

## Onko Suomen vanhin viime jääkauden jälkeinen turve Ilomantsissa?

Is the oldest postglacial peat of Finland in Ilomantsi?

Markku Mäkilä, Markku Moisanen, Tommi Kauppila, Heikki Rainio & Ale Grundström

*Markku Mäkilä, Markku Moisanen, Tommi Kauppila, Heikki Rainio & Ale Grundström, Geological Survey of Finland, P. O. Box 96, FIN-02151 ESPOO, e-mail: markku.makila@gtk.fi*

Ilomantsin Parkusuon liejusta löydetyn turvekerrostuman iäksi määritettiin  $9700 \pm 50$  BP (11 140 cal BP) –  $10\,070 \pm 80$  BP (11 570 cal BP). Suo sijaitsee alueella, joka Suomessa ensimmäisenä vapautui lopullisesti mannerjään alta. Turve on kerrostunut alun perin matalaan lampeen tai vetiseen luhtanevaan in situ. Vanhan orgaanisen aineksen uudelleen kerrostuminen, samoin kuin kovan veden tai grafiitin vaikutus turpeen muodostumiselle voidaan sulkea pois. Ennen turpeen muodostumista kerrostuneen liejun sisältämän orgaanisen aineksen reservoir-efekti ei myöskään todennäköisesti ole ollut kovin merkittävä: kasvillisuus, josta orgaaninen aines altaaseen joutui, oli niukkaa ja ilmeisesti olosuhteiltaan äärevän, periglasiaalisen ympäristön tuottamaa. Siitepölyanalyysin tulosten mukaan Parkusuota on turpeen kerrostumisaikana ympäröinyt harva koivikko, jonka aluskasvillisuuteen ovat kuuluneet variksenmarja (*Empetrum nigrum*) ja vaivaiskoivu (*Betula nana*) yhdessä saniaisten (*Polypodiaceae* sensu lato) ja liekokasvien (*Lycopodiaceae*), lähinnä riidenlieon (*Lycopodium annotinum*) kanssa. Kuvatun kaltaiselle koivikolle ei nykyisistä kasvillisuustyypeistä löydy vastinetta. Varhaisempiin kasvillisuusvaiheisiin todennäköisesti kuuluneet *Ephedra*-lajit ovat edelleen hyvinkin saattaneet kasvaa relikteinä kuivilla paikoilla Parkusuon ympäristössä. Toisaalta märempiä paikkoja ovat reunustaneet runsaina kortteet (*Equisetum* sp.), sarakasvit (*Cyperaceae*) ja pajut (*Salix* sp.). Luonteenomaisimpia kasveja Parkusuon silloiselle kosteikolle olivat kuitenkin *Bryales*-lajit, erityisesti vesisammalet. Turve koostuu pääasiassa näiden kasvilajien heikosti maatumista jäännöksistä, kuten varsista ja lehdistä. Piilevätulosten perusteella liejuyksiköt turvekerroksen ala- ja yläpuolella kerrostuivat pieneen, matalavetiseen lampeen, jossa oli sekä ravinteita että humusta. Planktonlajit puuttuivat näytteistä lähes tyystin, ja erityisesti alemmassa näytteessä vesikasveihin sitoutuneiden epifyyttisten ja metafyyttisten lajien osuus oli suuri. Monia tunnistettuja piilevälajeja tavataan nykyisin pohjoisilta ja alpiinisilta alueilta, mikä viittaa kylmiin ilmasto-oloihin liejujen kerrostumisaikana.

Avainsanat: suo, <sup>14</sup>C-ikä, deglasiaatio, Holoseeni

## Johdanto

Geologian tutkimuskeskuksessa on ajoitettu soiden pohjaturpeiden ikiä eri puolelta Suomea. Aineisto käsittää yli 500 turvepatsasta (Mäkilä & Toivonen 2004). Samalla on eri alueilta etsitty turpeen muodostumisen varhaisinta ajankohtaa. Maamme toistaiseksi vanhin Geologian tutkimuskeskuksen löytämä pohjaturve ( $9500 \pm 70$  BP, Su-3365 eli 10720 cal BP) on peräisin Kuhmon Isosuolta (kl. 4423 10,  $x = 716406$ ,  $y = 449385$ ). Isosuon ajoitettu pohjaturve on 242,8 metriä merenpinnan yläpuolella. Muista vanhoista pohjaturpeista mainittakoon Janakkalan Piilonsuon turve (noin neljän metrin syvyydessä), josta otetun näytteen iäksi on määritetty  $9410 \pm 155$  BP (I-3137, Tolonen & Ruuhijärvi 1976). Kalibroituuna iäksi tulee noin 10640 kalenterivuotta, eli turvetta on alkanut kerrostua Ancyclus-järvivaiheen aikana (10 800–9000 cal BP), jolloin Janakkalan seudulla on ollut kuivaa maata.

Mannerjäätikön ja sitä seuranneiden vesivaiheiden tarkastelun perusteella Ilomantsin alueella on parhaat edellytykset löytää Suomesta Kuhmon Isosuon pohjaturvetta vanhempi turvekerros (Tolonen, 1967, Hyvärinen 1971, 1973, Rainio ym. 1995, Saarnisto & Saarinen 2001). Geologian tutkimuskeskuksen turvekartoituksen tuloksia hyväksi käyttäen ajoituksen kohteeksi sopivinta suota etsittiin Ilomantsin eteläosasta. Selvitettäessä alueen mannerjäätiköstä paljastumisen ajankohtaa Parkusuon tutkimuspisteen B0 pohjakerroksen iän avulla, paljastui näytteenoton yhteydessä liejusta limno-telmaattinen turvekerros (Kuva 1). Epätavallinen stratigrafia viittasi hydroseeriin, joka oli edennyt vesisammalista miltei yksinomaan koostuvan turpeen kerrostumiseen saakka, ja jonka kerrostumisaltaassa tapahtunut transgressio sitten palautti lähes alkualetelmiinsa. Koska oli aihetta epäillä turvetta hyvinkin vanhaksi, ryhdyttiin näyttemateriaalista määrittämään turpeen ikää sekä turpeen kerrostumisajan kasvillisuutta itse altaassa ja sen ympäristössä. Lisäksi tutkittiin kerrostumisaltaan ominaisuuksia ennen turpeen muodostumista ja turpeen muodostuksen lopettaneen transgression jälkeen. Kerrostumisaltaan tapahtumien taustaksi esitetään alueen tunnettu deglasiatiohistoria.

