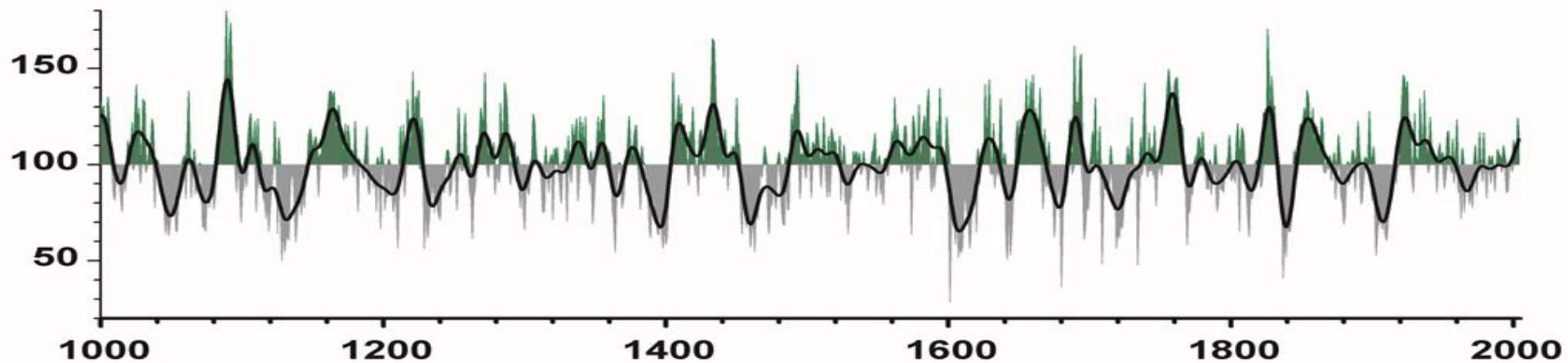
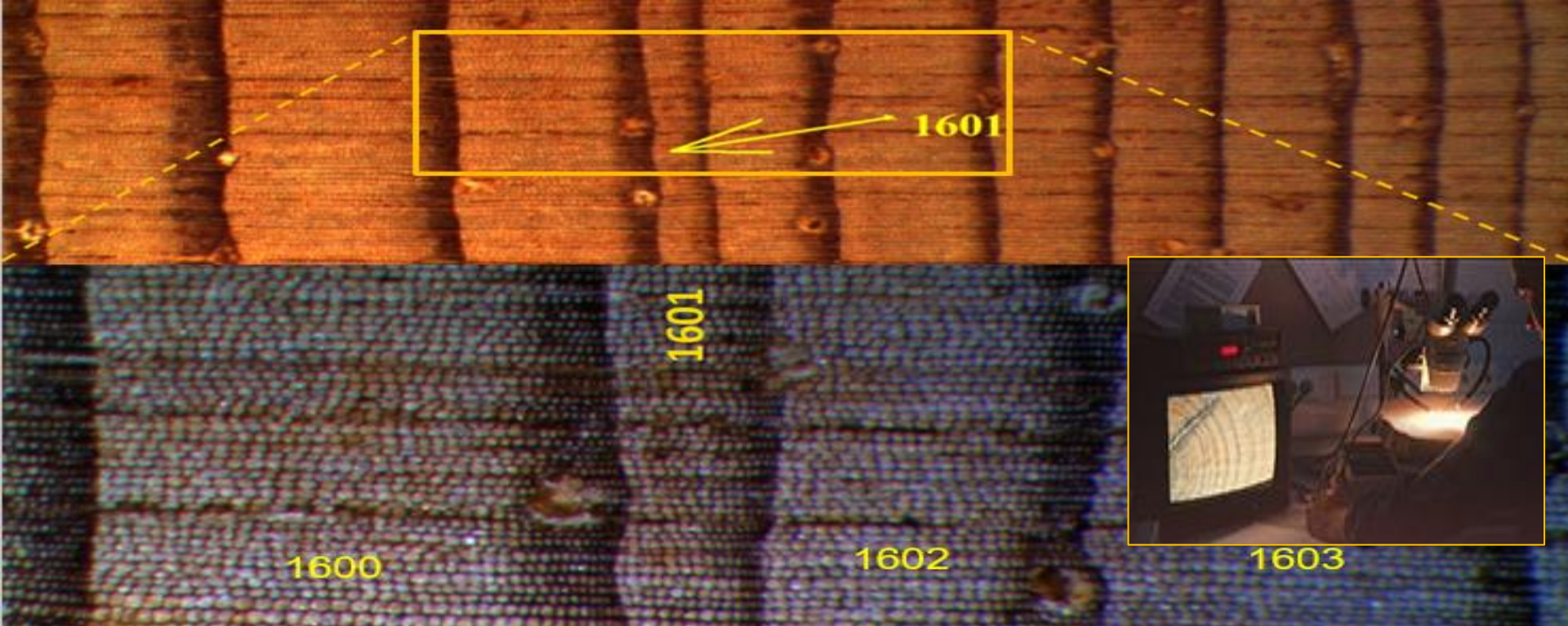




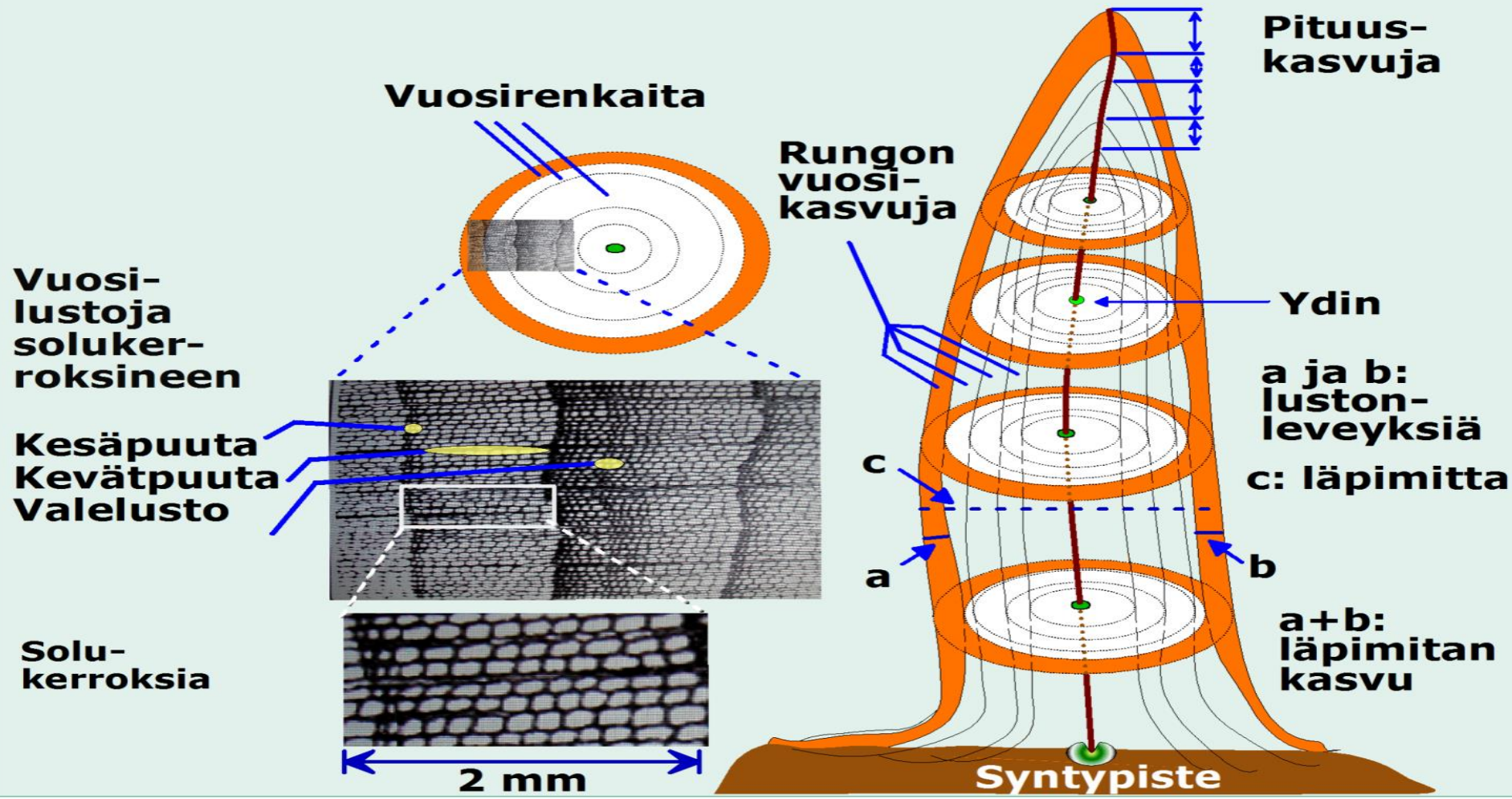
**Onko säiden luontainen vaihtelu ja "ilmastonmuutos"
käytännössä sama asia?**

Teemat:

1. Puun kasvu
2. Puiden kasvututkimuksen 4 ulottuvuutta
3. Globaalit tapahtumat puiden vuosilustoissa
4. Lustotutkijoiden ja paleoklimatologien yhteistyö
5. Lustokalenterit
6. Maapallon elämän läpileikkaus
7. Lämpötilan kehitys holoseenin aikana
8. Merten rooli ilmastojärjestelmässä
9. Minne menet, ilmastohistorian vaivaama ilmasto?

1. Puun kasvu

PUUN KASVU



Puu kasvaa joka kesä paksuutta ja pituutta. Terminen kasvukausi alkaa silloin, kun lumipeite on kadonnut aukeilta paikoilta, vuorokauden keskilämpötila on vähintään viitenä päivänä peräkkäin yli +5 °C ja paikallinen tehoisa lämpösumma ylittää 20 vuorokausiastetta sitä seuraavien viiden päivän aikana. Vuosirenkään (luston) leveys kertoo kasvukauden tuotoksen, jonka voi laskea myös solukerrosten määränä. Jos kasvukauden aikana yllättää kylmyysjakso, saattaa puu reagoida siihen aloittamalla tummemman paksuseinäisen kesä- eli myöhäispuun muodostamisen. Jos sää kuitenkin lämpenee uudelleen, kasvuprosessi palaa takaisin isompisoluisen kevät- eli varhaispuun muodostamiseen. Näin syntyy valelusto. Puusoluihin taltioituu myös 13C ja 12C-isotooppeja.

2.
Puiden
kasvututkimuksen
neljä ulottuvuutta

PAIKKA Spatiaalisuus GIS



Maaailma



Suuralue



Pienalue



Metsikkö
Kasvupaikka

Lustia Dendrokronologinen toimintaympäristö TIETOVIRTOJEN KUVAUS

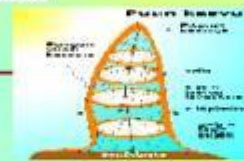
Puun syntypiste toimii erilaisten tietovirtojen luontevana "risteysasemana", mikä mahdollistaa perinteisen tiedonhallinnan, TrapThor-pohjaisen älykkään tiedonhallinnan ja informaatiofilosofisen syvällisemmän tietouden yhdistämisen paikkatietojen (koordinaatit ja korkeus merenpinnasta) avulla.



