

Uusia todisteita boreaalisista olosuhteista Veiksel-interstadiaalin aikana

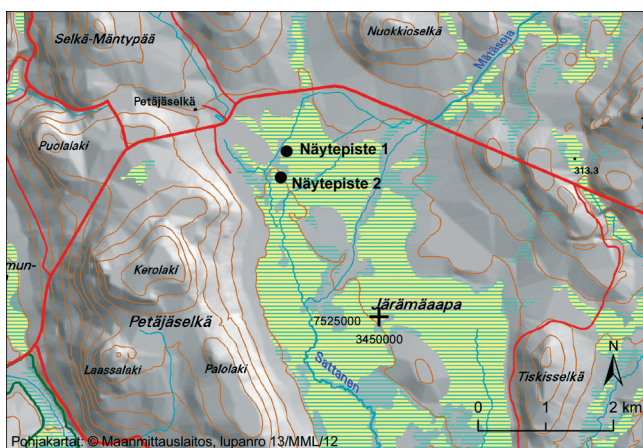
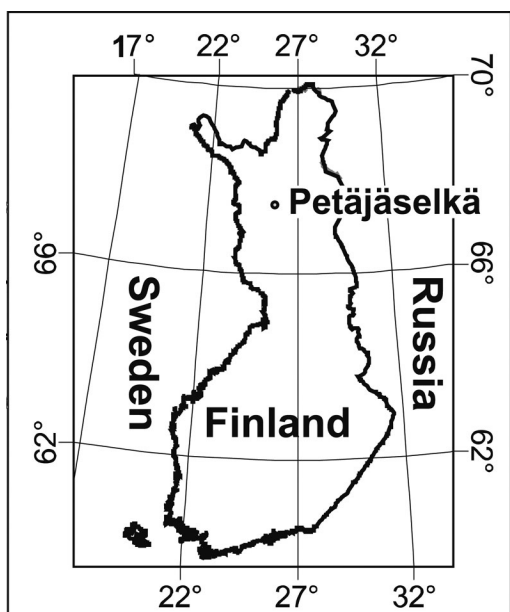
MINNA VÄLIRANTA, PERTTI SARALA JA TIINA ESKOLA

Vuonna 2008 Kittilästä, Keski-Lapista ja tarkemmin Petäjäselän alueelta (N 67°48' E 25°48') (kuva 1) löytyi moreenigeokemialliseen tutkimukseen liittyvässä näytteenotossa moreenikerrostumien välinen orgaaninen kerros. Tämä kerros sijaitsi 5–6 metrin syvyydessä (kuva 2). Kai-rauspaikalla on tällä hetkellä suo. Löytöpaikka edustaa viimeisimmän jäätiköitymisen ai-

kaista jäänjakaja-aluetta. Keski-Lapista, jossa jään kulutus- ja kuljetustoiminta on ollut vähäistä, on aiemminkin löydetty lajittuneita ja/tai orgaanista ainesta sisältäviä kerrostumia, jotka ovat Veiksel-jääkautisia tai ajoittuvat sitä edeltäneelle lämpökaudelle ja jopa aikaan ennen sitä (Forsström 1990, Hirvas 1991, Helmens *et al.* 2000, Salonen *et al.* 2007).

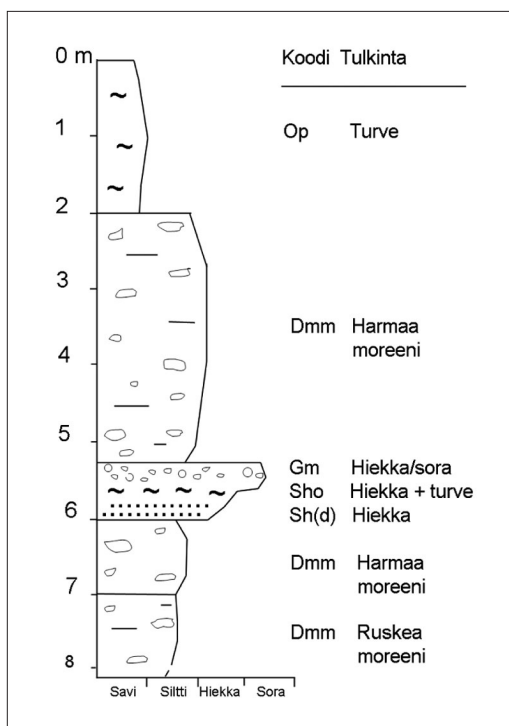
Orgaanisen kerrostuman koostumus ja ikä

Petäjäselän orgaaninen kerros oli noin 15 cm paksu ja siitä analysoitiin siitepölyt sekä mak-



