Maan kasvukunnon korjaaminen

Agronomi Juuso Joona, Tyynelän tila, Joutseno

Syksy 2014

Sisältö

- Satoa rajoittavat tekijät
- Maan rakenteen merkitys
- Kasvukunnon korjaaminen – keinot ja kokemukset
  - Biologiset
  - Kemialliset
  - Mekaaniset

Satoa rajoittavat tekijät

- Heikko vesi- ja ilmatalous, alhainen pH
- Heikko rakenne = tiivistymät, hienojakoisuus, massiivisuus
- Vähäinen eloperäinen aines ja pieneliötoiminta
- Hivenravinteiden puutokset

Satoa rajoittavat tekijät

- Heikko vesi- ja ilmatalous, alhainen pH
- Heikko rakenne = tiivistymät, hienojakoisuus, massiivisuus
- Vähäinen eloperäinen aines ja pieneliötoiminta
- Hivenravinteiden puutokset

= heikko kasvukunto, satokasvien huono kilpailukyky

→rikka- ja tautiongelmat, heikko ravinteiden saatavuus ja hyötysuhde, päästöt

Satoa rajoittavat tekijät

- Heikko vesi- ja ilmatalous, alhainen pH
- Heikko rakenne = tiivistymät, hienojakoisuus, massiivisuus
- Vähäinen eloperäinen aines ja pieneliötoiminta
- Hivenravinteiden puutokset

= heikko kasvukunto, satokasvien huono kilpailukyky

→rikka- ja tautiongelmat, heikko ravinteiden saatavuus ja hyötysuhde, päästöt

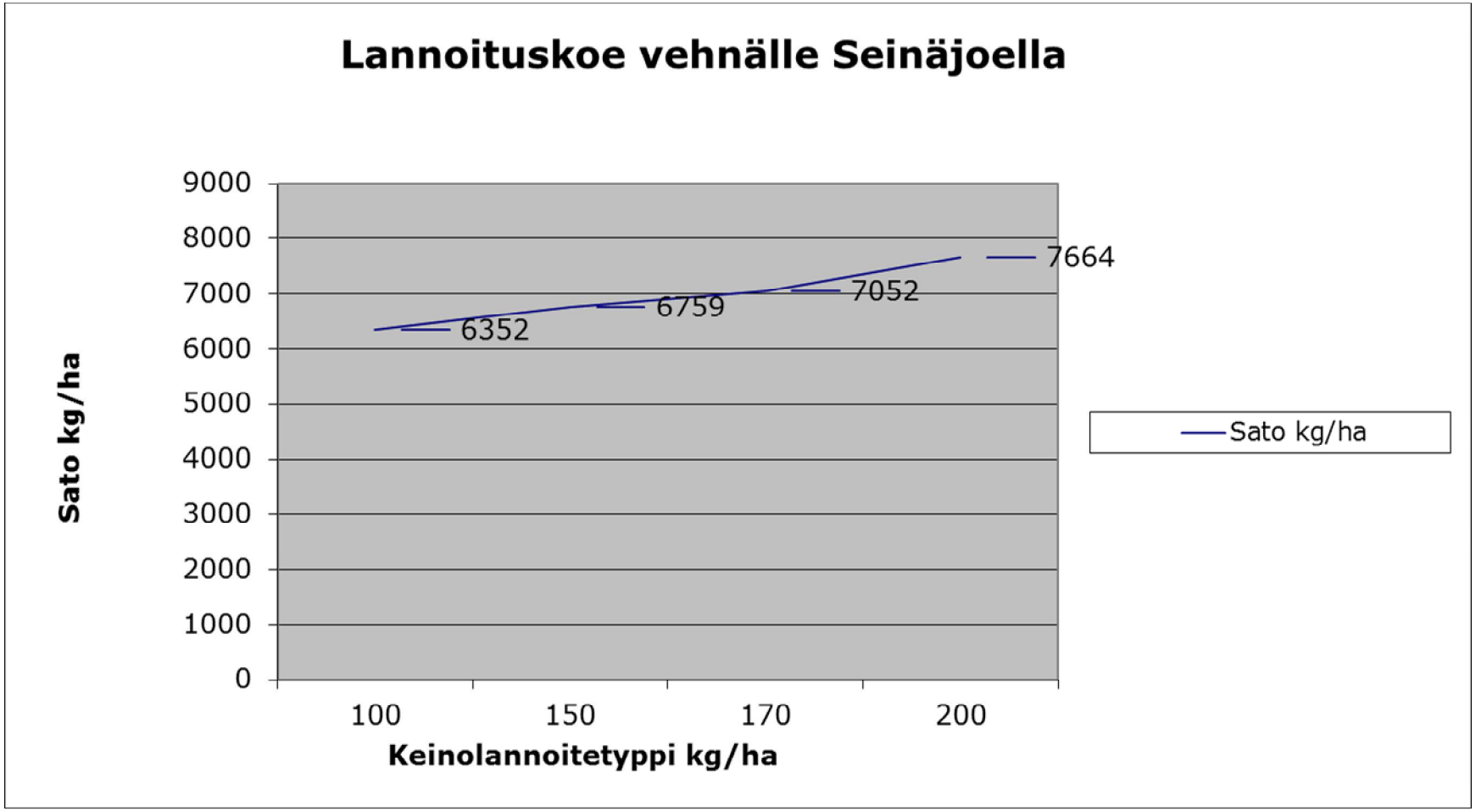
- Tulee puuttua ongelmien perimmäisiin syihin ja korjata heikot lenkit yksi kerrallaan

