Sari Grönholm (toim.), Reijo Alviola, Kari A. Kinnunen, Kari Kojonen, Niilo Kärkkäinen ja Hannu Mäkitie

Retkeilijän kiviopas

Geologian tutkimuskeskus

Kannen valokuva: Jari Väätäinen, GTK
Ulkoasu: Annie Palotie, Mainostoimisto Avenue Oy

ISBN 951-960-973-6

SISÄLLYSLUETTELO

Johdanto 3

Peruskäsitteitä 4

Mineraalien tunnistaminen 5

- Kidejärjestelmät ja kidemuodot 5
- Mineraalin asu 5
- Lohkeavuus 6
- Kovuus 6
- Väri 6
- Viiru 7
- Kiilto 7
- Ominaispaino 7
- Magneettisuus 7
- Radioaktiivisuus 7
- Fluoresenssi 8
- Muita mineraalien tunnistuskeinoja 8
- Työvälineet 8
- Metallikiiltoisten mineraalien määrityskaavio 10
- Metallikiillottomia mineraaleja 11
- Mineraalien värjäysmenetelmiä 12

Malmimineraalit 14

- Metallit 14
- Sulfidimineraalit 15
- Oksidiset malmimineraalit 19
- Muita malmimineraaleja 22

Teollisuusmineraalit 23

- Alkuaineiden kemiallisia merkkejä 31
- Teollisuusmineraalien laatuvaatimukset 33

Jalokivet ja korukivet 34

- Jalokivet, kovuus 10-7 35
- Korukivet, kovuus 7-3 38
  - Kvartsiryhmä, kovuus 7-6½ 38

Pyrokseeniryhmä, kovuus 6½ -5½ 39
Amfiboliryhmä, kovuus 6-5 39
Maasälpäryhmä, kovuus 6-5 39
Korukivilajit, kovuus 7-2 40
Meteoriitit ja kuonat 42
Kivilajit
Magmakivet 44
Sedimenttikivet 46
Metamorfiset kivet 46
Tavallisimpia kivilajeja ja niiden määritelmiä 47
Malminetsintä 56
Malminetsintämenetelmät 56
Geologiset menetelmät 56
Geofysikaaliset menetelmät 58
Geokemialliset menetelmät 58
Kairaus 59
Malmi- tai teollisuusmineraaliesiintymän laatu ja koko 60
Ohjeita kiviharrastajalle 62
Suomen kansalliskivi ja maakuntakivet 64
Suomen kansalliskivi: Graniitti 64
Maakuntakivet 65
Geologisia käyntikohteita 73
Geologista kirjallisuutta 74
Kartat 79
Metalliset malmit 79
Teollisuusmineraalit ja -kivet 80
Luonnonkivilouhimot 81
Korukiviesiintymät 82
Hakemisto 83
GTK:n yhteystiedot 88

JOHDANTO

Retkeilijän kiviopas on tarkoitettu kaikille luonnossa liikkujille, jotka ovat kiinnostuneet kivistä, mineraaleista ja malminetsinnästä. Rantakallioilla, puiden kaatuessa syntyneissä paljastumissa tai sorakuoppien puhtaissa kivenmukuloissa näkyvät rakenteet ja mineraalit herättävät kulkijan mielenkiinnon. Paitsi luonnossa, erikoisiin kiviin ja mineraaleihin törmää usein myös asuinympäristössä, tie- ja rakennustyömailla, rannoilla ja kaikkialla, missä ihmiset liikkuvat. Erityisesti lapset löytävät runsaasti mielenkiintoisia kiviä kotipihaltakin. Kaikkia näitä löytöjä voidaan tutkia vertaamalla niitä kivioppaan valokuviin ja kuvauksiin yleisimmistä mineraaleista ja kivilajeista.

Poikkeava, ja mahdollisesti arvoaineksia sisältävä kivi voidaan myös lähettää Geologian tutkimuskeskukseen tutkittavaksi. Siellä on harrastajien näytteisiin erikoistunut ryhmä asiantuntijoita, jotka selvittävät, mitä kivi tai mineraali on ja mitä hyödynnettävää ainesta siihen mahdollisesti sisältyy. Lähettäminen on ilmaista. Harrastajien lähettämien näytteiden perusteella maastamme on löydetty runsaasti mineraalisia luonnon erikoisuuksia ja jopa kaivoksiin johtaneita malmikiviä. Tällä niin sanotulla kansannäytetoiminnalla on Suomessa ikimuistoiset ja ainutlaatuiset perinteet. Osa löydöksistä on museoharvinaisuuksia, kuten kaikki meteoriittihavainnot ja mammutin jäänteiden löydökset, harvinaiset mineraalilöydökset sekä monet malmilohkareet, joiden emäkalliota ei ole vielä löydetty.

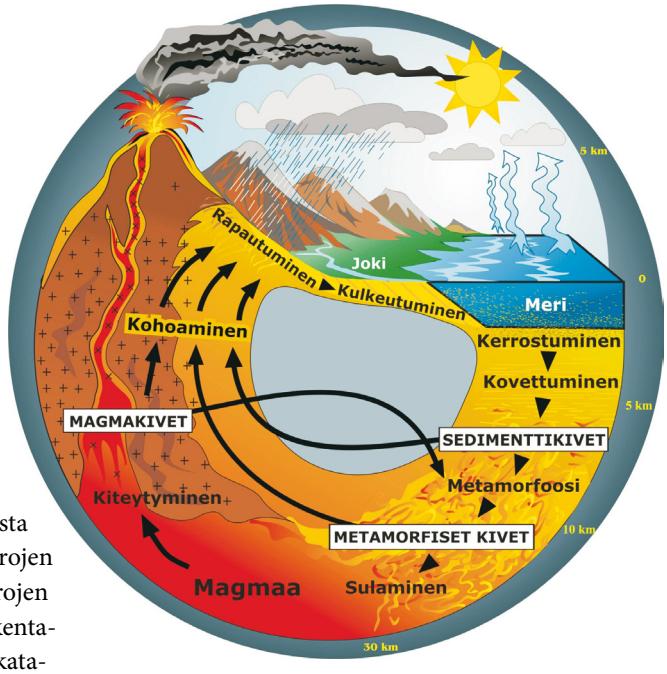
Opas perustuu osittain aiemmin julkaistuihin harrastajille tarkoitettuihin Geologian tutkimuskeskuksen kivioppaisiin (Lindberg Erik 1979; Karhunen Pentti 1994). Mukana on kuvaus eri mineraalien tunnistamisessa käytettävistä värjäysmenetelmistä. Retkeilijän kiviopasta voi hyödyntää koulujen luonnontieteen opetuksessa.

Oppaassa on luettelo geologiaa käsittelevästä kirjallisuudesta. Kattavampi luettelo Suomen geologiaa käsittelevistä kirjoista, artikkeleista, yliopistojen opinnäytteistä, raporteista ja oppaista löytyy Geologian tutkimuskeskuksen verkkosivuilta osoitteesta **www.gtk.fi**. Erityisen mielenkiintoisia voivat olla tiedot eri paikkakunnille kohdistuneista maankamaran tutkimuksista. Näistä on satoja moni-puolisia raportteja Geologian tutkimuskeskuksen päätearkistossa. Ne käsittelevät mm. malmi- ja teollisuusmineraalien etsintöjä ja maaperään, geokemiaan ja geofysiikkaan kohdistuvia kartoituksia. Suurin osa raporteista on julkisia, ja niitä on runsaasti saatavissa internetin välityksellä.

Aktiivinen kivien ja mineraalien keräily on nykyisin suosittu harrastus maassamme ja alan harrastajayhdistyksissä on tuhansia jäseniä. Eri puolilla Suomea järjestettävät kivi- ja mineraalimessut ovat erinomainen tapa tutustua paikallisiin kiviin ja erikoisiin mineraaleihin ympäri maailmaa. Tutkittuja ja tunnettuja mineraali- ja kivinäytteitä on nähtävänä yliopistojen geologian laitoksilla, Geologian tutkimuskeskuksen aluetoimistoissa sekä paikallisten museoiden luonnontieteellisillä osastoilla.

Espoossa 1.12.2006

PERUSKÄSITTEITÄ



Aineen suuri kiertokulku. Kuvan suunnittelu ja graafinen toteutus: Tapani Tervo, GTK

Geologia tutkii Maata ja sen koostumusta sekä geologisia muodostumia ja prosesseja. Geologista tietoa käytetään mm. mineraalisten luonnonvarojen kartoituksessa, malminetsinnässä, pohjavesivarojen arvioinnissa, ympäristön tilan seurannassa, rakentamisessa, yhdyskuntasuunnittelussa ja luonnonkatastrofien, kuten tulvien, maanjäristysten tai tulivuorenpurkausten, ennakoimisessa.

Geologisia muodostumia ovat erilaiset maisemaa muodostavat elementit, kuten moreeniselänteet, harjut, savikot ja turvesuot. Myös monet maanpinnan alle kätkeytyvät kallioperän rakenteet luetaan geologisiin muodostumiin. Yleisnimitys Maan pintaosalle on **maankamara**, joka koostuu kiinteästä **kallioperästä**, ja sen rapautumistuotteista, **maalajeista**. Kallioperä on Suomessa useimmiten **maaperän** eli erilaisten **maalajien** peitossa. Kallioperä puolestaan muodostuu **kivilajeista**. Kivilajit koostuvat yhdestä tai useammasta **mineraalista**. Maalajit ovat joko mineraali- ja kivilajisyntyisiä tai eloperäisiä. Edelliset koostuvat kivilajeista ja mineraaleista, jotka ovat irronneet kallioperästä fysikaalisten ja kemiallisten voimien seurauksena ja särkyneet lohkareiksi ja kiviksi tai jauhautuneet hiekaksi, hiesuksi tai saveksi. Eloperäiset maalajit, kuten turve, multa ja lieju, ovat kasvien tai eläinten jäännöksiä.

Mineraali on luonnossa esiintyvä kiteinen aine, jolla on luonteenomainen kemiallinen koostumus. Kivilajien yleisimpiä mineraaleja ovat kvartsi, maasälpä ja kiille. Myös pelkkä alkuaine voi muodostaa mineraalin, kuten kupari, hopea, kulta ja grafiitti. Maankuori koostuu kivilajeista, jotka puolestaan koostuvat mineraaleista.

Kivilaji koostuu yleensä useasta mineraalista, mutta myös yksi mineraali voi muodostaa kivilajin. Esimerkiksi graniitti koostuu maasälvästä, kvartsista ja kiilteestä, kun taas puhtaassa kalkkikivessä on vain kalkkisälpää (kalsiittia). Syntytapansa perusteella kivilajit jaotellaan **magmakivilajeihin** (sulasta kiviaineksesta kiteytymällä syntyneet kivilajit), **sedimenttikivilajeihin** (rapautumistuotteiden uudelleen kerrostumisen ja kovettumisen tuloksena syntyneet kivilajit) ja **metamorfisiin kivilajeihin** (kivilajit, joiden rakenne ja/tai mineraalikoostumus ovat muuttuneet maankuoren eri kehitysvaiheissa).

Esiintymää sanotaan **malmiksi**, jos se sisältää yhtä tai useampaa malmimineraalia niin paljon, että sitä kannattaa hyödyntää kaivostoiminnassa.

Malmimineraali on mineraali, jota käytetään metallien valmistamiseen. **Teollisuusmineraaleiksi** luetaan pääsääntöisesti muut mineraaliset luonnonvarat, joita käytetään teollisuudessa. Jalokivet ja korukivet ovat erityisen kauniita arvokiviä, joita voidaan hyödyntää korutuotannossa.

Mineraalit voidaan jakaa kiillon perusteella kahteen eri ryhmään: metallikiiltoisiin ja ei-metallikiiltoisiin.

MINERAALIEN TUNNISTAMINEN

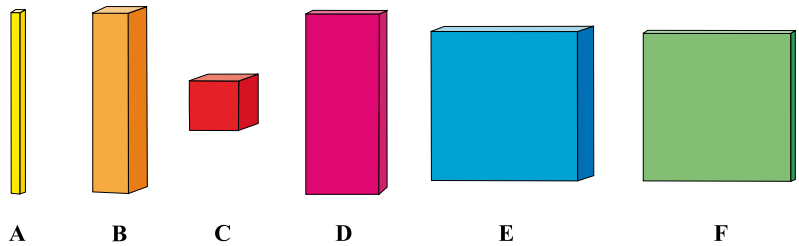
Mineraalin luotettava tunnistaminen edellyttää yleensä sen kiderakenteen ja kemiallisen koostumuksen määrittämistä, mikä vaatii laboratoriotutkimuksia. Alustava mineraalin tunnistaminen voidaan tehdä varsin luotettavasti mineraalin *fysikaalisten ominaisuuksien* perusteella. Niitä ovat:

- kidejärjestelmä ja kidemuoto
- mineraalin asu
- lohkeavuus
- kovuus
- väri ja viiru
- kiilto
- ominaispaino
- magneettisuus
- radioaktiivisuus ja
- fluoresenssi.

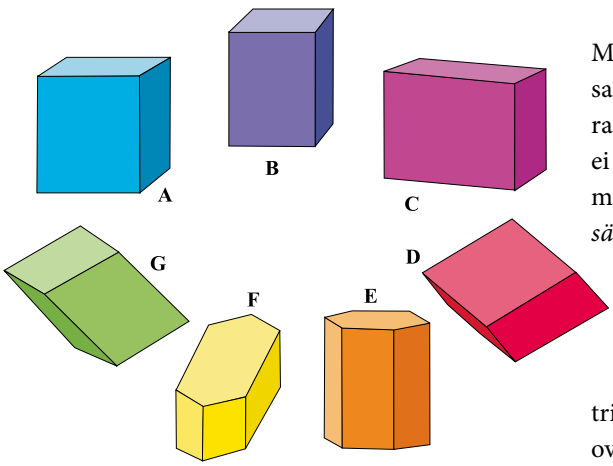
Kidejärjestelmät ja kidemuodot

Nykyisin tunnetaan noin 4 000 eri mineraalia. Niistä jokaisella on erilainen kiderakenne, joka riippuu mineraalin koostumuksesta ja kiteytymisolosuhteista. Kaikki tunnetut kiderakenteet voidaan jakaa *seitsemään kidejärjestelmään*.

Mineraalin kiderakenne määrää, millaiset kidepintamuodot ovat kullekin mineraalille mahdollisia. Kiteytymisolosuhteet määräävät, mitkä pintamuodot voivat kehittyä eli millainen kidemuoto mineraaleille niissä olosuhteissa muodostuu. Onteloihin kiteytyvät mineraalit voivat saavuttaa lähes täydellisen kidemuodon.



Erilaisia kidemuotoja: A neulamainen, B pylväsmäinen, C kuutiomainen, D sälöinen, E levymäinen ja F lamellimainen.



Mineraalien kidejärjestelmät: A kuutiollinen, B tetragoninen, C rombinen, D trigoninen, E heksagoninen, F monokliininen ja G trikliininen.

Mineraalin asu

Mineraalirakeen ulkonäkö eli *mineraalin asu* voi jossain määrin kuvastaa mineraalin kidemuotoa ja rakennetta, vaikka varsinaista omamuotoista kidettä ei kivessä esiintyisikään. Mineraalin asu voi olla esimerkiksi *neulamainen*, *pylväsmäinen*, *kuutiomainen*, *sälöinen*, *levymäinen* tai *lamellimainen*. Asultaan kuutiomaiset mineraalit saattavat kuulua kuutiollisiin mineraaleihin, pylväsmäiset voivat olla rombisia, trigonisia tai tetragonisia mineraaleja. Sälöiset mineraalit ovat usein monokliinisia tai trikliinisiä ja levymäiset tai suomumaiset mineraalit ovat tavallisesti kiillemineraaleja. Kuituiset mineraalit ovat erittäin ohuita neulasia tai putkia. Massamaiset tai multamaiset mineraalit ovat niin hienorakeisia, että rakeita ei voi nähdä paljain silmin.

Lohkeavuus

Iskettäessä mineraali, jolla ei ole lohkosuuntia, murtuu epäsäännöllisiin kappaleisiin tai kartiomaisin pinnoin, kuten lasi. Tähän ryhmään kuuluu mm. hyvin yleinen mineraali, kvartsi. Useimmat karkeakiteiset mineraalit särkyvät suoria pintoja, lohkopintoja, pitkin ja tällaisilla mineraaleilla lohkeavuus on tärkeä tunnistuskeino. Nämä mineraalit voidaan jakaa lohkeavuuden perusteella karkeasti kolmeen ryhmään:

- *epäselvä* tai *huono* lohkeavuus, kuten turmaliinilla, apatiitilla tai granaatilla
- *selvä* lohkeavuus, esim. kolumbiitilla
- *täydellinen* lohkeavuus yhdessä, kahdessa tai kolmessa suunnassa, esim. levymäisesti lohkeavat kiilteet, ja laatikkomaisesti lohkeavat maasälpä ja kalsiitti.

Kovuus

Mineraaleja tunnistettaessa käytetään apuna mineraalin naarmutuskovuutta ns. Mohsin asteikolla. Se on erityisesti ”pehmeillä” mineraaleilla (esim. karbonaatit, talkki, fluoriitti) tärkeä tunnistuskeino. Vuonna 1814 Fredrick Mohs valitsi 10 mineraalia kovuusasteikon standardimineraaleiksi. Niistä pehmein on nro 1, talkki ja kovin nro 10, timantti.

Mohsin asteikolla sarjassa ylempänä oleva mineraali naarmuttaa alempana olevaa, ja samankovuiset mineraalit naarmuttavat toisiaan. Kovuuden (K) määrityksessä voidaan käyttää apuna puukkoa tai teräspiikkiä (K=5½). Kynsi naarmuttaa hyvin kipsiä (K=2) ja talkkia (K=1). Kovuus kuvastaa mineraalin kiderakenteen lujuutta mekaanisessa rasituksessa: mitä lujempi sidos, sitä suurempi kovuus. Kovuus voi siten vaihdella mineraalin eri kidepinnoilla ja jopa tietyllä kidepinnalla eri suuntiin naarmutettaessa. Esim. kyaniitilla kovuus on sen levymäisellä kidepinnalla kiteen pituussuuntaan naarmutettaessa 5½, mutta poikkisuuntaan 6½.

Väri

Väri on pääsääntöisesti hyvä tuntomerkki monille mineraaleille, mutta siitä on paljon poikkeuksia. Sama mineraali voi nimittäin löytyä monen värisenä jopa samassa esiintymässä, ja vastaavasti eri mineraalit voivat olla miltei samanvärisiä. Mineraalin värin voi aiheuttaa kemiallinen koostumus, jokin vähäisessä määrin esiintyvä alkuaine, sulkeumina esiintyvä aines tai jokin optinen ilmiö. Monet malmimineraalit rapautuvat tai hapettuvat helposti, mutta rapautumispinnan alta löytyy ’terveen’ mineraalin väri.

Eräissä läpinäkyvissä mineraaleissa voi nähdä, miten mineraalin väri vaihtuu valon kulkiessa kiteen läpi eri suunnissa (*pleokroismi*). Vihreä turmaliini näyttää vaaleanvihreältä kiteen poikkisuun-

Mohsin kovuusasteikko

10. **timantti**	5. **apatiitti**
9. **korundi**	4. **fluorisälpä**
8. **topaasi**	3. **kalsiitti**
7. **kvartsi**	2. **kipsi**
6. **maasälpä**	1. **talkki**

Jari Väätäinen, GTK

Kyaniitin kovuuden määritys teräspiikillä.

nassa ja tummanvihreältä kiteen pituussuunnassa (kaksivärinen). Kordieriitti näyttää voimakkaan sinisenvioletilta kiteen pituussuunnassa ja vaaleanvioletilta kiteen poikkisuunnassa, mutta poikkisuunnassa löytyy myös kolmas väri, 90 asteen kulmassa vaaleanviolettiin väriin nähden, kellertävänruskea väri (kolmivärinen).

Jotkut mineraalit ovat värikkäitä heijastuvassa valossa (*iridisointi*). Tunnettuja esimerkkejä ovat spektroliitin ja nuummiitin heijastamat siniset, vihreät, keltaiset ja violetit värit, kuukiven sininen väri tai opaalin värileikki.

Viiru

Viirulla tarkoitetaan mineraalin jauheen väriä, ja se on oksidi- ja sulfidimineraaleilla tärkeä tunnistuskeino. Viiru saadaan esille naarmuttamalla näytettä puukolla tai teräspiikillä tai naarmuttamalla näytteellä lasittamattoman posliinin (esim. sulakkeen) pintaa. Malmimineraalit, sulfidit ja oksidit, antavat yleensä tumman tai voimakkaan värisen viirun, mutta muut mineraalit sen sijaan vaalean viirun. Silikaateilla, esim. turmaliini ja sarvivälke, viiru on yleensä harmaa tai vihreä, kun taas mustilla malmimineraaleilla viiru on musta (magnetiitti), ruskea (kromiitti, kassiteriitti, sinkkivälke) tai punainen (hematiitti).

Kiilto

Kiilto riippuu mineraalin pinnan heijastuskyvystä, eikä se ole kovin hyvä tunnistuskeino. Korkein kiilto, metallikiilto, on sellaisilla mineraaleilla, jotka eivät läpäise valoa ollenkaan, esimerkiksi kulta, vismutti, hematiitti tai rikkikiisu. Valoa läpäisevillä aineilla on epämetallinen kiilto, joka voidaan jakaa eri tyyppeihin:

- timanttikiilto, esim. timantti, rutiili, zirkoni
- lasikiilto, esim. topaasi, granaatti, kvartsi, fluorisälpä
- helmiäiskiilto, esim. kiilteet
- silkkiäiskiilto, esim. sillimaniitti, amfibolit
- kiilloton, matta, esim. kaoliniitti

Kiteen eri pinnoilla on usein erilainen kiilto, mikä riippuu suuresti esimerkiksi pinnan tasaisuudesta, mutta myös kiteen rakenteesta eli sidosvoimista ko. pinnalla.

Ominaispaino

Ominaispainolla tarkoitetaan kiven painoa jaettuna kiven tilavuudella (g/cm^3). Malmimineraaleja sisältävät kivet ovat usein painavampia kuin tavalliset kivet. Niille ominaispaino on tärkeä tunnistuskeino. Kvartsin ja maasälpien ominaispainot ovat noin 2,5-2,7, amfibolien ja pyrokseenien noin 3,0-3,5, mutta sulfidien ja oksidien tavallisesti 4-8. Hopean ominaispaino on noin 10 ja luonnon kullan ominaispaino vaihtelee 12-19 hopeapitoisuudesta riippuen. Eri platinametallien ominaispainot ovat palladiumista iridiumiin välillä 12-22.

Kiven ominaispainon voi itsekin määrittää punnitsemalla kivinäytteen ja määrittelemällä kiven tilavuuden.

$$\text{ominaispaino} = \frac{\text{kiven paino (kg)}}{\text{kiven tilavuus (litraa)}}$$

Kiven tilavuus saadaan mittaamalla kiven syrjäyttämän vesimäärän paino kiloissa, mikä on sama kuin kiven tilavuus litroissa.

Magneettisuus

Yleisistä mineraaleista vain magnetiitti on aina voimakkaasti magneettinen. Magneettisuus on tärkeä tunnistuskeino erotettaessa magnetiitti muista mustista malmimineraaleista. Magneettikiisu on usein magneettinen, mutta ei aina.

Radioaktiivisuus

Luonnossa tavatut uraani- ja toriumpitoiset mineraalit ovat radioaktiivisia. Radioaktiivista säteilyä ei voi nähdä eikä tuntea. Radioaktiivisuuden toteamiseen ja mittaamiseen sekä uraanin tai toriumin etsintään käytetään geigermittaria tai vastaavaa laitetta. Eräät sekundääriset uraaniyhdisteet ovat

kirkkaankeltaisia tai oranssin värisiä. Niiden sisällä saattaa olla jäljellä musta, pikimäinen rae alkuperäistä uraanipitoista mineraalia.

Fluoresenssi

Eräät mineraalit *fluoresoivat* mm. sinistä, punaista, vihreää ja keltaista väriä, kun niitä valaistaan ultraviolettivalolla (UV). Väri syntyy, jos mineraali sisältää epäpuhtautena aktivaattorialkuaineita (ns. siirtymäalkuaineita). Esim. yleisin volframimineraali scheeliitti fluoresoi voimakkaan sinistä valoa lyhytaaltoisella UV-valolla, muttei fluoresoi ollenkaan pitkäaaltoisella UV-valolla (katso scheeliitti). Kromipitoiset jalokivet kuten rubiini ja smaragdi fluoresoivat yleensä voimakkaan punaista valoa. Apatiitti saattaa fluoresoida keltaista, zirkoni oranssia ja kalsiitti punaista valoa lyhytaaltoisella UV-valolla. Malminetsinnän käyttöön on olemassa maastoon soveltuvia keveitä paristokäyttöisiä lyhytaaltoisia UV-lamppuja.

Muita mineraalien tunnistuskeinoja

Karbonaattimineraaleista voi puhtaan kalsiitin ja puhtaan dolomiitin tunnistaa liukoisuuskokeella. Kalsiitti liukenee sihisten laimeaan, huoneen lämpöiseen suolahappoon. Suurennuslasilla katsottaessa nähdään, että dolomiitista irtoaa hiljalleen kaasukuplia, varsinkin jos näytettä naarmutetaan esim. puukolla. Lämpimään suolahappoon dolomiitti liukenee voimakkaasti kuplien. Mineralogian käsikirjoissa on mainintoja myös muiden mineraalien happoliukoisuudesta.

Kalsiitti ja dolomiitti voidaan erottaa toisistaan myös *värjäyskokeella*. Sahattu kivilevy syövytetään ensin laimealla suolahapolla ja värjätään orgaanisella väriaineella. Kalsiitti värjäytyy punaiseksi, ja dolomiitti jää värittömäksi.

Kalimaasälpä ja plagioklaasi voidaan erottaa toisistaan myös *värjäyskokeella*, jolloin kalimaasälpä värjäytyy keltaiseksi ja plagioklaasi jää värjäytymättä tai värjäytyy vaaleankeltaiseksi. Kassiteriitti voidaan tunnistaa ns. *sinkkitestillä*.

Kiisunäytteen nikkelipitoisuus voidaan testata kohtalaisen luotettavasti orgaanisella värjäysaineella, *dimetylglyoksiimilla*, jota sirotellaan kostutetulle näytepinnalle. Nikkelipitoiset kohdat värjäytyvät muutamassa minuutissa voimakkaan punaisiksi.

Kookas timantti voidaan tunnistaa ns. *timanttitesterillä*, mikä perustuu timantin erinomaiseen lämmönjohtokykyyn.

Työvälineet

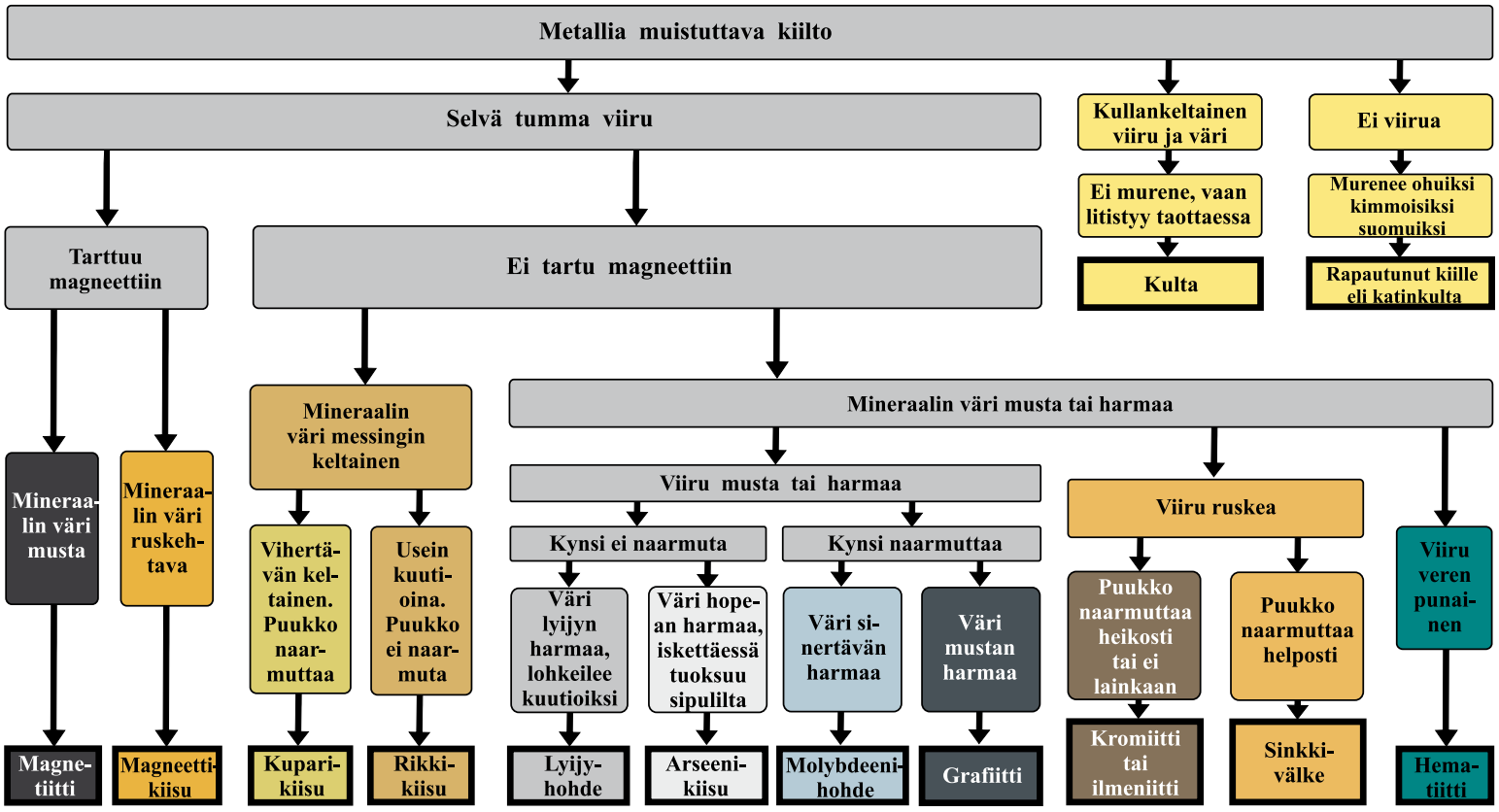
Mineraalien tunnistamiseen tarvitaan muutamia yksinkertaisia työvälineitä. Näitä ovat veitsi tai teräspiikki, kompassi, magneetti, vasara, luuppi tai suurennuslasi, lasittamatonta posliinia (sulake) ja muistiinpanovälineet. Kiviä hakattaessa on syytä käyttää hyviä suojalaseja. Laimea (10 %) suolahappo on kätevä apuneuvo kalsiittia tunnistettaessa. Muita kemikaaleja voi hankkia apteekista tarpeen mukaan.

Näytteisiin tulee merkitä lähettäjän nimi ja näytenumero. On muistettava, että oli löytö kuinka arvokas tahansa, se on arvoton, jos löytöpaikan tiedot puuttuvat. Ellei ole käytettävissä karttaa, johon voidaan merkitä otetun näytteen löytöpaikka, on tarkka löytöpaikka ja maastomerkit kirjoitettava muistiin. Nykyisin voidaan paikanmääritys tehdä vaivattomasti ja tarkasti satelliitteihin perustuvilla paikannusmenetelmillä (GPS tai vastaavat).

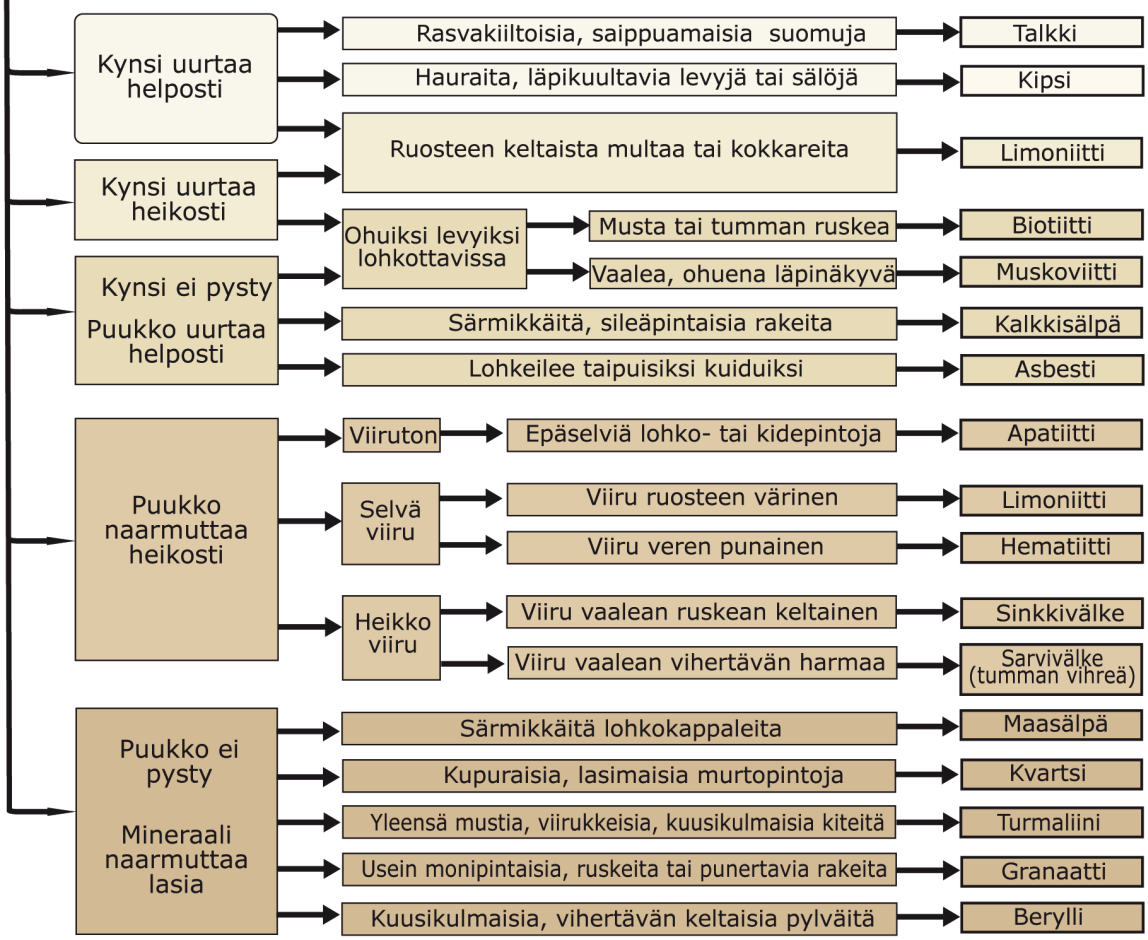
Jari Nenonen, GTK

Kiviharrastajan työvälineet.

METALLIKIILTOISTEN MINERAALIEN MÄÄRITYSKAAVIO



Metallikiillottomia mineraaleja



Mineraalien värjäysmenetelmiä

Värjäyksessä tarvittavia kemikaaleja voi ostaa joko apteekista tai laboratoriokemikaaleja myyvistä liikkeistä.

1. Ni-pitoisuuden osoittaminen sulfidinäytteestä

Malminäytteen nikkelipitoisuus voidaan testata kohtalaisen luotettavasti orgaanisella värjäysaineella, dimetylglyoksiimilla, jota sirotellaan kostutetulle kivipinnalle. Nikkelipitoiset kohdat värjäytyvät muutamassa minuutissa voimakkaan punaisiksi.

2. Maasälpien tunnistaminen värjäysmenetelmällä

Maasälpien värjäysmenetelmässä käsitellään erittäin syövyttävää happoa, fluorivetyhappoa. Värjäys tulee tehdä ulkona tai vetokaapissa. Siitä huolimatta värjäystä tehtäessä tulee varoa hengittämästä happohöyryä ja pitää ehdottomasti käyttää kumikäsineitä. Fluorivetyhappo syövyttää esim. lavuaarin lasitteen, mutta ei syövytä muoviastioita.

Kalimaasälvän värjäysmenetelmällä (Alviola, Reijo 1970. Kalimaasälvän tunnistaminen kenttäolosuhteissa värjäysmenetelmällä. Geologi-lehti 22, s. 130) voidaan erottaa toisistaan mm. kalimaasälpä, plagioklaasi (mutta albiitti vaatii erikoiskäsittelyä), kvartsi ja kordieriitti. Värjäys onnistuu paremmin tasaisella näytepinnalla, esim. sahatulla näytepalalla.

Tarvittavat kemikaalit ovat:

- väkevä fluorivetyhappo (40 %), jolla näyte syövytetään
- natrium-heksakobolttinitriitti, jolla näyte värjätään.

