

Jääkautta kohti, hitaasti vai ei ollenkaan

Ilmastollisesti elämme jääkausien välistä, geologien interglasiaaliksi kutsumaa ajanjaksoa. Edellinen jääkausi oli kylmimmillään noin 18 000 vuotta sitten, jolloin mannerjäätikkö peitti laajat alueet Fennoskandian lisäksi Keski-Euroopan pohjoisosista ja Venäjältä.

Lappi oli paljon pitempään mannerjäätikön alla kuin esimerkiksi Pohjanmaa. Jäätikkö perääntyi Lapin yltä noin 10 000 vuotta sitten

Paleoklimatologien arvion mukaan, jotka siis tutkivat maapallon satojen tuhansien vuosien ilmastomuutoksia, olemme menossa kohti jääkautta Arvion pohjana on serbialaisen **Milutin Milankovitchin** jo 1900-luvun alkupuolella kehittämä astronominen eli tähtitieteellinen ilmastovaihteluteoria. Teoria perustuu taivaanmekaniikkaan eli planeettojen liikkeeseen aurinگون ympäri ja toisiinsa nähden.

Teorian pohjalta lukuisat tutkijat ovat tehneet ennustelmia, millaisten ilmastovaihteluiden jälkeen seuraava jääkausi tulee. Osa ennustaa lievämpiä, osa ankarampia kylmenemisjaksoja ennen varsinaista jääkautta noin 60 000 vuoden kuluttua. Joidenkin mukaan seuraava jääkausi on lievämpi kuin 18 000 vuotta sitten vallinnut edellinen jääkausi, muutamit ennustavat siitä jopa edellistä ankaram-

paa.

Matti Eronen julkaisi itse kymmenkunta vuotta sitten tieteellisen artikkelin "Miloin tulee seuraava jääkausi". Siinä hän hahmoteli Milankovitchin mallien pohjalta, millaisten vaiheiden kautta Fennoskandian jääkautta kohti kulkee. Lopputuloksia oli sama kuin muillakin Milankovitchiin nojautuneilla tutkijoilla: hänkin päätyi erilaisten kylmenemisjaksoiden jälkeen jääkautteen noin 60 000 vuoden kuluttua.

Jo silloin Eronen arvioi kasvihuoneilmiön vaikutusta siten, että muutaman lähivuosisadan ajaksi syntyy "superinterglasiaali", kun maapallon keskilämpötila nousee. Se olisi kuitenkin ohimenevä ilmiö, joka päättyisi viimeistään fossiilisten polttoaineiden ehtyessä.

Nyt Eronen on epävarmempin suhteen, miten kasvihuoneilmiö tulevaan jääkauteen vaikuttaa. Ihmisen toiminnan vaikutus voi järkyttää Milankovitchin teorian mukaisten suurten ilmastokyklien toistumisen. - Näyttää siltä, että seuraava jääkausi ei tule vielä pitkään aikoihin tai yksi jääkausi jää jopa väliin, sanoo Eronen.

Mycs Matti Saarnisto puhuu superinterglasiaalista, mutta syyt, miksi 100 000 vuoden kiertä jääkaussissa katkeaisi, ovat toiset kuin Eronella. Saarnisto sanoo, että kyse ei ole kasvihuoneilmästä

vaan uudet laskelmat Milankovitchin teorian mukaisissa malleissa pidentävät nykyistä jääkausien välistä aikaa paljon aiemmin arvioitua pitemmäksi. - Jäätiköityminen siirtyy ja voi jäädä jopa väliin ensimmäistä kertaa 400 000 vuoteen.

