



AKADĒMIJA



EZERU UN PURVU IZPĒTES CENTRS

TAL  
TECH



LATVIJAS  
UNIVERSITĀTE



GREIFSWALD  
MIRE  
CENTRE



Succow  
Stiftung



# KLIMATS, TĀ IZMAIŅAS PAGĀTNĒ UN ŠOBRĪD: LATVIJAS UN PĀSAULES KONTEKSTS

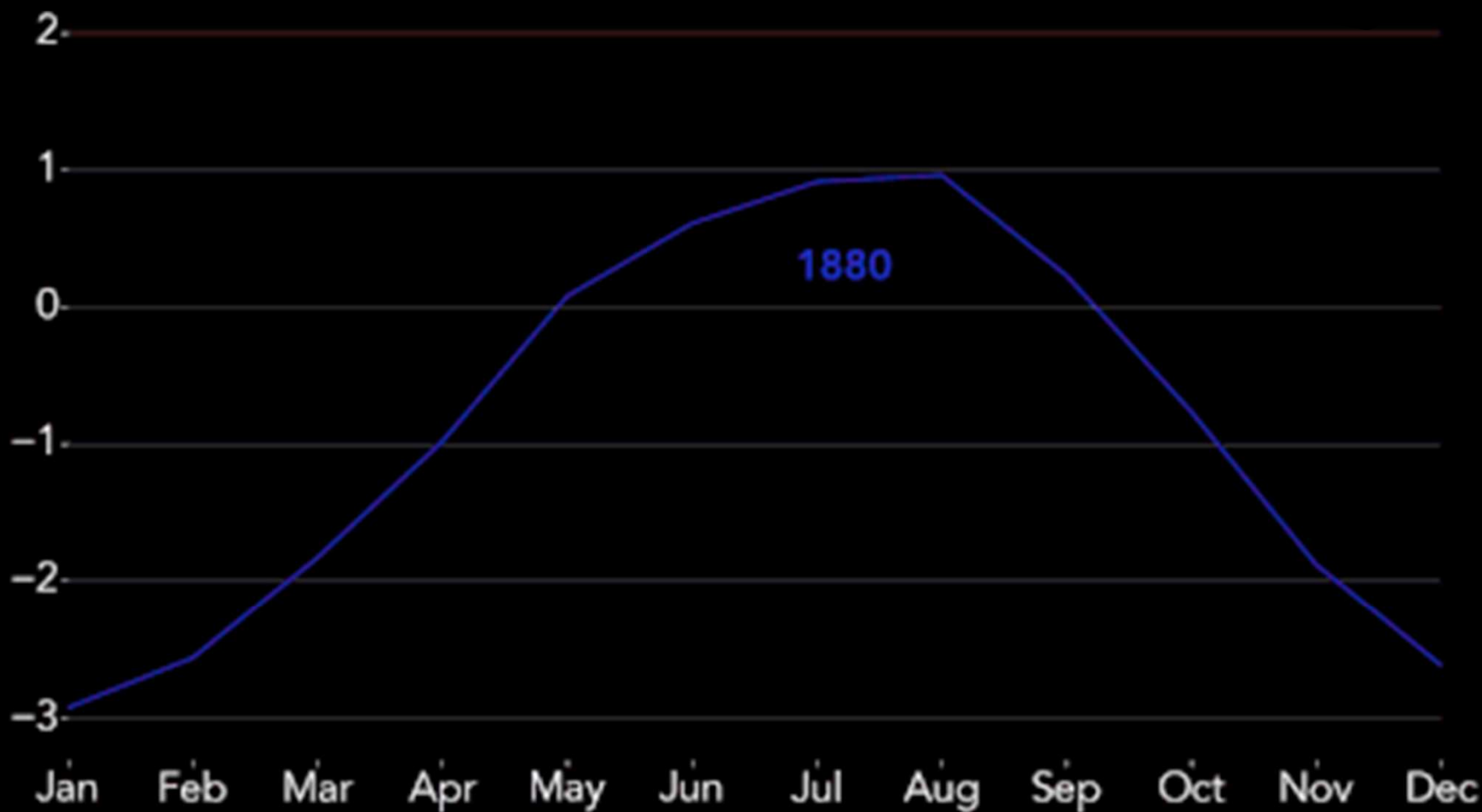
[zinātnes jaunākās atziņas]

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

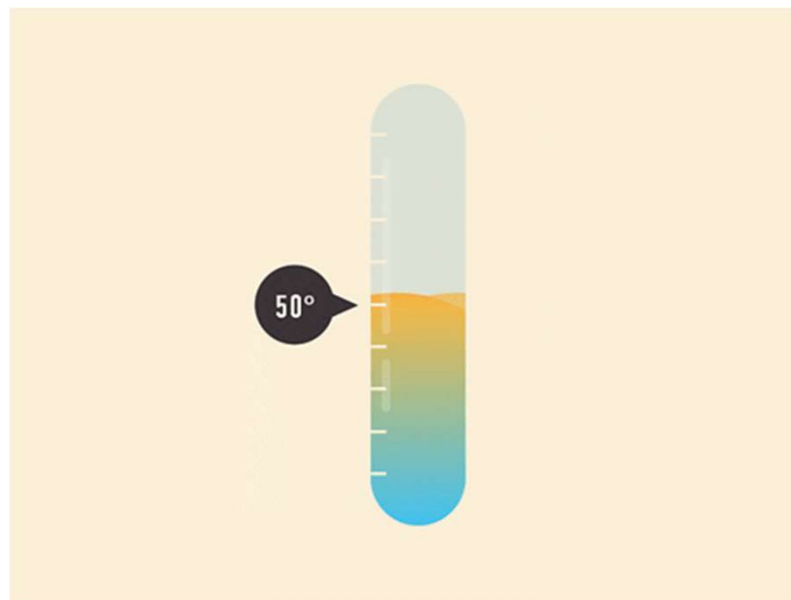
# TEMPERATŪRAS ANOMĀLIJA (°C)

ANOMĀLIJA nozīmē novirze  
no normas

GADS



## INFORMĀCIJA PAR KLIMATU



INSTRUMENTĀLIE MĒRĪJUMI

INSTRUMENTĂLIE MĒRĪJUMI

PALEOKLIMATOLOĢIJA



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

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

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**

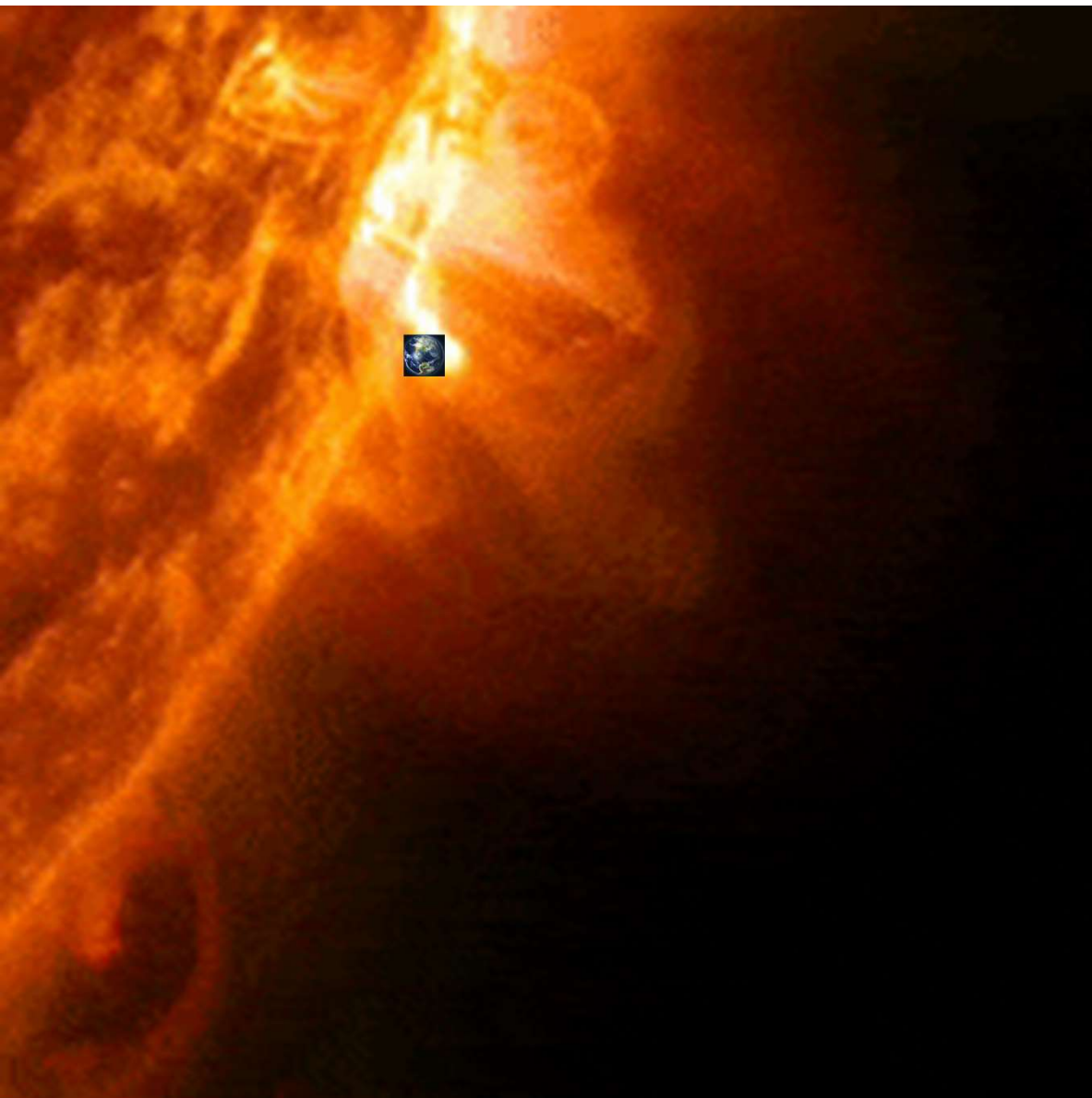
**ĀRPUS ZEMES JEB ORBITĀLIE FAKTORI**

**SAULES IZSTAROTĀIS SILTUMS**

**SAULES UN ZEMES SAVSTARPĒJĀ ĢEOMETRIJA**



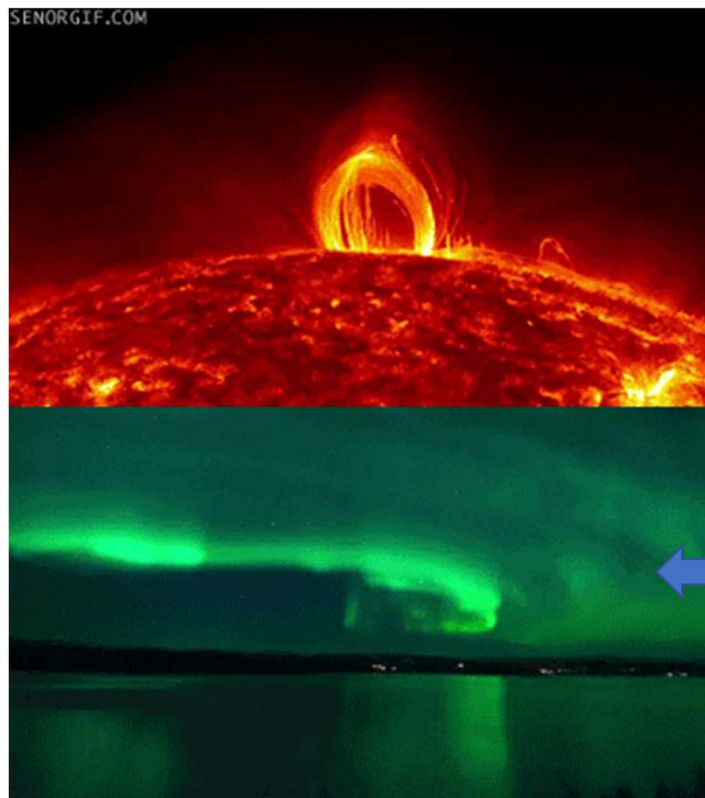
**CIKLISKI ORBITĀLIE PĀRKĀRTOJUMI LAIKA GAITĀ NOSAKA ZEMES SAŅEMTĀS SAULES RADIĀCIJAS (SILTUMA) DAUDZUMU, KAS IR ATŠKIRĪGS DAŽĀDOS ĢEOGRĀFISKOS PLATUMOS**



