



# **Fosforin kerääntyminen maaperään eri muokkausmenetelmin Etelä-Savossa**

**Opinnäytetyö**

**Anu Leino**

Hyväksytty \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Koulutusala: Luonnonvara-ala	
Koulutusohjelma: AMU06	Suuntautumisvaihtoehto:
Työntekijä/tekijät: Anu Leino	
Työn nimi: Fosforin kerääntyminen maaperään eri muokkausmenetelmin, Etelä-Savossa	
Päiväys: 28.01.2007	Sivumäärä/liitteet: 34+5
Ohjaaja/ohjaajat: Petri Kainulainen, Sinikka Ripatti, Pirjo Suhonen	
Toimeksiantaja: Viljavuuspalvelu Oy	
<p>Tiivistelmä:</p> <p>Fosforia maaperässä on tutkittu paljon eri tarkoitukseen ja useimmat niistä MTT:n toimesta. Pelkästään Etelä-Savoa ei oltu vielä tutkittu. Toimeksiantaja Viljavuuspalvelu Oy ehdotti minulle että tekisin työn fosforista Etelä-Savon pelloilla. Mukana työssä on kolmetoista tilaa sekä 17 lohkoa. Muokkausmenetelmistä mukana ovat kyntö, kevytmuokkaus, suorakylvö sekä nurmilohkoja. Työhön tarvittavat maanäytteet otettiin keväällä ja syksyllä 2007 samoilta paikoilta. Näytteenottosyvyydet ovat 5 cm, 10 cm sekä 15 cm. Näytteet analysoitiin Viljavuuspalvelulla ja näytteistä tehtiin perustutkimus, johon kuuluu maalaji, multavuus, pH, johtoluku, Ca, K, P, Mg ja S.</p> <p>Saamistani tuloksista käy ilmi, että kesän aikana monilla lohkoilla fosforin määrä kasvoi. Muutamilla lohkoilla fosforin määrä pysyi samana kuin keväällä. Työtä olisi ollut hyvä jatkaa ottamalla ensi vuonna 2008 uudet näytteet keväällä ja olisimme päässeet katsomaan muutuko fosforin määrä talvikaudella ja miten.</p> <p>Selviä eroja muokkaustapojen välille ei muodostunut. Kuitenkin jokaisen välillä oli pieniä eroja. Selvimmin joukosta erottui kevytmuokkaus, jolla fosforin määrä syksyn ja kevään näytteitä verrattaessa pysyi lähes samana. Muilla tavoilla fosforin määrä nousi joillakin lohkoilla enemmän, joillakin vähemmän. Työtä olisi kannattanut jatkaa pidempään, vaikka seuraavaan kevääseen niin olisi saanut paremman kuvan fosforista, sen käyttäytymisestä eri muokkausmenetelmillä talven läpi.</p>	
Avainsanat: fosfori, ravinteet, maaperä, viljavuustutkimus	
Luottamuksellisuus: Avoin	

Field of study: Natural Resources and the Environment	
Degree Programme: AMU06	Option:
Author(s): Anu Leino	
Title of Thesis: Phosphorus flocking to soil with different soil tilthing types in South-Savo	
Date: 28.01.2007	Pages/appendices: 34+5
Supervisor(s): Petri Kainulainen, Sinikka Ripatti, Pirjo Suhonen	
Project/Partners: Viljavuuspalvelu Oy	
<p>Abstract:</p> <p>Lot of research has done about phosphorus in soil. Most of them is done by MTT Jokioinen. In South- Savo there is done a few research, so my applicant suggest that I would do the work about phosphorus. So that they and farmers can utilize it. There is 13 farms along and 16 sections in my work. About tilthing types, there are plowing, light tilthing and straight sowing. There is also some hay fields along. Soil samples were taken spring and autumn at the same positions. Sample depth were 5 cm, 10 cm and 15 cm. Samples were analysed in Soil Analysis Service in Mikkeli. Analysis what was done was basic analysis what includes soil type, mould content, pH, Ca, K, P, Mg and S.</p> <p>Results you can see that during the summer in many sections there were increase of phosphorus. Other sections the amount was the same in spring and autumn. It would have been good if the research had continued to next spring. Then we had taken samples again and check if there's a change in phosphorus after winter.</p> <p>There were no evident differences between soil tilthing methods. However there was some small differences noticed. Light tilthing stand out because the phosphorus was the same in spring and in autumn. In other ways the phosphorus level rise a bit in every section more or less.</p>	
Keywords: Phosphorus, Soil, Nutrients in soil, Soil analysis	
Confidentiality: Open	

1. JOHDANTO .....	5
2. LANNOITTEIDEN KÄYTÖN HISTORIA .....	6
3.FOSFORI KASVIRAVINTEENA .....	8
4. ETELÄ-SAVO VILJELYALUEENA .....	11
4.1 Etelä savolaisten peltojen ravinnetilan kehitys.....	11
4.2 Fosforin kerääntyminen.....	11
4.3 Fosforin raja-arvot .....	12
5. MUOKKAUSMENETELMÄT .....	13
5.1 Kyntö.....	13
5.2 Kevytmuokkaus .....	14
5.3 Suorakylvö.....	15
6.4 Nurmi .....	16
6. TUTKIMUKSEN TOTEUTUS .....	17
6.1 Näytteenotto.....	20
6.2 Maan kerrokset .....	22
7. KEVÄÄLLÄ OTETTUIEN NÄYTTEIDEN TULOKSET .....	23
8. SYKSYN NÄYTTEIDEN TULOKSET .....	27
9. JOHTOPÄÄTÖKSET .....	31
LÄHTEET .....	33

## 1. JOHDANTO

Alussa pohdin mistä aiheesta tekisin opinnäytetyöni, kysyin asiaa toimeksiantajaltani Viljavuuspalvelu Oy:ltä ja heiltä löytyi aihe. He pyysivät minua harkitsemaan aihetta fosforista. Mietin, että kovin kuulostaa isolta aiheelta, mutta päätin kuitenkin lähteä tekemään kyseisestä aiheesta työtä. Viljavuuspalvelun toimitusjohtaja Juhani Kivistö sanoikin, että aiheesta on tehty paljon erilaisia selvityksiä, ettei niitä kannata säikähtää. Melko monia erilaisia tutkimuksia tosiaan on tehty, mutta Etelä Savossa fosforia on tutkittu vähemmän.

