



Kuva 2. Helsingin Vuosaaresta löytyi vuonna 2005 hyvin säilynyt norsueläimen kyynärloo (MZH 47.424).
Kuva: Ritva Talman.

Mammutin kyynärloo ja Eem-meren sedimenttiä Vuosaaresta Suuri loo meren pohjalta

Loppukesällä 2005 tiedottaja Merja Vilksa Vuosaaren satamahankeesta otti yhteyttä Luonnontieteelliseen keskusmuseoon (LTKM) ilmoittaen, että Helsingin Vuosaaren sataman meriväylän ruoppauksissa Krokholmenin lounaispuolelta oli löytynyt suurikokoinen loo, jonka epäiltiin kuuluvan mammutille. Prof. Risto A. Väisänen otti heti yhteyttä Suomen mammutteja tutkineeseen FT Pirkko Ukkoseen, joka kuvien perusteella määritteli luun norsueläimen, luultavimmin mammutin, kyynärlooksi (*ulna*; kuvat 1 ja 2).

Suomesta on aiemmin löytynyt yhdeksän mammutin hammasta tai luuta, niistä kolme pääkaupunkiseudulta (taulukko 1; Ukkonen *et al.* 1999 ja 2003). Espoosta löytynyt poskihammas on vanhempi kuin radiohiilimenetelmällä voidaan määrittää (Donner *et al.* 1979) ja on todennäköisimmin peräisin Keski-Veikselin jäätömältä vaiheelta (62–55 cal. ka BP). Suurin osa Suomen mammutinjäänteiden ajo-



Kuva 1. Vuosaaren satamahanke luovutti löydön Luonnontieteellisen keskusmuseon kokoelmiin 15.11.2006. Vastaanottajana professori Mikael Fortelius. Kuva: Mikko Heikkinen.

tuksista sijoittuu kuitenkin Keski-Veikselin loppupuolelle, välille 39–26 cal. ka BP (Ukkonen *et al.* 1999). Helsingin Herttoniemestä löytyneen olkaluun ajoitusta, 19 cal. ka BP,

on vaikea selittää. Sehän sijoittuu keskelle viime jäätiköitymisen maksimia. Aiemmin esitetty pitkän matkan kuljetus (esim. jäävuoren avulla; Ukkonen *et al.* 1999) ei sekään tunnu uskottavalta, sillä lähimmät mammuttilöydöt tältä ajalta ovat Siperiasta n. 650 km päästä (Stuart *et al.* 2004). Selitystä lienee etsittävä ajoitetun luun kontaminaatiosta eli siitä, ettei aikanaan konservoinnissa käytettyä ainetta ole täysin pystytty poistamaan ajoitusnäytteestä.

Keski-Veikselin loppupuolelle ajoittuvat löydöt ovat haastaneet nykyiset käsityksemme Skandinavian mannerjäätikön historiasta ja glasiaalidynamiikasta, sillä mammuttipopulaatioiden läsnäolo olisi edellyttänyt suhteellisen pitkää jäätöntä vaihetta ja runsastuottoista ruohotundraa tai aroa tuona aikana. Tämä puolestaan edellyttää nopeaa mannerjäätikön ja kasvillisuuden reagointia muuttuneisiin ilmasto-olosuhteisiin.

Myös suuri osa Ruotsin ajoitetuista mammuttilöydöistä sijoittuu juuri Keski-Veikselin lopulle (Ukkonen *et al.* 2007; kuva 3). Joitakin Itämeren ympäristön mammuttilöydöistä

on ajoitettu myös jään peräytymisvaiheeseen, kuten Skoonesta löytynyt syöksyhammas (Lockarp, ikä 17–16 cal. ka BP; Berglund *et al.* 1976). Itämeren ympäristön ja myös koko Euroopan tähän asti nuorimmat mammutit ovat Virosta (Puurmani, ikä 12–11 cal. ka BP, Lõugas *et al.* 2002).

