



GEOLOGIA

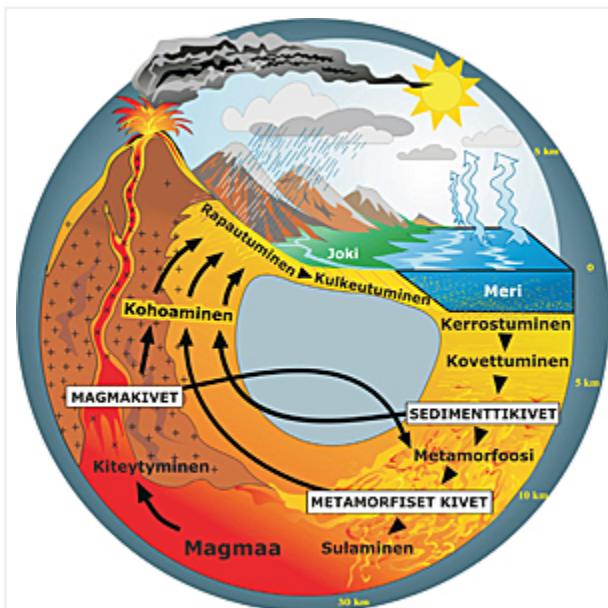
- » Suomen kallioperä
- » Suomen mineraalivarannot
- » **Kivilajit ja malmien synty**
 - » Alkuaineet
 - » **Kivilajien jaottelu ja syntyvät**
 - » Malmit
 - » Suomen malmityypit
- » Suomen maaperä
 - » Maaperän erityispiirteet

KIVILAJIEN JAOTTELU JA SYNTYTAVAT

Magmakivet
Sedimenttikivet
Metamorfiset kivet

Kivilajit voidaan jaotella kolmeen pääryhmään: magmakiviin, sedimenttikiviin ja metamorfisiin kiviin (kuva 1). Magmakivet muodostuvat sulasta kiviaineeksesta eli magmasta. Magma muodostuu syväällä maankuoren alaosissa tai kuoren alapuolisessa vaipassa. Sula kiviaines tunkeutuu kuoreessa ylöspäin. Magman nousu voi kuitenkin loppua tietystä syvyydessä, johon kertyvä sula muodostaa magmasäiliön. Magma luovuttaa lämpöenergiaa ympäristöönsä ja jäähtyy. Kun sen lämpötila laskee tarpeeksi matalaksi, magma alkaa kiteytyä mineraaleiksi, jolloin syntyy syväkiviä. Joissain tapauksissa magma voi purkautua maanpinnalle (tai merenpohjaan), jossa se kiteytyessään muodostaa tulivuoren. Näin syntyneitä kivilajeja kutsutaan vulkaanisiksi kiviksi.

Rapautuminen irrottaa kallioperästä mineraalirakeita. Ne kulkeutuvat tuulen, veden tai jään mukana ja voivat jauhautua edelleen pienemmiksi rakenkeiksi, kunnes ne



Kuva 1. Kivilajien eri päätyyppien muodostuminen aineen suuren kiertokulussa.
 Kuva: Tapani Tervo, GTK.

olosuhteiden muuttuessa kerrostuvat sedimentteiksi. Vuosimiljoonien aikana nämä sedimentit kivettyvät muodostaen sedimenttikiviä.

