

Karhu kiertää...

Karhu kiertää -palstalla seurataan geologian alan uusia väitöksiä.

10.12.2007 Nina Kortelainen (HY)

Isotopic fingerprints in surficial waters: Stable isotope methods applied in hydrogeological studies

Tämän tutkimuksen liikkeelle panevana voimana on ollut tarve soveltaa ja kehittää hydrogeologisia tutkimusmetodeja erityisesti vesihuollon ja tekopohjaveden muodostamisen tarpeisiin. Alkuaineiden isotooppien jakautuminen luonnon fysikaalisissa ja/tai kemiallisissa prosesseissa tuottaa isotooppikoostumusvaihteluita ko. alkuaineiden luonnollisiin reserveihin. Tässä työssä hapen, vedyn ja hiilen luonnollista isotooppimerkkiaineominaisuutta käytettiin selittämään matalien maaperän pohjavesimuodostumien hydrogeologisia prosesseja, mihin isotooppimenetelmiä ei ole aiemmin hyödynnetty Suomessa. Tutkimuksessa tuotettu maantieteellisesti ja ajallisesti kattava aineisto pohjaveden ja sadannan hapen ja vedyn isotooppikoostumuksesta täydentää käsitystä sadannan isotooppikoostumuksen globaalista jakautumisesta, mutta ennen kaikkea, tarjoaa perustavaa laatua olevan lähtöaineiston kaikkeen veden kiertoa ja vesireservejä käsittelevään tutkimukseen Suomessa.

Pohjavesien ja sadannan hapen ja vedyn isotooppikoostumus määritettiin vuosien 1995–2005 aikana kerätyissä näyteaineistoissa. Sadannan ja pohjavesien alueellisista tai vuosittaisista isotooppikoostumusvaihteluista ei Suomen osalta ole tätä ennen ollut saatavilla dokumentoitua tietoa. Pohjavesien ja sadannan hapen ja vedyn isotooppisuhteissa havaitaan selkeää alueellinen jakauma, mikä nähdään raskaampien isotooppien systemaattisena köyhtymisenä kohti pohjoista. Alueellinen isotooppikoostumusvaihtelu on lähes yhdensuuntainen vuoden keskilämpötilamuutoksen kanssa. Pohjaveden ja sadannan vuotuisissa keskimääräisissä isotooppikoostumuksissa ei havaita merkittäviä eroja. Tämä osoittaa, että sadannan isotooppikoostumuksen ja alueellisen lämpötilan välinen yhteys tallentuu myös paikallisiin pohjavesiin.

Hapen, vedyn ja hiilen luonnollista merkkiaineominaisuutta voidaan hyödyntää monin tavoin tutkittaessa tekopohjaveden muodostamista, missä pintavettä imeytetään soveltuviin maaperämuo-

Kuva: Mikko Haaramo



dostumiin. Tässä työssä tutkittiin veteen liunneen hiilen ja sen isotooppien käyttäytymistä kahdessa pohjavesimuodostumassa, joista ensimmäinen sijaitsee Tuusulassa, Keski-Uudellamaalla ja toinen Virttaakankaalla, Lounais-Suomessa. Tekopohjaveden muodostamisen tärkein tavoite on alentaa imeytettävässä pintavedessä olevan orgaanisen aineksen määrää, mikä esiintyy valtaosin veteen liunneena orgaanisena hiilenä (DOC). Hiili-isotooppimetodia hyödynnettiin tarkasteltaessa hapetus-pelkistysprosessien merkitystä DOC:n hajoamiseen imeytymisprosessissa. Tuusulassa maaperään imeytetyn pintaveden alkuperäisestä DOC:sta poistuu kaiken kaikkiaan 81 %. Hiilen poistuminen tapahtui kolmessa perättäisessä vaiheessa, joissa tietyt geokemialliset prosessit voitiin jäljittää: Merkittävin osa, 44 %, DOC:sta hajosi hapettamalla imeytymisen ja pohjavesivirtauksen alkuvaiheessa. Myöhemmin DOC:n poistumista kontrolloivat mahdollinen pidättyminen mineraalien pin-



Karhu kiertää...

noille sekä laimeneminen, kun luonnollista pohjavettä sekoittui tekopohjaveteen. Tämä on ensimmäinen kerta, kun isotooppimenetelmiä käytetään DOC:n poistumisprosessien kvantifointiin tekopohjavesitutkimuksissa.