Värjäämisessä on kolme vaihetta:

Syövytys: näyte kostutetaan tasaisesti fluorivetyhapolla. Happo saa vaikuttaa noin yhden minuutin. Sen jälkeen näyte huuhdellaan vedellä.

Värjäys: näytteen päälle ripotellaan Na-Co-nitriittijauhetta. Jauhe kostutetaan vedellä siten, että koko värjättävä alue peittyy tasaisesti keltaisen 'vellin' alle. Värjäyskemikaali saa vaikuttaa noin yhden minuutin ajan.

Huuhtelu: näytettä huuhdellaan juoksevan veden alla, jolloin 'velli' lähtee pois ja kalipitoisiin rakeisiin sitoutunut väriaine jää jäljelle. Näytettä ei siis hangata, eikä muutenkaan kosketella ennen kuin se on kuivunut.

Kalimaasälpäväriäyksessä runsaasti kaliumia sisältävät silikaatit (mikrokliini, ortoklaasi, sanidiini, nefeliini, kalikiilteet, kalizeoliitit, milariitti jne.) värjäytyvät voimakkaan keltaisiksi. Vähän kaliumia sisältävät silikaatit, kuten plagioklaasi tai skapoliitti, värjäytyvät yleensä vaalean kellertäviksi. Kvartsirakeiden pinta muuttuu sameaksi ja kordieriittirakeet liukenevat mustalle kuopalle.

Kalimaasälvän lisäksi voidaan värjätä myös plagioklaasi. Värjäyskemikaalina käytetään natriumrodizonaattia. Albiitti ei värjäydy tässäkään menetelmässä, vaan albiitin värjäys vaatii yhden lisäkäsittelyvaiheen, ioninvaihdon bariumkloridilla. Tarkemmat plagioklaasin värjäykseen tarvittavat ohjeet löytyvät julkaisusta Bailey, Edgar Herbert ja Stevens, Rollin Elbert 1960. Selective staining of K-feldspar and plagioclase on rock slabs and thin sections. American Mineralogist 45:9-10, ss. 1020-1025.

3. Karbonaattimineraalien tunnistaminen

Liukoisuus kylmään, laimeaan suola-happoon jakaa karbonaattimineraalit kolmeen ryhmään:

- helppoliukoisia: kalsiitti, aragoniitti $CaCO_3$ ja witheriitti $BaCO_3$

- huonosti liukenevia: rodokrosiitti $MnCO_3$, ankeriitti $Ca(Fe,Mg,Mn)(CO_3)_2$, cerussiitti $PbCO_3$, smithsoniitti $ZnCO_3$ ja strontianiitti $SrCO_3$
- eivät liukene: dolomiitti $CaMg(CO_3)_2$, sideriitti $FeCO_3$ ja magnesiitti $MgCO_3$.

Tavalliset karbonaattimineraalit, kalsiitti ja dolomiitti, voidaan helposti tunnistaa värjäyskokeella. Usein riittää vain kalsiitin värjääminen, mutta tarvittaessa voidaan värjätä myös dolomiitti. Värjäys onnistuu parhaiten tasaisella (sahatulla) näytepinnalla.

Tarvittavat kemikaalit ovat:

- laimea suolahappo: 10 ml väkevää (37 %) suolahappoa sekoitetaan 100 ml:aan vettä
- 30 % NaOH-liuos: 30 g kiinteää NaOH:a sekoitetaan 100 ml:aan vettä
- laimea NaOH-liuos: 10 ml em. NaOH-liuosta sekoitetaan 20 ml:aan vettä
- värjäysliuos: 1 g Alizarin Red S värjäysainetta liuotetaan 1 000 ml:aan suolahappoliuosta, joka valmistetaan lisäämällä 20 ml em. laimeaa suolahappoa 980 ml:aan vettä. Värjäysliuos ei säily pitkään.

Värjäys tehdään kolmessa vaiheessa:

Syövytys: värjättävä näytepinta upotetaan 3 minuutin ajaksi laimeaan suolahappoon. Kaasunmuodostus on kalsiitilla voimakasta ja dolomiitilla hyvin heikkoa.

Värjäys: kalsiittivärjäyksessä näyte upotetaan 2-3 minuutin ajaksi kylmään värjäysliuokseen, jolloin kalsiitti värjäytyy punaiseksi ja dolomiitti jää värjäytymättä. Dolomiittivärjäyksessä näytettä keitetään 5 minuutin ajan liuoksessa, joka saadaan sekoittamalla em. värjäysliuosta ja 30 % NaOH-liuosta suhteessa 1:1. Dolomiitti värjäytyy sinipunaiseksi.

Pesu: värjäysliuos kaadetaan pois ja näyte huuhdellaan useita kertoja vedellä (kalsiitti) tai laimealla NaOH-liuoksella (dolomiitti).

Muidenkin karbonaattimineraalien tunnistaminen on mahdollista värjäämällä (Warne, S.St. J. 1962. A quick field or laboratory staining scheme for the differentiation of the major carbonate minerals. Journal of Sedimentary Petrology 32:1, ss. 20-38).

4. Kassiteriitin SnO_2 osoittaminen sinkkitestillä

Kassiteriittirae voidaan tunnistaa sinkkitestillä. Testi voidaan tehdä parilla hieman eri tavalla riippuen siitä, missä muodossa onnistuu hankkimaan metallista sinkkiä. Kumikäsineet ovat tarpeen käsiteltäessä väkevää suolahappoa.

Tarvittavat kemikaalit ovat:

- varsin väkevää suolahappoa (vettä ja väkevää happoa 1:1)
- metallinen sinkki (sinkkilevyä tai sinkkipulveria).

Jos käytettävissä on sinkkilevyä, tehdään levystä pieni astia. Tutkittavat kassiteriittirakeet laitetaan astiaan ja kaadetaan suolahappoa rakeiden päälle. Suolahappo hajottaa vettä, jolloin vapautuva vety reagoi kassiteriitin (SnO_2) kanssa. Vety pelkistää kassiteriitin pintaan metallista tinaa ja mustat kassiteriittirakeet muuttuvat metallinharmaiksi. Lopuksi huuhdellaan astia ja rakeet vedellä useita kertoja.

Jos käytettävissä on sinkkipulveria (tai sinkkilastuja) tehdään testi pienessä muovirasiassa. Rasian pohjalle pannaan kassiteriittirakeet ja niiden päälle tai viereen sinkkipulveria (tai lastuja). Astiaan kaadetaan suolahappoa, jolloin mustat kassiteriittirakeet muuttuvat metallinharmaiksi. Rakeet ja astia huuhdellaan vedellä useita kertoja.

Kokemus on osoittanut, että kassiteriittirakeet eivät aina pelkisty. Reaktio voi jäädä tapahtumatta, jos rakeiden pintaa peittää jokin kalvo tai rakeet ovat esim. limoniitin peittämiä.

MALMIMINERAALIT

Malmimineraalit voidaan käytännössä jakaa seuraaviin ryhmiin:

- metalleihin
- oksidimineraaleihin
- sulfidimineraaleihin
- muihin malmimineraaleihin.

Mineraalin nimen perässä on sen kemiallinen kaava.

Metallit

Kulta Au

Kullan väri vaihtelee hopeapitoisuuden mukaan kullankeltaisesta hopeanvalkoiseen. Kiilto on metallinen. Viirun väri on sama kuin mineraalin väri. Kulta on pehmeä ja sitkeä metalli, joka ei taottaessa tai raaputeltaessa murene kiisujen tapaan vaan litistyy erittäin ohuiksi levyiksi. Kovuus on 2½ -3. Puhtaan kullan ominaispaino on 19,3. Kultaa on yleensä vähän sulfidiesiintymissä. Arseenikiisu seuraa tavallisesti kultaa. Viime vuosina Suomesta on löydetty lukuisia kalliokultaesiintymiä. Lapista on huuhdottu jokisorasta kultaa yli 100 vuotta.

Hopea Ag

Hopea on väriltään hopeanvalkeaa, mutta luonnossa hopea muuttuu nopeasti harmaaksi tai mustaksi. Viiru on hopeanvalkea ja kiilto voimakkaan metallinen. Hopea on pehmeä ja sitkeä metalli, kovuus 2 ½ -3. Taottaessa hopea litistyy, kun taas sitä muistuttavat sulfidimineraalit särkyvät muruiksi. Ominaispaino on 10,5. Hopeaa on yhdessä sulfidimineraalien kanssa kuutioina tai oktaedreina, joskus levymäisenä tai ohuina lankoina.

Jari Väätäinen, GTK

Kultaa amfiboliitissa. Suurennos on 1,2-kertainen.

Kupari Cu

Kupari on väriltään aluksi vaaleanpunainen, mutta tummuu nopeasti ensin kuparinpunaiseksi ja sitten ruskeaksi. Viiru on väriltään loistavan vaaleanpunainen. Kupari on metallinkiiltoinen, pehmeä, taottava metalli, jonka kovuus on 2½ -3 ja ominaispaino 8,9. Sitä on luonnossa joskus oktaedrisina kiteinä, usein lankoina tai oksina. Metallista kuparia on löydetty Suomesta vähän mm. eräistä sulfidimalmeista.

Platina Pt

Metallinen platina on tummanharmaa tai teräksenharmaa mineraali, joka esiintyy pieninä kuutiomaisina, metallikiiltoisina kiteinä. Kiteet ovat sitkeitä ja taottavia. Platinan kovuus on 4-4½ ja ominaispaino mineraaleista korkein 21,4. Suurimmat Suomesta löytyneet platinakiteet ovat olleet 1-2 mm läpimitaltaan. Suomen mittavat platinaesiintymät ovat tummissa kerroksellisissa syväkivissä Pohjois-Suomessa. Muita platinaryhmän metalleja ovat *palladium* Pd, *iridium* Ir ja *osmium* Os.

Antimoni Sb

Metallinen antimoni on tinanvalkea, voimakkaan metallikiiltoinen ja hauras mineraali. Viiru on harmaa, kovuus 3-3½ ja ominaispaino 6,7. Antimoni sisältää aina 5-10 % arseenia. Metallinen antimoni on harvinainen, mutta sitä on poikkeuksellisen runsaasti Seinäjoen ja Nurmon antimonimineralisaatioissa Etelä-Pohjanmaalla. Tärkein esiintymä on Nurmon Kallionsalo. Antimonin ja arseenin yhdistettä kutsutaan *stibarseeniksi* (AsSb).

Vismutti Bi

Metallinen vismutti on väriltään hopeanvalkoinen. Se muuttuu hapettuessaan punertavaksi ja kirjavaksi. Muodoltaan vismutti on yleensä epämääräistä, joskus liuskettunutta. Viiru on hopeanharmaa, ja sen kovuus on 3-3½ ja ominaispaino 9,7-9,8. Metallista vismuttia on nikkeli- ja kobolttimalmien sekä kultamalmien yhteydessä ja sitä esiintyy usein arseenikiisun kanssa. Vismuttia tavataan myös tinamalmeissa ja pegmatiiteissa.

Sulfidimineraalit

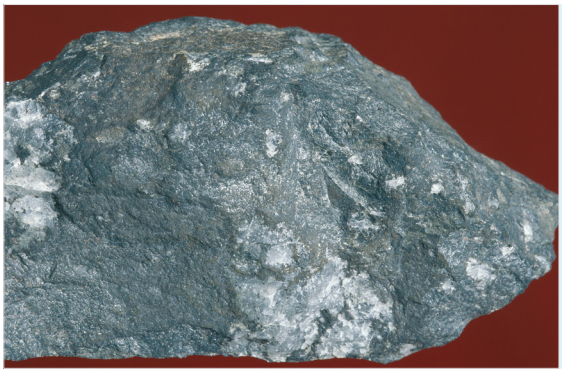
Sulfidit ovat metallien ja rikin yhdisteitä. Niistä jalostetaan muutamia tärkeimpiä ja arvokkaimpia metallejamme, kuten kuparia, nikkeliä, kobolttia, sinkkiä, lyijyä ja molybdeeniä.

Kuparihohde Cu_2S

Kuparihohde on väriltään lyijynharmaa. Sitä tavataan rakeisena tai hyvin hienorakeisena, tiiviinä massana. Viirun väri on sama kuin mineraalin väri. Sen ominaispaino on noin 5 ja kovuus 2½ -3. *Kuparihometta* on silmiinpistävän usein kuparihohteen seuralaisena.

Borniitti Cu_5FeS_4

Borniitin tuore murtopinta on väriltään punertavanruskea, mutta mineraalin pinta hapettuu ilman



Jari Väätäinen, GTK

Tummanharmaata kuparihohdetta Kalajoen Jouhinevalta.

Jari Väätäinen, GTK

Lyijyhohde on helppo tunnistaa kuutiollisesta lohkeavuudestaan.

vaikutuksesta hyvin nopeasti sinisen tai violetin kirjavaksi. Tämän johdosta borniittia kutsutaan myös *kirjavaksi kuparikiisuksi*. Viiru on harmaanmusta, kovuus 3 ja ominaispaino 5. Borniitin, kuten muidenkin kuparimineraalien, yhteydessä on usein sinivihreää kuparihometta.

Lyijyhohde PbS

Lyijyhohteen kiilto on metallinen ja väri siniharmaa. Sen viiru on musta. Veitsi naarmuttaa helposti lyijyhohdetta, jonka kovuus on vain 2½. Ominaispaino on 7,5 ja kiteet ovat kuutiollisia. Palaa irrotettaessa mineraali lohkeaa helposti portaittain ja irtoaa kuutioina. Lyijyhohdetta louhittiin Vaasan etelä-

puolella sijaitsevassa Korsnäsin lyijykaivoksessa ja sitä on saatu myös Pyhäsalmen ja Kiskon Orijärven sulfidikaivoksista. Lyijyhohteessa saattaa esiintyä hopeaa. *Altaiitti* PbTe on rakenteeltaan samanlainen kuin lyijyhohde, mutta altaiitin ominaispaino on 8,2 ja kovuus 3. Altaiitti on väriltään harmaanvalkoista, metallinkiiltävää. Sen lohkeavuus muistuttaa suuresti lyijyhohteen lohkeavuutta.

Sinkkivälke (Zn,Fe)S

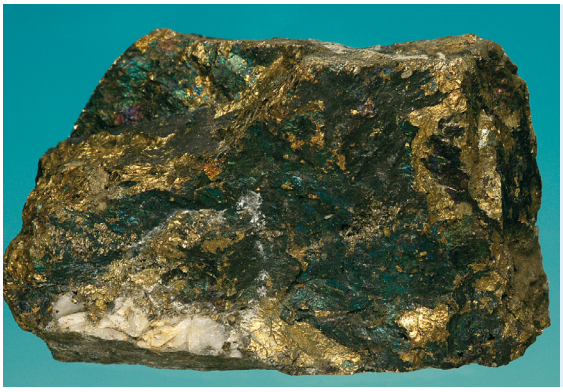
Sinkkivälke on usein vaikeasti tunnistettava mineraali. Sen väri saattaa vaihdella melkoisesti, keltaisesta tummanruskeaan tai mustaan. Tuoreen pinnan kiilto on voimakas, metallimainen, ja vanhan pinnan kiilto on hartsimainen. Viirun väri vaihtelee vaaleankeltaisesta ruskeaan, ja se on aina itse mineraalia vaaleampi. Sinkkivälkkeen kovuus on 3½ -4 ja ominaispaino 4. Sinkkivälkettä on usein sulfidimalmeissa yhdessä lyijyhohteen ja muiden sulfidimineraalien kanssa. Sitä on myös hydrotermisissä juo-nissa lyijyhohteen ja hopeamineraalien kanssa. Sinkkivälkettä on louhittu Suomessa mm. Orijärvellä, Vihannissa ja Pyhäsalmen kaivoksessa.

Kuparikiisu $CuFeS_2$

Kuparikiisu muistuttaa rikkikiisua, mutta sen väri vivahtaa vihreään. Se on myös pehmeämpää kuin rikkikiisu. Viiru on vihertävänmusta ja kiilto metallinen. Kovuus on 3½ -4 ja ominaispaino 4,1-4,3. Kuparikiisua on usein muiden sulfidimineraalien, kuten rikkikiisun, magneettikiisun ja sinkkivälkkeen, kanssa. Se sisältää noin 35 % kuparia, 30 % rautaa ja 35 % rikkiä. Outokummun malmio on ollut tärkein kupariesiintymä Suomessa, mutta Orijärven, Pyhäsalmen, Hammaslahden ja Virtasalmen kaivoksista saatiin kuparikiisua, kuten myös lähes kaikista 13:sta Suomessa toimineesta nikkelikaivoksesta. Tällä hetkellä kuparikiisua louhitaan Pyhäsalmen kaivoksesta.

Jari Väätäinen, GTK

Valo heijastuu sinkkivälkealueiden pinnoilta.



Jari Väätäinen, GTK

Vihertävänkeltaiset kuparikiisurakeet ovat malmikivessä usein massamaisina läiskinä.

Magneettikiisu $Fe_{1-x}S$

Magneettikiisu on rikkikiisun ohella yleisin Suomen kallioperässä tavattava kiisumineraali, eikä sillä ole sellaisenaan arvoa. Magneettikiisu on usein magneettista. Sen väri on metallikiiltoinen ja pronssinkeltainen. Se tummentuu ilman vaikutuksesta ja sen viiru on musta. Kovuus on 4 ja ominaispaino on 4,5. Magneettikiisun mineraalihilassa on usein vähän nikkeliä, kobolttia, kuparia ja seleeniä. Magneettikiisua on tummissa kivilajeissa olevissa kupari-nikkelimalmeissa ja platinaryhmän metallien malmeissa sekä yleisesti mustaliuskeissa niin sanotuissa rautasulfidiliuskeissa ja monissa arvokiisuja sisältävissä sulfidimalmeissa. Sitä on joskus käytetty rikkihapon ja seleenin tuotantoon.

Nikkeliini NiAs

Nikkeliini on väriltään vaalean kuparinpunainen ja metallinhohtoinen harvinainen mineraali, joka muistuttaa magneettikiisua. Nikkeliinin kovuus on 5-5½ ja ominaispaino 7, 8. Sen viiru on ruskeanmusta eikä se ole magneettinen. Nikkeliini muuttuu hapettuessaan nopeasti vihertäväksi. Nikkeliiniä on nikkeli-kuparimalmeissa sulfidien yhteydessä ja nikkeli-koboltti-arsenidijuonissa.

Milleriitti NiS

Milleriitti on metallinhohtoinen melko harvinainen mineraali, joka on väriltään vaaleanpronssinkeltainen. Sen viirun väri on vihreänmusta, kovuus 3-3½ ja ominaispaino 5,5. Se muistuttaa väriltään rikkikiisua, mutta se on kideasultaan, lohkeavuudeltaan ja kovuudeltaan erilainen. Milleriittiä on nikkeli-kuparimalmien nikkeliä runsaimmin sisältävissä osissa, usein pentlandiitin ja rikkikiisun kanssa.

Pentlandiitti $(Ni,Fe)_9S_8$

Pentlandiittia on usein magneettikiisun yhteydessä, mutta sitä on paljain silmin vaikea erottaa magneettikiisusta. Se on ruskehtavan pronssinkeltainen ja metallinhohtoinen mineraali. Viiru on vaalean pronssinruskea, ja sen kovuus on 3½ -4 ja ominaispaino 4,6-5,0. Pentlandiitti on tärkein nikkelimineraali ja se sisältää usein kobolttia. Pentlandiitin voi erottaa magneettikiisusta *dimetylglyoksiimitestillä*. Pentlandiinia on louhittu Suomessa 13 eri kaivoksessa. Tällä tietoa sitä louhitaan Hiturassa, Nivalassa.

Kovelliini CuS

Harvinainen kovelliini (kovelliitti) on väriltään indigonsininen tai mustansininen. Heijastuvassa valossa se on usein messinginkeltainen tai tummanpunainen. Kovelliinin kovuus on 1½ -1 ja ominaispaino 4,6-4,8. Kovelliinia on runsaasti kuparia sisältävissä juonissa sekä malmeissa ja se on usein kuparikiisun ja kuparihohteen muuttumistulos.

Rikkikiisu eli pyriitti FeS_2

Rikkikiisu, jota sanotaan myös pyriitiksi, on maankuoren tavallisin sulfidimineraali. Väri on metallin hohtava messinginkeltainen. Viiru on vihertävän- tai ruskeanmusta, kovuus 6-6½ (veitsi ei naarmuta) ja ominaispaino 5. Se on tavallisesti pieninä kuutioina tai oktaedreinä tai massamaisena muiden sulfidien yhteydessä massiivisissa sulfidimalmeissa ja hydrotermisissä sulfidijuonissa. Pyriittiesiintymiä louhitaan niiden sisältämien arvometallipitoisuuksien takia. Sitä käytetään Suomessa rikkihapon valmistukseen. Pyhäsalmen rikkikiisu on tärkeä raaka-aine Siilinjärven lannoitetehtaan prosessissa.

Jukka Lehtinen

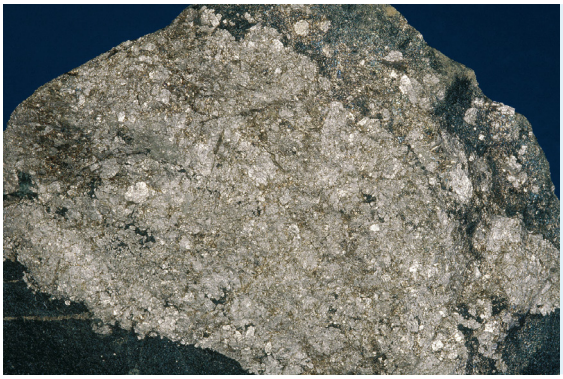
Sinisiä ja levymäisiä kovelliinikiteitä ja magneettikiisua. Kuvassa näkyvä alue on luonnossa noin 3 cm x 2 cm.

Jari Väätäinen, GTK

Rikkikiisu on asultaan rakeinen ja väriltään vaaleankeltainen. Se on huomattavasti kovempaa kuin kuparikiisu.

Kobolttihohde CoAsS

Kobolttihohde on väriltään punertavan hopeanvalkoinen ja metallinhohtoinen, viirun väri on harmaa tai musta, kovuus 5½ ja ominaispaino 6,3. Kobolttihohde on pehmeämpää ja punertavampaa kuin pyriitti. Kobolttihohdetta on nikkeli-kupari-platinamalmeissa ja mm. Haverin Viljakkalan kultaesiintymässä muiden arsenidimineraalien ohella.



Jari Väätäinen, GTK

Kobolttikohdetta Haverin kaivoksesta.

Arseenikiisu FeAsS

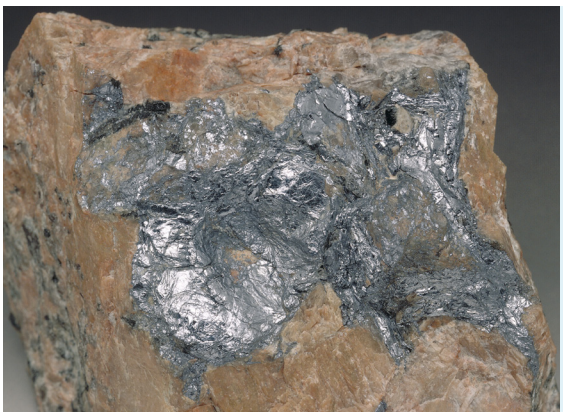
Arseenikiisu on tavallinen kultaesiintymien yhteydessä. Arseenikiisun väri vaihtelee metallinhohtavasta hopeanvalkeasta teräksenharmaaseen. Viiru on harmaanmusta ja kovuus 5½ -6. Veitsi pystyy juuri ja juuri naarmuttamaan arseenikiisua. Sen ominaispaino on noin 6. Arseenikiisukiteet ovat usein omamuotoisia prismoja. Arseenikiisu tuoksahtaa valkosipulille sitä vasaralla iskettäessä. Se sisältää joskus kultaa ja kobolttia, ja se on hyvin yleinen rikkikiisun ohella kultamalmeissa ja -juonissa.

Jukka Lehtinen

Arseenikiisu on hopeanvalkoinen sulfidimineraali.

Molybdeenihohde MoS_2

Molybdeenihohde on väriltään metallisen teräksensininen, sinisempi kuin himmeämmän harmaa grafiitti. Viiru on siniharmaa ja hiukan metallikiiltoinen. Tämä tavallisesti suomuina esiintyvä ja tahraava mineraali on erittäin pehmeä: kovuus on vain 1-1½. Sitä voi naarmuttaa kynnellä. Vaikka molybdeenihohde on varsin harvinainen, se on yleisin molybdeenimineraali, jota voi olla graniittisissa kivissä ja niitä leikkaavissa kvartsijuonissa. Ominaispaino on 4,6-4,7. Se rapautuu keltaiseksi *molybdeeniokraksi*. Molybdeenihohdetta on Suomessa louhittu Mätäsvaarasta Lieksasta.



Jari Väätäinen, GTK

Molybdeenihohdetta graniittipegmatiitissa.

Oksidiset malmimineraalit

Kromiitti $(Fe,Mg)Cr_2O_4$

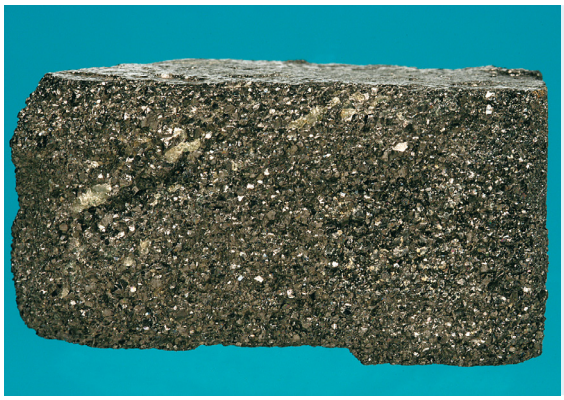
Kromiitti on kromin ainoa malmimineraali. Kromiittikiteet ovat metallisen kiiltäviä mustia tai ruskeanmustia, pienikokoisia oktaedreja. Viiru on ruskea, kovuus 5½ ja ominaispaino 4,5-4,9. Lohkosuuntia ei ole ja mineraali on hauras. Kromiitti muistuttaa magnetiittia, mutta se ei ole magneettista. Kromiittia on tummien syväkivien kerroksellisissa muodostumissa. Suomessa on louhittu kromimalmia vuodesta 1965 lähtien Keminmaalla. Vuosituotanto on noin 1,1 milj. tonnia kromiittimalmia, josta valmistetaan ferrokromia Tornion terästehtaan tarpeisiin.

Jari Väätäinen, GTK

Karkearakeista, kloriittipitoista kromimalmia. Raekoko on ½ mm. Keminmaa, Elijärvi.

Magnetiitti Fe_3O_4

Magnetiitti on väriltään metallinkiiltävä tai himeänmusta tai harmaanmusta ja nimensä mukaisesti magneettinen. Viiru on musta, kovuus 5½ -6 ja ominaispaino 4,8-5,2. Magnetiittikiteet ovat usein oktaedrin muotoisia, metallikiiltoisia tai miltei kiillottomia. Puhdas magnetiitti sisältää noin 72 % rautaa. Magnetiitti sisältää tavallisesti vähän vanadiinia ja titaania, enintään noin prosentin. Magnetiitti on yleinen mineraali gabrossa ja peridotiitissa. Joskus sitä tavataan myös graniiteissa ja liuskeissa. Suomen ensimmäinen kaivos oli Lohjan Ojamon rautakaivos (v. 1542-1863), jossa malmimineraali oli magnetiitti. Etelä-Suomen alueella oli 1800-luvulla toiminnassa useita, enimmäkseen pieniä, rautakaivoksia ja 1900-luvulla suurempia Pohjois-Suomessa. Lapissa toimi 1960-1970-luvuille useita magnetiittirautakaivoksia Kemijärvellä (Misi) ja Kolarissa. Viimeinen kaivos Kolarissa lopetti toimintansa 1980-luvun lopulla. Kiirunan rautamalmi Ruotsissa on magnetiittimalmia. Monet sedimenttisyntyiset ns. *rautamuodostumat* eli *raitaiset rautamalmit* ovat myös magnetiittia, kuten esimerkiksi Kostamus Itä-Karjalassa, Minnesotan rautamalmit USA:ssa ja Porkosen–Pahtavaaran rautamuodostumat Kittilässä.



Jari Väätäinen, GTK

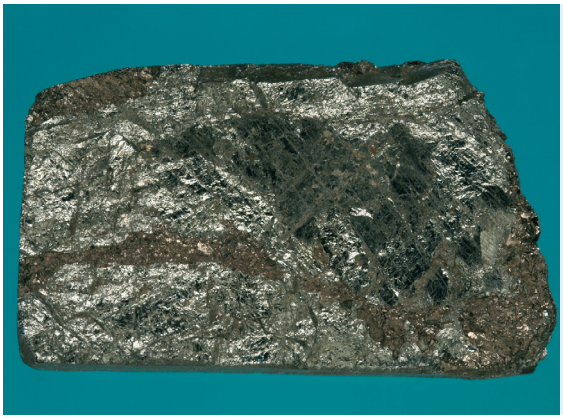
Rakeista magnetiittia, osittain omamuotoisina kiteinä. Ruotsi, Kiiruna.

Viljami Hyppönen, Siivikko, Kuhmo

Magnetiittiraitainen kvartsiitti.

Hematiitti -Fe_2O_3

Hematiittia on tavallisesti teräksenharmaina, metallinkiiltävinä ja levymäisinä kiteinä, jotka ovat viirukkeisia. Se on hauras ja lohkosuunnat puuttuvat. Viiru on syvänpunainen tai punaruskea. Kovuus on 5-6 ja ominaispaino 5,3. Hematiittia voi olla myös ohuina punaisina suomuina, jotka ovat läpikuultavia. Hematiitti sisältää 70 % rautaa. Se on erityisesti sedimenttisyntyisten rautamalmien päämineraali. Hienoksi jauhettu hematiitti tunnetaan maalien pigmenttimineraalina, ”*punamultana*”.


Jari Väätäinen, GTK

Karkeasuomuista hematiittia Ruotsin Kiirunasta.

Ilmeniitti $FeTiO_3$

Ilmeniitti on tärkein titaanimineraali. Ilmeniitti on musta, magnetiitin näköinen mineraali, jonka tuoreella pinnalla on metallinen kiilto. Tummien kivilajien ilmeniittirakeet ovat tavallisesti pyöreähköjä tai pitkänomaisia, mutta pegmatiitti- tai kvartsijuonien ilmeniitti on yleensä levymäistä. Lohkosuuntia ei ole, vaan murros on kartiomainen tai epätasainen. Kovuus on 5-6. Viiru on musta tai mustanruskea ja ominaispaino 4,7.

Ilmeniitti ei ole magneettinen, mutta siinä voi olla magnetiittia sulkeumina, jolloin koko rae on magneettinen. Ilmeniittimalmit, joissa ilmeniitti on puhtaina rakeina, liittyvät suuriin anortosiittisiin tai pienempiin tummien kivilajien muodostumiin, kuten Kälviän ilmeniittiesiintymät Keski-Pohjanmaalla. Suomessa ilmeniittiä on louhittu Vuolijoen Otanmäen titaani-rauta-vanadiinimalmista v. 1953-1985. Ilmeniitistä valmistetaan titaanivalkoista (TiO_2), jota käytetään pigmenttinä maaleissa, paperissa ja muoveissa.

Jari Väätäinen, GTK

Puhdasta, tasarakeista ilmeniittiä. Mäntyharju.

Rutiili TiO_2

Luonnossa esiintyy kolme mineraalia, joiden kaava on TiO_2, mutta kiderakenne on erilainen: rutiili, anataasi ja brookiitti. Rutiilikiteet ovat yleensä kassiteriitin kaltaisia lyhyitä prismoja, joiden kovuus on 6-6½. Väri on tavallisesti musta, punaruskea tai punainen ja kiilto timanttikiilto. Rutiilin viiru on vaaleanruskea tai kellertävä. Ominaispaino on noin 4,2, mutta voi pegmatiittien rutiileissa nousta niobi- ja/tai tantaalipitoisuuden takia jopa 5,6:een. Rutiilia tavataan liuskeissa, kvartsiiteissa ja graniittipegmatiiteissa, sekä erilaisissa syväkivissä hivenmineraalina tai muiden titaanimineraalien muuttumistuloksena. Rutiilia tuotetaan suuria määriä rantahiekoista Australiassa ja Etelä-Afrikassa.

Pyrolusiitti MnO_2

Pyrolusiitti on usein prismaattisina kiteinä tai massamaisina mustan- tai tummanteräksenharmaan värisinä kuituina. Pyrolusiitin kovuus on 6-6½ ja ominaispaino 2,8-4,4. Viiru on musta tai sinertävän musta. Pyrolusiitti ja manganiitti ovat päämineraa-

leja mangaanimalmeissa. Suomessa näitä mangaanimineraaleja on satunnaisesti tavattu Kuusa-mosta Rukatunturilta ja Mäntsälästä sekä Perämeren ja Suomenlahden mangaanikonkretioista.

Kassiteriitti SnO_2

Kiteet ovat usein lyhyitä ja salmiakkimaisia. Niiden väri vaihtelee keltaisesta punaruskeaan ja ruskeanmustaan. Viiru on valkea, harmahtava tai ruskehtava, kovuus 6-7 ja ominaispaino 7. Kidepinnoilla on voimakas metallin tai timantin kiilto, joka ajan mittaan hieman himmenee. Rakeet ovat särmiltään läpikuultavia ja punaruskeita. Suomessa kassiteriittia on tavattu graniittipegmatiiteissa tärkeimpänä malmiesiintymänä Pajuluoman tinapegmatiitti Nurmossa ja sitä on myös rapakiviin liittyvissä greisenjuonissa (kiillettä runsaasti sisältävä kvartsijuoni). Kassiteriitti voidaan määrittää luotettavasti sinkkitestillä.

Uraniniitti (pikivälke) UO_2

Uraniniittia tavataan kuutiollisina kiteinä tai munuaismaisina massoina tai kuorina. Väriltään se on mustaa tai ruskean- tai harmaanmustaa. Sen viiru on ruskeanmusta tai harmaa. Kiilto on rasvamainen, pikimäinen tai lähes metallinen. Kovuus on 5-6 (pikivälkkeellä 4) ja ominaispaino korkea: 6,5-10,95. Uraniniitin rapautumistuotteet ovat multamaisia ja voimakkaan värisiä: vihertäviä, keltaisia tai oransseja. Sekä uraniniitti, pikivälke että niiden rapautumistuotteet ovat voimakkaasti radioaktiivisia mineraaleja. Niitä tulee käsitellä tietyllä varovaisuudella, eikä niitä ole syytä varastoida kotiinsa! Uraniniitti on tärkeä uraanin malmimineraali. Uraaninetsinnässä säteilymittauksia tehdään lentokoneesta tai maanpinnalta esim. *geigermittarilla* tai *skintillometrilla*.

Goethiitti -$Fe^{3+}O(OH)$

Goethiitti (lue: götiitti) esiintyy prismamaisina kiteinä tai ohuina levyinä, onteloissa kuitumaisina tai neulamaisina prismoina ja yleisesti munuaismaisina massoina, jotka muodostuvat tiheistä kuitukimpuista, ja myös multamaisina massoina. Kiteet tai neulaset ovat mustanruskeita, massamaiset goethiitit ovat punertavan- tai kellertävänruskeita, ruskeankeltaisia tai keltaisia. Viirun väri on punertavan- tai ruskehtavankeltainen. Kiteet ovat metallikiiltoisia ja multamaiset muunnokset kiillottomia. Ohuet kuidut ovat läpikuultavia ja silkkikiiltoisia. Mineraali on hauras. Kovuus on 5-5 ja ominaispaino on asun mukaan 3,3-4,3.

Limoniitilla tarkoitetaan pehmeää, ruosteenruskeaa, punertavaa tai lähes mustaa huokoista ja multamaista rautasaostumaa. Sitä kutsutaan myös *suo- tai järvimalmiksi*. Viiru on vaihtelevan keltainen, kovuus 1-5 ja ominaispaino on noin 3-4. Limoniitin päämineraali on yleensä goethiitti, mutta siinä voi olla mukana muitakin raudan hydroksideja ja usein myös mangaania. Lisäksi multamainen massa imee itseensä vaihtelevan määrän vettä. Limoniitilla ei ole taloudellista merkitystä sen pienen rautasisällön vuoksi.

Jari Väätäinen, GTK

Limoniittia.