Minimitekijälaki

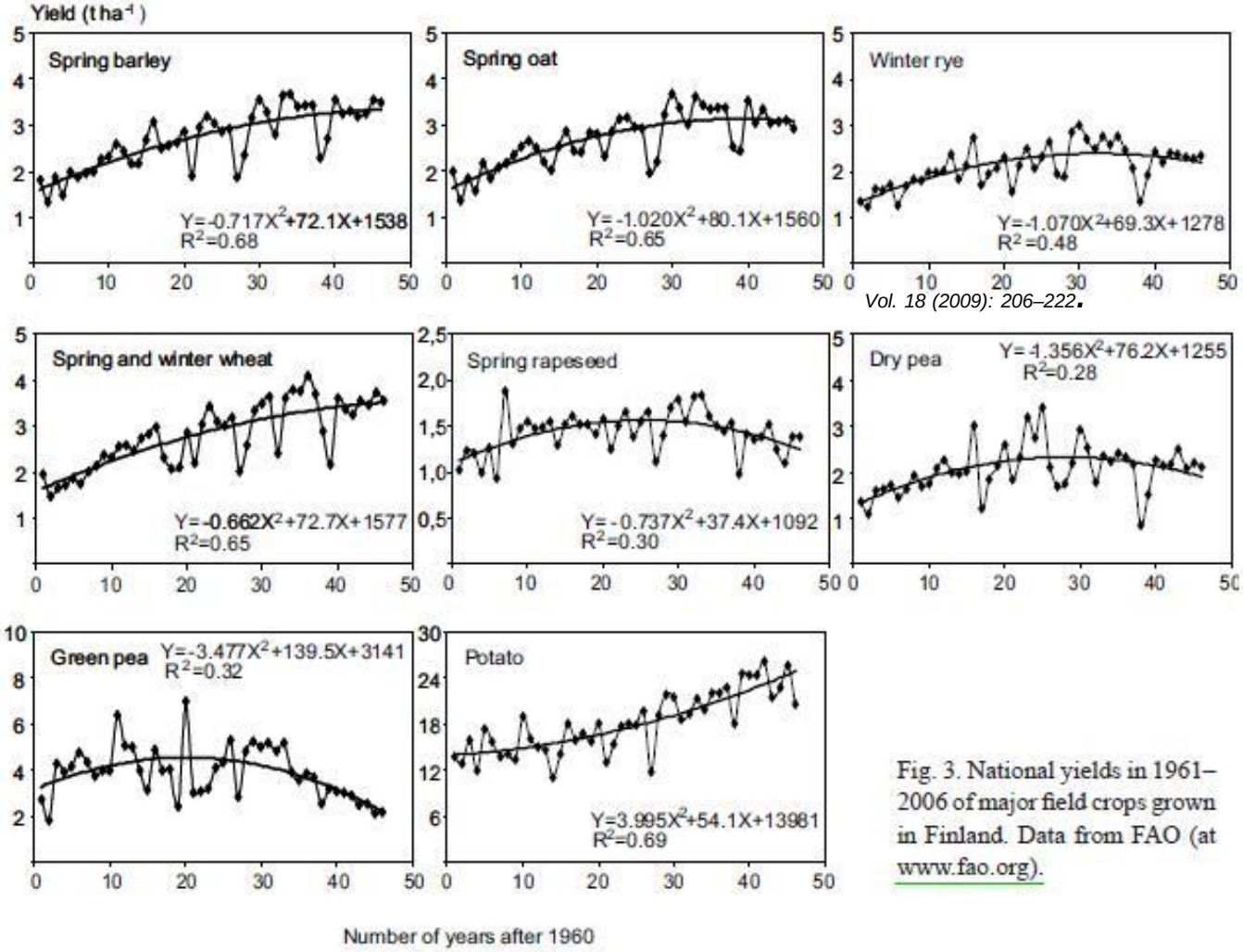
Minimitekijälaki

- Mieti omalta tilalta kolme eniten satoa rajoittavaa tekijää?

Vähenevän lisätuoton laki



Peltonen-Sainio, P. et al. Increases in variablity of field crops



Vol. 18 (2009): 206–222.

Fig. 3. National yields in 1961–2006 of major field crops grown in Finland. Data from FAO (at www.fao.org).

Maaperän hiili vähenee Suomen peltomailla

Teema

Maaseudun tiede 1/2013

Suomen peltomaiden hiilivarasto on vähentynyt, osoittaa Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT:n 35-vuotinen seurantatutkimus. Kehityssuunta on epäedullinen sekä ilmaston, kestävän ruuantuotannon että ympäristön kannalta. Maaperän hiilen karkaamista voidaan hidastaa viljelytoimenpiteillä.

Viljelymenetelmistä riippuen maatalousmaat voivat toimia hiilinieluina tai -lähteinä. Hiili on pääasiassa peräisin maan eloperäisestä aineksesta, joka myös ylläpitää maan viljavuutta ja ruuantuotannon edellytyksiä.

Maailmanlaajuisesti maaperään on varastoitunut hiiltä enemmän kuin kasvillisuuteen ja ilmakehään yhteensä. Pienilläkin maaperän hiilivarastomuutoksilla voi siten olla suuri vaikutus ilmakehän hiilidioksidipitoisuuteen ja ilmaston lämpenemiseen. Osa maaperän hiilestä kulkeutuu vesistöihin veteen liuenneina yhdisteinä ja humuksena.

HIILTÄ HÄVIÄÄ KYMMENIÄ KUORMA-AUTOLLISIA PÄIVÄSSÄ

MTT on tarkastellut peltomaiden hiilipitoisuudessa tapahtuvia muutoksia valtakunnallisessa seurantaverkostossa vuosina 1974, 1987, 1998 ja 2009. Tällä hetkellä verkostoon kuuluu runsaat 600 näytealaa. Koko seurantajakson ajan (1974–2009) maan hiilipitoisuus on laskenut tasaisesti niin kivennäismailla kuin eloperäisilläkin mailla.

Vuoden 2009 aineiston perusteella arvioitiin, että kivennäismailla Suomen peltojen pintaosaan on varastoitunut 117 miljoonaa tonnia hiiltä. Syvempien maakerrosten hiilivarasto on heikosti tunnettu, mutta se lienee 2-3-kertainen maan pintaosaan verrattuna. Kivennäismaiden peltojen kokonaishiilivarasto olisi siten noin 300 miljoonaa tonnia, kun se metsämaissa on 900–1300 ja turvemaissa 5300 miljoonaa tonnia.

Seurantajakson aikana hiilipitoisuus on kivennäismaille sijoittuvilla pelloilla laskenut vuosittain keskimäärin 0,4 prosenttia edellisen vuoden tasosta. Tämä vastaa noin 0,5 miljoonan tonnin vuotuista vähenemää hiilen kokonaismäärässä. Se on merkittävä määrä esimerkiksi suhteessa teollisuuden kokonaispäästöihin, jotka vuonna 2010 olivat hiileksi muutettuna noin 17 miljoonaa tonnia.

Vuosittaisen muutoksen suuruutta havainnollistaa se, että puhtaaksi hiileksi muunnettuna yhteenlaskettu vähenemä kivennäismailta vastaa arviolta 46 kuorma-autolastillista hiiltä vuoden jokaisena päivänä.

Eloperäisillä multa- ja turvemailla hiilipitoisuus on laskenut keskimäärin 0,2-0,3 prosenttia vuosittain. Vaikka hiilipitoisuuden muutos on suhteellisesti pienempi eloperäisillä mailla kuin kivennäismailla, määrällisesti hiiltä vapautuu huomattavasti enemmän eloperäisiltä mailta johtuen niiden suuresta hiilivarastosta. Valtaosa maatalouden hiilidioksidipäästöistä johtuukin eloperäisten maiden viljelystä.

VILJELYTOIMET VAIKUTTAVAT VÄHENEMÄÄN

Maataloudessa viimeisten vuosikymmenten aikana tapahtuneet suuret muutokset, siirtyminen lisääntyvästi yksivuotisten kasvien viljelyyn ja viljelykierron yksipuolistuminen, ovat osaltaan vähentäneet maaperän hiilivarastoja.

Viljelytoimissa tapahtuneet muutokset eivät kuitenkaan voi yksin selittää hiilen määrän laskua. Hiilen vähenemisnopeus on nimittäin samansuuruista eri osissa Suomea riippumatta siitä, että alueet poikkeavat toisistaan huomattavasti maataloustuotannon osalta. Tämä viittaisi siihen, että ilmaston lämpeneminen lisää eloperäisen aineksen hajotusta tai että aikoinaan metsistä raivatut pellot edelleen menettävät metsien kerryttämää hiiltä.

Hiilivarastojen väheneminen on huolestuttavaa sekä ilmaston, kestävän ruuantuotannon, että ympäristövaikutusten kannalta. Kehityssuunta on vastakkainen maatalouden luonnonvarojen hoidon strategiassa asetetulle tavoitteelle viljelymaan humuksen lisäämisestä.

Viljelytoimenpiteillä voidaan jossain määrin vaikuttaa hiilen sitoutumiseen maahan. Viljelykierrolla, maan pitämisellä kasvipeitteisenä ympäri vuoden, eroosion ehkäisemisellä esimerkiksi suojavyöhykkeiden avulla ja maanmuokkauksen keventämisellä on osoitettu olevan suotuinen vaikutus maan eloperäisen aineen ylläpidossa. Tutkimustulosten valossa näiden keinojen laajempi käyttöönotto vaikuttaa entistä ajankohtaisemmalta.