2011

Puuyksilön
syntypiste

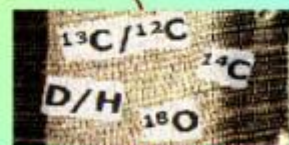
LINKITETTY
OHEISTIETO



Vuotuiseen kasvuun
liittyvät tekijät

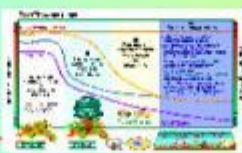


Kasvukauden aikai-
seen kasvuun liit-
tyvät tekijät



Puusoluihin varastoi-
tunut ympäristötieto

PUUN RAKENNE JA
OMINAISUUDET



TÄHTInfo



TRAPTHOR Metsätietäjä

METAINFORMAATIO Informaation älykäs hallinta (TRAPTHOR)

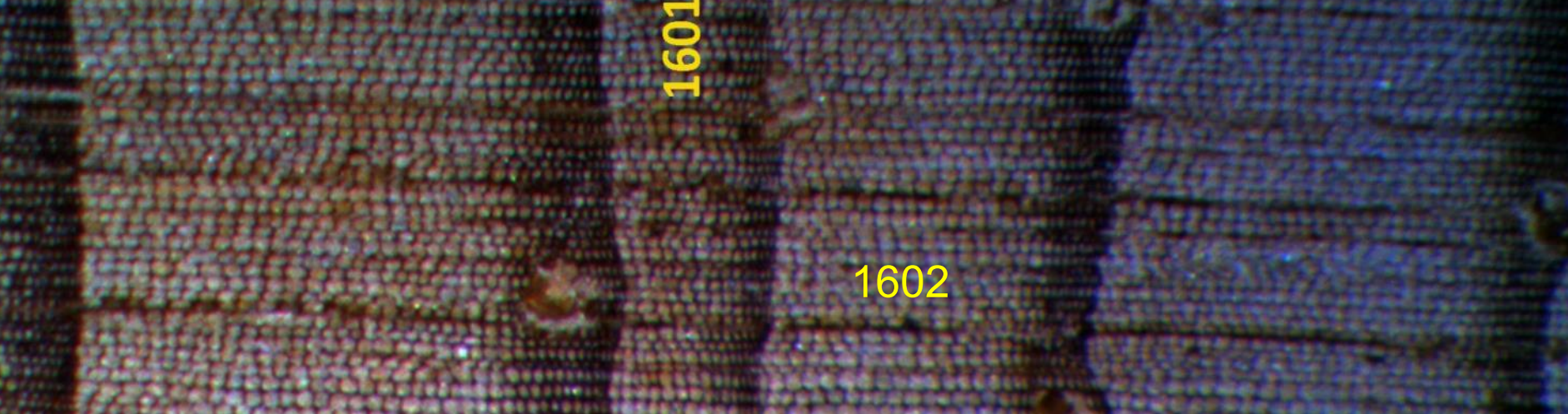
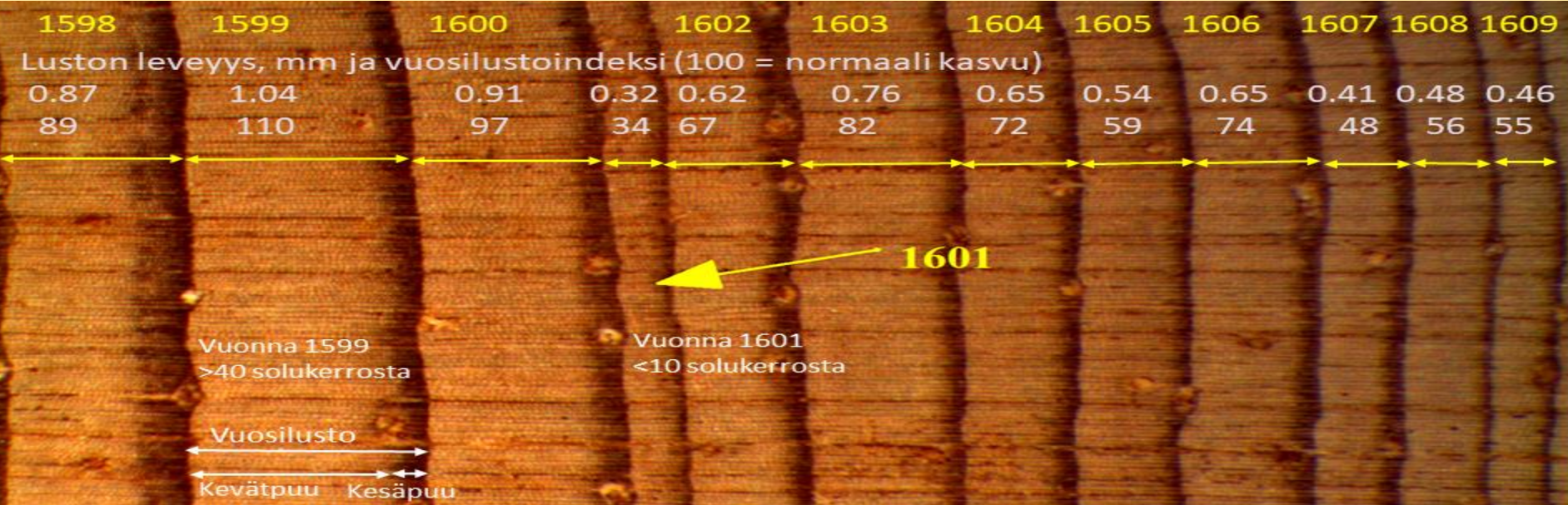
Informaatiofilosofia (MID)
Informaatioteknologia
Tiedon louhinta

INFORMAATIOANALYYSI

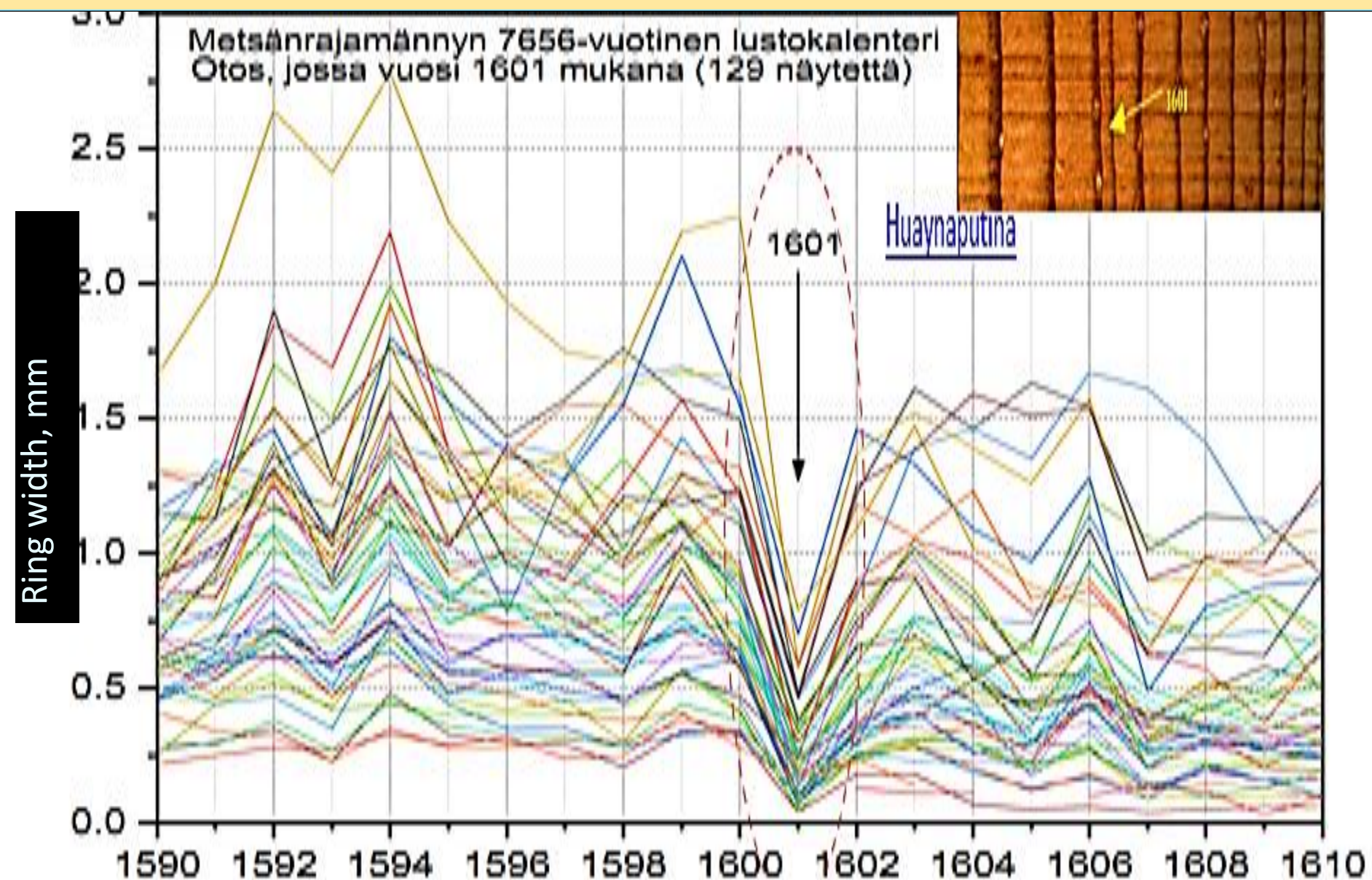
Lustotutkimuksissamme on määritelty neljä puuyksilön syntypisteen koordinaattiin (siemenen putoamis-
paikkaan) sidottua ulottuvuutta. Tuloksia esittelemme useimmiten vuosilustokalentereiden sisältämän **AIKA**-
akselin välityksellä. **PUUN RAKENNE JA OMINAISUUDET** mahdollistavat kalentereiden laatimisen mm.
lustoleveyksiin ja -tiheyksiin, pituuskasvuihin ja lustoihin tallentuneiden hiili-isotooppi-suhteisiin perustuen.
PAIKKA-ominaisuus tarjoaa pienilmastoihin liittyvien sääparametrien tutkimisen. Nämä tekijät
mahdollistavat lustotutkimuksen kansainvälisyyden ja monitieteisyyden. Kokoamme osaamistamme erilaisiin
tietojärjestelmiin, jolloin päästään tekemään **INFORMAATIOANALYYSIÄ**.