Mitä luu kertoi?

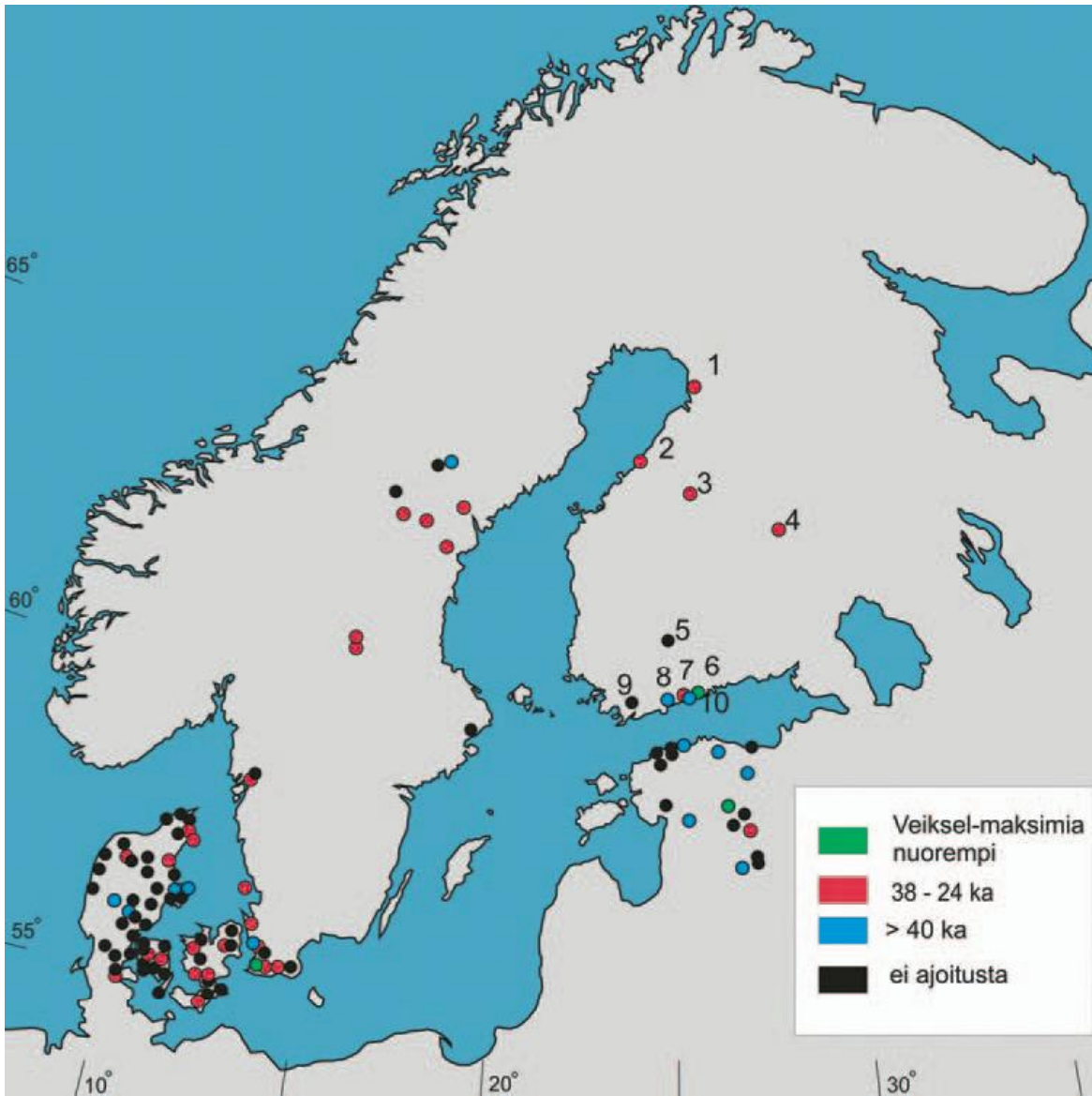
Vuosaaren ruoppauksissa löytynyt luu oli siis Suomen kymmenes mammuttilöytö. Koska kyseessä oli Suomen oloissa harvinainen ja arvokas löytö, päätettiin luu tutkia tarkemmin jäänteen iän ja alkuperän selvittämiseksi.

