

Johdatus kivilajien systematiikkaan

Tämä PDF-tiedosto sisältää Johdatus kivilajien systematiikkaan -kurssin harjoituksissa käsiteltävän oppimateriaalin. Materiaalin ovat vuosien aikana koostaneet Oulun yliopiston geotieteiden laitoksen geologian ja mineralogian assistentit. Tiedosto on tarkoitettu lähinnä laitoksen opiskelijoiden käyttöön helpottamaan heidän opiskeluaan, mutta materiaali on avointa myös kaikille muille aiheesta mahdollisesti kiinnostuneille henkilöille ja on siten vapaasti kaikkien ladattavissa ja luettavissa. Tiedosto on Oulun yliopiston geotieteiden laitoksen omaisuutta ja tiedoston tai sen osien kaupallinen hyödyntäminen ilman kirjallista lupaa on kielletty. Tätä tiedostoa ei pidä käyttää lähdeaineistona, vaan viittaukset tulee kohdistaa alkuperäisiin lähteisiin.

© Oulun yliopisto, geotieteiden laitos, 2006

Johdatus kivilajien systematiikkaan: Kivilajiharjoitukset

KIVILAJIT

- Kivilaji = yhden tai useamman mineraalin muodostama kiinteä kappale
- Jaetaan syntytapansa perusteella kolmeen ryhmään:
 1. Magmakivet
 2. Sedimenttikivet
 3. Metamorfiset kivet

Kivilajin nimeämis- ja luokitteluperusteet

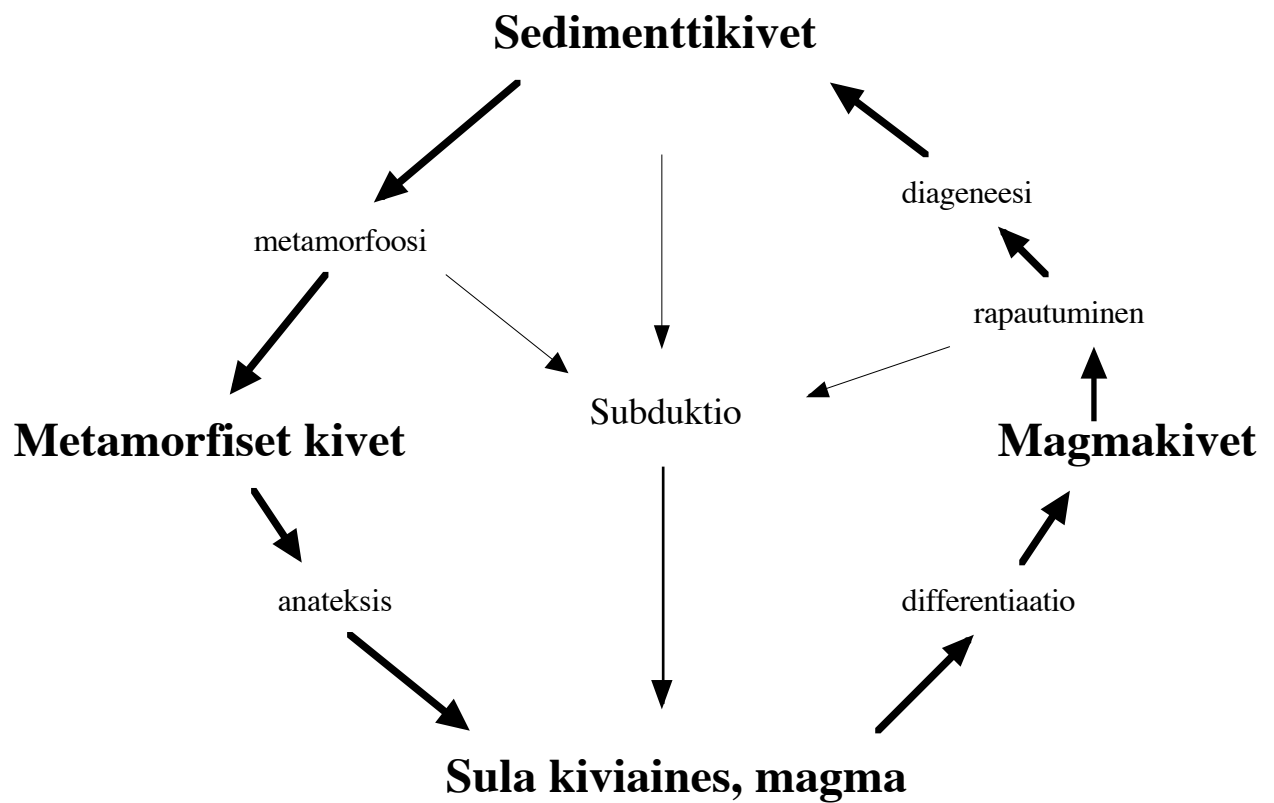
- Rakenne
 - Magmakivi
 - pintakivi
 - syväkivi
 - Sedimenttikivi
 - Metamorfinen kivi
- Päämineraalit (> 10%)
- Raekoko
 - karkearakeinen $\text{Ø} > 5 \text{ mm}$
 - keskirakeinen $\text{Ø} 1-5 \text{ mm}$
 - hienorakeinen $\text{Ø} < 1 \text{ mm}$

Suomen kallioperä

- ~3 % paljastuneena
- maakerrosten peitossa (keskim. 8 m; paikoin jopa > 100 m)
- syväkiviä > 50 %

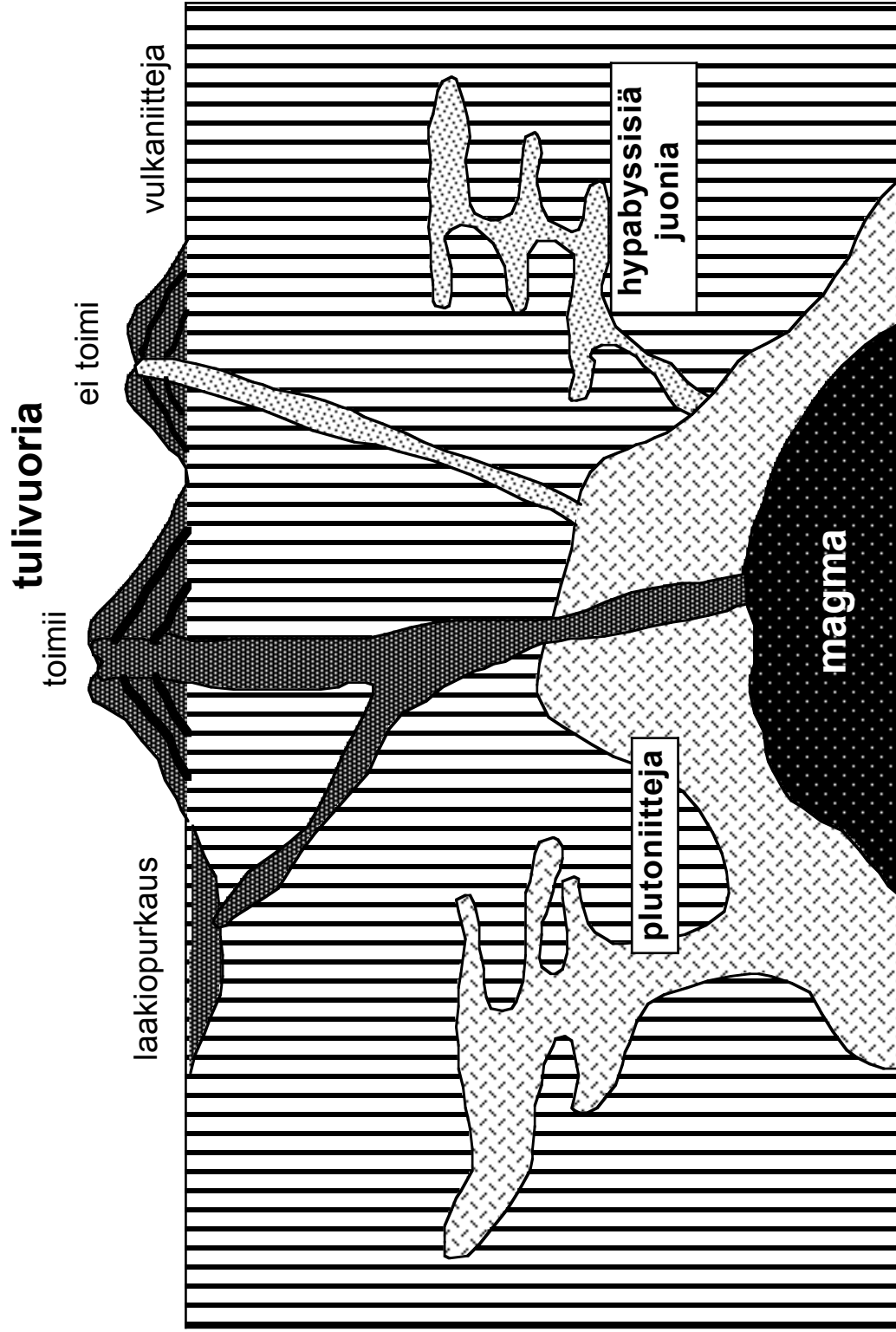
Syväkivet (vaaleat)	52,5 %
- graniitti, dioriitti	
Syväkivet (tummat)	8,2 %
- gabro, peridotiitti, diabaasi	
Migmatiitit	21,8 %
Liuskeet	9,1 %
- fylliitti, kiilleliuske ja -gneissi	
Kvartsiitti (metamorfinen) + hiekkakivi (sedimentti)	4,3 %
Granuliitit	4,0 %
Kalkkikivet	0,1 %

