



Maan rakenne

Muhkea maaperä – tapahtuma, 5.9.2018
Laura Alakukku, Helsingin yliopisto, maataloustieteiden osasto

HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI



1

Maan rakenne – muruja ja huokosia

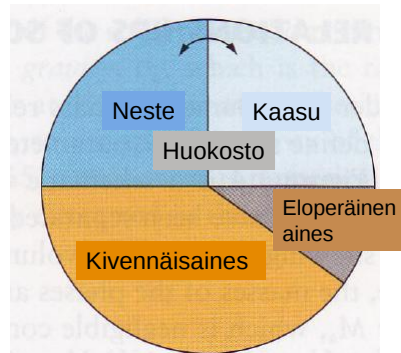
Maan kiintoaines muodostaa rakenteen rungon
- hiukkasten ja murujen välissä/sisällä huokosia
- muru- ja huokosrakenteen muodostuminen savimaiden viljeltävyyden edellytys

Huokosissa vettä ja ilmaa
- huokosten kokojakauma, jatkuvuus ja kestävyys

Maan rakenteen ylläpidon ja hoidon tavoite:

à kaikki maalajit: toimiva huokosto

à etenkin hienojakoisilla mailla: kestävä mururakenne



Kuvat: Risto T. Seppälä, Luke

Dia: ©Laura Alakukku, HY

Sisältö

- Maan rakenne
 - à Maalajien väliset erot
 - à Rakenne ja veden kierto
 - à Merkitys viljelyn ja ympäristön kannalta
- Maan tiivistyminen
 - à kone-maa -systeemi
 - à peltotöiden ajoitus ja valinnat niiden yhteydessä
- Tiedon käyttö päätöksenteossa
 - à mittaustiedon hankinta
 - à tiedon kokoaminen ja käyttö
 - à Terranimo
- Yhteenveto

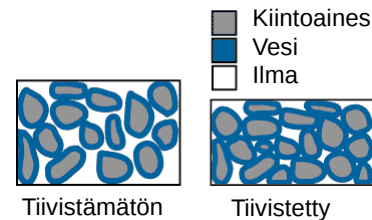
Dia: ©Laura Alakukku, HY

Maan tiiviys ja tiivistyminen

Maa tiivistyy

à siihen kohdistuva voima aiheuttaa maahiukkasten/murujen uudelleen järjestäytymistä tai voima rikkoo muruja

à huokoisuus vähenee ja irtotiheys kasvaa. Huokosten jatkuvuus huononee



Kuvat: Risto T. Seppälä, Luke

3 A 0-20 cm

3 B 0-20 cm

Tiivis

Löyhä

Dia: ©Laura Alakukku, HY

Tiivistymishaittojen kesto aika

Tiivistymän syvyys vaikuttaa

Kyntö, luonnon
prosessit
palauttavat

Välitön vaikutus (ei muokkausta tiivistymisen jälkeen)

- * ajourat (esim. nurmi)
- * ei perusmuokkausta ennen uutta kasvustoa

Lyhytaikaisvaikutus

- * kyntökerros 3-5 vuotta

Pitkäaikaisvaikutus

- * perusmuokkauskerroksen alapuolella
- * Suomen oloissa savimaassa vähintään 30 vuotta
- * vaikea korjata



Dia: ©Laura Alakukku, HY



Laura Alakukku, HY

Kuva: Risto T. Seppälä, Luke

Huokosto maan LVI järjestelmä – sen tiivistyminen vaikuttaa ominaisuuksiin ja prosesseihin

Kasvin kasvu

- Sadon määrä ja laatu
- Ravinteiden hyväksikäyttö
- Eloperäistä ainesta maahan

Kasvutekijät maassa

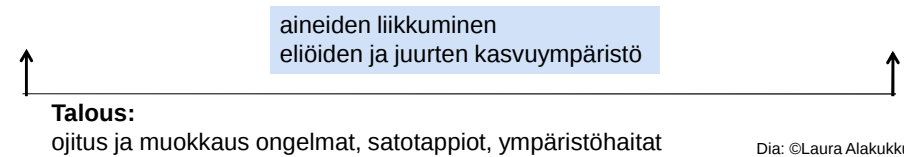
- Vedenläpäisevyys, veden varastointi
- Kaasujen vaihto märässä maassa
- Mekaaninen vastus
- Ravinnetalous
- Eloperäinen aines, eliöstö

Viljeltävyys

- Muokkautuvuus, vetovastus
- Kantavuus
- Liettyminen ja kuorettuminen
- Poudanarkuus
- Ojituksen toiminta
- à kuivatus

