

Tampereen alueen kallioperä

Yrjö Kähkönen

Geologian laitos

PL 64, 00014 HELSINGIN YLIOPISTO

Aimo Kuivamäelle 23.2.2009

Suomen kallioperä koostuu lähinnä granitoideista eli graniiteista ja graniitin kaltaisista kivistä. Ne kuuluvat plutonisiin eli syväkiviin, koska ne syntyvät kiteytymällä kivisulasta tai kiteitä runsaasti sisältävästä kidepuurosta muutamien tai kymmenien kilometrien syvyydessä. Kallioperästämme noin kolmasosa on liuskeita, gneissejä ja migmatiitteja, joita puolestaan syntyy maan pinnalle kerrostuneista vulkaanisista ja sedimenttikivistä (suprakrustisista eli pintakivistä), kun nämä kiteytyvät uudelleen (metamorfoituvat) ja jopa sulavat osittain (migmatiittituvat) jouduttuaan vuorijonon muodostumistapahtumassa eli orogeniassa useiden tai kymmenien kilometrien syvyyteen. Syvällä syntyneet kivet tulevat eroosion vaikutuksesta ajan myötä esiin maan pinnalle.

Huomattakoon, että metamorfoituneiden kivien nimistö on kahtalainen. Mikäli korostetaan kiven alkuperäistä, kerrostumisen aikaista olemusta, nimeen liitetään etuliite meta-; esimerkiksi metasedimentti. Jos taas halutaan luonnehtia kiven metamorfoosissa muodostunutta olemusta, kutsutaan esimerkiksi saviainesta runsaasti sisältäviä metasedimenttejä raekokonsa mukaan fylliiteiksi, kiilleliuskeiksi tai kiillegneisseiksi.

Itä- ja Pohjois-Suomen kallioperän pääosat saivat alkunsa arkeoisina aikoina 3000 – 2600 miljoonaa vuotta (mv) sitten, kun taas valtaosa Etelä- ja Keski-Suomen kallioperästä syntyi proterotsooisena aikana 2000 – 1800 mv sitten svekofennisen orogenian yhteydessä. Tämän prosessin aikana muodostui vulkaanisia kaarisysteemejä, joiden nykyisiä vastineita ovat esimerkiksi Japani, Aleutit ja Andit. Nykykäsityksen mukaan kaarisysteemit kasvoivat yhteen ja törmäsivät tuolloin yli 500 mv vuotta vanhaan mantereeseen eli arkeoiseen kratoniin, johon kuului mm. valtaosa Itä- ja Pohjois-Suomen kallioperästä (esim. Lahtinen et al. 2005).

