

# Siilinjärven karbonaattiesiintymän löytyminen

KAUKO PUUSTINEN

**E**nsimmäiset viitteet Siilinjärven karbonaattiesiintymästä saatiin jo 1950-luvulla. Kuitenkin Kuopion alueelta ja myös Maaningalta tunnettiin jo 1700-luvulta käytössä olleita kalkkikivikaivoksia. Tämä on saattanut olla vuonna 1864 virikkeenä Vuorihallituksessa heränneelle kiinnostukselle tätä aluetta kohtaan. Hajanaiset viitteet olivat syeniittiiä, mutta niiden merkitystä ei vielä silloin ymmärretty.

Geologisen toimiston geologi W.W. Wilkman aloitti Siilinjärven alueen kallioperäkartoitukset vuonna 1914. Työt kestivät aina vuoteen 1938 saakka, johon mennessä alueen syeniittien levinneisyys tiedettiin jo melko suurella tarkkuudella.

Varsinainen läpimurto tapahtui vuonna 1950, kun Siilinjärven ja Juankosken välisen rautatien kallioleikkaukselta lähetettiin Geologian tutkimuslaitokselle kansannäyte, jossa oli kalkkikiveä, kiillekiveä ja apatiittia.

## Alueen kallioperän yleiskuvan kehitys

**1864**  
**A.F. Thoreld**

Vuorihallituksen Suomen pohjoisen piirin vuorimestari Anders Ferdinand Thoreld (1817–1892) lähti 22.6.1864 Kuopiosta yhdessä kolmen malminetsintäapulaisen kanssa Maaningalle Kuronlahteen, jonne perustettiin tukikohta. Seuraava tukikohta oli Taviniemen kylässä ja sitten 31.7.1864 alkaen Pöljän ky-

llällä, noin 9 kilometriä Siilinjärveltä pohjoiseen. Matka päättyi viimein Kuopioon, jossa Thoreld päiväsi matkakertomuksensa 28.9.1864 (Thoreld 1864a).

Siilinjärven alueen etsintätyö ei tuottanut varsinaisia malmiviitteitä. Kuitenkin tavattiin uutena kivilajina syeniittiiä Saarisjärven itä- ja kaakkoispuolelta sekä myös Kolmisoppijärven ja Särkijärven välillä. Viimeksi mainitussa paikassa syeniitissä oli kalsiittia, joka tunnistettiin siitä että se liukeni suolahappoon. Samalla matkalla syeniittiiä oli tavattu Kasurilan ja Kuuslahden kestäkievariin välisen maantien länsipuolelta sekä kahdessa kohdassa Siilinjär-

