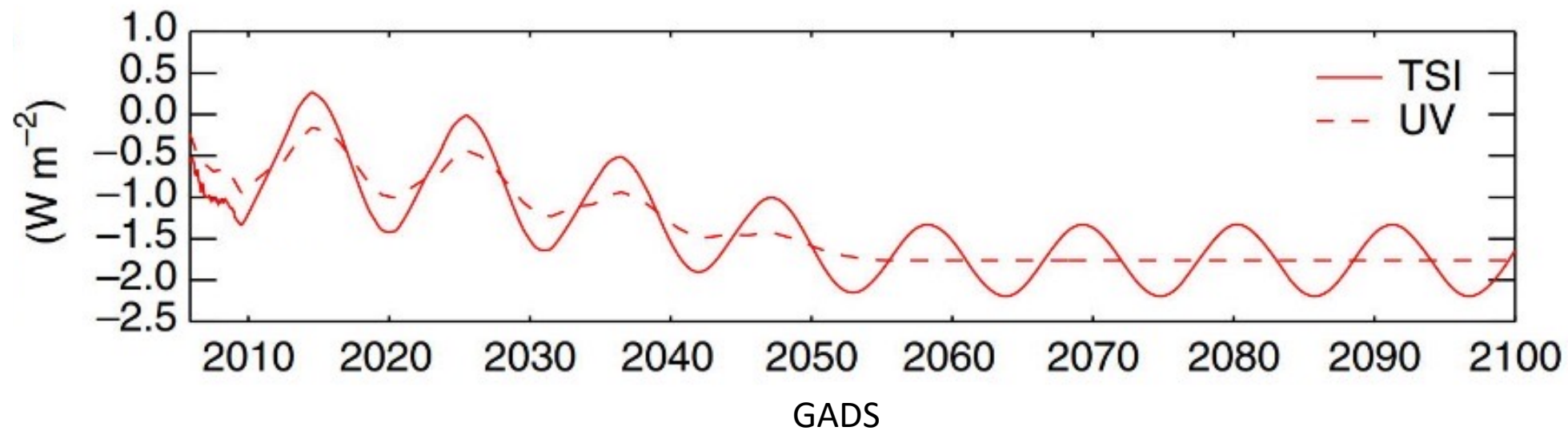
SAULES PLANKUMU NOVĒROJUMU IERAKSTS PĒDĒJO 400 GADU LAIKĀ



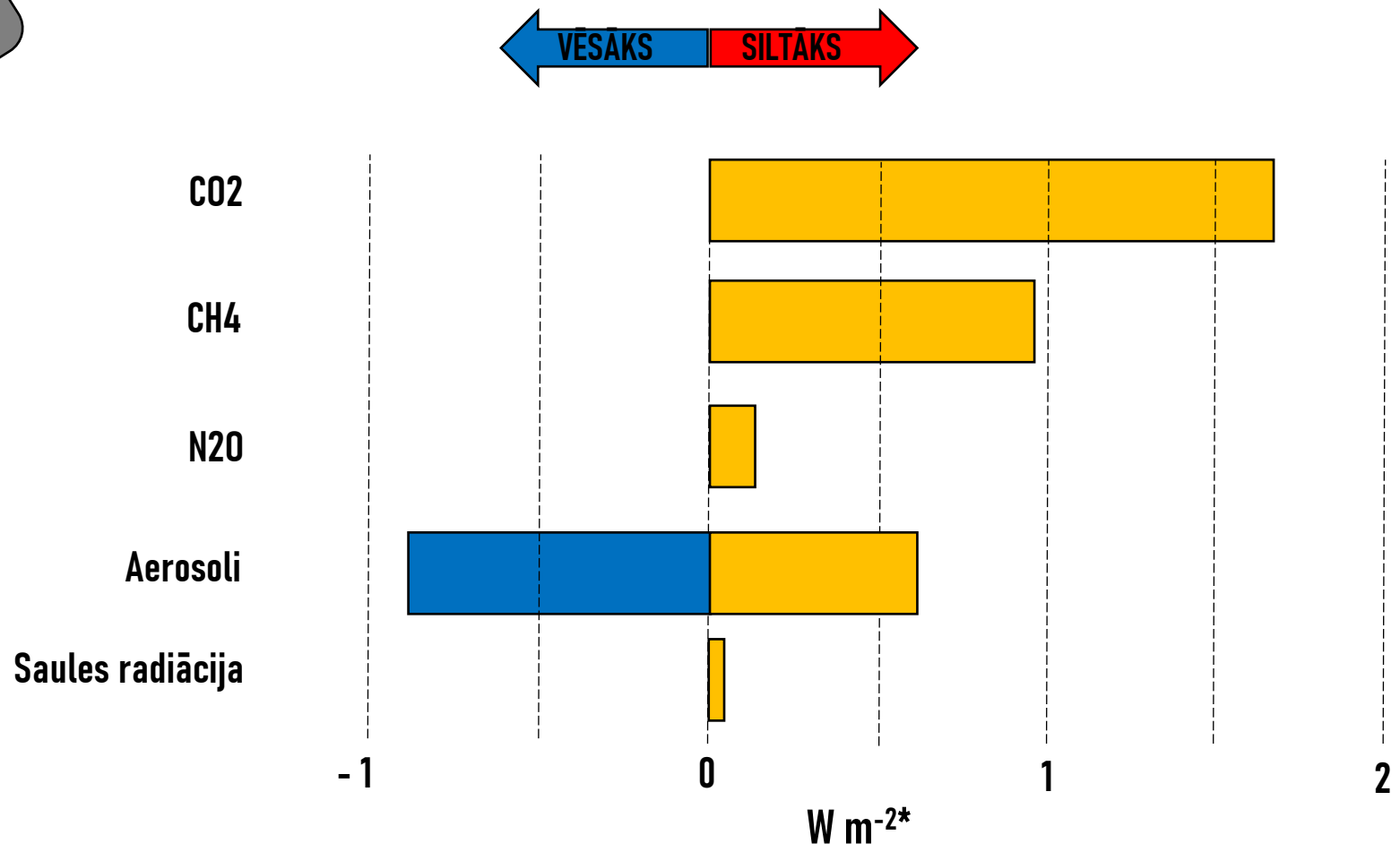
MAZAIS LEDUS LAIKMETS (~12.-19.GS)



SAULES RADIĀCIJAS IZMAIŅAS LĪDZ 2100.gadam



**SILTUMA RADIĀCIJAS
IETEKME UZ KLIMATU**



**SAULES IETEKME
ĪSTERMIŅĀ IR MINIMĀLA,
BET...**

*Siltuma radiācijas ietekme (salīdzinājumā ar 1750. gadu; vati uz vienu kvadrātmetru): IPCC 2013

