

# **SAVIMAAN KASVUKUNNON PARANTAMINEN**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Mustiala, Maaseutuelinkeinot  
Kevät 2018  
Juuso Savonen

MUSTIALA  
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma  
Maatilatalous

---

<b>Tekijä</b>	Juuso Savonen	<b>Vuosi</b> 2018
<b>Työn nimi</b>	Savimaan kasvukunnon parantaminen	
<b>Työn ohjaaja/t</b>	Heikki Pietilä	

---

## TIIVISTELMÄ

Ilmastonmuutoksen myötä yleistyneet sääilmiöt ovat asettaneet suuria haasteita maanviljelijöille. Pitkään kestävät sateet, lämpötilojen suuret vaihtelut ja leudot talvet ovat suuria riskejä sadonmuodostukselle ja peltomaan rakenteelle. Varsinkin savimailla talvien huono routatilanne vaikuttaa suuresti niiden muokkautuvuuteen ja viljelykasvien kasvuun.

Varsinais-Suomen saviseutujen viljelijät ovat kertoneet, kuinka viljely on vaikeutunut varsinkin erikoiskasvien kohdalla. Tämä on lisännyt monokulttuuria viljelykierrossa, vähentänyt pelto-ekosysteemin lajistoa ja monimuotoisuutta. Väkilannoitteiden lisääntynyt käyttö on vähentänyt orgaanisten lannoitteiden käyttöä runsaasti, ja karjatalouksien muuttuminen kasvinviljelytiloiksi on vähentänyt lannan käyttöä ja saatavuutta.

Myös maatalouden koneellistuminen suurempiin koneketjuihin on lisännyt märkinä vuosina tiivistymisongelmia, jotka voivat näkyä savimailla kymmenien vuosien ajan. Myös viljelijöiden huono taloudellinen tilanne on vähentänyt pellonkunnostustoimenpiteitä. Piiriojien raivaus, kalkitus ja maalajille tyypillinen lannoitus ovat vähentyneet huonon kannattavuustilanteen johdosta.

Opinnäytetyöni päätavoite on löytää keinoja juuri edellä mainittuihin ongelmiin, tiivistymien rikkomiseen, viljelykierron monipuolistamiseen, peltoekosysteemin lajiston kasvattamiseen ja peltomaan kemiallisen tasapainon löytämiseen. Näitä asioita saadaan tutkimalla muokkauksen eri vaihtoehtoja, lisäämällä viljelykiertoon uusia kasveja, tutkimalla maan rakennetta lähempää kuin koneen hytistä ja tutkailemalla maan viljavuustutkimuksen tuloksia. Olen tehnyt tutkimustyötä omalla kotitilallani, jossa olen lisännyt peltoluonnon monipuolisuutta, rikkonut tiivistymiä ja pohtinut peltomaan kemiallista puolta. Näistä saatuja tuloksia esittelen opinnäytetyössäni käytännön osuutena.

Nykyään kaikki ihmiset maapallolla voivat kertoa, mikä on ilmastonmuutos. Harva kuitenkin tietää mikä siihen on ratkaisu ja mikä sen voisi estää. Mutta maanviljelijä voi ainakin estää sen etenemistä omilla viljelytoimillaan ja ratkaisuillaan. Kasvipeitteisyyden ja hiilensidonnan lisääminen viljelykierron avulla on mainio keino vähentää ilmastopäästöjä ja samalla kasvattaa satotaso.

**Avainsanat** Kerääjäkasvi, mururakenne, aluskasvi, seoskasvusto, kationinvaihtokyky

**Sivut** 52 sivua

MUSTIALA

Degree programme in Agriculture and Rural Industries

Agriculture Option

---

<b>Author</b>	Juuso Savonen	<b>Year</b> 2018
<b>Subject</b>	Improving soil health in clay soils	
<b>Supervisors</b>	Heikki Pietilä	

---

#### ABSTRACT

Changes in weather patterns that have become more common with climate change have become a major concern among farmers. Long-lasting rainfall, high changes in temperatures and mild winters are major risks for crop formation and soil structure. Especially in the case of clay soils, the monoculture situation greatly affects their structure and the growth of crops.

Farmers in the Southwest Finland have reported that crops have become more difficult to grow, especially in the case of special plants, which has increased monocultures in the crop rotation and reduced the differences of the species and diversity of the field ecosystem. Increased use of synthetic fertilizers has reduced the use of organic fertilizers abundantly, and the lowering number of livestock farms has reduced the use and availability of manure.

Larger machinery worsened the compaction problems in wet years, which can be seen in clay soils for decades. Even the poor financial situation of farmers has reduced the basic works of soil conditioning. Drainage fixings, liming and the use of optimal fertilizer to each soil type have been reduced because of the poor profitability of farming.

The main objective of my thesis was to find ways to overcome the above-mentioned problems, compaction layers, low diversification of the crop rotation, darren ecosystem, and finding a fair balance of chemical nutrients. These things can be obtained by studying the different options of tillage, adding new plants to the crop rotation, studying the structure of the soil closer than from the tractor's cabin and exploring the results of the grain cereal survey. I've been doing research in my home farm, where I have added the diversity in the crop rotations, broke the compaction layers and thought about the chemical side of the field. I will present these results in the practical part of my thesis.

Today, all people on Earth can tell what climate change is. However, few people know what the solution is and what could prevent it. The farmer can at least prevent it from advancing with his or her cultivating activities and crop solutions. Increasing vegetative coverage and carbon capture by means of rotation is an excellent way to reduce climate emissions and at the same time increase crop yields.

**Keywords** Cover crop, soil structure, undersown plants, plant mixes, cation exchange capacity.

**Pages** 52 pages

# SISÄLLYS

1. JOHDANTO.....	1
2. MAAPERÄN RAKENNE JA SAVIMAAN RAKENNE .....	2
2.1. Maaperän koostumus.....	2
2.2. Savimaa ja sen rakenne .....	4
Eloperäinen aines .....	5
3. BIOLOGINEN MAAN KASVUKUNTO JA PELTOEKOSYSTEEMIN LAJISTO.....	7
3.1. Kasvit ja juuret .....	7
3.2. Mikrobit ja sienijuuri.....	9
3.3. Lierot.....	11
4. FYSIKAALINEN MAAN KASVUKUNTO.....	12
4.1. Maan vesitalous.....	12
4.2. Maan ilmavuus ja tiivistymät.....	13
Maan mururakenne.....	14
Maan lämpötila.....	14
5. KEMIALLINEN KASVUKUNTO .....	15
5.1. pH-luku ja happamuus.....	15
5.2. Ravinteet.....	16
KVK (=kationinvaihtokyky).....	18
6. MAAN KASVUKUNNON HAVAINNOINNIN KONKREETTISIA MENETELMIÄ JA KÄYTÄNTÖÄ .....	21
6.1. Viljavuusanalyysi ja puutosoireiden seuranta .....	21
6.2. Kuoppatesti ja murukestävyys testi .....	22
Maan ilmatilan hoito ja tiivistymien ehkäisy.....	25
Kuivatus ja ojitus.....	27
Muokkaus ja muokkaustyytit tyypit .....	29
Kasvipeitteisyys ja monimuotoisuus .....	31
7. HIILENSIDONTA OSANA PELTOVILJELYÄ.....	33
7.1. Miten hiilensidonta tapahtuu.....	33
7.2. Miten hiilensidonta vaikuttaa maaperään .....	34
Hiilensidontan havainnointi ja toteutus .....	35
8. KOTIRANNAN TILALLA TEHDYT KÄYTÄNNÖN KOKEET .....	38
8.1. Kerääjäkasvitutkimus.....	38
8.1.1 Kylvö .....	38
8.1.2. Kasvu ja kesä.....	40
8.1.3. Syksy ja sadonkorjuu .....	42
Maan syväkuohkeutus jankkuroimalla .....	45
Talviaikaisen kerääjäkasvin viljelykoe .....	47
9. JOHTOPÄÄTÖKSET .....	48

10. LÄHTEET.....	52
Luken nettisivut <a href="https://www.luke.fi/luke/">https://www.luke.fi/luke/</a> (haettu 5/2017-3/2018).....	52
Luonnonmukainen oppikirja netissä Rajala, Jukka <a href="http://luomu.fi/tietoverkko/luonnonmukainen-maatalous-oppikirja-netissa/">http://luomu.fi/tietoverkko/luonnonmukainen-maatalous-oppikirja-netissa/</a> (haettu 5/2017-3/2018) .....	52
Luomupeltojen rikkakasvien hallinta aluskasvien avulla, Kari Koppelmäki, Hannu Känkänen ja Jukka Salonen <a href="http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/537645/luke-luobio_65_2016.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/537645/luke-</a> luobio_65_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y (haettu 5/2017-3/2018) .....	52
Luonnonkoneisto, <a href="http://luonnonkoneisto.fi/">http://luonnonkoneisto.fi/</a> (haettu 5/2017-3/2018) .....	52
<a href="http://luomu.fi/tietoverkko/wp-content/uploads/sites/5/2012/05/Rajala_J_Maan_eloper_aines_ja_biol_aktiivisuus_Osa_1_130603.pdf">http://luomu.fi/tietoverkko/wp-</a> content/uploads/sites/5/2012/05/Rajala_J_Maan_eloper_aines_ja_biol_aktiivisuus_ Osa_1_130603.pdf (haettu 5/2017-3/2018) .....	52
<a href="http://luomu.fi/tietoverkko/maan-kasvukunto-ja-rakenne/#more-8304">http://luomu.fi/tietoverkko/maan-kasvukunto-ja-rakenne/#more-8304</a> (haettu 5/2017-3/2018) .....	52
Laboraatioanalyysit, Opetushallinto .....	
<a href="http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/laboratorio/ymparistoanalyysit_maanaytteen_multavuus.html">http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/laboratorio/ymparistoanalyysit_</a> maanaytteen_multavuus.html (haettu 5/2017-3/2018) .....	52
Maaosaaja.....	52
<a href="http://www.maanosaja.fi/">http://www.maanosaja.fi/</a> (haettu 5/2017-3/2018).....	52
<a href="https://www.sare.org/Grants">https://www.sare.org/Grants</a> (haettu 5/2017-3/2018).....	54

## 1. JOHDANTO

Ilmastonmuutoksen myötä Suomen peltomaan kasvukunto on koetuksella. Sateiset kesät, liian lyhyt lämpösumma vuosittain ja leudot talvet lisäävät paineita maanviljelijöille. Märkä maa keväisin tiivistää peltoja paljon, minkä vaikutus voi näkyä savimailla vielä vuosikymmenten kuluttua. Tämä voi muodostaa muokkauskerroksen alapuolelle tiivistymän, joka säilyy muuttumattomana useita vuosia, jollei sitä pyritä rikkomaan mekaanisesti tai syväjuuristen kasvien avulla. Tiivistymä estää veden imeytymistä pohjamaahan ja pellolla oleviin salaojiin, joista se virtaisi piiriojiin. Ilmastonmuutoksen myötä hiilensidonnasta on noussut esille. Viljelijä pystyisi omilla viljelytoimenpiteillään maksimoimaan oman tilansa hiilensidonnan ja ravinnekierron.

Myös perkaamattomat reunaajat estävät veden pääsyä pellolta pois. Viliintynyt pajukko ja ojen kasvillisuus heikentävät veden virtausta ojanpohjassa tai voivat jopa estää sen kulkemisen kokonaan. Tämä korostuu varsinkin sateisina vuosina, jolloin liiallisen veden suuntaus ojiin on todella tärkeää. Myös pellon salaojitukselta tulee huolehtia ja sen kuntoa pitää yllä. Vanhat salaojat ovat voineet tukkiutua maa-aineksesta vuosien saatossa tai salaojaan on voinut mennä eläin, joka voi tuhota koko pellon vesitalouden. Siksi koko ojan laskuaukkojen tarkastelu riittävän usein varmistaa maanalaisen ojituksen toimivuuden.

Maatalouskoneet ovat kasvaneet muutaman tonnin painoisista toista kymmentä tonnia painaviksi. Päivässä on saavutettava enemmän kylvettyjä, muokattuja ja puituja hehtaareita, koska tilakoot ovat kasvaneet sieltä 10 hehtaarin karjataloista satojen hehtaarien tiloiksi, jotka ovat erikoistuneet omaan tuotantosuuntaansa. Tämä on tuonut lisää paineita niin maanviljelijöille kuin maan kasvukunnolle. Myös kasvinjalostajat painostavat viljelijöitä uudemmilla lajikkeilla, jotka tuovat lisää satoa, mutta vaativat pidemmän kasvuajan. Tuolloin pelloille mennään liian aikaisin, vaikka vielä tarvitsisi odottaa niiden kuivumista.

Savimailla on suuri ravinteiden varastointikyky savipartikkeleiden pinoilla ja ne ovatkin hyvin viljavaita. Savimaiden tiivistymisherkkyys on maalajeista suurimpia. Maan tiivis rakenne heikentää maan kemiallista toimintaa ja kaasujen vaihtoa. Tämä haittaa maan biologista aktiivisuutta. Se ilmenee vähäisenä lierojen määränä pellossa ja huonona mikrobitoimintana. Tällöin suuri varastoravinnepotentiaali ei pääse oikeuksiinsa ja maa toimii vajaalla teholla. Tämä ilmenee huonoina satoina vuosien perään ja ravinnepuutoksina kasvun aikana. Huono mikrobitoiminta vaikuttaa taas maassa olevien juurien kasvuun ja maan fysikaaliseen rakenteeseen. Maan kasvukuntoon vaikuttavat sen kaikki kolme osatekijää: kemiallinen, fysiologinen ja biologinen kasvutekijä. Hyvässä viljelymaassa pellon kaikki kolme osatekijää ovat hyvässä kunnossa ja viljelijä



pyrkii pitämään huolta siitä, että peltomaan kasvukunto säilyy hyvässä kunnossa tulevillekin sukupolville.

## 2. MAAPERÄN RAKENNE JA SAVIMAAN RAKENNE

### 2.1. Maaperän koostumus

Viljelysmaassa suurin osa elintoiminnoista tapahtuu ensimmäisen 30 cm syvyydellä. Tässä kerroksessa tapahtuu ravinteiden varastoituminen ja mikrobitoiminta ja pieneliötoiminta. Siihen varastoituu kasveille vettä käyttöön ja maahengitys tapahtuu myös tässä 30 cm. (Peltojen kunnostus, Alakukku, Ylihalla, Äijö Mattila, Peltonen, 2017)

Hyvä rakenteinen maa koostuu kiintoaineesta, vedestä ja ilmasta. Kiintoaineen määrä muodostaa n. 50 % osuuden ja 25 % on vettä ja ilmaa molempia. Kiintoaines koostuu kivennäisaineesta ja eloperäisestä aineesta. Eloperäinen osa on n. 5 %. Tämä 5 % koostuu suurimmalta osin maan pinnan 20 cm ruokamultakerroksen eliöstöistä ja sen toiminnasta. Eloperäinen aines koostuu hitaasti hajoavasta orgaanisesta aineesta, maaperäeliöistä ja kasvien juurista. Maaperäeliöt ovat lieroja, sieniä ja sienieliöitä, bakteereja ja erilaisia muita maaperäeliöitä. (peltojen kunnostus, Alakukku 2017)

Maaperäeliöstön elinympäristö sijaitsee pääasiassa maaperän ruokamultakerroksessa. Jokaisella eliöllä on omat elinolonsa ja niillä on omat tehtävänsä maa-ekosysteemissä. Maa koostuu erillisistä kerroksista, jotka luetellaan omiin ryhmiinsä ja niillä on omat tehtävänsä. (peltojen kunnostus, Alakukku 2017)

Maa jaetaan kahteen pääkerrokseen: pintakerrokseen ja pohjamaahan. Pintakerros jaetaan vielä kolmeen erilliseen kerrokseen: katekerros, lahoamiskerros ja humuskerros.

Katekerros koostuu eloperäisestä aineesta, joka lojuu maan pinnalla. Tätä ovat olki, lehdet ja muu biomassa, joka jää maaperän pinnalle. Tämän kerroksen tehtävä on suojata maan pintakerrosta luonnonilmiöitä, kuten tulvilta, kuivuudelta ja tuulelta. Tämä kerros siis suojelee maan rakennetta murtumasta ja sen eliöitä. Se pitää maan viileänä ja suojelee maata liettymästä. Esim. sadepisara iskeytyy maaperään suurella voimalla rikoen maaperän mururakennetta. Mutta jos pintakerroksen biomassa suojelee maata, vesi ei iskeydy paljaaseen maahan, vaan osuu lehtiin ja valuu niitä pitkin maaperään. Biomassa myös suojelee maata kuivuudelta.

Biomassa varjostaa maata, jolloin arvokas kosteus ei haihdu maaperästä kasvien tavoittamattomiin. (peltojen kunnostus, Alakukku 2017)

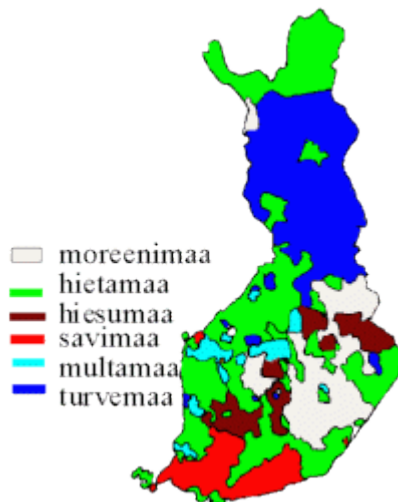
Lahoamiskerros on tärkeä orgaanisen aineksen muodostukselle. Tässä kerroksessa tapahtuu suurin osa maassa olevan biomassan hajoamisesta. Suurin osa tästä kerroksesta koostuukin osittain hajonneista kasvijätteistä. Tässä kerroksessa sijaitsee hajottajasieniä ja -bakteereja. Nämä ovat tärkeitä maan rakennetta ja humusta lujittavia rakenteita varten, sillä ne muodostavat niille tärkeitä lima-aineita. Tällöin muodostuu viljavalle maalle ominaisia pyöreitä muruja, jotka pidättävät hyvin ravinteita ja kestävät paremmin äärisäälimiöitä. (peltojen kunnostus Alakukku 2017)

Multakerros eli humuskerros on suurin pintakerros, jonka suuruus on 10 - 20cm. Tässä kerroksessa sijaitsee suurin osa juuristosta, minkä johdosta maa on hyvin ilmavaa, biologisesti aktiivista ja muruista. Juurten ansiosta tässä kerroksessa tapahtuu suurin osa maan rakenteen muodostuksesta, sillä ne antavat maamikrobeille yhteyttämistuotteita ravinteita vastaan. Samalla maamikrobit erittävät lima-aineita, jotka ylläpitävät maan hyvää mururakennetta. Tässä kerroksessa sijaitsevat myös typensidontaa auttavat mikrobit, jotka palkokasvien avulla sitovat typpeä maaperään ilmasta. Tässä kerroksessa tapahtuu ravinteiden ottoa ja maahiukkasten pinnoilta irtautuu tuolloin ravinnekationeita. (peltojen kunnostus Alakukku 2017)

