

Kinahmin-Rahasmäen kvartsiittimuodostuma ja sen hyödyntäminen

OLAVI HEIKKINEN

Maantieteen laitos, Helsingin yliopisto

Heikkinen, Olavi (1980). Kinahmin—Rahasmäen kvartsiittimuodostuma ja sen hyödyntäminen [Natural features and utilization of the Kinahmi—Rahasmäki quartzite ridge, eastern Finland]. Terra 92:4, pp 181—189. English summary.

The ridge, situated in the parish of Nilsjä, is one of the westernmost quartzite formations in the Karelian schist area. The quartzite originated in sediments that were deposited on the ancient granite-gneissic basement and metamorphosed during the Svecokarelian orogeny about 1900 million years ago. Because of good resistance of quartzite to erosion the ridge stands out distinctly above its surroundings.

The main part of quartzite and quartz sand used in Finland is produced in Nilsjä. The commercial operation began there as early as 1914. The present production is about 200 000 tons a year.

Olavi Heikkinen, Department of Geography, University of Helsinki, Hailituskatu 11—13, SF-00100 Helsinki 10, Finland.

Geologiset ja topografiset yleispiirteet

Pohjoissavolaisessa Nilsjään kunnassa sijaitseva Kinahmin-Rahasmäen kvartsiittiselänne lukeutuu vielä Järvisuomeen, vaikkakin sen muodot muistuttavat jo Pohjois-Karjalan vaara-maisemia. Tämä selänne onkin karjalaisen liuskealueen läntisimpiä muodostumia. Noin 35 km pitkä kvartsiittijakso (kuva 1) alkaa etelässä Juurusvedestä ja jatkuu noin etelä-pohjoissuuntaisena Syvärin lounaisrannalle. Kvartsiittijakson leveys on etelässä vain noin 100 metriä, pohjoisessa jopa 4 kilometriä. Joskus Kinahmin-Rahasmäen harjanteella ymmärretään vain Halunan pohjoispuolista kvartsiittiselänteen osaa (Wilkman 1938: 137—140).

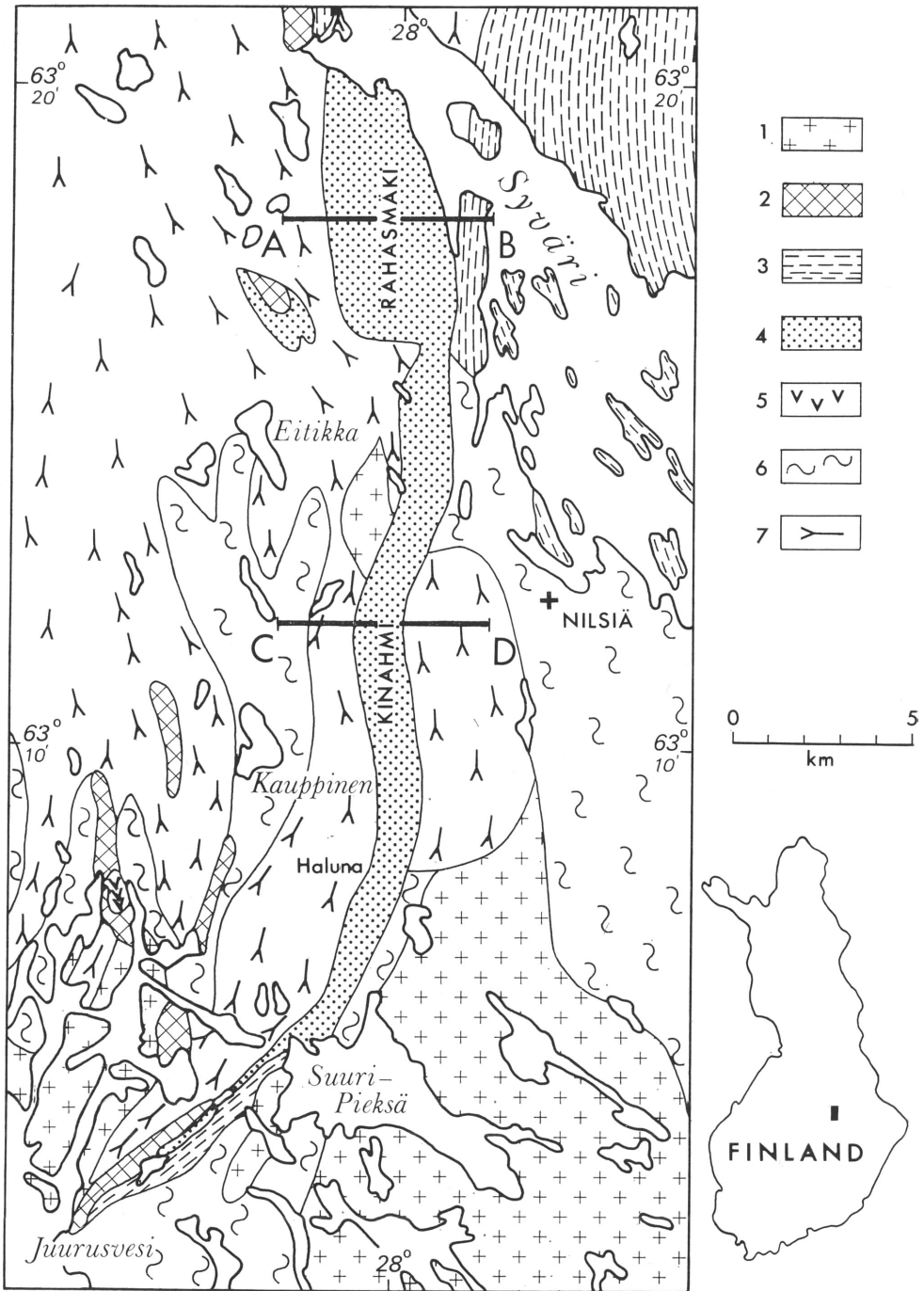
Kvartsiittiselänne kohoaa näyttävästi ympäristöstään (kuva 2). Korkeimmat lakikohdat ovat yli 310 m mpy. Muodostumaa rajoittavan Juurusveden pinta on noin 82 m ja Syvärin pinta noin 96 m mpy. Alueen suurimpien järvien ja ylimpien kohoumien välinen korkeusero on siten 220—230 m.