Fosforin kerääntymistä maaperään on tutkittu lannoituksen aloittamisesta saakka eri menetelmillä. Etelä-Savon maita on jonkin verran tutkittu, mutta ei eri muokkausmenetelmiin pohjautuen. Päätin lähteä tarkastelemaan eteläsavolaisten peltöjen fosforitilannetta pienimuotoisesti. Mukaan halusin mahdollisimman erilaisia tiloja, jotta saataisiin tarkasteltua muokkaustapojen vaikutusta fosforin kerääntymiseen maaperään. Etelä-Savo kuuluu Suomen suurimpiin maitomaakuntiin. Näin ollen voisi päätellä meillä olevan paljon karjanlannan tuomaa fosforia. Niin ikään luomu tuntuu olevan hyvin esillä Etelä-Savossa. Olen ottanut muutaman luomutilan mukaan työhöni, luomussa kuitenkin joudutaan turvautumaan karjanlantaan. Tässä työssä on tarkoitus tarkastella muokkaustapojen vaikutusta fosforiin. Siitä, miten fosfori käyttäytyy tietyllä maalajilla on jo tietoa, mutta muokkaustapojen vaikutuksista on vähemmän tietoa varsinkin Etelä – Savossa. Työn tarkoitus on olla avuksi sekä toimeksiantajalle että eri neuvontajärjestöille ja viljelijöille sekä tutkia kuinka paljon kasvi kuluttaa fosforia kasvukauden aikana ja mitä maahan jää seuraavalle kasvukaudelle. Tavoitteena on verrata eri muokkausmenetelmien vaikutusta maan fosforiin.

## 2. LANNOITTEIDEN KÄYTÖN HISTORIA

1500-1600-luvuilla perinteisen maanviljelyn ongelma oli lannoitus. Lantaa oli vähän ja sitä annettiin vain kesäviljoille, rukiin oli tyytyminen kesantointiin. 1700-luvulla kesantoa eli ruislohkoakin lannoitettiin melko laajalti. Pohjois-Suomen kaksivuoroviljelyalueilla ruis- eli kesantolohkoa ei lannoitettu. Kaakkois-Suomen kolmivuoroalueella kevätiljoja ei lannoitettu lainkaan. Etelä-Suomen kaksivuoroviljelyalueilla lampaan lantaa levitettiin kevätiljan kylvön jälkeen ohut kerros maanpinnalle. Havuja käytettiin lattianavetoissa koko talven kuivikkeena ja näin syntyi eräänlainen ”apulanta” suomalaisten keksimänä. (Korhonen, 2004.)

1800-luvulla maanviljely uudistui kun niittyjä otettiin viljelykäyttöön, mutta lannoitus huononi peltopinta-alan kasvaessa. Pinta-alaa oli enemmän kuin lantaa riitti. Uusi viljelymuoto vähensi kesantoja, joten lannoitustarpeen määrä vain kasvoi. Apua saatiin väkilannoitteista sekä maanparannusaineista. Luujauho on niistä ensimmäinen, jota käytettiin runsaasti Etelä-Euroopan viiniviljelmillä. Suomessakin oli pienessä mittakaavassa myllyjä, tamppoja ja luumurskaamoja, josta luujauhoa valmistettiin. (Korhonen, 2004.)

Typeä ja fosforia sisältävää peruguanoa tuotiin Suomeen vuodesta 1875 alkaen. Tätä lannoitetta käytettiin etupäässä puutarhoilla. Vuonna 1889 tuotiin Suomeen ensimmäisen kerran tuomaskuona-nimistä fosfaattilannoitetta. Tämän lannoitteen käyttö yleistyi nopeasti ja jo vuonna 1894 sitä tuotiin maahan 6200 tonnia. (Seppälä 1995, 34-35.)

Valtio päätti perustaa Rikkihappo –ja Superfosfaattitehtaat 26.3.1920. Rikkihappo- ja Superfosfaattitehtaat Oy:n nimi muuttui vuonna 1961 Rikkihappo Oy:ksi. Vuonna 1971 Rikkihappo Oy fuusioitui Typpi Oy:n kanssa ja nimeksi tuli Kemira Oy. Vuonna 1994 Kemira Oy listautui pörssiin. (Seppälä, 2000.)

Keinolannoitteet olivat aluksi yksiravinteisia fosforilannoitteita, jotka oli tarkoitettu vain viljakasveille. Toisen maailmansodan aikana keinolannoit-

teiden käyttö laski saatavuuden vuoksi. Myöhemmin rakeistetut seoslannoitteet valtasivat markkinat. Tämän myötä nurmien lannoitus nousi viljakasvien lannoitusta suuremmaksi. Lannoitteissa annettujen ravinteiden määrä kasvoi 25-30-kertaiseksi 1920-1970 lukujen aikana. Nykyään maanparannus keskittyy lähinnä happamuuden alentamiseen kalkitsemalla. (Korhonen, 2004.)

Valtion Rikkihappo- ja Superfosfaattitehtailla valmistettiin seuraavanlaisia lannoitteita: Superfosfaatti, Kotkafosfaatti, Raakafosfaatti sekä Y-lannos. (Suomen Kansalliskirjasto, 2007.)

Pelloille viety karjanlanta on ollut aina kasvintuotannon selkäranka. Jo esihistoriallisilta ajoilta on peltoja lannoitettu pienimuotoisesti. Germaanisanoja kuten tunkio, lanta ja tade on katsottu olevan todisteena lannoituksesta. Vuonna 1950 kivennäismaille ajettiin suomutaa ja multamaille taas hiekkaa ja savea. Tämän jälkeen hiekan, suomudan ja saven merkitys pellonparantajana väheni. Tuhka ja eläinlanta säilyttivät asemansa 1950-luvulle asti. Viljelyksille vietiin ainoastaan lampaiden ja nautojen lantaa. Hevosten lanta käytettiin vain peruna- ja kasvimaalle. (Korhonen, 2004.)

Suomessa fosforin lannoitevaikutuksia alettiin tutkia jo 1930 – luvulla. 1970- ja 1980-luvuilla fosforin pintavalunnoista tuli uutinen, mutta samaan aikaan suositeltiin laitettavaksi 40kg P/ha. Tämä määrä oli suositus viljapelloille. Vuonna 1991 suositusta päivitettiin ja määrä laski 30 kg P/ha. Vuosina 1996-1997 fosforin määrän suositusta päivitettiin jälleen ja suositus määrä oli tuolloin 25 kg P/ha. Kuitenkin vielä suosituksen uudelleen laskennasta huolimatta maahan jäävä P-määrä nousi + 15 kg P/ha. (Grönroos ym; 2003.)

### 3.FOSFORI KASVINRAVINTEENA

Fosfori on tärkeä kasvien energian lähde. Fosforiyhdisteitä on kaikissa kasvin soluissa. Se on myös keskeinen aineenvaihdunnassa, siementen muodostumisessa, perintöominaisuuksien siirtämisessä, juurten kasvussa sekä solujen jakautumisessa. (Ijas ym; 1993.)