Virttaankankaan maaperämuodostuman pohjavesille ovat tyypillistä korkeat, > 9, pH-arvot, mitä ei ole ennen tavattu vastaavissa matalissa pohjavesissä Suomessa tai maailmalla. Virttaankankaan pohjaveden poikkeuksellisen kemiallisen koostumuksen ymmärtäminen on keskeistä, kun suunnitellaan alueelle tulevaisuudessa rakennettavaa tekopohjavesilaitosta. Isotooppitutkimukset tuottivat suunnittelun tueksi uutta tietoa pohjaveden geokemiallisesta evoluutiosta, pohjavesimuodostuman rakenteesta, maaperän mineralogisesta koostumuksesta sekä mineraaliaineksen alkuperästä. Maaperän kerrostumien havaittiin sisältävän hyvin pieniä määriä Satakunnan hiekkakivimuodostumasta peräisin olevaa kalsiittia. Pohjaveden isotooppikoostumuksissa ja kemiassa havaittiin huomattavia vaihteluja muodostuman eri osissa, mihin vaikuttivat mm. kalsiitin esiintyminen/puuttaminen ja pohjaveden viipymäaika. Virttaankankaan pohjaveden korkeat pH-arvot ovat seurausta kalsiitin liukenemisesta pohjaveteen olosuhteissa, missä maaperän hiilidioksidipitoisuus on hyvin alhainen eli lähellä ilmakehän vastaavaa.

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-217-014-9>

29.11.2007 Diana Pushkina (HY)

Eurasian large mammal dynamics in response to changing environments during the Late Neogene.

Short and long term environmental changes, variations in climate and vegetation during the late Neogene shaped the geographical ranges of large terrestrial mammals by allowing origination, distribution and dispersal of certain species that make up faunas. Climatic fluctuations were intensified during the latest Neogene, Pleistocene (1.8–0.01 Ma), at the end of which also human presence became more conspicuous. Both climate and humans have been linked to extensive alteration and extinctions in mammalian faunas across the world.

This dissertation consists of a set of papers that examine different periods of the Neogene and associated faunas in northern Eurasia. Major trends

in changing environments and climate were studied by means of the tooth crown height (hypsodonty) and dietary structure in herbivorous terrestrial mammals or/and species commonness (locality coverage, abundance proxy). This study was also intended to bring to light a great deal of information contained in Russian literature to fill in the gap between the European literature and not translated Russian records.

Since the middle Miocene (~15–11 Ma), central Asia has been the focal point of the transformation in Eurasia towards more open and dry environment. The drying of the central part of Eurasia hampered the spread of temperate or mesophilic species between western and eastern sides of the continent, and created conditions for origination of the cold and arid adapted grazing fauna in north-eastern Eurasia. Throughout the climatically unstable late middle and late Pleistocene, Europe that was more maritime during interglacials than Siberia, experienced the most drastic faunal alternations between the interglacial *Palaeoloxodon antiquus* and glacial *Mammuthus primigenius* assemblages that permanently inhabited the Mediterranean and Siberia, respectively. During more climatically equable middle part of the middle Pleistocene (Holsteinian interglacial) that was climatically similar to the current Holocene, the interglacial species could have spread eastwards. The origins, dispersal and cohesiveness of the *Palaeoloxodon antiquus* assemblage in Eurasia are examined.