ILTERGMIŅĀ CIKLI NOSAKA **LEDUS LAIKMETU** UN
STARPLEDUS LAIKMETU PERIODUS UZ ZEMESLODES



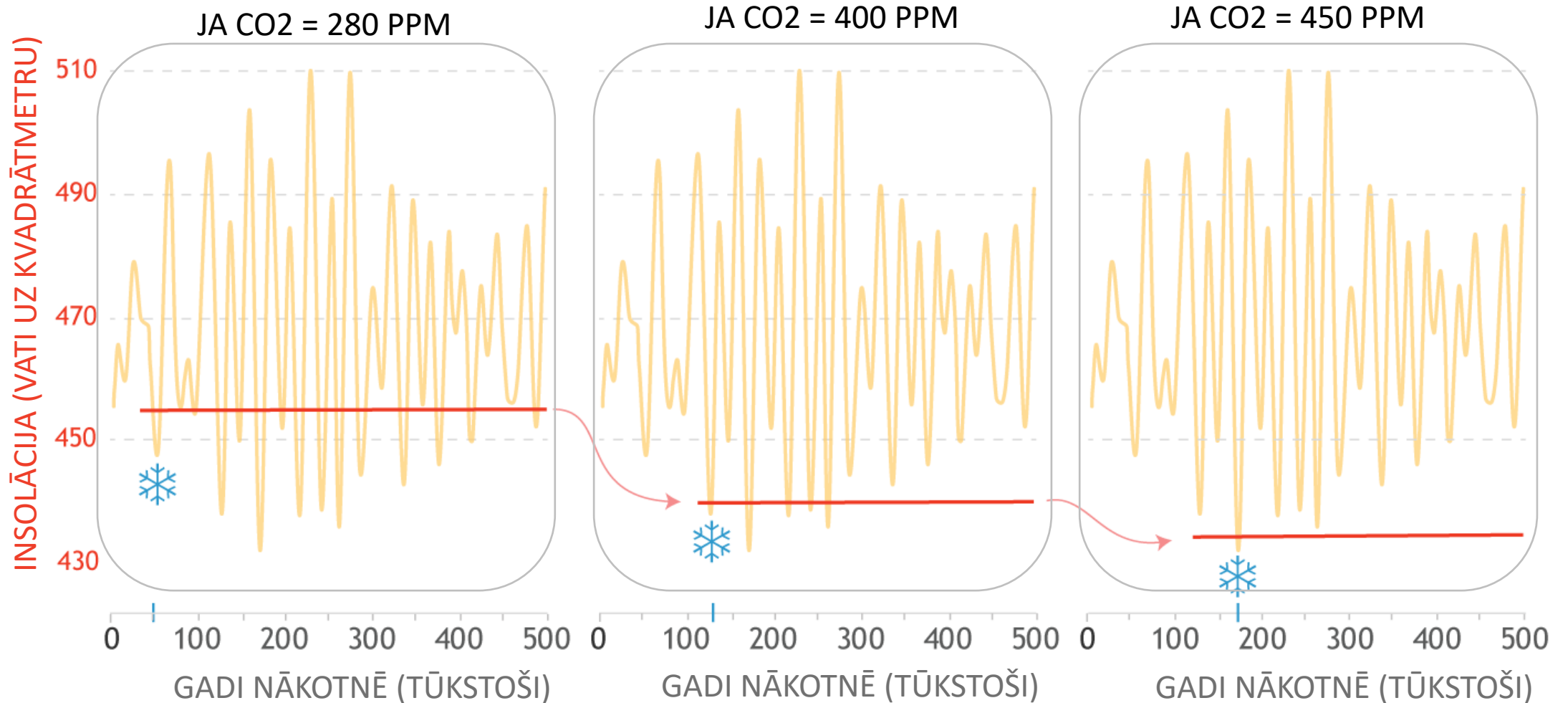
...ILGTERMIŅĀ, **SAULES**
RADĪTAJAM SILTUMAM IR
FUNDAMENTĀLA NOZĪME


KAD GAIDĀMS NĀKAMĀIS LEDUSLAIKMETS?

SAŅEMTAIS SAULES SILTUMS 65°N TURPMĀKOS 500 000 GADUS

CIK ZEMAI INSOLĀCIJAI JĀBŪT, LAI IZRAISĪTU NĀKAMO LEDUSLAIKMETU

❄ IESPĒJAMĀIS LEDUSLAIKMETA SĀKUMS





**TEKTONISKO PLĀTŅU KUSTĪBAS
REZULTĀTĀ PIRMS 3 MILJ. GADU
SAVIENOJĀS ZIEMEĻAMERIKA AR
DIENVIDAMERIKU**

**IZVEIDOJĀS GOLFA STRAUME, PATEICOTIES
KURAI, MĒS VARAM DZĪVOT TIK TĀLU UZ
ZIEMEĻIEM, JO IR PIETIEKOŠI SILTS**

PLAŠĀKĀS APLEDOJUMA TERITORIJAS VEIDOJĀS ZIEMEĻU PUSLODĒ



ŠIE NOTIKUMI IZRAISĪJA ATKĀRTOTU APLEDOJUMU UZVIRZĪŠANOS UN ATVIRZĪŠANOS

25580

GADI PIRMS MŪSDIENĀM

NO LATVIJAS TERITORIJAS LEDĀJS ATKĀPĀS PIRMS 15 000 GADIEM

LATVIJA

The image consists of two maps of Europe. The top map shows the current geographical outline of Europe with a small white area representing the ice sheet at the time of the last glacial period. The bottom map shows the same region but with a much larger white area representing the ice sheet that once covered most of northern and central Europe, including the Baltic Sea region. A purple arrow points from a purple box labeled 'LATVIJA' to the southern edge of the ice sheet in the bottom map. The background of the maps is a satellite-style image of the region, with green representing forested areas and brown representing open land or tundra.