Vuosaaresta löytynyt luu tutkittiin ensin ulkonaisesti (PU). Luu oli hyvin säilynyt, ainostaan murtunut ylä- ja alaosistaan (kuva 2). Pitkän jääkuljetuksen merkkejä ei ollut ainakaan silmämääräisesti havaittavissa. Luu oli pinnaltaan värjäytynyt punaruskeaksi, murtumakohdiltaan lähes punaiseksi. Luun pinta hilseili, mikä on tavallista, mutta hilseilevän kerroksen alla luu oli harmaata, osin lähes val-

Taulukko 1. Suomen mammuttilöydöt ja niiden ajoitukset (Ukkonen *et al.* 2003). MZH = Helsingin yliopiston Luonnontieteellinen keskusmuseo, Eläinmuseo, Helsinki; NRM P = Naturhistoriska Riksmuseet, Paleozoologi, Tukholma.

Löytöpaikka ja -aika	Luu	Museo	Ajoitus BP	Lab. nr.	cal. ka BP*
Iijoki n. 1750	Poskihammas	NRM P	31 970±950	Ua-14190	39-34
Nilsjä 1873	Poskihammas	MZH 39971	22 420±315	Hela-281	28-26
Pohja Brödorp 1896	Kylkiluu	Ei tiedossa			
Helsinki, Töölö 1911	Poskihammas	MZH 39973	23 340±350	Hela-282	29-27
Espoo n. 1921	Poskihammas	MZH 39974	> 43 000	Hel-1076	
Tuulos 1923	Olkaluu	Ei tiedossa			
Lohtaja 1930	Reisiluu	MZH 39969	24 450±385	Hela-385	30-28
Haapajärvi 1952	Syöksyhammas	MZH 39970	28 740±670	Hela-294	34-32
Helsinki, Herttoniemi 1954	Olkaluu	MZH 39972	15 910±155	Hela-321	19
Helsinki, Vuosaari 2005	Kyynärluu	MZH 47424	> 40 000	Hela-1557	

*Radiohiili-ikien kalibrointi CalPal-2007 (Weninger *et al.* 2008), kalibrointidata CalPal-2007_{Hulu} (Weninger ja Jöris 2008).



Kuva 3. Suomen, Ruotsin, Tanskan ja Viron mammuttilöydöt ja niiden ajoitukset Ukkonen et al. (2007) mukaan.

koista. Maakerrostumiin joutunut luu värjäytyy aina ympäristön humushappojen tai muiden aineiden vaikutuksesta, ja väritys vaihtelee täysin mustasta harmaaseen ja voimakkaan kellertävään. Yleensä väritys on kuitenkin satojen ja tuhansien vuosien aikana tunkeutunut syvälle luuhun. Pinnan ohut värikerros viittasi siihen, että värjäytyminen oli tapahtunut suhteellisen hiljakkoin.

Kyynärluun yläpään lisäke eli kyynärpää (*olecranon*) oli irronnut rustoisen kasvuvyöhykkeen hajotessa, mikä kertoo yksilön olleen keski-ikäinen tai nuorempi. Mammuteilla tämä

kyynärlisäke luutui noin 34 vuoden iässä (Lister 1999). Norsueläimet ovat pitkäikäisiä ja saattavat elää jopa 60 vuotiaiksi. Niiden pituuskasvu ei pysähdy teini-iässä, vaan luut kasvavat aikuisikään asti. Luu oli alaosastaan murtunut, joten yksilön kokoa ei pystytty määrittämään olemassa olevien mittataulukoiden perusteella (Averianov 1996).