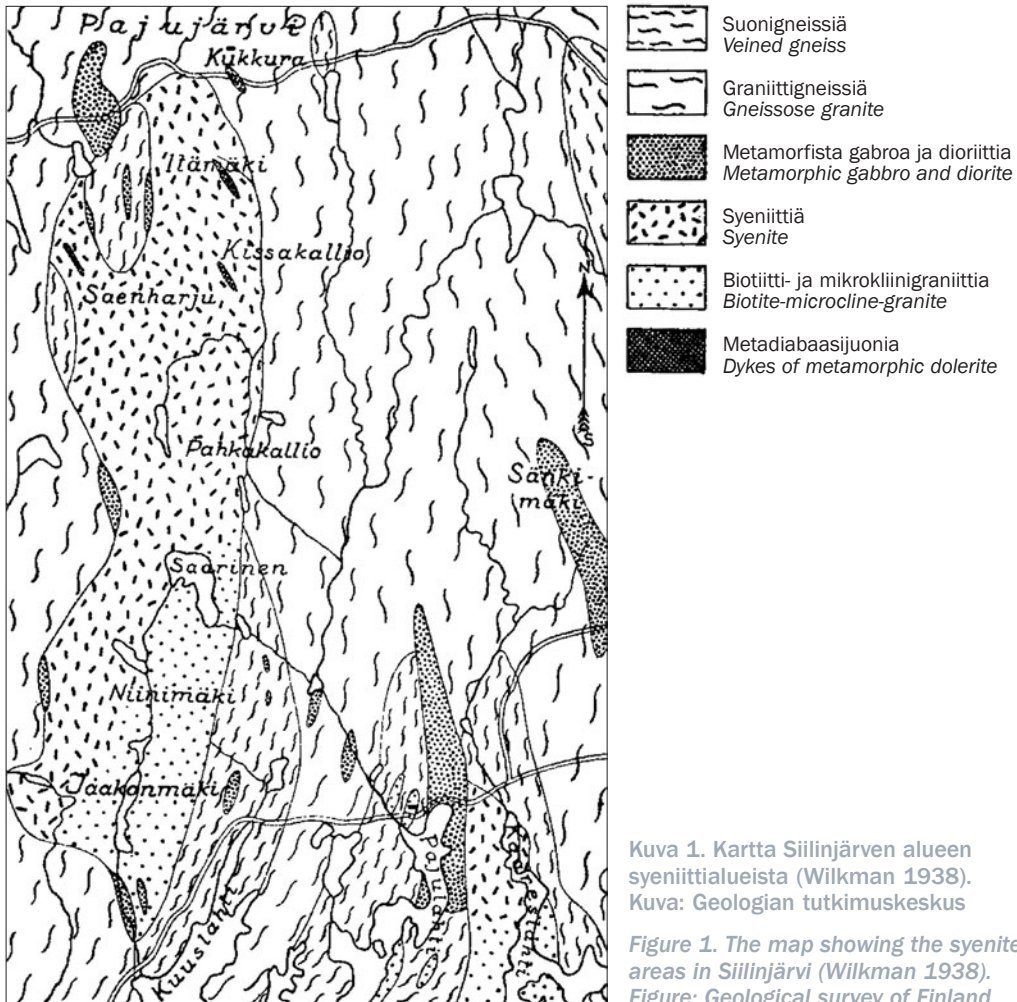
ven kylän koillispuolelta. Karttaan on merkitty syeniittia myös Siilinjärven kylän kaakkoispuolelle. (Thoreld 1864a, Thoreld 1864b).

**1914–1938**  
**W.W. Wilkman**

Geologisen toimiston ylimääräisen geologin Wanold Wrydon Wilkmanin (1872–1937) vuoden 1914 kallioperäkartoitus käsitti alueita Siilinjärvellä, Lapinlahdella, Varpaisjärvellä, osia Nilsiää ja suuren osan Maaninkaa (Wilkman 1914a, 1914b, 1915).

Vuonna 1914 tukikohtana hänellä oli 26.7.–31.7.1914 Kukkuran talo Pajujärven kylässä. Talo kuuluu nykyään Nilsian Lammasahon kylään, joka vuonna 2003 liitettiin Kuopion kaupunkiin.

Kenttäpäiväkirja on suppea ja näyttää ilmeiseltä, että Wilkman on taltioinut yksittäiset paljastumatiedot vain omiin muistiinpanoihinsa. Syeniittia mainitaan päivittäisinä kohteina Kukkura, Itämäen talo, Kukkuran kallio, Kissakallio ja Pahtakallio sekä erillisinä kohteina Niinimäki ja Jaakonmäki. Vuoden 1914 karttaluonnoksessa on jo hahmoteltuna lähes koko Siilinjärven syeniittiesiintymä.



Kuva 1. Kartta Siilinjärven alueen syeniittialueista (Wilkman 1938).  
Kuva: Geologian tutkimuskeskus

Figure 1. The map showing the syenite areas in Siilinjärvi (Wilkman 1938).  
Figure: Geological survey of Finland.