Pintakerroksien jälkeen tulee pohjamaakerros. Tämä on toiselta nimeltään kivennäismaakerros, koska se koostuu suurimmaksi osaksi rapautuneesta kivennäismaasta. Tämä kerros toimii kasvien ravinne- ja vesivarastona. Kasvien pääjuuret sijaitsevat tässä kerroksessa. Juuret ottavat suurimman osan kasveille käytettävistä pääravinteista, jotka ovat rapautuneet pohjamaakerroksista. Pohjamaan ravinteisuus voi vaihdella eri peltoholkoilla paljon ja maalaji vaikuttaa myös siihen. Pohjamaan biologinen aktiivisuus lisää maasta ravinteiden muodostumista vesiliukoiseen muotoon. Tämä tarkoittaa siis maaperäeliöstön, kuten lierojen, aktiivisuutta pohjamaassa. Lierot kulkevat pintamaan ja pohjamaan väliä syöden samalla eloperäistä kasvijätettä ja muodostavat maamuruja. Myös lierokanavat toimivat maan ilmanvaihtoreikinä, jotka helpottavat hajotustoimintaa syvemmillä maaperässä. Madonreiät toimivat myös maassa veden imeytymiskanavina. Pohjamaakerros sisältää loppumattoman ravinnevaraston, joka sisältää pääravinteiden lisäksi muita ravinteita, kuten alumiinia ja sinkkiä. (Peltojen kunnostus, Alakukku 2017,)

## 2.2. Savimaa ja sen rakenne

Savimaat ovat yksi viljavimpia viljelymaita Suomessa ja maailmalla. Suomessa savipitoisimmat maalajit sijoittuvat Etelä- ja Lounais-Suomen alueille, joista löytyvät myös suurimmat viljelyalueet. Savimaat ovat hyvin runsasravinteisia maita, joilta pystytään saamaan hyviäkin satoja pienellä lannoituksella. Tällaisissa tilanteissa kuitenkin maan rakenteen tulee olla todella hyvässä kunnossa. (Raha-mururakenne infolehtinen.fi )



Kuva 1. Maalajien sijoitus Suomen kartalle (<https://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/ruokaketju-ruuan-matka-pelloilta-poytaan/luonto/maapera/eri-maalajien-viljavuus>)

Savimaitamme ovat hietä-, aito-, hiue- ja hiesusavet ja hiesut. Nämä erilliset savimaat voidaan lajitella omien savespitoisuuksiensa mukaan omiin ryhmiin, ja niiden viljelyominaisuksissakin on eroja. Hietasavet ovat savimaista helpoiten viljeltäviä niiden muokkautuvuuden, ravinnepitoisuuksien ja vedenläpäisykyvyn ansiosta. Aitosavetkin ovat parhaimpia viljelysmaita, jos vain niiden multavuuspitoisuus on suuri ja pellon peruskunnostustoimet kunnossa, esim. ojitus. Aitosavilla savespitoisuus on vähintään 60 %, voi olla jopa 90 % luokkaa. Tällöin maan savespartikkeleiden määrä on niin suuri, että maan viljavuus kärsii saveksen määrästä. Tällöin on erityisen tärkeää lisätä maan eloperäisen aineksen määrää. Savimailla on kuitenkin yhteisiä ominaisuuksia. Ne ovat hyvin jäykkiä muokattavia, niiden ravinteiden pidätyskyky on omaa luokkaansa ja ne läpäisevät huonosti vettä. Salaojitus on savilla erityisen tärkeä hyvän vesitalouden kannalta, jotta vesi läpäisisi maaperän. Vesi itsessään tiivistää maata todella hyvin, jolloin maa painuu kasaan. Tällöin savimaissa pienet savipartikkelit painuvat tiukasti toisiinsa kiinni, jolloin maaperälle tärkeät ilma- ja vesitalous katoavat. Tällöin muodostuu vedestä johtuva tiivistymä. Tällöin maan vesitalous pahenee entisestään ja kaasujen vaihto maaperässä estyy. Kasvit

eivät saa happea ja voivat kuolla sen puutteeseen. Myös hapen puute aiheuttaa ravinnepuutoksia, esim. typpi ilman happea denitrifikoituu ja kuluu veden mukana pellolta pois. Tämän voi huomata kasvuston kellastumisena, varsinkin ohrakasvustosta, joka on herkkä liialle kosteudelle. (Raha-mururakenne infolehtinen.fi )

Savimaiden rakenteelle on erityisen tärkeää, että sillä viljellään syväjuurisia kasveja ja viljelykasvilajiston tulisi olla mahdollisimman monipuolinen. Syväjuuriset kasvit kasvavat syvälle pohjamaahan saakka. Ne ruokkivat maan pieneliöstöä, joka antaa kasveille ravinteita käyttökelpoisessa muodossa. Kasvien juuret myös muokkaavat maata ja tekevät juurikäytäviä maaperään. Tällöin kasvien kuollessa juurikanavat jäävät tyhjiksi muodostaen ilmakäytäviä, jotka parantavat veden johtavuutta ja kaasujenvaihtoa. Myös maan pieneliöstöt käyttävät näitä kanavia hyväkseen. Ne syövät vanhoja kasvien osia ja muodostavat siitä lantaa, joka kasvattaa maan orgaanista ainesta. Orgaaninen aines on savimaille erityisen tärkeä, jotta maamurut pysyvät kunnossa ja maan viljavuus hyvänä. (Raha-mururakenne infolehtinen.fi, www.ruokatieto.fi)

### 2.3 Eloperäinen aines

Maaperän orgaanisen aineksen määrä kuvaa maan multavuuden suuruutta ja maan viljavuutta. Viljava maa muodostuu kolmesta eri osa-alueesta; kiintoaineesta, ilmasta ja vedestä. Maaperästä puolet on kiintoainesta. Tästä kiintoaineesta 5% on eloperäistä ainesta, joka vaikuttaa maan biologiseen, fysikaaliseen ja kemialliseen toimintaan. Maaperän multakerroksessa tapahtuu eloperäisen aineksen hajoaminen kasveille käyttökelpoiseen muotoon. Mikrobit ja pieneliöt syövät eloperäistä ainetta hajottaen sitä pieniksi humuspitoiseksi massaksi, joka kasvattaa maan multavuutta. Humus kuvastaa maan orgaanisen aineksen määrää, jolla määritellään maan multavuus (luomu.fi/tietoverkko)

Maan eloperäinen aine luetaan 3 eri pääluokkaan; tuore eloperäinen aines, maatuva eloperäinen aines ja maatunut aines. Maatunut aines on valmista humusta maaperässä. Sen määrä kuvastaa suoraan maan viljavuutta (multavuus).

Multavuusluokkia on kuusi: vähämultainen, multava, runsasmultainen, erittäin runsasmultainen, multamaa ja turvemaa. Kivennäismailla multavuuden suositustaso sijoittuu 12–20% kohdalle. Multavuuden määrän nosto parantaa maan ominaisuuksia pidättää itsessään ravinteita. Orgaaninen aines toimii siis kasvien ravinnevarastona ja lähteenä. Orgaaninen aines lisää mikrobitoimintaa maaperässä. Se auttaa

orgaanisesta aineesta muodostumaan ravinteita, mikä ylläpitää myös maan hyvää mururakennetta. Näiden murujen ympärille kiinnittyy ravinteita, jotka ovat käyttökelpoisessa muodossa kasveille. Kasvi ottaa kasvaessaan juurillaan ravinteita murujen pinnoilta. Multavuuden noustessa orgaanisen aineksen määrä kasvaa, jolloin humuksen pinnoille kiinnittyy ravinteita. Tämä kasvattaa maan viljavuutta ja ravinnevarastoja, jotka vapautuvat kasveille käytettäväksi helpommin. (luomu.fi/tietoverkko)

Multavuus vaikuttaa myös maan veden imeytymiskykyyn. Runsasmultaisessa maassa vesi imeytyy koko maaprofiiliin orgaanisen aineksen pinnalle, josta se vapautuu kasveille käyttöön. Yhden prosentin nousu multavuudessa lisää veden imeytymistä kasvin käyttöön 5 mm. Tämä on tärkeää kasveille kuivina ja kuumina vuodenaikoina, jolloin vettä ei ole käytössä. Multavuus lisää myös puskurikykyä, jolloin kasvit sietävät esimerkiksi matalampaa pH-lukua kuin vähämultaisessa maassa. (luomu.fi/tietoverkko)

Orgaanisen aineksen osuus %	Multavuusluokka	Lyhenne
0-3	vähämultainen	vm
3-6	multava	m
6-12	runsasmultainen	rm
12-20	erittäin runsasmultainen	erm
20-40	multamaa	Mm
>40	turvemaa	esim. LCT, St, ...

Taulukko 1. Maanmultavuusluokat ja niiden arvot (www03.edu.fi)

Savimailla maan multavuuden nosto on erityisen tärkeää sen omalaatuisen rakenteen takia. Savipitoisilla pelloilla on suuri kationinvaihtokyky eli ne pystyvät pidättämään paljon ravinteita itseensä, ja ovatkin parhaimpia viljelymaitamme. Mutta savipartikkeleiden pieni koko johtaa märissä olosuhteissa maan tiivistymiseen, jolloin maan rakenne rikkoutuu. Maaperässä oleva kaasujen vaihto heikkenee ja pahimmassa tapauksessa loppuu kokonaan. Tällöin esim. vanhat kasvijätteet eivät maadu ja ne säilyvät hapettomissa oloissa jopa vuosia. Tiivistymät haittaavat myös veden valuntaa maaperästä pois, jolloin maa tiivistyy entisestään ja kasvit voivat kärsiä hapenpuutteesta. Maan eloperäinen aines on savimaiden pelastaja, koska se lisää maan murujen muodostumista. Orgaaninen aines lisää savimaissa huokoisuutta ja ilmavuutta savespartikkeleiden väleihin. Maaperäeliöt syövät tuolloin maatuvaan kasvijätettä, joka muodostuu ajan kanssa humukseksi, joka lisää maan multavuutta. Savimailla multavuuden nousu nostaa vedenläpäisykykyä, jolloin ylimääräinen vesi pääsee maaperästä salaojiin. (luomu.fi/tietoverkko)

Orgaaninen aines myös pidättää vettä maamurujen ympärille, mikä on tärkeää kuivuuden aikaan. Tällöin kasvit saavat vettä hyvinkin kuivina ke-

sinä. Eloperäinen aines myös lisää maassa vapautuvien ravinteiden määrää kasveille käyttökelpoiseen muotoon. Eloperäinen aines parantaa saviin biologisia ja fysikaalisia ominaisuuksia. Kemiallista vaikutustakin on, kuten ravinne-ionien kiinnityspaikkojen lisäys ja vesiliukoisten ravinteiden määrän kasvu, mutta sen merkitys ei ole niin suuri. (luomu.fi/tietoverkko)

### 3. BIOLOGINEN MAAN KASVUKUNTO JA PELTOEKOSYSTEEMIN LAJISTO

#### 3.1. Kasvit ja juuret

Monokulttuuri on maan kasvukunnolle turmio. Tukiehtoinakin on tilanteita, joissa kehoitetaan kylvämään monokulttuurisesti kasveja ilman mitään symbioosia. Maan kasvukunnan kannalta olisi tärkeää, jos peltolohkolla kasvaisi samanaikaisesti vähintään 4-5 eri kasvilajia. Oikeastaan monipuolisuus on maan kasvukunnolle välttämättömyys. Luonnostakaan ei löydy ainuttakaan monokulttuurisesti kasvavaa aluetta. Luonnonniityilläkin voi kasvaa yli sata erilaista kasvia. Peltokin olisi luonnon tilassa monipuolinen kasvustoltaan ja lajeiltaan. Siksi onkin viljelijästä kiinni viljeleekö hän sellaisella tavalla, jossa veden ja ravinteiden kierto on lähes täydellistä. (Koppelmäki, Känkänen ja Salonen, luomu.fi/tietoverkko)

Suomessa viljelykasvit koostuvat lähinnä viljakasveista, joista yleisimpiä ovat vehnä, ohra, kaura ja ruis. Palkokasvien osuus viljelystä ei ole läheskään niin suuri, mutta viljelystä löytyy hernettä, härkäpapua ja nurmista löytyvät apilat. Öljykasveista tunnetuimpia ovat rypsi ja rapsi. Viljelykierrossa tulisi olla kaikista näistä kasvilajiluokasta yksi kasvi vähintään mukana. Tällöin pystytään välttämään kasvitauteja leviämistä kasvukaudesta toiseen. Myös esikasvivaikutus on merkittävä lisä palkokasvien suosioon. ( Koppelmäki, Känkänen ja Salonen)

Viljakasveja viljellään Suomessa kaikkein eniten, niiden helppouden ja yleisen käytännön mukaan. Yleisimpiä ovat vehnä ja ohra. Kaurakin on kasvattanut suosiotaan viljelijöiden keskuudessa sen vaatimattomuuden ja myynnin lisäyksen johdosta. Vehnä ja ohra ovat maan kasvukunnan kannalta kaikkein vaateliammat viljakasvit. Ruis ja kaura eivät ole niin tarkkoja kasvupaikan suhteen, ja niiden juuristokin on isompi ja laajempi. Viljakasveilla täytyy olla välivuosisia viljelykierrossa, koska ne ovat huonoja esikasveja toisilleen. Ne kantavat samoja kasvitauteja ja niiden kasvinjätteistä ne leviävät seuraaville kasvilajeille. Viljakasveilla on yleisesti heikot juuret, ja ne eivät muodosta paljon biomassaa. Tällä biomassalla pyritään

ruokkimaan maaeliöstöä. Siksi viljat kuuluvat siihen kasviryhmään, joka kuluttaa maan rakennetta. (luomu.fi/tietoverkko)

Palkokasvit ovat syväjuurisia ja kasvattavat suuren juuriston. Niillä on hyvä esikasviarvo kaikille muille kasvilajeille kuin muille palkokasveille. Viljakasvit hyötyvät palkokasvien esikasviyhödyistä kaikkein eniten. Palkokasveille on myös ominaista kyky typensidontaan ilmakehästä. Jokaisella palkokasvilla on omaan Rhizobium-ryhmään kuuluvat bakteerikantansa. Nämä bakteerit muodostavat palkokasvien juuriin juurinystryitä. Nämä nystyrät keräävät maaperään typpeä, joka on käytettävissä seuraavillekin kasvilajeille. Apila on yleisin palkokasvi. Sitä käytetään maanparannukseen, eläinten rehuksi ja mehiläiskasviksi. Apilalla on suuren juuristonsa takia hyvin maata parantava ja murustava vaikutus. Apila pystyy myös tervehdyttämään maata kasvitaudeilta. (luomu.fi/tietoverkko, Naturcom)

Öljykasvit ovat syväjuurisia maata muokkaavia kasveja. Niillä on myös hyvä esikasvivaikutus. Öljykasvit monipuolistavat viljelykiertoa, mutta niillä suositellaan pidettävän viljelykierrossa viiden vuoden viljelytauko. Niiden pahimmat kasvitaudit, möhöjuuri ja pahkahome, ovat hyvin maaperässä säilyviä. Niiden sadotkaan eivät ole päätä huimaavia verrattuna esim. viljakasveihin. Tämän takia niiden viljelyä arkaillaan.

Kaalikasveihin kuuluvat retikat ovat uusia viljelyyn tulleita kasveja Suomessa. Niiden käyttö on lähinnä viherlannoitus- ja maanparannuskäyttöä. Öljyretikka on yksivuotinen kasvi, jota suositaan sokerijuurikkaan viljelykierrossa. Se puhdistaa maaperää juurikkaan tuholaisilta ja kerää ravinteita maaperässä. Toinen retikkalaji on muokkausretikka. Se on yleistynyt Suomessa maanparannuskasvina. Se kasvattaa suuren paalujuuren, joka nostaa maata ylöspäin. Sen jalostuksen tarkoitus on pohjimmiltaan rikkoa maan tiivistymiä ja kerätä maasta ravinteita seuraavalle kasville. (Kari Koppelmäki, Hannu Känkänen ja Jukka Salonen)

Maan kasvukunnon kannalta tärkeimpiä biologisia tekijöitä ovat kasvien juuret. Niiden kautta maaperään siirtyy yhteyttämistuotteita ja niiden kautta ravinteita siirtyy kasvien solukoihin. Ilman kasvien juuria maaperän mikrobit ja pieneliöt eivät saa ravintoa, jolloin mikrobit ja juurieneritteet eivät muodosta mururakenteen kannalta tärkeitä lima-aineita. Ilman kasveja myöskään maan alla ei voi olla elämää. (luomu.fi/tietoverkko)

Kasvit kasvaessaan muokkaavat maata ympärillään ja työntyvät maamurujen ja maakokkareiden väleihin. Kun kasvin juuret työntyvät murujen väleihin, ne ottavat samalla vettä ja ravinteita maaperästä. Juuret pystyvät työntymään suhteellisen suuren tiivistymänkin läpi. Juuret murustavat kulkiessaan maata juurikarvoillaan. Hiusjuuret ja isommat juuret alkavat kasvaa maapartikkeleiden väleihin, jolloin ne sitovat maapartikkeleita toisiinsa. Tällöin maaperän eroosio ja ravinteiden huuhtoutuminen vähenee.

Vanhat juurikanavat muodostavat lieron reikien kanssa sadeviemärijärjestelmän, jonka kautta ylimääräiset sadevedet pääsevät salaojiin. Maassa tapahtuva maahengitys tapahtuu näitten kanavien kautta. Happi pääsee maaperään näiden kautta ja maan hajotustoiminnasta syntyneet myrkylliset kaasut poistuvat juuri- ja lierokäytävien kautta. (luomu.fi/tietoverkko)

Kasvien juurieritteet ruokkivat maaeliöstöä juuriston kautta. Yhteyttämistuotteista n. puolet siirtyy juuriston kautta maaperään. Laajajuuriset kasvit erittävät vielä enemmän yhteyttämistuotteita maaperään, siitä syntyy maata parantava vaikutus. Juurieritteet ruokkivat maaeliöstöä. Pieneliöstön toiminta kiihtyy tällöin ja ne alkavat lisääntyä. Tämän jälkeen niiden biologinen aktiivisuus kiihtyy ja ravinteiden siirtyminen kasvien käyttöön nopeutuu. Kasvin juuret ovat symbioosissa maamikrobien kanssa. Tähän perustuu maan luontainen ravinnetasapaino. Ritosfääriksi kutsutaan juurivyöhykettä, jossa maamikrobit viihtyvät. Ne auttavat ravinteiden imeytymisessä maaperään ja erittävät lima-aineita maamurujen ympärille. Kasvien juurten apuna voi kasvaa mykoritsa, joka edesauttaa veden imeytymistä ja ravinteiden saatavuutta maaperässä. (luomu.fi/tietoverkko)

### 3.2. Mikrobit ja sienijuuri

Maaperän mikrobien määrä ylittää helposti maapallon päällä tunnetun lajiston määrän. Maamikrobit ovat bakteereita, sieniä, leviä ja erilaisia sädesieniä. Niiden tärkein tehtävä on kierrättää ravinteita takaisin kiertoan seuraaville kasveille kuolleista kasvinosista, eli pitää ravinnekiertoa yllä.

