

Maan rakenne, jatkuva myllerrys

Maaneuvos-pilottikoulutus 9.4.2024
Janne Heikkinen ja Arja Nykänen

SeAMK 





Maan rakenteen merkitys

- Hyvä kaasujen vaihto
 - juuriston kasvu ja pieneliötoiminta aktiivista
- Hyvä vesitalous
 - ei hapenpuutetta -> hyvä typpitalous
- Parempi sateen ja poudan kestävyys
- Tehokkaampi ravinteiden vapautuminen
- Pieni eroosioalttius
- Pienempi huuhtoutumisriski
- >> Pellon satovarmuus kasvaa





Hyvärakenteinen maa

- Kestävät murut, jatkuvat huokokset,,
- Nopea veden imeytyminen,,
- Maan kuivuminen
- Ilmava,,
- Hyvä vedenpidätyskyky,,
- Juuret kasvaa hyvin
- Suotuisa lieroille ja muille eliöille





Optimaalinen kivennäismaan koostumus

Maan kiintoaines muodostaa rakenteen rungon

- hiukkasten ja murujen välissä/sisällä huokosia
- mururakenteen muodostuminen savimaiden viljeltävyyden edellytys

Huokosissa vettä ja ilmaa

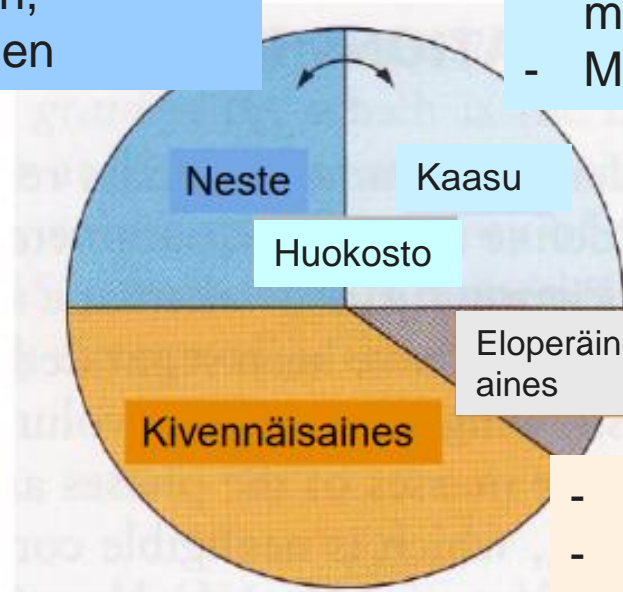
- huokosten kokojakauma, jatkuvuus ja kestävyys

Maan rakenteen ylläpidon ja hoidon tavoite:

- kaikki maalajit: toimiva huokosto
- etenkin hienojakoisilla mailla: kestävä mururakenne

- Kemialliset reaktiot vesiliuoksessa
- Liikkuminen, kuljettaminen

- N_2 , O_2 , CO_2
- Juuret ja maaperämikrobit hengittävät
- Maan ilmanvaihto



- Pintareaktiot juuret
- mikrobit
- maaperäeläimet
- humus

80 % kuollut eloperäinen aines
15 % juuret
5 % eliöt

80 % mikrobit
12 % lierot

- Partikkelikoko
- Pinta-ala
- Pintareaktiot
- Mineraalit

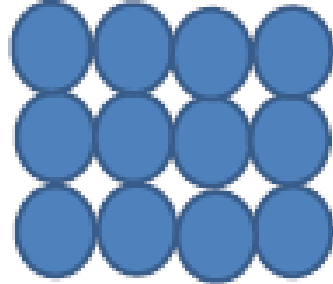


Maan rakenteen perustyytit

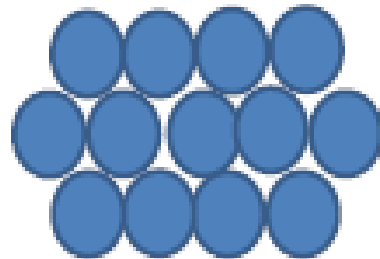


Hiukkasrakenne (Hk, Ht, Hs)