Kinahmin-Rahasmäen liuskemuodostumaa ympäröi yleisimmin graniittigneissi (kuva 1). Selänteen länsipuolinen graniittigneissi on osa laajaa Iisalmen graniittigneissialuetta (esim. Väyrynen 1954: 153), jonka kiilamainen eteläpää työntyy Kuopiota kohti. Gra-

niittigneissiä esiintyy myös Kinahmin-Rahasmäen harjanteen itäpuolella. Paikoin graniittigneissi vaihtuu migmaattiseksi suoniigneissiksi. Iisalmen graniittigneissialue rinastetaan ikänsä suhteen Itä-Suomen graniittigneissialueeseen, jonka iäksi on määritetty 2 600—2 800 miljoonaa vuotta (Simonen 1964: 123 ja 1980).

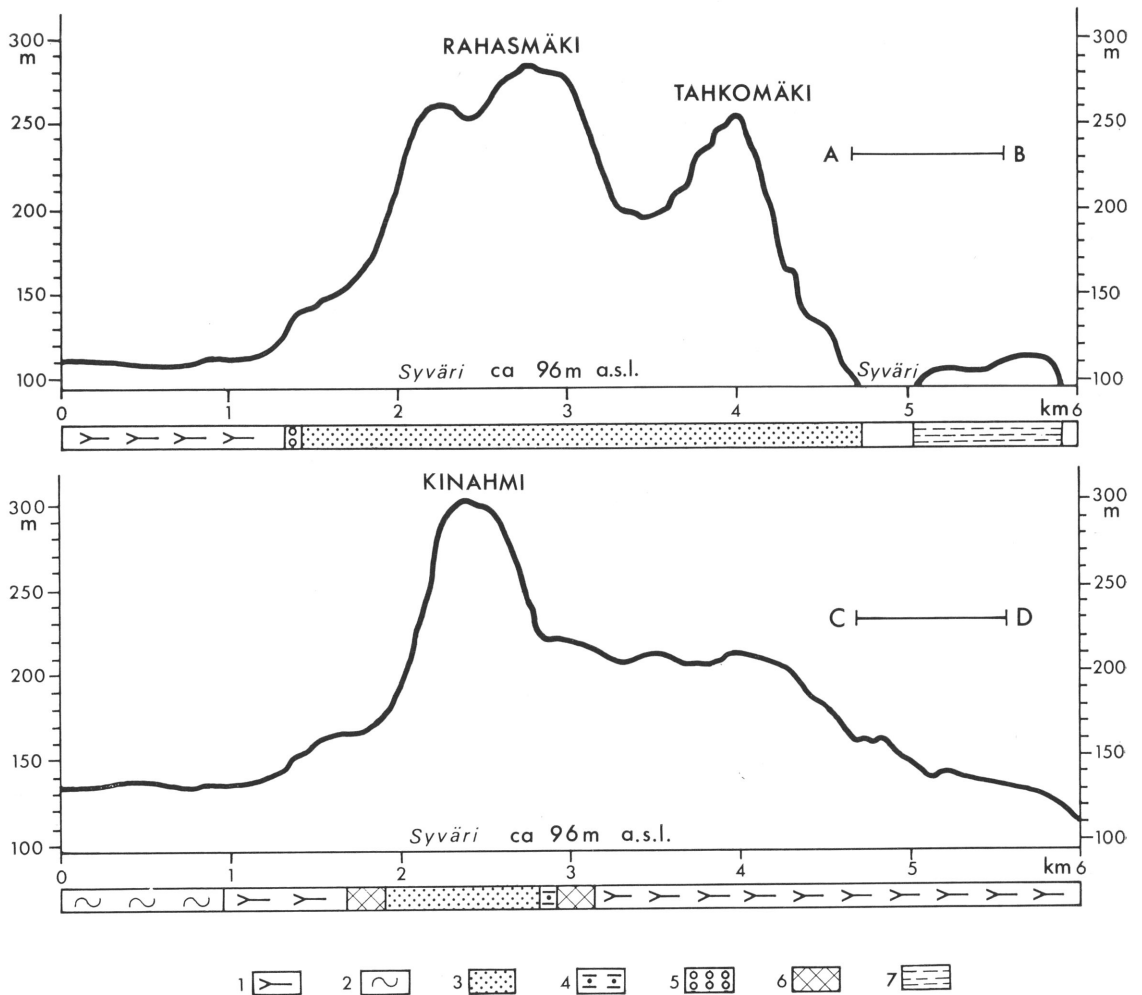
Vanha presvekokarjalainen graniittigneissi on toiminut karjalaisten liuskeiden muinaisten sedimenttien kerrostumisalustana. Graniittigneissipohjalle kasaantuneista kerrostumista ovat peräisin mm. Kinahmin-Rahasmäen sedimenttisyntyiset kivilajit: kvartsiitti ja sen ohessa esiintyvät konglomeraatti, dolomiitti ja kvartsiitti-kiilleliuske (Wilkman 1935 ja 1938: 138). Esimerkiksi kvartsiitin lähtöaineksena ovat olleet vanhalle kerrostumisalustalle sedimentoituneet, runsaasti kvartsia sisältäneet hiekkakerrostumat. Lisäksi on otaksuttu, että Kinahmin-Rahasmäen kvartsiittiesiintymä olisi muodostunut maankuoren vajoamakohtaan (Puustinen 1971: 7—8).

