



Veikko Sorsa (HY)

PIENI PALA TERTIÄÄRIÄ

Suomusjärven luulöytö on Suomen toistaiseksi vanhin nisäkäsfossiili

J. SAKARI SALONEN, JUHA SAARINEN, ARTO MIETTINEN, HEIKKI HIRVAS,
MARINA USOLTSEVA, MIKAEL FORTELIUS JA MARJA SIMONSUURI-SORSA

Suomen geologista yleiskuvaa on joskus verrattu kirjaan, jossa on vain kannet. Hyvin vanhaa, etupäässä prekambrista kallioperäämme verhoavat verraten nuoret, myöhäiskvartaariset, irtaimet maa-ainekset. Näin Suomen geologisista muodostumista puuttuvat lähes tyystin merkit elämän pitkästä kehityskulusta – kambri- ja ordovikikauden ”räjähdyksestä” dinosaurusten aikaan ja edelleen nisäkkäiden monimuotoistumiseen.

Paleontologinen tutkimus Suomessa on ollut pitkälti myöhäiskvartaaristen mikrofossiilien, kuten siitepölyjen tai piikuoristen levi- en analysointia. Merkkejä myös elämän varhaisemmista vaiheista on kyllä Suomestakin

löytynyt, mutta nämä ovat sekä alueellisesti että ajallisesti rajoittuneita. Näitä varhaisia elämän merkkejä edustavat prekambrista kallioperästämme löytyneet jäljet tuon aikakauden alkeellisista elämänmuodoista, ja lisäksi Ahvenanmaalta ja Länsi-Suomesta löytyneet suuremmat, kambri- ja ordovikikausien fossiilit (Tynni 1981). Fossiileista kenties klassisimpia – suuria luita – ovat Suomessa edustaneet niin ikään verraten nuoret, myöhäiskvartaariset nisäkkäiden luut. Näistä merkittävimpiä ovat Suomesta löydetty kaikkiaan kymmenen mammutinluuta. Näistä vanhin on Vuosaaresta vuonna 2005 löydetty Eem-kautinen luu, joka on määritetty n. 120 tuhatta vuotta vanhaksi (Ukkonen *et al.* 2010).

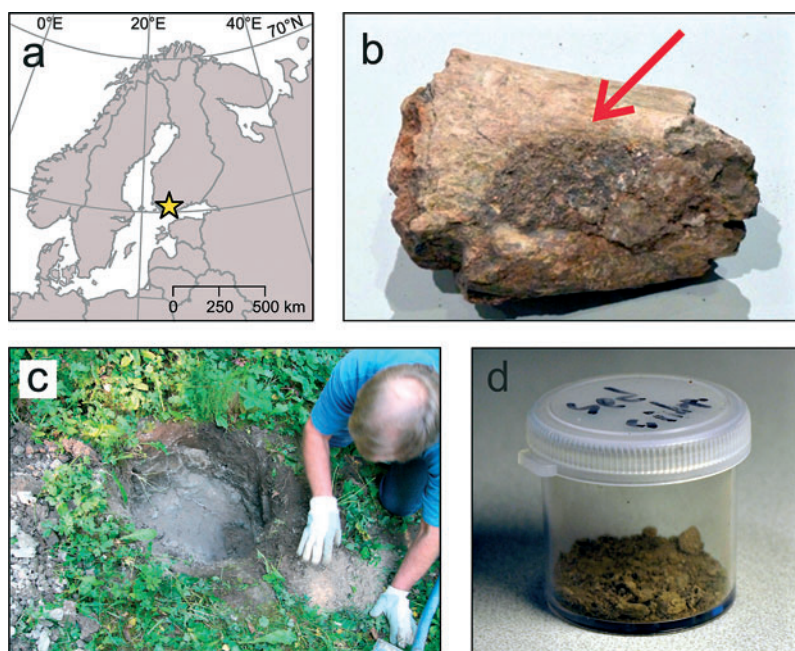
Suomen ”geologinen kirja” täydentyi kuitenkin yllättäen, kun tänä keväänä julkaistussa tutkimuksessa (Salonen *et al.* 2016) Suomusjärveltä noin vuonna 1960 alun perin löydetty norsueläimen luu osoittautui yllättävän vanhaksi, suurella varmuudella mioseenikautiseksi. Morfologiansa perusteella luun katsotaan todennäköisimmin edustavan *Deinotherium*-suvun norsueläintä.

Suomusjärven luun oletettiin alkujaan olevan mammutin luu, ja se on aikanaan uutoitukin Suomen kymmenentenä mammuttilöytönä. Suomusjärven löytö herätti kuitenkin alusta asti tutkijoissa kummastusta, sillä se oli poikkeuksellisen raskas ja vanhan oloinen. Tämä viittasi siihen, että luu saattaisi olla kivetynyt ja tyypillistä mammutin luuta van-

hempi. Nämä alustavat epäilykset johtivat luun perinpohjaisempaan, monitieteiseen tutkimukseen. Erittäin tärkeää tässä työssä oli luun sisällä säilynyt vanha maa-aines, josta löytyneet mikrofossiilit lopulta vahvistivat luun olevan Suomen tähänastisesti vanhin nisäkäsjäännös.