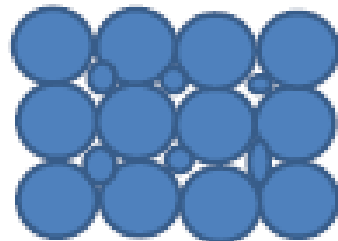
- Löyhä



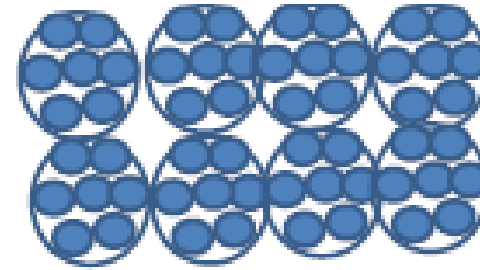
Maa kosteaa -> koheesio pitää maan rakennetta koossa, esim. hiekkaranta



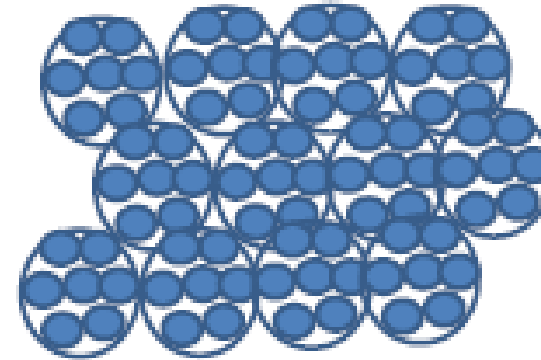
- Tiivis



Mururakenne (saviset maat)

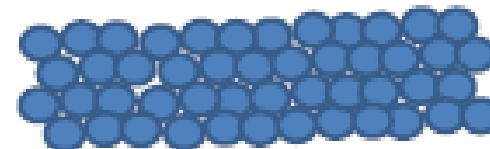


- Yksittäiset hiukkaset -> primäärirakenne
- hiukkaset yhtyvät toisiinsa -> mikromuruja
- Mikromuruista aggregaatteja ja lopulta mururakenne



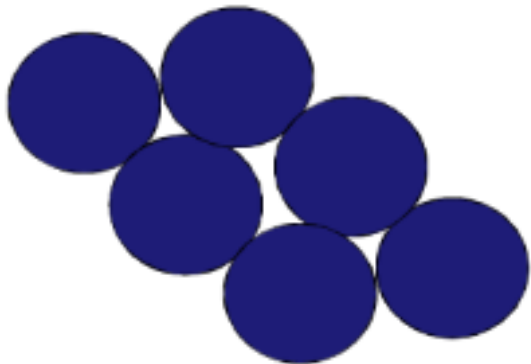
Kestävien murujen määrä kasvaa, kun savespitoisuus ylittää 15 painoprosenttia

- tuhoutunut



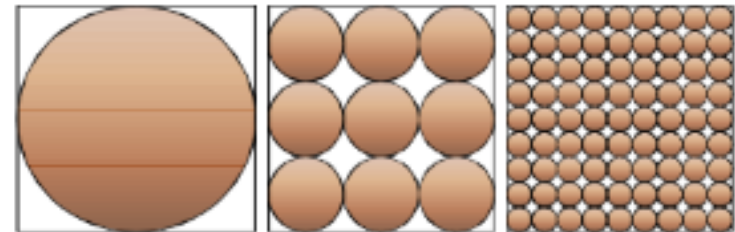
Maalajitteet Hiukkaskoon merkitys

- Mitä pienemmistä hiukkasista maa-aines koostuu, sitä suurempi pinta-ala maa-aineksessa on painoyksikköä kohti (=ominaispinta-ala)
- Maassa tapahtuu paljon pintareaktioita
- Maa-aineksen suuri ominaispinta-ala lisää
 - veden sitoutumista
 - muiden aineiden sitoutumista



Rakeet laatikossa, jonka särmä 20 mm

| Halkaisija mm | kpl | pinta-ala yhteensä m ² | ominaispinta-ala m ² g ⁻¹ |
|--------------------|------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------|
| Pallot | | | |
| 20 | 1 | 0,00126 | |
| 2 | 10 ³ | 0,0126 | |
| 0,2 | 10 ⁶ | 0,126 | |
| 0,02 | 10 ⁹ | 1,26 | |
| 0,002 | 10 ¹² | 12,6 | |
| 0,0002 | 10 ¹⁵ | 126 | |
| Maa | | | |
| <0,002 (savet) | | <i>jopa 4000</i> | jopa 400 |
| 0,002-0,02 (hiesu) | | <i>noin 10</i> | 1 |
| 0,02-0,2 (hieta) | | <i>noin 1</i> | 0,1 |
| 0,2-2 (hiekkä) | | <i>noin 0,1</i> | 0,01 |