Graniittigneissipohjalle kerrostuneet sedimentit metamorfoituivat Svecokarelidien poimuttuessa noin 1 900 miljoonaa vuotta sitten (esim. Simonen 1980). Kyseisen orogeenikauden loppuvaiheessa Kinahmin-Rahasmäen alue toimi kaakkoon suuntautuneiden yli-



Kuva 1. Tutkimusalueen sijainti ja kallioperän kivilajikoostumus lähinnä Wilkmanin (1935) mukaan. Merkkien selitykset: 1 graniitti, 2 gabbro, 3 kiilleliuske ja kiillegneissi, 4 kvartsiitti, 5 syeniitti, 6 suonigneissi, 7 graniittigneissi.

Fig. 1. Location and geological map of the study area, principally according to Wilkman (1935). Symbols: 1 granite, 2 gabbro, 3 mica schist and mica gneiss, 4 quartzite, 5 syenite, 6 veined gneiss, 7 granite gneiss.



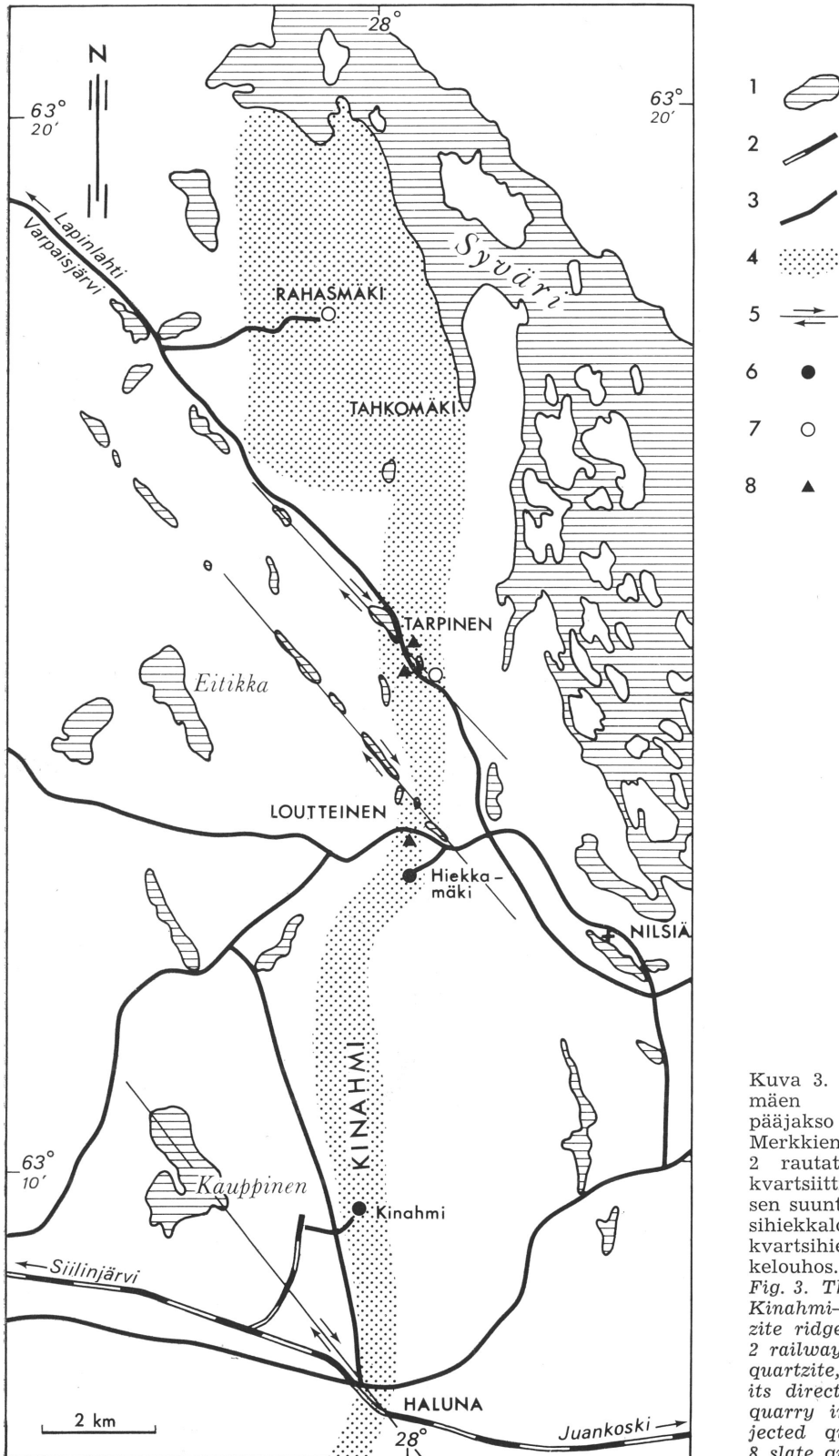
Kuva 2. Kinahmin—Rahasmäen selänteen korkeussuhteita kuvaavat profiilit. Esityksestä näkyy, että kvartsiitti muodostaa ympäristöstään selvästi kohoavan harjanteen. Profiililinjoiden sijainti näkyy kuvasta 1. Kivilajit ja niiden esiintymisalueet perustuvat Wilkmanin (1935 ja 1938:138) karttaesityksiin. Merkkien selitykset: 1 graniittigneissi, 2 suonigneissi, 3 kvartsiitti, 4 kvartsiitti-kiilleliuske, 5 konglomeraatti, 6 gabbro, 7 kiilleliuske ja kiillegneissi.

