

# Laaja-alaisten geologisten resurssien hyödynnettävyydestä

SAMPPA MÄKELÄ

## Taustaa

Kun pohdimme geologisten resurssien etsintää, ajattelemme useimmiten metallisia malmeja tai muita kaivannaisia, jotka täytyy paikantaa ennen kuin niitä voidaan hyödyntää. Geologiset resurssit eivät kuitenkaan aina ole tällaisia. Niin sanottuja laaja-alaista geologisia resursseja kuten kiviaineksiä, pohjavettä ja turvetta löytyy hyvin monesta paikasta. Siksi louhoksen tai pohjavesipumpun tai muun hyödyntämisen kannalta oleelliseksi päätökseksi nousee sijainnin valinta. Vaikka sijainnin pohdiminen saattaa ensin vaikuttaa vähäpätöiseltä, se on monelta kannalta tarpeellista. Ensiksikin, on hyvä tuntee resurssien saatavuus yleisesti ennen kuin niitä koskevia päätöksiä tehdään. Missä resursseja on ja kuinka paljon? Toiseksi, monet tekijät vaikuttavat resurssien käyttöönottoon niin lainsäädännön, politiikan, talouden, ympäristön kuin paikallisten yhteisöjenkin kannalta. Tuottajilla, päättäjillä, käyttäjillä ja asukkailla on omat intressinsä. Kaikki nämä on otettava huomioon resurssien saatavuuden tutkimuksessa, ja näitä kysymyksiä pohdin tulevassa väitöstutkimuksessani.

## Menetelmät

Laaja-alaisten resurssien tutkimuksessa kaikki tieto on luonnollisesti alueellista. Siten on loogista käsitellä sitä paikkatietona, GIS-ohjelmistossa. Geologisten resurssien arvioinnissa määrä on kuitenkin kriittinen ominaisuus, joten siitä tarvitaan jonkinlainen arvio. Alueellisesti ei ole kuitenkaan järkevää käyttää 3D-mallinnusta. Kehitin tätä ar-

viota varten 2,5D-mallin: jotain kolmiulotteisen mallin ja kartan väliltä (Mäkelä 2018). Yksinkertaisimmillaan tämä tarkoittaa sitä, että resurssin alimmat mahdolliset pinnat ja yläpinta mallinnetaan ja näiden välinen korkeusero lasketaan omalle karttatasolle. Nämä tasot riippuvat tutkittavasta resurssista, ja siksi ne on kunkin kohdalla arvioitava erikseen.

Oleellista on löytää alueellista tietoa, jonka perusteella tasot voidaan laskea. Vaikka tämä menetelmä ei anna resurssin absoluuttista määrää vajavaisen tarkkuuden vuoksi, se antaa kuitenkin hyvän arvion. Epätarkkuuksien hallinta onkin oleellinen osa työtä, erityisesti tulosten tulkinnan kannalta.

Erilaiset aineiden käyttöönottoa rajoittavat tai suosivat luonnolliset, taloudelliset tai yhteiskunnalliset tekijät löytyvät usein helposti avoimina aineistoina, kiitos Suomen valtion aineistopolitiikan. Aineistot tosin ovat yleensä eri toimijoiden palveluissa, joten niiden koostamisessa on oma työnsä. Koostamisen jälkeen aineistoista täytyy muokata yhtenäinen käyttöönottoa rajoittava tai suosiva pinta resurssivarantoja ajatellen.

## Malli ja todellisuus

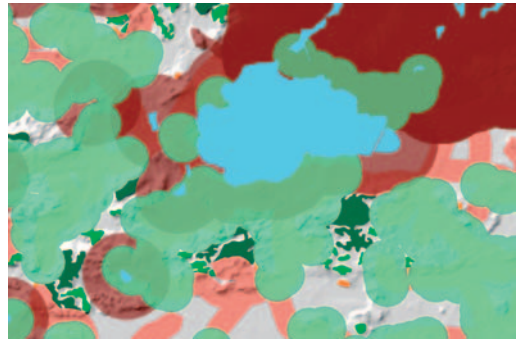
Käytännön esimerkki 2,5D-mallin käytöstä on kalliokiviainestutkimukseni (Mäkelä 2018). Siinä kalliokiviaineksen tilavuustaso lasketaan suoraviivaisesti: ylin oton taso on maan pinta, kun taas alin taso on pohjaveden pinta. Kalliokiviaineksen hyödyntämistä rajoittavat asuinalueet, kaavoitus, luonnonsuojelualueet, tie- ja rautatieverkot ja vesialueet. Osa näistä rajoittaa käyttöönottoa vain ra-

jojensa mukaan, osalle taas on laskettava puskurivyöhyke niiden ympärille. Kuvassa 1 esitetään työvaihe, jossa eri puskurivyöhykkeitä yhdistetään raajavaksi tasoksi.