MUITA MALMIMINERAALEJA

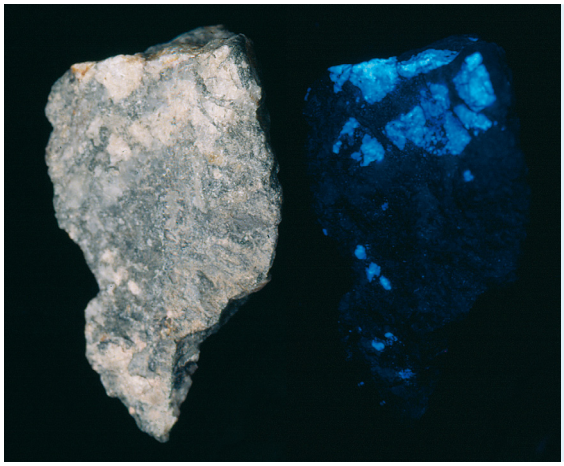
Telluridit ovat yleisiä Suomessa kultamalmien yhtey-dessä. Tällaisia ovat *hessiitti* Ag_2Te, *petziitti* Ag_3AuTe_2, *calaveriitti* $AuTe_2$, *krenneriitti* $AuTe_2$, *tellurovismutiitti* Bi_2Te_3, *hedleyiitti* Bi_7Te_3, *tsumoiitti* BiTe, *altaiitti* PbTe, *frohbergiitti* $FeTe_2$ ja *meloniitti* $NiTe_2$. Yhteisinä tuntomerkkeinä on kaikille tellurideille niiden pehmeys 1½-3 ja ominaispaino 7-10 .
Kivessä ne ovat väriltään kirkkaanmetallisen keltaisia tai valkoisia (calaveriitti, Bi-telluridit, tetradymiitti) tai himmeänhohtavan harmaita (petziitti, hessiitti). *Tetradymiittiä* Bi_2Te_2S on tavattu Suomessa runsaasti kultamalmista.

Scheeliitti $CaWO_4$

Scheeliittiä tavataan varsin yleisesti karsikivissä esimerkiksi Pohjanmaalla ja Hämeessä. Scheeliitti on tavallisesti väritön, valkea tai harmaa mineraali, jonka kiteet muistuttavat oktaedriä. Sen viiru on valkoinen, kovuus 4½ -5 ja ominaispaino korkea, 6. Kiilto on lasimainen tai korkea timanttikiilto. Ulkonäön puolesta scheeliittiä on vaikea erottaa kvartsista tai maasälvästä. Parhaiten scheeliitin voi tunnistaa UV-lampulla. Lyhytaaltoisella UV-valolla valaistaessa scheeliitti fluoresoi sinivalkeaa valoa. Molybdeenipitoinen scheeliitti fluoresoi kellertävänvalkeata valoa. Näytteen pinnassa ei saa olla jäkälää eikä sammalta, koska ne voivat aiheuttaa samankaltaisen fluoresenssin. Scheeliittiä on louhittu kuparin ohella Ylöjärven Parosen kaivoksesta.

Volframiitti, eli ferberiitti–hübneriitti -sarja $(Fe,Mn)WO_4$

Kiteet ovat pieniä prismoja tai levyjä. Väri vaihtelee mustasta tummanruskeaan, ja vastaavasti viiru on musta tai ruskeanmusta. Kiilto on miltei metallinen. Paras tuntomerkki on vähäinen kovuus, 4½ -5 ja korkea ominaispaino 7,1-7,5. Suomessa wolframiittia on tavattu graniittisiin kiviin liittyvistä kvartsijuonista ja rapakiviin liittyvistä greisenjuonista.


Jari Väätäinen, GTK

UV-valolla valaistaessa puhdas scheeliitti fluoresoi sinivalkeaa valoa. Kuvassa vasemmalla näyte päivänvalossa ja oikealla UV-valossa.

Jari Väätäinen, GTK

Volframiitti. Alahärmän Fleini. Kuva-alue 2,5 cm x 3 cm.

TEOLLISUUSMINERAALIT

Teollisuusmineraalia käytetään teollisuudessa sellaisenaan tai muokattuna mineraalin fysikaalisten tai kemiallisten ominaisuuksien takia. Teollisuusmineraalit ovat yleisiä ja tavallisia kivilajien päämineraaleja, kuten kvartsi, maasälpä, kalsiitti, talkki, apatiitti, muskoviitti, wollastoniitti jne., joilla on tiukat laatuvaatimukset. Teollisuusmineraalit kuvataan seuraavassa tuotannon määrän ja tärkeyden mukaisessa järjestyksessä.

Apatiitti $Ca_5(PO4)_3(F,OH)$

Apatiitti on yleisin luonnon fosforimineraaleista. Sitä on miltei kaikissa kivilajeissa, mutta yleensä hyvin vähän. Apatiittikiteet ovat väriltään vihertäviä, sinertäviä, ruskeita, punertavia tai valkeita ja muodoltaan heksagonisia. Vastaavasti viiru on väriltään hyvin vaalea tai valkea. Apatiitti on hauras, eikä siinä ole selviä lohkosuuntia. Kiilto on lasimainen, kovuus on 5 ja ominaispaino 3,1-3,3. Maailman apatiittiesiintymät ovat yleensä hienorakeisia sedimenttikiviä. Niiden lisäksi louhitaan myös syväkiviin liittyviä apatiittiesiintymiä.

Vuonna 1979 toimintansa aloittanut Siilinjärven kaivos on Suomen suurin kaivos. Vuosilouhinta on noin 9 milj. tonnia, josta tuotetaan noin 700 000 tonnia apatiittirikastetta fosforihapon ja fosforilannoitteiden raaka-aineeksi. Sivutuotteena saadaan noin 100 000 tonnia kalsiittirikastetta ja noin 10 000 tonnia kiillerikastetta. Fosforilannoitteiden valmistuksen sivutuotteena syntyy *kipsiä*, josta osa käytetään paperinvalmistuksessa. Fosforilannoitetehdas sijaitsee aivan apatiittiesiintymän vieressä.

Kalsiitti eli kalkkisälpä $CaCO_3$

Kalsiitti on yleisin luonnossa esiintyvä *karbonaattimineraali*. Raekoko vaihtelee massamaisesta ja kuituisesta aina parin metrin läpimittaisiin kiteisiin. Kiteiden asu vaihtelee suuresti romboedreistä heksagonisiin skalenoedreihin. Kalsiitti voi olla väriltään ruskea, punainen, sininen, vihreä, musta, valkea tai täysin väritön. Romboedrinen lohkeavuus on täydellinen. Kiilto on lasimainen. Kovuus on 3 ja ominaispaino 2,7. Kalsiitti liukenee helposti heikkoihinkin happoihin, kuten sitruunahappoon. Kylmä, laimea suolahappo reagoi voimakkaasti kuohuen kalsiitin pinnalla, mutta ei dolomiittirakeen pinnalla. Kalsiitti voidaan tunnistaa ja erottaa muista karbonaattimineraaleista värjäyskokeilla. Pääosa maapallon kalsiitista on syntynyt joko kalkkikuoristen eliöiden jäänteistä tai suoraan me-

Jari Väätäinen, GTK

Vaaleanvihreää apatiittia Siilinjärven karbonaatissa.

Jari Väätäinen, GTK

Valkeaa kalsiittimarmoria.

rivedestä saostumalla. Kalsiitti on kalkkikiven päämineraali. Kalsiittista kalkkikiveä käytetään raaka-aineena sementin ja poltetun kalkin valmistuksessa, kemian teollisuudessa ja terästeollisuudessa sekä maanparannusaineena. Kalsiittirikastetta käytetään täyteaineena maali-, kumi- ja paperiteollisuudessa ja parhaita laatuja myös paperin päällysteenä. Kiteistä kalkkikiveä sanotaan marmoriksi ja sitä käytetään rakennuskivenä ja muistomerkkien valmistamisessa. Suomessa on louhinnan kohteena seitsemän kalsiittista kalkkikiveä sisältävää esiintymää. Lisäksi Siilinjärven apatiittikaivoksesta saadaan sivutuotteena kalsiittista maatalouskalkkia.

Lohkokappale läpinäkyvää optista kalsiittia, ns. islanninsälpää, joka on voimakkaasti kahtaistaitteista.

Dolomiitti $CaMg(CO_3)_2$

Dolomiitti on kalsiitin näköinen karbonaattimineraali. Suomessa dolomiitti on tavallisesti harmaata tai kellertävää, harvoin valkoista ja yleensä hienorakeista. Omamuotoiset kiteet ovat yleensä yksinkertaisia romboedrejä, jotka ovat usein käyristyneitä. Kiilto on tavallisesti lasimainen. Viirun väri on valkea tai lähes valkea. Kovuus on hieman suurempi kuin kalsiitilla: 3½ -4. Ominaispaino on 2,8-3. Dolomiitti liukenee hitaasti kuplien laimeaan, noin 10 prosenttiseen suolahappoon, kun taas kalsiitti liukenee voimakkaasti kuohuen. Dolomiitti voidaan osoittaa myös *värjäyskokeella*. Orgaaninen yhdiste Alizarin Red S värjää kalsiitin voimakkaanpunaiseksi, mutta dolomiitti jää värjäytymättä. Dolomiittipitoista sedimenttiä syntyy eliöiden dolomiittipitoisista kuorista ja jäänteistä. Kalsiittiset sedimentit voivat muuttua maankuoressa liikkuvien liuosten vaikutuksesta dolomiittisiksi. Suomessa dolomiittia louhitaan yhdeksästä esiintymästä ja käytetään maanparannuskalkkina vuosittain noin 600 000 tonnia. Tervolassa louhitaan myös vähän dolomiittia rakennuskiveksi. Dolomiitin kiderakenteessa on yleensä useita prosentteja rautaoksidia (FeO). Parissa vuodessa raudan hapetusaste muuttuu, jolloin dolomiitin väri muuttuu kellertäväksi tai ruskehtavaksi.

Tyypillistä hienokiteistä dolomiittia.
Ylitornio, Kalkkimaa.

Magnesiitti $MgCO_3$

Magnesiitti on ulkonäöltään dolomiitin ja kalsiitin kaltainen, mutta omamuotoiset kiteet eivät ole tavallisia. Magnesiitti on usein massiivinen, hienorakeinen tai kuitumainen. Väri on valkea, harmaa, kellertävä tai ruskehtava. Kiilto on lasimainen, mutta massiivinen magnesiitti on kiilloton. Kovuus on 4-4½ ja ominaispaino noin 3. Magnesiitti liukenee huonosti kylmään, laimeaan suolahappoon, mutta kuohuen lämpimään, laimeaan suolahappoon. Magnesiitti ja muut karbonaatit voidaan erottaa

toisistaan *värjäyskokeilla*. Puhtaimmat magnesiitit ovat juonikiviä. Suomessa magnesiittia on lähinnä *talkkimalmissa* ja *vuolukivessä* eli *talkkimagnesiittikivessä*. Niiden magnesiitti sisältää runsaasti rautaa, 3-11 %, mikä on estänyt magnesiitin käytön tulenkestävien tiilien valmistamiseen.

Talkki $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$

Talkki on tavallisesti massamainen tai hienokiteinen ja juonissa karkeakiteinen kiillemineraali. Suomut ovat taipuisia, mutta eivät kimmoisia. Väriltään talkki on yleensä vaaleanvihreä tai valkea ja läpikuultava. Viiru on valkea ja kiilto helmiäismäinen. Talkki tuntuu sormissa liukkaalta tai rasvaiselta, sillä se on mineraaleista pehmein: kovuus on vain 1. Ominaispaino on 2,6-2,8. Suomi on Euroopan suurin talkin tuottaja. Suomessa on kolme talkkikaivosta, joiden tuotanto on lähes 500 000 tonnia talkkia vuodessa. Suomalaista talkkia käytetään lähinnä paperin täyteaineeksi (jopa 30 % eräiden erikoispaperien painosta on talkkia). Esiintymät ovat *vuolukiviä*, joissa on lähes puolet talkkia, saman verran *magnesiittia* ja vähän *kloriittia*. Ehjiä vuolukiviä louhitaan *rakennuskiveksi*.

Kvartsi SiO_2

Kvartsi kuuluu maankuoren yleisimpiin mineraaleihin. Se on luonnossa karkeakiteisenä, mikrokiteisenä ja amorfisena lukuisina erivärisinä muunnoksina, joilla on laajaa käyttöä korukivinä esim. *vuorikide*, *ametisti*, *savukvartsi*, *sitriini*, *ruusukvartsi*, *maitokvartsi*, *sinikvartsi*, *kalsedoni*, *akaatti*, *aventuriini*, *krysopraasi*, *jaspis*, *opaali*, *limsiö* jne. Vuorikide, savukvartsi ja ametisti esiintyvät omamuotoisina, kuusikulmaisina kiteinä kallioperän onteloissa. Kvartsilla ei ole lohkosuuntia, vaan siihen syntyy simpukkamainen murros. Kiilto on rasvakiilto, kovuus 7 ja ominaispaino 2,6. Kvartsi naarmuttaa lasia. Suomessa kvartsia louhitaan neljästä esiintymästä vuosittain yhteensä noin 160 000 tonnia. Suomessa tuotettua kvartsia käytetään lasi- ja keraamisen teollisuuden raaka-aineena ja valimohiekkana.

Jari Väätäinen, GTK

Levymäistä magnesiittia, Sotkamo Lahnaslampi.

Jari Väätäinen, GTK

Karkearakeista, vihertävää juonitalkkia. Sotkamo, Lahnaslampi.

Jari Väätäinen, GTK

Kvartsista irtoaa lyömällä teräväreunaisia, kaarevapintaisia murtokappaleita.

Kalimaasälpä $KAlSi_3O_8$

Kalimaasälpä kuuluu yhdessä plagioklaasimaasälpien kanssa maankuoren yleisimpiin mineraaleihin. Kalimaasälpä on kenttänimi kolmelle eri mineraalille: *sanidiini*, *ortoklaasi* ja *mikrokliini*. Sanidiini on pysyvä yli 500 asteen lämpötilassa, ortoklaasi 300-500 asteen lämpötilassa ja mikrokliini 300 asteen alapuolella. Suhteellisen alhaisen lämpötilan juonissa esiintyvä adulaari on ortoklaasia tai mikrokliiniä. Kalimaasälpiä ei pysty erottamaan toisistaan ilman polarisaatiomikroskoopilla ja/tai röntgendifraktiomenetelmällä tehtyä kiderakennetutkimusta. Kalimaasälvällä on täydellinen lohkeavuus kahdessa toisiaan vastaan melkein kohtisuoraan olevassa suunnassa. Sen väri voi olla valkea, harmaa, kellertävä, ruskea, punainen tai vihreä. Viiru on valkea tai hyvin vaalean värinen. Kiilto on tavallisesti lasimainen. Kovuus on 6-6½ ja ominaispaino noin 2,6. Hyvä tuntomerkki on *pertiittijuovat*, jotka näkyvät mineraalin lohkopinnoilla kapeina, mutkittelevina, linssimäisinä juovina. Kirjomaasälpä on kvartsin ja kalimaasälvän yhteenkasvettuma. Kalimaasälvästä tunnetaan muutamia korukivimuunnoksia, kuten *amatsoniitti*, *kuukivi* ja *ferriortoklaasi*. Suomessa louhitaan kalimaasälpää nykyisin vain Kemiön alueella pegmatiittisesta graniitista. Tuotanto on noin 35 000 tonnia vuodessa. Kalimaasälpä on lasi- ja keraamisen teollisuuden raaka-aine.

Jari Väätäinen, GTK

Kalimaasälvän lohkokappale, jonka yläpinnalla ja kyljessä näkyy vaaleita, palmikoivia pertiittijuovia.

Jari Väätäinen, GTK

Kaksoisviirukkeisuutta plagioklaasin lohkopinnalla.

Plagioklaasi $NaAlSi_3O_8$ albiitti, $CaAl_2Si_2O_8$ anortiitti

Plagioklaasi on kahden eri mineraalin, *albiitin* ja *anortiitin*, seossarja. Eri määrät albiittia ja anortiittia sisältävät seokset on nimetty seuraavasti: *albiitti*, *oligoklaasi*, *andesiini*, *labradoriitti*, *bytowniitti* ja *anortiitti*. Plagioklaasin koostumuksen määritys edellyttää joko taitekertoimen määritystä tai kemiallista analyysiä. Väriltään plagioklaasi on yleensä valkea, vaalean- tai tummanharmaa tai punertava. Viiru on väriltään valkoinen tai hyvin vaalea. Kiilto on yleensä lasimainen, kovuus 6-6 ½ ja ominaispaino 2,6-2,8. Plagioklaasilla on kalimaasälvän tavoin kaksi etevää lohkosuuntaa. Eräillä lohkopinnoilla saattaa olla havaittavissa *kaksoisviirukkeisuutta*, mikä helpottaa plagioklaasin tunnistamista. Plagioklaasista tunnetaan joitakin korukivimuunnoksia, kuten *aventuriinimaasälpä* ja *spektroliitti*. Albiittia käytetään lasi- ja keraamisen teollisuuden raaka-aineena.

Wollastoniitti $CaSiO_3$

Wollastoniitti on tavallinen silikaattipitoisten kalsiittikivien yhteydessä, mutta sitä on myös alkalikivissä. Se on yleensä väriltään valkea tai vaaleanharmaa, joskus vihertävä ja asultaan sälöinen tai

kuituinen mineraali. Kiilto on lasi-helmiäiskiilto, kuituisena silkkikiilto. Kovuus on 4½ -5, ja ominaispaino noin 2,9. Suomi on ollut merkittävä wollastoniitin tuottaja jo noin 50 vuoden ajan. Ihalaisten esiintymä Lappeenrannassa tuottaa lähes 20 000 tonnia wollastoniittia vuodessa. Kotimaista wollastoniittia käytetään keraamisen teollisuuden massojen ja lasitteiden valmistamiseen.

Kyaniitti Al_2SiO_5

Alumiinisilikaatteihin kuuluva kyaniitti on pienikiteinen tai karkearakeinen, väriltään sinertävä, harmaa tai vihertävä, sälöinen mineraali. Leveissä sälöissä on usein nähtävissä poikittainen viirukkeisuus. Kovuus vaihtelee eri kidepinnoilla: kovuus on 5 kiteen pituus- ja 6½ kiteen poikkisuunnassa. Viiru on valkea. Mineraali on läpikuultava tai läpinäkyvä. Kiilto on lasi- tai helmiäiskiilto. Ominaispaino on noin 3,6. Kyaniittia on korkean paineen ja kohtalaisen lämpötilan olosuhteissa syntyneissä metamorfisissa kivissä, kuten kiilleliuskeissa ja -gneisseissä sekä kvartsiiteissa ja kvartsi-kyaniittijuonissa. Suomessa louhitaan kyaniitti-andalusiittiesiintymää Kontiolahdella. Vuosituotanto on runsaat 10 000 tonnia. Kyaniittia käytetään tulenkestävien tiilien ja muiden korkeita lämpötiloja kestävien keraamisten tuotteiden valmistamiseen.

Sillimaniitti Al_2SiO_5

Sillimaniitti kuuluu samaan *alumiinisilikaattien* ryhmään kuin kyaniitti, mutta se kiteytyy alhaisemman paineen ja korkeamman lämpötilan olosuhteissa kuin kyaniitti. Asultaan sillimaniitti on enemmän kuitumainen kuin kyaniitti. Leveissä kuiduissa on nähtävissä pituussuuntaista viirukkeisuutta. Sillimaniitti on yleensä väriltään valkea tai harmaa, kellertävä, jopa vihertävä. Kiilto on lasimainen tai hienokuituisena silkkimäinen. Kovuus on 6½ -7½ . Ominaispaino, noin 3,2, on pienempi kuin kyaniitilla. Sillimaniittia tavataan kiilleliuskeissa ja gneisseissä yhdessä andalusiitin, kordieriitin ja joskus korundin kanssa. Sillimaniitti soveltuu myös tulenkestävien tuotteiden valmistamiseen.

Jari Väätäinen, GTK

Karkeasälöistä wollastoniittia.

Andalusiitti Al_2SiO_5

Andalusiitti on kolmas *alumiinisilikaatti*, jolla on täsmälleen sama koostumus kuin sillimaniitilla ja kyaniitilla. Andalusiitti kiteytyy alhaisen paineen ja kohtalaisen tai korkean lämpötilan olosuhteissa. Andalusiitti on väriltään yleensä hieman punertava, harmaa tai vihertävä mineraali. Se esiintyy usein poikkileikkaukseltaan lähes neliön muotoisina, pylväsmäisinä kiteinä. Kiilto on lasikiilto tai hieman pienempi. Kovuus on 6½ -7½ ja ominaispaino noin 3,1. Andalusiittia tavataan omamuotoisina kiteinä kiilleliuskeissa ja kvartsijuonissa. Andalusiittia käytetään kuten kyaniittia ja sillimaniittia korkeita lämpötiloja kestävien keraamisten tuotteiden raaka-aineena.

Jari Väätäinen, GTK

Noin sentin pituisia andalusiittikiteitä kiilleliuskeessa.

Topaasi $Al_2SiO_4(F, OH)_2$

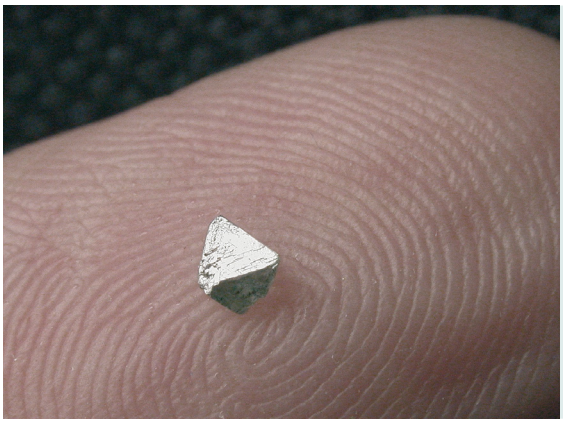
Topaasia näkee tavallisesti omamuotoisina kiteinä, jotka ovat värittömiä, keltaisia, sinisiä, ruskehtavia tai punaisia, mutta joskus myös harmaana, massamaisena. Topaasilla on täydellinen lohkeavuus yhdessä suunnassa. Kiilto on lasikiilto. Kovuus on 8 ja ominaispaino noin 3,5. Suomessa topaasia on mm. eräissä rapakivigraniiteissa, niiden onteloissa ja pegmatiiteissa sekä esim. Oriveden eräjärven pegmatiitista. Erivärisiä, läpinäkyviä topaasimuunnoksia käytetään jalokivinä.

Grafiitti C

Grafiitti esiintyy pieninä heksagonisina suomuina tai suomukasaumina ja massiivisena grafiittina. Grafiitin väri on mustanharmaa. Kiteillä on metallikiilto, mutta massiivinen grafiitti on multamainen. Grafiitin kovuus on 1-2. Sen pinta tuntuu rasvaiselta, ja se tahraa. Viiru on tummanharmaa. Grafiittisuomut ovat taipuisia, mutta eivät kimmoisia. Ominaispaino on 2,2. Grafiittia suuresti muistuttava *molybdeenihohde* on väriltään hieman sinertävä. Grafiitti on erittäin hyvä sähköjohde. Sitä on liuskeissa, gneisseissä ja syväkivissä. Suomessa on useita pieniä grafiittiesiintymiä, joita on joskus louhittu. Grafiittia käytetään teräs- ja valimoteollisuudessa, korkean paineen ja lämpötilan venttiilien tiivisteinä, elektrodeina, voiteluaineena ja jopa polttoaineena. Hyödyntämiskelpoisessa grafiittiesiintymässä tulee grafiittipitoisuuden olla yli 10 % ja suomukoon yli 0,1 mm. *Mustaliuskeiden* sisältämää hienojakoista grafiittia ei yleensä pystytä hyödyntämään.

Timantti C

Korkeassa paineessa ja lämpötilassa hiili kiteytyy timantiksi. Kiteet ovat tavallisesti oktaedreja, mutta timantilla on myös oktaedrinen lohkeavuus. Kiteiden väri vaihtelee värittömästä kellan, vihreän, sinisen, punaisen ja ruskean eri sävyihin. Timantti on mineraaleista kovin: kovuus on 10. Kiilto on korkea, timanttikiilto. Ominaispaino on 3,5. Timantilla on korkea taitekerroin, 2,4, mistä seuraa voimakas valontaittokyky. Noin neljännes kaikista löydetyistä timanteista kelpaa jalokivikäyttöön. Läpinäkymättömiä, väriltään tummia, jopa mustia tai muuten heikkolaatuisia timantteja käytetään teollisuustimantteina esimerkiksi kivisahojen tai syväkairauslaitteiden terissä. Hienojakoisia, teollisuustimanteista valmistettuja tahnoja käytetään timanttien ja muiden jalo- ja korukivien hiontaan. Viime vuosina on myös Suomesta löydetty useita timantteja sisältäviä *kimberliittipiippuja*.



Kari A. Kinnunen, GTK

Kaavin Lahtojoen kimberliitistä löytynyt lähes syöpymätön timanttioktaedri. Timantin läpimitta on 2,8 mm. Timantteja on noin 4 grammaa sadassa tonnissa.

Jari Väätäinen, GTK

Kiillegneissin katinkullaksi muuttunutta, voimakkaasti rapautunutta biotiittia.

Muskoviitti $KAl_2AlSi_3O_{10}(OH,F)_2$

Muskoviitti on väritön, kellertävä, ruskehtava, vihertävä tai punertava kiillemineraali. Kiillesuomut ovat ohuina taipuisia ja kimmoisia. Graniittipegmatiiteissa suomut voivat olla suuria, läpimitaltaan jopa yli metrin, mutta muskoviitti voi esiintyä myös hienosuomuisena tai massiivisena (serisiitti). Kovuus on kiillelevyn pinnalla 2 ½ ja kyljessä 4. Kiilto on helmiäiskiilto ja ominaispaino on noin 2,8. Monet pegmatiittilouhokset Suomessa ovat tuottaneet muskoviittia sivutuotteena. Aikaisemmin muskoviittia käytettiin sähköeristeenä. Nykyisin muskoviittia käytetään hienoksi jauhettuna täyteaineena lähinnä muoviteollisuudessa.

Biotiitti $K(Mg,Fe)_3AlSi_3O_{10}(OH,F)_2$

Biotiitti on kallioperässä yleisin kiillemineraali, joka on väriltään ruskea, vihreä tai musta. Viiru on väritön. Raekoko vaihtelee kivilajin raekoon mukaan suuresti. Biotiitin kiillesuomut ovat ohuina taipuisia sekä kimmoisia ja ohuina levyinä läpikuultavia. Kovuus on levyn pinnalla 2 ½ ja kyljessä 3. Ominaispaino vaihtelee rautapitoisuuden mukaan 2,8:sta 3,3:een. Kiilto on helmiäiskiilto ja mustalla biotiitilla on lähes metallinen kiilto. Biotiittia on erilaisissa syväkivissä, liuskeissa ja gneisseissä.

Kiillegneissin biotiitti muuttuu (esim. saunan kiukaassa) rapautuessaan kullankeltaiseksi, jolloin sitä sanotaan *katinkullaksi*.

Flogopiitti $KMg_3AlSi_3O_{10}(OH_2)$

Flogopiitti muistuttaa erehdyttävästi muskoviittia tai vaaleanruskeaa biotiittia. Kiteet ovat taipuisia ja kimmoisia. Kovuus on hieman pienempi kuin muskoviitilla ja biotiitilla: 2-2½ . Ominaispaino on 2,8. Flogopiitti on yleinen mineraali *ultramafisissa* kivissä, ja sitä on usein *metamorfisissa* karbonaattikivissä, erityisesti niiden kontaktissa. Flogopiitti kuuluu myös karbonatiittien mineraaleihin.

Vermikuliitti $(Mg,Fe,Al)_3(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2\ 4H_2O$

Vermikuliittia syntyy biotiitin tai flogopiitin rapautumistuloksena tai *hydrotermisen* muuttumisen tuloksena. Vermikuliitti voi olla väritön, kellertävä, vihreä tai ruskea. Kovuus on vain 1½ ja ominaispaino noin 2,3. Kuumennettaessa vermikuliittisuomu paisuu tilavuudeltaan huomattavasti, tavallisesti noin 10 kertaiseksi. Paisutettu vermikuliitti on suhteellisen hyvin tulenkestävä lämmöneriste ja pakkausmateriaali.

Jari Väätäinen, GTK

Kuumennettaessa vermikuliitti paisuu 10-20 kertaiseksi.

Kaoliniitti $Al_2Si_2O_5(OH)_4$

Tavallisesti kaoliniitti on valkeaa, kellertävää tai punertavaa savea, joka on märkänä helposti muovailtavissa. Kuivana ja kovana ominaispaino on 2,6. Kaoliniitin tunnistaa savimaisesta hajusta, jonka havaitsee parhaiten saveen henkäistäessä. Kaoliinia syntyy maasälpien ja muiden alumiinipitoisten silikaattien voimakkaassa rapautumisessa tai muuttuessa hydrotermisesti. Suomestakin tunnetaan monia runsaasti kaoliinia sisältäviä rapaumia, jotka ovat syntyneet jopa satoja miljoonia vuosia sitten. Tärkeimmät esiintymät sijaitsevat Virtasalmella. Kaoliini on tärkein paperissa käytettävä mineraaliaines, jota käytetään Suomessakin yli 1 milj. tonnia vuodessa.

Berylli $Be_3Al_2Si_6O_{18}$

Berylli on graniittipegmatiittien yleisin ns. harvinainen mineraali. Se esiintyy miltei poikkeuksetta omamuotoisina, päätyleikkaukseltaan kuusikulmaisina pylväsmäisinä kiteinä, joiden läpimitta vaihtelee millimetristä metriin. Beryllin väri on tavallisesti kellertävänvihreä, toisinaan vihertävä, valkea tai punertava. Kovuus on 7½ -8 ja ominaispaino 2,6-2,9. Lohkosuuntia ei ole, ja kiilto on lasikiilto. Suomessa on satoja beryllipitoisia pegmatiitteja. Berylliä on tuotettu useasta esiintymästä kvartsin tai maasälvän tuotannon ohella. Beryllillä on useita erivärisiä jalokivimuunnoksia, kuten *smaragdi*, *akvamariini* ja *morganiitti*. Luumäen rapakivipegmatiitista on tuotettu jalokiviluokan beryllejä: kellertävää *heliodoria* ja sinistä *akvamariinia*.

Spodumeeni $LiAlSi_2O_6$

Spodumeeni on litteinä prismoina esiintyvä pyrokseeniryhmän mineraali, joka on usein pituussuunnassa viirukkeinen. Väri vaihtelee harmaanvalkeasta kellertävään, vihertävään ja punertavaan. Spodumeenilla on yksi täydellinen ja kaksi heikkoa lohkosuuntaa. Kovuus on 6½ -7½ ja ominaispaino noin 3,1. Kiilto on lasikiilto. Spodumeeni esiintyy graniittipegmatiiteissa senttimetrien, joskus metrienkin pituisina kiteinä. Suomessa spodumeenipitoisia pegmatiitteja tunnetaan noin 30 juonta eri puolilla maata. Tärkeimmät esiintymät ovat Kruunupyyn –Ullavan alueella. Spodumeenia käytetään keraamisen ja lasiteollisuuden raaka-aineena sekä litiumsuolojen valmistamiseen. Läpinäkyviä (vihreitä ja violetteja) muunnoksia käytetään jalokivinä.

Granaatti $A_3B_2(SiO_4)_3$, jossa $A=Ca,Fe^{2+},Mg,Mn$ ja $B=Al,Fe^{3+},Ti$

Ryhmään kuuluu nykyisin 15 jäsentä, joiden väri vaihtelee suuresti. Suomesta on tavattu 6 granaattiryhmän mineraalia. Granaatti on tavallisesti omamuotoisia kiteinä sekä liuskeissa että graniittisissa kivissä ja karsikivissä joskus massamaisena. Granaatin väri on yleensä punainen (*almandiini* ja *pyrooppi*), mutta se voi olla myös valkea tai vihreä

Jari Väätäinen, GTK

Almandiinigranaatti. Kalvola, Nappikallio.

Jari Väätäinen, GTK

Musta turmaliini on yleinen mineraali karkearakeisissa graniiteissa (pegmatiiteissa).

Jari Väätäinen, GTK

Jaloberyllikiteitä pegmatiitin kideonkalossa, Luumäki Kännätsalo.

(*grossulaari*), keltainen tai punaruskea (*spessartiini*), musta (*schorlomiitti*) tai tummanvihreä (*uvaroviitti*). Granaattirikkaita liuskeita voidaan louhia hiontamateriaalin, kuten hiekkapaperin hiekan tai puhallushiekan, valmistamista varten. Kalvolan Nappikallion granaattia on joskus louhittu tällaiseen tarkoitukseen. Läpinäkyviä granaatteja käytetään jalokivinä.

Turmaliiniryhmä
$NaFe_3Al_6(BO_3)_3Si_6O_{18}(OH)_4$

Turmaliiniryhmään kuuluu 13 jäsentä, joista yleisin on musta turmaliini eli *schörl*. Turmaliinikiteet ovat yleensä pitkiä, kuusikulmaisia prismoja, jotka ovat pituussuuntaan viirukkeisia. Lohkeavuus on heikosti kehittynyt. Kovuus on 7, kiilto rasvakiilto ja ominaispaino vaihtelee koostumuksen mukaan 3,0:sta 3,3:een. Väri vaihtelee suuresti turmaliiniryhmän mineraaleilla, jopa samassakin kiteessä. Mustat turmaliinit (*schörl* ja *draviitti*) ovat yleisiä kiilleliuskeissa, graniiteissa ja graniittipegmatiiteissa. Litium-pegmatiiteissa ovat tavallisia myös värilliset (siniset, vihreät, punaiset, keltaiset ja värittömät) turmaliinit, jotka ovat tavallisesti *elbaiittia*, joskus *liddicoa-tiittia*. Metamorfoituneissa kalkkikivissä esiintyvä musta tai ruskea turmaliini on *uviittia*. Kauniinvärisiä turmaliineja käytetään jalokivinä. Sellaisia on löydetty mm. Kuortaneen Kaatialan ja Peräseinä-joen Haapaluoman pegmatiiteista.

Asbesti
(kaupallinen ja lainopillinen käsite)

Hyvin monet mineraalit voivat joskus esiintyä kuitumaisina muunnoksina. Jo tuhansia vuosia sitten ihminen huomasi, että eräiden runsaasti magnesiumia (Mg) ja/tai rautaa (Fe) sisältävien silikaattien taipuisat, hienokuituiset muunnokset olivat tulenkestäviä sekä kulutusta ja happoja kestäviä. Muinaiset kreikkalaiset antoivat kuiduille nimen ‘asbesti’ eli ‘palamattomat’. Kansainvälisessä kaupassa kutsutaan *riebeckiitin*, *antofylliitin*, *aktinoliitin*, *tremoliitin* ja *serpentiinin* hienokuituisia muotoja asbestiksi.

Asbesti on valkeaa tai vaaleanvihreää, silkin kiiltoista, pehmeää ja taipuisaa, jopa kudottavissa olevaa kuitua. Asbestilla on ollut noin 3 000 eri käyttöalaa mm. ulkokattolevyjen, kerrostalojen lämpöputkien eristysmassojen, autojen jarruhihnojen ym. valmistuksessa. Suomessa on louhittu antofylliittiasbestia Tuusniemen Paakkilassa ja Outokummun Maljasalmella. Kaivostoiminta päättyi 1970-luvun alkupuolella.

Jari Väätäinen, GTK

Tuusniemen Paakkilan antofylliittiasbestia.

Alkuaineiden kemiallisia merkkejä

Alkuaine	Merkki	Alkuaine	Merkki
Alumiini	Al	Molybdeeni	Mo
Antimoni	Sb	Natrium	Na
Argon	Ar	Neon	Ne
Arseeni	As	Nikkeli	Ni
Barium	Ba	Niobi	Nb
Beryllium	Be	Palladium	Pd
Boori	B	Pii	Si
Bromi	Br	Platina	Pt
Cesium	Cs	Plutonium	Pu
Elohopea	Hg	Radium	Ra
Fluori	F	Radon	Rn
Fosfori	P	Rauta	Fe
Happi	O	Rikki	S
Helium	He	Seleeni	Se
Hiili	C	Sinkki	Zn
Hopea	Ag	Strontium	Sr
Jodi	I	Tallium	Tl
Kadmium	Cd	Tantaali	Ta
Kalium	K	Telluuri	Te
Kalsium	Ca	Tina	Sn
Kloori	Cl	Titaani	Ti
Koboltti	Co	Torium	Th
Kromi	Cr	Typpi	N
Kulta	Au	Uraani	U
Kupari	Cu	Vanadiini	V
Litium	Li	Vety	H
Lyijy	Pb	Vismutti	Bi
Magnesium	Mg	Volframi	W
Mangaani	Mn	Zirkonium	Zr

Valtioneuvosto on tehnyt useita asbestia koskevia päätöksiä, joista tärkeimpiä ovat päätökset 852/1992, 1072/1993, 1133/1993 ja 1380/1994. Viimeksi mainitussa päätöksessä, joka korvaa päätöksen 886/1987, todetaan, että asbestilla tarkoitetaan kuitumaisia silikaattimineraaleja aktinoliitti, amosiitti, antofylliitti, krysotiili, krokidoliitti ja tremoliitti. Tiettyihin varotoimiin tulee ryhtyä, jos työpaikan ilman asbestipitoisuus ylittää 0,1 kuitua cm^3:ssä ilmaa (8 tunnin keskiarvo). Hengitysilman asbestipitoisuus ei saa ylittää raja-arvoa 0,3 kuitua cm^3:ssä ilmaa. Jos raja-arvo, 0,3 kuitua cm^3:ssä ilmaa ylittyy, on heti käynnistettävä toimenpiteet asbestipitoisuuden pienentämiseksi. Tässä työssä on käytettävä hengityssuojaimia ja suojavarustuksia. Valtioneuvoston päätöksellä 1133/1993 kiellettiin asbestin tai asbestipitoisen tuotteen valmistus ja maahantuonti sekä myyminen ja käyttöönotto. Ainoana poikkeuksena ovat eräät krysotiiliasbestia sisältävät tuotteet, joiden käytöstä luopumiselle on annettu siirtymäaikaa.