Fig. 2. Cross-profiles depicting the relief of the Kinahmi—Rahasmäki formation. As seen the area consisting of quartzite is distinguished as the high ridge. Profiles have been constructed from the lines A—B and C—D indicated in Fig. 1. Rock species with their limits are based on Wilkman's (1935 and 1938:138) maps. Symbols: 1 granite gneiss, 2 veined gneiss, 3 quartzite, 4 quartzite-mica schist, 5 conglomerate, 6 gabbro, 7 mica schist and mica gneiss.

työntölaattojen juurivyöhykkeenä, mistä syystä alueen kvartsiitit ovat lähes pystyyn poimuttuneita (Väyrynen 1954:148—153). Kvartsiittiselänteen ja sitä reunustavan graniittigneissin välinen rajavyöhyke on kallioperän liikunnoissa rikkoutunut. Tästä ovat osoituksena mm. selänteen reunoilla tavattavat intrusiiviset metagabrot (Wilkman 1938:13, ks. myös kuva 2).

Tektoniset laaksot erottavat Kinahmin-Rahasmäen selänteen ympäristöstään ja pa-

loittelevat muodostuman moneen osaan (Heikkinen 1971). Murroslinjat ovat usein liuskeisuuden kulun (noin N-S) suuntaisia. Tästä suunnasta poikkeavia ovat kuitenkin mm. ne kolme noin N35°W-suuntaista voimakasta tektonista ruhjetta, jotka katkaisevat kvartsiittiselänteen Halunan, Loutteisen ja Tarpisen kohdalla. Nämä murroskohdat näkyvät maisemassa erittäin selvästi. Maantiet ja rautatie ylittävät selänteen näiden laaksojen kautta (kuva 3). Kaikkia kolmea



Kuva 3. Kinahmin—Rahasmäen kvartsiittiselänteen pääjakso ympäristöineen. Merkkien selitykset: 1 järvi, 2 rautatie, 3 maantie, 4 kvartsiittialue, 5 siirros ja sen suunta, 6 toimiva kvartsihiekkalouhos, 7 hylätty kvartsihiekkalouhos, 8 liuskelouhos.

Fig. 3. The main part of the Kinahmi—Rahasmäki quartzite ridge. Symbols: 1 lake, 2 railway, 3 road, 4 area of quartzite, 5 dislocation and its direction, 6 quartz-sand quarry in operation, 7 rejected quartz-sand quarry, 8 slate quarry.

laaksoa pitkin on kallioperässä todennäköisesti tapahtunut siirtymiä (Parviainen 1968: 16—17; Heikkinen 1971). Erityisesti Loutteisen kautta kulkevan rotkolaakson itäsivu on paikoin voimakkaasti rakkautunut (kuva 4). Tämä johtuu paitsi rinteiden jyrkkyydestä myös rikkoutuneiden kvartsiittiliuskeiden kaateesta, joka on täällä jyrkästi länteen eli laakson suuntaan. Näin ollen liuskepinnat ovat toimineet kuin liukupintoina laaksoon suistuville kivimassoille.

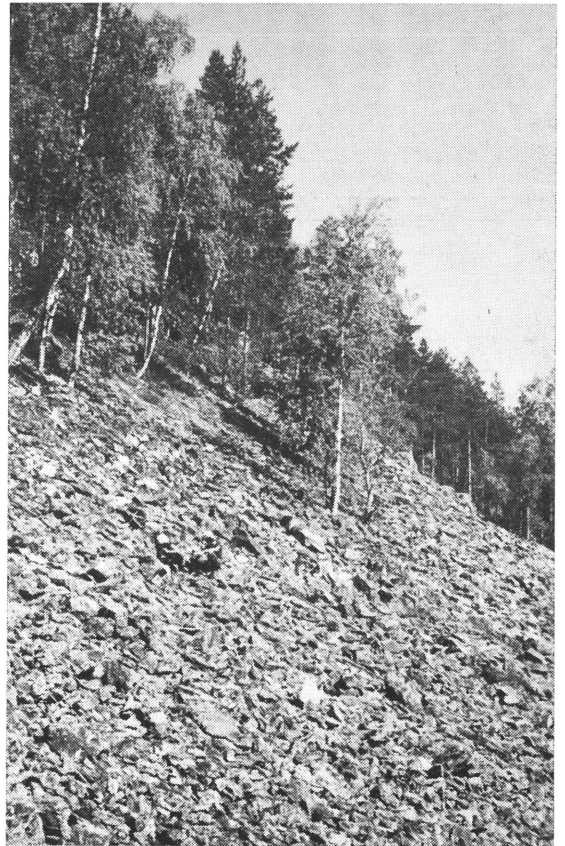
Kvartsiitin ominaisuudet

Kinahmin-Rahasmäen kvartsiitti on yleensä valkoista tai vaalean harmaata. Muodostuman eteläosassa kallio on hematiittihiukkasten vuoksi usein myös punertavaa. Kvartsiitti on tavallisesti suuntautunutta. Raekoko on lähes poikkeuksetta välillä 0.03—2.0 mm. Karkearakeista sekä ulkoasultaan lasimaista tyyppiä esiintyy etenkin harjanteen eteläpäässä. Tässä osassa selännettä kivilaji on sillimaniittipitoista, mutta muuttuu pohjoisempana serisiittipitoiseksi (Tavela 1954).