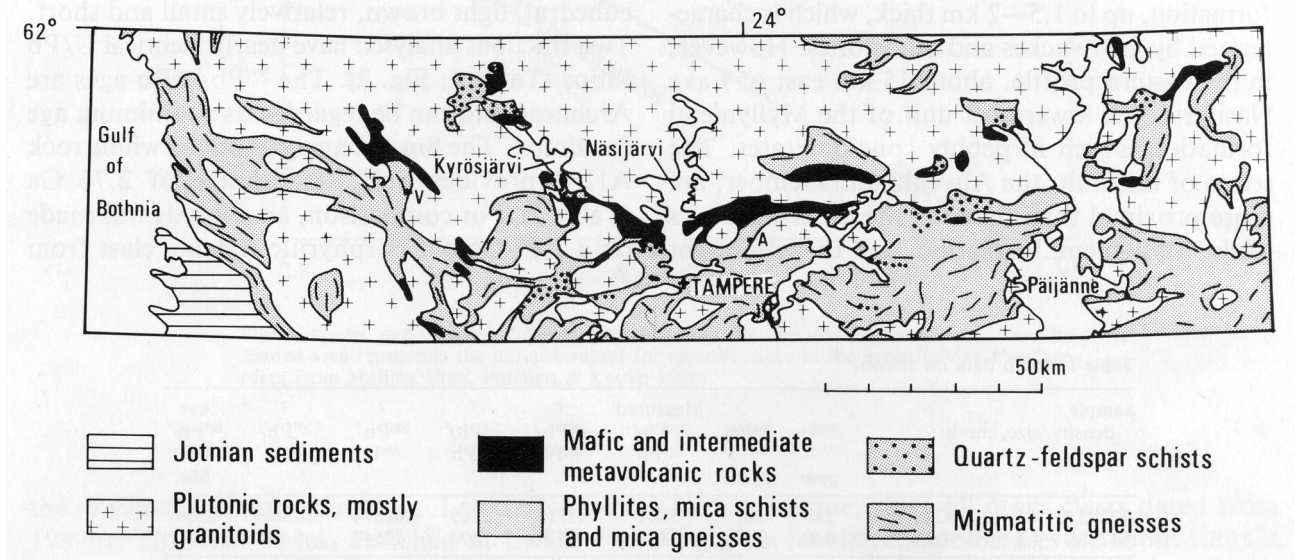
Tampereen alueen kallioperä voidaan jakaa kivilajien ja niiden muodostamien kivilajiseurueiden perusteella kolmeen alueeseen/tyyppiin, jotka ovat (1) Tampereen liuskevyöhyke, (2) Pirkkalan migmatiittialue ja (3) granitoidit. Näistä on erityisesti mainittava Tampereen liuskevyöhyke, joka ollut Suomen svekofennisiä metamorfoituneita pintakiviä koskevissa tutkimuksissa erityisasemassa jo Sederholmin (1897) klassisen työn julkaisemisesta lähtien, koska sen kivien kerrostumisen aikaiset piirteet ovat säilyneet poikkeuksellisen hyvin. Sen sijaan esimerkiksi Pirkkalan migmatiittialueella kivien kerrostumisen aikaiset piirteet ovat suurelta osin tuhoutuneet.

Tampereen liuskevyöhyke

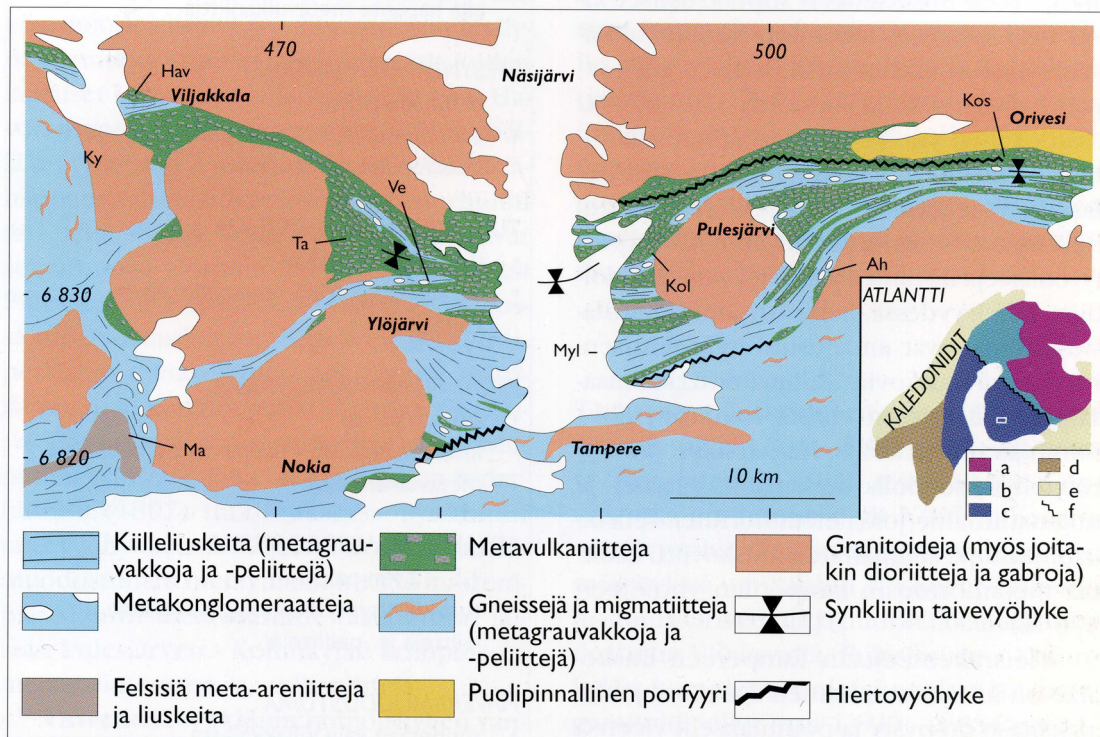
Tampereen liuskevyöhyke (Kuvat 1 ja 2) ulottuu katkonaisena Kankaanpäästä Luhangan tienoille Päijänteen itäpuolelle ja on enimmillään noin 20 km leveä. Se rajautuu pohjoisessa suureen Keski-Suomen granitoidikompleksiin ja etelässä Pirkkalan migmatiittialueeseen. Vyöhykkeen sisällä ja reunoilla on lukuisia granitoidi-intruusioita, jotka ovat kivisulana tai kidepuurona aikoinaan tunkeutuneet liuskeisiin ja kiteytyneet kiveksi.

