



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

<b>JOHDANTO</b>	<b>3</b>
<b>PERUSKÄSITTEITÄ</b>	<b>4</b>
<b>MINERAALIEN TUNNISTAMINEN</b>	<b>5</b>
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
<b>MALMIMINERAALIT</b>	<b>14</b>
Metallit	14
Sulfidimineraalit	15
Oksidiset malmimineraalit	19
Muita malmimineraaleja	22
<b>TEOLLISUUSMINERAALIT</b>	<b>23</b>
Alkuaineiden kemiallisia merkkejä	31
Teollisuusmineraalien laatuvaatimukset	33
<b>JALOKIVET JA KORUKIVET</b>	<b>34</b>
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
<b>METEORIITIT JA KUONAT</b>	<b>42</b>
<b>KIVILAJIT</b>	
Magmakivet	44
Sedimenttikivet	46
Metamorfiset kivet	46
<b>TAVALLISIMPIA KIVILAJEJA JA NIIDEN MÄÄRITELMIÄ</b>	<b>47</b>
<b>MALMINETSINTÄ</b>	<b>56</b>
Malminetsintämenetelmät	56
Geologiset menetelmät	56
Geofysikaaliset menetelmät	58
Geokemialliset menetelmät	58
Kairaus	59
Malmi- tai teollisuusmineraaliesiintymän laatu ja koko	60
<b>OHJEITA KIVIHARRASTAJALLE</b>	<b>62</b>
<b>SUOMEN KANSALLISKIVI JA MAAKUNTAKIVET</b>	<b>64</b>
Suomen kansalliskivi: Graniitti	64
Maakuntakivet	65
<b>GEOLOGISIA KÄYNTIKOhteita</b>	<b>73</b>
<b>GEOLOGISTA KIRJALLISUUTTA</b>	<b>74</b>
<b>KARTAT</b>	<b>79</b>
Metalliset malmit	79
Teollisuusmineraalit ja -kivet	80
Luonnonkivilouhimot	81
Korukiviesiintymät	82
<b>HAKEMISTO</b>	<b>83</b>
<b>GTK:N YHTEYSTIEDOT</b>	<b>88</b>

## 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 valokuviiin ja kuvauksiin yleisimmistä mineraaleista ja kivilajeista.

Poikkeava, ja mahdollisesti arvoaineisia 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](http://www.gtk.fi). Erityisen mielenkiintoisia voivat olla tiedot eri paikkakunnille kohdistuneista maankamaran tutkimuksista. Näistä on satoja monipuolisia 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 kiviäytteitä on nähtävänä yliopistojen geologian laitoksilla, Geologian tutkimuskeskuksen aluetoimistoissa sekä paikallisten museoiden luonnontieteellisillä osastoilla.

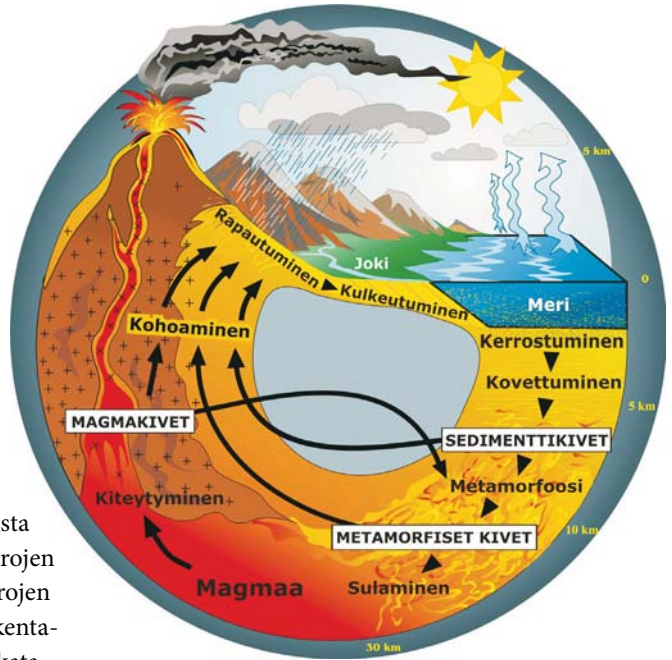
Espoossa 1.12.2006

## PERUSKÄSITTEITÄ

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 fyysikaalisten ja kemiallisten voimien seurauksena ja särkyneet lohkarieksi 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.



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

**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.

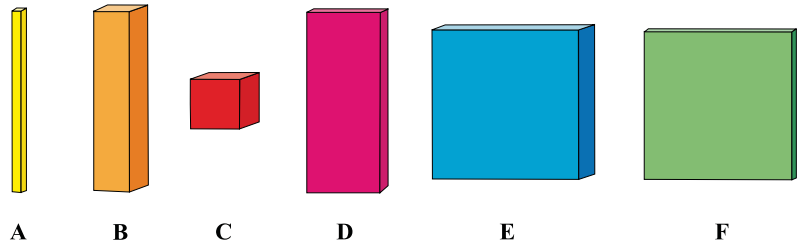
**Malmimineraali** on mineraali, jota käytetään metallien valmistamiseen. **Teollisuusmineraaleiksi** luetaan pääsääntöisesti muut mineraaliset luonnonvarat, joita käytetään teollisuudessa. Jalokivet ja korukivet ovat erityisen kauniita arvokiviä, joita voidaan hyödyntää korutuotannossa.

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 fyysikaalisten ominaisuuksien perusteella. Niitä ovat:**

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



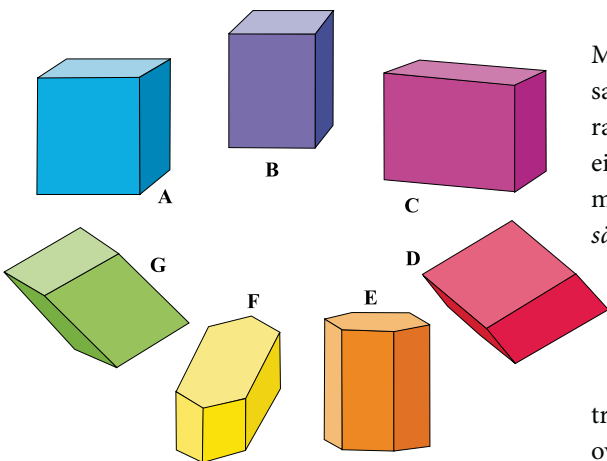
mineraalin koostumuksesta ja kiteytymisolosuhteista. Kaikki tunnetut kiderakenteet voidaan jakaa *seitsemään kidejärjestelmään*.

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.

## KIDEJÄRJESTELMÄT JA KIDEMUODOT

Nykyisin tunnetaan noin 4 000 eri mineraalia. Niistä jokaisella on erilainen kiderakenne, joka riippuu



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 josain 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 kuutiolisiin mineraaleihin, pylväsmäiset voivat olla rombisia, trigonisia tai tetragonisia mineraaleja.

Sälöiset mineraalit ovat usein monokliinisia tai trikliinisiä ja levymäiset tai suomumaiset mineraalit ovat tavallisesti killelmineraaleja. 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 kartiomaisiin 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 turmalinilla, 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 mine-

raali naarmuttaa alempana olevaa, ja samankovuiset mineraalit naarmuttavat toisiaan. Kovuuden (K) määrittämisessä voidaan käyttää apuna puukkoa tai teräspiikkiä ( $K=5\frac{1}{2}$ ). 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  $5\frac{1}{2}$ , mutta poikkisuuntaan  $6\frac{1}{2}$ .

## 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 malmineraalit 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 turmalini 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      |

Kyaniitin kovuuden määrittäminen 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 (magneetiitti), 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 tyypeihin:

- 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 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ). 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

Yleistä mineraaleista vain magneetiitti on aina voimakkaasti magneettinen. Magneettisuus on tärkeä tunnistuskeino erotettaessa magneetiitti 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 alkupe-  
räistä uraanipitoista mineraalia.

## FLUORESENSSI

Eräät mineraalit *fluoresoivat* mm. sinistä, punaista, vihreää ja keltaista väriä, kun niitä valaistetaan ultraviolettivalolla (UV). Väri syntyy, jos mineraali sisältää epäpuhtautena aktivaattoriainekkaita (ns. siirtymäalkuaineita). Esim. yleisin volframimine-  
raali scheeliitti fluoresoi voimakkaan sinistä valoa lyhytaaltoisella UV-valolla, muttei fluoresoi ollen-  
kaan pitkäaalloisella UV-valolla (katso scheeliitti). Kromipitoiset jalokivet kuten rubiini ja smaragdi fluoresoivat yleensä voimakkaan punaista va-  
loa. Apatiitti saattaa fluoresoida keltaista, zirkoni oranssia ja kalsiitti punaista valoa lyhytaaltoisella UV-valolla. Malminetsinnän käyttöön on olemassa maastoon soveltuvia keveitä paristokäyttöisiä lyhyt-  
aaltoisia UV-lamppuja.

## MUITA MINERAALIEN TUNNISTUSKEINOJA

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

Kalsiitti ja dolomiitti voidaan erottaa toisistaan myös *värjäyskokeella*. Sahattu kivilevy syövytetään ensin laimealla suolahapolla ja värjätään orgaani-

sella väriaineella. Kalsiitti värjäytyy punaiseksi, ja dolomiitti jää värittömäksi.

Kalimaasälpä ja plagioklaasi voidaan erottaa toisistaan myös *värjäyskokeella*, jolloin kalimaasälpä värjäytyy keltaiseksi ja plagioklaasi jää värjäytymät-  
tä tai värjäytyy vaaleankeltaiseksi. Kassiteriitti voi-  
daan tunnistaa ns. *sinkkitestillä*.

Kiisunäytteen nikkelpitoisuus voidaan testata kohtalaisen luotettavasti orgaanisella värjäysaineel-  
la, *dimetylglyoksiimilla*, jota sirotellaan kostutetulle näytepinnalle. Nikkelpitoiset kohdat värjäytyvät muutamassa minuutissa voimakkaan punaisiksi.

Kookas timantti voidaan tunnistaa ns. *timant-  
titesterillä*, mikä perustuu timantin erinomaiseen lämmönjohtokykyyn.

## TYÖVÄLINEET

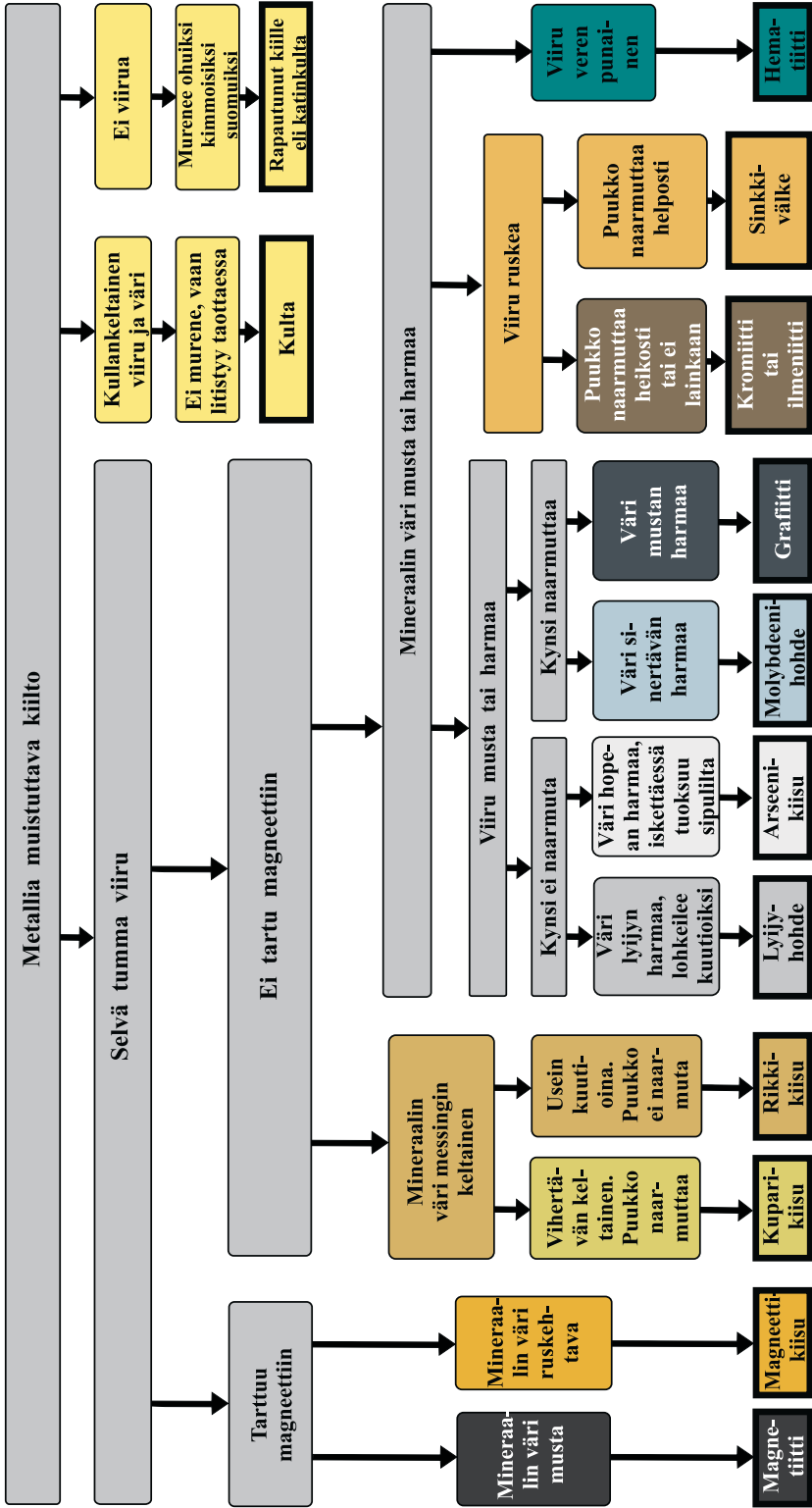
Mineraalien tunnistamiseen tarvitaan muutamia yksinkertaisia työvälineitä. Näitä ovat veitsi tai teräspiikki, kompassi, magneetti, vasara, luuppi tai suurennuslasi, lasittamatonta posliinia (sulake) ja muistiinpanovälineet. Kiviä hakattaessa on syytä käyttää hyviä suojalaseja. Laimea (10 %) suolahappo 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 paikanmäärittäminen tehdä vaivattomasti ja tarkasti satelliitteihin perustuvilla paikannusmenetelmillä (GPS tai vastaavat).