Maalajien aistinvarainen tunnistus

Kivennäismaat

- Lämpimitaltaan alle 0,06 mm olevat yksittäiset hiukkaset eivät enää erotu paljaalla silmällä (hieno hieta ja sitä hienommat lajitteet)
 - ”hikeviä” ja ”juoksevia”
- Hiesulajitteelle tyypillistä vaalea väri, perunajauhomainen tahraavuus ja juoksevuus
- Mitä enemmän saveslajitetta, sitä muovailtavampaa ja sitkeämpää kosteana
 - Kierityskoe: mitä ohuemmaksi nauha saadaan ennen kuin se katkeaa, sitä enemmän maassa on savesta, HUOM org. aines

| Nauhan paksuus (mm) | Savesta (%) |
|---------------------|-------------|
| 4-6 | 0-5 |
| 3 | 5-15 |
| 2 | 15-25 |
| 1-1,5 | 25-40 |
| 1 | 40-60 |
| < 1 | > 60 |

Eloperäiset maat

- Rahkaturve S-t (Sphagnum) ja saraturve CS-t (Carex) -> yli 40 % orgaanista ainesta
- Multamaat (Mm) 20-40 % org. ainesta
 - Hyviä viljelymaita
 - Tärkeää selvittää jankon lajitekoostumus
- Liejuissa (Lj) 6-20 % org. ainesta, C/N < 10
- Järvimudassa (Jm) yleensä org. ainesta enemmän kuin liejussa, C/N > 10
- Tunnistuksessa kiinnitä huomiota
 - Kasvinjäännöskoostumus, haju, väri ja rakenne
 - Maatumisaste -> purista kädessä turvetta ja tarkkaile valumaveden väriä, määrää ja sameutta

Huokostilavuus

- Maahiukkasten väliin jäävä tila
- Vaikuttavat seikat hiukkaskoko, murukoko ja orgaaninen aines
- Multamaassa huokoisuus 65-75 tilavuus-%, turvemaissa jopa 80-90 tilavuus-%
- Saven huokoisuus 35-70 tilavuus-%
- Hiesun huokoisuus 39-56 tilavuus-%
- Hiekan ja hiedan huokoisuus 36-56 tilavuus-%
 - Lähde: Blume ym. 1976





- Kuvaa maan rakennetta
- Vaikuttaa veden liikkeisiin
- Jaottelu
 - Suuret eli makrohuokokset yli 30 μm
 - Veden imeytyminen maahan (pinta ei liety)
 - Hyötykapasiteetin alaraja
 - Tyhjentyvät nopeasti painovoiman vaikutuksesta
 - Juurten/mikrobien hapensaanti turvattu
 - Keskisuuret huokokset (vesihuokokset) 30-0,2 μm = 0,03-0,0002 mm
 - Kasvien vedensaanti
 - Veden varastointi, hyötykapasiteetti
 - Maan muokkautuvuus
 - Pienet eli mikrohuokokset alle 0,2 μm
 - Vesi ei ole kasvien käytettävissä
 - Lakastumisraja



Maan rakenteen ja siten myös huokosrakenteen syntyyn vaikuttavat

- Maan kuivuminen
 - haihtuminen, jäätyminen, juuristo
- Juuriston toiminta
 - huokosen laajentuminen, jatkuvuus
- Maan muokkaus
 - kokkareet muruiksi → huokosia
- Lierojen toiminta

Jatkuvat huokokset -> tärkeitä veden ja ilman kulkureittejä
Riskinä oikovirtaukset



0
Pieniä muruja
ja kokkareita
10 cm
isoja
kokkareita
30 cm ja
prismoja

Jos liettynyt maa kuivuu epätasaisesti (juuret, routa), voi syntyä suoraan muruja.