Luusta otettiin näyte radiohiiliajoitusta varten (prof. Högne Jungner, LTKM, Ajoituslaboratorio). Analyysissä osoittautui, että kyynärluu oli liian vanha ¹⁴C-ajoitukseen, eli sen ikä ylitti 40 000 BP. Ajoituksen perusteella

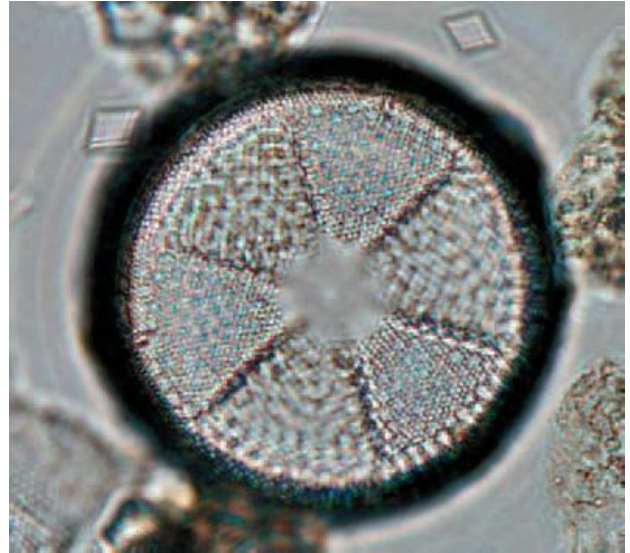


Kuva 4. Helsingin Vuosaaresta löytyneeseen luuhun iskostunut sedimentti on harmaata silttistä savea. Kuva: Ritva Talman.

voitiin sulkea pois mahdollisuus, että luu olisi kuulunut jollekin esim. sirkuksesta tai eläintarhasta peräisin olevalle nykynorsulle ja joutunut sattumalta merenpohjaan maansiirron tai jätteenkuljetuksen yhteydessä. Morfologisesti nykynorsujen ja mämmuttien yksittäisiä luita on vaikea erottaa toisistaan.

Villamammutin (*Mammuthus primigenius*) lisäksi kyseeseen voisi tulla myös metsänorsu (*Elephas namadicus* / *Palaeoloxodon antiquus*), jonka jäänteitä on löytynyt mm. Tanskan Eem-kautisista sedimenteistä (Aaris-Sørensen *et al.* 1990). Kynärluun perusteella näitä kahta lajia ei voi erottaa toisistaan, varsinkin kun Vuosaaren löytöä ei pystytty mittaamaan. Luun löytyminen Suomesta viittaa kuitenkin koko Fennoskandian löydöissä yleisempään villamammuttiin (Ukkonen *et al.* 1999, 2003, 2007), joka levisi Siperiasta koko Euraasian puuttomalle alueelle noin 100 000 vuotta sitten (Lister ja Bahn 2000).

Koska löydön ikää ei voitu saada selville radiohiiliajoituksen avulla, luuhun iskostuneen saven piileväanalyysi tuli erityisen merkittäväksi, ei vain luun alkuperän ja mahdollisen kulkeutumishistorian, vaan myös jäänteen ajoituksen kannalta.



Kuva 5. Vuosaaren sedimentissä yleinen *Actinoptychus senarius*. Kuva: Arto Miettinen.

Piileviä Eemin ajoilta

Luun yläosan kuopissa säilyneestä savesta tehtiin piileväanalyysi (AM). Luun kuoppien sedimentti oli harmaata silttistä savea (kuva 4). Siitä tehdystä piilevänäytteestä määritettiin sedimentin piileväkoostumus mikroskoopin avulla 1000-kertaisella suurennuksella.