Kuva 1. Petäjäselän tutkimuskohteen ja kahden näytteenottopisteen sijainti Kittilässä, Keski-Lapissa.

Fig. 1. Location of the study area and the two sampling sites in the Järämaaapa peat bog, Petäjäselkä, northern Finland.

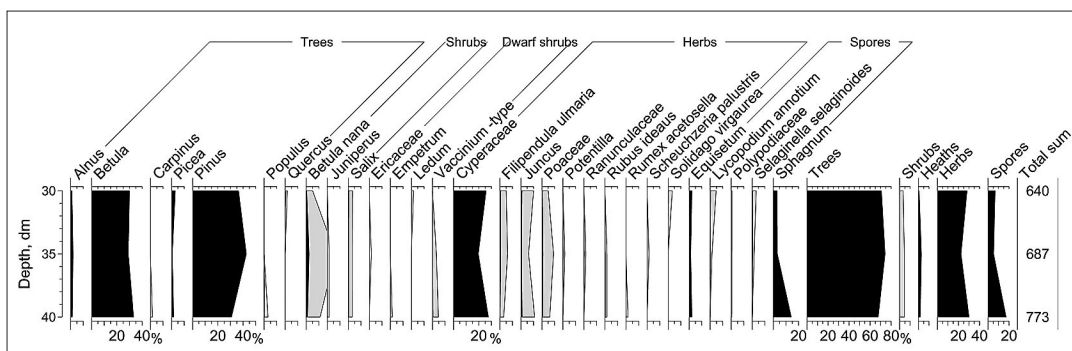


Kuva 2. Maaperän kerrosjärjestys Järämaaavan näytteenottopisteissä. Lähde: Sarala & Eskola (2011).

Fig. 2. Stratigraphical log of the Järämaaava sampling points. Based on Sarala & Eskola (2011).

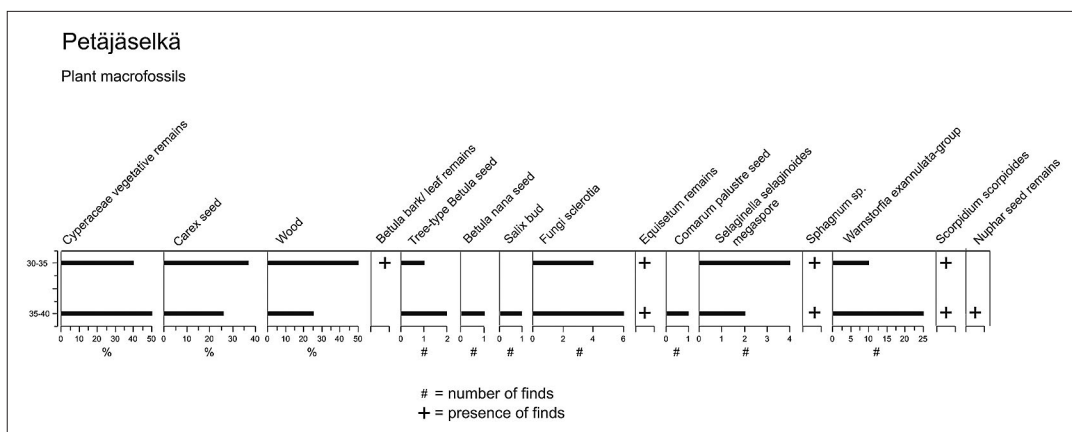
roskooppiset kasvien jäänteet. Kerroksen siitepölyt olivat osittain melko huonokuntoisia, mutta kuitenkin tunnistettavia. Pölyjen huono kunto kuitenkin viittaa siihen, että osittaista uudelleenkerrostumista on voinut tapahtua. Todennäköisesti kerrostumasta on myös osa kulunut pois, jolloin se ei edusta interstadiaaliaksoa kokonaisuudessaan.