Teknisen käytön kannalta kvartsiitti jaetaan kolmeen tyyppiin: pehmeään, puolikovaan ja kovaan kvartsiittiin.

Pehmeä kvartsiitti on väriltään valkoista tai harmahtavaa ja moroutuu helposti aina hiekaksi asti. Se on rakenteeltaan lähes klastista ja sisältää tavallisesti kvartsin lisäksi 10—40 % muita mineraaleja etupäässä serisiittiä, kaoliniittia ja kloriittia. Pehmeän kvartsiitin vyöhykkeet sijoittuvat eri puolille kvartsiittijaksoa. Ne ovat konformeja välikerroksia tai linssimäisiä esiintymiä kovemmissa kvartsiittityypeissä. Vyöhykkeiden pituus voi olla jopa 700—800 m, leveys vaihtelee muutamasta metristä aina 150 metriin. Toisinaan pehmeän kvartsiitin vyöhykkeet päättyvät jyrkästi suurtektonisiin ruhjeisiin.

Pehmeän moroutuneen kvartsiitin syntyyntä ovat vaikuttaneet monet tekijät. Kvartsiitin heikko metamorfoosi, kerrospoimujen rikkoutuminen ylityöntöjen juurivyöhykkeessä sekä kallioperän voimakas rakoilu ja rapautuminen lievät johtaneet kvartsiitin pehmenemiseen ja rikkijauhautumiseen (Wilkman 1938:141; Tavela 1954). On myös ilmeistä, että kivilajin huomattava serisiitti- ja kaoliniittipitoisuus ovat edistäneet kallioperän moroutumista. Kvartsihiekkaa tuottava louhos- ja teollisuustoiminta on keskittynyt



Kuva 4. Rakkautunutta kvartsiittia Loutteisen siirroslaakson rinteellä. Kuva kirjoittajan. *Fig. 4. Quartzite block fields on the slope of the tectonic valley running through Loutteinen. Photographed by the author.*

Hiekkamäkeen ja Kinahmiin (kuva 3). Näissä molemmissa paikoissa esiintyy runsaasti pehmeäksi moroutunutta kvartsiittia. Louhitun kallion kvartsiipitoisuus on varsin suuri, noin 96 %. Serisiittiä on 3 % ja kaoliniittia 1 %. Käyttösoveltuvuutta lisää myös kvartsiitin alhainen Fe_2O_3 - ja Al_2O_3 -pitoisuus.

Puolikovassa kvartsiitissa on melko runsaasti serisiittiä. Myös kovissa ja värillisissä kvartsiittityypeissä on säännöllisesti jonkin verran serisiittiä. Kova kvartsiitti on Kinahmin-Rahasmäen selänteen vallitseva kvartsiittityyppi. Laattakivinä käytettyä, usein vihertävää serisiittikvartsiittia tavataan varsinkin Loutteisen, Tarpisen ja Tahkomäen alueilla (kuva 3). Tämä kvartsiitti on hyvin voimakkaasti liuskettunutta ja siksi helposti halkeilevaa.



Kuva 5. Tarpisen liuskelouhos. Louhoksen vuotuinen laattakivi-tuotanto on noin 5 000 m². Kirjoittajan kuva vuodelta 1980.

Fig. 5. Quarry at Tarpinen. The present production of quartzite slates is about 5 000 m² yearly. Photographed by the author in 1980.

Taloudellinen käyttö

Toiminnan kehittyminen

Kinahmin-Rahasmäen kallioperää on jo kauan hyödynnetty. Loutteisella esiintyvää, kvartsiittijaksoon liittyvää dolomiittia (oikeammin ehkä tremoliittikarsia) on käytetty vuosisadan alussa kalkin polttoon. Paikallinen väestö on louhinut perinteisesti kvartsiittiliuskeita uuni- ja rakennuskiviksi. Myös vuonna 1906 valmistunut Nilsiä kirkko on Tahkomäestä louhitusta kvartsiitista rakennettu.

Tarpisen liuskelouhokselta (kuvat 3 ja 5) on toimitettu serisiittipitoista kvartsiittiliusketta mm. puistojen ja puutarhojen käytävälaitteiksi sekä julkisivu- ja sisustusmateriaaleiksi. 1930-luvulla liuskelouhintaa harjoitti Oy Silika Ab, myöhemmin toiminta on siirtynyt Oy Lohja Ab:lle. Myös Loutteisella (kuva 3) toimii nykyään sivutoimisena perheyriksenä pieni liuskelouhos.

Laattakivilouhintaa merkityksellisempää on ollut kvartsihiekan tuotanto. Nilsiä pehmeästä kvartsiitista on valmistettu kvartsihiekkää lasiteollisuuden tarpeisiin jo vuodesta 1914 lähtien. Ensimmäisen maailmansodan aikana toimitti Ab Silicium-yhtiö Hiekkamäen nykyisen louhoksen kohdalla (kuvat 3 ja 6) kaikkiaan noin 1 000 tonnia miltei hiekkaksi moroutunutta kvartsiittia. Tuote kuljetettiin hevoskyydillä noin 40 kilometrin päähän Siilinjärven asemalle (Smeds 1952). Tuolloin louhintapaikalla oli niin jauhautu-

nutta kvartsiittikalliota, että sitä saatettiin kaivaa suoraan lapiolla. Paikkakuntalaiset nimittivät tällaisia pehmeän kvartsiitin kohtia suolakallioiksi.