Ympäristökuormitus

- Pintavalunta
- Eroosio
- Ravinteiden huuhtoutuminen
- Kasvihuonekaasut
- Ravinteiden hyväksikäyttö



Dia: ©Laura Alakukku, HY

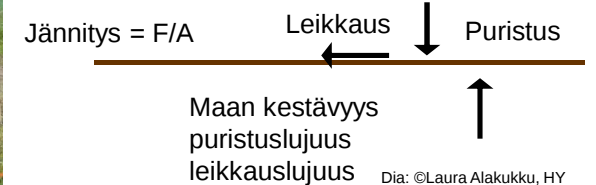
Peltoliikenne kuormittaa maata – kone/eläin-maa -systeemi

Maan ominaisuudet (maan kyky kestää kuormitusta):

- maan kosteus/märkyys
- löyhyys/kiinteys
- elastisuus/plastisuus

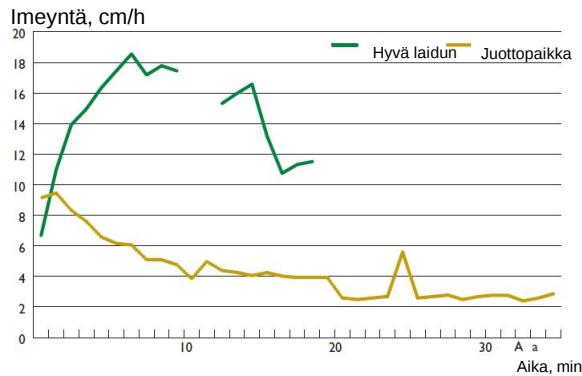
Kuormitus:

- jännityksen suuruus, suunta
- koneen massa
- kuormituksen kesto aika
- kuormituksen toistuvuus
- kuormituksen jakaantuminen pellolla



Dia: ©Laura Alakukku, HY

Maan pinnan rakenne ja veden imeytä



Hietamaa: kenttäkyläistetyn maan vedenjohtavuus
Hyväkuntoinen laidun 13,2 cm/h, juottopaikka 2,4 cm/c
à osasyynä maan vedenhylkivyyttä
à Ajourat säilörehunurmessa

à Valunta karkeiden maiden nurmella
hyvin helposti pintavalunnaksi.

Säilöajituksen tutkimusyhdistys ry:n tiedote 27

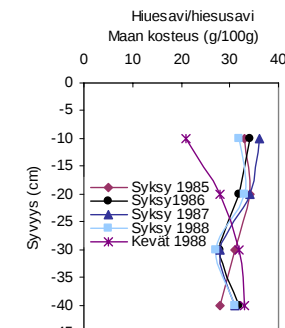
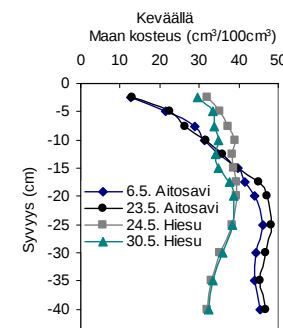


Märkä maa tiivistyy herkästi ja muokkautuu huonosti

Töiden ajoitus: riski suuri aikaisin keväällä ja myöhään syksyllä

- à kuiva maa (ei hiekka) lujaa
- à maan kostuminen vähentää lujuutta
- à märässä maassa kuormittava jännitys kulkeutuu syvälle
- à huokoset täynnä vettä à ei puristu, mutta tahtaantuu

à Peltoajon määrän rajoittaminen maan ollessa märkää



Dia: ©Laura Alakukku, HY

Paripyörät, akselien lukumäärä – ruotsalaisia tuloksia

Paripyörien alla sama
vertikaalinen jännitys sama
kuin yksittäisen pyörän alla
à rengaskuorma vaikuttaa
ei akselipaino
(vaikka renkaiden väli 10 cm)

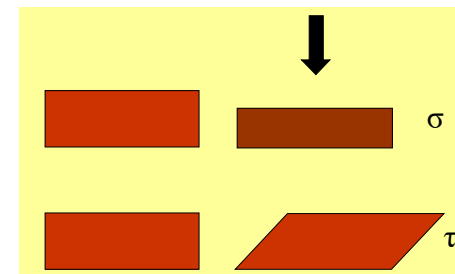
Maassa mitattu jännitys

Syvyys m Mitattu vertikaalinen jännitys kPa

Kolmiakselinen kärry:
akselit aiheuttivat
kuormituspiikin
à Rengaskuorma
vaikuttanut jännitykseen
ei kokonaispaino
akselilla
Paripyörät 700/50-26.5
Akseliväli 1,45 m
Rengaskuorma 32 kN
Rengaspaine 160 kPa