Jaakko Heikkinen, Elise Ketoja,
Visa Nuutinen ja Kristiina Regina, MTT

Lisätietoja:
tutkija Jaakko Heikkinen,
jaakko.heikkinen@mtt.fi,
029 5311 7194

Maan rakenteen merkitys

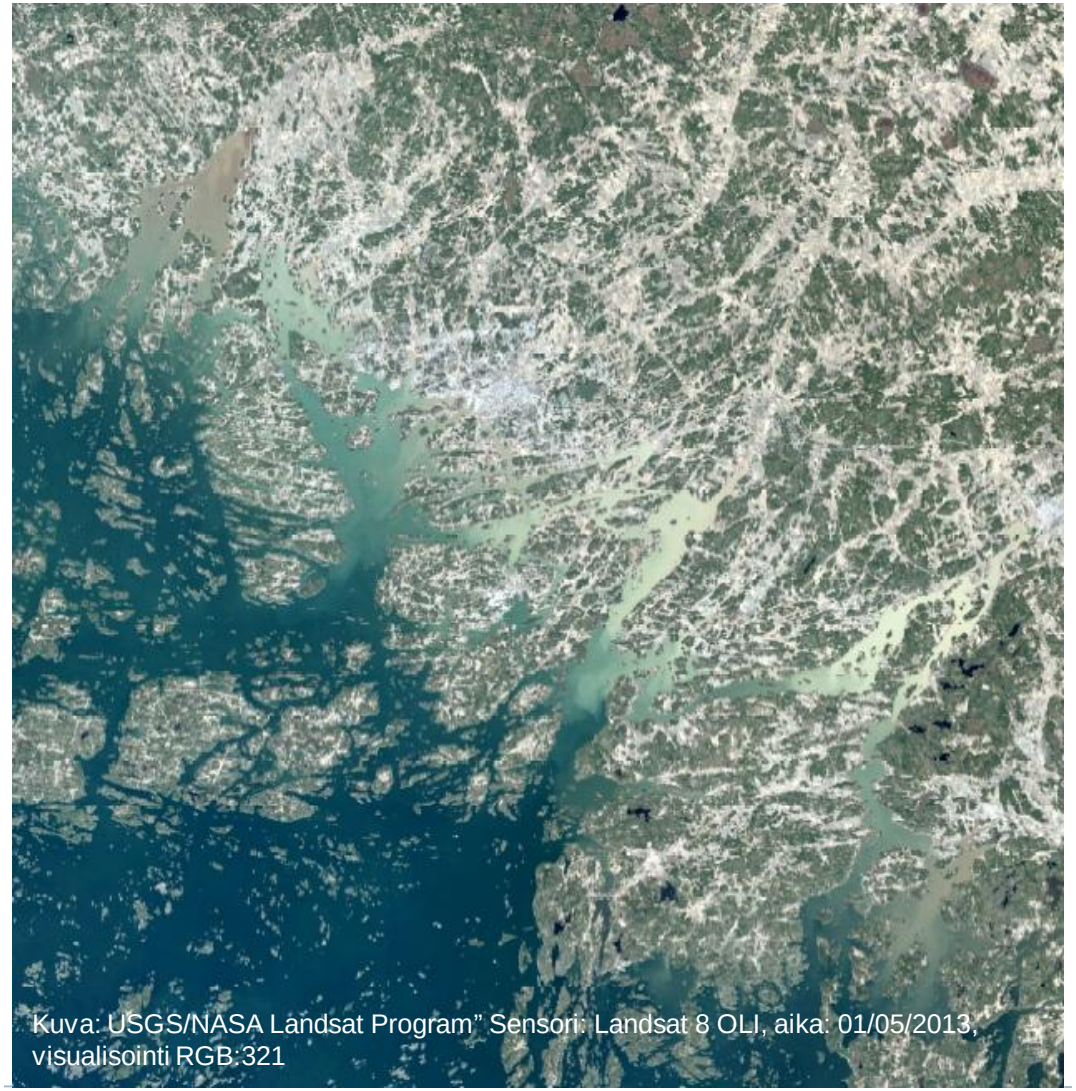
- Hyvärakenteinen maa on mm. helposti muokkautuvaa, sisältää runsaasti pieneliöitä, toimii ravinnepankkina, läpäisee ja pidättää vettä hyvin eikä kuoretu ja liety
- Maan hyvä rakenne ehkäisee pintavaluntaa ja eroosiota
- Korkea kationinvaihtokapasiteetti ja emästasapaino pidättävät ravinteita

Maan rakenteen merkitys

Hyvärakenteisella maalla on puskurikykyä ääreviä olosuhteita vastaan

Ilmastonmuutos lisää ääreviä sääoloja

Saaristomeri vappuna 2013



Maanparannuksen tarve

Kasvukunnon korjaaminen - keinot

- Vesitaloudesta huolehtiminen, tiivistämisen välttäminen, pH
- Monipuolinen viljelykierto, viherlannoitusnurmet, aluskasvit
- Muokkauksen keventäminen, viljelytoimien oikea ajoitus
- Eloperäiset lannoite- ja maanparannusaineet
- Hivenlannoitus
- Biologis-mekaaninen syväkuohkeutus

Viljelykierto

- Monipuolinen viljelykierto
  - Monivuotisia ja syväjuurisia kasveja
  - Viherlannoitusnurmia, typensitojia
  - Aluskasveja

Viljelykierto

- Korjausvaiheen viljelykierto Tyynelässä:
  - Mahdollisimman tiivis, kilpailukykyinen ja vaatimaton
  - 1., 2. Saneerausnurmi+maanparannuskuitu+syväkuohk.

    3. Syysruis/syysrypsi+aluskasvi

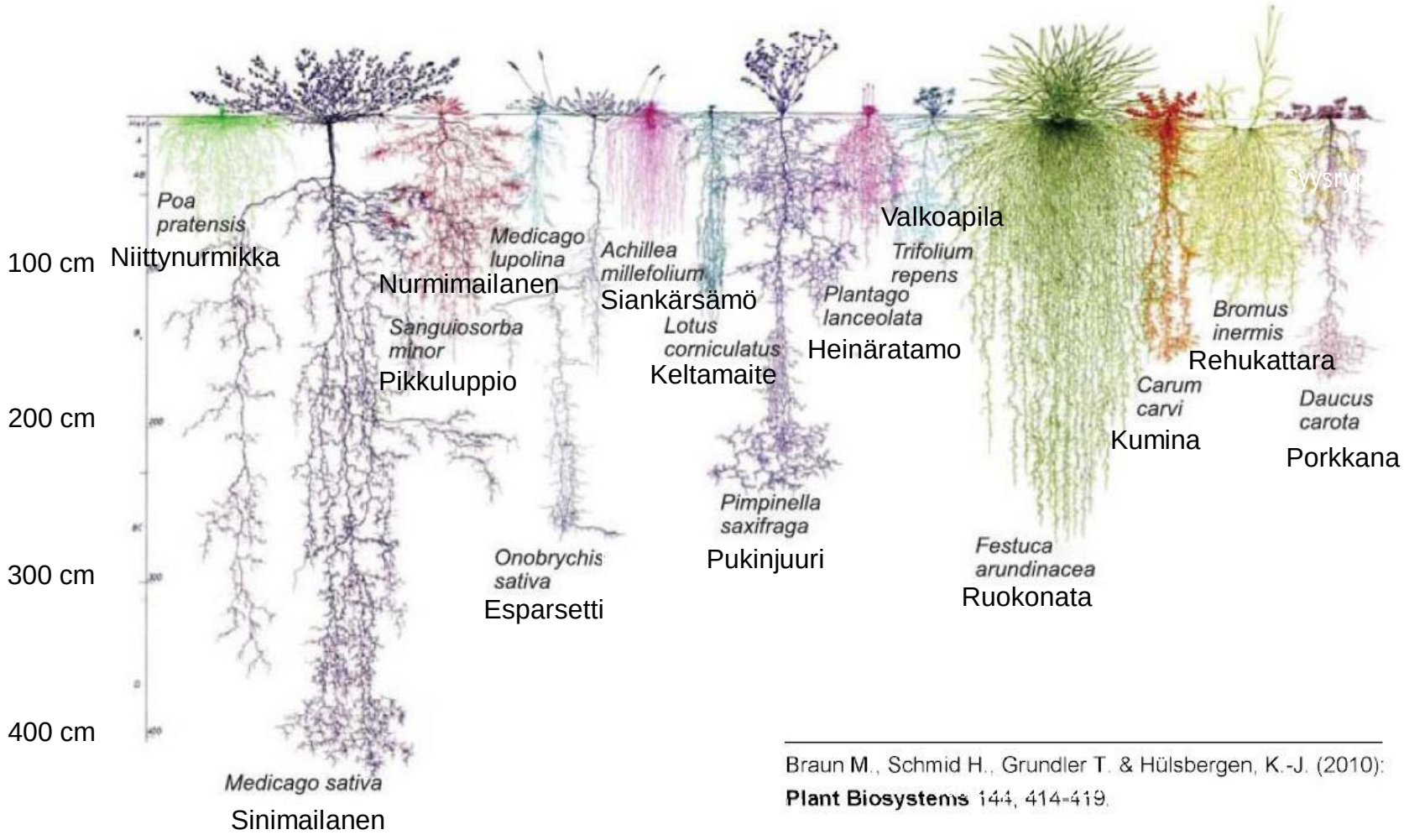
    4. Härkäpapu/herne+aluskasvi+biohiilituhka