Olli Breilin, GTK

Unescon maailmanperintökomitea hyväksyi 2006 Merenkurkun saariston maailman perintöluetteloon. Päätös tehtiin geologisten kriteerien perusteella.

Teollisuus-mineraali	Kiviharrastajaa kiinnostavan näytteen ominaisuuksia	Louhintakelpoisen esiintymän vähimmäispitoisuus	Esiintymän koko
andalusiitti, sillimaniitti tai kyaniitti	puhtaita, omamuotoisia, vaaleita kiteitä	10 % asianomaista mineraalia	miljoonia tonneja
apatiitti		10%	miljoonia tonneja
asbesti	asbestikuidut aiheuttavat keuhkosairauksia	louhinta ja myynti kielletty EU:n alueella	
berylli	suuria kiteitä (rikastus käsin poimimalla)	sivutuote pegmatiittilouhoksessa	satoja kiloja berylliä
dolomiitti		dolomiittia ja kalsiittia yhteensä 70 %	miljoonia tonneja
grafiitti	ehjää suomua, läpimitta yli 0,1 mm; ei kiisuja	10 %	miljoonia tonneja
granaatti	kiteitä liuskeessa tai puhdasta ja massiivista	20 %	miljoonia tonneja
ilmeniitti	ilmeniittiä omina rakeina	20 %	10 miljoonia tonneja
kalimaasälpä	karkearakeista palasälpää tai kirjomaasälpää	50 % tai puhtaita, rikkaita vyöhykkeitä	miljoonia tonneja
kalsiitti	vaalean värinen	70 %	miljoonia tonneja
kaoliini	vaaleat laadut ovat arvokkaampia	15 %	miljoonia tonneja
kiille	katso muskoviitti ja vermikuliitti		
kvartsi	puhdas ja väritön	noin 100 %	100 000 tonnia
maasälpä	katso kalimaasälpä ja plagioklaasi		
magnesiitti	vaalea; juonina tai vuolukiven pääminerаalina	50 %	miljoonia tonneja
muskoviitti	vaalea kiille, ei muita kiteitä sen yhteydessä	sivutuote maasälvän tuotannon yhteydessä	tuhansia tonneja
plagioklaasi	vaalea maasälpärikas kivi	50 %	miljoonia tonneja
rikkikiisu	yksin tai muiden malmimineraalien yhteydessä	35 %	miljoonia tonneja
spodumeeni	valkeita, vihertäviä tai punertavia sälöjä	15-20 %	miljoonia tonneja
talkki	vuolukivessä tai liuskeessa	40 %	miljoonia tonneja
vermikuliitti	liekissä paisuva, ruskehtava tai metallimainen kiillemineraali	20 %	satoja tuhansia tonneja
wollastoniitti	valkeita sälöjä karsi- tai kalkkikivessä	20 %	satoja tuhansia tonneja

Taulukkoon on koottu kiviharrastajalle ohjeeksi tietoa, joiden avulla voi maastossa yrittää arvioida teollisuusmineraalinäytteen laatua ja arvoa malminetsinnän kannalta. Esiintymän pitoisuutta ja kokoa koskevat tiedot ovat vain suuntaa antavia. Tuotteen laatu riippuu teollisuusmineraalin sulkeumista ja isäntäkivestä tulevista epäpuhtauksista. Eräitä mineraaleja voidaan louhia myös pienessä mittakaavassa, jolloin louhintakelpoisen esiintymän koko voi olla huomattavasti pienempi kuin oheisessa taulukossa on mainittu.

JALOKIVET JA KORUKIVET

Jalokivet ja korukivet ovat yksinkertaisesti määriteltynä korukäyttöön soveltuvia mineraaleja ja kivilajeja. Jalokivet ovat yleensä kvartsia kovempia, erityisen kauniita ja arvokkaita, todellisia mineraalimaailman valioyksilöitä. Vähemmän arvokkaat korukivet ovat tavanomaisten mineraalien tai kivilajien muunnoksia, jotka kuitenkin ovat tarpeeksi kestäviä ja kauniita soveltuakseen korutuotantoon. Kaupallisesti jalokivet punnitaan karaatteina (1 karaatti on 0,2 grammaa) ja korukivet ja -kivilajit grammoina tai jopa kilogrammoina, mikä hyvin kuvastaa niiden välistä arvoeroa.

Korukäyttöön soveltuu periaatteessa mikä tahansa kaunis mineraali tai kivilaji. Hiontakelpoisen kiven löytäminen on helppoa, mutta tarkempi tunnistaminen vaatii yleensä laboratoriotutkimuksia. Maastossa kiven hiontakelpoisuuden voi tarkistaa kastelemalla. Käyttökelpoinen kivi on märkänä väriltään ja kuvioinniltaan kaunista. Se ei pidätä vettä, eli se on riittävän tiivistä. Kivi, jota veitsenkärki naarmuttaa, voi olla liian pehmeää jatkuvaan korukäyttöön.

Maastamme tunnetaan satakunta korukiviesiintymää. Ylämaan spektroliittiesiintymiä lukuun ottamatta löydökset ovat olleet varsin pieniä. Arvokkaita jalokiviä on tavattu vain harvoista paikoista. Etsintöjä kannattaakin suunnata alueille, joista kalliota on hiljattain louhittu. Irtokiviä silmäilemällä saa kuvan alueen mahdollisista arvokivityypeistä, sillä sorakuoppiin ja rannoille on kulkeutunut kiviä kilometrien matkalta.

Suomen pienehköjen esiintymien etsintään ei ole ollut järkevää käyttää raskasta malminetsintäkoneistoa. Timantinetsintää lukuun ottamatta se on jäänyt etupäässä alan harrastajille. Lainsäädäntö asettaa korukivienetsijälle eräitä rajoituksia. Malminetsintään rinnastettava näytteenotto on luvallista, mutta hyötymistarkoituksessa vain maanomistajan suostumuksella!

Maamme kallioperän rapautunut aines on kulkeutunut pois mannerjään mukana, ja jäljellä on rapautumaton kallio. Tämä vaikeuttaa esiintymien laajempaa hyödyntämistä. Perinteisillä jalokiviseuduilla, kuten Sri Lankassa kallioperä on rapautunut kymmenien metrien syvyyteen pehmeäksi moreeniamme muistuttavaksi rapakallioksi. Arvokivien talteenotto on luonnollisesti helpompaa ja halvempaa tällaisessa ympäristössä.

Kotimaiset korukivet esitellään seuraavassa kovuutensa mukaisessa järjestyksessä. Jalokivet ovat kovimpia, niitä seuraavat kvartsin kovuiset ja sitä hieman pehmeämmät korukivet ja lopuksi koruissa käytettävät kivilajit.

Jari Väätäinen, GTK

Tunnetuimpia kotimaisia korukiviä ja Lemmenjoen alueen kultahippuja riipuksissa. Vasemmalla ametisti, sperktroliitti ja lumikvartsi. Kultaseppä Aarne Alhosen valmistamia hippukoruja, Lemmenjoki.

Jalokivet, kovuus 10-7

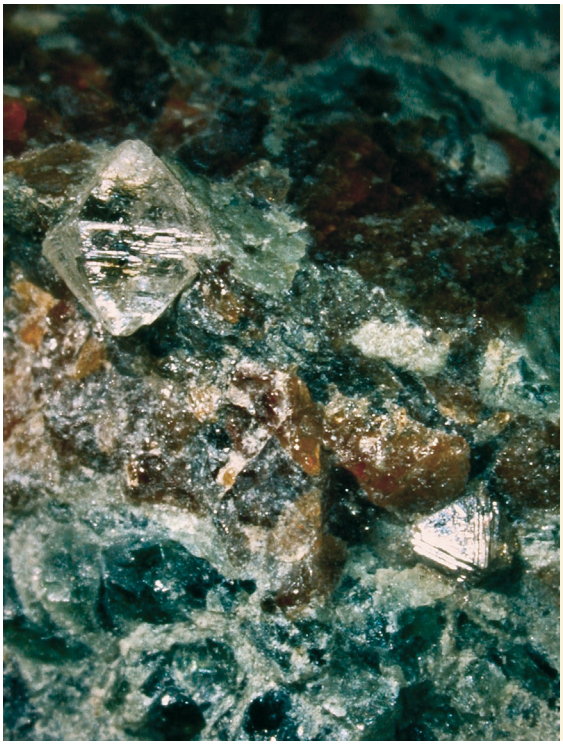
Timantti, kovuus 10

Timantteja on tavattu Kaavin ja Kuopion alueen kimberliiteissä parhaimmillaan noin 0,01 g tonnissa. Määrä on niin pieni, että etsinnässä keskitytään timanttien sijasta niiden emäkivilajiin: kimberliittiin. Timanteista kiinnostuneen kannattaakin opetella tunnistamaan kimberliittiset kivilajit. Timantti on niissä oktaedreina ja niistä syöpyneinä pyöreäpintaisina kiiltävinä rakeina.

Miltei koko Suomen alue on geofysikaalisten tutkimusten mukaan kimberliittien löytymiselle otollista. Baltian kilven alueelta timantteja on löydetty Kaavin ja Kuopion lisäksi Arkangelista, Kuolan niemimaalta ja viimeksi Kuhmon Lentiirasta.

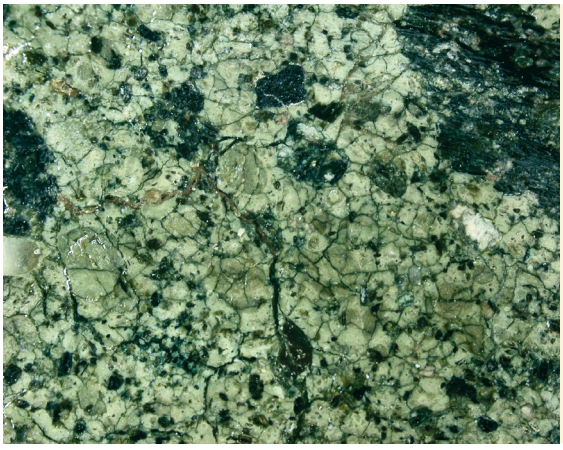
Timantit ovat kiteytyneet syvällä maapallon vaipassa noin 150 – 200 km:n syvyydellä. Ne ovat nousseet maanpinnalle räjähdysmäisten tulivuorenpurkausten mukana. Näiden sammuneiden tulivuorien purkautumiskanavat ovat täyttyneet kimberliitillä, jossa on satunnaisesti timantteja.

Timanttien löytymiselle maastossa on äärimmäisen pienet mahdollisuudet. Mahdollisten timanttien tunnistaminen vaatii laboratoriomäärityksiä. Kaupalliseen etsintään käytetään tästä syystä timantin seuralaisia ns. indikaattorimineraaleja. Ne ovat kulkeutuneet kimberliitistä timanttien tavoin maapallon vaipasta. Näiden mineraalien tunnistaminen vaatii tarkkoja kemiallisia analyysejä ja tutkintoja.



Kari A. Kinnunen, GTK

Kaksi timanttioktariedia Kaavin Lahtojoen kimberliitistä löytyneessä granaattipyrokseenikivessä, eklogiitissa. Suuremman timantin läpimitta on 1,8 mm. Löytäjä: Petri Peltonen.



Kari A. Kinnunen, GTK

Kaavin Lahtojoen serpentiniittimäistä kimberliittiä. Kuva-ala 15 mm.

Korundi, kovuus 9

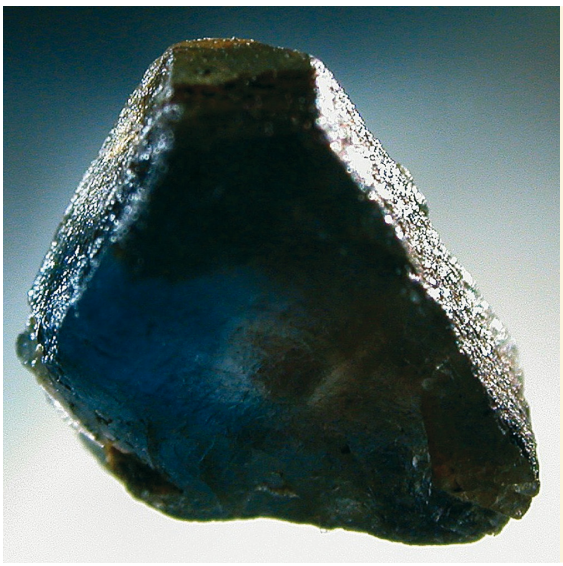
Rubiini ja *safiiri* ovat arvokkaita jalokiviluokan korundeja. Niitä ei Suomesta ole vielä löytynyt. Epäpuhtaita korundeja tunnetaan Lapin kullanhuuhdonta-alueelta, Kittilän Paaraskallasta, Pohjanmaalta ja Savonrannasta. Parhaimman laatuiset korundit on löydetty Lemmenjoen alueelta. Moniin saadaan hiottaessa tähti-ilmiö ja niitä kutsutaan *Lapin Tähdiksi*.

Korundi on toiseksi kovin luonnon mineraali heti timantin jälkeen, ja se kiteytyy heksagonisina tynnyrimäisinä tai laattamaisina kiteinä. Korkea ominaispaino (4) rikastaa sen yhdessä kullan ja muiden arvomateriaalien kanssa jokien pohjasoraan. Niistä sitä voidaan etsiä perinteisillä kullankaivajan menetelmillä rännittämällä ja vaskaamalla.

Parhaimmat safiiriseudut Sri Lankan eteläosissa muistuttavat Lapin *granuliittialueen* kallioperää. Muualtakin Suomesta korundeja on tavattu samankaltaisista voimakkaasti metamorfoituneista kivilajeista. Lahtojoen kimberliitistä on tavattu mikroskooppisia safiirinsinisiä korundikiteitä.

Kari A. Kinnunen, GTK

Lemmenjoen Puskuojalta Kultasafiiri-kaivospiiriltä konehuuhdonnassa tavattu rubiininpunainen korundi. Kiteen läpimitta on 9 mm. Löytäjä: Aarne Alhonen.



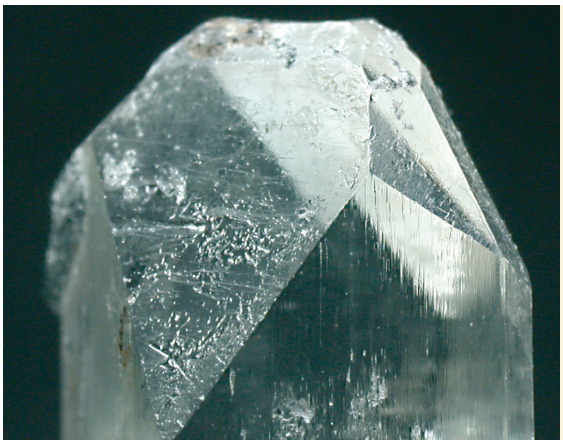
Kari A. Kinnunen, GTK

Lemmenjoen Puskuojalta Kultasafiiri-kaivospiiriltä konehuuhdonnassa tavattu safiirinsininen korundi. Kiteen läpimitta on 6 mm. Löytäjä: Aarne Alhonen.

Jaloberylli, -turmaliini ja -topaasi, kovuus 8–7½

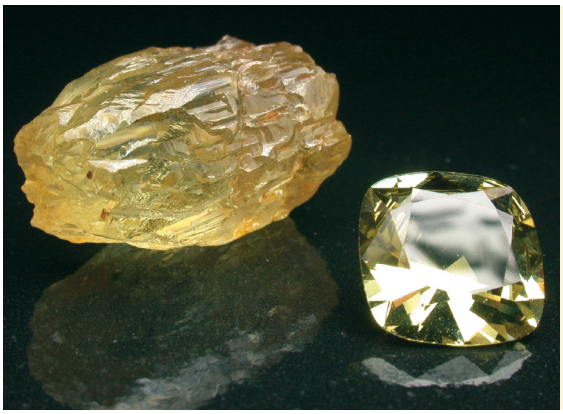
Näitä mineraaleja tavataan jalokiviluokan kiteinä eräissä maamme *pegmatiiteissa*. Eräjärven pegmatiitista on kerätty jo vuosia jalokiviluokan topaasia. Sitä tavataan myös rapakivigraniittien pegmatiiteissa, mm. Viipurin ja Vehmaan rapakivialueilla. Luumäen jalokivipegmatiitista löytyneet suuret kiteet ovat korkealaatuista berylliä, kellertävää heliodoria ja sinistä akvamariinia. Jaloturmaliinia on löydetty satunnaisesti Keski-Suomen pegmatiiteista. Maamme ensimmäinen smaragdi, erittäin arvokas jalokiviluokan tummanvihreä kromipitoinen berylli, on vielä löytymättä.

Graniittipegmatiiteissa on maassamme tavattu jättiläismäisiä kiteitä. Maamme suurimmat kiteet ja jalokivet ovat berylliä. Metrien pituisia beryllejä on raportoitu Lounais-Suomesta. Luumäen pegmatiittilouhoksesta on löydetty 16 cm pitkä jaloberyllikide.



Kari A. Kinnunen, GTK

Jalotopaasikide Laajakosken esiintymästä Kotkan pohjoispuolelta. Kiteen paksuus on 9 mm. Löytäjä: Väinö Kotilainen.



Kari A. Kinnunen, GTK

Jaloberylliä raakakiteenä ja hiottuna Luumäen Kännätsalon pegmatiittiesiintymästä. Raakakide on kooltaan 19 mm, viistehiottu kivi 12 mm (3,55 ct). Löytäjä: Kauko Sairanen.

Kari A. Kinnunen, GTK

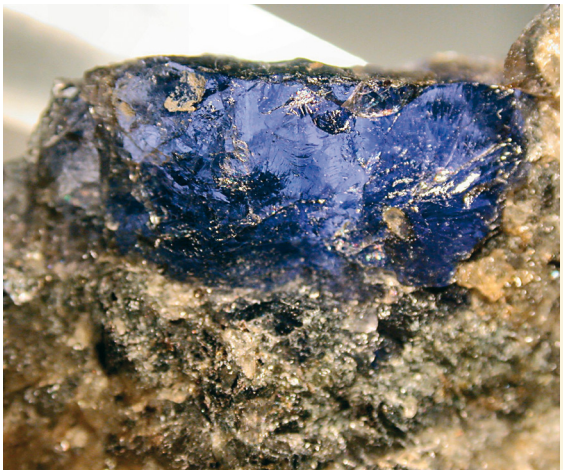
Hiontakelpoisia granaatteja jokisorasta Puskujoelta Lemmenjoen kullanhuuhdonta-alueelta. Korukivet ovat monelle kullankaivajalle tärkeä sivuartikkeli. Suurimmat kiteet ovat läpimitaltaan 5 mm. Löytäjä: Vilho Saarinen.

Granaatit, kovuus 7½ – 6½

Lapista saadaan kullanhuuhdonnan sivutuotteena *almandiinigranaatteja*. Kromipitoista uvaroviittia louhitaan Mökkivaaran kromidiopsidilouhoksesta, Outokummusta. Viistehiontaan soveltuvia *uvaroviitteja* on tavattu vain harvinaisuutena. Kaavin kimberliitit sisältävät pienehköjä jalokiviluokan *pyrooppeja*. Epäpuhtaat kidemuotoiset granaatti-kiteet ovat yleisiä koko maassa, mutta ne eivät sovellu korumateriaaliksi..

Kordieriitti, kovuus 7½ – 7

Safiirinsininen kordieriitti lasketaan sekin maamme harvoihin jalokiviin. Yleensä kordieriitti on laadultaan korukivikäyttöön soveltumatonta. Jaloa kordieriittia on tavattu alumiinia runsaasti sisältävien gneissien pegmatiittisissa kohdissa. Pielavesi ja Kiuruvesi ovat tunnetuimmat löytöpaikat. Etelä-Suomesta on löydetty kaunista hohtokordieriittiä, jossa on hopeamainen aventurisointi. Kivi on nimetty hohtokordieriitiksi.



Kari A. Kinnunen, GTK

Pielaveden kordieriittia. Kiteen pituus on 18 mm.

KORUKIVET, KOVUUS 7 – 3

Kvartsiryhmä, kovuus 7 – 6½

Kvartsin värilliset muunnokset ovat maamme yleisimpiä korukiviä. *Maito-*, *ruusu-*, *savu-* ja *sinikvartsia* tavataan kymmenistä paikoista. Kallionraoissa on paikoin myös värittömiä kvartsikiteitä eli vuorikiteitä.

Ametistia löytyy satunnaisesti rautarikkaiden kivilajien onkaloista. Lähes musta morion-kvartsi on tyypillinen mm. rapakivien kideonkaloissa. Mikrokiteiset kuiturakenteiset kvartsit, kuten *kalsedonit* ja *akaatit*, ovat harvinaisuuksia, mutta niitäkin on löydetty. Sääksjärven ja Lappajärven meteoriittikraattereista kulkeutuneista lohkareista on löydetty akaatteja ja kalsedonia. Kaledonia tavataan myös Lapissa ja Pohjanmaalla irtokivinä. Kvartsia runsaasti sisältävät korukäyttöön soveltuvat kivilajit esitellään korukivien yhteydessä.

Kari A. Kinnunen, GTK

Korkealaatuista savukvartsia Järvenpäästä Etelä-Suomesta. Viistehiotun kiven läpimitta on 24 mm. Näytteen löytäjä ja hioja: Jussi Kuosmanen.

Pyrokseeniryhmä, kovuus 6½ – 5½

Kivilajeissa yleinen pyrokseeni esiintyy Suomessa myös jalommassa muodossa. Vihreä kromidiopsidi on melko yleinen Outokummun seudun *karsikivilajeissa*. Satunnaisesti se on kirkasta, viistehiontaan soveltuvaa. Pohjanmaan metamorfoituneiden mangaanirautamalmien yhteydessä esim. Ylistaron Vittingissä tavataan marjapuuron punaista *rodoniittia*. Kauniisti hohtavaa tummaa *hypersteeniä* (*brontsiittia*) on gabroissa ja anortosiitissa varsinkin Viipurin rapakivigraniitin alueella.

Kari A. Kinnunen, GTK

Nummiittia Paltamosta. Kiillotetun levyn leveys on 7 cm. Näyte: Risto Vartiainen.

Amfiboliryhmä, kovuus 6 – 5

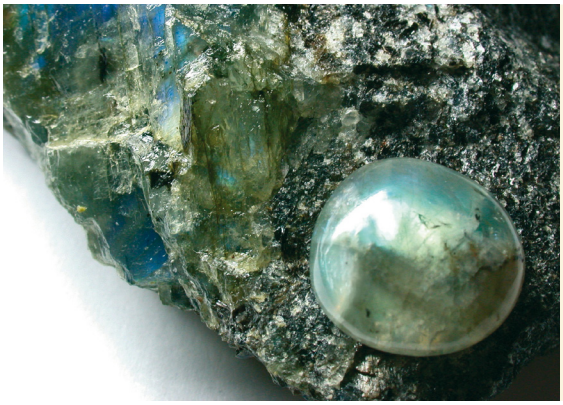
Nuummiitti ja *jade* (nefriitti) ovat maamme amfiboliryhmän mineraalien harvoja arvomuunnoksia. Jadea lukuun ottamatta amfibolit ovat vaikeita hioa ja kiillottaa. Nuummiitti on hieman spektroliittia muistuttava kahden amfibolin yhteenkasvettuma, jota on tavattu Etelä-Suomen ja Paltamon kordieriittigneisseissä. Nefriittiä on tavattu harvinaisuutena Vantaan alueen sorakuopista.

Kari A. Kinnunen, GTK

Suurin tunnettu jadelohkare Etelä-Suomesta Vantaan sorakuopasta. Leikkeen läpimitta on 95 mm. Löytäjä: Väinö Kotilainen.

Maasälpäryhmä, kovuus 6 – 5

Maamme ylivoimaisesti tärkein korukivi on Ylämaan *spektroliitti*. Sen ohella on tavattu korukiveksi soveltuvaa *jalolabradoriittia*. *Kirjomaasälpä* on yleinen monissa pegmatiittilouhoksissa. Muut maasälpämuunnokset, kuten *amatsoniitti* ja *kuukivi*, ovat yhä harvinaisuuksia.
Lemmenjoen alueelta on tavattu kuukivien ohella irtokivinä maamme ensimmäiset aurinkokivet. Niissä aventurisoinnin aiheuttavat mikroskooppiset hematiittilevyt.



Kari A. Kinnunen, GTK

Jalolabradoriittia Sipoon tieleikkauksesta. Raakakiven pituus on 9 cm. Löytäjä: Kari A. Kinnunen. Pyörtöhiottu kivi: Väinö Kotilainen.

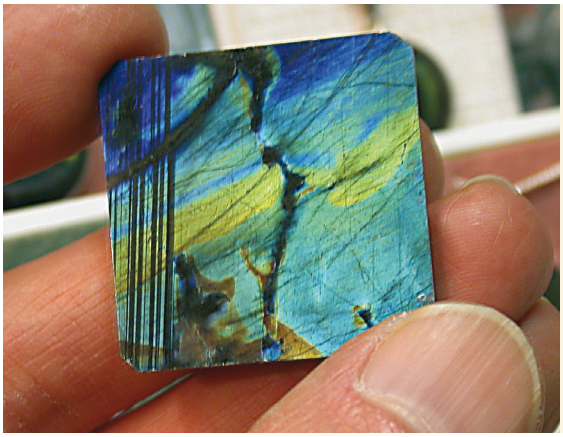
KORUKIVILAJIT, KOVUUS 7 – 2

Korukivilajien ominaisuudet johtuvat mineraalikoostumuksesta. Kvartsirikkaat korukivilajit ovat kovimpia, kun taas kalsiitti- ja serpentiinipitoiset ovat pehmeimpiä. Näitäkin pehmeämpiä ovat talkkipitoiset kivet, joihin ei enää saada kunnollista kiiltoa.

Metamorfisista kivilajeista tunnetaan eniten korukäyttöön soveltuvia muunnoksia. Lapin *jaspis-* ja *aventuriinikvartsiitit* ovat tunnetuimpia. *Kvartsimyloniittia* ja *kvartsibreksioita* tavataan irtokivinä koko maassa. Iisalmen laaja kallioesiintymä myloniittista *kvartsiepidoottikiveä* on uusia löytöjä. Lapin jaspismaista metatuffiittia hyödynnetään ”*Lapin lumo*”-kauppanimellä.

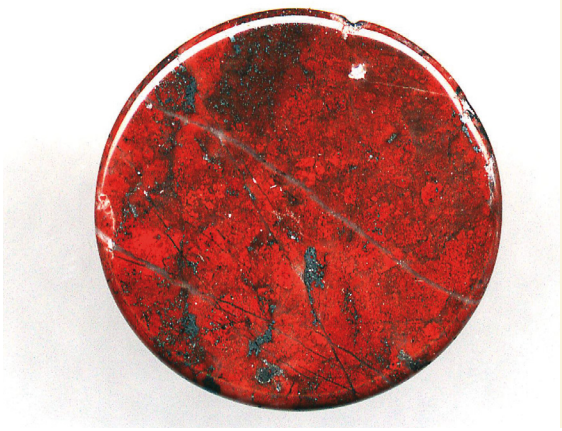
Marmoreista soveltuvat korukäyttöön mm. Helsingin Vuosaaren *lohenpunainen kalkkikivi*, Kemin Tervolan *stromatoliittikivi* ja Lapin *kromimarmori*. Myös sulfidipirotteista mustaliusketta on hiottu koruihin, mutta kivi on yleensä hauras ja helposti rapautuva. *Vuolukivestä* voi valmistaa pienoisveistoksia, jos ne jätetään ilman loppukiillotusta.

Syväkivistäkin monet soveltuvat pienimuotoisten koriste-esineiden työstämiseen. Tällaisia ovat mm. *Bodomin tasarakeinen rapakivigraniitti*, *Vittingin rodoniittikivi*, *kvartsiporfyyri*, *Angelin anortosiitti*, *oliviinidiabaasi*, *pallograniitit* ja *muut pallokivet* sekä Ylämaan hienorakeinen spektroliittikivi. Värikkäästi muuttuneet syväkivet ovat nekin käyttökelpoisia. Tällaisia ovat Helsingin nimikkokivi *helsinkiitti*, epidoottipitoiset graniitit eli unakiitit, Muuramen vihreä *amatsoniittigraniitti* ja Vittingin *rodoniittikivi*.



Kari A. Kinnunen, GTK

Spektroliittilevy Ylämaan louhokselta. Jokaisen spektroliitin kuviointi on yksilöllinen pieni taideteos. Näyte: Jarmo Hirvonen.



Kari A. Kinnunen, GTK

Kittilän jaspiskvartsiittia pyörtöhiottuna. Kiven läpimitta on 21 mm.

Kari A. Kinnunen, GTK

Ylistaron Vittingin rodoniittikiven hiottu pinta. Kuva-alan leveys on 35 mm. Rodoniittia kerroksina serttikivessä.

Malmikivistä korukäyttöön soveltuvat *hematiittikivi* ja eräät *kuparimalmit*.

Sedimenttikiviä on hiottu verrattain vähän korukäyttöön, mutta esimerkiksi eräät *Satakunnan hiekka-* ja *savikivet* ovat joskus hiontakelpoisia. Maamme vanhoilta satamapaikoilta löytyy paikoin runsaastikin purjelaivojen painolastina kulkeutuneita piikiviä. Osa niistä on kauniisti värjäytyneitä ja varsin hiontakelpoisia.

Korumateriaaleja voi odottaa tavattavan maastamme huomattavasti tässä mainittuja enemmän. Kivilajien ominaisuuksien vaihtelu on runsasta jo pienellä alueella, joten kallioperäkartat voivat antaa etsijälle vain vihjeitä mahdollisista uusista esiintymistä. On muistettava, että maamme prekambrisen kallioperän kivilajit ovat pääsääntöisesti hiontakelpoisia. Kauneus on lähes ainut vaatimus. Materiaalien arvostukset ovat nekin muodin ja käyttötarkoitusten mukaan vaihtelevia, ja yllättävät valinnat voivat tulevaisuudessa osoittautua kysytyiksi. Esimerkkinä tästä ovat Lapin kauniisti muotoutuneet *kultahiput* ja Lahtojoen pienet *timanttikiteet*, joita on keksitty hyödyntää mitenkään käsittelemättä uniikkikorujen valmistukseen.

Helsingin Vuosaaren lohenpunaisen marmorin murtopintaa. Kuva-alan leveys on 30 mm. K

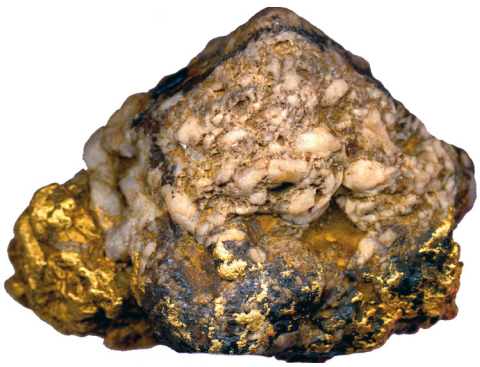
Kvartsin ja kullan muodostama sekahippu (187 g) Tankavaaralta. Kultapitoinen kvartsi olisi pyöröhiottuna todella arvokas korukivi. Löytäjä: Tauno Virtanen.

Kari A. Kinnunen, GTK

Painolastipiikiviä Helsingin Mustikkamaalta. Piikivet ovat kulkeutuneet ulkomailta purjelaivojen vakaut-tamiseen käytetyn maa-aineksen mukana. Kivien läpimitta on 2 – 4 cm. Osa piikivistä on hiontakelpoisia. Löytäjä: Kari A. Kinnunen.

Kari A. Kinnunen, GTK

Kultahippu “Pikku-Mammutti” (251 g) Miessijoelta Lemmenjoen alueelta. Se on kolmanneksi suurin Suomesta löydetyistä. Pienempiä, kaunismuotoisia kultahippuja on alettu käyttää koruihin luonnontilassaan. Löytäjä: Marjut Telilä.



Kari A. Kinnunen, GTK

METEORIITIT JA KUONAT

Suomesta on löydetty kahdensadan vuoden aikana 13 meteoriittia. Yhtään *rautameteoriittia* ei ole vielä löydetty, vaikka ne muualla ovat *kivimeteoriitteja* yleisempiä. Maamme meteoriitit ovat siis kivimeteoriitteja, paitsi Marjalahden *pallasiitti*, joka on *kivirautameteoriitti*. Maastamme voi odottaa löytyvän vielä useita jääkauden jälkeen tänne pudonneita meteoriitteja.

Mahdollisina meteoriitteina lähetetään tunnistettavaksi varsinkin muinaisen ja historiallisen raudanvalmistuksen rautajäänteitä ja kuonakappaleita. Meteoriiteista ne erottaa maastossa yleensä runsaista kaasukuplistaan. Eräissä tapauksissa vasta tarkat laboratoriomääritykset kertovat todellisen alkuperän.

Putoamishavaintojen ohella maastossa kannattaa tarkkailla ruosteisen betonin näköisiä kiviä. Aidon meteoriitin murtopinnalla havaitsee suurennuslasilla nikkelirautarakeita. Useimmat kivimeteoriitit tunnistaa millimetrin kokoisista *kondruleista*, jotka ovat pyöreähköjä oliviinin ja pyrokseenien kasaumia. On hyvä muistaa, että graniittisia tai liuskeisia meteoriitteja ei ole olemassa. Meteoriittien sulamiskuori on sekin vain ohut tumma silaus, joka muistuttaa keramiikan lasitusta. Rautameteoriitit ovat voimakkaasti magneettisia ja raskaita (tiheys noin 7). Rautameteoriitit ovat nikkelipitoisia (dimetyyliglyoksiimitesti). Niiden laimealla typpihapolla syövytetyssä hiotussa pinnassa näkyy säleikkömäinen Widmanstättenin rakenne.

Meteoriitteihin verrattuna jättiläismeteoriittien törmäysten sulattamaa kiviainesta on maastamme helpommin löydettävissä. Vulkaanista laavaa muistuttavia ns. *impaktikivilajeja* on kulkeutunut Lappajärven ja Sääksjärven meteoriittikraatterien pohjalta mannerjäätikön kuljettamana kymmenien kilometrien päähän kraattereista kaakkoon. Niitä löytää sorakuopista, joissa eksoottisen näköiset impaktisyntyiset kivilajit eroavat jyrkästi paikallisen kallioperän kivistä.

Kari A. Kinnunen, GTK

Tyypillinen rautameteoriitti, jota peittävät sulamiskuopat ja -kerros. Venäjälle vuonna 1947 pudonneen Sihote Alin rautameteoriitin kappale. Läpimitta on 20 mm.

Kari A. Kinnunen, GTK

Porvoon eteläpuolelle, Bjurböleen, vuonna 1899 pudonneen kivimeteoriitin kappale. Pyöreät kivirakeet, kondrulit, ruosteiset nikkelirautarakeet ja lasisen sulamiskuoren jäänteet ovat kondriittisille kivimeteoriiteille tunnusomaisia piirteitä. Näytteen läpimitta on 4 cm.

Entisaikojen harkkouunissa järvimalmista valmistettua kuonapitoista rautaa Vieremältä. Tyypillinen rauta-meteoriitiksi arvailtu kansannäyte. Läpimitta on 55 mm.

Kari A. Kinnunen, GTK

Vantaan rautamasuunin lasikuonaa 1800-luvulta. Masuunissa valmistettiin rautaa mm. Vantaan Kaivokselan rautamalmista. Sinistä slagikuonaa on myös hiottu onnistuneesti korukiveksi. Näyte on 10 cm. Löytäjä: Kari A. Kinnunen.

Kari A. Kinnunen, GTK

Kari A. Kinnunen, GTK

Lappajärven meteoriittikraatterin impaktisyntyistä kärnäiittikiveä. Lohkare (5 cm) Alajärven Hietakankaan sorakuopasta. Löytäjä: Kari A. Kinnunen.

Kari A. Kinnunen, GTK

Useimmat tiiviit kivilajit soveltuvat korukiviksi. Lappajärven impaktisyntyiseen kärnäiittiin tulee hiottaessa kaunis kiilto. Läpimitta on 39 mm. Hionta: Väinö Kotilainen.