Fosfori on kasvissa sekä orgaanisina fosforiyhdisteinä että epäorgaanisina suoloina. Epäorgaanisia fosforin suoloja on nuorissa kasvinosissa vähemmän kuin vanhoissa, siemenissä niitä ei esiinny. Epäorgaaniset fosfaatit toimivat ennen kaikkea pH-puskurina soluissa. Pääosa kasvien fosforista on kuitenkin orgaanisina yhdisteinä. Kasvin fosforin otto on tehokkainta viljoilla alkuvaiheessa, kun neljännes sadosta on muodostunut, tähän mennessä fosforia on otettu puolet. Myöhäislannoituksena ei suositeta annettavaksi fosforia. Suurin osa maahan jääneestä fosforista on kasvien kannalta käyttökelvottomassa muodossa, mutta kalkituksella on mahdollista irroittaa vielä maahan jäänyttä fosforia kasvien käyttöön. Fosfori ei huuhtoudu helposti ja vähäinen liikkuminen tapahtuu maalietteen mukana, muutamia millemetrisiä kasvukauden aikana, siksi kasvin juurien on kasvettava fosforin luo saadakseen sitä. Tästä syystä pintaan annettu fosforilannoitus on tehoton. (Hartikainen ym.1992, 223-226.)

Fosforin puutoksessa lehdet ovat jäykkiä ja pieniä, kasvu hidastuu, juuristo on heikkokasvuinen, korsi ohut, sivuversoja vähän, lehdet tummanvihreitä ja värjäytyvät sinipunaisiksi. Puutokset esiintyvät yleisesti kasvupaikan ollessa kylmä. (Ijas ym; 1993.)

Kemialliset ominaisuudet vaikuttavat merkittävästi fosforin liikkumiseen maaperässä. Savimaissa fosfori pidättyy tehokkaammin kuin karkeissa kivennäismaissa. Puhtaissa turvemaissa fosfori huuhtoutuu helpommin, koska niissä on vähän helpoliukoisia fosforia sitovia yhdisteitä. Kivennäismaissa happamuuden lisääntyminen edistää fosforin pidättymistä. Tehokas pidättäminen vähentää huuhtoutumista, mutta samalla alentaa fosforin käyttökelpoisuutta kasveille. Nurmelle usein pintalannoituksella annettu fosfori huuhtoutuu pintavirtausvesien mukana herkemmin kuin viljamailla maahan mullattuna. (Hartikainen ym. 1992, 315-317.)



Fosforipitoisuus vaihtelee maalajeittain. (Taulukko 1.) Rahkaturpeella on huomattavasti korkein fosforipitoisuus, kun taas järvimutien, liejujen ja multamaiden fosforipitoisuus on matala. Multavuusluokkakin vaikuttaa fosforipitoisuuteen. Esimerkiksi vähämultaisessa kivennäismaassa ollaan normaalilla tasolla kun fosforipitoisuus on 13-14 mg/l, kun taas erittäin runsasmultaisella kivennäismaalla fosforin määrä on muita multavuusluokkia matalampi 10- 12 mg/l. Pellon happamuus eli pH vaikuttaa myös fosforipitoisuuteen ja pH 6 saakka fosforipitoisuus pysyy lähes vakiona. Tämän jälkeen pitoisuus alkaa jyrkästi kohota kunnes n. pH 7,7-7,9 välillä P-pitoisuus kääntyy jälleen laskuun. (Mäntylähti 2003, 10-12.)

TAULUKKO 1. Fosforin raja-arvot eri maalajeilla

Maan ominaisuus ja maalajiryhmä	Multavuus	VILJAVUUSLUOKKA						
		Huono	Huononlainen	Välttävä	Tyydyttävä	Hyvä	Korkea	Arvel. korkea
<b>Fosfori, P mg/l</b>								
- savimaat	vm	- 2,0	- 4,0	- 8,0	- 15	- 25	- 40	-
	m	- 2,0	- 3,5	- 7,0	- 14	- 23	- 40	-
	rm, erm	- 1,5	- 3,0	- 6,0	- 12	- 20	- 40	-
- karkeat kivennäismaat: hiesu, hiue, hiekat	vm	- 3,0	- 7,0	- 13	- 22	- 35	- 50	-
	m	- 3,0	- 6,0	- 12	- 20	- 33	- 50	-
	rm, erm	- 2,5	- 5,0	- 10	- 18	- 30	- 50	-
- karkeat kivennäismaat: hiedat, moreenit	vm	- 2,5	- 5,0	- 10	- 18	- 30	- 50	-
	m	- 2,5	- 4,5	- 9,0	- 17	- 28	- 50	-
	rm, erm	- 2,0	- 4,0	- 8,0	- 15	- 25	- 50	-
- eloperäiset maat: muut paitsi ei rahkaturve		- 2,0	- 4,0	- 8,0	- 15	- 22	- 30	-
- rahkaturve		- 1,3	- 2,7	- 5,3	- 10	- 15	- 20	-

(Viljavuustutkimuksen tulkinta peltoviljelyssä, 2000.)

Vuoden 2008 keväällä alkaa uusi EU:n ympäristötukiohjelma, johon on suunnitteilla lisätoimenpiteeksi ravinnetaselaskelmaa. Laskelman perusteella voidaan vesiensuojelutoimenpiteitä kohdistaa esimerkiksi ojituksen parantamiseen tai muokkauksen vähentämiseen. Viljelijä, joka valitsee tämän, laskee vuosittain lohkoکوhtaisen taseen. Lisäksi viljelijät laativat tavoitesuunnitelmat, jotka perustuvat taseisiin. Tavoitteena tukiehdossa on hyödyntää fosforivaroja silloin, kun viljavuusluokka on hyvä tai parempi. (Luomanperä 2007, 21.)

Pääosa fosforista on sitoutunut maan eloperäiseen ainekseen sekä kivennäisainekseen. Kuten jo aiemmin mainitsin fosfori on maassa sekä epäorgaan-

sena että orgaanisena fosforina. Kummastakin pääosa on hyvin hitaasti kiertävää ja lujasti sitoutunut maaperään. Osa on nopeammassa kierrossa ja sitoutunut maaperään löyhemmin. Vain hyvin pieni osa molemmista pääosista on suoraan käyttökelpoista kasveille. Fosfori on sitoutuneena maan kivennäisainekseen epäorgaanisina yhdisteinä. Apatiitti on fosforin luontainen sitoutumismuoto. Lannoitteissa lisätty fosfori on pidättynyt kalkkipitoisilla mailla kalsiumyhdisteisiin sekä happamilla mailla raudan- ja alumiininyhdisteisiin.

