

## Johdanto World Climate Report-sivustossa 20.06.2008 esitetyn posterireferointiin

Euroopan lustotutkijat kertovat tuoreimmista tutkimustuloksistaan vuotuisissa TRACE- kokouksissa. Niiden yhteydessä kokoontuu myös Euroopan lustotutkimusyhdistys ATR (Association of Tree-Ring Research, <http://www.tree-ring.org/>). Puola isännöi tämänvuotista TRACE 2008-kokousta (<http://www.trace2008.us.edu.pl/>). Järjestelyistä vastanneet Silesian ja Wroclavin yliopistojen edustajat olivat valinneet kokouspaikaksi Zakopanen. Kokouksen tieteellinen anti muodostui noin 40 esitelmäästä ja 40 posterista (<http://www.trace2008.us.edu.pl/Abstracts.html>).

Suomen edustajina kokouksessa olivat Metlan professori Kari Mielikäinen ja allekirjoittanut. Tieteellinen esityksemme koostui kahden posterin muodostamasta teemakokonaisuudesta, jonka aiheena oli suomalainen ilmastonmuutos puiden vuosilustoista tulkittuna. Metsien kasvutrendejä käsittelevässä posterissa ([http://lustiag.pp.fi/gt\\_trace2008h.pdf](http://lustiag.pp.fi/gt_trace2008h.pdf)) arvioitiin ilmastonmuutoksen näkymistä Suomen metsien kasvussa. Lapin metsänrajamännyn yli 7600-vuotisen lustosarjan ja sen lähdeaineiston spatiotemporaalinen (kohteen sijainti/ominaisuus/aika) analyysi oli aihepiirinä toisessa posterissamme ([http://lustiag.pp.fi/gt\\_trace2008\\_cyclic.pdf](http://lustiag.pp.fi/gt_trace2008_cyclic.pdf)).

Lapin pitkän lustokronologian analysointi on vahvistanut ilmaston vaihtelevan luontaisesti jopa tuhansien vuosien aikaperspektiiveissä. Ilmaston vaihtelun kirjoon kuuluvat edellisen lisäksi äärevyys, trendimäisyys, jaksoittaisuus ja yhtäkkiset muutokset toimintatilasta toiseen. Vuonna 2002 Holocene-sarjassa julkaistun Lapin pitkän ja vuodentarkan lustosarjan spatiotemporaalinen analysointi on tarkentanut arviota muinaisten kesien keskilämpötiloista ja lämpötilavaihteluista Suomessa (tai ainakin männyn metsänrajalla). Analyysin päätulos: aiemminkin on ollut lämmintä, ja jopa nykyistä selvästi lämpimämpää.

Esittelimme Zakopanen kokouksessa kuluvaan vuosisadan ilmaston luontaista vaihtelua kuvaavaan alueellisen ennustemallin. Se perustuu viimeisten 500 vuoden ilmastossa havaittuihin tiettyihin säännönmukaisuuksiin. Ilmastoennustemme, valtavirrasta poiketen, lupaa lähivuosikymmeniksi viilenevää. Eräissä venäläisissä tutkimuksissa on päädytty samansuuntaisiin tuloksiin. Huomattakoon kuitenkin, ettei luontaisen vaihtelun mallimme sisällä mahdollista ihmisperäistä ilmastovaikutusta.

Nykyinen keskustelu ilmastonmuutoksesta on muuttunut ihmisperäisen lämpenevän ilmaston vaihtoehtoa korostavaksi. Sen myötä on osa ilmaston luontaisistakin vaihteluista luettu ihmisen toiminnasta aiheutuneeksi. Virheelliset tulkinnat ja pitäytyminen vain yhden vaihtoehdon (tässä tapauksessa lämpenevän) ilmaston varaan saattaa muodostua kohtalokkaaksi kylmän ilmaston ja suurten luonnonvaihteluiden maissa kuten Suomessa. Seuraavaan jääkauteen johtava ilmaston vähittäinen viileneminen ja siihen liittyvä äärevöityminen nälänhädän (!) uhkineen ovat pohjoisilla leveysasteilla asia, johon yhteiskunnan on syytä varautua ja panostaa hyvissä ajoin. Postereissamme esitelty metsänrajamännyn menneisyydestä tuoma viesti antaa tukea tällaiselle ajattelulle.