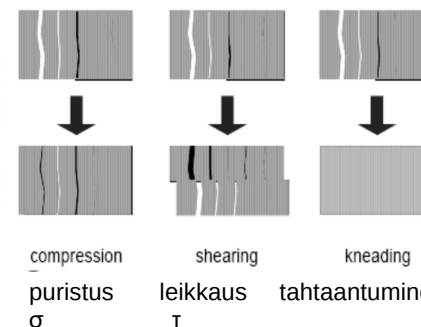
T. Keller, J. Arvidsson/Soil & Tillage Research 79 (2004) 191–205

Pyörän luiston vaikutus

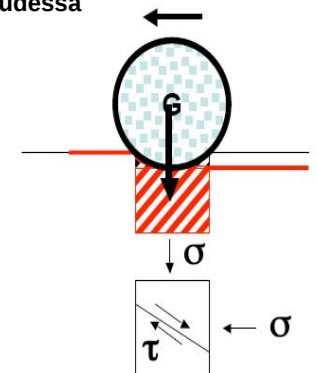


Muutos
huokostilavuudessa

Huokosten
muodossa



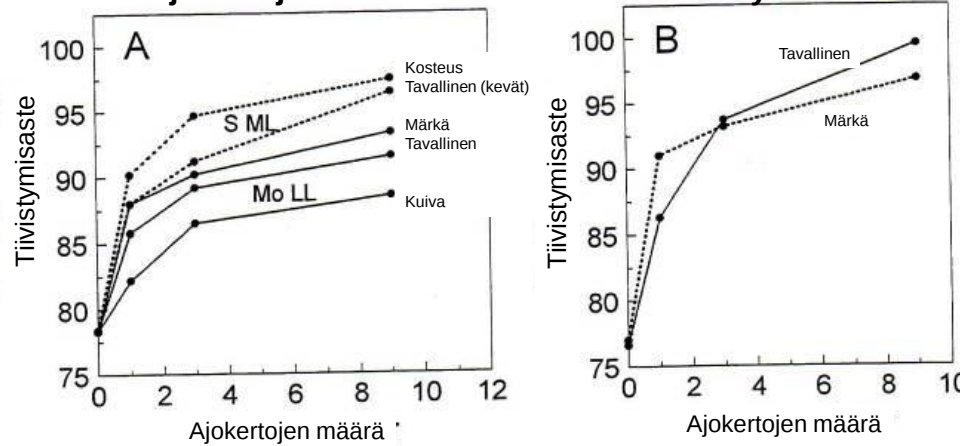
compression puristus
shearing leikkaus
kneading tahtaantuminen



Mitä eroa kuormittajana:
Vedettävä pyörä
Vetävä pyörä

Dia: ©Laura Alakukku, HY

Ajokertojen määrän vaikutus maan tiiveyteen



Ruokamultakerroksen tiveysaste keväällä kylvöaikaan: syyskynnetty maa
 S = jäykkä savi, ML = kevyt sati, Mo LL = moreeni savi
 A Traktori (4000 kg, taka-akseli 3000 kg, rengaspaine 110 kPa) (Ljungars 1977)

B Moreenisavi 9900 kg rengaskuorma, 250 kPa rengaspaine (Etana 1995)

Dia: ©Laura Alakukku, HY

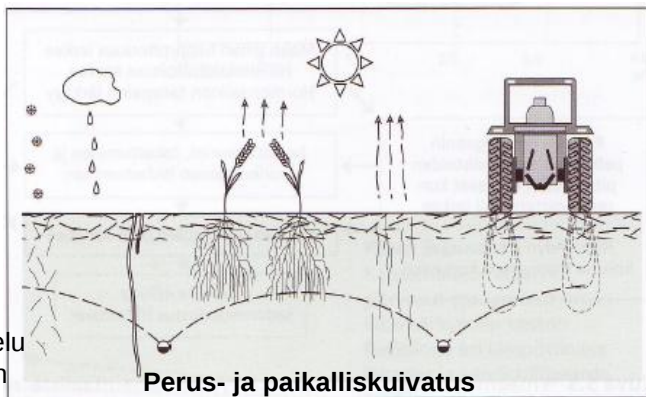


Viljelytoimet vaikuttavat maahan à valinnat ja päätöksenteko niiden yhteydessä

Viljelykierto
 Kasvinvuorotus

Kalkitus
 Lannoitus
 Maan-
 parannus-
 aineet

Kasvinsuojelu
 mekaaninen
 torjunta-aineet



Muokkaus
 menetelmä
 syvyys
 Peltoliikenne
 tiivistäminen
 hiertäminen
 Töiden ajoitus,
 suunnittelu