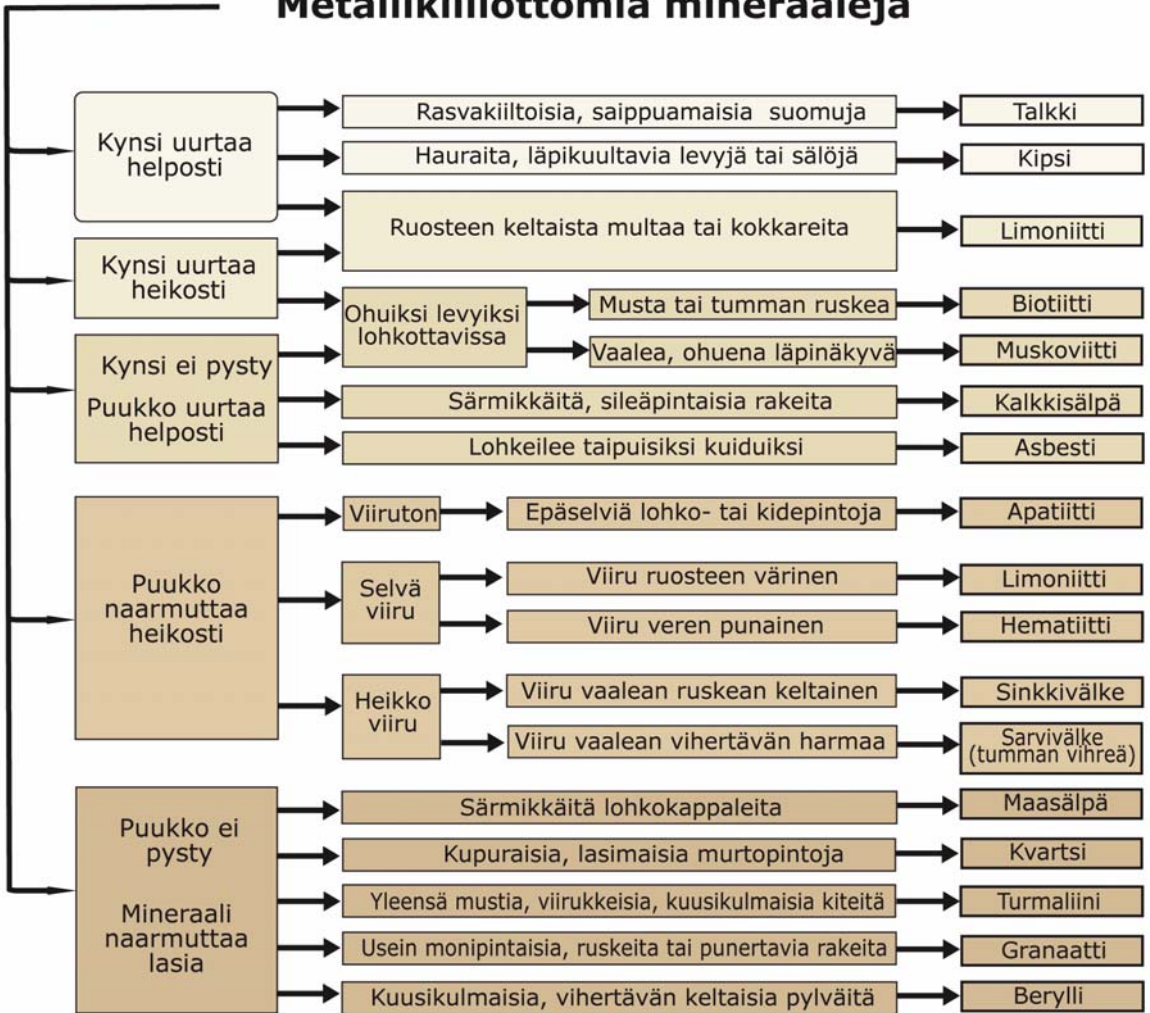


KIVIHARRASTAJAN TYÖVÄLINEET.

# METALLIKIILTOISTEN MINERAALIEN MÄÄRITYSKAAVIO



## Metallikiillottomia mineraaleja



## MINERAALIEN VÄRJÄYSMENETELMIÄ

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

### 1. NI-PITOISUUDEN OSOITTAMINEN SULFIDINÄYTTEESTÄ

Malminäytteen nikkelpitoisuus voidaan testata kohtalaisen luotettavasti orgaanisella värjäysaineella, dimetylglykoksiimilla, jota sirotellaan kostutetulle kivipinnalle. Nikkelpitoiset 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 muoviestioita.

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-heksakobolttintriitti, jolla näyte värjätään.

#### Värjämisessä on kolme vaihetta:

**Syövytys:** näyte kostutetaan tasaisesti fluorivetyha-

polla. 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 'velliin' 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 hantata, eikä muutenkaan kosketella ennen kuin se on kuivunut.

Kalimaasälpävärjäyksessä 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 natrium-rodizonaattia. 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  $\text{CaCO}_3$  ja witheriitti  $\text{BaCO}_3$

- huonosti liukenevia: rodokrosiitti  $\text{MnCO}_3$ , anke-riitti  $\text{Ca}(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Mn})(\text{CO}_3)_2$ , cerussiitti  $\text{PbCO}_3$ , smithsoniitti  $\text{ZnCO}_3$  ja strontianiitti  $\text{SrCO}_3$
- eivät liukene: dolomiitti  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , sideriitti  $\text{FeCO}_3$  ja magnesiitti  $\text{MgCO}_3$ .

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 $\text{SnO}_2$ OSOITTAMINEN SINKKITESTILLÄ

Kassiteriittirae voidaan tunnistaa sinkkitestillä. Testi voidaan tehdä parilla hieman eri tavalla riippuen siitä, missä muodossa onnistuu hankkimaan metallista sinkkiä. Kumikäsiinit 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 ( $\text{SnO}_2$ ) 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 hopeanvalkeiseen. 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. Puhetaan kullan ominaispaino on 19,3. Kultaa on yleensä vähän sulfidiesiintymissä. Arseenikiisu seuraa tavallisesti kulta. Viime vuosina Suomesta on löydetty lukuisia kalliokultaesiintymiä. Lapista on huuhdottu jokisorasta kulta 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 2½ -3. Taottaessa hopea litistyy, kun taas sitä muisuttavat sulfidimineraalit särkyvät muruiksi. Ominaispaino on 10,5. Hopeaa on yhdessä sulfidimineraalien kanssa kuutioina tai oktaedreina, joskus levymäisenä tai ohuina lankoina.



Kultaa amfiboliitissa. Suurennos on 1,2-kertainen.

Jari Väätäinen, GTK

### 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 metallikiiltainen 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



Tummanharmaata kuparihohdetta Kalajoen Jouhinevalta.

Jari Väättäin, GTK



Lyijyhohde on helppo tunnistaa kuutiollisesta lohkeavuudestaan.

Jari Väättäin, GTK

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 $PbS$

Lyijyhohdetten 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 irttaa 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  $3\frac{1}{2}$  -4 ja ominaispaino 4. Sinkkivälkettä on usein sulfidimalmeissa yhdessä lyijyhohteen ja muiden sulfidimineraalien kanssa. Sitä on myös hydrotermisissä juonissa lyijyhohteen ja hopeamineraalien kanssa. Sinkkivälkettä on louhittu Suomessa mm. Orijärvellä, Vihannissa ja Pyhäsalmen kaivoksessa.

### Kuparikiisu $\text{CuFeS}_2$

Kuparikiisu muistuttaa rikkikiisua, mutta sen väri vivahtaa vihreään. Se on myös pehmeämpää kuin rikkikiisu. Viiru on vihertävänmusta ja kiilto metallinen. Kovuus on  $3\frac{1}{2}$  -4 ja ominaispaino 4,1-4,3. Kuparikiisua on usein muiden sulfidimineraalien, kuten rikkikiisun, magneetikiisun 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 nikkeli-kaivoksesta. Tällä hetkellä kuparikiisua louhitaan Pyhäsalmen kaivoksesta.



Jari Väättäinen, GTK

Valo heijastuu sinkkivälkealueiden pinnoilta.



Jari Väättäinen, GTK

Vihertävänkeltaiset kuparikiisurakeet ovat malmikivessä usein massamaisina läiskinä.

### Magneetikiisu $\text{Fe}_{1-x}\text{S}$

Magneetikiisu on rikkikiisun ohella yleisin Suomen kallioperässä tavattava kiisumineraali, eikä sillä ole sellaisenaan arvoa. Magneetikiisu on usein magneettista. Sen väri on metallikiiltainen ja pronssinkeltainen. Se tummentuu ilman vaikutuksesta ja sen viiru on musta. Kovuus on 4 ja ominaispaino on 4,5. Magneetikiisun mineraalihilassa on usein vähän nikkeliä, kobolttia, kuparia ja seleeniä. Magneetikiisua on tummissa kivilajeissa olevissa kupari-nikkelimalmeissa ja platinaryhmän metallien malmeissa sekä yleisesti mustaliuskeissa niin sanotuissa rautasulfidiliuskeissa ja monissa arvo-kiisuja 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)<sub>9</sub>S<sub>8</sub>

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<sub>2</sub>

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 kuu-tioina 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  $5\frac{1}{2}$  ja ominaispaino 6,3. Kobolttihohde on pehmeämpää ja punertavampaa kuin pyriitti. Kobolttihohdetta on nikkeli-kupari-platinamalmeissa ja mm. Haverin Viljakkalan kultaesiintymässä muiden arsenidimineraalien ohella.

### Arseenikiisu FeAsS

Arseenikiisu on tavallinen kultaesiintymien yhteydessä. Arseenikiisun väri vaihtelee metallinhohtavasta hopeanvalkeasta teräksenharmaaseen. Viiru on harmaanmusta ja kovuus  $5\frac{1}{2}$  -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.

### Molybdeenihohde MoS<sub>2</sub>

Molybdeenihohde on väriltään metallisen teräksensininen, sinisempi kuin himmeämmän harmaa grafiitti. Viiru on siniharmaa ja hiukan metallikiiltainen. Tämä tavallisesti suomuina esiintyvä ja tahravaa 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

Kobolttihohdetta Haverin kaivoksesta.



Jukka Lehtinen

Arseenikiisu on hopeanvalkoinen sulfidimineraali.



Jari Väätäinen, GTK

Molybdeenihohdetta graniittipegmatiitissa.

## OKSIDISET MALMIMINERAALIT

### Kromiitti (Fe,Mg)Cr<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

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.

### Magnetiitti Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

Magnetiitti on väriltään metallinkiiltävä tai himmeänmusta 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 kiilottomia. 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 rautamalmin 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 Väättäinen, GTK

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



Jari Väättäinen, GTK

Rakeista magnetiittia, osittain omamuotoisina kiteinä. Ruotsi, Kiiruna.



Viljami Hyppönen, Siivikko, Kuhmo

Magnetiittiraitainen kvartsiitti.

### Hematiitti $\text{-Fe}_2\text{O}_3$

Hematiittia on tavallisesti teräksenharmaina, metallinkiiltävinä ja levymäisinä kiteinä, jotka ovat viirukkeisia. Se on hauras ja lohkosuunnat puuttuvat. Viiru on syväpunainen 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*”.

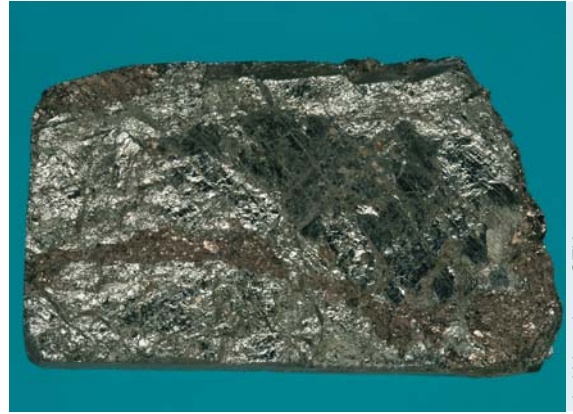
### Ilmeniitti $\text{FeTiO}_3$

Ilmeniitti on tärkein titaanimineraali. Ilmeniitti on musta, magnetiitin näköinen mineraali, jonka tuoreella pinnalla on metallinen kiilto. Tummiin kivilajien ilmeniittirakeet ovat tavallisesti pyöreäköjä 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 tummiin kivilajien muodostumiin, kuten Kälviän ilmeniittiesiintymät Keski-Pohjanmaalla. Suomessa ilmeniittiä on louhittu Vuolijoen Otanmäen titaani-rauta-vanadiinimalmista v. 1953-1985. Ilmeniitistä valmistetaan titaanivalikoista ( $\text{TiO}_2$ ), jota käytetään pigmenttinä maaleissa, paperissa ja muoveissa.