Lopullisen kartan analysointi on helpompaa. Kun mahdollisista esiintymistä on rajattu pois estävät tekijät, niiden tilavuus voidaan laskea otettavan syvyyden tasosta. Tällä tavoin jokaiselle erilliselle esiintymälle saadaan arvio otettavan kiviaineksen tilavuudesta likimain 100 kuutiometrin tarkkuudella. Tämän jälkeen esiintymät voidaan luokitella ja järjestää potentiaalın mukaan. Koska tieto on kuitenkin tässä vaiheessa vasta laskennallista, kenttätutkimus on tärkeää mallın kehitystyössä. Kalliokiviaineksen hyödynnettävyyttä varten käytiin tarkistamassa 20 kohdetta eri puolilta tutkimusaluetta. Suurimmassa osassa tapauksia kohteet olivat ennusteen mukaisia, siis mahdollisia kohteita kiviainesten hyödyntämiseen. Mukaan mahtui kuitenkin muutama kohde, joiden käyttöä rajoittavia tekijöitä GIS-malli ei kyennyt ottamaan huomioon. Kuva 2 on otettu yhden tällaisen kohteen laelta: kyseessä on korkea, erillinen kallionnyppylä, joka on sekä näyttävä että näkyvä. Vaikka sen louhimiselle ei varsinaisesti ollut esteitä, on hyvin oletettavaa, että paikalliset asukkaat olisivat vastustaneet suurta maiseman muutosta. Tämä muistuttaa hyvin kenttätarkistusten tarpeellisuudesta ja siitä, ettei malli ole koskaan tarkka kuva todellisuudesta. Tuotettua tietoa on siis käytettävä harkiten: päätöksenteon tukena, muttei kovana totuutena.

## Poikkiteellinen tutkimus

Kun tutkimusaihe on selkeästi geologian puolella ja menetelmät vahvasti maantieteelliset, tulee tutkimuksesta väistämättä poikkiteellistä. Haasteena on menetelmien soveltaminen alalla, jossa niitä ei ole laajalti aiemmin käytetty, eikä koskaan juuri valitulla tavalla. Samalla tämä on kuitenkin mahdollisuus luoda jotain uutta ja katsoa tutkimusaihetta tuoreesta näkökulmasta. Tutkimuksen luonne on myös yhteiskunnallinen, ja sen tavoitteena on tarjota yhtäläinen näkemys eri sidosryhmille. Nämä sidosryhmät ovat olennaisia myös tutkimuk-



Kuva 1. Puskurivyöhykkeitä vesistöistä, rakennetuista alueista ja liikenneverkosta.

*Figure 1. Buffer zones based on waterways, built areas and transport networks.*



Kuva 2. Maisema tarkistuskohteen laelta. Kallionnyppylä näkyi jo kaukaa kumpuilevassa peltomaisemassa, ja sen laelta näkyi useampia taloja.

*Figure 2. The view from atop of the control point. The outcrop stood out from afar in the landscape, and several houses were visible from the top.*

sen parametrien valinnassa: käyttäjien näkemykset ovat tärkeitä oikeiden rajoitteiden löytämisessä. Käyttäjryhmien kuunteleminen hyödyttää tutkimusta, ja avaa samalla kanavan tiedon välittämiseksi suoraan sen käyttäjryhmille. Koko tutkimus onkin tehty avoimen aineiston varassa, ja julkaistua siten myös avoimessa julkaisusarjassa.

## Seuraavaksi

Mallin ensimmäinen versio on valmis, ja seuraavaksi sitä sovelletaan uudenlaiseen kohteeseen. Tällä hetkellä työn alla on tutkimus pohjavesienergian alueellisesta mallintamisesta. Pohjavesienergia on kiviaineksia vaativampi kohde: sen tilavuuden mallintaminen vaatii useita tasoja ja kohteiden rajausta ja mallinnus on selvästi haastavampaa.

SAMPPA MÄKELÄ

Geotieteiden ja maantieteen osasto  
PL 64

00014 Helsingin yliopisto

*Kirjoittaja on Geologi-lehden päätoimittaja ja väitöskirjatutkija Helsingin yliopistolla. Häntä kiinnostavat laaja-alaisten resurssien ja paikkatietojärjestelmien liäksi tieteen yhteiskunnallinen vaikuttavuus ja popularisointi.*

## Summary:

### *Widespread geological resources and their capitalization*

Studying widespread geological resources is a multidisciplinary science exercise. Resources are recorded as widespread when they are common and their extraction is possible at multiple locations. For example groundwater, peat or aggregates are considered widespread resources. In my doctoral studies, I am developing so called 2.5D GIS methods, which can be used in assessing resource quantity and possible extraction sites. The first case study concentrated on rock aggregates, and the next project targets groundwater energy. The core of the method is modelling a depth layer in GIS, and then constraining that layer with the possible and potential extraction limits. These limits include both natural and human constraints.

### Viite:

Mäkelä, S., 2018. 2.5D open source modeling of rock aggregate resources in the Helsinki metropolitan area. *Bulletin of the Geological Society of Finland* 90(1) 55–67.

# Vanhimmat liikkumiskykyiset eliöt 2,1 miljardia vuotta vanhoja

MAIJA HEIKKILÄ

*Liikkumiskyky kehittyi yli 1,5 miljardia vuotta tähän asti uskottua aiemmin. Poitiersin yliopistossa Ranskassa työskentelevän Abderrak El Albanin koordinoima kansainvälinen tutkimusryhmä raportoi huikeasti päivittyneestä ajankohdasta helmikuun alussa *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)* -julkaisussa.*

**T**odisteita liikkumiskyvystä löytyy useammasta noin 570 miljoonan vuoden ikäiseksi ajoitetusta kohteesta maapallolla. Tuohon aikaan elettiin Ediacara-kautta: merissä elävät monisoluiset eläinlajit kehityivät vauhdilla, ja ilmakehän happipitoisuus oli noussut nopeasti.

Joitakin vuosia sitten ranskalaisten johtama tutkimusryhmä löysi yli 200 lajia monisoluisia eliöitä Gabonissa sijaitsevan, 2,1 miljardin vuoden