Suorat ja välilliset vaikutukset

Paikkojen välillä vaihtelua: maalaji, topografia, sääolot

Aika: välittömät, lyhyt- tai pitkäaikaiset vaikutukset

Dia: ©Laura Alakukku, HY



Ajouria (ei muokkausta)
 à Kasvuunlähdon epätasaisuus
 à Epätasainen pinta
 à Tiivistyminen
 à Urat keräävät vettä

à Juuriston käyttö tukiverkkona
 (mm. eloperäiset maat)

-Lohkokoko
 -peruslohkon keskikoko 2,3 ha
 -päisteajo
 -liittymien määrä tieltä
 -peltoliikenteen suunnittelu

-Lohkojen muoto
 -päisteajo
 -päällekkäin ajo (ajo-opastimen käyttö)
 -työn sujuminen

Dia: ©Laura Alakukku, HY

Miten vähentää peltoliikennettä maan ollessa märkää? Aikaikkunan tehokas hyödyntäminen

Töiden suunnittelu

à pelto- ja tieajon ajoitus

à lannan levitys: etäsäiliöt

à peltoajo kapeassa
aikaikkunassa

à tieajo esim. talvella

à urakoitsija

à eri kalusto tiellä ja pellolla

à sadonkorjuu

à Menetelmien valinta

à lannan separointi/fraktiointi

à lannoitearvon nosto

à levitysmäärä/ha

à ajon vähentäminen

à lannan syöttöletkulevitys

à Korjuu-kuljetus-jatkokäsittely –ketjun toimivuus

à Liikenteen järjestely suurilla lohkoilla



Dia: ©Laura Alakukku, HY

Syväkuohkeutus – koottua tietoa ulkomailta

-kuohkeutuksen tulosta arvioitu sadon perusteella

Lähde Schneider ym. 2017. Soil & Tillage Research 174, 193-204

.8

Tiivistämisen välttäminen – tietoa maan tilasta, tiedon käyttö päätöksenteossa



Dia: ©Laura Alakukku, HY

Tiedon hallinta maan rakenteen hoidossa

Tarvitaan systeemiratkaisuja:

-Teknologisten keinojen tuottaminen ja soveltaminen

à monipuolisen tiedon yhdistämistä

à mittaus tuottaa tietoa, vasta tiedon hyödyntäminen tuottaa taloudellista tulosta mittausteknologian