Mikrobit käyttävät kuollutta biomassaa hyödykseen. Ne syövät sitä ja saavat siitä energiaa omiin elintoimintoihinsa. Ne muuttavat orgaanista ainesta humukseksi, joka on täysin hajonnutta orgaanista ainesta. Humus on ravinnetasapainon perusta. Kaikki alkaa siitä kun kasvit alkavat yhteyttää. Se lisää hiilipitoisten juurieritteiden lisääntymistä maaperässä. Tämä kiihdyttää mikrobien toimintaa. Aluksi bakteerit lisääntyvät ja kiihdyttävät hiilen ja typen kierto maanesteissä. Tämän jälkeen alkueliöt alkavat lisääntyä ja lisäävät typen muodostumista ja kiertoa. Tällöin kasvit saavat lisää typpeä kiihtyneen mikrobitoiminnan kautta. Toisin sanoen ilman mikrobeja ei ole kasveja, ja ilman kasveja ei ole maamikrobeja. (Luonnonmuk. viljely- oppikirja netissä, Rajala, Sare.fi)

Mikrobien joukossa on myös Rhizobium-ryhmään kuuluvia bakteereja. Nämä bakteerit muodostavat palkokasvien kanssa symbioosin ja keräävät ilmakehästä typpeä kasvien käyttöön. Tämä on luonnon oma tapa kierrättää typpeä kasvien kautta elämän kiertokulkuun. Rhizobium-bakteerit jaetaan omiin ryhmiinsä, jotka käyvät vain tietyille palkokasveille. Esim.



herneellä ja apiloilla on omat bakteerikantansa. (Luonnonmuk. viljely- oppikirja netissä, Rajala)

Kasvitautilien ehkäisemiseksi on tärkeää, että saastuneet kasvijätteet maatuivat nopeasti ennen uuden isäntäkasvin löytymistä. Nopea mikrobien ja pieneliöstön hajotustoiminta maaperässä estää taudinaiheuttajien leviämistä maaperässä uusiin kasveihin. Se estää maassa säilyvien kasvitautilienkin leviämistä. (Luonnonmuk. viljely- oppikirja netissä, Rajala)

Mykoritsa on kasvien juurten varavirtalähde ja yhteysverkko. Mykoritsa eli sienijuuri on kasvien ja sienieliöiden välille muodostunut symbioosi. Symbioosissa molemmat osapuolet pystyvät hyödyntämään toisiaan ja se vaikuttaa positiivisesti molempien kasvuun. Kasvi antaa juurien välityksellä sienelle yhteyttämistuotteita ravinnoksi, kun taas sienijuuren välityksellä kasvi saa ravinteita käyttöönsä helpommin. (Luonnonmuk. viljely- oppikirja netissä, Rajala)

Mykoritsa on kasveille elintärkeä, sillä se nopeuttaa ravinteiden kiertoa ja sitoo ravinteita paremmin maaperään kivennäisaineiden pinnoille, joista kasvi voi hyödyntää niitä. Mykoritsa kuljettaa kaikkia ravinteita kasville, pääasiassa hitaasti liikkuvia, kuten typpi ja fosfori. Tämä johtuu siitä, että sienijuuri pystyy moninkertaistamaan maapinta-alan, johon kasvien juurilla on pääsy, verrattuna tilanteeseen ilman sienijuurta. Tällöin kasvit saavat heikossa lannoituksessa sienijuuren avulla maasta paljon ravinteita, joita ne saavat hyödynnettyä. Se kykenee kuljettamaan kosteutta kuivissa olosuhteissa kasvien käyttöön, tuhoamaan kasvitauteja ja suojelemaan tuholaisilta.

Sienijuuri on myös elintärkeä hyvän mururakenteen kannalta. Sienirihmastot kietoutuvat kivennäismurujen ympärille, jotka pieneliöstön muodostamien lima-aineiden kanssa stabiloivat muruja ja näin syntyy pyöreitä muruja maaperään. (Luonnonmuk. viljely- oppikirja netissä, Rajala, Sare nd.)

Sienijuuren hyödyntäminen on tärkeää luomuviljelyssä, tärkeämpi kuin tavanomaisessa tuotannossa. Luomussa on tärkeää ravinteiden hyväksikäyttö, jolloin käytetään hitaasti käyttöön saapuvia ravinteita karjanlannan ja viherlannoituksen kautta. Kompostin käyttö peltoviljelyssä on sienijuurelle paras ravinteiden kannalta. Lanta ja viherlannoitus voivat olla ravinneväkevyyksiltään liian vahvoja. Kivennäislannoitus on sienijuurelle pahasta, sillä sen väkevyyden vähentää sienijuuren määrä pellossa helposti saatavien kemiallisten ravinteiden johdosta. Muokkaus rikkoo sienijuuren pitkät kanavat, ja häiritsee todella paljon sen toimintaa. Paljon muokatussa viljelykierrossa sienijuuren vaikutus voi olla niin pieni, ettei siitä saada satovastetta. Kemialliset kasvinsuojeluaineet tuhoavat ja tappavat sienijuuren, erityisesti fungisidit. Kasvipeitteisyys ja muokkaamattomuus lisäävät sienijuuren toimintaa peltoekosysteemissä, samoin eloperäisen lannoituksen suosiminen. (Luonnonmuk. viljely- oppikirja netissä, Rajala)

### 3.3. Lierot

Lierot ovat maaperän murujen muodostajia, salaojittajia ja lannoittajia. Ne syövät kuollutta kasvimassaa muodostaen kallisarvoista, hyvin ravinnepitoista lantaa. Lierojen muodostama lanta on heti kasveille käyttökelpoista. Lierot tuottavat lantaa hyvissä kasvuolosuhteissa suunnilleen oman painonsa verran yhden päivän aikana. Lieroja esiintyy maaperässä vaihtelevasti, riippuen maan kunnosta ja maalajista. Savimailla lieroja on sen luontaisen tiivistymisriskin takia vähäisesti. Suomessa on kymmeniä lierolajeja. (peltojen kunnostus)

Tunnetuimpia lajeja ovat peltoliero, kasteliero ja onkiliero. Kasteliero on näistä suurin ja tärkein, koska se tekee pystysuoria käytäviä maahan ja syö paljon. Se viihtyy pohjamaan lähellä, mutta tulee pintaan aina syömään. Pelto- ja onkiliero ovat pienempiä pintakarikkeessa olevia lierolajeja. Ne viihtyvät kosteassa pintamaassa, ja muodostavat vaakasuoria lierokäytäviä. (peltojen kunnostus)

Lierot syövät maanpinnalle jääneitä kuolleita kasviosia. Pellolla, jossa on runsaasti lieroja, voi nähdä pieniä olkikasvoja. Ne ovat lierojen muodostamia, kun ovat keränneet biomassaa käyttäviensä suuaukoille. Lierot muodostavat maaperään lantaa, joka on kasveille heti käyttökelpoisessa muodossa. Lierojen lanta on ravinteikkaampaa ja muhevampaa kuin ruokamultakerroksen ravinteet. Lierot syövät myös kivennäisainesta kulkiesaan maaperässä. Lierojen suolisto irrottaa kivennäismaassa olevia huonosti liukenevassa muodossa olevia ravinteita. Lieron lanta on emäksistä, joten se säilyttää maan pH-tason samassa tasossa. Lierojen menestyessä voi maan pH-luku nousta.

Lierot kulkevat maassa pitkäikäis- ja pystysuuntaisesti kaivaessaan lierokäytäviä. Nämä käytävät voivat ylittää aina salaojiin saakka. Tällöin lierot pitävät huolta maan ilmanvaihdosta, joka vaikuttaa hapen saantiin, pieneliötoimintaan ja vesitalouteen. Pieneliöt tarvitsevat happea elääkseen ja hajottaessaan eloperäistä ainesta humukseksi. Ne hengittävät ja muodostavat hiilidioksidia myöskin ja myrkyllisten kaasujen tulee päästä pois maaperästä. Runsaat sateet valuvat lierojen kaivamia käytäviä pitkin salaojiin, jolloin maa kuivuu nopeammin. Lierot muokkaavat maata samalla kuin syövät eloperäistä ja kivennäisaineita. Ne kuljettavat orgaanista ainesta maan syvempiin osiin ja muuttavat ruokamultakerroksen paksuutta suuremmaksi, jos se vain sallitaan.

Lierot ovat hyvin herkkiä muokkaukselle. Raskas perusmuokkaus, kuten kyntäminen tappaa lieroja ja sulkee niiden luomia käytäviä. Lierokannan turvaamiseksi perusmuokkauksessa olisi suositeltavaa lisätä kultivointia, joka on hellävaraisempi lierokannalla. Kivennäislannoitus ja kasvinsuojeluaineet vähentävät lierojen määrää peltomaassa. Kivennäislannoitus happamoittaa maaperää ja on liian myrkyllistä lieroille. Kasvinsuojeluaineilla pyritään vaikuttamaan kasvien korrenvahvuuteen ja lujuuteen. Kun

nämä kasvit jäävät maan pinnalle, lierot eivät pidä niiden mausta ja syövät niitä huonosti. (peltojen kunnostus)

## 4. FYSIKAALINEN MAAN KASVUKUNTO

### 4.1. Maan vesitalous

Kasvukauden lyhyys ja syksyn arvaamattomat sateet ovat uhka vuoden sadolle niin kuin myös maaperälle. Pellon kuivatus on tärkeä tekijä, jotta kevättyöt pystytään tekemään heti kasvukauden alussa. Kasvuston kasvessa isojen sateiden tulisi myös poistua pellolta maaperään ja sitä kautta ojastoon ja pois pellolta. Tällöin turvataan kasvien hapensaanti ja ravinteiden parempi kierto.

Vedenimeytyminen ruokamultakerrokseen suurienkin sateiden aikaan on hyvän maan merkki. Veden kuuluu imeytyä maaperään ja sitä kautta salaojiin. Jos maa on tiivistä ja vesi ei pääse poistumaan maasta imeytymällä, vesi kulkeutuu pintavaluntana maan pintaa pitkin, mikä johtaa eroosioon ja ravinnehuuhtoumiin. Hyvässä kasvukunnossa oleva peltolohko myös varastoi vettä maaperään maahiukkasten ja maakokkareiden sisään. Tällöin poudanarkuus on hyvärakenteisella maalla parempaa kuin heikossa kasvukunnossa olevassa maassa.

Kasvien juurien toiminnan ja pieneliöstön aktiivisuuden kannalta hapen tarve on kaikki kaikessa kasvukauden aikana. Siksi keskikesän runsaat sateet tulisi johtaa pois pellolta mahdollisimman pian. Kasvien juuret kärsivät hapenpuutteesta, jolloin niiden toiminta lakkaa ja ne alkavat kärsiä ravinnepuutoksista. Mikrobien toiminta keskeytyy ja muuttuu hapettomissa oloissa anaerobiseksi toiminnaksi. Tällöin pieneliöstöt alkavat muodostaa myrkyllisiä yhdisteitä.

Liika kosteus ja hapettomat olot aiheuttavat herkästi oraiden kellastumia. Tämä tarkoittaa siis typen puutosta. Nitraattityppi denitrifikoituu maaperässä, jolloin se häviää kasvien käytöstä. Siksi viljakasvien oraat kellastuvat herkästi sateisina kesinä. Hyvänä rajana voi pitää sitä, että vuorokauden kuluessa sateen loppumisesta pellolla oleva vesi on hävinnyt kokonaan. Tämä kertoo siitä, että maan vedenläpäisy on kunnossa pelto-  
maassa. Hyvärakenteinen maa kestää eroosiota rinnepaikoissakin hyvin,

mikä estää maasta arvokkaan ruokamultakerroksen karkaamista pintavesien mukana.

Tehokkaimpia maan huokostajia ovat kasvien juuret ja maalierot. Niiden muodostamat maa huokokset ovat paljon pysyvämpiä ja vakaampia. Ne kestävät paremmin kosteutta ja maan tiivistymistä, eikä pelto liety niin helposti. Maassa tulisi olla n. metrin syvyyteen saakka hyvä huokoinen rakenne, jotta vesi läpäisisi maakerrokset nopeasti ja kasvien juuret hyödyntäisivät ravinteita ja vettä hyvin.

Lierojen muodostamat huokokset ja lierokanavat ovat suurempia kuin kasvien juurikanavat. Lierokanavat ovat kooltaan n. 2 – 10 mm levyisiä ja voivat ulottua salaojiin saakka. Nämä kanavat ovat lähinnä kastelierojen muodostamia. Kasvien juuret muodostavat yleensä 0,1-10 mm levyisiä ja viljojen juuret muodostavat n. 0,2 - 0,5 mm levyisiä kanavia. Siksi viljelykierrossa tulisi olla syväjuurisempiakin kasveja kuin pelkkiä viljakasveja, kuten apilakasveja. Syysruis on kaikista viljoista runsasjuurisin pitkän kasvuaikansa vuoksi.

#### 4.2. Maan ilmavuus ja tiivistymät

Maan ilmavuus kuvastaa suoraan maahengitystä. Maahengitys tarkoittaa sitä, että maaperään pääsee hapetta ilmakehästä ja myrkylliset kaasut ja eloperäisen aineksen lahoamisesta muodostuvat kaasut pääsevät pois peltomaasta. Maan huokoisuus helpottaa kasvien juurten kasvua, jolloin kasvien juuret eivät joudu käyttämään paljon energiaa juuriston kasvattamiseen. Kasvien juuret kasvavat myös laajemmalle alalle, jolloin kasvit saavat niukallakin lannoituksella tarpeeksi ravinteita ja vettä suuren juuristonsa avulla.

Kuitenkin maa ei saa olla liian löyhää, jotta maaperän omat kemialliset toiminnot pysyvät toiminnassa. Tällöin maahiukkasten pinnoille ei muodostu pysyviä kationisidoksia, jotta muodostavat hyvän mururakenteen ja jotka sitovat ravinteita maahan. Tällöin maata tulee tiivistää, jotta sidoksia pystyy muodostumaan. Tämä on ongelma kevyillä mailla. Raskaammilla mailla tämä ei ole niin suuri ongelma, pikemminkin niillä on liian tiivis maan rakenne.

Tiivistymä on maaperässä oleva kohta, jota eivät läpäise kasvien juuret ja vesi. Tiivistymän kohdalla maan rakenne voi olla niin kovaa, jos sitä ei poisteta, että se voi säilyä jopa kymmeniä vuosia. Tiivistymä syntyy yleensä silloin kun märälle pellolle mennään liian suurilla rengaspaineilla muokkaamaan. Tiivistymä voi syntyä jopa puolen metrin syvyyteen. Korkeat rengaspaineet lisäävät tiivistymisriskiä ruokamultakerrokseen ja jankkoon asti. Tiivistymä voi syntyä myös muokkauksesta. Liian märkänä tehty muokkaus voi aiheuttaa anturan, joka estää vettä kulkeutumasta pois maaperästä. Vesi sitten tiivistää maata lisää, jolloin maan rakenne pahenee vain.

### 4.3 Maan mururakenne

Varsinkin savimaiden toimivuudelle mururakenne on tärkeä, jotta niiden viljavuus säilyy hyvänä vuodesta toiseen. Hyvärakenteinen maa on huokoista ja helposti murustuvaa. Tämän huomaa siitä kun sormien välissä pitää maakokkareita, jotka kevyesti puristaessa hajoavat pyöreiksi muruiksi. Muruisuus myös parantaa viljelyvarmuutta, joka lisää kasveille käyttökelpoisuuden määrää. Se siis lisää maan ravinnekationeiden määrää. Maan murut lisäävät maaperän huokoisuutta, joka parantaa myös maaperän vesitaloutta ja kaasujen vaihtoa.

Maan murut muodostuvat lähinnä pyöreistä muruista. Nämä murut ovat aitoja pysyviä muruja, jotka ovat edellytys maan hyvälle rakenteelle. Ne varastoivat omille pinnoilleen ravinnekationeita ja niiden sisään varastoituu runsaasti vettä. Ne säilyttävät kosteuden sisällään ja omilla pinnoillaan tasaisena, mikä takaa maamikrobeille elintärkeät olot. Nämä murut ovat syntyneet biologisen toiminnan kautta. Murut luovat omiin väleihinsä kahdenlaisia huokosia: suuria huokosia ja keskikokoisia huokosia. Huokosilla on maaperässä omat tehtävänsä, jotka vaikuttavat kasvien kasvuun ja mikrobien elintoimintoihin.

Suuret huokokset muodostuvat murujen väliin. Näitä huokosia kutsutaan myös makrohuokosiksi. Niissä on ilmaa, ja niiden kautta tapahtuu maahengitys, jolloin tapahtuu maaperästä vapautuvien kaasujen vaihto. Nämä huokokset ovat myös tärkeitä sadeveden imeytymiselle syvemmälle maaperään. Makrohuokosten välissä ovat keskikokoiset huokokset, joihin varastoituu vettä kasvien käytettäväksi. Niiden murujen pinnoille varastoituu myös ravinteita. Keskikokoisia muruja pienemmät murut ovat lähinnä ravinteiden varastopaikkoina pienen kokonsa vuoksi.

### 4.4 Maan lämpötila

Maaperässä on tärkeää maan lämpötila. Lämpimässä maassa pieneliötointa on vilkasta, jolloin kasvien käyttöön vapautuu ravinteita helpommin. Myös peltokasvien orastuminen on nopeaa lämpimässä maassa.

Kasvukausi alkaa silloin, kun maan keskilämpötila nousee yli 5 asteen. Kuitenkin aikaisin keväällä maaperästä vapautuvien ravinteiden määrä on vähäistä. Tämä johtuu siitä, että peltomaan pieneliöt vilkastuttavat toimintaansa vasta yli 8 asteen lämmössä. Syyskylvöisistä kasveista tämän voi huomata hyvin. Keväisin oraat ovat vaaleita ja heikohkon näköisiä. Ravinteista fosforin ja molybdeenin vapautuminen on hitainta. Oraista voi keväisin näkyä punaisia kärkiä, jotka ovat fosforin puutteen merkkejä.

Lämmitessä maaperän ravinteiden käyttö kiihtyy ja niiden vapautuminen paranee.

On tärkeää seurata myös maan lämpötilaa myös kuluvan kasvukauden aikana. Pieneliöstölle on erityisen tärkeää lämmin maaperä, mutta liika lämpö on haitaksi. Maaperän sopiva lämpötila on n. 20–25 astetta. Tuolloin maamikrobit pysyvät tuottoisina. Yli 25 asteen lämpötila muodostaa liian kuumat elinolosuhteet maamikrobeille, jolloin ne kuolevat. Liian korkea maan lämpötila haittaa myös kasvien vedenottoa. Kuuma ilma haihduttaa veden maaperästä. Tällöin maaperälle on tärkeää orgaanisen aineksen määrä. Humus pystyy sitomaan itseensä vettä, joka on kuivina kausina kasveille käytössä. Siksi maan multavuuden nosto on hyväksi muutenkin kuin vain vedenläpäisyn kannalta.

Peltomaan lämpötilaa voidaan säädellä viljelytoimenpiteillä. Monivuotiset nurmet ja jatkuva kasvipeitteisyys antavat suojaa maaperälle. Tällöin kasvien lehdet varjostavat maaperää kuumina aikoina, jolloin maan lämpötila ei pääse nousemaan liian suureksi. Toinen hyvä vaihtoehto on aluskasvit, jotka peittävät maata satokasvin lisäksi. Esim. vehnäkasvusto ei peitä maaperää yhtä hyvin kuin nurmi. Vehnän alle voidaan kylvää aluskasviksi vaikka apilaa, joka peittää maaperää. Myös leveälehtiset kasvilajit peittävät hyvin maaperää auringolta. Tällaisia ovat retikat ja mesikät, jotka kasvattavat suuren biomassan. Tällöin lämpö ei häiritse maan mikrobeja liikaa.

## 5. KEMIALLINEN KASVUKUNTO

### 5.1. pH-luku ja happamuus

Kivennäismailla optimi pH-luku on n. 6-6,5 paikkeilla. Turvemaiden pH voi olla 5,5-6 kohdalla. Kalkitus parantaa varsinkin savimaiden rakennetta, mikä tuo lisää kationipaikkoja savimurujen pinnoille. Kalkitus parantaa myös maan mururakennetta, mikä helpottaa maan muokkausta. Maalajille sopiva pH-arvo tuo lisää pieneliötoimintaa maaperään, mikä lisää maan ravinteiden kiertoa. Palkokasveille riittävä maan happamuus parantaa typensidonnan vaikutusta.