**1,3 MILJ. ZEMESLODES IETILPST SAULĒ**

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

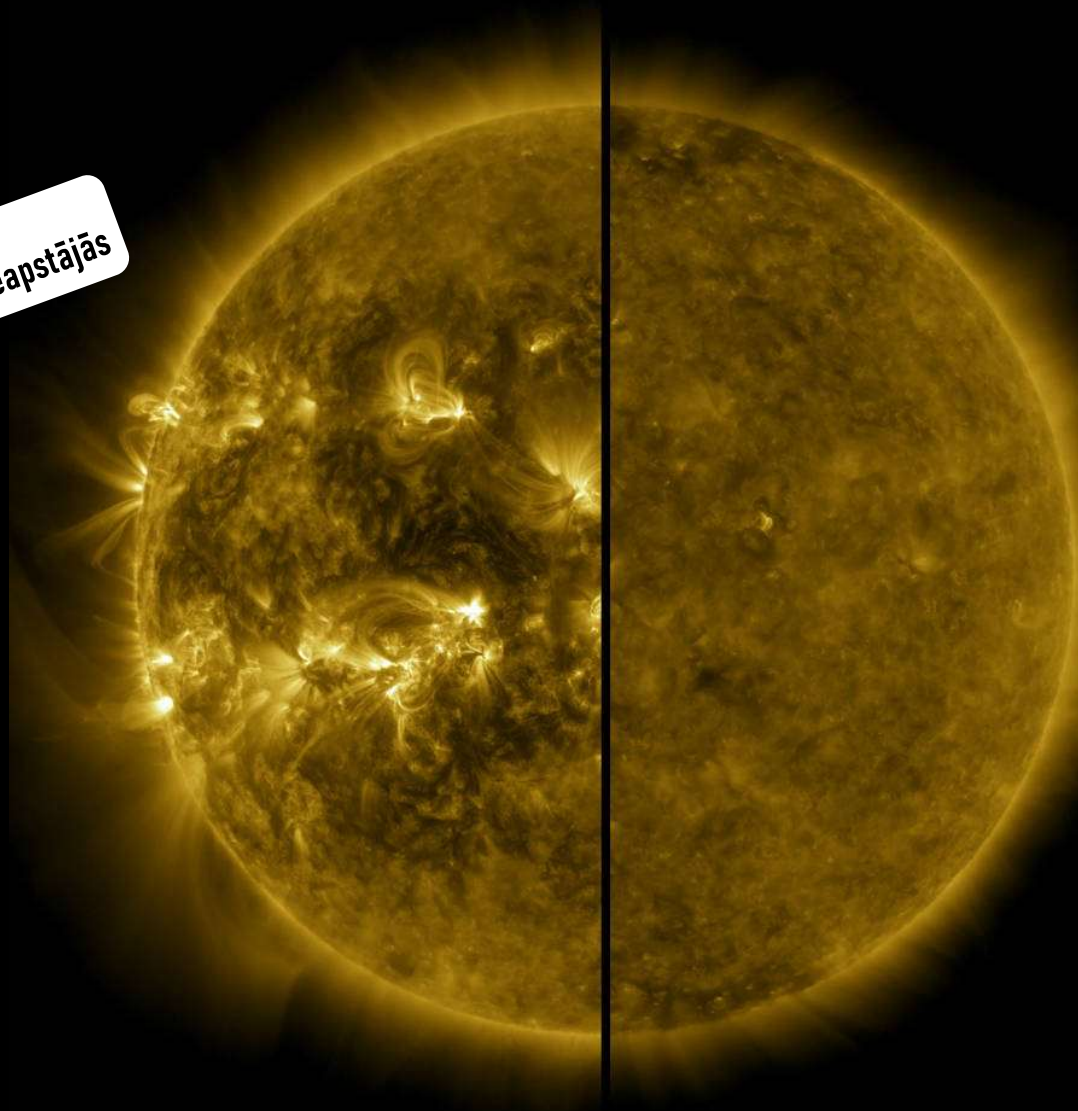
PAR SAULES AKTIVITĀTI UN IETEKMI UZ ZEMESLODI VAR IK VIENS PARLIECINĀTIES PATS



SPĒCĪGS IZVIRDUMS UZ SAULES

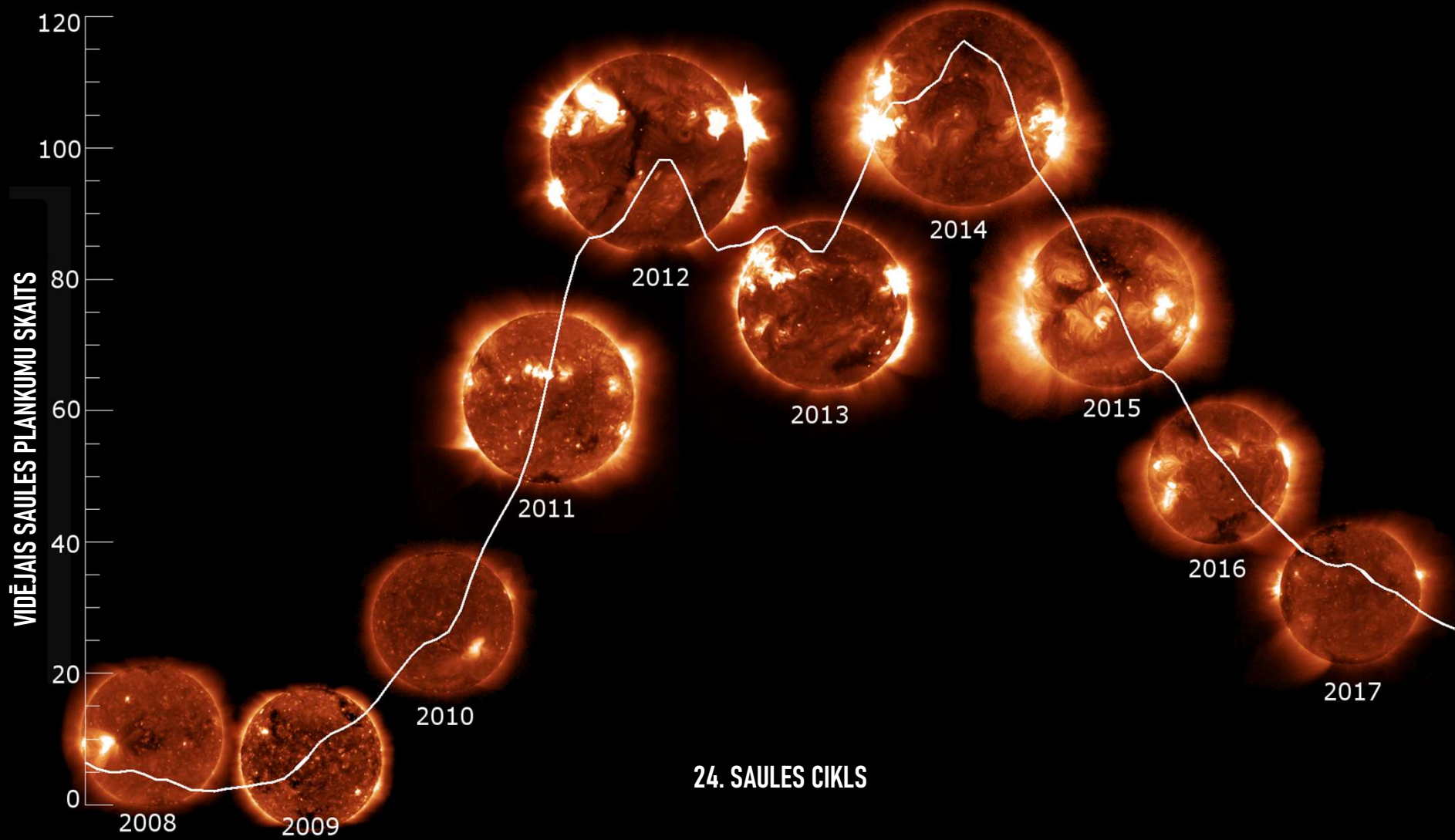
REDZAM *AURORA BOREALIS* (ZIEMEĻBLĀZMA)

Svarīgi norādīt  
-> Saules aktivitāte nekad neapstājās



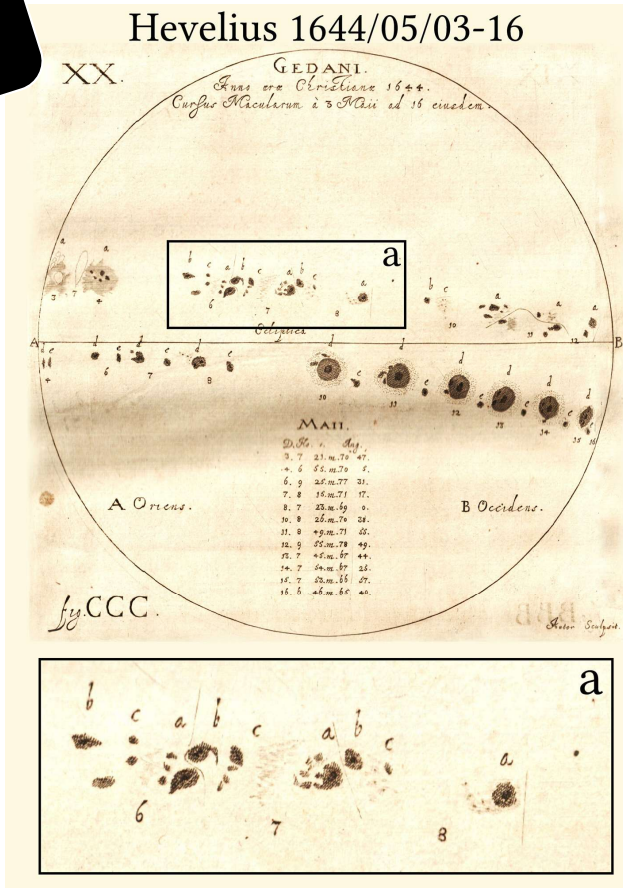
Dienas bez saules plankumiem\*

2022\*: 1 (<1%)  
2021: 64 (18%)  
2020: 208 (57%)  
2019: 281 (77%)  
2018: 221 (61%)  
2017: 104 (28%)  
2016: 32 (9%)  
2015: 0 (0%)  
2014: 1 (<1%)  
2013: 0 (0%)  
2012: 0 (0%)  
2011: 2 (<1%)  
2010: 51 (14%)  
2009: 260 (71%)