Luun löytyminen

Nuori biologian ylioppilas Marja Simonsuuri (sittemmin Simonsuuri-Sorsa) löysi luun Suomusjärven Sallitun kylässä, Enäjärven rannalla sijaitsevan kesäkodin puutarhan syysmuokkauksen yhteydessä yli 50 vuotta sitten. Luu löytyi mullan alaisesta savikerroksesta n. 50 cm syvyydestä (kuva 1). Otaksuttu kivenmurikka paljastui pesun jälkeen ison eläimen luun kap-



Kuva 1. (a) Luun löytöpaikka. (b) Kuva luusta. Punainen nuoli osoittaa sedimenttiä, jota käytettiin mikrofossiilianalyyseihin. (c) Vuonna 2006 tehty kaivaus luun löytöpaikalla. Luu löydettiin maannoksen alla näkyvästä, vaalean harmaasta Yoldiameren savesta. (d) Mikrofossiilianalyyseihin käytettyä sedimenttiä. Kuva: Salonen *et al.* (2016), käytetty julkaisijan luvalla.

Figure 1. (a) Site of bone discovery. (b) Photograph of the bone. The sediment used for microfossil analyses is indicated with a red arrow. (c) An excavation in 2006 at the site of discovery, showing the Yoldia Sea clay layer (light grey) in which the bone was found. (d) Some of the sediment sample used for the microfossil analyses. Photo: Salonen *et al.* (2016), reproduced with permission from the publisher.

paleeksi. Kappale taltioitiin oletettuna mammutin tai kyntöhärän luuna laatikkoon, jossa se matkasi myöhemmin Suomusjärveltä Espoon Tapiolaan kodin autotalliin, josta se löytyi uudelleen vuonna 2005.

länmääritys

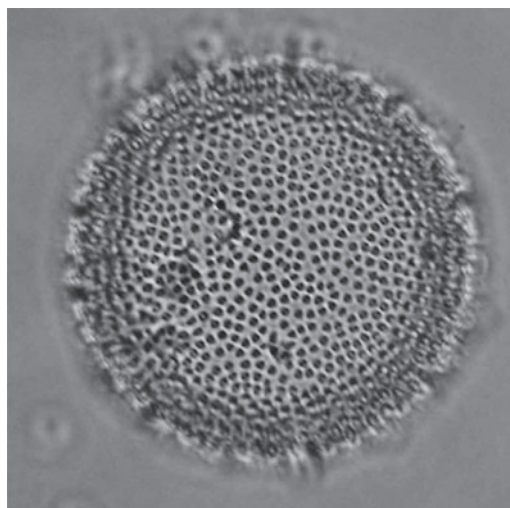
Suomusjärven luun ikää lähdettiin selvittämään toden teolla vuonna 2006, kun luu päätyi allekirjoittaneiden, lähinnä Helsingin yliopistossa vaikuttaneiden tutkijoiden käsiin. Länmääritys oli lähtökohtaisesti haasteellista. Luun suora radiometrinen ajoittaminen ei ollut mahdollista: luotettavaa ajoitustapaa luille, jotka ovat radiohiilimenetelmälle liian vanhoja, ei ole olemassa. Esimerkiksi Itä-Afrikan klassiset esikvartaariset hominidilöydöt on yleensä ajoitettu epäsuorasti siten, että ajoitetaan löytökerrostuman ylä- ja alapuolisia vulkaanisia kerrostumia. Tämänkään tyyppinen, löytöympäristön kerrostumien ajoittamiseen perustuva länmääritys ei ollut mahdollista, koska luu löytyi Yoldiameren sedimenttiin kulkeutuneena ja luun alkuperäinen kerrostumispaikka oli tuntematon.

Ratkaiseva edistysaskel luun länmäärityksessä tapahtui hieman yllättäen mikrofossiili-analyysin kautta. Luu oli pakkautunut täyteen sedimenttiä, jonka voitiin olettaa olevan luun ikäistä tai kenties sitä nuorempaa, mutta ei luuta vanhempaa. Näin luun minimi-ikä voitaisiin selvittää, mikäli sedimentistä voidaan löytää kiistatta tiettyä ajanjaksoa edustavia mikrofossiileja. Samaa lähestymistapaa käyttäen oli aikaisemmin osoitettu, että Suomen vanhin mammutinluu (Vuosaari) on Eem-kautinen (Ukkonen *et al.* 2010).

Nopeasti selvisi, että luun on pakko olla kvartaaria vanhempi. Siitepölyjen ja itiöiden joukossa enemmistö tyypeistä oli sellaisia, jotka eivät esiinny Pohjois-Euroopan kvartaarisä. Sedimentistä löytyi mm. syressipuiden siitepölyjä (Salonen *et al.* 2016). Monet nyt-

temmin Aasiaan ja Pohjois-Amerikkaan rajoittuvat puusuvut esiintyivät Euroopassakin ennen kvartaarikautta. Esimerkiksi Pohjois-Amerikan punapuiden ja suosypressien sekä Aasian japaninsetrin lähisukulaiset olivat Euroopassakin tavallisia. Kaikki nämä kuitenkin katosivat Euroopasta kvartaarikauden alkaessa, kun ilmasto viilentyi ja jääkausiaika alkoi. Sedimentistä löytyi lisäksi *Pteris*-suvun subtrooppisten saniaisten itiöitä, jotka niin ikään olivat tavallisia Euroopassa neogeenikaudella, ennen kvartaaria. Näiden löytöjen nojalla luun piti väistämättä olla kvartaarikautta vanhempi, vähintään n. 3 miljoonaa vuotta vanha.