During the latest Weichselian Glaciation (Late Glacial, 15 000–10 500 yr BP, latest late Paleolithic) and Holocene (last 10 000 yr) a rapid warming initiated fragmentation of dry and cold tundra-steppes when increased temperature and humidity produced boggy tundra in the north and forests in the south of the most part of northern Eurasia. The most significant change took place in central Asia influencing the glacial mammoth fauna decline as is seen in southern Siberia from decreased mean hypsodonty and the shift in dietary preferences from grazing towards browsing in herbivorous ungulates along with decreased mean body size in large mammals.

It is difficult to disentangle the role of humans from climate effect in large mammal extinctions in Eurasia at the Weichselian-Holocene boundary because they pretty much coincided. The study is consistent with the idea that Eurasian late Pleistocene extinctions were first climatologically driven, after which the impact of rapidly ex-



Karhu kiertää...

panding humans must have become more manifest and crucial either by direct hunting or via indirect activities. Only the data for the extinct steppe bison may indicate a disproportionate selection by humans although more sufficient and recently updated data are needed. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-10-4268-3>

24.11.2007 Lasse Svahnback (HY)

Precipitation-induced runoff and leaching from milled peat mining mires by peat types: a comparative method for estimating the loading of water bodies during peat production.

Sateen synnyttämät pintavalumat ja ainehuuhtoumat jyrshinturvesuon eri turvelajeille: vertaileva menetelmä arvioida turvetuotannon aikaista vesistökuormitusta.

Ympäristögeologinen tutkimushanke on käynnistynyt havaitusta tarpeesta kyetä paremmin ennakkoimaan jo olemassa olevan ja suunnitellun turvetuotannon aiheuttama haitallinen orgaanisen aineksen ja ravinteiden synnyttämä vesistökuormitus. Ympäristöviranomaisten mahdollisuudet edellyttää ympäristövaikutusselvityksissä jo ennakkoon arvioitavaksi turvetuotannon vesistökuormituksen määriä ja niiden ajallista kohdentumista suon tuotannonkestoisena aikana ovat olleet vähäiset. Tutkimushankkeen tavoitteet kohdistuivat siihen, että jo tiedossa olevien ja turvevarainventoinnilla saatavien suo- ja turveominaisuustietojen, mm. turvelaji ja maatuneisuusaste, perusteella olisi mahdollista jo ennalta laatia turvetuotantoa soille vertailukelpoiset tuotannonkestoiset arviot niiden tyypillisistä ainehuuhtoumista. Suo- ja turvetietojen hyväksikäyttö yhdessä tutkimuksessa saatujen tulosten, tyypillisten sarkaojastoon kohdistuvien ainehuuhtoumämäärien sekä energiasäältötietojen kanssa, on edellyttänyt tutkimuksessa myös atk-sovellusten laatimista, joiden avulla voidaan kaikista tutkituista soista (mm. GTK:n tutkimat n. 13 000 suota) laatia suo- ja kerroskohdaiset ainekuormitusarviot.

Ympäristöministeriö on osarahoittanut ja Länsi-Suomen ympäristökeskus valvonut tutkimushankkeen kenttä- ja laboratoriotyövaiheen. Hel-singin yliopiston geologian laitokselta tutkimuk-

sen valvojana on toiminut prof. Matti Eronen ja työn edistymistä on edesauttanut geologian laitoksen esimiehen prof. Juha Karhun ohjaus.

Suot (n. 10 milj. ha) peittävät lähes 1/3 Suomen pinta-alasta. Soiden holoseenin, n. 10 000 vuoden aikaisen kasvun ja kehityksen vaiheissa suurilmastolliset olosuhteet ja niiden mukana turvetta muodostavien kasvien kasvuolosuhteet ovat vaihdelleet. Lämpö- ja kosteusolosuhteilla on ollut merkitystä suokasvien tyypillisiin kulloinkin vallitseviin lajityyppeihin ja suotyyppeihin sekä edelleen turvetta muodostavien kasvienjäänteiden valikoivaan kertymiseen ja kerrostumiseen. Edellä esitetyt ilmastolliset tekijät, soiden kasvu- ja ympäristötekijät sekä ojitustoiminta ovat vaikuttaneet ja vaikuttavat edelleen fyysikaalisilta ja kemiallisilta ominaisuuksiltaan erilaisten turvekerrosten syntyyn ja olemassa oloon sekä sitä kautta luonnontilaisilta suoalueilta ja sekä ojitus- että turvetuotantoalueilta syntyviin vaihteleviin ainehuuhtoumiin.