### Rutiili $\text{TiO}_2$

Luonnossa esiintyy kolme mineraalia, joiden kaava on  $\text{TiO}_2$ , mutta kiderakenne on erilainen: rutiili, anataasi ja brookiitti. Rutiilikiteet ovat yleensä kasiteriitin kaltaisia lyhyitä prismoja, joiden kovuus on 6-6½. Väri on tavallisesti musta, punaruskea tai punainen ja kiilto timanttkiilto. Rutiilin viiru on



Jari Väättäinen, GTK

Karkeasuomuista hematiittia Ruotsin Kiirunasta.



Jari Väättäinen, GTK

Puhdasta, tasarakeista ilmeniittiä. Mäntyharju.

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 $\text{MnO}_2$

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 $\text{SnO}_2$

Kiteet ovat usein lyhyitä ja salmiakkimaisia. Niiden väri vaihtelee keltaisesta punaruskeaan ja ruskeanmustaan. Viiru on valkea, harmahtava tai ruskeh-tava, 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 kassiteriittiä on tavattu graniittipegmatiiteissa tärkeimpänä malmiesiintymänä Pajuluoman tinapegmatiitti Nurmossa ja sitä on myös rapakiviin liittyvissä greisenjuonissa (kiillettä runsaasti sisältävä kvartsi-juoni). Kassiteriitti voidaan määrittää luotettavasti sinkkitestillä.

### Uraniniitti (pikivälke) $\text{UO}_2$

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 *skintillometrillä*.

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

Goethiitti (lue: götiitti) esiintyy prismamaisina kiteinä tai ohuina levyinä, onteloissa kuitumaisina tai

neulamaisina prismoina ja yleisesti munuaismaisina massoina, jotka muodostuvat tiheistä kuitukimpuis-ta, ja myös multamaisina massoina. Kiteet tai neula-set ovat mustanruskeita, massamaiset goethiitit ovat punertavan- tai kellertävänruskeita, ruskeankeltaisia tai keltaisia. Viirun väri on punertavan- tai ruskeh-tavankeltainen. Kiteet ovat metallikiiltoisia ja multamaiset muunnokset kiillottomia. Ohuet kuidut ovat läpikuultavia ja silkkihiiltoisia. Mineraali on hauras. Kovuus on 5-5 ja ominaispaino on asun mukaan 3,3-4,3.

*Limoniitilla* tarkoitetaan pehmeää, ruosteennus-keaa, punertavaa tai lähes mustaa huokoista ja multamaista rautasaostumaa. Sitä kutsutaan myös *suotai 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.



Limoniittia.

## MUITA MALMIMINERAALEJA

**Telluridit** ovat yleisiä Suomessa kultamalmien yhteydessä. Tällaisia ovat *hessiitti*  $\text{Ag}_2\text{Te}$ , *petziitti*  $\text{Ag}_3\text{AuTe}_2$ , *calaveriitti*  $\text{AuTe}_2$ , *krenneriitti*  $\text{AuTe}_2$ , *tellurovismuitti*  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ , *hedleyiitti*  $\text{Bi}_7\text{Te}_3$ , *tsumoiitti*  $\text{BiTe}$ , *altaiitti*  $\text{PbTe}$ , *frohbergiitti*  $\text{FeTe}_2$  ja *meloniitti*  $\text{NiTe}_2$ . Yhteisinä tuntomerkkeinä on kaikille tellurideille niiden pehmeys 1½-3 ja ominaispaino 7-10.

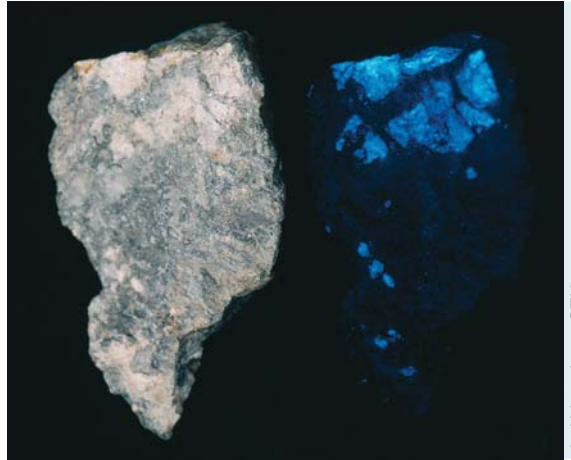
Kivessä ne ovat väriltään kirkkaanmetallisen keltaisia tai valkoisia (calaveriitti, Bi-telluridit, tetradymiitti) tai himmeänhohtavan harmaita (petziitti, hessiitti). *Tetradymiittiä*  $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$  on tavattu Suomessa runsaasti kultamalmista.

### Scheeliitti $\text{CaWO}_4$

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 timanttkiilto. Ulkonäön puolesta scheeliittiä on vaikea erottaa kvartsista tai maasälvästä. Parhaiten scheeliitin voi tunnistaa UV-lampulla. Lyhytaaltoisella UV-valolla valaistessa scheeliitti fluoresoi sinivalkeaa valoa. Molybdeenipitoinen scheeliitti fluoresoi kellertävänvalkeaa 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 ( $\text{Fe,Mn}\text{WO}_4$ )

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.



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

Jari Väättäinen, GTK



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

Jari Väättäinen, GTK



## 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 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F},\text{OH})$

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. Fosforilannoite-tehdas sijaitsee aivan apatiittiesiintymän vieressä.

### Kalsiitti eli kalkkisälpä $\text{CaCO}_3$

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 dolomiittiraakeen 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.

### Dolomiitti $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$

Dolomiitti on kalsiitin näköinen karbonaattimineraali. Suomessa dolomiitti on tavallisesti harmaata tai kellertävää, harvoin valkoista ja yleensä hienorakeista. Omamuotoiset kiteet ovat yleensä yksinkertaisia romboedreja, jotka ovat usein käyristyneitä. Kiilto on tavallisesti lasimainen. Viirun väri on valkea tai lähes valkea. Kovuus on hieman suurempi kuin kalsiitilla:  $3\frac{1}{2}$  -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.



Jari Väätäinen, GTK

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



Jari Väätäinen, GTK

Tyypillistä hienokiteistä dolomiittia. Ylitornio, Kalkkimaa.

### Magnesiitti $\text{MgCO}_3$

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

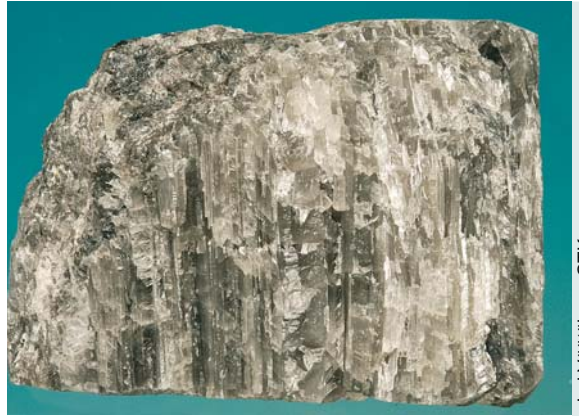
toisistaan *värjäyskokeilla*. Puhtaimmat magnesiitit ovat juonikiviä. Suomessa magnesiittia on lähinnä *talkkimalmassa* ja *vuolukivessä* eli *talkkimagnesiittikivessä*. Niiden magnesiitti sisältää runsaasti rautaa, 3-11 %, mikä on estänyt magnesiitin käytön tulenkestävien tiilien valmistamiseen.

### 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 läpi-kuultava. 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 lohkosuuntaa, 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 valimo-hiekkana.



Jari Väättäinen, GTK

Levymäistä magnesiittia, Sotkamo Lahnaslampi.



Jari Väättäinen, GTK

Karkearakeista, vihertävää juonitalkkia. Sotkamo, Lahnaslampi.



Jari Väättäinen, GTK

Kvartsista irtoaa lyömällä teräväreunaisia, kaarevapistaisia murtokappaleita.

## Kalimaasälpä $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$

Kalimaasälpä kuuluu yhdessä plagioklaasimaasälpien kanssa maankuoren yleisimpiin mineraaleihin. Kalimaasälpä on kentänimi 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 polarisaatiomikroskooppia ja/tai röntgendifraktiomenetelmällä tehtyä kiderakennetutkimusta. Kalimaasälvällä on täydellinen lohkeavuus kahdessa toisiaan vastaan melkein kohtisuoraan olevassa suunnassa. Sen väri voi olla valkea, harmaa, kellerävä, 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, mutkittelineina, 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.

### Plagioklaasi

$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$  **albiitti**,  
 $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  **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 määrittäminen edellyttää joko taitekertoimen määrittäystä tai kemiallista analyysiä. Väritään plagioklaasi on yleensä valkea, vaalean- tai tummanharmaa tai punertava. Viiru on väritään valkoinen tai hyvin vaalea. Kiilto on yleensä lasimainen, kovuus 6–6½ ja ominais-



Jari Väätäinen, GTK

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



Jari Väätäinen, GTK

Kaksoisviirukkeisuutta plagioklaasin lohkopinnalla.

paino 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 $\text{CaSiO}_3$

Wollastoniitti on tavallinen silikaattipitoisten kalsiittikivien yhteydessä, mutta sitä on myös alkali-kivissä. Se on yleensä väritään valkea tai vaaleanharmaa, joskus vihertävä ja asultaan sälöinen tai

kuituinen mineraali. Kiilto on lasi-helmiäiskiilto, kuituisena silkkikiilto. Kovuus on  $4\frac{1}{2}$  -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  $6\frac{1}{2}$  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 pituusuntaista viirukkeisuutta. Sillimaniitti on yleensä väriltään valkea tai harmaa, kellertävä, jopa vihertävä. Kiilto on lasimainen tai hienokuituisena silkkimäinen. Kovuus on  $6\frac{1}{2}$  - $7\frac{1}{2}$ . 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.



Karkeasälöistä wollastoniittia.

Jari Väätäinen, GTK

### 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  $6\frac{1}{2}$  - $7\frac{1}{2}$  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.



Noin sentin pituisia andalusiittikiteitä kiilleliuskeessa.

Jari Väätäinen, GTK

## Topaasi $\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{F}, \text{OH})_2$

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.

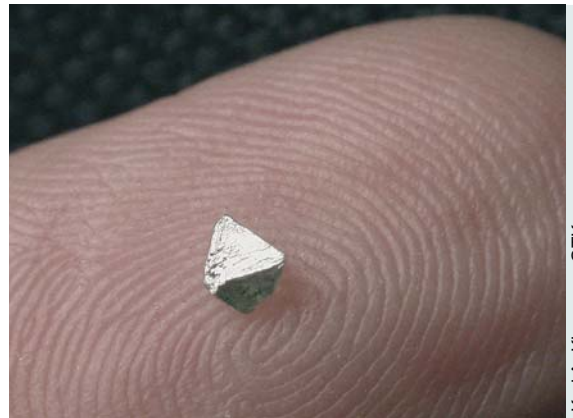
## Grafiitti C

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 teollisuustimanteina 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 löydetty lähes syöpmätön timanttioktaedri. Timantin läpimitta on 2,8 mm. Timantteja on noin 4 grammaa sadassa tonnissa.



Jan Väättäinen, 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  $2\frac{1}{2}$  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 jauhattuna 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  $2\frac{1}{2}$  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:  $2-2\frac{1}{2}$ . Ominaispaino on 2,8. Flogopiitti on yleinen mineraali *ultramafisissa* kivissä, ja sitä on usein *metamorfisissa* karbonaattikivissä, erityisesti niiden kontaktissa. Flogopiitti kuuluu myös karbonaattien mineraaleihin.

### Vermikuliitti

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

Vermikuliittia syntyy biotiitin tai flogopiitin rapautumistuloksena tai *hydrotermisen* muuttumisen tuloksena. Vermikuliitti voi olla väritön, kellertävä, vihreä tai ruskea. Kovuus on vain  $1\frac{1}{2}$  ja ominaispaino noin 2,3. Kuumennettaessa vermikuliittisuomu paisuu tilavuudeltaan huomattavasti, tavallisesti noin 10 kertaiseksi. Paisutettu vermikuliitti on suhteellisen hyvin tulenkestävä lämmöneriste ja pakkausmateriaali.



Jan Väättäinen, 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 rapaamia, jotka ovat syntyneet jopa satoja miljoonia vuosia sitten. Tärkeimmät esiintymät sijaitsevat Virtasalmella. Kaoliini on tärkein paperissa käytettävä mineraali-aines, jota käytetään Suomessakin yli 1 milj. tonnia vuodessa.

## Berylli $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$

Berylli on graniittipegmatiittien yleisin ns. harvinaisen 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  $7\frac{1}{2}$  -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*, *akvamarini* ja *morganiitti*. Luumäen rapakivipegmatiitista on tuotettu jalokiviluokan beryllejä: kellertävää *heliadoria* ja sinistä *akvamariniina*.