KIVILAJIT

Kivilajit jaotellaan syntytapansa perusteella kolmeen pääluokkaan: *magmakiviin*, *sedimenttikiviin* ja *metamorfisiin* kiviin. Kuhunkin pääluokkaan kuuluvat kivilajit nimetään niiden rakenteen ja mineraalikoostumuksen mukaan.

Magmakivet

Magmakivet, jotka ovat syntyneet kiteytymällä sulasta kiviaineksesta, magmasta, voidaan edelleen jakaa kolmeen eri ryhmään: *syväkiviin*, *vulkaanisiin kiviin* eli *vulkaniitteihin* ja puolipinnallisiin *juonikiviin*, jotka ovat syväkivien ja vulkaniittien välimuotoja. Näillä kaikilla voi olla sama mineraalikoostumus, mutta niiden ulkonäkö ja rakenne poikkeavat toisistaan.

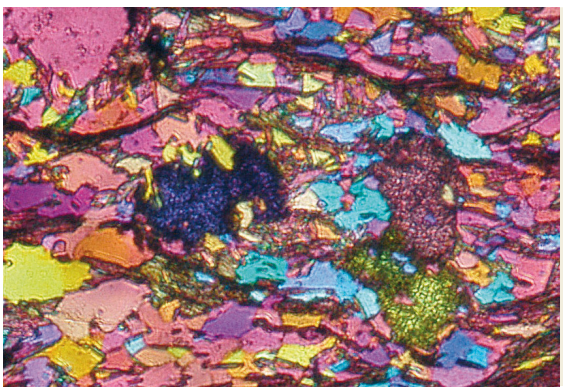
Syväkivet ovat syvällä maankuoressa kiteytyneitä suuntautumattomia kiviä. Ne ovat rakenteeltaan tasarakeisia tai *porfyyrisiä*, jolloin niissä on muita isompia hajarakeita. Yksittäiset mineraalit ovat toisiinsa tiiviisti kiinnittyneinä. Keski- ja karkearakeiset kivet vaativat pitemmän kiteytymisajan kuin hienorakeiset kivet. Syväkivet saattavat olla hyvin laaja-alaisia, jolloin ne muodostavat *plutoneja*.

Vulkaaniset kivet jähmettyvät maan pinnalle purkautuneesta sulasta magmasta erittäin nopeasti. Tulivuoresta purkautuvaa sulaa magmaa nimitetään *laavaksi*. Nopeasti jähmettyvän laavan mineraaliyksilöt eivät ehdi kasvaa kovin suuriksi. Kiven perusmassa jää tiiviiksi, joskus jopa lasimaiseksi. Tiiviin perusmassan seassa saattaa esiintyä hajarakeina muita suurempia mineraaliyksilöitä. Vulkaaniset kivet voivat sisältää myös runsaasti kaasukuplia. Suomessa on runsaasti alkuperältään vulkaanisia kivilajeja, mutta ne ovat kaikki eriasteisesti metamorfoituneet.

Juonikivet ovat syntyneet kallioperän rakoihin tai halkeamiin tunkeutuneesta ja niihin jähmettyneestä magmasta. Juonet voivat leikata sivukiviensä rakenteita, kuten liuskeisuutta tai kerroksellisuutta, tai ne voivat olla sedimentteihin kerrostumien suuntaisesti tunkeutuneita *kerrosjuonia*. Juonet ovat joko vaaka-asentoisia, pystyjä tai kaltevia. Juonikivien rakenne vaihtelee: diabaasit ovat yleensä hienorakeisia, mutta pegmatiitit karkearakeisia. Varsinkin diabaasien reunaosissa mineraalit ovat raekooltaan pienempiä kuin juonien sisäosissa, sillä ne ovat kiteytyneet kylmää sivukiveä vasten nopeammin kuin juonien sisäosissa.

Magmaattisia kivilajeja voidaan luokitella kemiallisen koostumuksen perusteella. Piihappoa eli SiO_2:ta niukasti (< 45 %) sisältäviä kiviä kutsutaan *ultraemäksisiksi*. *Emäksisten kivien* piihappopitoisuus on 45-52 %, ja *intermediäärisissä* kivissä se on puolestaan 52-63 %. Runsaasti piihappoa (> 63 %) sisältäviä kiviä sanotaan *happamiksi*. Kiviä voidaan nimetä ja luokitella myös niiden värin perusteella, ja tämä luokitus käy melko hyvin yhteen kemiallisen koostumuksen kanssa. Paljon tummia mineraaleja, kuten biotiittia ja sarvivälkettä sisältävää kiveä kutsutaan *mafiseksi* ja toisaalta paljon vaaleaa kvartsia ja maasälpää sisältävää kiveä *felsiseksi*. Syväkivien tarkka luokitus (esim. Streckeisen, A. 1973), joka perustuu kiven kvartsi-, plagioklaasi- ja kalimaasälpäpitoisuuksiin, on mahdollista ainoastaan mikroskooppitutkimusten jälkeen.

Seuraavassa taulukossa on esitetty yksinkertaistetussa muodossa Suomen yleisimpien magmakivien maastossa käytetty luokitus.



Jari Väätäinen, GTK

Mikroskooppikuva ohuthiestä.

Magmakivien yksinkertaistettu maastossa käytettävä luokitus

Kivilajiluokka	**Syväkivet**	**Pintakivet**	**Päämineraalit**
Granodioriitti-graniittiluokka	Apliitti	Hapan vulkaniitti	Plagioklaasi
Kvartsia 10–40 % Kalimaasälpä	Graniitti Granodioriitti	(ryoliitti, obsidiaani, dasiitti)	Kalimaasälpä Kvartsi Biotiitti Sarvivälke (Pyrokseenit)
Dioriittiluokka	Tonaliitti Kvartsidioriitti	Intermediäärinen vulkaniitti	Plagioklaasi Sarvivälke
Tonaliitissa kvartsia 10-35% Ei juurikaan kalimaasälpää	Dioriitti	(andesiitti, dasiitti)	Pyrokseeni Biotiitti Kvartsi
Gabroluokka	Gabro	Emäksinen tai	Sarvivälke
Peridotiitissa ei juurikaan plagioklaasia	Peridotiitti	ultraemäksinen vulkaniitti (basaltti, komatiitti)	Plagioklaasi Pyrokseeni Oliviini

Jari Väätäinen, GTK

Erilaisia kivilajeja: graniitti, gneissi ja liuske. Graniitti (alavas.), suonigneissi (ylh.) (Padasjoki, Romo) ja kerrallinen kiilleliuske (alaoik.) (Längelmäki)

Sedimenttejä ja niistä syntyneitä sedimenttikiviä

Maalaji	Sedimenttikivi
Savi	Savikivi
Hiekka	Hiekkakivi
Sora	Konglomeraatti
Kalkkilieju	Kalkkikivi
Turve ja muut kasvijätteet	Kivihiili

Esimerkkejä metamorfisista kivilajeista ja niiden lähtökohdista

Pääluokka	Muuttumaton kivilaji	Metamorfinen kivilaji
Magmakivet	Graniitti, granodioriitti	Gneissigraniitti
	Basaltti, gabro, dioriitti	Vihreäkivi, amfiboliitti, sarvivälkegneissi, sarvivälke-biotiittigneissi
	Peridotiitti	Serpentiniitti, vuolukivi
Sedimenttikivet	Hiekkakivi	Kvartsiitti
	Konglomeraatti	(Meta)konglomeraatti
	Savikivi	Fylliitti, kiilleliuske, kiillegneissi, granaatti-kordieriitti-kiillegneissi, migmatiitti
	Kalkkikivi	Kiteinen kalkkikivi, marmori
	Mätälieju	Mustaliuske, grafiitti-kiisuliuske

Sedimenttikivet

Ilmastollisten ym. tekijöiden vaikutuksesta kivilajit rapautuvat ja muodostavat enemmän tai vähemmän lajittuneita ja kerroksellisia maalajeja, joiden osaset vähitellen iskostuvat *sedimenttikivilajeiksi* eli *kerrostuneiksi kivilajeiksi*. Suomessa nämä kivilajit eivät ole kovin yleisiä, joskin merkittäviä poikkeuksia ovat Porin alueella *Satakunnan hiekkakivi* ja Oulun alueella *Muhoksen savikivi*.

Metamorfiset kivet

Sekä magmakivet että sedimenttikivet muuttuvat eli *metamorfoituvat*. Kivet metamorfoituvat, kun ne painuvat syvälle maankuoreen vuorijonopoimutuksien yhteydessä ja joutuvat vuosimiljoonien ajaksi kovan paineen ja lämpötilanmuutosten alaisiksi. Kiven mineraalien raekoko kasvaa, kun metamorfoosin voimakkuus lisääntyy, ja lisäksi eräät yksittäiset mineraalit, kuten *granaatti*, voivat kiteytyä selvästi muita suuremmiksi. Kun lämpötila on tarpeeksi korkea, kivet saattavat jopa sulaa osittain, jolloin syntyy erilaisia seoskiviä eli *migmatiitteja*. Metamorfoituneet kivet ovat Suomessa yleisiä.

TAVALLISIMPIA KIVILAJEJA JA NIIDEN MÄÄRITELMIÄ

Agglomeraatti

Tulivuorten purkausten yhteydessä vulkaanisista *pommeista* syntynyt kivilaji. Pommit ovat läpimitaltaan yleensä yli 32 mm.

Amfiboliitti

Tummanvihreä, metamorfinen kivilaji, jonka pääminerаaleja ovat amfiboli ja plagioklaasi. Käytetään yleiskivilajinimenä, jos ei pystytä määrittelemään alkuperäistä kivilajia, joka on voinut olla vulkaniitti, syväkivi tai diabaasijuoni.

Anortosiitti

Gabroluokan kivilaji, jossa on yli 90 % plagioklaasia. Anortosiitin rapautumatuotteet ovat usein valkoisia, kuten Vaskojoen anortosiitti Inarissa. Voi olla myös alumiinin varantoesiintymä. Ylämaan *spektroliitin* isäntäkivi on anortosiittia.

Apliitti

Vaalea, hienorakeinen, usein juonina esiintyvä kivilaji, jolla on graniitin koostumus.

Arkoosi

Kvartsi-maasälpähiekasta syntynyt kivilaji, kuten *meta-arkoosi*, *arkoosigneissi*, *arkoosikvartsiitti* ja *arkosiitti*.

Basaltti

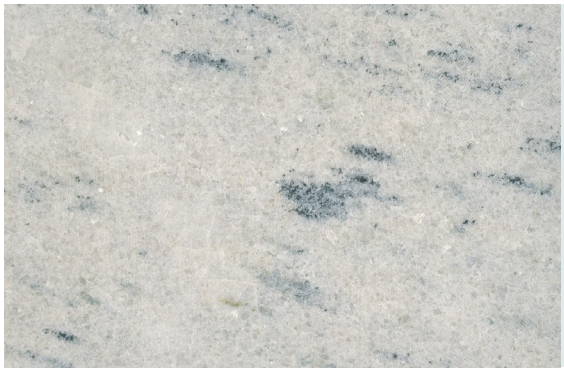
Tumma, emäksinen laavakivilaji (ei metamorfoitunut), jonka pääminerаaleja ovat plagioklaasi, pyrokseeni, oliviini, sarvivälke ja rautaoksidit. Kivilaji on perusmassaltaan hienorakeinen tai tiivis, mutta siinä voi olla hajarakeita tai kaasukuplien aiheuttamaa huokoisuutta. Vastaava syväkivilaji on gabro.

Jari Väätäinen, GTK

Agglomeraatti Peräseinäjoelta. Kiven tummassa hienorakeisessa perusmassassa on vaaleita heitteleitä.

Jari Väätäinen, GTK

Tumma, suureksi osaksi sarvivälkkeestä koostuva liuskettunut amfiboliitti.



Jari Väätäinen, GTK

Lähes valkea Angelin anortosiitti.

Breksia

Kulmikkaista kivilajimurskaleista ja välimassasta koostuva kivilaji.

Dasiitti

Kvartsi- ja maasälpäpitoinen laavakivilaji, jonka vastaava syväkivilaji on granodioriitti ja tonaliitti.

Diabaasi

Maankuoren ylemmissä osissa kiteytynyt gabroluokkaan kuuluva mafinen juonikivilaji, jonka pääminerаaleja ovat runsaasti kalsiumia sisältävä plagioklaasi, augiitti, ortopyrokseeni, oliviini ja sarvivälke. Sillä on *ofiittinen rakenne*, jossa pitkänomaisilla plagioklaasirakeilla on erilaiset suunnat. Diabaasijuonia on parvittain laajoilla alueilla varsinkin Satakunnassa.

Dioriitti

Dioriitti on magmasyntyinen syväkivilaji, jonka tummia mineraaleja ovat usein sarvivälke, pyrokseeni ja biotiitti. Vaaleita mineraaleja ovat plagioklaasi ja joskus pieni määrä kvartsia. Vastaava pintakivi on andesiitti.

Dolomiittikivi

Karbonaattikivilaji, joka koostuu pääosin dolomiittimineraalista ($CaMg[CO_3]_2$).

Emäksinen kivilaji

Magmakivi, kuten gabro tai basaltti, joka sisältää 45-52 % piidioksidia (SiO_2).

Felsinen kivilaji

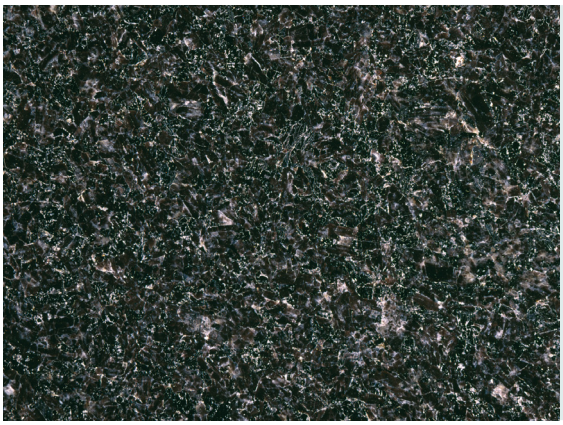
Päosin vaaleista mineraaleista koostuva kivilaji, jonka mineraalit ovat kvartsi, maasälvät ja joskus muskoviitti.

Jari Väätäinen, GTK

Tektoninen breksia. Tällainen breksia muodostuu kallioperän murskautuessa mekaanisesti siirrosten ja ylityöntöjen yhteydessä.

Jari Väätäinen, GTK

Diabaasi, jossa plagioklaasirakeet ovat vaaleita ja sarvivälke ja pyrokseeni tummanvihreitä.



Jari Väätäinen, GTK

Tummanharmaa dioriitti, joka kiillotettuna on lähes mustaa.

Fylliitti

Metamorfoitunut pienirakeinen, runsaasti kiillettä sisältävä kivilaji, joka on syntynyt savikivien muuttumisen tuloksena. Fylliitti lohkeilee ohuiksi levyiksi.

Jari Väätäinen, GTK

Pienirakeista, levyiksi lohkeilevaa fylliittiä Lill Pellingestä, Porvoosta.

Gabro

Syväkivilaji, joka sisältää plagioklaasia, sarvivälkettä ja pyrokseenia, joskus myös oliviinia ja biotiittia. Vastaava pintakivi on basaltti.

Gneissi

Rakenteeltaan suuntautunut, usein vähän raitainen, raekooltaan keski- tai karkearakeinen metamorfinen kivilaji, jonka päämineraaleja ovat kvartsi, maasälpä ja kiilteet, usein myös granaatti ja kordieriitti ja joskus myös sarvivälke.

Gneissigraniitti

Alueellisessa metamorfoosissa gneissiksi muuttunut graniitti. Kiven alkuperäinen graniittinen luonne on vielä näkyvissä.

Jari Väätäinen, GTK

Raitaista granaatti-kordieriittigneissiä.

Graniitti

Harmaa tai punainen syväkivilaji, joka koostuu kvartsista ja maasälvistä sekä pienemmistä määristä tummia mineraaleja, etenkin biotiitista tai sarvivälkkeestä. Vastaava pintakivi on ryoliitti. Graniitti on yleisin syväkivilaji.

Graniittigneissi

Graniittisen koostumuksen omaava gneissi.

Granodioriitti

Tavallisesti harmaa syväkivilaji, jonka päämineraalit ovat kvartsi, plagioklaasi, kalimaasälpä sekä vähemmistönä tummat mineraalit, kuten biotiitti ja/tai sarvivälke.

Jari Väätäinen, GTK

Keskirakeista harmaata graniittia. Kiven vaaleat mineraalit ovat kvartsia ja maasälpää. Tummat viirut ovat mustaa biotiittia. Löytöpaikka: Uusikaarlepyy.

Granuliitti

Hyvin voimakkaasti metamorfoitunut kivilaji, joka on syntynyt korkeassa lämpötilassa ja paineessa (n. 3-4 kb). Se on rakenteeltaan usein raidallinen. Granuliitin pääamineraaleja ovat kvartsi, maasälpä, granaatti ja usein myös hypersteeni.

Hapan kivilaji

Magmakivilaji, kuten graniitti tai ryoliitti, joka sisältää yli 63 % piidioksidia (SiO_2).

Hiekkakivi

Kiveksi kovettunut hiekka. Siihen sisältyvistä mineraalirakeista valtaosan muodostavat kvartsi ja maasälpä. Metamorfoitunutta kvartsihiekkakiveä sanotaan kvartsiitiksi.

Impaktiitti

Meteoriittikraattereihin liittyvä, räjähdyksessä syntyvä seoskivi, jossa on sekaisin kiven kappaleita, mineraalisiruja ja osittain sulanutta kiveä.

Kalkkikivi

Pääosin kalsiitista ($CaCO_3$) koostuva kivilaji. Nykyisin käytetään myös nimitystä *kalsiittikivi*.

Karsi

Kalkkikivien reunoilla esiintyvä kalkkisilikaattikivilaji, joka sisältää runsaasti kalsiumpitoisia silikaatteja, kuten diopsidia, epidoottia ja tremoliittia. Karsiin voi liittyä mm. rautamalmeja ja scheeliittiä.

Kiilleliuske

Yleinen metamorfinen kivilaji, joka toisinaan lohkeilee levyiksi. Kiven pääamineraaleja ovat kvartsi, maasälpä ja kiilteet. Kiilleliuske on syntynyt savesta tai siltistä.

Jari Väätäinen, GTK

Satakunnan hiekkakiveä.

Jari Väätäinen, GTK

Diopsidikarsi, Marttila. Vihertävä mineraali on diopsidi.

Jari Väätäinen, GTK

Kiilleliusketta Pihtiputaalta.

Kimb erliitti

Alkalinen, ultraemäksinen magmakivi, *alkaliperidotiitti*, jossa on usein muuttuneita oliviinihajarakeita, granaattia, diopsidia ja ilmeniittiä. Harvinaisina mineraaleina on joskus myös *timantteja*. Kimberliittimuodostumat ovat yleensä piippumaisia. Suomestakin on viime aikoina löydetty muutamia *kimberliittipiippuja*, jotka sisältävät myös jalokiviluokan timantteja.

Kloriittiliuske

Kivilaji, joka koostuu pääasiassa liuskeisuuden kanssa yhdensuuntaisista *kloriittisuomuista*. Siinä voi olla lisäksi hiukan kvartsia, epidoottia, magnetiittia tai granaattia.

Konglomeraatti

Sorasta syntynyt sedimenttikivilaji, joka koostuu pääosin vaihtelevasti pyöristyneistä, kookkaista (läpimitta yli 2 mm) kivilajipallosista.

Kvartsiitti

Pääosin kvartsi-hiekkakivestä metamorfoitumalla syntynyt kivilaji. Hiekkakiven alkuperäinen rakenne on enemmän tai vähemmän kadonnut, mutta alkuperäiset hiekanjyväset saattavat vielä erottua paljain silminkin.

Kärnäiitti

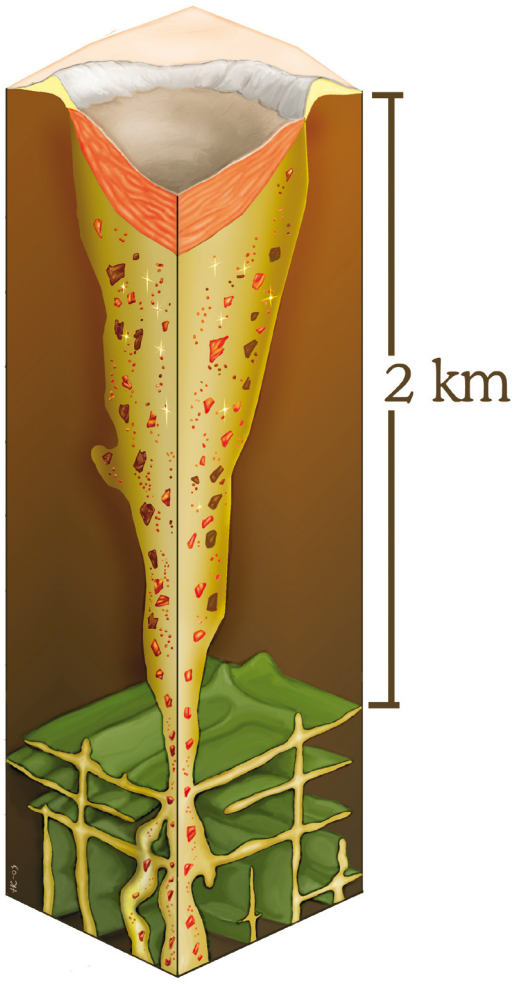
Paikallinen nimitys Lappajärven Kärnänsaaren laavaa muistuttavalle kivilajille, *impaktiitille*.

Laava

Pintaan purkautunut kivisula tai siitä syntynyt magmakivi. Toimivissa tulivuorissa voi esiintyä laavajärviä ja laavavirtoja. Laavakiville tyypillisiä rakenteita ovat *manteli-* ja *tyynyrakenteet*.

Jari Väätäinen, GTK

Vaalea, hienorakeinen kvartsiitti.



Kimberliittipiippu. Piirros: Harri Kutvonen, GTK

Leptiitti

Metmorfinen kivilaji, kvartsi-maasälpäliuske tai gneissi, joka voi olla alkuperältään joko sedimenttikivi (arkoosi) tai felsinen vulkaniitti.

Liuske

Yhteisnimitys voimakkaasti suuntautuneille ja usein helposti laatoiksi lohkeaville metamorfisille kiville. Nimen yhteydessä käytetään usein etuliitettä kuvaamaan liuskeen mineraalisisältöä (esim. kiilleliuske, stauroliitti-kiilleliuske, kvartsi-maasälpäliuske) vrt. gneissi.

Magmakivi

Sulasta kiviaineksesta kiteytymällä syntynyt kivi.

Marmori

Metamorfoitunut, kiteinen kalsiitti- tai dolomiittikivi, jota käytetään rakennus- ja koristekivenä. Helposti kiillottuvia samoihin tarkoituksiin käytettäviä kerrostuneita kalkkikiviä kutsutaan myös marmoreiksi.

Migmatiitti

Seoskivilaji, jossa vanhempaan kiveen (yleensä gneissiin) on tunkeutunut nuorempaa kivisulaa (yleensä graniittia). Migmatiitin rakenteet vaihtelevat suuresti.

Mustaliuske

Grafiitti- ja kiisupitoinen kiilleliuske, jonka alkuperänä on osin eloperäinen mätälieju.

Myloniitti

Liikunnoissa kapeisiin, tektonisiin vyöhykkeisiin murskautumalla ja uudelleen kiteytymällä syntynyt hienorakeinen kivi.

Sahattu ja kiillotettu marmorilevy, Tervola.

Mustaliuske. Näytteen löytöpaikka: Haapamäki, Leppävirta.

Graniittisen koostumuksen omaavaa pegmatiittia. Ruskehtava mineraali on kalimaasälpää ja harmaa kvartsia.

Oliviinikivi

Pääosin oliviinista koostuva ultramafinen kivilaji, *duniitti*.

Pegmatiitti

Usein hyvin karkearakeinen magmakivilaji, joka on tavallisesti juonina. Suurin osa pegmatiiteista on koostumukseltaan graniittipegmatiitteja. Leveät pegmatiitit vaihettuvat graniittipegmatiiteiksi.

Peridotiitti

Ultramafisten syväkivilajien ryhmä, jonka päämineraaleja ovat oliviini, pyrokseenit ja amfibolit.

Plagioklaasiporfyriitti

Synnyltään vulkaaninen tai puolipinnallinen kivilaji, jonka pienirakeisessa perusmassassa on plagioklaasihajarakeita.

Porfyyrinen kivilaji

Kivilaji, jossa jotkin mineraalit esiintyvät muita suurempina hajarakeina hieno- ja keskirakeisessa tai jopa tiiviissä perusmassassa.

Rakennuskivi

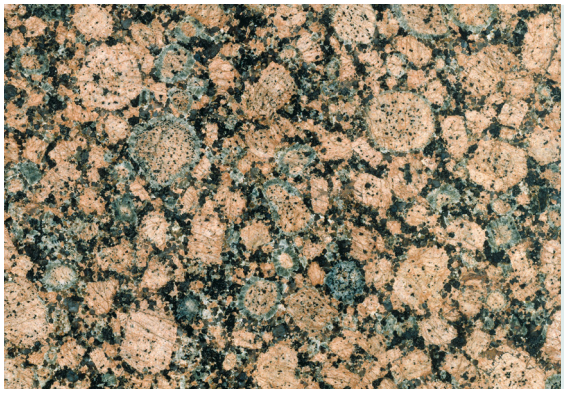
Rakennuskiveksi kutsutaan kaikkia louhittavia kivilajeja, joita käytetään rakennusten ja rakenteiden pintoihin ja rakenteisiin eri tavoin työstettynä. Esimerkkeinä mainittakoon graniitti, erilaiset liuskeet ja vuolukivi. Rakennuskiviä kutsutaan myös luonnonkiveksi.

Rapakivi

Graniitti, jonka perusmassa muodostuu keskirakeisesta kvartsista, maasälvistä ja biotiitista. Yleisimmässä tyypissä perusmassan seassa on suuria, pyöristyneitä plagioklaasikehän ympäröimiä kali-

Jari Väätäinen, GTK

Plagioklaasiporfyriitti, jossa plagioklaasirakeet näkyvät kiven tummalla rapautumispinnalla vaaleina.



Jari Väätäinen, GTK

Rapakiveä, jossa on ovoideja.

maasälpäkiteitä (*ovoideja*). Eräät rapakivityypit rapautuvat nimensä mukaisesti erittäin helposti. Suomessa rapakiviä on mm. Ahvenanmaalla ja Lounais-Suomessa sekä Kymenlaaksossa. Suomen rapakivet kuuluvat ikäryhmään 1 650-1 540 miljoonaa vuotta.

Saviliuske

Metamorfoitunut rakenteeltaan liuskeinen savi- tai liejukivi.

Serisiittiliuske

Liuskeinen kivilaji, jonka päämineraaleina ovat hienorakeinen muskoviitti (*serisiitti*) ja kvartsi.

Serpentiniitti

Metamorfinen kivilaji, joka koostuu serpentiiniryhmän mineraaleista. Serpentiini on syntynyt oliviinin ja pyrokseenin muuttumistuloksena.

Silmägneissi

Gneissi, jossa varsinkin kalimaasälpä ja kvartsi muodostavat soikeita rakeita tai raekasaumia.

Suonigneissi

Migmatiitti, jossa graniittiset suonet vaihtelevat tummemman, gneissimäisen aineksen kanssa joko kerrosmaisesti tai vaihtelevissa suunnissa. Suonet ovat tavallisesti liuskeisuuden kanssa yhdensuuntaisia.

Syväkivilaji

Syvällä maan kuoressa kiteytynyt magmakivi.

Tonaliitti

Syväkivi, jossa on vain vähän kalimaasälpää, mutta runsaasti kvartsia ja plagioklaasia ja usein myös biotiittia ja sarvivälkettä.

Jari Väätäinen, GTK

Serisiittiliusketta Oriveden Kutemajärveltä.

Jari Väätäinen, GTK

Nilsiän silmägneissiä, jossa kalimaasälpä ja kvartsi muodostavat “silmäkkeitä”.

Jari Väätäinen, GTK

Poimuttunutta suonigneissiä, jossa on vaaleita kvartsi- ja maasälpäpitoisia raitoja.

Tuffi

Kiveksi iskostunut vulkaaninen tuhka.

Tuffiitti

Kivilaji, joka koostuu pääasiassa hienorakeisesta vulkaanisesta ns. pyroklastisesta aineksesta, mutta jossa on myös sedimenttiainesta, kuten hiekkaa ja savea.

Tyynylaava

Veden alle purkautunut laava, jonka rakenne muistuttaa tyynykasaa.

Uraliittiporfyriitti

Synnyltään vulkaaninen tai puolipinnallinen kivilaji, jonka pienirakeisessa perusmassassa on uraliittihajarakeita.

Vihreäkivi

Runsaasti kloriittia, amfibolia ja epidoottia sisältävä väriltään vihreä kivilaji, joka on alkuperältään tavallisesti *basalttia*.

Vuolukivi

Metamorfoitunutta pehmeää talkkia ja karbonaattimineraaleja sisältävää kivilajia sanotaan vuolukiveksi. Hyvän lämmönvarauskykynsä ansiosta sitä käytetään mm. uuneissa. Väri vaihtelee vaaleanharmaasta keskiharmaaseen, mutta saattaa myös olla merenvihreään tai mustanvihreään vivahtava.

Jari Väätäinen, GTK

Uraliittiporfyyttiä. Uraliittihajarakeet ovat koholla kiven rapautumispinnalla.

Jari Väätäinen, GTK

Hienorakeinen vihreäkivi Lapista.

Jari Väätäinen, GTK

Kohtalaisen tasalaatuista vuolukiveä.

MALMINETSINTÄ

Harrastelijoiden Geologian tutkimuskeskukseen (GTK) ja aiemmin myös kaivosyhtiöille lähettämillä malminäytteillä, niin sanotulla kansannäytetoiminnalla, on pitkät ja tuloksekkaat perinteet Suomessa. Harrastelijalla on harvoin varaa ryhtyä laajaan malminetsintätyöhön, mutta hänen apunsa on suureksi hyödyksi maassamme harjoitettavalle malminetsinnälle.

Geologian tutkimuskeskus harjoittaa koko maan alueella systemaattista mineraalisten luonnonvarojen kartoitusta ja kohteellista malminetsintää. Malminetsintä käsittää tässä yhteydessä myös teollisuusmineraalien kartoituksen ja etsinnän, koska menetelmät niiden löytämiseksi ovat samoja kuin metalleja sisältävien malmien etsinnässä. Esimerkiksi vuonna 2005 GTK suojasi kohteellisia etsintätutkimuksiaan 110 valtauksella. Muutoinkin malminetsintä Suomessa on varsin aktiivista, sillä maamme kallioperä on monien erilaisten malmien suhteen kriittistä muinaista kilpialuetta. Vuonna 2005 Suomessa harjoitti malminetsintää 54 eri yhtiötä, joilla oli hallussaan noin 1 800 valtausta. Erityisesti alkuvaiheen etsintätöitä tehdään useammallakin kohteella maanomistajien luvalla tai menetelmin, jotka eivät vielä vaadi valtausoikeuksia. Kaivoslaista saa lisätietoja osoitteesta www.finlex.fi.

Kaivoksen löytymiseen johtava ensimmäinen viite on monessa tapauksessa tullut harrastelijalta, joka rakennustyömaalla tai maastossa kulkiessaan on löytänyt malmipitoisen kiven tai kallion. Tiedot kaikista harrastajien malmilöydöksistä on talletettu Geologian tutkimuskeskuksen arkistoon. Niistä on karttunut tärkeä tietolähde eri alueiden malmi- ja teollisuusmineraalien esiintymismahdollisuuksista.

Nämä tiedot ovat GTK:n julkisesta päätearkistosta tai internetistä kaikkien harrastajien käytettävissä. GTK:n internet-sivusto on muutoinkin tärkeä lähde kaikentasoisesta geologisesta tiedosta maastamme. Sieltä on löydettävissä myös kaikille avoin karttaohjelmisto Active Map Explorer, joka sisältää mm. kallioperäkarttoja, geofysiikan lentokarttoja, geokemian karttoja sekä malmiviite- ja valtauskarttoja. Toinen käyttökelpoinen GTK:n internet-ohjelmisto on GEOKARTTA-karttapalvelu.

Malminetsintämenetelmät

Yleisimmin käytettävät malmien ja teollisuusmineraalien etsintämenetelmät voidaan jakaa neljään ryhmään:

- geologisiin menetelmiin
- geofysikaalisiin menetelmiin
- geokemiallisiin menetelmiin
- kairaukseen ja tulkintoihin

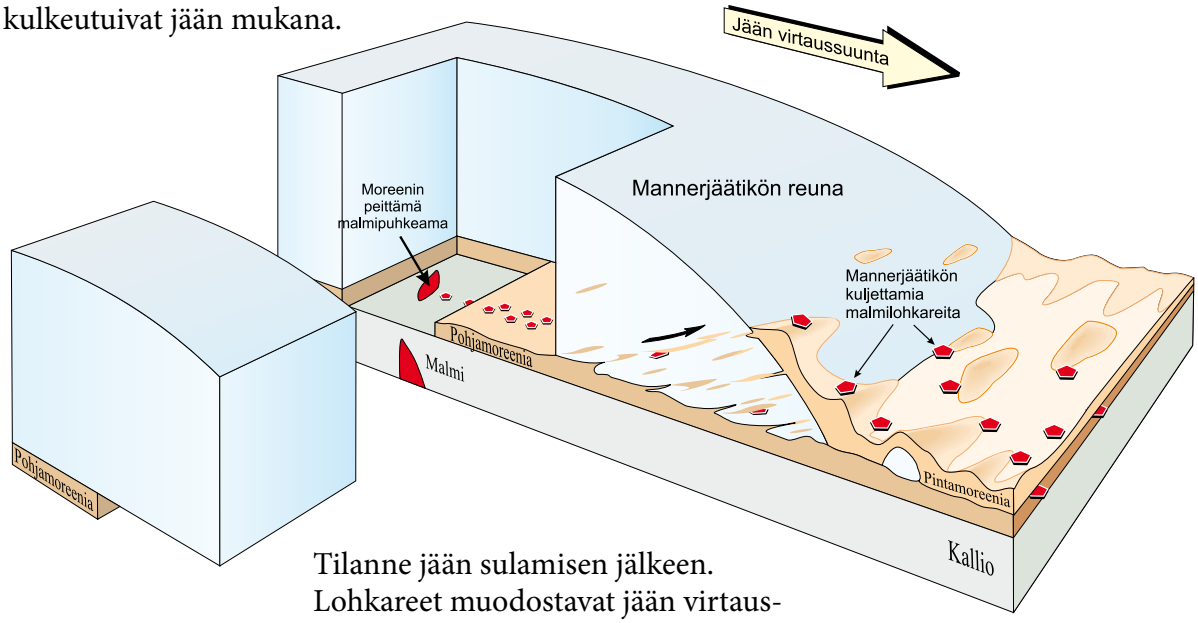
Geologiset menetelmät

Kokemuksen ja tunnettujen malmiesiintymien perusteella geologit tietävät, että useimmat malmiesiintymät ovat yleisempiä tietyillä alueilla kuin muualla. Alueet ovat sidoksissa kallioperän koostumukseen, mutta lisäksi on muita paikallisia geologisia tekijöitä, jotka liittyvät näihin niin sanottuihin malmiprovinsseihin. Esimerkkeinä ovat mm. Vammalasta Poriin kulkeva nikkelimalmien vyöhyke, Raahen seudulta viistosti maan halki Laatokalle ulottuva sulfidimalmien vyöhyke, Outokummun kuparimalmien kenttä, paperipigmenttilaatuisten kalkkikivijaksojen keskittyminen Lounais-Suomeen, Kälviän–Halsuan ilmeniittiprovinssi sekä kromi- ja platinamalmien suhteen kriittiset kerrosintruusiot Lapissa ja Koillismaalla.