3. Globaalit tapahtumat vuosilustoissa

LUSTONLEVEYKSIÄ JA VUOSILUSTOINDEKSEJÄ VUODEN 1601 YMPÄRILLÄ



Huaynaputina-tulivuoren purkaus Perussa vuonna 1600 himmensi Lapin taivaan niin, että vuonna 1601 solukerrosten määrä (kasvu) jäi kolmannekseseen (~15 solukerrosta) ja seuraavanakin vuonna puoleen (~25 solukerrosta) normaaliin verrattuna (~50 solukerrosta). Jos sovelletaan tietoa ajatuksella yksi solukerros päivässä ja oletetaan kasvun loppuneen heinäkuun puoliväliin mennessä, olisi sen mukaan kasvukausi päässyt alkuun vasta kesä-heinäkuun vaihteessa. Se tarkoittaisi sitä, että kesäkuu oli niin viileä, ettei kertaakaan sattunut jaksoa, jolloin yli +5 asteen kynnyсарvo olisi ylittynyt useampana peräkkäisenä päivänä, mikä tarvitaan kasvukauden käynnistymiseen. Lisätietoa: [Helama et al. \(2013\)](#).



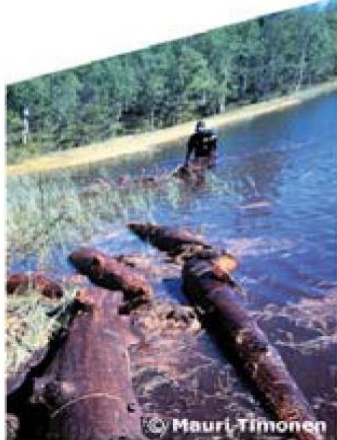
Nämä 129 näytettä todistavat Huaynaputina-tulivuoren voiman. Lapin männyn kasvu putosi noin kolmanneksen normaalista seuraavana vuonna (1601). Enemmän [piikkivuosianalyysistä](#).

4.

Lustotutkijoiden ja
paleoklimatologien
yhteistyö on
tuloksekasta



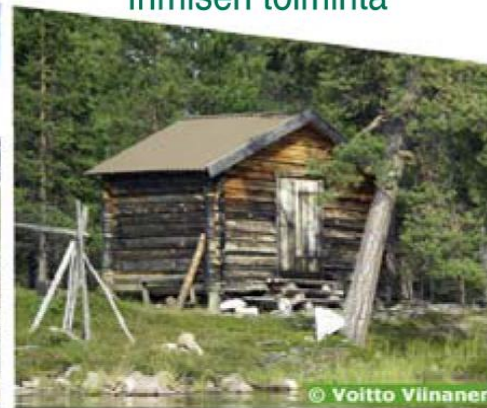
© Mauri Timonen



© Mauri Timonen



© Voitto Viinanen



© Voitto Viinanen



© Mauri Timonen

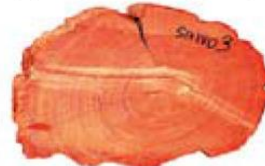


© Mauri Timonen

D E N D R O K R O N O L O G I A



Megafoossiilit:



Maakelot, kannot



Rakennuspuut



Pystykelot ja

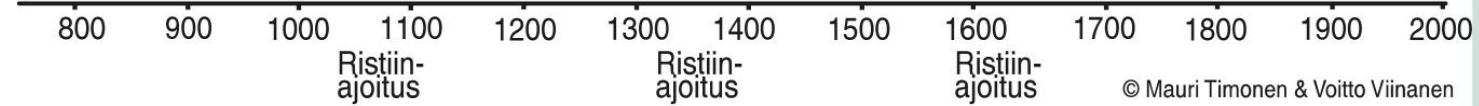
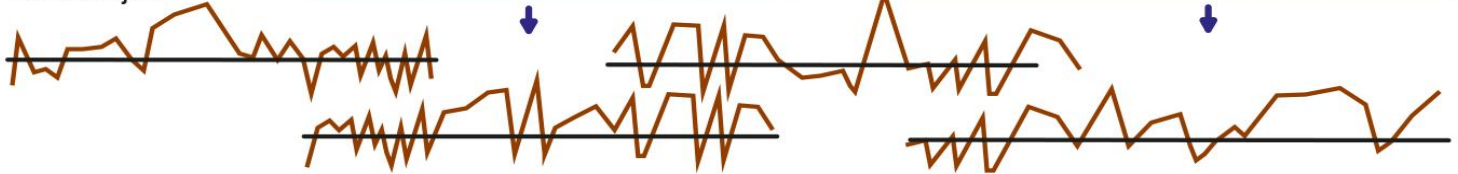
Elävät puut

Lustonäytteet:



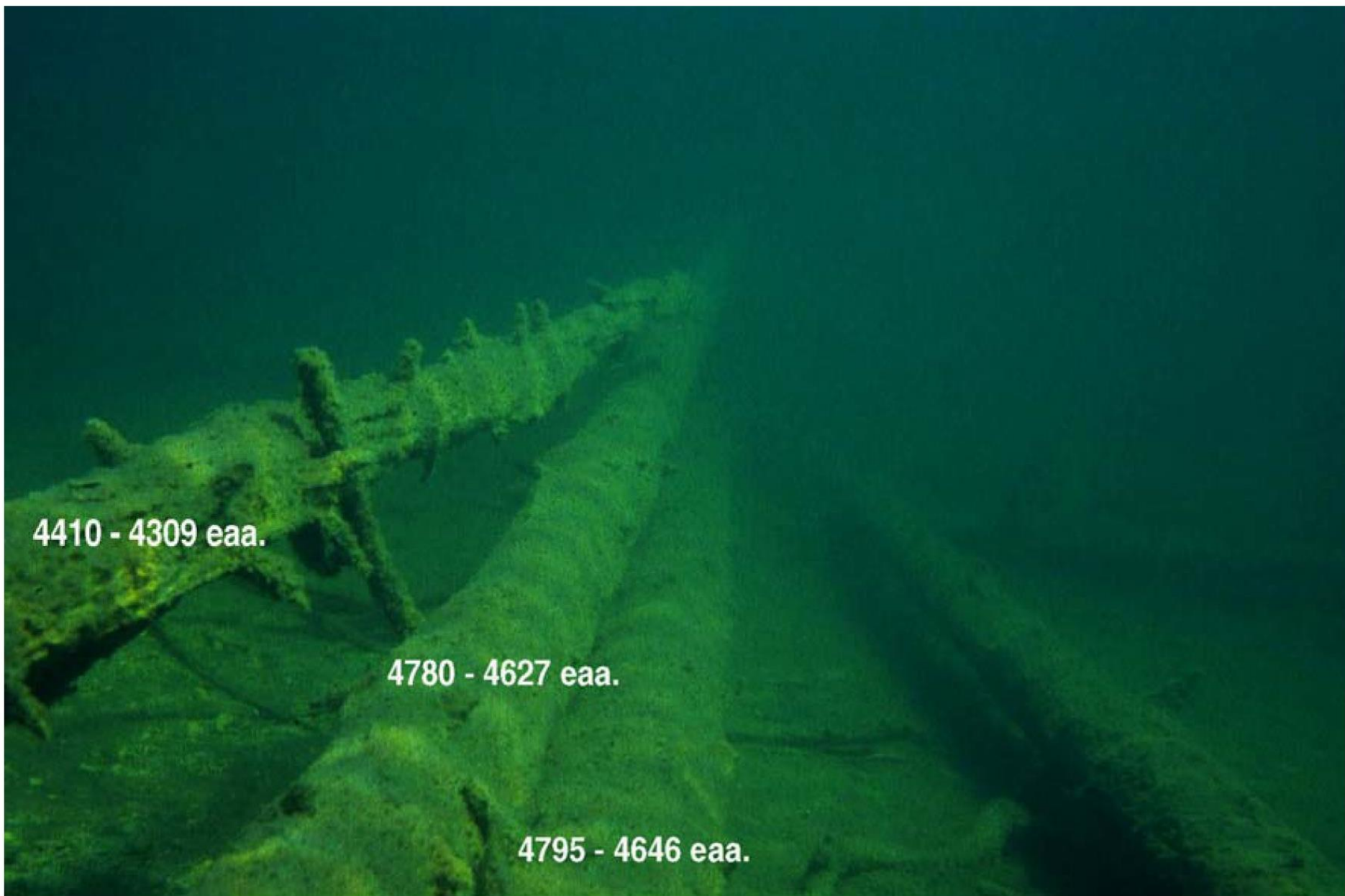
Kapeita vuosilustoja

Lustosarjat:



© Mauri Timonen & Voitto Viinanen

Kuva 2.1.3. Puunäytteiden ristiinajoitus perustuu saman kalenterivuoden lustojen paikallistamiseen eri näytteistä. Lapin kylmät kesät näkyvät männyssä kapeina vuosilustoina muodostaen viivakoodimaisen kuvion, mikä auttaa kohdentamaan näytteiden vastinvuodet toisiinsa. Kuvat Metla/Mauri Timonen ja Voitto Viinanen.



Kuva 2.1.2. Männyn nykyisen metsänrajan yläpuolisista pikku järvistä voi löytyä muinaisia mäntyrunkoja. Nämä Näkkälä–Pöyrisjärvitien vieressä sijaitsevan lammen pohjamudasta pilkistävät männyn megafossiilit elivät vajaat 7000 vuotta sitten. Kuva Metla/Mauri Timonen.