Peruskalkitus tulee hoitaa kuntoon ennen kuin aletaan pohtia maan kasvukunnon muita osa-alueita. Kalkitukseen vaikuttaa se miten peltoa lannoitetaan, ravinteiden huuhtoutuminen ja maan peruskuivatus. Kalkkia tarvitaan yhden viljavuusluokan nostamiseen 2-8 tonnia /ha. Kalkitus vaikuttaa maan ravinteiden sitoutumiseen maaperään. Se lisää maan kationivaihtopaikkoja, jotka aiheuttavat savimurujen muodostumista ravinnekationeille sopivaan muotoon.

Savipartikkeleiden ympärille muodostuu negatiivinen varaus, mikä vetää puoleensa positiivisia ravinnekationeja. Happamassa maassa ravinnehuuhtoumia aiheutuu herkästi, koska vety-ionit valtaavat kationinvaihtopaikkoja. Vetyioneja on happamassa maassa runsaasti ja ne kiinnittyvät humuksen aktiivisille kationinvaihtopaikoille helposti. Tällöin muut ravineionit karkaavat maanesteestä, kun ne eivät pääse sitoutumaan humuksen pinnoille.

Viljavuusanalyysi on tärkeä pohdittaessa kalkituksen suunnittelua. Sen avulla voidaan tarkastella lohko kohtaisesti millainen kalkitussuunnitelma voidaan tehdä. Kun peltoa kalkitaan, tulee ottaa huomioon minkälaista kalkkia käyttää, ja kuinka paljon, sillä liiallisesta kalkitsemisesta voi olla kasveille haittaa ja se voi heikentää maan rakennetta. Hivenravinteiden vapautuminen vaikeutuu mitä korkeammalle pH-luku nousee. Tällaisia ravinteita ovat mm. mangaani, boori ja sinkki. Tämän takia hehtaari kohtainen kalkitusmäärä täytyy jakaa moneen pieneen annokseen, n. 2-5 t/ha. Tällöin kalkitusvaikutus ei ole liian raju eikä muuta hivenravinteita huonosti liukenevaan muotoon.

Kalkitsemiseen vaikuttaa maan kalsiumin ja magnesiumin suhteeseen. Maan magnesium-tasosta riippuen valitaan kalkkilaji. Oikea Ca:Mg-suhde vaikuttaa maan muokkautuvuuteen, murustumiseen ja tiivistymiseen. Liika kalsium aiheuttaa hivenravinnepuutoksia. Kalsium-kationit irrottavat muita kasveille tärkeitä ravinteita. Kalsium-kationit tavallaan varastavat kationinvaihtopaikkoja muilta ravinnekationeilta, jolloin ilmenee ravinnepuutosoireita.

Liika magnesiumin määrä maassa aiheuttaa maan mururakenteen heikkenemistä ja maan liettymistä. Maa on tuolloin tahmeaa, liukasta ja vaikeaa käsitellä. Tämä aiheuttaa muokkausvaikeuksia. Tämä aiheuttaa kalsiumin ja kaliumin puutosoireita.

## 5.2. Ravinteet

Maaperän ravinteet luetellaan kahteen pääryhmään: pääravinteisiin ja hivenravinteisiin. On olemassa myös sivuravinteet ja muut hyödylliset ravinteet, jotka vaikuttavat kasvien kasvuun ja maan rakenteeseenkin, kuten kalsium ja magnesium. Näillä ravinteilla on omat tehtävänsä kasveilla ja niiden puutosoireet vaikuttavat kasvien eri osien kasvuun.

Kasvit tarvitsevat ravinteita kasvun ja sadon muodostuksen lisäksi solujen muodostukseen ja omiin elintoimintoihinsa. Yhteyttämisessä kasvi ottaa kahta pääravinnettaan hiiltä ja happea hiilidioksidin muodossa. Yhteyttämisen avulla kasvi muodostaa niistä sokereita ja happea, joka vapautuu myös ilmakehään.

Vetyä kasvi ottaa veden muodossa. Näistä kolmesta pääravinteesta kasvin solukot muodostuvat ja kasvi on suurimmaksi osaksi näitä kolmea ravinnetta. Kasvi ottaa myös maasta erillisiä ravinteita maanesteestä ja pieneliöstön avulla. Näitä ovat typpi, fosfori ja kalium. Näitä ravinteita löytyy maanesteestä kasveille käyttökelpoisessa muodossa rajoitetusti riippuen maan viljavuudesta.

Typpi vaikuttaa sadonmuodostukseen ja kasvuston rehevyyteen. Se kasvattaa siemenenkokoja ja valkuaisen määrää kasvustossa. Typpi myös parantaa viljojen versoutumista. Typen puutteen huomaa kasvuston vanhemmissa lehdissä keltaisena värvaihtona. Fosfori on kasvien energian lähde ja se vaikuttaa yhteyttämistuotteiden syntymiseen. Se auttaa juurten kasvua ja parantaa ravinteiden ottoa. Fosforin puute aiheuttaa tuuleutumisen viivästyistä ja vähentää jyväsatoa. Fosfori heikentää juuriston kehitystä, tällöin ravinteiden- ja vedenotto heikkenee. Kalium vaikuttaa korrenkasvuun ja taudinkestävyys kasveilla. Se säätelee kasvien vesitaloutta. Kasvien ilmarakojen avautuminen ja sulkeutuminen vaikuttaa kaliumin määrään maassa.

Maassa olevien ravinteiden määrä riippuu maalajista ja sen luontaisesta varastoimiskyvystä pidättää maanesteessä ravinteita. Viljelytoimenpiteetkin vaikuttavat maan viljavuuteen. Jatkuva kasvipeitteisyys estää maasta poistuvien ravinteiden virtausta ja parantaa maan kationinvaihtokykyä. Eloperäinen aines pidättää itsessään ravinteita. Humuksen pinnoille muodostuu ravinneioneille paikkoja kiinnittyä, jolloin ravinteet kiinnittyvät sähkömagneettisen varauksensa ansiosta humuksen pinnoille.

Savihiukkaset myös pidättävät hyvin ravinteita itsessään ja tähän vaikuttaa maamurujen rakenne. Pyöreät murut pidättävät ravinteita paremmin kuin kulmikkaat maamurut. Tämä tarkoittaa sitä että savimaat pystyvät pidättämään ravinteita muita maalajeja paremmin.

Kasvien ravinteiden otto tapahtuu maanesteestä nesteiden vaihdon ja kationien vaihdon avulla. Tämä perustuu siihen, että kasvit ottavat ravinteita suoraan maanesteestä, jolloin ravinteiden vaihto tapahtuu sen mukaan mistä ravinteesta on puutos. Jos kasvilla on liian vähän tiettyä ravinnetta soluissaan, kasvi ottaa sitä ravinnetta maanesteestä itselleen. Kasvit ottavat osittain myös ravinteita pieneliötoiminnan avulla. Pieneliöt tekevät vaihtokauppaa kasvien juurien kanssa, jolloin kasvit ottavat ravinteita mikrobeilta ja kasvit antavat mikrobeille juurieritteiden avulla sokereita. Kasvien ravinteiden ottoa voi tapahtua viidellä eri tavalla. Nämä tavat turvaavat kasvien ravinteiden saannin.



Eloperäiseen ainekseen, joka on kuollut, on sitoutunut ravinteita, jotka ovat hajotessaan heti käyttökelpoisessa muodossa. Tämä lannoitus vaikutus on nopeaa ja riippuu kuolleen eloperäisen aineksen hajoamisnopeudesta ja biologisen aktiivisuuden määrästä. Ravinteet myös tulevat kasveille käyttökelpoiseen muotoon kun ne vapautuvat humukseen sitoutuneesta reservistä. Tämä vapautuminen on hidasta, ja kasvien käyttöön päätyminen voi kestää pidemmän aikaa.

Myös maaperästä kivennäisaineesta vapautuu ravinteita kasveille käyttöön. Typensitojabakteerit sitovat tyypeä maaperään kasvien käyttöön biologisen typensidonnan aikana. Tämä lannoitus vaikutus on todella nopeaa. Pieneliöt sitovat liukoisia ravinteita kasvien käyttöön ja lisäävät ne ravinnekiertoon uudelleen.

Ravinteiden kierrossa pieneliöiden toiminta on erikoisen tärkeää, koska ne ovat maan luonnollisia ravinteiden kierrättäjiä. Ne auttavat kasveja saamaan ravinteita maaperässä vesiliukoiseen muotoon. Kasvit taas auttavat mikrobeja antaen niille ravintoa ja auttavat muodostamaan limaaineita.

Maamikrobien toiminta korostuu luomuviljelyssä, jolloin keinolannoitteiden nopea lannoitus vaikutus jää pois. Tällöin käytetään lähinnä eloperäisiä lannoitteita, kuten karjanlantaa ja viherlannoitusnurmia, joista ravinteet vapautuvat hitaammin kasvien käyttöön. Tällöin viljelijät joutuvat suunnittelemaan paljon tarkemmin lannoitusta, jotta kasvit saavat tarpeeksi ravinteita käyttöönsä.

### 5.3 KVK (=kationinvaihtokyky)

Kationinvaihtokyky kuvastaa suoraan maan kykyä pidättää positiivisesti varautuneita ioneita. Nimi tulee siis sanasta kationi= positiivisesti varautunut ioni. Maaperässä suurin osa ioneista on ravinneioneja eli kalsium, magnesium ja kalsium ionit ja yms. Niiden keskinäinen tasapaino kuvastaa maan viljavuutta ja se vaikuttaa niin maan fyysikaalisiin ominaisuuksiin kuin kemialliseenkin ravinteiden vaihtoon kasvien ja mikrobien välillä. (luonnonkoneisto)

Kationinvaihtokyvyn suuruuteen vaikuttaa pitkälti maalajisto, joka määrää perus KVK:n. Esimerkiksi savimailla ja turvemilla on kaikista suurimmat maan kationinvaihtokapasiteetit niin maalajityypillisten ominaisuuksiensa mukaan. Myös maan pH-nosto lisää kationinvaihtokapasiteettia niin kuin myös maan multavuuden nosto. Esim. hieta mailla on heikko KVK silloin jos maan multavuus on alhainen, ja suurien maahiukkasten takia kationien kiinnittyminen maahiukkasten pinnoille ei ole niin runsasta.

Niin ravinnekationit kuin muutkin ionit ovat suurimmaksi osaksi positiivisesti varautuneita. Tämä johtuu siitä koska maahiukkasten oma sähköinen varaus on negatiivinen tällöin ne kiinnittyvät maahiukkasten ympärille. Maanesteessä on myös runsaasti ravinnekationeita, jotka ovat kasville käyttökelpoisia. (luonnonkoneisto)

Itse kationinvaihto tapahtuu silloin, kun kasvi ottaa maanesteestä ravinteita, maahiukkasten ympärillä olevat kationit irtoavat. Tämä tapahtuu siksi, että maanesteen ravinnetasapaino ei ole kunnossa. Tällöin kasveille muodostuu uusia ravinnekationeita käyttökelpoiseen muotoon. Maahiukkasella olevat kationisuhteet eivät siis ole pysyviä, vaan ne vaihtuvat sitä mukaa mitä enemmän kationinvaihto tapahtuu. Eli maahiukkasten pinoilla olevat kationit vaihtuvat erikationeiksi. Tätä kutsutaan myös tasapainoreaktioksi. Maanesteeseen ilmestyy lisää kationeita silloin, jos viljelijä lannoittaa peltoa tai mikrobien hajottaessa orgaanista ainesta.

Kationien määrään vaikuttaa kuinka paljon ioneilla on paikkoja, joihin ne voivat sitoutua kiinni. Näitä paikkoja ovat savimineraalit ja humuksen pinnat. Savimineraalit ovat pieniä hiukkasia, jotka muodostavat savimaan. Savihiukkasten pieni koko takaa sen, että maassa olevilla kationeilla on suurempi pinta-ala käytössä, joihin ne voivat sitoutua, kuin esim. hiekkamaissa, joissa on vähän savipartikkeleita. Eli siksi savimaiden ominaiskationinvaihtokyky on suurempi kuin muiden kivennäismaiden KVK. (luonnonkoneisto)

Humuspitoiset maat kuten turvepitoiset maat omaavat myös suuren kationinvaihtokyvyn. Eli mitä multavampaa maa on sitä, enemmän maassa on kationeille paikkoja kiinnittyä humuspartikkeleiden ympärille. Multavuutta voidaan lisätä orgaanisilla lannoitteilla, kuten karjanlannalla ja viherlannoituksella. Kalkitseminen auttaa vapauttamaan lisää kationinvaihtopaikkoja multavilla mailla. (luonnonkoneisto)

Kationin vaihtokapasiteettia voidaan nostaa siis lisäämällä maan multavuus tasoa ja kalkitsemalla. Maalajien omille ominaisuuksille ei viljelijä voi mitään. Esim. hiekkapitoisille maalajeille ei saada lisättyä savipartikkeleita niin helposti. Kuitenkin multavuuden nosto lisää myös kationinvaihtopaikkoja, jolloin hiekkamaidenkin KVK nousee.

Viljelijän tulisi käyttää tuolloin orgaanisia lannoitteita viljelyn lannoitusta suunnitellessa, kuten viherlannoitus ja karjanlantaa. Myös maanparannusaineiden käyttö, kuten ravinnekuidut yms. lisäävät maan kationeille paikkoja maaperässä. Savimailla taas on luontaisesti korkea KVK ja varastopaikkoja on runsaasti. Mutta tällöin tulee kiinnittää huomiota maan muru rakenteeseen ja kationeiden tasapainoon. Liika magnesium pitoisuus lisää maan liettymistä, mikä lisää ravinteiden huuhtoutumisriskiä vesistöön. Tämä tarkoittaa sitä, että

maahiukkasten ympärillä on liikaa positiivisesti varautuneita magnesium-ioneja. Tällöin maahan tulisi lisätä kalsiumioneja, jotka edistävät mururakenteen pysymistä. Eli toisin sanoen peltoa pitäisi silloin kalkita, jos pH-arvoa voi nostaa samalla, taikka levittää rakennekilpiä. Kipsi sisältää runsaasti kalsiumia, mutta ei nosta maan pH-arvoa. (luonnonkoneisto luomu.fi/tietoverkko)

Kationinvaihtokyky kuvastaa maaperän kykyä pidättää ravinneioneja savihiukkasten ja eloperäisen aineksen pinnoille. Maaperään ei mahdu rajattomasti ravinteita vaan niiden paikat tulevat täyteen. Tällöin ylimääräiset ravinekationit liukenevat maanesteeseen jolloin ne eivät välttämättä päädy kasvien käyttöön koskaan. Happamassa maassa tästä voi tulla suurikin ongelma. Happamassa maan ominaisuuksina on suuri vetykationien määrä. Vety ionit kiinnittyvät tällöin herkästi savihiukkasten ja humuksen pinnoille. Tällöin ne estävät muita ravinteita kiinnittymästä kationinvaihtopaikoille. Siksi happamassa maassa ilmenee herkästi ravinnepuutoksia. Kalkitseminen nostaa kationinvaihtopaikkoja, ja heikentää vety ionien määrää maanesteessä. Kalkitseminen lisää myös kalsium ionien ja magnesium ionien määrää maassa, jotka pystyvät syrjäyttämään vetyioneja. (luonnonkoneisto)

Kuitenkin maa nesteeseen mahtuu vain tietty määrä ravinteita. Jos jotakin muuta ravinnetta on enemmän kuin muuta, se vie toiselta ravinekationilta kationinvaihtopaikkoja. Liika kalkitus lohossa kalsium syrjäyttää magnesiumia ja kaliumia. Myös hivenravinteiden rakenne muuttuu kasveille käyttökelvottomaksi korkeilla pH-arvoisilla lohkoilla. Liika magnesium lisää maan mururakenteen heikentymistä ja muuttaa maan vaikeasti muokattavaksi. Magnesium lisää maan eroosio nopeutta, kun taas kalsium pidättää maata eroosiolta. Pelto- maassa tulee olla tasapaino kaikkien kationeiden välillä, jolloin kasveille ei ilmene puutosoireita. Koskaan kationinvaihtopaikat eivät ole tyhjänä vaan ne täyttyvät aina kationeista. (luonnonkoneisto)

Viljelijän tulee huolehtia, että viljelyssä otetaan huomioon maan oma kationinvaihto suunniteltaessa viljelyä. Liika kalkitus on tietyillä maalajeilla pahasta, ja aiheuttaa vaikeuksia viljelyssä. Savimailla tarvitaan paljon kalkkia, jotta maan pH-arvo nousisi yhden viljely asteikon. Tämä sama pätee kationinvaihtokykyyn savimailla. Koska savimailla on runsaasti savihiukkasia ne tarvitsevat paljon kalkkia.

Savimailla on suuri kationinvaihtokyky, eli ne sisältävät runsaasti ravinteita, sen takia ne tarvitsevat paljon kationinvaihtopaikkoja. Kun halutaan lisätä savimailla kationinvaihtopaikkoja, pellolle tarvitaan paljon kalkkia tai kipsiä. Kipsiä levitetään pellolle silloin kun pH-arvo on jo korkea, mutta kalsiumin ja magnesiumin suhde pellolla ei ole tasapainossa. (luonnonkoneisto)

Paras suhde peltomaan kationeille olisi 70—85 % Ca, 12—18 % Mg, 3—5 % K ja H+alle 5 %. Tällöin maan kaikki kationinvaihtopaikat ovat käytössä ja maaperässä olevat ravinneionit saatetaan kasveille käytökelpoiseen muotoon. Tämä tarkoittaa sitä, että viljavuusanalyysin tuloksien pitäisi olla tyydyttävä hyvä tasolla. Liian vähän jotain ravinteita lisää toisien kationeiden määrää maaperässä, jolloin voi ilmetä haittavaikutuksia. Jos taas maaperässä on yhtä ravinnettä liian paljon, se vie kationinvaihtopaikkoja muilta ravinnekationeilta, jolloin kasvi kärsii kyseisestä ravinteesta. (Luonnonkoneisto n.d)

## 6. MAAN KASVUKUNNON HAVAINNOINNIN KONKREETTISIA MENETELMIÄ JA KÄYTÄNTÖÄ

### 6.1. Viljavuusanalyysi ja puutosoireiden seuranta

Savimaiden kasvukunnon tarkkailuun ehkä kaikkein tärkein pääasia on maan viljavuusanalyysin tulkinta. Viljavuusanalyysi kertoo, mitä ravinteita maaperässä on ja sen avulla pystytään tekemään lohkokohtaiset lannoitus suunnitelmat. Se kertoo myös perusravinteiden lisäksi hivenravinteiden määriä peltolohkoilla. Se kertoo maan happamuudesta, joka kertoo maan fysikaalisista ja kemiallisista ominaisuuksista. (Yara)

Multavuudella pystytään kertomaan, paljonko typpeä vapautuu suunnitteen maaperästä tulevan kasvukauden aikana. Siksi runsasmultaisilla mailla typpilannoitus on alempi. Typpilannoitukseen voidaan ottaa huomioon edeltävän kasvin typpivaikutus, jos on viljelty kerääjäkasvia taikka apilanurmia. Typpeä voidaan tarkkailla ihan maaperästä tehtävällä typpisalkkukokeella. Kuitenkin se ei kerro maassa olevan kasvijätteen typpimäärää vaan siihen täytyy tehdä lehtianalyysijä. On olemassa palveluntarjoajia, joilta saadaan tilattua lehtianalyysi tuloksia, joista nähdään millaisia puutosoireita kasveilla on. Maatalouskaupoissa myydään myös lehtivihreämittareita, joilla saadaan mitattua lannoitustarve, taikka kuinka paljon kasvulla on ravinteita sitoutunut biomassansa. Tällaisella mittarilla pystytään seuraamaan koko satokauden ajan kasvuston puutosoireita. Tähän mittarin käyttöön, ja puutosoireiden tarkkailun avuksi voidaan ottaa viljavuusanalyysin tulokset. Niistä saadaan varmistus puutoksille, jos kasveissa niitä esiintyy. (Yara)