Vielä kauemmas menneisyyteen viittasivat kuitenkin luun sisältä löytyneet piilevät. Yli puolet tunnistetuista piilevistä edusti erikoista muotoa, joka tarkemmassa analyysissä osoittautui *Alveolophora*-suvun aiemmin tuntematomaksi lajiksi (kuva 2). Koko *Alveolophora*-



Kuva 2. Luun sisältä löydyntynyt *Alveolophora*-suvun piilevä. Tämä piileväsuku hävisi sukupuuttoon 5 miljoonaa vuotta sitten, mikä asetti luun minimi-ikä. Kuva: Arto Miettinen

Figure 2. A diatom of the genus *Alveolophora* found inside the bone. This diatom genus became extinct 5 million years ago, setting the minimum age for the bone. Photo: Arto Miettinen

piileväsuku katosi sittemmin sukupuuttoon mioseeniajan lopussa. Näin luun täytyi olla vähintään 5 miljoonaa vuotta vanha.

Viimeinen ratkaiseva johtolanka luun iänmäärityksessä oli itse luu ja sen perusteella tehty eläimen lajin määrittäminen. Koska luun morfologia viittasi *Deinotherium*-suvun norsueläimeen, viittasi luun muoto itsessään useiden miljoonien vuosien ikään, sillä *Deinotherium* katosi Euraasiasta jo mioseeniajan lopulla noin 5 miljoonaa vuotta sitten. Samalla saatiin luulle maksimi-ikä: luu on varmuudella korkeintaan 19 miljoonaa vuotta vanha, koska norsueläimet eivät ennen tuota olleet levittäytyneet Eurooppaan. Näin päädyimme ikäarvioon 5–19 milj. vuotta. Jos suvun määrittäminen (*Deinotherium*) on oikea, pienenee maksimi-ikä hie-man, n. 13.5 milj. vuoteen.

Näin luu edustaa varmuudella mioseeni-aikaa, neogeenikauden ensimmäistä epookkia. Klassisessa geologisessa kielenkäytössä luu edustaisi siis myöhäistertiäriä. Tertiäärillä ei ole ollut virallista asemaa vuoden 1989 jälkeen, jolloin se jaettiin paleogeeni- ja neogeenikausiksi. Tertiääri on kuitenkin edelleen laajalti käytetty epämuodollinen termi mesotsooisen maailmankauden ja kvartaarikauden väliselle ajalle.

Muistoja mioseenin maailmasta

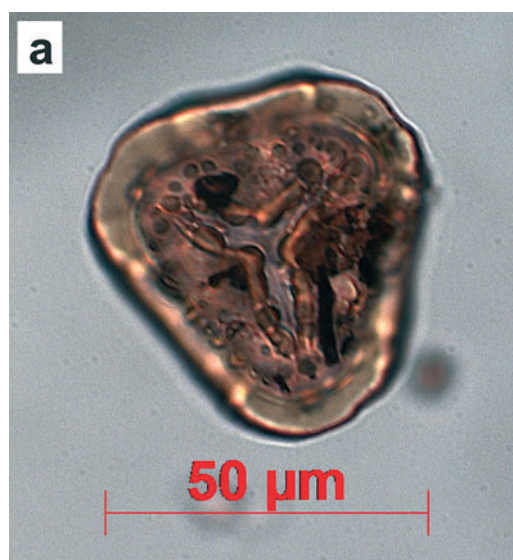
Suomusjärven luun sisältä löytyneet mikrofossiilit olivat siis avainasemassa luun ajoittamisessa. Samalla luun uumenissa säilyneet siitepölyt ja itiöt tarjoavat mielenkiintoisen silmäyksen Pohjois-Euroopan miljoonien vuosien takaiseen ilmastoon ja ympäristöön.

Erikoislaatuinen piirre Suomusjärven luun siitepölykoostumuksessa oli eri sanikkaislajien itiöiden suuri määrä. Yli puolet siitepölyistä edustaa vain kolmea eri itiötyyppiä. Näiden joukossa on mm. alvejuurien (*Dryopteris*) ja mähkien (*Selaginella*) sukuihin kuuluvien

lajien itiöitä. Mielenkiintoisin on kuitenkin runsaimpana esiintynyt itiö, joka voitiin tunnistaa fossiililajiksi *Pteridacidites variabilis* (Shatilova ja Stuchlik 1996; kuva 3a). Tämä fossiili-itiö muistuttaa hyvin läheisesti nykyisen siipisanikan (*Pteris cretica*; kuva 3b) itiöitä, ja itiön katsotaankin todennäköisesti edustavan siipisanikan läheistä esimuotoa. Tämä fossiilinen itiö on mielenkiintoinen ilmastodikaattori, sillä siipisanikan ja muiden *Pteris*-suvun saniaisten nykyinen esiintymisalue on rajoittunut subtropiikkiin ja tropiikkiin. Siipisanikkaa tavataan nykyään mm. Välimeren alueella, Itä-Aasiassa ja Karibianmeren ympäristössä (kuva 3c). Näin tämän fossiililajin itiön esiintyminen luun yhteydessä viittaa siihen, että myös tämän eläimen elinympäristö on ollut subtrooppinen.

Vaikka näin suorat merkit Pohjois-Euroopan lämpimästä menneisyydestä ovat vavahduttavia, on kuitenkin todettava, että viitteet subtrooppisesta ilmastosta Pohjois-Euroopassa eivät ole tieteellisesti ainutlaatuisia. Vaikka tietoa pohjoisen Euroopan mioseenikauden ilmastosta on verraten vähän, tuo vähä tieto tukee käsitystä siitä, että subtropiikki on tuolloin ulottunut Pohjois-Eurooppaan asti. Fossiililöytöjen perusteella myös Islannin ilmastoon on tulkittu olleen mioseenin aikana subtrooppinen (Grímsson *et al.* 2007). Lisäksi Tanskan mioseenikerrostumista on löydyntä subtrooppisten kasvien kuten palmu- ja *Engelhardia*-puiden siitepölyjä (Larsson *et al.* 2006). Yllättävämpää onkin ennemmin luun säilyminen sinänsä, eikä se, mitä se kertoo tuon kaukaisen ajan ympäristöstä.