Siitepölystratigrafiassa puiden siitepölyt edustivat noin 70 prosenttia kaikista lasketuista pölyistä (Sarala ja Eskola 2011) (kuva 3). Suurin osa oli mäntyä (*Pinus*) (30,8–74,3 %) ja toiseksi eniten löytyi koivun (*Betula*) siitepölyä (29,1–33,3 %). Puumaisen koivun ja vaivaiskoivun siitepölyt erotettiin toisistaan. Männyn ja koivun lisäksi näytteistä löytyi leppään (*Alnus*), kuusen (*Picea*) ja haavan (*Populus*) siitepölyjä. Myös muutamia niin kutsuttujen termofiilisten lajien (tammi (*Quercus*), valkopyökki (*Carpinus*)) siitepölyjä löytyi. Pensaiden pölykoostumusta dominoi vaivaiskoivu (*Betula nana*), ja mukana oli myös pajua (*Salix*), katajaa (*Juniperus*) sekä varpuja. Ruohovartisia kasveja dominoivat sarat (*Cyperaceae*), joiden osuus on 17,9–27,7 prosenttia kokonaismäärästä. Ruohovartisten joukossa oli myös sellaisia lajeja kuten mesiangervo (*Fili-*



Kuva 3. Noin 15 cm paksun turvekerrostuman siitepölykoostumus näytteenottopisteessä 2. Harmaissa palkeissa on käytetty kymmenkertaista suurennosta. Lähde: Sarala & Eskola (2011).

Fig. 3. Pollen diagram of the 15-cm thick organic layer at sampling point 2, Järämaaava. Grey curves show 10x magnifications. Based on Sarala & Eskola (2011).



Kuva 4. Petäjäselän 15 cm paksun turvekerrostuman makrofossiilikoostumus.

Fig. 4. Macrofossil content of the Petäjäselkä organic layer.

pendula ulmaria) ja vadelma (*Rubus idaeus*). Lisäksi löytyi saniaisten ja sanikkaisten itiöitä.

Makroskooppinen kasvijäänneanalyyysi tehtiin kahdesta noin 100 cm³ osanäytteestä, jotka molemmat edustivat noin 5 cm:n paksuista sedimenttiviipaleita. Molemmat näytteet olivat varsin hajonnutta saraturvetta, jossa oli paljon puuta seassa (kuva 4). Erilaiset sarojen ja puiden jäänteet olivatkin tärkeimmät turvetekijät, mutta myös ruskosammalia löytyi. Tärkeimmät löydöt olivat muutama puumaisen koivun siemen sekä ulpukan (*Nuphar*) siemenen palaset (Sarala *et al.* 2011).

Kerros ajoitettiin radiohiilimenetelmällä. Lisäksi orgaanista kerrostumaa rajaavat ylä- ja alapuoliset minerogeeniset kerrokset ajoitettiin OSL-menetelmää käyttäen. Orgaanisen kerroksen alapuolisen hiekkakerroksen iäksi OSL-ajoitus antoi stratigrafisessa järjestyksessä kaksi ikää: $72 \pm 21,3$ ka sekä $58,1 \pm 17$ ka. Yläpuolisen sorakerrostuman ikä oli $31,8 \pm 5,6$ ka. Orgaanisen kerrostuman radiohiili-ikä puolestaan oli $35,3 \pm 0,6$ ka. Orgaanisen kerrostuman tulkittiin kerrostuneen Keski-Veikselin aikana (Sarala ja Eskola 2011) edustaen mariinisen isotooppivaiheen MIS 3 interstadiaalia, joka sijoittuu välille 60 - 25 ka.