Helpoin ja nopein keino mitata ravinnepuutoksia kuitenkin on mennä pelolle tarkkailemaan kasvuston oireita. Jokaisella ravinteella ilmenee omia puutosoireita kasvustossa. Ne ilmenevät kasvustossa omina oireinaan. Esim. typpi ilmenee maassa kalvakkana kellertävänä värinä, joka kattaa koko kasvuston. Fosfori taas ilmenee vanhimmissa lehdissä punaisenruskeana värinä, joka alkaa lehtien kärjistä kohti lehden kasvupistettä. (Farmit, Yara)

Hivenravinteet ovat hitaasti liikkuvia ravinteita. Tämä tarkoittaa sitä, että ne liikkuvat huonosti kasvin juurista kohti kasvin kärkeä. Tällöin hivenravinnepuutokset pystytään löytämään kasvin uusista lehdistä. Esim. rikin puutos oireet näkyvät uusissa lehdistä. Typen oireet näkyvät vanhoissa lehdistä. Rikin oireina on kellertyminen myös. Pääravinteet ovat helpommin liikkuvia ravinteita, joten niiden puutosoireet näkyvät kasvien vanhoissa lehden osissa. Fosforin puutosoireet ilmenevät vanhojen lehtien punertavana värinä. Kalium taas ilmenee punaisena reunana vanhoilla lehdistä. (Yara, Farmit)

## 6.2. Kuoppatesti ja murukestävyys testi

Maanviljelijän tärkein työkalu maaperän tutkimiseen ja maan kasvukunnon arvioimiseen on lapio. Tällä konstilla viljelijä pystyy tutustumaan omaan maaperäänsä ja tietää silmämääräisesti, millaisessa kunnossa oma peltolohko on. Viljelijä pystyy omalla tilallaan tarkkailemaan maan rakennetta ja vesitaloutta. (www.sare.org, Peltojen kunnostus 2017)

Jos haluaa saada kunnan kuvan omista lohkoistaan, lapio diagnoosi tulisi tehdä joka lohkolle. Mieluummin kaivaa useamman kuopan, jotta lohkojen omat ongelmat erottuvat. Kuoppatesti olisi hyvä suorittaa vuosittain samoille lohkoille, jotta pystytään saamaan paras käsitys siitä, mihin oman pellon rakenne on muuttumassa. (luomu.fi/tietoverkko)

Testin tekemiseen tarvitaan ihan tavallinen puutarhalapio ja puukko tai jonkinlainen muu pienentyökalu, jolla voidaan irrottaa kokkaria kuopan seinämästä. Maamurujen tarkkailuun on hyvä varat myös oma taso, jolla on mukavampi tarkastella lähemmin maamuruja. (www.sare.org, Peltojen kunnostus 2017)

Maahan kaivetaan n. 40 cm syvyydelle ja saman mitan leveydelle. Tällöin pystytään tarkastelemaan pohjamaata multavan pintamaan kanssa ja nähdään miten maaprofiilin rakenne muuttuu syvemmälle mentäessä. Tällöin pystytään tarkkailemaan kasvuston juuriston kasvua syvempiin maaperän osiin saakka. (luomu.fi/tietoverkko) (www.sare.org, Peltojen kunnostus 2017)

Lapiodiagnoosin paras ajankohta on silloin, kun kasvusto on hyvässä kasvussa, ja maaperä on kuivahko. Maaperän kosteus vaikuttaa maan rakenteeseen ja se tulee ottaa huomioon kuoppatestiä tehdessä. Siksi olisin välttävä mahdollisimman kuivaan aikaan, jolloin pystytään tarkastelemaan maamuruja, mutta ei niin kuiva, ettei maalieroja löydy. Lierot siirtyvät syvemmälle maahan kosteisiin oloihin. Tasaisessa kasvusto kohdasta voidaan ottaa näyte yhdestä kohtaa, jotta nähdään kunnolla juuriston kunto ja, kuinka laajalle juuret ulottuvat. Kuitenkin lohkolle, jossa on epätasaisuutta kasvussa, voidaan ottaa näyte hyvästä ja huonosta kohtaa. Näytteitä voidaan verrata keskenään, jolloin saada suurin piirtein satoeron syyt. (www.sare.org, Peltojen kunnostus 2017)

Kun maan rakennetta tarkkaillaan kuoppatestin avulla, keskitytään tutki-  
maan 7 erilaista asiaa: maan muruja ja vedenkestävyyttä, tiiviyttä, kasvi-  
jätteitä, kosteutta, kerroksellisuutta, juuriston kasvua ja maaeliöiden ak-  
tiivisuutta. ([www.sare.org](http://www.sare.org), Peltojen kunnostus 2017)

Maaperän tiiviyttä tarkastellaan käsituntuman lisäksi pienellä työkalulla.  
Aluksi voidaan tutkailla maata sormituntumalla. Viljelijä huomaa helposti  
onko maa tiivistynyttä vai löysää. Tiivis maa on kovaa ja sen murtamiseksi  
tarvitaan paljon voimaa. Esim. savimailla voi olla, ettei käsipelillä saada  
maakokkareita murtumaan. Maa voi olla niinkin tiivistä, ettei lapio uppoa  
edes maahan kuin kylvömuokkaussyvyyteen. Kuoppaa kaivaessakin huo-  
maa, onko maan rakenne tiivis vai onko ilmavaa. Tällä matkalla voidaan  
myös nähdä suurimmat maaperän tiivistymät silmämääräisesti. Tässä  
kohtaa puukko on hyvä apuväline. Sillä voidaan kokeilla maaperä eri sy-  
vyyksillä. Jos puukko uppoaa hyvin maaprofiileihin, silloin maaperä ei ole  
liian tiivistä myöskään kasveille kasvaa. ([luomu.fi/tietoverkko](http://luomu.fi/tietoverkko))

Pyöreät maamurut kestävät vettä paremmin, kuin kulmikkaat murut. Ne  
varastoivat kosteutta itseensä ja ympärillensä kasvien käyttöön kuivah-  
koilla ajanjaksoilla. Kulmikkaat murut sen sijaan kestävät vettä huonosti  
ja ne liettyvät helposti. Savimailla kulmikkaita muruja löytyy runsaasti, ja  
ne ovatkin maan muruisuudelle tärkeitä. Kulmikkaat murut muodostuvat  
roudan vaikutuksesta ja muokkauksesta. Pyöreät murut ovat kuitenkin  
maan rakenteen kannalta parempia kuin kulmikkaat murut. ([luomu.fi/tie-  
toverkko](http://luomu.fi/tie-<br/>toverkko), Rajala) ([www.sare.org](http://www.sare.org), Peltojen kunnostus 2017)

Murunkestävyyttä voidaan testata omalla testillä myös kotiooloissa. Testi  
on nopea ja helppo ja sen voi tehdä pellollakin, jos haluaa. Testiin tarvi-  
taan oma vesiastia ja kirkasta vettä. Astian tulisi olla kirkas, jotta siitä nä-  
kee miten maamurut käyttäytyvät vedessä. Astioita voi olla montakin,  
jolla voidaan verrata eri lohkoja tai lohkon sisäisiäkin kohtia, esim. hy-  
västä ja huonosta kohtaa.

Pelloilta haetaan maakokkareita erikohdista maaprofiilia. Kokkareet voi-  
daan laittaa astioihin sellaisenaan, tai kokkareita voi rikkoa hieman, joten  
niistä saadaan irti erilaisia muruja. Testissä täytyy maakokkareiden olla  
kuivahkoja, jotta nähdään kunnolla miten maa käyttäytyy vedessä.  
Maamurujen kestävyyteen vaikuttaa myös se, onko maassa kasvussa  
oleva sato tai kerääjäkasvi, joka sitoo maamuruja toisiinsa, ja jotka muo-  
dostavat pyöreitä maamuruja. Kokkareet ja murut laitetaan vesiastiaan  
n. minuutiksi ajaksi ja niitä seurataan sen ajan. [luomu.fi/tietoverkko](http://luomu.fi/tietoverkko)

Viherlannoitusnurmi on hyvä mururakenteen muodostaja, joka lisää mo-  
nimuotoisuutta niin maan päällä kuin maan alla. Erilaiset kasvien juuret  
kasvavat eri tavalla ja muodostavat erilaisia juurikanavia ja murustavat eri  
syvyyksiltäkin. ([luomu.fi/tietoverkko](http://luomu.fi/tietoverkko))



Kuva 2. Pyöreitä maan muruja jankkuroinnin jälkeen (Juuso Savonen)

Kuva 3. Maamurun vesikoe, jossa maamurut ovat liettynet veteen muuttaen sen sameaksi (Juuso Savonen)

### 6.3 Maan ilmatilan hoito ja tiivistymien ehkäisy

Maan rakenne edellyttää maan kaasujenvaihdon toimivuutta. Tällöin maaperään ei pääse muodostumaan kasvien juurille ja maamikrobeille myrkyllisiä kaasuja. Kasvien hapen saanti turvataan maan ilmavuuden avulla. Pääasiallisena käytävänä toimivat maamurujen välissä olevat ilmatilat, joita kaasujen vaihto tapahtuu. Juurikanavat muodostuvat omia ilma käytäviä, joista tapahtuu kaasujen vaihtoa ja veden pois pääsyä maaperästä. (Peltojen kunnostus, Alakukku, Ylihalla, Äijö Mattila, Peltonen, 2017)

Suurin syy maan tiivistymiselle on yleensä maassa olevan mikrobitoiminnan puuttuminen ja eloperäisen aineksen määrä, jotka muodostavat lima-aineita maaperään. Nämä limat muodostavat pyöreän mururakenteen. Orgaaninen aines myös tuo ilmatilaa maaperää, jolloin maa ei ole pelkkää kivennäisainetta. Yksipuolinen viljely ja varsinkin vähän maata peittävien kasvien viljely kuluttaa maasta humusta ja tiivistää maaperää. Jo itsessään vesikin tiivistää maaperää. Tästä syystä pellon kuivatus on perusedellytys. Sateiden tulisi poistua maaperän kautta ojitusjärjestelmään ja sieltä valtaojiin. Jos maa on tiivistynyt, maa on tavallaan kuin lukittu. Biologinen toiminta ei käy ja vesi ei pääse valumaan maaperään kuin sen tarkoitus onkin. Maan tiivistyminen on viljelijälle suuri haitta, joka voi tehdä useamman vuoden viljelyn hyvin vaikeaksi. Siksi tiivistymistä tulisi välttää viimeiseen saakka. Tähän vaikuttaa viljelijän omat käytännöt ja miten hän peltoaan hoitaa. Kylvötoimenpiteet, sadonkorjuu ja hoitotoimenpiteet tulisi tehdä mahdollisimman kuivaan aikaan. Tällöin pellon rakenne kestää paremmin raskaita työkoneita, eikä tiivistymää synny. (Peltojen kunnostus, Alakukku, Ylihalla, Äijö Mattila, Peltonen, 2017)

Viljelijän tulisi saada tehtyä mahdollisimman pian työt pellolla, eli konekanta tulisi olla niin tehokas, jottei turhaa ajoa pellolla synny. Ajolinjat tulisi sijoittaa niin, ettei pellolle muodostu tiettyä linjaa mitä kautta ajetaan raskailla kuormilla, tai muokata tiettyyn syvyyteen. Esim. muokkaus-syvyyttä tulisi muuttaa vuosittain, ettei samaan syvyyteen synny tiivistymää. Raskaat kärryt sadonkorjuun aikaan olisi paras sijoittaa niin, että ne olisivat peltoliittymässä tai mieluummin pellolle johtavalla tiellä. (Peltojen kunnostus, Alakukku, Ylihalla, Äijö Mattila, Peltonen, 2017)

Muokkausta tehdessä maan tulisi olla murustuvaa muokkauskerroksen koko matkan. Muutoin liian märällä muokkaus tekee tiiviin muokkausanturan muokkauskerroksen pohjalle. Tällainen tiivistysantura voi kestää useita vuosia korjaantua riippuen muokkaussyvyydestä. Savimailla syväkyntö antura voi säilyä koskemattomana useita vuosia. (Peltojen kunnostus, Alakukku, Ylihalla, Äijö Mattila, Peltonen, 2017)



Myös muokkaustyyppin muuttaminen toisenlaiseksi voi pienentää tiivistymisriskiä. Esim. kynnöstä kultivointiin, tai vain hankkimalla traktoriin sopivampi työkone, jolla saadaan vähemmällä ajokertoilla muokattua enemmän. Mitä raskaampaa muokkausta käytetään, sen aikaisemmin se tulisi toteuttaa syksyllä. Kyntö olisi paras suorittaa silloin kun maa on kuivaa ja eikä kasvien muodostamat juurikanavat tukkeudu. Kyntö soveltuukin nurmen lopettamiseen parhaiten, mutta mururakenteen turvaamiseksi kynnön jälkeen olisi paras kylvää syysvilja tai kerääjäkasvi tasoittamaan maan rakennetta. (Peltojen kunnostus, Alakukku, Ylihalla, Äijö Mattila, Peltonen, 2017)

Maata muokatessa tulisi pyrkiä sellaiseen muokkausjälkeen, jolloin maamurujen rakenne ei kärsisi liikaa. Siksi suositellaan käyttä traktorin renkaissa mahdollisimman pientä rengaspainetta. Tämä pienentää maahan kohdistuvaa painetta. Tällöin akselipaino jakautuu isommalle alalle, eikä tiivistä maata paljon. Suositeltavaa rengaspainetta on 50kPa:n kohdalla. Tätä pienempiä ei tarvitse käyttää, mutta nykyisin rengasvalmistajilla on valikoimissaan sellaisia renkaita, joissa voidaan käyttää alle 50kPa:n paineita. Paripyörien käyttö traktorissa, työkoneissa ja teliakseliston käyttö tai leveämpien renkaiden käyttö koneissa pienentävät tiivistymisriskiä. (Peltojen kunnostus, Alakukku, Ylihalla, Äijö Mattila, Peltonen, 2017)



Kuva 4. Paripyörien käyttö peltoliikenteen aikana pienentää tiivistymisriskiä käytettäessä pieniä rengaspaineita (Juuso Savonen)

Suuret työkoneet ja raskaiden kuormien siirrot voivat tiivistää maan multakerroksen lisäksi pohjamaa kerroksen myös, jonka korjaamisessa voi mennä useampiakin vuosia. Ruokamultakerroksen korjauksessa voi riittää sen alittava kyntömuokkaus mutta jankkoon ulottuva tiivistymä tulee rikkoa biologisesti kasvien avulla taikka jankkuroimalla.

Biologisessa kuohkeutuksessa käytetään kasvien juuria rikkomaan maaperän tiivistymiä ja vähentämään maalle tulee pintarasiitusta. Kasvien juuret pystyvät tunkeutumaan pieniin maan rakoihin, joista ne kasvavat kohti pohjamaata. Tällainen kuohkeutus on kuitenkin hidasta ja voi viedä useamman vuotta korjata yhden tiivistymiskerran vauriot. Tiivistymä voi olla myös hyvin kova, jolloin edes kasvien juuret eivät pysty sitä yksin korjaamaan. Tällöin voidaan ottaa mekaaninen muokkaus avuksi, jolloin rikotaan syvällä oleva tiivistymä maata muokkaamatta, jonka jälkeen kasvien juuret stabiloivat maaperän halkeamat kohdilleen. (Peltojen kunnostus, Alakukku, Ylihalla, Äijö Mattila, Peltonen, 2017)

## 6.5 Kuivatus ja ojitus

Pellon peruskorjaustoimenpiteisiin kuuluu kuivatuksesta huolehtiminen kaikkina vuoden aikoina. Liiallinen vesi peltomaassa on pahasta, ja se tulisi johtaa sieltä pois mahdollisimman pian. Ojitus takaa sen, että pellolle päästään keväällä oikeaan aikaan ja jotta maa alkaisi lämmentä keväällä nopeammin. Tällöin saadaan kasvuaikaa pidennettyä, jolloin kasvien tulleentuminen aikaistuu syksyllä, jolloin runsaat sateet ovat haitaksi sadon laadulle. (luomu.fi/tietoverkko)

Hapensaannin turvaamiseksi, vesi ei saisi seisoa liian kauan pellolla. Vesi estää hapen pääsyn maahan, jolloin kasvit alkavat kärsiä hapenpuutteesta. Hapen puute heikentää kasvin kasvua, jolloin kasveille alkaa syntyä ravinnepuutosoireita. Juuristonkin kasvu heikkenee ja voi lakata kokonaan. Ilmatilan puute heikentää myös pieneliöstön toimintaa maaperässä. Lierot viihtyvät paremmin kuivissa kohdissa kuin kohdissa, joissa seisoo vesi. Salaojien kohdilta voi löytää helpoiten maalieroja. (luomu.fi/tietoverkko)

Pellon toimiva ojitus takaa sen myös, että pellolle päästään silloin tekemään töitä kun tarvitsee. Esim. juurikkaiden nostokoneet ovat suuria ja voivat tiivistää sateisina syksyinä. Muokkaustöidenkin kannalta toimiva ojitus on tärkeää. Ojituksen kuuluu olla niin hyvä, että kasvukauden aikana syntyneet runsaat sateet poistuvat pellolta viimeistään vuorokauden kuluessa sateen lakattua. (luomu.fi/tietoverkko)

Lähes kaikki Suomen viljelysmaa on nykyään salaojitettua. Se on ojituksen tärkein muoto nykyään, sillä avo-oihin verrattaessa ojaston teho on parempi. Usein aikoinaan tehty ojitus on riittävä vielä nykyisin, mutta täydennyssalaojituksia tehdään maan rakenteen huononnettua. Yleisimmin salaojituksella pyritään ratkaisemaan veden imeytymisongelmat, vaikka ongelma ei olisi salaojissa. (luomu.fi/tietoverkko)

Peltomaassa veden on tarkoitus valua salaojiin mahdollisimman nopeasti maaperästä. Tiivistynyt pelto kuitenkin ei päästä sadevesiä suoraan salaojaan, vaan vesi siirtyy pintavaluntana pois pellolta. Täydennysojitusta harkittaessa on mietittävä onko uudet ojat välttämättömyys vai ovatko ongelma jossain muualla. Esim. liiallinen muokkaus rasittaa maan rakennetta ja tiivistää, eivätkä uudet ojat välttämättä auta. Viljelykiertoon tulisi lisätä syväjuurisia kasveja, jotka muokkaavat kasvullaan maaperään vesikäytäviä, joista tapahtuu veden virtaus salaojiin. Lierot ovat pellon pieniä salaojittajia. Ne kaivavat omia käytäviään, jotka voivat kulkea pinta- maasta pohjamaahan saakka. Siksi lieroja suosiva viljely on myös kuivatuksen kannalta tärkeää. Lierokäytävät myös helpottavat juurikanavien muodostumista. Kosteissa oloissa työskentelykin pellolla heikentää ojas-ton toimivuutta peltomaan tiivistyessä. Tiivistymä voi syntyä sala-ojasyyvyyteenkin ajettaessa liian märällä pellolla suurilla rengaspaineilla. (luomu.fi/tietoverkko)