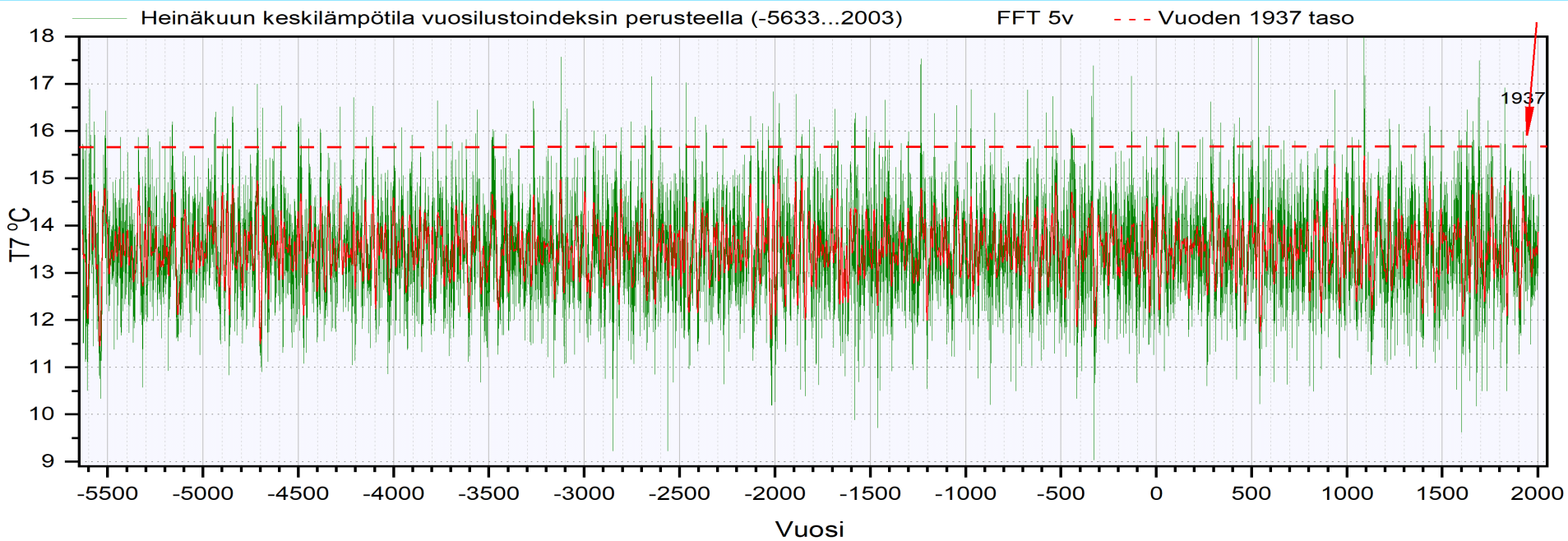
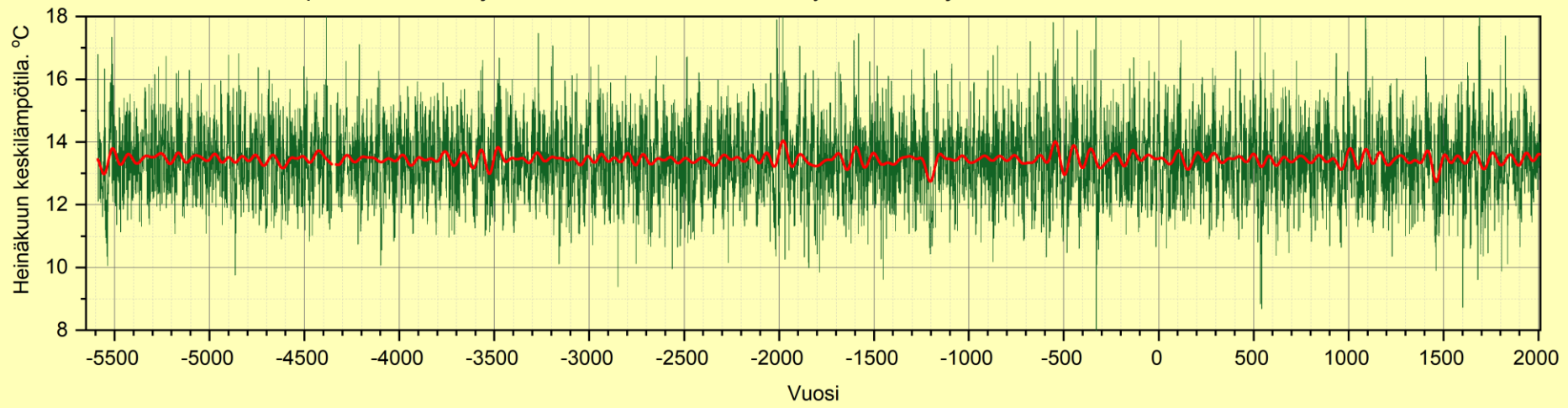


Tämä noin puolitoista metriä korkea kaveri on yli 4000-vuotinen vihnemänty, joka kasvaa yli 3600 metrin korkeudella Kaliforniassa White Mountains-vuorten Reed Flat-kukkulalla [Inyo National Forest-kansallispuistossa](#)

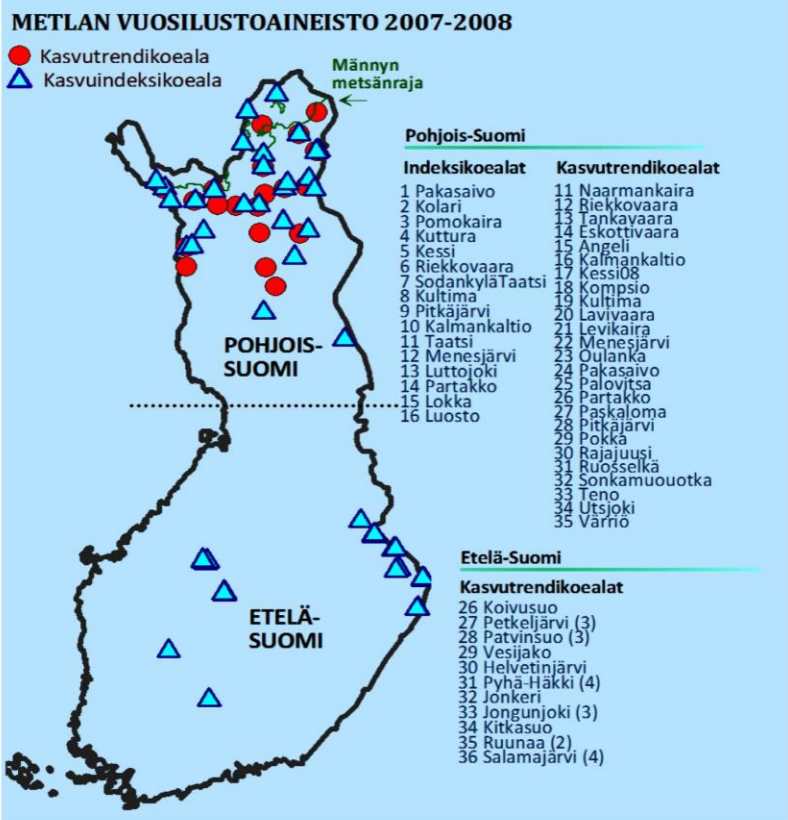
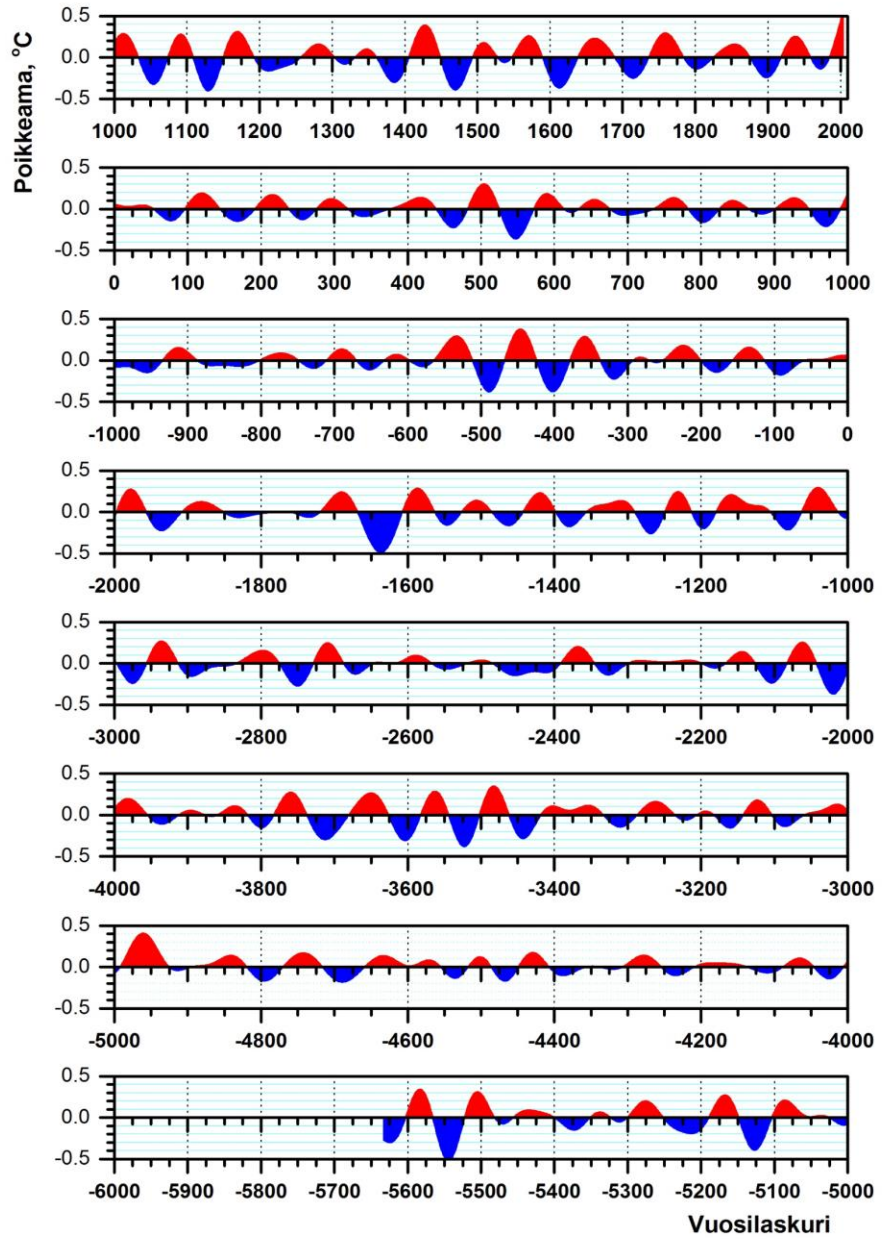
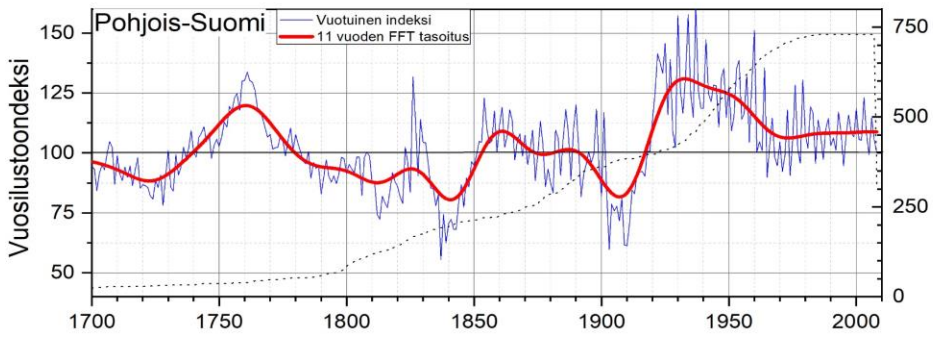
5. Lustokalerit

**Tuhansien vuosien pituiset
vuodentarkat lustokalenterit
ovat avanneet uuden maailman
holoseeniajan tapahtumiin.**

Heinäkuun keskilämpötila vuosittain ja 30-vuotiskeskisarvoina männyn metsänrajalla