## Aineisto ja menetelmät

### Tutkimusalue ja näytteenotto

Parkusuo (kl. 4243 04,  $x=69238$ ,  $y=45517$ ) sijaitsee kolmisenkymmentä kilometriä Ilomantsin kirkolta etelään Putkivaaran ja Lapinniemen pohjoispuolella (kuva 2). Se rajoittuu kumpareiseen ja rikkonaiseen moreenimäkimaastoon. Suon pinta-ala on 290 ha. Suon pohja on kauttaaltaan moreenia, jota peittää suon syvimmillä alueilla ohut liejakerros, lukuun ottamatta ajoituspistettä B0, jossa liejua on noin neljä metriä (Saarelainen 1989).

Kuvasta 2 nähdään Parkusuon sijainti ja alueen paleomaantieteellinen rekonstruktio Hyvärisen (1973) mukaan, täydennettynä Tuupovaaran reunamuodostumalla (Rainio 1983). Parkusuo on Baltian jääjärven tason yläpuolella supra-akvaattisella alueella noin 23 kilometriä I Salpausselän kanssa samanikäisen Tuupovaaran reunamuodostuman (Rainio 1996) distaalipuolella. Alue paljastui mannerjäätikön alta yli 12250 kalenterivuotta sitten (Saarnisto & Saarinen 2001). Ilomantsin jääjärvi syntyi Parkusuon pohjoispuolelle vedenjakajan taakse. Mutalahdessa, suosta noin kymmenen kilometriä itäkoilliseen, sen alkuvaiheen korkeus oli 150 metriä nykyisestä Itämeren pinnasta. Mainitun jääjärven II Salpausselän kanssa samanikäisen, 40–50 km Parkusuosta pohjoiseen sijaitsevan Selkäkankaan laajan reunatasanteen korkeus on 170–175 m merenpinnasta (Hyvärinen 1973, Rainio 1991). Vastaavasti Baltian jääjärven (BI) I Salpausselän reunatasanteiden korkeus 30–40 km Parkusuosta lounaaseen, Värttilässä ja Tohmajärvellä, on 110–115 m (Rainio 1983), ja II Salpausselän reunatasanteiden korkeus Kiihtelysvaarassa, suosta noin 30 km länteen, on 125 m merenpinnasta (Rainio 1991). Niiden muodostumista sääтели joko BIII -vaiheen tai vähän sen yläpuolella olleen jääjärven veden korkeus (Rainio 1996). Parkusuon limno-telmaattisen turpeen kerrostumisen keskeyttäneen transgression selityksenä voisi olla paikallinen tapahtuma, Parkusuon ympäristön vesistöjen laskusuhteissa tapahtunut muutos.

Ajoituspiste B0:ssa suon pinta on 148,6 m merenpinnan yläpuolella. Turpeen paksuus pisteessä on 3 m, ja turpeen alla on nelisen metriä



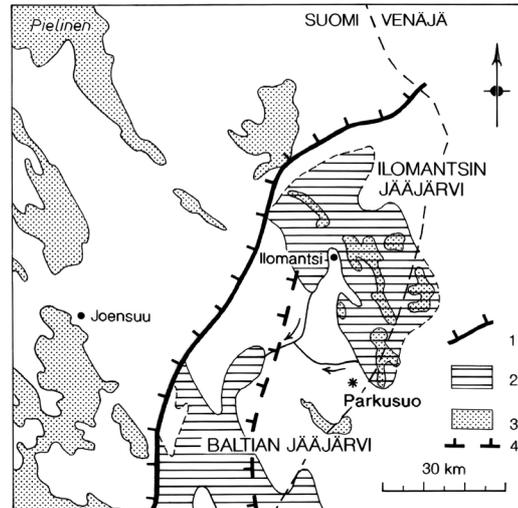
Kuva 1. Näyte Parkusuoan liejukerrosten välissä olevasta turvekerroksesta. Välittömästi turvekerroksen yläpuolella liejussa oli on runsaasti lähemmässä tarkastelussa paljain silmin erotettavia mineraalihiukkasia. Kuva Juha Väättäinen, GTK.

*Fig. 1. A peat layer between the gyttja deposits in Parkusuo. The gyttja immediately above the peat layer contains abundant mineral grains, which were visible to the naked eye during the laboratory work. Photo Juha Väättäinen, GTK.*

liejua. Noin 4 cm paksu turvekerros löytyi liejusta 6,68–6,72 metrin syvyydestä. Turvekerroksen korkeus merenpinnasta on 141,9 m. Näytteenottoalueen suotyypin määritettiin tupasvillaräme-muuttumaksi. Jo joitakin kymmeniä vuosia sitten tehdyin ojituksen kuivattaman suon kolmemetrinen turvekerros on jonkin verran puristunut kokoon.

### Analyysit

Turvenäytteiden ikä määritettiin radiohiiliajoituksella konventionaalisella menetelmällä GTK:n laboratoriossa kolmen senttimetrin paksuisesta, kerrostuman keskeltä otetusta näytteestä sekä AMS-menetelmällä yhden senttimetrin paksuisesta, samoin turvekerroksen keskeltä otetusta



Kuva 2. Parkusuoan sijainti ja alueen paleomaantieteellinen rekonstruktio (Hyvärinen 1973) II Salpausselän synnyin aikana 11 590 vuotta (cal BP) sitten (Saarnisto & Saarinen 2001). 1 = jään reuna II Salpausselän synnyin aikana, 2 = jääjärvi, 3 = nykyinen järvi, 4 = Tuupovaaran reunamuodostuman sijainti (Rainio 1983).

*Fig. 2. The location of Parkusuo and a paleogeographic reconstruction of the area (Hyvärinen 1973) during the formation of Salpausselkä II, 11 590 years (cal BP) ago (Saarnisto & Saarinen 2001). 1 = ice margin during the Salpausselkä II period; 2 = glacial lake; 3 = present lake; 4 = the location of the Tuupovaara end moraine (Rainio 1983).*

näytteestä. Määritetyt iät kalibroitiin, eli ne korjattiin kalenterivuosiksi (Stuiver & Reimer 1993, Reimer ym. 2004). AMS-määritykset tehtiin Poznanin radiohiililaboratoriossa Puolassa.