Tutkimuksessa on jyrshinturvesuon tuotantokentän olosuhteita simuloivissa olosuhteissa selvitetty hallituissa ja vertailukelpoisissa olosuhteissa sadetuskokein turvetuotantosoiden jyrshinturpeiden fyysikaalisten ja kemiallisten ominaisuuksien vaikutusta turvetuotantokentältä sarkaojiin kohdistuviin pintavalumiin ja valumien ainepitoisuuksiin. Sadetus- ja uuttokokeita tehtiin sara- (C) ja rahkaturpeiden (S) maatuneisuuksille H 2,5–8,5. Sadetuksia tehtiin eri kosteuksissa (23,4–89, %) oleville jyrshösturpeille ja kaikki näytteet sadettiin uudelleen 24 h kuluttua, jolloin saatiin valuma ja ainepitoisuustietoja myös olosuhteille, jossa jo valmiiksi pintakosteat turpeet kohtaavat uudelleen sateen.

Valumavesien kiintoainepitoisuus (KA), orgaanisen aineen hapenkulutuksen määrä (COD_{mn}O₂), kokonaisfosfori- (tot. P) ja kokonaistyyppi-pitoisuudet (tot. N) vaihtelivat tutkittavien näytteiden osalta runsaasti turvelajista ja maatuneisuudesta riippuen. Tuotantokenttään kohdistuneen yhtäläisen (intens. 1,27 mm/min) sadetuksen aikaansaamaa sarkaojaan tapahtuvaa välitöntä pintavalumaa simuloivissa kokeissa valumavesien kiintoaineen ainepitoisuudet vaihtelivat eri maatuneisuusasteessa (H_{2,5–8,5}) olevien saraturpeiden (C) osalta n. 60-kertaisesti ja rahkaturpeiden (S) osalta n. 150-kertaisesti, kemiallisen hapenkulutuksen määrän osalta (C) n. 30-kertaisesti ja (S) n. 50-kertaisesti, kokonaisfosforin osalta (C) n. 60-kertaisesti ja (S) n. 66-kertaisesti, kokonaistyyppien osal-



Karhu kiertää...

ta (C) n. 65-kertaisesti ja (S) n. 195 -kertaisesti ja ammoniumtyypen osalta (C) n. 90-kertaisesti ja (S) n. 30-kertaisesti. Pitoisuuksien kohoaminen valumavedessä korreloi voimakkaasti turpeiden maatuneisuusasteen kohoamisen kanssa.

Tuotantosaran sarkaojaan kohdistuneiden sadetuksella simuloitujen pintavalumiin, niiden ai-nepitoisuuksien ja keskimääräisesti (30 v. sadeti-lasto) esiintyvien vuosittaisen roudattoman kauden (kk 05–10) vuorokausisademäärien perusteella saatiin jyrksinturvesuon sara- (C) ja rahkaturpeiden (S) maatuneisuuksille H 2,5–8,5 tyypilliset vuotuiset keskenään vertailukelpoiset kiinto-aineen, orgaanisen aineen kemiallisen hapenku-lutuksen määrän, kokonaisfosforin ja kokonaistyypen ainehuuhtoumamäärät (kg/ha) tuotantokentältä sarkaojastoon. Suon pinta-ala-, turvepaksuus-, turvelaji- ja maatuneisuustiedot sekä tiedot suon kuiva-ainemäärästä, lämpöarvosta ja niiden mukaisesta energiasisällöstä mahdollistavat tehdä koko suon hyödyntämisen ajalle vuositasolle kohdistetut kerroskohtaiset sarkaojaan ja vesistöön kohdistuvat suokohtaisesti vertailukelpoiset ainekuor-mitusarviot, arvion tuotannon kestosta, energiasisältömääritykset sekä esittää ainehuuhtoutumisen määrä suosta saatavaa energiämäärää kohden (kg/MWh). Tutkimuksen esimerkkivaluma-alueen soiden (8 kpl) sarkaojiin kohdistuvat kiintoainehuuhtoumat (kg/a) saatavaa energiayksikköä (MWh/a) kohden vaihtelivat soittain ja kerroksittain välillä 0,9–16,5 kg/MWh.