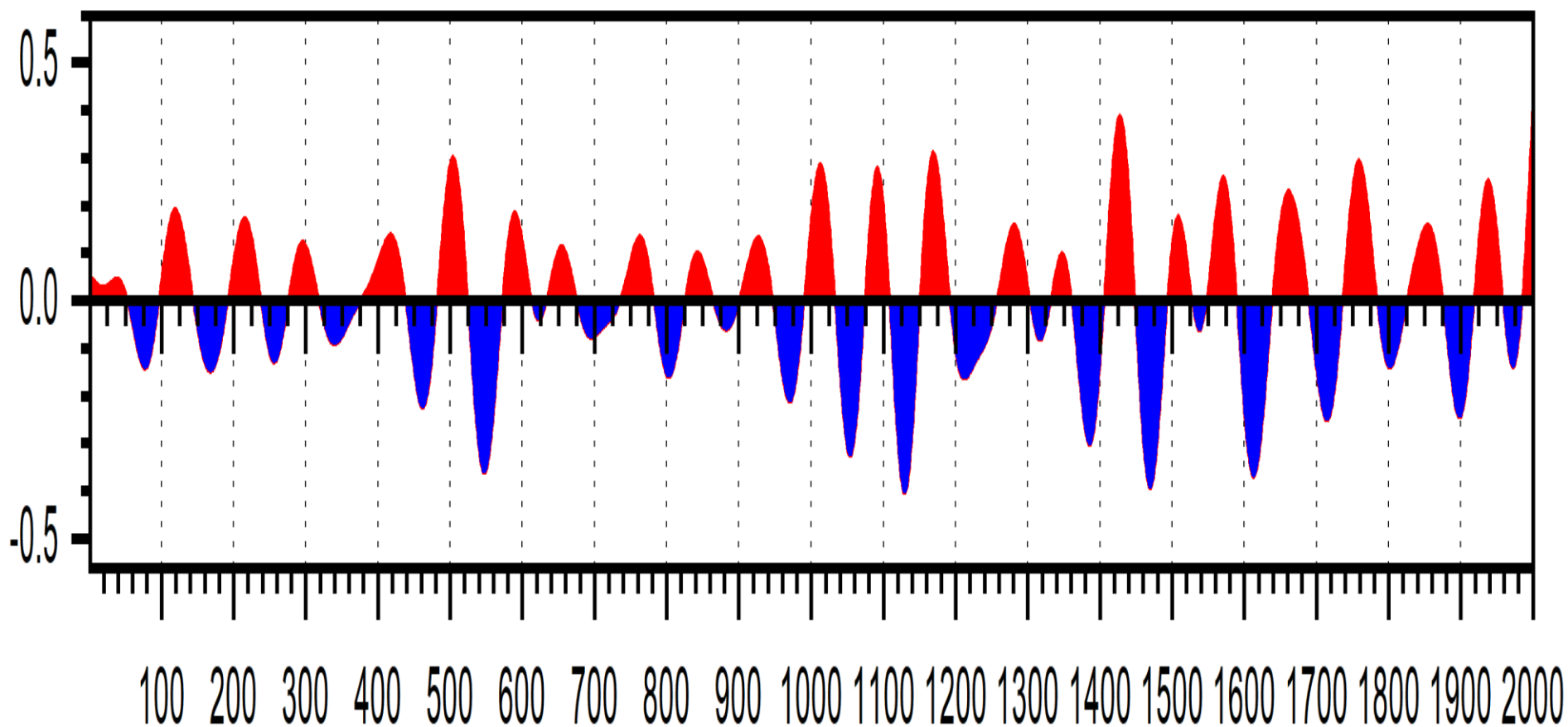
Lapin metsänrajamänty on viihtynyt 10 asteen haarukassa holoseenin 7500 vuoden aikana. Uudistuminen kynnyksenä on 12 asteen keskilämpötila heinäkuussa. Jos lämpötila putoaa sen alle, metsänraja alkaa perääntyä.



Kuva 1. Kasvutrenditutkimuksen aineisto koostuu Pohjois-Suomessa 25 tutkimusalueen yli 700 ja Etelä-Suomessa 11 tutkimusalueen yli 400 kairausnäytteestä. Vuosisikurin tarkkuus 95 %:n luotettavuustasolla on pohjoisessa $\pm 3.5\%$ ja etelässä $\pm 3.1\%$. Tulosten perusteella voidaan arvioida erityisesti kesänaikaisen ilmaston kehitystä viil-
meisten 300 vuoden aikana.

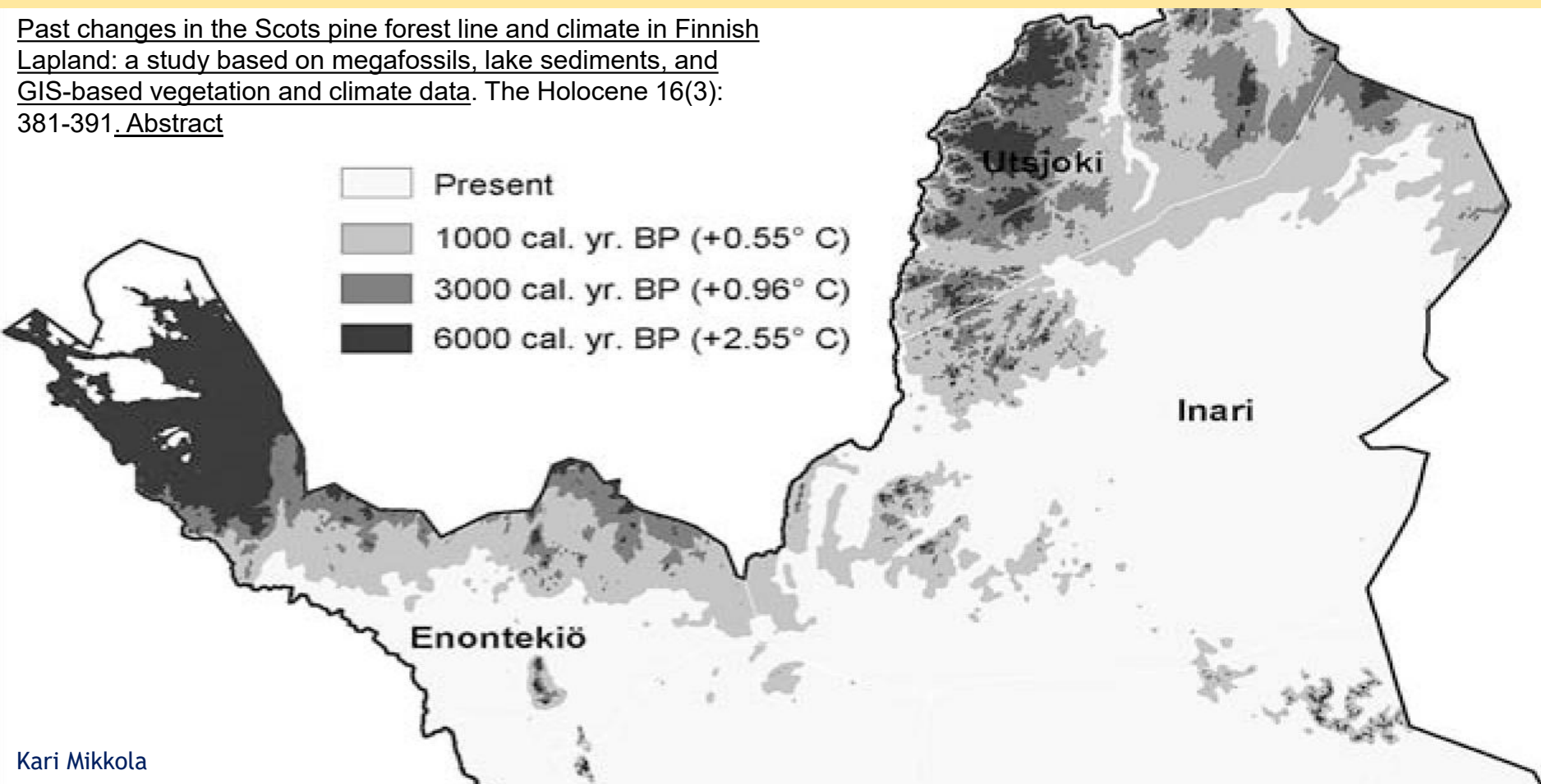
Vaikka minimi- ja maksimilämpötilat ovat olleet tutkitun 8000 vuoden ajan sangen tasaisia, se ei kuitenkaan tarkoita sitä, etteikö puiden kasvussa näkyisi satunnaista ja systemaattista vaihtelua. Pääsyyinä ovat Auringon aktiivisuus ja Maan kiertoradan vaihtelut.

°C Metsänrajamännyn lustoleveyksistä johdettu lämpötilakehitys. Tasoitus FFT50v.



Vaikka minimi- ja maksimilämpötilat ovat olleet tutkitun 7650 vuoden ajan sangen tasaisia, se ei kuitenkaan tarkoita sitä, etteikö puiden kasvussa näkyisi satunnaista ja systemaattista vaihtelua. Pääsyyinä kasvun vaihteluille ovat Auringon aktiivisuus ja Maan kiertoradan muutokset. Jos olosuhteet muuttuvat liikaa suuntaan tai toiseen, mänty joko peräytyy tai valtaa uusia alueita.

Past changes in the Scots pine forest line and climate in Finnish Lapland: a study based on megafossils, lake sediments, and GIS-based vegetation and climate data. The Holocene 16(3): 381-391. Abstract