Jos kuitenkin täydennysojitusta tarvitaan, imuojat tulee sijoittaa vanhojen ojien väliin, jotta ojituksen teho paranee. Imuojien sijaan vanhojen ojituk-sien kohdille voi tehdä sorasilmiä, jotka tehostavat vanhaa ojitusta. No-pea ojituksen tehostamiskeino on myyräauran veto. Myyräauralla teh-dään peltoon pieni viilto, jonka kautta vesi pääsee helpommin salaojaan. Myyräauralla voidaan rikkoa myös pieniä kohtia tiiviistä maasta. Tämä on halvempi ratkaisu kuin täydennysojitus, mutta sen vaikutus ei ole niin hyvä ja pitkäkestoinen kuin lisäojien teko. (luomu.fi/tietoverkko)

Salaojien lisäksi ojituksessa on tärkeää huolehtia piiriojien kunnosta. Sala-ojista tuleva vesi päätyy pellonreunaojiin. Reunaojat tulee pudistaa yli-määräisestä kasvillisuudesta heti, kun on tarve. Jo pelkkä heinäkasvusto riittää jarruttamaan reunaojien kuivaustehoa, mikä häiritsee niin sala-ojienkin toimivuutta. Reunaojan tulee olla siistin näköinen, eikä siinä sovi kasvaa minkäänlaista puustoa. Puuston juuret tukkivat ojan, mikä voi joh-taa ojan umpeen kasvamiseen. Viljelijän tulisi varmistaa perusojituksen kunto ennen kuin alkaa miettiä salaojitusta. Tällöin voidaan säästää työai-kaa ja pienentää menoja. (luomu.fi/tietoverkko)

Pinnan muotoilun tulisi olla piiriojia kohti kalteva, jotta suuret vesimäärät pääsevät valumaan pois pellolta. Kuitenkin veden paras poistumistie on salaojaston kautta maan läpi suodattuminen. Tällöin välttyään kaikelta maata kuluttavalta vesieroosiolta ja ravinnehuuhtoumilta. Pellolla olevia notkelmia voidaan täyttää piiriojista tulleella maalla. Arvokkaan ruoka-mullan hautaaminen muualta pellostä ei ole järkevää. Tällöin pellon kasvu voi heiketä muualtakin kuin notkelman kohtaa. Pinnan muotoilulla varmistetaan vain suurien vesimäärien pääsy pois. Muuten kaiken pel-lolle tulevan sadeveden tulee päästä salaojien kautta valtaojiin ja reu-naojin. (luomu.fi/tietoverkko)

## 6.6 Muokkaus ja muokkaustyypit

Muokkauksella usein tarkoitetaan mekaanista muokkausta, vaikka se kattaa laajemmankin käsityksen. Peltokasvitkin muokkaavat maata juurilansa ja murustavat maata. Peltolierot muokkaavat maata syödessään orgaanista ainesta maasta jättäen jälkeensä multavaa lantaa. Lierot toimivat samalla pieninä salaojittajina hoitaen maan vesitaloutta. Routa ja maan kuivuminenkin muokkaavat maata. Savimailla roudan maata murustava vaikutus on tärkeä hyvän mururakenteen säilyttämiseksi. Kuitenkin routa muodostaa kulmikkaita ja terävsärmisiä muruja, jotka liettyvät helposti. Biologinen muokkaus yhdistettynä maan mekaaniseen muokkaukseen nopeuttaa maan rakenteen parantumista. (Farmit- maanmuokkaus)

Muokkauksella pyritään hallitsemaan maassa erilaisia asioita. Muokkaus nopeuttaa maan mikrobista toimintaa. Muokkauksen perustana on luoda hyvä kasvualusta kylvösiemenelle ja juuristolle helpompi alusta kasvaa. Muokkaus pyrkii tuhoamaan viljelytoimenpiteistä syntyvät pienet tiivistymät, jolloin maa muuttuu ilmapaksi kasvien juurille. Tällöin ravinteiden hyötykäyttö kasveille kiihtyy ja juuriston kasvu nopeutuu. Juuriston kasvu helpottuu myös muokatussa maassa. Mekaanisesti luodulla ilmatilalla pyritään turvaamaan nopea lämpiäminen, vesitilan turvaaminen ja juuristolle nopeampi tila kasvaa laajaksi. Muokkauksella pyritään myös hillitsemään rikkakasvien kasvua. Vanhojen kasvijätteiden multaus vähentää tautiriskejä pellolla. (Farmit- maanmuokkaus)

Muokkauksella voi olla myös huonoja vaikutuksia. Näitä ovat tiivistymisriski ja maan mururakenteen tuhoaminen, joka johtaa ravinteiden huuhtoutumiseen. Muokkaus ei poista myöskään rikkakasviongelmaa lopullisesti vaan ne kasvavat uudestaan. Muokkaus multaa myös uudestaan rikkakasvien siemenet, jotka lähtevät kasvuun. Suurimpana riskinä muokkauksessa on kuitenkin tiivistyminen. Kyntäessä traktorin pyörä kulkee kyntövaossa, jossa pyörä voi tukkia maassa olevat huokoskanavat, mikä estää hapen ja veden pääsyn maaperään ja sieltä pois. (Farmit- maanmuokkaus)

Muokkaus voi myös johtaa pinnan multaamisen liian syvään, jolloin maassa tapahtuvaa maatumisprosessia ei tapahdu. Tämän voi huomata kyntäessä lohkoa, joka on aiemmin kynnetty myös. Viulun kääntyessä pintaan kääntyvät edellisen kasvukauden maatumattomat kasvinjätteet. Tämä kertoo siitä, ettei maan ilmanvaihto toimi muokkauskerroksien välillä. Tällöin tulee ottaa käyttöön kevyempiä muokkausmenetelmiä, minkä ohella voidaan viljellä syväjuurisia kasveja.

Muokkaustyypit voidaan jakaa pääasiallisesti neljään eri luokkaan: perusmuokkaus, täydennysmuokkaus, hoitomuokkaus, suorakylvö (no-till) ja syvämuokkaus.

Perusmuokkauksella tarkoitetaan yleensä kyntämistä tai kevytmuokkausta kultivaattorilla tai lautasmuokkarilla. Perusmuokkaus tehdään yleensä n. 15–30 cm syvyyteen. Tämän perusteella voidaan luokitella kaikki tällä syvyydellä tapahtuva muokkaus perusmuokkaukseen.

Perusmuokkaus tulee tehdä mahdollisimman kuivaan aikaan, jotta voidaan välttää turhia tiivistymiä. Ennen muokkausta voidaan sormituntumalla tarkastella pellon kosteusilannetta. Haluttuun muokkaussyvyyteen saakka maan tulisi murustua kauttaaltaan. Savimailla maa on liian kostea, jos siitä sormilla saa pyöritettyä 3 mm paksun nauhan. Oikea muokauskosteus on kuitenkin paljon kuivempaa. (Farmit- maanmuokkaus)

Perusmuokkauksen voi myös siirtää keväeseen, jos maalaji antaa sen myöden. Hyvässä muokauskierrossa käytetään kevyttä muokkausta ja raskasta muokkausta ja muokkaamattomiakin vuosia. Muokkaamattomat vuodet ovat lepovuosia peltomaalle, jolloin pellolla tulisi kasvaa mahdollisimman monipuolinen lajisto erilaisia kasveja eri kasviryhmistä. Tällöin saadaan monipuolisuutta yksipuoliseenkin peltoviljelyyn ja vähennetään rikkapankin kertymistä ja tautiriskiä. (Farmit- maanmuokkaus)

Kyntäminen on suosittua perusmuokkausta. Sillä saadaan mullattua hyvin edellisen vuoden kasvinjätteet ja se antaa kasvutilaa juurille murustessaan. Se myös lämmittää maata toukotöiden aikaan paremmin kuin kevyt muokattu. Kyntösyvyys on n. 17–23 cm. Kuivissa oloissa voidaan tehdä myös syväkyntöä.

Kevytmuokkaukseen luetaan kultivointi ja erilaiset lautasäkeet ja muokkarit. Tällä menetelmällä pyritään multaamaan kasvinjätteet maan pintakerroksiin, jotta hajotustoiminta kiihtyisi hyvin hapekkaassa ja eliöperäisessä ympäristössä. Tällöin pyritään myös ehkäisemään syvien tiivistymien riskiä peltomaassa. (Farmit- maanmuokkaus)

Täydennysmuokkaus on nimensä mukaan perusmuokkauksen lisänä oleva viimeistelymuokkaus. Toisin sanoen tätä muokkausta kutsutaan kylvömuokkaukseksi. Kylvömuokkauksen yleisin työväline on Suomen oloissa joustopiikkiäes. Nykyään ovat lautasäkeet, muokkaimet, lapiorullaäkeet ja jopa kultivaattoreilla voidaan tehdä täydennysmuokkauksia. Kylvömuokkauksella varmistetaan vielä kylvösiemenen oikeat kosteusolot ja sopiva syvyys. (Farmit- maanmuokkaus)

Hoitomuokkaus koostuu lähinnä erikoiskasvien kasvinsuojelusta tutuksi tulleesta muokkauksesta: rivivälien haraukset, rikkakasviäestys ja kasvinjätteiden pintamuokkaus (olkiäes). Tällaisella muokkauksella torjutaan

lähinnä rikkakasveja riviväleistä ja voidaan kuohkeuttaa maata rivien väleistä ilmavammaksi. (Farmit- maanmuokkaus)

Suorakylvö on oma osansa viljelymenetelmien saralla. Siinä pyritään säilyttämään maan luontainen rakenne. Suorakylvössä maata ei muokata lainkaan, vaan annetaan maan olla luontaisessa tilassa. Ainoastaan kasvien juuret hoitavat muokkauksen suorakylvössä. Tämä on aikaa ja kuluja vähiten vievä viljelykeino, mutta nykyisin se vaatii paljon kasvinsuojeluaikojen ja lannoitteiden käyttöä. Rikkakasvien torjuntaa ei voida tehdä perinteisesti muokkaamalla vaan se tehdään rikkakasviaineilla. Viljelykierto on erityisen tärkeää suorakylvössä, kun vanhoja kasvijätteitä ei mullata maahan. Siksi onkin suositeltavaa viljellä paljon kerääjäkasveja suorakylvössä, jotta viljelykierto monipuolistuisi enemmän. Kerääjäkasveilla voidaan myös hallita rikkakasveja, koska ne vievät elintilaa haitallisilta rikkakasveilta.

Syvämuokkaus koostuu muokkauksesta, jota tehdään alle 30 cm syvyydessä. Jankkuroiminen on syvää muokkausta. Nykyaikana jankkurointi on tullut muotiin, ja sitä on lisätty peltoviljelyssä paljon. Jankkuroinnilla pyritään rikkomaan maan tiivistymät. Jankkuroinnilla ei ole tarkoitus sekoittaa maata vaan nostaa sitä hieman. Jankkuroinnin jälkeen syntyy suuria muruja ja kokkareita maan syviin osiin. Siksi olisikin tärkeää tehdä jankkurointi elävään kasvustoon, jolloin kasvuston juuret stabiloivat maan takaisin kunnon rakenteeseen. Jankkurointi tulisi tehdä kuivaan aikaan, sillä jankkuroinnillakin pystytään muodostuma tiivistymä, jonka rikkominen on paljon vaikeampaa kuin kyntöanturan. (Farmit- maanmuokkaus, [luomu.fi/tietoverkko](http://luomu.fi/tietoverkko))

## 6.7 Kasvipeitteisyys ja monimuotoisuus

Pellon kasvukunnolle tärkeää se, ettei maa jää paljaaksi pitkäksi aikaa vaan se säilyy kasvipeitteisenä mahdollisimman suuren osan vuodesta. Kuollut kasvijäte suojelee maan pintaa liettymiseltä, liialta kuumuudelta ja vesipisaroiden iskuilta. Elävät kasvit tuottavat hiiltä ja sokereita maaperään, jolloin maan biologinen aktiivisuus kiihtyy, mikä nopeuttaa maassa olevan orgaanisen aineksen hajoamista. Paksut juuret syvällä maassa murustavat maata runsaasti, ja muodostavat maaperään ilmakehäisiä, joita tulevatkin viljelykasvit hyödyntävät tulevana vuosina. ([luomu.fi/tietoverkko](http://luomu.fi/tietoverkko))

Monimuotoisuutta peltoluonnossa voidaan kuvata suoraan viljelykiertosuunnitelmalla. Monipuolinen viljelykierto lisää pelto-ekosysteemin monipuolisuutta. Mahdollisimman erilaiset lajit keskenään täydentävät toisiaan muodostaen symbioottisia suhteita keskenään. Tällainen voidaan huomata erilaisien seoskasvustojen kohdalla. Suositeltavaa onkin kylvää kylvöseoksiin heinä- ja palkokasveja, joiden ominaisuudet täydentävät toisiaan. ([www.sare.org](http://www.sare.org), Peltojen kunnostus 2017)

Palkokasvit sitovat maaperään typensitobakteerien kanssa typpeä kasvien käyttöön. Heinäkasvit pystyvät sitomaan maasta suuria määriä kaliumia ja fosforia ja ne tuovat niitä lähemmäs pintamaata. Näiden kasvien välille muodostuu symbioosi, jolloin ne tekevät vaihtokauppaa juuriensa ja sienijuurien välityksellä. Kasvien juuret ovat erilaisia ja niiden ominaisuudet muuttuvat symbioottiseksi yhteisöksi monimuotoisuuden kasvaessa. Toisin sanoen mitä enemmän maaperään lisätään monipuolisuutta, sitä suuremmaksi kasvaa biomassan tuotanto ja kasvien keskinäinen yhteistyö. Luonnonniittykin kasvaa aina joka vuosi todella hyvin, koska siellä on suuri biodiversiteetti, joka mahdollistaa ravinteiden hyvän kierron. (www.sare.org, Peltojen kunnostus 2017)

Ulkomailla tällaista ajattelumallia kutsutaan polykulttuuriseksi viljelykseksi. Tällä tavoin pyritään viljelemään satokasvin kanssa mahdollisimman montaa erilaista kerääjäkasvia samanaikaisesti, jälkeen satokasvin tai ennen satokasvia. Tällainen viljely perustuu sienijuuren toimintaan kasvien juurien välillä. Sienijuuri muodostaa symbioosin eri kasvien juurien välillä ja välittää kasvien juurten tuomia ravinteita kasvienkin välillä.

Palkokasvien lisäksi voidaan käyttää kasvilajiseoksiin erilaisia kaali- ja öljykasveja. Kaalikasveihin luetellaan erilaiset retikat (öljyretikka, muokkausretikka) ja öljykasveja (rypsi, rapsi), mutta ne täydentävät seosta tuoden omia hyötyjään. Esim. muokkausretikka on hyvin syväjuurinen ja kerää runsaasti ravinteita itseensä. Hajotessaan vapauttaa niitä runsaasti. Rapsi pystyy kasvattamaan myös suuren juuriston, joka samalla vähentää seoksissa tautipainetta. Seoskasvustot lisäävät maahan myös erilaisia juuria ja maan päällistä kasvustoa. Erilaiset kasvit kasvattavat erinäköisiä ja kokoisia lehtiä, jotka sitovat auringon valoa itseensä eri tavoin. Siksi viljelijän olisi hyvä lisätä viljelykieroonsa monia erilaisia kasveja ja niiden seoksia. (Kari Koppelmäki, Hannu Känkänen ja Jukka Salonen)

Suorakylvön yhteyteen on yleistynyt omanlaisen maatalouden ala, jota kutsutaan regenerative agriculture. Tämä tarkoittaa uusiutuvaa maataloutta. Sen perustana on luonnonkaltaisten ekosysteemien matkiminen peltoviljelyssä. Toisin sanoen tämä tarkoittaa, että viljellään peltoa ottaen huomioon maan kasvukunto ensimmäiseksi päätavoitteeksi. Kylvössä pyritään käyttämään mahdollisimman vähän muokkausta, joka tuhoaa maan rakennetta. Kasvatetaan mahdollisimman montaa erilaista kasvilajia samaan aikaan, jotta biodiversiteetti säilyy maassa. Uusiutuvassa maataloudessa pyritään matkimaan luonnon omia sadonmuodostustekniikoita, ilman mitään kemiallisia lannoitteita ja kasvinsuojeluaineita. Toisin sanoen suorakylvöllä vähennetään maan häiriöitä, kasvilajeilla pyritään lisäämään kasvien yhteistyötä pellolla ja hillitsemään rikkaruohoja. Uusiutuvassa maataloudessa otetaan eläinten vaikutus huomioon peltoviljelyssä ja pyritään säästämään menoja laiduntamalla kerääjäkasveja ja viherlannoitusnurmia, niin kuin myös satokasveja. (www.sare.org, Peltojen kunnostus 2017)



Kuva 5. Tillage radish, muokkausretiisi kasvattaa suuren paalujuuren pienessä ajassa. (<http://www.maaseutumedia.fi/retiisijankkurija-maapora/>)

Seoskasvustot ovat hyväksi peltomaalle lisäten monipuolisuutta maaperässä niin kuin maan päällä. Seoskasvustot vähentävät tautiriskiä pellolla. Mitä erilaisempia kasveja peltoluonnossa kasvaa sen vähemmän tiettyjä kasvitauteja esiintyy maassa vanhoissa kasvinjätteissä. Esim. viljakasvit ovat isäntiä joillekin muiden viljojen taudinaiheuttajille. Siksi suositeltavaa olisi viljelykiertoon lisätä palkokasveja tai öljykasveja katkaisemaan viljamonokulttuuri viljelykierto. (Kari Koppelmäki, Hannu Känkänen ja Jukka Salonen)

Myös lierot kulkevat maaperässä paremmin syvälle ja helpottavat lisää kasvien kasvua. Savimailla varsinkin kasvien juurien merkitys on suuri, suurempi jopa kuin lierot. Lierot eivät viihdy niin hyvin savimaissa kuin kevyemmällä maalajeilla. Kuitenkin maan muruisuuden lisäys ja orgaanisen aineksen määrän lisääminen maaperään lisää lierokantaa.

## 7. HIILENSIDONTA OSANA PELTOVILJELYÄ

### 7.1. Miten hiilensidonta tapahtuu

Maaperän hiilensidonta perustuu kasvien yhteyttämiseen. Fotosynteesin avulla kasvit muuttavat auringonvalon, hiilidioksidin ja veden sokereiksi



maaperään ja muodostavat happea ilmakehään. Ilmakehässä oleva hiili siirtyy tällöin kasvien rakenneosiin, joista niitä käytetään kasvien kasvuun, sadonmuodostukseen ja juuriston kasvattamiseen.

Hiili kiertää kulkuaan aina ilmakehästä eläviin kasveihin sitä kautta takaisin maaperään. Ilmakehässä hiili ilmenee hiilidioksidina, joka on eliö-  
töjen palamistuotteena syntyvä kaasu. Hiilidioksidi on kasvihuonekaasu, joka kiihdyttää ilmaston lämpenemistä ja päästää auringon valoa lävitseen maahan. Se myös sitoo lämpöenergiaa itseensä. (www.sare.org, Peltojen kunnostus 2017)

Suomen peltomaiden hiilensidonta tapahtuu silloin, kun pellolla kasvatetaan satokasveja. Ne yhteyttävät ja muodostavat sokereita, joita ne jakavat maamikrobien kanssa. Hiili siirtyy hiilidioksidimuodosta kasvien rakennusaineiksi ja säilyy kasvin osissa aina sen biomassassa. Osa hiilestä kuitenkin vapautuu takaisin ilmakehään kasvien soluhengityksen kautta. Tämä on luonnollista vapautumista, jota tapahtuu kaikkialla ympäristössä, missä on kasvillisuutta. Yhteyttämisen aikana kasvit myös siirtävät osan hiilestä maaperään. Tätä kutsutaan nestemäisen hiilen kierroksi. Juurikarvoista kasvit erittävät nestemäistä hiiltä ja sokereita maaperään, joka ruokkii mikrobistoa. Mikrobisto taas antaa kasveille vaihtokauppana ravinnekationeita. (www.sare.org, Peltojen kunnostus 2017)

Kun kasvit kuolevat, taikka sato korjataan pellolta, maan pinnalle jäänyt biomassa alkaa maata mikrobitoiminnan avulla. Aluksi pienet maaeliöt alkavat syödä kuollutta kasvijätettä, joka alkaa maata mikrobien syödessä myöskin sitä. Tällöin biomassan maaduttua se muuttuu humukseksi. Kaikki orgaaninen aines ei ole humusta. Humus on hyvin vaikeasti hajoavaa ainetta, joka on mikrobien hajoustoiminnan lopputuotetta.