Geologinen kiertokulku ja kiviä synnyttävät prosessit

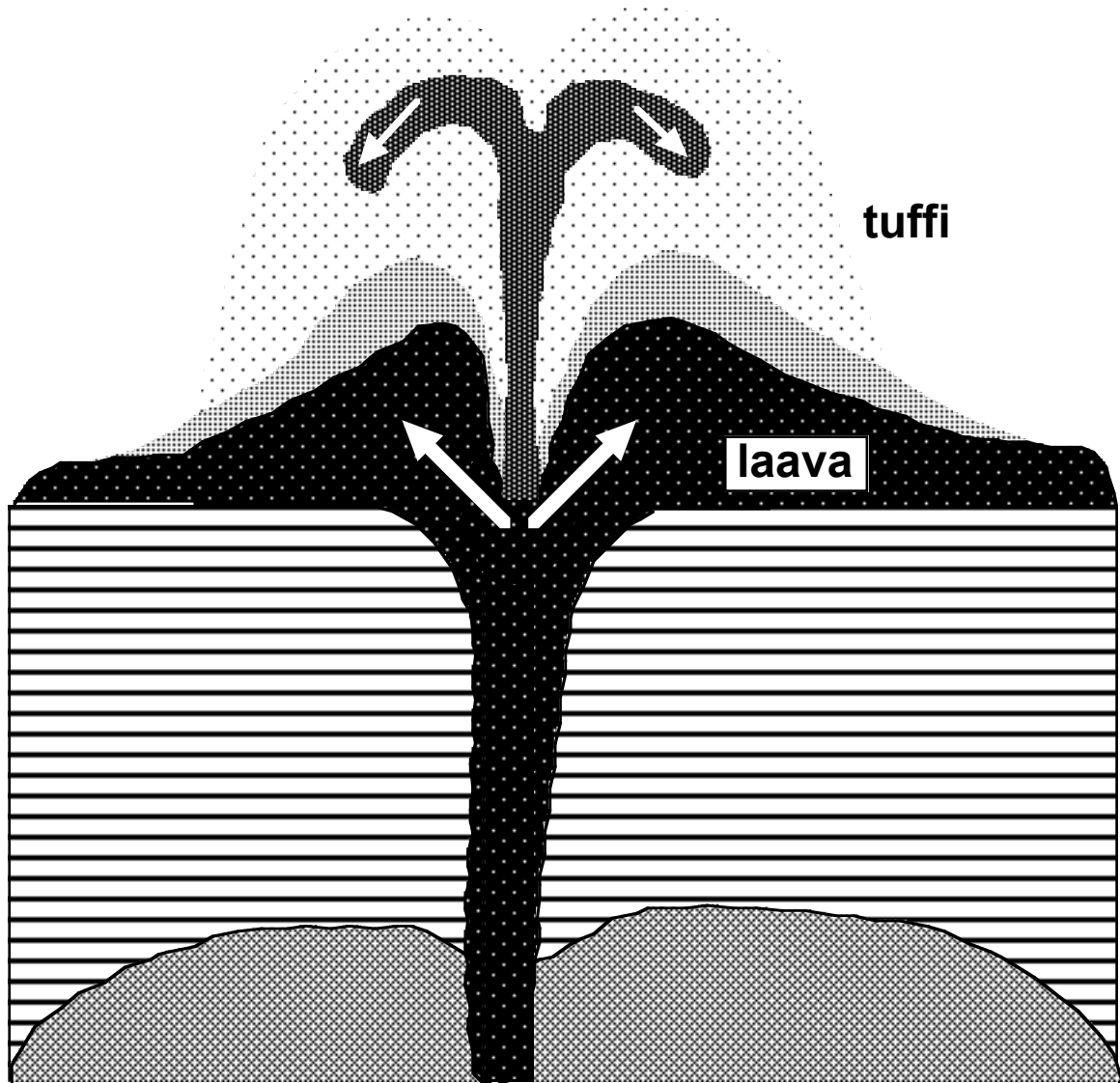


1. Magmakivet

- Syntyneet kiteytymällä sulasta tai osittain sulasta kiviaineksesta (magmaasta)
 - Jaetaan kolmeen ryhmään:
 - a) syväkivet (plutoniset kivet)
 - b) pintakivet (vulkaaniset kivet)
 - c) puolipinnalliset kivet (juonikivet)
- a) Syväkivet
- kiteytyneet hitaasti syvällä maan kuoressa
=> rakenne (tekstuuri) on tasarakeinen ja suuntautumaton (faneriittinen)
- b) Pintakivet
- kivisula eli *laava* on purkautunut maan pinnalle ja jäähtynyt nopeasti
=> rakenne on hienorakeinen tai lasimainen (obsidiaani)
 - jos kiteytyminen on alkanut syvällä, mutta sula purkautunut pinnalle => rakenne on *porfyyrinen*

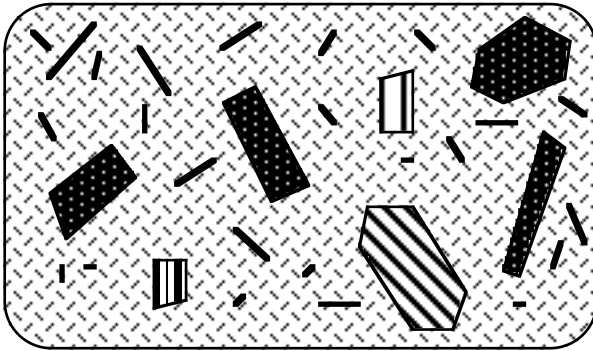


Magma kivien päätyypit ja niiden synty



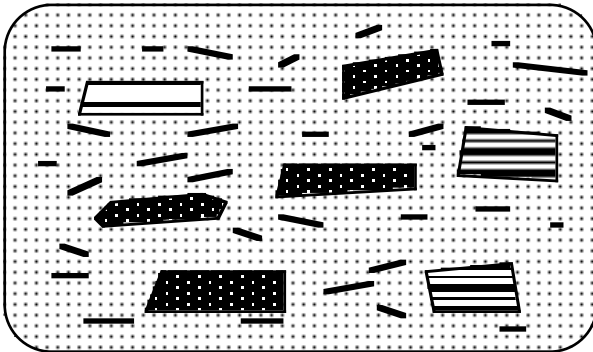
Vulkaniittien synty

Pintakivien rakenteita



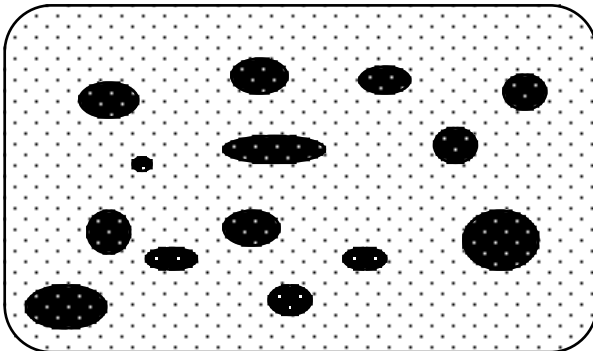
PORFYRINEN

Hajarakeet esiintyvät pienirakeisessa perusmassassa.