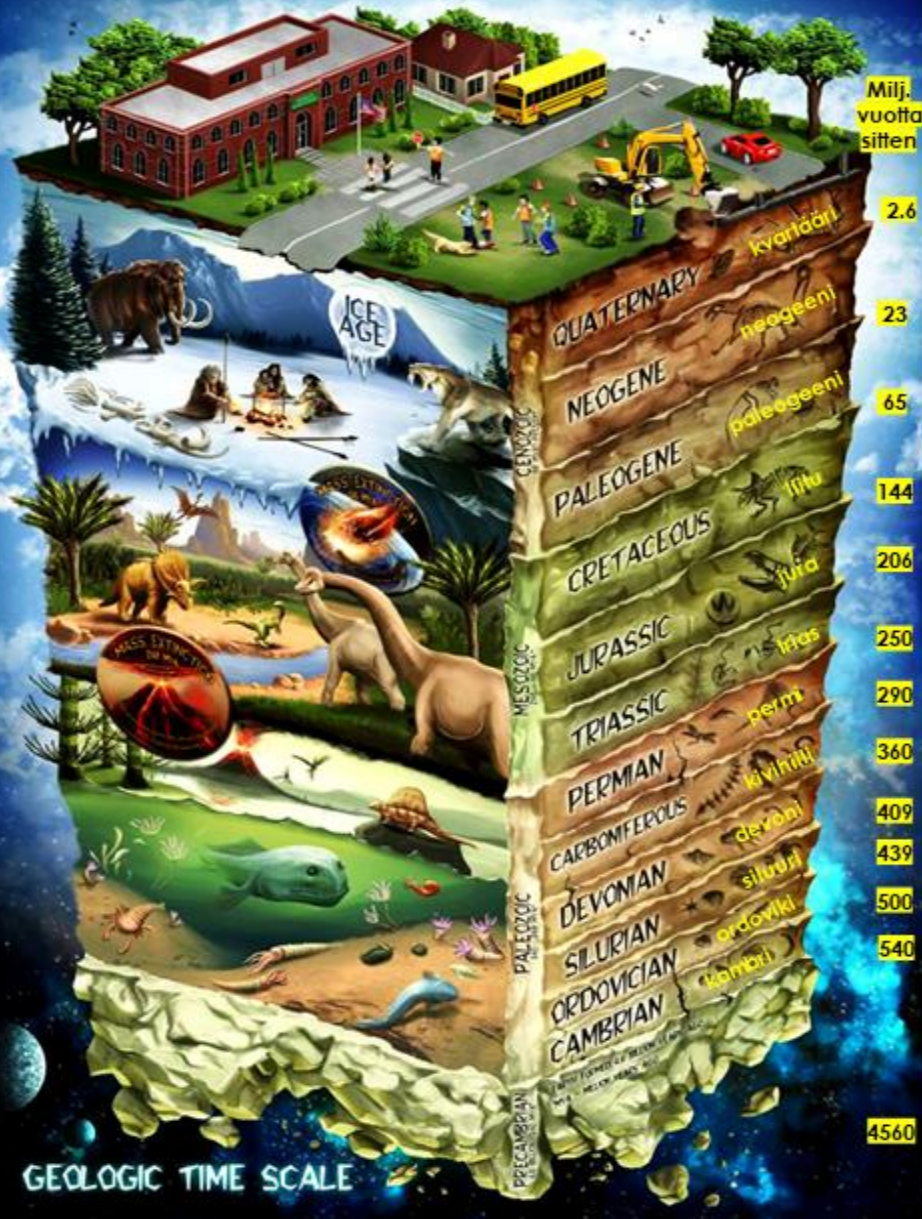


Kari Mikkola

Edellisessä kuvassa lustoindeksi pystyi kuvaamaan vain vuosien ja vuosikymmenien välistä lämpötilavaihtelua. Tässä esitellään yksi keino, jolla saadaan selville menneisyyden todelliset lämpötilaerot. Mänty saavutti laajimman levinneisyytensä 8300–4000 vuotta sitten, jolloin heinäkuussa oli vähintään 2,6 °C nykyistä lämpimämpää ja mäntymetsiä 13000km² nykyistä enemmän. Noin 3000 vuotta sitten ilmasto oli viilennyt 0,8 asteella ja metsät vähentyneet 2500 km²:llä. Keskiajan lämpökaudella oli edelliseen verrattuna selvästi viileämpää, mutta siltikin 0,6 °C nykyistä lämpimämpää ja mäntymetsiä oli 7200 km² nykyistä enemmän. Pienen jääkauden alettua noin 700 vuotta sitten, havainnot nykyisen metsänrajan yläpuolisista megafossiileista ja kannoista puuttuvat. Kävikö niin, että säiden viileneminen tyrehtyi uudistumisen moneksi sadaksi vuodeksi? Mäntymetsät alkoivat vallata takaisin menetettyjä kasvu-alueitaan merkittävämmässä määrin vasta viime vuosisadan pitkäaikaissäiden lämpenemisen myötä. Jos lämpötila nousee pysyvästi 0,6 °C:lla, kasvaa mäntymetsien pinta-ala kenties muutamassa sadassa vuodessa tuhansilla neliökilometreillä.

6.

Pintaa syvemmälle:
Maapallon elämän
läpileikkaus

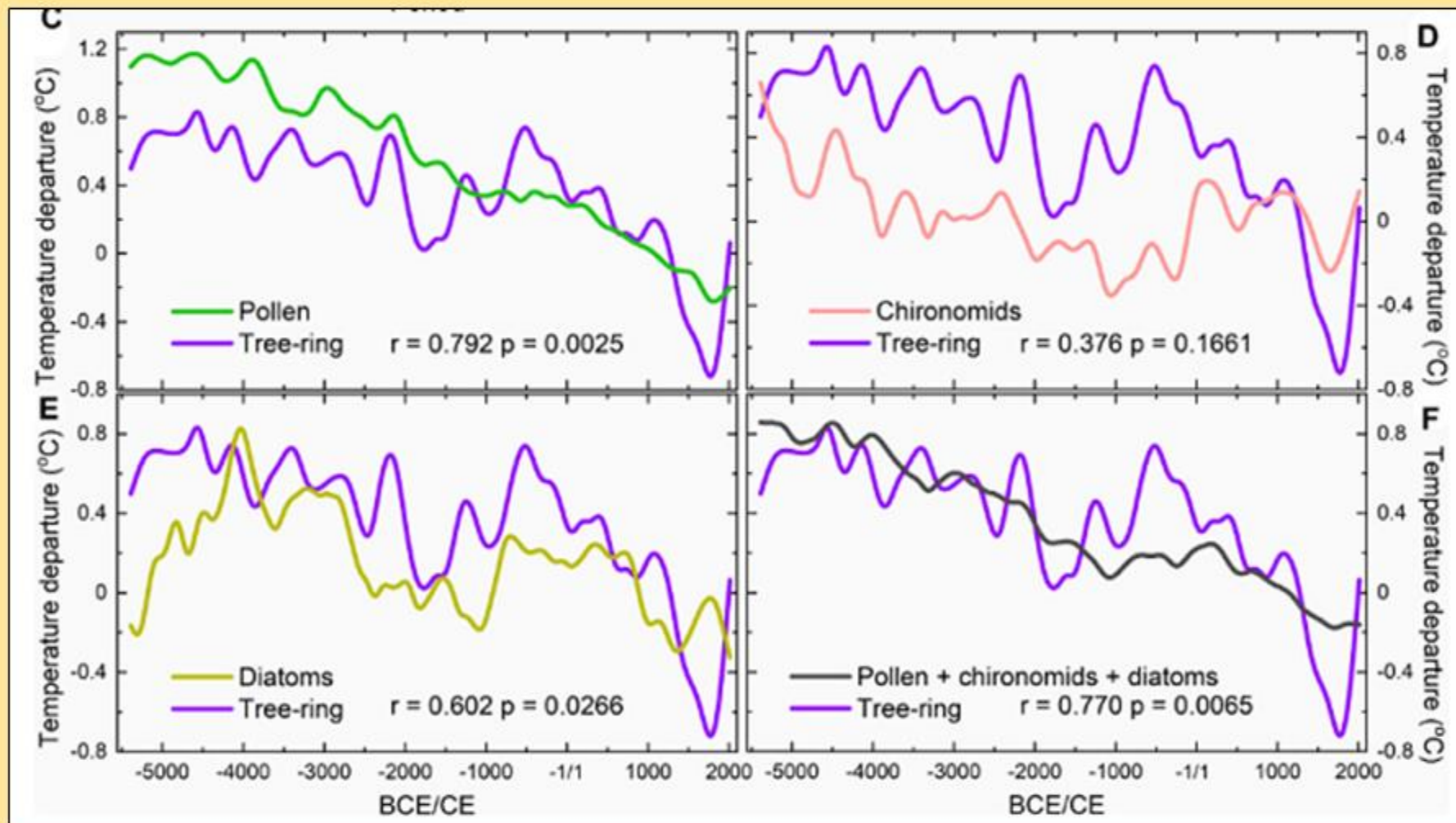


Ajan hammas muokkaa Maapallon elämää ja ilmastoa. Mannerliikunnot tuovat historian maan pinnalle silmiemme eteen. Tästä asetelmasta syntyvät myös todelliset ei-sykliset ilmastomuutokset, joista viimeisin päättyi noin 5 miljoonaa vuotta sitten eli ennen ihmiskunnan syntyä. Lähteet: [1 2 Wikipedia](#) ja Maan historia: [A correlated history of earth / by Pan Terra, Inc.](#) (klikkaa linkkiä ja zoomaa klikkaamalla kuvaketta oikeassa yläkulmassa).

7.

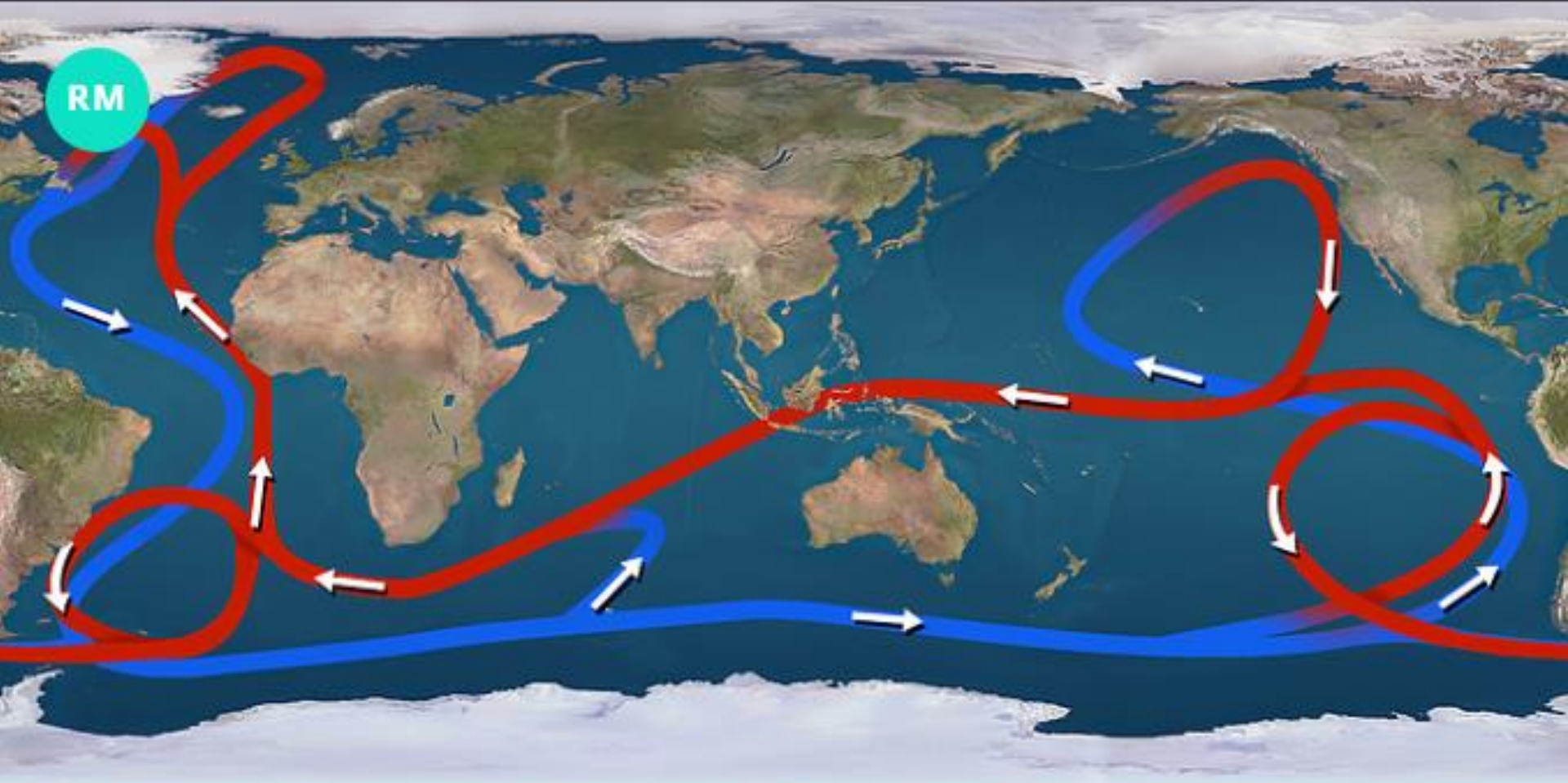
Lämpötilan kehitys
holoseenin aikana

Holoseenin keskilämpötilat arktisilla alueilla



Lapin metsänrajamännyn vuosilustoista lasketut holoseeni-ilmaston kesälämpötilat. Menetelmänä käytetty [sinivalotekniikka](#) kertoo keskimääräisen lämpötilan maaliskuusta syyskuuhun. Kuvan muut proksit eivät ole vuodentarkkoja (pollen–siitepöly, Chironomids–surviaissäsket ja Diatoms–piilevät), josta syystä niiden data on vaimentunutta (damping-ilmio). Viite: Helama ym. 2022. [Disentangling the Evidence of Milankovitch Forcing From Tree-Ring and Sedimentary Records](#) (Fig. 6.)