à onnistuminen edellyttää kokonaisuuden hallintaa

Maan kasvukunnon ylläpito pitkäjännitteistä toimintaa

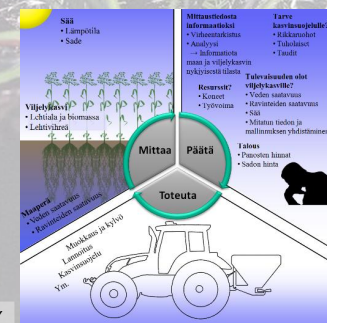
-Osa viljelyn strategista suunnittelua

-Mukana kaikessa operatiivisessa suunnittelussa

-Maan rakenteen voi pilata nopeasti väärillä valinnoilla

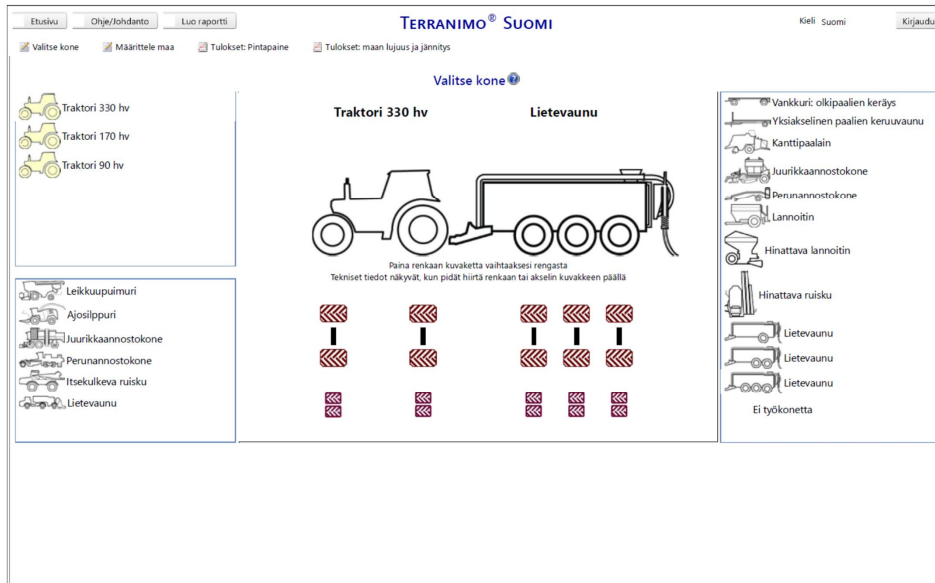
-esim. tiivistyminen

-Rakenteen korjaaminen vaatii pitkäjännitteisyyttä



Dia: ©Laura Alakukku, HY

Terranimo – kone-maa à jännitys <> maan lujuus



<http://www.terranimo.dk/>

<https://www.terranimo.world/SE/default.aspx?language=en>

Yhteenvedo: maan rakenteen hoito ja ylläpito – tavoitteet ja toimet

Rakenteen muodostumiseen ja ylläpitoon vaikuttavat maan omat prosessit, mutta myös viljelyssä tehdyt perusparannukset ja vuosittaiset viljelytoimenpiteet.

Maan prosessit

Biologinen toiminta

- Lierot ja juuret huokoistavat ja murustavat maata. Tätä kutsutaan biologiseksi muokkaukseksi
- Mikrobit toiminta parantaa murujen kestävyyttä
- Edellytys kevennettäessä muokkausta

Fysikaaliset tekijät

- Kosteusvaihtelut haakeilutavat ja murustavat savimaita
- Rouda

Kemialliset tekijät

- Maan kationikoostumus
- Maaveden ioniväkevyyden nosto edesauttaa savimaan murujen muodostumista ja parantaa niiden kestävyyttä

Viljelytoimenpiteet

Viljelykierto

- Syväjuuriset ja monivuotiset kasvit
- Orgaanisen aineksen kertyminen
- Kasvipöite

Rehevä kasvusto

- Ottaa tehokkaasti ravinteita ja jättää maahan orgaanista ainesta
- Kuivattaa maata, jolloin savimaa haikoilee



Muru- ja huokosrakenteen kestävyys

- Estää kietymistä, kuoretumista ja eroosiota
- Vähentää veden lätkäilyä, pinta-valuntaa ja maan tiivistymistä

Hyvä vedenläpäisevyys

- Veden nopea imeytyminen
- Maan kyky varastoida helposti vettä
- Maan hyvä vedenjohtavuus
- Vähentää lätkäilyä ja pinta-valuntaa sekä lisää salaajavaluntaa

Muokkaus

- Maan pinnan painannevarasto ja muokauskerroksen vedenvarastoitukyky suurenevät ainakin hetkellisesti
- Kuohkeuttaa tiivistynyttä maata
- Luovuttaessa kynnöstä maan pintakerrokseen kertyy orgaanista ainesta, mikä parantaa murujen vedenkestävyyttä
- Muokkauksen vähentämisen edellytykset: läpäisevä rakenne, toimiva ojitus, biologinen muokaus korvaa mekaanisen, tiivistymisen ehkäisy

Maan tiivistymisen ehkäisy

- Huokosrakenne säilyy läpäisevänä
- Vähentää muokkaustarvetta

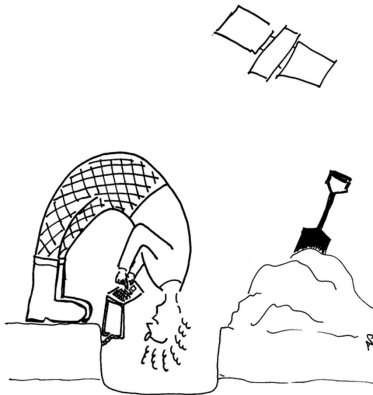
Perusparannukset

Kalkitus

- Kasvien kasvu
- Maan biologinen toiminta, mururakenne
- Maanesteen ioniväkevyyden nosto edesauttaa savimaan murujen muodostumista ja parantaa niiden kestävyyttä

Toimiva ojitus

- Tyhjentää nopeasti makrohuokoset ja vähentää märkyiden haittoja
- Kasvien kasvu ja ravinteidenotto sekä maan luontaiset prosessit hyötyvät
- Tiivistymisen riski vähenee
- Kevennetyt muokkauksen edellytykset



Kiitos!

Kuva: Ansa Palojarvi, MTT

, Tieto tuottamaan 143