Wilkmanin toisena kohdealueena 10.8. 1914 oli Siilinjärven kuntakeskuksesta itään heti Nilsian (nykyisin Kuopion kaupungin) puolella ja siellä Pajulahden kylältä etelään Kaaraslahden yksittäinen syeniittiesiintymä.

Vuonna 1932 Geologisen toimikunnan valtioneurologi W.W. Wilkman teki toisen kenttäkäynnin Siilinjärvellä. Hän tuli junalla Kuopioon 7.6.1932 jatkaakseen kallioperätutkimuksia (Wilkman 1932).

Ensimmäinen yhden päivän kohde oli 10.6.1932 Kaaraslahden syeniitti, josta hän jatkoi matkaa Nilsiaan. Siilinjärven alueelle Wilkman palasi Pajujärvelle uudestaan 16.6. 1932. Täältä käsin hän kävi samana päivänä uudelleen Kukkuran syeniittiesiintymällä sekä Marjomäellä, Pyymäellä ja Saenharjulla.

Vuonna 1933 Wilkman kokosi julkaisuksi geologiset tulokset Siilinjärven aikaisemmista vuosien 1914 ja 1932 kenttätutkimuksistaan. Siinä esitetään petrografinen kuvaus, kemiallisia analyysejä koko Kuuslahden ja Pajujärven välisestä syeniittijaksosta sekä erillisestä Kaaraslahden pienestä syeniittiesiintymästä (Wilkman 1933). Alueesta oleva geologinen karttapiirros on periaatteessa sama kuin jo vuonna 1914 laaditussa karttaluonnoksessa (Wilkman 1914b).

Vuonna 1935 Suomen geologisen yleiskartan Kuopion karttalehdellä Wilkman esittää Siilinjärven syeniitit aikaisempien havaintojensa mukaisesti (Wilkman 1935). Vuoden 1938 yleiskarttalehden selityksessä esitetään tiivistelmä Kuuslahden ja Pajujärven välisestä syeniittijaksosta sekä Kaaraslahden erillisestä syeniittipahkusta. Lisäksi mainintaan, että noin 1,5 kilometriä Siilinjärven asemalta itään ja maantien kaakkoispuolella Tynnörisessä on kalsiitirikasta syeniittiä ja että Sulkavanjärven itäpuolella on karkearakeisia syeniittijuonia (Wilkman 1938).

Wilkmanin kallioperäkartoitusten tuloksena Siilinjärven syeniittien esiintyminen oli

pääpiirteisään selvillä pohjoisesta Pajujärveltä etelään Jaakonmäelle (kuva 1). Valitettavasti paljastumien puuttumisesta johtuen hän ei voinut seurata syeniittijaksoa Jaakonmäeltä ja Kortteiselta Särkilammen kautta Siilinjärven kuntakeskuksen itäpuolelle, lukuun ottamatta edellä mainittua havaintoa Tynnörisen luona.

1950

### *Jorma Hakalan kansannäyte*

Koululainen Jorma Hakala Siilinjärveltä oli lähettänyt 15.6.1950 Geologiselle tutkimuslaitokselle näytteen kalkkikiveä uudelta rautatietyömaalta noin 5,5 km Siilinjärven asemalta Juankoskelle päin. Geologit Erkki Auro ja Arvo Vesasalo kävivät paikalla 8.7. 1950 ja löysivät Särkilammen pohjoispäässä kolmessa kohtaa rataleikkauksissa 250 metrin matkalla kapeita, 1–2 metrin levyisiä kalkkikivikerroksia (kuva 2). Näiden välissä oli paksumia kiillepatjoja, joissa kiille oli tummaa ja ruskeaa, ja sen yhteydessä oli suuria amfibolikitteitä. Kalkkikivi oli paikoin hyvin puhdasta, punertavaa, valkoista tai hieman ruskehtavaa. Paikoittain kivessä oli kirkkaanvihreitä apatiitikitteitä. Myöhemmin yhdestä kiillerikkaasta näytteestä tehtiin ohuthie ja kemiallinen analyysi 24.9.1952 (Vesasalo 1950).