## Spodumeeni $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$

Spodumeeni on litteinä prismoina esiintyvä pyrokseeniryhmän mineraali, joka on usein pituus-suunnassa viirikkeinen. Väri vaihtelee harmaanvalkeasta kellertävään, vihertävään ja punertavaan. Spodumeenilla on yksi täydellinen ja kaksi heikkoa lohkosuuntaa. Kovuus on  $6\frac{1}{2}$  - $7\frac{1}{2}$  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 Kruunupyy -Ullavan alueella. Spodumeenia käytetään keraamisen ja lasiteollisuuden raaka-aineena sekä litiumsuolojen valmistamiseen. Läpinäkyviä (vihreitä ja violetteja) muunnoksia käytetään jalokivinä.

## Granaatti $\text{A}_3\text{B}_2(\text{SiO}_4)_3$ , jossa $\text{A}=\text{Ca}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mg}, \text{Mn}$ ja $\text{B}=\text{Al}, \text{Fe}^{3+}, \text{Ti}$

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



Almandiinigranaatti. Kalvola, Nappikallio.

Jari Väättäinen, GTK



Musta turmaliini on yleinen mineraali karkearakeisissa graniiteissa (pegmatiiteissa).

Jari Väättäinen, GTK



Jaloberyllikiteitä pegmatiitin kideonkalossa, Luumäki Kännätsalo.

Jari Väättäinen, GTK

(*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.



## Turmaliniiryhmä



Turmaliniiryhmään 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 turmaliniiryhmän mineraaleilla, jopa samassakin kiteessä. Mustat turmaliinit (*schörl* ja *draviitti*) ovat yleisiä kiilleliuskeissa, graniiteissa ja graniittipegmatiiteissa. Litium-pegmatiiteissa ovat tavallisia myös värilliset 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.



Tuusniemen Paakkilan antofylliittiasbestia.

Jari Väätäinen, GTK

## 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  $\text{cm}^3$ :ssä ilmaa (8 tunnin keskiarvo). Hengitysilman asbestipitoisuus

ei saa ylittää raja-arvoa 0,3 kuitua  $\text{cm}^3$ :ssä ilmaa. Jos raja-arvo, 0,3 kuitua  $\text{cm}^3$ :ssä ilmaa ylittyy, on heti käynnistettävä toimenpiteet asbestipitoisuuden pienentämiseksi. Tässä työssä on käytettävä hengityssuojaimia ja suojaruostuksia. Valtioneuvoston päätöksellä 1133/1993 kiellettiin asbestin tai asbestipitoisen tuotteen valmistus ja maahantuonti sekä myyminen ja käyttöönotto. Ainoana poikkeuksena ovat eräät krysotiili-asbestia sisältävät tuotteet, joiden käytöstä luopumiselle on annettu siirtymäaika.



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

## TEOLLISUUSMINERAALIEN LAATUVAATIMUKSET

Teollisuus- mineraali	Kiviharrastajaa kiinnostavan näytteen ominaisuuksia	Louhintakelpoisen esiintymän vähimmäispitoisuus	Esiintymän koko
andalusiitti, sillima- niitti tai kyanitti	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 pegmattiilouhoksessa	satoja kiloja beryylliä
dolomiitti		dolomiittia ja kalsiittia yhteensä 70 %	miljoonia tonneja
grafiitti	ehjää suomua, läpimittia yli 0,1 mm; ei kiisuja	10 %	miljoonia tonneja
granaatti	kiteitä liuskeessa tai puhdasta ja massiivista	20 %	miljoonia tonneja
ilmeniitti	ilmeniittia 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 päämineraalina	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 säliöjä	15-20 %	miljoonia tonneja
talkki	vuolukivessä tai liuskeessa	40 %	miljoonia tonneja
vermikuliitti	liekissä paisuva, ruskehtava tai metallimainen kiillemineraali	20 %	satoja tuhansia tonneja
wollastoniitti	valkeita säliöjä 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 oikeissa taulukossa on mainittu.

## JALOKIVET JA KORUKIVET

**Jalokivet ja korukivet ovat yksinkertaisesti määriteltynä korukäyttöön soveltuvia mineraaleja ja kivilajeja. Jalokivet ovat yleensä kvartseja 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. Irtokeiviä 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 näyteenotto 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 kuvuutensa 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, spektroliitti 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 emäkilajiin: 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.

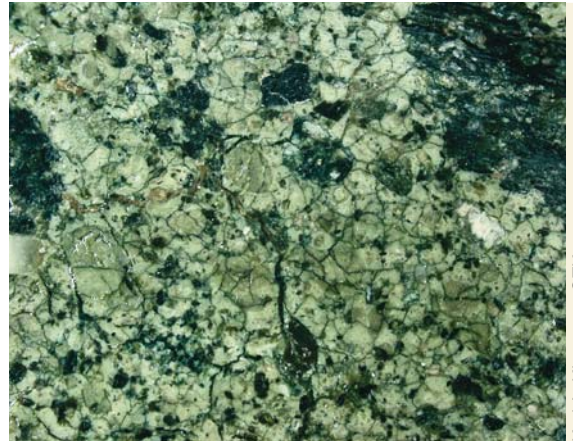
Timantit ovat kiteytyneet syvällä maapallon vaipassa noin 150 – 200 km:n syvyydellä. Ne ovat nousseet maanpinnalle räjähdysmäisten tulivuorenpurkausten mukana. Näiden sammuneiden tulivuorien purkautumiskanavat ovat täyttyneet kimberliitillä, jossa on satunnaisesti timantteja.

Timanttien löytymiselle maastossa on äärimmäisen pienet mahdollisuudet. Mahdollisten timanttien tunnistaminen vaatii laboratorio-määrittäyksiä. 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. Kimmunen, GTK

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



Kari A. Kimmunen, GTK

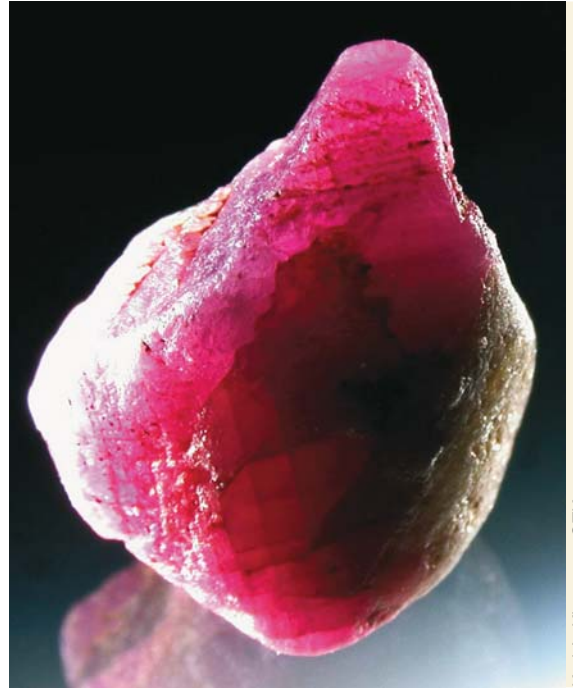
Kaavin Lahtojoen serpentiiniittimäistä kimberliittiä. Kuva-ala 15 mm.

### 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 pohjasaaraan. 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 beryylliä, kellertävää heliodoria ja sinistä akvamariinia. Jaloturmaliniina on löydetty satunnaisesti Keski-Suomen pegmatiiteista. Maamme ensimmäinen smaragdi, erittäin arvokas jalokiviluokan tummanvihreä kromipitoinen beryylli, on vielä löytymättä.

Graniittipegmatiiteissa on maassamme tavattu jättiläismäisiä kiteitä. Maamme suurimmat kiteet ja jalokivet ovat beryylliä. 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 Kännätalon pegmatiittiesiintymästä. Raakakide on kooltaan 19 mm, viistehiottu kivi 12 mm (3,55 ct). Löytäjä: Kauko Sairanen.

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



Kari A. Kinnunen, GTK

### Granaatit, kovuus $7\frac{1}{2}$ – $6\frac{1}{2}$

Lapista saadaan kullanhuuhdonnan sivutuotteena *almandiinigranaatteja*. Kromipitoista uvaroviittaa 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 $7\frac{1}{2}$ – 7

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

## KORUKIVET, KOVUUS 7 – 3

### Kvartsiryhmä, kovuus 7 – $6\frac{1}{2}$

Kvartsin värilliset muunnokset ovat maamme yleisimpiä korukiviä. *Maito-*, *ruusu-*, *savu-* ja *sinikvartsi* 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 lohkeista 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

Pielaveden kordieriittia. Kiteen pituus on 18 mm.



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* (*bronsiittia*) on gabroissa ja anortosiitissa varsinkin Viipurin rapakivigraniitin alueella.

### 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 kordieriittigneisissä. Nefriittiä on tavattu harvinaisuutena Vantaan alueen sorakuopista.

### 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.



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

Kari A. Kinnunen, GTK



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

Kari A. Kinnunen, GTK



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

Kari A. Kinnunen, GTK

## KORUKIVILAJIT, KOVUUS 7 – 2

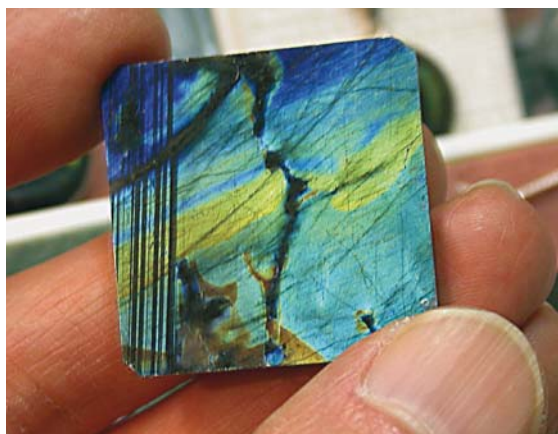
Korukivilajien ominaisuudet johtuvat mineraalikoostumuksesta. Kvartsirikkaat korukivilajit ovat kovimpia, kun taas kalsiitti- ja serpentiinipitoiset ovat pehmeimpiä. Näitäkin pehmeämpiä ovat talkkipitoiset kivet, joihin ei enää saada kunnollista kiiltoa.

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 sulfidipiroitteista mustaliusketta on hiottu koruihin, mutta kivi on yleensä hauras ja helposti rapautuva. *Vuolukivestä* voi valmistaa pienoiskoivoksia, jos ne jätetään ilman loppukiillotusta.

Syväkivistäkin monet soveltuvat pienimuotoisten koriste-esineiden työstämiseen. Tällaisia ovat mm. *Bodomin tasarakeinen rapakivigraniitti*, *Vittingin rodoniittikivi*, *kvartsi porfyryri*, *Angelin anortosiitti*, *oliiviinidiabaasi*, *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*.

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



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



Kittilän jaspiskvartsiittia pyörtöhiottuna. Kiven läpimitta on 21 mm.



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 prekambriksen 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 lohenvuonaisen marmorin murtopintaa. Kuva-alan leveys on 30 mm. K

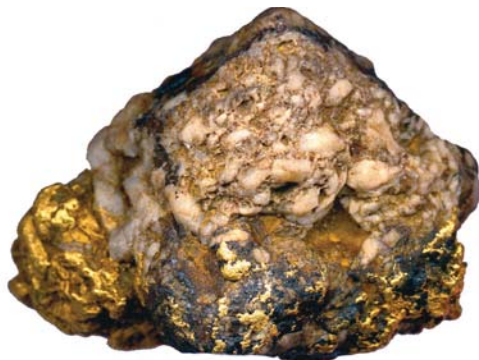
Kvartsin ja kullan muodostama sekahippu (187 g) Tankavaaralta. Kultapitoinen kvartsi olisi pyöröhiottuna todella arvokas korukivi. Löytäjät: Tauno Virtanen.



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



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



## 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 *pallasiiitti*, 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 runsaita kaasukuplistaan. Eräissä tapauksissa vasta tarkat laboratoriomääritykset kertovat todellisen alkuperän.

Putoamishavaintojen ohella maastossa kannattaa tarkkailla ruosteisen betonin näköisiä kiviä. Aidon meteoriitin murtopinnalla havaitsee suurenuslasilla nikkeli- ja rautarakeita. 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 nikkeli- ja rautapitoisia (dime-tyyglyoksiimitesti). 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 kallio-  
perän kivistä.



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, kondruilit, ruosteiset nikkeli- ja rautarakeet ja lasisen sulamiskuoren jäänteet ovat kondriittisille kivimeteoriiteille tunnusomaisia piirteitä. Näytteen läpimitta on 4 cm.

Kari A. Kinnunen, GTK

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



Kari A. Kinnunen, GTK

Vantaan rautamasuunin lasikuonaa 1800-luvulta. Masuunissa valmistettiin rautaa mm. Vantaan Kaivoksen 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 tiivit 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. Kuhkan 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*.

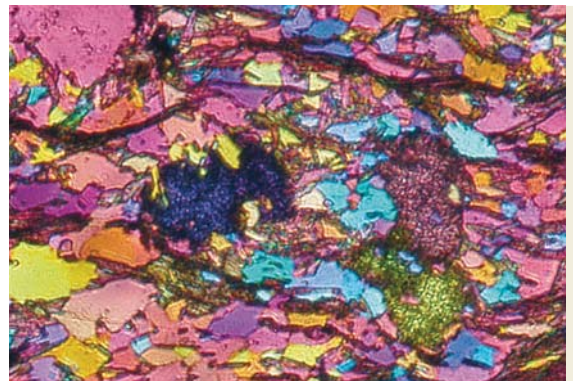
Vulkaaniset kivet jähmettyvät maan pinnalle purkautuneesta sulasta magmasta erittäin nopeasti. Tulivuoresta purkautuvaa sulaa magmaa nimitetään *laavaksi*. Nopeasti jähmettyvän laavan mineraalilyksilöt eivät ehdi kasvaa kovin suuriksi. Kiven perusmassa jää tiiviiksi, joskus jopa lasimaiseksi. Tiiviin perusmassan seassa saattaa esiintyä hajarakeina muita suurempia mineraalilyksilöitä. 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,

ta, 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  $\text{SiO}_2$ :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 yksinkertais-  
tetussa muodossa Suomen yleisimpien magmakivien maastossa käytetty luokitus.