Tampereen liuskevyöhyke koostuu valtaosin sameus- eli turbidiittivirtauksista kerrostuneista metagrauvakoista (eli saviainesta runsaasti sisältävistä hiekkakivistä), metasiltti- ja savikivistä sekä mafisista (SiO₂-pitoisuus noin 50 paino%), intermediäärisistä (SiO₂-pitoisuus noin 60 paino%) ja felsisistä (SiO₂-pitoisuus noin 70 paino%) metavulkaniiteista (Ojakangas 1986, Kähkönen 1989, 1998, 2005). Metakonglomeraatteja (alkuperältään soraa), joissa vallitsevat vulkaanisperäiset

mukulat, on paikoin paksuinakin kerroksina. Lisäksi Maurin meta-areniitti (saviainesta niukalti sisältävä hiekkakivi) Tampereelta 20 – 40 km länteen muodostaa paksuimmillaan yli kaksi kilometriä paksun yksikön (Matisto 1968). Metasedimenttejä on yhtä paljon kuin metavulkaniitteja, ja seurannon kokonaispaksuus Näsijärven seudulla on vähintään kuusi kilometriä.



Kuva 1. Tampereen liuskevyähykkeen ja sen ympäristön geologinen kartta (Kähkönen ja Huhma 1993).



Kuva 7.4. Tampereen liuskealueen keskiosien geologinen kartta. Ah = Ahvenlammi, Hav = Haveri, Kol = Kolunkylä, Kos = Koskuenjärvi, Ky = Kyröspohja, Ma = Mauri, Myl = Myllyniemi, Ta = Takamaa, Ve = Veittijärvi. Sisennyksessä: a arkeinen kratoni, b karjalainen alue, c svekofenninen alue (suorakulmio Tampereen alue), d post-svekofennisiä prekambrisia kiviä, e paleotsooisia kiviä ja sedimenttejä, f karjalaisen ja svekofennisen alueen raja. Kartan reunoilla olevat numerot ovat peruskarttakoordinaatteja.

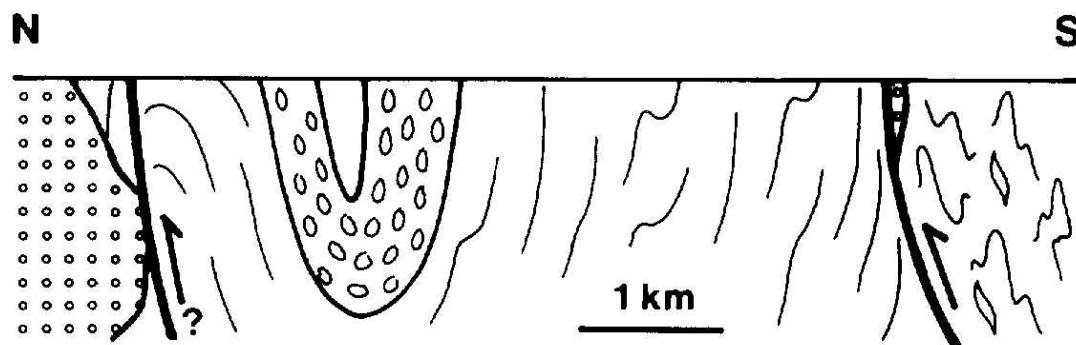
Kuva 2. Tampereen liuskevyöhykkeen keskiosien geologinen kartta (Kähkönen, 1998).