## 7.2. Miten hiilensidonta vaikuttaa maaperään

Hiilensidonnassa maaperään kertyy kasvibiomassan lahotessa humustuotteita. Nämä maahan kertyvät humustuotteet ovat hyvin vaikeasti lahoavia mikrobien aikaansaannoksia. Tällainen vaikealiukoinen humus on juuri tämä maassa oleva hiilinielu. Toisin sanoen, hiilensidontaan johtava peltoviljely nostaa maan multavuutta, mikä parantaa maan viljelyominaisuuksia ja maan ravinteiden kiertoa. Hyvin hiilipitoinen maa ilmenee maan tummana värinä ja hyvänä muruisuutena. (www.sare.org, Peltojen kunnostus 2017, Hiilen sidonta peltomailla Kristiina Regina)

Humus toimii maan sidosaineena, joka sitoo itseensä vettä ja estää maaerosion tapahtumista. Tämä on tärkeä rinteisillä mailla, jotka liettyvät satteisina aikoina hyvin helposti. Tämä estää ravinteikkaan pintamaan huuhtoutumista vesistöihin. Hiilensidonta nostaa maan multavuutta ja tummentaa maan väriä. Tällöin tumma maa lämpiää nopeammin. Tämä ominaisuus on keväällä varsinkin tärkeä kylvösiemenille. Multavuuden nous-

nessa maan muokkautuvuuskin paranee ja helpottuu. Ravinteiden pidätyminen kasvien käyttöön on tärkeä asia, johon maan humus vaikuttaa. Hiilensidonnassa syntyvä humus toimii reaktio pinnalla maanesteessä oleville kationeille, pääasiassa ravinnekationeille, joita kasvit käyttävät. pH-luku vaikuttaa humuksen kykyyn pidättää ravinteita. Humus lisää monien ravinteiden saatavuutta niukkaravinteisilla mailla. Esim. humus parantaa fosforin saatavuutta ja vähentää nitraattitypen huuhtoutumista vesistöön.

Korkea pH-luku muuttaa humuksen pinnanmuotoa. Tällöin humushappomolekyylit ovat joustava ja monipintainen, ja kationinvaihtopaikkojen määrä moninkertaistuu. Kalkitus lisää humuksen negatiivisia varauksia, joihin positiivis-merkkiset ravinnekationit kiinnittyvät. Humus parantaa tällöin ravinteiden pidättymistä maassa. Happamassa maassa vetykationien määrä kasvaa. Vetyionit kiinnittyvät humuksen pinnoille vieden paikkoja ravinnekationeilta. Siksi on tärkeä tarkkailla maan multavuuden ohella maan happamuutta. (www.sare.org, Peltojen kunnostus 2017, Hiilen sidonta peltomailla Kristiina Regina)

### 7.3 Hiilensidonnin havainnointi ja toteutus

Hiilensidontaa peltoviljelyssä tulisi hyödyntää nykyisin paljon enemmän. Luomuviljelyssä hiilensidonta on päivän selvä asia. Tällä keinoin viljelijät pyrkivät saamaan laajemman ravinnekapasiteetin kasvien käyttöön hyödyntämällä luonnon ravinnekiertoa peltoviljelyssä.

Helpoin tapa lisätä hiiltä maahan on lisätä viljeltävien vihreiden kasvien monipuolisuutta ja määrää peltoviljelyssä. Vihreät kasvit ovat kaiken perusta sillä niiden avulla peltoon muodostuu hiiltä. Yhteyttämisen avulla ne sitovat hiilen ilmasta biomassansa ja maatuessaan muodostavat hiilipitoista humusta. Tämä hiili säilyy maassa pitkään, mutta mikrobitoiminnan avulla se häviää pikku hiljaa.

Jotkin viljelytoimenpiteet lisäävät ja vähentävät hiilensidontaa. Jatkuva kasvipeitteettömyys vähentää hiilensidontaa. Tähän lisätään vielä joka vuotinen muokkauksien määrä. Muokkaus kiihdyttää maassa olevaa mikrobitoimintaa. Pieneliöt alkavat syödä maassa olevaa orgaanista ainesta, josta vapautuu soluhengityksen kautta ilmakehään hiilidioksidia. Eli jos pellolla viljellään hyvin vähän moninaisia kasvilajeja, joista syntyy runsaasti kasvijätettä, mikrobit alkavat kuluttaa maaperän omaa orgaanista ainesta ja humusta. Tällöin maan multavuus pienenee ajan kuluessa, mikä johtaa heikkoon ravinnekiertoon. (www.sare.org, Peltojen kunnostus 2017, Hiilen sidonta peltomailla Kristiina Regina)

Runsas maan kivennäislannoituskin vähentää humuksen kautta kulkevaa ravinnekiertoa. Siksi olisi suositeltavaa käyttää orgaanisia lannoitteita peltoviljelyssä mahdollisimman paljon. Näitä ovat esim. karjanlanta, karjan liete, viherlannoitus, komposti, biohiili ja kerääjäkasvit.

Jotta hiilensidonta kiihtyy peltoviljelyssä, viljelijöiden tulisi pyrkiä kasvatamaan mahdollisimman suuri vihreä biomassa pellolleen. Kasvipeitteisyysmäärän nostaminen ja pellon suojaaminen kasvustolla mahdollisimman pitkäksi aikaa mahdollistaa hiilensidonnan peltoviljelyssä. Aluskasvit, kerääjäkasvi ja syykylvöiset satokasvit ovat hyviä vaihtoehtoja. Tämä auttaa pidentämään vihreiden kasvien aikaa peltomaassa. Kasvusto suojelee maata ilmaston fysikaalisilta haitoilta kuten kuumuudelta ja eroosiolta. Se myös parantaa maan fysikaalista rakennetta. (www.sare.org, Peltojen kunnostus 2017, Hiilen sidonta peltomailla Kristiina Regina)

On olemassa hyvin selventävä koe, jolla voidaan tehdä lohkokohtaista hiilensidontatarkkailua. Kokeeseen tarvitaan vesiastia (mieluummin kaksi, joissa voi vertailla), kirkasta vettä ja reilu lapiollisen suuruinen maanäyte. Maanäyte otetaan käteen, jonka jälkeen näyte upotetaan veteen. Näytettä sekoitetaan vedessä edestakaisin voimakkaasti. Sekoitus kestää n. minuutin. Tämän jälkeen annetaan veden virtauksen laantua purkissa. Kuvassa 5 on kerääjäkasvipellosta otettu näyte, jota on sekoitettu vesias- tiassa. Veden pintaan on jäänyt valkoista vaahtoa. Tämä vaahto on juuri tätä juurien mikrobeille antamaa ”nestemäistä” hiiltä. Mitä runsaampi vaahto sen paremmin hiilensidontaa tapahtuu. (Hiilen sidonta peltomailla Kristiina Regina)



Kuva 6. Pelkän viljan sängelle tehty nestemäisen hiilen tarkkailukoe, ko-  
keessa ei näy paljon hiiltä. (Juuso Savonen)



Kuva 7. Viljan sängen ja aluskasvin kanssa tehty nestemäisen hiilen tutkimuskoe, kokeessa näkyy runsaasti hiiltä. (Juuso Savonen)

## 8. KOTIRANNAN TILALLA TEHDYT KÄYTÄNNÖN KOKEET

### 8.1. Kerääjäkasvitutkimus

#### 8.1.1 Kylvö

Teimme kotitilallani käytännön kokeita kerääjäkasvien avulla. Kylvimme kauran ja ohran aluskasveiksi valkoapilaa 3,5 kg/ha. Tilallani haluttiin

tuoda valkoapilan avulla lisää monipuolisuutta yksipuoliseen viljan viljelyyn. Tilalla on viljelty viimeisen 20 vuoden ajan kevätkylvöisiä viljakasveja. Pääsatokasvina ovat vehnä ja ohra. Kolmantena kasvina viljellään kauraa. Päätimme toteuttaa aluskasvikokeen kauralle ja ohralle, jotta voisimme vertailla miten eri satokasvi vaikuttaa apilan kasvuun.

Kylvimme Bettina-kauraa 250 kg/ha, jolloin kylvimme valko-apilaa aluskasviksi 3,5 kg/ha. Valkoapilan lajikkeena toimi Jogeva 4. Kauran kylvö toteutettiin Jukon 3000ht Kongskilde Demeter-jyräcombi, 3 m kylvökoneella. Tällöin annettiin lannoitetta 420 kg/ha. Apilan kylvö toteutettiin erillisellä koneella, koska tilalla ei ole heinänsiemenkylvölaitetta suuressa kylvökoneessa, joten valkoapila kylvettiin tilan vanhalla 2 metrisellä kylvökoneella. Kylvössä pyrittiin saamaan hyvä maakontakti apilansiemenelle, joten hajakylvö apilalle ei ollut mieluisempi vaihtoehto. Kun apila oli kylvetty, koelohko jyrättiin kerran, jotta apila saa varmasti kosteutta kapillaarisesti. Molemmat kylvökoneet ovat laahavannaskoneita.

Pellon lannoitus toteutettiin aika rajoitetusti. Aluskasvina toimiva apila ei siedä suurta typpilannoitusta. Tästä johtuen pelkäsin sen haittaavan apilan kasvua, sillä pellon viljavuuden mukaan typpilannoitus olisi voinut olla 20 kg/ha suurempi kuin kylvössä toteutettiin. Kylvön yhteydessä annettiin 100 kg/ha typpeä. Halusin myös nähdä miten valkoapilan typensidonta tapahtuu, joten pelkäsin runsaan typpilannoituksen heikentävän sitä, siksi vähensin typpilannoitusta.

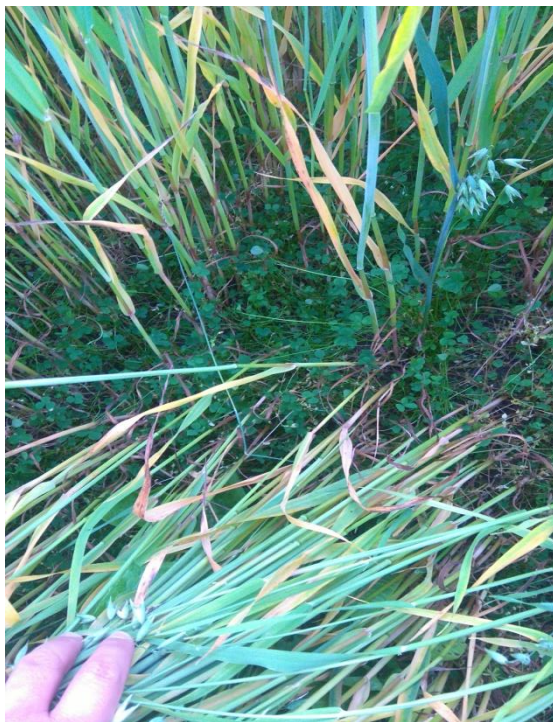


Kuva 8. Kerääjäkasvin kylvö keväällä 2017 vanhalla Jukon 200- kylvökoneella. (Juuso Savonen)

### 8.1.2. Kasvu ja kesä

Kasvusto lähti hyvin kasvuun molemmilla lohkoilla. Kaura pyrki hyvin kasvamaan, ja peitti allensa hyvin rikkakasveja, jotka olivat taimettuneet. Mutta kaura oli liian peittävä ja eikä antanut apilallekaan tarpeeksi valoa kasvuun. Ohralohkolla valkoapila pääsi leviämään runsaasti. Ohrakasvusto oli harvempi eikä peittänyt maata paljon. Aluskasvi soveltui hyvin tästä syystä ohralle paremmin, kuin kauralle. Tällöin apila vei tilaa rikkakasveilta.

Kesän aikana tilalla päätimme panostaa maan kasvukuntoon ja suojella maaperässä olevia mikrobeja. Siksi emme ruiskuttaneet kasvustoon minikäänlaisia kasvinsuojeluaineita. Tahdoimme varmistaa ettei valkoapila kuole tai heikkene rikkakasviaineista. Olisimme voineet kokeilla MCPA:ta rikkakasveihin, mutta pelkäsimme sen tuhoavan myös valkoapilan. Mitään kasvunsääteitäkään kerääjäkasvilohkoille ei ajettu, kun ei tiedetty mitä se tekee apilalle. Kesä oli hyvin sateinen ja viileä, mutta silti kauran kasvu onnistui hyvin. Kauralta löytyi mangaanin ja typen puutosoireita kesän kuluessa, mutta typen oireet hävisivät loppukesällä apilan aloitettua kunnolla kasvamisen.



Kuva 9. Kauralohkon puutosoireet näkyvät alimmilla lehdillä. Apila on hyvin kasvanut loppukesään mennessä (Juuso Savonen)



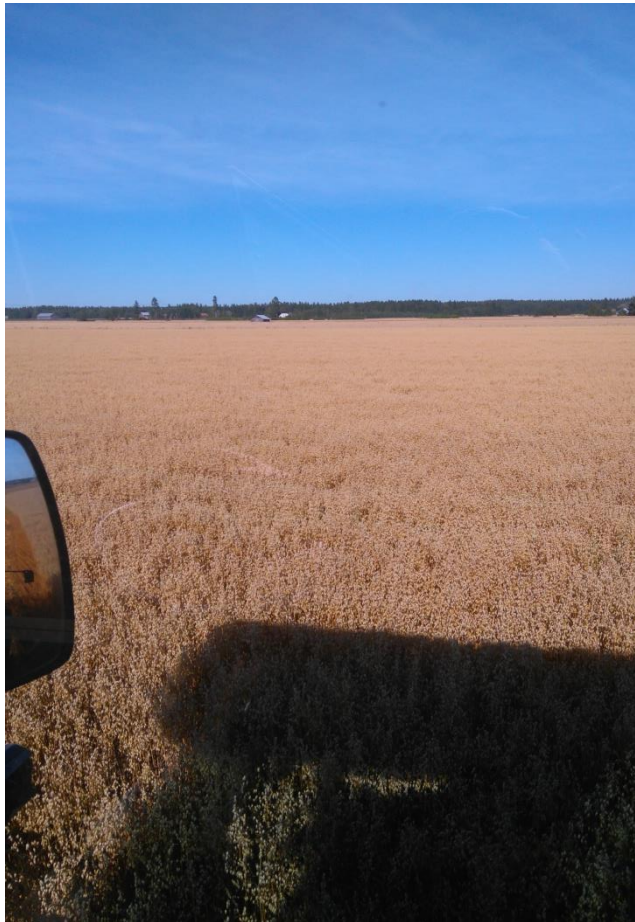
### 8.1.3. Syksy ja sadonkorjuu



Kuva 10. Ennen sadonkorjuuta apila oli päässyt hyvin alkuun ja hyödynsi jo tuleentumisen jälkeen auringonvalon ja tulleen kasvutilan. (Juuso Savonen)

Syksy oli hyvin märkä ja sateinen, mikä huononsi viljan laatua ja piti kasvuston hyvin kosteana. Kerääjäkasvilohkoilla ei onneksi ollut puintivaiheessa vielä suuria sateita. Kasvusto oli hyvin rehevää ja tasaisesti tuleentunut. Tuleentumisen nopeuteen vaikutti viljelijän mielestä se, ettei mitään kasvunsääteitä käytetty, tämä nopeutti tuleentumista. Kerääjäkasvilohkot verrattaessa tavanomaisesti ruiskutettuihin lohkoihin olivat päiviä edellä tuleentumisessa. Siksi sadonkorjuu aloitettiin niistä.

Kauralohkolta saatiin noin 5000 kg/ha. Ohralohkolta saatiin noin 4800 kg/ha. Kauralohkon kasvusto oli tasainen lohkon joka puolelta ja rikkakasveja ei näkynyt juurikaan puintivaiheessa. Myös puinnin jälkeen sänkeä tarkkaillessa oli suurimmaksi osaksi valkoapila säilynyt aluskasvina. Tämä tarkoittaa sitä, että aluskasvina ollut valkoapila vei tilaa rikkakasveilta. Rikkakasvien vähyyteen voi vaikuttaa myös se, että lohkon kasvinsuojelusta on pidetty aikaisempina vuosina hyvää huolta eikä rikkapankkia ole päässyt muodostumaan. Kauralohko oli puitaessa noin metrin korkuista. Kaurasta muodostui pellon pinnalle runsaasti biomassaa, joka suojaaa maaperää fyysikaalisilta häiriöiltä kuten suurilta sateilta. Ohra oli noin 50–60cm korkea.



Kuva 11. Kauralohko oli täysin tasainen ja hyvin tuleentunut, rikkakasveja ei ollut muutamaa saunakukkayksilöä lukuun ottamatta. (Juuso Savonen)



Kuva 12. Kauran ja ohran sänki näytti hyvin valkoapilan, joka oli kasvanut kesän aikana. (Juuso Savonen)



Kuva 13. Kerääjäkasvi kuivattaa maan rakennetta ja lisää veden imeytymiskykyä. Oikealla kuvassa näkyy aluskasvin kanssa kasvanut ohran sänki. Vasemmalla kuvassa näkyy pelkkä ohran sänki. (Juuso Savonen)



Kuva 14. Kerääjäkasvit lisäävät kasvukauden pituutta ja sitovat maasta hiiltä maahan, ne kuivattavat myös maata. Kuvassa näkyy saman lohkon eroavaisuudet. Toisessa kasvaa apila kerääjäkasvina, toinen pelkällä sängellä.(Juuso Savonen)

## 8.2 Maan syväkuohkeutus jankkuroimalla



Kuva 15. Heinänurmiseos on juuri kylvetty pellolle, jossa paljon tiivistymiä, joiden myötä vesilammikoita muodostuu runsaasti sateen jälkeen (Juuso Savonen)

Tilalla haluttiin parantaa maan mururakennetta mekaanisen muokkauksen avulla. Tilalla oli viljelyksessä huonosti muokattava lohko, jossa oli rajuja tiivistymisongelmia. Maa ei tahtonut muokkautua viiden äestyskerran jäl-

keenkään. Lohko tuotti hyvin huonosti satoa ja siinä ei tahtonut kasvaa mikään satokasvi. Tilalla päätettiin kokeilla kylvää lohkolle viherkesanto kasvamaan, joka tulisi samalla ekologisen alan määritykseen. Tällöin viljelijä saa tehdä korjaustoimenpiteitä lohkolle vaikka se on viherkesantona, jos toimenpiteet eivät tuhoa kasvipeitteisyyttä.

Aluksi lohkolle kylvettiin nurmikasvusto. Lohko muokattiin kultivoimalla. Tämän jälkeen suoritettiin täydennysmuokkaus joustopiikkiäkeellä. Täydennysmuokkaus suoritettiin viisi kertaa lohkolla, muokkausvaikeuksien takia. Kylvö suoritettiin toukokuun lopussa. Kylvösiemeninä toimi nurmi-siemenseos joka koostui timoteista, niittynurmikasta ja punanadasta. Kasvuun lähtö oli hyvin hidasta. Vuoden aikana heinänumiseos kasvoi noin viisi senttiä maasta ylöspäin. Toisena vuonna kasvusto oli jo normaalin pituista 30 - 40cm korkeata. Kasvusto niitettiin toisena vuonna kerran. Sen jälkeen kasvustoa yritettiin syväkuohkeuttaa jankkuroinnin avulla. Ennen jankkurointia nurmelle kylvettiin pintaan valkoapila.