Turpeen kerrostumisajan kasvillisuutta suoltaassa ja sen ympäristössä määritettiin siitepölyanalyysillä. Siitepölyanalyysiä varten limnomaattinen turvekerros näytesarjan väliltä 668–672 cm viipaloitiin sentin paksuisiksi palasiksi, kustakin otettiin 1 cm<sup>3</sup> sedimenttiä ja näistä valmistettiin preparaattitavalliseen tapaan (esim. Vuorela & Eronen 1978). Kutakin näytetasoa vastaavasta preparaatista laskettiin 1300–1440 puupölyä, mukaan luettuina *Betula*-suvun (koi-vulajien) pölyt, kooltaan alle 20 µm, jotka suureksi osaksi todennäköisesti edustavat lajia *Betula nana* = vaivaiskoivu (Erdtman ym. 1961, Mäkelä 1999). Suuren puupölymäärän laskemisen myötä saatiin analyysiin mukaan kohtuulli-

sesti myös muita ympäristön kasvillisuudesta kertovia siitepölyjä ja itiöitä. Kunkin näytetason siitepölysumma oli 1500–2500, ja tämä saatiin kokoon yhdestä preparaatista. Mikroskooppityöntelyssä käytettiin pääasiassa 400-kertaista suurennusta, jolloin resoluutio oli 4  $\mu\text{m}$ .

Kerrostumisaltaan ominaisuuksia ennen turpeen muodostumista ja turpeen muodostuksen lopettaneen transgression jälkeen tutkittiin sedimenteistä piileväanalyysillä. Piilevälajisto määritettiin sekä turvekerroksen ala- että yläpuolelta otetuista liejunäytteistä (syvyys 675–674 cm ja 667–666 cm). Siitepöly- ja piileväanalyysit tehtiin GTK:n laboratoriossa.

## Tulokset ja päätelmät

### Lämmäaritykset

Liejun muodostuminen alkoi Parkusuoan ajoituspisteen paikalla radiohiiliajoituksen mukaan  $10\,400 \pm 100$  BP (Su-3644) eli 12 340 kalenterivuotta (cal BP) sitten. Turpeen löytyminen liejusta merkitsee sitä, että vedenpinta on paikalla jatkuvasti laskenut. Liejun turvekerroksesta on tehty kaksi radiohiilimäärittystä. Konventionaalisella menetelmällä saatu ikä on  $10\,070 \pm 80$  BP (Su-3704) eli noin 11 570 kalenterivuotta (cal BP) ja AMS-menetelmällä saatu ikä on  $9700 \pm 50$  BP (Poz-13449), mikä vastaa 11 140 kalenterivuotta (cal BP). Noin tuhannen vuoden aikana veden pinta on siis laskenut siinä määrin, että turpeen muodostuminen oli mahdollista. Runsaammin kivennäismaata sisältävä liejunkerros välittömästi turvekerroksen päällä osoittaa turpeen kerrostumisen jälkeistä veden nousua, jolloin vesi huuhteli ympäristön kivennäismaata orgaanisen kerroksen päälle. Parkusuoan varsinainen pohjaturve muinaislammen ympäristössä alkoi kerrostua 10 160 kalenterivuotta (cal BP) sitten ( $8960 \pm 60$  BP, Su-3643) eli noin 1000 vuotta liejun välissä olevan turpeen kerrostumisen jälkeen, vesistön umpeenkasvuun liittyvän soistumisdynamiikan mukaisesti todennäköisesti huomattavasti ennen muinaislammen lopullista umpeutumista.

Nykyisen käsityksen mukaan Baltian jääjärven lasku Yoldiameren tasoon tapahtui noin  $11\,590 \pm 100$  kalenterivuotta sitten (Saarnisto &

Saarinen 2001). Ajankohta on liki sama kuin kylmän Nuoremman Dryaskauden päättymisen ajankohta mm. Grönlannin jäätikkösarjojen perusteella (O'Brien ym. 1995). Tämän jälkeen ilmasto muuttui lämpimäksi ja kosteaksi, mikä edisti madaltuneessa Parkusuoan altaassa kasvien, mm. vesisammalten yleistymistä.

GTK:ssa määritetyt turve- ja liejunäytteet on saatu täysin vapaaksi mittauksiin epävarmuutta tuovista epäpuhtauksista lukuun ottamatta alimmaista liejunäytettä, joka on otettu liejusta liejuisen hiesun yläpuolelta. Tämä ajoitustulos 12 340 cal BP saattaa olla jonkin verran liian vanha, koska näyte oli kovin rikkiäinen ja pieni (Tuovi Kankaisen ajoituselostus) huolimatta siitä, että se sopii deglasiaation kronologiaan. Parkusuoan ympäristön kallioperä koostuu suurimmaksi osaksi kvartsi- ja granodioriitista. Suon itäpuolella kiilleliuskeen ja –gneissin ohella on myös emäksisempiä amfiboliittia ja vihreäkiveä, mutta varsinaisia karbonaattipitoisia kivilajeja löytyy vasta noin parikymmentä kilometriä suon pohjoispuolelta, ja sieltäkin niukasti (Lavikainen 1975). Alueen pintavesissä on siten aina ollut vain vähän kallioperästä liuennutta epäorgaanista hiiltä: nykyisin purovesien alkaliteetti, ensisijaisesti vetykarbonaattien määrä,  $0,12\text{--}0,16$  mmol l<sup>-1</sup>, on Suomen pienimpiä (Lahermo ym. 1996).

Konventionaalinen radiometrinen ajoitustekniikka ja AMS-radiohiiliajoitukset ovat tuottaneet liejunkerrosten väliselle turpeelle samankaltaiset tulokset. Siitepölytutkimukset tukevat tulkintaa, ettei altaaseen ole joutunut ajoitukseen voimakkaasti vaikuttavaa, uudelleen kerrostunutta, vanhaa orgaanista materiaalia turpeen muodostumisaikana. Verrattaessa siitepölydiagrammia Kaakkois-Suomesta aikaisemmin julkaistujen diagrammien samaa ajanjaksoa kuvaaviin osiin, ei siinä ole havaittavissa vaikeasti selitettäviä poikkeavuuksia. Orgaanisia, pleistoseenijäätiköitymisten lämpimiin välivaiheisiin kuuluvia interglasiaali- ja interstadiaalikerrostumia on Suomen moreeneista sitä paitsi löydetty vain Salpausselkien pohjoispuolelta (Hirvas 1991, Eriksson 1993). Uudelleen kerrostuneina nämä saattavat olla esim. Lapissa C<sup>14</sup>-ajoituksen vakavimpia virhelähteitä liejujen yhteydessä, verrattavissa karbonaattipitoisesta kallioperästä altaaseen joutuneeseen vanhaan hiileen, jonka aiheuttama ns.