VASARAS VIDĒJĀ GAISA TEMPERATŪRA

MŪSDIENAS

GADI PIRMS MŪSDIENĀM

PAGĀTNE



VASARAS VIDĒJĀ GAISA TEMPERATŪRA

MŪSDIENAS

Gadi pirms mūsdienām

PAGĀTNE

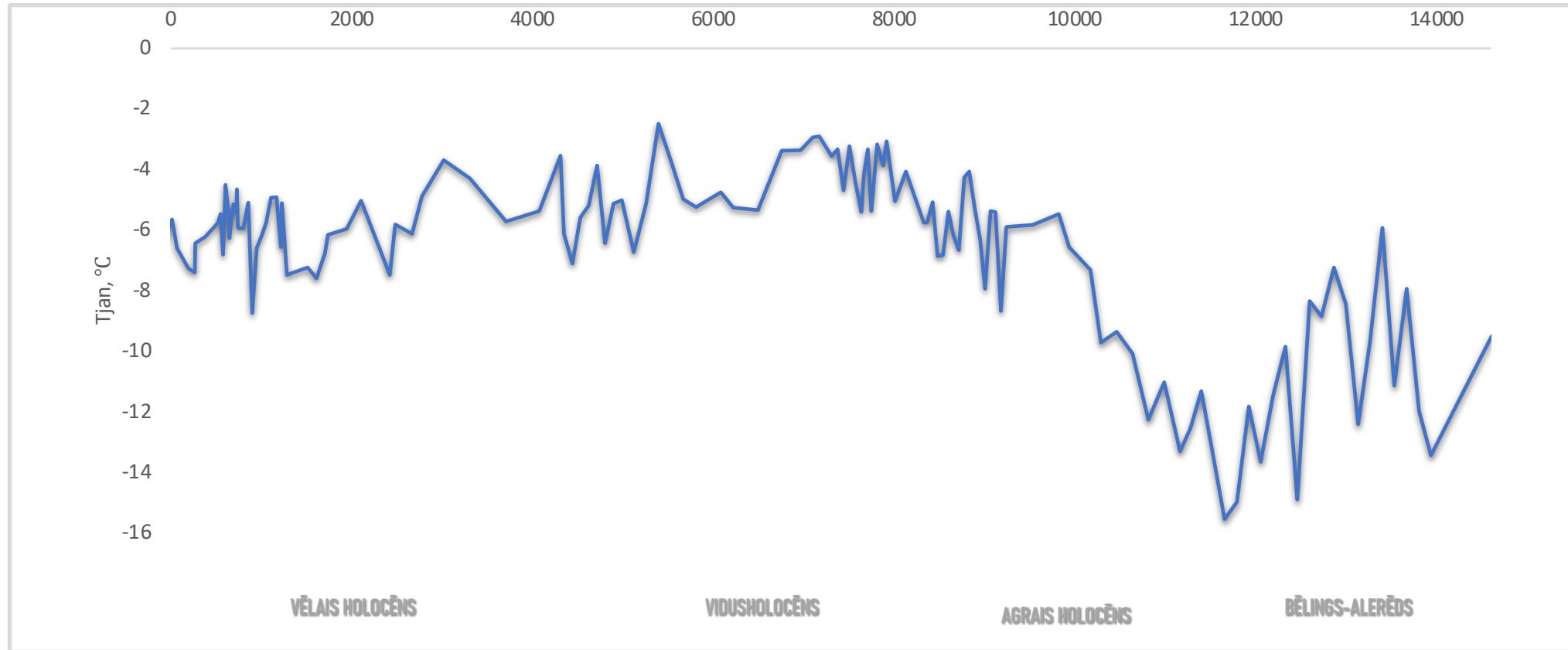
MŪSDIENU VASARAS VIDĒJĀ TEMPERATŪRA



ZIEMAS VIDĒJĀ GAISA TEMPERATŪRA

MŪSDIENAS

PAGĀTNE



VĒLAIS HOLOCĒNS

VIDUSHOLOCĒNS

AGRAIS HOLOCĒNS

BĒLINGS-ALERĒDS

STARPLEDUS LAIKMĒTS

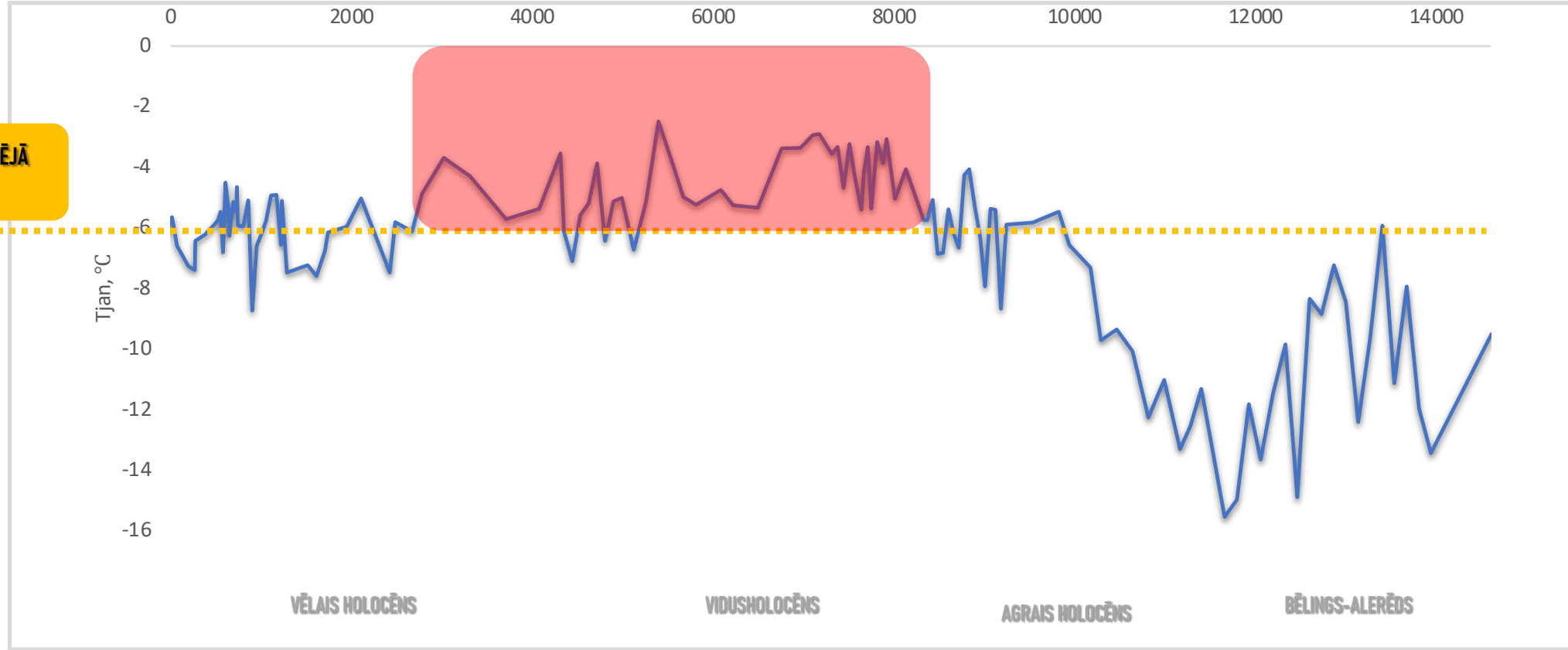
LEDUSLAIKMETA BEIGU POSMS

ZIEMAS VIDĒJĀ GAISA TEMPERATŪRA

MŪSDIENAS

PAGĀTNE

MŪSDIENU ZIEMAS VIDĒJĀ
TEMPERATŪRA



VĒLAIS HOLOCĒNS

VIDUSHOLOCĒNS

AGRAIS HOLOCĒNS

BĒLINGS-ALERĒDS

STARPLEDUS LAIKMĒTS

LEDUSLAIKMETA BEIGU POSMS

ORBITĀLIE CIKLI

ORBITĀLIE CIKLI IZRAISA SĀKOTNĒJO SASILŠANU, BET PĒC TAM 90% SASILŠANU IZRAISA CO2 PALIELINĀJUMS

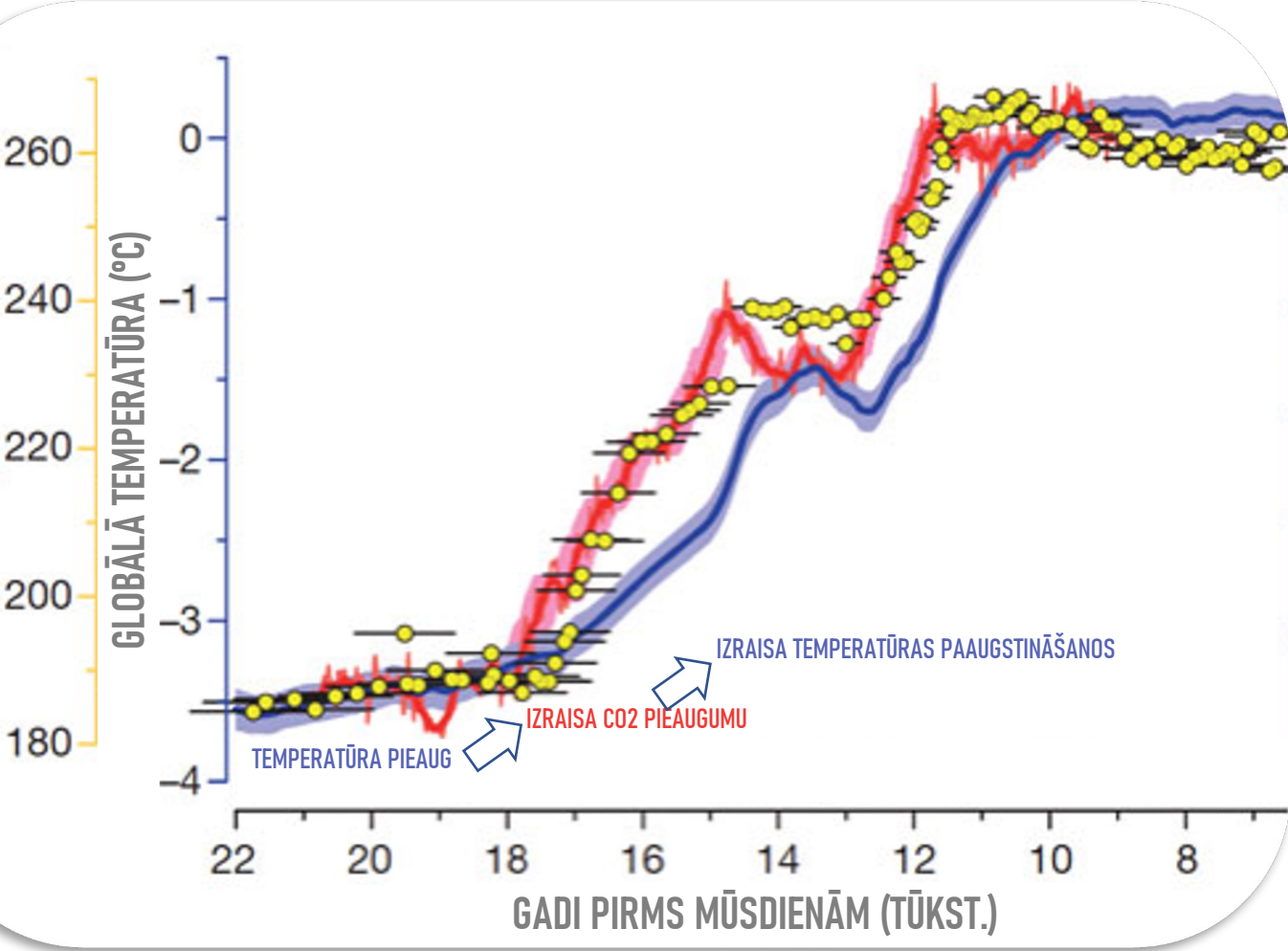
IESTĀJĀS STARPLEDUS LAIKMETS

ARKTIKA SASILST

LEDUS KŪST

LEDUS KUŠANAS SALDŪDENS NOPLŪST OKEĀNĀ

IZJŪKT OKEĀNA STRAUMJU CIRKULĀCIJA



PAAUGSTINĀS GAISA TEMPERATŪRA

PALIELINĀS CO2 KONCENTRĀCIJA ATMOSFĒRĀ

CO2 NOKĻŪST ATMOSFĒRĀ

SILTUMA ATŠKIRĪBA PUSLODĒS

CO2 ŠĶĪDĪBA SAMAZINĀS DIENVIDPUSLODES OKEĀNOS

DAŽKĀRT TIEK MINĒTS, KA VULKĀNU
IZVIRDUMU LAIKĀ IZDALĀS LIELĀKS APJOMS
SILTUMNĪCEFĒKTU IZRAISOŠO GĀŽU, NEKĀ
CILVĒKA DARBĪBAS REZULTĀTĀ

VULKĀNU IZVIRDUMU LAIKĀ
GAISĀ TIEK IZSVIESTS DAŽĀDA
IZMĒRA MATERIĀLS UN GĀZES

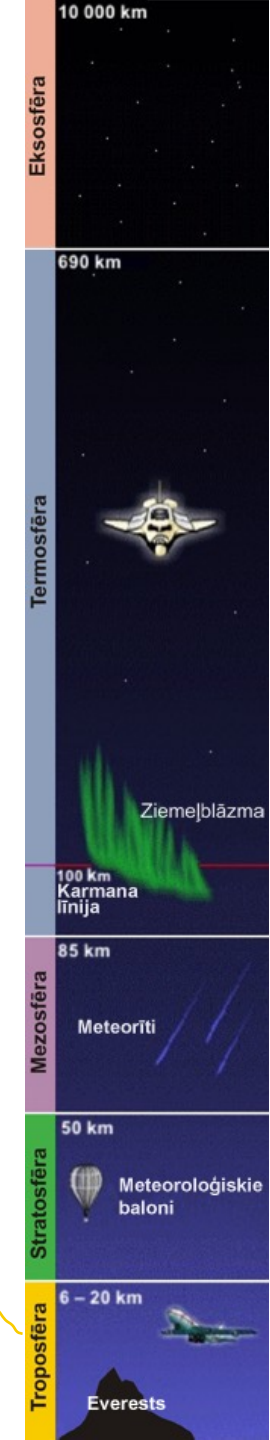


DAŽKĀRT TIEK MINĒTS, KA VULKĀNU
IZVIRDUMU LAIKĀ IZDALĀS LIELĀKS APJOMS
SILTUMNĪCEFEKTU IZRAISOŠO GĀŽU, NEKĀ
CILVĒKA DARBĪBAS REZULTĀTĀ

