



Suomalaista malminetsintää Grönlannissa

LEIJO KETO

Graahs Fjord 1963. Artikkelin kuvat: Leijo Keto.

Huhtikuussa 1957 lähti maisteri Veijo Yletyinen, joka oli silloisen Geologisen tutkimuslaitoksen palveluksessa, matkaan, määränpäänään Grönlanti. Hän oli ottanut vastaan tanskalaisen kaivosyhtiö Kryolitselskabet Øresund A/S:n tarjoaman tehtävän, jonka tavoitteena oli selvittää tehokkaan ja tavoitteisiin pyrkivän malminetsinnän mahdollisuuksia täällä syrjäisessä maailman kolkassa.

Tämän kirjoittaja, joka siihen aikaan oli opintojaan päättävä geologin ”planttu”, pestautui matkaan kenttäapulaiseksi, pääimmäisenä argumentinaan kuvitelma, että tämänkaltaista kokemusta tuskin tarjoutuu useammin kuin kerran elämässä. Kävi kuitenkin niin, että tästä ”kerrallisesta kokemuksesta” versoi kirjoittajalle sittemmin runsaat kolme vuosikymmentä kasvanut leipäpuu Grönlannissa ja sen emämaassa Tanskassa. Näiden kolmen vuosikymmenen kuluessa tämän tanskalaisen kaivosyhtiön erilaisiin malminetsintäprojekteihin osallistui lopulta yli 300 suomalaista työntekijää, kairaajia, geofysiikan mittausmiehiä, lentohenkilökuntaa, kokkeja, ”handymen” ja erityisesti vielä yli 100 geologia ja geologian opiskelijaa, joiden kaikkien työpanos käsitti yli 500 kenttätö-kautta.

Tänä keväänä tulee kuluneeksi 50 vuotta tämän 30-vuotisen tapahtumasarjan alkamisesta. Tällä hetkellä lienee hyvinkin puolet tästä joukosta jo

ylittänyt eläkeiän kynnyksen. Käsillä oleva kirjoitelma pyrkii sen vuoksi – ikäänkuin peruutuspeilistä – lyhyesti tarkastelemaan heidän aikaansaannoksiaan kolmen vuosikymmenen ajalta Grönlannissa.

Miksi Grönlanti?

Toimeksiantajan kiinnostus malminetsintää kohtaan Grönlannissa johtui siitä luonnollisesta seikasta, että yhtiö hyödynsi Lounais-Grönlannin Ivigtutissa (nykyinen kirjoitusasu on Ivittuut) maailman ainoaa kryoliittiesiintymää (Na_3AlF_6). Sen malmivarojen rajallisuus tunnettiin siinä vaiheessa jo hyvin. Yhtiö halusi sen vuoksi varmistua ensi sijassa siitä, että jo 100 vuotta toiminnassa olleen louhoksen historia ei päätty ilman, että on selvitetty mahdollisuudet löytää lisää kryoliittia lähiseudun kallioperästä.

Kryolitselskabetilla oli ollut oma geologi jo 1930-luvun alusta lähtien. Hänen ”yhden miehen sirkuksensa” aikaansaannokset keskittyivät kuitenkin alkuvaiheessa tunnetun esiintymän malmivarojen yksityiskohtaisempaan selvittelyyn ja louhoksen lähiympäristön tutkimiseen. Sotavuodet 1940–1945 katkaisivat emämaan Tanskan yhteydet Grönlantiin kokonaan, ja tällöin katkesivat myös geologin yhteydet työmaahansa. Rauhan vuosien



Kuva 1. Ivigututin kryoliittilouhos Arsuk-vuonon rannalla 1958.

palattua palattiin jatkamaan keskeytyneitä puuhia. Pahaksi onneksi yhtiön silloinen geologi Richard Bøgvad kuoli kesällä 1952 kesken kenttätöitensä. Yhtiön uusi geologi Hans Pauly ideoi ajatuksen hankkia malminetsinnällistä asiantuntemusta muista Pohjoismaista. Ensi vaiheessa hän kääntyi veljesmaiden, Norjan ja Ruotsin puoleen. Ajatus ei kuitenkaan kuulemma ottanut kipinää sikäläisissä piireissä, koska tehtävä olisi pakottanut asianomaisen olemaan ”poissa kotoa mansikka-aikaan”.

Kesällä 1954 Suomessa järjestettiin VI Pohjoismainen geologikokous. Hans Pauly osallistui kokouksen yhteydessä järjestettyyn kaivosekskursioon, jonka aikana hän oli ystäväystynyt Erkki Veli Heiskanen kanssa. Hänelle Pauly oli kertonut suunnitelmastaan ja samalla tiedustellut, voisiko Suomesta mahdollisesti löytyä apua tämän laatuiheen tarpeeseen. Heiskanen torjui kohteliaasti itselleen osoitetun tarjouksen, mutta lupasi Paulylle toki ”sondeerata maaperää”. Tämän tapahtuman jatkoseurauksena olikin sitten keväällä 1957 Veijo Yletyisen kera alkanut ensimmäinen matkamme Grönlantiin.

Ensimmäisen kenttätöyökauden oleellisen osan muodosti luonnollisesti työskentelyolosuhteisiin perehtyminen ja sen ohella tutustuminen tähän

harvinaiseen kryoliittiesiintymään sekä sen isän-täkilajina olevaan alkaligraniittiin ja alueen alkalikivi-provinssiin. Käsitukset malmin syntyprosessista olivat tuolloin vielä koko lailla yleisluontoisia ja selkiintymättömiä.

Viiden vuoden ja 25 miestyökauten intensiivisen touhun jälkeen arvioitiin kryoliittitutkimusten tulosten olevan kuitenkin sen suuntaisia, että sen etsintä Ivigututissa olevan esiintymän lähiseuduilta siirrettiin taka-alalle. Käytännön kokemukset kannustivat sen sijaan laajentamaan tutkimuksia sekä alueellisesti että myöskin ohjelmallisesti niin, että etsinnän kohteeksi tulivat kaikki Grönlannissa taloudellisesti hyödynnettävissä olevat mineraali-esiintymät. Tähän aikaan ei tosin ollut vielä olemassakaan mitään lakeja tai asetuksia, jotka säätelivät malmin etsintää ja hyväksikäyttöä Grönlannissa, vaan asiat hoidettiin tapauskohtaisin sopimuksin. Kryolitselskabetin tapauksessa tarpeellisten lupien ja niiden ehtojen odotettiin yleensä hoituvan vaivattomasti, olihan Tanskan valtio enemmistöosakkaana yhtiössä.