Metamorfoosi ja rakennegeologia

Tampereen liuskevyöhykkeen suprakrustiset kivet ovat valtaosin metamorfoituneet kolmen – neljän kilobarin paineessa ja 470 – 570 °C:n lämpötilassa (Kilpeläinen et al. 1994). Metamorfoosin aikaiset lämpötilat olivat alhaisimpia Näsijärven seudun kivissä. Selkeästi tätä korkeammat lämpötilat olivat yleisiä mm. Kankaanpään – Mouhijärven tienoon kivissä, ja Hämeenkyrössä Kyröspohjan paikkeilla on laajahko gneissi- ja migmatiittialue, jossa metamorfoosin lämpötilan ylitti 570 °C.

Tampereen liuskevyöhykkeen suprakrustiset kivet ovat poimuttuneet varhaisessa deformaatiovaiheessa niin, että niiden kerrostumisen aikana vaakatasoon muodostuneet kerrossinnat ovat orogeenisen poimutuksen vaikutuksesta kääntyneet pääasiassa pystyasentoisiksi. Poimutuksen yhteydessä syntynyt akselitasoliuskeisuuskin (läpikotainen akselitason suuntainen tasomainen suuntaus) on kauttaaltaan varsin pystyasentoista. Kerrokset ovat nyt suurelta osin E-W-suuntaisia ja laajasti ottaen muodostavat alaspäin sulkeutuvan kaaren eli synkliinin (Kuva 3), jonka poimuakselit ovat lähes vaaka-asentoisia (Kähkönen 1989, Nironen 1989). On mahdollista, että ennen varhaista poimutusta tapahtui ylityöntösiirroksia, joissa kallioperän lohkoja työntyivät toistensa päälle loiva-asentoisia pintoja pitkin. Varhaisen poimutuksen jälkeen liuskevyöhykkeellä vaikutti ainakin kaksi poimutusta, joiden pystyt akselitasot ovat SW-NE- ja NW-SE-suuntaisia.

Tampereen liuskevyöhykkeessä on ja sitä reunustaa joukko siirros-, murros- ja hiertovyöhykkeitä, joista näkyvimpiä ovat Paarlahden vyöhyke liuskevyöhykkeen keskiosien pohjoisosassa sekä Tampereen liuskevyöhykkeen etelärajan suurelta osin määrittelevä vyöhyke, joka on hyvin näkyvissä mm. Nokialla Melon voimalaitoksella ja Kalkussa Mustavuoren eteläpuoleisen soramontun jyrkkänä kallioseinämänä. Paarlahden vyöhykkeen siirrspintaa on esillä esimerkiksi Paarlahden pohjukan tieleikkauksessa. Edellämainittujen ohella Tampereen liuskevyöhykkeessä on havaittu myös myöskin SWW-NEE, N-S- sekä NWW-SEE-suuntaisia siirroksia.



Kuva 3. Tampereen liuskevyöhykkeen N-S-suuntainen kaavamainen pystyleikkaus Näsijärven itärannalla (Nironen 1989). Nuolet kuvaavat siirrosvyöhykkeissä tapahtuneen liikunnan suhteellista suuntaa.

Stratigrafia ja iät

Seuraavassa esitettävät iät perustuvat zirkoni-mineraalissa runsaana esiintyvän uraanin hajoamiseen lyijyksi (esim. Huhma 1986. Näistä iänmäärittäyksistä sekä stratigrafiasta yhteenvedon on esittänyt Kähkönen (2005).

Tampereen liuskevyöhykkeen vanhin suprakrustinen yksikkö on ilmeisesti Haveri-muodostuma Viljakkalassa suuren synkliinin pohjoiskyljellä (Kuva 1). Sen kivilajiseurue on poikkeuksellinen Tampereen liuskevyöhykkeellä, koska vedenalaisista laavapurkauksista kertovat tynnylaavat ovat yleisiä ja koska sen metasedimentteihin kuuluu ohuita SiO₂-saostumista koostuvia serttikerroksia, kalkkikivikerroksia sekä sulfidi- ja grafiittipitoisia mustaliuskekerroksia (Mäkelä 1980, Kähkönen ja Nironen 1994). Haveri-muodostuma syntyi ilmeisesti yli 1920 mv sitten.