Posteriteemamme on saanut myönteistä palautetta mm. World Climate Report-sivuston toimitukselta ([http://www.worldclimatereport.com/index.php/20\\_08/06/20/finnish-finish-global-warming](http://www.worldclimatereport.com/index.php/20_08/06/20/finnish-finish-global-warming)). Vaikka minua saatetaan arvostella viitatessani tähän sivustoon, teen silti niin, koska sen toimitus on onnistunut varsin hyvin kiteyttämään lustotutkimuksemme joitakin keskeisiä tuloksia. Seuraavilla sivuilla on heidän raportistaan laatimani käännös. Se ei ole sanatarkka, sillä olen täsmentänyt joitakin ilmaisuja ja tehnyt joitakin lisäyksiä. Lisäksi olen jättänyt huomioimatta jotkut mielipiteenomaiset välikommentit.

Rovaniemellä 02.08.2008 Mauri Timonen

PS. Lustiaan on tulossa oma seurantasivustonsa netissä käytävästä sellaisesta lustotutkimuskeskustelusta, jossa viitataan tämän sivuston sisältöön tai jopa referoidaan sitä (esimerkkinä tämä WCR-toimituksen kommentointi).



Levitunturissa ravintola Tuikusta noin 30 metriä kaakkoon sijaitseva metsänrajamänty ”Levipuu” edustaa 1750-luvun suotuisan uudistumisjakson puusukupolvea. Puusta tarkemmin <http://lustiag.pp.fi/levipuu.pdf>.

## World Climate Report -arviointi: Finnish Finish “Global” Warming)

### ”Suomalaista viileyttä ilmaston lämpenemiseen”

Silesian<sup>1</sup> ja Wrocławin<sup>2</sup> yliopistot järjestivät lustotutkijoiden kansainvälisen konferenssin Puolan Zakopanessa. Samassa yhteydessä pidettiin Euroopan lustotutkimusyhteisön (ATR<sup>3</sup>) vuosikokous. Yli 100 tutkijaa, useimmat Euroopasta, esittelivät tuoreimpia tutkimustuloksiaan. Osallistujista kolme oli amerikkalaisia, yksi Penn Staten ja kaksi Missourin yliopistoista. ATR on tutkijoiden riippumaton tieteellinen yhdistys, jonka tavoitteena on tuottaa objektivista tietoa ilmastonmuutoksesta.

Eräs esitys oli otsikoltaan “*Ilmaston vaihtelut (jaksot ja trendit) sekä niiden ennustaminen puulustoista*” (Climate variation (cycles and trends) and climate predicting from tree-rings; linkissä [http://lustdiag.pp.fi/gt\\_trace2008\\_cyclic.pdf](http://lustdiag.pp.fi/gt_trace2008_cyclic.pdf)”).

Emme tavallisesti referoi konferenssiesityksiä *World Climate Report* -sivustollamme. Teemme kuitenkin tällä kertaa poikkeuksen, sillä tämä tutkimus on jatkoa Holocene-sarjassa aiemmin julkaistuille tuloksille. Lisäksi kyse on tutkimuksesta, jonka tekijät ovat julkaisseet töitään merkittävässä tieteellisissä sarjoissa.

Tutkimuksesta vastaavat Metsäntutkimuslaitoksen ja Helsingin yliopiston ns. Advance-10K<sup>4</sup>-tutkijaryhmän tutkijat. He johdattavat aiheeseen toteamalla seuraavaa:

“Metsänrajamännyn (*Pinus sylvestris* L.) kasvu riippuu voimakkaasti kesä-heinäkuun lämpöoloista. Männyn puuaineksen poikkeuksellinen säilyminen ja kertyminen vähähappisten ja jääkylmien järvien pohjamutiin on mahdollistanut 7642 vuoden (vuosi 2008 mukaan lukien) pituisen vuodentarkan lustokalenterin laatimisen.”