ATMOSFĒRĀ UN TROPOSFĒRĀ NONĀKUŠĀS
GĀZES UN MIKROSKOPIŠKĀS TEFRAS DAĻIŅAS
VAR IZRAISĪT STRAUJAS KLIMATA IZMAIŅAS ->
KLIMATA PAVĒSINĀŠANOS

SARYCHEV VOLCANO (JAPĀNA) 2009. GADA 12. JŪNIJS. M. JUSTIN WILKINSON, NASA-JSC

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/tv/a/a2/AtmosferaSlani.png>

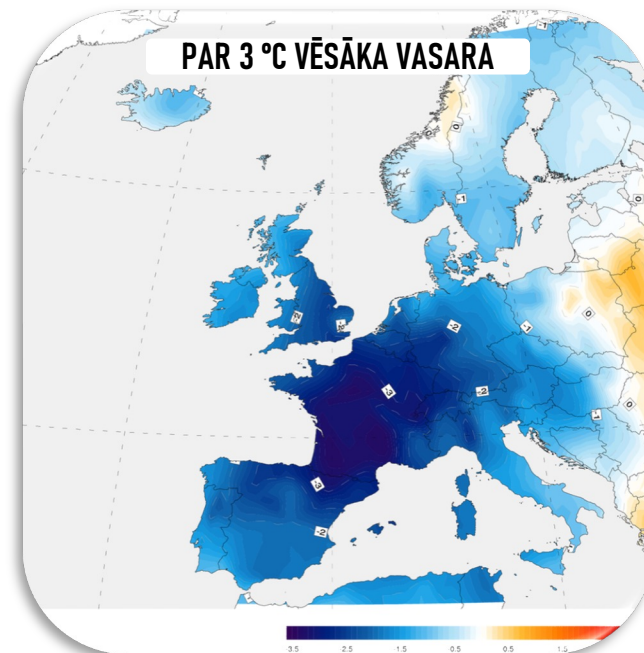


1816. "GADS BEZ VASARAS"

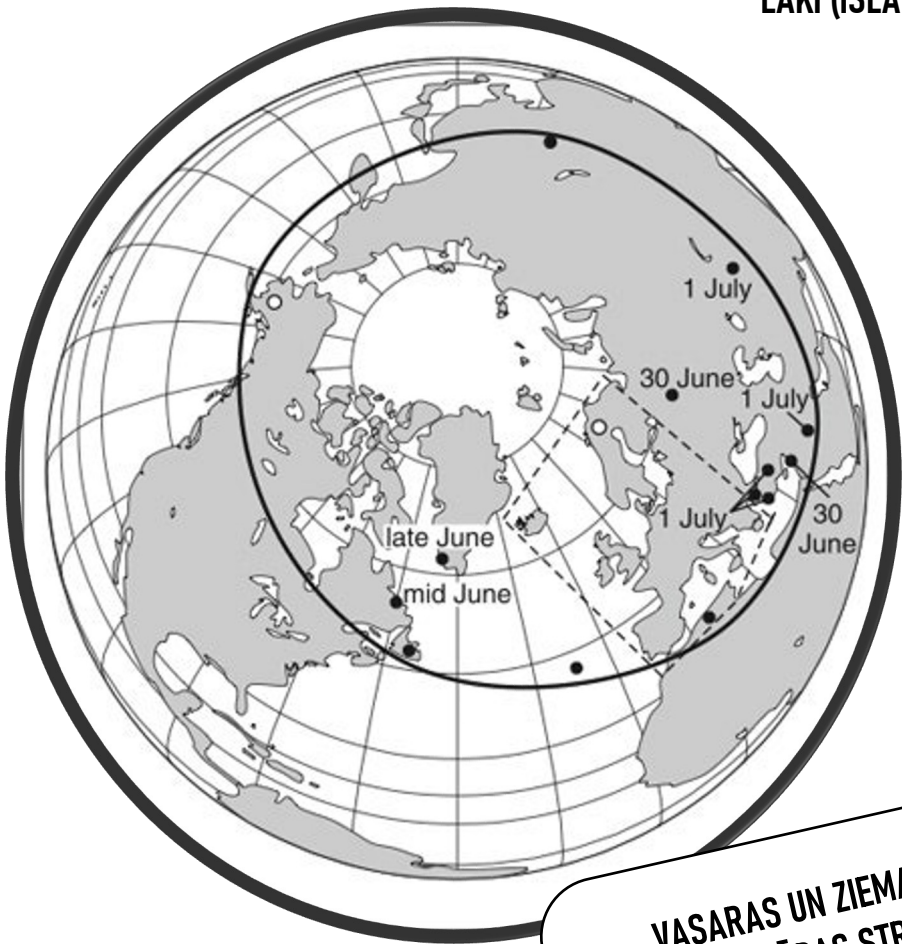
1815. GADA TAMBORAS VULKĀNA IZVIRDUMS INDONĒZIJĀ PAVĒSINĀJA KLIMATU EIROPĀ
1816. GADĀ -> NERAŽAS GADS



TAMBORAS VULKĀNA
KRĀTERIS, KURŠ RADĀS 1815.
GADA IZVIRDUMA LAIKĀ



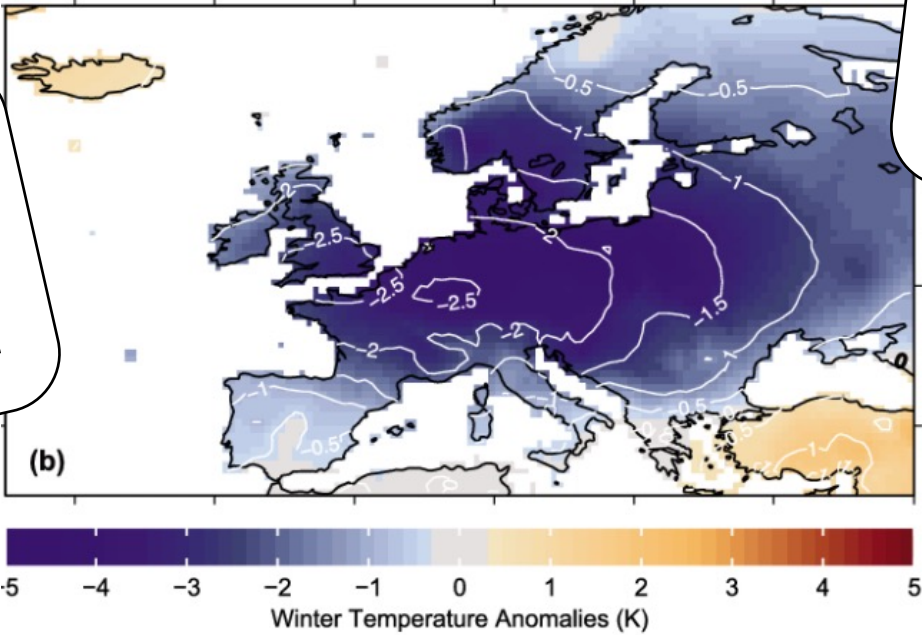
**LAKI (ISLANDE) 1783.-1784.GADA
IZVIRDUMS**