Synkliinin eteläkyljellä vanhimman yksikön muodostavat 1,5 – 2 km paksun Myllyniemi-muodostuman metaturbidiitit, joiden kaltaiset kivet Viljakalan seudulla ovat Haveri-muodostumaa nuorempia. Myllyniemi-muodostuman sedimenttikivet kerrostuivat ilmeisesti noin 1920 mv sitten. Niiden päällä on aluksi 2 – 2,5 km:n paksuudelta intermediäärisiä-felsisiä metavulkaniitteja, metaturbidiitteja sekä felsisiä liuskeita. Näistä vulkaanisista yksiköistä vanhin syntyi noin 1898 mv sitten. Ne vaihtuvat seurannossa ylöspäin 2 – 2,5 km paksuksi Pulesjärven–Kolunkylän kompleksiksi, jossa metavulkaniitit vuorottelevat vulkaanisperäisten metasedimenttien kanssa. Veittijärven metakonglomeraatti Ylöjärvellä on näiden metasedimenttien tunnetuin edustaja, joka sai mainetta jo Sederholmin (1897) tutkimuksessa. Pulesjärven–Kolunkylän kompleksin muodostui ilmeisesti noin 1892-1890 mv sitten. Synkliinin taivevyöhykkeessä Ylöjärvellä näytävät Takamaa-muodostuman metavulkaniitit olevan tätä hiukan nuorempia (noin 1889 mv). Maurin meta-areniitit vastannevat iältään Pulesjärven–Kolunkylän kompleksin metasedimenttejä ja vulkaniitteja.

Orivedellä synkliinin pohjoiskyljen vanhin yksikkö on intermediääristen metavulkaniittien luonnehtima Koskuenjärvi-muodostuma, joka on noin 1904 mv vanha. Tätä muodostumaa nuoremmissa metavulkaniiteissa tavataan erilaisia vulkaanisia kiviä sekä vulkaanisperäisiä metakonglomeraatteja, -grauvakkoja ja savikiviä, jotka ilmeisesti ovat Pulesjärven–Kolunkylän kompleksin kerrostumien jatkeita.

Corycium enigmaticum

Myllyniemi-muodostuman metaturbidiiteissa on ellipsoidimaisia tai pallomaisia pienirakeisia kappaleita, joilla on hiilestä rikkaan aineksen muodostama reunus. Sederholm (1897) kutsui kappaleita nimellä *Corycium enigmaticum* (arvoituksellinen pieni säkki) ja arveli niiden olevan muodoiltaan aitoja fossiileja.

Coryciumin hiiliaines on hiilen isotooppikoostumuksen perusteella eloperäistä. Se syntyi alkeellisen mikrobitoiminnan tuloksena, mutta Coryciumin muoto ei ole fossiilin muoto (Juha Karhu, henkilökohtainen tiedonanto 1996). Niitä ilmeisesti muodostui turbidiittivyöryn tempaistessa mukaansa aiemmin kerrostuneista sedimenteistä palasia, joiden pintaan tarttui eloperäistä ainesta kappaleiden pyöriessä vyöryssä.

Pirkkalan migmatiittialue

Pirkkalan migmatiittialueen ja Tampereen liuskevyöhykkeen välinen raja on paikoitellen terävä siirrosraja, mutta osin liuskeet vaihtuvat gneisseiksi ja migmatiiteiksi asteettain.

Alkuperältään Pirkkalan migmatiittialueen gneissit ja migmatiitit ovat valtaosin turbidiittivirtauksista kerrostuneita grauvakkoja ja siltti- tai savikiviä. Mustaliuskeet ja grafiittipitoiset liuskeet ovat yleisempiä kuin Tampereen liuskevyöhykkeellä. Edellä mainittujen ohella tavataan vähän meta-areniitteja sekä hyvin niukasti kalkkikiviä ja metakonglomeraatteja.