Paitsi yleisistä ilmasto-oloista, kertovat siitepölyt myös Suomusjärven eläimen läheisemmästä elinympäristöstä. Kuten todettua, luun sisältä löydyntä siitepölynäyte oli sikäli erikoinen, että sitä dominoivat muutamat sanikkaisien itiöiden muodot. Tämä selittyy yksinkertaisesti sillä, että luu on eläimen kuoleman



Kuva 3. (a) Luun sisältä löytynyt, fossiililajia *Pteridacidites variabilis* edustava itiö. (b) Fossiililajin lähin oletettu nykysukulainen, siipisanikka (*Pteris cretica*) (Kuva: Wikimedia Commons). (c) Nykyisen siipisanikan esiintymisalue.

Figure 3. (a) A spore found inside the bone, representing the fossil species *Pteridacidites variabilis*. (b) The presumed closest living relative of the fossil species, the Cretan brake (*Pteris cretica*) (Photo: Wikimedia Commons). (c) Geographic distribution of the modern Cretan brake.

jälkeen hautautunut järven tai lammen ranta-
veteen. Näin näytteeseen ovat voimakkaasti
rikastuneet rantakasvillisuutena esiintyneiden
sanikkaisten itiöt. Myös sedimentin piilevät
indikoivat luun kerrostuneen ravinteikkaaseen
ja makeaan veteen. Toisaalta siitepölynäytteessä
on myös neogeenikautisten syressipuiden sii-
tepölyjä, mikä viittaa siihen, että lähitöällä
esiintyi tavanomaista eurooppalaista, tuon ai-
kakauden metsäkasvillisuutta.

Mioseeniaika oli ylipäänsä kiintoisa se-
koitus hyvin paljon nykyistä muistuttavaa
maailmaa ja toisaalta joitakin selvästi nykyi-
sestä poikkeavia piirteitä. Mantereet olivat yli-
päänsä jo lähellä nykyisiä asemiaan, mutta
esimerkiksi Pohjois- ja Etelä-Amerikka olivat
vielä irrallaan toisistaan. Euroopan lähialueil-

la tapahtui mioseenissa suuria muutoksia, kun
mesotsooisien maailmankauden supermante-
reita – pohjoista Lauraasiaa ja eteläistä Gond-
wanaa – erottanut Tethys-meri sulkeutui, kun
Afrikan kulkeutuminen kiinni Euraasiaan
erotti nykyisen Välimeren Intian valtamerestä
(Hamon *et al.* 2013). Ilmastollisesti mioseeni
oli hyvin dynaaminen ajanjakso. Varhais- ja
keskimioseenissa elettiin niin sanottua miosee-
nin lämpökautta, kun taas myöhäismoseenia
leimasi ilmaston selvä viileneminen. Tässäkin
vaiheessa ilmasto oli kuitenkin useita asteita
nykyistä lämpimämpi (Zachos *et al.* 2001).
Mioseenin alkuvaiheessa merkittävä osa Ete-
lämantereesta oli vielä jäästä vapaana, mutta
viilenevän myöhäismoseenin aikana jäätiköt
levittäytyivät sielläkin (IPCC 2007).

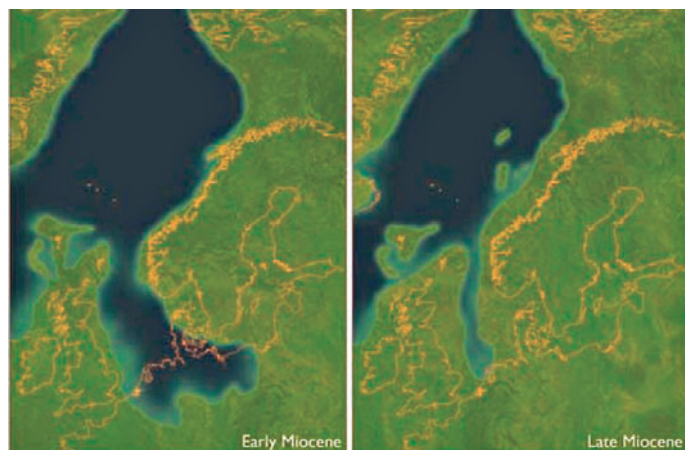
Pohjois-Euroopassa manneralueet olivat nykyistä laajempia ja merenpinta nykyistä matalammalla mioseeniaikana. Yhä levittäytynyt Pohjois-Atlantti oli hieman nykyistä kapeampi. Atlantin keskiselänteen uumenista kohonnut Islanti nousi ensimmäistä kertaa merenpinnan yläpuolelle juuri mioseenin aikana. Britteinsaaret olivat yhteydessä Manner-Eurooppaan, ja Pohjanmeri oli pohjoiseen aukeava merenlahti, joka kuitenkin kapeni huomattavasti Mioseenin kuluessa, sekä ympäröiviltä manneralueilta tapahtuvan sedimentaation että ilmaston viilenemiseen liittyneen merenpinnan korkeuden laskun johdosta (Rasmussen *et al.* 2008; kuva 4).