Helposti kasvien saatavilla on pieni osa vaihtuvaa fosforia. Fosforista hyvin pieni osa on vesiliukoisena maanesteessä. Vesiliukoista fosforia on maassa noin kasvin yhden päivän tarve eli alle puoli kiloa hehtaarilla.

Kasvilajien kyvyssä ottaa fosforia on eroja. Viljoista ruis ja kaura ovat ohraa tehokkaampia fosforin ottajia. Yksivuotiset nurmet pystyvät ottamaan fosforia monivuotisia nurmia vähemmän. Pitkään kasvavat, tiheäjuuriset kasvilajit pystyvät ottamaan enemmän fosforia, kuin harvajuuriset ja nopeakasvuiset lajit. Lajien väliseen fosforin ottoon vaikuttaa mm. juuriston tiheys ja laajuus, samoin juurikarvojen lukumäärä ja pituus.

Fosforin pidättyminen on pientä mm. kun lannoitus on niukkaa, maan fosforin kyllästysaste on suuri, käytetään eloperäisiä, hidasliukoisia fosforin lähteitä tai käytössä on hidasliukoisia kivennäisfosforilannoitteita. Fosforin pidättyminen on suurta mm. kun kivennäismaa on hapan, maan suolapitoisuus on suuri tai käytössä on vesiliukoinen fosforilannoite. (Rajala 134-142, 2004.)

## 4. ETELÄ-SAVO VILJELYALUEENA

Pääsääntöisesti Etelä-Savon pellot ovat karkeita kivennäismaita, hietamoreenia (HtMr) tai karkeaa hietaa (KHt) sekä hienoahiekkaa (HHk). Etelä-Savossa peltoja on 79 000 hehtaaria, joista nurmella 32 000 ha, viljalla 13 000 ha sekä vihannesviljelyllä reilu 1100 ha. (Viljavuuspalvelu Oy, 2007, Tolari, 2007.)

### 4.1 Eteläsavolaisten peltojen ravinnetilan kehitys

Etelä-Savossa, kuten koko maassa, kärsittiin fosforipulasta 1980-luvun lopussa sekä 1990-luvun alussa. Sitä korjattiin lisäämällä lannoitteisiin fosforia. Myös karjatalouden lisääntyessä ja tilakoon kasvaessa alkoi maahan levitettävän ja maasta otettavan fosforin määrä vaihdella syntyä ja syntyä ns. fosforipankki, jää maahan seuraavalle kasvukaudelle. (Salonen, 2000.)

Fosforipulaa korjattiin ensin käyttämällä vaikealiukoisia P-lannoitteita, myöhemmin rikkihappokäsiteltyjä vesiliukoisia ja entistäkin väkevempiä fosforilannoitteita kuten Kotkafosfaattia, Superfosfaattia tai Kaksoissuperfosfaattia. (Kivistö 2007.)

Ennen fosforia oli maassa niukasti ja kasvi otti tämän kaiken käyttöönsä ja näin ei maahan jäänyt fosforipankkia. 70- ja 80-luvulla maita lannoitettiin melko huolettomasti. Puhuttiin kyllä fosforin mahdollisista haittavaikutuksista. 90-luvulla asiaan alettiin kiinnittää enemmän huomiota ja EU:hun liittyessä fosfori liitettiin ympäristötukiehtoihin.

Viljavuuspalvelun vuosina 1994-98 analysoimista näytteistä kävi ilmi, että lähes puolet näytteiden tuloksista kertoi fosforin määrän maassa olevan huono tai huononlainen. (Salonen, 2000.)

### 4.2 Fosforin kerääntyminen

Vuosien 1986- 2005 välisenä aikana on Viljavuuspalvelu tutkituttu eri ravinteita, myös fosforia. Vuosina 1986-1990 on Etelä-Savon P-taso ollut luokkaa tyydyttävä (Liite 1) keskiarvon ollessa 12,1 P mg/l. Vuosina 1991-1995 on P määrä ollut hieman nousujohteinen, mutta ei kuitenkaan radikaalisti keskiarvon ollessa 12,5 P mg/l sekä viljavuusluokan ollessa

edelleen tyydyttävä (Liite 2). Vuosien 1995 ja 2000 välisenä aikana fosforin määrä nousee maassa fosforin keskiarvon ollessa 13,7 P mg/l, ollen viljavuusluokkana tyydyttävä/hyvä. 2001-2005 välisenä aikana on fosforin viljavuusluokaksi tullut edelleen tyydyttävä/hyvä ja fosforin keskiarvo on 14,93 mg/l (Liite 3).

#### 4.3 Fosforin raja-arvot

Fosforilla on olemassa minimi ja maksimi raja-arvot jokaiselle maalajiryhmälle (liite4). Savimailla raja vaihtelee 1,5mg/l (huono)- 40 mg/l (korkea). Karkeilla kivennäismailla kuten hiekat, hiue, hiesu rajat ovat 2,5 mg/l (huono/huononlainen) – 50 mg/l (korkea/arveluttavan korkea). Karkeat kivennäismaat kuten moreenit ja hiedat raja-arvot ovat 2,0 mg/l (huono/huononlainen) – 50 mg/l (korkea/arveluttavan korkea). Eloperäisillä aineksilla, pois lukien rahkaturve arvot ovat 2,0 mg/l (huono/huononlainen) – 30 mg/l (korkea/arveluttavan korkea). Rahkaturpeella raja-arvot ovat 1,3 mg/l (huono/huononlainen) – 20 mg/l (korkea/arveluttavan korkea). (Viljavuustutkimuksen tulkinta peltoviljelyssä 2000.)

## 5. MUOKKAUSMENETELMÄT

Seuraavassa esitellään työssä mukana olleet muokkausmenetelmät eli kyntö, kevyt-muokkaus, suorakylvö sekä laidun/nurmi.

### 5.1 Kyntö

Kyntö tapahtuu yleensä sadonkorjuun jälkeen syksyllä auroilla (kuvio 1.) Kyntämällä saadaan olki ja muut kasvinjätteet maan sisään. Kynnöllä torjutaan myös kasvintuhoojia sekä rikkakasveja hautaamalla rikkakasvien siemeniä ja juuria maahan. Kynnetty maa routaantuu paremmin, mutta maan rakenteen kannalta syyskyntö ei ole aina hyväksi. Tämän takia osa maista kynnetään vasta keväällä tai jätetään kokonaan kyntämättä. (Oppimateriaali, 2007.)

Kyntö tarkoittaa maan kääntämistä ja kuohkeuttamista, minkä seurauksena mullan eri osat joutuvat ilman kanssa kosketuksiin, mikä taas jouduttaa rapautumista ja lahoamista. Kynnöllä myös sekoitetaan lannoite maahan tai peitetään lannoite.