Juuri näinä vuosina 1950-luvun lopulla oli Grönlannissa tapahtumassa ratkaiseva murros kenttätöyöskentelyn kuljetuslogistiikassa. Helikopterin käyttöönotto kuljetustehtäviin teki lo-

pun siihen saakka vallinneesta ”ekspeditio”-muotoisesta kenttätöskentelystä. Muutaman sadan kilon painoisen tavaramäärän kuljettaminen muutama kilometrin päähän sisämaahan edellytti erityisen mieslukuisen ”kantosafarin” useampipäiväisen uurastuksen. Sama asia hoitui helikopterin avulla minne tahansa vaikeakulkuihseen sisämaahan ajassa, joka oli laskettavissa enintään tunneissa.

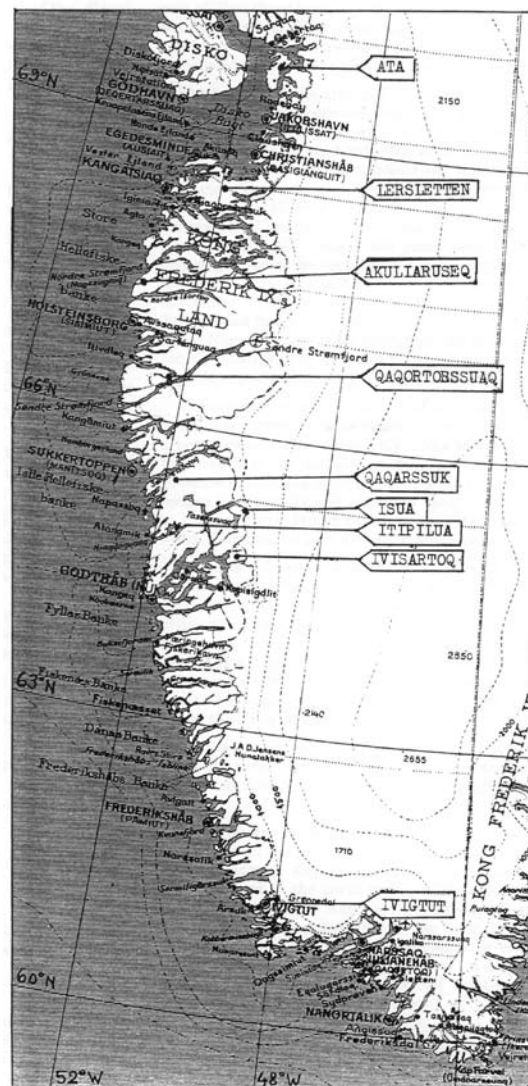
Grønlands Geologiske Undersøgelse (GGU) sai ensimmäiset helikopterinsa v. 1958. Niiden ansiosta se saattoi luopua siihen saakka harjoitetusta geologisesta rannikkokartoituksesta ja siirtyä varsinaiseen alueelliseen kartoitustyöhön, joka käsitti myös jäätömän rannikkoalueen sisäosakin. Myöskin Kryolitselskabetille tarjoutui kesällä 1959 mahdollisuus osallistua Tanskan hallinnon edustajana erään kanadalaisrahoitteisen malminetsintäprojektin seuraamiseen kentällä, mikä perustui laajamittaiseen helikopterikuljetusten käyttöön. Näihin omakohtaisiin helikopterista saatuihin kokemuksiin perustuen lähdettiin Kryolitselskabetin piirissä v. 1961 toteuttamaan yleistä, ”kaiken kattavaa” malminetsintäohjelmaa.

Alustava alueellinen haravointi

Alustavissa arvioissa katsottiin viisaimmaksi aloittaa työskentely Grønlandin asutuilla alueilla, koska niillä arvioitiin olevan parhaimmat edellytykset mahdollisten löydösten hyödyntämiselle.

Grønlandin varsinainen asuttu alue käsittää maan lounais- ja länsirannikon, maan eteläkärjestä noin 70. pohjoiselle leveyspiirille asti. Sen etelä- ja pohjoispää sijaitsevat kutakuinkin tarkalleen samoilla leveyspiireillä kuin Suomessa Hankoniemi ja Ivalo. Asutun alueen pinta-ala on n. 95 000 km² ja alueen leveys mannerjäätikön ja meren rannan välillä vaihtelee 20–180 km:n välillä, keskimääräinen leveys on noin 80 km. Grønlandin koko asukasluku on nykyisin n. 57 000, ja tästä väestöstä 90–92 % asuu juuri täällä länsirannikolla. Tämän alueen ulkopuolella oleva vähäinen väestö asuu muutamissa pienissä kyläyhdyskunnissa.

Työohjelman suunnittelun lähtöasetelma oli mahdollisimman yksinkertainen ja helppo. Tehtävän valmistelun tueksi ei näet ollut oikeastaan mitään varteenotettavia ennakkotietoja. Kun nykypäivien geologi on ryhtymässä samanlaiseen puuhaan, hänellä on saatavilla alueeltaan erilaista geotietämystä – sekä yleistä että kohdekohtaista – pilvin pimein. Häneen verrattuna meidän lähtökotamme oli suorastaan liikuttavan yksinkertainen ja



Kuva 2. Kryolitselskabetin tärkeimmät tutkimuskohteet Lounais-Grønlandissa.

selvä: Oli yksinkertaisesti siirryttävä ”ulos luontoon”, katsastamaan mitä sillä oli tarjolla. Opiskeluvuosien antaman viisauden pohjalta oli toki tiedossa, että Grønlandi oli osa Kanadan arkeista mannerkilpeä, ja Kanadan puolelta oli taas hyvin muistissa, että maa oli mineraalisista luonnonrikkauksistaan kuulu. Optimistisiin odotuksiimme ei kuulunut epäillä, etteikö näin voinut olla myöskin Davisin salmen itäpuolella, Grønlandissa.

Alueen yleisgeologiaa koskeva tieto sisältyi 1:250 000 mittakaavaisiin karttoihin, joihin GGU oli koonnut 10-vuotisen vuonon rantojen kartoitusten tulokset toimintansa alkuajoilta. Vuonojen väliin jäävien alueiden geologiasta ei sitävastoin ollut mitään tietoa.