JUOKSURAKENNE

Syntynyt laavan virratessa

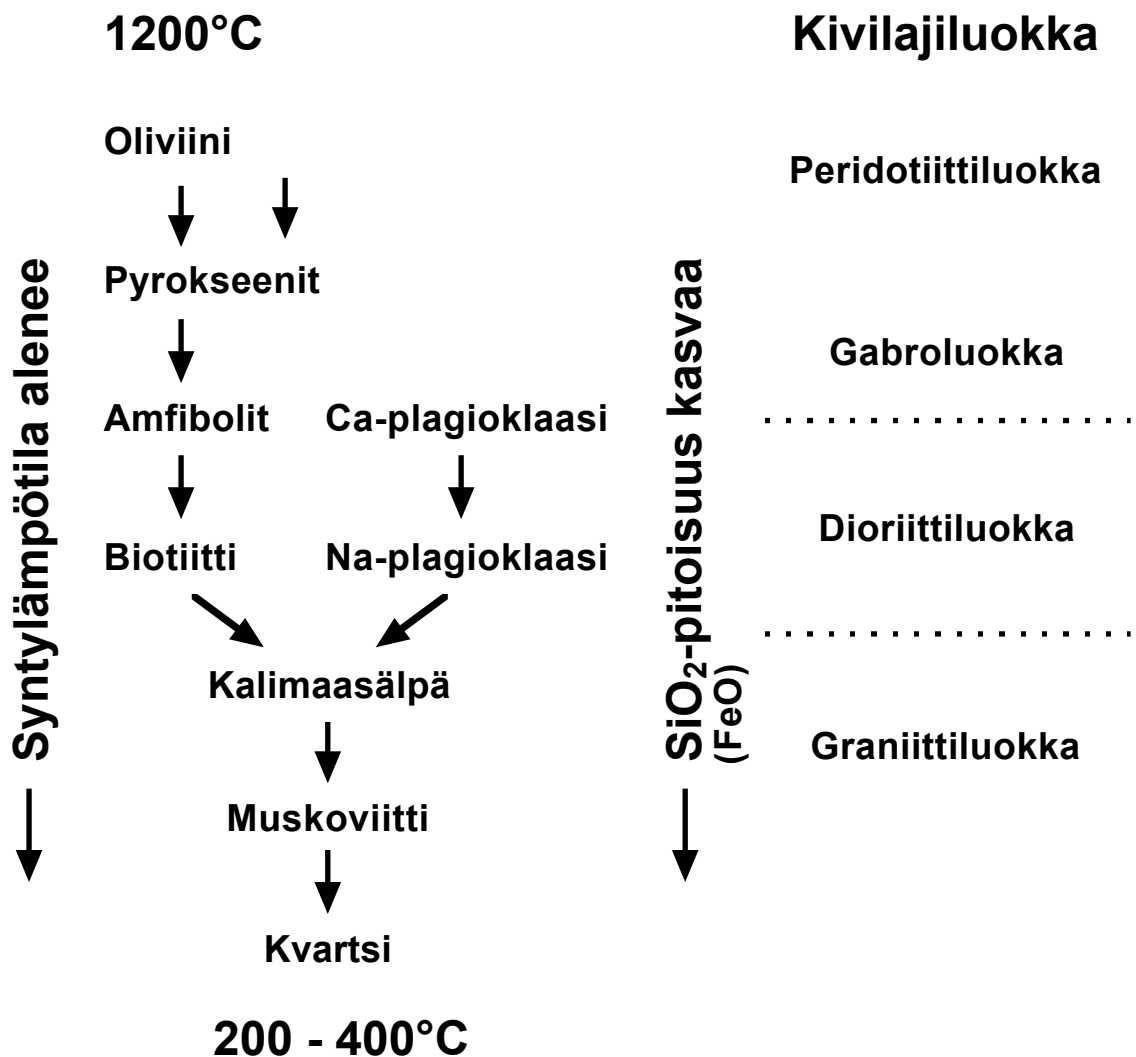


MANTELIKIVIRAKENNE

Kaasurakkulat täyttyneet mineraaliaineksella.

- HOHKAKIVI => runsaasti kaasurakkuloita sisältävistä laavoista syntynyt

Bowenin kiteytymisdifferentiaatio



=Basalttisen magman kiteytymisdifferentiaatio

(= jakokiteytyminen)

ultraemäksiset kivet

emäksiset kivet

intermediääriset kivet

happamat kivet

alkaliset kivet

(esim. peridotiitti)

(esim. gabro)

(esim. dioriitti)

(esim. graniitti)

(esim. syeniitti)

>90% tummia mineraaleja

- plagioklaasi + pyrokseenit

- plagioklaasi + amfiboli

- kvartsi + kalimaasälpä

- vaaleita mineraaleja, mutta

EI kvartssia!

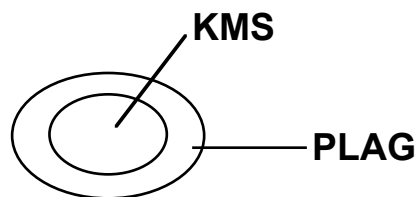
Graniittiluokka

$\text{SiO}_2 > 65\%$

(happamat magmakivet)

1. Graniitti

- päämineraaleina kvartsi, kalimaasälpä, plagioklaasi ja kiilteet
- väri riippuu maasälpien väristä; yleensä punertava tai harmaa
- raekoko vaihtelee paljon
- rakenne usein tasarakeinen, joskus porfyyrinen, esim. rapakivigraniitti, jossa suurempia pyöreähköjä kalimaasälpärakeita plagioklaasikehän ympäröiminä keskirakeisessa välimassassa.



2. Pegmatiittigraniitti

- karkearakeinen graniitti
- raekoko $\gg 0,5$ cm
- esiintyy juonina ja pahkuina
- saattaa sisältää harvinaisia mineraaleja (berylli, turmaliini)

3. Pallograniitti

- keskirakeisessa välimassassa usean senttimetrin läpimittaisia kehärakenteisia palloja
- harvinainen kivilaji
- BIOT, KV, MS:t

4. Porfyrygraniitti

- keskirakeisessa välimassassa tavallisesti 2 - 6 cm:n läpimittaisia maasälpäkiteitä

Graniittia vastaava pintakivilaji on *RYOLIITTI* eli lipariitti.

- rakenne on porfyyrinen
- hienorakeisessa perusmassassa on kalimaasälpä- ja kvartsihajarakeita
- => *kvartsiporfyryri*

Syeniittiluokka

$\text{SiO}_2 \sim 55 - 65\%$ (alkalikivet)

Syeniitti

- päämineraalit: kalimaasälpä ja Na-plagioklaasi
 - 10 - 40 %: biotiitti, sarvivälke, (klinopyrokseeni)
 - tasarakeinen
 - keski- tai karkearakeinen
 - muistuttaa graniittia, mutta EI SISÄLLÄ KVARTSIA!
- Syeniittiä vastaava pintakivi on trakyytti.