Golf-virta heilutti jääkausi ilmastoa

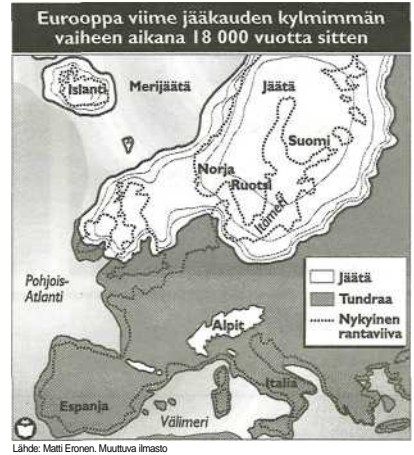
Vaikka edellisestä jääkaudesta

ta puhutaan 100 000 vuoden pituisena, ajanjakso sisältää useita leutoja ja uudelleen kylmenneviä jaksokoja, jolloin myös mannerjäätikön laajuus vaihteli.

- Ilmastovaihtelut ovat jääkauden aikana tyypillisesti paljon suurempia kuin jäättömänä interglasiaalikautena. Vuoden keskilämpötilat saattoivat vaihdella jopa 10-15 astetta muutamana sadan vuoden aikana, sanoo Matti Saarnisto. Muutokset ovat valtavia,

kun niitä vertaa viimeisten 10 000 vuoden ajan vaihteluihin, jotka esimerkiksi Lapissa tarkoittavat keskilämpötilojen muutoksia plus/minus kahden asteen sisällä.

Jääkauden aikaisten nopeiden ilmastomuutosten syyksi arvioidaan Golf-virran toiminnan häiriöt. Pohjois-Atlantilte tuli aika ajoin jäätiköiden sulamisvesipulssseja, jotka muuttivat Golf-virran toimintaa, sanoo Matti Saarnisto.



Lähde: Matti Eronen, Muuttuva ilmasto

Tutkija näkee rytmisyyttä

Lustotutkimukseen Metlan Rovaniemen tutkimuskeskuksella erikoistunut tutkija **Mauri Timonen** näkee oheisessa lustoindeksikäyrässä rytmisyyttä. Ensin on pientä aaltoliikettä, mikä tarkoittaa sitä, että alkukesien lämpötilat ovat sangen samanlaisia. Sitten ilmasto jostain syystä tulee epävakaksi, mikä näkyy käyrän aaltoliikkeen vaihtelun voimistumisena. Sitten käyrän aaltoliike taas tasantuu, jonka jälkeen alkaa uusi rauhallisempi jakso. Ennen pitkää vaihtelu taas voimistuu päättyäkseen epävakaiseen ilmastoon. -Viimeiset vuosisadat näyttäisivät poikkeavan aiemmasta. Siitä huolimatta tulee vaikutelma, että olisi alkamassa rauhallisempi ilmastojakso. Se tarkoittaisi lämpimiä talvia ja suhteellisesti arvioiden viileitä kesä, sanoo Timonen.

Oheinen käyrä on indeksi, joka kuvaa lus-

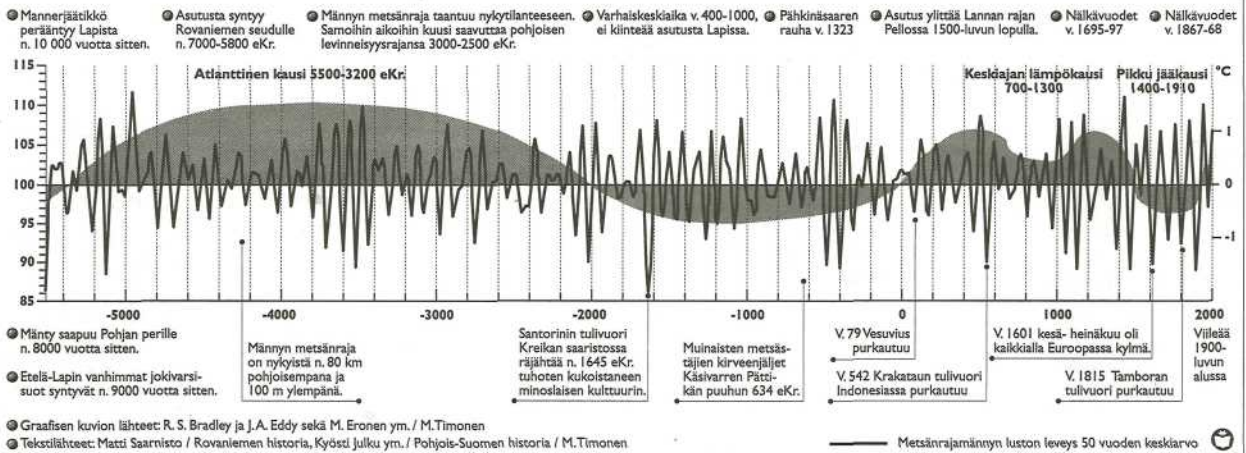
tojen paksuuskasvun vaihtelua 50 vuodenkeskiarvona. Metsänrajamännyn vuosilustojen paksuus kertoo suoraan kesäaikaista lämpötiloista. Metsänrajamännynä pidetäänkin erinomaista ilmastomittarina, koska sen kasvu reagoi erityisen hyvin kesä-heinäkuun lämpötiloihin.