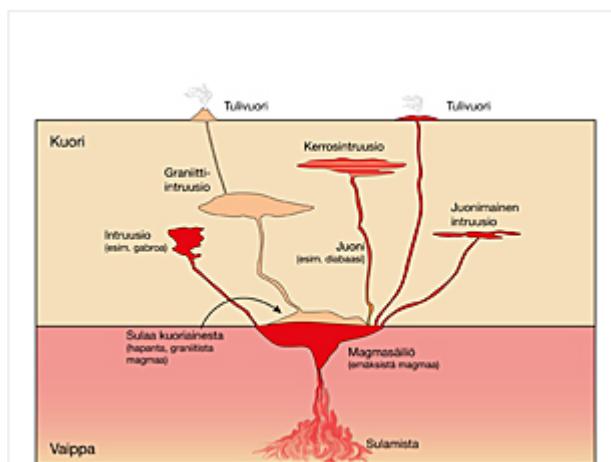
Metamorfiset kivet syntyvät, kun magma- tai sedimenttikivet (tai metamorfiset kivet) joutuvat uusiin olosuhteisiin, joissa vallitsee aiempaa korkeampi lämpötila ja/tai paine. Metamorfisia kiviä syntyy tyypillisesti vuorenpoimutuksen yhteydessä mantereiden törmäysvyöhykkeessä. Himalajan vuoristo on poimuvuoristo, joka syntyi Intian törmätessä Euraasiän mannerlaattaan - Alpit syntivät Afrikan laatan törmätessä Euraasiän laatan länsiosaan. Metamorfoosissa alkuperäisen kiven mineraalikoostumus yleensä muuttuu ja mineraalirakeet voivat kasvaa kooltaan. Joissain tapauksissa kivi voi alkaa jopa sulaa. Näin esimerkiksi savikivi muuttuu kiilleliuskeeksi tai -gneissiksi ja kvartsiareniitti (hyvin kvartsipitoinen hiekkakivi) muuttuu kvartsitiksi. Vastaavasti tumma, basalttinen vulkaniitti muuttuu vihreäkiveksi.

MAGMAKIVET

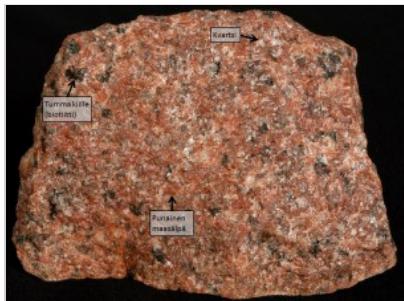
Magmakivet syntyvät sulasta kiviaineksesta eli magmasta. Magmat ovat lähtöisin syvästä maapallon vaipasta tai kuoresta (kuva 2). Ympäröivää ainesta kuumempina ja kevyempinä ne tunkeutuvat ylöspäin, muodostaen joko erilaisia sulasäiliöitä kilometrien syvyyteen maanpinnasta tai ne voivat purkautua maanpinnalle synnyttää tulivuoria.

Sulasäiliöiden jäähytyessä magmasta kiteytyy erilaisia syväkiviä, esimerkiksi graniitteja tai tummia gabraa. Näiden syväkivimuodostumien koko vaihtelee kilometristä useisiin kymmeniin kilometreihin. Magman kiteytyessä kuoren rakoihin ja heikkousvyöhykkeisiin muodostuu laattamaisia kapeita intruusioita, jotka koostuvat juonikivistä. Maanpinnalle asti tunkeutunut magma purkaantuu tulivuorista synnyttää laavakiviä, sekä purkauksen sinkoamasta aineesta kerrostuvia tuhakkiviä (eli tuffeja ja tuffiitteja) ja suurista kappaleista muodostuvia agglomeraatteja. Syväkivet erottaa pintakivistä mm. mineraalien raekoon perusteella: syväkivissä yksittäisten mineraalirakeiden koko on tavallisesti 1-3 mm eli suhteellisen helposti paljaalla silmälläkin erotettavissa. Syväkivet ovat usein myös tasalaatuisia, homogeenisia, eikä niissä erottu välttämättä selviä rakenteita. Vulkaaniset kivet ovat usein niin hienorakeisia, että yksittäisiä mineraalirakeita ei pysty paljaalla silmällä erottamaan. Toisaalta niissä voi erottua selviä rakenteita, kuten kerroksia, tyynyraakenteita (kuvaviite), kaasurakkuloita, jne.

Graniittisten syväkivien rakenteita:



Kuva 2. Magmakivien synty. Kuva: Harri Kutvonen, GTK.



Punainen graniitti. Graniitti koostuu punaisesta maasälvästä, läpikuultavasta vaaleasta kvartsista ja tummasta kielteestä. Kuva: Jari Väätäinen, GTK.



Karkearakeinen porfyyrisen graniitti, jossa cm-kokoiset maasälppärakeet asettuneet samansuuntaisiksi (nk. juoksurakenne). Kuva: Jari Väätäinen, GTK.



Karkearakeinen rapakivigraniitti, joka on myös suosittu rakennuskivi. Kuva: Jari Väätäinen, GTK.