Tutkimuksen tavoitteena on ollut vastata energiateollisuuden haasteeseen saada turvetuotantoon pinta-alaltaan enemmän mutta vähemmän kuormit-tavaa turvetuotantoalaa ja toisaalta ympäristöhal-linnan haasteeseen, voida paremmin ennalta arvioi-da turvetuotannon vesistökuormituksia ja niistä aiheutuvia vesistövaikutuksia. Tutkimuksen tulokset ovat pääosin tutkimuksen hypoteesin ja asetettujen tavoitteiden mukaisia ja mahdollistavat jo olemassa olevan ja suunnitellun turvetuotannon vesistökuor-mituksen nykyistä paremman vertailevan arvioi-misen ja seurauksena syntyvien vesistövaikutuk-sien huomioimisen jo ennalta maankäytön ja ener-giatalouden suunnitteluvaiheessa. Yksittäisten tuotantoalueiden valinnassa, hyödyntämisen suunnit-telussa, vesiensuojelumenetelmien käyttöönotos-sa sekä kuormitustarkkailujen suunnittelussa tut-kimustulosten mahdollistama ennakkotieto turvetuotantosuon kuormittavasta vaikutuksesta mahdol-listaa ympäristönäkökohtat huomioivan hallitum-man turvetuotannon.

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-10-2621-8>

16.11.2007 Pietari Skyttä (TY, geologia ja mine-ralogia)

Svecofennian crustal evolution in the Uusimaa Belt area, SW Finland

FM Pietari Skytän väitöstutkimuksessa osoitetaan, että eteläisen Suomen alueella olevan vanhan Svekofennisen poimuvuoriston syntyhistorias-sa on tyypillisen, mannerlaattojen keskinäisiin törmäyksiin liittyvän muodonmuutoksen lisäksi tapahtunut kallioperän venymistä. Tämä vey-ninen aiheutti maankuoren lämpenemistä, jonka seurauksena alueella jo aiemmin vaikuttaneen tulivuoritoiminnan sekä eroosio- ja kerrostumis-prosessien seurauksena syntyneet kivilajit kuumenivat riittävästi muodostaakseen magmaa eli kivilisulaa.

Myöhemmin nämä kivilisulat jäähtyivät ja niistä kiteytyi tasasuhteinen sekoitus maankuoren taval-lisimpia mineraaleja: kvartssia, maasälpä ja kiiltei-tä - yhdistelmä, joka tunnetaan myös nimellä graniitti (väriltään Etelä-Suomessa tavallisimmin punainen). Suurin osa graniiteista esiintyy makaa-vina ”patjoina”, mutta osa hiukan nuoremista graniiteista tunkeutui kallioperän tasomaisiin, li-kimain pystysuoriin heikkousvyöhykkeisiin. Gra-niittien syntyprosessien lisäksi Skytän työ sel-ventää kallioperän monimutkaisen kehityshistori-an vaiheita ja mm. selittää, miksi geologiastaan ja malmiesiintymistään tunnetun Orijärven alueen kivet poikkeavat ympäristönsä kivistä.