Valtaosa Pirkkalan migmatiittialueen turbidiittisyntyisistä gneisseistä muistuttaa kemialliselta koostumukseltaan Tampereen liuskevyöhykkeen alimpia (Myllyniemi-muodostuman) metasedimenttejä. Lahtisen (1994, 1996) mukaan nämä metaturbidiitit, samoin kuin migmatiittialueen karbonaattikivet ja meta-areniitit, saattoivat kerrostua kaarivulkanismia edeltäneen mantereisen kuoren repeämisvaiheen aikana. Gneisseissä ja migmatiiteissa on paikoin myös vulkaanisesta kaaresta peräisin olevaa ainesta. Siten osa migmatiittialueen metasedimenteistä lienee syntynyt Tampereen liuskevyöhykkeen (tai niitä iältään vastaavien) kaarityyppisten vulkaanisten kivien eroosiotuotteista.

Pirkkalan migmatiittialueella on verraten vähän metavulkaniitteja, mutta etenkin alueen eteläosassa, esimerkiksi Urjalan Pentinkulman tienoolla, on mafisten metavulkaniittien muodostama katkonaisia nauhoja, joiden kivillä on valtamerten keskiselänteiden tai laattojen sisäisten (esimerkiksi Havaijin) basalttien geokemiallisia piirteitä (Lahtinen 1996). Näihin liittyy kiisu- ja mustaliuskeita, ja ne syntyivät maankuoren repeämisen ja sitä seuranneen merenpohjan leviämisen yhteydessä tai laattojen sisäisen vulkanismin tuotteina.

Pirkkalan migmatiittialueen kivien varhaisin deformaatio ilmenee koostumuseroina näkyvän juovaisuuden suuntaisena liuskeisuutena (Kilpeläinen et al. 1994, Kilpeläinen 1998). Tämän vaiheen poimuja tavataan vain harvoin, mutta koska alueella esiintyy ylösalaisin kääntyneitä kerroksia, on varhainen poimutus ollut makaavaa eli sen akselitaso oli suurin piirtein horisontaalinen. Toisen vaiheen poimuakselit ja akselitasot olivat E-W-suuntaisia, poimuakselit alunperin vaaka-asentoisia ja akselitasot pystyjä. Tässä vaiheessa kiviin kehittyi niiden voimakkain liuskeisuus. Myöhemmät deformaatiot ovat poimuttaneet näitä rakenteita, ja tuloksena on monimutkaisia poimutuskuvioita.

Pirkkalan migmatiittialueen metamorfoosi huipentui ensimmäisen deformaatiovaiheen lopussa noin 1880 miljoonaa vuotta sitten (Kilpeläinen et al. 1994, Korja et al. 1994, Kilpeläinen 1998). Paine- ja lämpötilaolot olivat korkeimmillaan viisi – kuusi kilobaria ja 670 °C, joten kyseessä oli melko alhaisen paineen tapahtuma.

Granitoidit

Tampereen alueen kallioperän granitoidit ovat asettuneet paikoilleen ja kiteytyneet svekofennisen orogeenin huippuvaiheen aikana noin 1880-1870 mv vuotta sitten. Tällöin ne kivisulat ja kidepuurot, joista granitoidit kiteytyivät, tunkeutuivat sekä Tampereen liuskevyöhykkeen liuskeisiin että Pirkkalan migmatiittialueen gneisseihin. Granitoidit ovat pohjoisessa osa suurta Keski-Suomen granitoidikompleksia ja toisaalta liuskevyöhykkeen sisällä ja reunoilla esiintyviä pyöreähköjä plutoneja, joista Näsijärven seudulta mainittakoon Hämeenkyrön, Nokian, Värmälän ja Siitaman batoliitit. Näissä on jonkin verran vaihtelua kivien koostumuksen, raekoon ja rakenteen mukaan. Valtaosa granitoideista on yksittäisillä kalliopaljastumilla kuitenkin homogeenisia ja lievästi suuntautuneita. Pirkkalan migmatiittialueella granitoidit ovat yleensä muodoiltaan vähemmän säännöllisiä kuin liuskevyöhykkeen pyöreähköt batoliitit.