Työohjelman suunnittelussa aiheutti aluksi päänvaivaa se, että maan sisäosista ei kaikkialta ollut saatavissa edes topografikarttoja. Amerikkalaisten toimesta oli mannerjään ja meren välinen rannikkomaa kylläkin ilmalokuvattu sodan aikana, mutta eräiden alueiden ilmalokuvaus oli toimitettu varsin talvisissa olosuhteissa, jonka vuoksi näiden kuvien käyttöarvo oli jokseenkin kyseenalainen. Eikä ollut ongelmatonta sekään, että tehtävän tukikohdaksi suunnitellun laivan kipparille piti kertoa, että tulevan toiminta-alueen rannikoilta ja vuonoista ei ollut olemassa merikortteja eikä väylätietoja. Piti luottaa kaikuluotaimen ja siihen, että vuonot olivat yleensä syviä.

Työryhmän muodosti neljä geologia sekä helikopterin lentäjä ja mekanikko. Grönlannin pitkä ja kapea rannikkomaa jaettiin työskentelyä varten pienempiin osa-alueisiin, jotka tutkittiin kukin omasta tukikohdastaan käsin. Osa-alueiden suuruus määräytyi ensisijaisesti helikopterin toimintasäteestä. Meillä oli tukikohtana laiva, joka työn edistyessä siirtyi osa-alueelta toiselle ja ankkuroitiin alueen keskeiselle paikalle, sopivan vuonon sisäosiin. Laiva toimi oman miehistönsä lisäksi kenttätyöhön osallistuvan ja helikopterin miehistön majapaikkana. Sen mukana kulki myös työryhmän tarvitsemat varusteet ja materiaali sekä helikopterin tarvitsemat varaosat sekä poltto- ja voiteluaineet. Laivan radioaseman kautta helikopteri oli operaatioiden aikana yhteydessä tukikohtaan.

Kahtena ensimmäisenä kesänä tukikohtana oli tanskalainen Pohjanmeren troolari, kantavuudeltaan n. 150 brt., ja myöhemmin itärannikolla norjalainen samankokoinen hylkeenpyyntialus. Alusten rakenne ei sallinut helikopterin laskeutumista aluksen kannelle, vaan se operoi läheiseltä vuonon rannalta, jonne laivalta pidettiin yhteyttä moottori-veneellä. 1960-luvun alussa helikopterit olivat vielä bensiiinikäyttöisiä mäntämoottorikoneita. Alkuvuosina meidän käytössämme oli Bell-J-helikopteri, johon pilotin lisäksi mahtui 3–4 matkustajaa. 1960-luvun puolessa välissä tulivat käyttöön turbiinimoottorilla varustetut ranskalaiset Alouette II Artouste -helikopterit. Näiden varsinaisten ”kerosiinisieppojen” jälkeen saatiin v. 1973 käyttöön Bell Jet Ranger 206B -koneet, jotka kapasiteet-

tiltaan olivat edellisten veroisia, mutta kuluttivat polttoainetta huomattavasti vähemmän.

Tutkittava alue haravoitiin läpi yhdensuuntaisin, joko pohjois-etelä-, tai itä-länsi-suuntaisin lentolinjoin, joiden keskinäinen väli oli 4 km. Lentokorkeus noudatteli karkeasti maaston topografiaa n. 300 metrin korkeudella. Osa-alueen ääripäiden väli oli rannikon pituussuunnassa noin 100 km. Rannikolta mannerjään reunaan ulottuvan itä-länsi-suuntaisen lentolinjan pituus oli tavallisesti pienempi.

Tärkein etsintäinstrumentti oli näköhavainto. Grönlantilaisessa tunturimaastossa kallioperän paljastuneisuus on yleensä noin 50 %:n luokkaa, joten suurempien litologisten yksiköiden kulkua voi varsin vaivattomasti ilmasta seurata. Kartalle pyrittiin saamaan kuva alueen yleisestä rakenteiden kulusta, lineamenttirakenteista, eri-ikäisistä juonikivigeneraatioista ja niiden keskinäisistä ikäsuhteista. Tärkeimmän havaintoryhmän muodostivat kuitenkin kaikki mineralisaatioviitteet, joista helpoimmin havaittavan ja siten lukumäärältään suurimman ryhmän muodostivat ns. gossan-muodostumat. Tällaisia rapautuneita ja ruosteenkarvaisia horisontteja saattoi parhaimmillaan seurata keskeytyksettä kymmenien kilometrien matkalla. Mineralisaatiovihjeen kohdalla laskeuduttiin yleensä paikalle toteamaan löydöksen laatu ja tekemään siitä yksityiskohtaisempi kuvaus ja näytteiden otto. Mikäli kohde katsottiin erityisen huomion arvoiseksi, siirrettiin kahden geologin maastoryhmä paikalle 1–2 päiväksi tekemään kohteesta alustava karttaluonnos ja täydentämään näytteenkeruuta, lentotoiminnan samalla jatkuessa.

Mittauslaitteista työryhmän käytössä oli magnetometri (m/Jalander) ja geiger-mittari, mutta niiden käyttö jäi kaiken kaikkiaan vähäiseksi. Geokemian konsteista oli käytössä dimetylglyoksimi, jonka avulla testattiin kiisunäytteiden nikkeli-
toisuutta.

Pääosa tästä ”aerorekognosoinniksi” kutsutusta alustavasta malminetsinnästä suoritettiin kolmena kesänä, 1961–1963, ja täydennettiin vielä 1977. Ohjelman puitteissa haravoitiin edellä mainittu Länsi- ja Lounais-Grönlannin asuttu rannikko Ivigtutista (61°00'N) pohjoiseen aina Nugssuakin niemimaaalle asti (70°30'N), sekä lisäksi saman alueen eteläisin osa Tasermiut vuonosta (60°30'N) Grönlannin eteläkärkeen saakka (59°45'N). Kesällä 1963 haravointi ulotettiin myös Grönlannin itärannikon eteläisen osaan, maan eteläkärjestä aina 66° N leveyspiirille saakka. Tämän asumattoman



Kuva 3. Kairausta kevyellä kalustolla Ivisartojen molybdeenisiintymällä 1960.

ja ahtojäiden saartaman kapean rannikkokaistaleen haravoimisesta saatiin ainakin se arvokas kokemus, että mahdollisen löydöksen hyödyntäminen niissä olosuhteissa edellyttäisi aivan poikkeuksellisen arvokasta esiintymää.