Tummiiden vulkaanisten kiven rakenteita:



Veteen purkautuneen tumman, emäksisen laavan muodostamaa tyynylaavarakennetta. Kuva: Vesa Perttunen, GTK.



Kerrallista emäksistä tuffiittia eli veteen kerrostunutta vulkaanista tuhkaa. Kuva: Vesa Perttunen, GTK.



Tummaa, emäksistä laavaa, jossa nk. mantelirakenteita eli mineraaliaineksen täyttämä kaasurakkuloita. Kuva: Tuomo Törmänen, GTK.

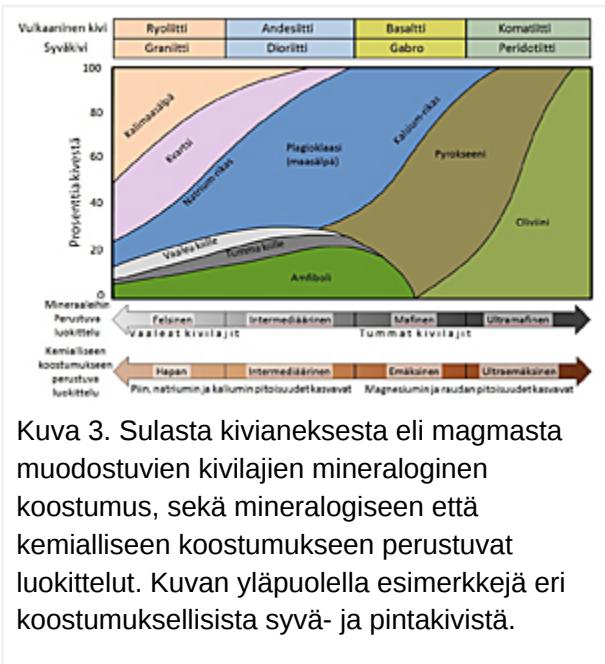
Magman kemiallinen koostumus ja siitä kiteytyvän kiven koostumus riippuvat sulamistapahtumasta: Jos sulaminen tapahtuu vaipassa, syntyy sula sisältää runsaammin magnesiumia ja rautaa ja vähemmän kevyitä alkuaineita, kuten piitä, alumiinia, kaliumia ja natriumia. Tällaisista sulista käytetään termiä emäksinen tai ultraemäksinen (sisältää vähän piitä) ja niistä syntyiä kivilajeja kutsutaan myös emäksisiksi-ultraemäksisiksi tai mafisiksi-ultramafisiksi kiviksi (sisältävät paljon tummia mineraaleja, esim. gabrot ja peridotitit) (kuva 3). Jos sulaminen tapahtuu kuoren alaosissa, syntyy sula sisältää runsaammin kevyitä alkuaineita, kuten piitä, alumiinia, kalsiumia ja natriumia, joita esiintyy runsaammin maapallon kuoreessa. Tällöin puhutaan happamasta, paljon piitä sisältävästä sulasta ja vastaavasti happamista tai felsisistä (sisältävät runsaasti vaaleita mineraaleja) kivistä (esim. graniittiset kivet).

Tummissa syväkivissä voi esiintyä monia erilaisia malmeja, mm. nikkelia, kuparia ja platinamalleja sisältäviä sulfidimalmeja, kromimalmeja, sekä rauta-titaani-vanadiinimalmeja. Vaaleisiin, graniittisiin syväkiviin voi liittyä mm. niin kutsuttuja porfyyriä, kupari-molybdeeni-kultamalmeja (joskin tämän tyypin esiintymät ovat Suomessa verraten harvinaisia), rauta-kupari-kultamalmeja (nk. IOCG-tyyppi) sekä intruuosien kontakteissa esiintyviä karsimalmeja, jotka voivat olla esim. kulta-kuparimalmeja, rautamalmeja tai sinkki-lyijymalmeja. Lisäksi voi esiintyä myös wolframi- ja tinaesiintymiä. Syväkivet soveltuват usein myös rakennuskiviksi ja teiden ja rautateiden pohjamateriaaliksi ja erilaisiksi murskeiksi.