    5. Kaura/tattari/hamppu+aluskasvi
- Saneerausnurmiseos/ha: ruokonata 10 kg, sinimailanen 5-15 kg/puna-apila 3-6 kg, valkoapila 1 kg
  - Huom! Sinimailanen ja puna-apila sopivat huonosti yhteen, seos voisi olla monipuolisempikin

Viljelykierto

- Tuotantovaiheen viljelykierto Tyynelässä(alk. 2015):
  1. Viherlannoitusseos: valkomesikkä, raiheinä, apilat+ maanparannuskuitu
  2. Syysöljykasvi + aluskasvi
  3. Syysruis + lanta/komposti/ravinnekuitu+ aluskasvi
  4. Härkäpapu/herne + aluskasvi + biohiilituhka(hiiltä ja hivenravinteita)
  5. Kaura/tattari/hamppu tms. + uusi viherlannoitus aluskylvönä
- Huom! Kierto maksimoi ympäristötuet ensi kaudella

Eri kasvien juuret



Braun M., Schmid H., Grundler T. & Hülsbergen, K.-J. (2010): **Plant Biosystems** 144, 414-419.

Ruokonata

- Ensimmäisen vuoden kasvusto aluskasviksi kylvettynä

Ruokonata ja sinimailanen

Valkomesikkä

Ensimmäisen vuoden kasvusto aluskasviksi kylvettynä

Valkomesikkä

Valkomesikkä

- Murskaus toisen vuoden heinäkuussa
- Maanpäällinen massa 45 t/ha, pääjuuret 5 t/ha
- N 250 kg/ha, P 27 kg/ha, K 246 kg/ha, Ca 97 kg/ha, Mg 22 kg/ha

Viherlannoitusnurmi (VLN)

- Torjuu kilpailulla rikkoja, vähentää tautipainetta, kerää typpeä, lisää eloperäistä ainesta, juuret parantaa maata, rikastaa ravinteita syvältä maan pintakerrokseen
- Perustetaan aluskasviksi
- Niitto 2–3 kertaa kesässä, ennen kukintaa
- Hyvää aikaa perusparannuksille

Viherlannoitusnurmi (VLN)

- Tarvittaessa täydennyskylvö hangelle, heti keväällä tai 1.:n niiton yhteydessä
- Ensimmäinen niitto toukokuun lopussa
- Niitot n. 10 senttiin nopean jälleenkasvun vuoksi
- Ennen lopetusta murskaus matalaan

Nurmen lopettaminen kultivaattorilla

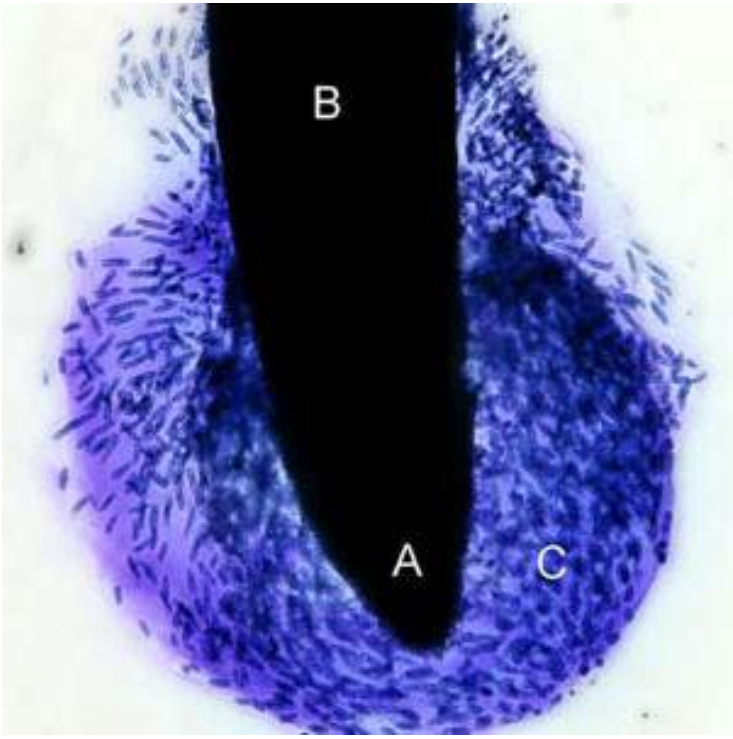
- 1. ajo läpileikkaavalla kultivaattorilla matalaan(5 cm)→ 2-3 viikon pikakesanto → 2. ajo kultivaattorilla tai lautasmuokkaimella→ 2 vko:n päästä syyskasvin kylvö
  - Tehokkain kemiaton keino torjua kestorikkoja

Jatkuva kasvipeitteisyys

- Kultivoitu aluskasvi-valkoapila lokakuun lopulla
- Kilpailee, sitoo ravinteita, ehkäisee eroosiota

Jatkuva kasvipeitteisyys

- Juurieritteet(sinisellä) ruokkivat mikrobeja, jotka ylläpitävät maan rakennetta ja ravinteiden vapautumista kasveille



Jones et al. 2009. Carbon flow in the rhizosphere: carbon trading at the soil–root interface

Jatkuva kasvipeitteisyys

- Muokkausretikka – tillage radish
- Kylvö elokuussa

Jatkuva kasvipeitteisyys

- Muokkausretikka – tillage radish
- Kylvö elokuussa

Jatkuva kasvipeitteisyys

- Puintitappiot ja kevytmuokkaus

Jatkuva kasvipeitteisyys

- Puintitappiot ja kevytmuokkaus

Eloperäinen lannoitus

Eloperäiset maanparannusaineet

- Maanparannuksen kannalta merkittäviä ominaisuuksia:
  - Hiili-typpi –suhde (C/N)
  - Vakaus, kypsyys
  - Orgaanisen hiilen määrä
  - Orgaanisen hiilen laatu

→ eloperäisen aineksen pysyvyys

- Maanparannusvaikutus kestää niin pitkään ennen kuin eloperäinen aines on hajonnut
- Korvaa lannoituksen jakamisen
  - Ravinteita vapautuu hitaasti koko kasvukauden ajan
  - Sadonkorjuun jälkeen kerääjäkasvit pidättävät

Maanparannuskuidut 1/2

- Paperin- ja sellunvalmistuksen sivutuotteita
  - Kierrätyspaperin tuotannon sivutuotteita ei hyödynnetä maataloudessa
- Syntyy Suomessa n. 370 000 t/a kuiva-aineena (ka)
- Kuuluvat lannoitevalmistelain piiriin
- Niukkaravinteisia, osassa myös puuperäisiä ravinteita
- Kuiva-aine 15–50 %, yleensä 20–40 %

Maanparannuskuidut 2/2

- Tarvitsee typpeä hajoamiseensa → soveltuu käytettäväksi lietelantojen kanssa, viherlannoitusnurmille tai päätettäville satonurmille
- Parantaa maan rakennetta, etenkin vedenpidätyskykyä
- Pidättää ravinteita kasveille käyttökelpoiseen muotoon → ehkäisee huuhtoutumista ja haihtumista
- Lisää maan pieneliötoimintaa