Deinotherium – metsien norsu

Tämä noin 60°N leveyspiiriltä löydetty luunpala on pohjoisin löydetty mioseeniaikaisen norsueläimen fossiili – aikaisemmin vastaavia löytöjä on tehty lähinnä 50°N leveyspiirin eteläpuolisilta alueilta (mm. Saksasta; Salonen *et al.* 2016). Itse fossiilinen luunpala (kuva 1b) on isohkon norsueläimen vasemmanpuoleisen olkaluun varren keskiosasta, luun kapeimmas- ta kohdasta. Se on uudelleenmineralisoitunut eli ”kivettynyt”, mutta mm. luun alkuperäinen huokoinen rakenne on monin paikoin nähtävissä luun poikkileikkauspinnoilla.

Luunpala on lohkeillut ja kulunut jonkin verran pinnastaan, mutta sen kapein keskikohta on säilyttänyt alkuperäisen muotonsa kohtuullisen hyvin.

Näin pienestä osasta luuta lajin tarkempi tunnistaminen on haasteellista, mutta tässä näytteessä erityisesti hyvin vaatimaton olkaluun harjanne (crista humeri) viittaa mioseeniaikana Euraasiassa esiintyneeseen *Deinotherium*-suvun norsueläimeen. *Deinotherium* (kuva 5) kuului norsueläinten lahkoon (Proboscidea) ja muistutti ruumiinrakenteeltaan norsuja, mutta se oli varsin kaukaista sukua varsinaisille norsuille. Sen kallo ja hampaat olivat hyvin erilaiset kuin norsuilla ja mastodonteilla: kallo oli matala ja litteä ja yläleuassa ei ollut syöksyhampaita. Sen sijaan alaleuan kärjessä oli pari alaspäin kaartuvaa, koukku- maista syöksyhampasta. Poskihampaat olivat matalakruunuiset ja rakenteeltaan yksinkertaiset norsuihin verrattuna, ja ne muistuttivat trooppisissa metsissä nykyäänkin elävien tapiirien poskihampaita. Iso, kallon laelle ulottuva nenäontelo viittaa siihen, että *Deinotherium*-suvun norsueläimillä oli kärsä, mutta se oli todennäköisesti huomattavasti lyhyempi ja yksinkertaisempi kuin norsuilla (Markov *et al.* 2001). *Deinotherium*-suvun lajien koko vaihteli varhaisista, suunnilleen nykyisten norsu-



Kuva 4. Pohjois-Euroopan paleomaantiede mioseenikauden alkuosassa (vasemmalla) ja loppuosassa (oikealla). Kuva: Rasmussen *et al.* (2008), käytetty julkaisijan luvalla

Figure 4. Palaeogeography of northern Europe in the early (left) and late (right) Miocene. Photo: Rasmussen *et al.* (2008), reproduced with permission from the publisher.

jen kokoisista (noin 4000–6000 kg) huomattavasti isompiin, jopa noin kolme kertaa keskikokoisen afrikannorsun painoiisiin (10 000–15 000 kg) lajeihin (Christiansen 2004, Saarinen 2009). Suomusjärven yksilö oli kohtuullisen isokokoinen norsueläin, mutta *Deinotherium*-suvun edustajaksi pienehkö, suurin piirtein keskikokoisen afrikannorsu-uroksen kokoinen. Toisaalta näin pienestä luunkappaleesta on mahdoton sanoa, oliko kyseinen yksilö edes täysikasvuinen. Se olisi siis hyvin mahdollisesti voinut kasvaa vielä isommaksi, mutta tätä on mahdoton arvioida säilyneen luunpalan perusteella.

Kuten edellä todettiin, luunpalassa olleesta sedimentistä saadut siitepöly- ja piilevänäytteet viittaavat huomattavasti nykyistä lämpimämpään, subtrooppiseen vesistön rantaympäristöön, jossa kasvillisuus koostui paljolti sanikkaisista, mutta lähistöllä kasvoi luultavasti myös metsäkasvillisuutta, mm. syypressipuita. Tällainen ympäristö vastaa suurelta osin *Deinotherium*-suvun lajien tyypillisiä elinympäristöjä, jotka keskittyivät vesistöjen läheisyyteen ja joissa oli runsaasti lehtevää kasvillisuutta tarjolla. *Deinotherium*-suvun lajit olivat erikoistuneita metsäisten ympäristöjen lehden-syöjiä, jotka olivat sopeutuneet käyttämään ravintonaan erityisesti puiden lehtiä, mikä on voitu todeta muun muassa niiden hammas-kiilteen stabiilien hiili-isotooppien ja hampaiden kulumisjälkien perusteella (Calandra *et al.* 2008, Saarinen *et al.* 2015).

Luun alkuperä

Suurimmat epävarmuudet Suomusjärven luun kohdalla liittyvät sen alkuperään. Varmaa on, että luu on kulkeutunut löytöpaikalleen ainakin kohtalaisen matkan päästä, sillä löytöpaikan lähialueilta ei tunneta mioseeniajan kerrostumia. Todennäköistä on, että lopullinen kerrostuminen tapahtui jäävuoren kuljettamana, koska luu löytyi Yoldiameren savesta.