Tämä merkitsee sitä, että kesänaikaiset lämpö-

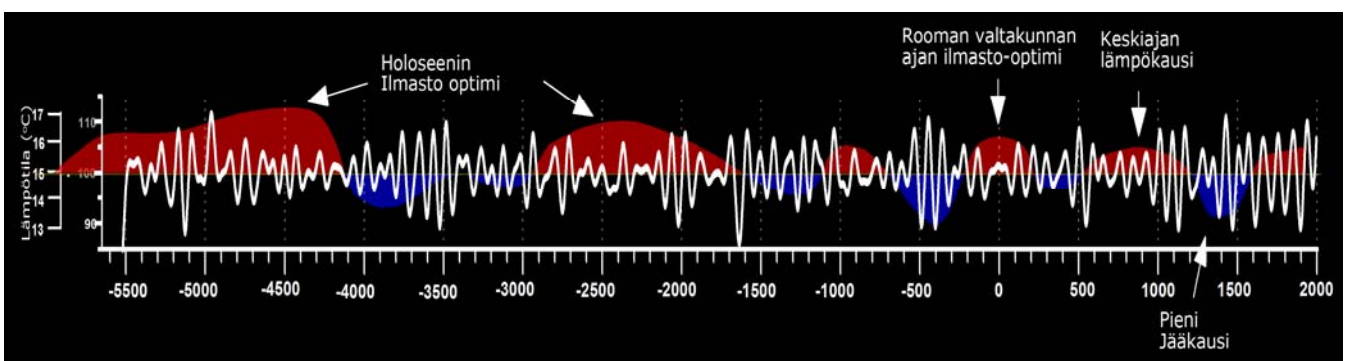
tilat tallentuvat puiden vuosilustoihin periaatteella ”mitä lämpimämpi kesä, sitä leveämmät vuosirenkaat – ja päinvastoin”. Jos vanhaksi elänyt puu sattuu kaatumaan järveen, se voi tiettyissä olosuhteissa säilyä tuhansia vuosia lahoamattomana. Timonen ym. nostavat puut vedestä, mittaavat jokaisen vuosiluston leveyden, ristiinajoittavat näytteet, laativat lustokalenterit ja lopuksi jäljittävät tilastotieteellisin keinoin Suomen kesälämpötilat tuhansien vuosien ajalta vuosia taaksepäin. — Vaikuttavaa! Tutkijat toteavat:

” Tämän lustokalenterin näytteiden jakaantuminen nykyisen mäntymetsänrajan molemmin puolin sekä lustojen voimakas riippuvuus kesä-heinäkuun lämpötiloista ovat mahdollistaneet poikkeuksellisen tutkimusaineiston pohjoisen pallonpuoliskon ilmastollisiin analyysihin ja mallitukseen.”

Oletko valmis tarkastelemaan suomalaisia lämpötiloja yli 7600 vuoden ajalta? Kuvassa 1 esitellään tutkimuksen päätulokset. Valkoinen viiva kuvaa sadan vuoden tasoituksella (ns. FFT-tasointi) laskettua männyn vuosilustoindeksiä. Koska siitä ei suoraan näy tuhansien vuosien pituiset ilmastotrendit, on taustalle piirretty punaisin ja sinisin pinnoin muiden tutkijoiden (Bradley ja Eddy 1991) laatima lämpötilamalli<sup>5</sup>).

Ilmaston viime aikainen lämpeneminen näkyy puulustoissa. On kuitenkin huomattava, että nykyistä lämpenemistä on edeltänyt Suomessa useita lämpimiä jaksoja tarkasteltavalla 7000-vuotiskaudella. Jos kuvasta ei haluta päätellä muuta, on joka tapauksessa tiedostettava se, että ilmasto on aina vaihdellut – vaakaviivan tyyppisiä ilmastovaiheita ei yksinkertaisesti esiinny!

Kuvassa 1 esitetty metsänrajamännyn vuosilustoindeksi tasoitettiin liukuvin 100-vuotisjaksoin. Kuvassa 2 esitetään viimeisten 1300



Kuva 1. Suomalaiset kesälämpötilat 7500 vuoden ajalta 100-vuotisjaksoin tasoitettuna (Timonen ym. 2008).