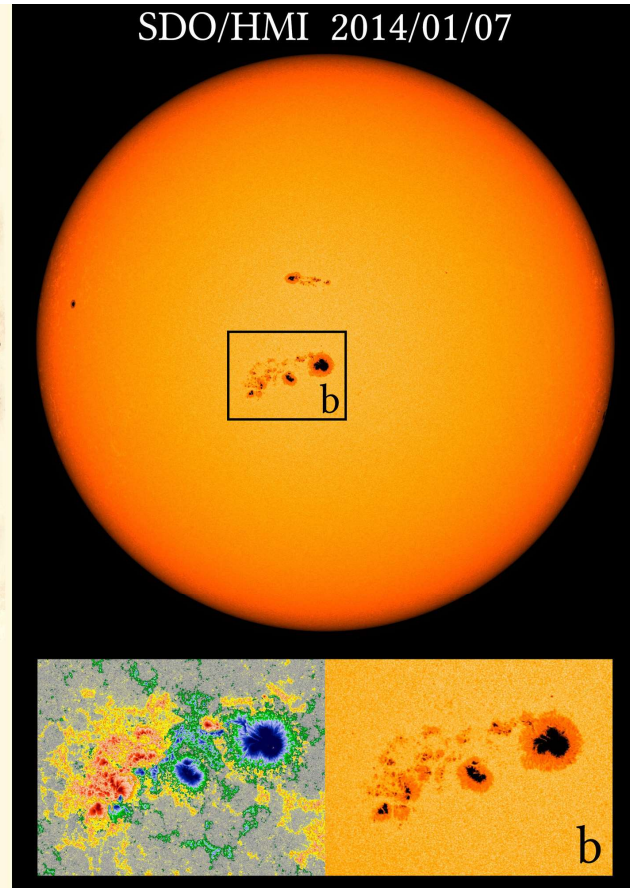


**SAULES PLANKUMU  
NOVĒROJUMI SĀKĀS JAU  
17. GS**

Hevelius 1644/05/03-16

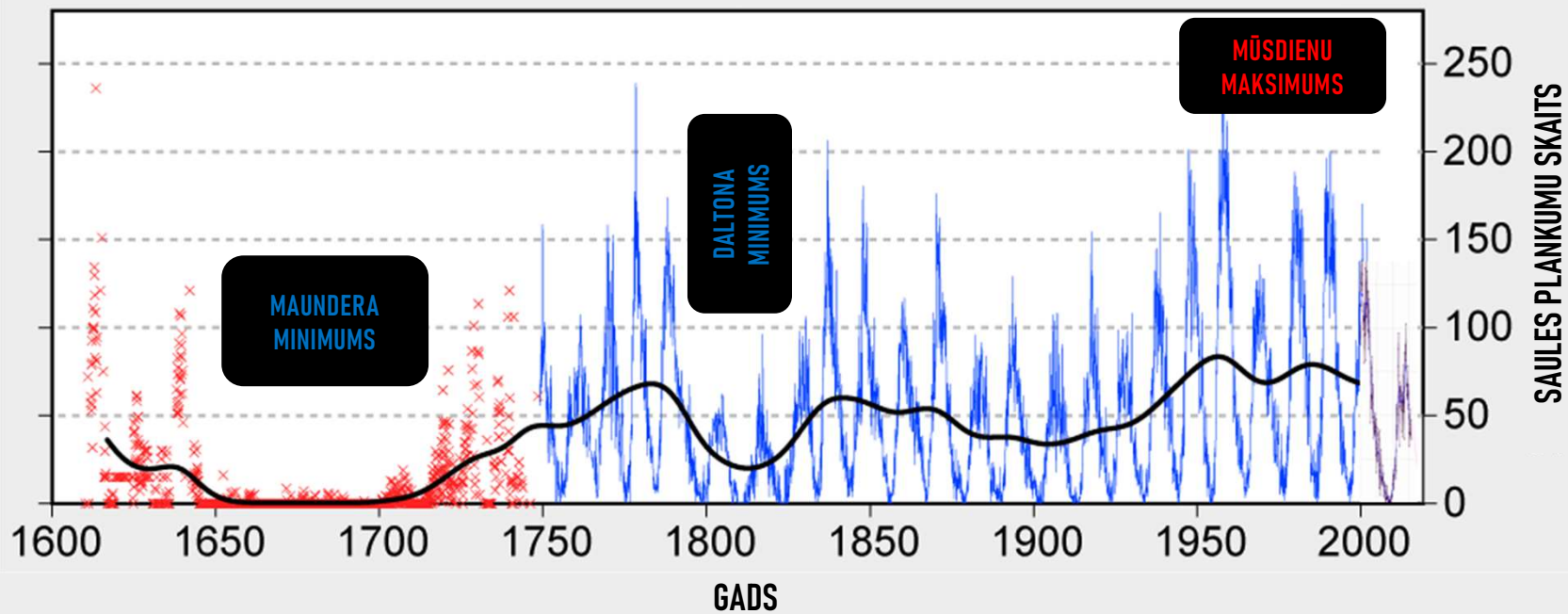


SDO/HMI 2014/01/07





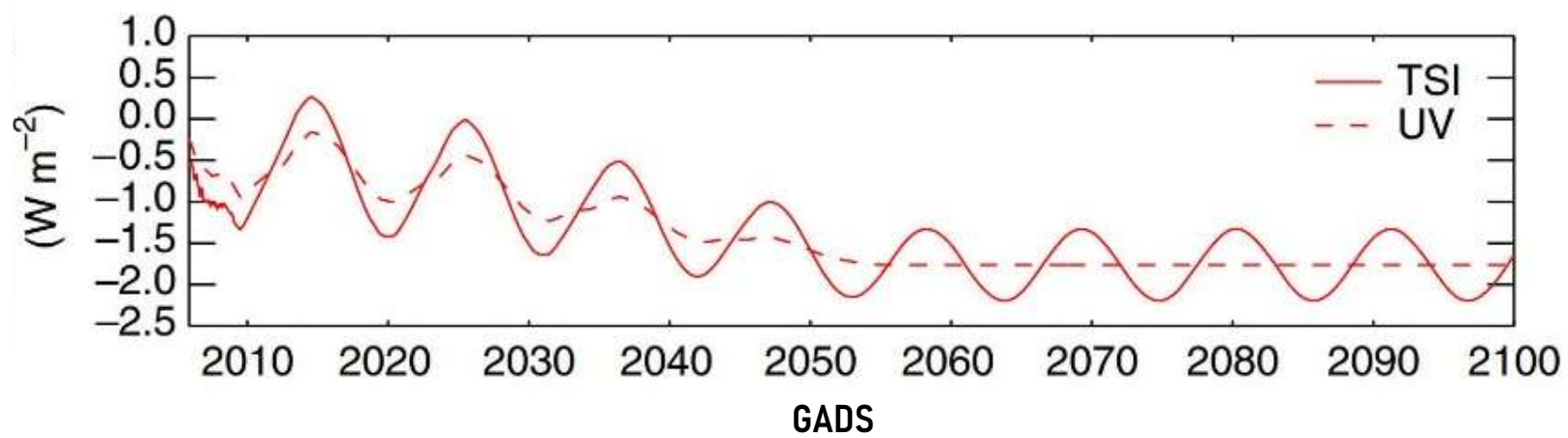
## SAULES PLANKUMU NOVĒROJUMU IERAKSTS PĒDĒJO 400 GADU LAIKĀ



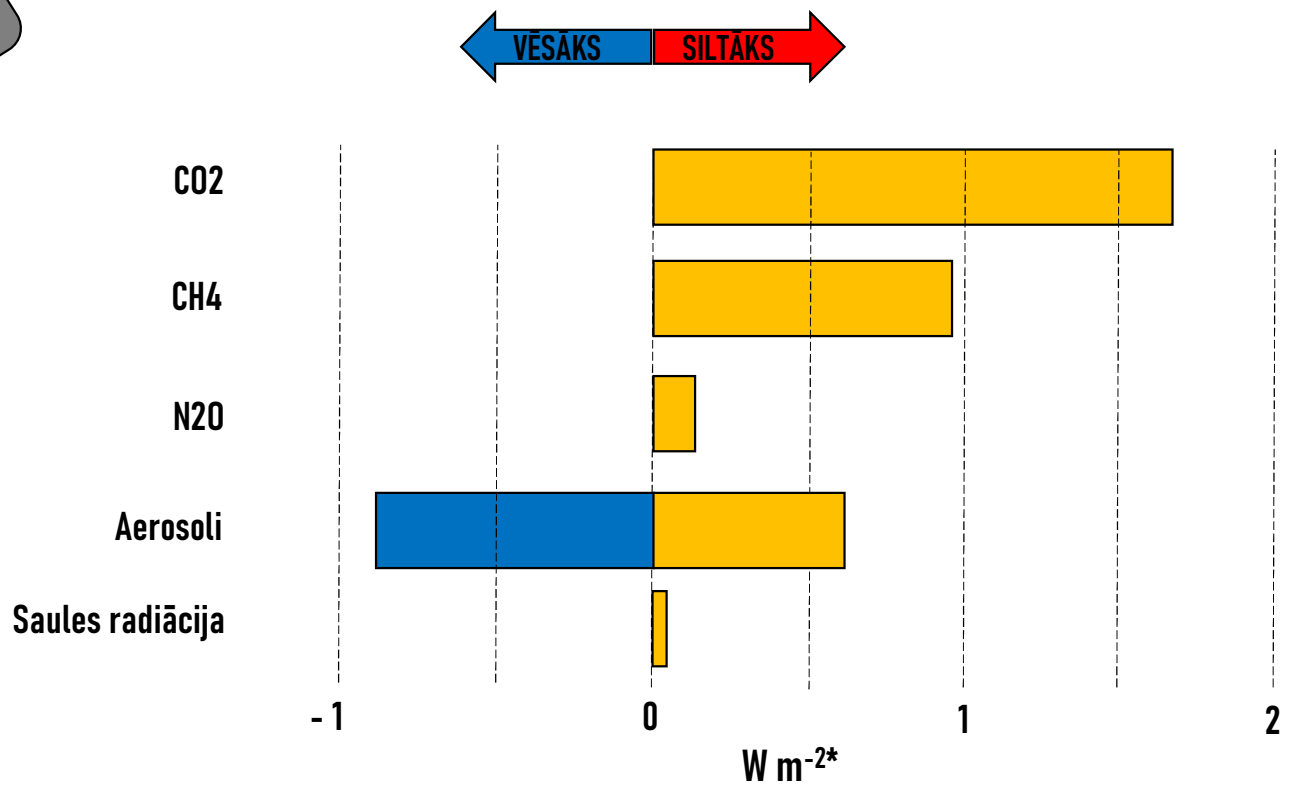
MAZAIS LEDUS LAIKMETS (~12.-19.GS)



### 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

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



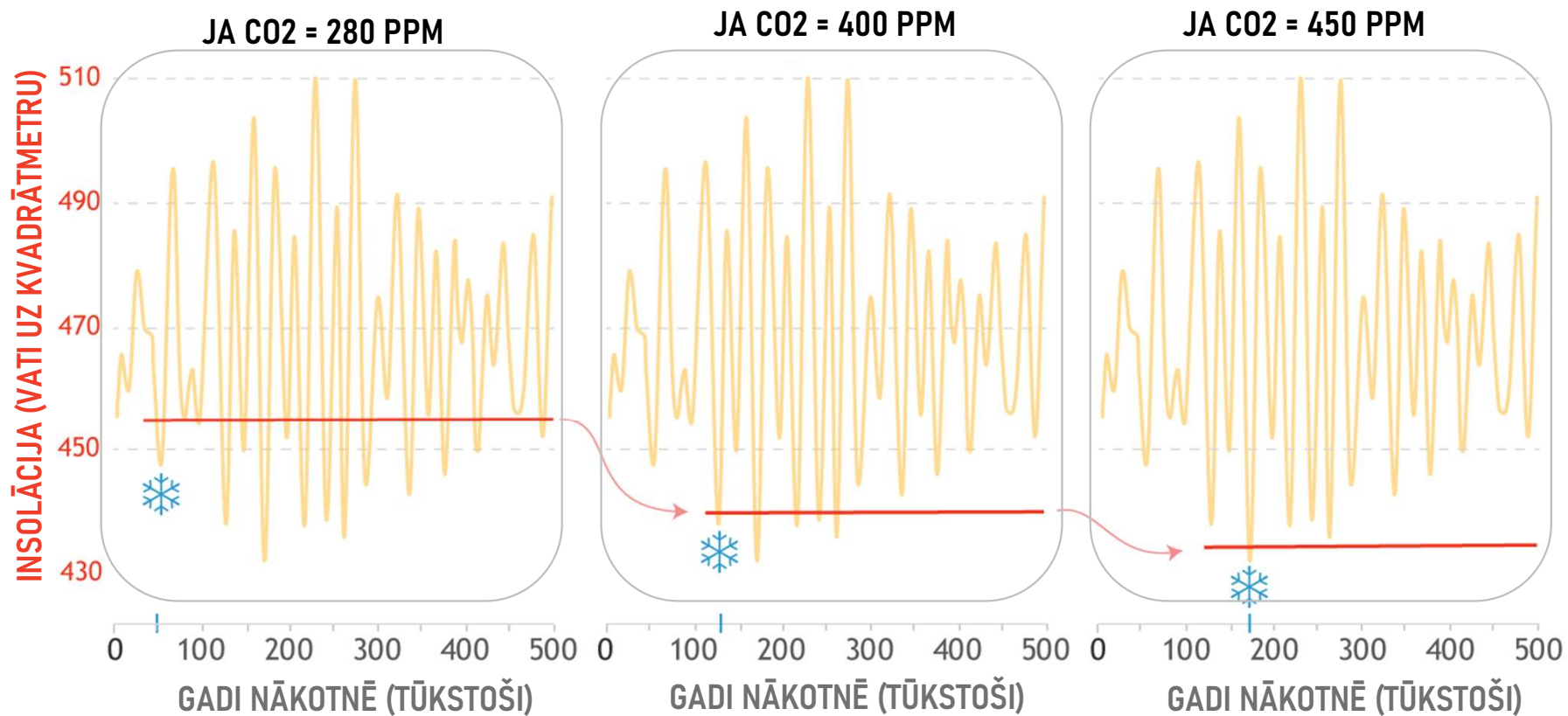
...ILGTERMIŅĀ, **SAULES**  
RADĪTAJAM ŠILTUMAM IR  
FUNDAMENTĀLA NOZĪME


## KAD GAIDĀMS NĀKAMĀIS LEDUSLAIKMETS?

SAŅEMTAIS SAULES SILTUMS 65°N TURPMĀKOS 500 000 GADUS

CIK ZEMAI INSOLĀCIJAI JĀBŪT, LAI IZRAISĪTU NĀKAMO LEDUSLAIKMETU

❄️ IESPĒJAMĀIS LEDUSLAIKMETA SĀKUMS



A satellite view of Earth from space, showing the Gulf Stream current in the North Atlantic Ocean. The Gulf Stream is highlighted as a bright blue line extending from the Gulf of Mexico towards Europe. The continents of North and South America are visible, with the Isthmus of Panama connecting them. The Earth's curvature and the blue glow of the atmosphere are also visible.