Dioriittiluokka

$\text{SiO}_2 \sim 52 - 65\%$ (intermediääriset magmakivet)

Plagioklaasin koostumus tyypillisesti $< \text{An } 50\%$

1. Dioriitti

- päämineraalit: PLAG, SARV, BIOT, (pyrokseeni)
- rakenne yleensä tasarakeinen
- väri: harmaa
- raekoko vaihtelee

2. Kvartsidioriitti

- päämineraaleina plagioklaasi, sarvivälke, biotiitti ja kvartsi $> 10\%$

3. Granodioriitti

- graniitin ja dioriitin välimuoto
- päämineraaleina plagioklaasi, kvartsi, sarvivälke, biotiitti ja kalimaasälpä $> 10\%$

Dioriittiluokan pintakiviä ovat:

- andesiitti \Leftrightarrow dioriitti
- dasiitti \Leftrightarrow kvartsidioriitti

Gabroluokka

$\text{SiO}_2 \sim 45 - 52\%$ (emäksiset magmakivet)

Plagioklaasin koostumus tyypillisesti $> \text{An } 50\%$

1. Gabro

- päämineraalit: Ca-plagioklaasi, sarvivälke, pyrokseeni, (oliviini)
- rakenne tasarakeinen
- raekoko keski- tai karkearakeinen
- väriltään tummanharmaa - musta

2. Diabaasi

- puolipinnallinen juonikivi
- eroaa gabrosta rakenteensa puolesta: plagioklaasi on ohuina liistakemaisina kiteinä => ofiittinen rakenne
- raekoko hieno- tai keskirakeinen

Gabroluokan pintakivi on **basaltti**

- hienorakeinen
- väriltään musta
- voi olla porfyyrinen; hajarakeina (eli *fenokrysteinä*) pyrokseenia, oliviinia tai plagioklaasia

Peridotiittiluokka

$\text{SiO}_2 < 45\%$ (ultraemäksiset magmakivet)

1. Peridotiitti

- päämineraaleina oliviini, pyrokseeni (ja sarvivälke)
- väri lähes musta tai mustanvihreä
- tasarakeinen
- keski- tai karkearakeinen

2. Hornblendiitti

- koostuu yksinomaan sarvivälkkeestä
- väriltään (tummanvihreä -) musta

3. Pyrokseniitti

- koostuu vain pyrokseenista

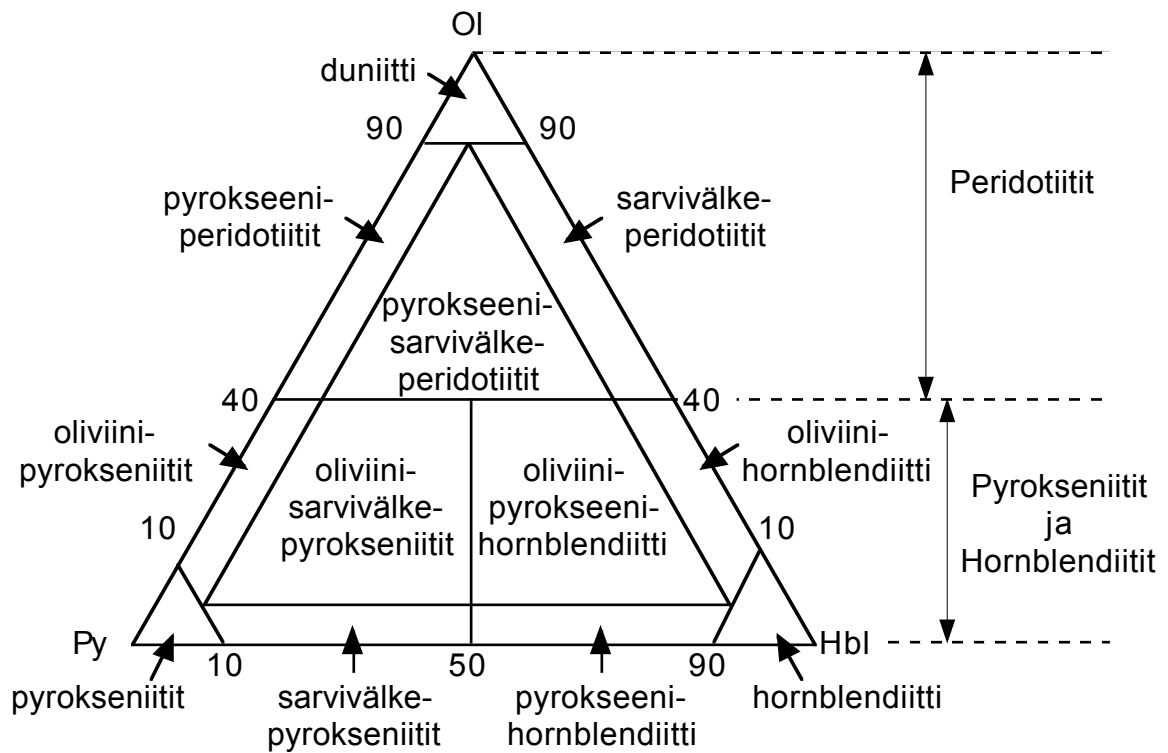
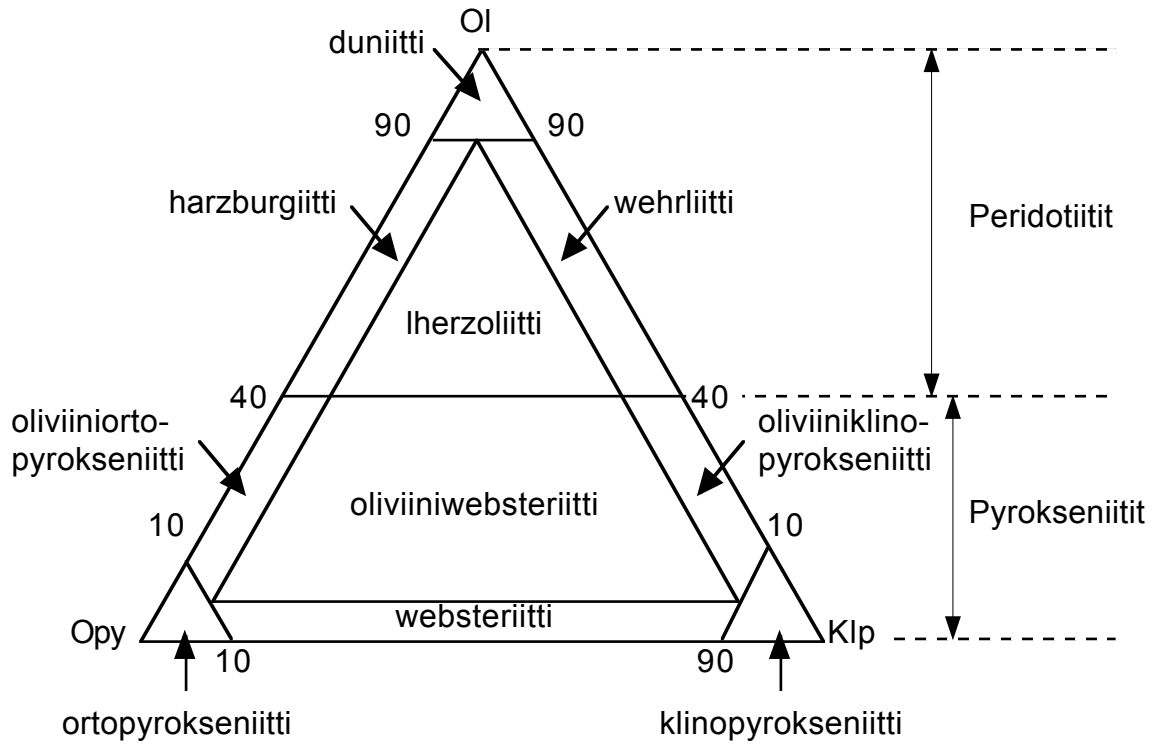
4. Duniitti