Tämän jälkeen alkavat epävarmuudet. Yksi vaihtoehto on kulkeutuminen pohjoisesta. Hirvas ja Tynni (1976) ja Tynni (1982) ovat kuvanneet Pohjois-Suomen jäänjakaja-alueelta pieniä säilyneitä fragmentteja paleogeeni- ja neogeeniajan sedimenteistä. Näihin sisältyy Sallan Naruskajärven neogeenikautinen, makeanveden kerrostuma (diatomiitti). Näin jo Suomen sisällä vaikuttaisi olevan mahdollinen lähtöalue. Kulkeutuminen Pohjois-Suomen jäänjakaja-alueen suunnasta ei vaikuta kuitenkaan geologisesti todennäköiseltä, koska tiedossa olevat mannerjäätikön virtaussuunnat eivät tue tarvittavaa voimakasta virtausta Itä-Lapista Etelä-Suomeen. Myöskään luun sisältä löytyneen sedimentin geokemia ei tue alkuperää Pohjois-Suomessa: sedimentin koostumus on alkaalinen, mikä sopisi paremmin yhteen esimerkiksi Venäjän alangon alueen kerrostumien kanssa.

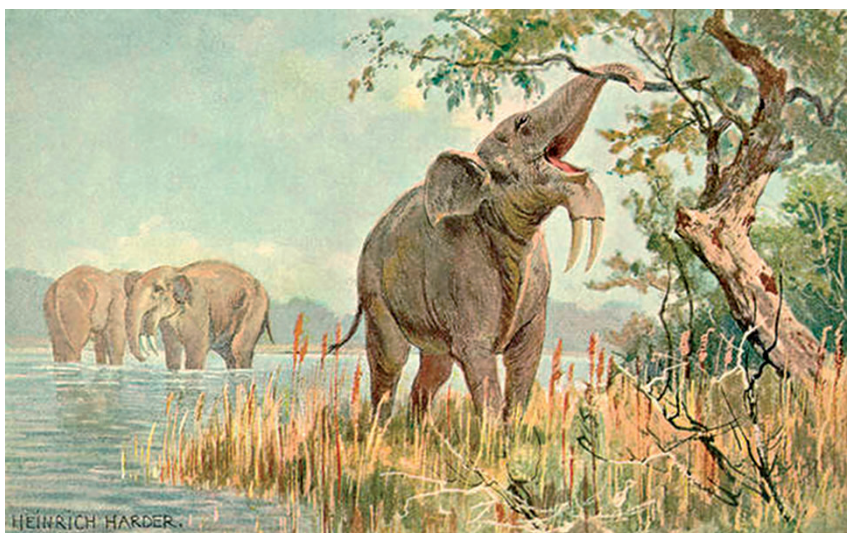
Luun alkuperäinen kerrostumispaikka jää kuitenkin arvailujen varaan, koska Pohjois-Euroopassa on säilynyt vain hyvin harvoja mioseenikerrostumia, eikä luun sisältä löytynyttä sedimenttiä ole enää mahdollista suoraan korreloida tietyn alueen mioseenikerrostumiin. Voidaan olettaa, että luu on kulkeutunut jäätiköiden, jäätiköiden sulavesivirtojen tai näiden molempien mukana, mahdollisesti useissa eri kulkuvaiheissa ja hyvin pitkän ajan kuluessa. Toisaalta on vaikea kuvitella, miten luu olisi voinut kulkeutua Pohjois-Euroopan kvartaarijäätiköitymisen maksimialueen ulkopuolelta, koska kaikki kuviteltavissa olevat kulkeutumistavat edellyttävät mannerjäätikön läsnäoloa. Näin luun voi olettaa olevan alkuperältään nimenomaan pohjoiseurooppalainen.

Yhteenveto

Suomusjärven luu on selvästi pohjoisin mioseenikautista norsueläintä edustava fossiililöytö. Pohjoisimmat aikaisemmat löydöt ovat 10

astetta etelämpää, n. 50°N leveysasteelta. Suomusjärven luu ei kuitenkaan ole nisäkäspaleontologian kannalta järjestyttävä löytö, koska mioseenikauden ilmastorekonstruktioit Islannista ja Tanskasta osoittavat ilmaston olleen sielläkin varsin lämmin. Näin myös Pohjois-

Euroopan ilmasto vaikuttaa olleen *Deinotheriumin* kaltaisille eläimille soveltuva siinä missä eteläisempienkin löytöpaikkojen. Voidaankin ajatella, että Etelä-Saksaa pohjoisempien löytöjen puuttuminen johtuu lähinnä siitä, että Pohjois-Saksaan asti ulottuneet kvartaarin



Kuva 5. Taiteilijoiden näkemyksiä *Deinotherium*-suvun norsueläimistä. Ylemmässä kuvassa on mittakaaavana afrikannorsu. Alemman maalauksen rantaympäristö saattaa olla lähellä sellaista, johon Suomusjärven eläimen mikrofossiililöytöjen perusteella oletetaan kuolleen. Kuvat: Ville Sinkkonen (yllä) ja Heinrich Harder (1858–1935) (alla).

Figure 5. Artists' impressions of proboscideans of the genus *Deinotherium*. The top picture shows an African elephant for scale. The shoreline environment in the bottom picture may be close to the assumed living environment of the Suomusjärvi animal, based on the microfossil finds. Pictures: Ville Sinkkonen (top) and Heinrich Harder (1858–1935) (bottom).

mannerjäätiköt ovat levittäytyessään tuhonneet vanhempia kerrostumia.

Toisaalta luun löytyminen Etelä-Suomesta viittaa siihen, ettei varhaisempien geologisten aineistojen tuho jääkausien aikana ole ollut niin perusteellista kuin aikaisemmin on luultu. Verraten heikko glasiaalieroosio ja lyhyet jäätikön kuljetusmatkat (jäävuorikuljetukset pois lukien) ovat avain Suomusjärven hämmästyttävään löytöön.

