

Karhu kiertää – tuoreimpia geologian alan väitöstudkimuksia



Kuva: Henrik Kalliomäki

24.10.2018 Kari Lintulaakso,
Helsingin yliopisto

Evolutiivisen selviytymisen ja elin- ympäristöjen analysointi käyttäen maanisäkäsyhteisöjen lajien perus- ominaisuuksia (Taxon free analysis of mammalian communities in relation to evolutionary survivorship and environmental factors)

Tämä väitöskirja tutkii kuinka erilaiset lajien ominaisuudet liittyvät maanisäkkäiden evolutiiviseen selviytymiseen ja kuinka lajien ominaisuuksiin perustuva nisäkäsyhteisöjen rakenne liittyy ilmastoon, elinympäristöihin ja eliömaantieteeseen. Tutkimuksessa käytettiin laajoja tietokantoja sekä fossiilisista että nykyisistä maanisäkkäistä eri mantereilla (kuva 1).

Tulokset maanisäkkäiden evolutiivisesta selviytymisestä osoittavat säännöllisen ilmiön, jossa isojen nisäkkäiden suvuilla ja -lajeilla on suurempi lajiutumisen ja sukupuuttoon kuolemisen tahti ja siten lyhyempi ajallinen kesto

verrattuna pieniin nisäkkäisiin. Tulosta voidaan selittää niiden lajien avulla, jotka viettävät talviunta, horrostavat tai kaivautuvat maahan, “sleep-or-hide” (SLOH) -lajeilla. Koska SLOH-käyttäytyminen on yleisempää pienillä nisäkkäillä, ovat ne siten keskimäärin enemmän suojattuja ympäristön ääriolosuhteilta kuin isommat nisäkkäät ja näin ollen kokonaisuudessaan vaikuttavat pienempien lajien korkeampaan keskimääräiseen selviytymiseen ja matalampaan lajiutumistodennäköisyyteen.

Tulokset lajien ominaisuuksien suhteesta ilmastoon tuottavat kohtuullisen tarkat arviot nykyajan sadannasta, suurimpien korrelaatioiden ollessa vuotuisen sadannan ja lajien absoluuttisen ja suhteellisen lukumäärän, ruokavalion, hampaan kruunun korkeuden sekä ruokavalion ja hampaan kruunun korkeuden yhdistelmän välillä.

Trooppisten lajien yhteisörakenteet taas olivat tilastollisesti merkitsevästi erilaisia tutkitujen kasvillisuusluokkien välillä, ollen suurin ekosysteemitasolla. Etenkin nisäkäsyhteisöt jotka on jaettu ruokavalio- tai liikkumismuotoryhmiin, erottelevat hyvin mantereiden



Kuva 1.
Isosarvikuonon
(*Ceratotherrium simum*)
poikanen OI Pejetan
luonnonsuojelualueella.

Figure 1.
White rhinoceros
(*Ceratotherrium simum*)
cub with mother at the
OI Pejeta Conservancy.

trooppiset ekosysteemit sekä elinympäristöt, mutta ruumiinkokoon perustuvaa ryhmitteilyä kannattaa tulkita varovaisemmin, mikäli useita eri mantereita käsitellään tutkimuksessa.

Pohjois-Amerikassa lajistot ovat ilmastoltaan erilaisia mittakaavassa, jossa nisäkkäät on jaettu 11 erilliseen lajistoon kun taasen Euroopassa ne jakautuvat alueellisesti viiteen erilliseen lajistoon. Ruumiinpainon erojen perusteella Pohjois-Amerikan lajisto jakautuu kahdeksaan kokonaisuuteen, kun taasen liikukumismuodon perusteella lajistot eroavat kaikissa jakoluokissa. Ruokavalion perusteella ei lajistojen välille muodostunut tilastollisia eroja. Euroopassa yksikään lajisto ei eronnut tilastollisesti toisistaan minkään lajiominaisuuden perusteella millään jaolla.

Tutkimuksessa saatujen tulosten perusteella voidaan todeta, että niitä havaittavia lajiominaisuuksia, joita voidaan erottaa myös fossiiliaineistosta (ruumiinpaino, liikkumismuoto, ruokavalio) voidaan käyttää nisäkäsyhteisöjen analysointiin ja muinaisten ilmastolosuhteiden mallintamiseen.