Lustojen perusteella on voitu rakentaa ilmastokalentereita, jotka ulottuvat jopa tuhansia vuosia taaksepäin historiaan. Lustoja on mitattu paitsi elävistä, myös kuolleista puista. Vanhimpia puita on nostettu tunturi-järvistä, joissa ne ovat säilyneet läheisyydessä vuosituhanasia.

Lustokalentereiden lippulaiva on professori **Matti Eronen** johdolla tehty metsänrajamännyn 7520 -vuotinen yhtenäinen sarja. Sen pohjalta on tehty oheinen graafinen esitys lustonleveyden vaihtelusta suurilmastovaiheiden eri kausi-

na.

Vuoden keskilämpötila ja metsänrajamännyn luston leveys



Tulee lämpimämpää kuin 6000 vuoteen

"On monta tekijää, esimerkiksi Golf-virran toiminnan muuttuminen, jotka voivat hidastaa ilmaston lämpenemistä Lapissa. Mutta näillä näkymin Lapissa tulee lämpimämpää kuin edellisen lämpöjakson aikaan 6000 vuotta sitten".

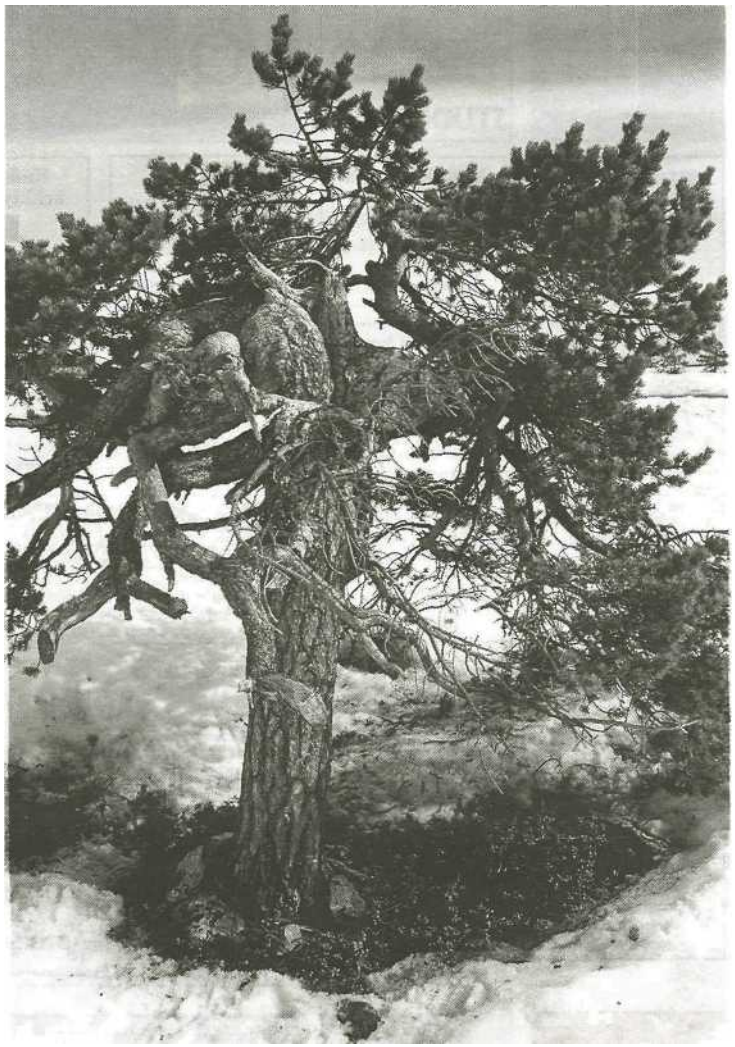
Professori Matti Eronen

Mitään oleellista muutosta ei ole tapahtunut

"Pitkät lämpötilasarjat Lapista osoittavat, ettei mitään oleellista muutosta ole tapahtunut. Talvien lämpötilat 1990-luvulla ovat korkeat 500-vuoden perspektiivillä. Mutta pitää muistaa, että jääkauden jälkeisestä 10 000 vuodesta ilmasto on ollut nykyistä lämpöisempi noin S 500 vuotta".

Professori Matti Saarnisto

Poikkeuksellista vai luontaista vaihtelua



■ Ilmastomuutoksen tarkka mittari on metsänrajamänty. Sen kasvun määrää kesä-heinäkuun lämpötila. Siksi satoja vuosia vanhojen mäntyjen lustojen ominaisuuksista voi tehdä vuoden tarkan kesätämpötilojen ilmastokalenterin. Professori Matti Eronen sanoo, että ilmähässä on hiilidioksidia enemmän kuin 400 000 vuoteen, mikä fyysikan lakien mukaan johtaa voimakkaaseen lämpenemiseen. Professori Matti Saarnisto sanoo, että maapallon ilmastossa on ollut suuria ja nopeita vaihteluita myös aiemmin.