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

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
Kalkkileju	Kalkkikivi
Turve ja muut kasvijätteet	Kivihili

## Esimerkkejä metamorfisista kivilajeista ja niiden lähtökohdista

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

### Basalti

Tumma, emäksinen laavakivilaji (ei metamorfoitunut), jonka päämineraaleja 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 heitteitä.



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 gabro-luokkaan kuuluva mafinen juonikivilaji, jonka päämineraaleja ovat runsaasti kalsiumia sisältävä plagioklaasi, augiitti, ortopyrokseeni, oliiviini ja sarvivälke. Sillä on *ofittinen 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 kvartssia. Vastaava pintakivi on andesiitti.

## Dolomiittikivi

Karbonaattikivilaji, joka koostuu pääosin dolomiittimineraalista ( $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$ ).

## Emäksinen kivilaji

Magmakivi, kuten gabro tai basaltti, joka sisältää 45-52 % piidioksidia ( $\text{SiO}_2$ ).

## 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 siirrostien 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.

## 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.

## 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.



Pienirakeista, levyiksi lohkeilevaa fylliittiä Lill Pellingesstä, Porvoosta.

Jari Väätäinen, GTK



Raitaista granaatti-kordieriittigneissää.

Jari Väätäinen, GTK



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

Jari Väätäinen, GTK

## Granuliitti

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

## Hapan kivilaji

Magmakivilaji, kuten graniitti tai ryoliitti, joka sisältää yli 63 % piidioksidia ( $\text{SiO}_2$ ).

## Hiekkakivi

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

## Impaktiitti

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

## Kalkkikivi

Pääosin kalsiitista ( $\text{CaCO}_3$ ) 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 scheeliittia.

## Kiilleliuske

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



Satakunnan hiekkakiveä.

Jari Väätäinen, GTK



Diopsidikarsi, Marttila. Vihertävä mineraali on diopsidi.

Jari Väätäinen, GTK



Kiilleliusketta Pihlputaalta.

Jari Väätäinen, GTK

## Kimberliitti

Alkalinen, ultraemäksinen magmakivi, *alkaliperidoitti*, 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 kvartssia, epidootia, magneettiä 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 hiekanjyvät saattavat vielä erottua paljain silminkin.

## Kärnäiitti

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

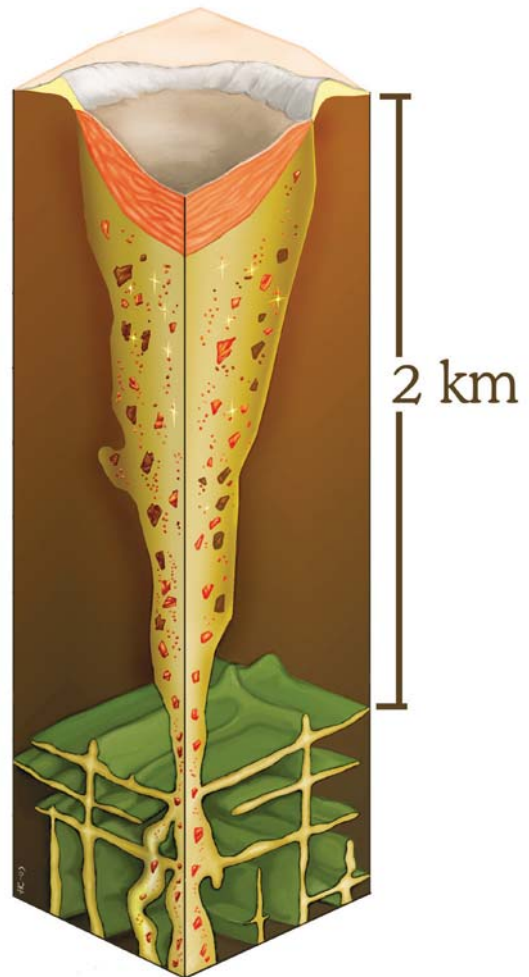
## Laava

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



Jari Väättäinen, 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, staurolitti-kiilleliuske, kvartsi-maasälpäliuske) vrt. gneissi.

## Magmakivi

Sulasta kiviaineksesta kiteytymällä syntynyt kivi.

## Marmori

Metamorfoitunut, kiteinen kalsiitti- tai dolomiitiksi, 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 kivilajia (yleensä graniittia). Migmatiitin rakenteet vaihtelevat suuresti.

## Mustaliuske

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

## Myloniitti

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



Sahattu ja kiillotettu marmorilevy, Tervola.

Jari Väätäinen, GTK



Mustaliuske. Näytteen löytöpaikka: Haapamäki, Lepävirta.

Jari Väätäinen, GTK



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

Jari Väätäinen, GTK

## Oliviinikivi

Pääosin oliviinista koostuva ultramafinen kivilaji, *duniitti*.

## Pegmatiitti

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

## Peridotiitti

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

## Plagioklaasiporfyyriitti

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.

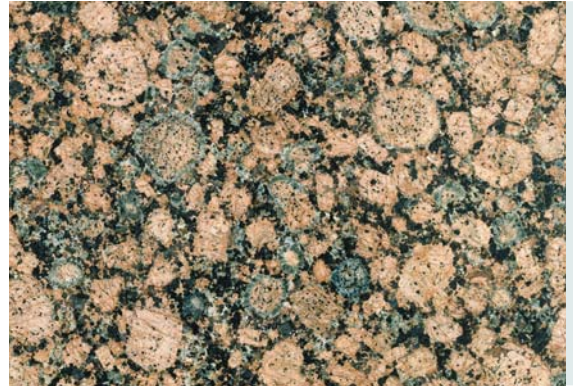
## Rapakivi

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



Plagioklaasiporfyyriitti, jossa plagioklaasirakeet näkyvät kiven tummalla rapautumispinalla vaaleina.

Jari Väätäinen, GTK



Rapakiveä, jossa on ovoideja.

Jari Väätäinen, GTK

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.



Serisiittiliusketta Oriveden Kutemajärveltä.

Jari Väättäinen, GTK



Nilsin silmägneissiä, jossa kalimaasälpä ja kvartsi muodostavat "silmäkkeitä".

Jari Väättäinen, GTK



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

Jari Väättäinen, GTK



## 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 epidootia 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 Väättäinen, GTK

Uraliittiporfyriittiä. Uraliittihajarakeet ovat koholla kiven rapautumispinalla.



Jari Väättäinen, GTK

Hienorakeinen vihreäkivi Lapista.



Jari Väättäinen, GTK

Kohtalaisen tasalaatuista vuolukiveä.

## MALMINETSINTÄ

**Harrastelijoiden Geologian tutkimuskeskukseen (GTK) ja aiemmin myös kaivosyhtiöille lähettämällä malminäytteillä, niin sanotulla kansannäytetoiminnalla, on pitkät ja tuloksekkaat perinteet Suomessa. Harrastelijalla on harvoin varaa ryhtyä laajaan malminetsintätöihin, 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 valtuuksella. 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](http://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 kaикentasoisesta geologisesta tiedosta maassamme. 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:

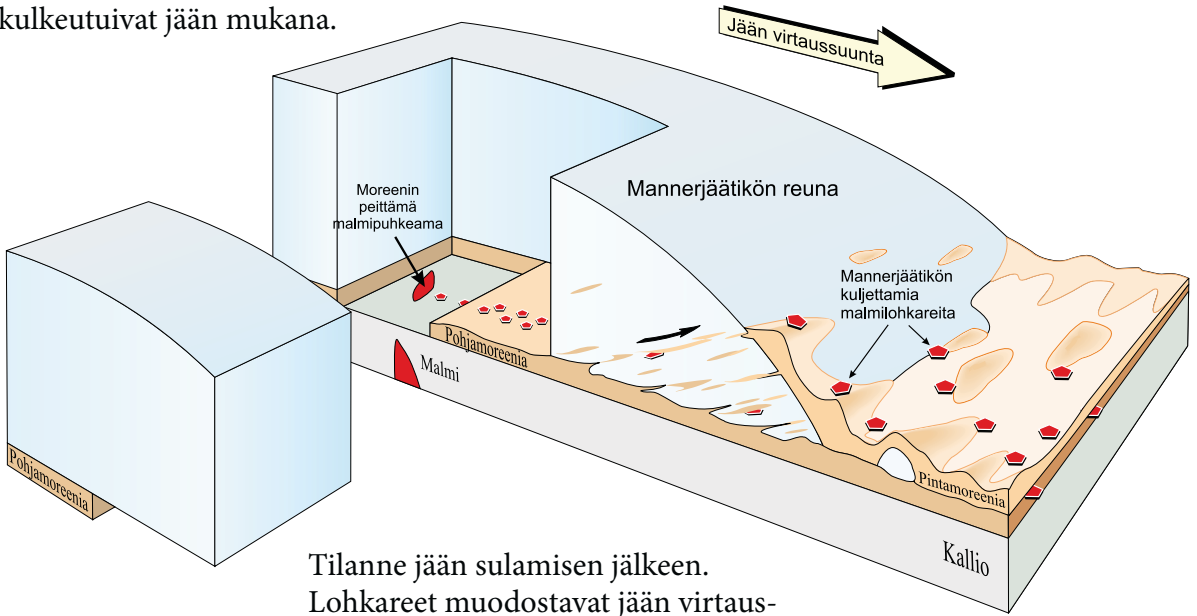
- geologisiin menetelmiin
- geofysikaalisiin menetelmiin
- geokemiallisiin menetelmiin
- kairauksen ja tulkintoihin

## GEOLOGISET MENETELMÄT

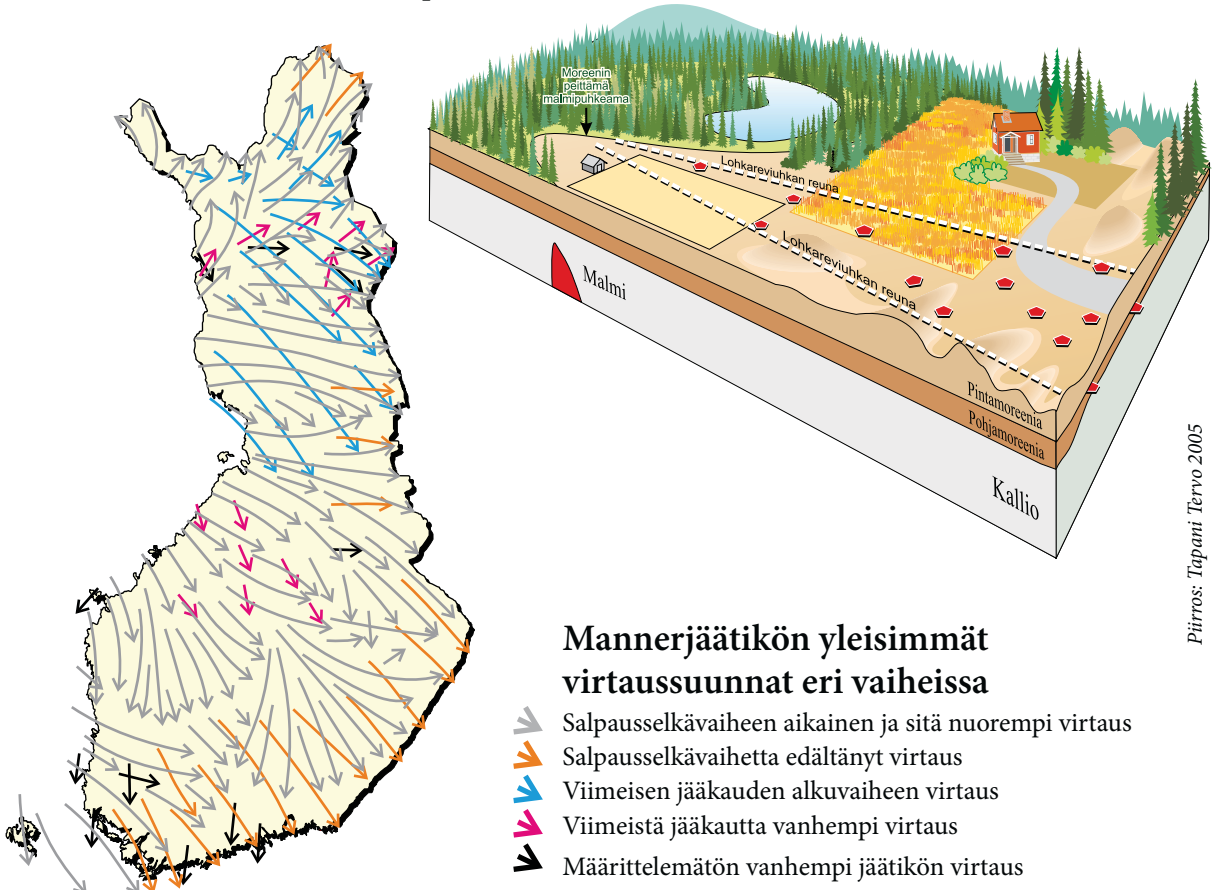
Kokemuksen ja tunnettujen malmiesiintymien perusteella geologit tietävät, että useimmat malmiesiintymät ovat yleisempiä tietyillä alueilla kuin muualla. Alueet ovat sidoksissa kallioperän koostumukseen, mutta lisäksi on muita paikallisia geologisia tekijöitä, jotka liittyvät näihin niin sanottuihin malmiprovinssihin. Esimerkkeinä ovat mm. Vammalasta Poriin kulkeva nikkelimalmien vyöhyke, Raahan 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 kiiviin liittyy myös rautamalmeja, mutta rautaa voi olla paljon myös muissa kivissä, erityisesti kerrostuneissa niin sanotuissa raitaisissa rautamalmeissa. Myös

Mannerjäätikkö kulutti alustansa.  
Malmipuhkeamasta irronneet lohkareet  
kulkeutuivat jään mukana.