Tulosten tulkinta ja johtopäätökset

Perustuen siitepölyaineistoon Sarala ja Eskola (2011) tulkitsivat, että Petäjäselän biostratigrafia edustaa yhteisöä, joka sijaitsee joko puurajalla tai sen välittömässä läheisyydessä. Makroskooppisten kasvijäänneiden perusteella voidaan puolestaan todeta, että heinäkuun keskilämpötila on ollut vähintään 12°C vastaten osapuilleen nykyistä männyn metsäraja määrittävää lämpötila Suomessa. Petäjäselän rekonstruoitu heinäkuun keskilämpötila-arvio on melko hyvin linjassa Itä-Lapissa sijaitsevan Soklin MIS 3 -vaiheen sedimenttisarjan lämpötilarekonstruktion (11–12 °C) kanssa (Helmens *et al.* 2009), vaikka Soklin siitepölystratigrafiassa puiden prosentuaalinen osuus oli pienempi (n. 40 %) kuin Petäjäselän kerrostumassa. Tämä saattaa johtua tafonomisistakin seikoista: Soklin MIS 3 -vaiheen sedimentti oli hyvin minerogeenistä limnistä/fluviaalista materiaalia, LOI < 6 %, ja kerrostumisaltaan pinta-alan on tulkittu olleen ajoittain hyvin suuri. Petäjäselän kerrostuma on turvetta. Helmens *et al.* (2009) tulkitsivat ympäristön olleen puutonta tundraa ja puurajan sijainneen

maksimissaan muutaman sadan kilometrin päässä etelässä. Soklin heinäkuun lämpötilarekonstruktio 11–12°C perustui siitepölyihin eikä se huomionnut kasvimakrofossiilianalyysin tuloksia. Makrofossiilianalyysin tulosten perusteella MIS 3 -vaiheen heinäkuun minimilämpötila on Soklissa todennäköisesti ollut korkeampi, noin 13°C. Samoin myöhemmin samasta sarjasta tehty piileviin perustuva lämpötilarekonstruktio indikoi korkeampaa lämpötilaa (12–13°C) kuin siitepölyihin perustuva rekonstruktio. Eli näyttäisi siltä, että ainaakaan lämpötila ei ole ollut esteenä puiden esiintymiselle.

Koska Petäjäselän osalta on kyse turvekerrostumasta, todennäköisyys löytää selkeitä lämpötilaindikaattorilajeja on heikompi kuin limnisistä kerrostumista, joihin kasvimateriaalia kulkeutuu laajemmalta alueelta. Samanikäiset limniset kerrostumat Länsi-Lapista voisivat siis vielä täsmentää tässä esitettyä lämpötilarekonstruktiota. Petäjäselän MIS 3 -vaiheen turvekerrostuman siitepölykoostumus muistuttaa kuitenkin huomattavasti Soklin sedimenttisarjan jaksoa, jonka on tulkittu edustavan vanhempaa mariinista isotooppivaihetta MIS 5c eli niin sanottua Brörup interstadiaalia (Helmens *et al.* arvioinnissa). Soklin MIS 5c -vaiheen kasvillisuus edustaa boreaalista kasvillisuutta (Välranta *et al.* 2009, Helmens *et al.* 2011 in Print), ja koska Petäjäselän turvekerrostuman siitepölystratigrafiolla on analogia sen kanssa, on siis perusteltua olettaa, että myös Petäjäselän MIS 3 -vaiheen kerrostuma edustaa boreaalista metsärajan sisäpuolista kasvillisuustyyppeä. On joka tapauksessa hyvä huomioda, että Petäjäselän kerrostuma näyttäisi edustavan MIS 3 -vaiheen loppua, kun taas Soklin sarja vaiheen alkupäätä.

Tässä esitetyt tulokset tukevat laajenevaa konsensusta siitä, että Veiksel-jääkauden aikana laajat alueet olivat Suomessa toistuvasti jäätä vapaana, ja että interstadiaalivaiheiden kas-

villisuus ei pääsääntöisesti ole edustanut tundraekosysteemiä, vaan näinä kausina boreaalisen vyöhykkeen lajit levisivät jäätömille alueille. Siinä missä aiempina aikoina interstadiaalivaiheista on tehty yksipuoliset, lähinnä siitepölyihin perustuvat biostratigrafiset kuvaukset ja kronologia on perustunut näiden stratigrafioiden keskinäisiin vertailuihin, uudet tutkimukset voivat hyödyntää uusia lähestymistapoja, kuten makroskooppista kasvianalyysiä. Lisäksi tutkijoiden käytettävissä ovat uudet ja tarkemmat ajoitusmenetelmät. Fennoskandiasta löydetään jatkuvasti uusia potentiaalisia interstadiaaliesiintymiä, jotka tarkentavat tietämystämme jääkauden aikaisista kylmistä ja lämpimistä vaiheista sekä niiden kestosta.