Eloperäisen aineksen pysyvyys

- Ruohovartisilla kasveilla eloperäinen aines helposti hajoavaa
  - Humushiiltä esim. viherlannoitusnurmimassassa n. 8 kg/t tuorepainossa (tp), oljessa n. 100 kg/t tp
- Käsittely vaikuttaa
  - Lietelannassa humushiiltä 4–9 kg/t tp
  - Tuoreessa kuivalannassa 30–40 kg/t tp
  - Kuivamädätetyssä lannassa 40–50 kg/t tp
  - Kompostoidussa lannassa 60–100 kg/t tp
- Puuvartisissa kasveissa ligniiniä ja sen sitomaa selluloosaa
  - Maanparannuskuiduissa muutamia kymmeniä vuosia maassa kestävää hiiltä noin puolet kokonaishiilestä → 30–60 kg/t tp

Humustasapaino

- Peruna, juurikasvit -760 … -1300 kg hiiltä/ha/vuosi
- Viljat, öljykasvit -280 … -400 kg hiiltä/ha/vuosi
- Palkoviljat +160 … +240 kg hiiltä/ha/vuosi
- Aluskasvit +200 … +300 kg hiiltä/ha/vuosi
- Nurmet +600 … +800 kg hiiltä/ha/vuosi
- Taustalla lähtöoletuksena tietty maan hiilipitoisuus ja hiilen hajoamisnopeus
- Luvut saksalaisesta lähteestä, tarkoittavat maassa pitkäaikaisesti säilyvää eloperäistä ainesta: VDLUFA 2004. Humusbilanzierung - Methode zur Beurteilung und Bemessung der Humusversorgung von Ackerland. Saatavilla internetistä (14.3.2013): www.vdlufa.de/joomla/Dokumente/Standpunkte/08-humusbilanzierung.pdf

Tyynelän tilan hiilitase 1920→

Viljelykierrot ja eloperäiset lannoitteet

1920-1950	C kg/ha	1951-1987	C kg/ha	1988-2000	C kg/ha	2001-2010	C kg/ha	2011-	C kg/ha
Nurmi	600	Nurmi	600	Ohra	-400	Nurmi	1360	Nurmi	1360
Nurmi	600	Nurmi	600	Vehnä	-400	Vehnä	-400	Maanparannuskuitu 100 t/ha	3000
Nurmi	600	Nurmi	600	Herne	160	Komposti 20 t/ha	1400	Nurmi	1360
Nurmi	600	Ohra	-400	Ruis	-280	Rypsi	-400	Syysöljykasvi	-280
Ruis	-280	Kaura	-400	Kaura	-400	Ohra	-400	Syysvilja	-280
Ohra	-400	1*aluskasvi	200	Rypsi	-400	Kaura	-400	Maanparannuskuitu 30 t/ha	900
1*aluskasvi	200	Lanta 20 t/ha	600,0			1*aluskasvi	200	Härkäpapu	240
Lanta 20 t/ha	600,0							Kaura/Tattari/Hamppu	-280
								4*aluskasvi	800
Yhteensä/kierto	2520,0		1800,0		-1720		1360		6820
Per vuosi	420,0		360,0		-286,7		272,0		1137

Humustasapaino

- Peruna, juurikasvit -760 … -1300 kg hiiltä/ha/vuosi
- Viljat, öljykasvit -280 … -400 kg hiiltä/ha/vuosi
- Palkoviljat +160 … +240 kg hiiltä/ha/vuosi
- Aluskasvit +200 … +300 kg hiiltä/ha/vuosi
- Nurmet +600 … +800 kg hiiltä/ha/vuosi

Luvut saksalaisesta lähteestä, tarkoittavat maassa pitkäaikaisesti säilyvää eloperäistä ainesta: VDLUFA 2004. Humusbilanzierung - Methode zur Beurteilung und Bemessung der Humusversorgung von Ackerland. Saatavilla internetistä (14.3.2013): www.vdlufa.de/joomla/Dokumente/Standpunkte/08-humusbilanzierung.pdf

Eloperäisen aineksen pysyvyys

- Ruohovartisilla kasveilla eloperäinen aines helposti hajoavaa
  - Humushiiltä[1] esim. viherlannoitusnurmimassassa n. 8 kg/t tuorepainossa (tp), oljessa n. 100 kg/t tp
- Käsittely vaikuttaa
  - Lietelannassa humushiiltä 4–9 kg/t tp
  - Tuoreessa kuivalannassa 30–40 kg/t tp
  - Kuivamädätetyssä lannassa 40–50 kg/t tp
  - Kompostoidussa lannassa 60–100 kg/t tp
- Puuvartisissa kasveissa ligniiniä ja sen sitomaa selluloosaa
  - Maanparannuskuiduissa muutamia kymmeniä vuosia maassa kestävää hiiltä noin puolet kokonaishiilestä → 30–60 kg/t tp

Viherlannoitusnurmen tiedot: Brock et al 2008, http://orgprints.org/12077/1/Brock_12077_ed.doc

Humus ja vedenpidätyskyky

- Eloperäisen aineksen nousu 2 %-yksiköllä lähes tuplaa kasveille käyttökelpoisen veden määrän

Table 3. Effect of organic matter (OM) on available water capacity (AWC)

Textural group	OM (PCT BY WEIGHT) 0	1	2	3	4
Sand					
A cm/25cm	1.0	1.5	2.0	2.6	3.2
B pct	0	37.0	54.0	63.0	70.0
Silt loam					
A cm/25cm	2.3	3.2	4.2	5.1	6.0
B pct	0	29.0	45.0	55.0	62.0
Silty clay loam					
A cm/25cm	1.6	2.3	3.0	3.7	4.4
B pct	0	31.0	47.0	57.0	64.0

A = Centimeters of AWC for a 25 cm surface layer
B = Percentage of total AWC attributable to OM

Soil organic matter and available water capacity

Berman D. Hudson

Humus ja vedenpidätyskyky

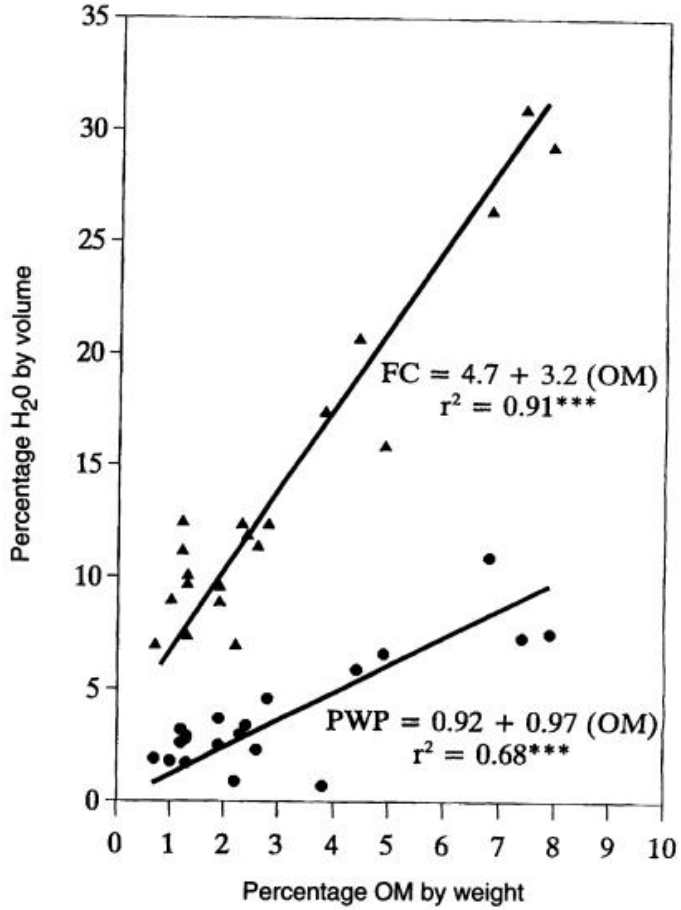


Figure 1. Water content at FC and PWP versus OM content of sand surface horizons.