Tilanne jään sulamisen jälkeen.  
Lohkareet muodostavat jään virtaus-  
suunnan mukaisen viuhkan, joka osoittaa  
malmipuhkeaman.



## Mannerjäätikön yleisimmät virtaussuunnat eri vaiheissa

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

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 maa-sälpää, kuten myös harvinaisia alkuaineita, kuten litiumia, cesiumia ja tantaalia. Eräät pegmatiitit sisältävät myös jalokiviluokan kiteitä.

Kallioperäkartoja tarvitaan malmi- ja teollisuusmineraalipitoisten kivilajien paikantamiseen. Kallioperäkartoja tulkitsemalla geologi voi paikantaa malmeille otollisia alueita ja geofysiikkaa ja geokemialla hyväksi käyttäen rajata vyöhykkeitä, joihin etsintätöitä 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 irtomaakerosten 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 malmi-kriittisintä.

Joskus ensimmäinen viite malmista on saatu ruosteisesta, painavasta tai muutoin poikkeavasta irtolohkareesta, joka on irronnut jostakin lähialueen kallioperästä ja kulkeutunut jääkauden aikana nyky-sijoilleen. Maamme maalajeista suurin osa on moreenia, ja tämän jäätikön pohjalla siirtyneen aineksen joukossa ovat kulkeutuneet myös malmi-lohkareet. Jääkauden aikainen mannerjää on liikkueessaan kallioperämme yli toiminut valtavan höylän tavoin. Se on irrottanut kallioperän lohjenneet ja rikkonaiset osat sekä osan ehjästäkin kivistä ja kuljettanut ja kerrostanut tämän osittain jauhautuneen

aineksen laajalle alalle. Suotuisissa tapauksissa malmi-lohkareet muodostavat lohkareviuhkan, geologisen vihjeen, joka saattaa johtaa rikkaan malmin löytymiseen. Kun lupaava malmi-lohkare 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 uurre-suuntamittauksin, jotka siis osoittavat, mistä päin jäätikkö on kuljettanut malmi-lohkareet. Mitä lähempänä malmi-lohkareiden lähtökohtaa, emäkalliota ollaan, sitä enemmän malmi-lohkareita löytyy. Malmion ympäristössä maaperä on joskus täynnä malmi-pitoisia lohkarkeitä. Kartalle merkittynä lohkarkeitä muodostavat viuhkamaisen kuvion, lohkaruviuhkan, jonka kärki osoittaa emäkallion sijainnin. On kuitenkin muistettava, että malmiot muodostavat vain häviävän pienen osan koko kallioperästämme, ja niinpä malmi-lohkareiden esiintymistiheyskin maaperässä on yleensä hyvin pieni. Lohkare-etsintä on tuloksellista, koska uusia lohkarkeitä paljastuu koko ajan metsänparannustöissä ja maanrakennustyömailta.

Melko usein, esimerkiksi kultamalmeja etsittäessä, ensimmäinen vihje malmiutumuksesta saadaan suoraan kalliohavaintona, kullon 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 mittajan ryhmänä.

Kaikkia geofysikaalisia mittausten menetelmiä, 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 lennetyinä. 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 geofysikkojen tekemä tulkintatyö, jossa mittauksien tulosten 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 näyteaine 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 vaihtua alueellisesti johonkin suuntaan siten, että voidaan tehdä päätelmiä siitä, missä suunnassa jatkotutkimuksia on syytä tehdä.

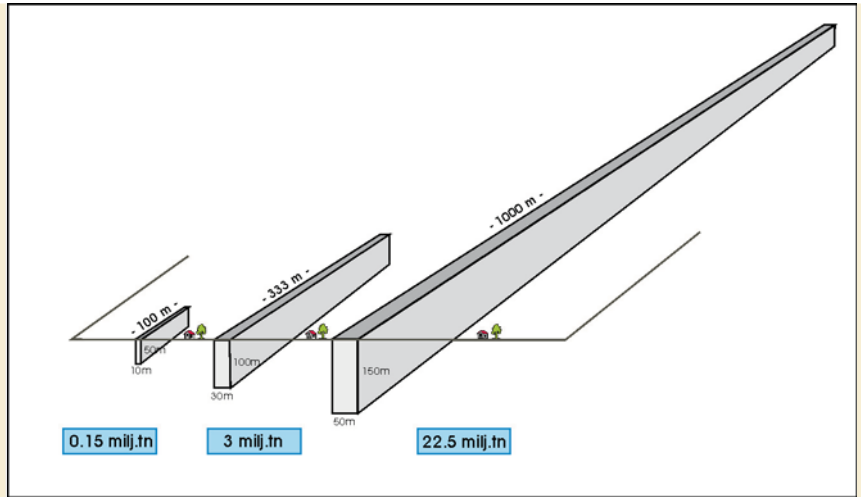
Koko Suomen alueelta on saatavilla eri mittakaavaisia GTK:n kartoitusohjelmien tuottamia geokemian karttoja, jotka perustuvat pääasiassa moreenin metallipitoisuuksien vaihteluun kymmenissä tuhansissa näytteissä. Näytteenotto on alueellisessa kartoitusohjelmassa ollut varsin harvapististä (esim. 1 näyte / 4 km<sup>2</sup>) 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 näytteenottotiehyys voi vaihdella viidestä metristä muutamaan sataan metriin.

Läheisesti geokemian tutkimuksiin liittyvät raskasmineraalitutkimukset, joissa maanäytteestä rikastetaan raskain mineraaliaine 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 m<sup>2</sup>:n suurinen talo ja 30 m korkea puu.

us. Tavallisesti sitä edeltävät geologiset, geofysiikaaliset 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 malmiakriittisestä 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 TEOLLISUUSMINERAALI-ESIINTYMÄN 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 mittasuhte.

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 jaksottaisesti), yleinen taloudellinen tilanne jne.



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 kuvuuden toteamiseen. Magneettirauta tai kompassin neula soveltuvat mineraalin magneettisuuden toteamiseen. Metsässä liikuttaessa kompassi tai GPS-laite sekä kartta on hyvä pitää mukana. Niiden avulla lohokareiden 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 merkittäessä kuoreen tunnuksen ja vastauslähetyksen numeron (katso viereinen sivu). Kilpailuissa GTK toimii asiantuntijana näytteiden paremmuusjärjestykseen panossa. Vain näytteiden lähettäjällä on mahdollisuus voittaa!



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 kivistä 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, mieluummin 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 näytesesi 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 kivehdokasta, joita yleisö sai äänestää. Äänestys tapahtui Tapiola-yhtiöiden konttoreissa, Tiedekeskus Heurekassa tai postitse. Maakuntakivehdokkaat 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 ”kärjäkivet”. 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 sijoittamista kivet muotoiltiin Mäntyniemen maisemaan sopiviksi ja niihin leikattiin kiilloitettu ”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

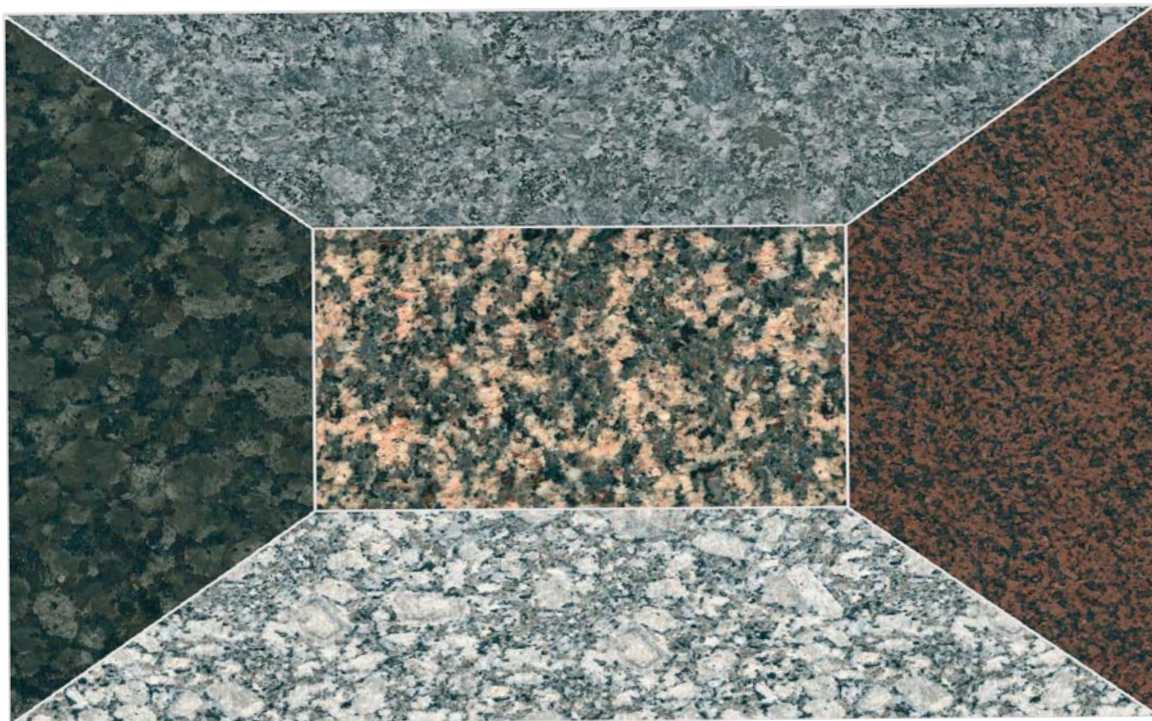
Yli puolet Suomen kallioperästä on erilaisia ja eri ikäisiä graniittisia kivilajeja. Voidaan hyvin sanoa, että graniitti on itseoikeutettu Suomen kansalliskiveksi. Graniitti on kova, luja ja kestävä kivilaji. Kiven ulkonäkö, johon vaikuttavat väri, raekoko ja rakenne, vaihtelee suuresti. Punainen on 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, neliskulmainen, välkehtivin pinnoin lohkeileva mineraali. Se on mustan kiilteen jälkeen yleisin tumma mineraali Suomen kallioperässä. Sarvivälke kuuluu nauhasilikaattien eli amfibolien suureen ryhmään. Se on päämineraalina 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

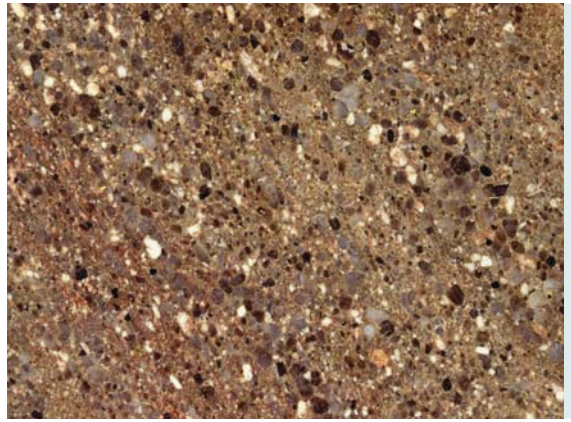
Varsinais-Suomen alueella on kaksi suurta rapakivialuetta, Vehmaan ja Laitilan rapakivigraniitit, joiden läpimitta on 40-50 km ja useita pieniä 1-5 km:n läpimittaisia pahkuja. Yleisin tyyppi on värittään ruskehtava ja rakenteeltaan porfyyrinen rapakivi. Vain Vehmaalta ja Taivassalosta löytyy punaista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



Jari Väätäinen, GTK

### Satakunta: Hiekkakivi

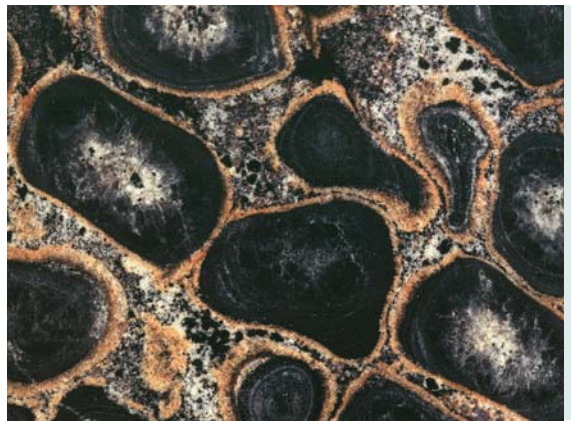
Suurten rapakivimassiivien muodostumisen jälkeen, noin 1 400 milj. vuotta sitten, kallioperä vajosi hitaasti nykyisen Satakunnan alueella. Noin 200 milj. vuoden aikana syntyi yli 100 km pitkä, 20-30 km leveä ja osin 1 km syvä vajoama. Joet kuljettivat ympäröivän vuoriston rapautumistuotteet vajoama-laakson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