Väitöskirja verkossa:

<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/245417>

23.11.2018 Jukka-Pekka Ranta,
Oulun yliopisto

Geologinen kehitys ja kullan rikastuminen Peräpohjan liuskealueen pohjoisosassa (Geological evolution and gold mineralization in the northern part of the Peräpohja belt, Finland: Evidence from whole-rock and mineral chemistry, and radiogenic and stable isotopes)

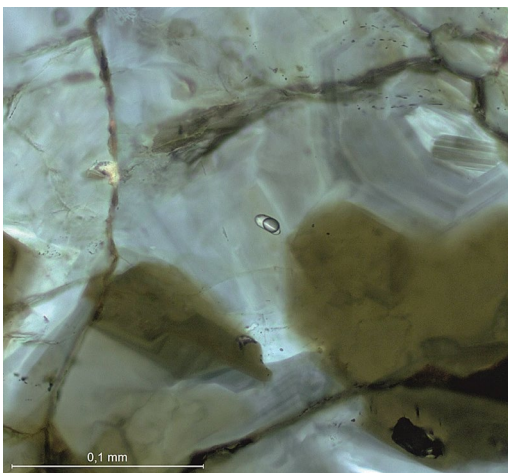
Väitöstutkimuksessa selvitettiin Ylitornion kunnassa sijaitsevan kultaesiintymän pääpiirteitä sekä alueen geologista kehitystä. Tutkimus tehtiin yhteistyössä Mawson Oy:n ja Oulun yliopiston, Geologian tutkimuskeskuksen ja K.H. Renlundin säätiön kanssa.

Vuonna 2008 paikannettiin Ylitornion kunnassa, noin 60 kilometriä Rovaniemeltä länteen sijaitseva esiintymä (Rompas), joka sisältää paikoin hyvin korkeita kultapitoisuuksia. Lisätutkimukset paljastivat vuonna 2012 toisen kullan suhteen rikastuneen alueen (Rajapalot) noin 8 kilometrin päässä ensimmäisistä löydöistä itään. Tällä hetkellä alueen tiedetään olevan laajuudeltaan ainakin 100 km² (Rompas-Rajapalot).

Geologisesti alue kuuluu paleoproterotsooisen Peräpohjan liuskealueen pohjoisosaan. Liuskealue koostuu sedimenttisistä ja vulkaanisista kivilajeista, jotka kerrostuivat arkeiseen (> 2,5 miljardia vuotta) kuoren repeämisen tuloksena syntyneeseen altaaseen noin 2,4–1,9 miljardia vuotta sitten. Liuskealueen pohjoisosa on voimakkaasti deformoitunut ja kivilajien keskinäiset suhteet sekä niiden asema liuskealueen stratigrafiassa on ollut epäselvä.

Väitöskirjassa esitetään zirkonimineraalin U-Pb-ikämäärittäyksiä ja kivien Sm-Nd-isotooppituloksia Peräpohjan liuskealueen pohjoisosan sedimenttisistä ja graniittisista magmakivistä. Tutkimuksen tarkoituksena on saada tietoa yksiköiden välisistä ikäsuhteista ja kerosjärjestyksestä. Näiden lisäksi tutkimuksessa käsitellään petrografiaa, mineraali- ja kokoviigeokemiaa, fluidisulkeumien koostumusta ja isotooppigeokemiaa Palokkaasta, Rajapalojen alueen pääesiintymästä (kuva 2).

Työn tarkoituksena on kuvata kultaesiintymän tyypillisiä piirteitä, kuten kullan esiintymistä, isäntäkivien mineralogiala ja kultaan liittyvien hydrotermisten fluidien koostumusta ja alkuperää. Yhteenvetona tutkimuksesta voidaan todeta, että Peräpohjan alueen poh-



Kuva 2. Primaarinen fluidisulkeuma Palokkaan kultaesiintymän turmaliniinissa.

Figure 2. Primary aqueous-carbonic fluid inclusion in tourmaline from the Palokas gold occurrence.

joisosan graniitit edustavat ainakin kahta eri magmaattista vaihetta iältään noin 1,99 ja 1,79–1,77 miljardia vuotta. Niistä nuorempi vaihe liittyy ainakin myöhäisissä turmalini-sulfidirikkaissa juonissa esiintyvään kultaan.