SEDIMENTTIKIVET

Sedimenttikivet koostuvat eroosion ja rapautumisen irrottamasta irtaimesta maa-aineksesta, joko mineraalisesta tai eloperäisestä maa-aineksesta, joka on myöhemmin kivetetty. Irtain aines kulkeutuu painovoiman, tuulen, jään tai veden kuljettamana ja kasaantuu lopulta esimerkiksi jokiin ja niiden suistoihin, järvien ja niiden rannoille sekä mantereiden reunoille (merenrannoille). Siellä missä veden virtaus on voimakkaampaa, kerrostuu karkearakeisia muodostumia, kuten soria, kun taas hienompi aines kulkeutuu kauemmas ja muodostaa esimerkiksi hiekka- tai savikerroksia. Kerrosten kasaantuessa toistensa päälle alkavat alimmat kerrokset tiivistyä ja lopulta kivettyvät. Suomessa tavataan runsaasti erilaisia vanhoja, *metamorfoituneita* sedimenttikiviä, mutta varsinaiset muuttumattomat, ei-metamorfoituneet sedimenttikivet ovat varsin harvinaisia. Tunnetuimpia ja laaja-alaisimpia sedimenttikivimuodostumia ovat Satakunnan hiekkakivi Porin alueella sekä Muhoksen savikivi Oulun seudulla. Satakunnan hiekkakiven tarkkaa ikää ei tiedetä, mutta se asettuu välille 1600–1260 miljoonaa vuotta. Tätä nuorempia sedimenttikiviä tavataan esimerkiksi Hailuodossa, Pohjanlahdella ja eräissä meteoriittikraattereissa.

Mineraalimaalaji	Raekoko	Sedimenttikivi
Savi	alle 0,002 mm	Savikivi
Hiekka	0,2–2 mm	Hiekkakivi
Sora	yli 2 mm	Konglomeraatti
Eloperäinen maalaji		
Kalkkilieju		Kalkkikivi
Turve ja muut kasvijätteet		Kivihiili



Kuva 3. Sulasta kivianeksesta eli magmasta muodostuvien kivilajien mineraloginen koostumus, sekä mineralogiseen että kemialliseen koostumukseen perustuvat luokittelut. Kuvan yläpuolella esimerkkejä eri koostumuksellisista syvä- ja pintakivistä.

Tyypillisiä sedimenttikivien rakenteita ovat kerroksellisuus ja kerrallisuus. Kerroksellisessa sedimenttikivessä esiintyy nimensä mukaisesti erilaisia kerroksia jotka koostuvat esimerkiksi eri raakoon materiaalista: kivessä voi esiintyä esimerkiksi vaaleita, alunperin hiekasta koostuvia kerroksia ja tummempia, savisemmassa (hienorakeisemmasta) aineksesta syntyneitä kerroksia. Kerrallisessa rakenteessa yhden kerroksen raeokoko pienenee alhaalta ylöspäin. Lisäksi voi esiintyä nk. ristikerroksellisuutta, joka kertoo sedimentin kasaantunen virtaavaan veteen. Matalaan veteen kerrostuneissa sedimenteissä voi näkyä myös aallonmerkkejä tai kuivumisrakoja. Orgaanisesta aineksesta syntyneissä kalkkikivissä voi näkyä myös eliöjäänteitä. Tällaisia edustavat esimerkiksi syanobakteeriyhdykskuntien muodostavat stromatoliittirakenteet, joita on nähtävissä Suomessakin, jopa 2 miljardia vuotta vanhoissa dolomiittisissa kalkkikivissä. Myös muita sedimenttikivien tyypillisiä rakenteita on nähtävissä monissa muissa kallioperämme vanhoissa, metamorfoituneissa sedimenttikivissä, erityisesti kvartsiiteissa.

Sedimenttikivien rakenteita:



Hiekkakivi, joka koostuu muutaman millimetrin kokoisista kvartsi- ja maasälpäjyvästä. Kuva: Jari Väätäinen, GTK.

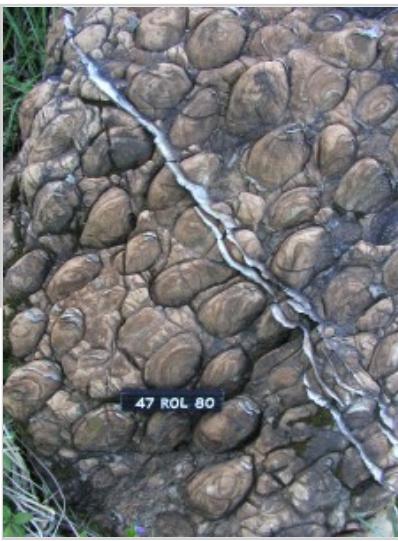


Konglomeraattia, eli kivetynytä soraa Kemijoen Taivalkosken rannassa, Keminmaa. Kuva: Ilkka Laitakari, GTK.