Jari Väättäin, GTK

### Pirkanmaa: Pallokivi

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



Jari Väättäin, GTK

### Kanta-Häme: Kirjomaasälpä

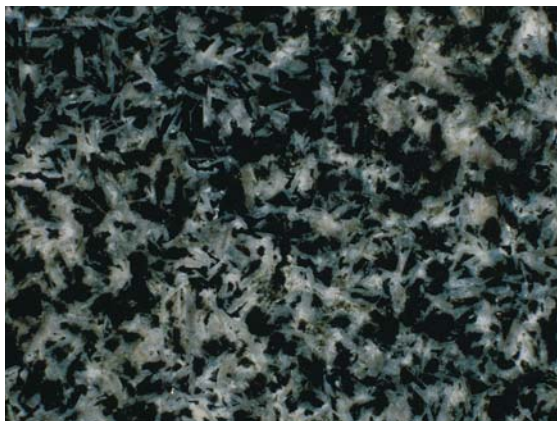
Graniittisten syväkivien kiteytymisen loppuvaiheessa kiteytyy karkearakeisia juonikiviä, pegmatiitteja. Niiden päämineraalit ovat maasälpä, kvartsi ja kiille. Lisäksi voi olla harvinaisten alkuaineiden muodostamia mineraaleja. Kvartsi ja maasälpä esiintyvät pegmatiiteissa paitsi omina rakeinaan myös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



Jari Väättäin, GTK

### Päijät-Häme: Diabaasi

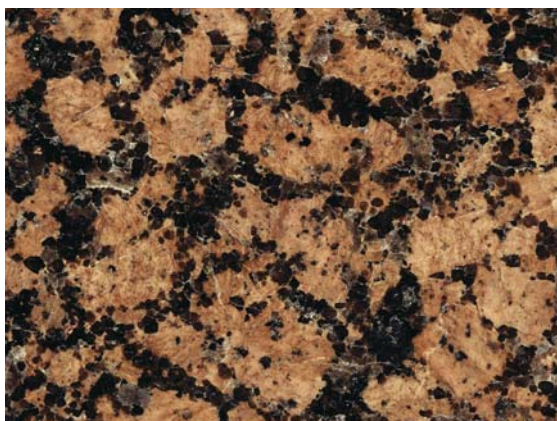
Päijät-Hämeen alueella on noin 50 diabaasijuonta. Ne kuuluvat Kurusta Suomenniemelle ulottuvaan diabaasijuoniparveen. Maankuoren murtuminen ja tulivuoren purkaukset edelsivät rapakivimassiivien tunkeutumista maankuoreen. Diabaasijuonista monet ovat useiden kilometrien mittaisia ja kymmenien metrien, 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

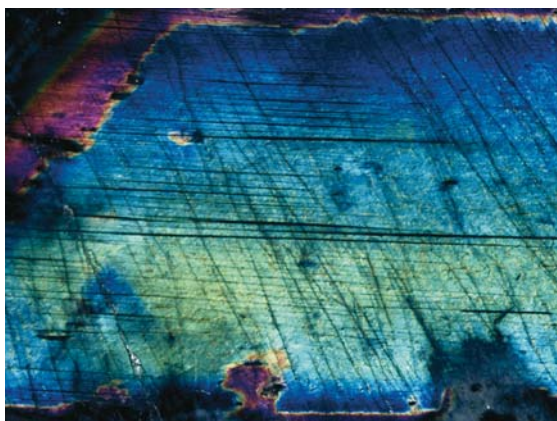
Puolet Viipurin rapakivigraniitista sijaitsee Kymenlaakson alueella. Yleisin rapakivityyppi on viborgiitti, jossa punaisia tai ruskeita palloja ympäröi vihertävä maasälpävaippa. Kymenlaakson maakuntakivi on harvinaisempaa punaista, karkearakeista tyyppiä, jossa on punaisia maasälpäpalloja, muttei vihertävää 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 korukiviniemi. 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 täyteaineksi. Ankeleen marmorista on tehty myös rakennuskiveä, lattia- ja seinälaattoja. Ankeleen marmorin väri vaihtelun aiheuttaa vihertävä serpentiinimineraali.



Jan Väättäinen, 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 suosituksen tulisijojen, patsaiden ja julkisivujen materiaalin.



Jan Väättäinen, 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 fosforihapotehtaiden raaka-ainetta. Sivutuotteita ovat kiille ja maatalouskalkki.



Jan Väättäinen, GTK

### Keski-Suomi: Dioriitti

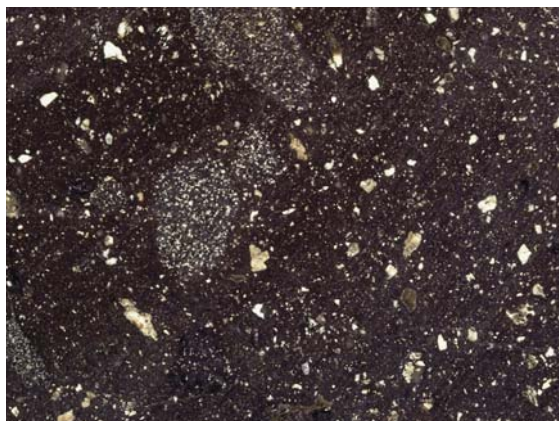
Dioriitti on rakenteeltaan graniitin kaltainen syväkivi, jossa on noin 2/3 maasälpää ja 1/3 tummia mineraaleja. Maasälpä on natriumvaltaista plagioklaasia. Sarvivälke on runsain tummista mineraaleista. Lisäksi kivessä on pyrokseenia ja biotiittia. Joskus voi olla vähän kvartsiakin. Dioriitit ovat kiillotetuna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



Jari Väättäinen, GTK

### Etelä-Pohjanmaa: Kärnäiitti

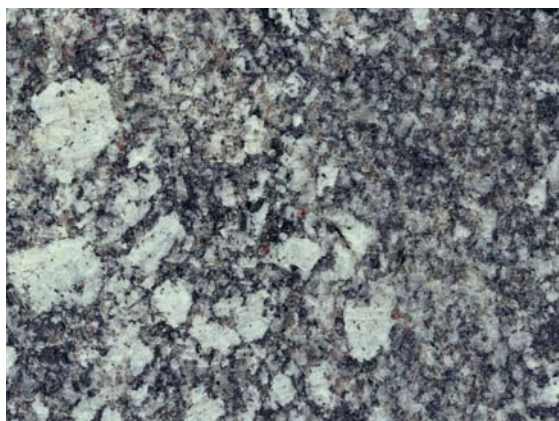
Noin 73 milj. vuotta sitten syöksyi noin ½ km:n läpimittainen meteoriitti maahan nykyisen Lappajärven kohdalle. Isku aiheutti silmänräpäyksessä sekä meteoriitin että kallioperän murskaantumisen, sulamisen ja kaasuuntumisen. Paikalle syntyi 17 km:n läpimittainen kraatteri. Sen keskellä kohoaa osittain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



Jari Väättäinen, GTK

### Pohjanmaa: Vaasan graniitti

Raippaluodosta Vöyriin ja Maalahdelta Pietarsaaren 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 kivi-jalkoja ja portaita. Mustasaaren kunnassa sijaitsevassa Suomen vanhimmassa kivillassa on käytetty Vaasan graniittia.



Jari Väättäinen, GTK



### Keski-Pohjanmaa: Gneissi

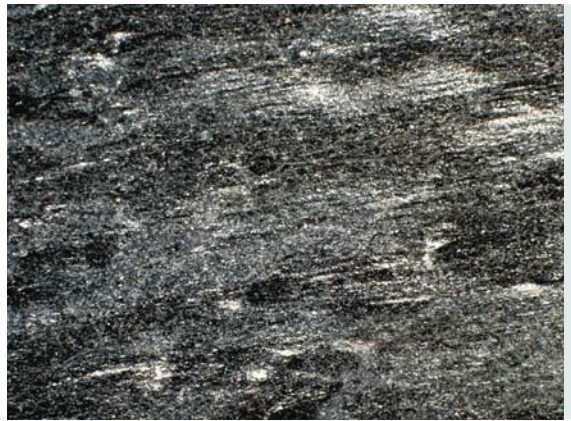
Gneissi on liuskeinen, karkearakeinen kivilaji, jossa liuskemaiset raidat vuorottelevat rakeisten raitojen kanssa. Lisäksi kivessä on siellä täällä graniittisia suonia. Gneissit ovat syntyneet aikaisemman vuorijonon rapautumistuotteista maasälpä-, karbonaattikivi- tai rautarikkaista hiekoista ja savista, tai tulivuorten purkaustuotteista, laavoista ja tuhista. 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

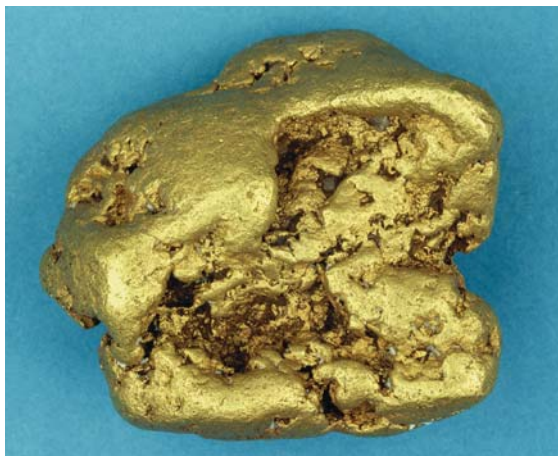
Vihreäkivi kuuluu maailman vanhimpiin kivilajeihin: niiden ikä on 2 600-3 100 milj. vuotta. Vihreäkivi on ryhmänimi erilaisille sulasta kiteytyneille, mutta myöhemmin hienorakeisiksi ja vihreäksi muuttuneille kiville. Suomessa on vihreäkiviä Keski-Lapissa ja Kuhmossa. Kuhmon vihreäkivet muodostavat 200 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 kullanhuuhtonon historia alkoi 1870-luvulla Ivalojoelta. Lapiohuuhtonon painopiste siirtyi itään päin Laanilaan ja Tankavaaraan, ja 1945 Lemmenjoelle. Koneellista huuhtontaa yritettiin jo 1920-luvulla, mutta hyvällä menestyksellä vasta 1970-luvulla. Kullan emäkalliota etsittiin jo sata vuotta sitten. Lapin ensimmäinen varsinainen kulta-kaivos, Saattopora 1989-1995, tuotti 4 620 kg kulta. Useita lupaavia kultaesiintymiä on tutkimus- ja kehitystyön kohteena. Kuvassa on Suomen toiseksi suurin hippu, Aleksi (385 g).



Jari Väättäin, 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 Väättäin, 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
- Syytteen 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 kärjäkivet, Helsinki
- Maapallon aikapolku, Utajärvi
- Tiedekeskus Heureka, Vantaa
- Kivi- ja kasvipiha, Vehmersalmi
- Sapokan vesipuisto, Kotka
- Kivipuisto, Oravainen
- Gadoliniitti, Vihti



Matkailijoita Rantasalmen geologisella polulla.

## GEOLOGISTA KIRJALLISUUTTA

**Ahvenisto, Ursula; Borén, Esa; Hjelt, Sven-Erik; Karjalainen, Tuija & Sirviö, Jarmo 2004.** Geofysiikka : tunne maapalloasi. 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 kvartaäri-geologia. 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 = Nuukio Lake Upland : geologinen ret-

keilykartta = 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.

**Kempainen, 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 beryylliä. 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 kaupakamarilehti 4/2001, 30-31.
- Kuosmanen, Jussi 2005.** Kivenhiojan käsikirja : jalokivien 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 : saaris-tosta 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. Erikoisjulkaisu, 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: Metsän-tutkimuslaitos : Geologian tutkimuskeskus. 160 s.
- Lukkarinen, Heikki 2002.** Siilinjärven kallioperä. Julkaisussa: Kipsivuoren juurella : Siilinjärven luonnon vaihteita. 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.** Kullankaivaajan 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 jääkausi teoria 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.** Mineraalianasto. 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 Subcommittee 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. Korukivi-uutiset (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.** Pohjalaasten kultakirja: Pohjanmaan kultaesintymät 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](http://www.gtk.fi)