1958–1960

### *Lohjan Kalkkitehdas Oy*

Keväällä 1958 Lohjan Kalkkitehdas Oy:n geologi Lauri Kontinen tuli käymään Geologisella tutkimuslaitoksella tiedustellakseen kalkkivaihteita. Tällöin geologi Arvo Vesasalo näytti Kontiselle Siilinjärven näytteitä. Vielä samana keväänä Kontinen kävi katsomassa kalkkikiviä Siilinjärvellä, ja sai melko pian selville koko apatiittiesiintymän yleisen kulku-



Kuva 2. Rataleikkaus Särkilammen pohjoispään kohdalla. Kuva: K. Puustinen, syyskuu 1969

Figure 2. Railroad cut at Särkilampi. Photo: K. Puustinen, September 1969

suunnan. Yhtiö kiinnostui aiheesta ja suorittikin sitten alueella malmitutkimuksia vuosina 1958–1960.

Alustavat tutkimukset aloitettiin 4.6.1958, ja niiden perusteella selvisi, ettei itse kalkkikivi ollut esiintymistapansa perusteella toiveita herättävä, mutta sen sijaan apatiitti oli. Raportissa todettiin myös, että kalkkikiven epä-säännöllisen apatiittipitoisuuden ohella apatiittia on myös kalkkikiven sivukivessä, ja juuri siinä säännömukaisesti ja kaikkialla. Sivukiven kerrosleveys puolestaan oli arvioitavissa sadoiksi metreiksi, joten näytti perustellulta huomioida apatiitin esiintyminen muutenkin kuin pelkkänä harvinaisuutena ja siten, että kalkkikiven sivukivi on varsinainen ”malmi”. Siilinjärven esiintymän todettiin edustavan senaikaisten suhdanteiden mukaan köyhää malmia. Tunnettujen ja todennäköisten mal-

mivarojen puolesta esiintymä on kuitenkin toistaiseksi ainutlaatuinen Euroopassa (Parras 1960).

Lohjan Kalkkitehdas Oy:n tutkimukset käsittivät linjoitusta yhteensä 110 kilometriä, geologista kartoitusta mittakaavassa 1:2000, magneettista kartoitusta pistetiheydellä 20 m x 20 m, syväkairausta 12 468 metriä, koekai-vauksia yhteispituudeltaan 2,5 kilometriä sekä neljä pientä koelouhosta. Apatiittimalmia, jossa oli vähintään 10 prosenttia apatiittia, arviointiin olevan 100 metrin syvyyteen laskettuna 423 080 000 tonnia (Wennervirta 1961, 1964).

## Geologisen mallin kehitys

Kuten edellä on todettu, Siilinjärven tutkimukset vuosina 1864–1960 päättyivät johtopäätökseen, että esiintymä voisi edustaa ilmei-



sesti Suomessa aivan uutta ja tuntematonta malmityyppejä. Lohjan Kalkkitehdas Oy:n käsityksen mukaan esiintymän karbonaattikivet olivat tavallista sedimenttistä kalkkikiveä. Tämä uskomus olikin vallalla Suomessa vielä 1960-luvun malmigeologisissa kirjoituksissa. Akateemikko Th. G. Sahama oli kuitenkin jo 1950-luvulta alkaen tehnyt useita matkoja Itä-Afrikkaan ja perehtynyt siellä alueen lukuisiin alkalikiviin ja karbonaattiteihin. Kokemustensa kautta hän oli vakuuttunut siitä, että hänen tuntemiaan karbonaattiteja voitiin rinnastaa myös Suomessa oleviin vastaaviin esiintymiin. Tätä mallia sovellettiinkin 1960-luvun lopulla tarkasteltaessa Siilinjärven esiintymää (Puustinen 1969, 1971).