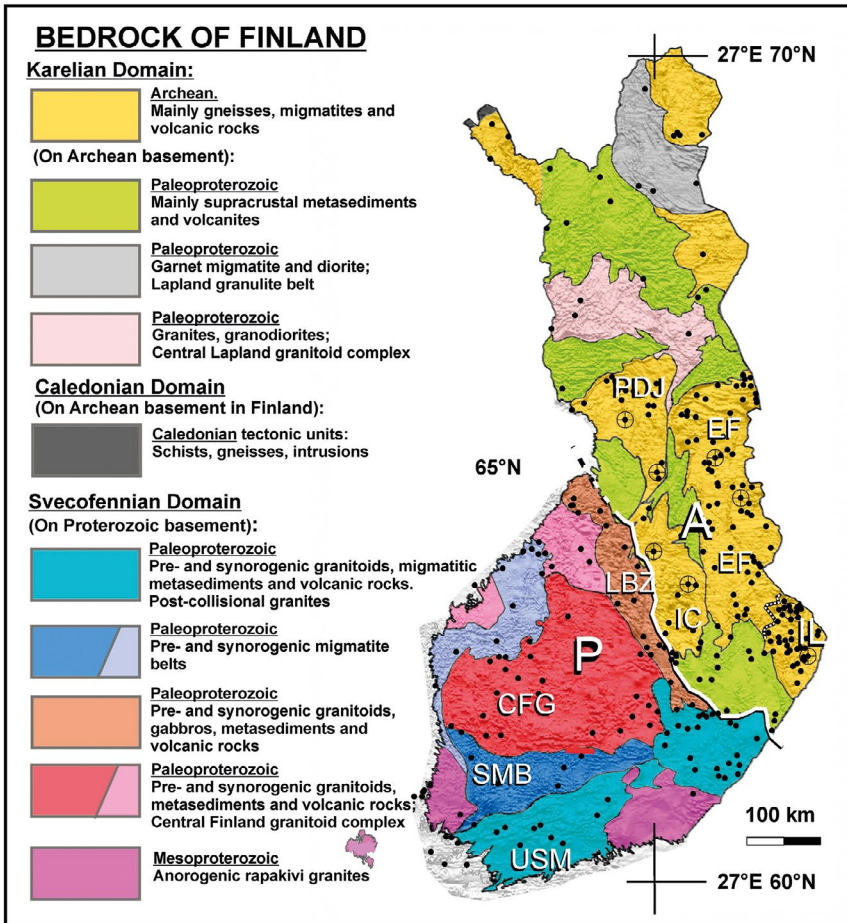
Väitöskirja verkossa:

https://www.oulu.fi/resterr/jutut/A38_Ranta.pdf

20.02.2019 Tapio Ruotoistenmäki, Helsingin yliopisto

Suomen prekambriksen kallioperän adakiittiset syväkivet: niiden synty, alueellinen jakautuminen, kemia, petrofysiikka ja ikäjakauma (Adakitic plutonic rocks in the Finnish Precambrian: Evolution and areal, chemical, physical and age variations)

Adakiittisten syväkivien ja vulkaniittien, adakitoidien, voidaan tulkita syntyneen tektonisissa törmäysprosesseissa graniittisen kuoren ja basaltisemman vaipan vaihettumisvyöhykkeessä, noin 30–80 kilometrin syvyydessä kehittyneistä kivilajista. Adakiittiset kivet ovat rikastuneita esimerkiksi piistä, alumiinista, natriumista, kalsiumista, strontiumista ja europiumista sekä kevyistä maametalleista suhteessa raskaisiin. Näiden kemiallisten ‘sormenjälkien’ avulla voidaan tunnistaa adakiittiset kivet ja päätellä niiden syntyhistoriaa ja olosuhteita: korkeat natrium-, kalsium-, europium- ja strontiumpitoisuudet liittyvät korkeaan plagioklaasipitoisuuteen. Plagioklaasi on mineraali, joka on suhteellisen epästabiili suurissa paineissa ja lämpötiloissa ja siirtyy helposti syntyviin kivilajiin. Vastaavasti korkeassa paineessa ja lämpötilassa stabiileihin restiittimineraaleihin (mm. granaatit, amfibolit ja pyrokseenit), sioutuu niille karakteristisia alkuaineita (esim. raskaat maametallit), joita adakiittisissä kivissä on suhteellisen vähän.