Kaiken kaikkiaan haravointi peitti 106 800 km²:n suuruisen alueen, josta länsirannikon puoleinen osa oli 93 800 km² ja itärannikon osa 13 000 km².

Työohjelma saavutti tavoitteensa. Merkittävin saavutus oli se, että tulosten perusteella oli mahdollista rajoittaa malminetsinnän kannalta mielenkiintoiset alueet erikseen jatkotoimenpiteitä varten. Sen lisäksi kerätty havaintoaineisto käsitti kaikkiaan noin 200 yksittäistä mineraalisaatioviitettä, joista oli suoritettu näytteenotto. Näihin oli mahdollista käydä välittömästi käsiksi jatkotutkimusten muodossa. Aineisto sisälsi lisäksi joukon rautaoksidimineralisaatioita, teollisuusmineraaliesiintymiä ym. Työn yhteydessä kerääntyneiden henkilökohtaisten kokemusten tärkeä merkitys korostui erityisesti vasta jatkotutkimusten yhteydessä.

Lerslettenin alue

Jo vuonna 1963 käynnistettiin Lerslettenin alueella Diskon lahden eteläpuolella edellisvuoden haravoinnissa paikallistetun kiisumineralisaation jatkotutkimukset. Kiinnostuksen herättäjänä oli ke-

rätysnäyttemateriaalissa tavatut korkeahkot kupari- ja sinkkipitoisuudet.

Ensimmäistä kertaa geologisen detaljikartoituksen yhteydessä suoritettiin täällä systemaattisia geofysikaalisia mittauksia. Mineralisoitunut horisontti katettiin tavanomaisen magneettisen ja Slingram-detaljimittauksen avulla. Slingram-anomalioiden maksimien kohdalla täydennettiin havaintoja gravimetristen profiilien avulla. Suomen Malmi Oy aloitti näiden mittaustöiden yhteydessä pitkäaikaisen yhteistyönsä Kryolitselskabetin kanssa. Seuraavana vuonna yhteistyö jatkui täällä samalla alueella, mutta nyt timanttikairausten merkeissä.

Edelliskesän tulosten perusteella – ja asiantuntijakonsultoinnin kannustamana – toteutettiin lyhyehkö kairausohjelma, jonka avulla tarkistettiin kiisumineralisaation laatu ja laajuus. Kiisuuntuma oli laaja, käsittäen useita miljoonia tonneja, mutta kupari- ja sinkkipitoisuudet jäivät liian alhaisiksi. 1980- ja 1990-luvuilla sama mineralisaatio oli uudelleen parinkin uuden yrittäjän kiinnostuksen kohteena.

Søndre Isortoqin alue

Sukkertoppenin itä- ja kaakkoispuolella olevalta alueelta oli 1962 haravoinnin yhteydessä saatu näytteitä, joiden Ni- ja Cu-pitoisuudet olivat kiinnostusta herättäviä. Vuonna 1964 tarjoutui tilaisuus käydä alueella täydentämässä näyttemateriaa-

Kuva 4. Tutkimusryhmä telttaleirillä Ivisar-
toqissa Länsi-Grönlannissa 1961. Vasemmalta
kesäapulainen Tapio Koljonen, geologi Veijo
Yletyinen, apumies Pekka Hänninen ja
nuorempi geologi Leijo Keto.



lia. Jo tällöin todettiin mineralisatioiden noriittinen isäntäkivi kiinnostavaksi, sillä kerätyissä näytteissä todettiin merkittäviä pitoisuuksia, esimerkiksi Ni-pitoisuus oli 5–6 % ja Cu-pitoisuus 1,5–2,0 %. Löydösten seurauksena kesän 1965 kenttätyöt keskitettiinkin tälle Søndre Isortoqin alueelle. Niitä aloitettaessa ei osattu edes aavistaa, että alue tarjosi kiinnostavuutta peräti yhdeksän kesän ajaksi.

Alussa hankaluuksia aiheutti karttojen puute. Se korjattiin itse tuotettujen karttojen avulla Geodeettisen Instituutin perusmateriaalista. Puuttuvaa geologista perustietoa korvattiin vuorostaan aeromagneettisen kartoituksen avulla. Kesän 1965 aikana peitettiin 7000 km²:n suuruinen alue mannerjäätikön reunasta länteen päin 500 m:n linjavälein. Saadun aeromagneettisen kartan odotettiin palvelevan ensisijaisesti malminetsinnällisesti mielenkiintoisten emäksisten kivilajien paikallistamisessa. Toki se niin tekikin, mutta paljon mielenkiintoista jäi myös paikallistamatta.

Tärkein ja huomattavin tämän mittauksen tuloksista oli kuitenkin lentomittausalueen kaakkoiskolkassa, Isuan alueella paikallistettu laaja kaarenmuotoinen magneettinen anomalia. Sen itäisimmässä päässä, osittain mannerjään alla oleva voimakas magneettinen anomalia osoittautui jatkotutkimuksissa suureksi rautamalmiksi.

Suoritettu aeromagneettinen mittaus oli ensimmäinen laatuaan Grönlannissa. Mittauksen toteutti

Suomen Malmi Oy yhteistoiminnassa Lentohuolto Oy:n kanssa. Tämän jälkeen ei tutkimuskohteista näyttänyt tulevan puutetta. Tulokset kannustivat yhtiötä 1966 keväällä hakemaan edellisenä vuonna voimaan tulleeseen Grönlannin ensimmäiseen kaivoslakiin (Mineral Resources Act) perustuvan tutkimusvaltauksen tälle n. 14 000 km²:n suuruiselle alueelle Sukkertoppenin ja Godthaabin välillä. Jatkotutkimuksissa 1966–1972 paikallistettiin tältä Søndre Isortoqin alueelta noin 70 erillistä nikkelimineralisaatioita. Niiden kartoitus- ja tutkimustehtäviin oli vuosittain varustettava 5–7 kaksimiehistä geologiryhmää.

Samanaikaisesti kasvoi vastaavasti kohteiden geofysikaalisten mittausten tarve. Seuraavien vuosien kohdetutkimuksiin tarvittiin 2–3 mittausryhmää, joiden käytössään oli senaikainen moderni menetelmäarsenaali. Tavanomaisten magneettisten ja EM-Slingram-mittausten lisäksi kohteen ja tarpeen mukaan käytössä oli laajuudeltaan vaihtelevassa mittakaavassa VLF-, IP-, Turam-, omapotentiaali-, vastus-, mise-a-la-masse- ja painovoimitaukset sekä refraktioseismiset mittaukset. Ruotsalainen ABEM jopa muokkasi uutta Slingram-versiotaan jaksoluvultaan paremmin grönlantilaisiin olosuhteisiin sopivaksi. Grönlannin tutkimusten pohjalta versoi pari diplomityötäkin geofysiikan alalta.