Kirjallisuusluettelo

- Huhma, H. 1986. Sm-Nd, U-Pb and Pb-Pb isotopic evidence for the origin of the Early Proterozoic Svecokarelian crust in Finland. *Geol. Surv. Finland, Bull.* 337, 1–48.
- Kähkönen, Y. 1989. Geochemistry and petrology of the metavolcanic rocks of the early Proterozoic Tampere Schist Belt, southern Finland. *Geol. Surv. Finland, Bull.* 345, 1–104.
- Kähkönen, Y. 1998. Svekofenniset liuskealueet – merestä peruskallioksi. Teoksessa: Lehtinen, M., Nurmi, P. & Rämö, T. (toim.) Suomen kallioperä – 3000 vuosimiljoonaa. Helsinki: Geol. Soc. Finland, 199–227.

- Kähkönen, Y. 2005. Svecofennian supracrustal rocks. Teoksessa: Lehtinen, M., Nurmi, P. & Rämö, T. (toim.) Precambrian Geology of Finland – Key to the Evolution of the Fennoscandian Shield. Amsterdam: Elsevier, 343-406.
- Kähkönen, Y. & Huhma, H. 1993. An Archaean cobble in a Svecofennian conglomerate near Tampere, southern Finland. Geol. Surv. Finland, Spec. Pap. 18, 31–36.
- Kähkönen, Y. & Nironen, M. 1994. Supracrustal rocks around the Paleoproterozoic Haveri Au-Cu-deposit, southern Finland: evolution from a spreading center to a volcanic arc environment. Teoksessa: Nironen, M. & Kähkönen, Y. (toim.) Geochemistry of Proterozoic supracrustal rocks in Finland. Geol. Surv. Finland, Spec. Pap. 19, 141–159.
- Kilpeläinen, T. 1998. Evolution and 3D modelling of structural and metamorphic patterns of the Palaeoproterozoic crust in the Tampere–Vammala area, southern Finland. Geol. Surv. Finland, Bull. 397, 1–124.
- Kilpeläinen, T., Korikovsky, S., Korsman, K. & Nironen, M. 1994. Tectono-metamorphic evolution in the Tampere–Vammala area. Geol. Surv. Finland, Guide 37, 27–34.
- Korja, T., Luosto, U., Korsman, K. & Pajunen, M. 1994. Geophysical and metamorphic features of Paleoproterozoic Svecofennian orogeny and Palaeoproterozoic overprinting on Archaean crust. Geol. Surv. Finland, Guide 37, 11–20.
- Lahtinen, R. 1994. Crustal evolution of the Svecofennian and Karelian domains during 2.1– 1.79 Ga, with special emphasis on the geochemistry and origin of 1.93–1.91 Ga gneissic tonalites and associated supracrustal rocks in the Rautalampi area, central Finland. Geol. Surv. Finland, Bull. 378, 1–128.
- Lahtinen, R. 1996. Geochemistry of Palaeoproterozoic supracrustal and plutonic rocks in the Tampere-Hämeenlinna area, southern Finland. Geol. Surv. Finland, Bull. 389, 1–113.
- Lahtinen, R., Korja, A. & Nironen, M. 2005. Paleoproterozoic tectonic evolution. Teoksessa: Lehtinen, M., Nurmi, P. & Rämö, T. (toim.) Precambrian Geology of Finland – Key to the Evolution of the Fennoscandian Shield. Amsterdam: Elsevier, 481–532.
- Mäkelä, K. 1980. Geochemistry and origin of Haveri and Kiipu, Proterozoic strata-bound volcanogenic gold-copper and zinc mineralizations from southwestern Finland. Geol. Surv. Finland, Bull. 310, 1–79.
- Matisto, A. 1968. Die Meta-Arkose von Mauri bei Tampere. Bull. Comm. géol. Finlande 235, 1–21.
- Nironen, M. 1989. The Tampere Schist Belt: structural style within an early Proterozoic volcanic arc system in southern Finland. Precambrian Res. 43, 23–40.
- Ojakangas, R. W. 1986. An Early Proterozoic metagraywacke-slate turbidite sequence: the Tampere schist belt, southwestern Finland. Bull. Geol. Soc. Finland 58, 241–261.
- Sederholm, J. J. 1897. Über eine archaische Sedimentformation im Südwestlichen Finland und ihre Bedeutung für die Erklärung der Entstehungsweise des Grundgebirges. Bull. Comm. géol. Finlande 6, 1–254.