reservoir-efekti voi olla syynä jopa pari tuhatta vuotta liian vanhaan ikään (Barnekow ym. 1998). Vesiympäristössä elävien kasvien, vesisammalien ja levien assimiloima hiili on sekoitus toisaalta ilmakehästä peräisin olevasta samanaikaisesta hiilidioksidista ja toisaalta altaaseen liuenneesta sedimenttipärisestä vanhasta hiilestä, joten vesisammalturpeesta tehty ajoitus on sitä tarkempi, mitä vähemmän vanhaa hiiltä altaaseen voidaan olettaa kulkeutuneen ennen kerroksen syntymistä. Vaikka kallioperästä hiiltä olisi kulkeutunutkin vain hyvin vähän, on reservoir-efekti silti olemassa. Esim. Barnekow ym. (1998) ilmoittaa eron luotettavan terrestrisistä makrofossiileista määritetyn ja orgaanisesta sedimentistä (bulk sediment) määritetyn iän välillä voivan nousta 800 vuodeksi (vaihteluväli 400–800 v.)! Niinpä näytteenottoaltaan ja sen ympäristön kasvillisuus- ja glasiatio/deglasiatiohistorian määräämät ominaisuudetkin vaikuttavat ajoitustarkkuuteen. Koska käytettävissä olleista Parkusuon limno-temaattisista turvenäytteistä ei löytynyt riittävästi yksiselitteisesti terrestrisiä makrofossiileja ajoitusta varten, jouduttiin turvautumaan bulk sediment -näytteisiin ja oletukseen, ettei Parkusuon allas ympäristöineen, lähes koko ajan periglasi-aalisissa oloissa turpeen muodostumiseen saakka, tuottanut ratkaisevia määriä eloperäistä ainesta sedimenttiin ja sittemmin, hajoamisprosessien kautta, vanhentavaa hiilidioksidia vesisammalten käyttöön.

### Siitepölyanalyysit

Siitepölyanalyysin tulokset esitetään siitepölydiagrammina (Berglund & Ralska-Jasiewiczowa 1986), johon on liitetty mukaan myös muita analyysissä esiin tulleita ja altaan eliöstöä tarkentavia elementtejä (Kuva 3).

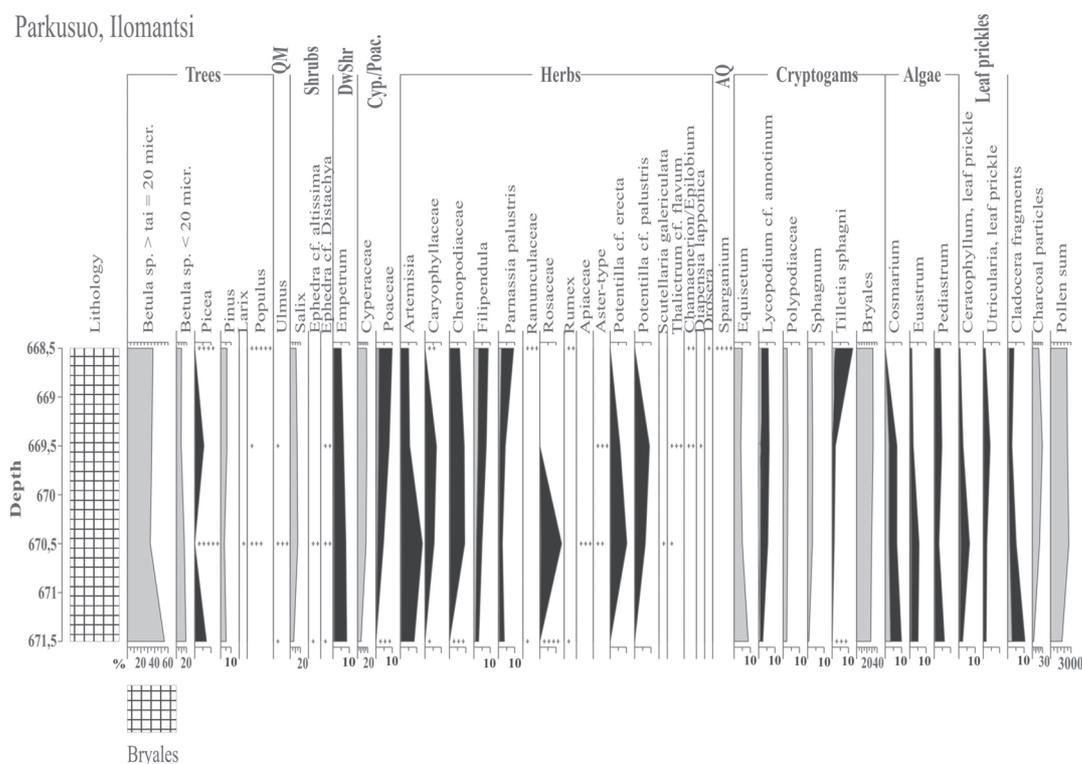
Diagrammin ruskosammal-vesisammalturvetta kuvaava osa muistuttaa suuresti Kaakkois-Suomesta julkaistujen siitepölydiagrammien (Tolonen 1967, Hyvärinen 1972, Bondestam ym. 1994) koivuvaihetta (Birch R, SE Finland, P.A.Z.), tarkemmin sen myöhäisempää *Lycopodium*-alajaksoa, jolloin koivu oli jo vakiinnuttanut asemansa. Konventionaaliseksi radiohiili-ikäsi tälle vaiheelle antaa Hyvärinen (1972) 10 000–9000 BP, joka kalibroitu on 11 420–10 240

kalenterivuotta. *Betula*-siitepölyjä, kooltaan alle 20 µm, on mukana myös melko runsaasti (10–19 % siitepölysummasta), mutta enemmistönä ovat kuitenkin varsinaisiin koivuihin suurimmaksi osaksi kuuluvat, yli 20 µm:n siitepölyt (38–55 %). Edelliselle vaiheelle tyypillistä *Artemisiaa* (pujolajien siitepölyjä) on enää vain niukalti (0,2–0,7 %), samoin sen seuralaisina aikaisemmin melko runsaasti esiintyneitä *Chenopodiaceae*- (savikkakasvien), *Caryophyllaceae*- (kohokkikasvien) ja *Rosaceae*- (ruusukasvien) siitepölyjä. Sitä vastoin *Lycopodium*- (liekokasvien), *Polyodiaceae*- (sanikkaisten) ja *Sphagnum*- (rahkasammallajien) itiöitä tavataan tasaisesti koko turvekerrostumassa.