Mineralisaatioita kattaa Grönlannissa yleensä vahvasti rapautunut, paksu gossan-kerros. Kuvan



Kuva 5. IP-mittauksia Søndre Isortoqissa 1968. Kuvassa Pekka Lappalainen ja Kauko Joensuu.

saamiseksi mineralisaation laadusta ja mittasuhteista osoittautui pian tarpeelliseksi käyttää kairauskalustoa, jolla päästiin pintaa syvemmälle terveeseen kiveen. Kalustolle asetettavista vaatimuksista tärkein oli sen siirrettävyys helikopterin avulla. Suomen Malmi Oy asetti käyttöön Winkie-kaluston, jonka siirto tavallisesti vaati 2–3 kuljetuslentoa. Parissa tunnissa kalusto miehistöineen oli uudessa kohteessa, vaikka välimatka olisi ollut 40–50 km.

Tehtävien kasvava määrä ja niihin tarvittavan materiaalin ja kenttähenkilöstön kasvu kasvattivat puolestaan kuljetustarvetta niin, että siitä selviytymiseksi käytössä oli kesäkausina pysyvästi kaksi helikopteria.

Qaqarssukin karbonatiitti

Tutkimusten alkuvaiheessa tavattiin alueelta muodoltaan eriskummallinen, kookas karbonaattikivi-muodostuma, jota eräiden breksialöydösten ansiosta vähitellen alettiin epäillä karbonatiitti-intrusioksi. Hivenaineanalyysit vahvistivat pian epäilykset oikeiksi. Muodostumaan liittyi joukko erilaisia mineralisaatioita, joiden yksityiskohtaisia tutkimuksia suoritettiin 1971–1976. Näistä mainittavimpia olivat Ti, V-pitoiset ilmeniitti-magnetiittimineralisaatiot, Nb-mineralisaatiot, harvinaisia maametalleja sisältävät mineralisaatiot ja vielä apatiittimineralisaatiotkin.

Erityisesti Nb-mineralisaatioon liittyviin tutkimuksiin kytkeytyi laaja näytteenotto-ohjelma 1975–1976. Näyttemateriaali jouduttiin keräämään kairaamalla 1500 metriä kairausnäytettä 222 lyhyestä reiästä, joiden paikat määriteltiin tiheän (10 x 25 m) magneettisen mittauspisteverkon avulla. Alueelta paikallistettiin kairauksin niobimineralisaatio (pyrokloori), jossa todennäköisiä reservejä oli 1,2 miljoonaa tonnia, joiden Nb₂O₅-pitoisuus oli 0,8 %, sekä 3,5 miljoonaa tonnia mahdollisia reservejä, joiden Nb₂O₅-pitoisuus oli 0,5 %.

Itipiluan duniittimassiivi

Kesän 1966 löydöksiin kuului myöskin alueen eteläosassa tavattavat, rapautumisvärinsä ansiosta selvästi ympäristöstään poikkeavat duniittimassiivit. Niiden kivilaji on lähes monomineraalista karkearakeista oliviinikiveä. Huomattavin löydöksistä oli Fiskefjordin pohjukassa oleva duniittimassiivi, jonka kotikutoinen työnimi oli Itipilua. Sen ominaisuudet aiheuttivat jatkossa sekä kairauksin ja gravimetrauksin suoritettuja reserviselvityksiä, laboratoriotestejä, markkinointitunnusteluja ja asiantuntijakäyntejä kentällä.

Nykyisin tämän duniittimassiivin oliviinia hyödyntää LKAB:n tytäryhtiö Minelco AB, joka pari vuotta sitten avasi esiintymään avolouhoksen nimellä Seqi Olivine Mine. Alkusuunnitelmat tähtäävät 2 miljoonan tonnin vuosilouhintaan.



Kuva 6. Isortoq-leiri vuodelta 1967.

Kimberliittitutkimukset

Loppukesästä v. 1971 käynnistyi erään geologiryhmän keräämistä eriskummallisen näköisistä emäksisistä murikoista tapahtumaketju, jonka päätteeksi saatiin todeta, että alueelta oli löytynyt laajahko parvi kimberliitti- ja lamproiitti-juonikiviä, sekä näiden lisäksi vielä eräs vähäinen, poikkileikkaukseltaan noin 700–800 m²:n suuruinen kimberliittipiippu. Laboratoriotutkimuksista saatiin vahvistus kentällä heränneisiin epäilyksiin.

Jatkotutkimuksia varten pyrittiin hankkimaan muutaman tonnin painoinen massanäyte esiintymästä. Aluksi saatiin kokoon vain muutaman sadan kilon näyte. Viivästyksestä tuli kohtalokas; sen aikana laimeni vähitellen löydökseen kohdistuvat odotukset niiden keskuudessa, jotka istuivat rahakirstun päällä.

Nykyisin kertovat uutiset taas Grönlannin timanttiboomista. Sen seurauksena myöskin tämä Sukkertoppenin itäpuolella sijaitseva kimberliittijuonien parvi on uudelleen tullut tutkimusten valokeilaan.

Isuan rautamalmi

Ensimmäisen kesän aeromagneettisen mittauksen avulla löytynyt Isuan alueen voimakas anomaliajakso oli kuitenkin yksittäisistä löydöksistä se, joka käynnisti mittavimmat erillisprojektit. Erillistä projektia varten alueelle haettiin erillinen valtauskin.

Isuan anomalian jatkotutkimuksiin käytiin käiksi heti seuraavana kesänä 1966. Aivan mannerjään reunalle noin 800 m:n korkeudelle pystytettiin aluksi parakkileiri, johon 11-miehininen, geologeja ja geofyysikkoja käsittävä tiimi ryhtyi taloksi. Kesän aikana suoritettiin paljastuneena olevan magneettisen malmivyöhykkeen geologinen kartoitus ja profiilinäytteiden otto sekä paljastuneen ja jäätikön alaisen häiriövyöhykkeen magneettinen detaljimittaus. Magneettisen anomalian ylitse mitattiin lisäksi yli 50 km gravimetrisia profiileja. Seuraavana kesänä toimitettiin refraktioseisminen luotaus, jolla selvitettiin jääkerroksen paksuutta ja sen alla olevan kallion topografiaa ja ruuhjevyöhykkeiden sijaintia. Samalla jatkettiin laajan magneettisen häiriövyöhykkeen geologista kartoitusta.