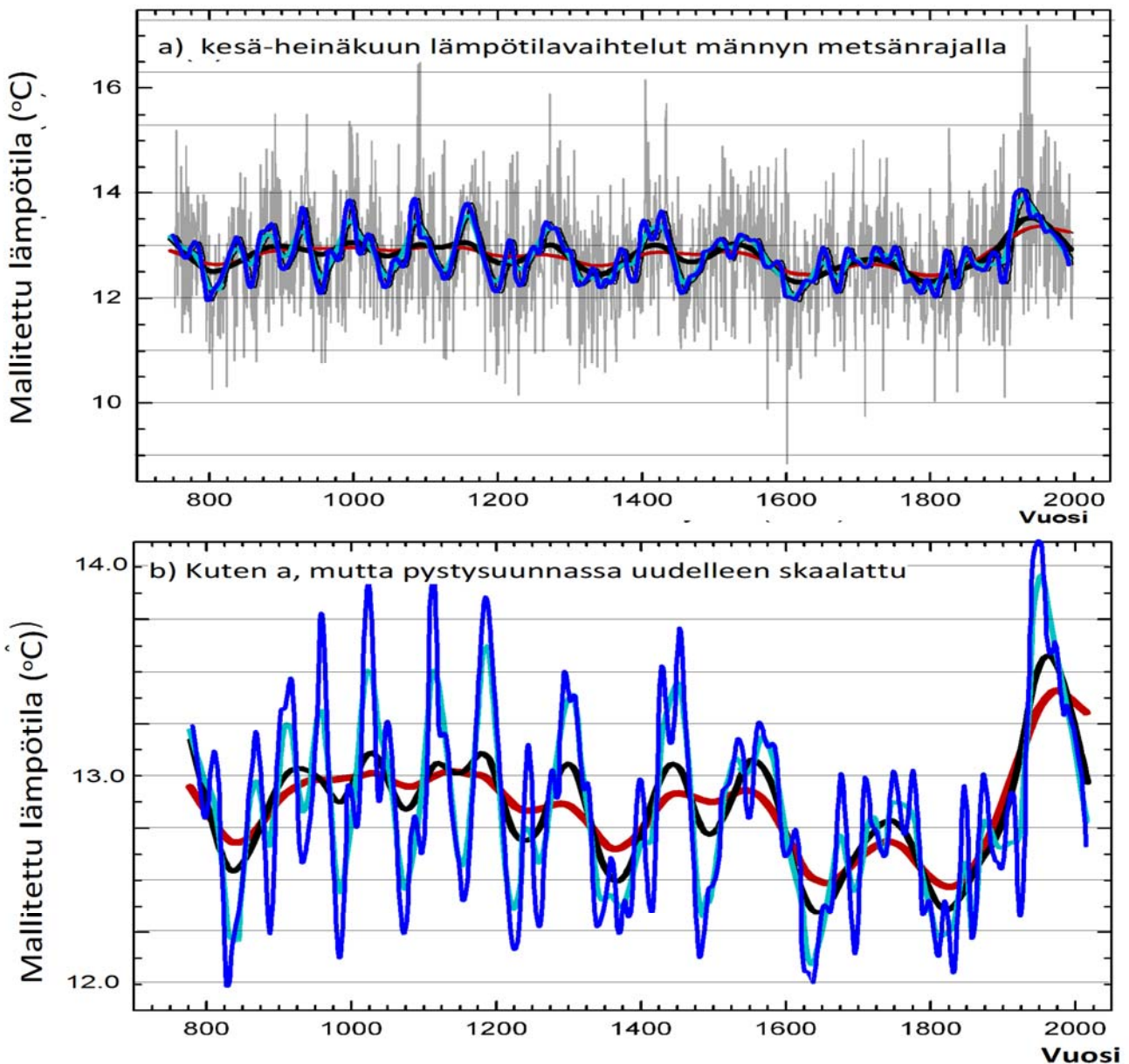
<sup>1</sup> Department of Quaternary Paleogeography and Paleoecology at the University of Silesia