Kuva 3. Suomen kallioperän kaavamainen kartta. Mustat pisteet ovat adakitoidin kriteerit täyttäviä näytteitä. Rengastetuista näytteistä on tehty ikämääritys, A = arkeinen kallioperä, P = proterotsooinen kallioperä. Muut lyhenteet viittaavat väitöskirjassa tarkemmin tutkittuihin osa-alueisiin. Kuva on väitöskirjasta.

Figure 3. Schematic bedrock map of Finland. Samples that meet the criteria of adakitoid are marked with black dots. The circled dots are samples used for geochronological studies. A = Archean bedrock, P = Proterozoic bedrock. Other abbreviations refer to the sub-areas studied in the thesis. Figure from the thesis.

Adakiittisten kivilajien määritelmät sekä tulkinnat niiden syntyhistoriasta ovat tutkimuksen historiassa vaihdelleet ja laajentuneet. Adakiittiset kivet voi jakaa syntyhistoriansa perusteella karkeasti kolmeen ryhmään:

1. 'Aidot' vulkaaniset adakiitit, jotka ovat syntyneet 'nuorehkon' (30–25 Ma) subduktoituneen merenpohjan osittain suulaessa,
2. Sanukitoidit ovat syväkiviä, jotka ovat

syntyneet kun subduktoituneen laatan suulaessa siihen sekoittuu merkittävästi myös yläpuolella olevan vaippakiilan ainesta.

3. Suomen arkeisen kallioperän vahvasti muuttuneet, migmatisoituneet TTG-ryhmän syväkivilajit (trondjemiitit, tonaliitit ja granodioriitit), joiden kemiallisessa koostumuksessa on merkittävästi adakiittisiä piirteitä, mutta joiden synnyn yhdistäminen nykyisen kaltaiisiin laattatektonisiin prosessihin ei ole yksikäsitteistä.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan Suomen adakiittisten syväkivien (kuva 3) alueellista, kemiallista ja petrofysikaalista vaihtelua sekä ikäjakaumaa. Tutkimusten perusteella adakiittisten syväkivien suhteellinen määrä on kaksinkertainen arkeeisilla kallioperäalueilla verrattuna proterotsooiisiin alueisiin. Proterotsooisten adakitoidien ikäjakauma on suhteellisen kapea, noin 70 miljoonaa vuotta (1930–1860 Ma). Arkeisten adakitoidien ikäjakauma on paljon laajempi, vähintään 400 miljoonaa vuotta (3000–2629 Ma).

Proterotsooiset adakiitit ovat arkeisiin verrattuna selvästi tiheämpiä (‘mafisempia’), mutta vähemmän magneettisia. Niiden maa-metallien jakaumasta päätelty fraktioitumisasi-aste on arkeisia adakiitteja vähäisempi ja ne ovat pääosin syntyneet matalammassa paineessa ja lämpötilassa kuin arkeiset adakiitit. Proterotsooisten adakitoidien synty voidaan todennäköisesti liittää ‘moderniin’ suhteellisen nuorien merellisten ja mantereellisten ja saarikaari- lohkojen törmäysvyöhykkeisiin, merellisen laatan subduktioon, kuoren paksuuntumiseen törmäyksessä ja syvällä tapahtuviin sulamis- ja fraktioitumisprosesseihin. ‘Modernien’ laattatektonisten prosessien tunnistaminen arkeisen kuoren alueelta on Ilomantsin osa-alueita lukuun ottamatta epävarmaa ja arkeisten adakiittisten kivien synty liittyy todennäköisesti ‘mikrolaattojen’ törmäykseen merellisessä ympäristössä sekä kuoren paksuuntumis- ja sulamisprosesseihin, joissa merellisen laatan subduktio on ollut nykyistä selvästi pienimittakaavaisempaa. Tähän viitataan tutkimuksessa termillä ‘pack ice tectonics’ (suom. ‘ahtojäätektoniikka’).