Yleisimpiä näytteessä esiintyneitä piilevälajeja olivat *Paralia sulcata*, *Actinoptychus senarius* (kuva 5) ja *Rhaphoneis amphiceros*. Sedimentin kokonaispiilevälajisto edustaa mariinisessa ympäristössä esiintyvää lajistoa, joka vaatii korkeaa, yli 20 ‰:n suolapitoisuutta. Havainto on merkittävä; nykyinen Itämeri on vähäsuolainen murtovesiallas, ja Suomenlahden suolapitoisuus on jääkauden jälkeisenä aikana ollut jatkuvasti alle 10 ‰ ja on nykyisin alle 5 ‰. Näytteessä tunnistettua piilevälajistoa ei siis ole voinut esiintyä Itämeressä viime jääkauden jälkeen, eikä sitä ole havaittu (yksittäisten lajien pieniä osuuksia lukuun ottamatta) Suomenlahden holoseenia käsittelevissä tutkimuksissa (mm. Heinsalu 2001, Miettinen 2002; Miettinen *et al.* 2007).

Mutta ennen viime jääkautta, lämpimän Eem-interglasiaalisen aikana, noin 130 000–

115 000 vuotta sitten, vesi oli Itämeren altaassa huomattavasti suolaisempaa, Suomenlahdelakin peräti noin 25 ‰ (Funder *et al.* 2002). Merenpinta oli tuolloin maailmanlaajuisesti korkeammalla (Chappell ja Shackleton 1986) ja Itämeren altaassa vielä suhteellisesti korkeammalla Veiksel-jäätikköä laajemman Saale-jäätikön (Ehlers ja Gibbard 2003) aiheuttaman maankuoren painuman takia. Eem-merellä oli nykyistä laajempi meriyhteys Tanskan salmien kautta Pohjanmereen ja myös meriyhteys Suomenlahdelta Karjalan kautta Vienanmereen, ts. Skandinavia oli tuhansien vuosien ajan saari (Zans 1936, Funder *et al.* 2002, Miettinen *et al.* 2002).

Vuosaaren luunäytteessä havaittu piilevä-lajisto vastaakin hyvin Karjalan kannakselta tutkittujen Eem-interglasiaalikerrostumien piileväkoostumusta (Malakhovsky *et al.* 1989, Ikonen ja Ekman 2001, Miettinen *et al.* 2002). Piileväkoostumuksen perusteella Vuosaaren sedimentti edustaa selvästi noin 120 000 vuotta vanhaa Eem-interglasiaalisen aikana kerrostunutta sedimenttiä.

Luun historia

Jäänteeseen iskostunut Eem-meren sedimentti määrittää ajankohdan, jonka aikana tai jonka jälkeen luu on joutunut Itämeren altaan pohjalle.

Lähialueiltamme mariinisia Eem-kerrostumia on löydetty Karjalan kannakselta, Virosta (Liivrand 1991) ja Pohjanmaalta (mm. Grönlund 1991), jossa kerrostumien piileväkoostumus indikoi alemmaa suolapitoisuutta. Etelä-Suomesta Somerolta on löydetty mariinisia Eemin piileviä sisältävää sedimenttiä, joka on kuitenkin todettu uudelleenkerrostuneeksi glasiaalisaveksi (Tynni 1971). Vuosaaren sedimentissä esiintyi paljon piileviä; ne olivat hyväkuntoisia ja osoittivat yhtenäistä lajistollista koostumusta suolapitoisuuden suhteen.

Tämä osoittaa, että sedimentin piilevät eivät ole uudelleenkerrostuneita, ts. sedimentti on Eem-savea. Näin ollen Vuosaaren sedimentti on ensimmäinen Eem-interglasiaalia edustava löytö Etelä-Suomesta.

