



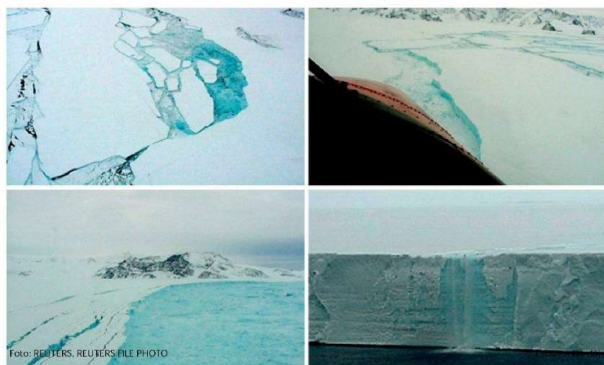
Klimats, tā izmaiņas pagātnē un šobrīd: Latvijas un pasaules konteksts

PhD Earth Sciences (Dr. geol.) Normunds Stivriņš

Dr. geol. Ilze Ozola

Ezeru un Purvu Izpētes Centrs

Antarktīdā var zaudēt vienu no lielākajiem ledājiem - Larsenu C



9. janvāris, 11:02 | Vide un dzīvnieki (/lv/dzive/vide-un-dzivnieki/)

Autori: Andris Lācars (/lv/autors/andris-lacars/177/), LTV Ziņu dienests

Antarktīdā, šķiet, sācies nenovēršams process, kura rezultātā tā varētu zaudēt vienu no saviem lielākajiem ledājiem – Larsens C.

2016. gads – siltākais novērojumu vēsturē

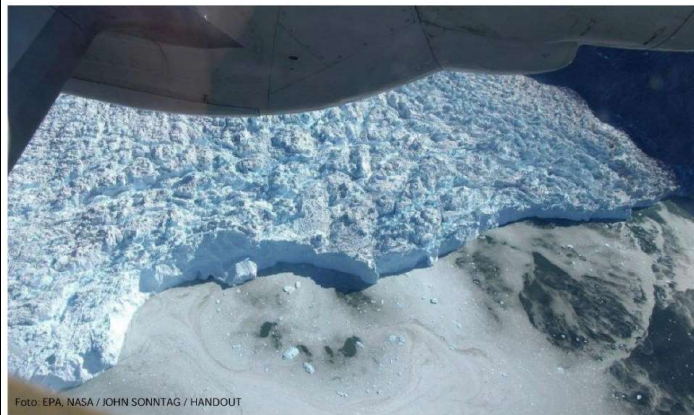


Foto: EPA, NASA / JOHN SONNTAG / HANDOUT

18. janvāris, 18:24 | Ārzmēs (/lv/zinas/arzemes/)

1 komentārs

Autori: lsm.lv ziņu redakcija (/lv/autors/lsm.lv-zinu-redakcija/94/)

Rādītāji par visu 2016. gada apsteigts 2015. gads, 1. raidsabiedrība BBC (f

CO2 daudzums atmosfērā sasniedz simbolisko 'jaunās klimata ēras' sliekšni (34)

www.DELFI.lv | 24. oktobris 2016 16:22



Foto: AFP/Scanpix

Oglekļa dioksīda (CO2) vidējais daudzums atmosfērā 2015. gadā pārsniedza simbolisko 400 PPM (gāzes koncentrācija daļiņās izteikta uz vienu miljoni) sliekšni, kuru zinātnieki dēvē par "jaunās klimata ēras" sākumu, liecina Pasaules Meteoroloģijas organizācijas (WMO) publikācija.



Ģeoloģiskā skatījumā straujas klimata izmaiņas ir tādas, kuru ilgums var būt 200 līdz pat 10 000 gadiem

Mūsdienās gan šis termins tiek saistīts tikai ar 'klimata pasiltināšanos' un cilvēki straujas klimata izmaiņas uztver tādas, kuras ir redzamas viņu dzīves laikā, pat īsti nepadomājot kāds tad ir koncepts šim terminam



LATVIJAS VIDES, ĢEOLOĢIJAS
UN METEOROLOĢIJAS CENTRS



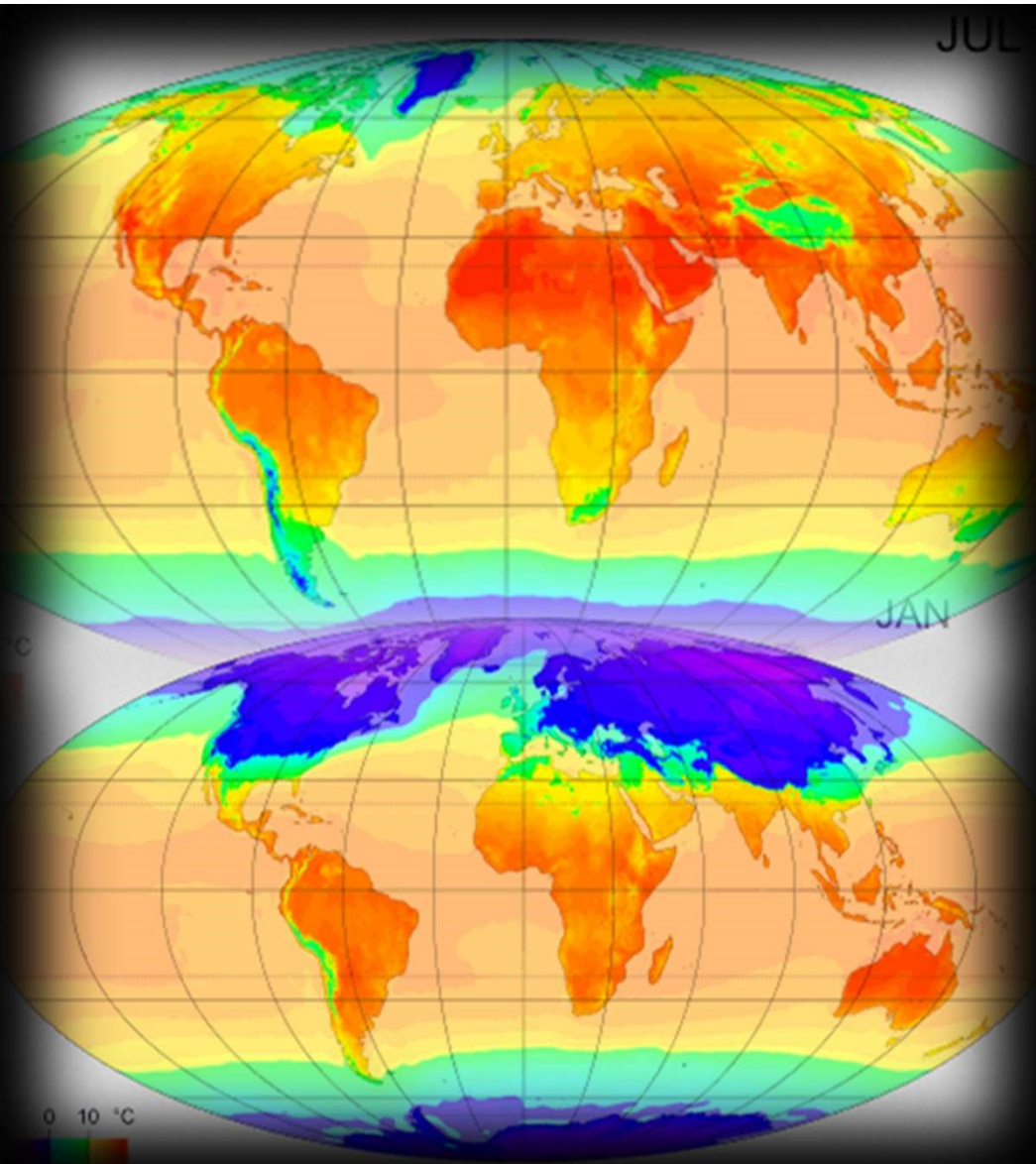
LAIKA APSTĀKĻI NOVĒROJUMI VIDE ĢEOLOĢIJA PAKALPOJUMI

2019. gads Latvijā ir siltākais novērojumu vēsturē

Publicēts: 30.12.2019

Sākums / Jaunumi / Laika apstākļi

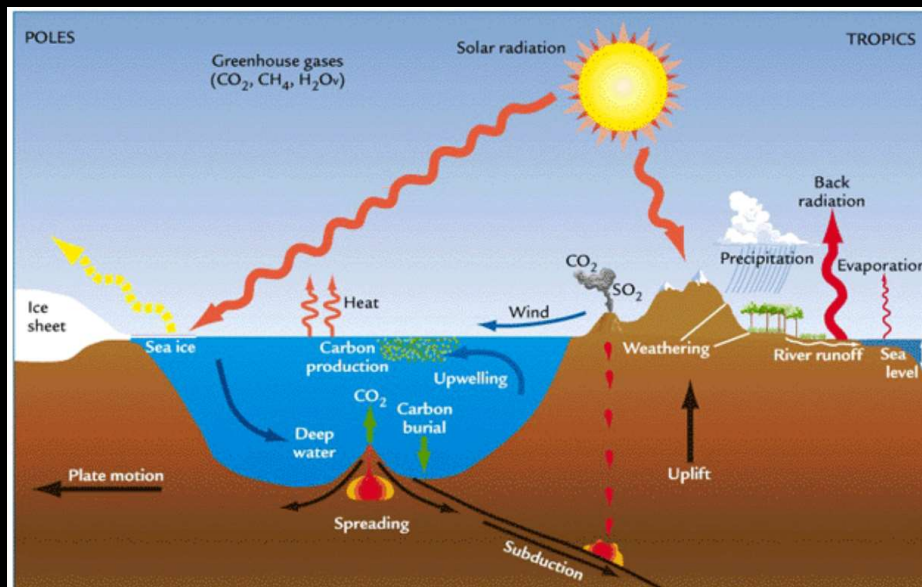
Kas ir klimats?



Kas ir klimats?

- Klimats – ilggadējs laikapstākļu režīms kādā apvidū, kas atkarīgs no attiecīgās vietas ģeogrāfiskā stāvokļa
- Klimatu raksturo atmosfēras spiediena, vēja ātruma un virziena, gaisa temperatūras un mitruma, mākoņainuma, nokrišņu u.c. elementu kopums un gaita
- Laikapstākļi – kopuma apzīmē atmosfēras kondīciju jeb apstākļus relatīvi īsākā laika periodā

Zemes klimata sistēma



- Atmosfēra
- Hidrosfēra
- Biosfēra
- Litosfēra
- Kriosfēra

Ārpus Zemes jeb orbitālie faktori

Saules un Zemes savstarpējā ģeometrija

Saules radiācija

Zvaigžņu putekļi/kosmiskais starojums

Zemes klimatu, ledus un starpledus laikmetus ietekmējošie faktori

Kontinentu dreifs

Okeānu siltuma apmaiņa

Atmosfēras albedo

Atmosfēras ķīmiskais sastāvs

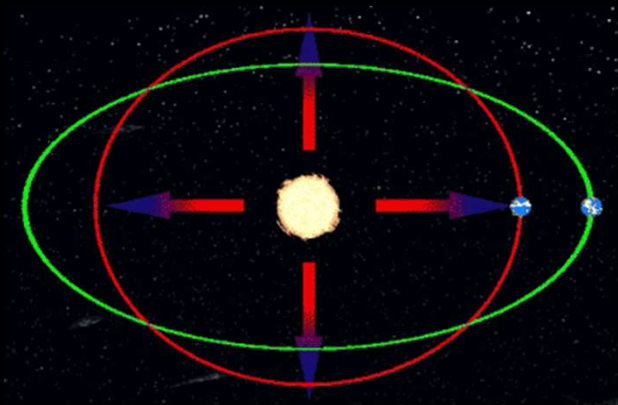
Vulkānu aktivitāte

Oroģenēze (kalnu veidošanās)

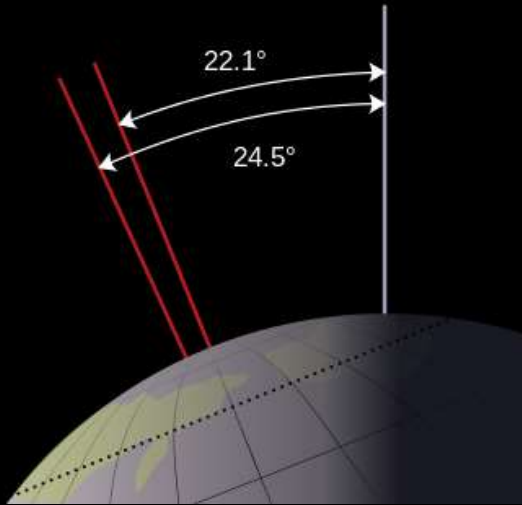
Virsmas albedo

Mākoņu veidošanās

Okeāna, atmosfēras un sauszemes faktori



- Zemes orbītas ekscentritāte mainās ik pēc 100 000 gadiem
- Cikliski orbitālie pārkārtojumi laika gaitā nosaka Zemes saņemtās Saules radiācijas daudzumu, kas ir atšķirīgs dažādos ģeogrāfiskos platumos

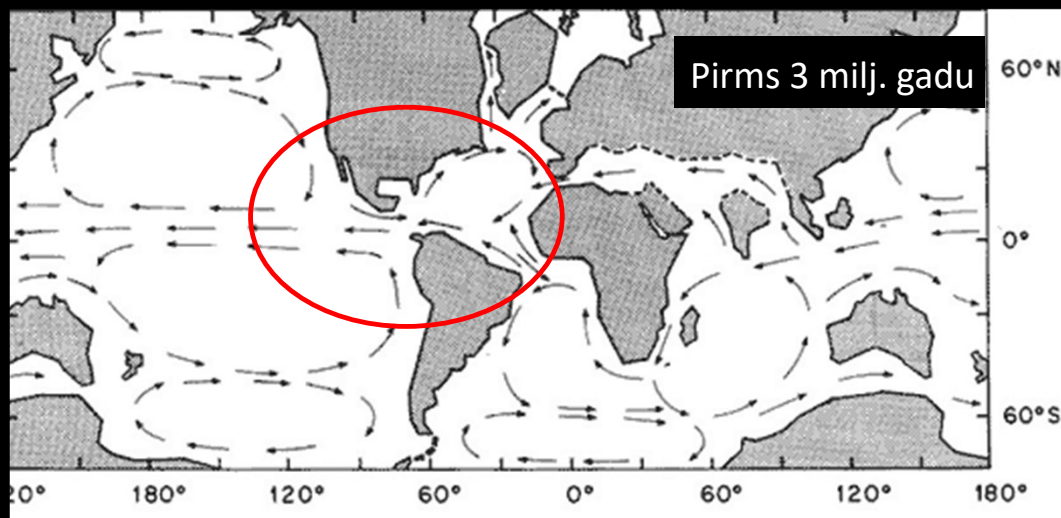


- Saules radiācijas daudzums ko saņem Zeme ir mainīgs, jo noteiktā laikā mainās Zemes ass slīpums un Zemes orbītas ekscentritāte
- Zemes ass slīpums mainās no 22,1° līdz 24,5° reizi 41000 gados
- Pašreizējais Zemes ass slīpums ir 23,44°



Zemes griežanās ap assi (precesija) ir mainīga un tā mainās vidēji 19 000 – 23 000 gados.

Precesiju nosaka Mēness, Saules un planētu gravitācijas lauku mijiedarbība uz Zemes ekvatoriālo paresninājumu



Aptuveni līdz 3 miljoniem gadiem, kad kontinentu novietojums vēl nebija ieņēmis mūsdienu izvietojumu, Klusā okeāna ūdens ieplūda caur Centrālamerikas šaurumu Atlantiskajā okeāna

Dominējošā okeāna straume brīvi cirkulēja caur ekvatoru

Klusā okeāna un Atlantijas okeāna ūdens bija ar līdzīgu sāļumu

Arktikā nonākušais saldūdens veicina jūras ledus veidošanos -> palielinās Saules albedo -> pavēsinās un pasaldinās Arktikas okeāns

Siltāka un sāļāka Golfa straume virzās uz ziemeļiem

Ūdens iztvaikošana

Ūdens tvaiki ar dominējošo vēju palīdzību nonāk Eirāzijā -> izkrīt nokrišņu veidā (lietus/sniegs) -> notek uz Arktikas okeānu pa lielajām Sibīrijas upju sistēmām un daļa arī uzkrājas uz vietas





- Okeāna straumju cirkulācija regulē dažādos Zemes apgabalos saņemtā mitruma un siltuma bilanci
- Jūras ūdenim ir tendence grīmt ja tas atdziest un/vai paliek sālāks
- Tieši šī iemesla dēļ vēso un sāļo apgabalu ūdeņi veido sākumu dziļajām okeānu straumēm
- Pāiet aptuveni 1000 gadu kad okeāna dziļmē plūstošais ūdens nonāk virspusē
- Ūdens sāļums šīm straumēm ir robežā no 34,6 līdz 35 grami uz litru un temperatūra ir no 0 līdz 3 °C
- Salīdzinājumam Baltijas jūras sāļums ir 5-7 grami uz litru
- Ūdens sāļuma vai temperatūras izmaiņas kādā no posmiem var veicināt klimata izmaiņas kādā no Zemes apgabaliem

Klimata tendences un cikli

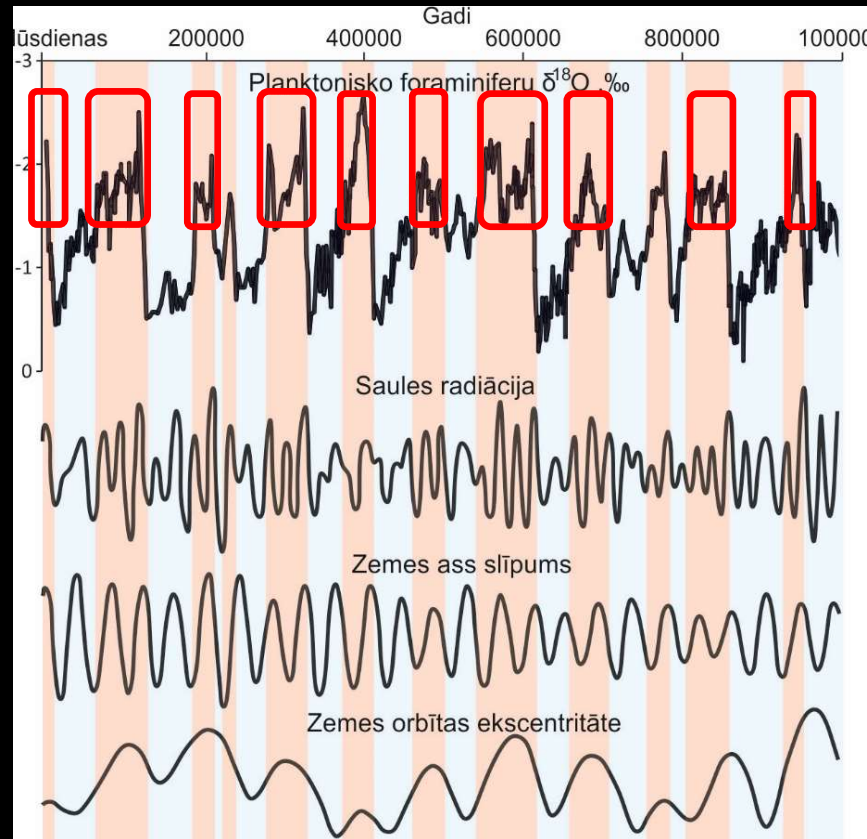
Starplejus laikmets

Siltāks



Aukstāks

Leduslaikmets



Informācija par klimatu

Informācijas avoti par klimatu:

- Instrumentālie mērījumi
- Klimata rekonstrukcijas izmantojot kādus fosilos objektus vai vielas
- Klimata modelēšana izmantojot dažādus algoritmus un superdatorus

Instrumentālie mērījumi

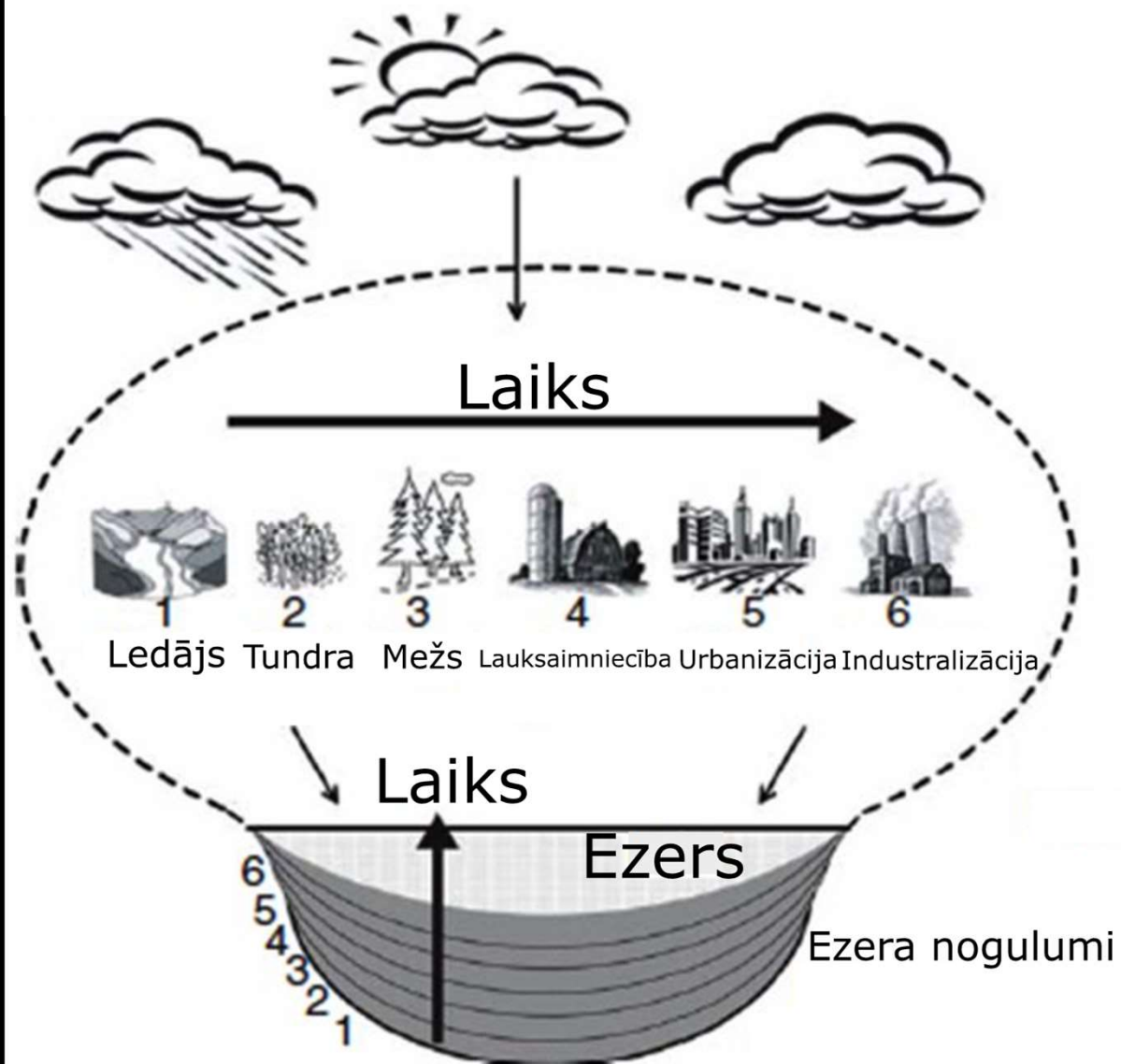


- Vēsturiski, alkohola (spirta) termometri tika izmantoti, lai mērītu minimālās gaisa temperatūras, bet merkūrija termometri tika lietoti, lai mērītu maksimālās temperatūras, piemēram, Austrālijā
- Vairumā gadījumu, mūsdienās izmanto elektriskās mērierīces
- Mūsdienās, ļoti svarīgi ir kopīgi mērierīču un metodikas standarti, kas senākā pagātnē nebija iespējams (atšķīrās dažādi šķidrumi un to koncentrācijas, un mērīšanas metodikas, kalibrācijas)

Pagātnes klimata rekonstrukcijas

- Jebkura klimata rekonstrukcija balstās uz izpratni par attiecībām starp klimatu un avotu no kura tiek rekonstruēts klimats
- Ignorējot šo pamatprincipu nav iespējams pateikt, kas vispār ir rekonstruēts un ko tas parāda – nokrišņu daudzumu, temperatūru, vēju..

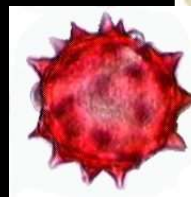
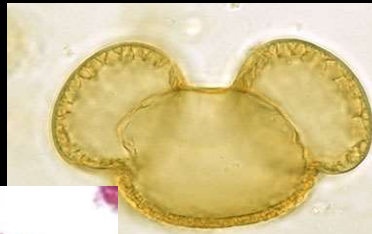
- Lai arī rekonstrukcijas sniedz ieskatu, kā kāds raksturlielums ir mainījies, **rekonstrukcijas pašas par sevi nesniedz izskaidrojumu**, kas izraisīja novērotās izmaiņas
- Tikai paleoklimatiskās rekonstrukcijas sniedz ilgtermiņa datus, kas kalpo par pamatu mūsdienu klimata izmaiņu izpratnei, kā arī nākotnes prognožu sastādīšanā



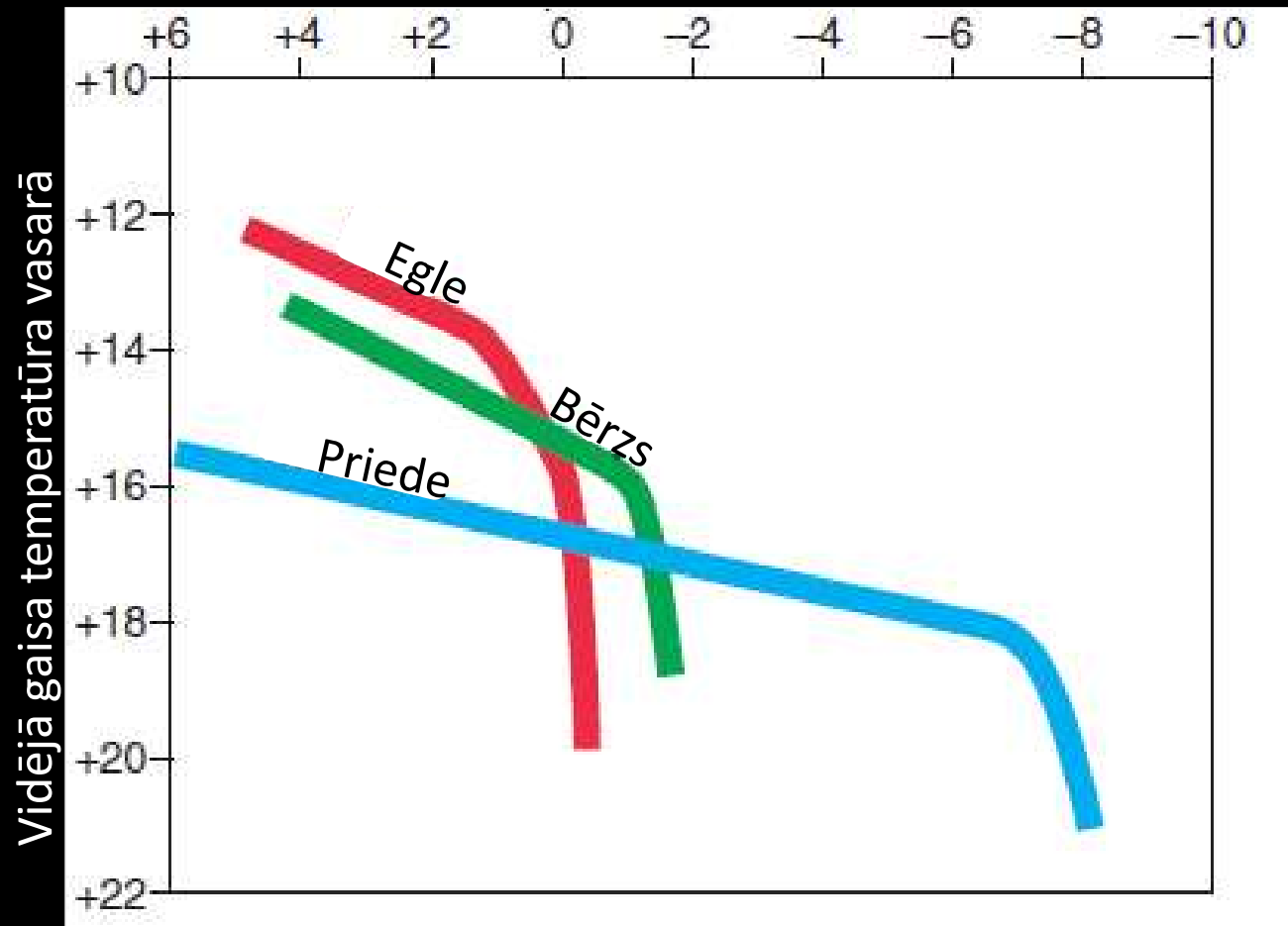


Pollen

Forsy

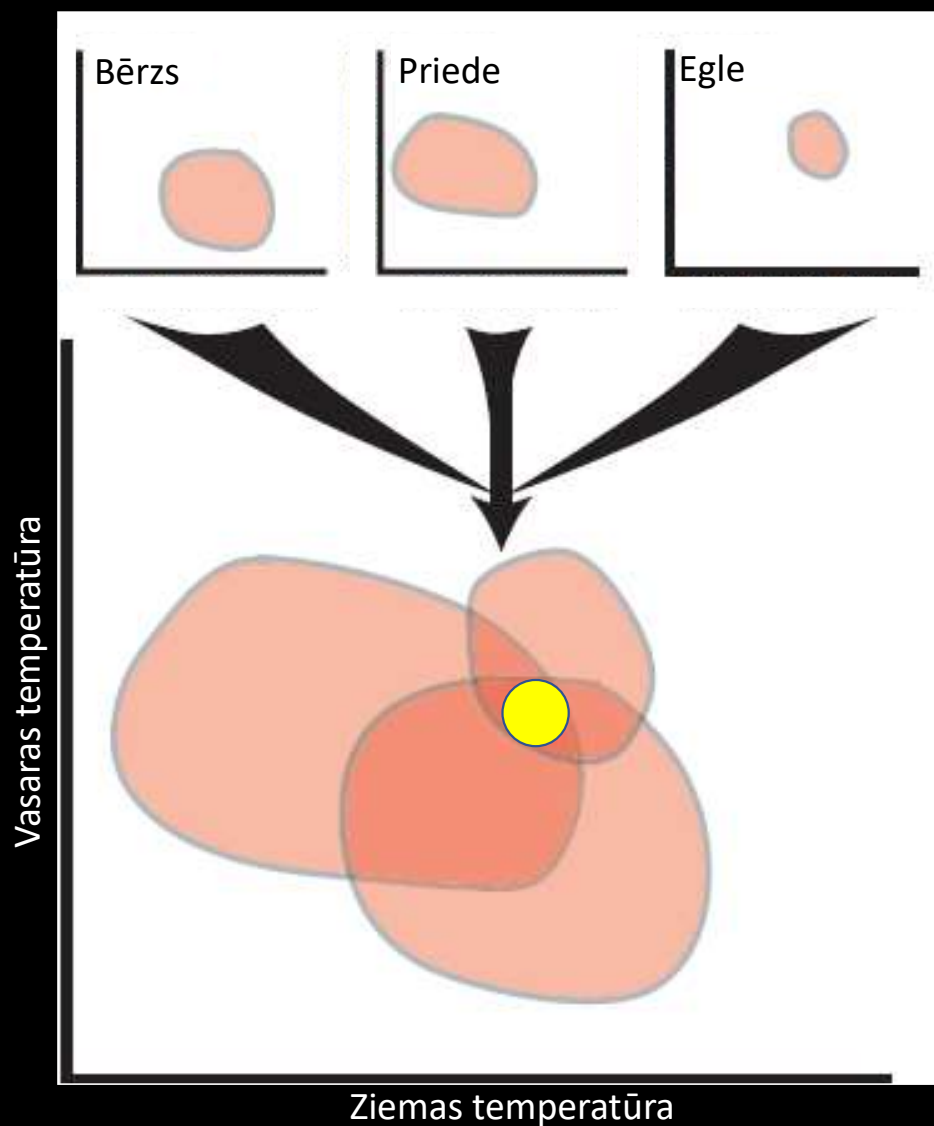


Vidējā gaisa temperatūra ziemā



Visām sugām ir raksturīgi ieņemt konkrētu nišu dabā kurā tiem ir viss optimālākais augšanas un attīstības apstākļi