Sittemmin kaivostoiminnan käynnistyminen Siilinjärvellä mahdollisti täysin uudet mahdollisuudet tarkastella esiintymän geologisia rakenteita ja eri kivilajien keskinäisiä suhteita. Esimerkiksi syeniittien syntytapaa on tarkastellut Herms (1986), eri kivilajiyksiköiden keskeisiä suhteita Paavola (1988), Lukkarinen (2000, 2008) ja Puustinen ja Kauppinen (1989). Siilinjärven karbonaattiesiintymästä onkin esitetty lukuisia käsityksiä. Näistä viimeisin on vuodelta 2015 Suomen malmiesiintymiä käsittelevässä koontijulkaisussa (O'Brien *et al.* 2015).

Siilinjärven varsinaisen esiintymän ulkopuolelta tunnetaan satelliitteina pieniä syeniittiesiintymiä. Näitä ovat jo aikaisemmin mainittu Kaaraslahti (Wilkman 1914, 1932, 1933, Äikäs 2000), Kuivasteenmäki (Wilkman 1938, Lukkarinen 2008), jossa on myös uraanifosforiesiintymä (Äikäs 1988) sekä vielä vain muutamaan paljastumaan perustuva Surmasuo (Lukkarinen 2008). Myös erikoinen kohde on Rautavaaralla Tervamäessä tieleikkauksessa oleva paljastuma, jossa on Siilinjärven esiintymän kaltaista glimmeriittiä (Sipilä 1978). Kiven apatiitissa on selvä anomaalinen pitoisuus europiumia.

## Kaivostoiminnan kehitysvaiheet 1964–1980

Lohjan Kalkkitehdas Oy:n (nykyisin Oy Lohja Ab) jälkeen Siilinjärven apatiittiesiintymän hyväksikäytön mahdollisuuksia selvittivät Typi Oy vuosina 1964–1966 ja Apatiitti Oy vuosina 1967–1968. Apatiitti Oy:n sulaututtua Rikkihappo Oy:öön (nykyisin Kemira Oy) vuonna 1973, päätettiin vielä kerran selvittää esiintymän mahdollista hyödyntämistä. Tutkimuksia vauhdittivat tieto maailman raakaosfaattikaupan tulevasta kehityksestä ja erityisesti apatiitin itätuonnin loppumisesta. Vaikein ja kustannuksiltaan kallein mutta samalla menestyksekkäin vaihe oli malmin vuosina 1975–1979 tapahtunut koerikastus (Mikkonen *et al.* 1980). Kaivoksen ensimmäinen varsinainen tuotantovuosi oli 1980 (Härmälä 2006), jolloin vuoriteollisuustilastojen mukaan sen kokonaislouhinta oli 2,2 Mt.

Mainittakoon myös tässä yhteydessä, että Kauppa- ja teollisuusministeri Kristian Gestrin luovutti valtion vuoden 1974 malminetsintäpalkkion 20 000 markkaa rakennusmestari Jorma Hakalalle perjantaina 20.12.1974 Helsingissä. Valtioneuvosto oli päättänyt myöntää palkkion tunnustuksena Siilinjärven apatiittiesiintymän löytymiseen johtaneen kansannäytteen lähettämisestä vuonna 1950.

## Lopuksi

Suomen kaivosteollisuudessa alkoi uusi aluevaltaus Siilinjärven apatiittikaivoksen aloitessa toimintansa täydellä teholla vuonna 1980. Siilinjärvi on EU:n ainoa ja koko maailmalla harvinaislaatuista magmaattista fosforimalmia louhiva ja rikastava laitos. Kaivos tuottaa apatiittirikastetta, jota käytetään kaivoksen vieressä olevan fosforihappo- ja lannoitetehtaan raaka-aineena. Sivutuotteina syntyy myös maatalouskalkkina käytettävää kalsiittirikastetta

sekä jonkin verran kiillerikastetta. Vuodesta 2007 alkaen Siilinjärven esiintymän on omistanut norjalainen Yara International ASA.