Ensimmäisen maailmansodan jälkeen kvartsihiekan tuotanto oli pysähdyksissä. Vihdoin vuonna 1934 aloitti Hiekkamäessä toimintansa uusi yhtiö, Oy Silika Ab. Kallioperän pintaosissa olevaa pehmeää kvartsiittia voitiin yhä vielä kaivaa pelkällä lapiolla, syvemmältä otettava aines jouduttiin yleensä ensin räjäyttämään. Yhtiö louhi löyhää kvartsiittia muutamana vuonna myös Tarpiselta, Nilsiä-Varpaisjärven maantien varresta (kuva 3). Koska tämä paikka ei osoittautunut edulliseksi, koko kvartsihiekan valmistus keskitettiin jälleen Hiekkamäkeen. Oy Silika Ab toimitti 1930-luvulle ajoittuneen toimintansa aikana Nilsiästä noin 100 000 tonnia kvartsiittia lasi-, posliini- ja rautateollisuudelle. Kun louhoksesta nostettu kvartsiitti oli murskattu, pesty ja seulottu, se kuljetettiin autoilla Juurusveden Pajulahteen. Siellä hiekka lastattiin proomuihin ja kuljetettiin Saimaan kanavan kautta Etelä-Suomeen ja vähäisessä määrin myös Ruotsiin (Wilkman 1938:149; Smeds 1952).

Vuonna 1940 Nilsiä kvartsiitin louhostoiminta siirtyi Oy Rudus Ab:lle (Oy Lohja Ab). Kvartsihiekan lähteenä oli tuolloin vastalöydetty Rahasmäen esiintymä (kuva 3) kvartsiittiselänteen pohjoispäässä. Vuosina 1940—1948 täältä toimitettiin noin 40 000 tonnia pääasiassa posliinitehtaille menevää kvartsiittia. Hiekka kuljetettiin ensin autoilla va-

jaan 40 km:n päähän Lapinlahden rautatieasemalle.

Vuonna 1949 Oy Rudus Ab siirsi toimintansa Hiekkamäkeen (kuva 6). Näin tämä vanha louhos otettiin jälleen käyttöön. Muuttopäätökseen vaikuttivat monet tekijät: Ensinnäkin Rahasmäen kvartsiitti on liian hienorakeista lasiteollisuuden tarpeisiin. Toiseksi Pohjois-Savon sähköistäminen oli edennyt niin pitkälle, että Hiekkamäessä tiedettiin kohta päästävän sähkövoiman käyttöön. Lisäksi autokuljetusmatkaa lyhentävän Siilinjärven-Juankosken radan (kuva 3) rakentaminen tuli taas sodan jälkeen ajankohtaiseksi. — Hiekkamäki sai sähkövoiman vuonna 1950 ja mainittu rataosuus valmistui vuonna 1957. — Tosin sodan seurauksena Neuvostoliitolle menetetty Saimaan kanava sekä kohonnut rautateiden rahtikustannukset heikensivät myös Hiekkamäessä valmistetun kvartsihiekan kykyä kilpailla ulkomailta tuodun hiekan kanssa.

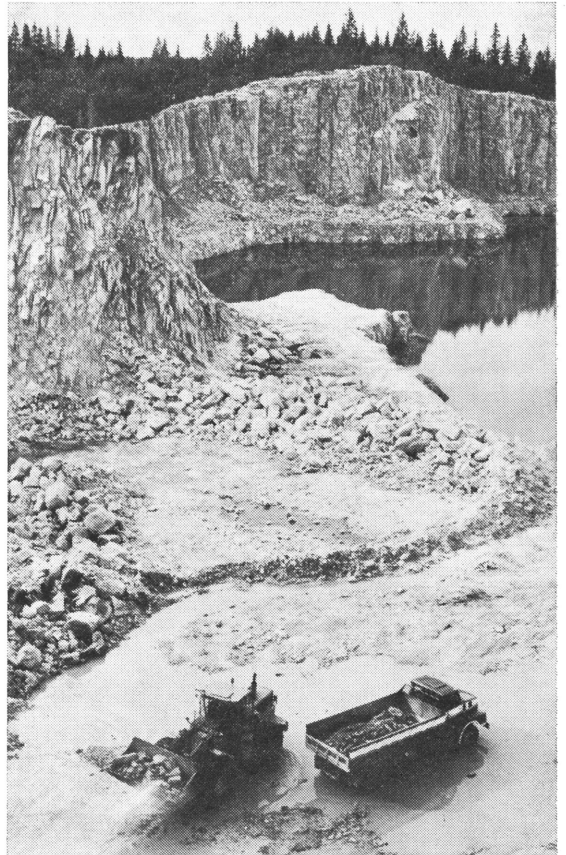
Kvartsihiekan tuotanto oli tosin vielä vuonna 1949 vähäistä. Markkinanäkymät parantivat kuitenkin odotusten mukaisesti. Niinpä Hiekkamäkeen rakennettiin vuonna 1950 murskaamo ja pesulaitos, joiden kapasiteetti riitti käsittelemään vuodessa yhteensä 40 000 tonnia lasi- ja posliinihiekkaa. Smeds (1952).

Viime vuosikymmeninä Hiekkamäen tuotanto on laajentunut ja monipuolistunut. Vuonna 1976 Oy Lohja Ab avasi uuden kvartsiittilouhoksen ja kvartsiitin käsittelylaitoksen Kinahmiin (kuvat 3 ja 7). Kinahmin tuotantolaitokselle johtaa Siilinjärven-Juankosken rataosalta pistoraide. Juurusveden rannalla oleva tuotteiden laivaussatama on noin 15 km:n päässä laitoksesta.