Nemot vērā katras sugas optimālos temperatūras augšanas apstākļus, un nosakot to daudzām sugām vienlaicīgi, tiek iegūts konkrēts punkts/laukums, kurā šīs temperatūras sakrīt, tā tiek pieņemta par vidējo gaisa temperatūru konkrētajā laikā

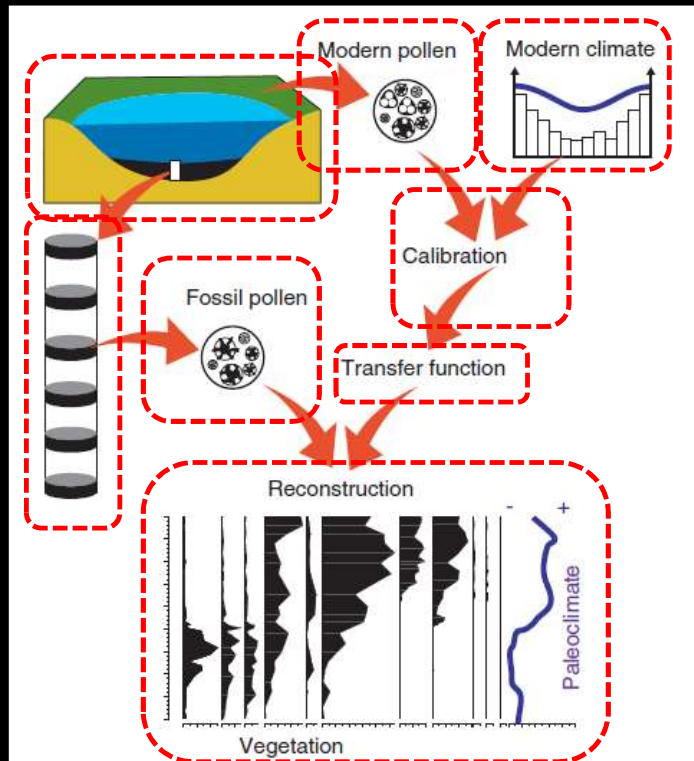


Reģionos kuros konkrētās sugas sasniedz savu vislielāko sugu īpatsvaru jeb izplatību atspoguļo optimālākos klimatiskos apstākļus šo sugu pastāvēšanai

Brewer S., J. Guiot and D. Barboni (2007). Use of pollen as Climate proxies. *Encyclopedia of quaternary Science*. 2497-2508

- Izšķir kvalitatīvās un kvantitatīvas temperatūru rekonstrukcijas:
 - **Kvalitatīvās:** vēsāks vai siltāks klimats
 - **Kvantitatīvās:** par cik °C vēsāks vai siltāks klimats
- Kvantitatīvai rekonstrukcijai nepieciešams:
 - Mūsdienu putekšņu sastāvs no plašas teritorijas (un vēlams no dažādām klimatiskām joslām)

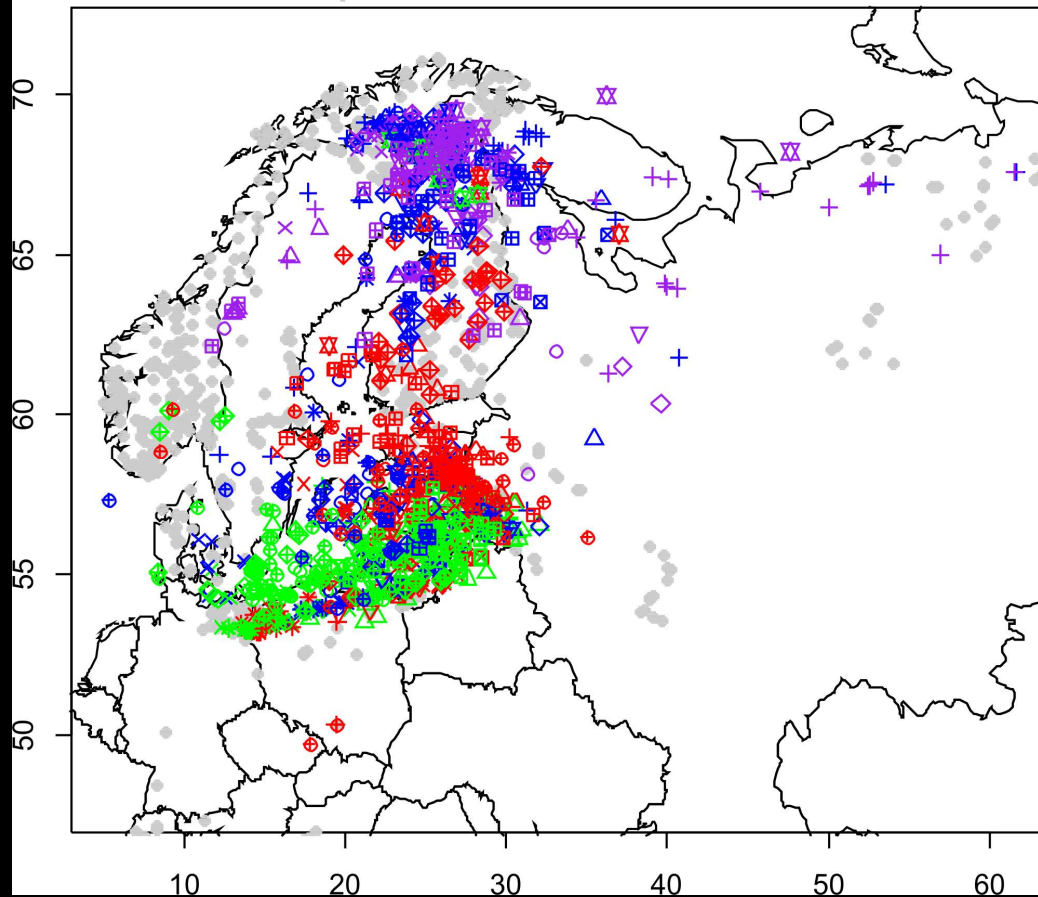
Pārveides funkcijas

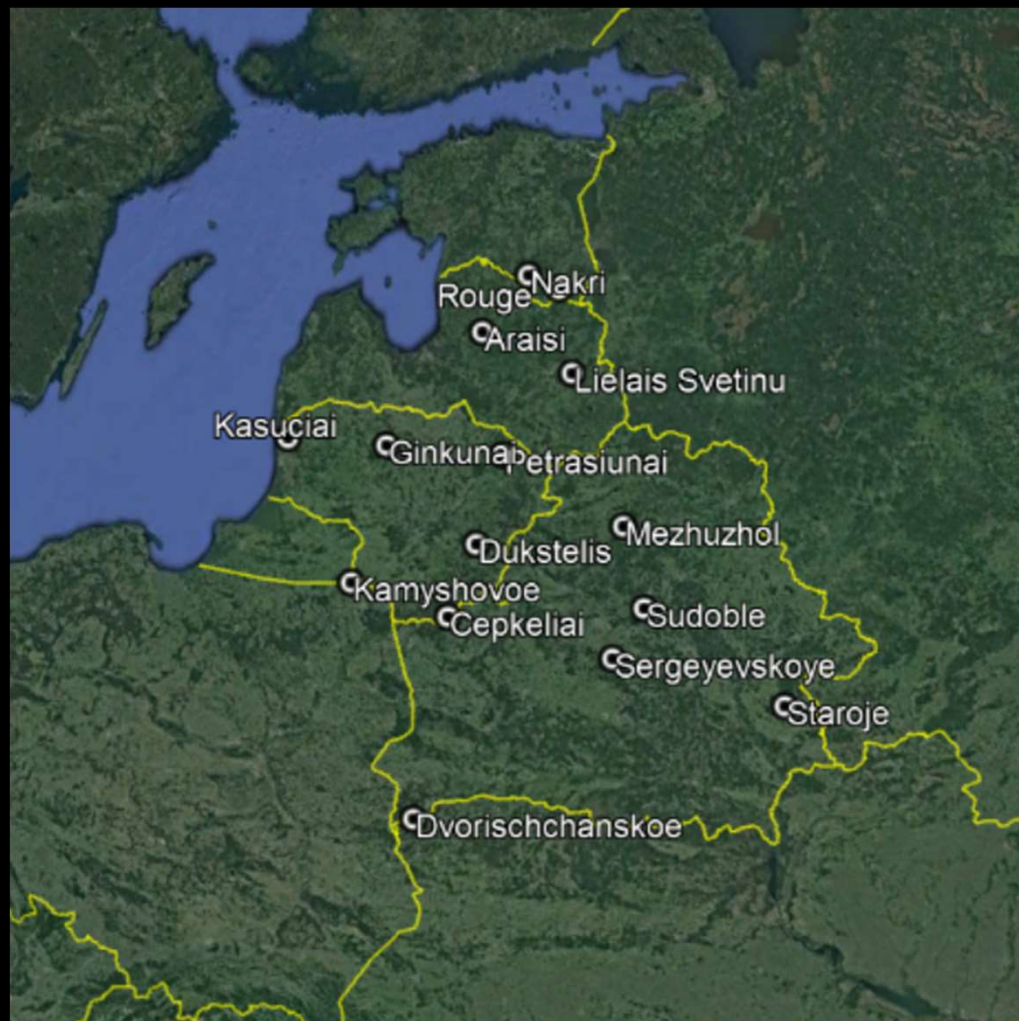


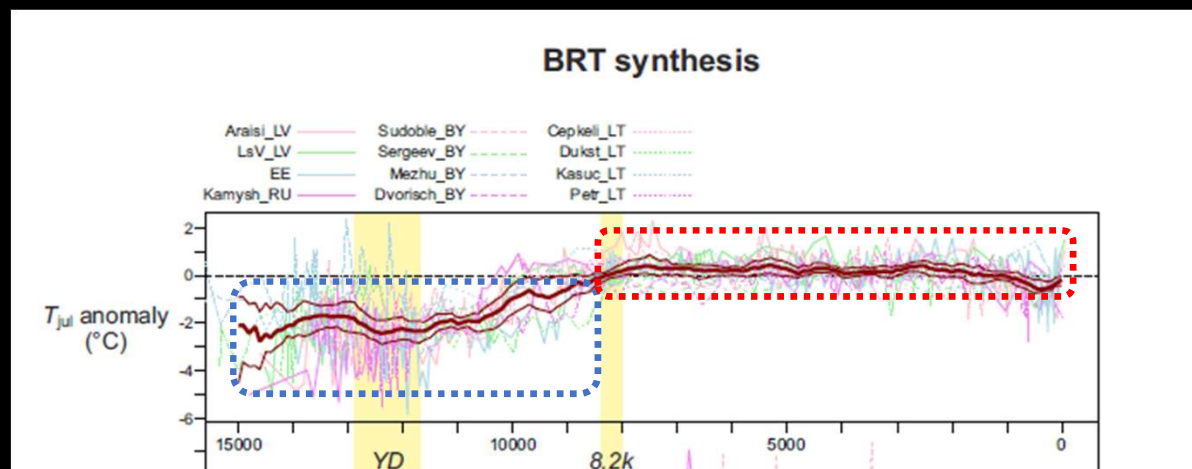
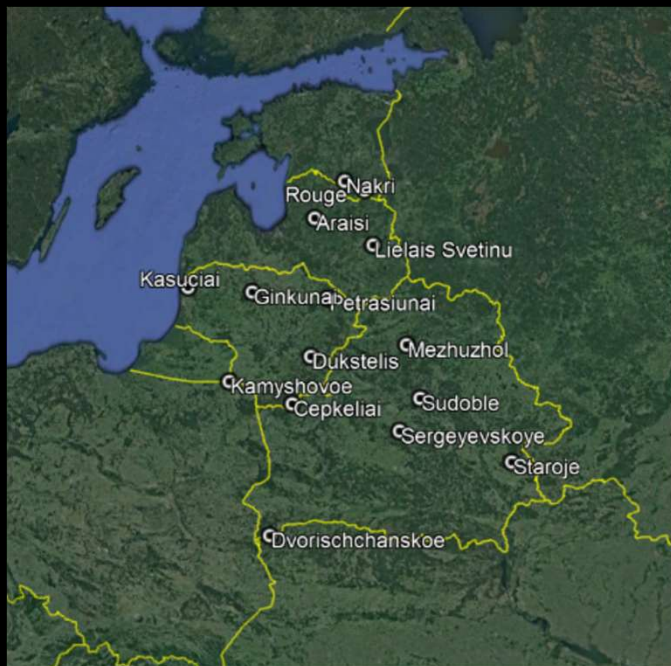
- Putekšņu-klimata references tīkls – datu tīkls, kurš sastāv no mūsdienu putekšņu sastāva paraugiem un mūsdienu klimatiskajiem datiem
- Putekšņu-klimata references tīkls ir paleoklimata rekonstrukciju pamatrīks
- Pārveides funkcijas pamatā ir:
 - Mūsdienu putekšņu tipu salīdzinājums ar mūsdienu (novēroto) klimatu
 - Putekšņu sastāva izmaiņu modelēšana izmantojot klimatu kā funkciju jeb kalibrāciju

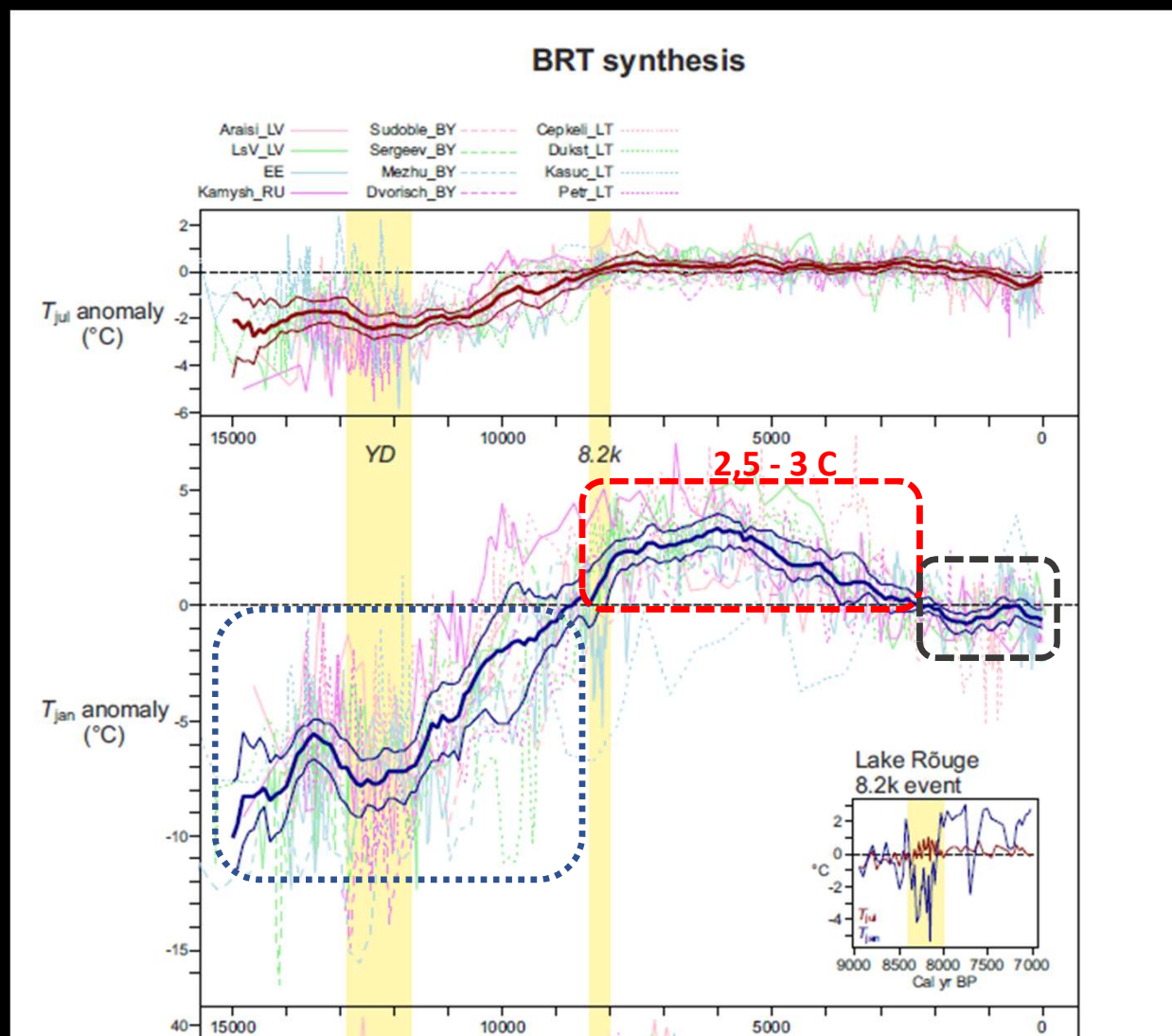
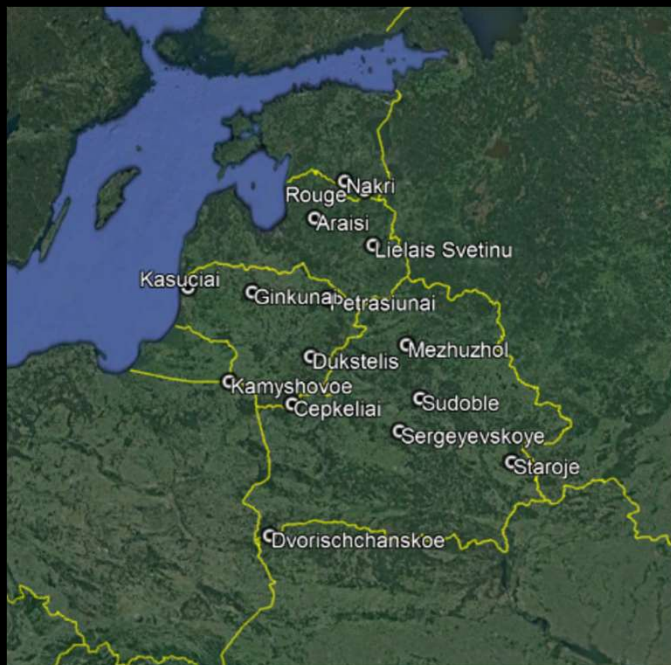
Brewer S., J. Guiot and D. Barbani (2007). Use of pollen as Climate proxies. *Encyclopedia of quaternary Science*. 2497-2508

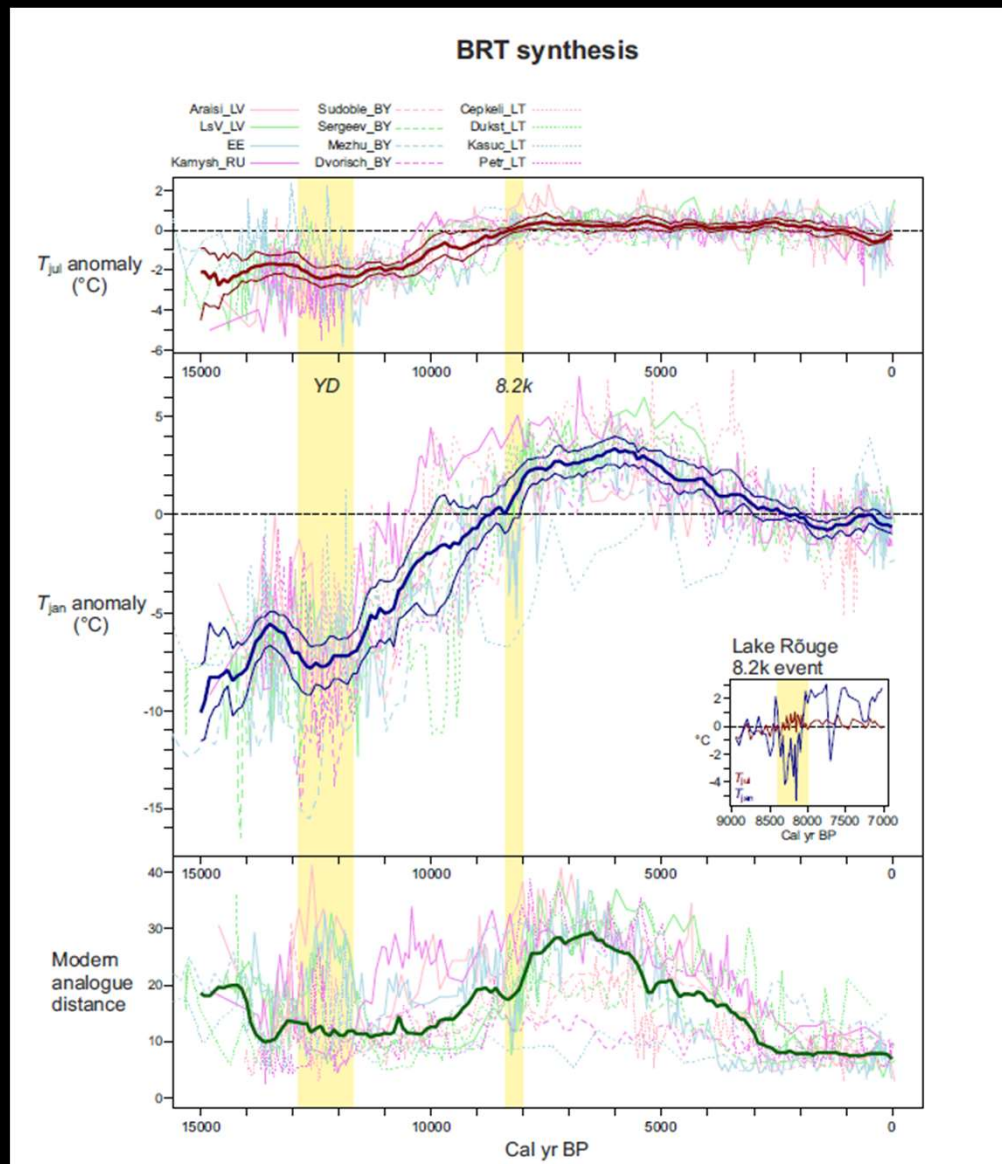
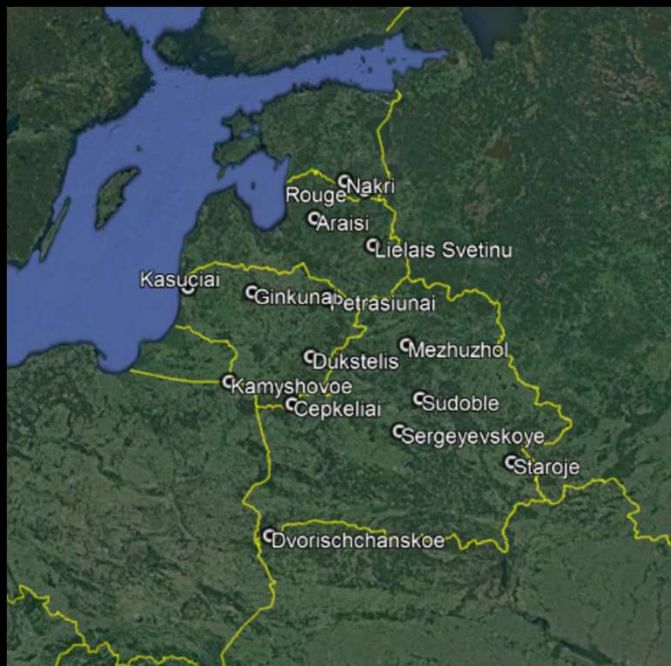
Late Holocene fossil samples (0-4 ka)
Mid Holocene fossil samples (4-8 ka)
Early Holocene fossil samples (11.7-8 ka)
Younger Dryas fossil samples (11.7-12.9 ka)
Calibration samples



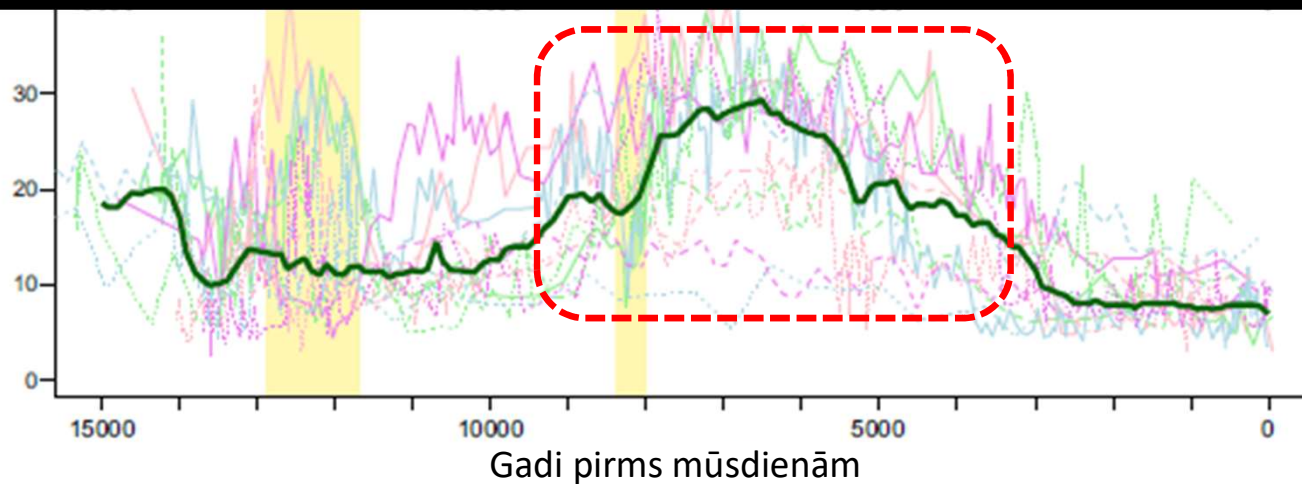




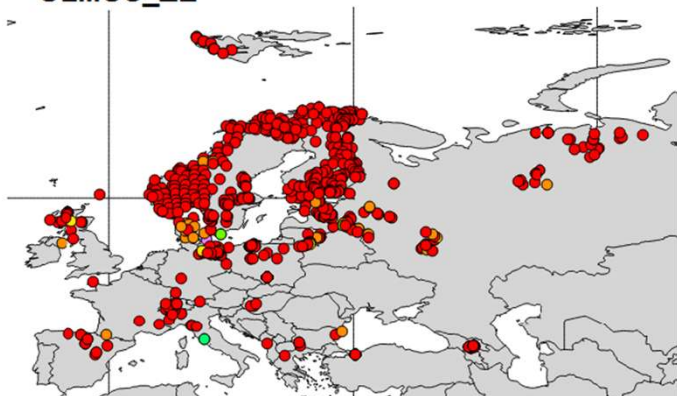
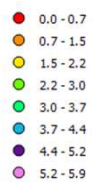