Kivien geokemiasta tehdyn tilastomatemattisen analyysin perusteella voidaan päätellä adakiittisten kivien fraktioituessa syvälle maankuoreen ja vaipan yläosiin jääneitten restiittisten kivien minerologiaa. Tulosten perusteella ortopyrokseeni ja granaatit dominoivat erityisesti arkeisten adakitoidien restiiteissä, kun taas klinopyrokseeni ja amfibolit ovat

ominaisia sekä proterotsooisten että arkeisten kivien restiiteissä.

Malmipotentialiset adakitoidit ovat ‘keskimääräisiä adakitoideja’ mafisempia ja vähemmän fraktioituneita. Suomessa niihin liittyy erityisesti kultamalmeja, sekä monimetallimalmeja, jotka voivat sisältää kultaa, kuparia, sinkkiä, rautaa, nikkeliä, kobolttia ja platinar ryhmän alkuaineita.

Tutkimuksen perusteella adakitoidit edustavat omaa merkittävää intermediaarista kivilajityyppiä, jonka alueellinen kattavuus Suomen kallioperässä on hyvin laaja ja joiden tutkimus on toistaiseksi hajanaista.

Väitöskirja verkossa:

https://tupa.gtk.fi/julkaisu/erikoisjulkaisu/ej_102.pdf

**22.3.2019 Anne Huhta,
Oulun yliopisto**

Vuolukivien monimuotoisuus: luokittelu ja lämpökäyttäytyminen (Diversity of soapstones: Classification and thermal behavior)

Vuolukivi on yleisnimitys talkkia runsaasti sisältäville, mutta koostumukseltaan silti paljon vaihteleville kivilajeille. Väitöskirjatyössä kehitettiin vuolukiville yksiselitteinen ja tarkka mineraalikoostumukseen perustuva luokittelu- ja nimeämiskäytäntö (kuva 4). Uusi menetelmä toimii tieteellisen keskustelun pohjana. Lisäksi se antaa vuolukiviteollisuudelle mahdollisuuden käyttää kivimateriaalit tarkasti yksilöivää nimitystä.

Kuumuuden kestävyys vaihtelee erilaisissa vuolukivilajeissa erittäin laajasti. Siihen vaikuttavat suuresti vuolukivissä talkin ohella esiintyvät mineraalit ja niiden rakenteet. Väitöstyössä tutkittiin hienorakeisten magnesiittivuolukivien termisen sokin kestävyyttä erityisesti tätä varten kehitetyllä testimenetelmällä. Väitöstutkimuksen havaintojen perusteella kiven lämpökäyttäytymiseen vaikuttaa erit-

täin voimakkaasti sen sisäinen mikrorakenne. Merkittävimmin kiven termisen sokin kestävyttä lisäävät mikroskooppinen poimutus ja talkin verkkomainen esiintymistapa.

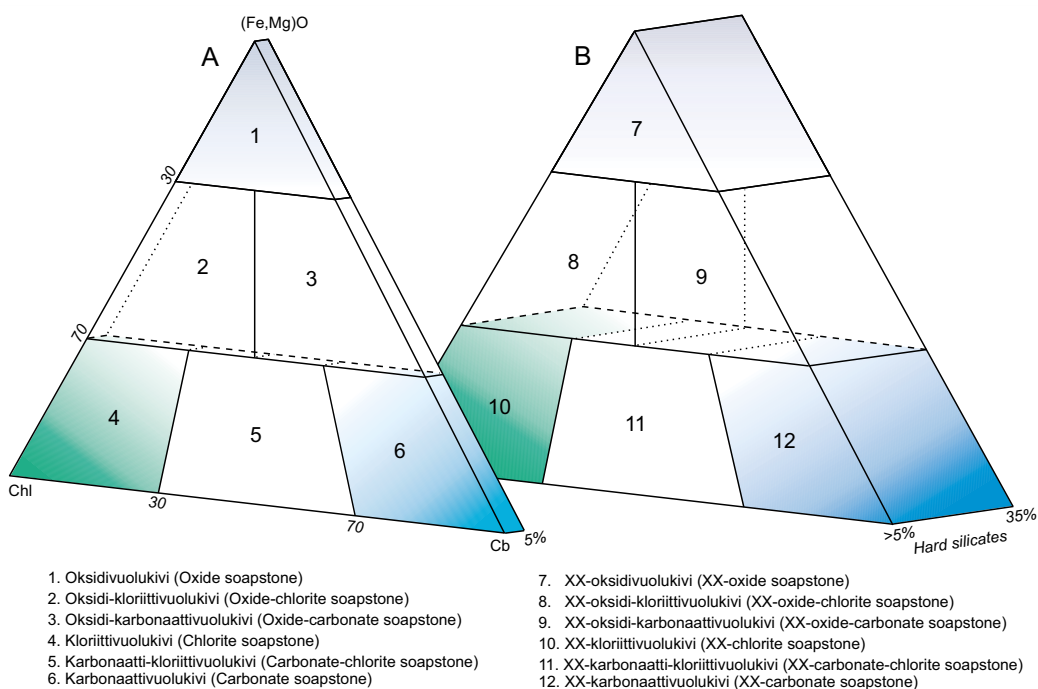
Lisäksi tutkittiin yli 60 vuotta asuinrakennuksen lämmityskäytössä olleen magneesiittivuolukivitakan tulipesän seinämäkiviä. Magneesiittivuolukiven pinnan oli huomattu aikojen saatossa kovettuvan tulipesän olosuhteissa. Tutkimuksessa havaittiin, että kiven pintakerroksesta oli tullut jopa muuttumaton kiveä kestävämpää siinä esiintyvien mineraalien välisten reaktioiden ja uusien mineraalien muodostumisen vuoksi. Syntyneet mineraalirakeet mm. täyttivät kiven pintakerroksen mikroskooppisia huokostiloja. Myös puun tietyt ainesosat ovat osallistuneet tulipe-