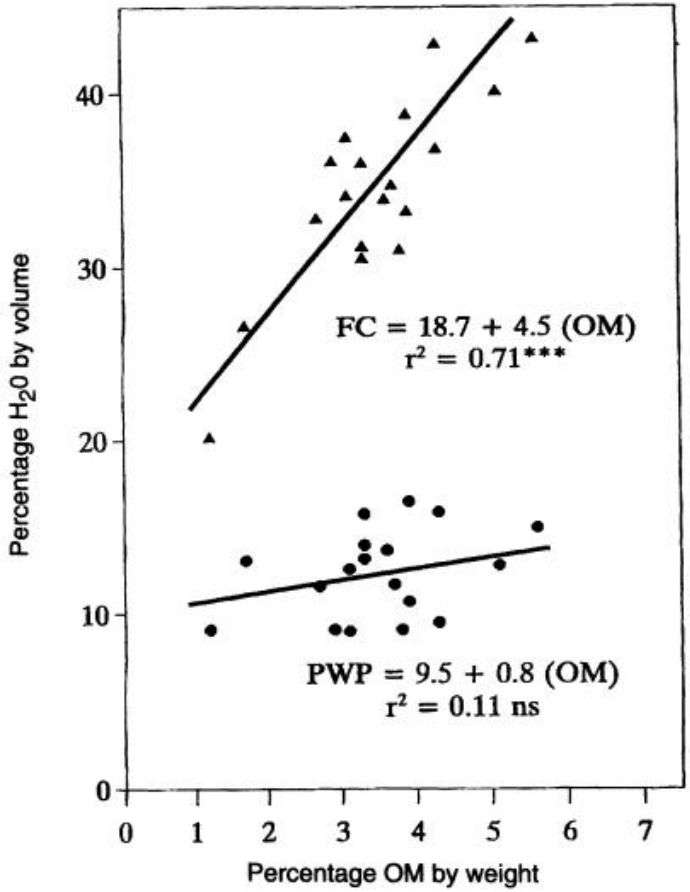


Figure 2. Water content at FC and PWP versus OM content of silt loam surface horizons

Eloperäisen aineksen(OM) lisääminen eri tavoin

	t/ha	ka pit.	t ka OM	t ka/a OM	Humus hiiltä t/a	Yhden %-yks. lisäyksen kesto, vuotta
Aluskasvit, joka vuosi				4	0,2	6
Viherlannoitusnurmi, 2 vuotta viidestä			25	5	0,32	5
Kuivalanta, joka toinen vuosi	30	33	10	5	0,6	5
Maanparannuskuitu, joka vuosi	70	33	23	23	3,5	1
Tilavuuspaino	1,5	t/m3				
Maakerroksen syvyys	0,15	m				
Maan massa	2250	t/ha				
1 %	22,5	t				

- Satokasvien humustasetta ei huomioitu
- Hiiltä noin puolet eloperäisessä aineksessa
- Humushiiltä alle neljäsosa eloperäisessä aineksessa
- Nopeasti hajoava eloperäinen aines ruokkii pieneliöitä ja ravitsee kasveja. 1 % OM 0,25 m:ssa = 1500 kg N/ha

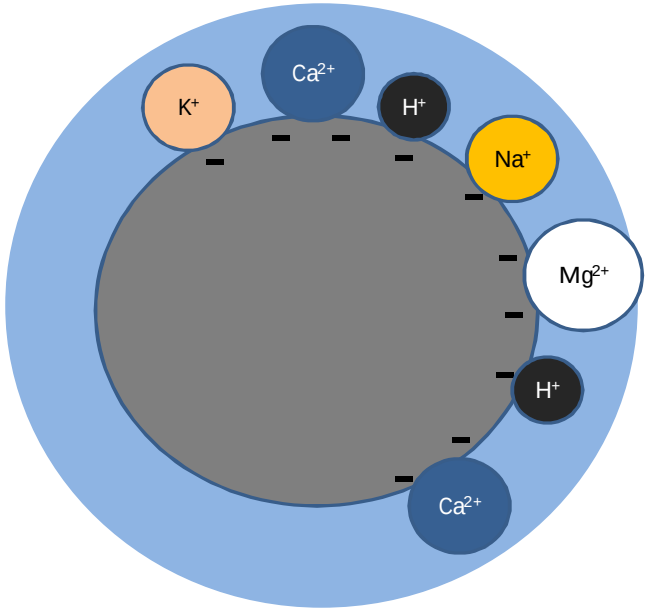
Lisää eloperäistä ainesta!!

- Eri eloperäisen aineksen muodoilla eri tehtävät
- Tärkeintä että eloperäistä ainesta lisätään peltoon

- Kuva: Tuomas Mattila, Kilpiän tila, Pusula

Kationinvaihtokapasiteetti KVK (CEC)

- Kertoo kuinka paljon maa-aineksen pinnoille voi pidättyä positiivisesti varautuneita hiukkasia kuten tiettyjä ravinteita
- Alhainen (<10 cmol/kg) karkeilla kivennäismailla, korkea (20—100 cmol/kg) savilla ja eloperäisillä mailla. Riippuu pH:sta
- Hyvälaatuisessa kompostissa erittäin korkea (>300 cmol/kg)



$$TCEC = \frac{\frac{Ca^{2+}}{200} + \frac{Mg^{2+}}{120} + \frac{K^{+}}{390} + \frac{Na^{+}}{230}}{(100 - H - M)/100}$$

$$H = \begin{cases} 0, & \text{jos pH} > 7 \\ (7\text{-pH}) \times 15, & \text{jos } 6 < \text{pH} < 7 \\ 195 - (30 \times \text{pH}), & \text{jos } 5 < \text{pH} < 6 \end{cases}$$

M = 11,4 - pH

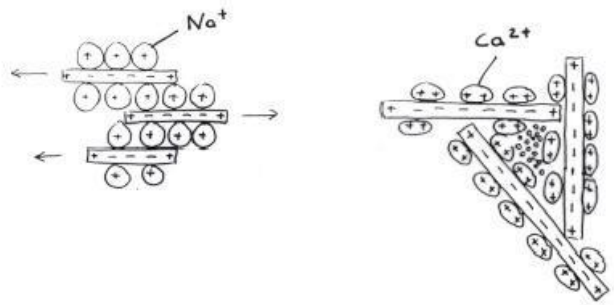
Kuva: Tuomas Mattila

Emäskylläisyysaste (Base saturation)

- Kertoo mitä maan kationinvaihtopinnoille on pidättynyt
- Optimaalinen suhde olisi 70—85 % Ca, 12—18 % Mg, 3—5 % K ja H^+ alle 5 %
- pH:n hallinnalla huolehditaan siitä ettei kationinvaihtopintoja ole tukittu Al, Fe tai H -ioneilla tai vaan mieluummin Ca^{2+}- tai Mg^{2+}-ioneilla, jotka pidättävät ravinteita kasvien käyttöön
- Väärä kationisuhde voi olla maan huonon rakenteen taustalla, etenkin Ca/Mg