Jos maa kuivuu tasaisesti, syntyy massiivisia kokkareita, vertaa kuorettuminen

Rowell 1994

Maaprofiili



Mururakenne



- Karkeissa maissa mururakenne 'löyhä'
 - maapartikkeleja pitää yhdessä orgaaninen aines, juuret
- Savimaissa mururakenteen syntyminen on edellytys pintamaan hyvälle vedenläpäisykyvylle ja siten myös juurten hapensaannille
- Paljon savesta, vähän orgaanista ainesta
 - kova ja tiivis muru
 - räjähtää kastuessaan
 - Orgaaninen aines tekee murusta huokoisemman ja "joustavan" - imee vettä



Mekaanisia muruja: esim. kuivuminen-kostuminen, muokkaus



Biomuruja ; eloperäinen aines, mikrobitoiminta



Mururakenne



■ Savimaa vailla mururakennetta

- Ei erikokoisia huokosia
- Tiivis, märkä, ei läpäise vettä
juurten kasvu estynyt (happitilanne)

■ Savimaan hyvä mururakenne

- Ilmava, kuohkea, erikokoisia huokosia – vedenpidätys ja veden läpäisy

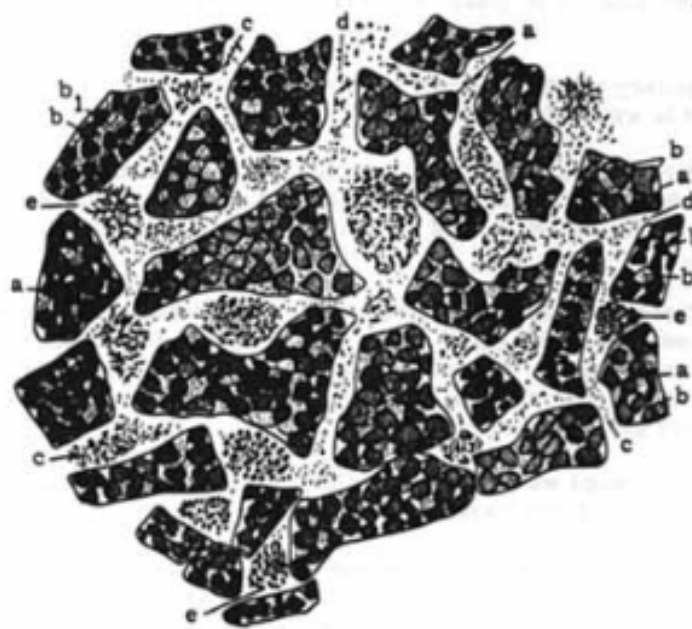


Murut



Maamuru eli aggregaatti rakentuu seuraavista osasista:

- a) "mikromuruja" eli savespartikkeleiden yhteenliittymiä
- b) "mikromurujen" välisiä huokostiloja ja orgaanista ainesta
- c) murun sisäisiä huokostiloja ja orgaanista ainesta
- d-e) bakteereja, viruksia ja sieniä



- Mikromurut halkaisijaltaan < 0,25 mm
-> kestäviä ja isompien murujen rakenneosia
- Makromurut 1-10 mm
- Kokkareet, jopa yli 100 mm:n pituisia "pylväitä"
- Pyöreissä muruissa "mehevät murut" paljon orgaanista ainesta -> vilkas biologinen toiminta
- Särmikkäät murut syntyneet mekaanisesti

<http://www.soilandhealth.org/01aglibrary/010112krasil/010112krasil.ptII.html>





Murujen kestävyys

- Murujen kestävyys vähentää
 - liettymistä
 - kuorettumista
 - eroosiota, veden savisameutta
 - varmistaa veden imeytymistä pinnasta syvempiin kerroksiin
- Mururakenne voi olla myös heikko.
Heikot murut:
 - **hajoavat sateella**
 - maa kuorettuu
 - veden imeytyminen hidastuu
 - pintavirtailua –eroosiota
 - maa pysyy märkänä - liettymistä

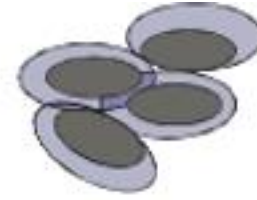


Kestävät murut syntyvät:

- saveksesta
- Fe- ja Al-oksideista
- orgaanisesta aineksesta:
 - kasvinjäänneillä epäsuora vaikutus lisäävät mikrobiaktiivisuutta liima-aineet (hajoavat helposti: jatkuva tuotanto tärkeää)
 - lierojen ulosteet kestäviä muruja
 - juuririhmat stabiloivat isoja muruja
 - sienirihmat ja bakteeripesäkkeet liittävät maahiukkasia yhteen (stabiloivat pieniä muruja, mikroagregaatteja)
 - humus murujen mikrorakenteen rakenneosana



