

Elämäjärven hiertovyöhyke – loiva-asentoinen makrorakenne Keski-Suomen granitoidikompleksin ja Savon vyöhykkeen rajalla

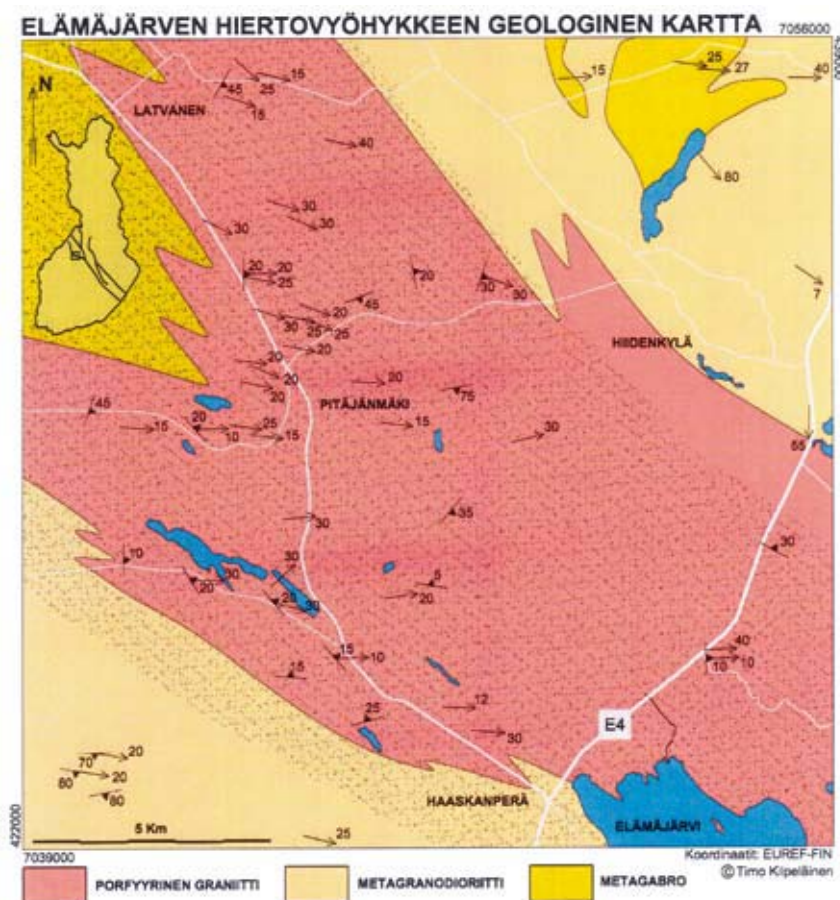
TIMO KILPELÄINEN

Elämäjärvi sijaitsee Pihtiputaan ja Pyhäsalmen kuntien rajalla, geologisesti alueella, jossa Keski-Suomen granitoidikompleksi vaihtuu Savon vyöhykkeeksi ilman selvää rajapintaa (Korja *et al.* 2006).

Rakenteellisessa mielessä alueen voidaan katsoa kuuluvan ns. Raahelaatokka-vyöhykkeeseen joka on kokonaisuudessaan iso, oikeakätinen strike-slip–hiertovyöhyke ja koostuu lukuisista, noin NW-SE-suuntaisista hiertosaumoista ja siirroksista (kuva 1) (esim. Koistinen ja Saltykova 1999, Koistinen 2001). Savon vyöhykkeen ja

Keski-Suomen granitoidikompleksin vaihtumisvyöhykkeellä nämä rakenteet leikkaavat sekä n. granitoideja (1,87 Ga), että metamorfoosin huippuvaihetta (1,885 Ga) (mm. Kousa *et al.* 1994, Koistinen ja Saltykova 1999, Korsman ja Glebovitsky 1999).

Raahelaatokka-vyöhykkeen luoteispään metamorfoositutkimukset osoittavat metamorfoosin huippuvaiheen lämpötilan vaihtelevan siirrosten ja hiertosaumojen erottamien lohkojen välillä, mutta paineen vaihtelu on vähäistä (esim. Korsman *et al.* 1999). Tämä viittaa siihen, että suhteelli-



Kuva 1. Elämäjärven alueen rakennekartta. Litologia on muokattu Marttila 1992:sta.



Kuva 2. Hiertovyöhykkeen paljastumien tyypillinen morfologia. Kuvan ottopaikka: 7043011,428548 (EUREF-FIN).

nen liike lohkojen välillä on ollut pääsääntöisesti horisontaalia.

Strike-slip-termin käyttö sisältää oletuksen, että siirroket ja hiertosaumamat ovat jyrkkäasentoisia tai pystyjä. Suoria havaintoja Savon vyöhykkeen rakenteiden kaateista on kuitenkin niukalti. Pihtiputaan-Pyhäsalmen väliseltä alueelta, jossa NW-SE-suuntaiset hierrot kääntyvät WNW-ESE-suuntaisiksi, ei aiempia kaadehavaintoja ole lainkaan. Marttila (1993) kuvaa alueelta ruhjeita ja paikoitain esiintyviä silmägneissirakenteita, mutta ei ota kantaa rakenteiden kaateisiin.