Siilinjärvi on tähän päivään mennessä ollut myös Suomen kaikkien aikojen suurin kaivos. Vuoriteollisuustilastojen mukaan kaivoksen kokonaislouhinta oli vuosina 1966–2017 478 695 526 tonnia.

KAUKO PUUSTINEN

Rantakuja 8 E

02170 ESPOO

kauko.puustinen@pp.inet.fi

*Kirjoittaja on malmigeologi.*

## Summary

### ***The Siilinjärvi carbonatite complex: from 1864 to the present***

The first signs of the Siilinjärvi carbonatite complex were the syenite outcrops found in 1864. Later, as the result of bedrock mapping made by W.W. Wilkman from 1914 to 1932 the overall distribution of syenite was established and the final results were published in 1938.

In 1950 the Geological Survey of Finland obtained rock samples from a layman prospector. Those contained layers of carbonate rock, mica and amphibole with some apatite. Later the site was prospected by the mining company Lohjan Kalkkitechdas Oy from 1958 to 1960. As a result, a north-south directed carbonatite complex with a length of ca. 14 km and a width up to 1500 m was found. The dominant rock types were carbonatite and glimmerite with a surrounding syenite margin.

Between 1964 and 1979 laboratory tests

and pilot plant work were made by several mining companies. Full-scale open pit mining of phosphorus ore was started by the Kemira Company in 1980.

The Siilinjärvi mine produces apatite concentrate to be used as raw material for agricultural lime production in the nearby plant. Calcite and mica are also produced as a by-product. Since 2007 the Siilinjärvi mine and plant have been operated by Norwegian company Yara International ASA.

Until present, the Siilinjärvi mine has been the greatest mine in Finland. The total mine production in 1966–2017 has been 478 695 526 metric tons.

## Kirjallisuus

- Hermes, P., 1986. Petrologische und geochemische Untersuchung des Karbonatit-Glimmerit-Komplexes von Siilinjärvi, Finnland, und seines fenitisierten Rahmens. Christian-Albrechts-Universität Kiel, 221 s. + 29 liit.
- Härmälä, O., 2006. Siilinjärven apatiittimalmi fosforin raaka-aineena. *Materia* 2:26.
- Lukkarinen, H., 2000. Suomen geologinen kartta, kallioperäkartta, lehti 3331 Siilinjärvi. *Geologian tutkimuskeskus*.
- Lukkarinen, H., 2008. Siilinjärven ja Kuopion kartta-alueiden kallioperä. Suomen geologinen kartta 1:100 000, kallioperäkartojen selitykset, lehdet 3331 ja 3242. *Geologian tutkimuskeskus*, 228 s.
- Mikkonen, A., Kauppinen, H. ja Kallioinen, J., 1980. Siilinjärven kaivos. *Vuoriteollisuus – Bergshanteringen*, 1/1980, 10–15.
- O'Brien, H., Heilimo, E. and Heino, P., 2015. The Archean Siilinjärvi carbonatite complex. Teoksessa: Maier, W.D., Lahtinen, R. & O'Brien, H. (toim.) *Mineral deposits of Finland*. Elsevier, 327–343.
- Paavola, J., 1988. Lapinlahden kartta-alueen kallioperä. Suomen geologinen kartta 1:100 000, kallioperäkartojen selitykset, lehti 3332, 60 s.
- Parras, K., 1960. Osia paperista: Lyhennelmä PM:stä Siilinjärven apatiittiesiintymän geologiset tutkimukset, 31 s. Liitteenä Lohjan Kalkkitechdas Oy:n kaivospiirihakemukseen 22.3.1963.
- Puustinen, K., 1969. The carbonatite of Siilinjärvi in the Precambrian of Eastern Finland - A preliminary report. *Lithos* 3:89–92.