- koostuu vain oliviinista

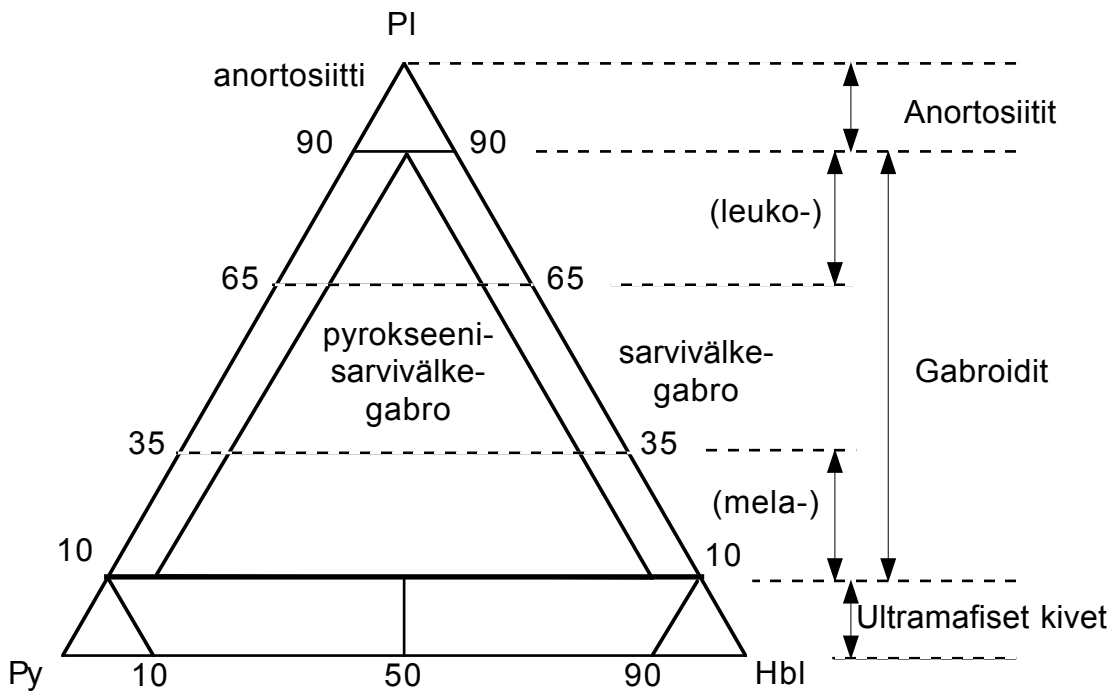
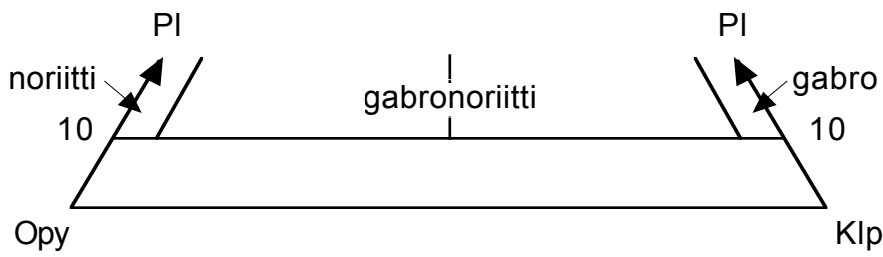
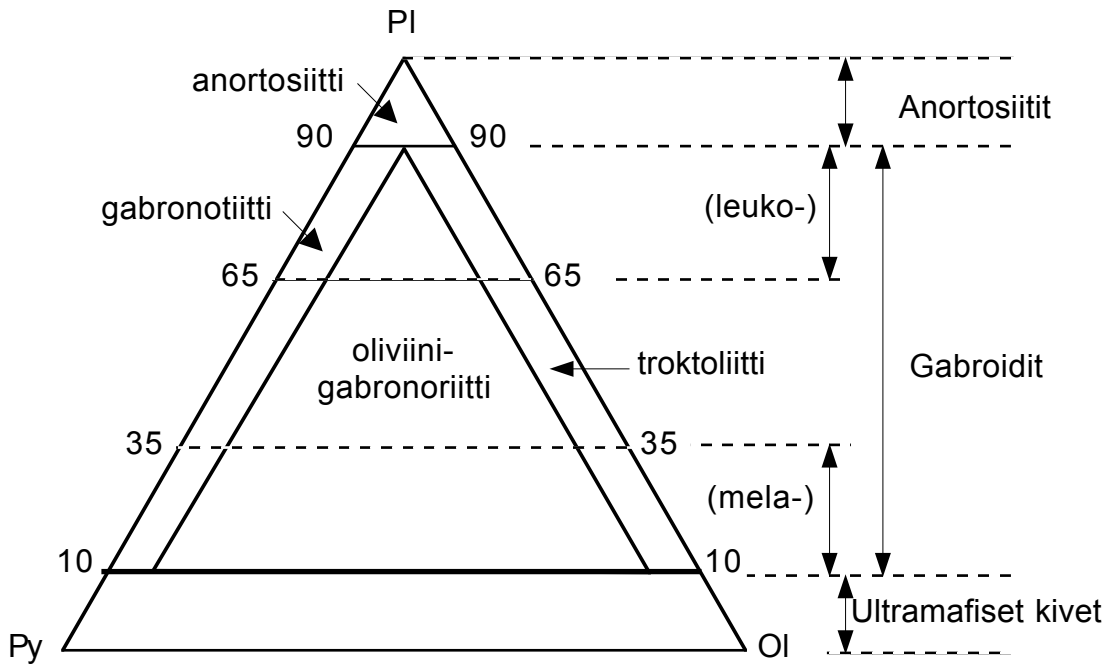
Peridotiittiluokan pintakivilaji on **komatiitti**

- rakenne yleensä luonteenomainen piirre
- *spinifex*-rakenne

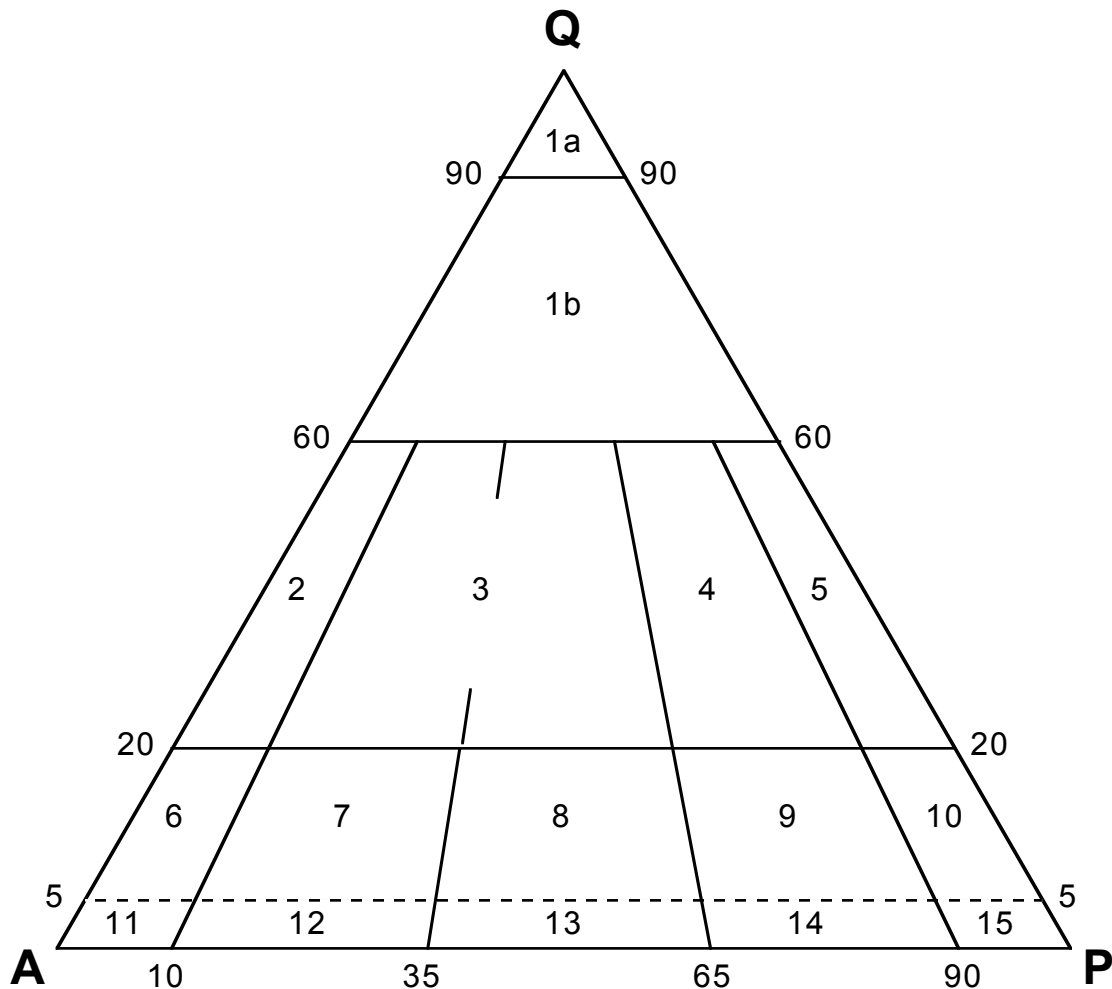
Ultraemäksisten syväkivien luokittelu



Emäksisten syväkivien luokittelu



Happamien - intermediääristen syväkivien luokittelu



Happamat - intermediääriset plutoniset kivilajit jaoteltuina niiden alkallimaasälpä-plagioklaasi-kvartsisuhteiden perusteella.