Magneettisen anomalian aiheuttaneen materiaalin määräästä tehtiin mittaustuloksiin perustuvia alustavia laskelmia. Niiden tueksi oli ensin määrättävä magneettisen remanenttikentän intensiteetti ja suunta malmivyöhykkeestä kerätyn satelukuisen suunnatun näytteen avulla. Laskelmat osoittivat, että magneettisen anomalian aiheuttajana oli ainakin 2 miljardin tonnin suuruinen massa, jonka Fe-pitoisuus oli noin 32–34 %. Myöskin painovoimamittausten tulosten perusteella suoritettiin laskelma painovoima-anomalian aiheuttajasta. Anomalian massan suuruudeksi saatiin 1,9 miljardia tonnia malmia, jonka Fe-pitoisuus oli 39 %. Vertailun vuoksi mainittakoon, että geologisen

kartoituksen yhteydessä kerättyjen profiilinäyt-
teiden Fe-pitoisuus oli keskimäärin 32,5 %.

Parin vuoden mittaisen hiljaiselon jälkeen Isuan
tutkimukset jatkuivat yhteistyössä amerikkalaisen
Marcona Corp.:n kanssa. Suunnitellun kaivospro-
jektin edellytyksenä oli vähintään 500 miljoonan
tonnin malmivarat. Asian selvittämiseksi luotiin
kesäksi 1971 kairausohjelma, joka varsin poik-
keuksellisissa olosuhteissa grönlantilaisen man-
nerjäätikön tuntumassa toteutettiin Suomen Mal-
mi Oy:n urakoimana. Myönteiset kairastulokset
näyttivät vihreää valoa kaivosprojektin jatkotut-
kimuksille. Seuraavien kahden vuoden kuluessa
suoritettiin suuri joukko erilaisia kaivostoiminta-
taan, malmin rikastamiseen ja rikasteiden kuljetuk-
siin liittyviä paikkatutkimuksia, joihin liittyi usei-
ta asiantuntijaryhmien maastokäyntejä sekä Isuas-
sa että maastossa Isuan ja satamapaikaksi katsas-
tetun paikan välillä.

Kaivosprojektin ohessa toteutettiin 1974–1983
erillisenä projektina vesistötutkimuksia itserekis-
teröivien virtausmittareiden avulla tarkoituksena
selvittää mahdollisuudet tyydyttää kaivosprojek-
tin tarvitsema energiatarve vesivoimalaitoksen
avulla. Mittaukset osoittivat, että tutkitun alueen
vuotuinen virtaama oli 940 miljoonaa m³, josta
740 miljoonaa m³ oli käytettävissä energian tuo-
tantomon. Suunnitellun voimalaitoksen avulla täs-
tä saatavissa oleva vuotuinen energiamäärä oli
1140 GWh.

Vuonna 1973 puhjennut maailmanlaajuinen öljy-
kriisi aiheutti myöskin maailmanlaajuisen kriisin
rautakaivos- ja terästeollisuudessa. Kun sen seu-
rauksena Isuan kaivosprojektin kannattavuusedel-
lytykset murentuivat ratkaisevasti, päättyivät osa-
puolet hyllyttämään projektin toistaiseksi.

Länsirannikon aeromagneettinen mittaus

Isuan rautamalmilöydöksen innostamana käynnis-
tettiin 1967 uusi aeromagneettinen mittausohjel-
ma, jonka tavoitteena oli paikallistaa länsirannikon
arkeisen kilven alueelta muutkin mahdolliset rau-
tamalmiaiheet. Mittausohjelma, jonka puitteissa n.
1600 km:n pituinen länsirannikon osa lennettiin
2 km:n linjaväleihin, toteutettiin kahden kesän
kuluessa. Yhdessä 1965 toteutetun ensimmäi-
sen mittauksen kanssa ohjelma kattoi kaikkiaan
128 500 km² ja 74800 linjakilometriä.

Tämä laajakantoinen mittausohjelma toteutettiin
yhteistyössä Finnprospecting Ky:n ja Lentohuol-
to Oy:n kanssa. Näin laajan mittausohjelman to-
teuttamiseen mahtui joukko odottamattomia kom-

melluksiakin, mutta lentävän miehistön suoritus-
set, Atlantin ylennykset yksimoottorisilla koneilla
mukaanlukien, saivat ansaittua huomiota osak-
seen ilmailupiireissään. Matti Siimes, joka kol-
mena kesänä osallistui pilottina ohjelman toteu-
tukseen, palkittiin 1968 ansioistaan Suomen Ilmai-
luliiton Harmon-patsaalla.

Ohjelman tuloksena saatiin ensimmäiset aero-
magneettiset isoanomaliakartat Grönlannista. Mit-
takaavassa 1:50 000 valmistettuja karttoja kertyi
runsaat 300 karttalehteä. Tulosten perusteella voi-
tiin todeta, että Grönlannin länsirannikolta ei löy-
tynyt muita magneettisia häiriöitä, joiden intensi-
teetti ja koko olisi yltänyt Isuan tasolle.

Vuoden 1977 haravointi Anortosiittitutkimuksia

Kun 1965 hankitun valtausalueen tutkimukset Suk-
kertoppenin ja Godthaabin välillä olivat lopuillaan
ja viimeisetkin jatkotutkimukset olivat vähitellen
päättymässä, oli aika kääntää katseet alueille, jot-
ka 1960-luvun haravoinneissa oli leimattu malmi-
kriittisiksi. Vuonna 1977 suoritettiin erään tällai-
sen alueen uudelleenarvio, mutta uusia huomion-
arvoisia löydöksiä ei kuitenkaan tehty.

Norjalainen Elkem Aluminium oli samana ke-
väänä kääntynyt Kryolitselskabetin puoleen, tie-
dustellen vanhan liikekumppaninsa tietoja grönlantilaisista anortosiittiesiintymistä. He itse oli-
vat tutkimassa norjalaisten anortosiittien mahdol-
lista käyttöä tulevaisuuden raaka-aineena alumii-
nin valmistuksessa ja todenneet anortosiitin hap-
poliuotuksessa päästävän hyviin tuloksiin. Proses-
siin liittyvät korrosio-ongelmat tosin todettiin var-
sin suuriksi, mutta niistä uskottiin selviytyvän.
Nyt he olivat kiinnostuneet saamaan sekä näytteitä
että yksityiskohtaisempia tietoja Grönlannin laa-
joista anortosiittiesiintymistä.