Syyskyntö on pohjoisilla leveysasteilla, kuten Suomessa, osa maanmuokkaukasta. Syyskyntö nopeuttaa maan kuivumista keväällä sekä parantaa maata routaantumisen tehostamiseksi. Kunnolla tehty syyskyntö vähentää äestyskertoja keväällä.

Kevätkyntöä ei Suomessa käytetä kovin usein, varsinkaan rehun- tai viljantuotannon yhteydessä. Kevätkyntö ei niin ikään sovi monille maalajeille, kuten savi- ja hiesupelloille, liettymisen takia. Kasvimaita ja perumapelloja kynnetään keväällä, jolloin nopeutetaan maan kuivumista. (Wikipedia, 2008.)



KUVIO 1. Kääntöaura (Virtanen 2007.)

## 5.2 Kevytmuokkaus

Kevytmuokkauksessa maan muokkaus tehdään esimerkiksi lautasmuokkaimella (kuvio 2.) Kevytmuokkauksessa kasvinjätteet mullataan maan pintakerrokseen. Maata siirretään mahdollisimman vähän. (Alikärri, 2002.)

Kevytmuokkausta voidaan tehdä sekä syksyllä että keväällä. Syksyllä heti sadonkorjuun jälkeen saadaan rikkasiemenet itämään ja myöhemmin kevytmuokkauksella poistetaan rikkakasveja. Keväällä kuohkeutetaan maata sekä edelleen eliminoidaan rikkakasveja. Muokkaimia kevytmuokkaukseen on useanlaisia, kuten lautasmuokkaimia, lautasäkeitä ja lapiorullamuokkaimia.





KUVIO 2. Lautasmuokkain. (Virtanen 2007.)

### 5.3 Suorakylvö

Suorakylvöllä tarkoitetaan kylvöä muokkaamattomaan maahan tähän tarkoitukseen kehitetyllä laitteella (kuvio 3.) Maata ei siis muokata ennen kylvöä millään laitteella tai välineellä erikseen. (Mitä on suorakylvö, 2007.)

Suorakylvöä varten on kehitetty oma laitteensa, joka rikkoo samalla maata ja kylvää siemenet sekä lannoitteet. Laitteita on sekä nurmelle että viljasängelle. Kylvömuoto on edelleen yleistymässä.



KUVIO 3. Suorakylvölaite. (Virtanen 2007.)

#### 6.4 Nurmi

Nurmella tarkoitetaan joko laidunta, säilörehu- tai kuivaheinänurmea (kuvio 4.) Nurmet kasvavat usein 3-5 vuotta ennen uusimista. Säilörehu korjataan suomen oloissa 2 - 3 kertaa ja kuivaheinä tehdään kerran kesässä heinäkuun aikaan.

Nurmella tarkoitetaan myös laidunta. Laiduntavia eläimiä ovat esimerkiksi lehmät, hevoset tai lampaat. Tässä työssä laiduntavina eläiminä ovat hevoset sekä lehmät.



KUVIO 4. Nurmen sadonkorjuu. (Virtanen 2007.)



## 6. TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Lähetin alussa tiloille sähköpostia, jossa tiedustelin tilan halukkuutta osallistua tutkimukseen. Sähköposteja lähti useita kymmeniä, mutta vastausprosentti oli huono. Kaikki, jotka vastasivat postiin, pääsivät mukaan tutkimukseen.

Tutkimukseen valittiin mukaan eri muokkausmenetelmiä käyttäviä tiloja sekä laidun- että heinälohkoja. Muokkausmenetelmistä mukana ovat suorakylvö, kevytmuokkaus sekä kyntö. Tiloja on mukana 13 kappaletta ja lohkoja 17. Tilat on numeroitu 1-13 ja jos tilalta on mukana 2 lohkoa on ne merkitty **a** ja **b**.

Seuraavassa on esitelty mukana olevat tilat lyhyesti. Esittelyssä on kerrottu tilan tuotantosuunta, mukana olevan pellon viljelykasvi sekä muokkaustapa.

1. Lohkolla **a** viljellään kauraa ja lohkolla **b** viljelyssä on kevätvehnä. Molemmilla lohkoilla muokkaustapana on kyntö sekä äestys. Äestys tapahtuu joustopiikkiäkeellä sekä lautasäkeellä. Molemmilla lohkoilla oljet kynnetään maahan. Tila on kasvinviljelytila.
2. Lohkolla viljellään kuminaa. Lohko on kultivoitu syksyllä ja keväällä ja kylvetty suorakylvöllä. Lannoituksena lohkolla on siipikarjalanta sekä väkilannoitteet. Tilalla kasvatetaan siipikarjaa.
3. Lohkolla **a** (kuvio 5.) viljellään kauraa ja lohko **b** on timoteilla. Kauralohko on suorakylvölohko ja lannoitetaan väkilannoittein. Timoteilohko on viljelijälle uusi lohko. Lohkoa ei ole lannoitettu lainkaan. Tila on kasvinviljelytila.



KUVIO 5. Näytteenottoa tilan nro 3, a lohkolta lokakuussa 2007.

4. Lohkolla **a** viljellään sokerijuurikasta ja lohko **b** on ohralla. Juurikaslohko on kynnetty joka vuosi. Ohralohko on kevytmuokkauksella. Molemmilla lohkoilla käytetään väkilannoitteita. Tila on kasvinviljelytila.
5. Lohkolla kolmannen vuoden säilörehunurmi. Lohkoa lannoitetaan karjanlannalla. Tila on nautakarjatila.
6. Lohkolla viljellään sipulia. Muokkaustapana kyntö sekä äestys. Lohkoa lannoitetaan väkilannoittein. Tila on vihannesviljelytila.
7. Lohkoa käytetään hevosten laitumena. Toinen laidunnusvuosi menossa. Lohkoa ei ole tänä vuonna lannoitettu.
8. Lohkolla viljellään luomuheinää. Toisen vuoden heinäurmi. Lohkoa ei lannoiteta. Tila on kasvinviljelytila.
9. Lohko on kolmannen vuoden säilörehunurmi. Lohkoa on keväällä lannoitettu väkilannoittein, kesällä ensimmäisen sadonkorjuun jälkeen lohkoa lannoitettiin väkilannoittein sekä karjanlannalla. Syksyllä lohkoa lannoitetaan väkilannoittein. Tila on lypsykarjatila.

- 10.** Lohko **a** (kuvio 6.) sekä lohko **b** ovat molemmat kauralla. Molemmat lohkot on muokattu äestämällä. Lohkojen lannoitus tapahtuu väkılannoittein. Tila on kasvinviljelytila.