A = kalimaasälpä + albiitti (Na-plagioklaasi)

P = plagioklaasi, An < 10%

Q = kvartsi

1b = kvartsirikas granitoidi, 2 = alkalimaasälpägraniitti, 3 = graniitti,

4 = granodioriitti, 5 = tonaliitti, 6 = kvartsi-alkalimaasälpäsyeniitti,

7 = kvartsisyeniitti, 8 = kvartsimontsoniitti,

9 = kvartsimontsodioriitti/kvartsimontsogabro,

10 = dioriitti/gabro/anortosiitti, 11 = alkalimaasälpäsyeniitti,

12 = syeniitti, 13 = montsoniitti, 14 = montsodioriitti/montsogabro

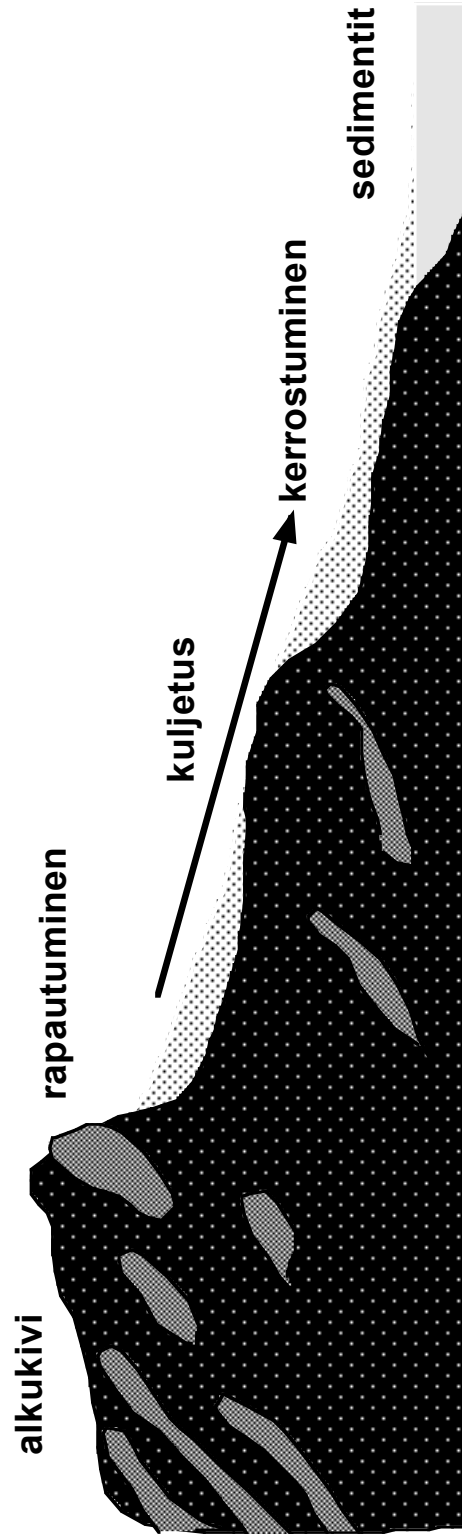
15 = dioriitti/gabro/anortosiitti

(Streckeisenin mukaan)

SEDIMENTTIKIVILAJIT

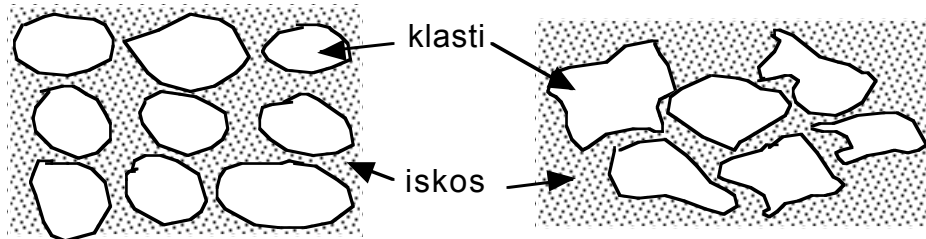
Synty

- Rapautuminen irrottaa ainesta kivilajeista. Aines kulkeutuu mekaanisesti (vesi, tuuli, jää) ja kerrostuu => mekaaniset sedimentit (savi-, hiekka-, sora- ja moreenikerrostumat).
- Kasvi- ja eläinkunnan jäänteistä syntyy organogeenisiä sedimenttejä.
- Merivesistä, vulkaanisperäisistä vesistä, pohjavesistä jne. saostumalla syntyy kemiallisia sedimenttejä.
- Maakerrosten paino (paine) ja lämpötila edesauttavat kemiallisten ja rakenteellisten muutosten tapahtumista hautautuneessa sedimentissä; huokostila pienenee ja tapahtuu mineralogisia muutoksia.
- Huokosliuoksista kiteytyy iskos mineraalirakeiden väliin = *diagenesi* => sedimenttikivilajit

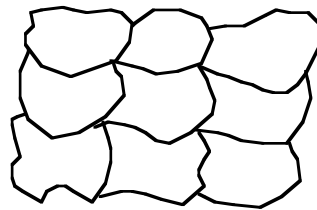


RAKENTEET

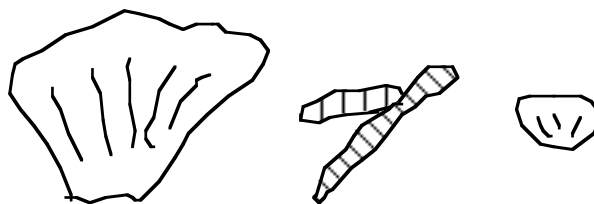
- Klastinen rakenne = voidaan erottaa jyvät ja niitä yhteenliittävä iskosmateriaali



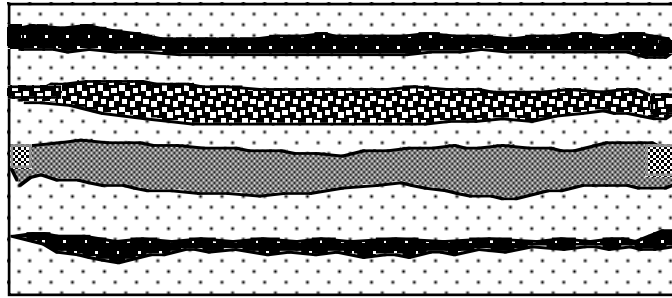
- Kiteinen rakenne = kemiallisten sedimenttien rakenne, iskosta ei ole



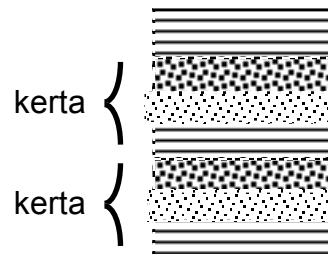
- Organogeenisissä kivilajeissa ovat näkyvissä alkuperäisten organismien muodot



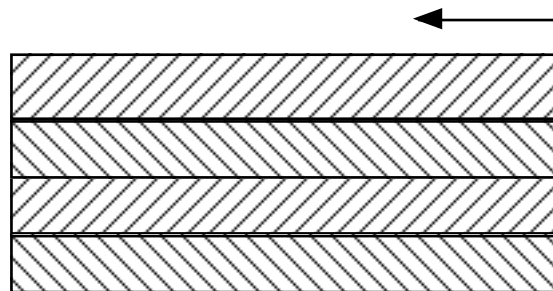
- Kerroksellisuus = mineraalikoostumuksen, raekoon, värin, ym. ominaisuuksien päällekkäinen vaihtelu



- Kerrallisuus = raekoon asteitteinen vaihtuminen



- Virtakerroksellisuus = virtauksen aiheuttama rakenne



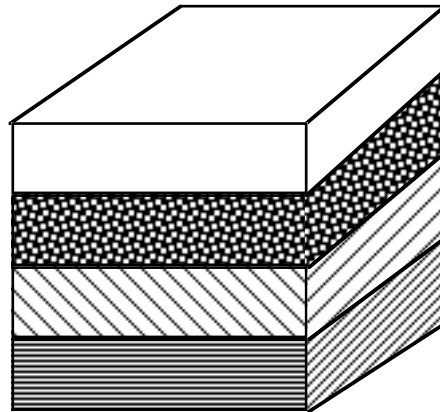
- Aallonmerkit



- Kuivumisraot



Kappale kerroksellista kivilajia



KLASTISET SEDIMENTTIKIVILAJIT

I LAJITTUNEET

Konglomeraatti

- Iskostunutta soraa
- Koostuu kivilajipalloista, joiden koko, muoto ja kivilaji vaihtelee. Kivilajipallojen välissä on iskos, joka koostuu kvartsista, maasälvistä, kiilteistä tai karbonaatista.
- Raekoko yli 2 mm.