Maapallon ilmasto on lämmennyt. On kiistaton tosiasia, että 1990-luku oli lämpimin vuosikymmen sen jälkeen kun on meteorologisin laittein mitattuja lämpötiloja vuodesta 1861 alkaen.

Maapallon lämpötila on noussut 1900-luvulla 0,6 astetta. Se vaikuttaa vähäiseltä, mutta on merkittävä muutos. Yhden asteen keskilämpötilan pysyvä muutos siirtäisi sekä pohjoista metsänrajaa merkittävästi että muuttaisi metsänrajaa tuntureiden rintamalla.

Mutta onko tämä poikkeuksellista ja ovatko syynä ihmisen toiminnan aiheuttamat muutokset? Vai sopiiko tämä ilmaston vaihtelun luontainen rytmiin. Kaksi geologia, jotka molemmat ovat tutkineet ilmastosta esihistoriallisista ajoista lähtien, näkevät tilanteen eri lailla. Mole-

mat ovat myös perehtyneet asiaan erityisesti Lapin näkökulmasta. Helsingin yliopiston geologian professori Matti Eronen on sitä mieltä, että muutos on poikkeuksellista ja ihmisen on sokeamassa ilmaston normaalin syklisen kehityksen.

Geologian tutkimuskeskuksessa työskentelevä professori Matti Saarnisto on puolestaan sillä kannalla, että nyt käynnissä oleva muutos mahtuu luontaisen vaihtelun piiriin eikä ilmaston luontainen syklisyys ole muuttamassa.

Mutta annetaan tutkijoiden perustella kantansa.

Matti Eronen nojaa käsityksensä hallitusten välisen ilmastopaneelin IPCC:n arvioihin. Sadat tutkijat eivät Eronen mielestä voi olla väärässä. Ilmasto lämpenee voimakkaasti. IPCC:n ilmastokäyrä on muodollaan kuin jääkiekko-

maila, hockey stick, joksi sitä kutsutaankin: pitkä tasainen varsi kunnes se vääntyy jyrkästi ylöspäin sojottavaksi lavaksi.