Vaikka sedimentin piileväkoostumus vastasi hyvin Karjalan kannaksen Eem-sedimenteistä havaittua lajistoa osoittaen sen edustavan Eem-interglasiaalia, koostumuksessa oli kuitenkin joitakin eroavaisuuksia. Karjalan kannaksella Eemin alkuosaa edustavan sedimentin piilevät osoittavat korkeinta suolapitoisuutta ja kylmän veden vaikutusta johtuen Vienanmeren meriyhteydestä. Meriyhteyden katkeamisen jälkeen suolapitoisuus laski ja myös kylmän veden lajit vähenivät selvästi (Miettinen *et al.* 2002). Vuosaaren sedimentti ei sisältänyt juuri lainkaan kylmän veden piileviä. Eemin aikana Pohjois-Atlanti ja Pohjanmeri olivat huomattavasti nykyistä lämpimämpiä (Anderson *et al.* 2006) ja tästä syystä myös eteläinen Eem-meri oli lämmin. Esimerkiksi Itä-Tanskassa Mommarkissa piileväkoostumus osoittaa holoseenia lämpimämpiä olosuhteita (Haila *et al.* 2006). Eem-meressä valitsikin siis meriveden pintalämpötilojen suhteen vahva itä-länsisuuntainen gradientti.

Vuosaaren piilevät osoittavat korkeaa suolapitoisuutta, ja sen perusteella sedimentti edustaisi Eemin alkupuoliskoaa. Kokonaislajisto ei indikoi suoranaisesti lämpimää tai kylmää vettä, mihin voisi olla syynä läntisten lämpimien ja itäisten kylmien vesien sekoittuminen sedimentin kerrostumisalueella. Tämä alue ei ole voinut sijaita Suomenlahden itäisimmässä osassa, vaan todennäköisesti Etelä-Suomessa, ehkäpä juuri Vuosaarissa.

Vaikka nyt tiedämme, että Vuosaaren mammutinluun sedimentti on n. 120 000 vuotta vanhaa Eem-sedimenttiä ja itse mammutinluu on yli 40 000 vuotta vanha, jäljellä on useita avoimia kysymyksiä. Onko Vuosaarissa Eem-sedimenttikerrostuma, vai oliko se-

dimenttiä ainoastaan luuhun kiinnittyneenä? Jos Vuosaassa on sedimenttikerrostuma, niin kerrostuiko se Vuosaassa vai kulkeutuiko se Veikselin aikana jostain lähialueelta? Joutuiko mammutinluu Eem-sedimenttiin Vuosaassa vai mahdollisessa alkuperäisessä kerrostumispaikassa? Jos luu joutui sedimenttiin Vuosaassa, niin milloin: Eemin aikana vai myöhemmin Veikselin aikana?

Eem-sedimentti on kerrostunut merenpohjaan, joka on ollut kerrostumishetkellä kymmenien metrien paksuisen vesipatjan alla, joten mammutin kuolema sedimentin kerrostumispaikalla ja -hetkellä on mahdollista vain, jos se on kuollut hukumalla. Mammutti on myös voinut kuolla sedimentin kerrostumispaikalla Veikselin aikana, jolloin merenpinta oli maailmanlaajuisesti alempana ja sedimentti on voinut olla kuivaa maata. Mutta kukapa tietää, ehkä mammutti on yrittänyt uida Eemeren Suomenlahden ylitse Skandinavian saarelta mantereelle! Toivottavasti suunnitellut lisätutkimukset, kuten luun ajoitus U-Th-menetelmällä, saveen iskostuneiden simpukoiden määrittäminen ja Eem-kerrostuman etsiminen Vuosaaren lähialueelta, antavat vastauksia näihin kysymyksiin.

Mammoth *ulna* found in Eemian sediments in Helsinki, Finland

In autumn 2005 a large piece of bone was recovered in connection with dredging in Vuosaari, eastern Helsinki. The bone was identified as an *ulna* of an elephant, probably a mammoth. The age of the specimen proved to be higher than could be measured by radiocarbon dating. The sediment on the surface of the bone showed a diatom flora which requires the salinity of over 20 ‰, i.e. marine conditions in the sedimentary basin. The Bal-

tic Sea has been a brackish-water basin through the Holocene, and in the Gulf of Finland, the salinity has been below 10 ‰ even at the maximum. However, the diatom taxa determined from the sediment correlate well with diatoms found in the deposits representing the Eemian Interglacial in Karelian Isthmus, Russia. This shows the Eemian age (c. 130–115 ka BP) for the sediment. This suggests the age between 40 000 and 130 000 years for the bone in Vuosaari.