Ajatus soveltui vaivattomasti toteutettavak-
si juuri sinä kesänä Søndre Strømfjordin alueel-
la, jossa sen kesän haravointitutkimukset toteu-
tettiin. Alueella sijaitsee kokonainen vuori silkkaa
anortosiittia, pystysuunnassakin liki 1000 m:n kor-
kuisena. Parista profiilinäytteestä koostuva näyte-
sarja toimitettiin norjalaisten tutkittavaksi. Heidän
antamien tietojen mukaan näytemateriaalin bytow-
niittisesta plagioklaasista saatiin liuotusprosessin
avulla yli 90 % alumiinista liuokseen.

Kryolitselskabet oli kiinnostunut jatkamaan täl-
laista tulevaisuuteen tähtäävää projektia edelleen
kenttätutkimuksin, mutta halusi sitoa tutkimukset
määräaikaiseen yksinoikeuteen. Tähän ei julkisen

vallan taholta haluttu suostua, jonka jälkeen hanke raukesi.

Aerogeofysikaaliset tutkimukset Diskon lahdella 1978

Pohjoisessa Diskon lahden alueella oli 1962 harvointitutkimuksissa tavattu Arveprinsens Ejland nimiseltä saarelta kuparimineralisaatioita, joiden isäntäkivenä näytti olevan graniittikokoostumuksinen kivi. Niinkuin tämän kirjoitelman alkupuolella jo on kerrottu, Diskon lahden eteläisessä osassa oli tutkittu jo 1963–1964 Lerslettenin alueella kiisumineralisaatioita. Niinkuin alueen nimikin jo kertoo, suuri osa tästä alueesta on laajaa tasankoa, joka on glasifluviaalisten hiekka- ja savikerrosten peitossa, ja tutkitut kiisuuntumat jatkuivat niiden alle. Malminetsijän mielessä kyti tietenkin ajatus saada selville, mitä tämän peitteisen alueen alla piileskeli.

Näiden kahden Diskon lahden laitamilla tavatun viitteen selvittämiseksi syntyi ajatus tutkia näitä kahta aluetta samanaikaisesti magneettisen ja aerosähköisen mittauksen avulla. Alueiden yhteinen pinta-ala oli noin 2 200 km². Suunniteltu magneettinen ja Slingram-mittaus toteutettiin helikopterin avulla. Mittauslaitteet oli asennettu helikopterin alla riippuvaan lasikuiturakenteiseen ”pommiin”, joka kulki maaston topografiaa noudatellen noin 30–40 m:n korkeudessa.

Tehtävän suoritti Finnprospecting Ky. Alkuperäisen suunnitelman mukaan mittaus piti suorittaa Suomesta lähetetyn helikopterin avulla, johon oli jo kotona suoritettu tehtävän suorittamiseen tarkoitettuja lisäasennuksia. Helikopteri tuotiin laivakuljetuksena Grönlantiin. Siellä se purkamisen yhteydessä putosi nosturin nokasta satamalaiturille sillä seurauksella, että pyrstön runko murtui. Tilalle saatiin onneksaasti paikallisen Grönlandsflygin samanlainen Bell Jet Ranger. Koneeseen tarvittavat lisäasennuksetkin onnistuttiin tekemään Suomesta tulleen asiantuntijan avuin melko pikaisesti.

Tapahtuman seurauksena helikopterin miehistökin vaihtui. Uusi miehistö ei tietenkään alkuunkaan ollut valmistautunut tällaiseen tarkkuutta vaativaan, topografiaa noudattelevaan lentämistehtävään. Seurasi joukko mittauslentoja, joilta kone ja miehistö palasi takaisin ”pommin” risat mukanaan, sen törmättyä mittauksen aikana jonkun mäen kylkeen. Finnprospecting Ky:n miehistö kokosi ”pommin” kuitenkin kerta toisensa jälkeen uudelleen mittauskuntoon. Parin tehtävänsä todella syventyneen pilotin ansiosta saatiin homma lopulta kuitenkin kunnolla käyntiin, ja mittaus-

ohjelma saatiin hieman myöhästyneenä toteutettua suunnitelmien mukaisesti.

Samanaikaisesti mittausohjelman toteutuksen kanssa yksi geologiryhmä suoritti mittausohjelman paikallistamien häiriöviitteiden alustavaa tarkastamista maastossa, samalla näytteitä keräten. Erityisesti pohjoisella Arveprinsens Ejlandin alueella ja sen naapurialueilla tavattiin joukko sähköisiin häiriöjaksoihin liittyviä mineralisaatioita, joissa kohonneet Cu-pitoisuudet herättivät huomiota.

Kultatutkimukset Atan alueella

1980-luvun alussa kenttätutkimukset keskitettiin Diskon lahden pohjoisosaan. Tukikohtaksi valittiin vähäinen Atan ”kylä”, joka oli jo 1960-luvulla tyhjennetty ja asukkaat siirretty suurempiin asutuskokeskuksiin. Kylässä oli vielä jäljellä yksi asuinrakennus, jonka suojiin sijoitettiin tulevan toiminnan keskus, radioasema, tietokoneet ym.

Aeromittauksen paljastamien sähköisten ja magneettisten anomaliajaksojen yksityiskohtaista tutkimista jatkettiin 1981–1984 geologisin kartoituksin, geofysikaalisin mittauksin ja tavattujen mineralisaatioiden kairauksin. Jo ensimmäisten näytesarjojen joukossa oli näytteitä, joiden kultapitoisuus oli huomattava. Havainto pakotti laajentamaan näytteiden jalometalli- ja hivenaineanalysointia, ja koko tutkimusohjelma painottuikin jatkossa nimenomaan kullan etsinnäksi.

Tarmokkaiden etsintöjen tuloksena saatettiin lopulta todeta, että kupari- ja kultapitoisuudet liittyivät tietyissä ruhjevöhykkeissä esiintyviin hydrotermisiin raontäytemineralisaatioihin, joiden tyyppillisiin piirteisiin kuului pitoisuuksien äkilliset ja arvaamattomat vaihtelut sekä yleinen pienmuotoisuus.