- Puustinen, K., 1971. Geology of the Siilinjärvi carbonate complex, Eastern Finland. Bulletin of the Commission Géologique de Finlande 249, 43 p.
- Puustinen, K. and Kauppinen, H., 1989. The Siilinjärvi Carbonate Complex, eastern Finland. Teoksessa: Phosphate deposits of the world, Vol. 2: Phosphate rock resources. Cambridge: Cambridge University Press, 394–397.
- Sipilä, E., 1978. Kansannäytetutkimuksen esiraportti. Geologian tutkimuskeskus, malmiosasto, M19/3343/-78/10, 1 s. (Lisäksi paljastumahavaintojen malmiosaston tarkistuksia MN-79-6, HK-78–55 sekä K. Puustinen 24.7.2008)
- Thoreld, A.F., 1864a. Journal fördd under malmletningarna i Maaninka kapell och en del af Kuopio modersocken om sommaren år 1864. Kansallisarkisto, Geologian tutkimuskeskuksen arkisto, vanhat tutkimuslaskut ja päiväkirjat Hbb:54, 665, 14 s.
- Thoreld, A.F., 1864b. Geognostisk karta öfver Maaninka kapell och en del af Kuopio socken år 1864. Kansallisarkisto, Geologian tutkimuslaitoksen arkisto, geologisten päiväkirjojen liitekartat, Id:23–34.
- Wennervirta, H., 1961. Tutustuminen Siilinjärven apatiittiesiintymään. Geologian tutkimuskeskus, Outokumpu Oy:n malminetsinnän raportit, 7 s.
- Wennervirta, H., 1964. Tutkimukset Siilinjärven apatiittiesiintymällä, esiintymän geologia ja malmivarat. Geologian tutkimuskeskus, Outokumpu Oy:n malminetsinnän raportit, 001/331, 3333/HW/64, 10 s.
- Vesasalo, A., 1950. Kansannäytteiden kenttäpäiväkirja 8.7.1950. Geologian tutkimuskeskus, Malmiosasto, arkistoraportti, M10.1/-97/1/12.
- Wilkman, W.W., 1914a. Dagbok öfver Alapitkä by i Lapinlahti socken, Varpaisjärvi, W-delen af Nilsia och större delen af Maaninka. Kansallisarkisto, Geologian tutkimuslaitoksen arkisto, vanhat geologiset päiväkirjat N:o 257.
- Wilkman, W.W., 1914b. Bergartskarta öfver Varpaisjärvi och W-delen af Nilsia socken. Geologian tutkimuskeskus, karttapiirroksat N:o 312.
- Wilkman, W.W., 1915. Bergartskarta öfver delar af Kuopio och Maaninka socknar. Geologian tutkimuskeskus, karttapiirroksat N:o 370.
- Wilkman, W.W., 1932. Päiväkirja. Revisio- ja erikois- tutkimuksia Kuopion karttalahden C3 alueella. Kansallisarkisto, Geologian tutkimuslaitoksen arkisto, vanhat geologiset päiväkirjat N:o 852.
- Wilkman, W.W., 1933. Über zwei Syenitvorkommen in Nilsia, nördl. von Kuopio. Bulletin de la Commission géologique de Finlande 101:91–97.
- Wilkman, W.W., 1935. Suomen geologinen yleiskartta, kivilajikartta 1:400 000, lehti C3 Kuopio. Suomen geologinen toimikunta.
- Wilkman, W.W., 1938. Suomen geologinen yleiskartta, kivilajikartan selitys, lehti C3 Kuopio. Suomen geologinen toimikunta, 115–120.
- Äikäs, O., 1988. Kuivasteenmäen uraani-fosforiesiintymä Siilinjärvellä. Geologian tutkimuskeskus, Malmiosasto, tutkimusraportti M19/3331/-88/3/60, 11 s.
- Äikäs, O., 2000. Suomen geologinen kartta, kallioperäkartta, lehti 3333 Juankoski. Geologian tutkimuskeskus.