Mūsdienu
analogu
attālumi

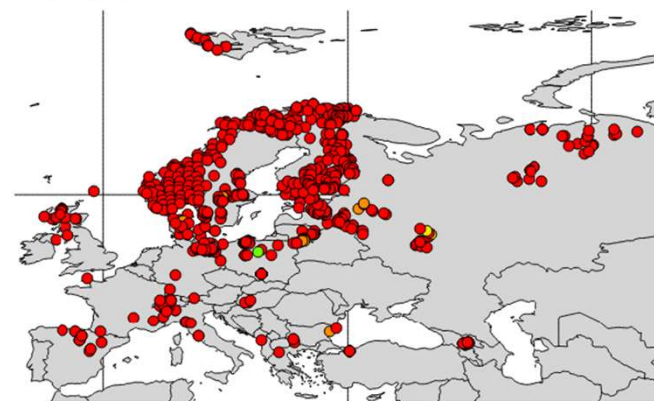


ULMUS_ZE



Ulmus (goba/vīksna):
Mūsdienu ainavā -> 5,9 %
Fosilajos datos -> 28,7 %

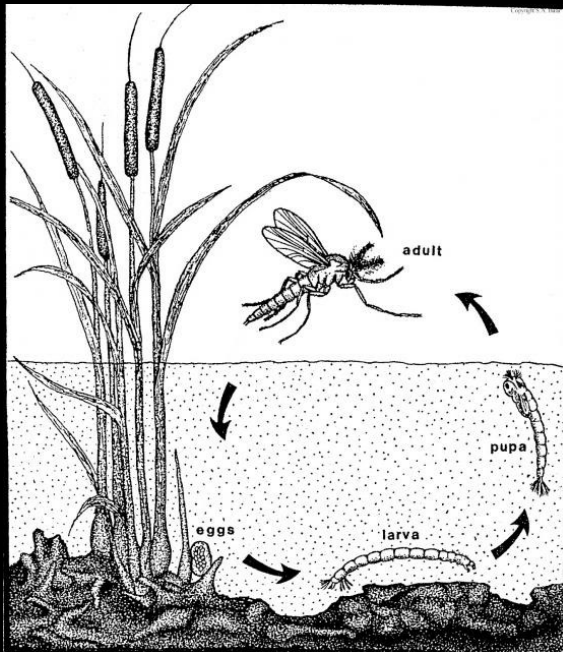
TILIA



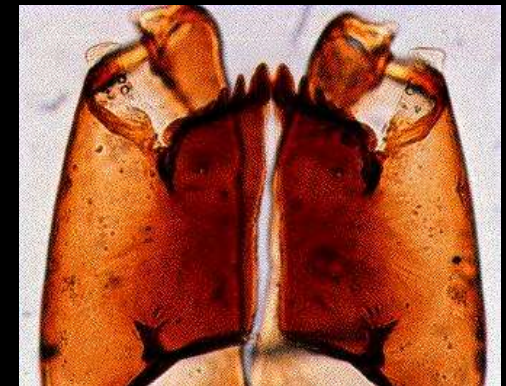
Tilia (liepa):
Mūsdienu ainavā -> 6,2 %
Fosilajos datos -> 13,2 %

Temperatūras var rekonstruēt no dažādiem
organiskiem un neorganiskiem objektiem

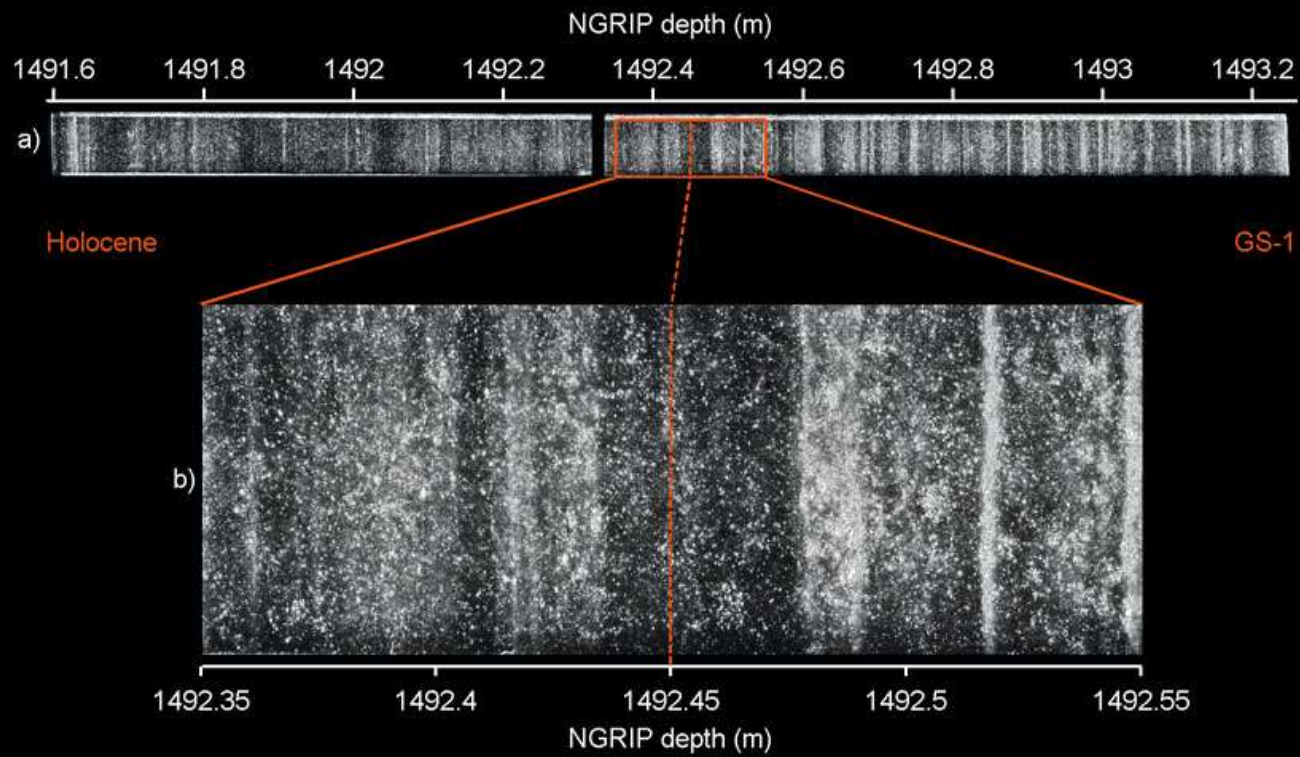
Temperatūras var rekonstruēt no dažādiem organiskiem un neorganiskiem objektiem



- Trīsuļodi (chironomidae) – plaši sastopama insektu grupa (rekonstruē vasaras temperatūru)



Ledus serdes

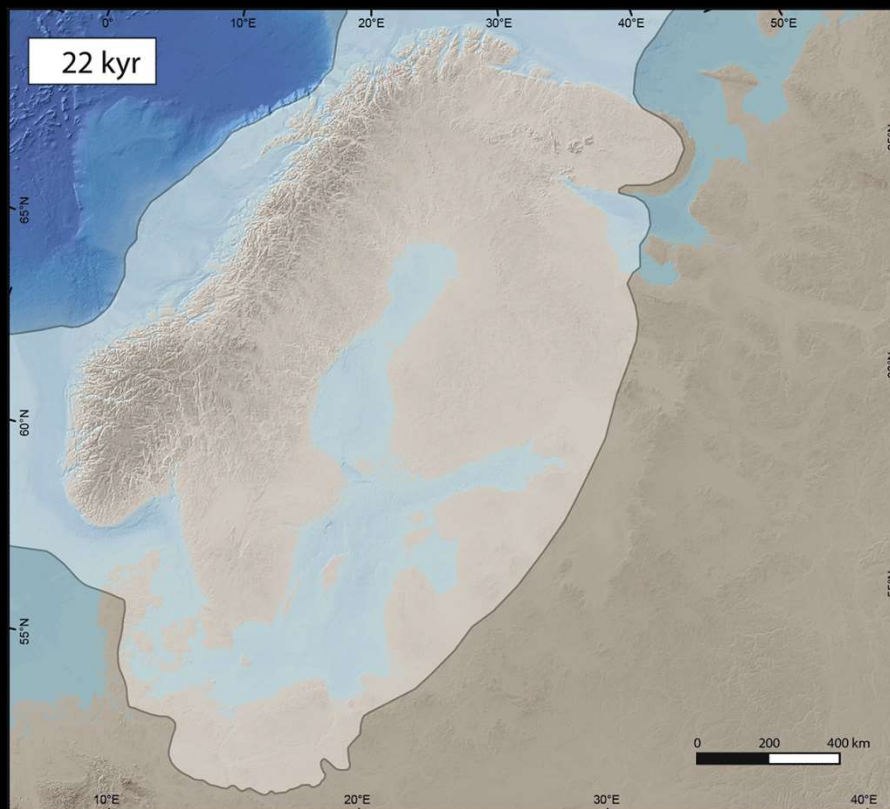


- **Visām rekonstrukcijas metodēm** vai tā ir balstīta uz putekšņu, augu makroatlieku, trīsuļodu, koku gadskārtām, ledus serdēm vai citiem datiem ir savi **trūkumi**

Latvijas teritorijas klimata un ainavas izmaiņas
pēdējo 15 000 gadu laikā

Latvijas ainavas attīstība pēdējos 15 000 g.: Skandināvijas ledāja atkāpšanās un izžušana

1 kyr=1000 g.
20 kyr=20 000 g.



Latvijas teritorijā informācija par iepriekšējiem starpledus laikmetiem ir zudusi (99%) apledojumu un ledāju atkāpšanās rezultātā -> tādēļ arī precīzāk zinām par Latvijas teritorijas klimata un vides apstākļu attīstību pēdējo 15000 gadu laikā

- Ledājs no Latvijas teritorijas atkāpās pakāpeniski pirms 17 000 g. virzienā no dienvidaustrumiem uz ziemeļrietumiem
- Skandināvijas apledojums pilnībā izzuda pirms 9000 g.

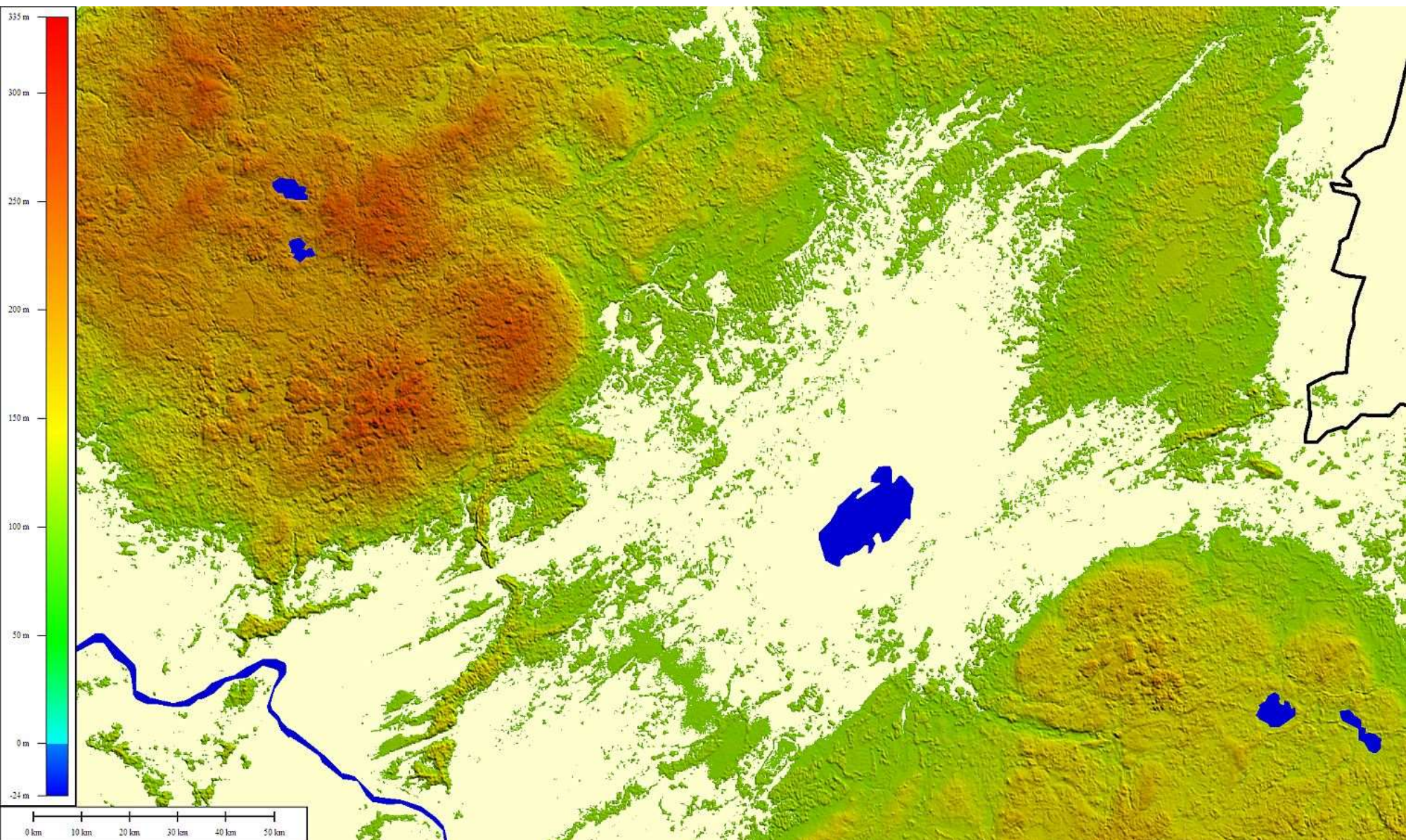
Hughes et al., 2016, Boreas

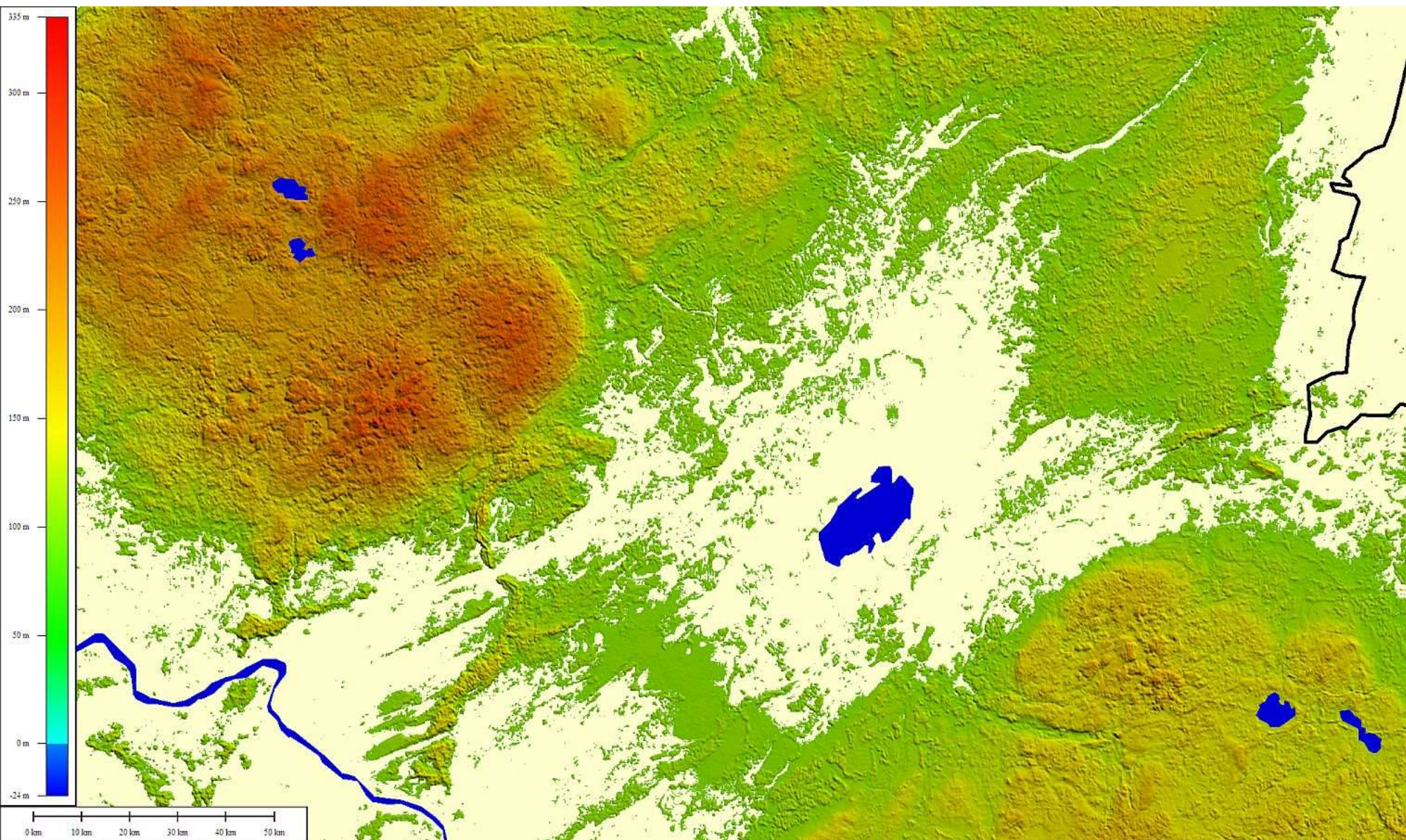


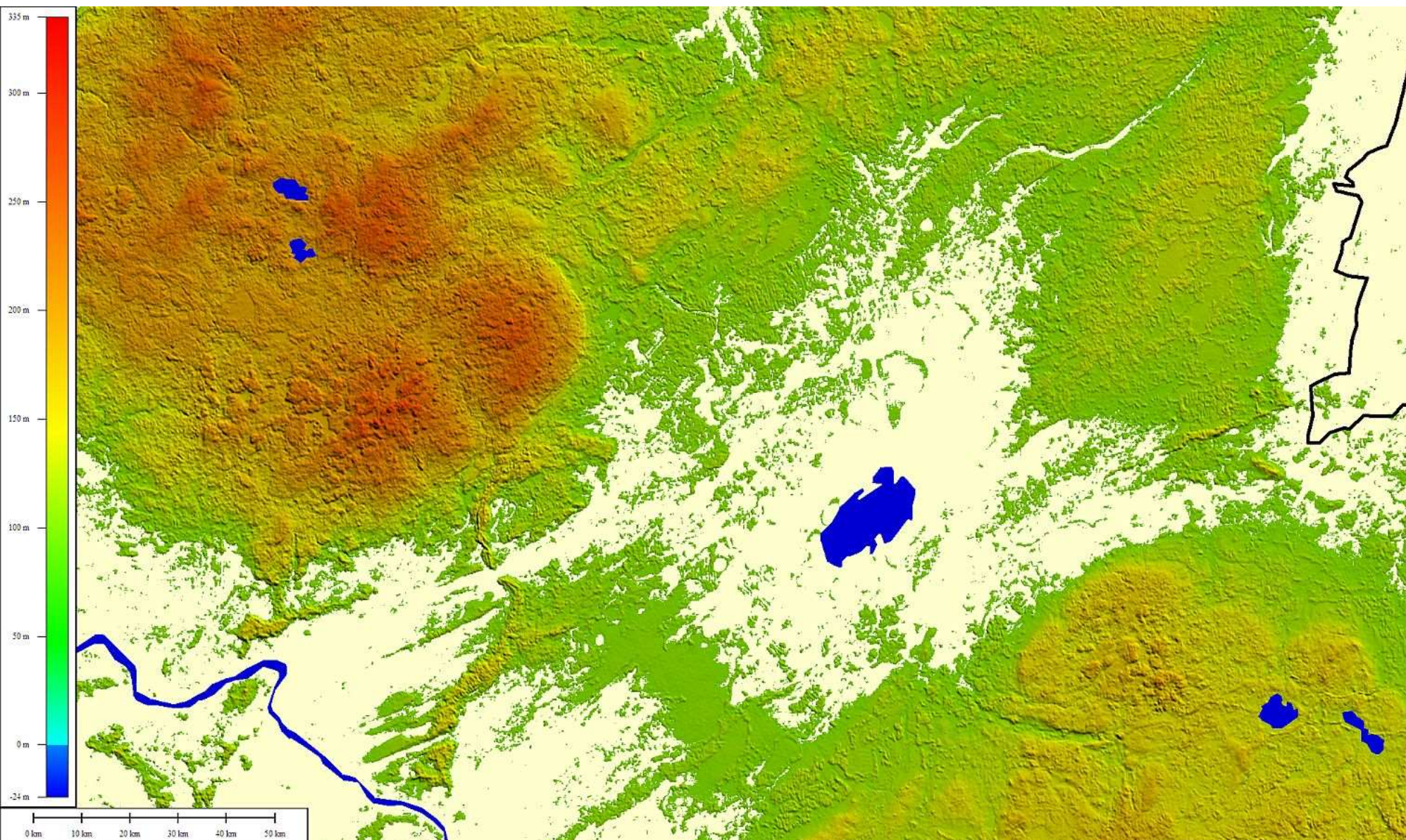
Ledājkušanas ūdeņu baseini

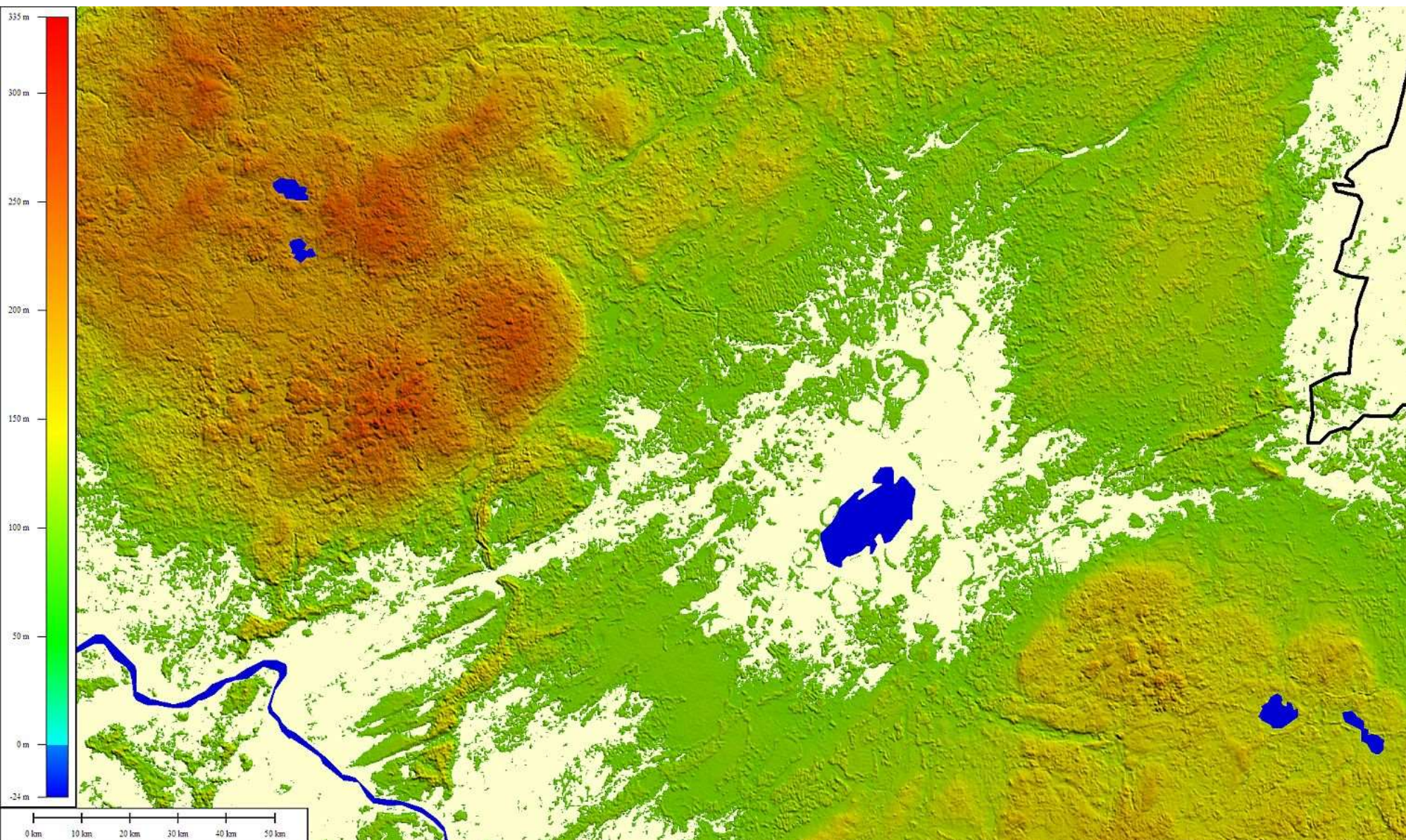
Sauszeme

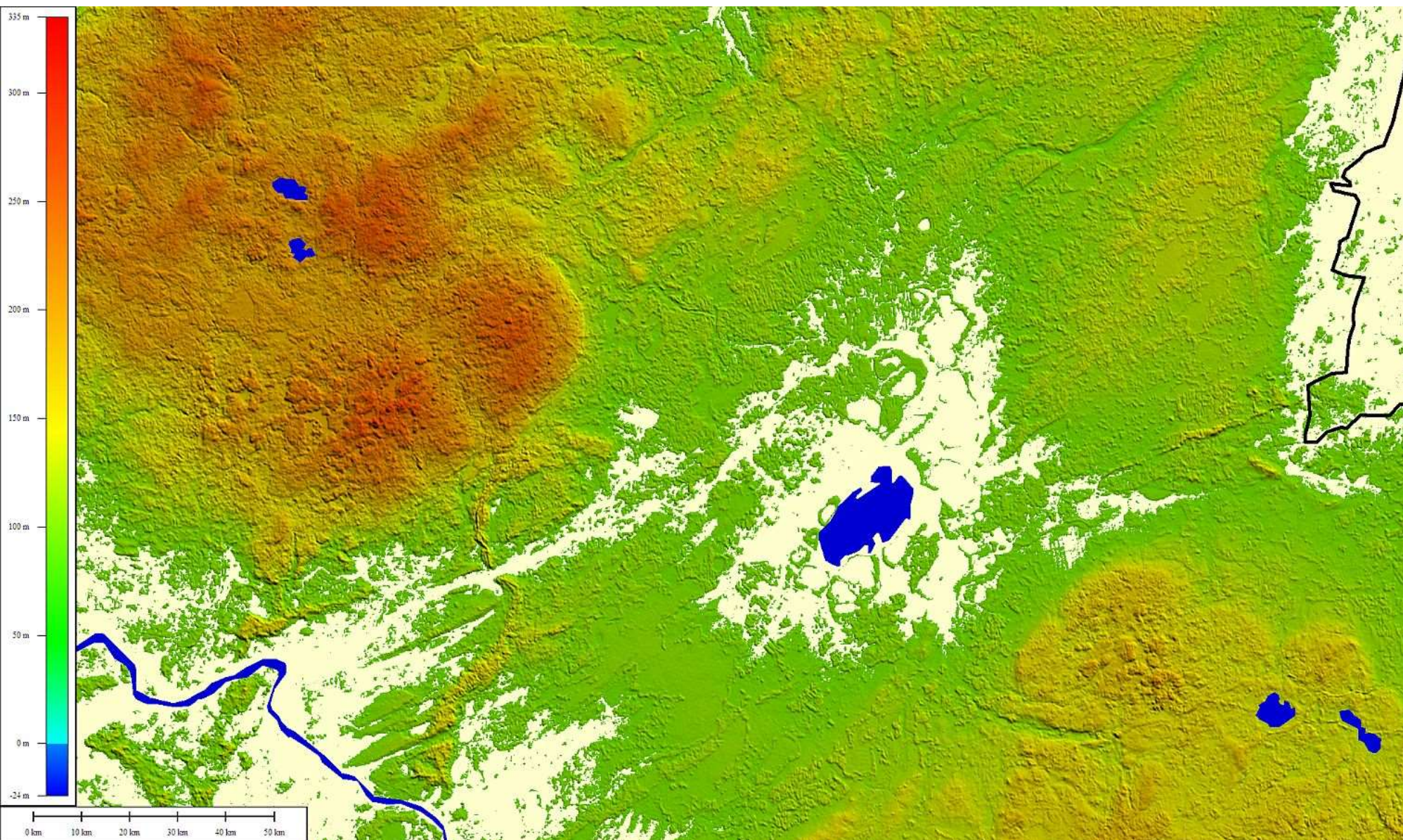
Amon et al., 2014,
Vegetation History and
Archaeobotany

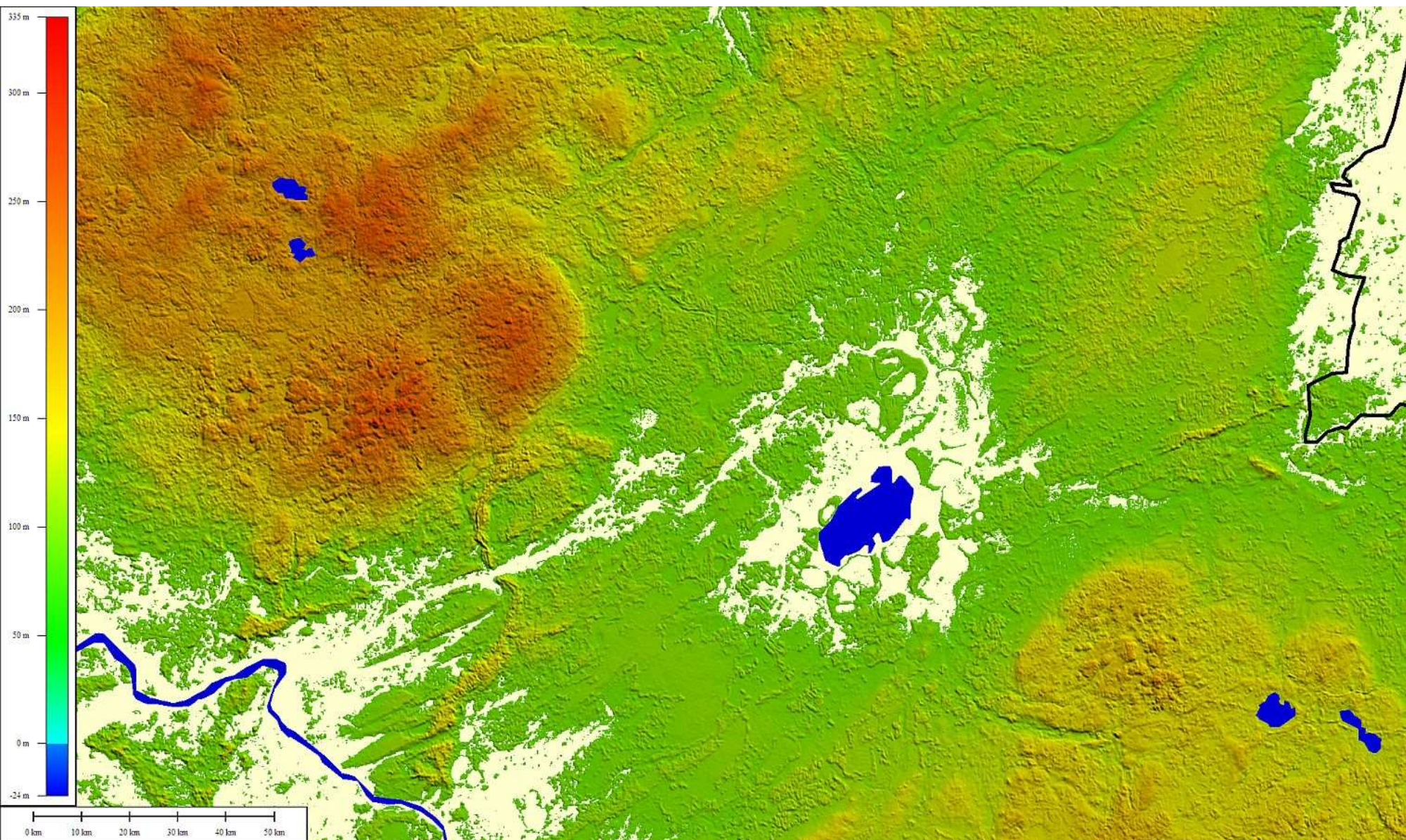














Islande, 2011, foto: Stivrins

- Pēc ledāja atkāpšanās no Austrumlatvijas ne vēlāk kā pirms 14 560 g. vides apstākļi bija piemēroti pirmās veģetācijas attīstībai



- Pirmā veģetācija bija skraja un var raksturot kā tundru bez kokiem (14 560 – 13 900 g.p.m.)