Virtaavan veden aikaansaamaa ristikerroksellisuutta kavrtsiitissa. Kuva: Viljam Hyppönen, GTK.



Kuvumisrakoja kvartsiitissa, joka oli alunperin matalaan veteen kerrostunutta hiekkaa. Kuva: Tuomo Törmänen, GTK.



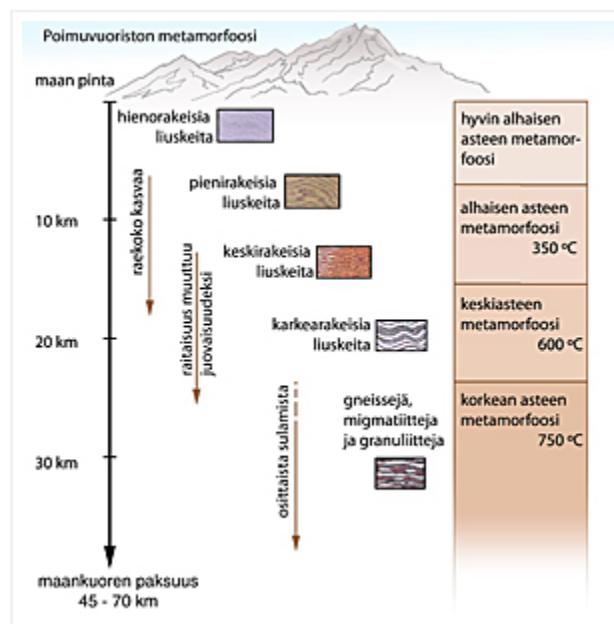
Stromatoliittejä dolomiitissa (kalkkikivi). Stromatoliitit ovat syanobakteeriyhdykskuntien synnyttämiä rakenteita. Kuva: Vesa Perttunen, GTK.

METAMORFISET KIVET

Metamorfoosissa aikaisemmin syntyneet magmakivet, sedimenttikivet tai jo aikaisemmin

metamorfoituneet kivet joutuvat erilaisiin paine- ja lämpötilaolosuhteisiin, kuin missä ne ovat alunperin muodostuneet. Tällöin kiven mineraloginen koostumus muuttuu, kun aiemmin syntyneet mineraalit eivät ole enää pysyiä uusissa olosuhteissa. Metamorfisia prosesseja tyyppejä on useita, joista merkittävin on alueellinen metamorfoosi jota tapahtuu mannerlaattojen törmäysvyöhykkeissä, tai saarikaaren ja mantereen törmäykissä. Näissä törmäykissä kallioperä poimutuu, eli syntyy poimuvuoristo (esim. Alpit, Himalaja, Andit, Köli-vuoristo, jne.). Metamorfoosissa lämpötila ja/tai paine alkavat kasvaa – lämpötila voi nousta jopa niin suureksi että kivi alkaa osittain sulaa. Metamorfisille kiville on typillistä mineraalien suuntaus, minkä johdosta metamorfiset kivet ovat usein liuskeisia. Liuskeita syntyy erityisesti sedimenttikivistä ja vulkaanisista kivistä, syväkivet taas kestävä metalli- ja mineraalipitoisuudella. Riittävän korkeassa paineessa ja lämpötilassa graniittitkin alkavat käyttäytyä plastisesti ja syntyy gneissejä (esim. graniittigneissiä).