Nykyinen tuotanto

Valtaosa kvartsiitin käsittelystä on keskitynyt Kinahmin ja Hiekkamäen laitoksille. Tosin Tarpisen ja Loutteisen liuskelouhokset jatkavat tuotantoaan. Tarpisen liusketuotanto on nykyään 5 000 m².

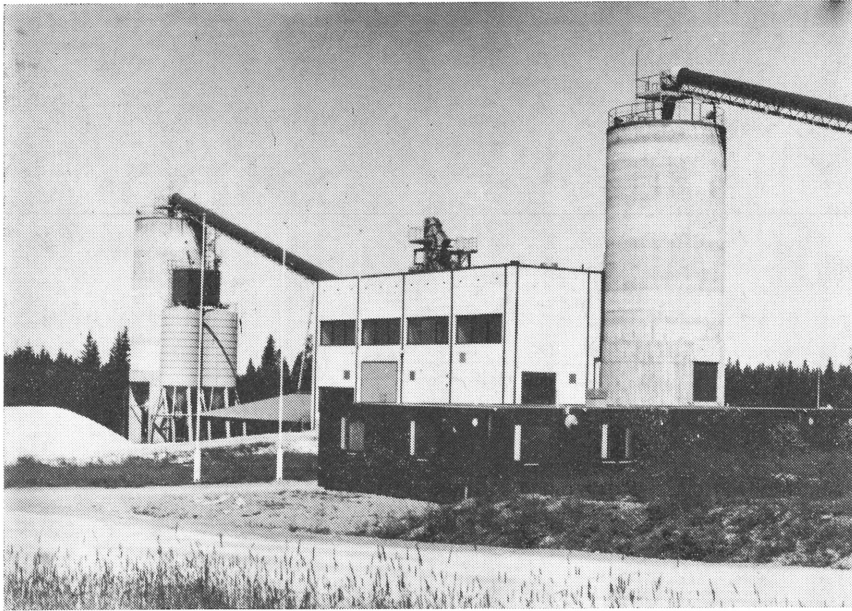
Rautatien yhteydessä ja sataman läheisyydessä sijaitsevan uudenaikaisen Kinahmin laitoksen toimintaedellytykset ovat hyvät. Laitoksen tuotantomäärät ovatkin nykyään huomattavasti suuremmat kuin syrjäisemmän Hiekkamäen. Vuonna 1980 otetaan Kinahmin laitoksella tuotantoprosessiin 180 000 tonnia kvartsiittia. Käsiteltäviä tuotteita valmistuu 150 000 tonnia. Hiekkamäen tämän vuoden tuotanto on noin 40 000 tonnia.



Kuva 6. Hiekkamäen louhos. Nilsian kvartsihiekatuotanto alkoi tällä paikalla vuonna 1914. Nykyinen vuosituotanto on yli 40 000 tonnia. Kirjoittajan kuva vuodelta 1980.

Fig. 6. Hiekkamäki quarry. The production of quartz sand started here in 1914. Annual output amounts to 40 000 tons. Photographed by the author in 1980.

Nilsian louhosten osuus Suomen kvartsiittituotannosta on lähes 90 %. Suomen lasiteollisuus saa pääosan raaka-aineestaan Kinahmin ja Hiekkamäen laitoksilta. Niin ikään keraaminen teollisuus käyttää Nilsian kvartsiittia. Myös metallurginen teollisuus tarvitsee kvartsiittia mm. vaativiin tulenkestäviin tuotteisiin. Koska kvartsin sulamispiste on 1 760 °C ja koska Nilsian kvartsiitin lämpötilavaihteluista johtuvat tilavuusmuutokset ovat vähäisiä, tuotteet soveltuvat hyvin tulenkestäviksi materiaaleiksi. Nilsian kvartsiitti palvelee myös rakennusteollisuutta. Kvartsiittiä kun käytetään esimerkiksi valkoisten kvartsiittien ja betonielementtien valmistukseen.



Kuva 7. Kinahmin tuotantolaitos. Laitos aloitti toimintansa vuonna 1976. Sen vuosittain käsittelemä kvartsiittimäärä lähentelee nykyään 200 000 tonnia. Oy Lohja Ab:n kuva.
Fig. 7. Kinahmi plant. The plant, founded in 1976, processes at present almost 200 000 tons of quartzite annually. Photographed by Oy Lohja Ab.

Kinahmin laitos on tuottanut viime aikoihin asti päätuotteenaan vaahdottamalla puhdistettua kvartsiittia kotimaiselle taso- ja pakkausteollisuudelle. Kvartsiittituotannosta menee nykyään jo noin 50 % lasiteollisuuden ulkopuolelle pääasiassa valimo-, rakennusaine- ja metallurgiseen teollisuuteen. Vaahdotusrikastamon tuotteiden jalostamiseksi on rakennettu lähinnä tulenkestävää induktiomassaa tuottava tehdas. Sen tuotteista menee valtaosa ulkomaille, ja käyttäjinä ovat rauta- ja teräsvalimot, joissa massa käytetään induktiounien käämityksen suojaukseen.

Hiekkämäen laitos tuottaa kvartsihiekkvoja vesilajittelun avulla raeluokissa 0.1—5 mm. Tämän lisäksi valmistetaan kvartsiitista ja savesta tulenkestäviä massoja metallurgiselle teollisuudelle sekä murskatusta kvartsiitista rouheita betonielementtien valmistukseen. Laitoksen tuottamaa hiekkaa käytetään mm. valimohiekaksi sekä lasi- ja keramiikkateollisuuteen.