**VASARAS UN ZIEMAS
TEMPERĀTŪRAS STRAUJI
PAZEMINĀJĀS UN BIJA ZEM
NORMAS TURPMĀKOS DAŽUS
GADUS VISĀ ZIEMEĻPUSLODĒ**



**NERAŽAS GADI, SLIMĪBAS UN
AUGSTĀS PĀRTIKAS CENAS
IZRAISĪJA SOCIĀLO
NEAPMIERINĀTĪBU -> SĀKUMS
FRANČU REVOLŪCIJAI**



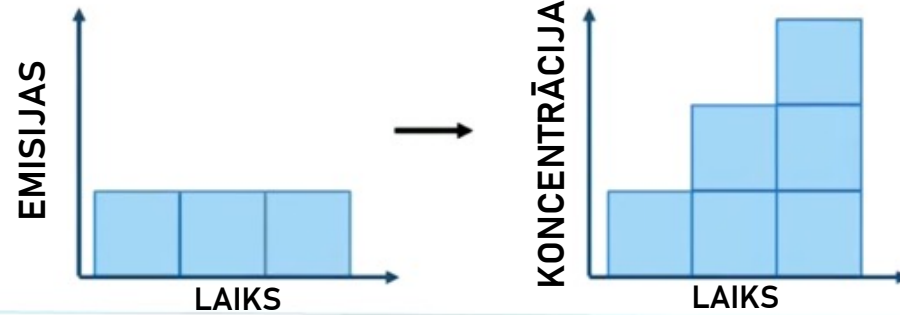


**KATRU GADU NO VULKĀNIEM
IZDALĀS 280–360 MILJ. T CO₂**

**~39 MILJRD. T CO₂ IZDALĀS CILVĒKU
DARBĪBAS REZULTĀTĀ**

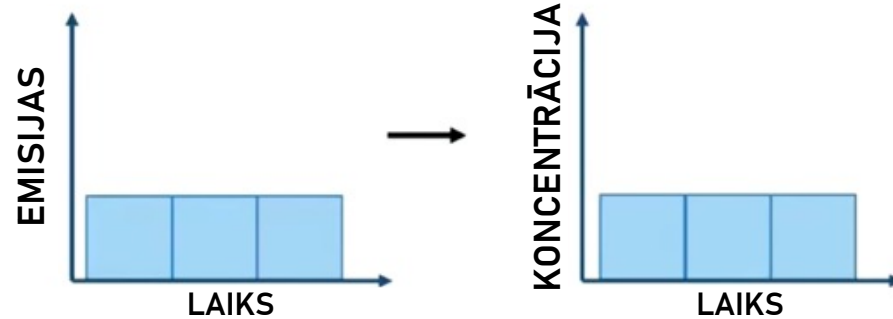
**PĒDĒJĀ GADSIMTA LAIKĀ NAV NOVĒROTA
PALIELINĀTA VULKĀNISKĀ AKTIVITĀTE**

CO₂



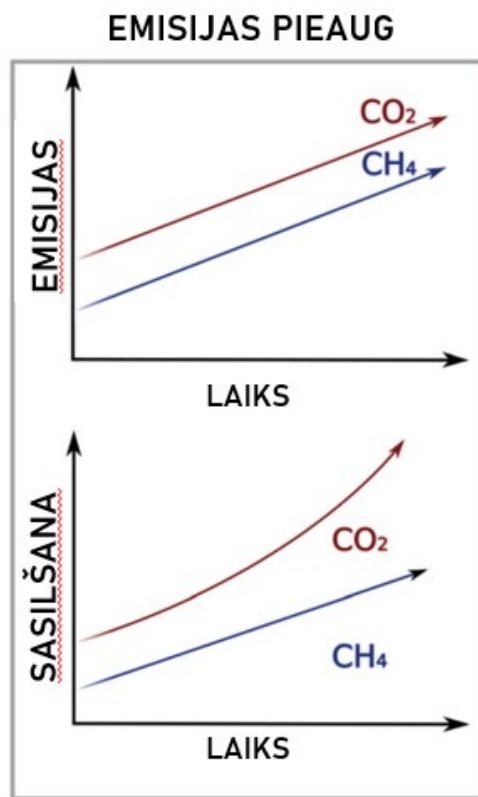
CO₂ ATMOSFĒRĀ PASTĀV LĪDZ PAT 1000 GADIEM UN LAIKA GAITĀ PIE VIENĀDĀM EMISIJĀM TĀ KONCENTRĀCIJA TIKAI PALIELINĀS