**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**

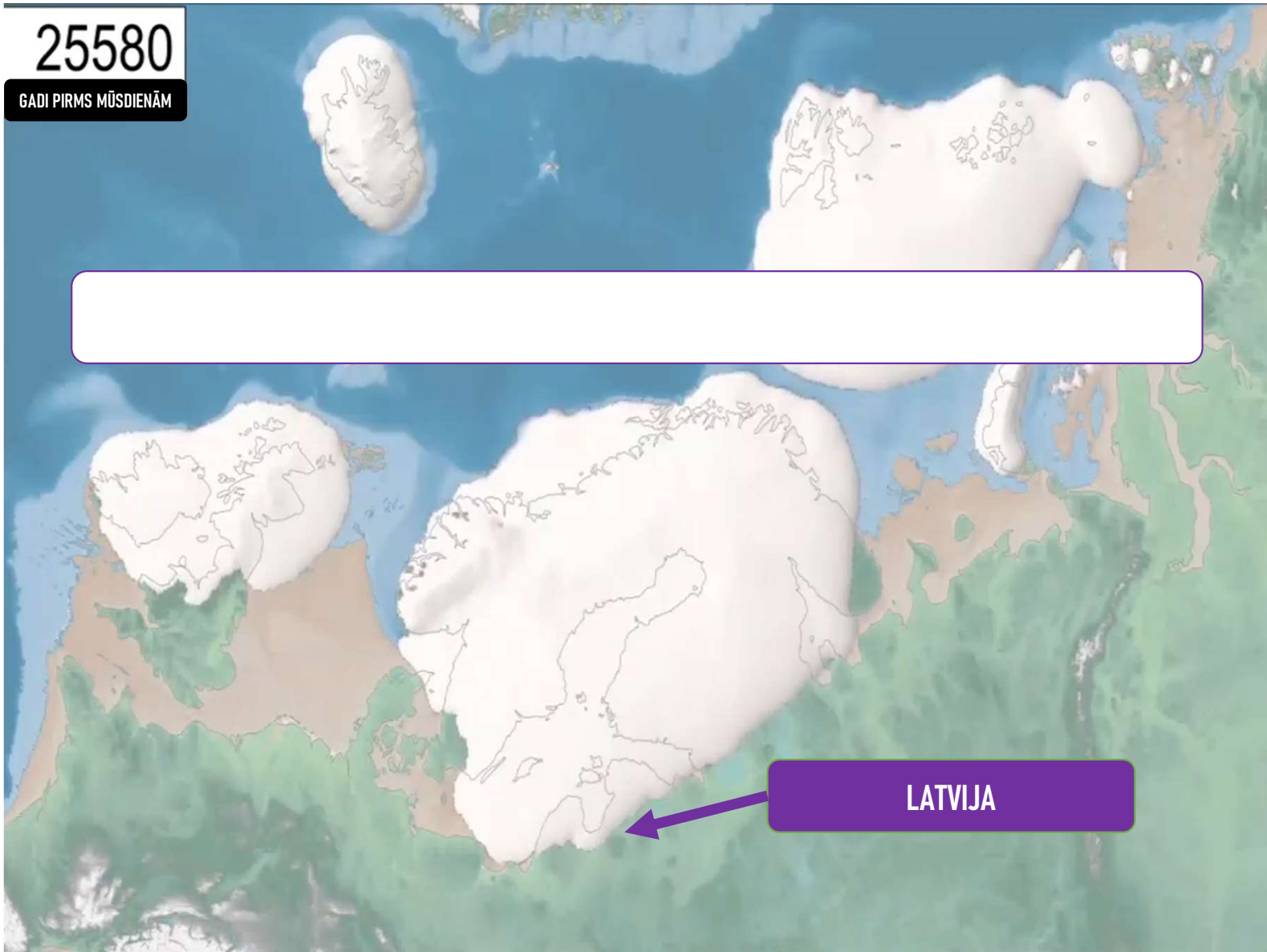


**ŠIE NOTIKUMI IZRAISĪJA ATKĀRTOTU APLEDOJUMU UZVIRZĪŠANOS UN ATVIRZĪŠANOS**



25580

GADI PIRMS MŪSDIENĀM



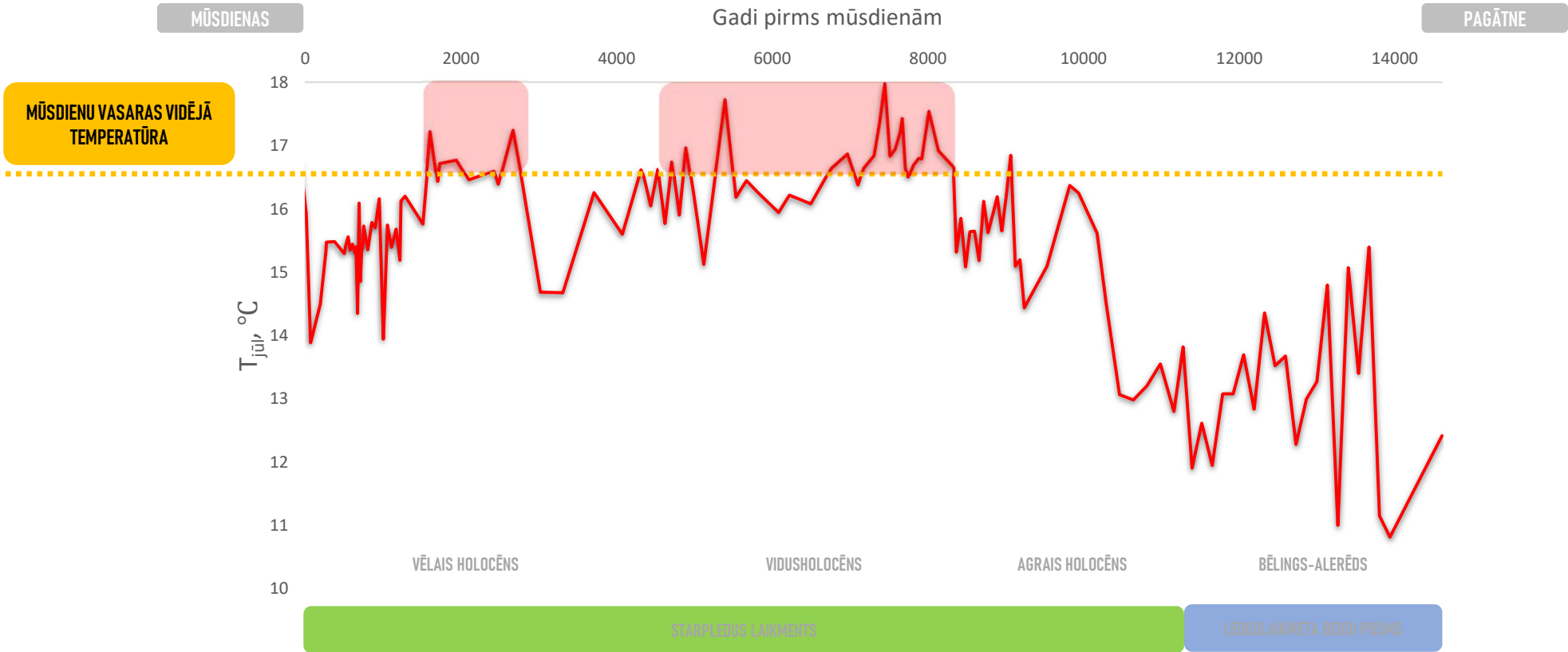
LATVIJA

MŪSDIENAS

GADI PIRMS MŪSDIENĀM

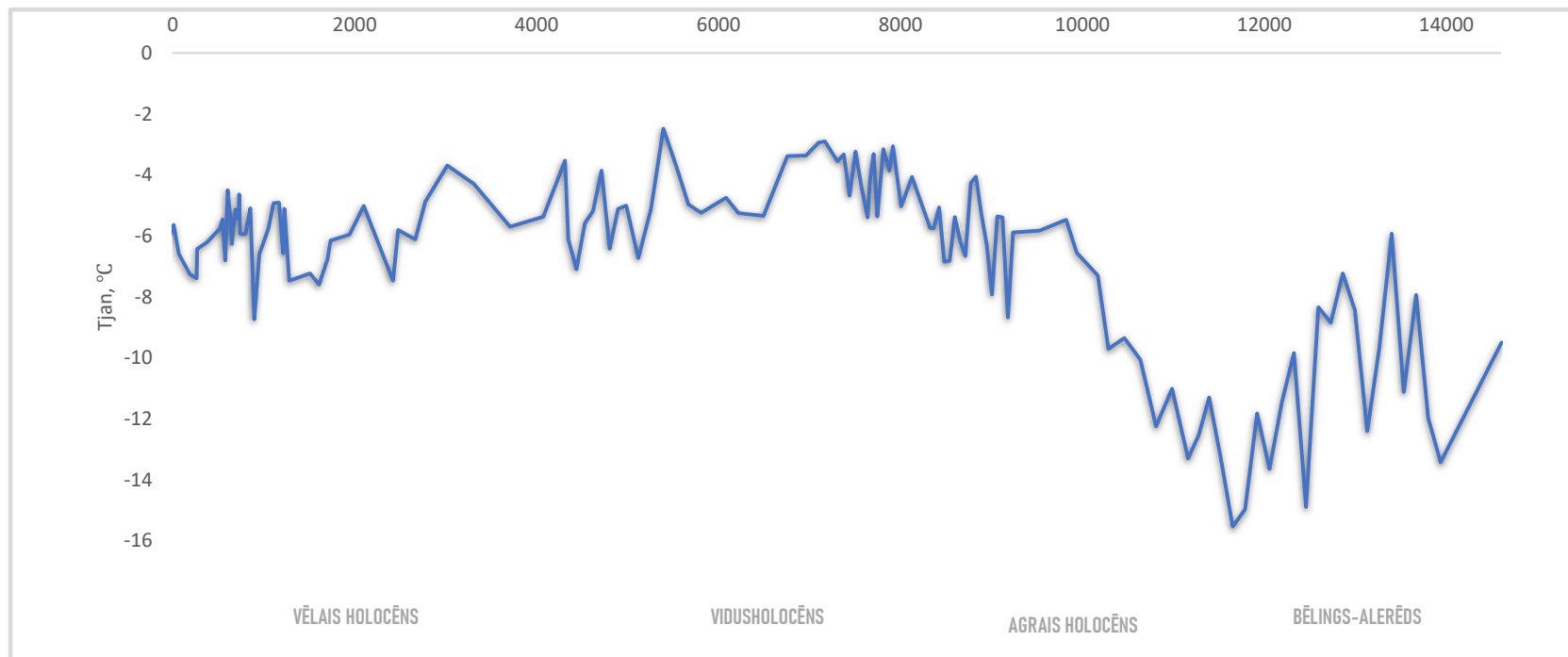
PAGĀTNE





MŪSDIENAS

PAGĀTNE



VĒLAIS HOLOCĒNS

VIDUSHOLOCĒNS

AGRAIS HOLOCĒNS

BĒLINGS-ALERĒDS

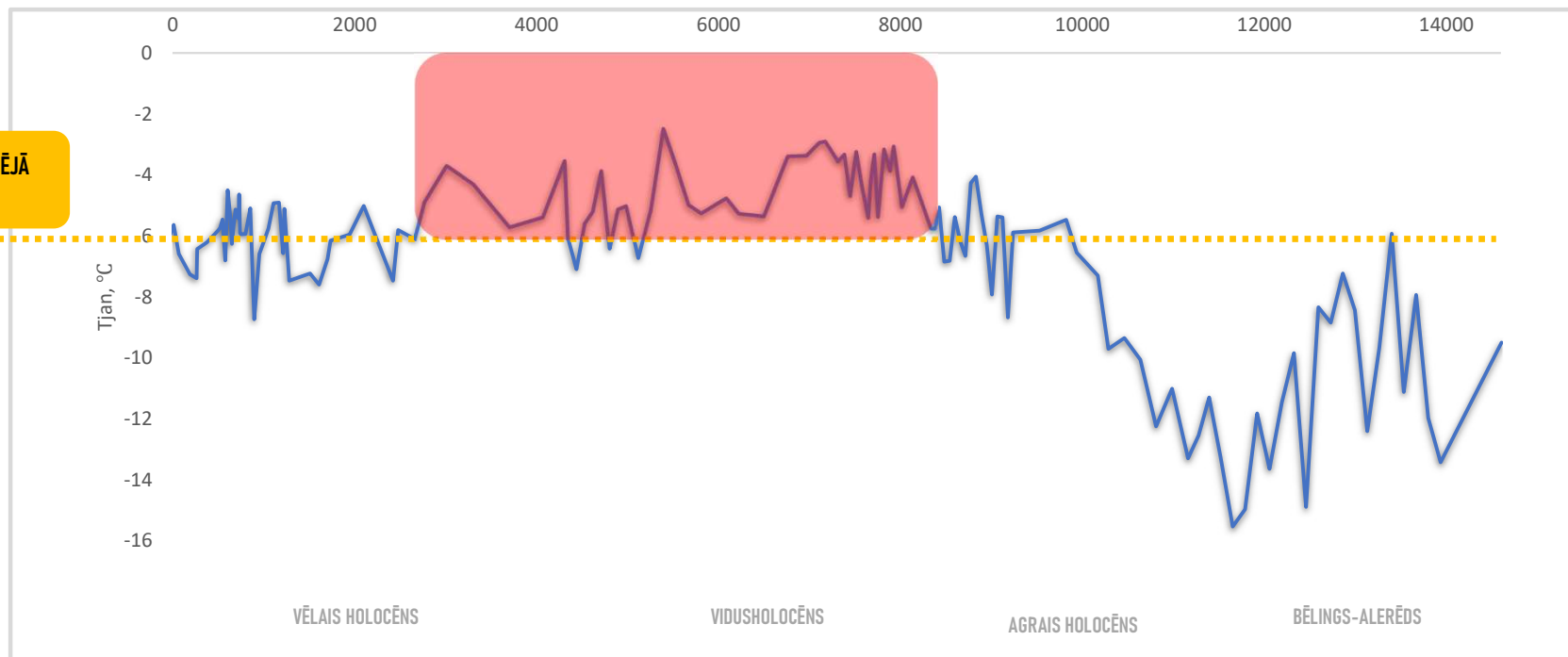
STARPLEDUS LAIKMĒTS

LEDUSLAIKMETA BEIGU POSMS

MŪSDIENAS

PAGĀTNE

MŪSDIENU ZIEMAS VIDĒJĀ  
TEMPERĀTŪRA



VĒLAIS HOLOCĒNS

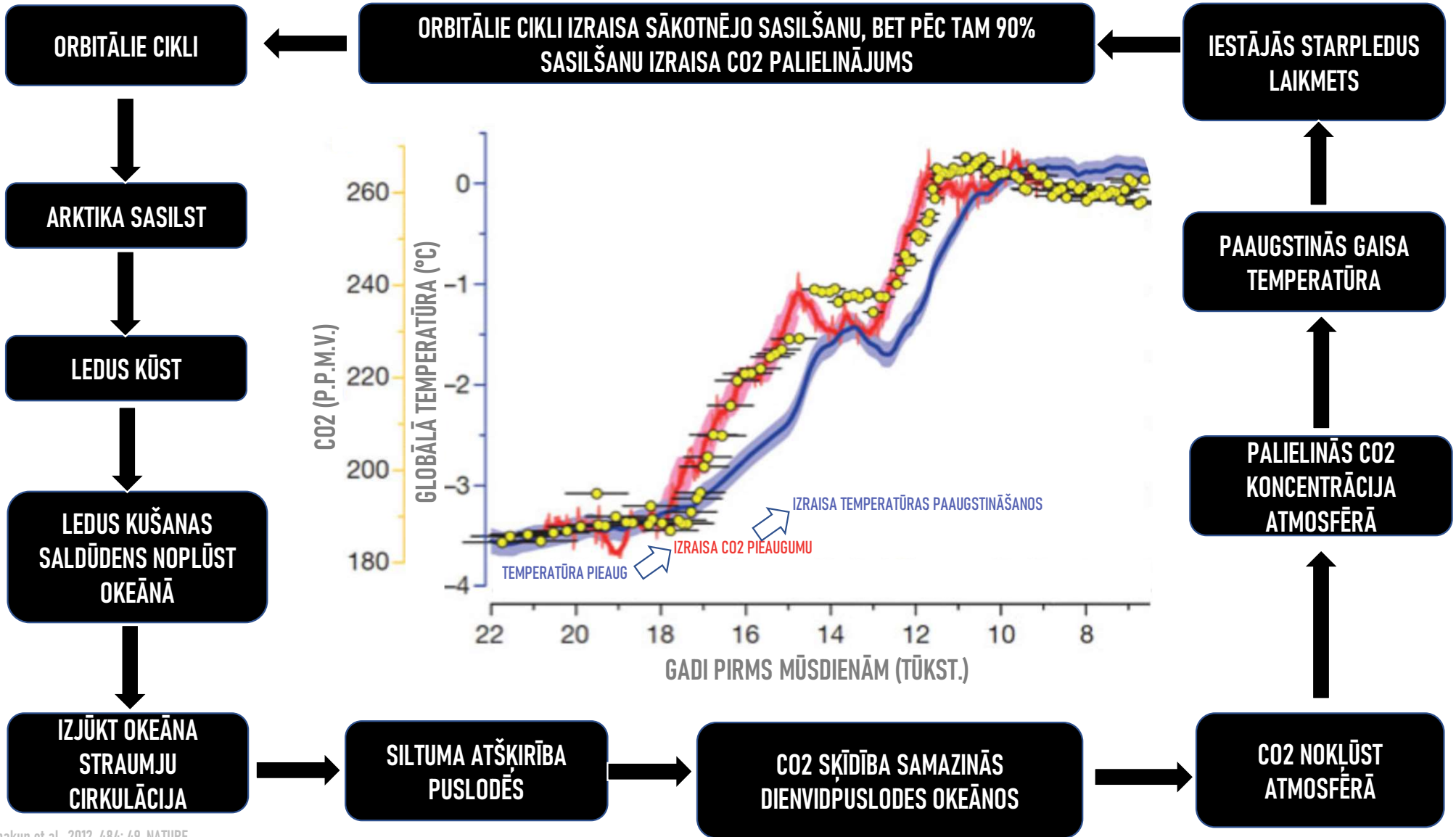
VIDUSHOLOCĒNS

AGRAIS HOLOCĒNS

BĒLINGS-ALERĒDS

STARPLEDUS LAIKMĒTS

LEDUSLAIKMETA BEIGU POSMS



Shakun et al., 2012, 484: 49, NATURE

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



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

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

ATMOSFĒRĀ UN TROPOSFĒRĀ NONĀKUŠĀS  
GĀZES UN MIKROSKOPISKĀS TEFRAS DAĻIŅAS  
VAR IZRAISĪT STRAUJAS KLIMATA IZMAIŅĀS ->  
**KLIMATA PAVĒSINĀŠANOS**