1970-luvulla alkaneet systemaattiset kairavinkonemontutukset toivat paljon uutta tietoa Suomen maaperästä ja sen kehityksestä. Varmistui, että meillä on ollut lukuisia jäätiköitymisiä ja niiden välissä jopa nykyistä lämpimämpiä välivaiheita (esim. Hirvas 1991, Nenonen 1995). Tutkimuksissa paljastui, että varsinkin Lapissa ja Pohjanmaalla glasiaalieroosio on ollut hämmästyttävän heikkoa, josta on osoituksena yli 150 moreeninalaista kerrostumaa ja näillä alueilla yleisesti esiintyvä rapakallio. Lapissa rapakallioalueen pinta-ala on yli 50 000 km² ja rapautuneen kallion paksuus voi olla yli 100 m. Mutta myös muualla Suomessa jäätikön kulutus on ollut varsin heikkoa, josta on osoituksena mm. moreenin alaiset lajittuneen aineksen kerrostumat ja silokallioilla säilyneet eri jääkausien/jäätiköitymisten aikaiset ristiurteet. Niin poikkeuksellinen ja hämmästyttävä kuin Suomusjärven löydös onkin, se ei kuitenkaan ole yksin ja ainoa. Kuten edellä todettiin, on Sallan Naruskajärveltä löydetty karkeasti Suomusjärven luun ikäistä, neogeenikautista piilevämaata. Tämän lisäksi on myös Savukosken Akanvaaralta löydetty paleogeenikautista merisedimenttiä (Hirvas ja Tynni, 1976, Tynni 1982). Näiden kerrostumien säilyminen osoittaa, että kuva jääkausista ja jäätiköitymisestä kaiken peruskalliota myöten tuhoavana voimana on liian yksinkertainen.

Suurena, esikvartaarisenä fossiililöytönä Suomusjärven luu on kuitenkin toistaiseksi

ainut laatuaan. Suomen oloissa se onkin korkean ikänsä vuoksi tärkeä muinaismuisto. Jääkausien kolhimanakin luu on kouriintuntuva kappale alueemme geologista menneisyyttä ja samalla se syventää Suomen esihistoriallista perspektiiviä kauas jääkausien taakse.

J. SAKARI SALONEN

JUHA SAARINEN

MIKAEL FORTELIUS

Geotieteiden ja maantieteen laitos

Helsingin yliopisto

sakari.salonen@helsinki.fi

juha.saarinen@helsinki.fi

mikael.fortelius@helsinki.fi

ARTO MIETTINEN

Norjan polaari-instituutti

Tromssa, Norja

arto.miettinen@npolar.no

HEIKKI HIRVAS

Geologian tutkimuskeskus, Espoo

heikki.hirvas@gmail.com

MARINA USOLTSEVA

Limnological Institute of the Siberian

Branch of the Russian Academy of Sciences

Irkutsk, Venäjä

usmarina@inbox.ru

MARJA SIMONSUURI-SORSA

Genetiikan laitos

Helsingin yliopisto

marja.sorsa@transmix.fi

J.S.S. työskentelee tutkijatohtorina Helsingin yliopistossa, erikoisalanaan paleoklimatologia. J.S. työskentelee post doc -tutkijana Lontoon luonnontieteellisessä museossa. Hän on erikoistunut norsueläinten ja muiden suurten maanisäkkäiden fossiiliaineiston ja paleoekologian tutkimi-

seen. M.F. on evoluutiopaleontologian professori Helsingin yliopistossa. A.M. työskentelee tutkijana Norjan polaari-instituutissa, erikoisalanaan arktinen paleo-oseanografia. H.H. on eläkkeellä GTK:sta, jossa toimi yli 40 vuoden ajan erikoisalanaan moreenistratigrafia ja malminetsinnälliset maaperätutkimukset. M.U. työskentelee Venäjän tiedeakatemian palveluksessa Irkutskissa, erikoisalanaan evoluutiobiologia, ekologia ja limnologia. M.S.-S. on toiminut osastonjohtajana, tutkimusprofessorina ja akatemiaprofessorina genotoksikologian alalla. Hän jäi eläkkeelle opetusministeriön johtajan virasta.

Summary:

A small piece of the Tertiary

To date, fossil finds in Finland have been mainly limited to Late-Quaternary microfossils and mammalian bones, with the older stages only represented by isolated Precambrian microfossils and Cambrian and Ordovician marine fossils. Finnish geology, predominated by the Precambrian and the Quaternary, has been likened to a book with covers only: one which includes the beginning and the end, but lacks the long story arc of the history of life.

However, one small additional chapter was written earlier this year, as the discovery of a Miocene-age bone from southern Finland was publicized. The bone, originally discovered in Suomusjärvi, southern Finland in about 1960, was thoroughly analyzed during the past several years, and confirmed as a piece of a left foreleg humerus of a large proboscidean. Based on bone morphology, the specimen is thought to most likely represent a species of the genus *Deinotherium*. The age of the bone was determined by analysing microfossils (pollen, spores, and diatoms) from sediment packed in the bone marrow cavity. The sediment contained numerous unequivocally pre-

Quaternary microfossils. The presence of the extinct diatom genus *Alveolophora* confirmed a minimum age of 5 million years for the bone. A maximum age of 19 million years can be determined based on the earliest expansion of proboscideans into Europe. An age bracket of 5–19 million was thus established for the bone, falling entirely within the Miocene.

Apart from establishing the minimum age for the bone, the microfossils also allowed the reconstruction of the living environment of the animal. The presence of spores of a subtropical fern allowed the reconstruction of a subtropical climate. This is consistent with fossil finds from Denmark and Iceland, which also suggest a subtropical climate in the Miocene northern Europe. The microfossil assemblage was rich in spores of shoreline pteridophytes, suggesting that the bone was deposited close to the shore of a freshwater body after the animal died.