<sup>2</sup> The Institute of Geography and Regional Development at the University of Wrocław

<sup>3</sup> <http://www.tree-ring.org/>

<sup>4</sup> <http://lustdiag.pp.fi/Advance-10K.htm>

<sup>5</sup> Malli laadittu useisiin lähteisiin perustuen. Lämpötilan muutokset laskettu vuoden 1900 suhteen. Mallin koostivat R. S. Bradley and J. A. Eddy. J. T. Houghton ym. raportin “Climate Change: The IPCC Assessment, Cambridge University Press, Cambridge, 1990 perusteella ja julkaistiin teoksessa *EarthQuest*, vol 5, no 1, 1991. <http://gcrio.org/CONSEQUENCES/winter96/article1-fig2.html>



**Kuva 2.** Metsänrajaseudun kesälämpötilat 1300 vuoden ajalta (ylempi kuva). Sama uudelleen skaalattuna ilman vuotuisia havaintoja (alempi kuva). Raportista: Helama ym. 2008).

vuoden ajalta alkukesien lämpötilat vuotuisin, 10-, 50-, 100- ja 1000-vuotuisin (harmaa, vaalean sininen, tumman sininen, musta ja punainen) tasoituksin. Helaman ym. (2008) mukaan

“Lämpimimmät ja viileimmät 250-vuotisjaksot sattuivat 931-1180 ja 1601-1850. Nämä ajanjaksot ovat osa keskiajan lämpökautta (MWP) ja pikku jääkautta (LIA). Kylmimmät ja lämpimimmät 100-vuotisjaksot sattuivat vuosille 1587-1686 ja 1895-1994.”

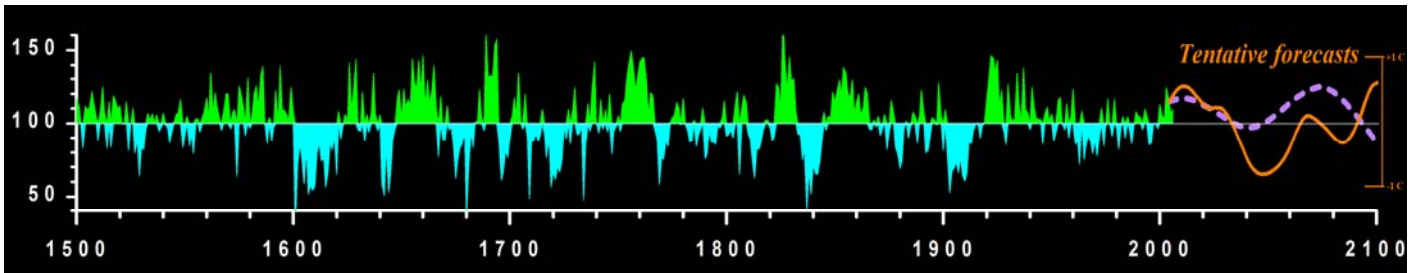
Tämänkin tutkimuksen tulos vahvistaa viime vuosisadan olleen lämpimimmän 100-vuotisjakson 1300 vuoteen. Mutta pisin lämmin ilmastokausi löytyy noin 250 vuoden pituisena (931-1180) keskiajan lämpökaudelta! Koska viime vuosisadan lämpötilan nousu taittui jo 1950-luvulla, ja muuttui viileneväksi, jäi viime vuosisadan jakso lämpöpiikiksi. Tässä yhteydessä mainittakoon reunahavaintona, että viimeisten 50 vuoden aikana, jolloin ilmakehän

kasvihuonekaasut ovat nousseet voimakkaimmin, on Lapin metsänrajamännyn kasvu ollut laskusuunnassa. Kyseessä ei ole ollut ns. *divergenssiongelma*<sup>6</sup>, koska myös lämpötilat ovat vaihdelleet viime vuosikymmeninä puun kasvun kanssa samassa tahdissa pitkän ajan (100 v) keskiarvon molemmiin puolin.