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



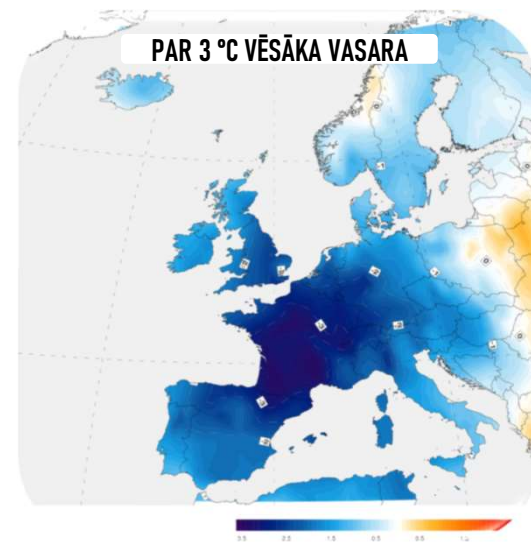


1816. "GADS BEZ VASARAS"

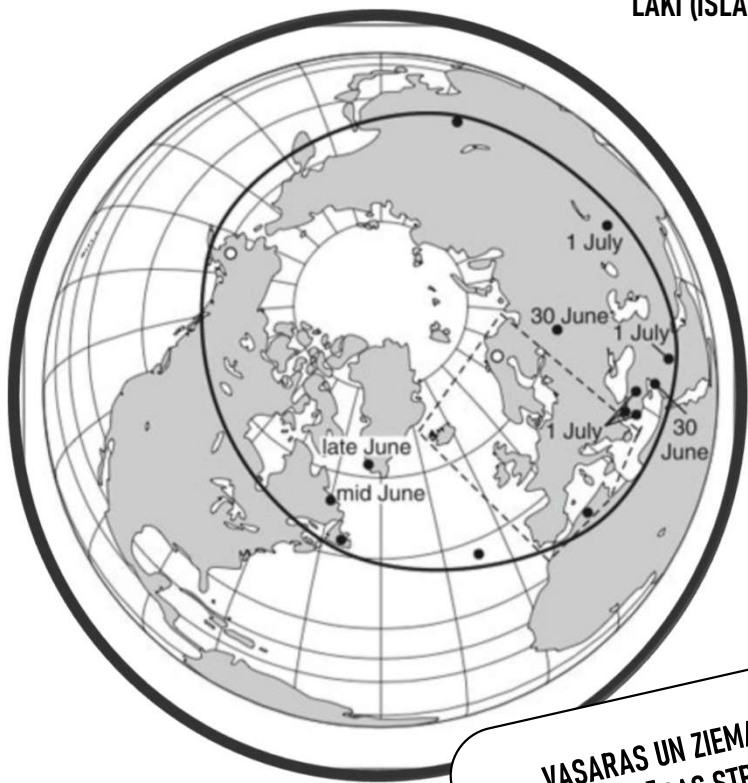
1815. GADA TAMBORAS VULKĀNA IZVIRDUMS INDONĒZIJĀ PAVĒSINĀJA KLIMATU EIROPĀ  
1816. GADĀ -> NERAŽAS GADS



TAMBORAS VULKĀNA  
KRĀTERIS, KURŠ RADĀS 1815.  
GADA IZVIRDUMA LAIKĀ



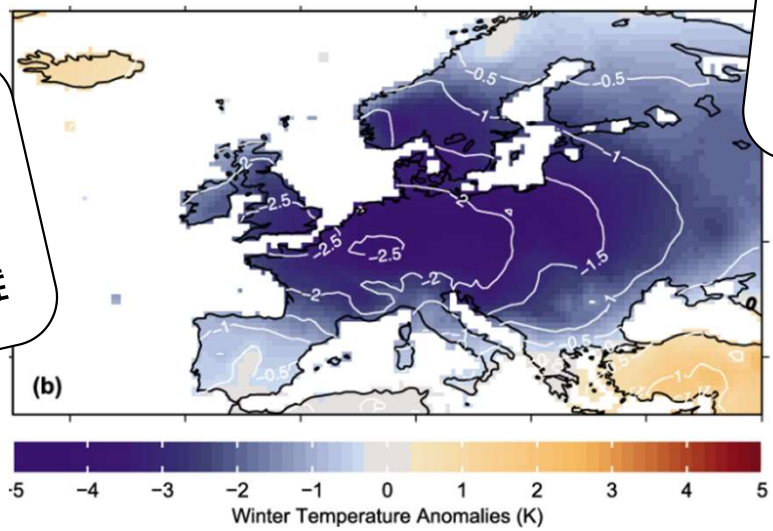
LAKI (ISLANDE) 1783.-1784.GADA  
IZVIRDUMS



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

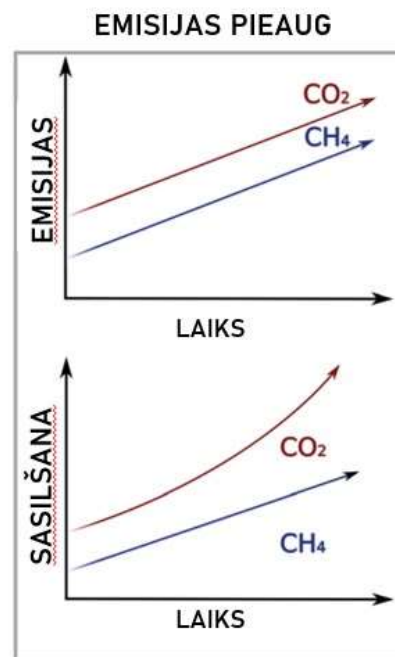
PĒDĒJĀ GADSIMTA LAIKĀ NAV NOVĒROTA  
PALIELINĀTA VULKĀNISKĀ AKTIVITĀTE

GETTELMAN ET AL., 2015, 8: 243, NATURE GEOSCIENCE

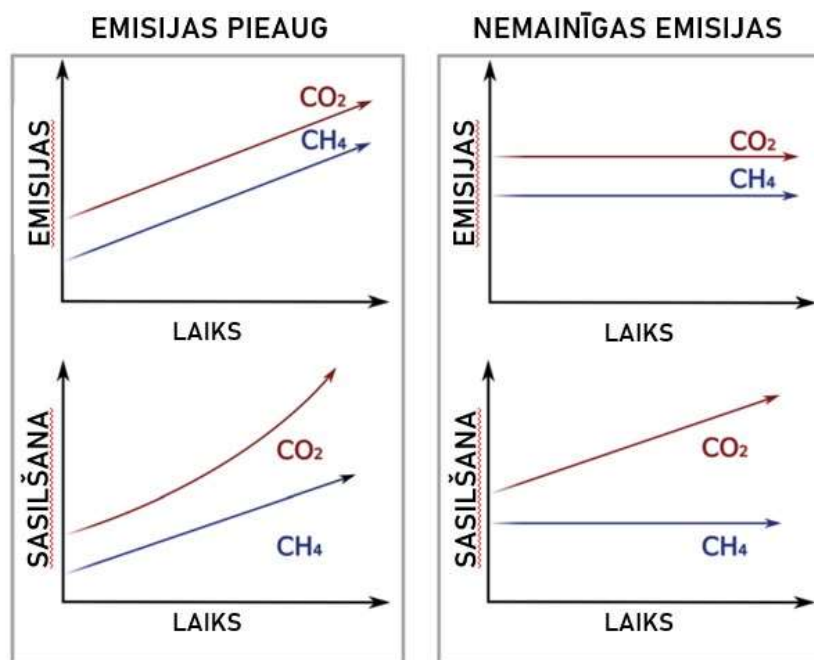
AIUPPA ET AL., 2019, 9: 5442, SCIENTIFIC REPORTS

PHOTO: USGA

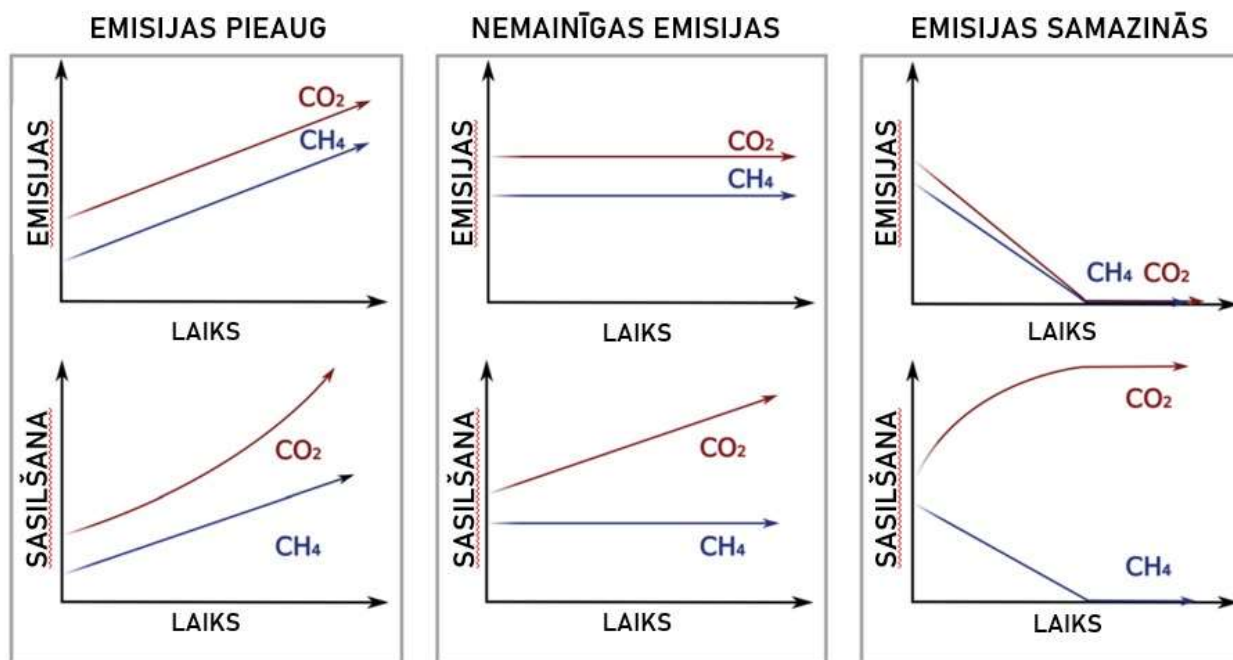
## CO2 UN CH4 IETEKME UZ KLIMATU PIE DAŽĀDIEM SCENĀRIJIEM



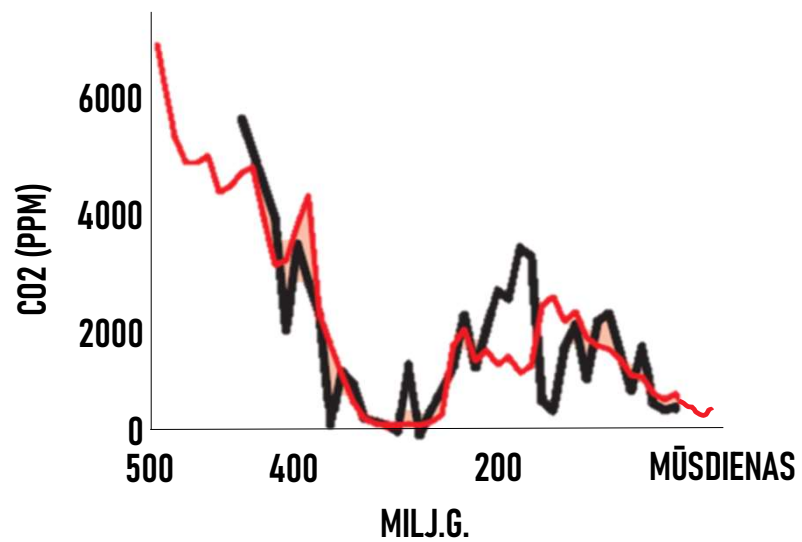
## CO<sub>2</sub> UN CH<sub>4</sub> IETEKME UZ KLIMATU PIE DAŽĀDIEM SCENĀRIJIEM



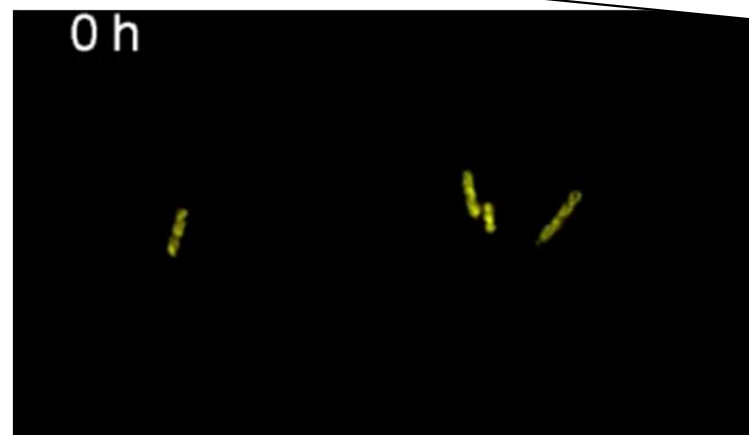
## CO<sub>2</sub> UN CH<sub>4</sub> IETEKME UZ KLIMATU PIE DAŽĀDIEM SCENĀRIJIEM