Kirjallisuus

- Bos, J.A.A., Helmens, K.F., Bohncke, S.J.P., Seppä, H. ja Birks, H.J.B. 2009. Flora, vegetation and climate at Sokli, northeastern Fennoscandia, during the Weichselian Middle Pleniglacial. *Boreas* 38, 335–348.
- Forsström, L. 1990. Occurrence of larch (*Larix*) in Fennoscandia during the Eemian interglacial and the Brörup interstadial according to pollen analytical data. *Boreas* 19, 241–248.
- Helmens, K.F., Räsänen, M.E., Johansson, P., Jungner, H. ja Korjonen, K. 2000. The Last Interglacial-Glacial cycle in NE Fennoscandia: a nearly continuous record from Sokli (Finnish Lapland). *Quaternary Science Reviews* 19, 1605–1623.
- Helmens, K.F., Risberg, J., Jansson, K.N., Weckström, J., Berntsson, A., Kaislahti-Tillman, P., Johansson, P.W. ja Wastegård, S. 2009. Early MIS 3 glacial lake evolution, ice-marginal retreat pattern and climate at Sokli (northeastern Fennoscandia). *Quaternary Science Reviews* 28, 1880–1894.
- Helmens, K., Välranta, M., Engels, S. ja Shala, S. 2011 (in Print). Dramatic shifts in vegetation and climate during the Early Weichselian (MIS 5d-c) inferred from multi-proxy evidence at Sokli (Northern Finland). Submitted to the *Quaternary Science Review*.
- Salonen, V.-P., Kaakinen, A., Kultti, S., Miettinen, A., Eskola, K. ja Lunkka, J.-P. 2007. Middle Weichselian glacial event in the central part of the Scandinavian ice sheet recorded in the Hitura pit, Ostrobothnia, Finland. *Boreas* 37, 38–54.

- Sarala, P. ja Eskola, T. 2011. Middle Weichselian interstadial deposit at Petäjäselkä, Northern Finland. *E&Q – Quaternary Science Journal* 60, 488-492.
- Sarala, P., Väiranta, M. ja Eskola, T. 2011. Climatic conditions during the deposition of the Middle Weichselian inter-till deposit in Petäjäselkä, northern Finland. In: Johansson, P., Lunkka, J.P. and Sarala, P. (eds.). Late Pleistocene glacial deposits from the central part of the Scandinavian Ice Sheet to Younger Dryas End Moraine zone; Excursion guide and abstracts. INQUA Peribaltic Working Group meeting and excursion in northern Finland, 12-17 June 2011. Geological Survey of Finland, Rovaniemi, p. 131.
- Väiranta, M., Birks, H.H., Helmens, K.F., Engels, S. ja Piirainen, M. 2009. Early Weichselian interstadial (MIS 5c) summer temperatures were higher than today in northern Fennoscandia. *Quaternary Science Reviews* 28, 777-782.

English summary

New evidence of boreal conditions during Weichselian interstadial

In 2008 geochemical research group found a 15-cm thick organic layer underlying till deposits in Kittilä, western Finnish Lapland (Figs. 1 and 2). Degraded pollen grains suggest that the layer is not completely intact but has partly been eroded away. In order to study contemporary vegetation pollen and macrofossil analyses were carried out. The pollen assemblages were clearly dominated by arboreal pollen (ca. 70 %) (Fig. 3). Pine pollen (*Pinus*) formed the largest component (30.8–74.3 %) while the proportion of birch (*Betula*) remained around 30 percent. The non-arboreal pollen component was dominated mainly by sedges (Cyperaceae), the percentage varying between 17.9. and 27.7. percent. The plant macrofossil assemblages were dominated by sedges and woody remains accompanied by a small amount of brown mosses. Pollen assemblages infer to an environment at or very close

VASARA
HELSINGIN YLIOPISTON GEOLOGINEN KERHO



toivottaa tervetulleeksi
juhlimaan kanssaan 75-vuotisjuhlavuoden tapahtumia!