- Klimatam paliekot siltākam starp 13 900. un 12900. g.p.m. pastāvēja galvenokārt tundra ar bērza-priedes audzēm
- Laika posmā pirms 12 900. un 11 700. g.p.m. klimata pavēsināšanās ietekmē pastāvēja tundra bez kokiem

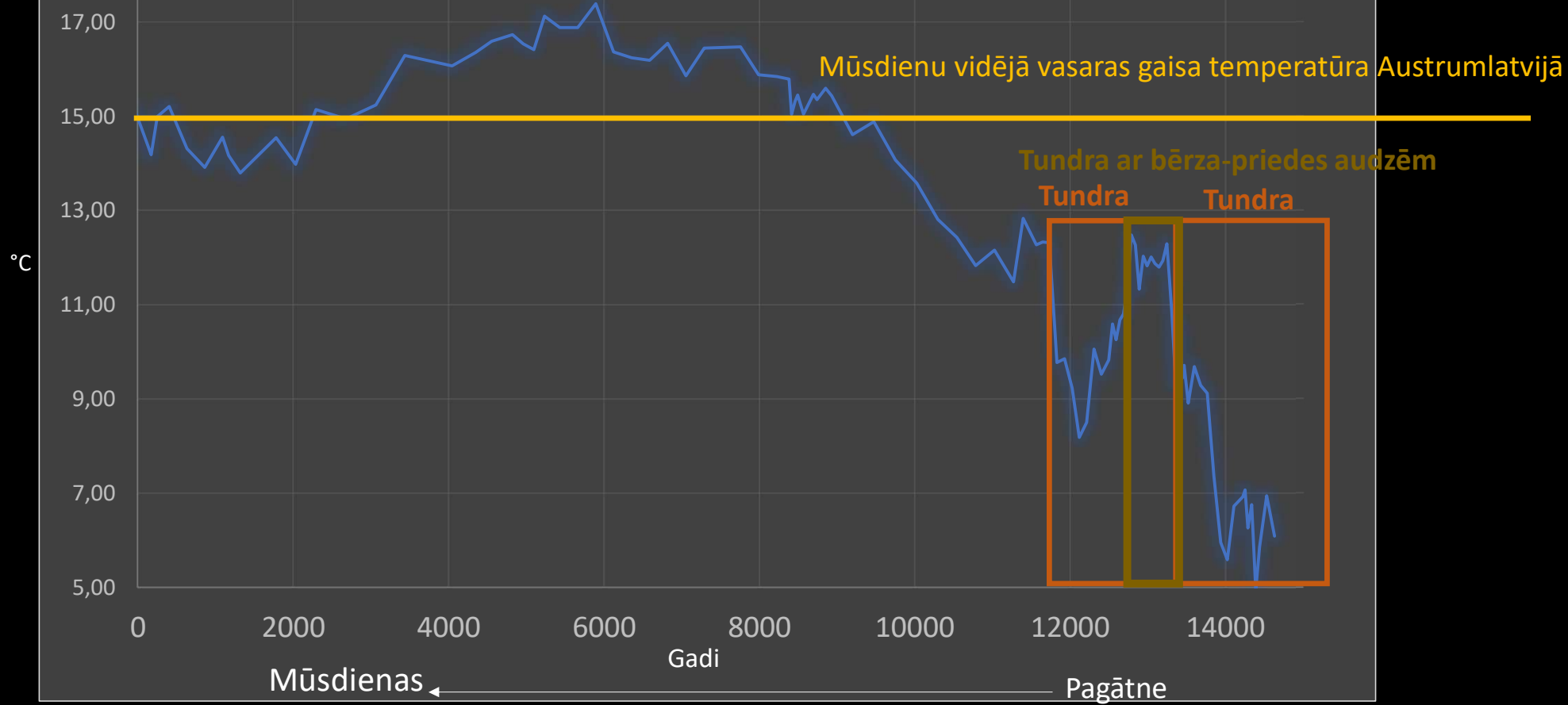


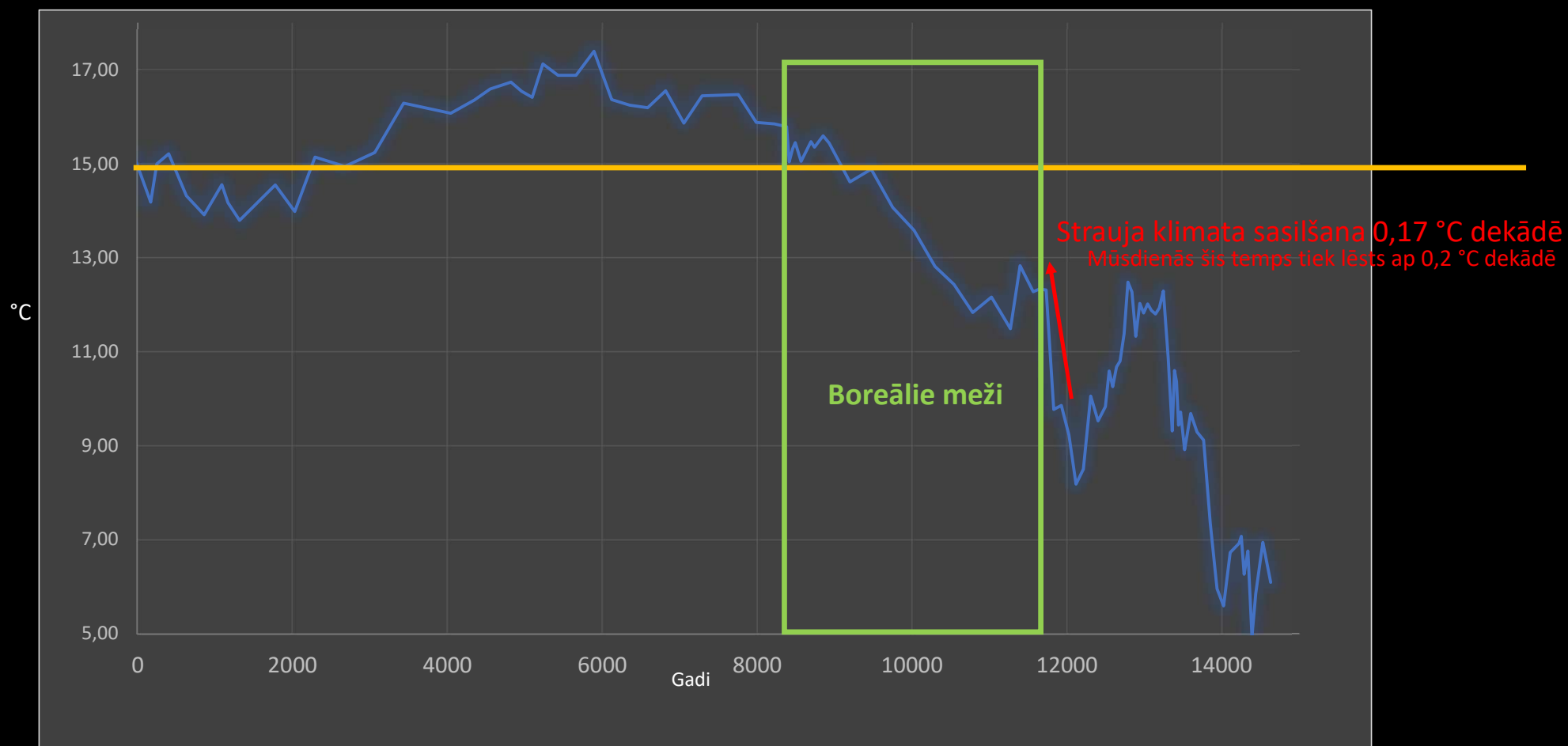
- Pirms 11 700 g. notika strauja klimata sasilšana un gaisa temperatūras pielīdzināmas mūsdienu temperatūrai
- Jauka tipa mežs ar skujkoku dominanci (boreālā tipa mežs) pastāvēja no 11 700. līdz 8200. g.p.m. (noteicošie faktori: migrācijas ceļi, augšņu īpašības, klimats)

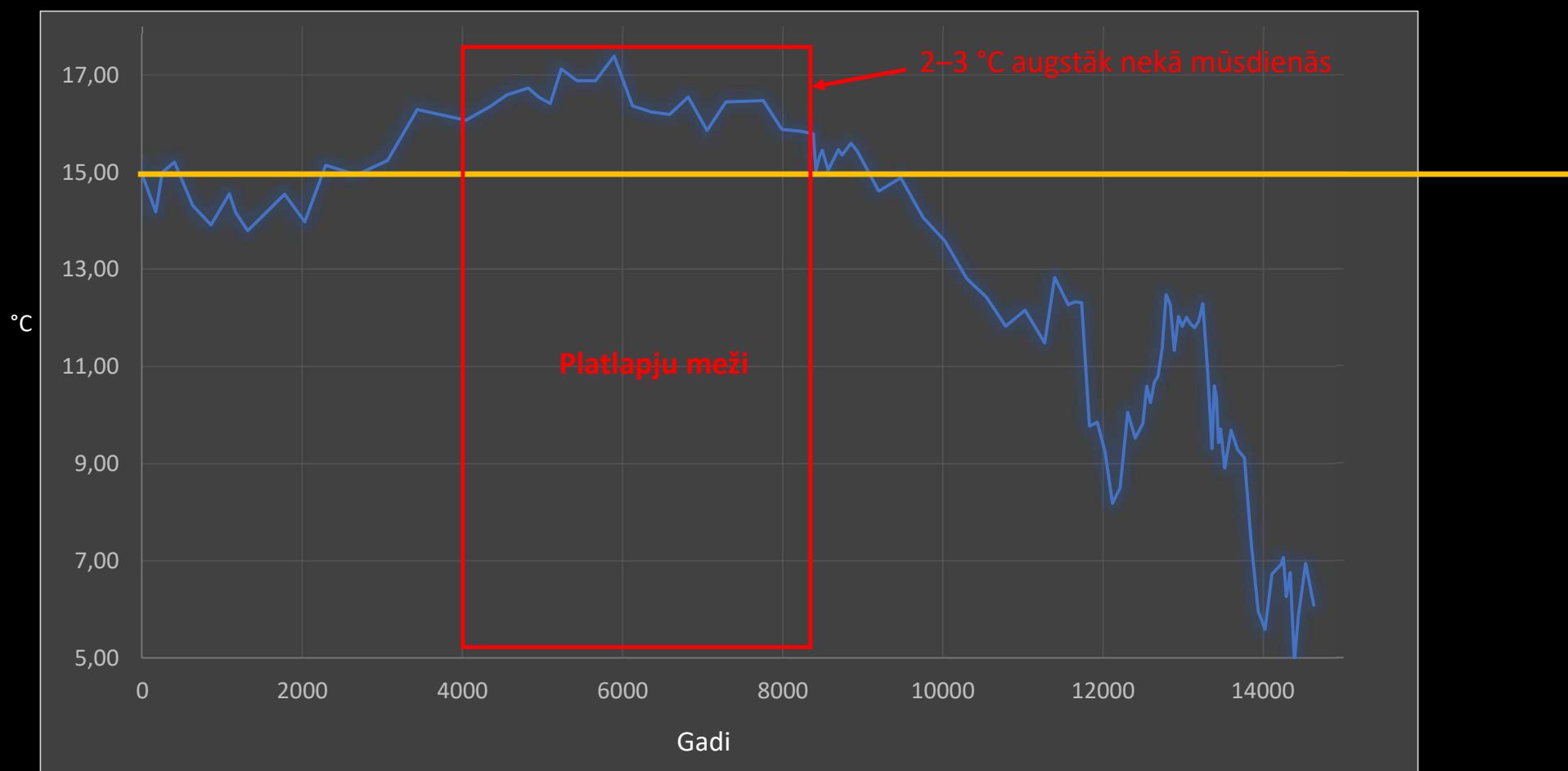


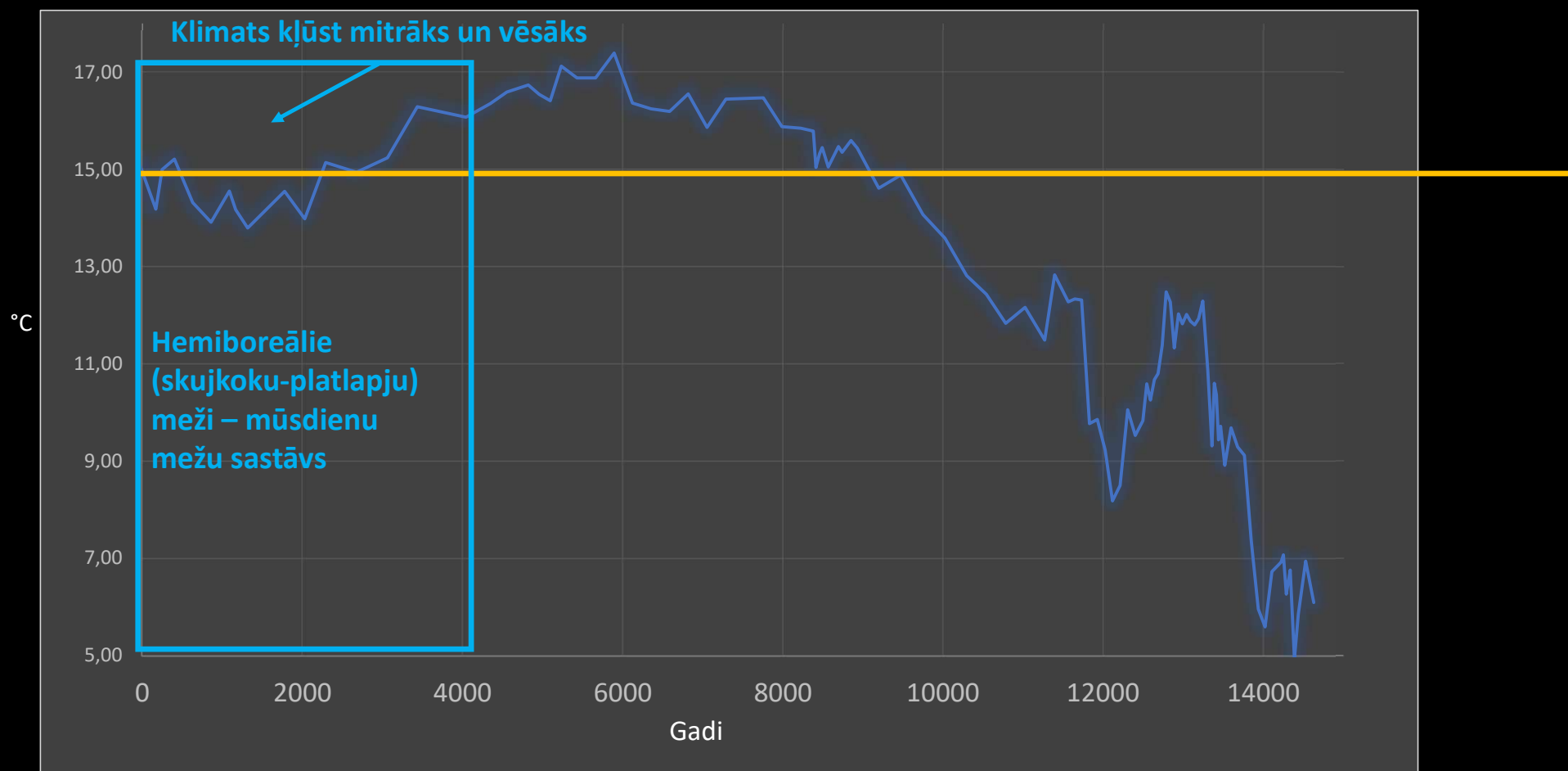
- No 8200. līdz 4200. g.p.m. vidējā gaisa temperatūra paaugstinājās un ainavā dominēja platlapju meži, kurus veidoja siltummīlošās koku sugas – ozols, liepa, goba, alksnis, lazda
- Pēc 4200. g.p.m. klimats palika vēsāks un mitrāks un ainavu veidoja jaukta tipa mežs (mūsdienu meža sastāvs)