CO2 ATMOSFĒRĀ IR BIJIS MAINĪGS LIELUMS



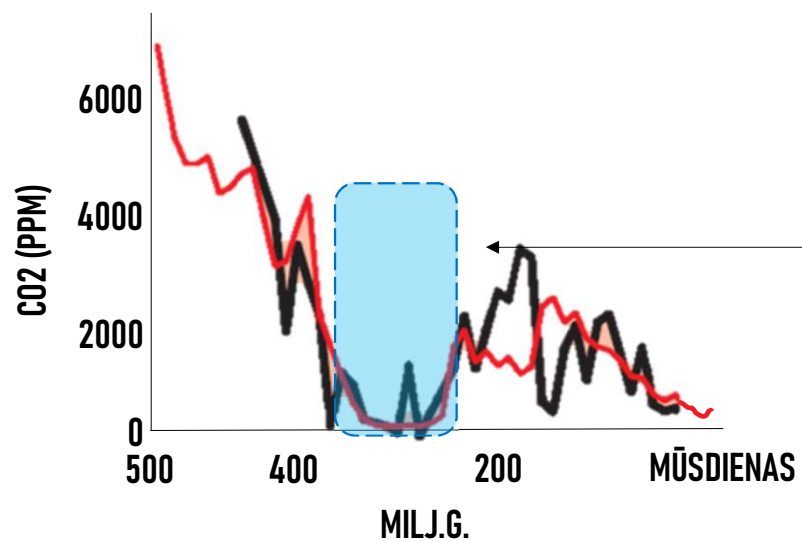
ZEMES VĒSTURES PIRMSĀKUMOS, ATMOSFĒRAS  
SASTĀVĀ DOMINĒJA CO2, BET TO VEIKSMĪGI SĀKA  
PATĒRĒT VIENI NO PIRMAJEM DZĪVAJEM  
ORGANISMIEM -> BAKTĒRIJĀM (CIĀNBAKTĒRIJAS)



PALIELINOTIES SKĀBEKĻA  
KONCENTRĀCIJAI, KLIMATS KĻŪST  
VĒSĀKS

CIĀNBAKTĒRIJAS PAŅĒM  
CO2 UN KĀ BLAKUS  
PRODUKTU IZDALĀ SKĀBEKĻI

## CO2 ATMOSFĒRĀ IR BIJIS MAINĪGS LIELUMS



*SNOWBALL EARTH*

PALIELINOTIES SKĀBEKĻA  
KONCENTRĀCIJAI, KLIMATS KĻŪST  
VĒSĀKS

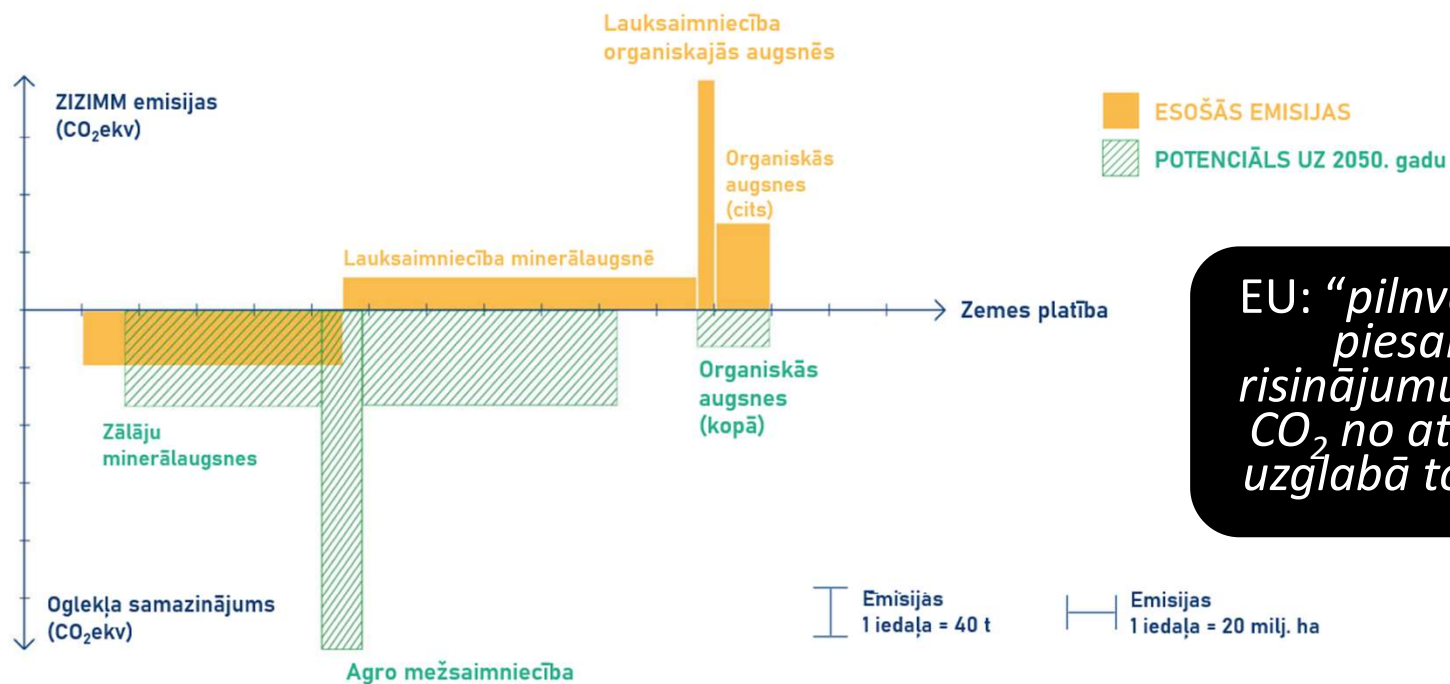
SILTUMNĪCEFEKTU IZRAISOŠO GĀZU SAMAZINĀJUMS ATMOSFĒRĀ ZEMES  
VĒSTURĒ IR NOVEDIS PIE IZTEIKTAS KLIMATA PAVĒSINĀŠANĀS  
-> PILNĪGS ZEMES APLEDOJUMS



NO CO<sub>2</sub> ATMOSFĒRAS LĪDZ AR SKĀBEKLI PĀRBAGĀTU ATMOSFĒRU

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

LATVIJAS ĢEOGRĀFISKIE UN ĢEOLOĢISKIE APSTĀKĻI IR PATEICĪGI, LAI VARĒTU RISINĀT ŠOS JAUTĀJUMUS ATTIECĪBĀ UZ ORGANISKAJĀM AUGSNĒM TAI SKAITĀ KŪDRAUGSNĒM UN PURVU TERITORIJĀM



EU: “*pilnveidot oglekļa piesaistīšanas risinājumus, kas uztver CO<sub>2</sub> no atmosfēras un uzglabā to ilgtermiņā*”

**PALUDIKULTŪRA – LAUKSAIMNIECĪBA VAI MEŽKOPĪBA UZ MITRIEM UN PĀRMITRIEM KŪDRĀJIEM, KAS NODROŠINA KŪDRAS UZKRĀŠANOS UN SAGLABĀŠANOS**

**UZKRĀJ OGLEKLI**

**SAGLABĀ UN UZTUR BIODAUDZVEIDĪBU**

**IZMANTOJAMA VIRSZEMES BIOMASA**

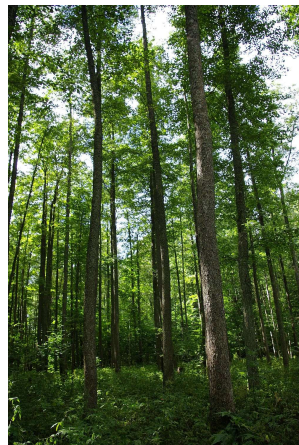


**Parastais miežubrālis**  
(*Phalaris arundinacea* (L.) Rauschert)

[http://www.silava.lv/userfiles/file/MiezaBralis-BrosuraM\\_optim.pdf](http://www.silava.lv/userfiles/file/MiezaBralis-BrosuraM_optim.pdf)

Jarveoja et al., 2013, Region Environmental Change, 13: 781-795.

[http://www.silava.lv/userfiles/file/Mezzinatne%2021\(54\)2010/Mezzinatne%2021%20Liepins.pdf](http://www.silava.lv/userfiles/file/Mezzinatne%2021(54)2010/Mezzinatne%2021%20Liepins.pdf)



**Melnalksnis**  
(*Alnus glutinosa* L. Gaertn.)

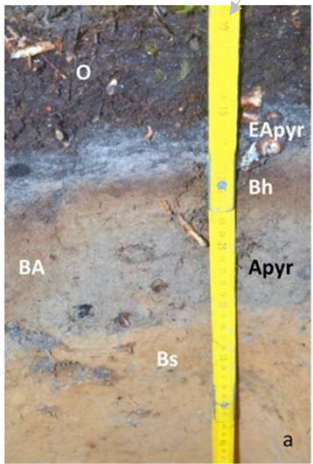
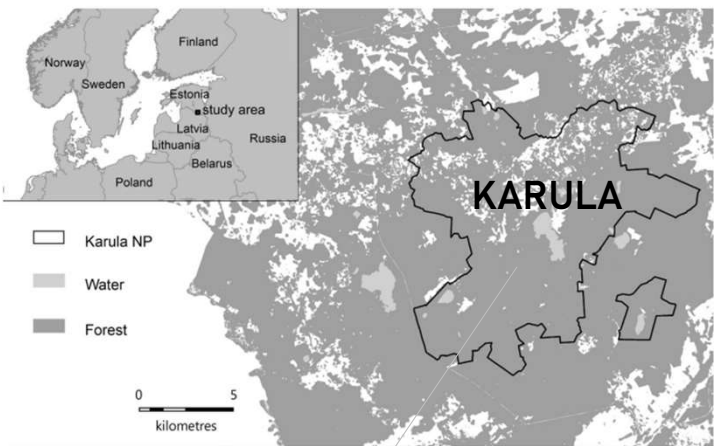


**Niedres**  
(*Phragmites australis* (cav.) Trin. Ex Steud.)

Cubars, E. 2010. Scientific Journal of Riga Technial University, 1: 67-71

[http://site-319632.mozfiles.com/files/319632/Feasibility\\_Study\\_Full\\_Report\\_LV\\_2020\\_final.pdf?1587076150](http://site-319632.mozfiles.com/files/319632/Feasibility_Study_Full_Report_LV_2020_final.pdf?1587076150)

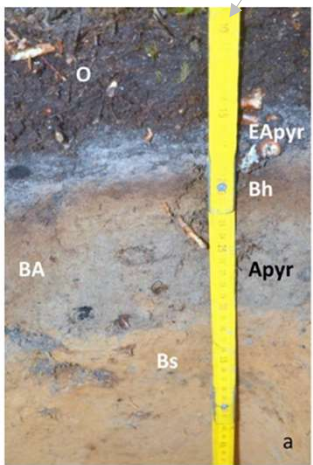
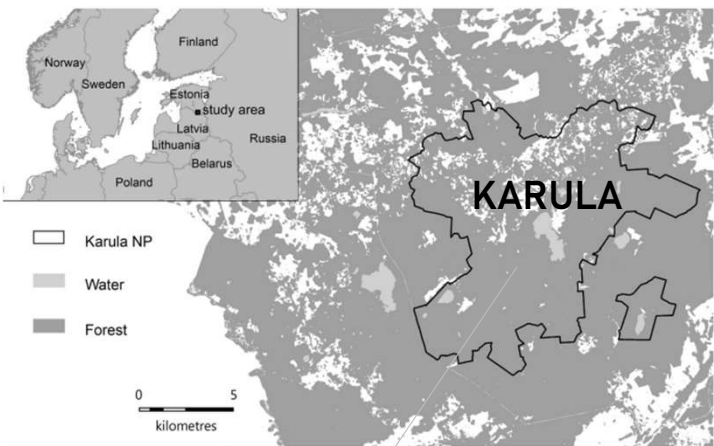
[http://www.silava.lv/userfiles/file/projektu%20parskati/2016\\_lazdina\\_lvm\\_kudra.pdf](http://www.silava.lv/userfiles/file/projektu%20parskati/2016_lazdina_lvm_kudra.pdf)



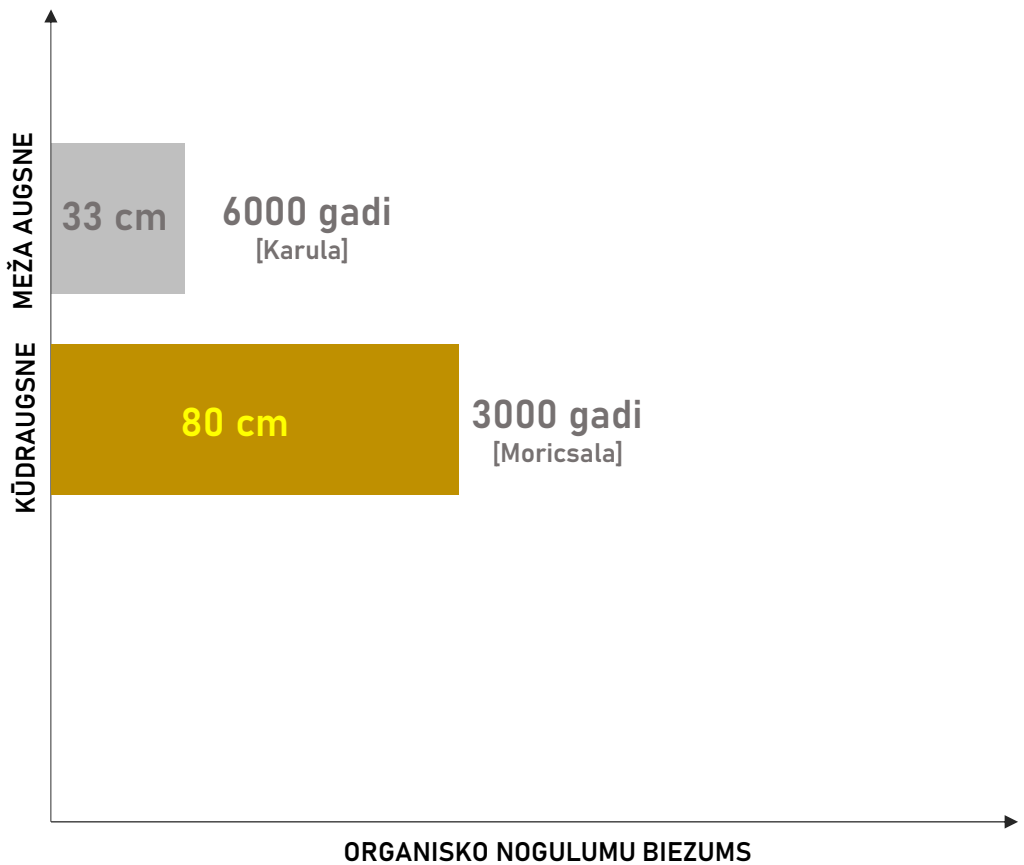
33 cm



Tomson et al., 2021, Baltic Forestry, 27: 478; Ponomarenko et al., 2019, Quaternary International, 516: 190-206; Ceriņa et al., 2017, LU ĢZZF 75. tēzes.