PIRKKO UKKONEN¹,
ARTO MIETTINEN²,
ILPO K. HANSKI¹

¹*Luonnontieteellinen keskusmuseo,
PL 17, 00014 Helsingin yliopisto*

²*Norsk Polarinstitutt, Polarmiljøseneteret,
N-9296 Tromsø, Norge*

Kirjallisuus

- Aaris-Sørensen, K., Petersen, K.S. ja Tauber, H. 1990. Danish finds of mammoth (*Mammuthus primigenius* (Blumenbach)). Stratigraphical position and evidence of Late Pleistocene environment. Danmarks Geologiske Undersøgelse, Serie B 14:1–44.
- Anderson, P., Bennike, O., Bigelow, N., Brigham-Grette, J., Duvall, M., Edwards, M., Frechette, B., Funder, S., Johnsen, S., Knies, J., Koerner, R., Lozhkin, A., Marshall, S., Matthiessen, J., Macdonald, G., Miller, G., Montoya, M., Muhs, D., Otto-Bliesner, B., Overpeck, J., Reeh, N., Sejrup, H.P., Spielhagen, R., Turner, C. ja Velichko, A. 2006. Last Interglacial arctic warmth confirms polar amplification of climate change. *Quaternary Science Reviews* 25:1383–1400.
- Averianov, A.O. 1996. Sexual dimorphism in the mammoth skull, teeth, and long bones. In: Shoshani, J. ja Tassy, P. (toim.). *The Proboscidea. Evolution and palaeoecology of elephants and their relatives*. Oxford University Press, Oxford.
- Berglund, B.E., Håkansson, S. ja Lagerlund, E. 1976. Radiocarbon dated mammoth (*Mammuthus primigenius* Blumenbach) finds in south Sweden. *Boreas* 5:177–191.