Hieman Kaakkois-Suomen koivuvaiheesta poikkeavasti Ilomantsin Parkusuossa on runsaasti sarakasvien, *Cyperaceae*-heimon siitepölyjä (10–27 %), *Equisetum*- (kortteiden) itiöitä (6–12 %) ja myös pajujen, eri *Salix*-lajien, siitepölyhiukkasia (7–15 %), mikä selittyy paikallisista tekijöistä: turve on kerrostunut joko matalavetiseen lampeen, tai ainakin ajoittain vähävetiseen luh-tanevaan, jonka muodostamaan ja jota reunustavaan kasvillisuuteen kyseiset lajit on helppo mieltää kuuluneiksi.

Parkusuon ympäristö oli turpeen kerrostumisen aikoihin pohjoisempaan sijainneen Ilomantsin jäärjärven ja alle 50 km:n päässä lounaassa lainehtineen ja valtameren tasoon alenevan Baltian jäärjärven välistä kuivaa maata. Sinne koivu oli siitepölydiagrammin mukaan jo muodostanut harvahkoja kasvustoja, alun perin todennäköisesti vain vaivaiskoivua sekä variksenmarjaa (*Empetrum nigrum*), heiniä (*Poaceae*) ja ns. tundra-arolle tyypillisiä ruohovartisia pioneerilajeja (mm. savikka- ja kohokkikasveja sekä pujoja) suosineelle, jäätikön jäljiltä vielä huuhtoutumattomalle, ravinteikkaalle maaperälle. Jäätikön peräytymistä seuraavan kasvillisuuden historiaa ovat Pohjois-Lapissa tutkineet mm. Hyvärinen (1975a, 1976) ja Mäkelä (1999) sekä Peräpohjolassa Reynaud (1974), ja heidän mukaansa varhaisinta kasvillisuutta luonnehtivat nimenomaan vaivaiskoivu, varvut ja tundra-arolle tyypilliset ruohovartiset kasvit, esimerkiksi juuri *Artemisia*. Makrofossiilianalyysien perusteella Kaakkois-Suomessakin vaivaiskoivu kuului varhaiseen kasvillisuuteen jo ennen puumaisten koivujen ilmestymistä (Bon-

## Parkusuo, Ilomantsi



Kuva 3. Parkusuo suhteellinen siitepölydiagrammi. Harmaat käyrät ovat luonnollisia, täysin mustat 3–25 -kertaisesti liioiteltu. Ristit tarkoittavat yksittäisiä esiintymiä: 1 risti = 1 pölyhiukkanen. Prosentuaaliset osuudet, joiden mukaan käyrät on piirretty, on laskettu siitepölysummasta Berglund & Ralska-Jasiewiczowan (1986) esittämällä tavalla.

Fig. 3. The related percentage pollen diagram of Parkusuo. The grey curves are normal, the black ones have been magnified by factors of 3–25. The crosses refer each to a single pollen grain. The percentages by means of which the curves have been drawn, have been calculated from the pollen sum as suggested by Berglund & Ralska-Jasiewiczowa (1986).

destam *ym.* 1994, s. 169). Ravinteisuuteen viittaavat Parkusuo tapauksessa vaateliaitten kasvien, mesiangeron (*Filipendula ulmaria*, 1–3 %), rätvänän (*Potentilla erecta*), kurjenjalan (*Potentilla palustris*), keltaängelmän (*Thalictrum flavum*) ja vilukon (*Parnassia palustris*, 0,5–2 %) siitepölyt ja vielä sanikkaisten itiöiden melko runsas esiintyminen (*Polypodiaceae* sensu lato, 3,1–4,3 %) yhdessä koivun siitepölyjen kanssa. Myös liekokasvien itiöitä oli kohtalaisesti (lähinnä *Lycopodium cf. annotinum* eli riidenlieko, 0,7–1,9 %). Vastaavaa siitepölyassosiaatiota tuottavaa koivikkoa nykyisistä kasvillisuustyypeistä on vaikea osoittaa (Ruuhijärvi 1963, Hyvärinen 1975).

Männyn osuus siitepölyssä on melko pieni (3,5–6,0 %). Männyn siitepölyjen esiintyminen on selitettävissä kaakosta tulleiden kaukolentojen ansioksi. Samoin ovat saapuneet näytteissä satunnaisesti havaitut kuusen ja jopa jalaavan siitepölyt. Sitä vastoin *Ephedra*-siitepölyt näytetasoista 669–670, 670–671 ja 671–672 cm saattavat olla lähtöisin paikallisesta kasvillisuudesta. Tyypiltään Parkusuo *Ephedra*-pölyt ovat *cf. distachya* ja pienen kokonsa perusteella myös *cf. altissima* tai *cf. fragilis* (Reille 1999).

*Ephedra*-suvun kuiviin ja viileisiin, miltei periglaciaalisiin tundra-aroihin kuuluneista pensasmaisista, paljassiemeniin luokiteltavista lajeista tavataan nykyisin mm. *Ephedra distachyaa* Ranskan Bretagnesta Keski- ja Etelä-Euroopan

halki Mustaa merta ja Kaspian merta ympäröivien arojen kautta Etelä-Siperiaan ulottuvalla alueelta. Suomen myöhäis- ja postglasiaalikerrostumista *Ephedran* siitepölyjä on löydetty ainakin Etelä-Suomesta, kuten Hämeestä sekä Kaakkois-Suomesta, Pohjois-Karjalasta ja Sallasta Pohjois-Suomesta (esim. Tynni 1959, Sorsa 1965, s. 377–378 ja Tolonen 1967, s. 349–358 sekä Bondestam ym. 1994, s. 169). Esiintymiä pidetään enimmäkseen primääreinä (mm. Tynni 1959), eli ne siis kuvastavat varhaisimpina aikoina kerrostumispaikan lähistöllä vallinnutta kuivan ja viileän tundra-aron kasvillisuutta, kun taas myöhemmin ne kuvaavat erityisesti kuiville hiekkakankaille ja harjujen liepeille jäänyttä reliktikasvillisuutta. Kulkeutumista Itämeren piirin ulkopuolelta ilma-virtausten mukana ei pidetä kovin todennäköisenä. Erään tutkimuksen mukaan *Ephedra*-pölyjen osuus resenttistä siitepölylaskuun valaisevasa näytteessä oli vain 0,25 %, vaikka näyte oli otettu 50–100 metrin päästä lähimmästä *Ephedra*-kasvustosta (Welten 1957). Toisaalta havain-toja on myös siitepölyjen kaukokulkeutumisesta. Esim. afrikkalaisten *Ephedra*-lajien siitepölyjä on löytynyt Alpeilta (Bortenschlager 1965). Ilmaston ja kasvillisuuden muuttuminen, metsien sulkeutuminen, karkotti mm. *Ephedra distachyan* nykyisille esiintymisalueilleen, ja samalla *Ephedra*-pölyjen esiintyminen eloperäisissä kerrostumissamme lähestulkoon päättyi. Harvinaiset, nuoret siitepölylöydöt esim. 7000 kalenterivuoden takaa peräisin olevista kerrostumista, voivat olla reliktikasvuston tuottamia (Sorsa 1965), tai pölyt ovat vanhoista, useimmiten epä-organisisista sedimenteistä erodoituneita ja sittemmin uudelleen kerrostuneita, joskaan kaukokulkeutumista ei voi myöskään täysin sulkea pois (Tolonen 1967).