CH₄

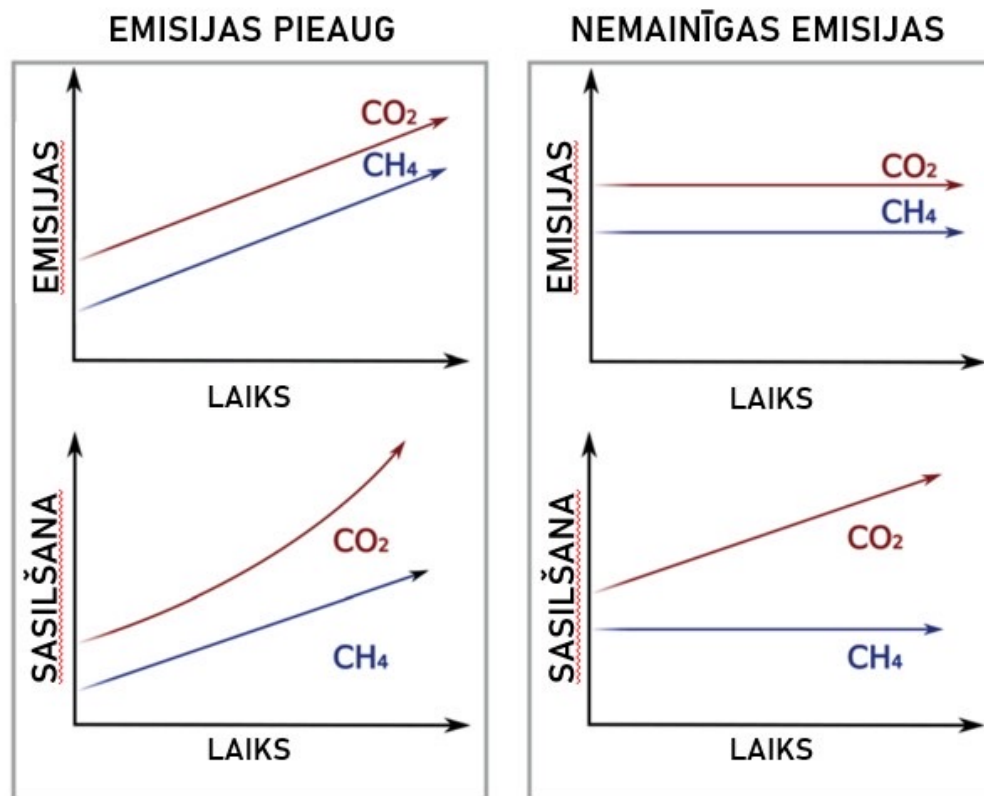


CH₄ 12 GADU LAIKĀ ATMOSFĒRĀ SADALĀS UN TĀ KONCENTRĀCIJA NEUZKRĀJĀS

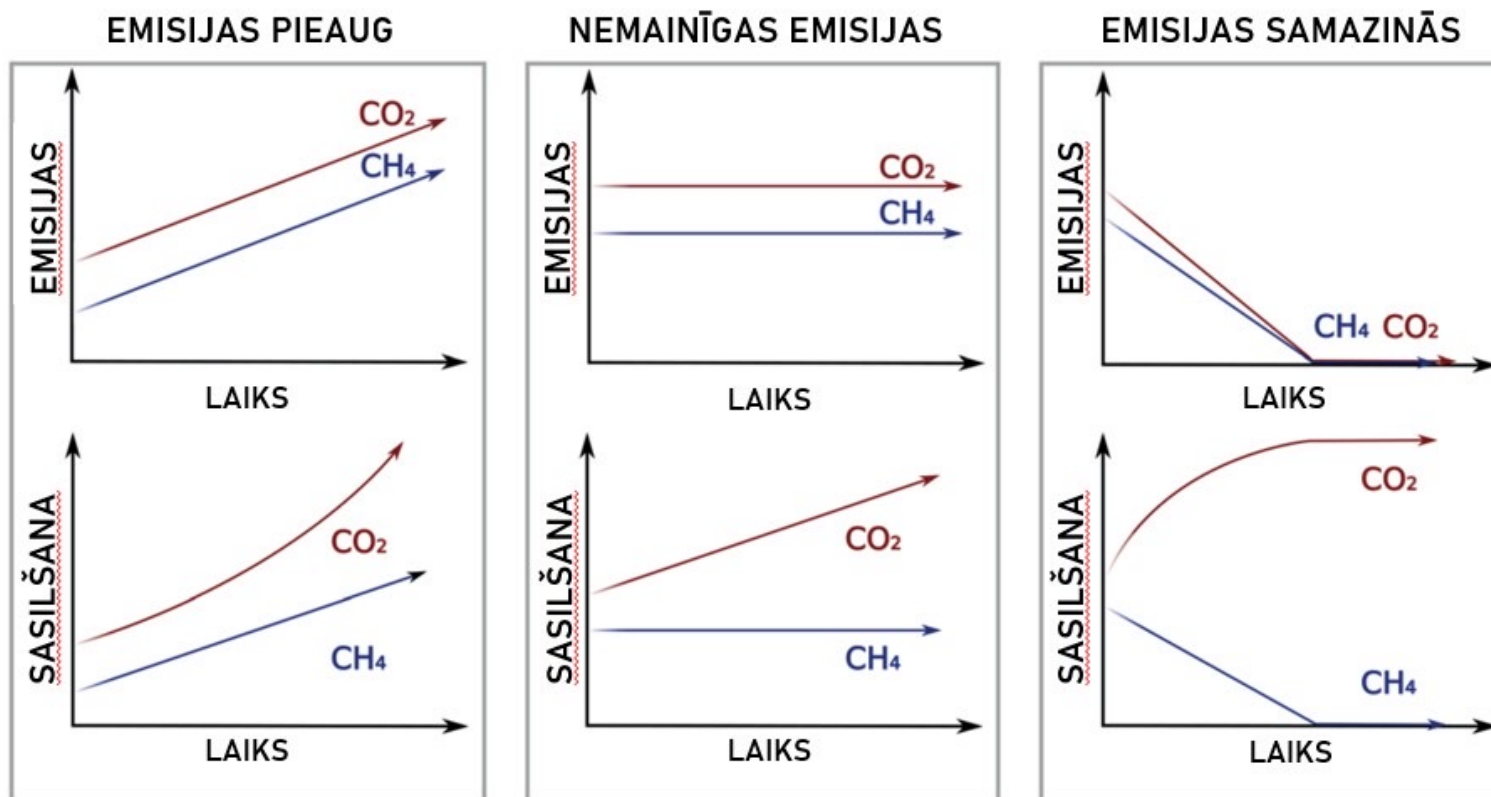
CO₂ UN CH₄ IETEKME UZ KLIMATU PIE DAŽĀDIEM SCENĀRIJIEM



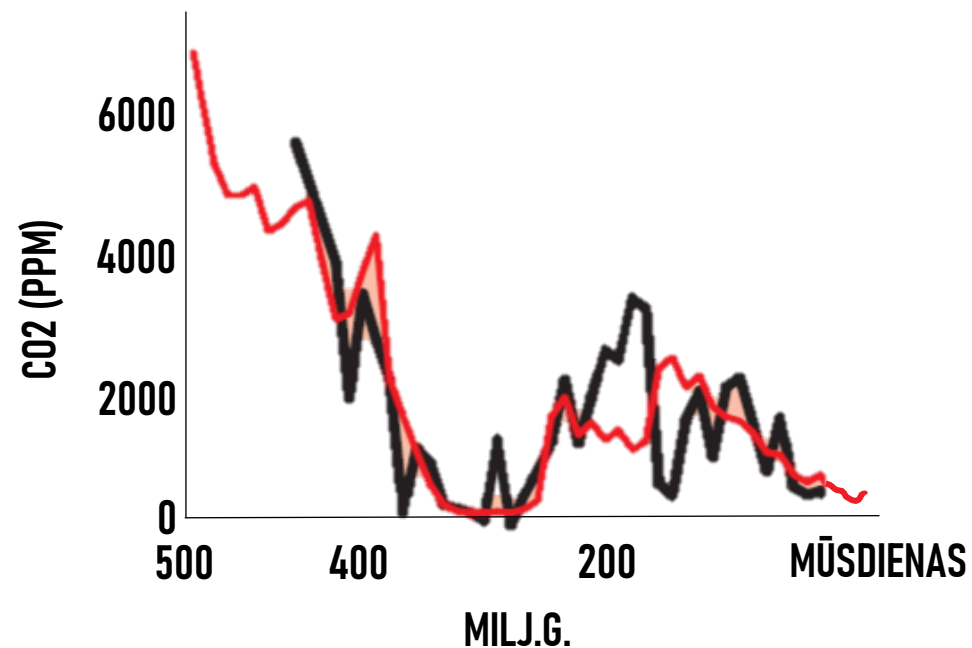
CO₂ UN CH₄ IETEKME UZ KLIMATU PIE DAŽĀDIEM SCENĀRIJIEM



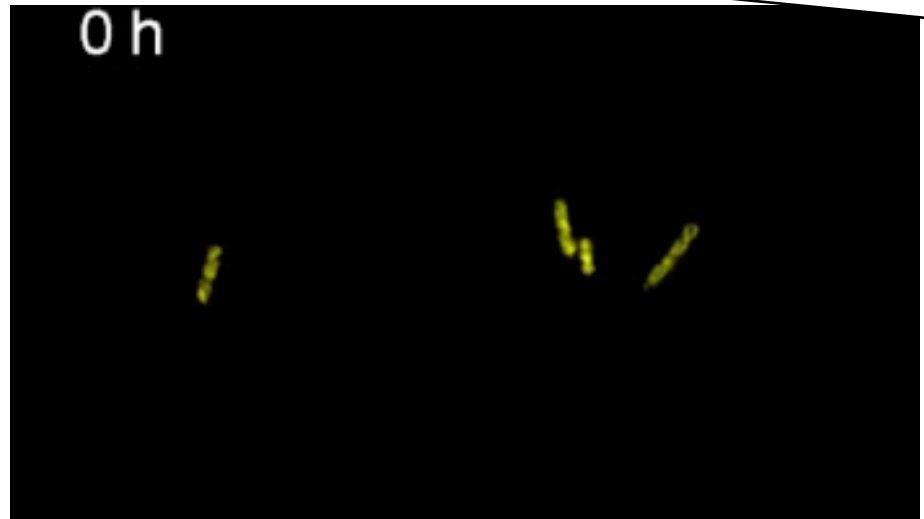
CO₂ UN CH₄ IETEKME UZ KLIMATU PIE DAŽĀDIEM SCENĀRIJIEM



CO2 ATMOSFĒRĀ IR BIJIS MAINĪGS LIELUMS



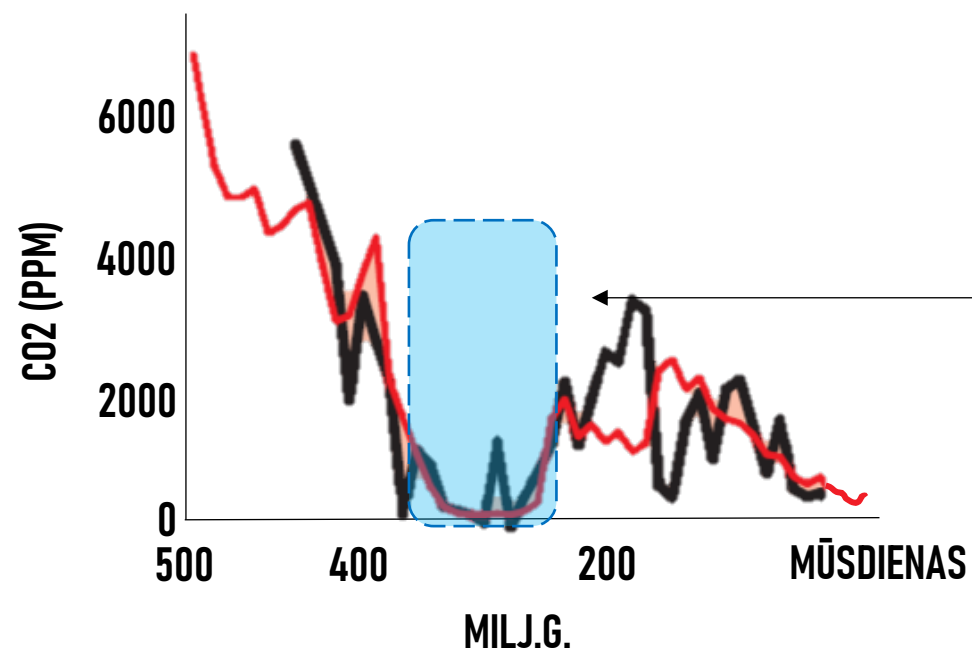
ZEMES VĒSTURES PIRMSĀKUMOS, ATMOSFĒRAS SASTĀVĀ DOMINĒJA CO2, BET TO VEIKSMĪGI SĀKA PATĒRĒT VIENI NO PIRMAJĒM DZĪVAJĒM ORGANISMIEM -> BAKTĒRIJĀM (CIĀNBAKTĒRIJAS)