Greatest uncertainties regarding the Suomusjärvi bone concern its origin. The bone was found in a clay bed of an early developmental stage of the Baltic Sea (Yoldia Sea). This suggests that the bone was transported to the site of discovery by iceberg rafting in the early Holocene. However, this final transport is presumed to have been preceded by one or more stages of glacial and/or glaciofluvial transport. The site of origin for this long transport remains unknown. One suggested possibility is transport from northern Finland where an isolated fragment of terrestrial Neogene deposits has been found, however the alkaline composition of the sediment found in the marrow cavity would be more consistent with an origin in the Russian Plain region in the east. Confirming the geographic origin is extremely difficult as only sparse Neogene deposits have survived in Finland and in the surrounding region.

While the Suomusjärvi bone is a startling

find in the Finnish geological context, it was preceded by the discovery in Finland of an increasing number of deposits predating the last ice age. Stratigraphic investigations of the last few decades have revealed older sediments – dating mostly to the Eemian interglacial but also the Neogene and the Palaeogene – in numerous localities in Finland, especially in Ostrobothnia and Lapland. Together, these finds demonstrate that the extent of glacial erosion over Finland may have been overestimated.

Kirjallisuus

- Calandra, I., Göhlich, U.B. ja Merceron, G., 2008. How could sympatric megaherbivores coexist? Example of niche partitioning within a proboscidean community from the Miocene of Europe. *Naturwissenschaften* 95:831–838.
- Christiansen, P., 2004. Body size in proboscideans, with notes on elephant metabolism. *Zoological Journal of the Linnean Society* 140:523–549.
- Grímsson, F., Denk, T. ja Simonarson, L.A., 2007. Middle Miocene floras of Iceland – the early colonization of an island? Review of *Palaeobotany and Palynology* 144:181–219.
- Hamon, N., Sepulchre, P., Lefebvre, V. ja Ramstein, G., 2013. The role of eastern Tethys seaway closure in the Middle Miocene Climatic Transition (ca. 14 Ma). *Climate of the Past* 9:2687–2702.
- Hirvas, H., 1991. Pleistocene stratigraphy of Finnish Lapland. *Geological Survey of Finland Bulletin* 354, 128 s.
- Hirvas, H. ja Tynni, R., 1976. Tertiääristä savea Savukoskella sekä havaintoja tertiääristä mikrofossiileista. *Geologi* 28:33–40.
- IPCC (Jansen, E., Overpeck, J., Briffa, K.R., Duplessy, J.C., Joos, F., Masson-Delmotte, V., *et al.*), 2007. *Palaeoclimate*. Teoksessa: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., *et al.* (toim.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, 433–497.
- Larsson, L.M., Vajda, V. ja Rasmussen, E.S., 2006. Early Miocene pollen and spores from western Jylland, Denmark – environmental and climatic implications. *GFF* 128:261–272.
- Markov, G.N., Spassov, N. ja Simeonovski, V., 2001. A reconstruction of the facial morphology and feeding behaviour of the deinotheres. *The World of Elephants - International Congress, Rome 2001*, 652–655.
- Neenen, K., 1995. Pleistocene stratigraphy and reference sections in southern and western Finland. *Geological Survey of Finland, Kuopio*, 94 s.
- Rasmussen, E.S., Heilmann-Clausen, C., Waagstein, R. ja Eidvin, T., 2008. The Tertiary of Norden. *Episodes* 31:1–7.
- Saarenen, J., 2009. Body mass patterns of Eurasian Miocene large land mammals and their connections to environment and climate. *Julkaisematon pro gradu -tutkielma. Geologian laitos, Helsingin yliopisto, Helsinki*.
- Saarenen, J., Karme, A., Cerling, T., Uno, K., Säilä, L., Kasiki, S., Ngene, S., Obari, T., Mbua, E., Manthi, F.K. ja Fortelius, M., 2015. A new tooth wear -based dietary analysis method for Proboscidea (Mammalia). *Journal of Vertebrate Paleontology* 35, DOI:10.1080/02724634.2014.918546.
- Salonen, J.S., Saarenen, J., Miettinen, A., Hirvas, H., Usoltseva, M., Fortelius, M. ja Sorsa, M., 2016. The northernmost discovery of a Miocene proboscidean bone in Europe. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 454:202–211.
- Shatilova, I.I. ja Stuchlik, L., 1996. The genus *Pteris* L. in the Neogene deposits of Western Georgia. *Acta Palaeobotanica* 36:5–77.
- Tynni, R., 1981. Suomen sedimenttikivien fossiili- ja akritark-tyypit. *Moniste N:o 4, Geologian ja paleontologian osasto, Geologian laitos, Helsingin yliopisto*, 54 s.
- Tynni, R., 1982. The reflection of geological evolution in tertiary and interglacial diatoms and silicoflagellates in Finnish Lapland. *Geological Survey of Finland Bulletin* 320, 40 s.
- Ukkonen, P., Miettinen, A. ja Hanski, I.K., 2010. Mammutin kynnärluu ja Eem-meren sedimenttiä Vuosaaressa – Suuri luu meren pohjalta. *Geologi* 62:23–29.
- Zachos, J., Pagani, M., Sloan, L., Thomas, E. ja Billups, K., 2001. Trends, Rhythms, and Aberrations in Global Climate 65 Ma to Present. *Science* 292:686–693.