Varsinaisia vesikasvien siitepölyjä ei näytteistä tavattu, lukuun ottamatta ylimmän näytetason muutamaa *Sparganium*- eli jonkin palpakkolajin pölyhiukkasta. Tämän tason kerrostuessa transgressio, joka sittemmin peitti Parkusuon, oli ilmeisesti jo alkanut. Yleensäkin vesikasvit niukan siitepölytuotantonsa vuoksi ovat diagrammeissa aliedustettuina. Siitepölyanalyysin esiin tuomat lisäpiirteet kyllä viittaavat turpeen kerrostuneen vesiekosysteemissä: mm. pienissä lammi-koissa, usein vesikasvillisuuden epifyytteinä elä-

vät *Cosmarium*-, *Euastrum*- ja *Pediastrum*-levät, uposkasvien *Ceratophyllumin* eli karvaleden ja vesisherneen (*Utricularia*) lehtiodat ja vielä eri vesikirppulajien fragmentit. Ne kuuluvat toisaalta myös ravinteikkaan, vetisen aapasuon lajistoon, ja jotkut levät ja vesikirput jopa karun, allikkoi-sen keidassuonkin lajistoon. Esimerkiksi Pohjois-Suomen aapasuon, Teuravuoman, turpeesta tehdyissä siitepölypreparaateissa mainittujen vesieliöiden esiintyminen oli säännömukaista, kiitos kevättulvien, lammikoiden ja ajoittain hyvinkin märän suon pinnan (Moisanen 2004).

Makroskoopin tarkastelun perusteella Parkusuon liejukerroksesta löytynyt turve koostuu pääasiassa heikosti maatuneista vesisammaleiden tai ruskosammaleiden rangoista ja jopa lehdistäkin. Lähinnä *Warnstorfia*- ja *Drepanocladus*-lajien jäännösten muodostamasta massasta voitiin mikroskoopilla erottaa myös rakkasammalten lehtisolukkoryhmiä, joista selvimmän määritettävissä oli *Sphagnum squarrosum* eli okarahkasammal. Siitepölyanalyysissäkin tuli esiin *Sphagnum*-itiöitä kohtalaisen paljon (1,0–4,6 %). Ruskosammal-vesisammal- eli *Bryales*-itiöiksi tulkittavia yli 5 µm:n hiukkasia esiintyi kolmen ylimmän näytetason preparaateissa runsaasti (1321–1421 kpl). Vähiten eli 763 kpl niitä esiintyi alimmassa näytetasossa altaan kuivumiskehityksen alkuvaiheessa 671–672 cm:n syvyydessä.

Piileväanalyysit viittaavat ennen ja jälkeen turvevaiheen paikalla sijainneiden altaiden veden humuspitoisuuteen. Ympäristön tuoreilta, varpuja, sammalia ja ilmeisesti riidenliekoa kasvaneilta ”tunturikankailta” kulkeutunut humus, substantia humosa – aines, näkyy turpeesta tehdyissä siitepölypreparaateissa runsaina ns. humuspisaroina. Nämä hieman hankaloittivat siitepölyanalyysiin yleensä rutiininomaisesti liitettävää hiilipartikkeleiden laskemista. Hiilipartikkeleiksi katsottavia, terävän kulmikkaita hiukkasia oli eniten turvekerrostuman keskivaiheilla, mikä viittaa jopa harvapuustoisia tunturikankaita kohdanneisiin kuluihin ehkä tällöin vallinneiden, tavallista kuivempien ilmastojaksojen seurauksena.

### Piilevät (Bacillariophyceae)

Analysoitujen sedimenttinäytteiden piilevälajistot ovat keskenään varsin yhteneväiset, joskin

eröjakin on, lähinnä eri lajien määräsuhteisissa. Molemmissa näytteissä runsaimpana lajina esiintyi *Achnanthes minutissima* Kützing –tyyppi, joka muodosti noin kolmanneksen piilevistä (34 % ja 25 %). Hieman yli puolet tämän tyyppin levistä oli distaalipäädyistään leveästi pyörityneitä, mahdollisesti *A. minutissima* var. *scotica* (Carter) Lange-Bertalot –muotoja. Näistä nimivariantti on hyvin laajalle levinnyt makean veden perifyyttinen piilevä, kun taas *scotica*–muoto viihtyy lähinnä karuissa, melko pH–neutraaleissa vesissä. Usein metafyyttisenä, löyhästi kasvillisuuteen kiinnittyneenä, esiintyvän *A. minutissima* lisäksi molemmissa näytteissä tavattiin runsaasti samalla tavoin esiintyvää *Fragilaria construens* f. *venter* (Ehrenberg) Hustedt –muotoa. Toinen runsaana esiintynyt *Fragilaria* (Lyngbye) –suvun laji oli epipelinen, pehmeillä pohjan alueilla elävä *F. pinnata* Ehrenberg.

Muita epipelisiä piileviä näytteissä olivat mm. *Navicula* Bory -, *Pinnularia* Ehrenberg -, *Anomooneis* Pfitzer (*Brachysira* Kützing) - ja *Neidium* Pfitzer –sukujen lajit. Myös *Cymbella* Agardh - ja *Nitzschia* Hassall –sukujen lajit, joita oli näytteissä yksilömääräisesti varsin runsaasti, esiintyvät usein pehmeillä pohjilla, joskin varsinkin *Cymbella*–suvun piilevät kiinnittyvät myös kasveihin tai kiviin. Parkusuon liejunäytteissä *Cymbella*–lajeista runsaimpia olivat *C. descripta* (Hustedt) Krammer & Lange-Bertalot, *C. incerta* (Grunow) Cleve ja *C. cesatii* (Rabenhorst) Grunow, jotka kaikki viihtyvät oligotrofisissa, happamissa ja viileissä vesissä. *Cymbella*–piileviä oli enemmän alemmassa tutkitussa näytteessä (675–674 cm). *Nitzschia*–suvun tavatut yksilöt (jopa 15 % kaikista piilevistä molemmissa näytteissä) olivat lähes kaikki samaa muotoa, *N. cf. bryophila* (Hustedt) Hustedt, joka esiintyy pohjoisilla ja alpiinisilla alueilla, tyypillisesti sammaleisiin kiinnittyneenä. Elintapansa puolesta laji sopii hyvin yhteen sedimenttisarjasta tavatun ruskosammal-veisisammalturpeen kanssa. *Denticula kuetzingii* Grunow puolestaan elää tyypillisimmin litoraalialueella vesissä, joiden elektrolyyttipitoisuus on vähintään keskinkertainen.