Hiekkakivi

- Iskostunutta hiekkaa
- Raekoko 0,2 - 2 mm
- Iskos koostuu kiilteestä, kvartsista, (limoniitista, kalsiitista, kipsistä)
- Jos jyväsinä on kvartsia => kvartsihiekkakivi
- jos jyväsinä on maasälpiä ja kvartsia => arkoosihiekkakivi
- Väri: punainen, ruskea, harmaa, vihertävä

Savikivi

- Kivettynyttä savea
- Raekoko < 0,002 mm
- Runsaasti CaCO₃ sisältävää savikiveä kutsutaan *merkeliksi*

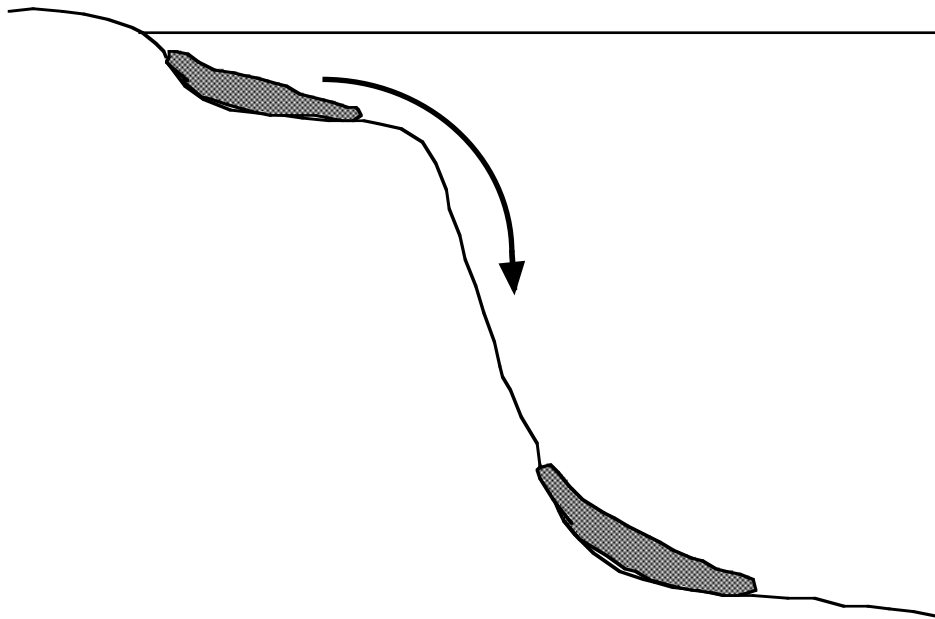
II LAJITTUMATTOMAT

Tilliitti

- Moreenista muodostunut konglomeraatti
- Kivilajipallot koostuvat useista eri kivilajeista
- Iskoksena kvartsia (limoniittia, karbonaattia)
- Kivilajipallot kulmikkaita

Grauvakka

- Hiekkakivi, jossa on kvartsi- ja maasälpärakeita sekä kivilajifragmentteja
- Syntynyt turbidiittivirtausten tuloksena
- Kerrallinen rakenne



ORGANOGEENISET SEDIMENTTIKIVILAJIT

FOSSIILISET KONGLOMERAATIT

Korallikalkkikivi

Simpukkakalkkikivi

- Nimi viittaa siihen eliöön, jonka kuorista kivi on syntynyt

HIILIKIVILAJIT

Kivihiili

- Syntynyt turvekerrostumista
- Musta, tahraava, kevyt

METAMORFISET KIVILAJIT

SYNTY:

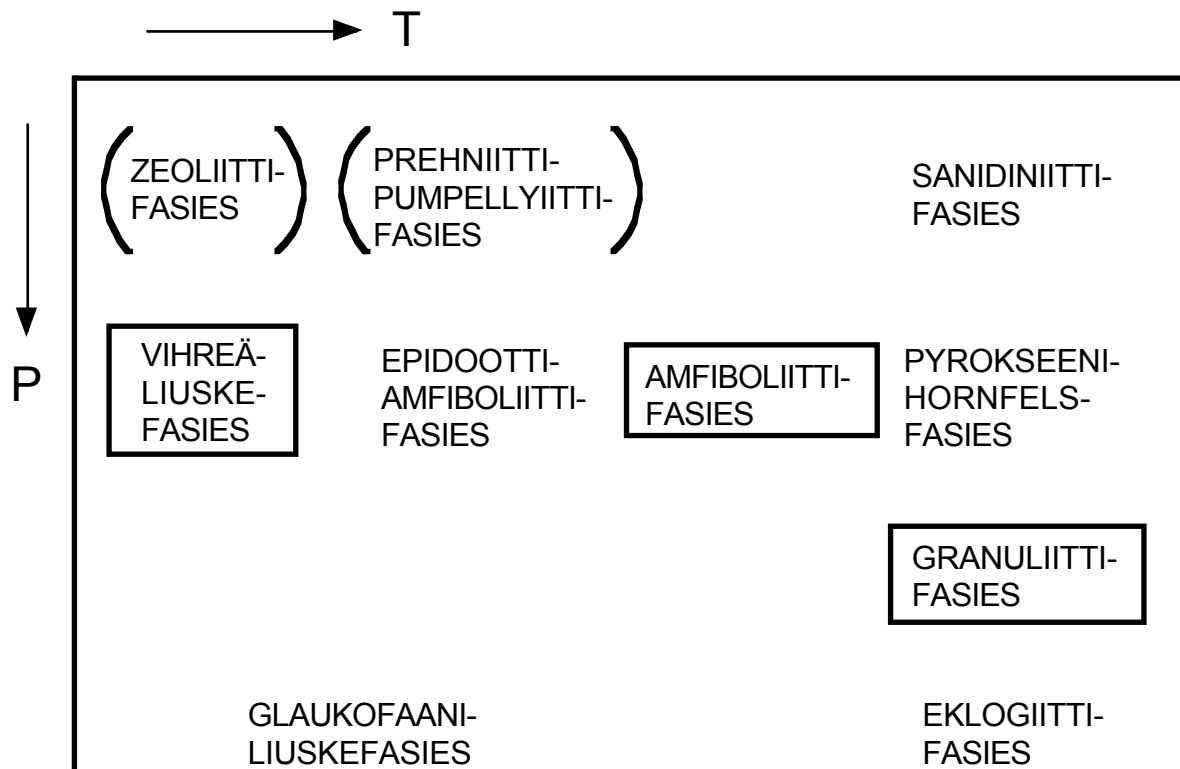
Magmakivi
Sedimenttikivi

} => *metamorfoosi* => **Metamorfinen kivi**

- Metamorfoosi = kiven mukautuminen mineralogisesti, kemiallisesti ja rakenteellisesti muuttuneisiin paine- ja lämpötilaolosuhteisiin sekä jännityskenttiin

RAKENNEPIIRTEITÄ:

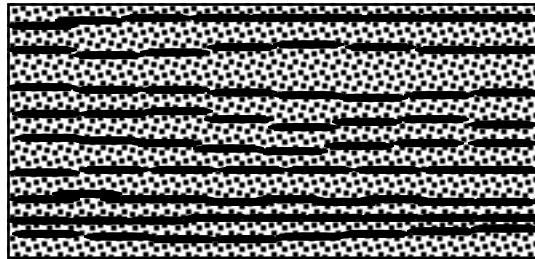
- Liuskeisuus = suomumaiset tai sälöiset mineraalit ovat asettuneet yhdensuuntaisiksi
- Porfyroblastit = metamorfoosissa suuriksi kasvaneet mineraalirakeet
- Poimut = taipuneet kivilajikerrokset



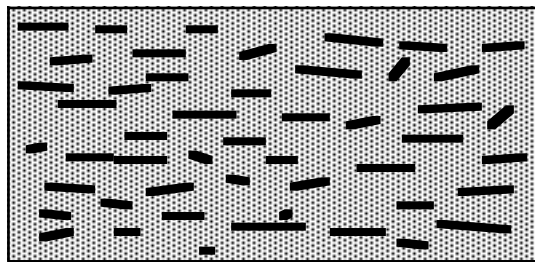
Metamorfiset fasieket ja niiden suhteellinen asema PT-koordinaatistossa Eskolan (1939) mukaan. Suluissa annetut zeoliittifasies ja prehniitti-pumpellyiittifasies (Cooms et al. 1959, Coomb 1960, 1961) eivät sisälly Eskolan fasiesluokitteluun.