KUVIO 6. Näytteenottoa tilan nro 10, a lohkolta, lokakuussa 2007.

- 11.** Lohkolla viljellään ohraa josta korjattiin kokoviljasäilörehu+ alla apilavaltaisen nurmensiemen (kuvio 7.) Lohkolla muokkaustapoina kyntö sekä äestys. Tila on luomukasvinviljelytila.





KUVIO 7. Tilan nro 11 apilanurmi, lokakuussa 2007.

12. Lohkolla viljellään kauraa. Muokkaustapana lohkolla on kevytmuokaus lautasäkeellä. Lohkoa lannoitetaan väkilannoittein. Tila on kasvinviljelytila.
13. Lohko on keväällä perustettu laidunnurmi, jolla laidunnetaan hevosia. Muokkaustapoina on ollut kyntö sekä äestys. Nurmen siemen kylvetty ilman suojaviljaa.

### 6.1 Näytteenotto

Näytteiden otto tapahtui, sekä keväällä että syksyllä. Keväällä näytteet otettiin ennen lannoitus ja kylvötapahtumia. Syksyllä taas ennen kyntöä. Näytteenotto tapahtui käsikäyttöisellä maahan poljettavalla kairalla, mönkijän kanssa pelloilla ajaen (kuviot 8 ja 9.) Kairassa merkinnät 5, 10 ja 15 senttimetrin välein. Näytteet otettiin 5, 10 ja 15 cm:n syvyydestä jokaiselta mukana olevalta lohkolta. Pienemmiltä lohkoilta otettiin yksi näyte ja suuremmilta kaksi näytettä. Näytteet otettiin syksyllä samoilta paikoilta kuin keväällä.



KUVIO 8. Näytteenottokaira. (Teittinen, 2007.)



KUVIO 9. Näytteenottoa mönkijällä ajaen, lokakuussa 2007.

Näytteet koottiin kolmesta eri pisteestä ja yhden pisteen kohdalla otettiin 9 kairan pistoa. Maanäytteet laitettiin suoraan maanäyterasioihin, jotka (kuvio 10.) oli merkitty 1/5, 1/10 ja 1/15, jos tilalta oli 2 lohkoa tai useampi näyte, muuttui rasian ensimmäinen numero 2 tai 3. Kunkin tilan näytteet pakattiin erillisiin laatikoihin ja laatikoiden päälle laitettiin viljelijän nimi sekaantumisen välttämiseksi. Näytteet toimitettiin Viljavuuspalvelu Oy:lle

analysoitavaksi. Näytteistä tehtiin perustutkimus, johon kuuluu: maalaji, multavuus, pH, johtoluku, Ca, K, P, Mg sekä S. Näytteenottajana toimi Jouko Teittinen.



KUVIO 10. Näytteenottorasiat vasemmalta 15cm, 10 cm ja 5cm, lokakuussa 2007.

## 6.2 Maan kerrokset

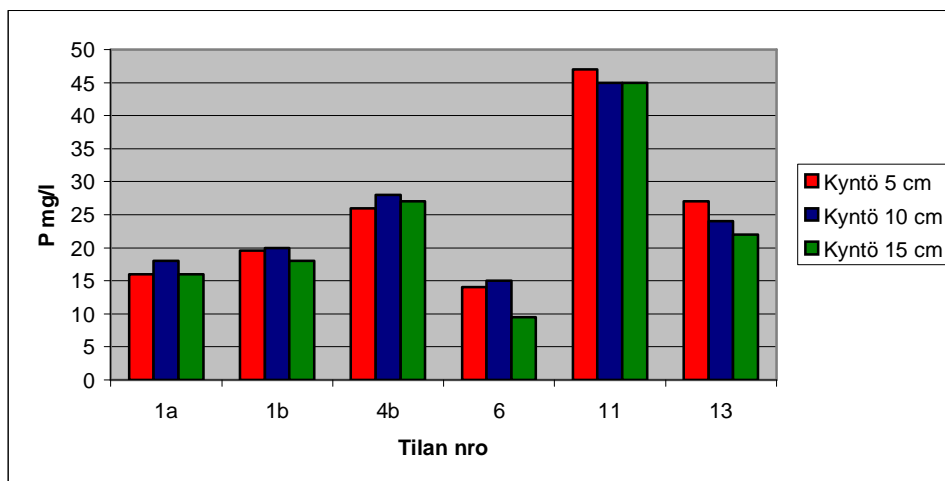
Maaperämme on muodostunut jääkauden muovaamana. Eloperäistä ainetta lukuun ottamatta maaperämme on muodostunut peruskalliosta rouhitusta aineksesta, jota mannerjää muovasi. (Hartikainen 9, 1992.)

Maan kerrokset jaetaan neljään eri kerrokseen. Ensimmäinen eli pintakerros on nimeltään kate- eli karikekerros. Kerroksen paksuus voi paikasta riippuen olla muutamia senttimetrejä. Kerros suojaa maata auringonpaah-teelta, kulumiselta, kylmältä, vesipisaroilta jne. Toinen kerros on nimeltään lahoamiskerros ja se koostuu lähinnä kasvijätteistä, joita maan eliöstö on jo osin hajottanut. Tässä kerroksessa olevat bakteerit ja sienet hajottavat eloperäistä ainesta sekä tuottavat mururakennetta lujittavia humus- ja lima-aineita. Kolmas kerros on nimeltään humuskerros eli muruinen multakerros. Kerroksen paksuus on 10-20 cm, juuristo sijaitsee tässä kerroksessa. Kerros on biologisesti aktiivinen ja ilmava. Neljäs kerros on pohjamaakerros eli kivennäismaakerros. Se on olosuhteista riippuen 10cm paksuinen. Kemiallisen, biologisen ja fysikaalisen rapautumisen avulla maan ravinteet vapautuvat kasvien käyttöön. (Rajala 51-51, 2006.)



## 7. KEVÄÄLLÄ OTETTUIJEN NÄYTTEIDEN TULOKSET

Seuraavassa tarkastellaan keväällä 2007 otettujen näytteiden tuloksia (kuviot 11-14.) Tulokset on ilmoitettu muokkaustavoittain eroteltuina. Näytesyvyudet on eroteltu eri värein siten, että punainen vastaa 5cm, sininen vastaa 10cm sekä vihreä vastaa 15cm.



KUVIO 11. Fosforin pitoisuudet muokkaustavalla kyntö

Tilan 1 **a** ja **b** lohkoilla fosforin vaihtelu on hyvin pientä. Molempien lohkojen P on viljavuusluokassa hyvä/korkea.