Vasaras vidējā gaisa temperatūra



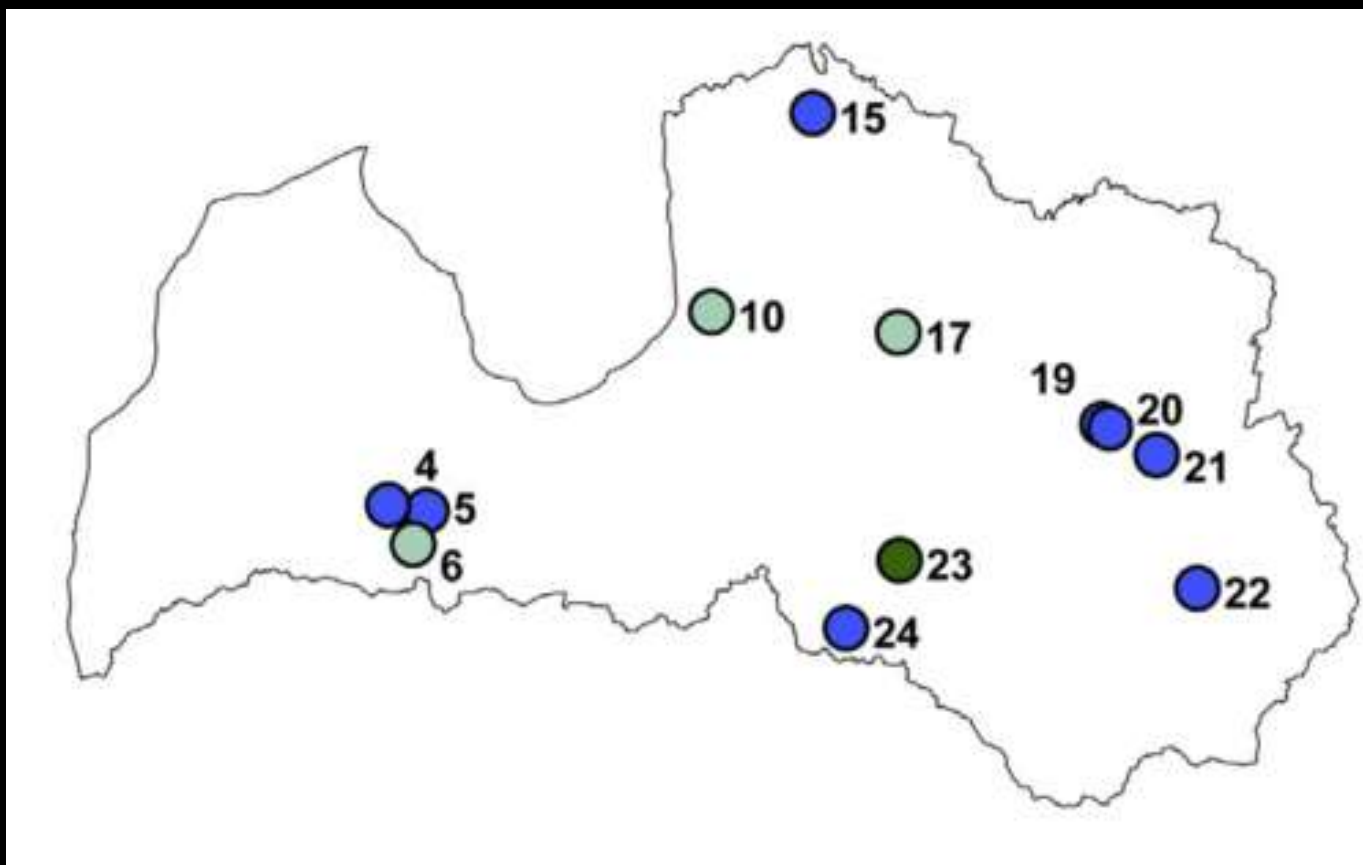






Klimata izmaiņu ietekme uz purvu attīstību

Pirms 12 000 līdz 10 000 gadiem



Ezers



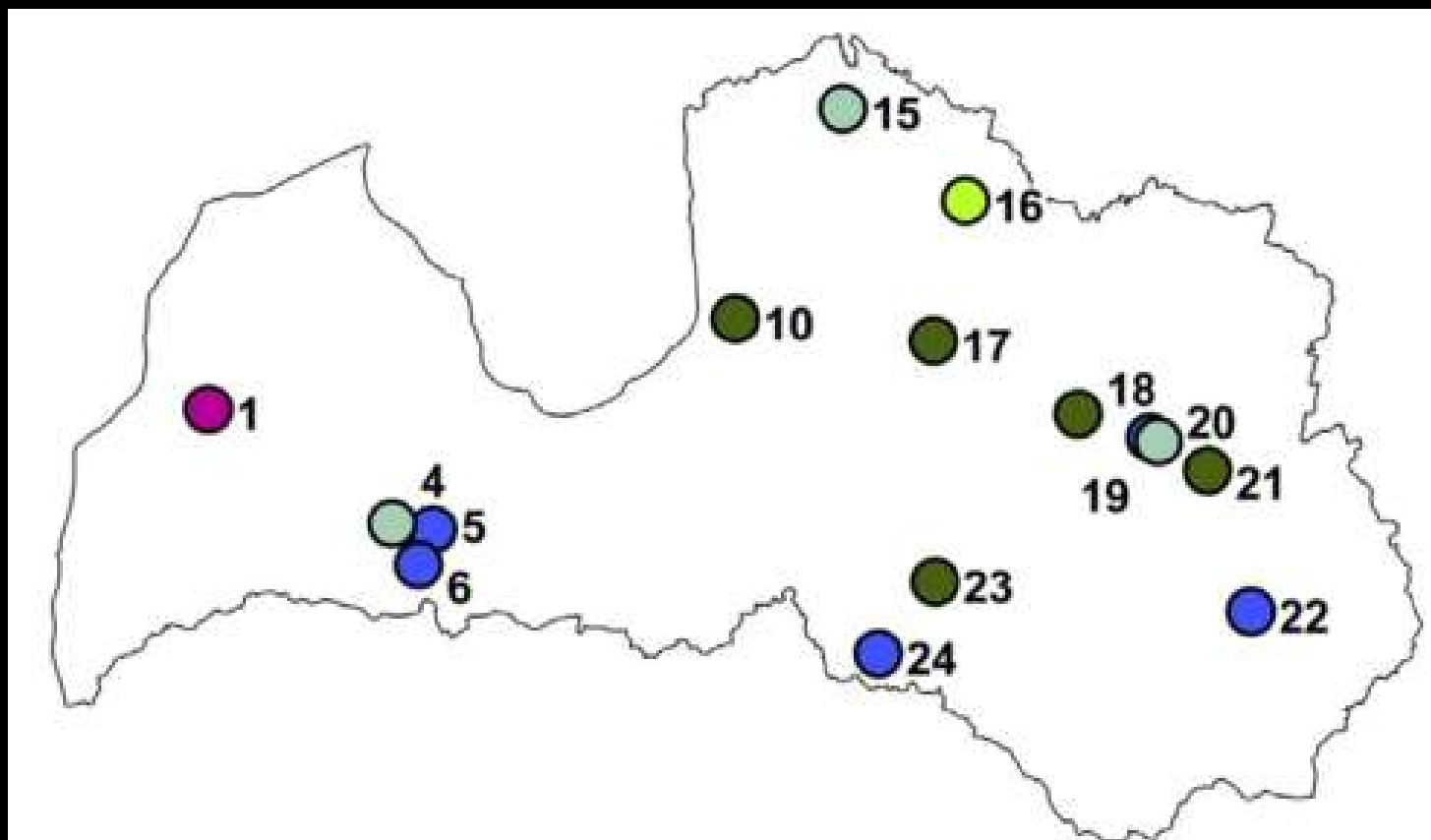
Zemā tipa purvs



Augstā tipa purvs

Kalnina et al., 2015, Quaternary International

Pirms 10 000 līdz 8000 gadiem



Ezers

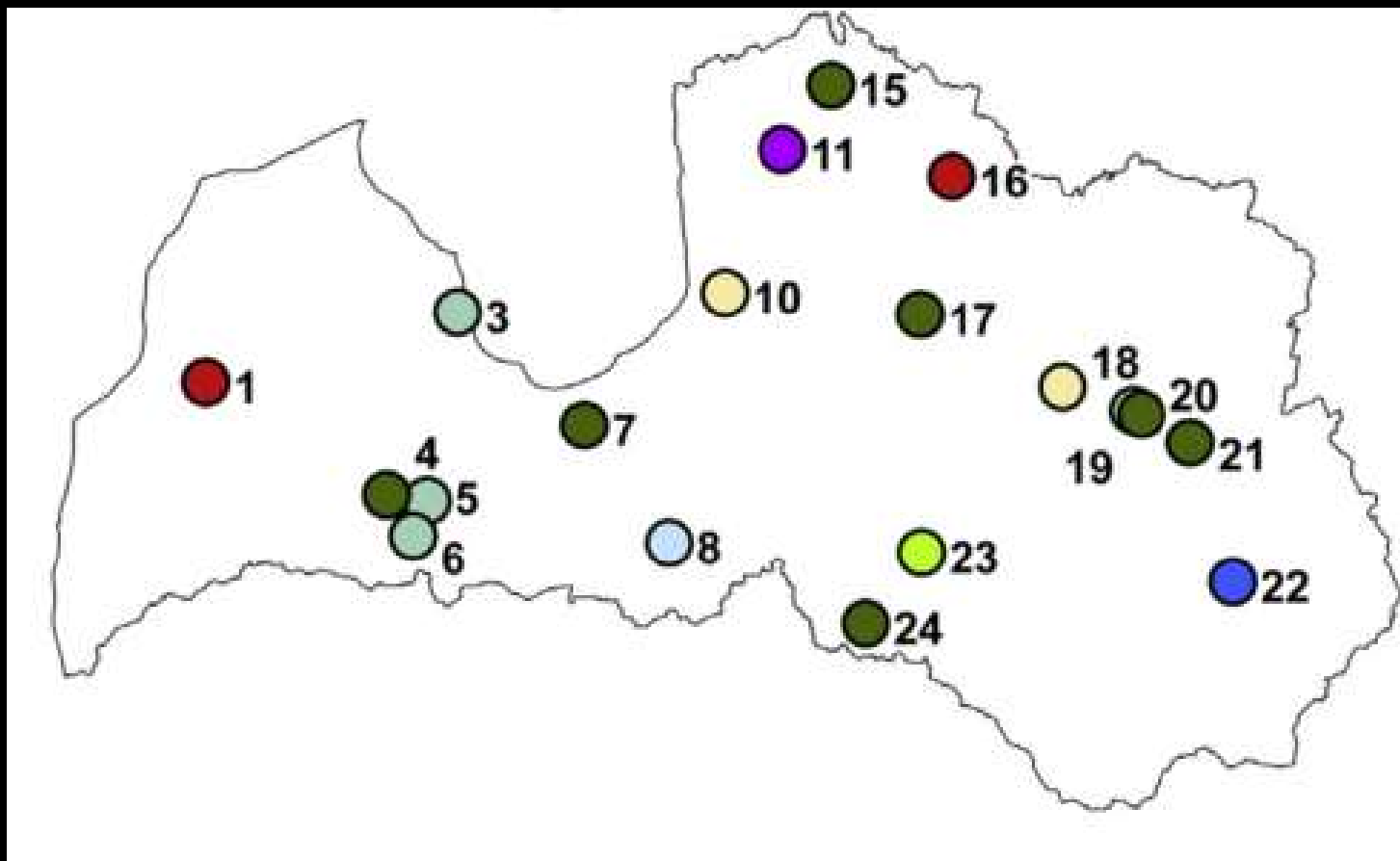


Zemā tipa purvs



Augstā tipa purvs

Pirms 8000 līdz 6000 gadiem



Ezers

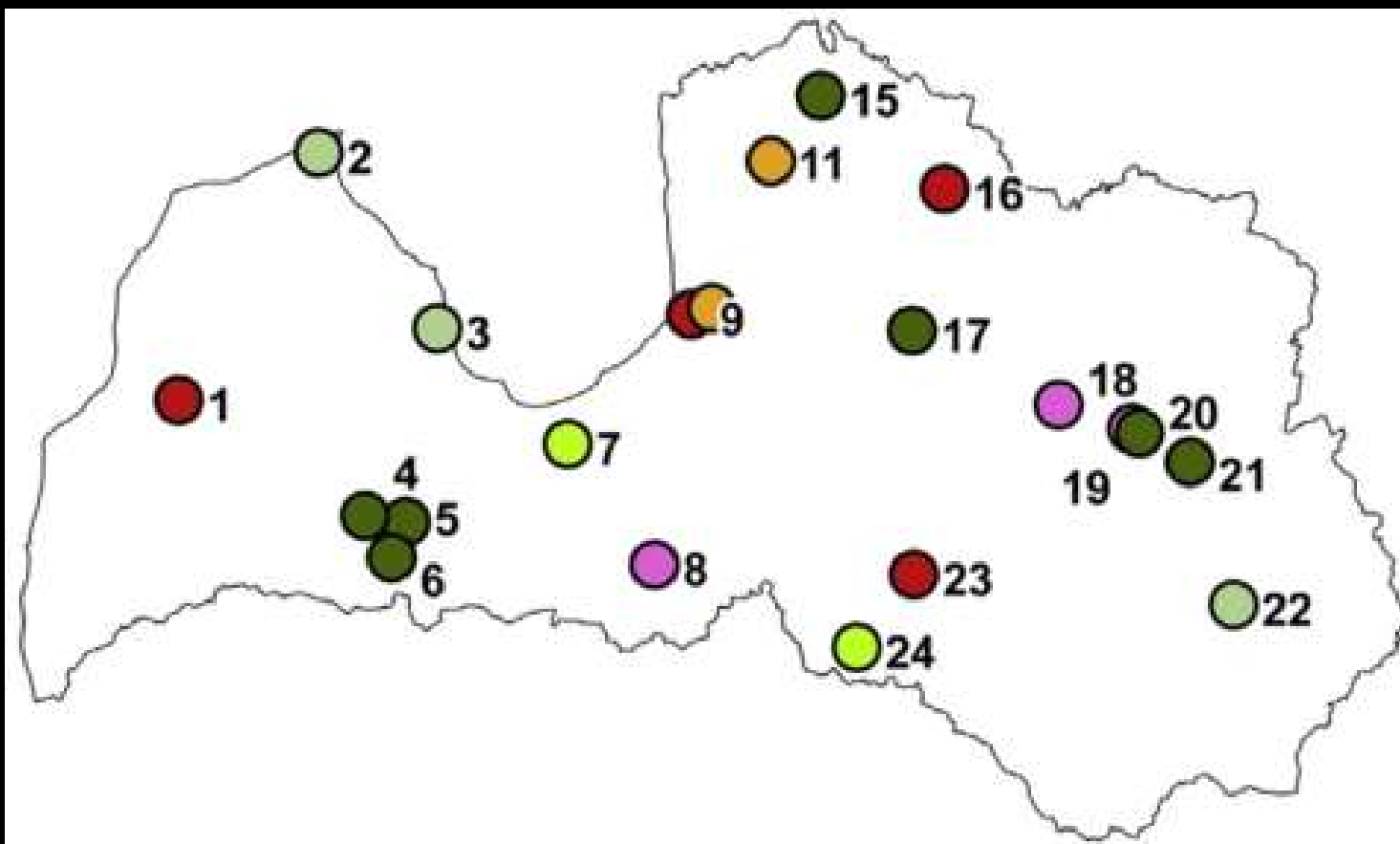


Zemā tipa purvs



Augstā tipa purvs

Pirms 6000 līdz 4000 gadiem



Ezers

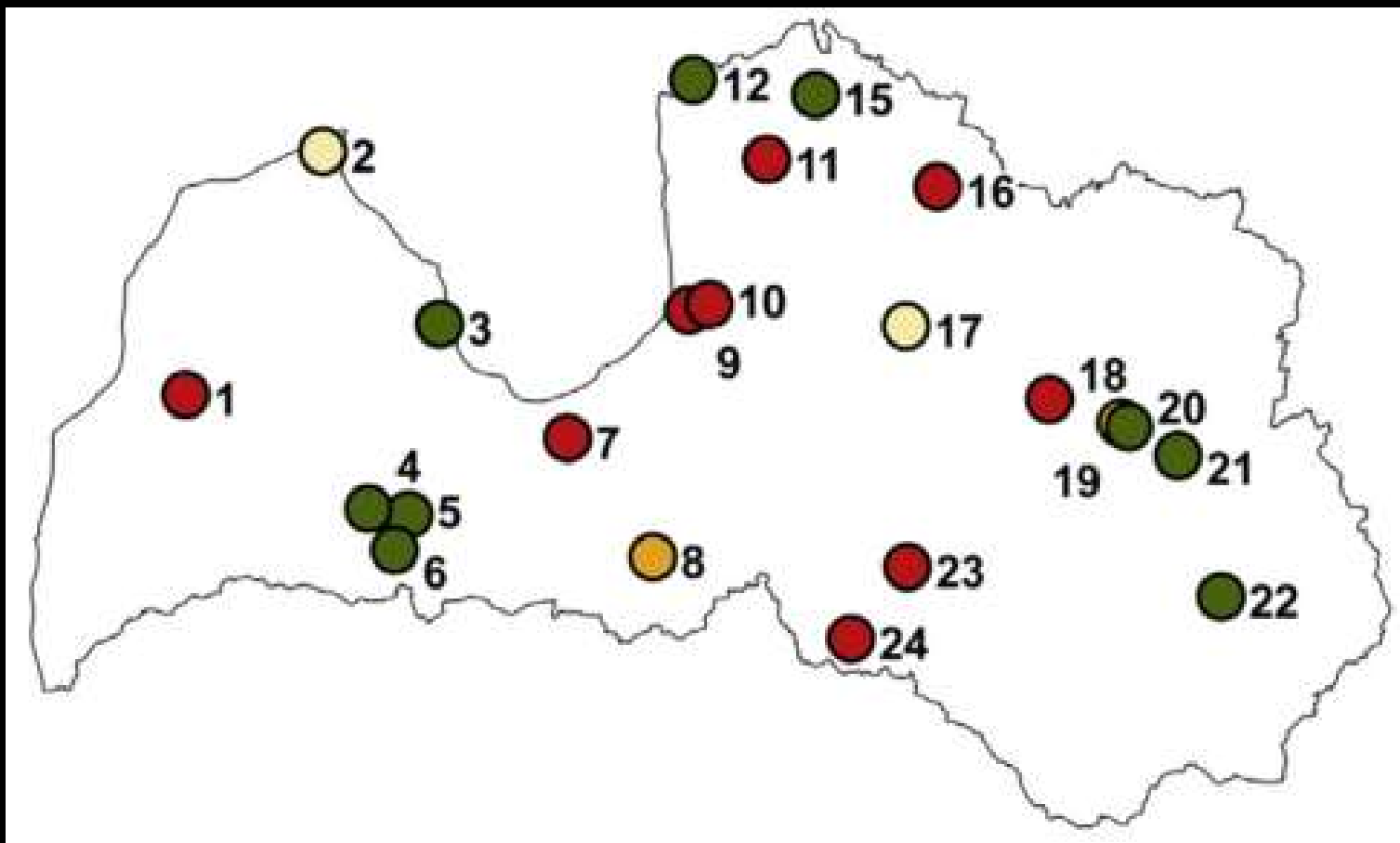


Zemā tipa purvs



Augstā tipa purvs

Pirms 4000 līdz 2000 gadiem



Ezers

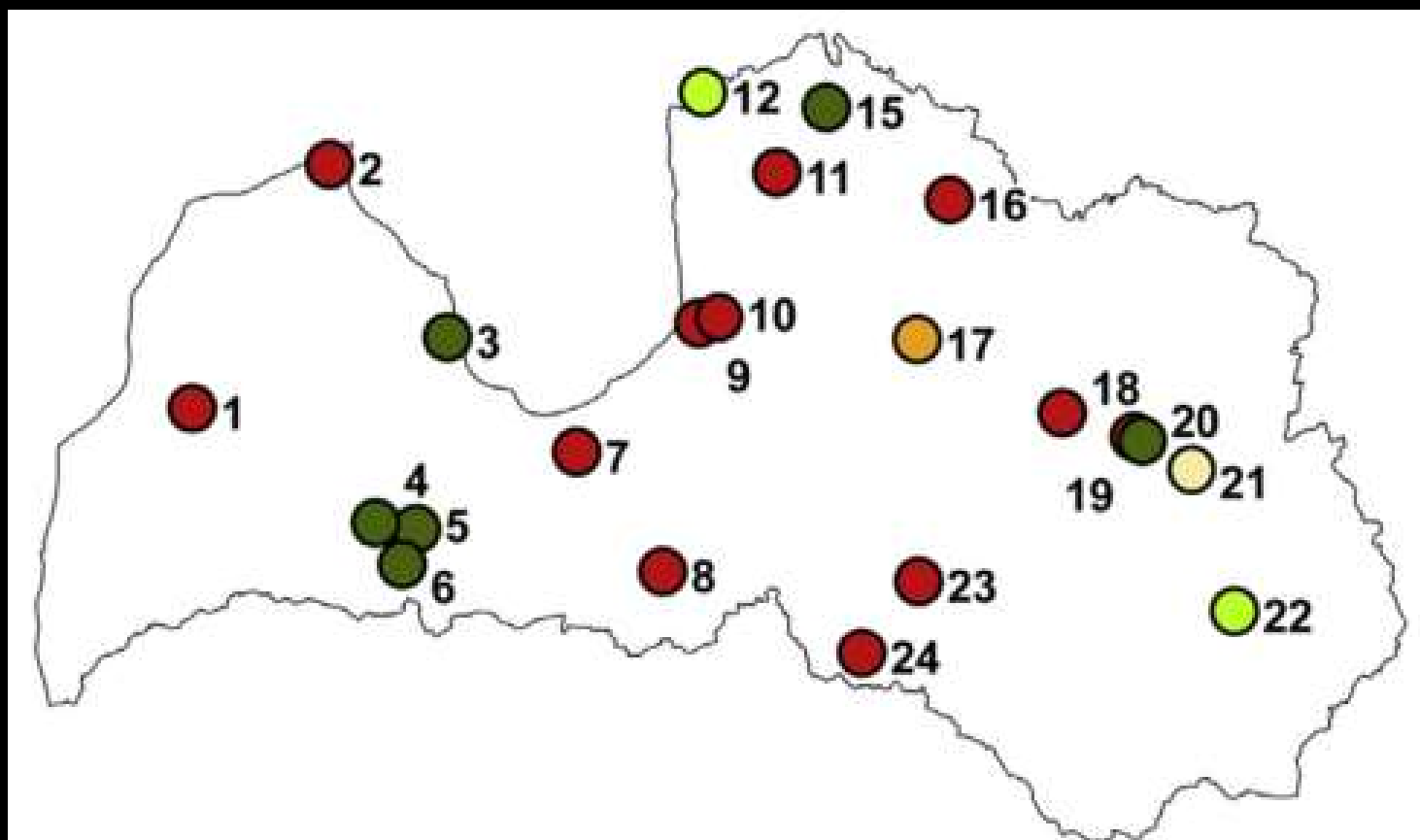


Zemā tipa purvs



Augstā tipa purvs

Pēdējie 2000 gadi



Ezers



Zemā tipa purvs

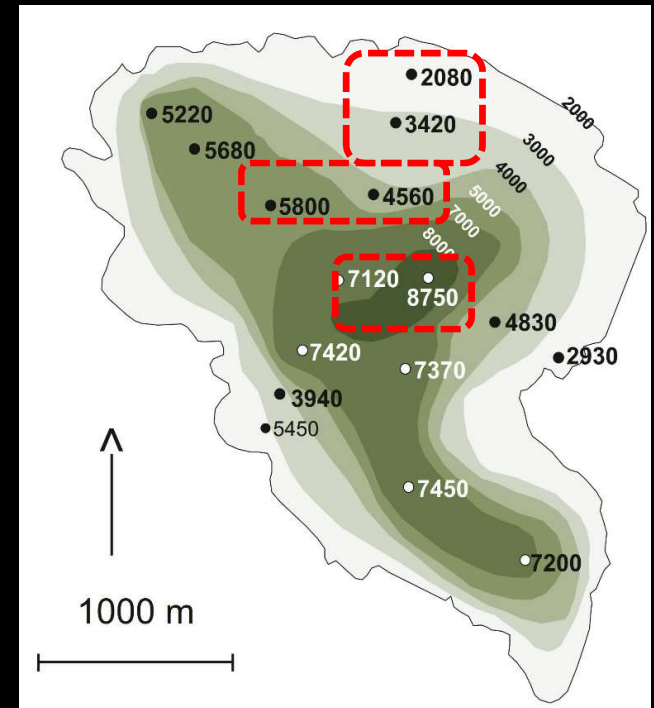
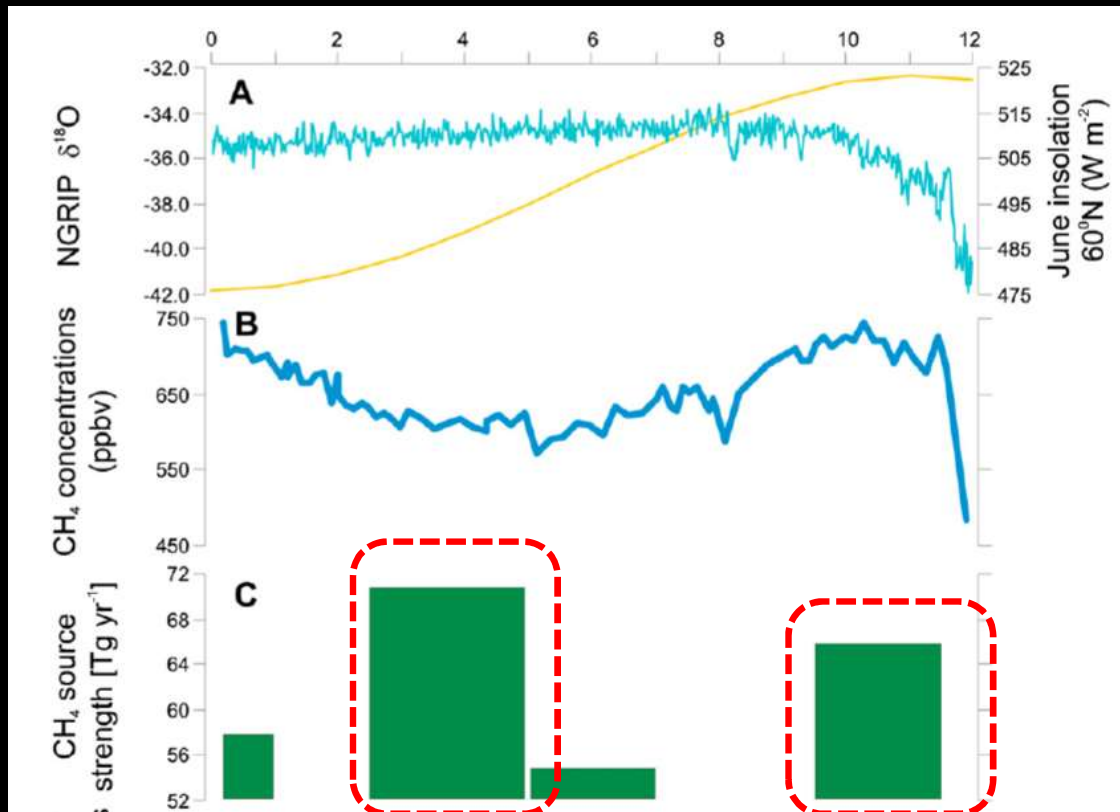


Augstā tipa purvs

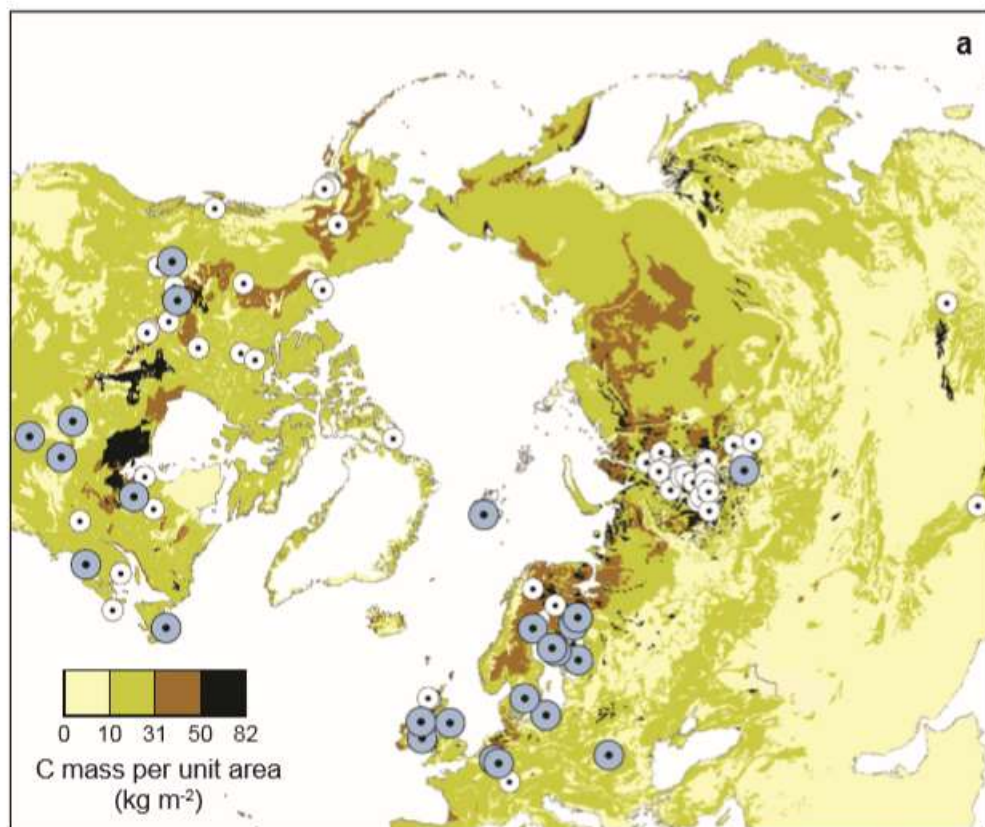


Grenlandes delta 18O izotopa rekonstrukcija
Saules ilgtermiņa saņemtā radiācija jūnijā

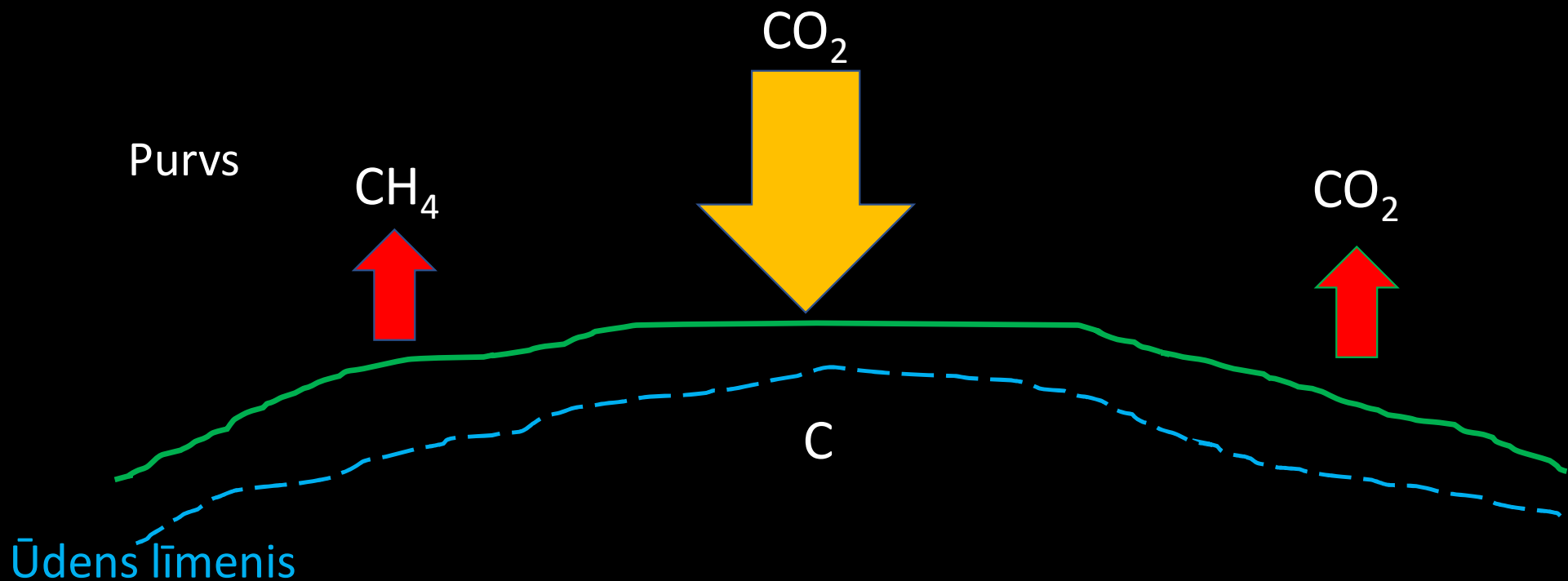
Grenlandes metāna rekonstrukcijas pēdējiem 12 tk.g.



Korhola et al., 2010, Quaternary Science Reviews



- Purvi un mitrzemes veido aptuveni 30% no kopējiem oglekļa krājumiem
- Ziemeļu puslodē pēdējos 11 700 gados vidējais oglekļa uzkrāšanās apjoms ir $23 \pm 2 \text{ g C m}^{-2}\text{yr}^{-1}$
- Šie apjomi nodrošinājuši atmosfēras gaisa temperatūras samazinājumu par 1,5-2 °C



- Fotosintēzes procesa laikā, purva veģetācija uzņem oglekli no CO_2 un līdz ar to arī uzkrāj oglekli
- Svarīgs nosacījums oglekļa uzkrāšanai ir jaunas 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