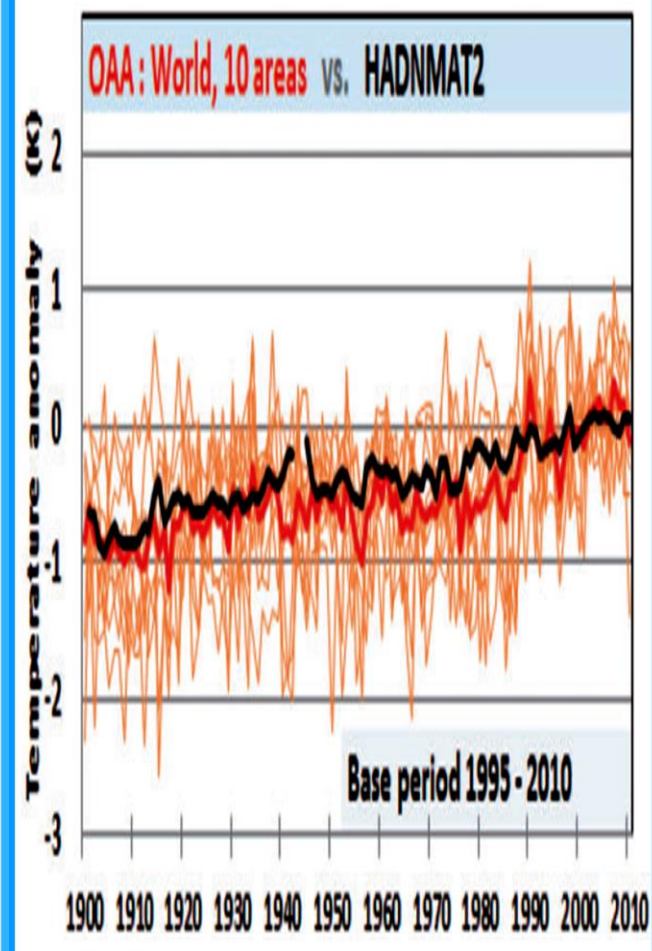
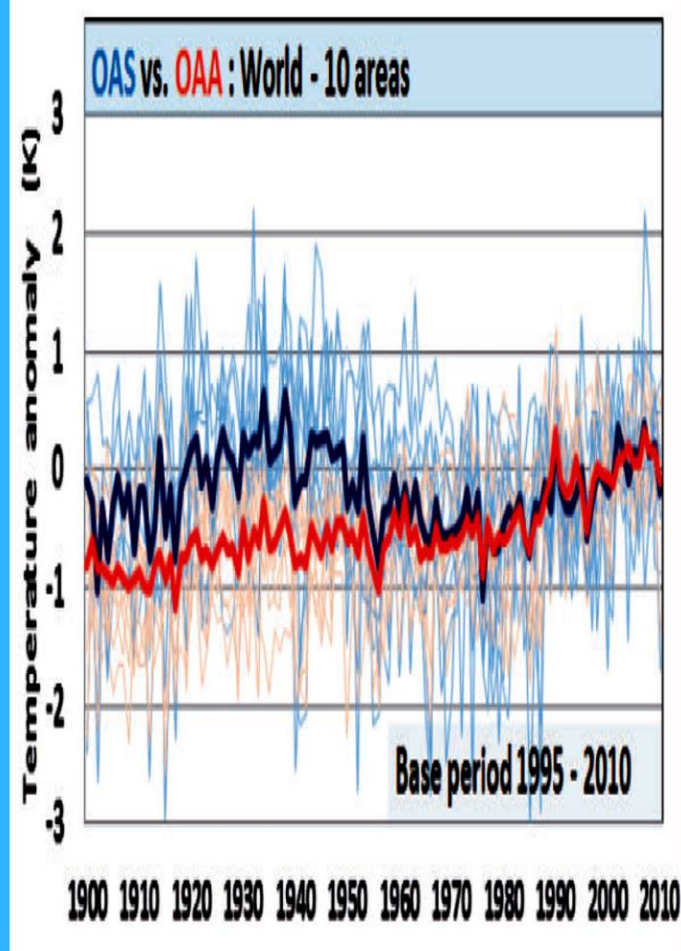
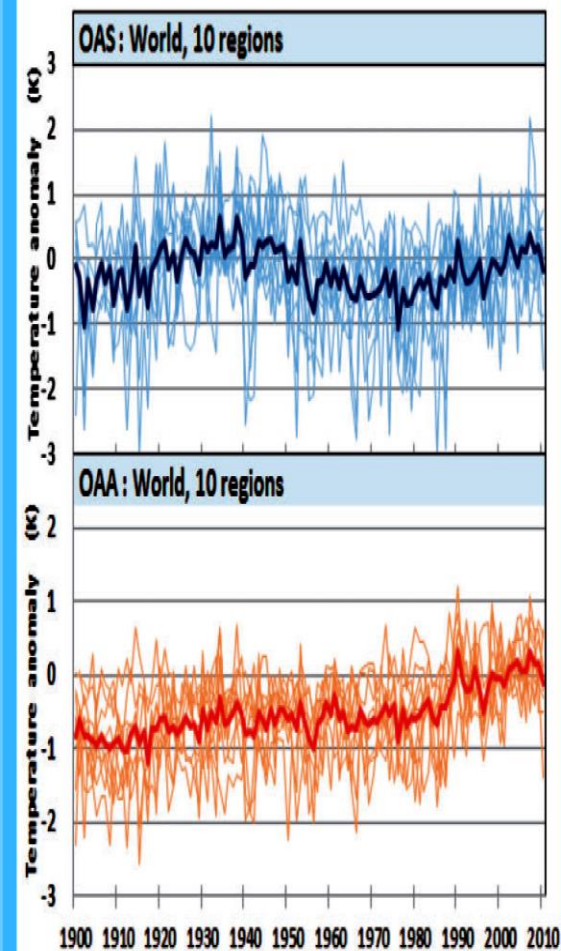
8.
Merten rooli
ilmastojärjestelmässä



Maapallon merivirroista. Kylmät syvän meren virrat ovat kuvassa sinisiä ja lämpimät pintavirrat punaisia. Pintavirtoja ohjaavat tuulet. Syvän meren virtauksiin vaikuttavat veden lämpötila- ja suolapitoisuuserot.

Etelämantereen ympärillä on itään virtaava Etelämantereen napavirta, joka on maapallon voimakkain merivirta. Golfvirta syntyy Karibianmerellä ja kulkee Yhdysvaltojen itärannikkoa pitkin ennen Atlantin ylittämistä. Se pitää Länsi-Euroopan huomattavasti lämpimämpänä kuin se muuten olisi. Pasaatituulet ajavat vettä länteen päiväntasaajaa pitkin ja keskileveysasteilla itätuulet ajavat vettä itään. Nämä vastakkaiset tuulet saavat valtamerialtaiden virtaukset muodostamaan pyörteitä tai jättimäisiä silmukoita.

Karsten Schneider/science photo library.



Kysymys:

Miksi ilmastotutkimuksessa vaietaan merten viiveellisen lämmönsiirron todellisesta merkityksestä alailmakehän lämpötiloihin? Eikö asiaa tunneta vai pelätäänkö sen julkisen hyväksymisen horjuttavan käsitystä trendimäisestä lämpenevästä globaali-ilmastosta?

Viite: [Pienen jääkauden jälkimainingit 1900-luvulla](#)

Merten monisatavuotinen viiveellinen lämmönsiirto alailmakehään

[mt 160225](#)

Säät ovat tietyiltä osin menneisyytensä (ilmastohistorian) ”lapsia”

Lansner & Pedersen julkaisivat 2018 ilmastoasemien muokkaamattomiin lämpötilamittauksiin perustuvan analyysin, jonka data jaettiin meren puoleisiin (OAA) ja meren suojaisiin (OAS) ilmastoasemiin. Maapallon kattaviin alueellisiin datoihin perustuvan tutkimuksen tulos oli yllättävä: on itse asiassa olemassa [kahdenlaista ilmastoa](#): suoran auringonsäteilyn aiheuttamaa viiveetöntä meren suojaista OAS-lämpöä ja meren puoleista OAA-lämpöä, jonka jokerikorttina on merten viiveellisen lämmönsiirto ilmakehään.

Erikoista asiassa on, että OAS-lämmöt kertovat [reaaliaikaisesta](#) kalenterivuosien rajaamasta lämmöstä, esimerkiksi L&P:n käyttämälle jaksolle 1900–2010. OAA-lämmöt sen sijaan sisältävät sekä Auringon suoran säteilyn että merten [viiveellisen](#) lämmönsiirron seurauksena vuosikymmenten, tai mahdollisesti jopa monisatavuotisen lämpötilahistorian.

Kun nuo kaksi ajan suhteen erilaista lämpötilakertymää vaikuttavat samassa datassa, keskiarvot eivät enää olekaan vuodentarkkoja vaan aiempien vuosikymmenten/vuosisatojen tasoittamaa [keskiarvotietoa](#).