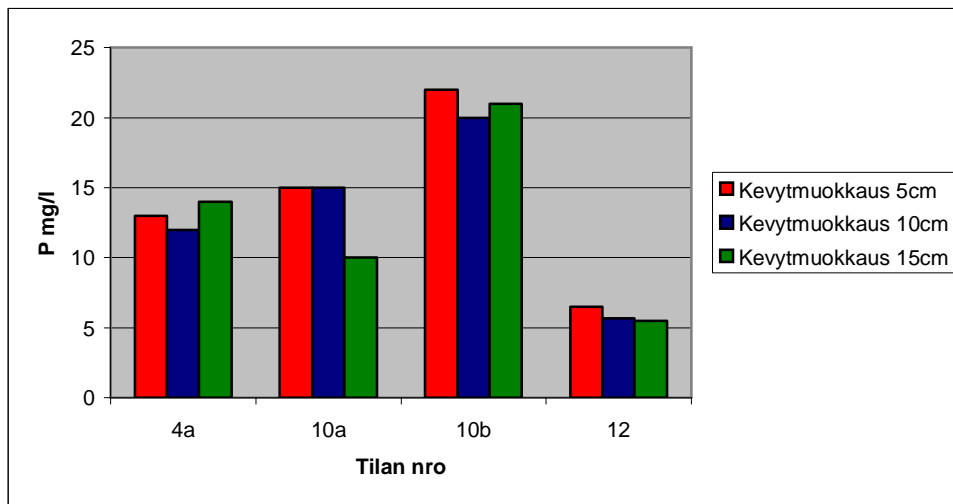
Tilan 4 **b** lohkolla fosforin määrä pysyy niin ikään samana joka näytesyvydessä. Kuitenkin tämän lohkon viljavuusluokka on hyvä/korkea. 10 cm syvydessä näyttää olevan hienoinen nousu.

Tilan 6 lohkolla 5 cm:ssä sekä 10 cm:ssä on fosforin määrä suhteellisen samassa, mutta syvydessä 15 cm P-määrä on pienempi kuin pinnassa, mikä kertoo sen ettei tälle lohkolle ole kertynyt fosforia eri kerroksiin.

Lohkon viljavuusluokka on tyydyttävä.

Tilan 11 lohkolla fosforin määrässä eri syvyyksillä ei ole vaihtelua. Mutta fosforin määrä on valtava. Viljavuusluokka tällä lohkolla on arveluttavan korkea. Tila on siirtymävaiheessa oleva luomutila, joten P-tilanne korjaantuneen ajan kanssa.

Tilan 13 lohkolla on hienoisia vaihteluita eri näytesyvyyksissä. Kuitenkin jokaisen näytesyvyyden viljavuusluokka on hyvä. (Kuvio11.)

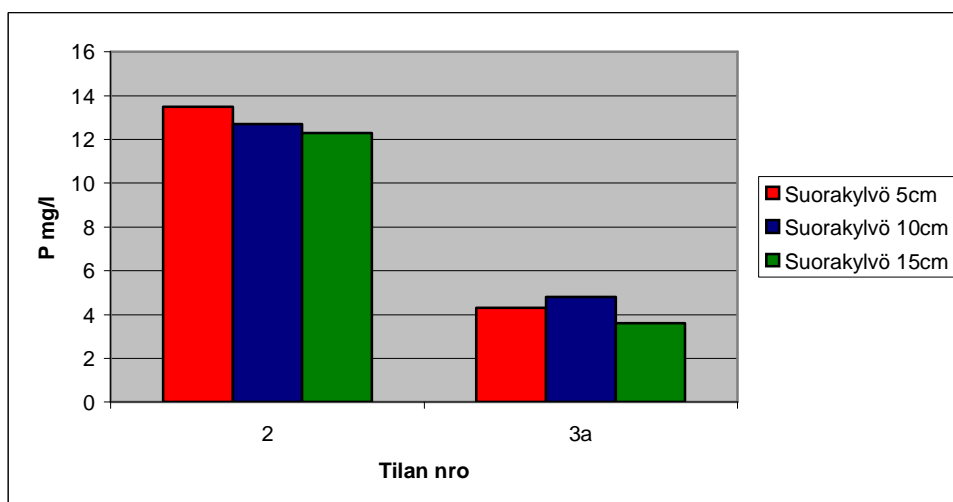


KUVIO 12. Fosforin määrä kevytmuokkauksella

Tilan 4 **a** loholla fosforin määrä pysyy melkein samana joka näytesyvyydellä, viljavuusluokan ollessa tyydyttävä.

Tilan 10 **a** loholla näytesyvyydet 5 ja 10 cm ovat täsmälleen saman arvoiset viljavuusluokalla hyvä/tyydyttävä. Näytesyvyydessä 15 cm fosforin määrä tippuu ja näin ollen fosforia ei ole jäänyt tähän syvyyteen käyttämättömäksi.

Tilan 10 **b** loholla fosforin määrän vaihtelu on pientä eri näytesyvyyksien välillä. Viljavuusluokka on hyvä. Tilan 12 loholla ei myöskään fosforin määrä vaihtelee suuresti eri näytesyvyyksien välillä. Viljavuusluokka on kuitenkin vain välttävä/huononlainen. Pieni P-lannoitus ei olisi pahitteeksi. (Kuvio 12.)

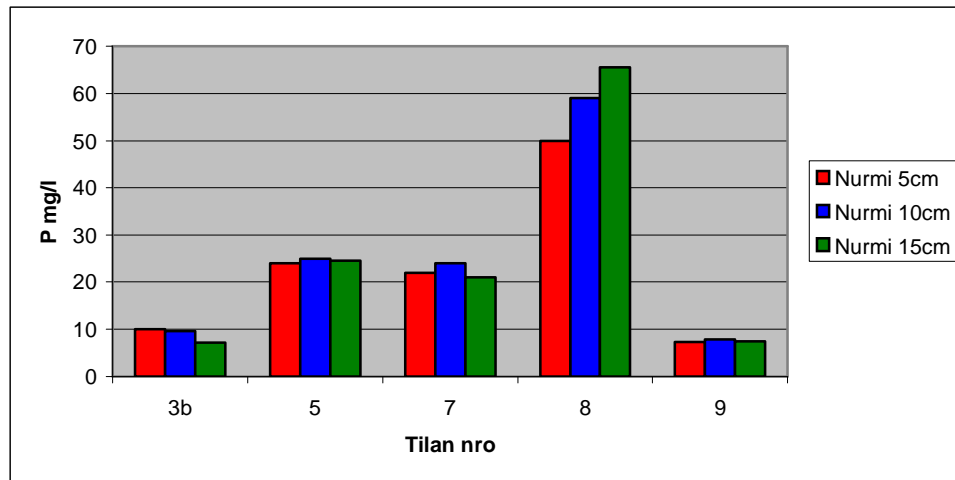


KUVIO13. Fosforin määrä suorakylvöllä

Tilan 2 loholla fosforin vaihtelu näytesyvyyksittäin on hyvin pientä. Viljavuusluokka loholla on tyydyttävä/hyvä.