Tilastotiede tarjoaa lukuisia keinoja jakaa pitkät aikasarjat trendeiksi, jaksoiksi, tasonmuutoksiksi ja muiksi elementeiksi. Suomalaiset tutkijat sovelsivat useita yleisiä tekniikoita<sup>7</sup> aikasarjaansa ja löysivät tilastollisesti merkitsevät 30-95 vuoden pituiset jaksot: 30-32, 37, 47-49, 81-85 ja 95 vuotta. He kirjoittavat:

<sup>6</sup> Divergenssiongelmaksi sanotaan viime vuosikymmeniä koskevaa väittämää, jonka mukaan vuosilustojen kyky selittää ilmaston vaihteluita olisi heikentynyt tai jopa kokonaan kadonnut. Lisää aiheesta esim. <http://www.climateaudit.org/?p=1530>

<sup>7</sup> osa käytetyistä menetelmistä kuvattu posterissa [http://lustiag.pp.fi/gt\\_trace2008\\_cyclic.pdf](http://lustiag.pp.fi/gt_trace2008_cyclic.pdf). Lisää posterissa [http://lustiag.pp.fi/gt\\_trace2008h.pdf](http://lustiag.pp.fi/gt_trace2008h.pdf).



**Kuva 3.** Lapin metsänrajamännyn vuosilustoindeksi (vihreä/sininen) ja siihen perustuvat männyn luontaisen kasvun vaihtelun ennuste (oranssi/violetti) kuluvalle vuosisadalle. (Timonen ym. 2008).

”On viitteitä siihen suuntaan, että ilmastossa on vallinnut viimeisten 500 vuoden aikana melko säännöllinen mutta jaksonpituudeltaan vaihteleva 60 – 95 vuoden rytmikka. Havaintoomme tukeutuen olemme kehittäneet kaksi yksinkertaista ennustemallia luontaisen ilmastovaihtelun arvioimiseksi kuluvalle vuosisadalla.”

Ennusteet kuvassa 3 poikkeavat siitä, mitä on totuttu näkemään ”Jääkiekkomaila” -käyrän (Hockey stick) voimakkaasti ylöspäin suuntautuvassa mailan lavan muotoisessa lämpökäyrässä. Pankaa merkille, kuinka molemmat ennusteet osoittavat viilenemistä seuraavien 40 vuoden aikana. Aika näyttää kuinka käy.

Tutkimusten tulokset julkaistaan usein konferenssien jälkeen johtavissa tieteellisissä julkaisusarjoissa. – Odotamme suurella mielenkiinnolla näiden valtavirrasta poikkeavien tulosten vastaanottoa erityisesti tahoilla, jotka pitävät tämänhetkistä lämpenevää ilmastoa pelkästään ihmisen toiminnan aikaansaannoksina. Onnittelemme tutkimusryhmää merkittävästä tutkimuspanoksesta ja seuraamme lähivuosina tarkoin heidän tutkimustensa etenemistä.

#### Viitteet:

**Bradley, R. S. & Eddy, J.A. 1991.** Remembrance of things Past: Greenhouse Lessons from the Geologic Record. *EarthQuest*, vol. 5, no. 1. <http://gcrio.org/CONSEQUENCES/winter96/geoclimate.html>

**Helama S., Timonen M., Holopainen J., Ogurtsov M.G., Mielikäinen K., Eronen M., Lindholm M. & Meriläinen J. 2008.** Imprints of Medieval Warm Period, Little Ice Age and twentieth century warmth in proxy-based temperature reconstruction at high latitudes of Europe. Käsikirjoitus. Referee-kierros (tarkastusmenettely) käynnissä.

**Kultti, S., Mikkola, K., Timonen, M., and Eronen, M. 2006.** 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**, 381-391.

**Timonen, M., Mielikäinen, K., and Helama, S. 2008.** Climate variation (cycles and trends) and climate predicting from tree-rings. Presentation at *TRACE 2008: Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology*, April 27-30, Zakopane, Poland. [http://lustiag.pp.fi/gt\\_trace2008\\_cyclic.pdf](http://lustiag.pp.fi/gt_trace2008_cyclic.pdf)