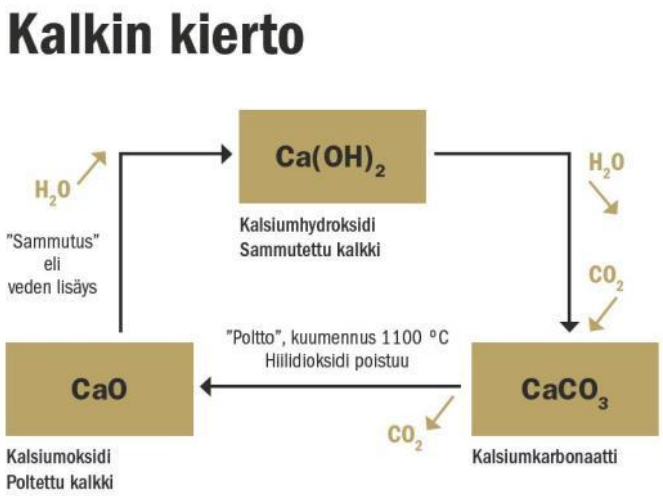
Kalsiumin vaikutus

- Savipartikkelit negatiivisesti varautuneita
- Metalli-ionit ja vesi muodostavat herkästi tiivistyvän rakenteen
- Kationinvaihdon myötä savipartikkelit asemoituvat uudelleen ja syntyy mururakenteita, mikä on nopea reaktio (1-2 h)
- Humus ja pieneliötoiminta liimaavat murut kestäviksi
- Parantaa muokkautuvuutta, kuivumista ja ehkäisee eroosiota
- Liika kalsiumi kovettaa savimaan
- Vapaata kalsiumia rakennekalkeissa, kipsissä ja apatiitissa



Kalkituksen vaikutus

- Kalsiumkarbonaatti $CaCO_3$ muodostaa suurempia muruja
- Perustuu $CaCO_3$:n ja silikaattien uudelleen järjestymiseen → $CaCO_3$ muodostaa siltoja savipartikkelien välille
- Hidas reaktio (n. 1 vuosi)
- pH:n nousu perustuu Ca^{2+}:n ioniin: CO_3^{2-}:n tai OH^- :n, joka pidättää happamoittavia H^+ -ioneja
  - $CaCO_3 + 2\ H^+ = Ca^{2+} + H_2O + CO_2$
  - $CaO + H_2O + 2\ H^+ = Ca^{2+} + 2H_2O$
  - $Ca(OH)_2 + 2\ H^+ = Ca^{2+} + 2H_2O$



Rakennekalkitus 1/2

- Rakennekalkituksella tarkoitetaan kalkitsemista sammuttamattomalla kalkilla (CaO) tai sammutetulla kalkilla ($Ca(OH)_2$) ns. vapaata kalkkia
- Reaktiivisempaa kuin kalkkikivijauhe, kalsiumkarbonaatti ($CaCO_3$)
- Nopeavaikutteisia kalkitusaineita

Rakennekalkitus 2/2

- Muodostaa tehokkaasti mururakenteita →
  $Savi\text{-}2H^+ + CaO \rightarrow Savi\text{-}Ca^{2+} + H_2O$
- Vähentänyt ruotsalaisessa tutkimuksessa P:n huuhtoutumisen yli puoleen
- Vakauttaa savimaan rakennetta
- Nopeuttaa kuivumista keväällä ja parantaa muokkautuvuutta

RaHa-hankkeen sadetuskoe Hyvinkäällä 17.6.2014

Kuva: Noora Lähde

- Rakennekalkitussa koejäsenessä 10 t/ha Tyynelän maanparannus Oy:n rakennekalkkia

RaHa-hankkeen sadetuskoe Hyvinkäällä 17.6.2014

Kuva: Noora Lähde

RaHa-hankkeen sadetuskoe Hyvinkäällä 17.6.2014

Kipsi

- Kalsiumsulfaatti $CaSO_4$
- Hyvä kalsiumin ja rikin lähde
- Tutkimuksissa fosforin huuhtoutuminen vähentynyt
  - Vaikutus ollut kuitenkin lyhytaikainen
- Käyttöä sisävesistöjen läheisyydessä vältettävä
- Entä levitys yhdessä eloperäisen aineksen kanssa?

Maan rakenteen havainnointi

- Tilavuuspaino kuvaa maan rakennetta
- Penetrometrillä löytää tiivistymät
- Kuoppatesti havainnollisin
  - Juurten kasvun havainnointi
- Tärkeää miettiä tiivistymien syitä

Muokkaaminen

- Muokkauksen keventäminen
  - Kasvustotähteiden multaaminen maan pintakerrokseen
  - Kynnön välttäminen etenkin raskailla mailla
  - Kyntäminen tiivistää voimakkaasti jankkoa

Muokkaaminen

- Ajoitus
  - Muokattavan maan tulee koko muokkaussyvyydeltä murustua — ei muovautua
    - Tämä selviää pyörittelemällä maata kämmenten välissä
    - Keväällä ei liian aikaisin muokkaamaan, syksyllä ei liian myöhään
    - Perusmuokkaus välittömästi sadonkorjuun jälkeen

Tiivistymien synty

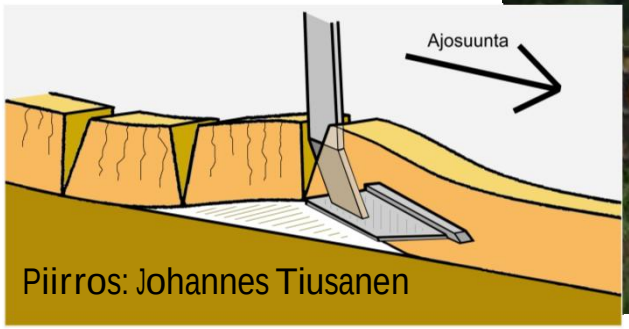
- Maa tiivistynyttä joko luontaisesti tai viljelytoimista
- Pintamaa kuohkeutuu muokkaamalla, syväjuurisilla kasveilla ja routimalla
- Pohjamaan tiivistymät vaikeita
  - Tutkimuksissa 19 t telipaino tiivistänyt 60 cm asti
  - Tiivistymä havaittu 30 vuoden jälkeen

Tiivistymien synty

- Märällä maalla rengaspaine enintään 40 kPa (0,4 bar), 6 t akselipaino kriittinen
- Muokkausantura yleinen, myös luontaisia iskostumia
- ”Maaperän tiivistyminen on kuin syöksykierre, jossa haitalliset tapahtumat seuraavat toisiaan” T. Lötjönen, MTT

Kuva: Lapuan koneasema Oy

Biologis-mekaaninen syväkuohkeutus



Piirros: Johannes Tiusanen

Biologis-mekaaninen syväkuohkeutus

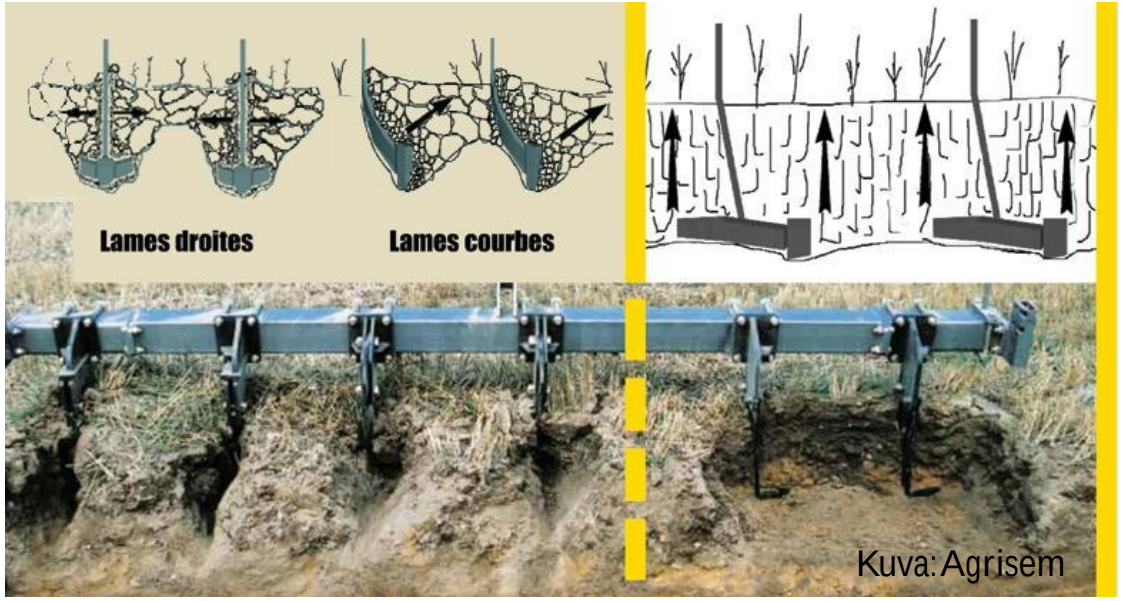
- Päärooliss syväjuuriset kasvit, joita autetaan koneella
- Viherlannoitusnurmi, syysöljykasvi tai syväjuurinen kerääjäkasvi(retikka, sikuri, valkomesikkä)
- Kasvusto säilyy ehjänä ja elpyy nopeasti

Mikä on jankkuri?