Eronen arvion mukaan ilmaston lämpeneminen on ihmisen omalla toiminnallaan aikaansaama. - Mitattu fakta on, että hiilidioksidin määrä on noussut korkeammalle kuin pitkään aikoihin maapallon historiassa. Yksinkertaisen fyysikan mukaan se merkitsee, että maapallon ilmasto lämpenee, Eronen sanoo.

Hänen mielestään ihmisen toiminnan vaikutukset ovat niin valtavia, että samalla on murskaantumassa se mekanismi, joka on aikaansaanut ilmaston muutokset maapallolla esihistoriasta lähtien. - Ihminen on muuttamassa maapallon geofysikaalisia ominaisuuksia, jolloin luontainen muutosten mekaniikka häiriintyy, sanoo Eronen.

Hänen mielestään muutosmekaniikan häiriöiden merkittävyys riippuu siitä, miten ihminen aikoo hiilidioksidin, typpi- ja metaanipäästöjään rajoittaa. Siitä riippuu muutosten suuruus. Muutos voi olla valtava, mutta voi käydä niinkin, että se on ilmastollisesti pieni. - Maapallon ilmasto vaikuttava systeemi ilmakehineen, valtamerineen ja kasvilisäusvyöhykkeineen on niin monimutkainen, ettei sen käyttäytymistä voi täsmällisesti ennustaa. Siinä on niin monta erilaista muuttujaa, sanoo Eronen.

Lämpenemistä ollut ennenkin

Toinen professori, Matti Saarnisto kehoittaa katsomaan historiaa riittävän pitkälle taaksepäin. Eikä tarvitse mennä esihistoriaan, vaan ainoastaan keskiajalle, jolloin ta-

pahtui jopa paljon nyt toteutunutta voimakkaampi lämpeneminen. - Vuonna 980 alkoi lämmin jakso, jossa välillä oli kylmä jakso vuosina 1120-1140, mutta sen jälkeen lämmintä jatkui aina 1250-luvulle saakka, sanoo Saarnisto.

Hänen mielestään ilmastoverailuissa pitäisi ottaa riittävän pitkä aikaväli arvioiden pohjaksi.

Hänen mielestään ilmastoverailuissa pitäisi ottaa riittävän pitkä aikaväli arvioiden pohjaksi. - Nykyistä ilmastoa verrataan yleensä vain jääkauden jälkeiseen kylmimpään jaksoon, pikku jääkauteen (1560-1830). Kuitenkin viimeisen jääkauden jälkeisestä 10 000 vuodesta 5500 vuotta on ollut nykyistä lämpöisempää, sanoo Saarnisto.

Kasvihuonekaasujen ja ilmaston lämpenemisen suora yhteys vaatii Saarniston mukaan vielä selvittämistä. - Ilmastohan alkoi lämmetä jo 1800-luvun jälkipuoliskolla, mutta kasvihuonekaasujen vaikutus al-

loi vasta 1900-luvulla. Saarnisto ei kiistä ihmistoiminnan vaikutusta ilmastoon, mutta sanoo, että ilmaston luontainen vaihtelun riittä selittämään maapallon ilmaston lämpenemisen.

Ihmisen roolia ilmaston muutoksissa helposti liioitellaan. Se on pieni siinä epäorgaanisissa systeemeissä, jonka pääroolissa ovat kuitenkin muun muassa maan kiertoradan vaihtelut, valtamerivirrat, ilmavirtaukset, auringon energia, hän huomauttaa.

Saarnisto myöntää, että hiilidioksidilla ja maapallon lämpötilan nousulla on yhteys. - Mutta emme esimerkiksi tiedä, mikä vaikutus on ilmähän pölyntyneisellä tai vesihöyryllä. Meillä ei ole vielä riittävästi tietoa niistä tekijöistä, joihin ihmisen toiminnalla ei ole vaikutusta, hän huomauttaa.