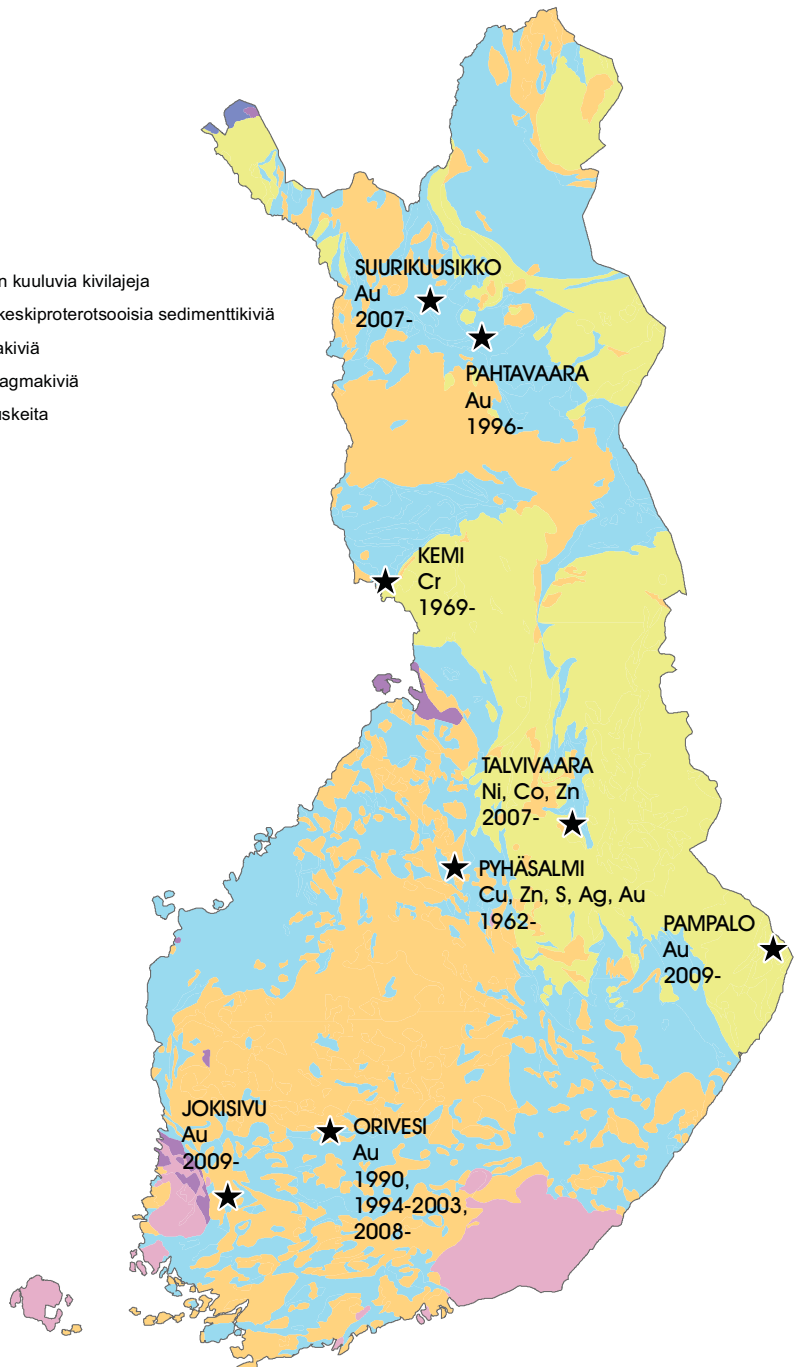


## MALMIKAIVOKSET 2010

70°N

### Suomen kallioperä

-  Kaledoniidien vuorijonoon kuuluvia kivilajeja
-  Pääasiassa myöhäis- ja keskiproterotsooisia sedimenttikiviä
-  Keskiproterotsooisia rapakiviä
-  Varhaisproterotsooisia magmakiviä
-  Varhaisproterotsooisia liuskeita
-  Arkeisia muodostumia



60°N

0 50 100 km



Geologian tutkimuskeskus

www.gtk.fi

20°E

30°E

## TEOLLISUUSMINERAALIT JA -KIVET

70°N

Kaivokset ja louhokset  
2008

## Suomen kallioperä

- Kaledoniidien vuorijonoon kuuluvia kivilajeja
- Pääasiassa myöhäis- ja keskiproterotsooisia sedimenttikiviä
- Keskiproterotsooisia rapakiviä
- Varhaisproterotsooisia magmakiviä
- Varhaisproterotsooisia liuskeita
- Arkeisia muodostumia

## Hyötymineraalit ja -kivet

- Kalsiitti, kalsiittimarmori
- Kalsiitti, wollastoniitti, kalsiittimarmori
- Kalsiitti, kalsiitti- ja dolomiittimarmori
- Dolomiittimarmori
- Kvartsi
- Maasälvät ja kvartsi
- Rikkikiisu
- Apatiitti, kalsiitti, dolomiitti, kille
- Talkki ja nikkeli
- Teollisuuskivet
- Jalo- ja korukivi
- Vuolukivi



# LUONNONKIVILOUHIMOT 2010

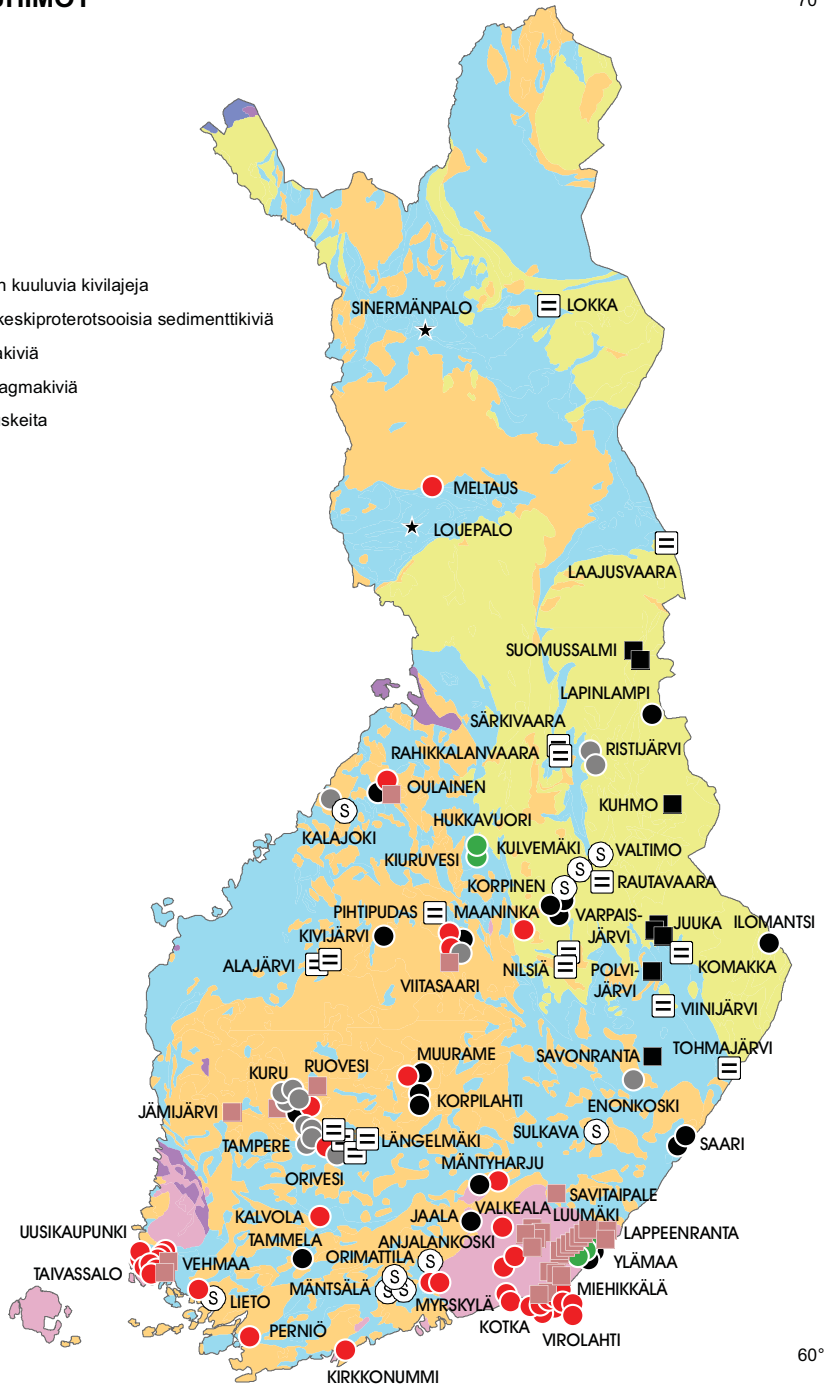
70°N

## Suomen kallioperä

- Kaledoniidien vuorijonoon kuuluvia kivilajeja
- Pääasiassa myöhäis- ja keskiproterotsoisia sedimenttikiviä
- Keskiproterotsoisia rapakiviä
- Varhaisproterotsoisia magmakiviä
- Varhaisproterotsoisia liuskeita
- Arkeisia muodostumia

## Kivityypit

- Punaista kiveä
- Ruskeaa kiveä
- Harmaata kiveä
- Vihreää kiveä
- Mustaa kiveä
- S Moniväristä kiveä
- Liuskeita
- Marmoria
- Vuolukivi



60°N

0 50 100 km

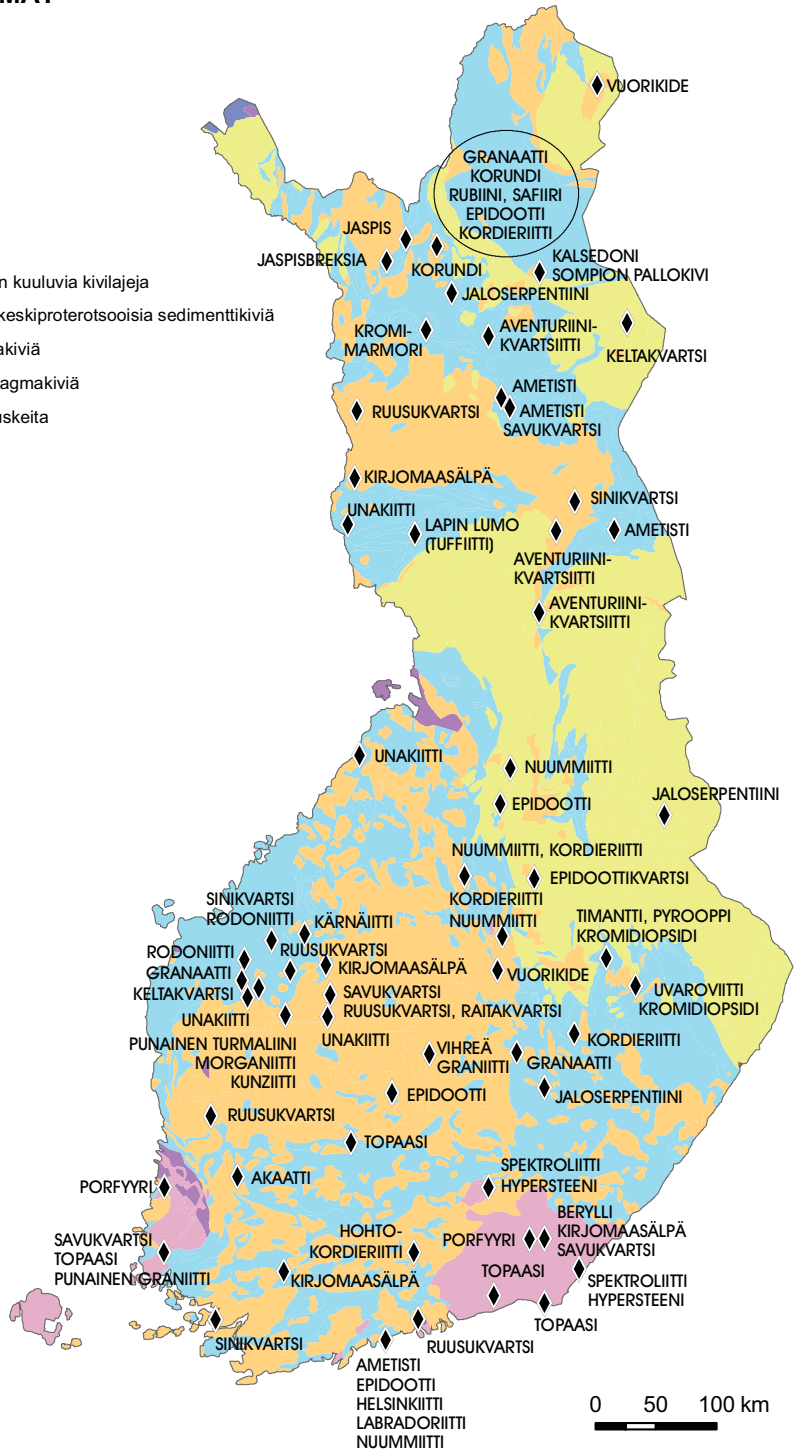


# KORUKIVIESIINTYMÄT 2010

70°N

## Suomen kallioperä

- Kaledoniidien vuorijonoon kuuluvia kivilajeja
- Pääasiassa myöhäis- ja keskiproterotsoisia sedimenttikiviä
- Keskiproterotsoisia rapakiviä
- Varhaisproterotsoisia magmakiviä
- Varhaisproterotsoisia liuskeita
- Arkeisia muodostumia



60°N



# 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  
arsenikiisu 18  
asbesti 31, 32  
aventuriini 25  
aventuriinikvartssiitti 40  
aventuriinimaasälpä 26  
  
basalitti 45, 46, 47  
berylli 30, 37  
biotiiitti 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  
grafiiitti 28, 46  
granaatti 7, 30, 38, 46  
graniitti 45, 46, 49, 64  
graniittigneissi 49  
graniittipegmatiitti 29, 30  
granodioriitti 45, 46, 49  
granuliitti 50  
granuliittialue 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 kiviäytteen 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  
plagioklaasiporfyyriitti 53  
platina 14  
pleokroismi 6  
plutoni 44  
porfyrynen 44  
porfyrynen 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  
serpentiiniitti 46, 54  
silikaattimineraali 7  
silkkikiilto 7  
silkkiäiskiilto 27  
sillimaniitti 7, 27  
silmägneissi 54  
sinikvartsi 25, 38  
sinkkiteksti 8, 13, 21  
sinkkivälke 16  
sitriini 25  
skintillometri 21



smaragdi 8, 30  
spektroliitti 26, 39, 47, 68  
spektroliittikivi 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  
uraliittiporfyyriitti 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





## 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



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

[www.gtk.fi](http://www.gtk.fi)  
[info@gtk.fi](mailto:info@gtk.fi)