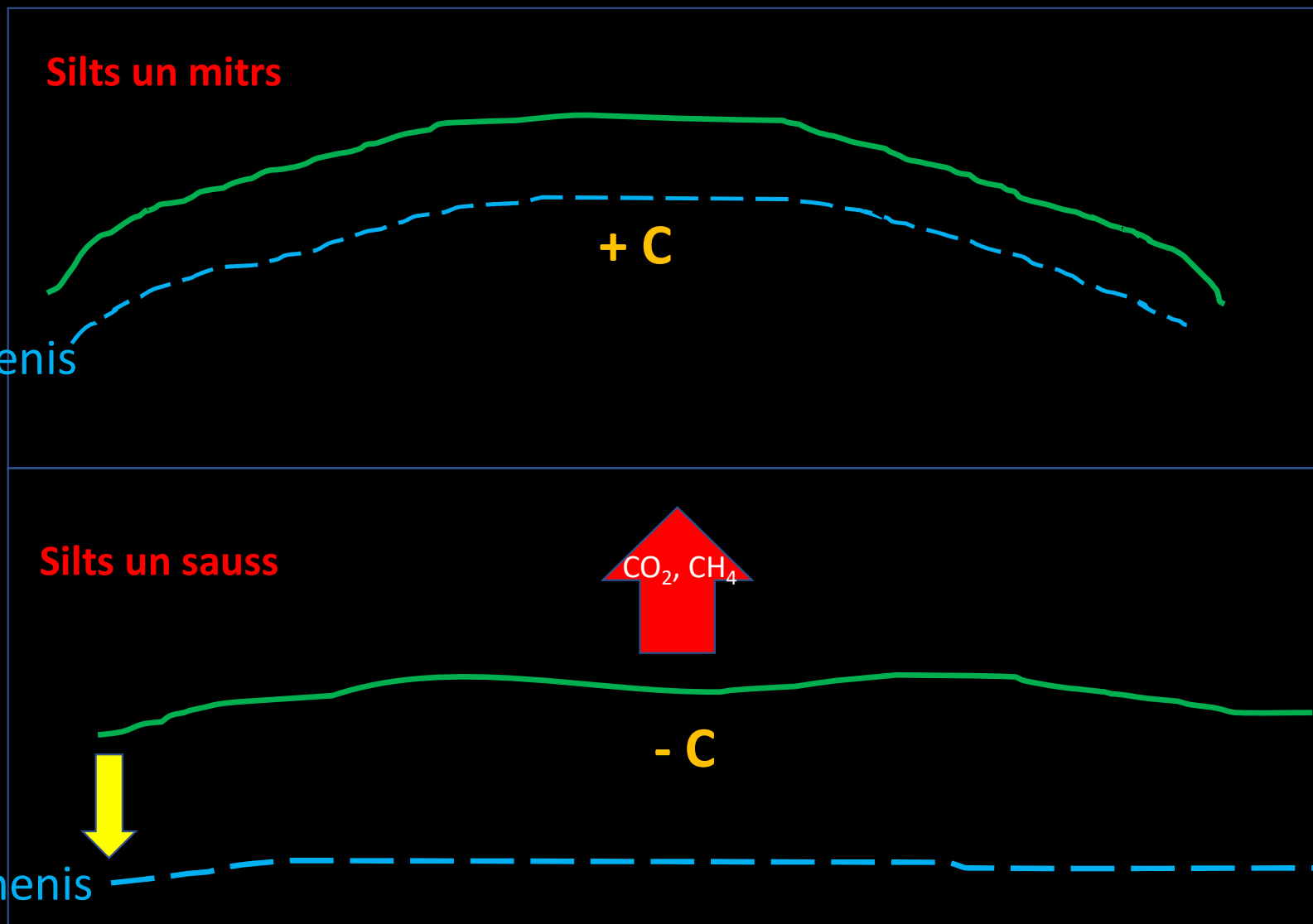
Ūdens līmenis

Silts un sauss

CO₂, CH₄

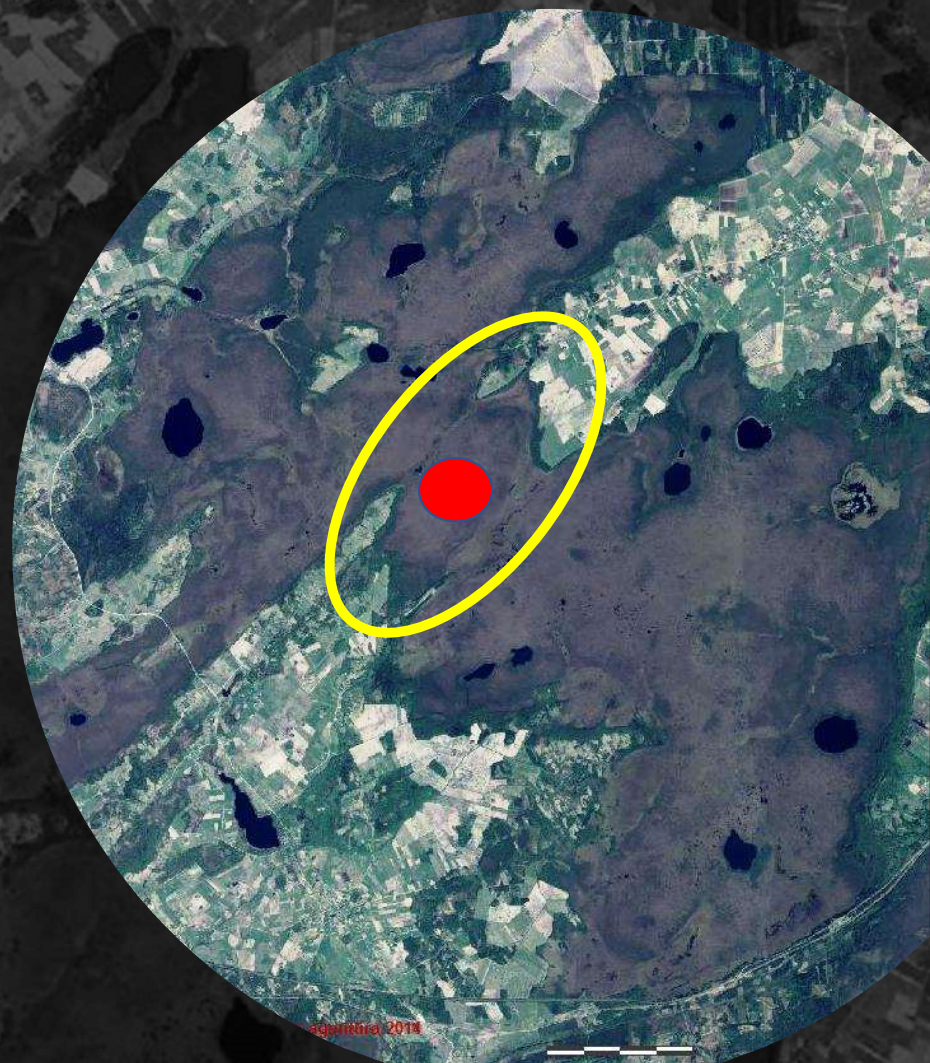
- C

Ūdens līmenis

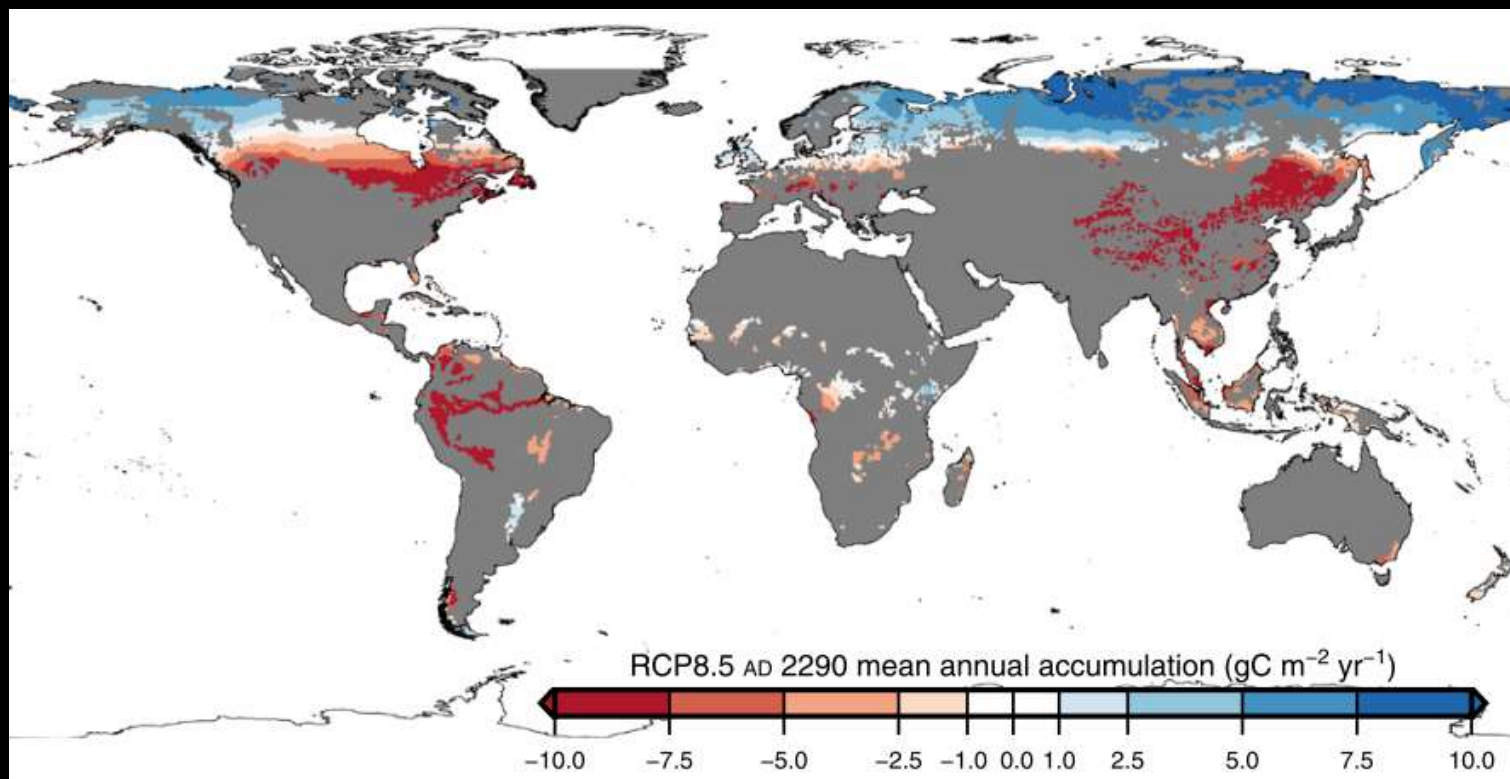


- Ogleklis ir viens no izplatītākajiem elementiem dzīvajos organismos, un tā atomi ir gandrīz visās šūnās esošajās vielās
- Fotosintēzes laikā augi uzņem oglekļa dioksīdu (ogļskābo gāzi) no atmosfēras un pārvērš to par cukuriem un citām barības vielām
- Tās pēc tam nonāk citos organismos, kuri ēd augus
- Vēlāk ogleklis no šīm vielām atgriežas atmosfērā kā elpošanas procesa blakusprodukts
- Augi fotosintēzē tikai dienā, tāpēc šajā laikā atmosfērā izdalās skābeklis. Naktī augi uzņem nedaudz skābekļa, lai nodrošinātu elpošanu, un vairāk izdala oglekļa dioksīdu

- Klimata sasilšana palielina oglekļa uzkrāšanos, jo palielinās primārā veģetācijas produktivitāte, ko nosaka ilgāks laiks fotosintēzes procesiem



Stivrins et al., 2018, Estonian Journal of Earth Sciences



Kura 'siltūmnīcas efektu izraisošā gāze'
procentuāli aizņem vislielāko daļu atmosfērā?

Cilvēka darbības ietekme uz vielu apriti dabā

Biosfērā pastāv līdzsvars starp sistēmas iekšējiem un ārējiem procesiem. Piemēram, ogļskābās gāzes saturam biosfērā būtu jābūt nemainīgam. Cilvēka darbības rezultātā, šis līdzsvars tiek izjaukts.



Teorētiskais materiāls

- 4.1. Ilgtspējīga attīstība
- 4.2. Vielu savstarpējā saikne un tās nozīme vielu daudzveidībā
- 4.3. Cilvēka darbības ietekme uz vielu apriti dabā
- 4.4. Ķīmijas attīstība un sabiedrības ilgtspējīga attīstība
- 4.5. Ķīmija un ķīmijas inženierzinātnes. Ar ķīmiju saistītās profesijas

Vietne: [Mācības | E-skola.lv](https://e-skola.lv)
Priekšmets: Ķīmija 12.klase, II semestris
Grāmata: Teorētiskais materiāls
Drukājis: Guest user
Datums: piektdiena, 2017. gada 10. marts, 20:01

Teorētiskais materiāls

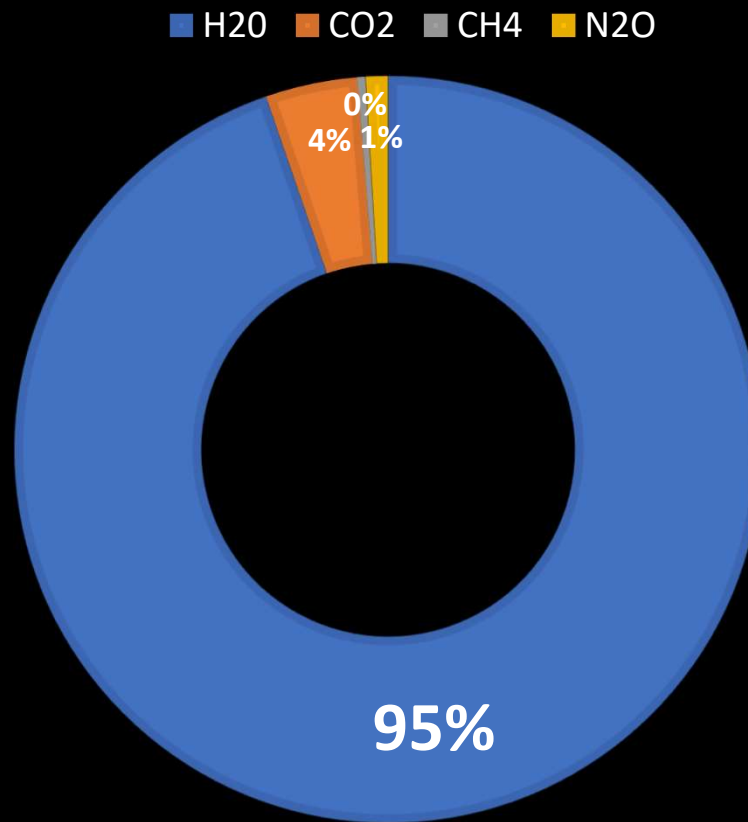
- 4.1. Ilgtspējīga attīstība
- 4.2. Vielu savstarpējā saikne un tās nozīme vielu daudzveidībā
- 4.3. Cilvēka darbības ietekme uz vielu apriti dabā
- 4.4. Ķīmijas attīstība un sabiedrības ilgtspējīga attīstība
- 4.5. Ķīmija un ķīmijas inženierzinātnes. Ar ķīmiju saistītās profesijas

Vietne: [Mācības | E-skola.lv](https://e-skola.lv)
Priekšmets: Ķīmija 12.klase, II semestris
Grāmata: Teorētiskais materiāls
Drukājis: Guest user
Datums: piektdiena, 2017. gada 10. marts, 20:01

kurš absorbē infrasarkanā starojumu un kavē tā normālu atstarošanos kosmosā. Galvenās siltumnīcas efektu izraisošās gāzes (SEG) ir: oglekļa dioksīds (CO_2), metāns (CH_4), slāpekļa monoksīds (N_2O), sēra heksafluorīds (SF_6), fluorogļūdeņraži (HFC) un perfluoroglekļi (PFC).

Piemēram, uzņēmumi „Latvenergo” un „Cemex” ir divi lielākie SEG gāzu ražotāji. Gadā tie saražo attiecīgi 1,6 miljonus tonnu un 1,9 miljonus tonnu SEG gāzu. 1997.g. tika parakstīts Kioto protokols par globālo siltumnīcas efektu izraisošo gāzu (SEG) izmešu līmeņa samazināšanu. SEG izmešu līmeņa samazināšanu var ietekmēt ne tikai politiski, bet arī katra atsevišķa indivīda darbība. Izmantojot tabulas datus var aprēķināt CO_2 izmešu masu gadā.

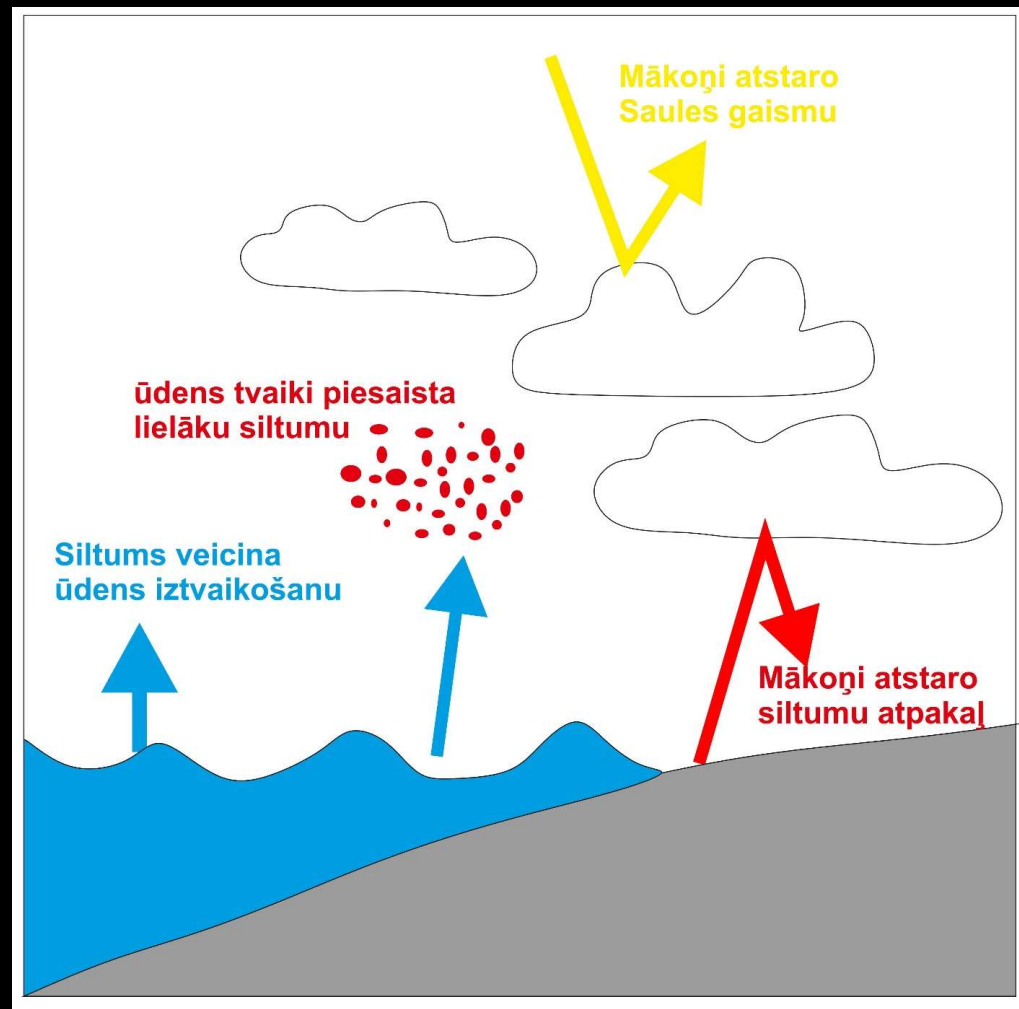
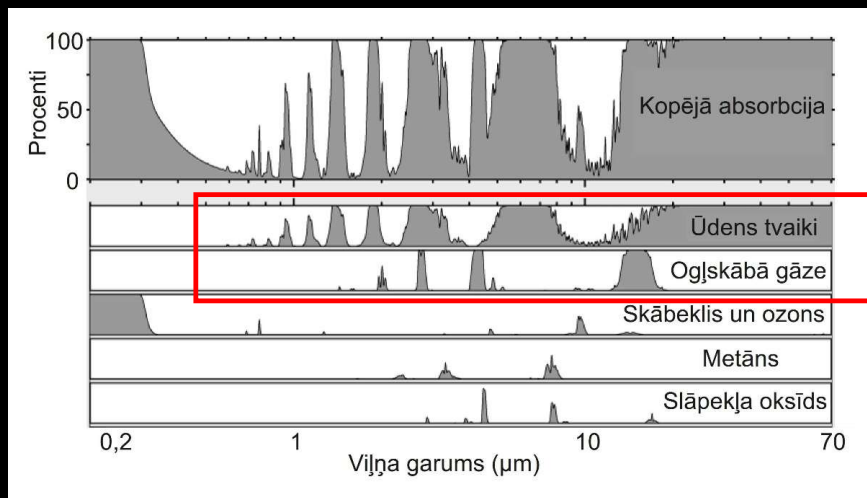
SILTUMNĪCAS EFEKTU IZRAISOŠĀS GĀZES



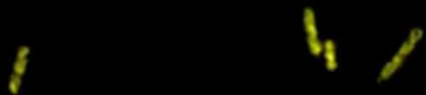
Ūdens tvaiki ir visietekmīgākā
Siltumnīcas efektu izraisošā gāze

Svarīgi norādīt, ka tā ir gandrīz
100% dabīgas izcelsmes

Gaismas spektra infrasarkanā starojumu absorbē veģetācija, augsne un ūdens, pārveidojot to siltumā. Daļa šī siltuma tiek atstarota -> absorbē atmosfērā esošās gāzes (ūdens tvaiki, oglekļa dioksīds, metāns) -> siltumnīcas efekts.



0 h



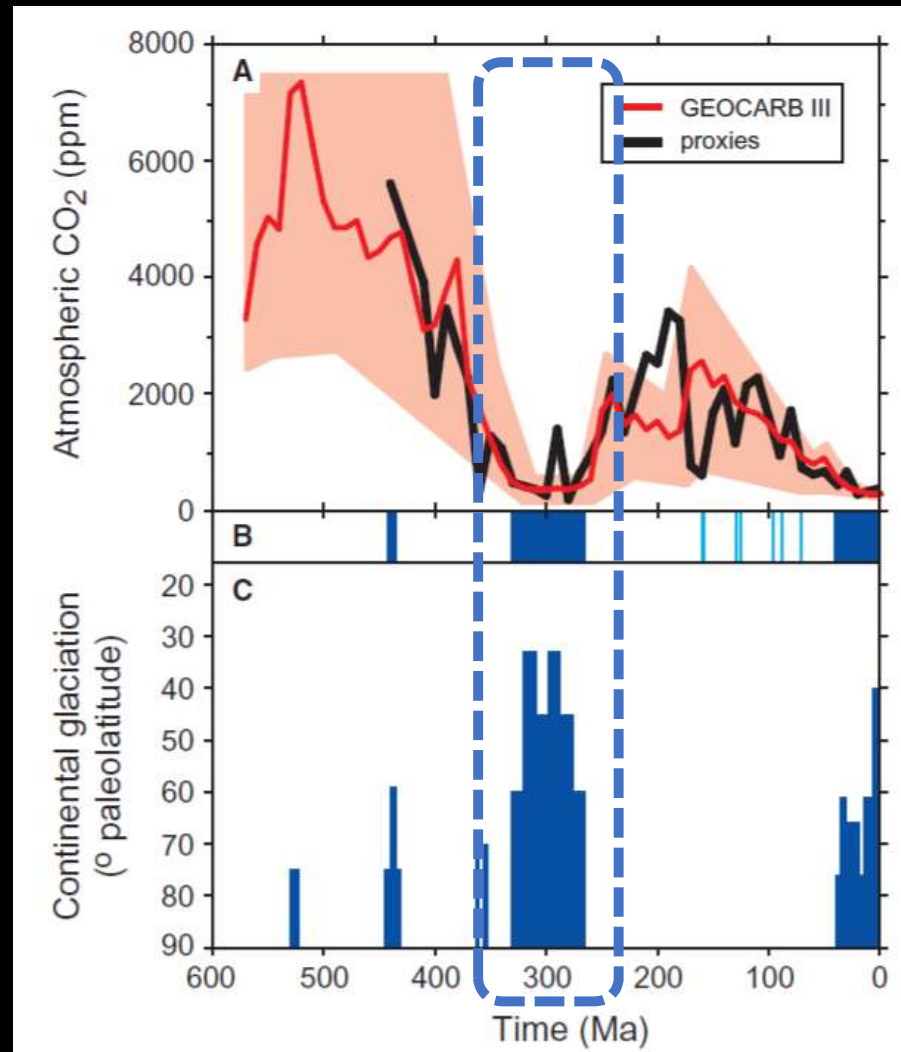
Ciānbaktērijas un to vairošanās

- Zemes vēstures pirmsākumos, atmosfēras sastāvā dominēja CO₂, bet tas bija nepieciešams vieniem no pirmajiem dzīvajiem organismiem uz Zemes – ciānbaktērijām (kā blakus produktu izdala skābekli)
- Pirms 2,5 miljrd. – 541 milj.g. (Proterozoja) notika straujš CO₂ samazinājums un tik pat straujš skābekļa koncentrācijas pieaugums (gan atmosfērā gan okeānos), kas zināms kā “lielais oksidācijas notikums”



Snowball Earth

- Sākotnēji skābeklis radās ķīmisko reakciju rezultātā, kā blakus produkts, bet vēlāk jau dzīvie organismi fotosintēzes ceļā veicināja skābekļa koncentrācijas pieaugumu
- Skābekļa koncentrācijas pieaugums un metāna gāzes koncentrācijas samazinājums atmosfērā izraisīja klimata pavēsināšanos, apledojumus un ledus laikmetus, pat pilnīgu Zemes apledojumu [termins angļiski: *Snowball Earth*]



Royer et al., 2004, *Geology Today*

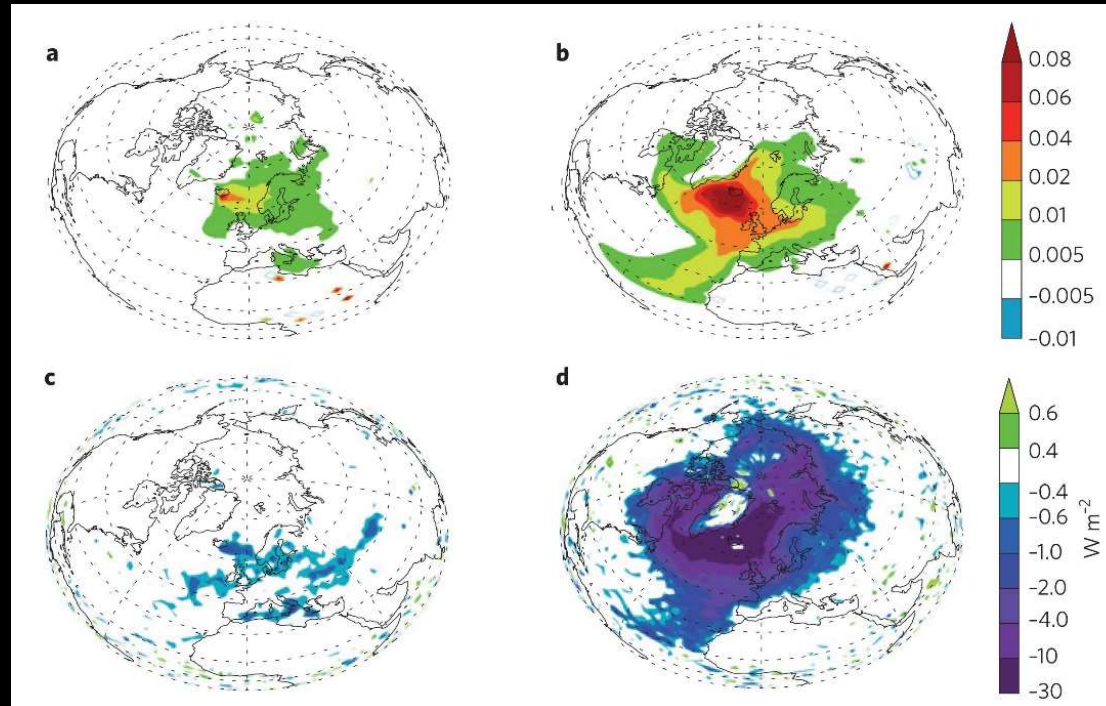
- No CO₂ atmosfēras līdz ar skābekli pārbagātu atmosfēru
- -> Zemeslodes apledoījums
- -> visam jābūt balansā, lai dzīvība pastāvētu



Sarychev Volcano (Japāna) 2009. gada 12. jūnijs. M. Justin Wilkinson, NASA-JSC

- Tiek uzskatīts, ka vulkānu izvirdumu laikā tiek izdalīts lielāks apjoms siltumnīcefektu izraisošo gāzu, nekā cilvēka darbības rezultātā
- **Vulkānu izvirdumu** laikā gaisā tiek izsviests ne tikai dažāda izmēra materiāls, bet arī gāzes
- Sīkākās vulkāniskā stikla jeb tefras daļiņas, kā arī gāzes ar vēja plūsmām var tikt izkliedētas plašā teritorijā
- Atmosfērā un pat troposfērā nonākušās gāzes un mikroskopiskās tefras daļiņas var veicināt straujas klimata izmaiņas, kas lielākoties **izraisa klimata pavēsināšanos**

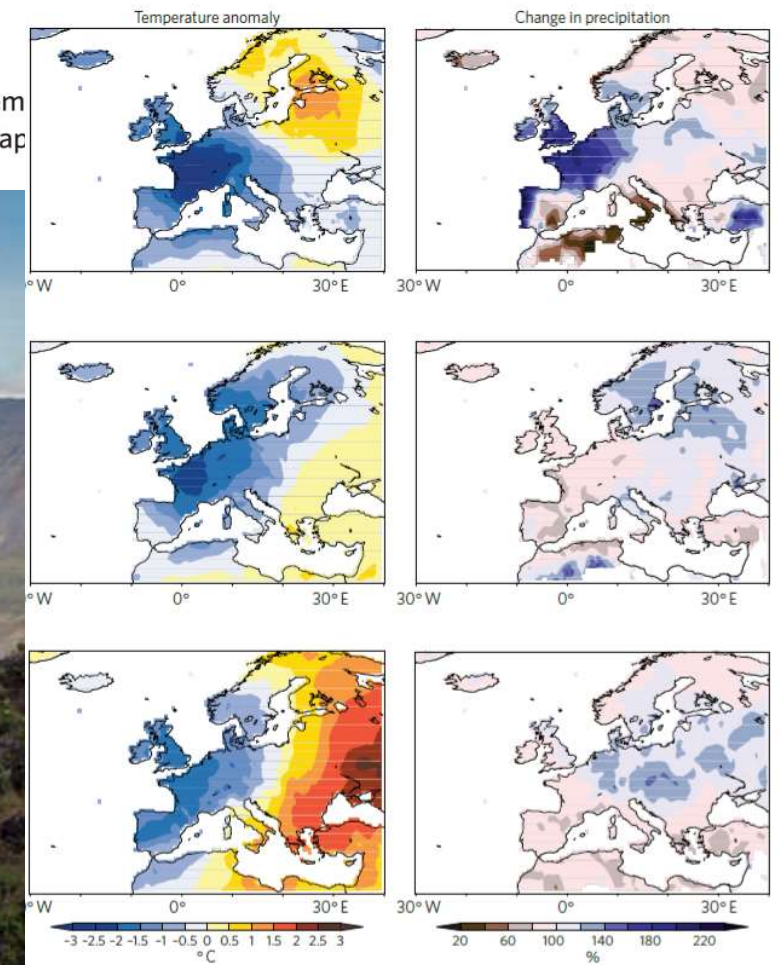
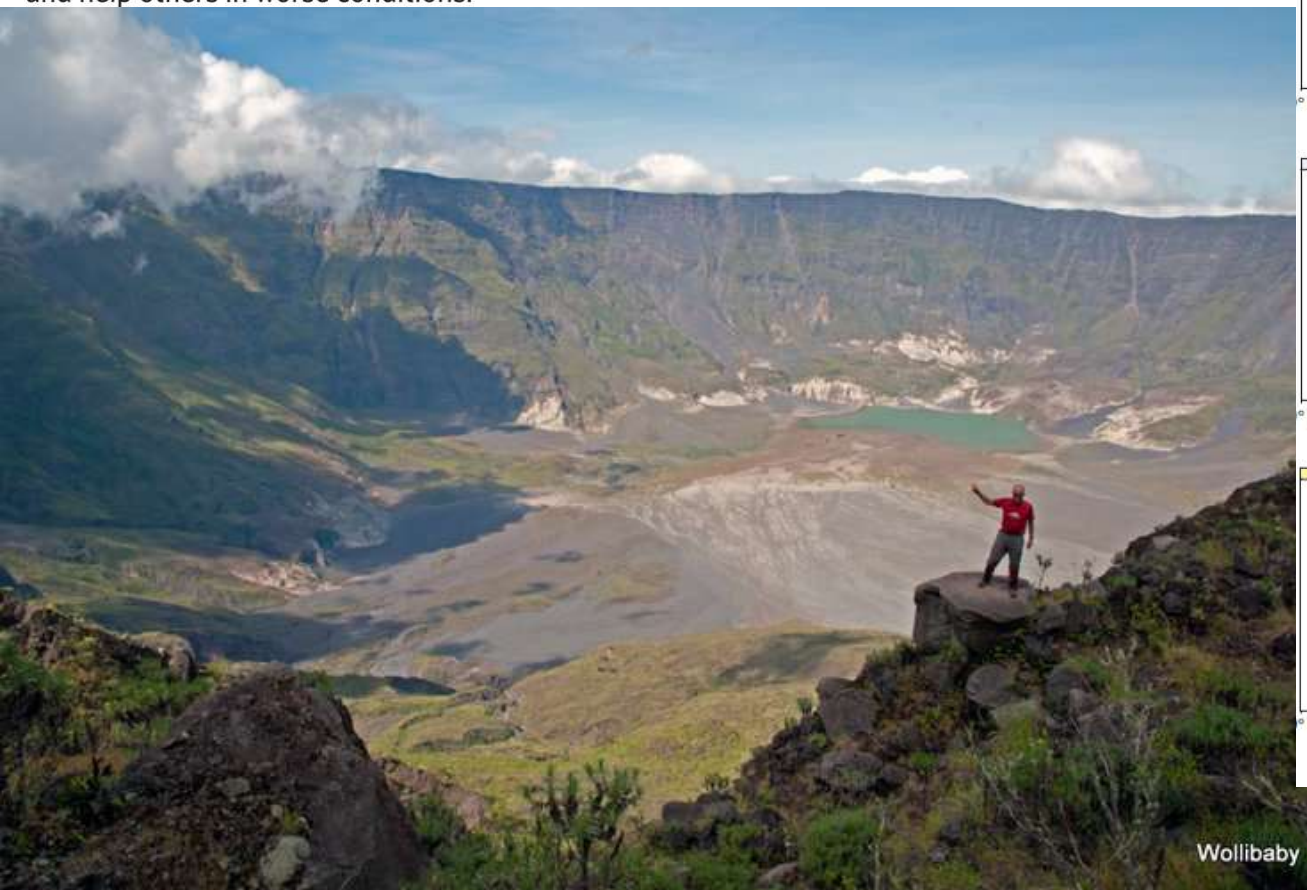
Bardarbunga, Islande



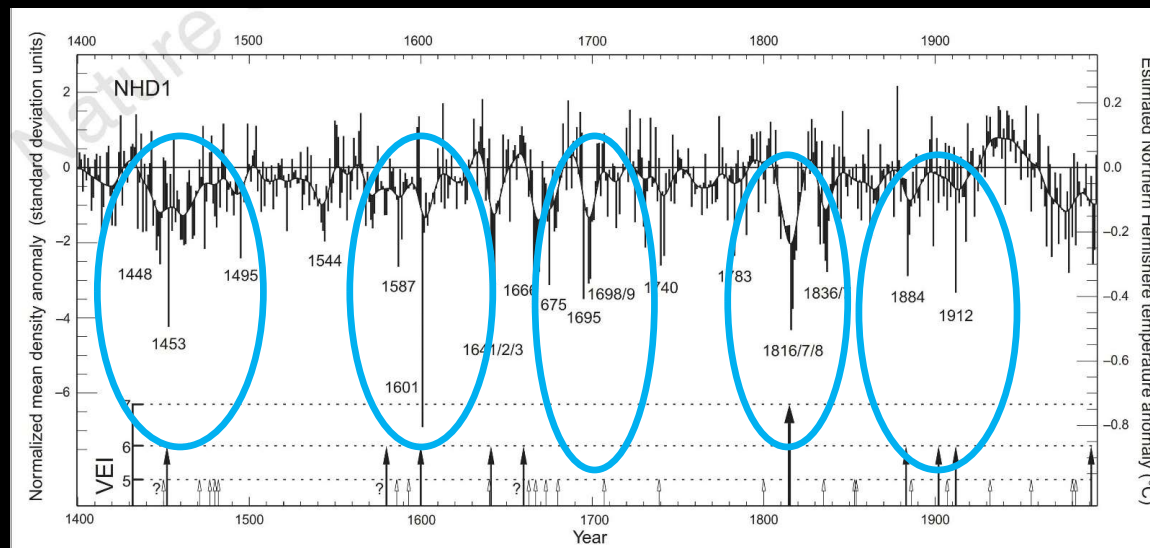
The year without a summer

J. Luterbacher and C. Pfister

The 1815 eruption of Tambora caused an unusually cold summer in much of Europe in 1816. The extreme weather led to poor harvests and malnutrition, but also demonstrated the capability of humans to adapt and help others in worse conditions.