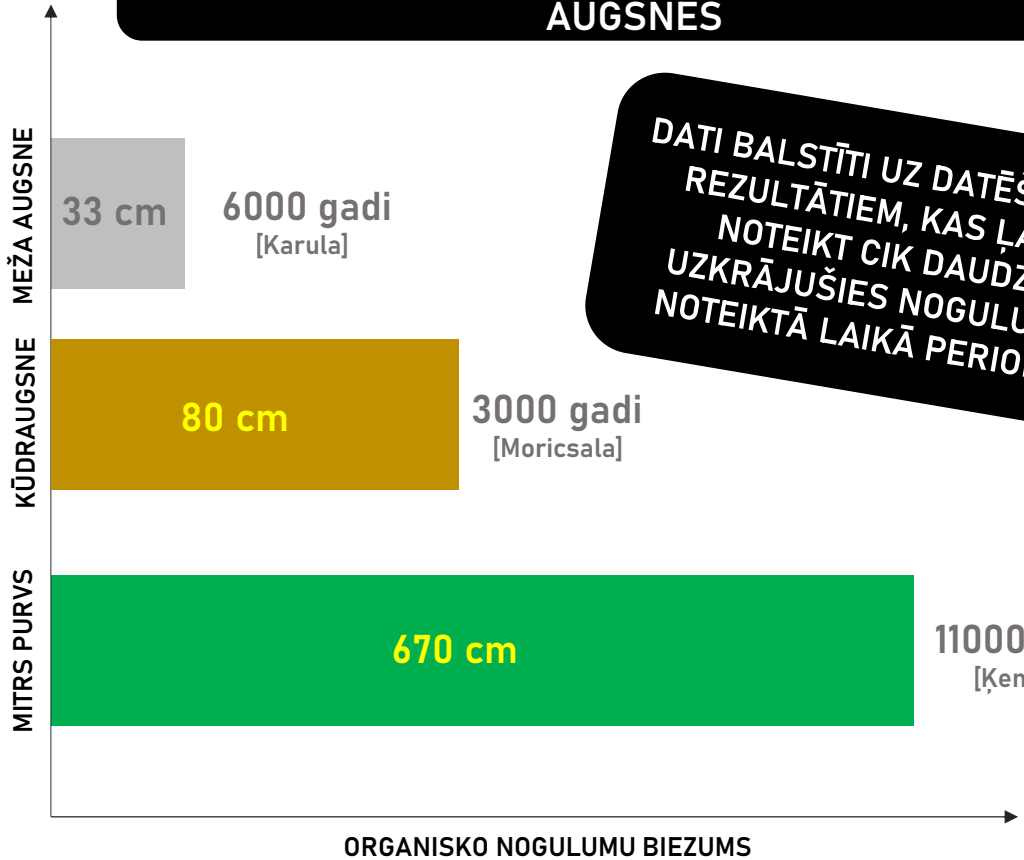
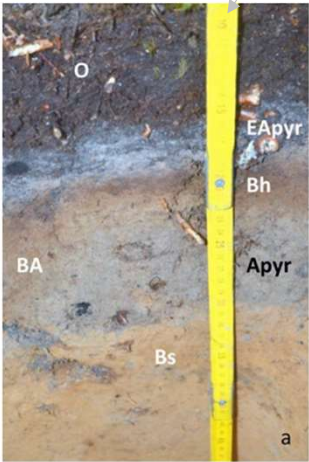
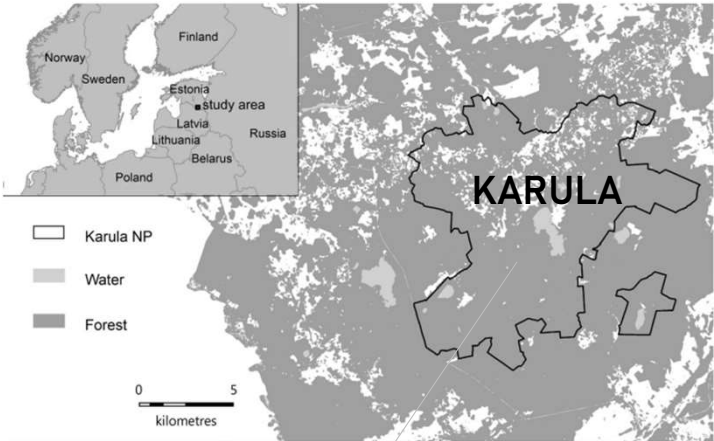
33 cm



Tomson et al., 2021, Baltic Forestry, 27: 478; Ponomarenko et al., 2019, Quaternary International, 516: 190-206; Ceriņa et al., 2017, LU ĢZZF 75. tēzes.

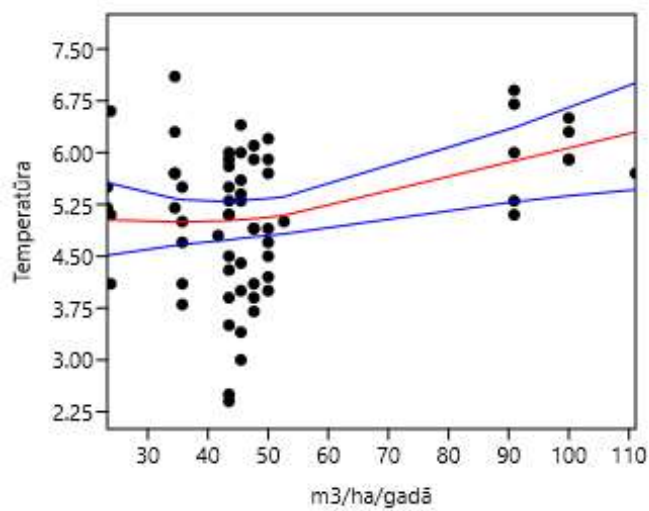
**ORGANIKAS SADALĪŠANĀS ILGTERMIŅĀ NOTIEKT IZTEIKTĀK SAUSĀKĀS LAUKSAIMNIECĪBAS UN MEŽU AUGSNĒS**

**DATI BALSTĪTI UZ DATĒŠANAS REZULTĀTIEM, KAS ĻAUJ NOTEIKT CIK DAUDZ UZKRĀJUŠĪES NOGULUMI NOTEIKTĀ LAIKĀ PERIODĀ**



**JĀŅEM VĒRĀ NE TIKAI SEG BET ARĪ UZKRĀTAIS OGLEKĻA APJOMS!!!**

Tomson et al., 2021, Baltic Forestry, 27: 478; Ponomarenko et al., 2019, Quaternary International, 516: 190-206; Ceriņa et al., 2017, LU ĢZZF 75. tēzes.



Savstarpējā attiecība starp mērīto kūdras pieauguma apjomu un vidējo gaisa temperatūru (Stivrins et al., 2017, Mires & Peat; Stivrins et al., 2018 Estonian Journal of Earth Sciences)

**POZITĪVA KŪDRAS  
UZKRĀŠANĀS  
BILANCE LATVIJAS  
TERITORIJĀ**

vidējie rādījumi piesaistei:

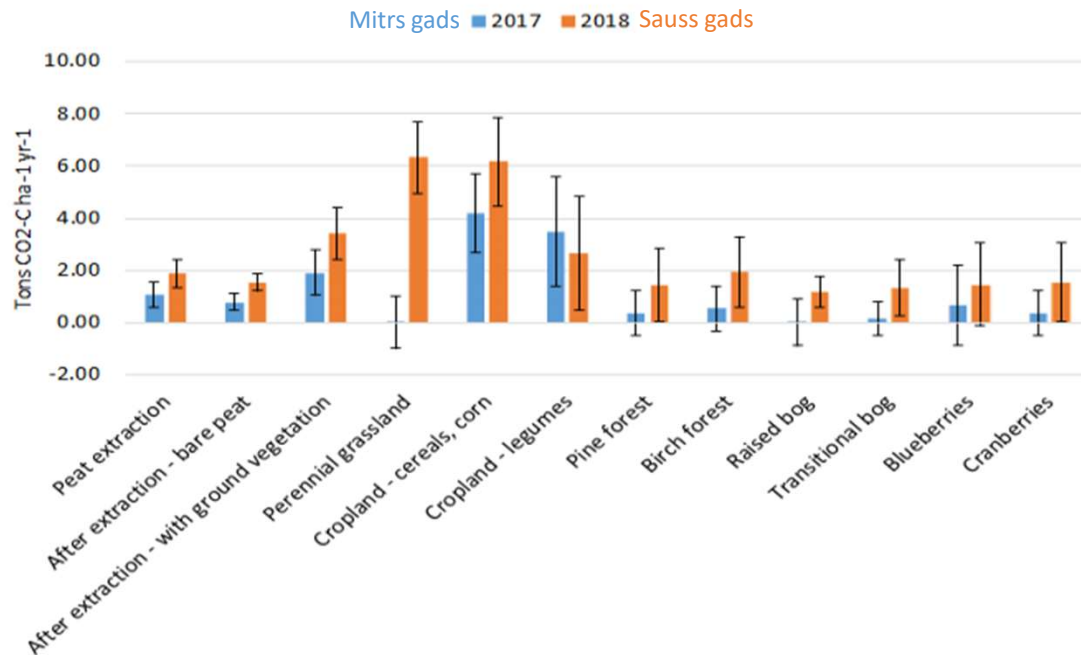
t C/ha/gadā: **1,89**

CO<sub>2</sub> ekv t/ha/gadā: **6,93**

Kūdras uzkrāšanās apjoms m<sup>3</sup>/ha/gadā: **50,57**

## CO<sub>2</sub> emissions in 2017 and 2018

MITRĀKI APSTĀKĻI  
-> MAZĀK CO<sub>2</sub>

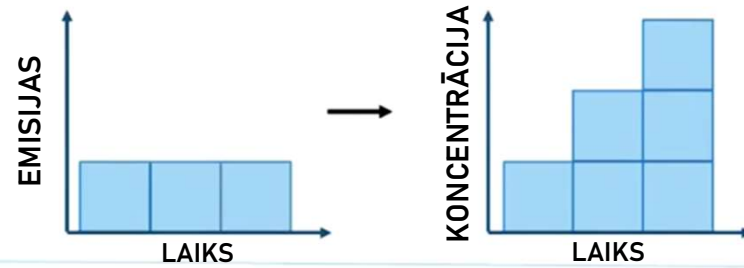


SAUSĀKI APSTĀKĻI  
-> VAIRĀK CO<sub>2</sub>

Lupiķis, A. 2019. Measurement of GHG emissions in peatlands across different land uses – the basis for improved GHG inventory. LIFE Restore: Sustainable management of degraded peatlands and climate.

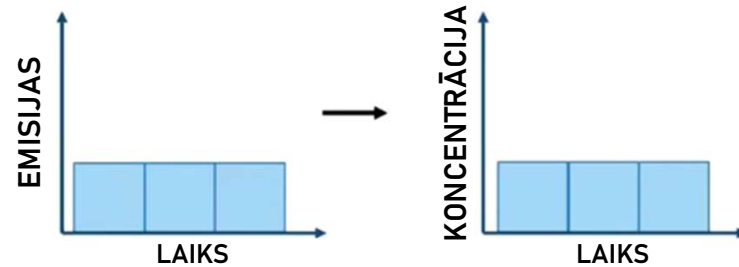


**CO<sub>2</sub>**

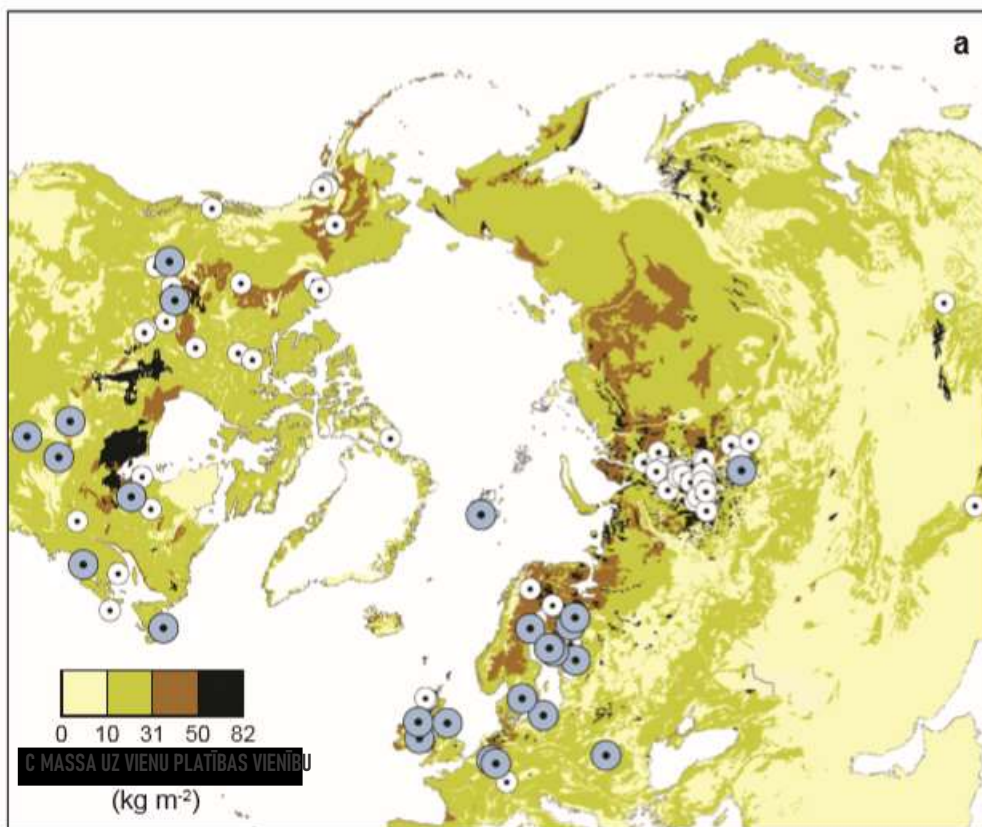


**CO<sub>2</sub> ATMOSFĒRĀ PASTĀV LĪDZ PAT 1000 GADIEM UN LAIKA GAITĀ PIE VIENĀDĀM EMISIJĀM TĀ KONCENTRĀCIJA TIKAI PALIELINĀS**