FIRE-luotausaineisto paljastaa, että Savon vyöhykkeen ja Keski-Suomen granitoidikompleksin vaihtumisvyöhykettä luonnehtivat loiva-asentoiset heijastajat, joiden syvyys luotauslinjan kohdalla on 3–6 kilometriä (Korja *et al.* 2006). Kesällä 2006 tehtiin alueella kenttätöitä Helsingin yliopiston seismologian laitoksen ja Turun yliopiston geologian laitoksen yhteistyönä. K.H. Renlundin säätiön ja Suomen Akatemian rahoittaman työn tarkoituksena on heijastuksia aiheuttavien rakenteiden tunnistaminen kalliopaljastumilta ja rakenteiden geologisen luonteen selvittäminen.

Kivilajivaihtelu on Elämäjärven tutkimusalueella vähäistä (kuva 1). Noin puolet alueesta on synkinemaattisia metagranodioriitteja ja –gaborjoja, joita leikkaa Pyytsalon porfyryrinen post-

kinemaattinen graniitti (n. 1,87 Ga) (Kousa *et al.* 1994, luokittelu: Nironen 2005). Elämäjärven hiertovyöhyke leikkaa kaikkia näitä litologioita.

Hiertovyöhykkeen luonne

Hiertovyöhykkeen dimensiot ovat toistaiseksi selvittämättä ja tästä syystä sitä ei ole myöskään tarkasti rajattu kuvan 1 karttaan. Vyöhykkeen leveys on maanpintaleikkeessä kymmenkunta kilometriä, mutta todellinen leveys jäänee rakenteen loivuuden vuoksi noin kolmeen kilometriin.

Suurin osa hiertovyöhykkeen paljastumista on sellaisia, joissa protoliitiksi on tunnistettavissa porfyryrinen graniitti. Joissakin tapauksissa tektonisoituminen on kuitenkin niin voimakasta, että protoliitin varma tunnistaminen vaikuttaa mahdollottomalta.

Tyypillinen hiertovyöhykkeen paljastuma on kuvan 2 kaltainen. Paljastuman päällyks on hiertotason suuntainen, mutta pystyleikkeestä on rakenteen asento helposti hahmotettavissa (kuvassa kaade on loivasti katselusuunnasta etuoikealle).

Suurin osa hiertovyöhykkeen kivistä on protomyloniitteja (kuva 3), joissa kinematiikan selvittämisen mahdollistavat rakenteet ovat tavallisia. Intensiivisimmin hiertyneet kivet ovat myloniitteja, joiden rakenteet osoittavat tektonisoitumi-



Kuva 3. Protomyloniitti. Kuva-alan leveys on n. 12 cm. Näytteen ottopaikka: 7042612,427620 (EUREF-FIN).



Kuva 4. Hiekuva myloniitista, jonka rakenne on syntynyt laskevassa lämpötilassa. Kuva-alan leveys on n. 10 mm. Näytteen ottopaikka: 7046102,430977 (EUREF-FIN).

sen alkaneen semiplastisesti ja jatkuneen laskevassa lämpötilassa (kuva 4). Tällöin viimeiset rakenteet ovat luonteeltaan selvästi hauraita ja hauraassa deformaatioissa syntyneet raot ovat tyypillisesti täyttyneet kvartsilla. Kuvan 1. liuskeisuus-symbolit kuvaavat suurimmaksi osaksi hiertotason suuntia. Nämä rakenteet on mitattu hiertovyöhykkeen kartoituksen aikana kesällä 2006.

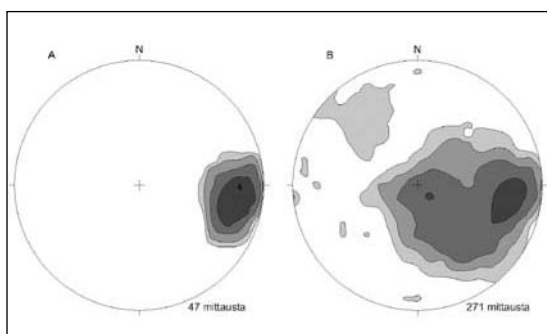
Myloniittutumisen voimakkuudesta riippumatta on hiertyneissä kivissä aina selvä lineaatio, joita

on alueelta mitattu runsaasti jo 1:100 000-kallio-peräkartoituksen yhteydessä (Marttila 1992). Kuvan 1 karttaan on poimittu kaikki em. kartoituksen lineaatiohavainnot ja lisätty tämän työn yhteydessä mitattuja rakenteita.

Silmiinpistävää on lineaatioiden loiva-asentoisuus ja se, että lineaatioiden suunta pysyy jotta-kuinkin samana riippumatta hiertotason asennon vaihtelusta (kuvat 1 ja 5). Kuvan 5.A diagrammiin on plotattu kaikki kuvan 1 lineaatiohavain-

not. Käyrät on piirretty niin, että yksittäiset, selvästi yleisestä trendistä poikkeavat havainnot jäävät piirtymättä (kaksi mittausa).