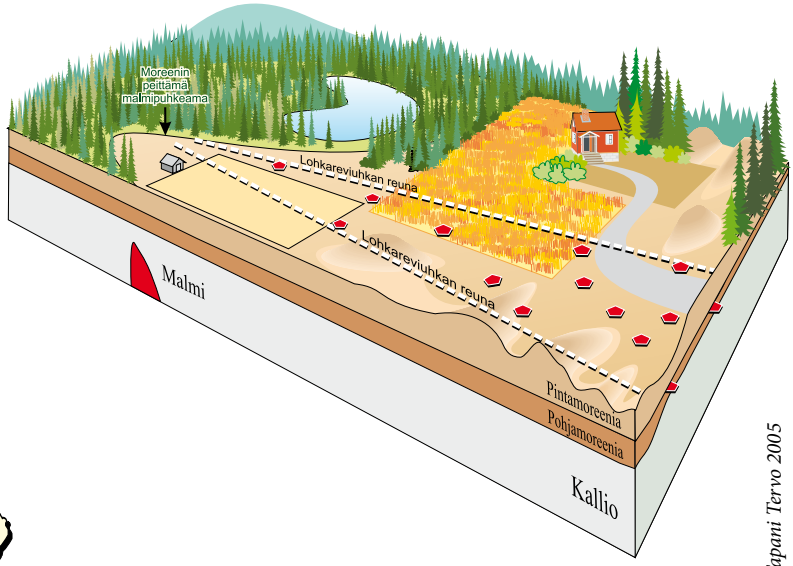
Tiedetään, että eräät kivilajit sisältävät usein määrättyjen mineraalien rikastumia. Lähinnä vain gabron ja peridotiitin yhteydessä saattaa esiintyä nikkeliä, kromia, vanadiinia ja titaania. Näihin kiviin liittyy myös rautamalmeja, mutta rautaa voi olla paljon myös muissa kivissä, erityisesti kerrostuneissa niin sanotuissa raitaisissa rautamalmeissa. Myös

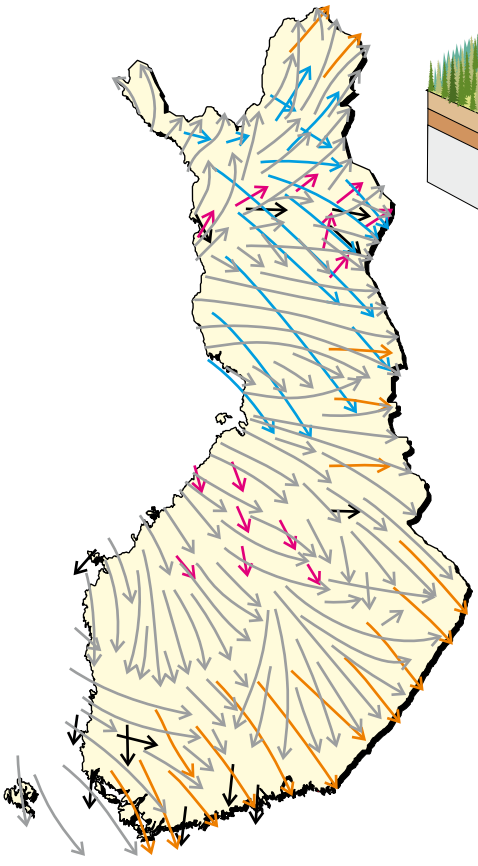
Lohkareesta malmipuhkeamaan

Mannerjäätikkö kulutti alustaansa. Malmipuhkeamasta irronneet lohkareet kulkeutuivat jään mukana.



Tilanne jään sulamisen jälkeen. Lohkareet muodostavat jään virtaussuunnan mukaisen viuhkan, joka osoittaa malmipuhkeaman.





Mannerjäätikön yleisimmät virtaussuunnat eri vaiheissa

- Salpausselkävaiheen aikainen ja sitä nuorempi virtaus
- Salpausselkävaihetta edältänyt virtaus
- Viimeisen jääkauden alkuvaiheen virtaus
- Viimeistä jääkautta vanhempi virtaus
- Määrittelemätön vanhempi jäätikön virtaus

Piirros: Tapani Tervo 2005

kuparimalmeja voi olla monenlaisissa kivilajeissa. Kuparia ja sinkkiä sisältävät sulfidimalmit liittyvät usein vulkaanisperäisiin kiviin sekä kiisuja ja grafiittia runsaasti sisältäviin liuskeisiin. Kultaesiintymiä on kaikenlaisessa kivilajiympäristössä, syväkivissä, liuskeissa ja vulkaniiteissa, mutta useimmiten niihin liittyy kvartsijuonia tai voimakkaasti hiertyneitä kivilajeja. Sen sijaan lähinnä vain pegmatiittijuonet saattavat sisältää louhittavaksi asti kvartsia ja maasälpää, kuten myös harvinaisia alkuaineita, kuten litiumia, cesiumia ja tantaalia. Eräät pegmatiitit sisältävät myös jalokiviluokan kiteitä.

Kallioperäkarttoja tarvitaan malmi- ja teollisuusmineraalipitoisten kivilajien paikantamiseen. Kallioperäkarttoja tulkitsemalla geologi voi paikantaa malmeille otollisia alueita ja geofysiikkaa ja geokemiaa hyväksi käyttäen rajata vyöhykkeitä, joihin etsintätyöt kannattaa suunnata. Lähes koko maasta on käytettävissä melko yksityiskohtaiset 1:100 000 -kallioperäkartat. Alueellisissa ja kohteellisissa etsintätöissä laaditaan yksityiskohtaisempia karttoja. Kallioperäkarttaa tehtäessä kartoitetaan maastossa paljastumien kivilajit ja niiden rakenteet sekä piirretään havainnot karttapohjille. Kallioperäkartan laatimista vaikeuttaa se, että kalliopaljastumat ovat harvassa; jopa 97 % maastamme on irtomaakerrosten peitossa. Kallioperäkartoituksen tavoite on muodostaa kokonaiskuva siitä, miten tutkimusalueen kallioperä on kehittynyt, minkälainen on ollut muinainen synty-ympäristö ja missä päin aluetta kallioperä on haetun mineraalin suhteen malmikriittisintä.

Joskus ensimmäinen viite malmista on saatu ruosteisesta, painavasta tai muutoin poikkeavasta irtolohkareesta, joka on irronnut jostakin lähialueen kallioperästä ja kulkeutunut jääkauden aikana nykysijoilleen. Maamme maalajeista suurin osa on moreenia, ja tämän jäätikön pohjalla siirtyneen aineksen joukossa ovat kulkeutuneet myös malmilohkareet. Jääkauden aikainen mannerjää on liikkuessaan kallioperämme yli toiminut valtavan höylän tavoin. Se on irrottanut kallioperän lohjenneet ja rikkonaiset osat sekä osan ehjästäkin kivestä ja kuljettanut ja kerrostanut tämän osittain jauhautuneen aineksen laajalle alalle. Suotuisissa tapauksissa malmilohkareet muodostavat lohkareviuhkan, geologisen vihjeen, joka saattaa johtaa rikkaan malmin löytymiseen. Kun lupaava malmilohkare on löytynyt, selvitetään jäätikön kuljetussuunta kyseisellä alueella.

Jäätikön kuljetussuunta on jo melko hyvin kartoitettu koko maasta, ja se vaihtelee eri osissa maata. Etelä- ja Keski-Suomessa se on vallitsevasti luoteesta, joskus suoraan lännestä tai pohjoisesta, mutta Lapissa kuljetus on ollut lounaasta. Paikallinen kuljetussuunta voidaan kartoittaa mm. moreeniaineksen suuntauslaskuin tai silokallioiden uurresuuntamittauksin, jotka siis osoittavat, mistä päin jäätikkö on kuljettanut malmilohkareet. Mitä lähempänä malmilohkareiden lähtökohtaa, emäkalliota ollaan, sitä enemmän malmilohkareita löytyy. Malmion ympäristössä maaperä on joskus täynnä malmipitoisia lohkareita. Kartalle merkittyinä lohkareet muodostavat viuhkamaisen kuvion, lohkareviuhkan, jonka kärki osoittaa emäkallion sijainnin. On kuitenkin muistettava, että malmiot muodostavat vain häviävän pienen osan koko kallioperästämme, ja niinpä malmilohkareiden esiintymistiheyskin maaperässä on yleensä hyvin pieni. Lohkare-etsintä on tuloksellista, koska uusia lohkareita paljastuu koko ajan metsänparannustöissä ja maanrakennustyömailta.

Melko usein, esimerkiksi kultamalmeja etsittäessä, ensimmäinen vihje malmiutumisesta saadaan suoraan kalliohavaintona, kullan seurannaismineraalien tai luonteenomaisen isäntäkiven ansiosta.

Geofysikaaliset menetelmät

Fysikaalisten mittalaitteiden avulla on mahdollista päätellä, miltä kallioperä näyttää paksun maapeitteen alla. Tavallisesti käytetään magneettisia ja sähköisiä menetelmiä, joskus gravimetrisia menetelmiä eli painovoimamittauksia ja harvoin seismisiä tai radioaktiivisia menetelmiä. Mittauksia tehdään sekä lentokoneella että maastossa, tavallisesti 4-6 mittaajan ryhmänä.

Kaikkia geofysikaalisia mittausmenetelmiä, pois

lukien painovoimamittaukset, tehdään myös lentomittauksina. GTK:lla on käytössään lentokone, johon asennettu laitteisto mahdollistaa lentomittausten tekemisen. Ns. korkealentomittaukset on tehty koko maasta jo parikymmentä vuotta sitten, ja tällä hetkellä käytännöllisesti katsoen koko maa on mitattu uudelleen, nyt noin 30 metrin korkeudelta lennettynä. Malminetsinnän harrastajien käyttöön soveltuvat parhaiten magneettiset ja sähköiset kartat (ns. slingram-reaali). Niitä voi tilata GTK:sta 1:20 000 - tai 1:100 000 -mittakaavaisina. Magneettisista kartoista erottuvat erityisen hyvin kivilajikerrostumien ja -muodostumien vaihtelu ja sijainti maapeitteen alla. Varsinaisia malmeja niistä on vaikea havainnoida, koska magneettiset häiriökentät ovat tavallisesti laajoja ja niitä on runsaasti jokaisella karttalehdellä, lukuun ottamatta graniittivaltaisia alueita. Sähköisillä kartoilla erottuvat hyvin sulfidimalmikriittiset vyöhykkeet, joiden osoittamille alueille harrastaja voi suunnata malminetsintäretkiä.

Yksityiskohtaisemmat mittaukset tehdään maanpinnalla, ja ne edeltävät aina kairauksia. Tavallisimpia ovat magneettiset ja erilaiset sähköiset menetelmät, esimerkiksi kullan etsinnässä ns. IP-mittaukset. Oleellinen osa geofysiikan tutkimuksia on geofyysikkojen tekemä tulkintatyö, jossa mittaustulosten ja mallinnosten perusteella arvioidaan erilaisten malmikriittisten kivilohkojen syvyysulottuvuudet ja rakenne maanpinnan alla. Mainittakoon vielä alueellinen painovoimamittaus, GTK:n pitkän tähtäimen kartoitusohjelma, joka tuottaa malminetsinnän käyttöön erittäin tärkeää, hieman tavanomaista syvemmälle maankuoreen ulottuvaa geofysikaalista tietoa.

Geokemialliset menetelmät

Geokemiallisesta malminetsinnästä on Suomessa vankka ja tuloksekas kokemus. Se käsittää näytteenoton yleensä iskuporauskalustolla, näytteiden kemiallisen analysoinnin nykyaikaisilla monialkuainemenetelmillä sekä kartanpiirtovaiheen ja tulosten tulkinnan. Yleisimmin näyteaines on moreenia. Kohteellisissa tutkimuksissa otetaan tavallisesti samalla kallion pinnasta murske- tai soijanäyte. Näytteet otetaan tasavälisesti linjoina tai verkostona. Analyysitulokset siirretään kartoille, joilla voidaan havainnoida etsittävän metallin tai sen ‘seuralaismetallien’ alueellisia pitoisuusvaihteluja. Suotuisassa tapauksessa pitoisuus on korkea jollakin rajatulla ja näin ollen malmikriittisellä alueella. Toisaalta metallipitoisuus voi myös vaihettua alueellisesti johonkin suuntaan siten, että voidaan tehdä päätelmiä siitä, missä suunnassa jatkotutkimuksia on syytä tehdä.

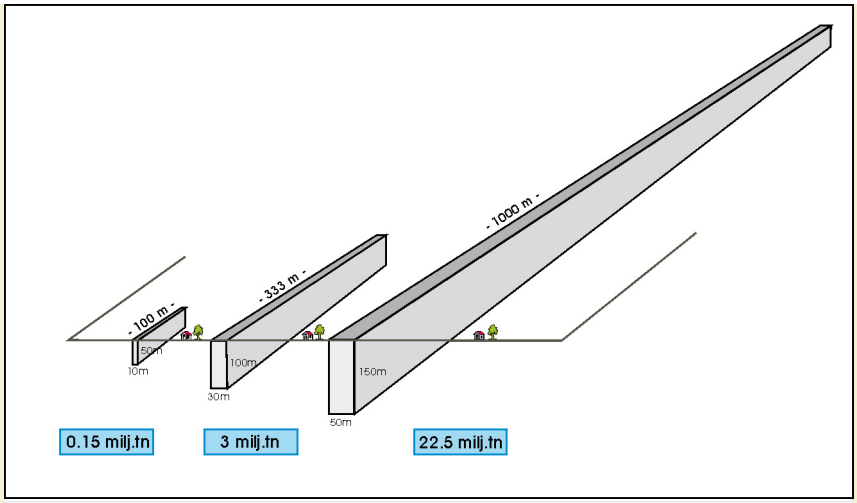
Koko Suomen alueelta on saatavilla eri mittakaavaisia GTK:n kartoitusohjelmien tuottamia geokemian karttoja, jotka perustuvat pääasiassa moreenin metallipitoisuuksien vaihteluun kymmenissä tuhansissa näytteissä. Näytteenotto on alueellisessa kartoitusohjelmassa ollut varsin harvapisteistä (esim. 1 näyte / 4 km^2) suoraan malminetsinnän käyttöön, mutta joidenkin metallien selväpiirteistä alueellista vaihtelua voidaan sellaisenaan hyödyntää mineraalivarojen kartoituksessa. Kohteellisissa etsintätöissä geokemia on rutiinimenetelmä. Erityisen hyvin moreeniin perustuva geokemia soveltuu kullan etsintään. Kohteellisessa työssä näytteenottotiheys voi vaihdella viidestä metristä muutamaan sataan metriin.

Läheisesti geokemian tutkimuksiin liittyvät raskasmineraalitutkimukset, joissa maanäytteestä rikastetaan raskain mineraaliaines ja se tutkitaan mikroskoopilla tai analysoidaan. Geokemian sovellutuksia ovat myös erilaiset varsin monivaiheiset ja vaativat tutkimukset, joissa analysoidaan kivinäytteiden eri mineraalien kemiallisia koostumuksia ja pyritään niiden avulla määrittämään kiven tai muodostuman malmikriittisyys. Näitä menetelmiä on kehitetty Suomessa erityisesti nikkelin etsintään.

Myös erilaiset kairauksista ja kartoituksista kerättyjen näytteiden analyysitulosten tilastolliset ja graafiset tutkimusmenetelmät ovat malminetsintägeologien geokemiallisia rutiinityökaluja.

Kairaus

Malminetsinnässä ehkä tärkein vaihe on syväkaira-



Erikokoisten pystyasentoisiksi laatoiksi yksinkertaistettujen esiintymien mittasuhteita; esiintymien koot 150 000 tonnia (esim. harvinainen metalli kuten beryllium tai tantaali), 3 milj. tonnia (esim. kulta) ja 22,5 milj. tonnia (esim. kalsiitti, ilmeniitti). Luonnossa esiintymien muoto ja asento ovat paljon monimutkaisempia. Mittakaavana 150 m²:n suurinen talo ja 30 m korkea puu.

us. Tavallisesti sitä edeltävät geologiset, geofysikaaliset ja geokemialliset menetelmät, jotka kohdentuvat yleensä melko laajalle alueelle verrattuna kairaukseen. Jos on olemassa vahvoja viitteitä malmin olemassaolosta esimerkiksi suoraan kalliosta tehtyjen malmiutumishavaintojen perusteella, voidaan päätös kairauksesta tehdä jo varhaisessa tutkimusvaiheessa.

Vaikka kairaus onkin melko kallis etsintämenetelmä, vain sitä käyttämällä saadaan luotettavia yhtenäisiä leikkauksia ja jatkuvia näytesarjoja malmikriittisestä kohteesta ja sen rakenteesta.

Syväkairauksessa moottorikäyttöinen timanteilla varustettu porakruunu leikkaa pitkän, lieriönmuotoisen näytteen irti kalliosta. Sydännäyte jää kruunun takana olevaan putkeen. Sydännäytteet nostetaan ylös muutaman metrin pituisina pätkinä, ja näytteet säilytetään laatikoissa samassa järjestyksessä, kuin ne on kairattu. Tavallisesti kairataan 100-200 m pitkiä reikiä. Kun kairaus on lopetettu, sydännäytteet tutkitaan, raportoidaan ja analysoidaan huolellisesti. Kairauksista piirretään tietokoneilla syvyysleikkauskarttoja. Kun näitä yhdistetään maan pinnalta tehtyihin havaintoihin ja rei´istä tehtyihin geofysiikan mittaustuloksiin, voidaan kairatusta kallioperästä luoda kolmiulotteinen kuva. Sen avulla voidaan hahmottaa malmin jatkuvuus syvyys- ja pituussuunnassa.

Malmi- tai teollisuusmineraaliesiintymän laatu ja koko

Mineraalisten esiintymien taloudellinen hyväksikäyttö, kaivostoiminta, riippuu ensisijaisesti esiintymän laadusta ja koosta. Laatuvaatimukset vaihtelevat eri metalleilla ja teollisuusmineraaleilla suuresti. Pitoisuudet kunkin esiintymän sisällä vaihtelevat tavallisesti paljon. Louhittava malmi voi sisältää hyvinkin rikkaita osia, mutta malmilaskelmissa mukaan luetaan paljon myös sellaisia esiintymän osia, joissa pitoisuudet voivat olla paljonkin alle keskiarvon.

Esiintymien koon on yleensä oltava vähintään joitakin miljoonia tai kymmeniä miljoonia tonneja, ennen kuin niiden hyödyntämisestä aletaan tehdä kannattavuuslaskelmia. Tämä vaatii useita vuosia kestäviä kairausvaiheita. Arvioidaankin, että suotuisassa tapauksessa ensimmäisistä malmihavainnoista

kestää vähintään 10 vuotta kaivosvaiheeseen. Harvinaisten ja arvokkaiden mineraalien osalta pienikin esiintymä voi olla merkittävä. Viereisellä sivulla olevassa kuvassa on suhteutettuna pienen (150 000 t), tavanomaisen (3 Mt) ja kohtalaisen suuren esiintymän koko ja mittasuhde.

Monet muutkin tekijät kuin koko ja laatu vaikuttavat toki kaivostoiminnan käynnistämiseen. Tällaisia tekijöitä ovat esimerkiksi mineraalin tarve ja käyttö maassamme, esiintymän sijainti, etäisyys hyödyntävästä teollisuuslaitoksesta, metallien maailmanmarkkinahinta (vaihtelee jaksoittaisesti), yleinen taloudellinen tilanne jne.

Jari Väätäinen, GTK

Kallioperäkartoitusta.

OHJEITA KIVIHARRASTAJALLE

Kiviharrastaja ei tarvitse kalliita etsintävälineitä. Perusvarustukseen kuuluvat malmivasara kivien rikkomiseen ja suojalasit silmien suojaamiseen kivensiruilta. Arvomineraalien kuten kullan havaitsemiseen on hyvä hankkia laadukas kymmenkertaisesti suurentava suurennuslasi eli luppi. Tavallinen sähkösulake sopii mineraalien viirun värin, ja teräspiikki tai puukon kärki käyvät mineraalien kovuuden toteamiseen. Magneettirauta tai kompassin neula soveltuvat mineraalin magneettisuuden toteamiseen. Metsässä liikuttaessa kompassi tai GPS-laite sekä kartta on hyvä pitää mukana. Niiden avulla lohkareiden löytöpaikat on helppo taltioida.

Etsintäretki kannattaa suunnitella hyvin etukäteen. Etsintäalueelta on hyödyllistä hankkia peruskartan lisäksi myös geologisia karttoja. Otollisia etsintäkohteita ovat mm. uudet hakkuu-, ojitus- tai tiealueet ja leikkaukset, missä maanpintaa on jo valmiiksi rikottu, ja kiviä sekä kalliota kaivettu esille. Reitin suunnittelussa kannattaa huomioida myös hyvät tavat ja välttää pihapiirien lähialueita. Vähäinen näytteen otto tutkimustarkoituksiin on jokamiehenoikeuksiin perustuen luvallista. Jos vähänkin tuntuu epävarmalta, on syytä ilmoittaa maanomistajalle suunnitelmistaan ja tarpeen vaatiessa kysyä lupaa näytteiden ottamiseen.

GTK palkitsee vuosittain parhaiden kansannäytteiden lähettäjät rahapalkinnoin. Lisäksi vuosittain järjestetään alueellisia malminetsintäkilpailuja, joissa on omat kilpailukohtaiset säännöt ja palkinnot. Kilpailuihin voi osallistua lähettämällä malmi-, rakennuskivi-, teollisuusmineraali- tai korukivinäytteitä. Näytteen lähettäminen on maksutonta lähettäjän merkitessä kuoreen tunnuksen ja vastauslähetys numeron (katso viereinen sivu). Kilpailuissa GTK toimii asiantuntijana näytteiden paremmuusjärjestykseen panossa. Vain näytteiden lähettäjällä on mahdollisuus voittaa!

Jari Nenonen, GTK

Kivinäytteiden tutkimista GTK:lla.

KIVISAATE

Täytä saate selvästi ja liitä se mukaan kivilähetykseesi.
Näytteen lähettäminen on sinulle maksutonta.
GTK palkitsee vuosittain parhaiden kansannäytteiden lähettäjät.

Löytäjän nimi: _____

Lähiosoite: _____

Postinumero ja toimipaikka: _____

Löytökunta: _____

Irtokivi/kallio: _____

Tarkempi löytöpaikka: _____

Näytteitä lähettäessäsi toimi seuraavalla tavalla:

1. Ota mielenkiintoisesta kivestä tai kalliosta edustava näyte. Nyrkinkokoinen kappale riittää.

2. Merkitse näytteen löytöpaikka kartalle. Voit merkitä löytöpaikan myös maastoon, jolloin sen löytää vaikeuksitta mahdollisten jatkotutkimuksien yhteydessä.

3. Pakkaa löytämäsi näyte tai näytteet tukevaan, mieluimmin alle kaksi kiloa painavaan pakettiin. Jos pakkaat pakettiin useampia näytteitä, numeroi ne niin, että näytteet ja niiden löytöpaikat eivät sekaannu keskenään. Jos lähetät vuoden aikana useita näytteitä, käytä juoksevaa numerointia. Liitä pakettiin saatelappu, josta ilmenee lähettäjän nimi, osoite ja mahdollinen puhelinnumero sekä näytteen/näytteiden tarkka löytöpaikka. Voit käyttää mallina yllä olevaa saatelapun mallia tai kopioida sen. Mainitse myös, onko näyte löydetty kalliosta vai irtokivestä. Jos poikkeustapauksessa joudut lähettämään paketin, jonka paino ylittää 2 kg on postissa täytettävä ASIAKASPALAUTUS N:o 14 lomake.

4. Lähetä paketti Geologian tutkimuskeskuksen kansannäytetoimistoon Kuopioon.

Lähetä näytteesi osoitteeseen:

Geologian tutkimuskeskus
Itä-Suomen yksikkö
Kansannäytetoimisto
Tunnus 5003687
70003 Vastauslähetys

Yhteydenotot:
Puh: 020 550 3527
Faksi 020 550 13

SUOMEN KANSALLISKIVI JA MAAKUNTAKIVET

Suomen maakuntakivet valittiin demokraattisesti enemmistön äänillä vuonna 1989. Suomen Matkailuliitto ja Geologian tutkimuskeskus järjestivät kesällä 1989 valintakampanjan, johon osallistuivat edellisten lisäksi Tiedekeskus Heureka, Tapiola-yhtiöt, Kiviteollisuuden keskusliitto ja Tiede-lehti. Tarkan harkinnan jälkeen kutakin maakuntaa varten valittiin kolme kiviehdokasta, joita yleisö sai äänestää. Äänestys tapahtui Tapiola-yhtiöiden konttoreissa, Tiedekeskus Heurekassa tai postitse. Maakuntakiviehdokkaat olivat äänestyspaikoilla nähtävänä kivikokoelman muodossa ja/tai valokuvin varustettuna ehdokaslistana. Ääniä annettiin 22 132 kpl. Eniten ääniä saanut kivi valittiin ko. maakunnan maakuntakiveksi. Kansalliskivestä ei kuitenkaan äänestetty. Ehdokasasettelun suorittanut raati totesi, että graniitti on itseoikeutetusti Suomen kansalliskivi.

Suomen kansalliskivi ja maakuntakivet ponnahtivat esille seuraavan kerran vuonna 1993. Tasavallan presidentin virka-asunnon, Mäntyniemen, suunnittelijat, arkkitehdit Reima ja Raili Pietilä, halusivat Mäntyniemen pihaan maakuntakivistä koottavat ”käräjäkivet”. Suomen Maakuntien keskusliitto, nykyisin Kuntaliitto, päätti lahjoittaa Mäntyniemeen Suomen kansalliskiven ja kaikki Suomen maakunnat kukin oman maakuntakivensä. Geologian tutkimuskeskus sai tehtäväkseen etsiä ja kerätä edustavat maakuntakivikappaleet. Ennen Mäntyniemen puistoon sijoittamistaan kivet muotoiltiin Mäntyniemen maisemaan sopiviksi ja niihin leikattiin kiillotettu ”ikkuna”, josta pääsee kurkistamaan kiven sisäistä rakennetta. Maakuntakivien kerääminen ja lahjoitus tasavallan presidentille kesällä 1994 saivat osakseen paljon julkisuutta lehdistössä ja radiossa.

Nykyinen toiminnallis-taloudellinen maakuntajako syntyi Valtioneuvoston päätöksellä vuonna 1992. Sitä täydennettiin kesällä 1997, jolloin Itä-Uusimaa erosi Uudenmaan maakunnasta ja Vaasan Rannikkoseutu sai nimekseen Pohjanmaa/Österbotten. Vuonna 1998 Valtioneuvosto muutti kahden maakunnan nimeä: Hämeestä tuli Kanta-Häme ja Savosta Pohjois-Savo. Uusien maakuntien maakuntakivet noudettiin kesällä 1997 ja luovutettiin juhlallisesti tasavallan presidentille Mäntyniemessä syksyllä 1998.

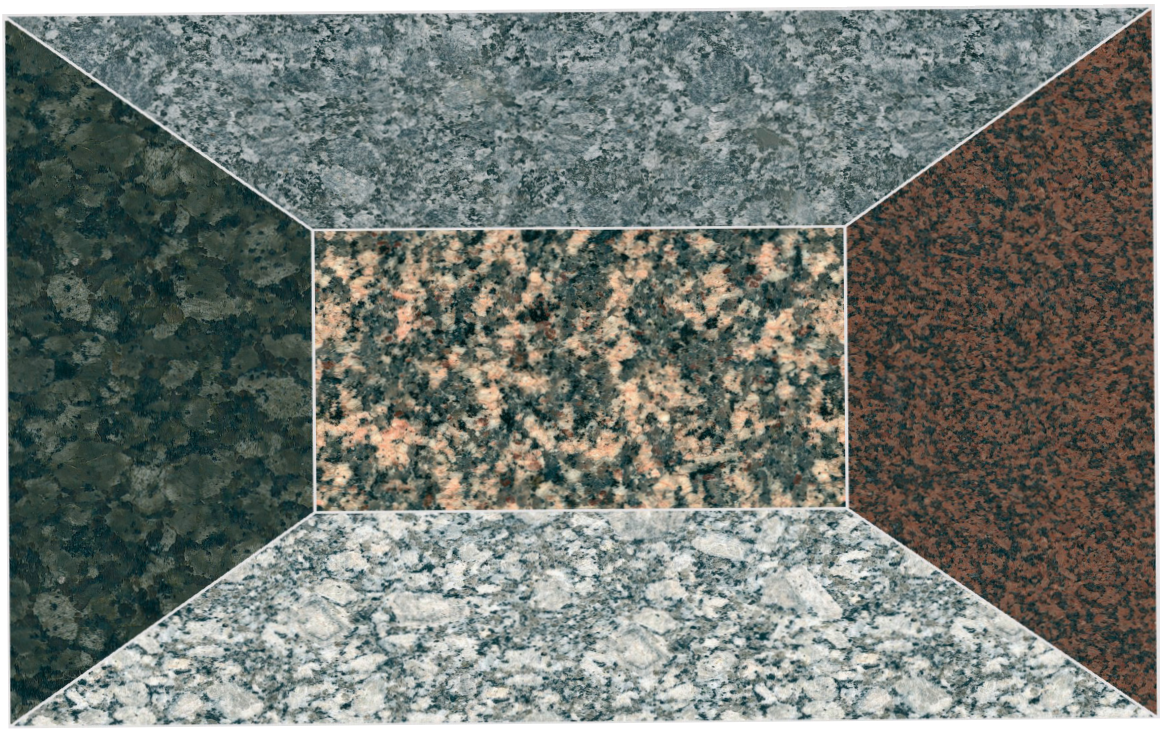
Suomen kansalliskivi: Graniitti

Yli puolet Suomen kallioperästä on erilaisia ja eri ikäisiä graniittisia kivilajeja. Voidaan hyvin sanoa, että graniitti on itseoikeutettu Suomen kansalliskiveksi. Graniitti on kova, luja ja kestävä kivilaji. Kiven ulkonäkö, johon vaikuttavat väri, raekoko ja rakenne, vaihtelee suuresti. Punainen on tavallisin väri graniitille, mutta harmaat, ruskeat, vihertävät ja jopa sinertävät graniitit ovat myös tavallisia. Graniittisten kivien raekoko vaihtelee alle mm:stä yli 10 cm:iin. Rakenteeltaan graniitit voivat olla tasarakeisia tai porfyyrisiä (kivessä on perusmassaa suurempia hajarakeita). Rapakivigraniitista, joka on Suomen eniten louhittu rakennuskivi, löytyy sekä väriltään että rakenteeltaan hyvin erilaisia tyyppejä. Eheyden, säännöllisen rakoilun ja kauneutensa takia graniitteja on perinteisesti käytetty rakennus- ja monumenttikivinä. Kansallismuseo, Kansallisteatteri, Helsingin rautatieasema, eduskuntatalo ja Graniittitalo ovat hyviä esimerkkejä graniitin käytöstä rakennuskivenä.

Kuvassa on näytteitä Suomen kansalliskivestä, väriltään ja/tai rakenteeltaan erilaisia graniitteja. Kuvan keskellä on Kalvolan graniittia, jota on käytetty eduskuntatalon ja sen lisärakennuksen rakentamisessa, sekä sisällä että ulkona.

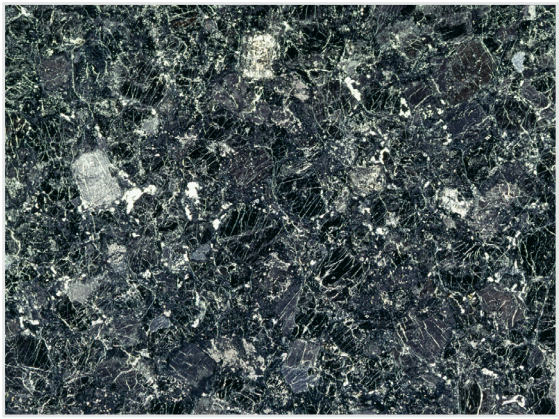
Maakuntakivet

Maakuntakivien joukkoon kuuluu hyvin erilaisia kiviä ja mineraaleja. Mukana on Suomen kallioperän yleisimpiä kivilajeja, kuten graniitti ja gneissi. Peräti kolme maakuntaa on valinnut nimikkokivekseen graniitin. Joukossa on myös erittäin harvinaisia kivilajeja, kuten meteoriitin iskussa syntynyt kivilaji, kärnäiitti ja ulkonäöltään erikoinen pallokivi. Suomen nuorimpia kiviä edustaa fossiilipitoinen kalkkikivi (ikä 450 milj. v.) ja Suomen vanhimpia kiviä vihreäkivi (ikä 2 800 milj. v.). Suomen eniten louhitut teollisuusmineraalit, apatiitti (800 000 t/v.) ja kalsiitti (3,3 milj. t/v.) sekä Suomen tärkein rakennuskivityyppi, rapakivigraniitti, kuuluvat myös maakuntakiviin. Yksi maakuntakivistä on kiihkeästi haluttu malmimineraali ja korujen materiaali, nimittäin kulta. Korujen valmistamiseen sopivia kauniita kiviä ovat mm. Suomen tärkein korukivi, spektroliitti ja ainakin arabian kielen taitajien uteliaisuutta herättävä kirjomaasälpä.



Uusimaa: Sarvivälke

Sarvivälke on tummanvihreä, neliskulmaisin, välkehtivin pinnoin lohkeileva mineraali. Se on mustan kiilteen jälkeen yleisin tumma mineraali Suomen kallioperässä. Sarvivälke kuuluu nauhasilikaattien eli amfibolien suureen ryhmään. Se on pääminеraalina erilaisissa mustissa kivilajeissa, jotka ovat yleisiä Hyvinkään ja Karkkilan välisellä alueella. Hyvinkään mustia graniitteja on louhittu muistomerkkikiviksi. Sarvivälkerikkaat kivet tunnetaan myös hyvinä kiuaskivinä.



Jari Väätäinen, GTK

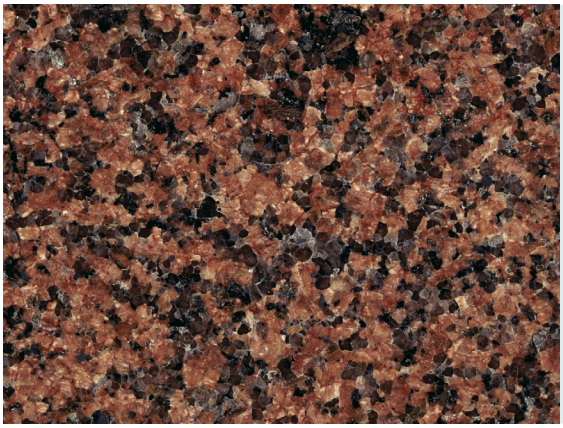
Itä-Uusimaa: Lohenpunainen kalkkikivi

Sipoossa on ollut useita kalkkikivilouhoksia ainakin 1600-luvulta lähtien. Suomenlinnan rakentamisen aikaan kalkkikiveä louhittiin suuria määriä muurauslaastin valmistamista varten. Suomen ensimmäinen sementtitehdas, joka toimi Keravalla vuosina 1869-1894, sai kalkkikivensä Sipoon Martinkylän louhokselta. Sipoon Kalkkirannassa suurtuotanto alkoi vuonna 1939. Kaivos tuottaa maatalous- ja rehukalkkia, täyteaineita jne. Kalkkikiven väri vaihtelee valkeasta lohen punaiseen.

Jari Väätäinen, GTK

Varsinais-Suomi: Punainen graniitti

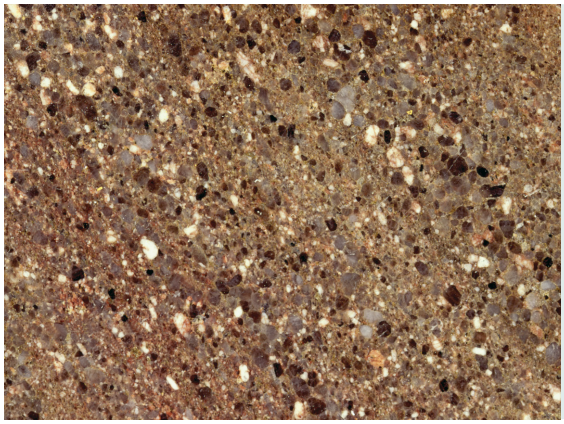
Varsinais-Suomen alueella on kaksi suurta rapakivialuetta, Vehmaan ja Laitilan rapakivigraniitit, joiden läpimitta on 40-50 km ja useita pieniä 1-5 km:n läpimittaisia pahkuja. Yleisin tyyppi on väriltään ruskehtava ja rakenteeltaan porfyyrinen rapakivi. Vain Vehmaalta ja Taivassalosta löytyy punaista tasarakeista rapakiveä. Niistä tunnetumpi ja kalliimpi on Vehmaan punainen, jonka vienti Englantiin alkoi jo vuonna 1901 kauppanimellä Balmoral Red.



Jari Väätäinen, GTK

Satakunta: Hiekkakivi

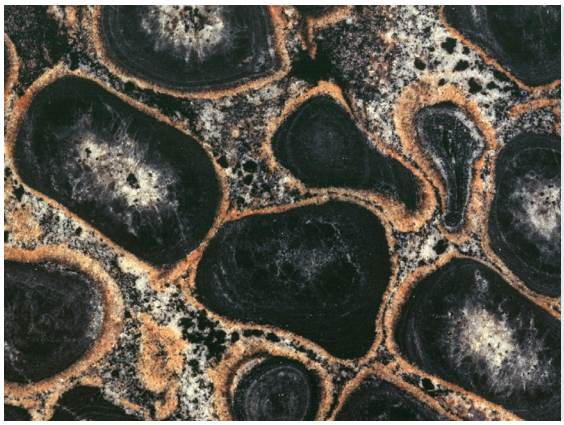
Suurten rapakivimassiivien muodostumisen jälkeen, noin 1 400 milj. vuotta sitten, kallioperä vajosi hitaasti nykyisen Satakunnan alueella. Noin 200 milj. vuoden aikana syntyi yli 100 km pitkä, 20-30 km leveä ja osin 1 km syvä vajoama. Joet kuljettivat ympäröivän vuoriston rapautumistuotteet vajoamalaakson pohjalle, jossa ne iskostuivat ajan mittaan hiekka- ja savikiviksi. Hiekkakivellä on lähes vaakasuora kerroksellisuus ja se lohkeilee helposti. Paljastumia tunnetaan vain vajaat 30 kappaletta.