SUMMARY

Natural features and utilisation of the Kinahmi-Rahasmäki quartzite ridge, eastern Finland

Most quartzite used in Finland is quarried from the quartzite formation of Kinahmi-Rahasmäki. This about 35 km long and 0.1—4 km wide quartzite

ridge is located almost wholly in the parish of Nilsjä, northeast of the town of Kuopio (Fig. 1). The area is situated at the northeastern edge of the Finnish Lake District, but the features of the ridge resemble the high *vaara* landscapes of North Karelia. Geologically the ridge belongs to the easternmost quartzites of the Karelian schist area. The highest elevations of the Kinahmi-Rahasmäki formation exceed 310 m a.s.l., rising 220—230 m above the levels of the largest lakes in the vicinity. The quartzite has thus been very resistant to erosion (Fig. 2).

On the western side of Kinahmi-Rahasmäki the bedrock consists mainly of granite gneiss which belongs to the Iisalmi granite gneiss area. The ancient granite gneiss (2600—2800 million years old) formed the basement for the sediments from which the Karelian schists, among others the quartzite of the Kinahmi-Rahasmäki ridge, have been derived. These sediments were metamorphosed during the Svecokarelian diastrophism about 1900 million years ago.

The Kinahmi-Rahasmäki formation is bordered and divided by tectonic lines. The three NW-SE-oriented fault-lines cutting the quartzite ridge at Haluna, Loutteinen and Tarpinen (Fig. 3), for instance, are very distinct. Fig. 4 shows a block-field covered slope of the tectonic valley at Loutteinen.

The quartzite of the area is mainly white or light, the grain size varying from 0.03 mm to 2.0 mm. From the point of the technical utilization the quartzite is classified into three types: soft, semi-hard and hard quartzite. The soft quartzite, in some places disintegrated even to sand, often includes 10—40 % other minerals, mainly sericite, kaolinite and chlorite. The zones of soft quartzite are 3—150 m wide and up to 700—800 m long. The soft texture and the disintegration of the quartzite is assumed to have

been caused principally by weak metamorphism of the rock, tectonic movements, dense jointing and weathering. The quarries and plants of Hiekkämäki and Kinahmi (Figs 3, 6 and 7) are situated at sites of soft quartzite.

The quartzite of Kinahmi-Rahasmäki is generally of the hard type, however. Sericite-bearing quartzite is found above all in the zone of Loutinen-Tarpinen-Tahkomäki (Fig. 3). This quartzite has a good flaggy cleavage and it is therefore mined to slates for building and decoration purposes (Fig. 5). In 1980 the output will be 5 000 m².

Soft quartzite has been taken especially for glassworks since 1914. At first the quarrying took place mainly in Hiekkämäki (Fig. 6). At present the operation is concentrated for the most part to the Kinahmi mine and plant. This new operation centre (Fig. 7), opened in 1976, has a favourable location for transportation. It is situated by the railway and only 15 km from the Saimaa lake system connected by the Saimaa canal to the Gulf of Finland. This year the total production of the Kinahmi and Hiekkämäki plants will be about 200 000 tons. This is almost 90 % of the quartzite output of the whole of Finland. The glass factories in Finland use as raw material almost solely quartz sand produced in Nilsia. Also the Finnish ceramic industry utilizes this sand. In addition, metallurgic industry needs quartz for its fire-proof products. Besides, the quartzite of Kinahmi and Hiekkämäki is used for production of lime sand bricks and concrete elements.

Kirjallisuus

- Heikkinen, Olavi (1971). Kinahmin-Rahasmäen kvartsiittiselänteen geologiasta. *Savon Luonto* 2, 5—10.
- Oy Lohja Ab:n esitteitä ja esitelmiä vuosilta 1970—1980. Virkkala.
- Parviainen, Esko (1968). *Nilsian kvartsiitin tektonisista kehityspiirteistä, moroutumisesta ja teknisestä käytöstä*. Julkaisematon pro gradu-tutkielma Helsingin yliopiston geologian laitoksella. 43 s.
- Puustinen, Kauko (1971). Geology of the Siilinjärvi carbonatite complex, Eastern Finland. *Bulletin de la Commission Géologique de Finlande* 249. 43 s.
- Simonen, Ahti (1964). Kallioperä. *Suomen geologia*, toim. Kalervo Rankama, 49—124. Kirjayhtymä, Helsinki.
- Simonen, Ahti (1980). The Precambrian in Finland. *Geological Survey of Finland, Bulletin* 304. 58 p.
- Smeds, Gunnar (1952). En översikt av verksamheten inom Oy Rudus Ab. *Vuoriteollisuus — Berghanteringen* 1, 25—27.
- Tavela, Matti (1954). The Nilsia quartzite deposit, *The mines and quarries of Finland*, ed. by Erkki Aurola. *Geoteknillisiä julkaisuja* 55, 93—94. Geological Survey of Finland.
- Topografinen kartta 1:100 000*. Lehdet 3333 ja 3334.
- Wilkman, W. W. (1935). *Suomen geologinen yleiskartta (General Geological Map of Finland). C 3 — Kuopio*. Kivilajikartta 1:400 000. Suomen geologinen toimikunta.
- Wilkman, W. W. (1938). *Kivilajikartan selitys, C 3 — Kuopio* (English summary). *Suomen geologinen yleiskartta 1:400 000 (General Geological Map of Finland 1:400 000)*. 171 s. Suomen geologinen toimikunta.
- Väyrynen, Heikki (1954). *Suomen kallioperä, sen synty ja geologinen kehitys*. 260 s. Otava, Helsinki.