Parkusuon liejunäytteiden piilevästössä ei tavattu juurikaan planktisia lajeja. Molemmissa näytteissä oli joitakin (<1 %) *Fragilaria tenera* (W. Smith) Lange-Bertalot - ja *Cyclotella pseu-*

*dostelligera* Hustedt –kuoria sekä muutama *Ta-bellaria flocculosa* (Roth) Kützing. Viimemainittu olivat lisäksi muodoltaan lähinnä Koppenin (1975) 'kantaa IV', joka elää kiinnittyneenä vesikasveihin, ei planktisena.

## Kirjallisuutta

- Barnekow, L., Possnert, G. & Sandegren, P. 1998. AMS <sup>14</sup>C chronologies of Holocene lake sediments in the Abisko area, northern Sweden – a comparison between dated bulk sediment and macrofossil samples. *Geologiska Föreningens i Stockholm förhandlingar* 120: 59–67.
- Berglund, B. E. & Ralska-Jasiewiczowa, M. 1986. Pollen analysis and pollen diagrams. In: Berglund, B. E. (ed.), *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore, John Wiley & Sons, pp. 455–484.
- Bondestam, K., Vasari, A., Vasari, Y., Lemdahl, G. & Eskonen, K. 1994. Younger Dryas and Preboreal in Salpausselkä foreland, Finnish Karelia. In: Lotter, A. F. & Ammann, B. (eds). *Festschrift Gerhardt Lang. Beiträge zur Systematik und Evolution, Floristik und Geobotanik, Vegetationsgeschichte und Paläoökologie. Dissertationes Botanicae, Band 234*, pp. 161–206.
- Bortenschlager, S. 1965. Funde afrikanischer Pollen in den Alpen. *Naturwissenschaften* 52:663–664.
- Erdtman, G., Berglund, B. & Praglowski, J. 1961. An introduction to a Scandinavian pollen flora. Stockholm: Almqvist & Wiksell. 92 pages and 74 plates.
- Eriksson, B. 1993. The Eemian pollen stratigraphy and vegetational history of Ostrobothnia, Finland. *Geological Survey of Finland. Bulletin* 372: 36 p.
- Hirvas, H. 1991. Pleistocene stratigraphy of Finnish Lapland. *Geological Survey of Finland. Bulletin* 354: 1–123.
- Hyvärinen, H. 1971. Two late Weichselian stratigraphical sites from the eastern foreland of the Salpausselkä in Finland. *Commentationes Biologicae* 40: 1–12.
- Hyvärinen, H. 1972. Flandrian regional pollen assemblage zones in eastern Finland. *Commentationes Biologicae* 59: 25 p.
- Hyvärinen, H. 1973. The deglaciation history of eastern Fennoscandia – recent data from Finland. *Boreas* 2: 85–102.
- Hyvärinen, H. 1975a. Absolute and relative pollen diagrams from northernmost Fennoscandia. *Fennia* 142: 1–23.
- Hyvärinen, H. 1975b. Myöhäisjääkauden Fennoskandia – käsityksiä ennen ja nyt. (Summary: Lateglacial palaeogeography of Fennoscandia). *Terra* 87(3): 155–156.
- Hyvärinen, H. (1976). Flandrian pollen deposition rates and tree-line history in northern Fennoscandia. *Boreas* 5: 163–175.
- Koppen, J. D. 1975. A morphological and taxonomic con-