Jari Väätäinen, GTK

Pirkanmaa: Pallokivi

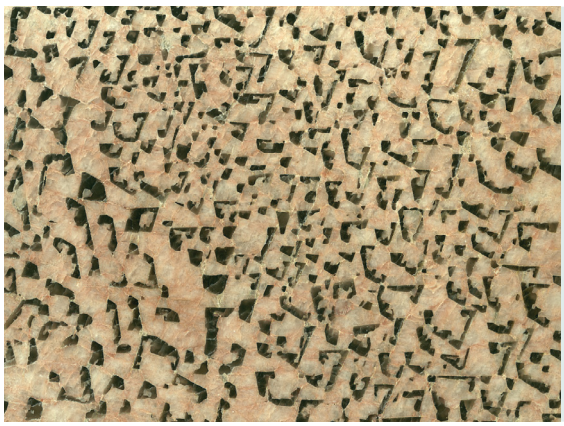
Pallokivi on tavallisen syväkiven erikoinen rakennetyyppi. Siinä on ydintä ympäröivien kehien lisäksi sälömäinen säteittäisrakenne. Pallokivien kokonaiskoostumus vaihtelee kuten syväkivienkin: on graniitteja, dioriitteja, gabroja, peridotiitteja jne. Kaikki esiintymät ovat pieniä, muutamia neliömetrejä tai enintään pari aaria. Pirkanmaalta tunnetaan 10 pallokiveä; viisi kallioesiintymää ja viisi lohkareikkoa. Pallokiviesiintymät ovat yleensä rauhoitettuja, mutta Kurun pallokiveä (kuvassa) voi ostaa pöytälevyinä tai pienesineinä.



Jari Väätäinen, GTK

Kanta-Häme: Kirjomaasälpä

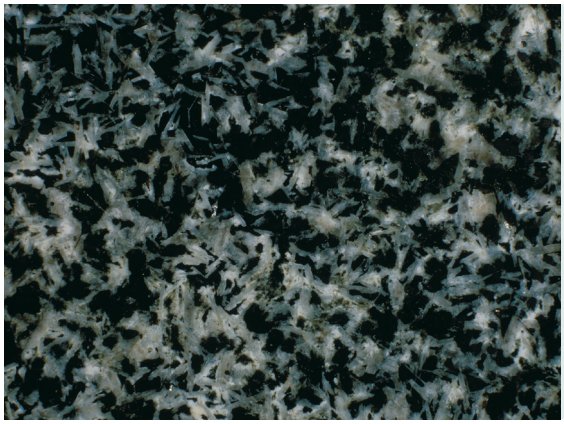
Graniittisten syväkivien kiteytymisen loppuvaiheessa kiteytyy karkearakeisia juonikiviä, pegmatiitteja. Niiden pääminеraalit ovat maasälpä, kvartsi ja kiille. Lisäksi voi olla harvinaisten alkuaineiden muodostamia mineraaleja. Kvartsi ja maasälpä esiintyvät pegmatiiteissa paitsi omina rakeinaan myös kirjomaasälpänä. Kirjomaasälpä sisältää 27 % kvartsia ja 73 % kalimaasälpää. Tumma kvartsi muodostaa maasälvän sisälle kolmiulotteisen verkon, jonka poikkileikkaus muistuttaa arabialaista kirjoitusta.



Jari Väätäinen, GTK

Päijät-Häme: Diabaasi

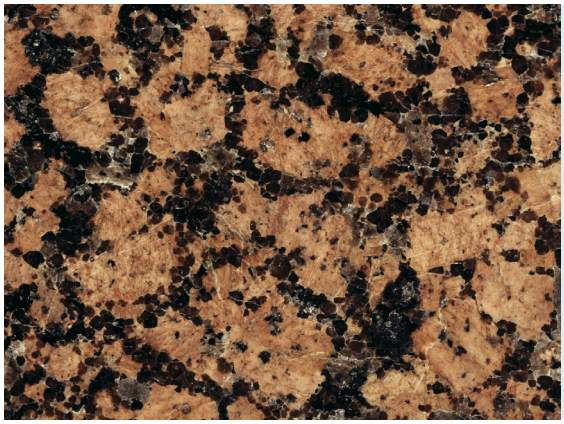
Päijät-Hämeen alueella on noin 50 diabaasijuonta. Ne kuuluvat Kurusta Suomenniemelle ulottuvaan diabaasijuoniparveen. Maankuoren murtuminen ja tulivuoren purkaukset edelsivät rapakivimassiivien tunkeutumista maankuoreen. Diabaasijuonista monet ovat useiden kilometrien mittaisia ja kymmenien metrien, jopa yli 100 m:n levyisiä. Suurimpia juonia pidetään tulivuorten purkauskanavina. Diabaasin mineraalit ovat asettuneet sisäkkäin, mikä tekee rakenteesta lujan ja diabaasista hyvän kiuaskiven.



Jari Väätäinen, GTK

Kymenlaakso: Punainen rapakivi

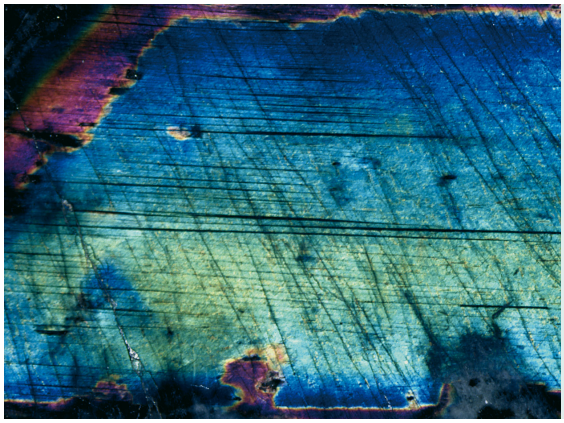
Puolet Viipurin rapakivigraniitista sijaitsee Kymenlaakson alueella. Yleisin rapakivityyppi on viborgiitti, jossa punaisia tai ruskeita pallosia ympäröi vihertävä maasälpävaippa. Kymenlaakson maakuntakivi on harvinaisempaa punaista, karkearakeista tyyppiä, jossa on punaisia maasälpäpalloja, muttei vihertävää kehää niiden ympärillä. Punaista rapakiveä louhitaan Kotkassa, Anjalankoskella ja Virolahdella, josta Suomen rakennuskivien vienti alkoi 1700-luvulla.



Jari Väätäinen, GTK

Etelä-Karjala: Spektroliitti

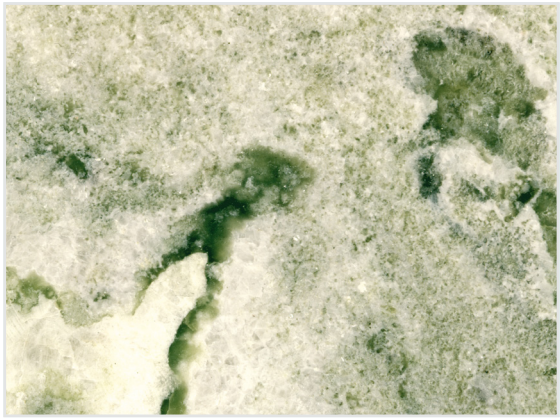
Spektroliitti on sateenkaaren väreissä loistavan plagioklaasimaasälvän korukivinimi. Väri-ilmiö syntyy silloin, kun maasälpä koostuu erittäin ohuista lamelleista. Valo heijastuu lamellien rajapinnoista ja interferoi. Paksujen lamellien alueelle syntyy punainen ja ohuiden alueelle sininen väri. Laadultaan parhaat spektroliittiesiintymät sijaitsevat Ylämaalla, josta spektroliittia löytyi 1940-luvulla. Louhinta alkoi 1950-luvulla ja vähitellen spektroliitista on tullut Suomen tunnetuin ja tärkein korukivi.



Jari Väätäinen, GTK

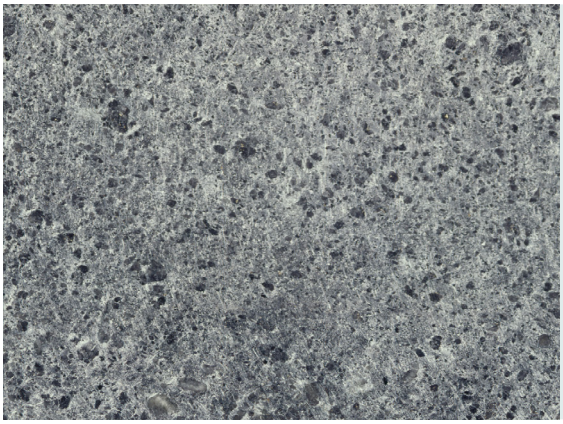
Etelä-Savo: Marmori

Marmorilla tarkoitetaan uudelleen kiteytynyttä karbonaattikiveä, kalsiittista tai dolomiittista. Etelä-Savossa marmoria esiintyy Jäppilän-Joroisten, Savonlinnan-Kerimäen, Virtasalmen ja Montolan-Ankeleen alueella. Kerimäellä ja Virtasalmella marmoria on louhittu kalkin polttoon, maatalouskalkiksi ja täyteaineeksi. Ankeleen marmorista on tehty myös rakennuskiveä, lattia- ja seinälaattoja. Ankeleen marmorin värivaihtelun aiheuttaa vihertävä serpentiinimineraali.


Jari Väätäinen, GTK

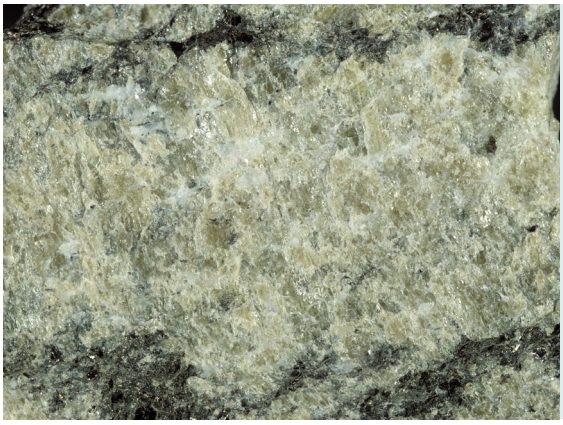
Pohjois-Karjala: Vuolukivi

Vuolukivi on pehmeä (kynsi naarmuttaa), liukas, vihertävän tai sinertävän harmaa, hienorakeinen liuskeinen kivi. Ulkotiloissa pinnan väri muuttuu ajan mittaan kellertäväksi. Kivi koostuu talkista ja karbonaatista. Lisäksi on vähän serpentiiniä ja kloriittia. Kaikki merkittävät esiintymät sijaitsevat Itä-Suomessa. Vuolukivien tuotanto on Juuassa, Polvijärvellä, Kuhmossa ja Suomussalmella. Helppo työstettävyys ja kestävyys ovat tehneet vuolukivestä suositun tulisijojen, patsaiden ja julkisivujen materiaalin.


Jari Väätäinen, GTK

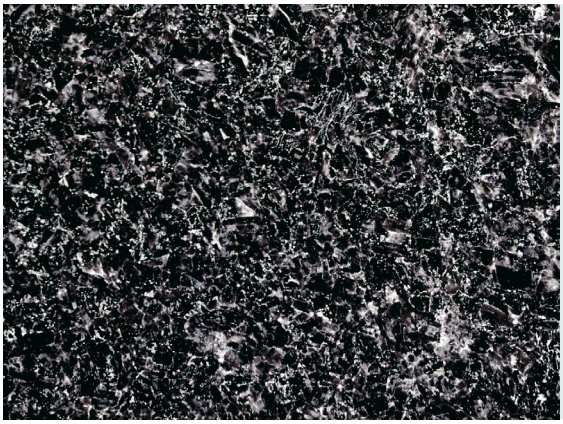
Pohjois-Savo: Apatiitti

Fosfori on sekä kasveille että eläimille välttämätön ravintoaine. Apatiitti on maankuoren yleisin fosforimineraali. Sitä on vähän miltei kaikissa kivissä. Siilinjärven esiintymä on kooltaan suuri, mutta pitoisuudeltaan pieni. Noin 15 km pitkä malmi sisältää apatiittia noin 10 %. Vuodesta 1979 lähtien siellä on toiminut Suomen suurin kaivos, jonka vuosilouhinta on 10 milj. tonnia. Apatiittirikaste on vieressä sijaitsevien lannoite- ja fosforihappotehtaiden raaka-ainetta. Sivutuotteita ovat kiille ja maatalouskalkki.


Jari Väätäinen, GTK

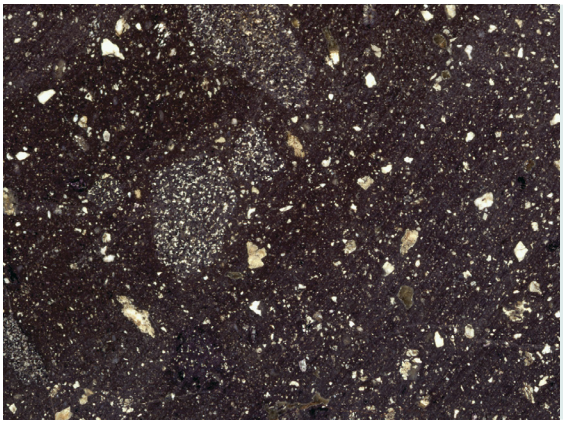
Keski-Suomi: Dioriitti

Dioriitti on rakenteeltaan graniitin kaltainen syväkivi, jossa on noin 2/3 maasälpää ja 1/3 tummia mineraaleja. Maasälpä on natriumvaltaista plagioklaasia. Sarvivälke on runsain tummista mineraaleista. Lisäksi kivessä on pyrokseenia ja biotiittia. Joskus voi olla vähän kvartsiakin. Dioriitit ovat kiillotettuna levynä lähes musta, jossa tummat mineraalit näkyvät mustina täplinä. Dioriitteja on louhittu rakennuskivitarkoituksiin Viitasaarella, Korpilahdella ja Jyväskylän ympäristössä.


Jari Väätäinen, GTK

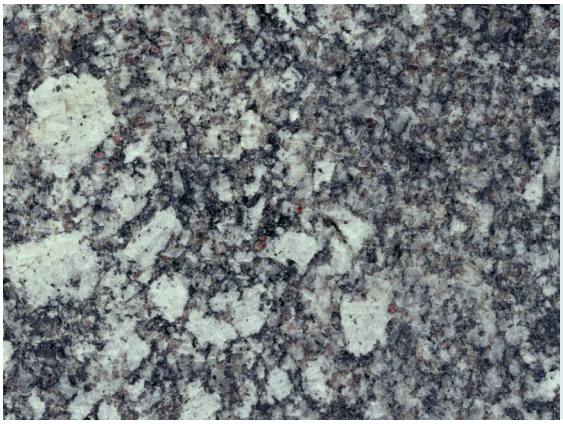
Etelä-Pohjanmaa: Kärnäiitti

Noin 73 milj. vuotta sitten syöksyi noin ½ km:n läpimittainen meteoriitti maahan nykyisen Lappajärven kohdalle. Isku aiheutti silmänräpäyksessä sekä meteoriitin että kallioperän murskaantumisen, sulamisen ja kaasuuntumisen. Paikalle syntyi 17 km:n läpimittainen kraatteri. Sen keskellä kohoaa osittain ja kokonaan sulaneesta kiviaineksesta, kärnäiitistä, koostuva Kärnänsaari. Sen ympärillä on huokoista, murskaantunutta kallioperää, jossa on mahtava kalliopohjavesivarasto.


Jari Väätäinen, GTK

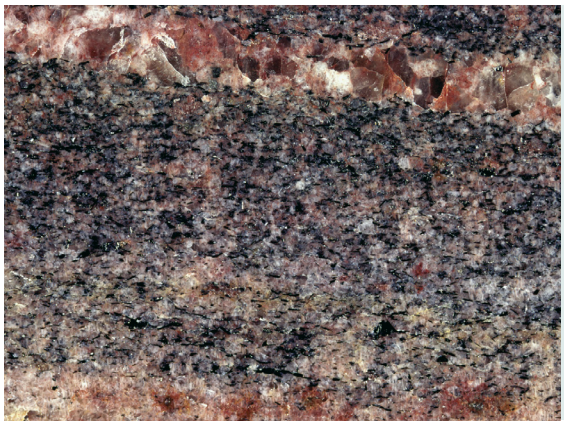
Pohjanmaa: Vaasan graniitti

Raippaluodosta Vöyriin ja Maalahdelta Pietarsaareen ulottuvalla alueella on harmaata porfyyristä kiveä, Vaasan graniittia. Se on yleistä juonina ja pahkuina kallioperässä sekä talon kokoisina irtolohkareina. Kivelle ovat tyypillisiä vaaleanharmaat, tulitikkurasian muotoiset maasälpärakeet, joiden koko vaihtelee 3-4 cm:stä 10-20 cm:iin. Aikoinaan Vaasan graniitista tehtiin paljon rakennusten kivijalkoja ja portaita. Mustasaaren kunnassa sijaitsevassa Suomen vanhimmassa kivisillassa on käytetty Vaasan graniittia.


Jari Väätäinen, GTK

Keski-Pohjanmaa: Gneissi

Gneissi on liuskeinen, karkearakeinen kivilaji, jossa liuskemaiset raidat vuorottelevat rakeisten raitojen kanssa. Lisäksi kivessä on siellä täällä graniittisia suonia. Gneissit ovat syntyneet aikaisemman vuorijonon rapautumistuotteista maasälpä-, karbonaattikivi- tai rautarikkaista hiekoista ja savista, tai tulivuorten purkaustuotteista, laavoista ja tuhkista. Vuorijononmuodostuksen yhteydessä ainekset joutuivat syvälle maankuoreen, jolloin gneissimäinen rakenne syntyi.



Jari Väätäinen, GTK

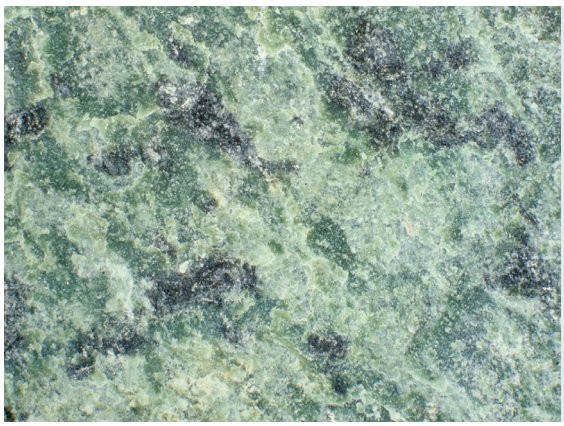
Pohjois-Pohjanmaa: Liuske

Liuskeella tarkoitetaan runsaasti kiillettä sisältävää kivilajia. Levymäiset mineraalit ovat vuorijonon muodostuksessa puristuneet yhdensuuntaisiksi kuin kirjan lehdet. Rakenteesta johtuen liuskeista on helppo lohkoa levymäisiä laattoja. Joskus liuskeet ovat poimuttuneet aaltoilevia kattotiiliä muistuttaviksi levyiksi. Pohjois-Pohjanmaalla on liuskeita varsin runsaasti Iin ja Utajärven välisellä alueella ja Kuusamossa. Liuskeita käytetään lähinnä puutarhalaattoina, lattia- ja seinälaattoina sekä sokkelin verhoilussa.

Jari Väätäinen, GTK

Kainuu: Vihreäkivi

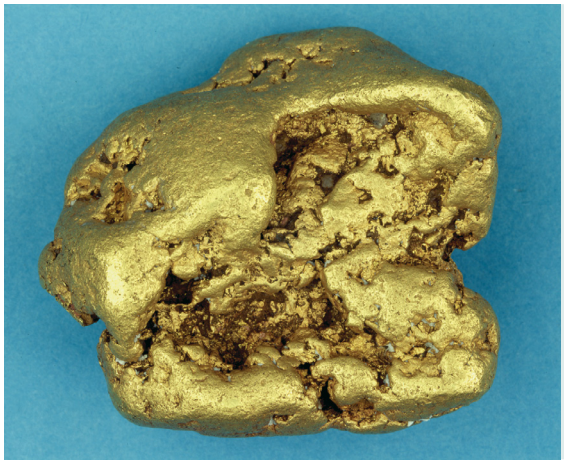
Vihreäkivi kuuluu maailman vanhimpiin kivilajeihin: niiden ikä on 2 600-3 100 milj. vuotta. Vihreäkivi on ryhmänimi erilaisille sulasta kiteytyneille, mutta myöhemmin hienorakeisiksi ja vihreäksi muuttuneille kiville. Suomessa on vihreäkiviä Keski-Lapissa ja Kuhmossa. Kuhmon vihreäkivet muodostavat 200 km pitkän ja 20 km leveän nauhan. Eri puolilta maailmaa on vihreäkivien yhteydessä tavattu merkittäviä rauta-, uraani-, kupari-, nikkeli- ja kultamalmejakin.



Jari Väätäinen, GTK

Lappi: Kulta

Lapin kullanhuuhdonnan historia alkoi 1870-luvulla Ivalojoelta. Lapiohuuhdonnan painopiste siirtyi itään päin Laanilaan ja Tankavaaraan, ja 1945 Lemmenjoelle. Koneellista huuhdontaa yritettiin jo 1920-luvulla, mutta hyvällä menestyksellä vasta 1970-luvulla. Kullan emäkalliota etsittiin jo sata vuotta sitten. Lapin ensimmäinen varsinainen kultakaivos, Saattopora 1989-1995, tuotti 4 620 kg kultaa. Useita lupaavia kultaesiintymiä on tutkimus- ja kehitystyön kohteena. Kuvassa on Suomen toiseksi suurin hippu, Aleksi (385 g).



Jari Väätäinen, GTK

Ahvenanmaa: Fossiilipitoinen kalkkikivi

Meri kuhisi elämää noin 470 milj. vuotta sitten, kun Ahvenanmaan kalkkikivi syntyi. Yleisimpiä lajeja olivat äyriäiseläimiin kuuluvat trilobiitit, erilaiset kotilot, korallit ja oikosarvet. Merenpinnalla eli kuorellisia leviä ja eläimiä, joiden fossiileja voi nähdä vain mikroskoopilla. Ahvenanmaan kalkkikiveä voi löytää vain irtokivinä, joista pääosa on aikoinaan käytetty laastin valmistamiseen. Lumparnin selällä on meteoriittikraatteri, jonka pohjalla on kalkkikiveä. Kuvassa on trilobiittifossiilin painauma.

Jari Väätäinen, GTK

GEOLOGISIA KÄYNTIKOHTEITA

Tärkeimmät näyttelyt, luontopolut ja kivipuistot Suomessa

Näyttelyt:

- Geonäyttelyt, GTK/Espoo, Kuopio ja Rovaniemi
- Yliopistojen kivimuseot, Helsinki ja Oulu
- Suomen Kivikeskus, Juuka
- Luontokeskus Ukko, Lieksa (Koli)
- Pohjanmaan Museo, Vaasa
- Keski-Suomen Luontomuseo, Jyväskylä
- Arktikum, Rovaniemi
- Geopirtti, Savukoski
- Luontokeskus Oskari, Rantasalmi
- Pyhätunturin Luontokeskus, Pelkosenniemi
- Syötteen Luontokeskus, Taivalkoski
- Luontokeskus Kellokas, Kolari (Ylläs)
- Etelä-Pohjanmaan maakuntamuseo, Seinäjoki
- Luontokapinetti, Yläne
- Tankavaaran Kultamuseo, Sodankylä
- Hoiskon tulivuorikeskus, Alajärvi
- Jalokivigalleria, Kemi
- Tampereen Kivimuseo, Tampere
- Meteoriittikeskus, Lappajärvi
- K.H. Renlundin museo, Kokkola
- Jalokivimuseo, Ylämaa
- Kaivosmuseo, Outokumpu
- Luontokeskus Suppa, Utajärvi (Rokua)
- Susiluolan opastuskeskus, Karijoki

Geologiset luontopolut:

- Porosalmi, Rantasalmi
- Kalajärvi, Peräseinäjoki
- Marikko, Kuopio
- Linkupalo, Kittilä
- Kivitunturi, Savukoski
- Jääkausitie, Asikkala
- Geopolku, Yläne
- Luuniemi, Vehmersalmi
- Kiirunankieppi, Kolari (Ylläs)
- Kolinuuro, Lieksa (Koli)
- Härmänkylä, Kuhmo
- Ametistikaivos, Sodankylä (Luosto)
- Tankavaara, Sodankylä

Geologiset retkeilykartat: Kivipuistot ja – pihat:

- Mäntyniemen käräjäkivet, Helsinki
- Maapallon aikapolku, Utajärvi
- Tiedekeskus Heureka, Vantaa
- Kivi- ja kasvipiha, Vehmersalmi
- Sapokan vesipuisto, Kotka
- Kivipuisto, Oravainen
- Gadoliniitti, Vihti

Jari Väätäinen, GTK

Matkailijoita Rantasalmen geologisella polulla.

GEOLOGISTA KIRJALLISUUTTA

Ahvenisto, Ursula; Borén, Esa; Hjelt, Sven-Erik; Karjalainen, Tuija & Sirviö, Jarmo 2004. Geofysiikka : tunne maapallosi. Porvoo: WSOY. 191 s.

Alviola, Reijo 2000. Boorimineraalit osa 2. Kivi 18 (1), 14-25. (Suomen Jalokiviharrastajain Yhdistys ry., jäsenlehti)

Alviola, Reijo 1999. Boorimineraalit osa 1/2. Kivi 17 (4), 10-30.

Challoner, Jack 2000. Kivet ja mineraalit. Porvoo: WSOY. 64 s.

Donner, Joakim 1978. Suomen kvartäärigeologia. Helsingin yliopisto, Geologian laitos, Geologian ja paleontologian osasto. Moniste 1. 264 s.

Edfelt, Åsa & Edén, Peter 2002. Oravaisten kivipuiston opas. Oravainen: Oravais Hembygdsförening. 58 s.

Edfelt, Åsa & Edén, Peter 2002. Guide till Oravais stenpark. Oravais: Oravais Hembygdsförening. 58 s.

Eronen, Matti 1991. Jääkausien jäljillä. Tähtitieteellinen yhdistys Ursa. Ursan julkaisuja 43. 271 s.

Eskola, Pentti 1957. Kidetieteen, mineralogian ja geologian alkeet. Porvoo: Werner Söderström. 337 s.

Fjäder, Kenneth 1999. Paraisten kivet. Kivi 17 (2), 8-14.

Haapala, Ilmari; Hyvärinen, Lauri & Salonsaari, Pekka 1993. Malminetsinnän menetelmät. Helsinki: Yliopistopaino. 256 s.

Haapala, Ilmari 1988. Suomen teollisuusmineraalit ja teollisuuskivet. Helsinki: Yliopistopaino. 168 s.

Haavisto-Hyvärinen, Maija; Grönholm, Sari; Kielosto, Sakari & Stén, Carl-Göran 2001. Nuuksion järviylänkö = Noux sjöplatå = Nuuksio Lake Upland : geologinen retkeilykartta = geologisk friluftskarta = geological outdoor map 1:25 000. Espoo: Geologian tutkimuskeskus. 1 kartta + opaskirja (48 s.)

Halla, Jaana & Uutela, Anneli 2006. Geologian museon mineraalikabinetti, Luonnontieteellinen keskusmuseo. Geologi 58 (4), 132-142.

Herrala, Rita 2002. 25 vuotta jalokiviharrastusta Suomessa. Suomen jalokiviharrastajain yhdistys r.y., Tekstitasi Oy, Tampere. 86 s.

Hirvas, Heikki & Nenonen, Keijo 1990. Jääkautta etsimässä. Helsinki: Tammi. 189 s.

Huttunen, Timo; Saarelainen, Jouko; Väänänen, Tapio; Putkinen, Seppo; Ikonen, Jorma; Kohonen, Jarmo; Pekkarinen, Lauri; Vuollo, Jouni & Äikäs. Olli 2003. Koli : geologinen retkeilykartta = geologisk friluftskarta = geological outdoor map 1:20 000. Kuopio: Geologian tutkimuskeskus. Maisema ja maankamara: 1 kartta + selitys (73 s.)

Hytönen, Kai 1999. Suomen mineraalit. Abstract: Minerals of Finland. Espoo: Geologian tutkimuskeskus. 399 s.

Hytönen, Markku & Tervo, Tapani & Turunen, Mikko (toim.) 2005. Kivi-Konstan Kainuu. Kuopio : Suomen Graafiset Palvelut Oy. 51 s.

Johansson, Peter (toim.); Kujansuu, Raimo (toim.); Eriksson, Brita; Grönlund, Tuulikki; Johansson, Peter; Kejonen, Aimo; Kujansuu, Raimo; Maunu, Matti; Mäkinen, Kalevi; Saarnisto, Matti; Virtanen, Kimmo & Väisänen, Ulpu 2005. Pohjois-Suomen maaperä : maaperäkarttojen 1:400 000 selitys. Espoo: Geologian tutkimuskeskus (GTK). 236 s.

Johansson, Peter (toim.) 2003. Pallas-Ounastunturi : geologinen retkeilykartta. Rovaniemi: Geologian tutkimuskeskus. Maisema ja maankamara: 1 kartta.

Johansson, Peter (toim.) & Mäkinen, Kalevi (toim.) 2003. Koilliskaira : geologinen retkeilykartta 1:100 000. Rovaniemi: Geologian tutkimuskeskus.

Johansson, Peter; Nenonen, Jari; Hirvasniemi, Hannu; Valkama, Jorma; Bister, Tuomo & Tranberg, Janne 2002. Lemmenjoki : geologinen retkeilykartta. Rovaniemi:
Geologian tutkimuskeskus. 1 kartta + opaskirja (47 s.)

Johansson, Peter; Huhta, Pekka; Nenonen, Jari & Hirvasniemi, Hannu 2000. Kultakaira : geologinen retkeilykartta Ivalojoki – Saariselkä. Rovaniemi: Geologian tutkimuskeskus. 1 kartta + opaskirja (44 s.)

Jones, Adrian 2006. Kivet. Luonto tutuksi. Helsinki: WSOY. 243 s.

Kakkuri, Juhani 2005. Tulivuoret : matkoja vulkaanien maailmaan. Helsinki: WSOY. 188 s.

Kakkuri, Juhani 1991. Planeetta Maa. Tähtitieteellinen yhdistys Ursa. Ursan julkaisuja 42. 184 s.

Kemppainen, Kari (toim.) 1981. Malmiopas: Malmi- ja teollisuusmineraalit. Myllykoski: Kajaani Oy, Oy Lohja Ab, Malmikaivos Oy & Oy Partek Ab. 16 s.

Keto, Leijo 2005. Tarinoita grönlantilaisista korukivistä ja muustakin. Kivi 23 (4), 10-21.

Kinnunen, Kari A. 2006 Suomen suurimmat kiteet berylliä. Kivi 24 (2), 13-18.

Kinnunen, Kari A. 2006 Tammelan kordieriitti.
Kivi 24 (4), 12-13.

Kari A. Kinnunen 2005 Kuukiveä ja aurinkokiveä Lemmenjoelta. Kivi 23 (3), 8-13.

Kinnunen, Kari A. 2005. Luonnonkulkijat hoi! Rautameteoriittia kaivataan. Tiede 25 (4), 48-51.

Kinnunen, Kari A. 2004 Hohtokordieriitti, uusi kotimainen korukivi. Kivi 22 (1), 8-21.

Kinnunen, Kari A. 2003. Korukivien tunnistaminen on yhteistyötä. Kivi 21 (4), 6-12.

Kinnunen, Kari A. 2003. Santorinin kivet. Kivi 21 (1), 33.

Kinnunen, Kari A. 2002. Kotimaisen timantin geologiaa. Kello & Kulta 5/2002, 10-14.

Kinnunen, Kari A. 2002. Spektroliittituotteet vuonna 2000. Kivi 20 (1), 8-15.

Kinnunen, Kari A. 2000. Suurimmat kultahiput. Summary: The largest documented gold nuggets. Geologi 52 (4-5), 87-99.

Kinnunen, Kari A. 2000. Tarinaa Suomen timanteista. Kivi 18 (4), 10-18.

Kinnunen, Kari A. 2000. Vanhoja koruja kannattaa tutkia. Kivi 18 (2), 10-17.

Kinnunen, Kari A. 2000. Vanhat kaivokset ja louhokset uusin silmin. Geologi 52 (9-10), 216-218.

Kinnunen, Kari A. 1998. Kuka löytää Suomen ensimmäisen rautameteoriitin? Kivi 16 (3), 6-17.

Kinnunen, Kari A. 1997. Lapin kultahiput keräilyn kohteena. Kivi 15 (4), 12-26.

Kinnunen, Kari A. 1989. Miten tunnen meteoriitin. Tähdet ja Avaruus 19 (2), 70-74.

Kinnunen, Kari A. & Johanson, Bo 1994. Lapin Tähtiä ja muita korundeja Lemmenjoen kultamailta. Kivi 12 (3), 18-29.

Koivisto, Marjatta (toim.) 2004. Jääkaudet. Helsinki: WSOY. 233 s.

Koivisto, Marjatta & Carlson, Liisa 2005. Lappajärven impaktitimantteja. Geologi 57 (6), 125-126.

Kultaa, platinaa ja muita mineraaleja 2001. Lapin ja Oulun kauppakamarilehti 4/2001, 30-31.

Kuosmanen, Jussi 2005. Kivenhiojan käsikirja : jalokiven viistehionta. Helsinki: [J. Kuosmanen]. 221 s.

Kuosmanen, Jussi 2005. Jalokiven pyörtöhionnan ABC-kirja. Helsinki: [J. Kuosmanen]. 141 s.

Kärkkäinen, Niilo & Virkkunen, Marjatta 1983. Korukivet ja niiden esiintyminen Lapissa. Geologinen tutkimuslaitos, Tutkimusraportti 62. 28 s.

Laitakari, Aarne (laat.) 1967. Suomen mineraalien hakemisto. Index to Finnish minerals with bibliography. Bulletin de la Commission Géologique de Finlande 230. Geologinen tutkimuslaitos. 842 s.

Lahti, Seppo I. 2005. Suomen pallokiviesiintymiä koskevia tietoja. Kivi 23 (2), 31-33.

Lahti, Seppo I. 2005. Suomen pallokivet. Kivi 23 (1), 16-25.

Lahti, Seppo I. 2002. Kivet harrastuksena. Julkaisussa: Parkkinen, S. (toim.) Luonnonharrastajan Suomi : saaristosta Salpausselille. Espoo: Weilin+Göös, 212-215.

Lahti, Seppo I. 2005. Etelä-Suomen breksiat, myloniitit ja jaspikset korukivinä. Kivi 16 (4), 8-20.

Lahti, Seppo I. (ed.); Raivio, Paula & Laitakari, Ilkka (with contributions by) 2005. Orbicular rocks in Finland. Erikoisjulkaisut, 47.

Launonen, Kauko & Partanen, Seppo J. 2000. Opas Lapin kultamaille. Tankavaara: Kultaryntäys 2000. Kultamuseon julkaisuja 21: 64 s.

Lehtinen, Martti 2003. Tervetuloa kiviretkelle Helsinkiin. Tiede 23 (4), 34-35.

Lehtinen, Martti; Nurmi, Pekka & Rämö, Tapani (toim.) 1998. Suomen kallioperä 3 000 vuosimiljoonaa. Helsinki: Suomen geologinen seura. 375 s.

Lehtonen, Marja 2006. Miten timantteja etsitään? Kivi 24 (1), 17-23.

Lempinen, Marita 2003. Meripihka – Pohjolan kulta. Kivi 21 (2), 6-11.

Lister, Adrian & Bahn, Paul 2000. Mammutit : jääkauden jättiläiset. Helsinki: WSOY. 168 s.

Lovén, Lasse & Rainio, Heikki 2000. Kolin perintö : kaskisavusta kansallismaisemaan. Helsinki : Espoo: Metsäntutkimuslaitos : Geologian tutkimuskeskus. 160 s.

Lukkarinen, Heikki 2002. Siilinjärven kallioperä. Julkaisussa: Kipsivuoren juurella : Siilinjärven luonnon vaiheita. Savon Luonto 28, 24-27.

Lundegårdh, Per H. & Laufeld, Sven 1984. Norstedts stora stenbok: Mineral, bergarter, fossil. Stockholm: P. A. Norstedt & söners förlag. 376 s.