Jaudīgu vulkānu izvirdumu gadījumā, gaisā nonākušās gāzes izplatās apkārt visai Ziemeļu vai Dienvidu puslodei, vai pat apkārt visai Zemeslodei



Vulkānu izvirdumu radītās sekas izteikti atspoguļojas koku gadskārtu ierakstos, kuras vēsta, ka lielākas vai mazākas klimata pavēsināšanās epizodes novērojamas visai regulāri

Tā kā gāzu mākoņi veicina Saules radiācijas atstarošanu, tad klimats uz Zemes kļūst vēsāks, un paliek siltāks tikai tad, kad gāzu koncentrācijas atmosfērā ir samazinājusies

- CO₂ tiek izdalīts vulkānu izvirdumu laikā, kā arī nelielā apjomā, kad izvirdumi nenotiek
- Izdalītais CO₂ apjoms ir atšķirīgs dažādiem vulkāniem un vulkānu sistēmām
- Pēdējo gadu aprēķini liecina, ka katru gadu aptuveni **280 līdz 360 milj** t CO₂ izdalās no vulkāniem
- Pēdējā gadsimta laikā nav novērota palielināta vulkāniskā aktivitāte, bet CO₂ koncentrācija ir palielinājusies un cilvēka darbības rezultāta atmosfērā katru gadu izdalās aptuveni **39 miljrd t CO₂** -> 100 reizes vairāk nekā visu vulkānisko aktivitāti ņemot vērā

- 2015. gadā emitētas 36,4 gigatonnas CO₂ no fosilajiem kurināmajiem un cementa ražošanas
- Lielākais vulkāna izvirdums pēdējo 15 gadu laikā (Holhuraun 2014 Islande) emitēja 0,026% CO₂ salīdzinājumam ar ikgadējo cilvēku radīto CO₂
- Ja paskatās laika griezumā no 2005. līdz 2018. gadam, tad kopējā vulkānu aktivitāte emitējusi 26,9 megatonnas CO₂, un vidēji gadā sanāk 2,979 kilotonnas CO₂. Tas nozīmē, ka gadā, vulkāni sastāda 0,006% no kopējā Globāla CO₂ budžeta. Viens ASV iedzīvotājs gadā rada 16 t CO₂, tas nozīmē, ka 130 000 ASV iedzīvotāji rada tik pat daudz CO₂ emisiju, cik vulkāni viena gada laikā

Rapid Communication

Detection of the Askja AD 1875 cryptotephra in Latvia, Eastern Europe

JQS

NORMUNDS STIVRINS,^{1,2,3*} SABINE WULF,^{4,5,6} STEFAN WASTEGÅRD,⁷ EWA M. LIND,⁷ TIJU ALLIKSAAR,² MARIUSZ GALK,⁸ THORBJØRN JOEST ANDERSEN,⁹ ATKO HEINSALU,² HEIKKI SEPPÄ¹ and SIIM VESKI²

¹Department of Geosciences and Geography, University of Helsinki, PO Box 64, FI-00014, Helsinki, Finland

²Institute of Geology, Tallinn University of Technology, Ehitajate tee 5, 19086, Tallinn, Estonia

³Lake and Peatland Research Centre, Puikule, LV-4063, Latvia

⁴Senckenberg Research Institute and Natural History Museum, BIK-F, TSP6 Evolution and Climate, Senckenberganlage 25, D-60325 Frankfurt A. M., Germany

⁵GFZ German Research Centre for Geosciences, Section – 5.2 Climate Dynamics and Landscape Evolution, Telegrafenberg, 14473, Potsdam, Germany

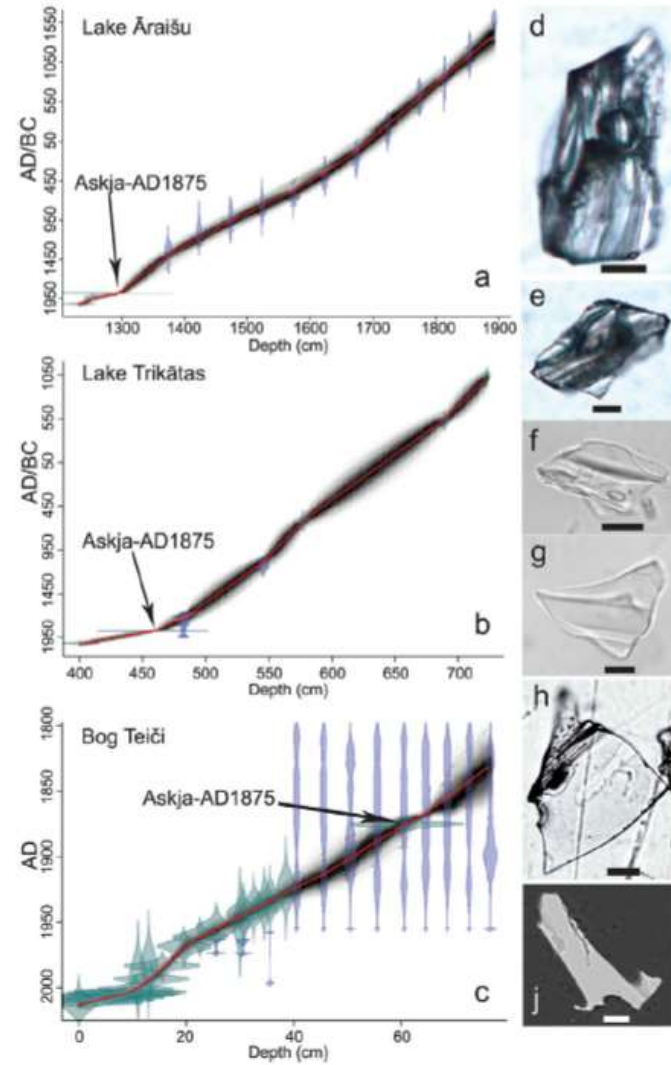
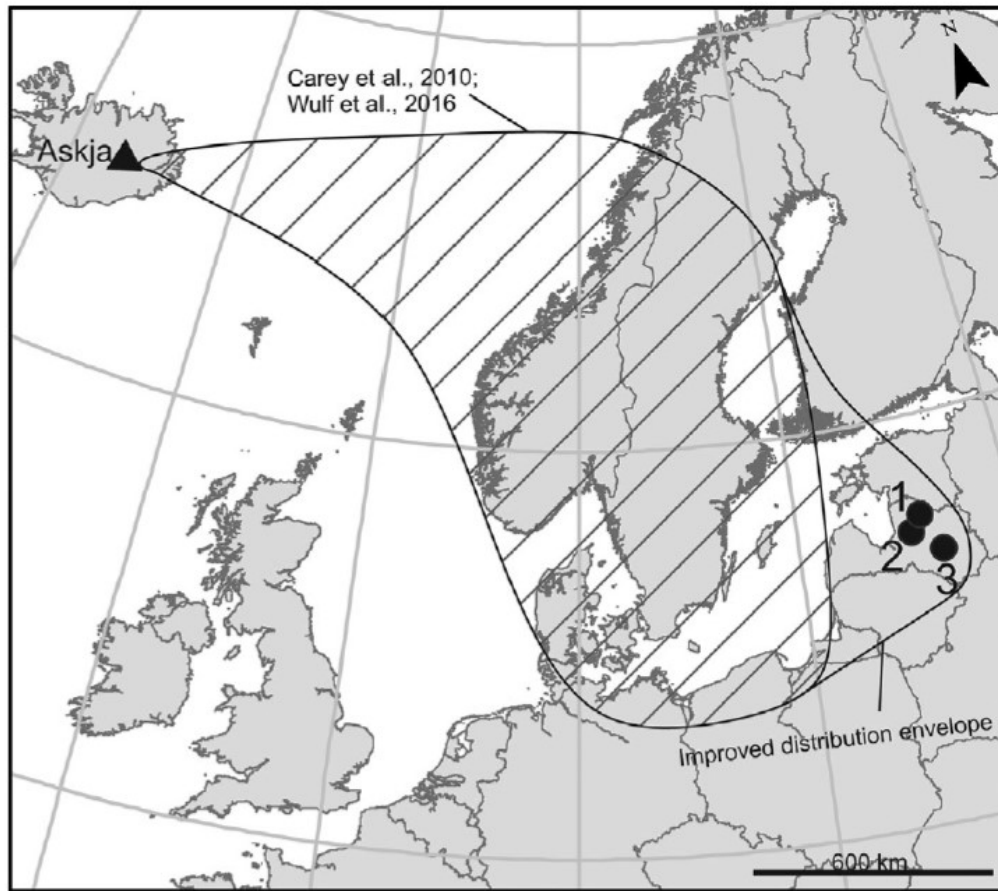
⁶Institute for Geosciences, Heidelberg University, Im Neuenheimer Feld 234, D-69120 Heidelberg, Germany

⁷Department of Physical Geography, Stockholm University, SE-106 91, Stockholm, Sweden

⁸Department of Biogeography and Palaeoecology, Faculty of Geographical and Geological Sciences, Adam Mickiewicz University, Dziejelowa 27, 61–680, Poznań, Poland

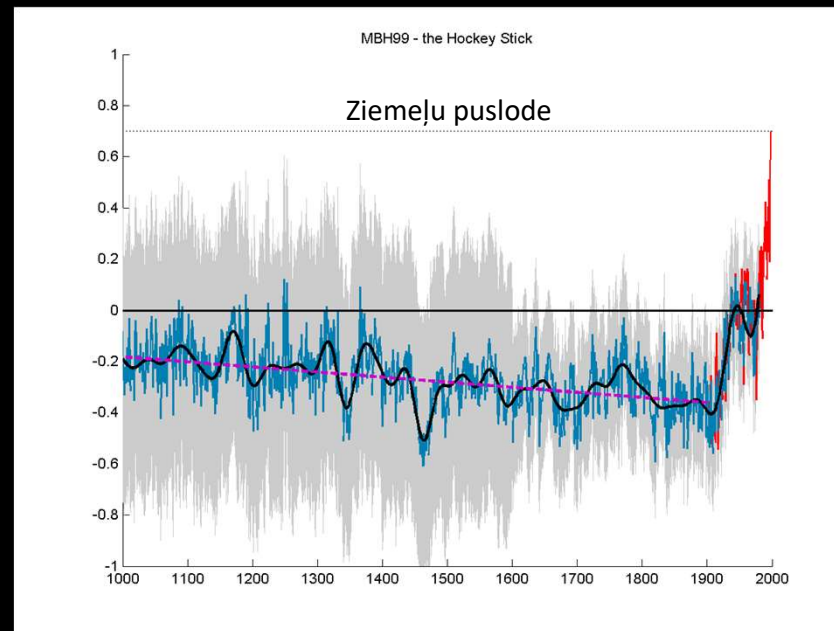
⁹Department of Geosciences and Natural Resource Management, University of Copenhagen, Øster Voldgade 10, 1350 Copenhagen K, Denmark

Received 17 November 2015; Revised 22 March 2016; Accepted 11 May 2016



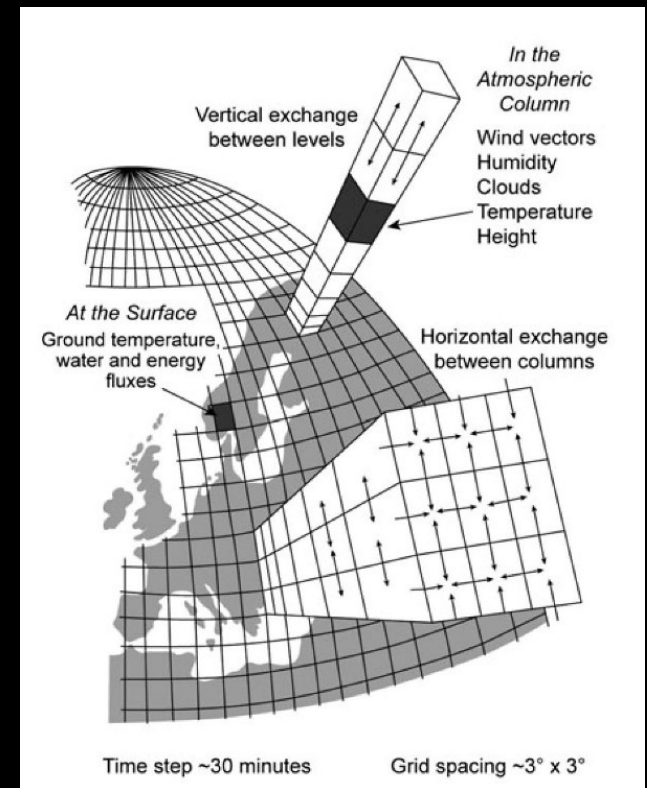
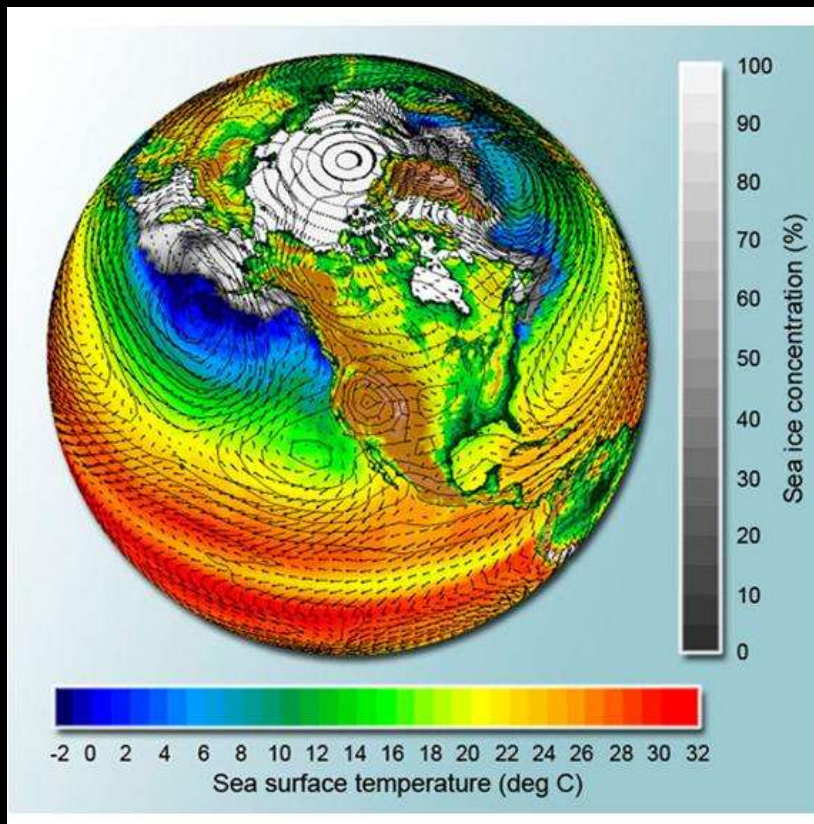
Iespējamie nākotnes klimata scenāriji

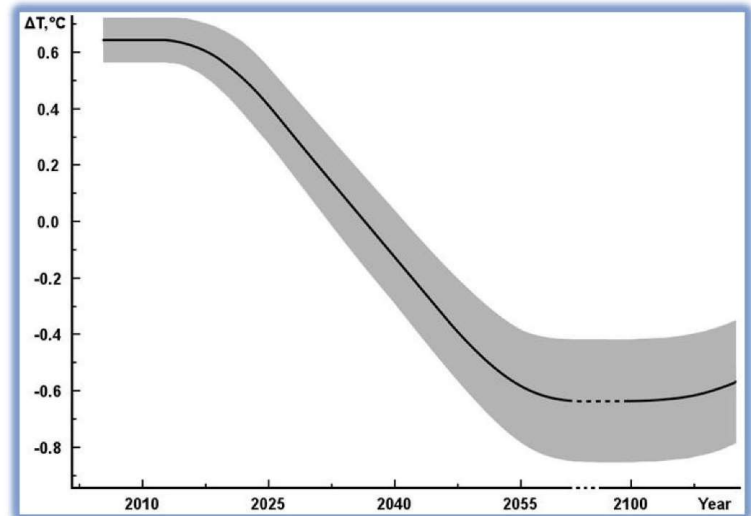
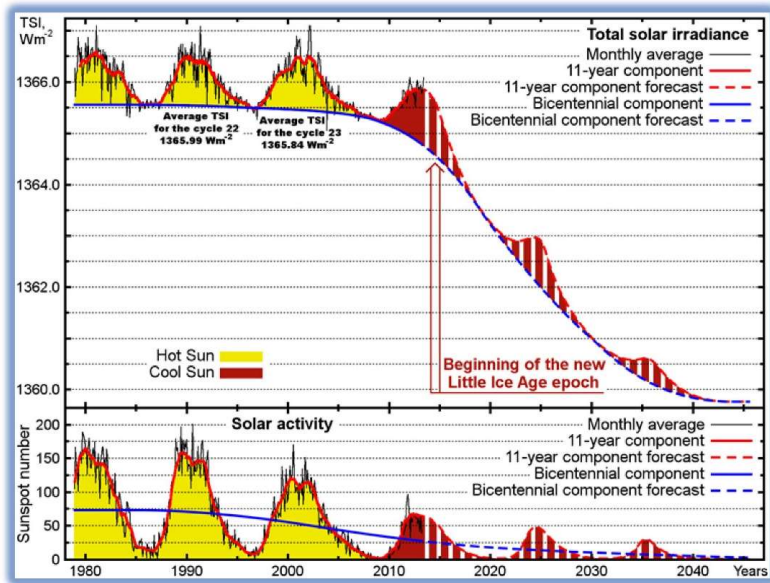
Datu ticamība un pieejamība

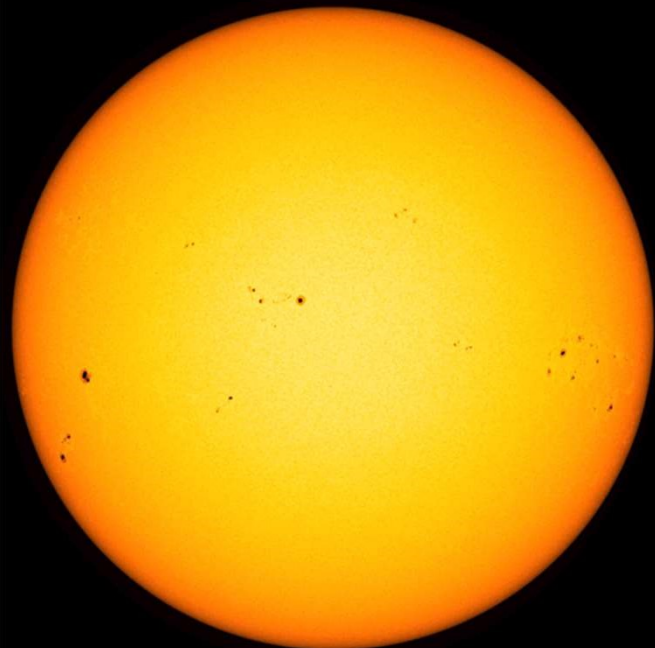


Mann and Bradley, 1994, AGU GRL v3.1

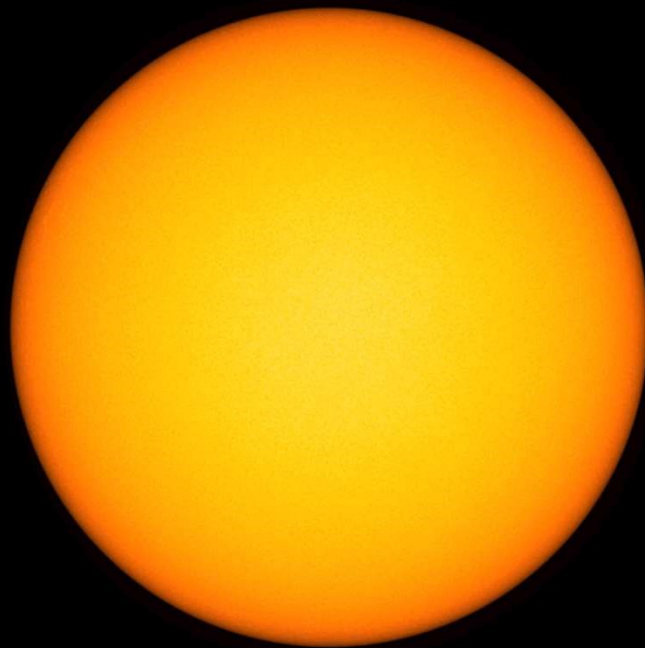
Klimata modelēšana



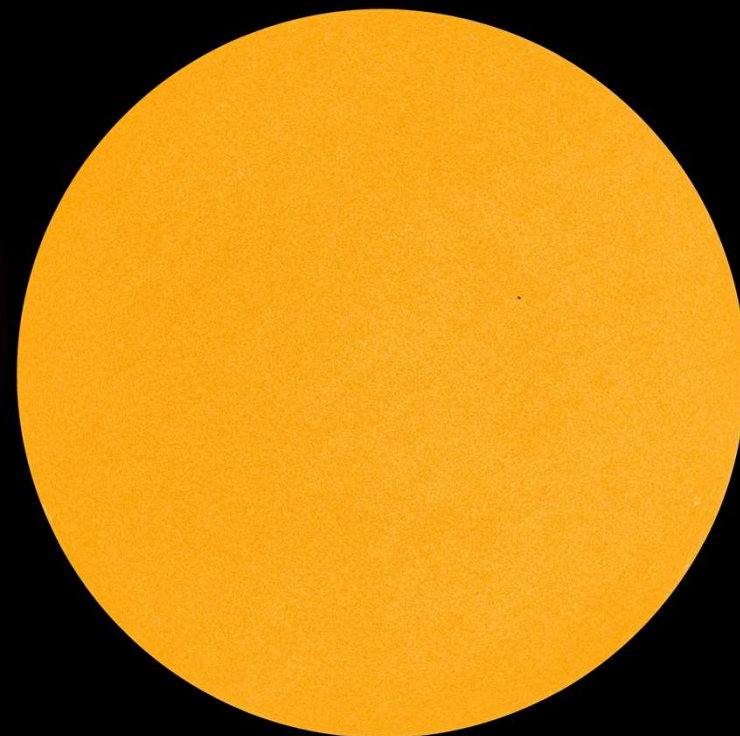




February 27, 2014



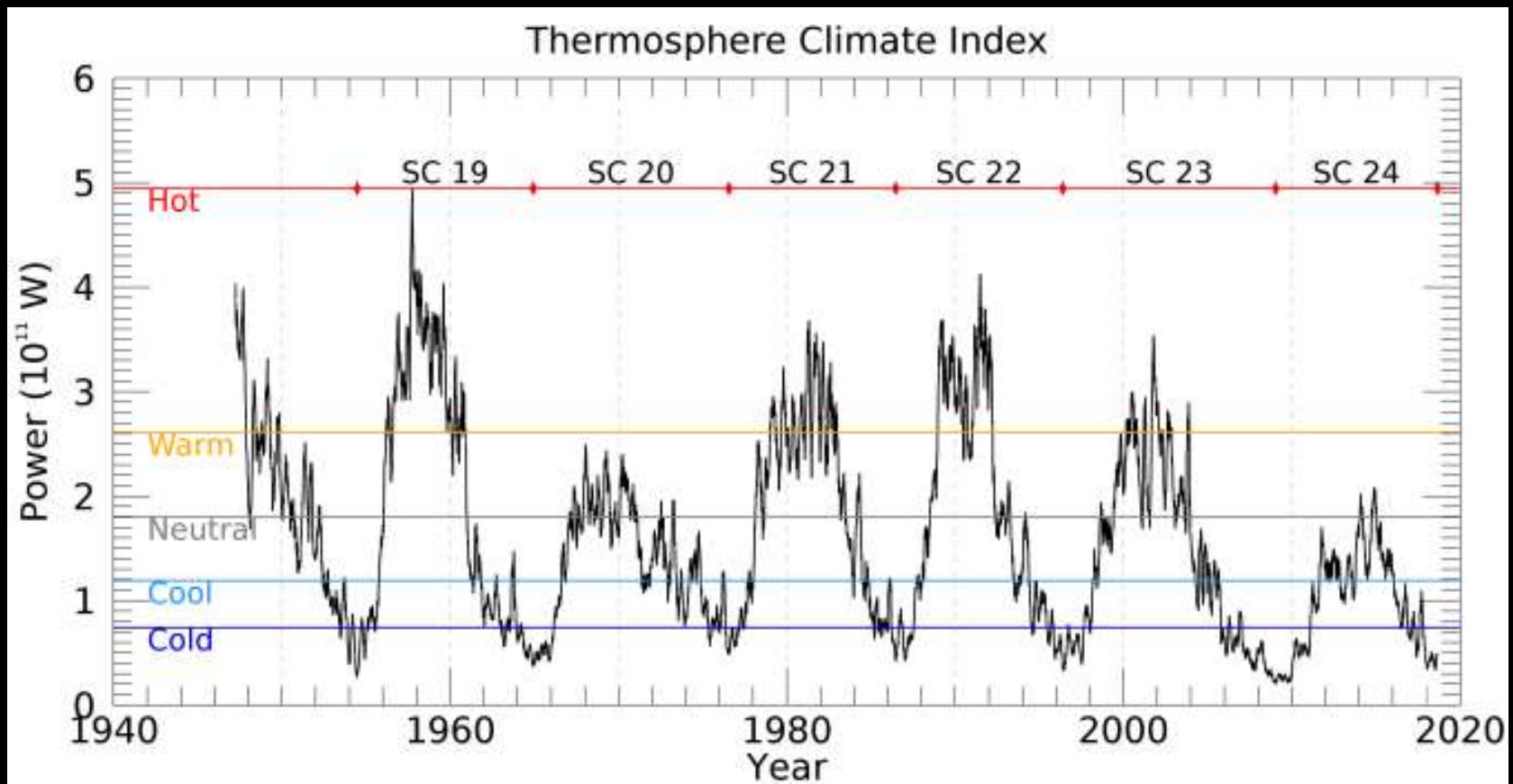
March 20, 2017



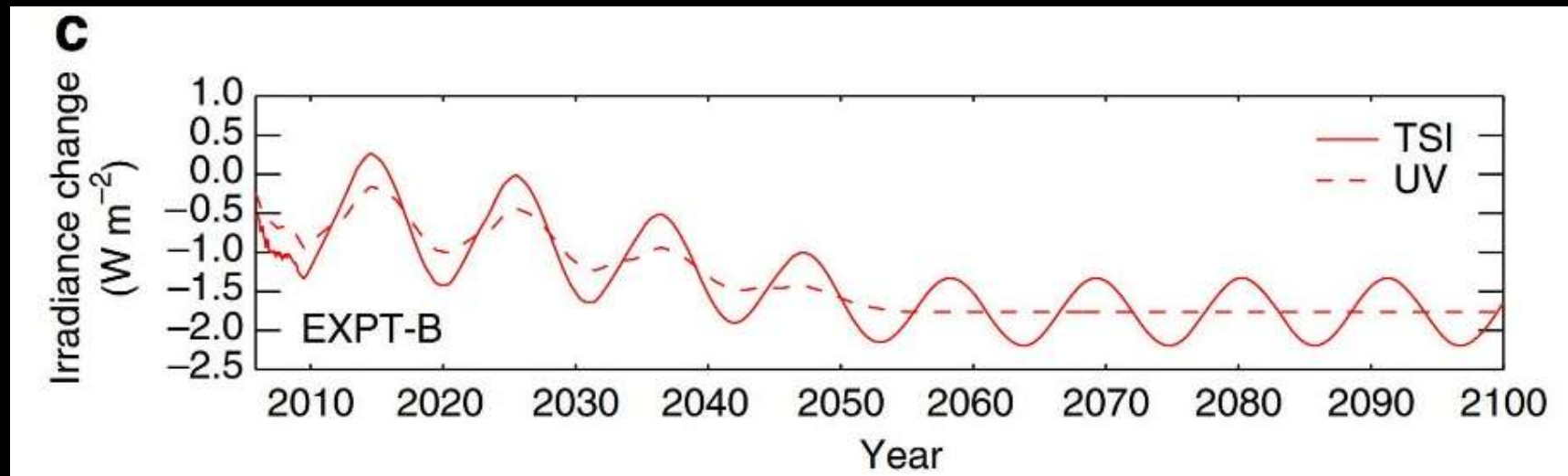
NASA: Saules minimums 2019-2020 «***We're not at the solar minimum yet, in all likelihood—based on the 11-year cycle schedule, we can expect that to happen sometime during 2019 or 2020***»