Kallioperän kehitysvaiheiden mallinnusta

Skytän väitöstutkimus liittyy Etelä-Suomen kallioperän kehityshistorian mallintamiseen, jossa kallioperän kuumenemisen ja graniittien synnyn aiheuttaja on ollut yksi tärkeimmistä kysymyksistä. Luonteeltaan samankaltaisia poimuvuoristoja tunnetaan ympäri maailmaa ja samoja kysymyksiä on mietitty näiden tutkimisen yhteydessä. Näin ollen väitöstutkimuksen tulokset mahdollisesti edesaut-tavat myös toisten alueiden kallioperän kehitysvai-heiden ymmärtämistä.

Kallioperän kolmiulotteisten rakenteiden lisäksi Skytän työssä sovellettiin kiven iänmäärityk-siä, joiden avulla geologiset rakenteet voitiin lait-taa oikeaan ikäjärjestykseen. Kalliomaaston lisäksi runsaasti metsiä ja peltoja käsittävällä tutkimus-alueella tämänkaltaiset menetelmät ovatkin vält-tämättömiä ulkoilmassa tapahtuvan havainnoin-nin lisäksi.



Karhu kiertää...

Kallioperän tuntemus auttaa malminetsinnässä ja rakentamisessa

Kallioperän rakenteellisen kehityksen ja kolmiulotteisen geometrian tunteminen mahdollistaa kivilajien jatkuvuuksien arvioinnin sekä maanpinnalla että maanpinnan alapuolella. Tämänkaltaisen arviointi on välttämätöntä esimerkiksi kallioperästä kairattujen näytteiden perusteella tehtävien malminetsintätöiden suuntaamisessa.

Kallioperän rakenteiden tunteminen mahdollistaa mm. kallioperää suuriksi lohkoiksi pilkkoneiden hirtovyöhykkeiden ja siirrosten tunnistamisen - juuri näissä sijaitsevat monet Suomenkin malmiesiintymistä.

Kallioperän rakennettavuuteen vaikuttaa rakennuskohteen kivilajin lisäksi hyvin merkittävästi myös kallioperän eheys. Vaikka kallioperän varhaiset kehitysvaiheet - joihin Skytän tutkimus keskittyy - aiheuttivatkin etupäässä kivien venymistä, taipumista ja puristumista hauraan särkyneen sijaan, on varhaisten rakenteiden suuntauksella ja asennolla suuri vaikutus kallioperää heikentävien ruhjevöhykkeiden sijoittumisessa. Tämä perustuu siihen, että kallioperään myöhemmin vaikuttava muodonmuutos kohdentuu tyypillisesti jo olemassa olevaan (heikkous)tasoon.

ARVOISAT JÄSENET!

MUISTATTEHAN PÄIVITTÄÄ MUUTTUNEET OSOITETIETONNE
(MYÖS SÄHKÖPOSTIN) SEURAN SIHTEERILLE.

Kommentti uraaninetsinnästä

MIKKO TONTTI

Eerola (2007) on ansiokkaasti käsitellyt uraanitutkimuksiin liittyviä haasteita Geologi-lehdessä 6/2007. Luulenpa, että geologit ovat nyt ylivoimaisen haasteen edessä. Kun kadunmies kuulee sanan ”uraani”, hän itse asiassa kuulee sanat ”Tsernobyli”, ”Hiroshima” ja - ”kuolema”. Kuinka uraanimalmienetsijäparka voisi onnistua siinä, missä ihmiskunnan historian tuhannet uskonnot vielä useampine jumalineen ovat epäonnistuneet – kuolemanpelon voittamisessa. Geologin olisi nyt muututtava teologiksi ja otettava lusikka kauniiseen käteeseen. On vain elettävä sen tosiasian kans-

sa, että ei auta fyysikaalisten, kemiallisten tai geologisten faktojen lyöminen pöytään tai kaivos- tai muidenkaan lakien viilaaminen. Kuolemanpelko on ja pysyy. Valitettavasti.

Kirjallisuus:

Eerola, T. 2007. Uraaninetsintä, kansalaisjärjestöt ja paikalliset asukkaat. Kaivosteollisuuden uusi haaste Suomessa. Geologi 59:172–176.

Mikko Tontti
Geologi, FL