sässä sijainneen magneesiittivuolukiven pintakerroksen kovettumiseen savukaasujen kautta.

Mustan hiilen pienhiukkaset kiihdyttävät ilmastonmuutosta ja sen päästöjen vähentämiseksi tulisi kiinnittää erityistä huomiota asuinrakennusten lämmittämiseen käytettävien tulisijojen laatuun ja kuntoon. Geologisissa prosesseissa muovautunut magneesiittivuolukivi tulipesän rakennusmateriaalina mahdollistaa tulisijan lämmittämisen polttaen puuta erittäin korkeissa lämpötiloissa. Huolehtimalla lisäksi tehokkaasta palamisesta asianmukaisella ilmanohjauksella on mahdollista saavuttaa erittäin puhdas palaminen.

Väitöskirja verkossa:

https://www oulu.fi/resterr/jutut/A39_Huhta.pdf



Kuva 4. Suhteelliseen oksidi-, kloriitti- ja karbonaattikoostumukseen perustuva vuolukiviluokittelu. Kovia silikaattimineraaleja sisältävä vuolukivi: a) 0–5 % ja b) >5–35 %. XX viittaa pääsilikaattimineraalilajiin, jota on lisäksi vuolukivessä. Kuva muokattu Huhta ja Kärki (2018, A proposal for the definition, nomenclature, and classification of soapstones, GFF, 140:38–43).

Figure 4. The soapstone classification diagram based on relative compositions of oxide, chlorite and carbonate. Soapstones containing hard silicate minerals: a) 0–5 % and b) > 5–35 %. XX is the name of major additional silicate species. Modified after Huhta and Kärki (2018, A proposal for the definition, nomenclature, and classification of soapstones, GFF, 140:38–43).

Ohjesääntö

Veistoksen symboliikka

1 § Väittelijä yrittää kavuta tieteen huipulle, missä on vähän tilaa, sillä siellä on jo suuri tutkija.

Hallussapito-oikeus

2 § Veistoksen ja siihen liittyvän kunniakirjan hallussapito-oikeus on vain viimeksi geologiasa väitelleellä tohtorilla.

3 § Hallussapito-oikeus lakkaa sinä päivänä, jolloin joku muu yrittää julkisesti kavuta tieteen huipulle.

Luovutus

4 § Toiseksi nuorin tohtori luovuttakoon kunniakirjan ja veistoksen nuorimmalle tohtorille a. karonkassa henkilökohtaisesti, b. karonkassa välitysmiehen kautta, c. muuten mahdollisimman nopeasti.

Tulkinnallisia huomautuksia

5 § Hallussapito-oikeuden keinotekoinen jatkaminen tulkittakoon joko seuraavan yrittäjän tieteellisen panoksen aliarvioimiseksi tai oman panoksen yliarvioimiseksi



Kuva: Henrik Kalliomäki