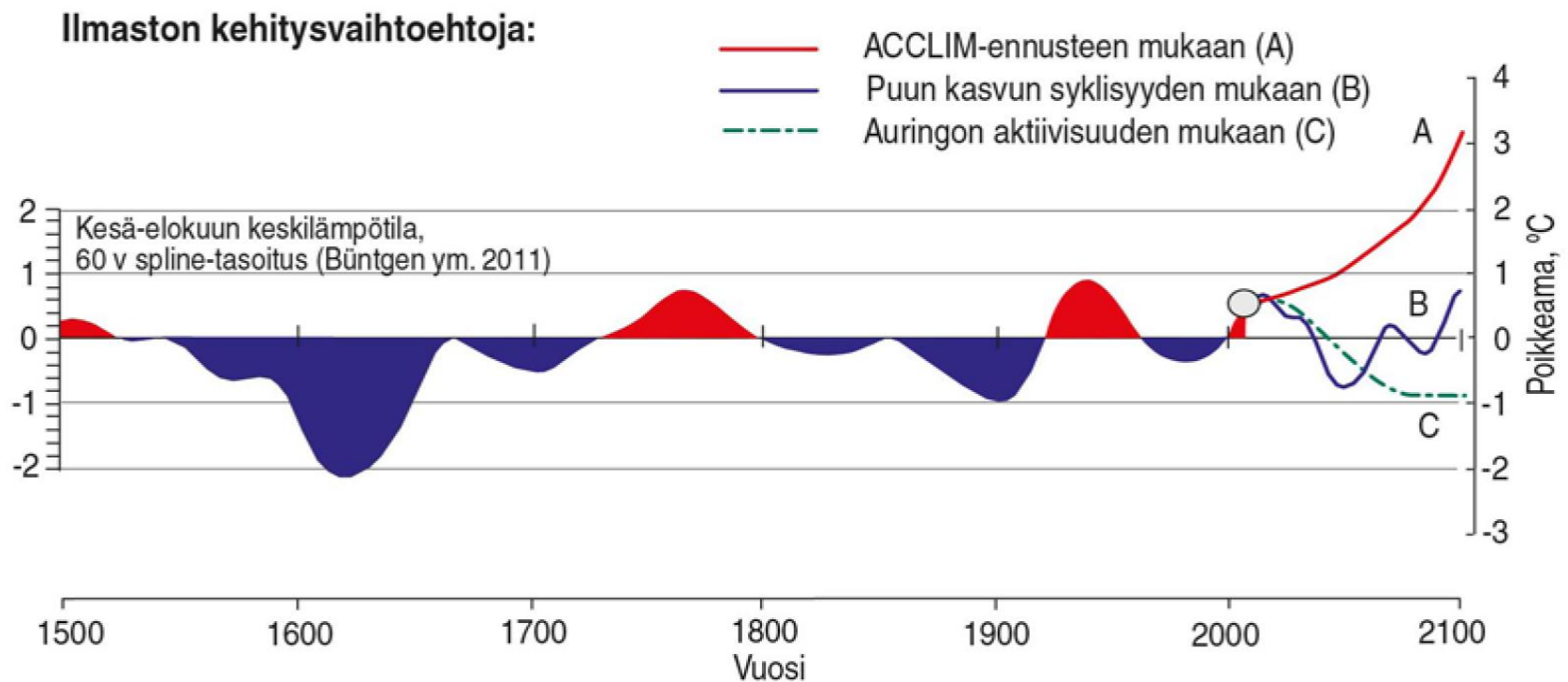
Merten viiveellisen lämmön etumerkki määräytyy edeltävän ilmastohistorian perusteella. Se voi olla vaikutukseltaan ilmastoa lämmittävää, viilentävää tai neutraalia. Jos ilmastohistoriaa ei huomioida, ollaan [suurten virhelähteiden](#) äärellä. Vain silloin, kun mittausta edeltävä ilmasto on samanlainen kuin mittauksen aikainen ilmasto, jää viiveellisen lämmön merkitys vähäisemmäksi tai jopa merkityksettömäksi.

Koska ”viralliset” lämpötiladatat sisältävät sekä [reaaliaikaista](#) että [ajan suhteen korruptoitunutta](#) mittaustietoa, voivat nykyiset globaalien ilmastotrenditutkimusten tulokset [tuloksiltaan harhaisia](#). Niitä ei voi missään tapauksessa suositella otettavaksi päätöksenteon apuvälineiksi!

[Viite: Ilmaston Gordionin solmu.](#)

9.

Minne menet,
ilmastohistorian
vaivaama ilmasto?



Kuva 2.1.17. Lapin metsänrajamännyn puuaineen tiheyden pohjalta lasketussa kesä-elokuun keskilämpötilassa (Büntgen ym. 2011) näkyy pikku jääkauden viileys (sininen väritys) ja 1930-luvun lämpimyyttä (punainen väritys). Ilmasto voi kehittyä seuraavan sadan vuoden aikana seuraavasti: A) Ilmatieteen laitoksen ACCLIM-hankkeessa Pohjois-Suomelle laaditun ennusteen mukaisesti (punainen viiva); B) puun kasvun syklisen vaihtelun mukaisesti (sininen viiva) ja C) Auringon aktiivisuuden mukaan (vihreä pistekatkoviiva). Kaikki tulevaisuuskuvat ovat viitteellisesti suuntaa antavia. Kuva päivitetty 17.9.2012.

Muuttuuko ilmasto? Käytännössä hyvin harvoin, sillä viimeisin todellinen (ei-syklinen) ilmastonmuutos päättyi noin 5 miljoonaa vuotta sitten. Sen jälkeen säät (myös ”pitkäaikaissäät”) ovat vaihdelleet luontaisesti (syklisesti, satunnaisesti ja viiveellisesti). Kaikkia näitä kolmea tekijää luullaan yleisesti ”ilmastonmuutoksiksi”, vaikka kyse on pelkästään Maapallon elämiseen (ilmastodynamiikkaan) liittyvistä sisäisistä vaihteluista. Asiaa voi verrata vaikkapa yön ja päivän väliseen eroon. Tätäkään syklistä ilmiötä ei kutsuta ”ilmastomuutokseksi”.

Mikä on ilmastonmuutos?

Ilmastonmuutos (tiet.)	Ilmastonmuutos (pol.)
• Pitkäaikainen muutos ilmakehän koostumuksessa tai ominaisuuksissa	• Pitkäaikainen muutos ilmakehässä, luonnollisen vaihtelun lisänä
• Paikallinen, alueellinen tai globaali	• Vain globaali
• Ei rajaa vaikuttavia tekijöitä	• Vain ihminen tekijänä, suoraan tai välillisesti
• Käytössä terminä tieteellisissä tutkimuksissa jo yli sata vuotta • IPCC:nkin käyttämä	• YK:n määritelmä 1992 (UNFCCC) • Korvannut ilmaisan "ihmisperäinen globaali lämpiäminen"
• Käytössä tälläkin luennolla	• Käytössä mediassa, politiikassa, sekä Esson baarissa

Tässä kuvasarjassa käsitellään sekä ilmaston vaihteluita että ilmastonmuutosta. Koskien jälkimmäistä, teemana on tieteellinen ilmastonmuutos (**ilmastonmuutos (tiet.)**) ehdolliset päätöksentekoon kantaa ottavat ohjeistukset tai suositukset perustuvat täten tieteelliseen tutkimukseen – eivät poliittisesti painottuneen ilmastotieteen (**ilmastonmuutos (pol.)**) näkökulmaan. Tiedot asiakirjasta YK, UNFCCC Press Fact Sheet: Climate change science (2011)

Pohdintaa 1 (3)

Sanasta "ilmastonmuutos" on tullut "mantrailmaisu", jolla yritetään päteä paremman tiedon puutteessa. Jotta tietäisi enemmän, on osattava tehdä selvä ero käsitteiden "sää" ja "ilmasto" välillä. Säästä toki jokaisella on jonkinlainen käsitys: tiedetään esimerkiksi, että säät vaihtelevat päivittäin ja että tulevia säitä voi ennustaa vaihtelevalla menestyksellä päiviksi ja jopa viikoiksi eteenpäin. Ilmasto vaatii syvällisempää tarkastelua.

Markus Lehtipuu on analysoinut monesta näkökulmasta useissa kirjoituksissaan ilmasto-käsitettä (1). Määritelmänsä mukaan kyse on menneen kauden, esimerkiksi 30 vuoden säätilastojen yhteenvedosta, joka kuvataan tilastollisilla tunnusluvuilla. Säät nykyhetkestä eteenpäin ovat seuraavien 30 vuoden ajan pelkkiä numeroita (lämpötiloja Celsius-asteina, tuulen nopeuksia metriä sekunnissa, ilmankosteutta prosentteina jne). Vasta jakson lopussa voidaan tehdä seuraava yhteenveto.

Ilmastohistorian kansiin saadaan aikanaan pitkiäkin koosteita, mutta reaaliaikaista tietoa kaipaavaa määritelmän mukainen "ilmastonmuutos" ei tavoita kuin kerran 30 vuodessa.

Pohdintaa 2 (3)

Kysymykseen ”onko ilmasto muuttunut” vastaaminen on tieteensä hyvin hallitsevalle tutkijallekin visainen tehtävä. Vaikka yksittäiset tekijät muuttuvat ilmastodynamiikassa, ne eivät välttämättä näy keskiarvoissa. On tarkasteltava myös jakaumia. Sääparametrien mittaamiseen perustuva ilmastotiede on kuin häntäänsä takaa ajava koira, sillä valmista ei tule koskaan. Mittaustiedot jäävät aukkoisiksi ilmastodynamiikassa ristiin rastiin vaikuttavien tekijöiden vuoksi. Tilastotieteellisesti ilmaistuna se tarkoittaa datan heikkoa validiteettia eli kyvyttömyyttä kuvata luotettavasti tutkittavaa ilmiötä. Vaikka dataa olisi runsaastikin käytettävissä, edelleenkin painitaan kohisevan datan kanssa. Juuri tästä syystä mallit toimivat vaihtelevasti.

Parempi lähestymistapa olisi keskittyä ilmastovyöhykkeiden (Köppenin ilmastoluokitus ym.) ominaispiirteiden tutkimiseen ja seuraamiseen, jolloin Aurinko-avaruusdynamiikka tulee kytketyksi luonnolliseksi osaksi säiden pitkäaikaisvaihtelua.

Syklisyydellä on keskeinen rooli ilmastojärjestelmän toiminnan säätelyssä. Se näkyy muun muassa pohjoisella pallonpuoliskolla merivesien lämpötilavaihtelun välityksellä 50–90 vuoden pituisina AMO-sykleinä.

Pohdintaa 3 (3)

Syklit eivät koskaan ole samanlaisia ilmastodynamiikassa tapahtuvan jatkuvan elämisen vuoksi. Vaikka AMOn ja lukuisten muiden syklien (2) toisiaan vahvistava tai heikentävä dynamiikka onnistuttaisiin jollain keinoin hallitsemaan, tilannetta jää hämmentämään ”ilmastohistoria”, mikä merkitsee merten kymmenien ja satojen vuosien viiveellisen lämmön sekoittumista osaksi nykylämpötiloja.

On olemassa kahdenlaista dataa: meren puoleisilla ns. OAA-ilmastoasemilla näkyy ilmastohistorian (viiveellisen lämmönsiirron) aiheuttama mittausdatojen korruptoituminen ajan suhteen, toisin kuin meren suojaisilla ns. OAS-asemilla, joissa dominoivat Auringon reaaliaikaiset aktiivisuusvaihtelut. OAA-datojen korruptoituminen ajan suhteen näkyy globaaleissa lämpötilakeskiarvoissa **valetrendeinä**, mikä vie pohjaa kaikilta globaaleilta lämpötilatarkasteluilta.

Vastaukseni esitelmäni otsikkoon: **säiden luontainen vaihtelu ja mantrailmaisuus ”ilmastonmuutos” ovat käytännössä sama asia.**

Viitteet:

- 1: Markus Lehtipuu: [ilmasto tietosanakirjan mukaan](#)
- 2: [Sykliä maailma](#) (koonnut Jyrki Itkonen)