Metamorfisten kivien rakenteita:

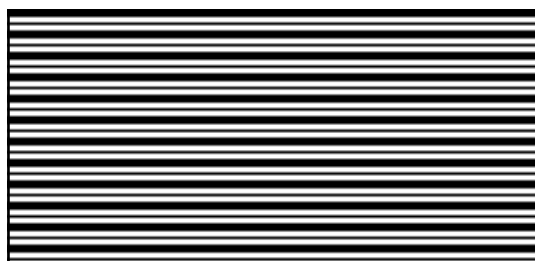
- Liuskeinen = kivi lohkeilee helposti liuskeisuuden suuntaiseksi laatoiksi



- Pilsteinen = vain yksi mineraali on suuntautunut muiden ollessa suuntautumattomia

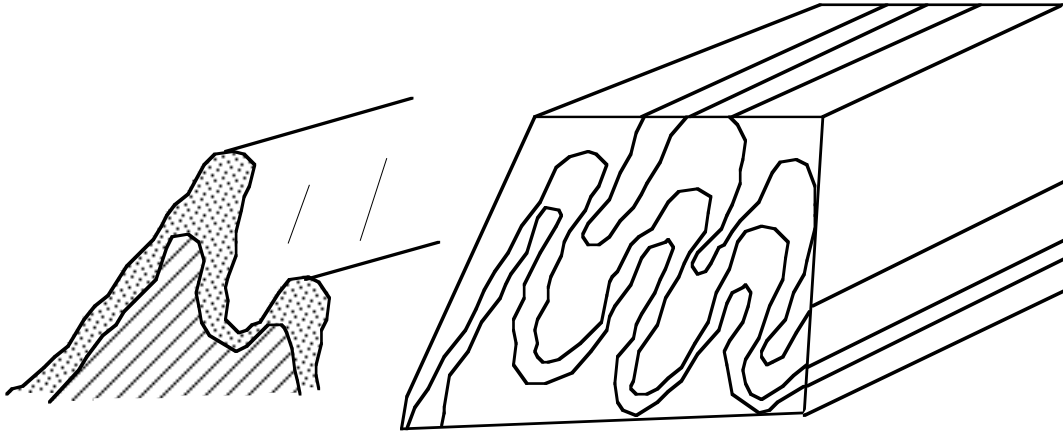


- Raitainen = tummat ja vaaleat mineraalit ovat kerääntyneet omiksi raidoikseen



- Juovaisuuden voivat aiheuttaa myös kiveen myöhemmin purkautuneet magmajuonet => suonigneissi
- Metamorfoosiin usein liittyvä deformaatio saattaa synnyttää kiveen poimuja.

POIMUJA



- Primäärinen magma- tai sedimenttikiven rakenne voi säilyä reliktiinä metamorfoosin läpi. Rakenteesta käytetään tällöin samaa termiä kuin alkuperäisestäkin rakenteesta, mutta ***blasto*** -etuliitteellä.

Esim.

- blastoklastinen
- blastoporfyriininen
- blastokerroksellinen

METAMORFISTEN KIVIEN LUOKITTELU

- 1. GNEISSILUOKKA**
- 2. KIILLELIUSKELUOKKA**
- 3. KVARTSIITTILUOKKA**
- 4. AMFIBOLIITTILUOKKA**
- 5. MAGNESIUMSILIKAATTIKIVIEN LUOKKA**
- 6. KITEISTEN KALKKIKIVIEN LUOKKA**

GNEISSILUOKKA

1. GRANIITTIGNEISSI

(harmaat gneissit)

- rakenne: pilsteinen
- raekoko: keski- tai karkearakeinen
- päämineraalit: kvartsi
plagioklaasi
biotitti
(sarvivälke) => sarvivälkegneissi
- usein tasarakeinen
- muistuttaa graniittia: harmaa, joskus kalimaasälpää
sis. => punertava

2. KIILLEGNEISSI

- rakenne: heikosti liuskeinen
- raekoko: keskirakeinen
- päämineraalit: kvartsi
kalimaasälpä
plagioklaasi
muskoviitti
biotitti
- väri vaihteleva: harmaa, punertava, lähes musta

3. GRANULIITTI

- päämineraalit: kvartsi
maasälvät
granaatti
(pyrokseeni)
- muistuttaa graniittigneissää

4. MIGMATIITTI

- seos: koostuu kahdesta tai useammasta kivilajista
- vanhempaan kiveen on tunkeutunut myöhemmin uutta kivilajia
- nuorempi kivilaji yleensä graniittia, kun taas vanhempi voi olla miltei mitä kivilajia tahansa

LIUSKELUOKKA

1. KIILLELIUSKE

- päämineraaleina kvartsi ja kiilteet (biotiiitti ja/tai muskoviitti)
- rakenne selvästi liuskeinen
- keskirakeinen, kiillesuomut erotettavissa paljain silmin
- väri harmaa tai lähes musta
- syntyneet savikivistä
- joskus nimitys lisämineraalin mukaan, esim. granaattikiilleliuske
- käyttö esim. laattoina

2. FYLLIITTI

- kiilleliuskeen kaltainen, mutta hienorakeisempi
- kiilteet eivät erotu paljain silmin
- päämineraalit kvartsi ja kiilteet
- liuskeinen ja helposti lohkeava
- väri musta
- alkuperä: savi-silttikivi
- grafiitti + kiisuminer. => mustaliuske

KVARTSIITTILUOKKA

1. KVARTSIITTI

- metamorfoitunutta hiekkakiveä
- yksittäisiä kvartsijyväsiä ei erotu
- murros kupurainen ja kivi lujempi kuin hiekkakivi
- saattaa näkyä kerroksellisuutta
- liuskeisuus huonosti kehittynyt
- väri vaalea, joskus punertava, kellertävä tai harmaa
- päämineraalina kvartsi
- pelkkä kvartsi => *ortokvartsiitti*
- kvartsi + serisiitti => *serisiittikvartsiitti*
- kvartsi + maasälvät => *ar koosikvartsiitti*

AMFIBOLIITTILUOKKA

1. AMFIBOLIITTI

- päämineraalit sarvivälke ja plagioklaasi (biotiiitti, pyrokseeni)
- rakenne suuntautunut (pilsteinen - liuskeinen)
- väri harmaanmusta tai vihertävä
- hieno - keskirakeinen
- alkuperänä gabroluokan kivi

MAGNESIUMSILIKAATTIKIVILUOKKA

1. TALKKILIUSKE

- päämineraaleina talkki ± karbonaatti
- rakenne liuskeinen
- väri vaalean vihertävä tai ruskehtava
- liukas ja pehmeä
- hienorakeinen - karkearakeinen

2. VUOLUKIVI

- päämineraaleina talkki ja magnesiitti
- liuskeinen
- väri harmaa tai vihertävä
- helppo työstää
- tulenkestävä => uunikivi

3. KLORIITTILIUSKE

- päämineraali kloriitti
- liuskeinen
- vihreä
- pehmeä

KITEISTEN KALKKIKIVIEN LUOKKA

1. KITEINEN KALKKIKIVI

(MARMORI)

- päämineraaleina karbonaatit (kalsiitti tai dolomiitti)
- väri valkoinen, harmaa, punertava, kellertävä
- hieno - karkearakeinen
- ei liuskeinen
- kovuus kalsiitin ja/tai dolomiitin kovuus (siis pehmeää)
- käyttö rakennuskivenä ja sementin raaka-aineena