- Chappell, J. ja Shackleton, N.J. 1986. Oxygen isotopes and sea level. *Nature* 324:137–140.
- Donner, J., Jungner H. ja Kurtén, B. 1979. Radiocarbon dates of mammoth finds in Finland compared with radiocarbon dates of Weichselian and Eemian deposits. *Bulletin of the Geological Society of Finland* 51:45–54.
- Ehlers, J. ja Gibbard P.L. 2003. Extent and chronology of glaciations. *Quaternary Science Reviews* 22:1561–1568.
- Funder, S., Demidov, I. ja Yelovicheva, Y. 2002. Hydrography and mollusc faunas of the Baltic and the White Sea-North Sea seaway in the Eemian. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 184:275–304.
- Grönlund, T. 1991. The diatom stratigraphy of the Eemian Baltic Sea on the basis of sediment discoveries in Ostrobothnia, Finland. *Geological survey of Finland, Report of Investigations* 102:1–26.
- Haila, H., Miettinen, A. ja Eronen, M. 2006. Diatom succession of a dislocated Eemian sediment at Mommark, South Denmark. *Boreas* 35:378–384.
- Heinsalu A. 2001. Diatom stratigraphy and the palaeoenvironment of the Yoldia Sea in the Gulf of Finland, Baltic Sea. *Annales Universitatis Turkuensis, A II*, 144:1–41.
- Ikonen, L. ja Ekman, I. 2001. Biostratigraphy of the Mikulino interglacial sediments in NW Russia: The Petrozavodsk site and a literature review. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae A III Geologica-Geographica* 161:1–88.
- Liivrand, E. 1991. Biostratigraphy of the Pleistocene deposits in Estonia and correlations in the Baltic region. Stockholm University, Department of Quaternary Geology, Report 19, 114 s.
- Lister, A. 1999. Epiphyseal fusion and postcranial age determination in the woolly mammoth *Mammuthus primigenius*. Teoksessa: Haynes, G., Klimowicz, J. ja Reumer, J.W.F. (toim.). *Mammoths and the mammoth fauna: studies of an extinct ecosystem*. DEINSEA 6:79–88.
- Lister, A. ja Bahn, P. 2000. *Mammutit: Jääkauden jättiläiset*. WSOY, Helsinki.
- Malakhovskiy, D.B., Znamenskaja, O.M. ja Rukhina, E.V. 1989. Mga marine interglacial strata of north-west RSFSR (in Russian). *Istvestija Geographicheskogo obshestva AN SSSR L*:44–60.
- Lõugas, L., Ukkonen, P. ja Jungner, H. 2002. Dating the extinction of European mammoths: new evidence from Estonia. *Quaternary Science Reviews* 21:1347–1354.
- Miettinen, A. 2002. Relative Sea Level Changes in the Eastern Part of the Gulf of Finland during the Last 8000 Years. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae, Geologica-Geographica* 162, 100 s.
- Miettinen, A., Rinne, K., Haila, H., Hyvärinen, H., Eronen, M., Delusina, I., Kadastik, E., Kalm, V. ja Gibbard, P.L. 2002. The marine Eemian of the Baltic: new pollen and diatom data from Peski, Russia, and Põhja-Uhtju, Estonia. *Journal of Quaternary Science* 17:445–458.
- Miettinen, A., Savelieva, L., Dzhinoridze, R., Subetto, D.A., Arslanov, Kh., Hyvärinen, H. 2007. Palaeoenvironment in the Karelian Isthmus, the easternmost part of the Gulf of Finland, during the Litorina Sea stage of the Baltic Sea history. *Boreas* 36:441–458.
- Stuart, A.J., Kosintsev, P.A., Higham, T.F.G. ja Lister, A.M. 2004. Pleistocene to Holocene extinction dynamics in giant deer and woolly mammoth. *Nature* 431:684–689.
- Tynni, R. 1971. The diatoms in the Somero clay. Teoksessa: J. Donner ja R Gardemaister (toim.). *Reposited Eemian clay in Somero, south-western Finland*, *Bulletin of the Geological Society of Finland* 43:85–88.
- Ukkonen, P., Lunkka, J.P., Jungner, H. ja Donner, J. 1999. New radiocarbon dates from Finnish mammoths indicating large ice-free areas in Fennoscandia during the Middle Weichselian. *Journal of Quaternary Science* 14:711–714.
- Ukkonen, P., Lunkka, J.P., Jungner, H. ja Donner, J. 2003. New radiocarbon dates of Finnish mammoths (*Mammuthus* sp.) DEINSEA 9:429–435.
- Ukkonen, P., Arppe, L., Houmark-Nielsen, M., Kjær, K. ja Karhu, J. 2007. MIS 3 mammoth remains from Sweden – implications for faunal history, palaeoclimate and glaciation chronology. *Quaternary Science Reviews* 26:3081–3098.
- Weninger, B. ja Jöris, O. 2008. A ¹⁴C age calibration curve for the last 60 ka: the Greenland-Hulu U/Th timescale and its impact on understanding the Middle to Upper Paleolithic transition in Western Eurasia. *Journal of Human Evolution* 55:772–781.
- Weninger, B., Jöris, O. ja Danzeglocke, U. 2008. CalPal-2007. Cologne Radiocarbon Calibration & Palaeoclimate Research Package. <http://www.calpal.de/> [2008-09-18].
- Zans, V. 1936. Das letzte Interglaziale Portlandia-Meer des Baltikums. *Comptes Rendus de la Société Géologique de Finlande* 9:231–250.