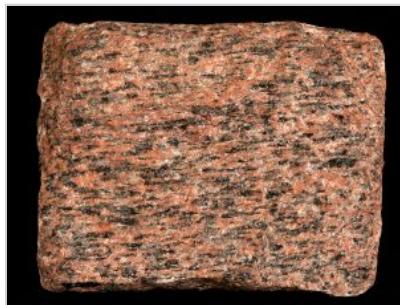
Metamorfoosiasteen kasvaessa (siis läpötilan ja paineen kasvaessa) kiven raekoko kasvaa: Suhteellisen alhaisen asteen metamorfoosissa hienorakeisesta, alunperin savisesta sedimenttikivistä syntyy ensin fylliittiä joka on hienorakeinen liuske. Läpötilan ja paineen kasvaessa fylliitin mineraalien (kiilteet, kvatsi, maasälppä) raekoko kasvaa ja syntyy kiilleliusketta, jossa yksittäiset mineraalirakeet ovat jo nähtävissä. Metamorfoosiasteen edelleen kasvaessa kiilleliuskeen raekoko kasvaa ja kiveen saattaa alkaa ilmestyä muita mineraaleja kookkaampia rakenneeläimiä eli ns. porfyroblastejä, jotka ovat kooltaan yleensä useita millimetrejä tai jopa muutaman senttimetrin kokoluokkaa. Viimeisessä vaiheessa syntyy erilaisia gneissejä ja jos kivi alkaa sulaa, syntyy nk. migmatiitteja.



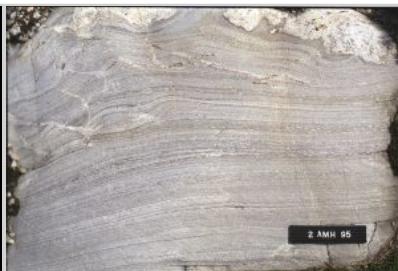
Poimuvuoriston metamorfoosi ja sen synnyttämät metamorfiset kivilajit. Kuva: Harri Kutvonen, GTK.

Alkuperäinen kivilaji	Alhainen-keskinkertainen metamorfoosiaste	Korkea metamorfoosiaste
Magmakivet		
Graniitti	Graniitti	Graniittigneissi
Peridotietti	Metaperidotietti, serpentiniitti	Serpentiniitti, vuolukivi, hornblendiitti
Mafinen vulkaniitti	Vihreäkivi	Amfiboliitti, amfiboligneissi
Sedimenttikivet		

Savikivi	Fylliitti, kiilleliuske	Kiilleliuske, kiillegneissi, granuliitti, migmatiitti
Hiekkakivi	Kvartsiitti	Kvartsiitti
Konglomeraatti	(Meta)konglomeraatti	(Meta)konglomeraatti
Mätäliejä	Mustaliuske	Mustaliuske, grafiitti ja sulfidipitoinen gneissi
Kalkkikivi	Kiteinen kalkkikivi, marmori	Marmori



Graniittgneissi. Kuva: Jari Väätäinen, GTK.



Raitainen, poimuttunut kiillegneissi. Alunperin hionorakeinen sedimenttikivi. Kuva: Arja Hämäläinen, GTK.



Raitaista ja pomuttuntta gneissiä. Kuva: Kari Kälviä, GTK.



Amfiboliittia ja granodioriittia. Kuva: Viljam Hyppönen, GTK.



Karkearakeinen metagabro ja pienirakeinen tumma juonikivi. Kuva: Tuomo Törmänen, GTK.

Suomen iäkäs kallioperä on aikojen saatossa kokenut monia laaja-alaisia, erilaisiin laattojen kappaleiden törmäyksiin liittyviä metamorfoosistapahtumia. Niinpä hyvin suuri osa Suomen kallioperästä koostuu metamorfisista kivilajeista, joskin osa isommista syyväkiviesintymistä on säilyttänyt, ainakin osittain, alkuperäisen mineraalikostumuksensa. Monet metamorfiset kivilajit, kuten kvatsiitit, erilaiset liuskeet, marmorit ja myös gneissit soveltuват hyvin rakennuskiviksi. Liuskeisutensa vuoksi liuskekivet sopivat hyvin sisustukseen ja puutarhojen kulkuväylille. Vuolukivi on jo vanhastaan tunnettu tulisijakivi, josta tänä päivänä tehdään mm. varavia uuneja ja takkoja.

Lisää tietoa mineraaleista ja kivilajeista ja niiden muodostumisesta löytyy mm:

- [Retkeilijän kiviopas](#)

- [Geologia.fi](#)
- [Geologian tutkimuskeskus / Geologia tutuksi](#)

[Takaisin ylös](#)

 [Tulosta](#)  [Sivukartta](#)  [Tietoa sivustosta](#)