JÄÄKAUSIJUHLAT 9.3.2012

Vasara ry:n 75-vuotisjuhlaa
vietetään Hotel Linnan Jugend-salissa
(Lönnrotinkatu 29) klo 18.00.

Juhlaillallinen, tanssia,
juhlapuhujana prof. Juha Karhu.

Preglasiaalit Alina-salissa (Mannerheimintie 5 A, 3. krs)
alkaen klo 16.00, tervehdykset, boolia.
Postglasiaalit Alina-salissa alkaen klo 00.

Illalliskortin hinta on 75 €/65 € (alkoholiton).
Se tulee maksaa Vasara ry:n tilille
FI 85 6601 0003 4859 68, viitenro 20120375.

MENU

Maalaissalaatti savulohesta,
paahdetusta perunasta ja kananmunasta
(Kasvis: metsäsienikeittoa kauden sienistä
ja yrttikrutonkeja)



Mansikka-melonisalaatti ja sitruunasorbeeta
kahvi tai tee



alkumalja, snapsi, viini

Ilmoittautumiset juhlaan
e-lomakkeen kautta, osoitteesta
elomake.helsinki.fi/lomakkeet/32933/lomake.html

Pyydämme ilmoittautumiset ja
maksut 26.2. mennessä.

Juhlapuku/tumma puku,
akateemiset kunniamerkit

Kyselyt: jenny.rantama@helsinki.fi
tai satu.huurtomaa@helsinki.fi

Lisää juhlavuodestamme ja sen
tulevista tapahtumista nettisivuillamme
blogs.helsinki.fi/vasara-ry/juhlavuosi/

to the tree line. Macroscopic plant remains, including some useful indicator species, such as tree-type birch seeds and *Nuphar*, suggest boreal environment with a minimum July temperature of 12°C. Based on OSL and radio-carbon dates the layer is ca. 35,000 years old and hence represents Middle Weichselian interstadial period corresponding the late part of the Marine Isotope Stage MIS 3.

The reconstructed temperature agrees with the earlier MIS 3 temperature reconstructions from Sokli, eastern Finnish Lapland. There the reconstructed minimum July temperature varied between 11 and 13°C depending on the proxy method. Sokli pollen stratigraphy contained less arboreal pollen (40%) than the Petäjäselkä sequence and a treeless tundra environment was interpreted. The Petäjäselkä pollen stratigraphy, supported by the macroscopic evidence, however, infers to an environment inside boreal zone rather than tundra environment. This interpretation is also supported by the fact that the Petäjäselkä pollen stratigraphy resembles remarkably Sokli's interstadial stratigraphy which was dated to correspond MIS 5c, i.e. Brörup interstadial. Based on pollen and macrofossil evidence during the MIS 5c phase boreal environment with higher than

present temperatures prevailed in Sokli. The reason for diverging MIS 3 pollen stratigraphies between Petäjäselkä and Sokli may be taphonomical: large lake in Sokli, peatland in Petäjäselkä.

Increasing evidence is continuously emerging suggesting that during the ice free Weichselian interstadials the environment was not treeless tundra but that boreal vegetation spread and thrived in Fennoscandia.

MINNA VÄLIRANTA

*Environmental Change Research Unit (ECRU)
Department of Environmental Sciences
P.O. Box 65
FI-00014 University of Helsinki
email: minna.valiranta@helsinki.fi*

PERTTI SARALA

*Geologian tutkimuskeskus (GTK)
P.O. Box 77
FI-96101 Rovaniemi
email: pertti.sarala@gtk.fi*

TIINA ESKOLA

*Institute of Geosciences
P.O. Box 3000
FI-90014 University of Oulu
email: tiina.eskola@oulu.fi*



AATTO RATIA

**Tulkintaopas maaston ja kartan
lukemiseen -mineraalien ja
kivilajien tunnistaminen**

ISBN 978-952-92-9207-3, sid.

344 sivua, värikuvaliite

Myynti: kirjakaupat