Märkyys ja mururakenne



- Heikot murut hajoavat, kun maahan tulee paljon vettä ja maapartikkelien ympärillä oleva vesikehä laajenee
- Maan pinta liettyy ja huokoisuus pienenee, vedenläpäisykyky huononee, pintavirtailut lisääntyvät
- Orgaaninen aines hidastaa kostumista ja pitää muruja kasassa



Pysyvä nurmi

Säännöllisesti
kynnetty viljapelto



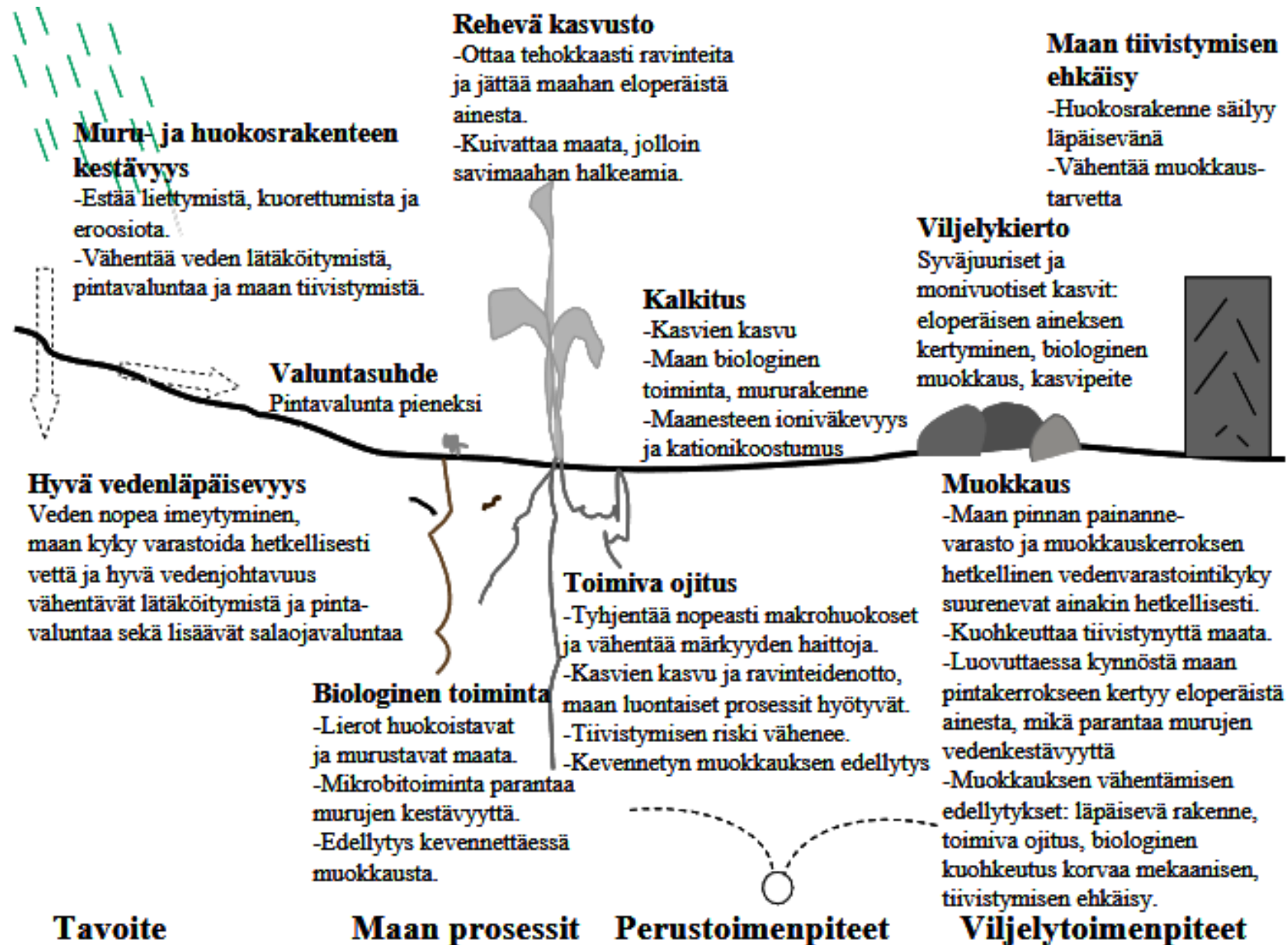
Kuinka seuraavat tekijät muovaavat maan rakennetta?