Jankkurointiolosuhteet olivat otolliset toisena vuonna. Heinäkuun alussa suoritettiin jankkurointi, joka tehtiin noin 35 cm syvyyteen. Jankkuria vedettiin noin 60 m pituinen kaistale, 5 m välein. Kolmantena vuonna apila oli hyvin levinnyt lohkolle, paitsi hyvin tiivistyneisiin kohtiin. Toisena vuonna jankkuroiduissa kohdissa kuitenkin kasvoi apila heinän sijaan. Jankkuroinnin tiivistymien poisto oli tuonut ilmatilaa maaperään, josta valkoapila oli ottanut hyödyn. Kasvustosta otettiin kuva jankkuroiduista kohdista. Ainoastaan jankkuroimattomassa kohdassa kasvoi lähinnä nurmiseosta, joka oli hyvin kellertävän vihreää. Lohkoa ei lannoitettu minään viherkesantovuotena.



Kuva 16. Jankkuroituun heinämaahan kasvanut valkoapila (Juuso Savonen)



Kuva 17. Jankkurointia (Juuso Savonen)

### 8.3 Talviaikaisen kerääjäkasvin viljelykoe

Viljelykierrossa kotitilallani ei ole ollut syyskylvöisiä kasveja moneen vuoteen. Ruista on kasvatettu viimeksi 10 vuotta sitten. Viljelijällä on sellaiset

kokemukset, että ruis onnistuu vain yhden kerran kolmen kokeilun aikana. Mutta tilalla halusimme monipuolistaa viljelykiertoa lisäämällä kasvuun myös syyskylvöisiä kasveja. Päätimme kylvää ruis-ruisvirnaseoksen, jonka tarkoituksena on olla talviaikainen kerääjäkasvi. Ruislajike oli Reetta ja ruisvirna oli Hungvillosa. Seoksen tavoitteena on estää ravinteiden huuhtoutuminen vesistöihin keväällä, jotta ne siirtyisivät seuraavalle satokasville.

Lohkolla esikasvina kasvoi Harbinger-mallasohra. Kasvuston sänki kevyt-muokattiin lapiorullaäkeellä kahdesti. Puinti tapahtui syyskuun lopussa, mikä aiheutti, että syyssateet kastoivat maaperän märäksi. Siksi kevyt-muokkaus oli ainoa vaihtoehto, koska se oli nopeampi ja helpompi tapa kuin kyntö. Seos kylvettiin vanhalla Juko 200 -kylvökoneella. Seosta meni 120 kg/ha. Ruisvirna ympätettiin typensitobakteerilla, joka edistää maaperässä tapahtuvaa typen sidontaa.

Valitsimme kasviksi rukiin sen talven kestävyden vuoksi ja koska sen ravinnetarve on kaikista viljoista matalin. Ruis myös kasvattaa vegetatiivisessa kasvunvaiheessa hyvän juuriston, joka murustaa maata. Ruisvirna on palkokasvi, joka pystyy sitomaan ilmakehästä typpeä maaperään. Kylvimme seoksen siinä toivossa, että kasvien välille syntyy symbioosi, jossa viljakasvi ja palkokasvi toimivat yhdessä niukan lannoituksen vuoksi. Ruis pystyy viljakasvina keräämään paljon fosforia ja kaliumia maaperästä, kun taas ruisvirna kerää ilmakehästä typpeä. Tällöin kasvit vaihtavat ravinteita keskenään mikrobien avulla, jotta molempien kasvu onnistuisi.

## 9. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimustuloksia ja työn tavoitteita vertaillen voidaan tulla tiettyihin johtopäätöksiin. Viljelyn monipuolistaminen on peltomaan kasvukunnon kannalta, varsinkin jäykkien savimaiden, tärkeä avaintekijä. Erilaisten kasvien juuret kasvavat eri tavoin ja muodostavat erilaisia juuria maaperään. Tämä voitiin huomata kerääjäkasvikokeesta. Apilan juuret yhdistettynä viljojen juuristoon, juurimassaa muodostui normaalia vuotta monin kertainen määrä. Maa murustuikin eri tavoin. Murut olivat muuttuneet pyöreiksi lähes 20 cm syvyydeltä, jo yhden kerääjäkasvivuoden jälkeen. Maaperän rakenteen lisäksi maan värikin oli tummentunut hieman. Vihreiden kasvien lisääminen viljelykiertoon lisää maahan yhteyttämistuotteiden siirtymistä maaperään ja ennen kaikkea hiilen siirtymistä maahan. Hiilen sidonta kuvastuu peltomaan tummumisella. Tämä myös helpottaa peltojen muokkaustoimenpiteitä ja nopeuttaa kasvien kasvua. Liika maaperän

tiivistyminen heikentää kasvien kasvua. Viljelijöiden onkin hyvä ottaa mukaan mekaanisen muokkauksen lisäksi biologisia muokkaustoimia. Tällöin saadaan syväkuohkeutuksen hyödyt säilymään maassa kauemmin. Suurin ja tärkein johtopäätös on mielestäni opinnäytetyössäni se, että kaikki vaikuttaa pelto-ekosysteemissä kaikkeen. Viljelijöiden tulee ajatella asioita monesta näkökulmasta, jotta saavat omat peltomaan parempaan kasvuun.

Tavoitteena aluskasvin kylvöllä oli monipuolistaa viljelykiertoa, käyttää erilaisia kasvinsuojelumenetelmiä ja parantaa maan rakennetta ja biologista aktiivisuutta. Tilan viljelyhistoria koostuu lähinnä kevätkylvöisistä viljakasveista. Tilalla ei haluttu ottaa viljelyyn mitään erikoiskasveja niiden huonon menestymisen johdosta hietasavimailla. Aluskasvin kylvö oli tilalla parempi valinta viljelykierron monipuolistamiseksi, kuin esimerkiksi palkokasvin kylvö satokasviksi. Härkäpapu viihtyy savimaissa, mutta sen satovaihtelut ovat niin suuret, että tilalla ei haluttu käyttää viljelypinta-alaa siihen. Tilalla on helposti kosteita lohkoja, siksi herne ei sovellu tilan viljelykiertoon. Aluskasvina toiminut valkoapila sietää kosteutta paremmin ja soveltuu siksi tilan viljelykiertoon paremmin sateisinakin vuosina.

Peltolohkoilla, joihin aluskasvi kylvettiin, ei käytetty kasvinsuojeluaineita paitsi jauhemaista peittäusainetta Baytan. Lohkojen lannoituskin oli määrätelty fosforin ja kaliumin tasojen mukaan. Typen tarve jäi molemmilla kerääjäkasvilohkoilla vajaaksi. Tutkimuksessa ei haluttu vaarantaa apilan oman typensidonnin heikkenemistä, siksi typpilannoitus pidettiin pienempänä kuin lohkot olisivat sallineet.

Puintivaiheessa kerääjäkasvilla ollut kauralohko ei eronnut tavanomaisesti kylvettyyn kauraan. Kauralohkolta tuli viljaa noin 5000 kg/ha. Toiselta valkoapilalohkolta, jossa kasvoi ohraa, saatiin satoa noin 4500 kg/ha. Molemmat kasvustot olivat metrin korkuisia, joten syntyi paljon biomassaa pellon pintaan. Valkoapila jatkoi kasvua puinnin jälkeen reippaasti, ja oli viikon jälkeen jo ohittanut sänkikorkeuden joka oli 20 cm. Apilalla oli runsas juuristo, josta pystyi näkemään pieniä typensitojabakteerien muodostamia juurinystryöitä. Apilan kasvu aloitti maaperässä pieneliötoiminnon, joka pystyttiin toteamaan maaperän hajun perusteella. Maaperän haju muistutti perunakellarimaista tuoksua, joka on viljavan maan merkki.

Myös maan mururakenne parani huomattavasti jo yhden vuoden jälkeen. Kulmikkaiden ja särmikkäiden murujen määrä oli vähentynyt. Tähän voi myös vaikuttaa aikaisempina vuosina toteutettu pellon syväkuohkeutus jankkurilla, jonka jälkeen suoritettiin kevytmuokkaus edeltävänä syksynä hanhenjalkasiipiterillä varustetulla kultivaattorilla.

Vaikka lohkolta kauran ja ohran olki oli muodostanut runsaan biomassan pellon pintaan, apila kiihdytti oljenhajotustoimintaa. Tämä johtuu apilan



omasta hiilityypisuhteesta, joka villitsee maamikrobeja syömään kuollutta kasvijätettä maan pinnalta. Samalla se laimentaa väkevän kauran oljen makua, jolloin mikrobit syövät sitä mieluiten. Oljen hiilityypisuhte on hyvin korkea, minkä tähden viljakasvin oljen hajoaminen voi kestää pitkän aikaa. Viljakasvustoon käytetään nyky maailmassa paljon kasvunsäätteitä, jotka hillitsevät kasvien kasvua ja säätelevät korren vahvuutta. Tämä heikentää oljen hajoamista maaperässä. Kasvinsuojeluaineet ovat haitallisia maaeliöille, jotka ovat maaperän toiminnalle ja eloperäisen aineksen hajotustoiminnalle välttämättömiä.

Kaura- ja ohralohko päätettiin jättää kasvipeitteiseksi talven ajaksi, jotta apilalla olisi mahdollisuus parantaa maan rakennetta mahdollisimman pitkään ja kerätä hiiltä maahan.

Toiselle kerääjäkasvilohkolle kylvettiin satokasviksi mallasohra. Valitsimme toiseksi satokasviksi ohran, koska se ei ole niin peittävä satokasvi kuin kaura. Se päästää enemmän valoa maahan, jolloin apila saa yhteyttä hiilidioksidia maaperään ja ruokittua pieneliöstöä samalla. Ohra kärsi kesällä kovista sateista. Kasvustossa pystyin huomaamaan typen puutosoireita. Sateiden jälkeen pyrittiin pelastamaan osa ohralohkosta. Ohralohko oli jaettu kahteen osaan. Toisella puolella kasvoi aluskasvina apila, toisella puolella pelkkä ohra. Pelkällä ohralle kasvavalle puolelle levitettiin lisätyypeä 10kg/ha. Kerääjäkasvilla olleelle puoliskolle ei tehty mitään. Kesän kuluessa ohralle, jolle annettiin lisätyypeä, kasvuston kunto parani. Kerääjäkasvipuoli kärsi hieman typen puutteesta, mutta kuroi eron kiinni tuleentumiseen mennessä. Epäilen, että apila sitoi tyypeä ilmasta typensidonnan avulla ohrakasvustolle. Silmä määräisesti tuleentumisvaiheessa ohrapuoliskojen välillä en havainnut eroa. Jyvä lukukin oli tähkissä suurin piirtein sama laskettaessa, noin 30 jyvää tähkässä. Kerääjäkasvipuolella ohran biomassan hajoaminen oli vilkasta.

Jankkurointi suoritettiin viherkesantonurmelle kolmena vuotena peräkkäin. Lohkolla on viljelty vain kevätkylvöisiä viljakasveja. Lohko oli hyvin tiivistynyt 40 cm saakka. Lohkolle kylvettiin 2015 viherkesanto. Lohkoa jankkuroitiin toisena vuonna suoraan viherkesantoon heinä-elokuun vaihteessa. Tällöin maa oli riittävän kuivaa jankkuroinnille ja maa murustui hyvin. Jankkuroinnin jälkeen kaivoimme kolmantena vuonna kuoppia peltoon. Toisena vuonna ennen jankkurointia oli lohkolle useita päiviä vesilammikoita. Kolmantena vuonna pystyttiin huomaamaan jo jankkuroinnin hyödyt eli lohkolle ei muodostunut vesilammikoita ja maa oli kuivempaa sateisen vuoden jälkeen. Verrattaessa heinä biomassaa toisena ja kolmantena vuotena, kolmantena vuotena biomassaa oli paljon enemmän, varsinkin jankkuroiduissa kohdissa. Toisena vuotena täydennyskylvettiin valkoapilaa lohkolle. Kolmantena vuotena valkoapila oli vallannut lohkon piiriojan reunat ja jankkuroidut kohdat. Apila oli levinnyt siksi, koska se oli saanut ilmatilaa jankkuroinnin seurauksena ja koska viherkesantoa ei ole lannoitettu lainkaan. Typensidontakasvina ollut palkokasvi levisi sen takia lohkon ympärille ja jankkuroiduille kohdille.

Tilan viljelyhistorian tuntien päätin kokeilla syyskylvöisiä kasveja kolmantena viljelykokeiluna. Kylvin syyskylvöisenä kasvina Reetta ruista ja Hungvillosa ruisvirnaa 120 kg/ha. Seoksen tarkoituksena oli hyödyntää viljakasvin ja palkokasvin symbioosia sekä lisätä kasvipeitteisyyttä. Toisin sanoen seoksen kylvöä voi pitää talviaikaisena kerääjäkasvina, eli seoksesta ei korjata ensi vuonna satoa vaan sen tarkoitus on kerätä edelliseltä kasviltä jääneitä ravinteita. Rukiilla kasvaa jo versomisvaiheessa hyvä juuristo, joka möyhentää maata, joka taas ruisvirna kerää ilmasta typpeä. Kokeessa halusin tuoda esille kasvien symbioosin joka parantaa maan rakennetta samalla. Heinäkasvit kykenevät keräämään maasta fosforia ja kaliumia hyvin, mutta ne tarvitsevat runsaasti typpeä kasvaakseen. Palkokasvit kykenevät omavaraisesti tuottamaan typpeä ilmasta. Tämä johtaa siihen, että kasvien välille muodostuu symbioosi. Palkokasvit luovuttavat typpeä viljakasville, kun taas viljakasvit luovuttavat fosforia ja kaliumia palkokasveille. Tämä toiminta perustuu luonnon omaan ravinteiden kiertoon.

Seoksen kylvö suoritettiin vasta syyskuun lopussa, koska puinnit olivat myöhässä sateiden takia. Tämä taas aiheutti sen, että kylvö suoritettiin liian myöhään. Tämä osio kokeesta vaatii useamman vuoden kokeilun, että tulokset varmistuvat, sääolosuhteet eivät olleet kasvukaudella v. 2017 hyvät.

2017 vuonna syksyllä oli runsaasti sateita ja muutenkin kosteat olosuhteet. Pellot olivat hyvin pitkään märkiä ja osa muokkaustöistä jouduttiin tekemään märille pelloille. Kerääjäkasvilohkot kuitenkin olivat kuivempia kuin ne lohkot, joilla ei kasvanut aluskasvia. Kerääjäkasvien juuret tekivät juurikäytäviä maaperään, joita pitkin ne pääsivät paremmin maaperään ja siksi maa oli kuivempaa. Kasvusto käytti vettä myös omaan kasvuunsa, mikä kuivatti maata.

## 10. LÄHTEET

Farmit-maanmuokkaus <https://www.farmit.net/kasvinviljely/maan-kunto/viljelytek-ninen-maanparannus/maanmuokkaus>

Kasvinviljely-Farmit sivusto

<https://www.farmit.net/kasvinviljely/lannoitus/ravinteet/puutosoireet>

Farmit-kasvinviljely-viljavuustutkimus <https://www.farmit.net/kasvinviljely/viljavuus-tutkimus>

Hiilen sidonta peltomailla, Kristiina Regina, Luke 2018 [http://www.ilmase.fi/site/wp-content/uploads/2018/01/Regina\\_maatilaverkosto-2018\\_valmis.pdf](http://www.ilmase.fi/site/wp-content/uploads/2018/01/Regina_maatilaverkosto-2018_valmis.pdf)

Luken nettisivut <https://www.luke.fi/luke/> (haettu 5/2017-3/2018)

Luonnonmukainen oppikirja netissä Rajala, Jukka <http://luomu.fi/tietoverkko/luonnon-mukainen-maatalous-oppikirja-netissa/> (haettu 5/2017-3/2018)

Luomupeltojen rikkakasvien hallinta aluskasvien avulla, Kari Koppelmäki, Hannu Känkänen ja Jukka Salonen [http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/537645/luke-luobio\\_65\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/537645/luke-luobio_65_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (haettu 5/2017-3/2018)

Lierot peltoviljelyssä, Nuutinen, Visa (1990)

Luonnonkoneisto, <http://luonnonkoneisto.fi/> (haettu 5/2017-3/2018)

[http://luomu.fi/tietoverkko/wp-content/uploads/sites/5/2012/05/Rajala\\_J\\_Maan\\_elo-per\\_aines\\_ja\\_biol\\_aktiivisuus\\_Osa\\_1\\_130603.pdf](http://luomu.fi/tietoverkko/wp-content/uploads/sites/5/2012/05/Rajala_J_Maan_elo-per_aines_ja_biol_aktiivisuus_Osa_1_130603.pdf) (haettu 5/2017-3/2018)

<http://luomu.fi/tietoverkko/maan-kasvukunto-ja-rakenne/#more-8304> (haettu 5/2017-3/2018)

Laboraatioanalyysit, Opetushallinto [http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/laboratorio/ymparistoanalyysit\\_maanaytteen\\_multavuus.html](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/laboratorio/ymparistoanalyysit_maanaytteen_multavuus.html) (haettu 5/2017-3/2018)

Maan multavuudet Kuva 2, [http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/laboratorio/ymparistoanalyysit\\_maanaytteen\\_multavuus.html](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/laboratorio/ymparistoanalyysit_maanaytteen_multavuus.html)

Maaosaaja

<http://www.maanosaja.fi/> (haettu 5/2017-3/2018)

M aaseutumedia Kuva 6, <http://www.maaseutumedia.fi/retiisijankkurija-maapora/>)Naturcom [www.naturcom.fi](http://www.naturcom.fi) haettu 5/2017-3/2018

Maan viljavuus Kuva 1 (<https://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/ruokaketju-ruuanmatka-pelloilta-poytaan/luonto/maapera/eri-maalajien-viljavuus>)

Peltomaan lierot, Nuutinen Visa, 2011 Power-point esitys

Peltojen kunnostus, Alakukku, Ylihalla, Äijö Mattila, Peltonen, 2017

viljelykiertojen monipuolistaminen pro agraria 2015

Raha-mururakenne infolehtinen.fi

[www.ely-keskus.fi](http://www.ely-keskus.fi) (haettu 5/2017-3/2018)

Ruokatieto sivu

Ruokatieto [www.ruokatieto.fi](http://www.ruokatieto.fi) haettu 5/2017-3/2018)

Savonen Juuso Kuva 3

Savonen Juuso Kuva 4

Savonen Juuso Kuva 5

Savonen Juuso Kuva 7

Savonen Juuso Kuva 8

Savonen Juuso Kuva 9

Savonen Juuso Kuva 10

Savonen Juuso Kuva 11

Savonen Juuso Kuva 12

Savonen Juuso Kuva 13

Savonen Juuso Kuva 14

Savonen Juuso Kuva 15

Savonen Juuso Kuva 16

Savonen Juuso Kuva 17

Savonen Juuso Kuva 18,

Sustainable Agriculture Research and Education

<https://www.sare.org/Learning-Center/Books/Managing-Cover-Crops-Profitably-3rd-Edition> (haettu 5/2017-3/2018)

<https://www.sare.org/Grants> (haettu 5/2017-3/2018)

Yara <http://www.yara.fi/tietoa-yarasta/kestava-kehitys/>

haettu 5/2017-3/2018