Grafiittitutkimukset

Rinnan edelläkerrottujen kultatutkimusten kanssa käynnistettiin vähäisen Akuliarusek-nimisen vuonon varrella sijaitsevan grafiittiesiintymän tutkimukset. Grafiittiesiintymä oli jo 1910-luvulla ollut hyödyntämisyritysten kohteena, jotka silloin eivät kuitenkaan olleet edenneet alkua pitemmälle.

Kolmen vuoden aikana 1982–1984 suoritettujen tutkimusten tuloksena paikallistettiin noin 7 km:n pituisen horisontin neljässä erillisessä osassa oleva 5,3 miljoonan tonnin suuruinen reservi, jonka C-pitoisuus oli keskimäärin 9,5 %. Reservi oli tarkoituksella laskettu vain n. 40 m:n syvyyteen asti, minkä katsottiin olevan hyödynnettävissä

mahdollisimman yksinkertaisin menetelmin avo-
louhinnan avulla.

Vielä kerran kryoliitinetsintää

1980-luvulla yhtiön toiminta Ivigtutissa oli hyvää
vauhtia lähestymässä loppuaan. Malmin varsinai-
nen louhinta oli päättynyt jo 1962, minkä jälkeen
toiminta rajoittui varastoidun raakamalmin lai-
vaustehtäviin ja pienemmässä mittakaavassa heik-
kolaatuisen raakamalmin käsinlajitteluun. 1980-lu-
vulle tultaessa päätettiin kuitenkin jo yli 2 vuosi-
kymmentä veden vallassa ollut louhos tyhjentää ja
inventoida louhoksen pohjalla ja seinämien jalka-
osassa oleva kryoliittimalmin jäännös tarkemmin.
Sen seurauksena tuotanto sai pari vuotta lisää jat-
koaikaa. Samalla haluttiin saattaa päätökseen sel-
laiset kiinnostaviksi katsottujen kohteiden tutki-
mukset, jotka edellisellä kerralla 1950–1960-lu-
vun vaihteessa oli pantu syrjään.

Alueellinen tutkimus toteutettiin aerogeofysi-
kaalisen mittauksen (yhdistetty magneettinen, Slin-
gram- ja VLF-mittaus) avulla, mikä tähtäsi lähin-
nä sellaisten tektonisten rakenteiden paikallistami-
seen, jotka kontrolloivat alueen postkinemaattisten
intrusoiden (esimerkkinä Ivigtutin graniitti) sijain-
tia. Samanaikaisesti suoritettiin kolme kohdetutki-
musta, joilla selvitettiin aikaisemmin paikallistettu-
ja postkinemaattisia breksiaesiintymiä. Mittauksen
toteutti Finnprospecting Ky yhteistoiminnassa He-
likopteripalvelu Oy:n kanssa. Aerogeofysikaalisen
mittauksen tulokset eivät tuottaneet kryoliitin etsin-
nän kannalta merkittäviä uusia viitteitä.

Tutkituista breksiamuodostumista kiinnostavin
oli ns. Bunkebreccia, joka sijaitsee Ivigtutin kyläs-
sä, 200–300 m itään kryoliittilouhoksesta. Sen ja
Ivigtutin graniitin keskinäistä yhteyttä selviteltiin
jo 1950-luvun lopulla 3–4 lyhyehkön kairauksen
avulla, mutta ongelma jäi sillä kerralla avoimek-

si. Vuosina 1985–1986 kohde tutkittiin läpikotaisin
uudelleen 16 kairauksen avulla. Sen muoto ja ulot-
tuvuudet selvitettiin aina 800 m:n syvyyteen saak-
ka. Osoittautui, että breksia oli eräänlainen räjäh-
dysbreksia samasta lähteestä kuin Ivigtutin graniitti-
kin. Breksian murtokappaleina oli ympäröivän sivu-
kiven assimiloituneita jäännöskappaleita. Niitä ym-
päroi tumma hienojakoinen matriksi, joka oli muo-
dostunut hydrotermisten jäännösluosten ja sivuki-
ven vuorovaikutuksesta. Noin 600 m:n syvyydessä
kairaus tapasi graniittisen kiven, joka sisälsi noin
90 m:n pituisessa leikkauksessa piroteena 4–5 %
kryoliittia. Jos jätetään huomioimatta ne aikaisem-
min muistiin merkityt 2–3 tapausta, joissa kryoliitti-
ä oli tavattu mikroskooppisia määriä alueen muu-
tamissa happamissa alkalikivijuonissa, tämä oli en-
simmäinen kerta koko kryoliittiprospektauksen histo-
riassa, kun merkittäviä määriä kryoliittia tavattiin
Ivigtutin malmiesiintymän ulkopuolelta.

Nyt kuitenkin aika oli ajanut kryoliitin ohitse.
Maailman alumiiniteollisuus oli oppinut pelkis-
tämään bauksiitista erotetun alumiinioksidin me-
talliksi keinotekoisien kryoliitin avulla. Oikeas-
taan tässä elektrolyytissä pelkistysprosessissa
ei fluksi-aineena tarvittu välttämättä enää keino-
tekoistakaan kryoliittia. Sanottiin, että riittää, kun-
han se vain on ”jotakin alkalista fluoridisotkua”.
Kryoliitti oli näin muuttunut taloudellisesti kiin-
nostavasta malmimineraalista mineraalikeräilijöi-
den kiinnostuksen kohteeksi.

But that's another story. Näiden suppeiden muis-
telusten myötä lähetän terveiseni kaikille niille,
joiden kokemukset ja muistot liittyvät omalta osal-
taan tähän samaan kudelmaan.

Leijo Keto
Epilänkatu 1 F
33270 Tampere
leijo.keto@kolumbus.fi

GEOLOGI 2007:

Lehden numero	Aineisto toimituksessa	Lehti ilmestyy
4	31.7.	3.9.
5	5.9.	16.10.
6	10.10.	22.11.

Toimitus toivoo lukijoiden lähettävän ehdotuksia Geologissa julkaistavista artikkeleista.
Numerosta 4/2007 alkaen artikkeleista julkaistaan tiivistelmä ja kuvatekstit myös englanniksi.
Käsikirjoitusten lähettäjien toivotaan tutustuvan huolellisesti Geologin kirjoitusohjeisiin.
Ohjeet löytyvät verkosta: <http://www.geologinenseura.fi/geologi-lehti/ohjeet.html>.