**CH<sub>4</sub>**



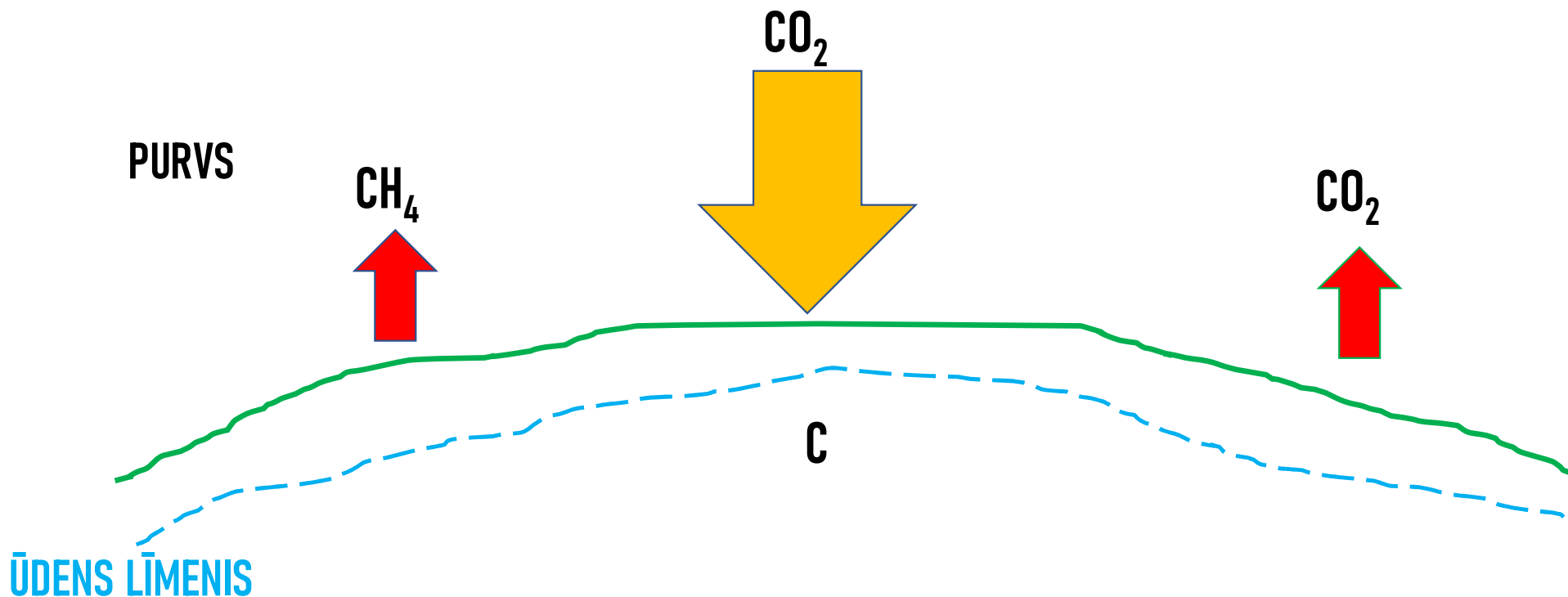
**CH<sub>4</sub> 12 GADU LAIKĀ ATMOSFĒRĀ SADALĀS UN TĀ KONCENTRĀCIJA NEUZKRĀJĀS**



PURVI UN MITRZEMES VEIDO APTUVENI 30% NO  
KOPĒJIEM OGLEKĻA KRĀJUMIEM

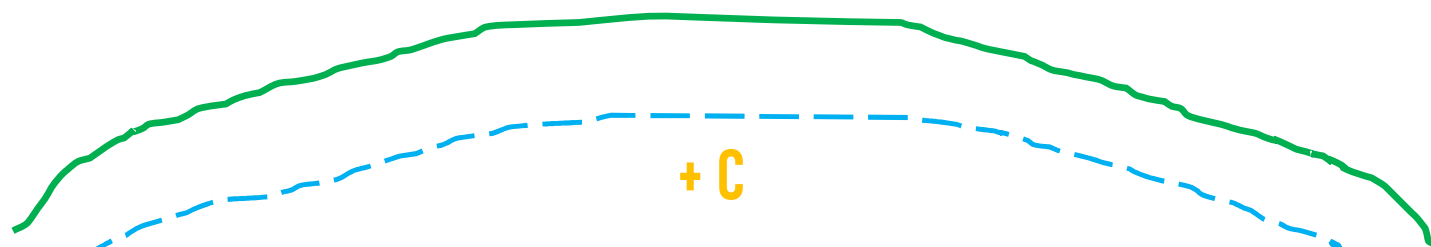
ZIEMEĻU PUSLODĒ PĒDĒJOS 11 700 GADOS VIDĒJAIS  
OGLEKĻA UZKRĀŠANĀS APJOMS IR  $23 \pm 2$  G C M<sup>2</sup>  
GADĀ

ŠIE APJOMI NODROŠINĀJUŠI ATMOSFĒRAS GAISA  
TEMPERATŪRAS SAMAZINĀJUMU PAR 1,5-2 °C



- FOTOSINTĒZES PROCESA LAIKĀ, PURVA VEĢETĀCIJA UZŅEM OGLEKLI NO  $\text{CO}_2$  UN LĪDZ AR TO ARĪ **PURVI UZKRĀJ OGLEKLI**
- SVARĪGS NOSACĪJUMS OGLEKĻA UZKRĀŠANAI IR JAUNĀS BIOMASAS IZVEIDOŠANĀS UN TĀS UZKRĀŠANĀS, KAM, PIE TAM IR JĀNOTIEK ĀTRĀK NEKĀ SADALĪŠANĀS PROCESIEM
- TAS NOZĪMĒ, KA JEBKĀDAS MANIPULĀCIJAS AR HIDROLOĢIJAS REŽĪMU RADA IETEKMI UZ OGLEKĻA UZKRĀŠANĀS APJOMU

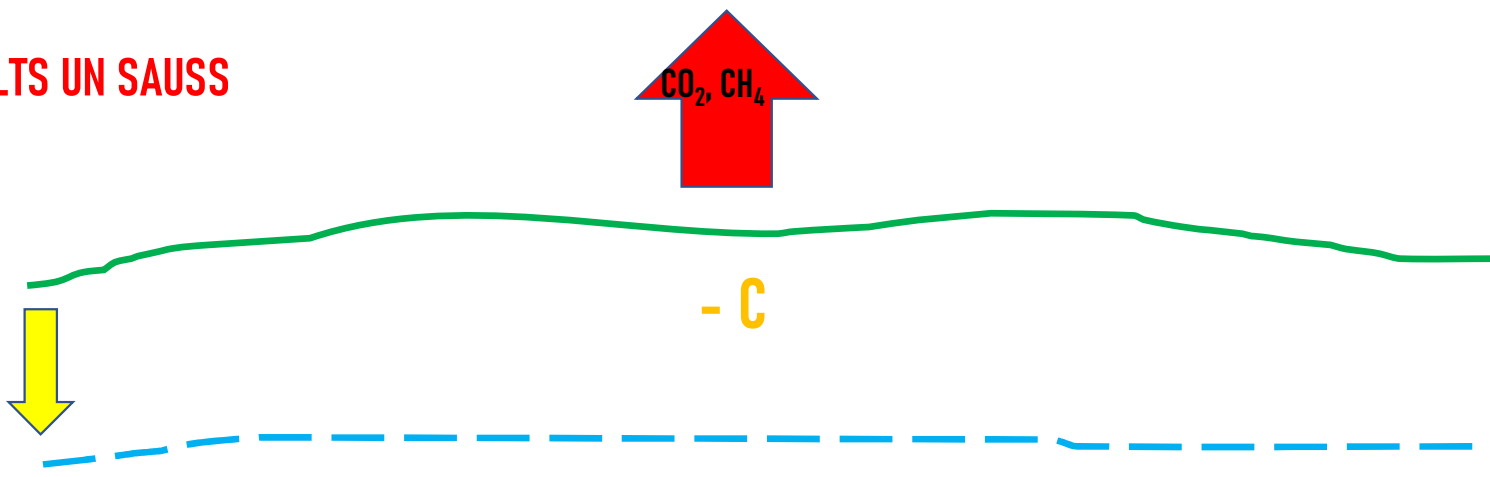
**SILTS UN MITRS**



+ C

ŪDENS LĪMENIS

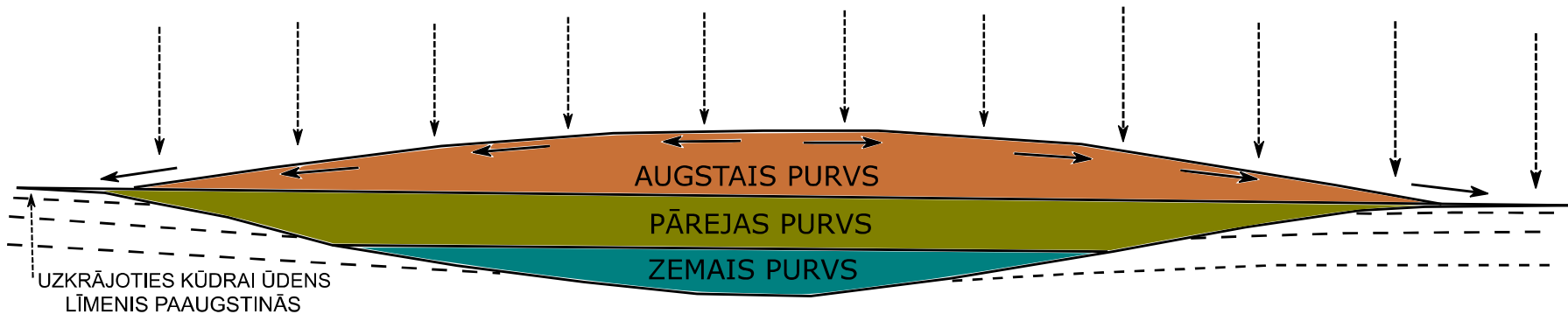
**SILTS UN SAUSS**



CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>

- C

ŪDENS LĪMENIS





**SAUSI APSTĀKĻI**

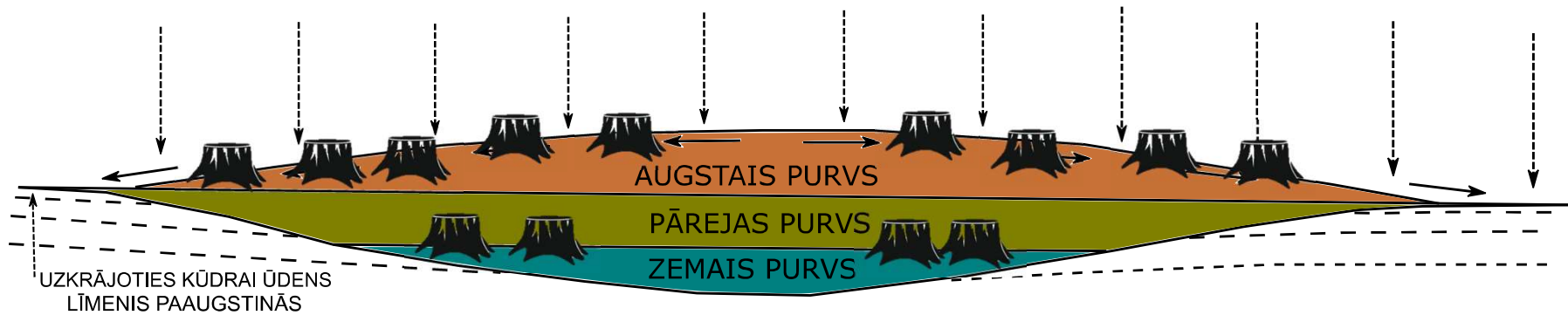


SAUSI APSTĀKĻI



MITRI APSTĀKĻI





MEDEMA PURVS –  
teritorija, kas tiek  
uzskatīta par  
izstrādātu un  
degradētu oglekļa  
emitētāju, patiesībā  
jau uzkrāj oglekli un  
nodrošina bioloģisko  
daudzveidību



RĀKA PURVS – SIA  
“KLASMANN-  
DEILMAN LATVIA”  
daļā no  
izstrādātajiem  
kūdras laukiem  
sastādītas sūnas –  
teritorija, kas uzkrāj  
oglekli un nodrošina  
bioloģisko  
daudzveidību



- Klimats ir mainīgs, tikai jautājums kā mēs kā suga spēsim nodrošināt sev nepieciešamo izdzīvošanas vidi un klimatu
- Fundamentālie klimatu veidojošie un nosakošie raksturlielumi nav mainījušies
- Ņemot vērā pašreizējo Eiropas Savienības politiku un virzību uz samazinātām SEG emisijām no organiskajām augsnēm un biodaudzveidības saglabāšanu, paludikultūra ir viens no potenciālajiem risinājumiem, kas nodrošina kā SEG samazinājumu, tā arī palielina oglekļa uzkrāšanos augsnē un nodrošina virszemes biomasas tālāku ekonomisku izmantošanu
- Pašlaik nav skaidri definēts, kāds ir mērķis – samazināt SEG vai gaisa temperatūru, kur īstermiņa un ilgtermiņa risinājumi var atšķirties
- Ja mērķis ir samazināt CO<sub>2</sub> un N<sub>2</sub>O un uzkrāt oglekli augsnē, tad ieteicams atjaunot vai nodrošināt pārmitrus apstākļus organisko augšņu teritorijās, bet ja mērķis ir samazināt CH<sub>4</sub>, tad organisko augšņu meliorācija ir iespējamais risinājums
- Viens risinājums visam nav iespējams un tādēļ būtu jāparedz integrēt vairākus potenciālos scenārijus (apmežošana un paludikultūra), pirms tam veicot katras teritorijas izvērtēšanu konkrētajai aktivitātei
- Sarežģītāk apsaimniekojamās mitrās lauksaimniecības teritorijas ar organiskajām augsnēm un neizmantotās dabīgās un daļu jau izmantotās purvu teritorijas varētu paredzēt definēt kā oglekļa krātuves
- Izvērtēt izstrādātos kūdras laukus – kuri no tiem ir SEG emitētāji, kuri jau oglekļa krātuves; iespējams, tā varētu būt daļa no atbildes, kā samazināt emisijas ZIZIMM sektorā