PALIELINOTIES SKĀBEKĻA KONCENTRĀCIJAI, KLIMATS KĻŪST VĒSĀKS

CIĀNBAKTĒRIJAS PAŅEM CO2 UN KĀ BLAKUS PRODUKTU IZDALĀ SKĀBEKĻI

CO2 ATMOSFĒRĀ IR BIJIS MAINĪGS LIELUMS



PALIELINOTIES SKĀBEKĻA
KONCENTRĀCIJAI, KLIMATS KĻŪST
VĒSĀKS

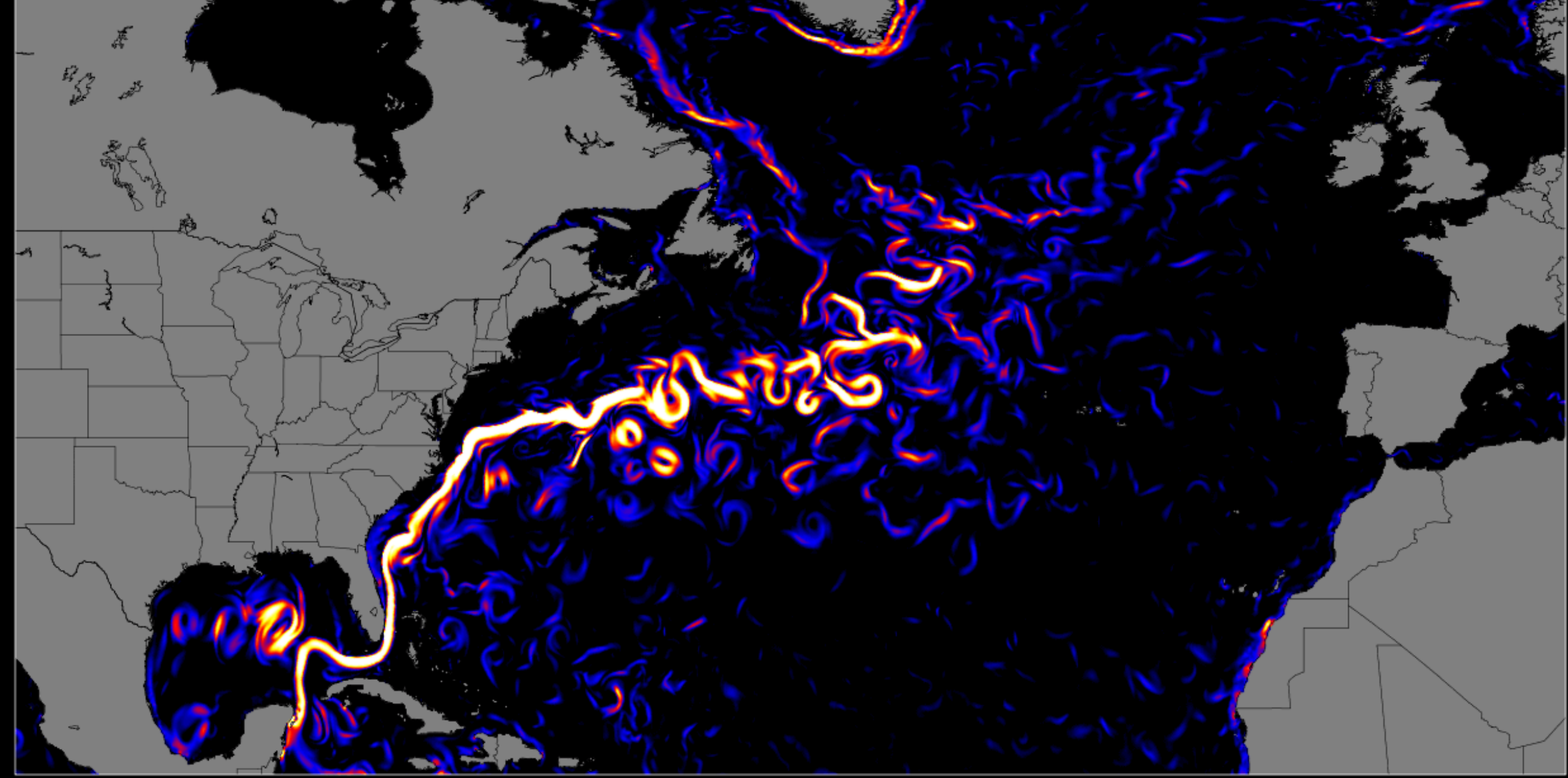
SILTUMNĪCEFĒKTU IZRAISOŠO GĀZU SAMAZINĀJUMS ATMOSFĒRĀ ZEMES
VĒSTURĒ IR NOVEDIS PIE IZTEIKTAS KLIMATA PAVĒSINĀŠANĀS
-> PILNĪGS ZEMES APLEDOJUMS



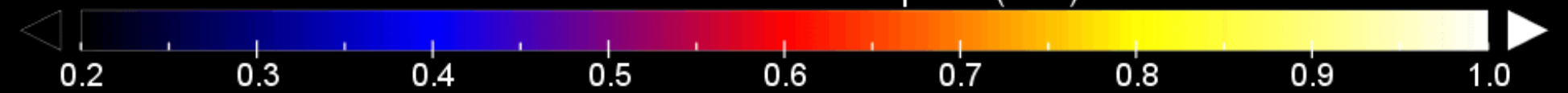
SNOWBALL EARTH

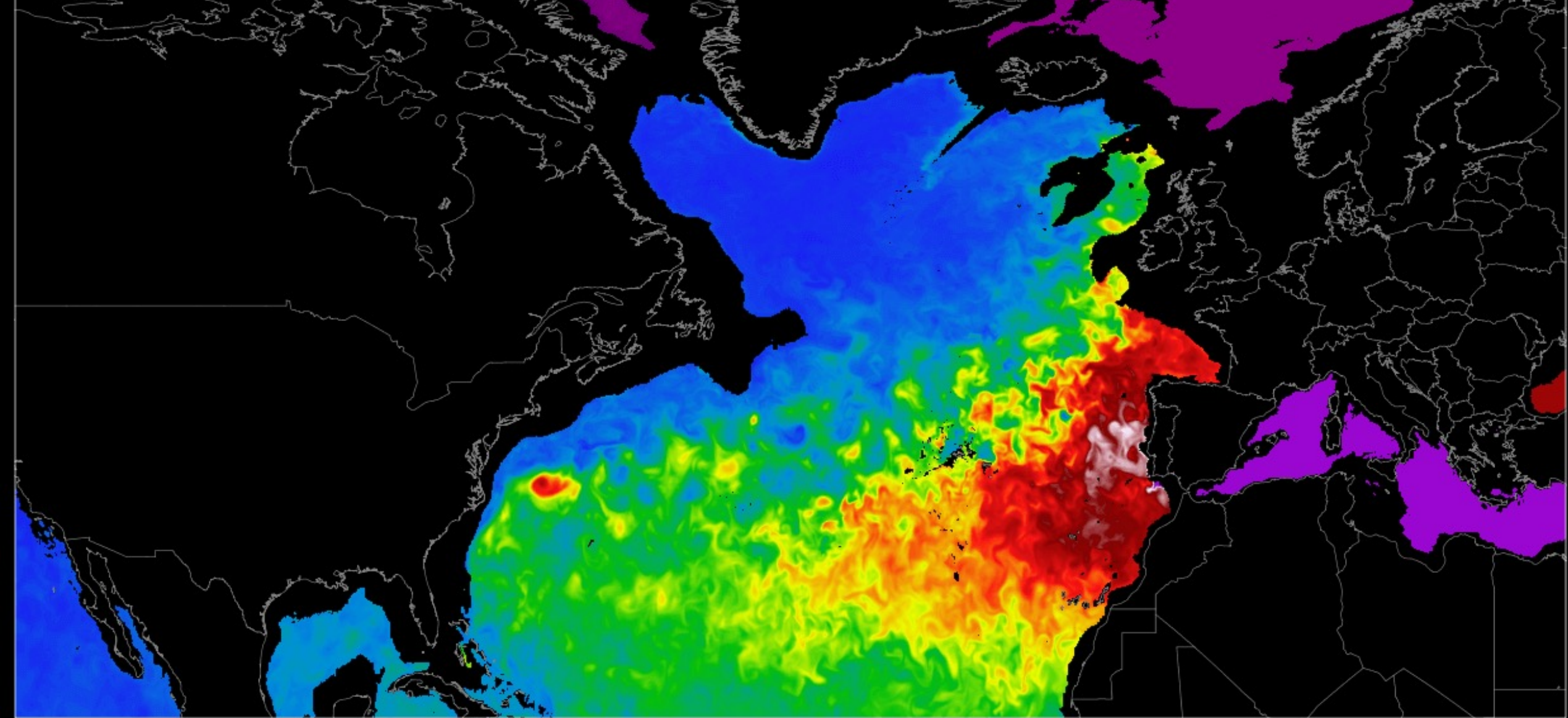
NO CO₂ ATMOSFĒRAS LĪDZ AR SKĀBEKLI PĀRBAGĀTU ATMOSFĒRU

-> **VISAM JĀBŪT LĪDZSVARĀ, LAI PASTĀVĒTU DZĪVĪBA**

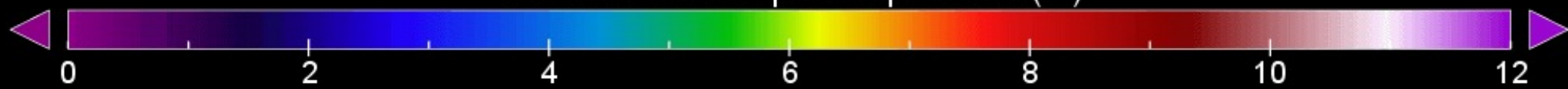


Ocean Surface current speed (m/s)





Ocean 1200m depth temperature (C)



THE FOLLOWING **PREVIEW** HAS BEEN APPROVED FOR
ALL AUDIENCES
BY THE MOTION PICTURE ASSOCIATION OF AMERICA



Warning of a forthcoming collapse of the Atlantic meridional overturning circulation

Received: 3 March 2023

Accepted: 29 June 2023

Published online: 25 July 2023

 Check for updates

Peter Ditlevsen ^{1,3}  & Susanne Ditlevsen ^{2,3} 

The Atlantic meridional overturning circulation (AMOC) is a major tipping element in the climate system and a future collapse would have severe impacts on the climate in the North Atlantic region. In recent years weakening in circulation has been reported, but assessments by the Intergovernmental Panel