Dienas bez saules plankumiem

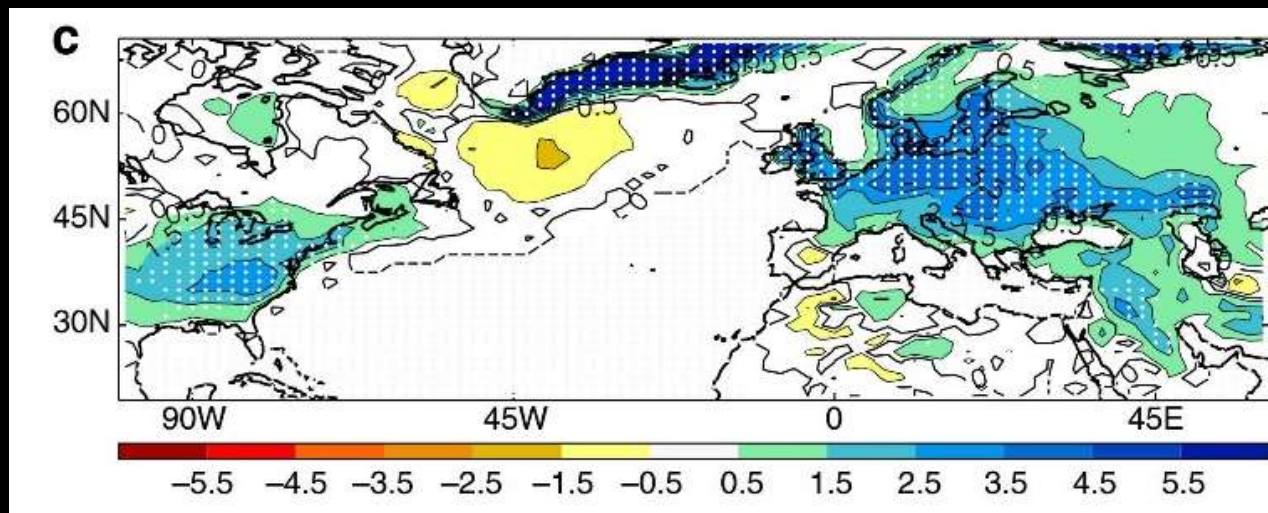
2020*: 157 (68%)
2019: 281 (77%)
2018: 221 (61%)
2017: 104 (28%)
2016: 32 (9%)
2015: 0 (0%)
2014: 1 (<1%)
2013: 0 (0%)
2012: 0 (0%)
2011: 2 (<1%)
2010: 51 (14%)
2009: 260 (71%)



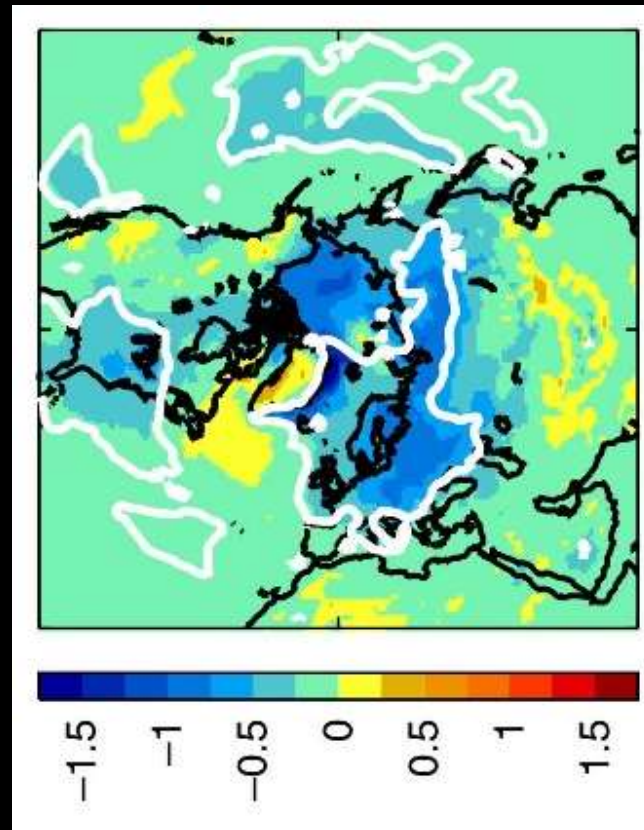
SABER; Mlynczak



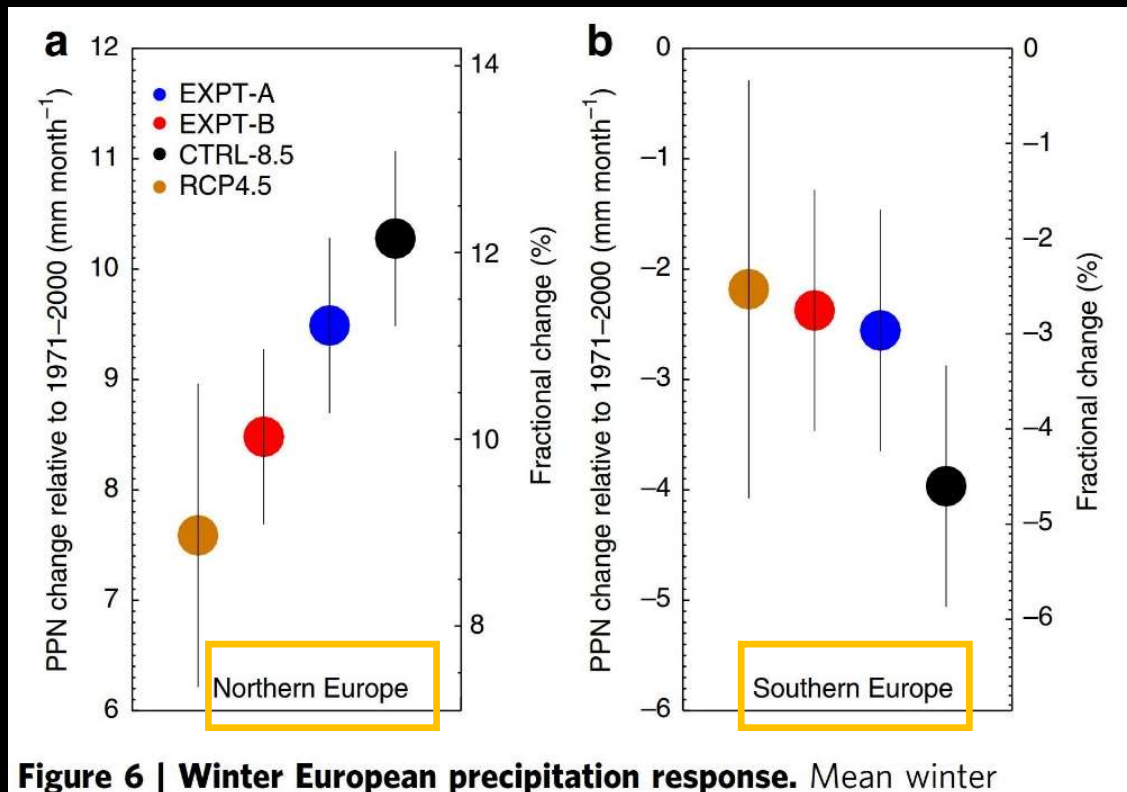
Ineson et al., 2015, Nature Communications



Sala dienas 2050-2099



Temperatūras izmaiņas 2050-2099



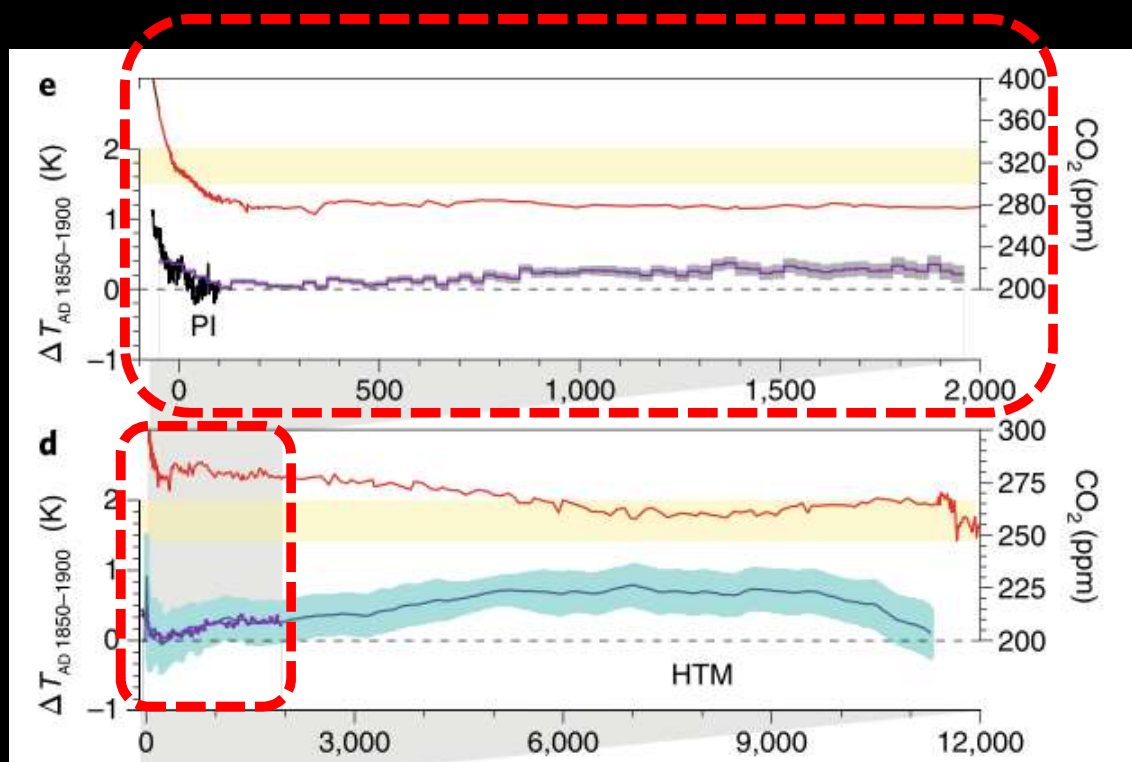
Klimata pasiltināšanās par 2° C sekas: ko varam mācīties no pagātnes?



- Lielākā daļa izstrādāto modeļu paredz, ka ievērojami paaugstināsies gaisa temperatūras augstos platuma grādos
- Gaisa temperatūru izmaiņas Arktikā var atšķirties no mūsdienām pat par 3 ° līdz 12° C
- Sasilšana notiks izteiktāk sauszemē, bet mazāk izteikti okeānos
- Pat ja SEG tiek krasi samazināts, gaisa temperatūras turpinās paaugstināties, jo SEG atmosfērā samazinās pakāpeniski

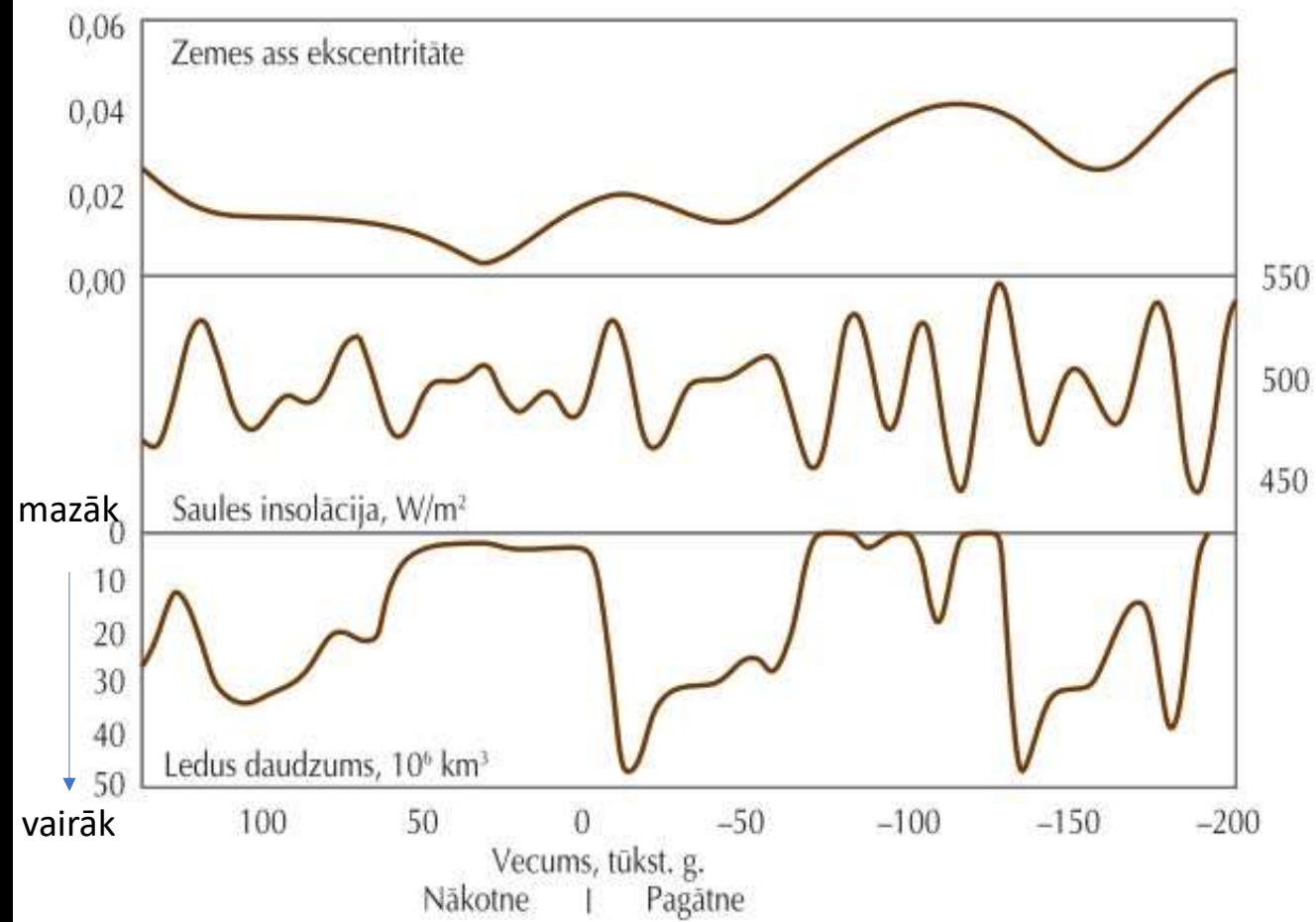
- Ģeoloģiskajā pagātnē bijuši vairāki laika posmi, kad klimats bijis siltāks nekā mūsdienās (nesenākie laika posmi):
 - Holocēna termālais maksimums (Latvijas teritorijā 7500-5000 g.p.m.);
 - Ēma starpleduslaikmets (130-115 tūkst.g.p.m.);
 - Marīnais Izotopu Stadija 11.3 (MIS 11.3) (410-400 tūkst.g.p.m.)
- Lai arī šīs epizodes nav uzskatāmas par tiešiem nākotnes analogiem, tās sniedz ieskatu, kā un cik strauji var mainīties reģionālais klimats un vides apstākļi, kas var tikt izmantoti, lai prognozētu potenciālās sekas

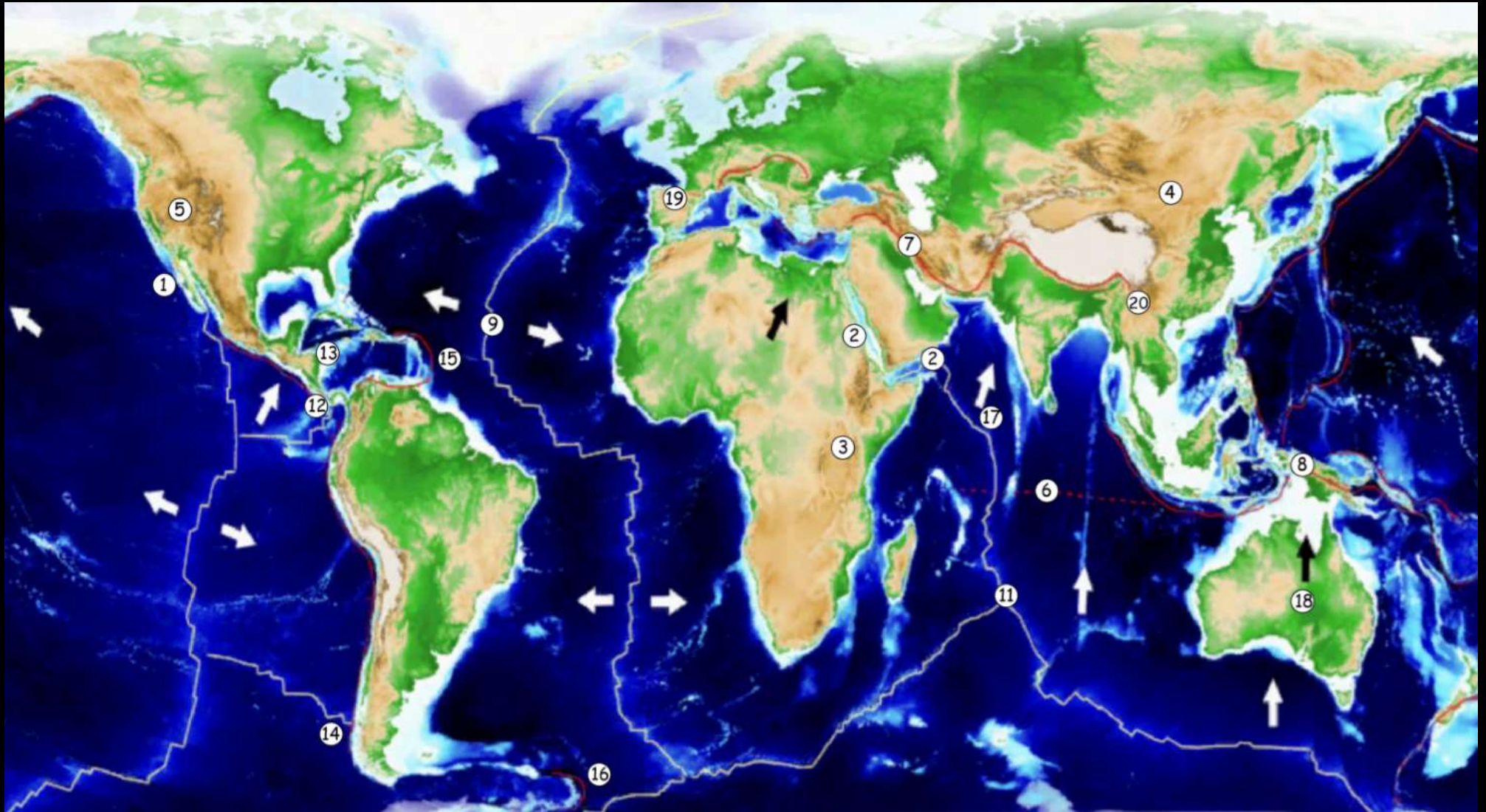
Holocēna termālais maksimums

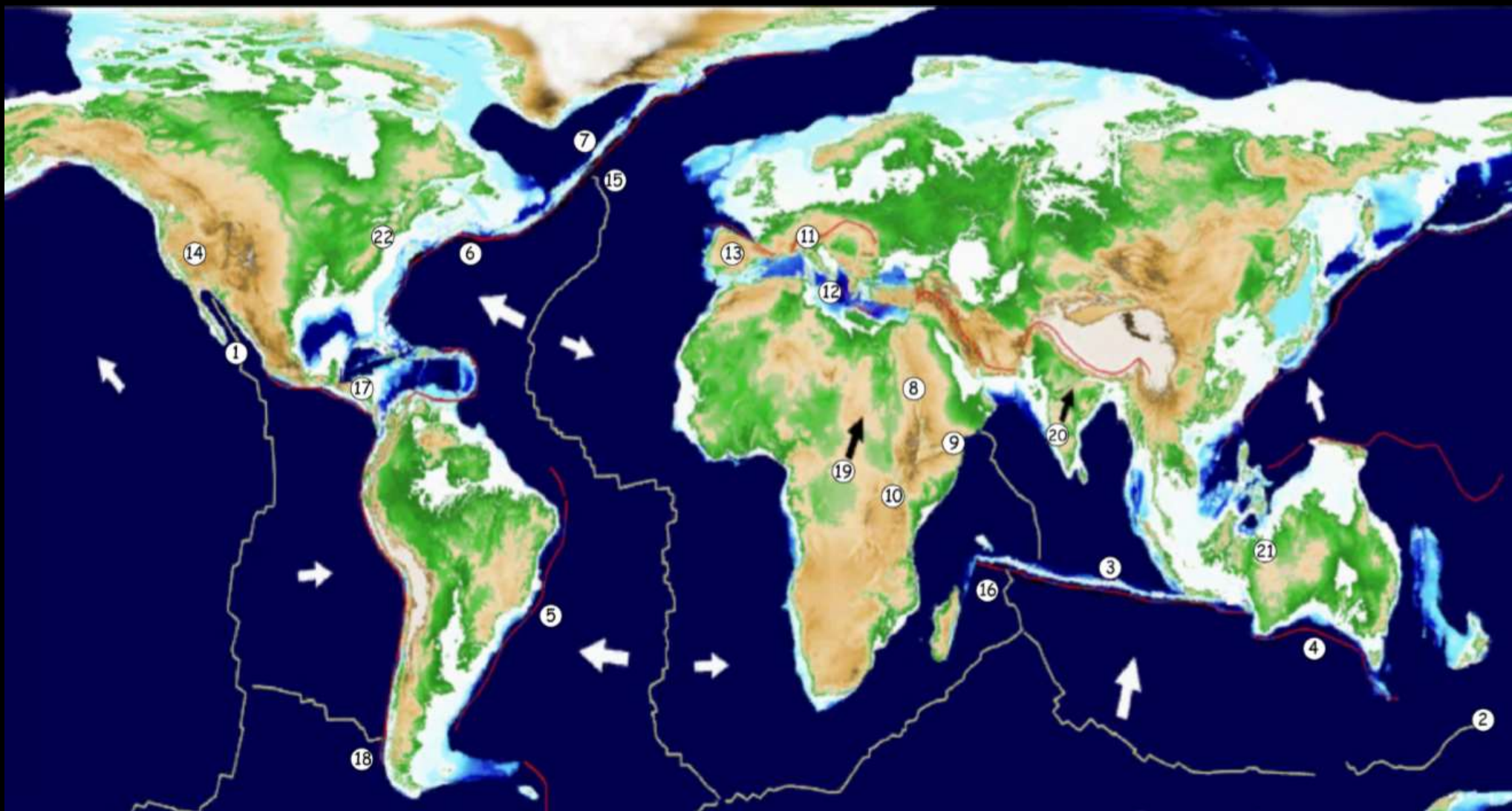


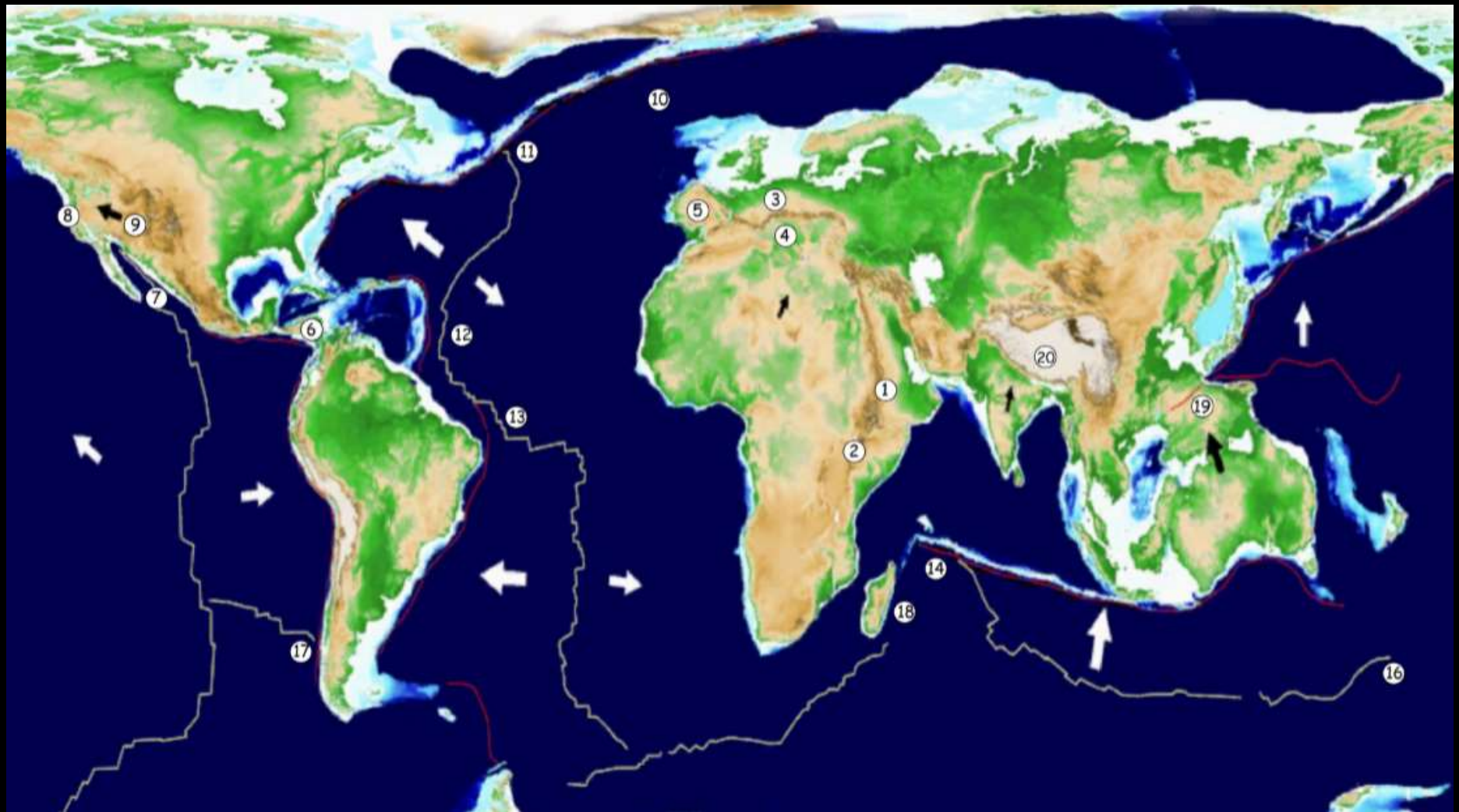
- Globālais CO₂ koncentrācijas līmenis bijis visai izturēts robežās starp 240 un 280 ppm
- Globāli* skatoties vidējā gaisa temperatūra ir bijusi par aptuveni 1° C augstāka nekā mūsdienās

*izteiktas reģionālās atšķirības un līdz ar to, globālā temperatūra ir visai aptuvena, bet to bieži izmanto publikācijās un IPCC atskaitēs



















«Whatever anthropogenic climate changes occur in the future, they will be superimposed on, and interact with, underlying natural variability»

- R.S. Bradley, 2008 -