Näyttää siltä, että tektoniset liikunnot ovat rekisteröityneet kiviin lineaatioina myös varsinaisen hirtovyöhykkeen ulkopuolella. Kuvan 5.B diagrammissa on esitetty kaikki lineaatiot karttalehdiltä 3321 (Pyhäjärvi), 2343 (Reisjärvi), 2334 (Kinnula), 3312 (Pihtipudas) ja 3311 (Viitasaari), eli niiltä julkaistuilta kallioperäkarttalehdiltä, jotka sijaitseva tämän työn alueen lähistöllä Keski-Suomen granitoidikompleksin ja Savon vyöhykkeen raja-alueelle.



Kuva 5. Alapallolle plotattujen lineaatioiden suunnat. Katso tarkempi selitys tekstistä.

Hirtovyöhykkeen löytymisen merkitys

Näyttää ilmeiseltä, että edellä kuvattu rakenne on riittävän iso selittääkseen FIRE-aineistosta tulkitun loiva-asentoisen heijastajan. Rakenteen löytymisen merkitys on siinä, että sen suhde alueen ajoitettuun kiviin on saatu selvitettyksi ja että kinemaattiset indikaattorit mahdollistavat rakenteen suurtektonisen merkityksen hahmottamisen. Lisäksi näyttää siltä, että varsin nuoria subhorizontaaliliikuntoja on rekisteröitynyt kiviin myös hirtovyöhykkeen ulkopuolella viitaten siihen, että ekstensionaalisen vaiheen vaikutus kuoren rakenteen muokkaajana on ollut alueellisestikin huomattava. Töitä aiheen parissa jatketaan edelleen.

Timo Kilpeläinen
Turun yliopisto
Geologian laitos
timo.kilpelainen@utu.fi

Kirjallisuus

- Koistinen, T. ja Saltykova, T. (toim.) 1999. Raahe-Ladoga Zone structure-lithology, metamorphism and metallogeny : a Finnish-Russian cooperation project 1996-1999. Map 1, Structural-lithology of the Raahe-Ladoga Zone 1:1 000 000. Espoo, Geological Survey of Finland.
- Koistinen, T. (comp.), Stephens, M. B. (comp.), Bogatchev, V. (comp.), Nordgulen, Ø. (comp.), Wennerström, M. (comp.) ja Korhonen, J. (comp.) 2001. Geological map of the Fennoscandian Shield, scale 1:2 000 000. Espoo, Trondheim, Uppsala, Moscow, Geological Survey of Finland, Geological Survey of Norway, Geological Survey of Sweden, Ministry of Natural Resources of Russia.
- Korja, A., Lahtinen, R., Heikkinen, P. ja Kukkonen, I. T. 2006. A geological interpretation of the upper crust along FIRE 1. Teoksessa: Kukkonen, I. T. ja Lahtinen, R. (toim.). Finnish Reflection Experiment FIRE 2001-2005. Geological Survey of Finland, Special Paper 43, Espoo, Geological Survey of Finland, 45–76.
- Korsman, K. ja Glebovitsky, V. (toim.) 1999. Raahe-Ladoga Zone structure-lithology, metamorphism and metallogeny: a Finnish-Russian cooperation project 1996-1999. Map 2, Metamorphism of the Raahe-Ladoga Zone 1:1 000 000. Espoo, Geological Survey of Finland.
- Korsman, K., Korja, T., Pajunen, M. ja Virransalo, P. 1999. The GGT/SVEKA transect: structure and evolution of the continental crust in the Paleoproterozoic Svecofennian orogen in Finland. *International Geology Review* 41(4):287–333.
- Kousa, J., Marttila, E. ja Vaasjoki, M. 1994. Petrology, geochemistry and dating of Paleoproterozoic meta-volcanic rocks in the Pyhäjärvi area, central Finland. Teoksessa: Nironen, M. ja Kähkönen, Y. (toim.). Geochemistry of Proterozoic supracrustal rocks in Finland. IGCP Project 179 Stratigraphic methods as applied to the Proterozoic record and IGCP Project 217 Proterozoic geochemistry. Geological Survey of Finland, Special Paper 19, Espoo, Geologian tutkimuskeskus, 7–27.
- Marttila, E. 1992. Pyhäjärvi. Suomen geologinen kartta 1:100 000, kallioperäkartta = Geological map of Finland 1:100 000, pre-Quaternary rocks lehti = sheet 3321. Espoo, Geologian tutkimuskeskus.
- Marttila, E. 1993. Pyhäjärven kartta-alueen kallioperä. Summary: Pre-Quaternary rocks of the Pyhäjärvi map-sheet area. Suomen geologinen kartta 1:100 000, kallioperäkarttojen selitykset lehti 3321. Espoo, Geologian tutkimuskeskus, 64 s.
- Nironen, M. 2005. Proterozoic orogenic granitoid rocks. Teoksessa: Lehtinen, M., Nurmi, P. A. ja Rämö, O. T. (toim.). Precambrian geology of Finland: Key to the evolution of the Fennoscandian Shield. Developments in Precambrian geology 14, Amsterdam, Elsevier, 443–479.