The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate

Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

Edited by

Hans-Otto Pörtner

Working Group II Co-Chair

Debra C. Roberts

Working Group II Co-Chair

Valérie Masson-Delmotte

Working Group I Co-Chair

Panmao Zhai

Working Group I Co-Chair

Melinda Tignor

Elvira Poloczanska

Katja Mintenbeck

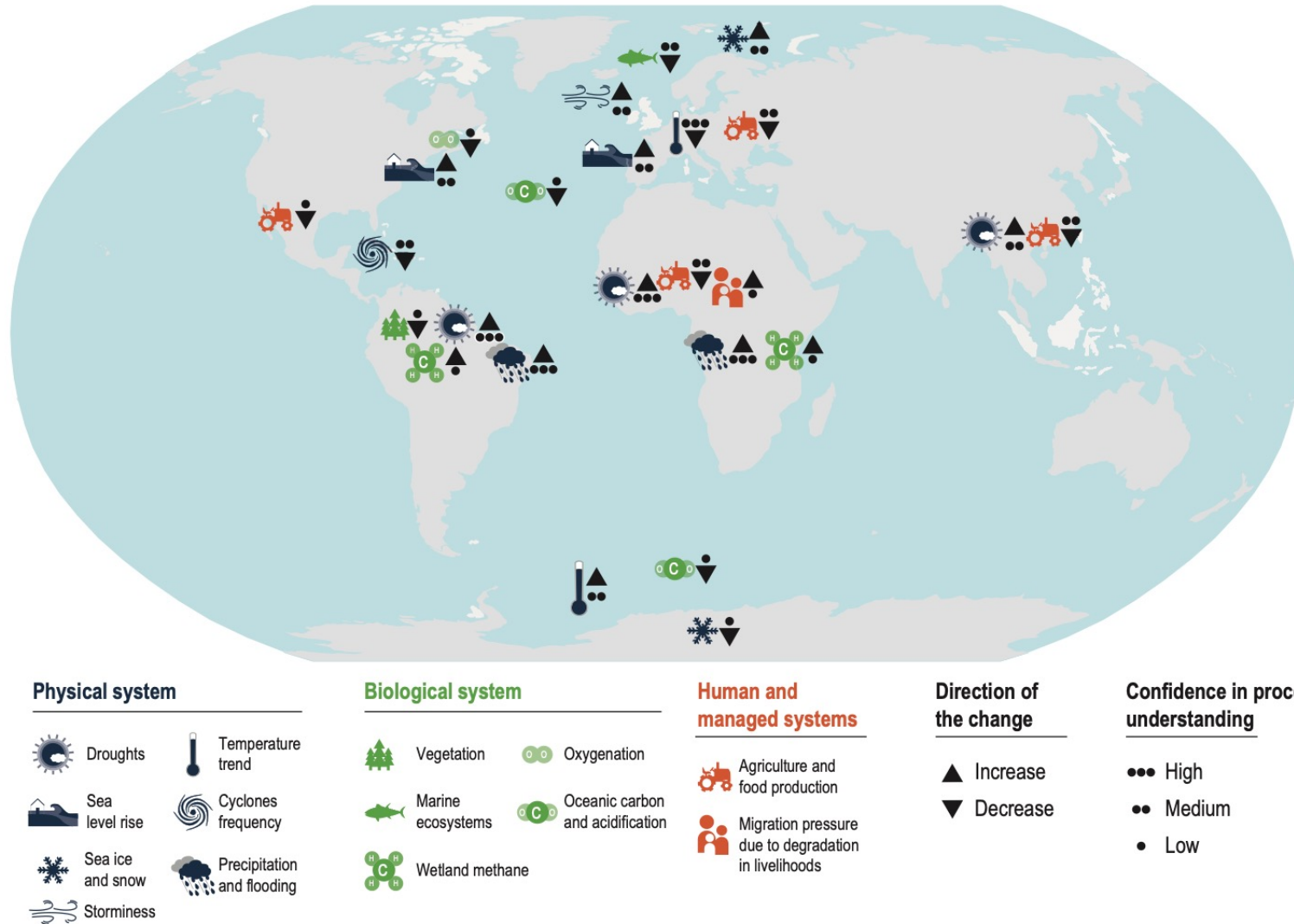


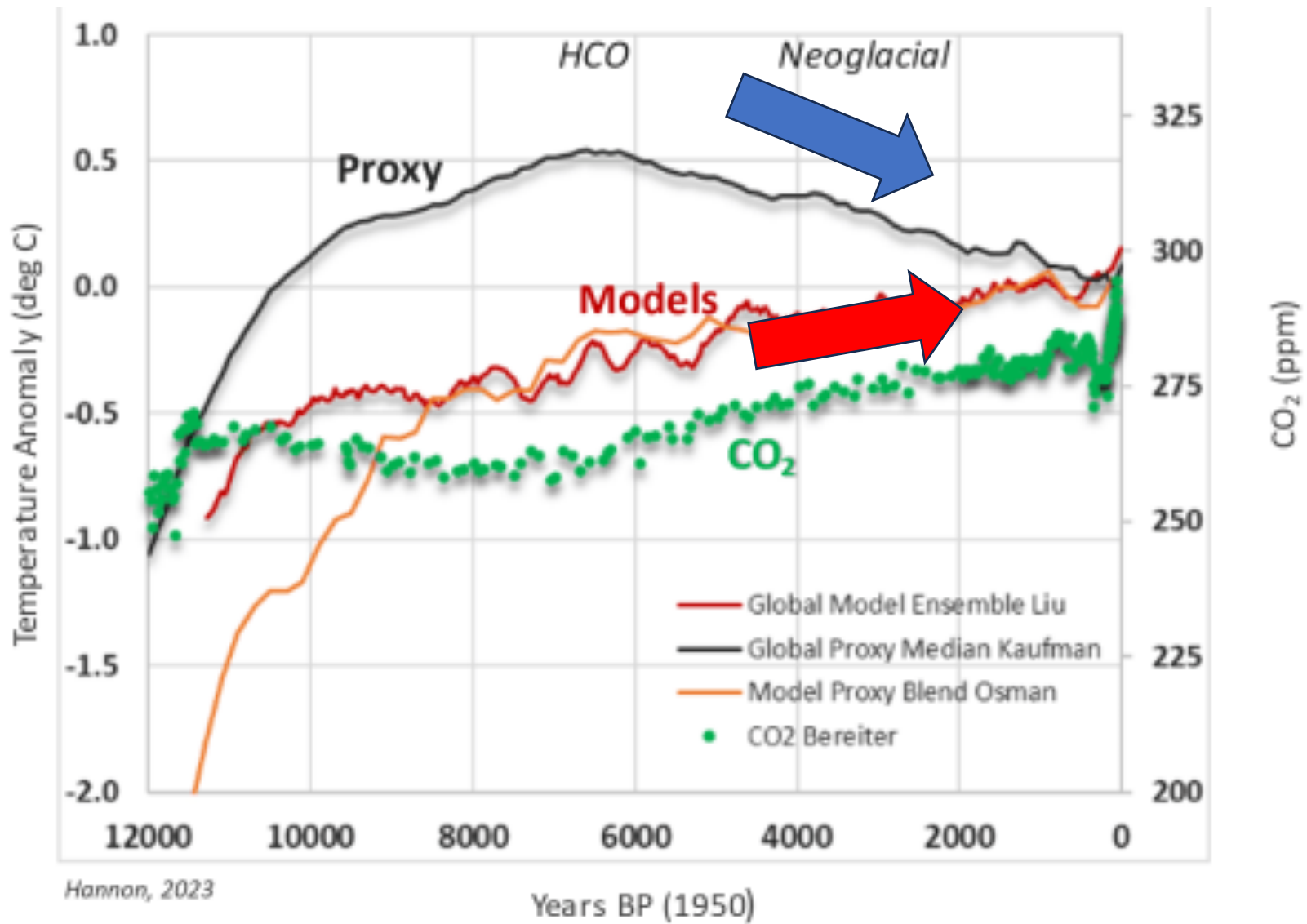
Figure 6.10 | Infographic on teleconnections and impacts due to Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC) collapse or substantial weakening. Changes in circulation have multiple impacts around the Atlantic Basin, but also include remote impacts in Asia and Antarctica. Reductions in AMOC lead to an excess of heat in the South Atlantic, leading to increased flooding, methane emissions and drought, and a concomitant negative impact on food production and human systems. In the North Atlantic region hurricane frequency is decreased on the western side of the basin, but storminess increases in the east. Marine and terrestrial ecosystems, including food production, are impacted while sea level rise (SLR) is seen on both sides of the Atlantic. The arrows indicate the direction of the change associated with each icon and is put on its right. An assessment of the confidence level in the understanding of the processes at play is indicated below each arrow.





	Human and managed systems	Direction of the change	Confidence in process understanding
Oxygenation	Agriculture and food production	Increase	High
Oceanic carbon and acidification	Migration pressure due to degradation in livelihoods	Decrease	Medium
			Low

to Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC) collapse or substantial weakening. Changes in AMOC also include remote impacts in Asia and Antarctica. Reductions in AMOC lead to an excess of heat in the North Atlantic and drought, and a concomitant negative impact on food production and human systems. In the North Atlantic, storminess increases in the east. Marine and terrestrial ecosystems, including food



Hannan, 2023

BRT synthesis