- Kuivuminen
- Märkyys
- Routa
- Juuret
- Madot
- Mikrobitoiminta
- Multavuus
- Ravinteet
- Kalkitus (rakennekalkki, kipsi)
- Maanparannusaineet





Yhteenveto



Maan vesi



- Olennainen maaperän ainesosa
- Vaikuttaa maan kemiallisiin, biologisiin ja fysikaalisiin ominaisuuksiin
- Rooli
 - Rapautumisessa
 - Ravinteiden kuljetuksessa
 - Huuhtoutumisessa
 - Eroosiossa
 - Elämän ylläpidossa



Maan vesi



- Vapaa vesi
 - Täyttää suuria huokosia
 - Liikkuu suurissa huokosissa
 - Liikkuu painovoiman vaikutuksesta
 - Liikkumisnopeutta säätelee
 - Maan kaltevuus
 - Maan vedenläpäisyominaisuudet
- Sitoutunut vesi
 - Pysyy painovoiman vaikutuksesta huolimatta maassa
 - Adsorptiovesi
 - Sitoutunut huokosten seinämiin ja maahiukkasten pinnoille
 - Kapillaarivesi
 - Edellisten lisäksi veden pintajännitys vaikuttaa



Vapaa vesi

- Makrohuokokset ovat suuria huokosia:
halkaisija yli 0,03 mm
 - vesi ja ilma liikkuu märässä maassa
 - juurten kasvuväyliä
 - hetkellinen veden varastointikyky
 - vähentää pintavalunnan riskiä

Miksi maa halkeilee:

Kuivuessaan maa kutistuu, kun vesi poistuu huokostilasta ja hiukkaset pääsevät lähemmäksi toisiaan niiden ympärillä olevan vesivaipan ohentuessa.

Halkeama syntyy kohtaan, missä vetolujuus on heikoin -> ympäristöään kostempaan kohtaan

Liejusavilla halkeama on ”pysyvä”, savi turpoaa kostuessaan takaisin -> ”heikko kohta”

Savesta vähemmän kuin 10-20 painoprosenttia -> kosteusvaihtelun merkitysrakenteen muodostajana on merkityksetön



Kuva: Risto T. Seppälä, MTT

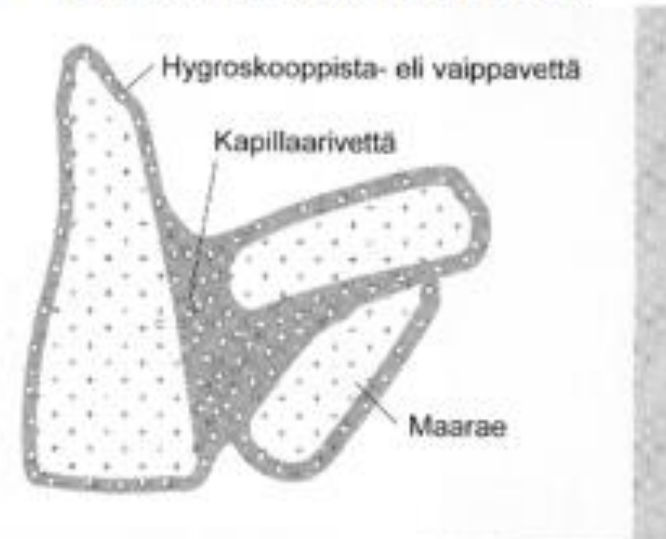


Maahan sitoutunut vesi

- **kapillaarivesi**
- pintajännitys nostaa vettä tasolle, jossa vesipatsaan paino tasapainossa kapillaarivoimien kanssa
- ei poistu painovoiman vaikutuksesta
- kapillaarinen nousukorkeus kasvaa hiukkaskoon pienetessä, samalla nousunopeus hidastuu (kitka!)



- **adsorptiovesi**
- fysikaalisesti sitoutunutta hiukkaspinnoille
- adsorptio- ja kapillaariveden erottaminen täysin toisistaan hyvin vaikeaa
- ei kasveille käyttökelpoista



Kuva 31. Kapillaarivettä ja adsorptio- eli vaippavettä maaraeiden ympärillä.

Salonen et al. 2002