Maillard, Robert & Laine, Simo E.W. 1981. Timantti: Taru, taika ja todellisuus. Helsinki: Oy Tillander Ab 288 s.

Manner, Raimo & Tervo, Tapani 1988. Lapin geologiaa: Hiekkarannoista tuntureiksi, tulivuorista tasangoiksi, mannerjäätiköstä maaperäksi. Rovaniemi: Lapin Maakuntaliitto ry – Lapin lääninhallitus. 188 s.

Mononen, Seppo 2003. Jännittävä mineraalien maailma. Vaasa: Litorina ry. 64 s.

Neuendorf, Klaus K. E. & Mehl, & James P., Jr. Jackson, Julia A. 2005. Glossary of geology, xii, 779 s.

Partanen, Seppo & Niemelä, Raimo 2003. Kullankaivajan opas. Helsinki: AlfaMer Kustannus. 168 s.

Papunen, Heikki; Haapala, Ilmari & Rouhunkoski, Pentti (toim.) 1986. Suomen malmigeologia: Metalliset malmiesiintymät. Helsinki: Suomen Geologinen Seura r.y. 317 s.

Petrell, Liidia 2006. Espoon arvokkaat geologiset kohteet 2006. Sammandrag: Värdefulla geologiska objekt i Esbo. Espoon ympäristökeskuksen monistesarja 2/2006. 76 s.+ 4 liitettä.

Piirainen, Mikko & Taipale, Kalle 2005. Kallioperä ja kivilajit. Julkaisussa: Valste, J. (toim.) Suomen luontotieto. 1: A-Kar. Helsinki: Weilin+Göös, 286-289.

Pulkkinen, Kari T. (toim.) 2001. Gemmologia/Jalokivet. Helsinki: Suomen Gemmologinen Seura. 114 s.

Puustinen, Kauko 2003. Suomen kaivosteollisuus ja mineraalisten raaka-aineiden tuotanto vuosina 1530-2001 : historiallinen katsaus erityisesti tuotantolukujen valossa. Espoo: Geologian tutkimuskeskus. 578 s. + 1 CD-ROM.

Rainio, Heikki 1994. Vedenpaisumuksesta jääkauteen eli Kuinka jääkausiteoria otettiin Suomessa vastaan. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 123. 27 s.

Rankama, Kalervo (toim.) 1964. Suomen geologia. Helsinki: Kirjayhtymä. 414 s.

Ratia, Aatto 1976. Lohkareesta emäkallioon. Helsinki: Tammi. 222 s.

Ratia, Aatto & Gehör, Seppo 1985. Jokamiehen kiviopas. Espoo: Weilin+Göös. 276 s.

Saarnisto, Matti; Rainio, Heikki & Kutvonen, Harri 1994. Salpausselkä ja jääkaudet. Geologian tutkimuskeskus, Opas 36. 50 s.

Saltikoff, Boris 1976. Mineraalisanasto. Geologinen tutkimuslaitos, Tutkimusraportti 11. 82 s.

Saltikoff, Boris (toim.) 1985. Lohkare-etsijän opas. Geologian tutkimuskeskus, Opas 13. 23 s.

Saltikoff, B.; Laitakari, I.; Kinnunen, K. A. & Oivanen, P. 1994. Helsingin seudun vanhat kaivokset ja louhokset. Geologian tutkimuskeskus, Opas 35. 65 s. 1 kartta.

Schumann, Walter 1979. Jalokivet ja korukivet. Helsinki: Otava. 253 s.

Smith, Peter J. & Taipale Kaarlo 1992. Maapallon kehitys. Tieteen maailma 6. Kööpenhamina: Bonniers Böger. 128 s.

Smith, Peter J. & Ratia, Aatto (toim.) 1991. Maapallon pinta. Tieteen maailma 3. Kööpenhamina: Bonniers Böger. 128 s.

Sorrel, Charles A. & Sandstrom, George F. 1977. The Rocks & Minerals of the World. Glasgow: William Collins Sons & Co Ltd. 288 s.

Streckeisen, A. 1973. Plutonic Rocks. Classification and nomenclature recommended by the IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks,. Geotimes 18 (10), 26-30.

Stigzelius, Herman 1987. Kultakuume: Lapin kullan historia. 2. painos. Helsinki: Suomen Matkailuliitto r.y. 256 s.

Strunz, Hugo & Nickel, Ernest 2001. Strunz mineralogical tables: chemical-structural mineral classification system., ix, 870 s.

Symes, R.S. 1989. Kivet ja mineraalit. Helsinki: Werner Söderström. 64 s.

Taipale, Kalle 2003. Särkyvää!. Suomen Luonto 62 (4), 22-27.

Taipale, Kalle 2000. Kivilajit ja mineraalit. Julkaisussa: Lokki, J. (toim.) Suomen ja Pohjolan luonto-opas. Helsinki: Valitut Palat, 247-258.

Taipale, Kalle 1999. Laki ja kiviharrastaja. Korukiviuutiset (1), 12-13.

Taipale, Kalle 1996. Levoton maapallo. Helsinki: Kirjayhtymä. 198 s.

Taipale, Kalle 1995. Kivet: etsijän ja keräilijän opas. Porvoo: WSOY. 168 s.

Taipale, Kalle & Parviainen, Jouko T. 1995. Jokamiehen geologia. Helsinki: Kirjayhtymä. 160 s.

Taipale, Kalle & Saarnisto, Matti 1991. Tulivuorista jääkausiin: Suomen maankamaran kehitys. Porvoo: Werner Söderström. 416 s.

Taipale, Kalle; Parviainen, Jouko T. & Yrjölä, Martti 1989. Kivien maailma. Vantaa: Suomalainen tiedekeskus Heureka & Terra Firma. 47 s.

Turkka, Seppo 1994. Pohjalaasten kivikirja: Etelä-Pohjanmaan kalliot ja korukivet. Peräseinäjoki: Lakeuden kivikerho. 216 s.

Turkka, Seppo & Kanto, Hannu 1996. Pohojalaasten kultakirja: Pohjanmaan kultaesiintymät ja niiden etsintä. Seinäjoki: Seinäjoen Painohalli. 282 s.

Tyni, Matti 2000. Timanttien löytömahdollisuudet Suomessa. Lapin Kullankaivaja (5), 13-15.

Vartiainen, Risto 2001. Lapin korukivet: Lapin jalo- ja korukivet, rakennuskivet ja keräilymineraalit. Tampere: Tammer-Paino. 80 s.

Vilpas, Leeni 1996. Etelä-Pohjanmaan jalo-, koru- ja koristekivet. Abstract: The gems of Southern Ostrobothnia, western Finland. Geologian tutkimuskeskus, Opas 40. 34 s.

Vilpas, Leeni 1994. Timanttien geologinen ympäristö. Gemmologian työsaralta. (26), s. 6-11 s.

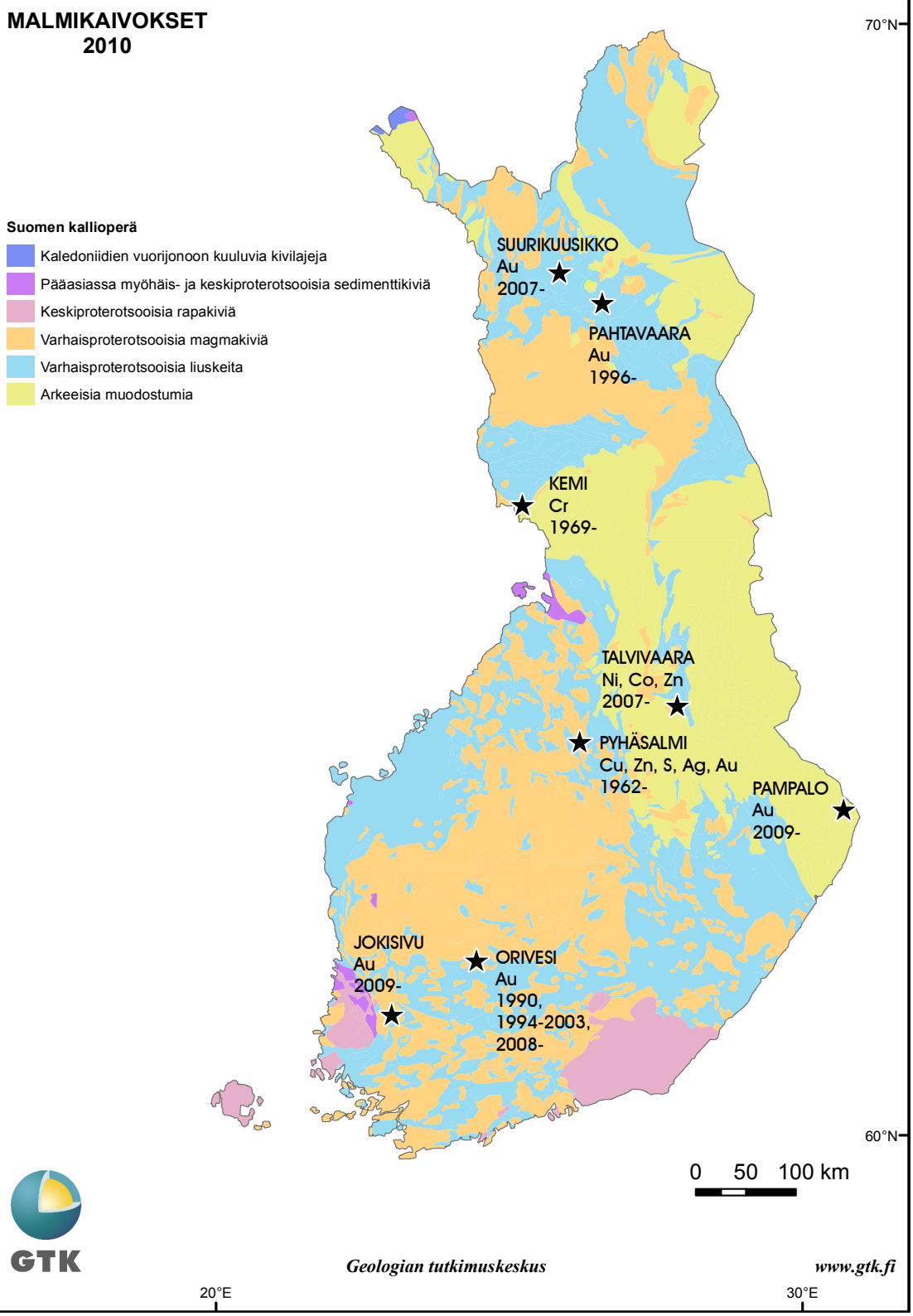
Virkkunen, Marjatta; Partanen, Seppo & Rask, Markku 2001. Suomen kivet. Helsinki: Oy Edita Ab, 175 s.

Virkkunen, Marjatta & Partanen, Seppo 1994. Suomen kivet: Jalo-, koru-, koriste- ja rakennuskivet, maakuntakivet, kansalliskivet ja muut luontonimikot. Helsinki: Suomen Matkailuliitto r.y. 168 s.

Virkkunen, Marjatta; Kinnunen, Petteri & Partanen, Seppo 1985. Suomen jalo- ja korukivet. Helsinki: Suomen Matkailuliitto r.y. 128 s.

Vuorjoki, Katri (teksti) & Kilpiäinen, Jaakko (valokuvat) 2003. Kivimatka. Helsinki: Sarmala. 212 s.

www.gtk.fi


MALMIKAIVOKSET
2010
Suomen kallioperä
Kaledoniidien vuorijonoon kuuluvia kivilajeja
Pääasiassa myöhäis- ja keskiproterotsooisia sedimenttikiviä
Keskiproterotsooisia rapakiviä
Varhaisproterotsooisia magmakiviä
Varhaisproterotsooisia liuskeita
Arkeeisia muodostumia
SUURIKUUSIKKO
Au
2007-
PAHTAVAARA
Au
1996-
KEMI
Cr
1969-
TALVIVAARA
Ni, Co, Zn
2007-
PYHÄSALMI
Cu, Zn, S, Ag, Au
1962-
PAMPALO
Au
2009-
JOKISIVU
Au
2009-
ORIVESI
Au
1990,
1994-2003,
2008-
70°N
60°N
20°E
30°E
0 50 100 km
GTK
Geologian tutkimuskeskus
www.gtk.fi

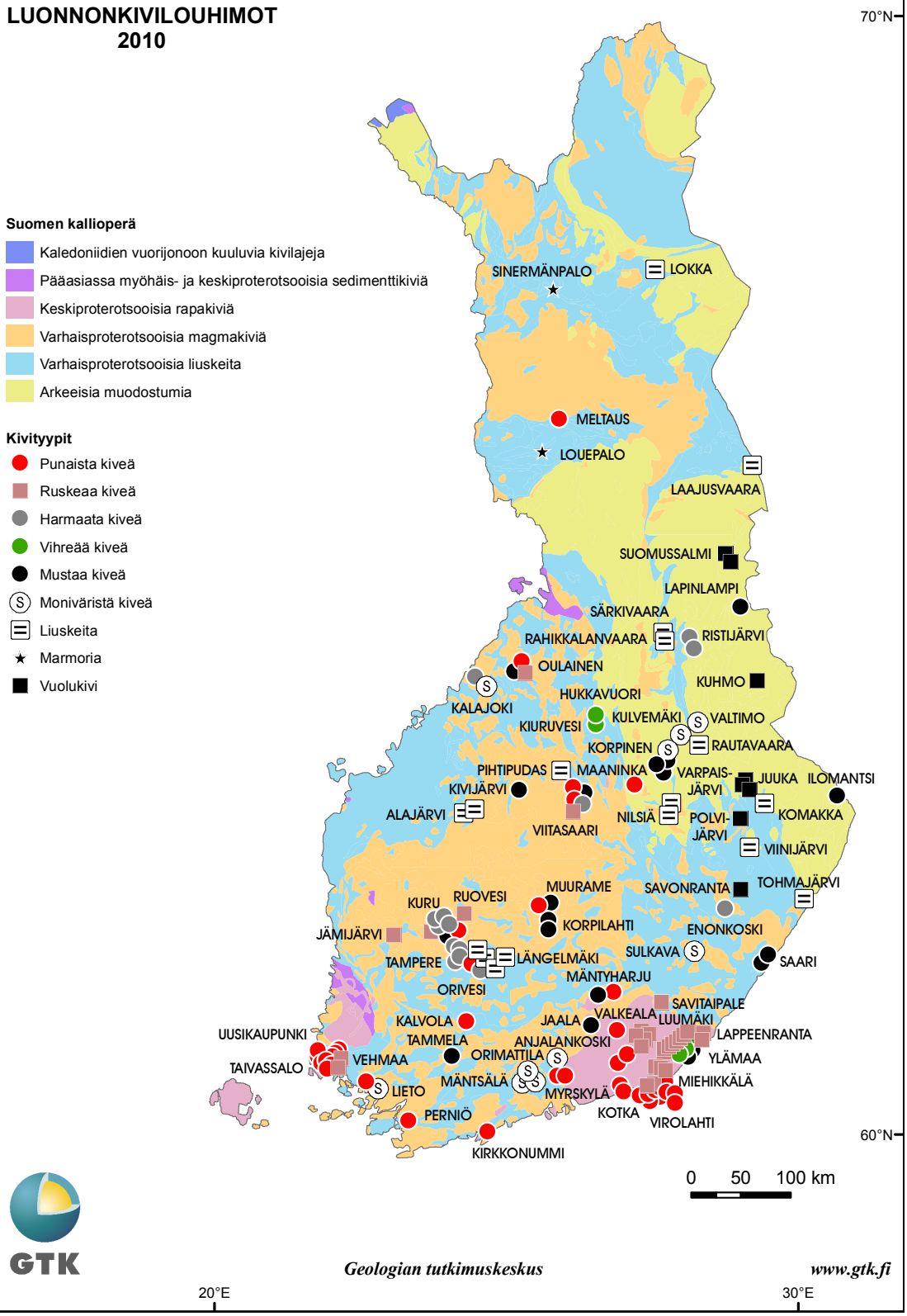
TEOLLISUUSMINERAALIT JA -KIVET

Kaivokset ja louhokset 2008

GTK

Geologian tutkimuskeskus *www.gtk.fi*

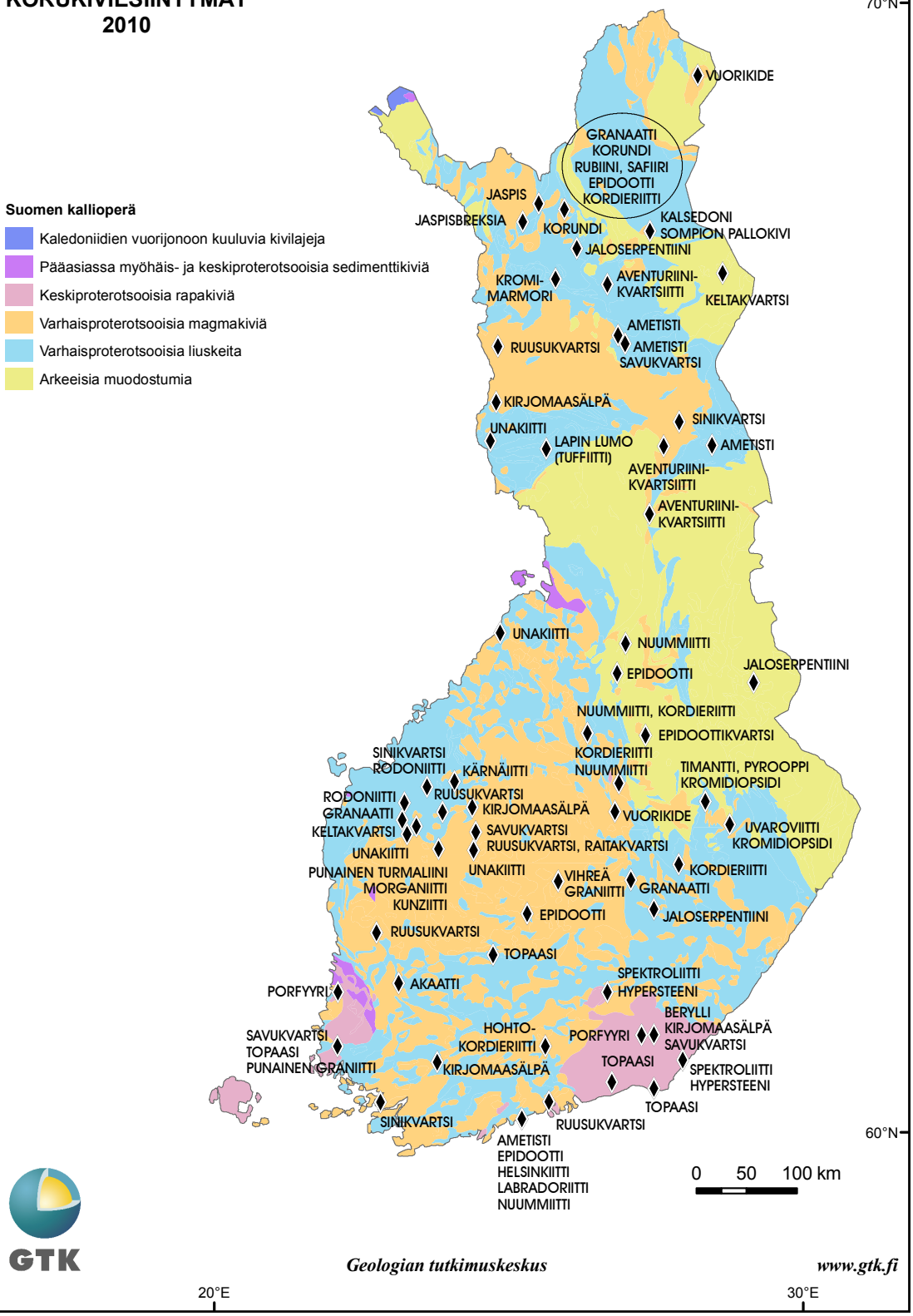
LUONNONKIVILOUHIMOT 2010



GTK

Geologian tutkimuskeskus

www.gtk.fi


KORUKIVIESIINTYMÄT
2010
Suomen kallioperä
Kaledoniidien vuorijonoon kuuluvia kivilajeja
Pääasiassa myöhäis- ja keskiproterotsooisia sedimenttikiviä
Keskiproterotsooisia rapakiviä
Varhaisproterotsooisia magmakiviä
Varhaisproterotsooisia liuskeita
Arkeeisia muodostumia
70°N
60°N
20°E
30°E
0 50 100 km
VUORIKIDE
GRANAATTI
KORUNDI
RUBIINI, SAFIIRI
EPIDOOTTI
KORDIERIITTI
JASPIS
JASPISBREKSIA
KORUNDI
KALSEDONI
SOMPION PALLOKIVI
JALOSERPENTIINI
KROMI-
MARMORI
AVENTURIINI-
KVARTSIITTI
KELTAKVARTSI
AMETISTI
RUUSUKVARTSI
AMETISTI
SAVUKVARTSI
KIRJOMAASÄLPÄ
SINIKVARTSI
UNAKIITTI
LAPIN LUMO
(TUFFIITTI)
AMETISTI
AVENTURIINI-
KVARTSIITTI
AVENTURIINI-
KVARTSIITTI
UNAKIITTI
NUUMMIITTI
EPIDOOTTI
JALOSERPENTIINI
NUUMMIITTI, KORDIERIITTI
EPIDOOTTIKVARTSI
SINIKVARTSI
RODONIITTI
KÄRNÄIITTI
KORDIERIITTI
NUUMMIITTI
TIMANTTI, PYROOPPI
KROMIDIOPSIDI
RODONIITTI
GRANAATTI
KELTAKVARTSI
RUUSUKVARTSI
KIRJOMAASÄLPÄ
SAVUKVARTSI
RUUSUKVARTSI, RAITAKVARTSI
VUORIKIDE
UVAROVIITTI
KROMIDIOPSIDI
UNAKIITTI
PUNAINEN TURMALIINI
MORGANIITTI
KUNZIITTI
UNAKIITTI
VIHREÄ
GRANIITTI
KORDIERIITTI
GRANAATTI
EPIDOOTTI
JALOSERPENTIINI
RUUSUKVARTSI
TOPAASI
SPEKTROLIITTI
HYPERSTEENI
PORFYYRI
AKAATTI
BERYLLI
KIRJOMAASÄLPÄ
SAVUKVARTSI
SAVUKVARTSI
TOPAASI
PUNAINEN GRANIITTI
HOHTO-
KORDIERIITTI
KIRJOMAASÄLPÄ
PORFYYRI
TOPAASI
SPEKTROLIITTI
HYPERSTEENI
TOPAASI
SINIKVARTSI
RUUSUKVARTSI
AMETISTI
EPIDOOTTI
HELSINKIITTI
LABRADORIITTI
NUUMMIITTI
GTK
Geologian tutkimuskeskus
www.gtk.fi

Hakemisto

Active Map Explorer 56
Adulaari 26
agglomeraatti 47
akaatti 25, 38
aktinoliitti 31
akvamariini 30, 37
albiitti 26
alkuaineiden kemiallisia merkkejä 31
almandiinigranaatti 30, 38
altaiitti 16
alumiinisilikaatti 27
amatsooniitti 26, 39
amatsoniittigraniitti 40
ametisti 23, 38
amfiboliitti 46, 47
amfiboliryhmä 7, 39
andalusiitti 27
andesiini 26
andesiitti 45
Angelin anortosiitti 40
anortiitti 26
anortosiitti 20, 47
antimoni 15
antofylliittiasbesti 31, 32
apatiitti 6, 23, 68
apliitti 45, 47
arkoosi 47
arseenikiisu 18
asbesti 31, 32
aventuriini 25
aventuriinikvartissiitti 40
aventuriinimaasälpä 26

basaltti 45, 46, 47
berylli 30, 37
biotiitti 29, 45, 46
Bodomin tasarakenteinen rapakivigraniitti 40
borniitti 15
breksia 48
bytowniitti 26

dasiitti 45, 48
diabaasi 48, 68
dimetylglykosiimitesti 8, 12, 17
dioriitti 45, 46, 48, 70
dolomiitti 8, 24
dolomiittikivi 48
duniitti 53

eklogiitti 35
eloperäinen maalaji 4
emäkallio 58
emäksinen kivilaji 44, 48

felsinen kivilaji 44, 48
ferberiitti-hüberniitti –sarja 22
ferriortoklaasi 26
flogopiitti 29
fluoresenssi 8, 22
fosforilannoitetehdas 23
fossiilipitoinen kalkkikivi 72
fylliitti 46, 49

gabro 45, 46, 49, 56
geigermittari 7, 21
geofysikaaliset malminetsintämenetelmät 58
geologiset malminetsintämenetelmät 56
geokemialliset malminetsintämenetelmät 59
geologia 4
gneissi 46, 49, 70
gneissigraniitti 46, 49
goethiitti 21
GPS-laite 8, 62
grafiitti 28, 46
granaatti 7, 30, 38, 46
graniitti 45, 46, 49, 64
graniittigneissi 49
graniittipegmatiitti 29, 30
granodioriitti 45, 46, 49
granuliitti 50
granuliittilalue 36

greisenjuoni 21, 22
grossulari 30

hapan kivilaji 44, 50
heliodori 30
helmiäiskiilto 7, 26
helsinkiitti 40
hematiitti 20
hematiittikivi 50
hiekkakivi 46, 50, 67
hopea 14
hydroterminen 29
hypersteeni 39

ilmeniitti 20
impaktiitti 50
impaktikivilaji 42
intermediäärinen 44
iridisointi 7
iridium 7, 14
irtolohkare 57, 58

jade 39
jaloberylli 37
jalokivi 30, 34, 35
jalolabradoriitti 39
järvimalmi 21
jaspis 25, 40
juonikivi 44
jääkausi 57, 58

kairaus 59
kaivoslaki 56
kaksoisviirukkeisuus 26
kalimaasälpä 8, 26, 45
kalkkikivi 24, 31, 46, 50
kalkkisälpä 23
kallioperä 4
kallioperäkartat 58
kalsedoni 25, 38
kalsiitti 6, 23
kalsiittikivi 26
kalsiittirikaste 24
kaoliniitti 7, 29
karbonaattiminerali 23
karsi 30, 50
kassiteriitti 19, 21
katinkulta 29
kerrosjuoni 44
kidejärjestelmä 5
kidemuoto 5
kiderakenne 5
kiilleliuske 27, 31, 45, 46, 50
kiillemineraali 25, 29
kiilto 7
kimberliitti 35, 51
kimberliittipiippu 28, 51
kipsi 6, 23
kirjava kuparikiisu 15
kirjomaasälpä 20, 39, 67
kiuaskivi 68
kivihiili 46
kivilaji 4
kivimeteoriitti 42
kivinäyte 62
kivinäytteiden saatelapun malli 63
kivirautameteoriitti 42
kloriitti 25
kloriittiliuske 51
kobolttihohde 18
komatiitti 45
kondruli 42
konglomeraatti 46, 51
kordieriitti 7, 27, 38, 46
korundi 6, 36
korukivi 34, 36, 38
korukiviesiintymät 82
korukivilaji 40
kovelliini 17
kovuus 6
kromidiopsidi 35, 39
kromiitti 19, 35

kromimalmi 19
kromimarmori 40
krysopraasi 25
krysotiiliasbesti 32
kulta 14, 72
kultahippu 41, 72
kultamalmi 18, 58
kupari 14
kuona 42
kuparihohde 15
kuparihome 15
kuparikiisu 16
kuparimalmi 58
kuukivi 26, 39
kvartsi 6, 7, 25, 45
kvartsibreksia 40
kvartsidioriitti 45
kvartsiepidoottikivi 40
kvartsiitti 46, 51
kvartsimyloniitti 40
kvartsiporfyyri 40
kvartsiryhmä 38
kyaniitti 27
kärnäiitti 51, 70

laatuvaatimus 60
laava 44, 51
labradoriitti 26
Lapin lumo 40
Lapin Tähti 36
lasikiilto 7, 27, 30
lasikuona 43
lasiteollisuus 25
leptiitti 52
limoniitti 21
limsiö 25
liuske 52, 70
lohenpunainen kalkkikivi 40, 66
lohkareviuhka 57, 58
lohkeavuus 6
luonnonkivi 81
luonnonkivilouhimot 81
lyijyhohde 15, 16

maa 4
maakuntakivet 65
maalaji 4, 46
maankamara 4
maanparannuskalkki 24
maaperä 4
maasälpä 6, 11, 29
maasälpäryhmä 39
mafinen 44
magma 44
magmakivilaji 4, 44, 52
magneettikiisu 10, 16
magneettisuus 7
magnetiitti 10, 19
maitokvartsi 25, 38
malmi 4
malmikaivokset 79
malmilohkare 58
malmimineraali 7
malminetsintä 56
malmiprovinssi 56
mangaanimalmi 21
marmori 24, 46, 52, 69
metalli 14
metamorfinen kivilaji 4, 29, 44
meteoriitti 42
migmatiitti 46, 52
mikrokliini 26
milleriitti 17
mineraali 4
mineraalien värjäysmenetelmiä 12
mineraalin asu 5
Mohsin kovuusasteikko 6
molybdeenihohde 18, 28
molybdeeniokra 18
moreeni 58
morganiitti 30
morion-kvartsi 38
Muhoksen savikivi 46

muskoviitti 29
mustaliuske 16, 28, 40, 46, 52
myloniitti 52

nikkeli 16, 17
nikkeliini 17
nuummiitti 39

ofiittinen rakenne 48
ohjeita kivinäytteiden lähettäjälle 63
oksidiset malmimineraalit 19
oligoklaasi 26
oliviinidiabaasi 40
oliviinikivi 45, 53
ominaispaino 7
opaali 25
ortoklaasi 26
osmium 14
ovoidi 53

palladium 14
pallasiitti 42
pallogranitti 40
pallokivi 40, 67
pegmatiitti 37, 53, 58
pentlandiitti 17
peridotiitti 45, 46, 53
pertiittijuova 26
piikivi 41
pikivälke 21
plagioklaasi 26, 45
plagioklaasiporfyriitti 53
platina 14
pleokroismi 6
plutoni 44
porfyyrinen 44
porfyyrinen kivilaji 53
punamulta 20
puolipinnallinen 44
pyriitti 17
pyrokseeniryhmä 39, 45
pyrolusiitti 20
pyrooppi 30, 38

radioaktiivisuus 7
rakennuskivi 24, 25, 52, 53
rapakivi 53, 68
rapakivigraniitti 28
raskasmineraalitutkimus 59
rasvakiilto 31
rautamalmi 19, 20
rautameteoriitti 42
riebeckiitti 31
rikkikiisu 17
rodoniitti 39, 40
rubiini 36
rutiili 20
ruusukvartsi 25, 38

safiiri 36
sanidiini 26
sarvivälke 45, 46, 66
Satakunnan hiekkakivi 41, 46, 67
savi 29, 46
saviliuske 54
savukvartsi 25, 38
scheeliitti 8, 22, 50
schörl 31
schorlomiitti 30
sedimenttikivilaji 44, 46
serisiitti 54
serpentiini 31
serpentiniitti 46, 54
silikaattimineraali 7
silkkikiilto 7
silkkiäiskiilto 27
sillimaniitti 7, 27
silmägneissi 54
sinikvartsi 25, 38
sinkkitesti 8, 13, 21
sinkkivälke 16
sitriini 25
skintillometri 21

smaragdi 8, 30
spektroliitti 26, 39, 47, 68
spekroliittikivi 40
spessartiini 30
spodumeeni 30
stromatoliittikivi 40
sulfidimalmi 58
sulfidi 7
sulfidimineraali 15
Suomen kansalliskivi 2, 64
suonigneissi 45, 54
suuntauslasku 58
syväkairaus 59, 60
syväkivi 28, 44, 54

talkki 6, 25
talkkikaivos 25
talkkimalmi 25
telluridit 22
teollisuusmineraali 4, 23
teollisuumineraalilouhokset 80
teollisuustimantti 28
timantti 6, 28, 35
timanttikiilto 7, 28
timanttikide 41
timanttitesteri 8
tinapegmatiitti 21
tonaliitti 45, 54
topaasi 6, 7, 28, 37
tremoliitti 31, 32
trilobiitti 72
tuffi 55
tuffiitti 55
turmaliini 31, 37
turmaliiniryhmä 31
tyynylaava 55

ultraemäksinen 44
ultramafinen 29
unakiitti 40
uraliittiporfyriitti 55
uraniniitti 21
uurresuuntamittaus 58
UV-lamppu 8, 22
uvaroviitti 30, 38

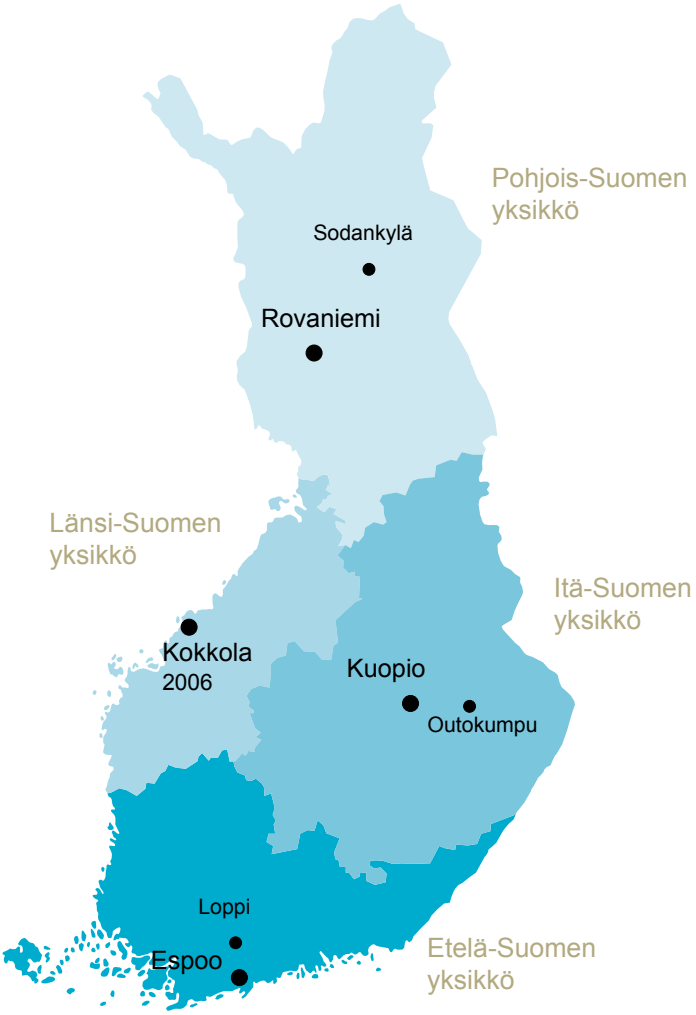
Vaasan graniitti 70
vuolukivi 69
vermikuliitti 29
vihreäkivi 46, 55, 71
viiru 7
vismutti 15
Vittingin rodoniittikivi 40
volframiitti 22
vulkaniitti 44, 45
vuolukivi 25, 40, 46, 55, 69
vuorikide 25
väri 6
värjäyskoe 8, 12, 24, 25

Widmanstättenin rakenne 42
wollastoniitti 26

zirkoni 7, 8

Geologian tutkimuskeskus GTK

Puh. 020 550 11 gtk@gtk.fi www.gtk.fi



Etelä-Suomen yksikkö
PL 96
(Betonimiehenkuja 4)
02151 Espoo
Faksi 020 550 12

Loppi
Mustinsuontie 159
12600 Läyliäinen
Faksi (019) 445 069

Itä-Suomen yksikkö
PL 1237
(Neulaniementie 5)
70211 Kuopio
Faksi 020 550 13

Outokumpu
Tutkijankatu 1
83500 Outokumpu
Faksi (013) 557 557

Länsi-Suomen yksikkö
PL 97
(Vaasantie 6)
67101 Kokkola
Faksi 020 550 5209

Pohjois-Suomen yksikkö
PL 77
(Lähteentie 2)
96101 Rovaniemi
Faksi 020 550 14

Sodankylä
Poikajuntintie 34
99600 Sodankylä
Faksi 020 550 4909

Jari Nenonen, GTK

Geologiset retkeilykartat

- kertovat maa- ja kallioperästä sekä maanpinnan muotojen synnystä
- vievät upeimpien luonnonnähtävyyksien äärelle ja sisältävät matkailijoita palvelevia retkeilytietoja.

Saatavissa:

- Urho Kekkosen kansallispuisto
- Pallas-Ounastunturin kansallispuisto
- Kultakaira (Ivalojoki-Saariselkä)
- Lemmenjoki
- Nuuksion järviylänkö (Espoo)
- Koli (Lieksa)
- Ylläs-Levi

GTK

Geologian tukimuskeskus GTK
PL 96 (Betonimiehenkuja 4)
02151 Espoo
Puh. 020 550 11
Faksi 020 550 12

www.gtk.fi
info@gtk.fi