- sideration of *Tabellaria* (*Bacillariophyceae*) from the northcentral United States. *Journal of Phycology* 11: 236–244.
- Lavikainen, S. 1975. Suomen geologinen kartta. Kallio-peräkartta 1:100 000. Lehti 4243 Oskajärvi. Geologinen tutkimuslaitos.
- Lahermo, P., Väänänen, P., Tarvainen, T. & Salminen, R. 1996. Suomen geokemian atlas, osa 3: Ympäristö-geokemia – purovedet ja sedimentsit. *Geochemical atlas of Finland, part 3: Environmental geochemistry – stream waters and sediments*. Espoo: Geological Survey of Finland. 149 p.
- Moisanen, M. 2004. Vegetation development in the Teuravuoma mire complex and its environment as revealed by a pollen diagram. In: Päivänen, J. (ed.). *Wise Use of Peatlands, Vol 2. Poster Presentations*. 896–903. Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Peat Congress. 6–11 June 2004 in Tampere, Finland. International Peat Society.
- Mäkelä, E. 1999. The Holocene history of birch in north-eastern Fennoscandia – an interpretation based on fossil birch pollen measurements. Helsinki: University of Helsinki. Department of Geology. Division of Geology and Palaeontology.
- Mäkilä, M. & Toivonen, T. 2004. Rate of peat accumulation and its variability during the Holocene. In: Päivänen, J. (ed.). *Wise Use of Peatlands: Vol 1. Oral Presentations*. 50–55. Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Peat Congress. 6–11 June 2004 in Tampere, Finland. International Peat Society.
- O'Brien, S. R., Mayewski, P. A., Meeker, L. D., Meese, D. A., Twickler, M. S. & Whitlow, S. I. 1995. Complexity of Holocene climate as reconstructed from a Greenland ice core. *Science* 270 (1995): 1962–1964.
- Rainio, H. 1983. The Tuupovaara end moraine in North Karelia, eastern Finland: an ice-marginal formation of the same age as the Salpausselkä ridges. *Bulletin of the Geological Society of Finland* 55 (1): 67–76.
- Rainio, H. 1991. The Younger Dryas ice-marginal formations of southern Finland. In: Rainio, H. & Saarnisto, M. (eds.) *Eastern Fennoscandian Younger Dryas end moraines: Field conference, North Karelia, Finland - Karelian ASSR, June 26 – July 4, 1991: Excursion guide*. Geologian tutkimuskeskus. Opas 32: 25–72.
- Rainio, H. 1996. Late Weichselian end moraines and deglaciation in eastern and central Finland. *Geological Survey of Finland*. 178 p.
- Rainio, H., Saarnisto, M. & Ekman, Ilpo 1995. Younger Dryas end moraines in Finland and NW Russia. In: Lundqvist, J., Saarnisto, M. & Rutter, N. (eds.). *IGCP 253 - Termination of the Pleistocene - final report*. *Quaternary International* 28: 179–192.
- Reille, M. 1999. *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du nord*. Seconde édition. Marseille: Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie. 535 p.
- Reimer, P.J., Baillie, M.G.L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J., Warren, B., Chanda J.H., Blackwell, P. G., Buck, C. E., Burr, G. S., Cutler, K.B., Damon, P.E., Edwards, R. L., Fairbanks, R.G., Friedrich, M., Guilderson, T. P., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kromer, B., McCormac, G., Manning, S., Ramsey, C. B., Reimer, R.W., Remmele, S., Southon, J.R., Stuiver, M., Talamo, S., Taylor, F.W., van der Plicht, J., Weyhenmeyer, C.E. 2004. *IntCal04 Terrestrial Radiocarbon Age Calibration, 0–26 Cal Kyr BP*. *Radiocarbon* 46(3): 1029–1058.
- Reynaud, C. 1974. Étude historique de la végétation durant le tardi-glaciaire et le post-glaciaire en Peräpohjola (Laponie méridionale en Finlande) par la méthode sporo-pollinique. *Fennia* 131: 1–55.
- Ruuhijärvi, R. 1963. Zur Entwicklungsgeschichte der nordfinnischen Hochmoore. *Annales Botanici Societatis Zoologicae Botanicae Fennicae* “Vanamo” 34(2): 40 p.
- Saarelainen, J. 1989. Ilomantsin kunnassa tutkitut suot ja niiden soveltuvuus polttoturvetuotantoon. Osa 1. Geologian tutkimuskeskus, Turvetutkimus, Turveraportti 226: 177 s.
- Saarnisto, M. & Saarinen, T. 2001. Deglaciation chronology of the Scandinavian Ice Sheet from the Lake Onega basin to the Salpausselkä end moraines. In: Thiede, J. [et al.] (eds.) *The Late Quaternary stratigraphy and environments of northern Eurasia and the adjacent Arctic seas - new contributions from QUEEN: selected papers from the annual QUEEN workshops held in Øystese, Norway, April 1999, and in Lund, Sweden, April 2000*. *Global and Planetary Change* 31 (1–4): 387–405.
- Sorsa, P. 1965. Pollenanalytische Untersuchungen zur spätquartären Vegetations- und Klimaentwicklung im östlichen Nordfinland. *Annales Botanici Fennici* 2: 301–413.
- Stuiver, M. & Reimer, P. 1993. Extended <sup>14</sup>C Data Base and Revised Calib 3.0 <sup>14</sup>C Age Calibration Program. *Radiocarbon* 35 (1): 215–230.
- Tolonen, K. 1967. Über die Entwicklung der Moore im finnischen Nordkarelien. *Annales Botanici Fennici* 4: 219–416.
- Tolonen, K. & Ruuhijärvi, R. 1976. Standard pollen diagrams from the Salpausselkä region of Southern Finland. *Annales Botanici Fennici* 13: 155–196.
- Tynni, R. 1959. Über das Vorkommen von *Ephedra distachya* L. während des Spät- und Postglazials in Finnland. *Archivum Societatis Zoologicae Botanicae Fennicae* “Vanamo” 13(2): 123–132.
- Vuorela, I. & Eronen, M. 1978. Suomen kvartaäripaleontologian yleiset perusteet ja menetelmät. Helsingin yliopisto. Geologian laitos, geologian ja paleontologian osasto. *Moniste n:o 3*, 113 s.
- Welten, M. 1957. Über das glaziale und spätglaziale Vorkommen von *Ephedra* am nordwestlichen Alpenrand. *Berichte Schweizerischer Botanischer Gesellschaft* 67: 33–54.

**Summary:****Is the oldest postglacial peat of Finland in Ilomantsi?**

The peat between two gyttja layers found in Parkusuo mire in Ilomantsi has been dated to between 11 140 cal BP ( $9700 \pm 50$  BP) and 11 570 cal BP ( $10\ 070 \pm 80$  BP). Parkusuo is situated in one of the areas of Finland that first deglaciated, so the age of the peat is not surprising. Peat accumulated in a shallow pond or a swamp fen that may repeatedly have been inundated by shallow water. Peat was deposited *in situ*, most likely without the influence of hard water or graphite. Even the reservoir effect, always present as a source of error in the radiocarbon dating of limnic or limno-telmatic sediments consisting mainly of algae, aquatic mosses and other aquatic plants, has been considered almost negligible in this particular case. The periglacial environment characteristic of the Parkusuo area probably up to the formation of limno-telmatic peat supported little vegetation, but the old carbon in the gyttja under the peat layer has inevitably been derived from this.

Pollen analysis reveals Parkusuo as having been surrounded by birch stands with sparsely growing trees and lesser vegetation consisting of crowberry (*Empetrum cf. nigrum*) and presumably dwarf birch (*Betula nana*), in addition to ferns (*Polypodiaceae sensu lato*) and lycopods (*Lycopodium*-species) contemporaneously with the formation of peat. This type of birch wood has no modern counterpart. Although the first phase of vegetational development, the tundra steppe, had completely passed, some *Ephedra* species, most probably representatives of the phase, perhaps still continued to grow as relics in arid places around Parkusuo. The wettest places, on the other hand, were skirted by abundant horsetails, sedges and willows.

The Parkusuo pond became shallower or even filled in and transformed into a swamp fen. The most characteristic plants of this wetland were various *Bryales* species, especially aquatic mosses such as *Warnstorfia* and *Drepanocladus*. According to a preliminary macroscopic and microscopic analysis, the poorly humified remnants of these, namely stalks and leaves, are the main components of the peat under consideration. Among the leaf cell tissues of sphagnum, which are also peat components, the most conspicuous in the slide were those of *Sphagnum squarrosum*.

Based on the diatom results, gyttja units below and above the peat layer were deposited in a small, shallow fresh water pond, probably rich in nutrients and humus, the latter having been derived from surrounding uncharacteristic birch woods. Planktonic taxa were almost completely absent and especially the lower sample contained a high proportion of epiphytic and metaphytic species, which indicates a basin with at least some aquatic vegetation. Many of the diatom species identified currently occur in northern or alpine areas, indicating cool climatic conditions.

Key words: mire; peat;  $^{14}\text{C}$ -age; deglaciation, Holocene