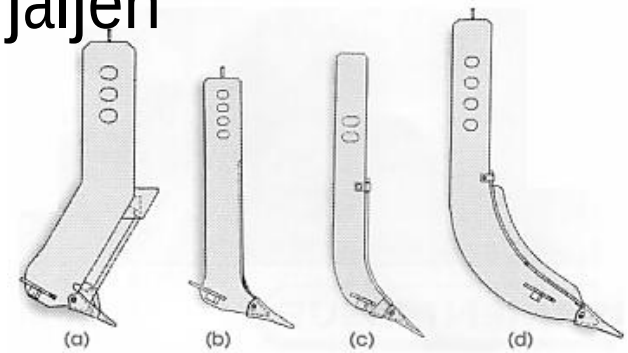
- Jankkurilla kuohkeutetaan, ei muokata
- Tekee uria tai kuohkeuttaa kauttaaltaan
- Terien etäisyys 1,5-2 x työsyvyys
- Vetotehontarve 15-65 kW/terä, keskimäärin n. 30 kW
- Maata murretaan, ei veistetä

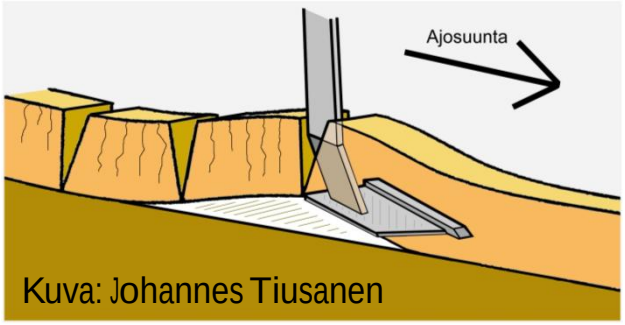
Mikä on jankkuri?

- Tukivarren kallistus ja terän kulma 15°
- Kaareva terä voi nostaa ja sekoittaa maata
- Maan kohoaminen aaltoliikkeenä
- Pakkeri säätää työsyvyyden ja tasaa jäljen



Kuva: Agrisem





Kuva: Johannes Tiusanen

Jankkuroinnin tarve

- Tehdään vain kun tiivistymä erittäin vaikea
  - Muulloin biologinen kuohkeutus turvallisempaa
- Tiivis kerros voi myös olla eduksi lisäten kantavuutta ja estäen pohjamaan tiivistymistä
  - Jos tälläinen kerros ei estä juurten tai veden liikkeitä, ei kannata jankkuroida
- Jos maan tiivistymisen ehkäisyyn ei kiinnitetä huomiota, ei pidä jankkuroida
  - Suuri uudelleen tiivistymisen riski

Jankkuroinnin ajoitus ja tekniikka

- Maan oltava kuivaa, etenkin savella
  - Erityisesti pohjamaassa
- Nurmen oltava hyvässä kasvussa
- Tavoitetyösyvyys 3–5 cm anturan alapuolella
  - Voidaan tehdä myös kahdessa vaiheessa: työsyvyys 1.:llä ajokerralla esim. 17 cm ja toisella 30 cm
- Ajonopeus 3–5 km/h
- Ajosuunta salaojien poikki tai rinnemailla korkeuskäyrien suuntaisesti

Biol.-mek. Syväkuohkeutuksen hyödyt

- Huokoisuus ja juurten laajuus kasvaa
- Veden- ja ravinteiden käytön tehokkuus kasvaa
- Vedenläpäisy paranee, pintavalunta vähenee
- Veden pidättyminen paranee
- Juurten kasvu kerryttää eloperäistä ainesta

Viikko kuohkeutuksen jälkeen

Talven jälkeen

50 mm/vko sateen jälkeen

Syväkuohkeutuksen pääperiaatteet

- Havainnoi maan rakennetta. Jos havaitset vaikean tiivistymän, selvitä, miksi tiivistymä on alun perin syntynyt. Estä tiivistymän syntyminen jatkossa.
- Perusta hyvä viherlannoituskasvusto satokasvin aluskasvustoksi ja huolehdi sen talvehtimisesta, tarvittaessa esimerkiksi ohjaamalla seisova vesi pois painanteista pintaojilla tai myyräojilla.
- Kun nurmi on selvinnyt kevääseen, pidä se matalana ja suorita mekaaninen avustus eli jankkurointi tarkoitukseen hyvin soveltuvalla laitteella kun maa on riittävän kuivaa.
- Toista sama tarvittaessa toisena nurmivuotena tai seuraavalla viherlannoituskierroksella.
- Päätä nurmi syyskasviin, jatka viljelyä mutta älä tiivistä uudestaan. Havainnoi maan rakenteen kehittymistä.
- Jos aiot jatkaa yksipuolista viljelyä, raskaiden (yli 6 t) akselipainojen käyttöä tai märällä pellolla ajoa, älä jankkuroi vaan tyydy kuivuuden ja märkyyden aiheuttamiin haittoihin sekä pienempiin ja vaihtelevampiin satoihin.

Tuotantosidonnaisten tukien mahdollisuudet maan kasvukunnon kannalta

Peltokasvipalkkiot(arviot vuodelle 2015):

- Valkuais- ja öljykasvit 90 eur/ha
- Ruis 70 eur/ha

Ympäristö- ja ilmastokorvauksen mahdollisuudet peltokasvinviljelytiloilla

Muutamia poimintoja(muutokset mahdollisia):

Ravinteiden tasapainoinen käyttö		54 eur/ha
Talviaikainen kasvipeitteisyys	20 %	4 eur/ha
	40 %	18 eur/ha
	60 %	36 eur/ha
	80 %	54 eur/ha
Kerääjäkasvit		100 eur/ha
Ravinteiden ja org. aineksen kierr.		40 eur/ha
Suojavyöhykenurmet		500 eur/ha

- Lähde, ehdot ja lisätiedot: www.mavi.fi

Viljely on kokonaisuuksien hallintaa

- Kokonaisvaltaista, pitkäjänteistä suunnittelua
  - Pohdi satoa, tilan taloutta tai elämänlaatua rajoittavia tekijöitä ja pyri puuttumaan ongelmien perimmäisiin syihin
- Tunnista satoa rajoittavat tekijät
  - Tarkkaile ympäristöä, maata, satoa, juuria sekä taloutta ja hyvinvointia
  - Korjaa ne yksi kerrallaan tasapainoisesti siellä missä hyöty on suurin
  - Matki luontoa, tehosta luonnon omia toimintoja
- Tehkää kokeiluja tiloilla viljelijöiden kesken

Lisämateriaaleja

- www.tyynelantila.fi
- www.luonnonkoneisto.fi
- RAHA - Ravinnehuuhtoumien hallinta http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ravinnehuuhtoumien_hallinta
- JÄRKI - Maatalouden vesiensuojelun ja luonnon monimuotoisuuden järkevää edistämistä http://www.jarki.fi/fi/jarki
- ILMASE - Ilmastonmuutos ja maaseutu http://www.ilmase.fi
- TEHO Plus - Maatalouden vesiensuojelun tehostaminen http://www.ymparisto.fi/tehoplus

Kiitos mielenkiinnostanne!