Tilan 3 **a** lohkolla ei myöskään ole suuria vaihteluja fosforin määrässä eri näytesyvyyksillä. Viljavuusluokka lohkolla on kuitenkin vain välttävä/huononlainen. Jollakin tavalla olisi saatava pieni fosforilisäys niin viljavuusluokka paranisi. (Kuvio 13.)



KUVIO 14. Fosforin määrä nurmella

Tilan 3 **b** lohkolla fosforin määrä ei vaihtelee suuresti eri näytesyvyyksien välillä. Viljavuusluokka tällä lohkolla on tyydyttävä. Lohkon lannoittaminen kannattaisi.

Tilan 5 lohkolla P:n määrä ei myöskään vaihtelee eri näytesyvyyksissä. Viljavuusluokka lohkolla on hyvä/korkea. Nautakarjan laidunnus näkyy fosforin määrissä.

Tilan 7 lohkolla P määrä pysyy melkein samana eri näytesyvyyksissä. Viljavuusluokka on hyvä

Tilan 8 lohkolla huomattavissa eroja ei syvyyksien välillä. Pinnassa on vähemmän fosforia kuin syvemmälle mentäessä. Lohkon viljavuusluokka on arveluttavan korkea. Mielenkiintoiseksi tämän lohkon tilanteen tekee se, että lohko on toisen vuoden luomuheinänurmi. Kyntö ja kasvin vaihto saattaisi auttaa tällä lohkolla P tasapainoon pääsemisessä.

Tilan 9 lohkolla fosforin määrät pysyvät lähes samoina joka näytesyvyyksessä. Lohkon fosforin viljavuusluokka on tyydyttävä/välttävä, siitä huolimatta että laitumella laiduntaa nautakarjaa. (Kuvio 14.)

Seuraavaan taulukkoon on koottu keskiarvotulokset tutkimusmateriaalista eri muokkausmenetelmillä sekä eri syvyyksiltä.

TAULUKKO 2. Eri muokkausmenetelmien fosforipitoisuuksien keskiarvot eri syvyyksiltä

MENETELMÄT					
	Kyntö	Suorakylvö	Kevytmuokkaus	Nurmi	
<b>Näyte syvydet</b>	5 cm	6 lohkoa KA 22,8 P mg/l	2 lohkoa KA 8,9 P mg/l	4 lohkoa KA 17,4 P mg/l	5 lohkoa KA 22,66 P mg/l
	10 cm	6 lohkoa KA 22,3 P mg/l	2 lohkoa KA 8,75 P mg/l	4 lohkoa KA 17,2 P mg/l	5 lohkoa KA 25,1 P mg/l
	15 cm	6 lohkoa KA 20,8 P mg/l	2 lohkoa KA 7,95 P mg/l	4 lohkoa KA 15,9 P mg/l	5 lohkoa KA 25,14 P mg/l

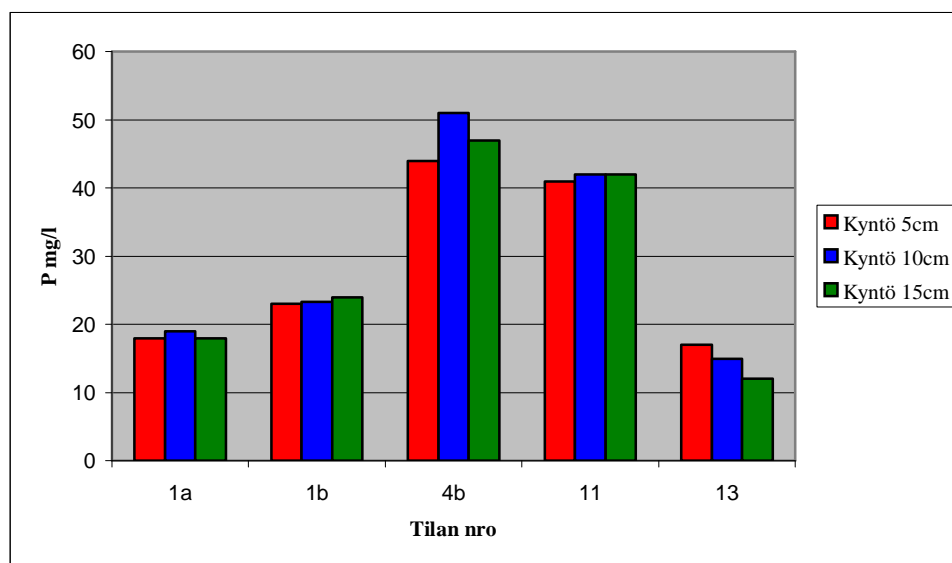
Kynnettyjen lohkojen fosforin keskiarvot 5 sekä 10 cm:n syvyydessä ovat melkein samat, kun taas 15 cm:n syvyydessä keskiarvo laskee lähelle 20 P mg/l.

Suorakylvölohkoilla pinnan 5 ja 10 cm:ssä maahan jäävän fosforin keskiarvo on lähellä 9, kun taas syvyydessä 15cm:n keskiarvo on lähellä 8. Kevytmuokkauslohkoilla 5 ja 10 cm:n syvyydessä keskiarvo on melkein sama, lähellä 17 mg/l. 15 cm:n syvyydessä keskiarvo laskee alle 16 mg/l. Nurmella 5 cm:n syvyydessä keskiarvo on lähellä 23 mg/l, kun taas 10 ja 15 cm:n syvyydessä keskiarvo on 25 mg/l. (Taulukko 2.)

Näiden fosforin keskiarvon perusteella nurmi on se, jonne kertyy 10 ja 15 cm:n enemmän kuin muilla lohkoilla. Mutta nurmi on lohkoista ainoa, jota ei muokata ennen tai jälkeen kasvukauden, joten on selvää että eläinten jättämä lanta sekä peltoon ajettu lanta jää pintaan ja pintakerrokseen.

## 8. SYKSYN NÄYTTEIDEN TULOKSET

Seuraavassa tarkastellaan syksyllä 2007 otettujen näytteiden tuloksia (kuviot 15-18.) Tulokset on ilmoitettu jokainen muokkaustapa erikseen. Näytesyvyudet on eroteltu eri värein siten, että punainen vastaa 5 cm, sininen vastaa 10 cm sekä vihreä vastaa 15 cm.



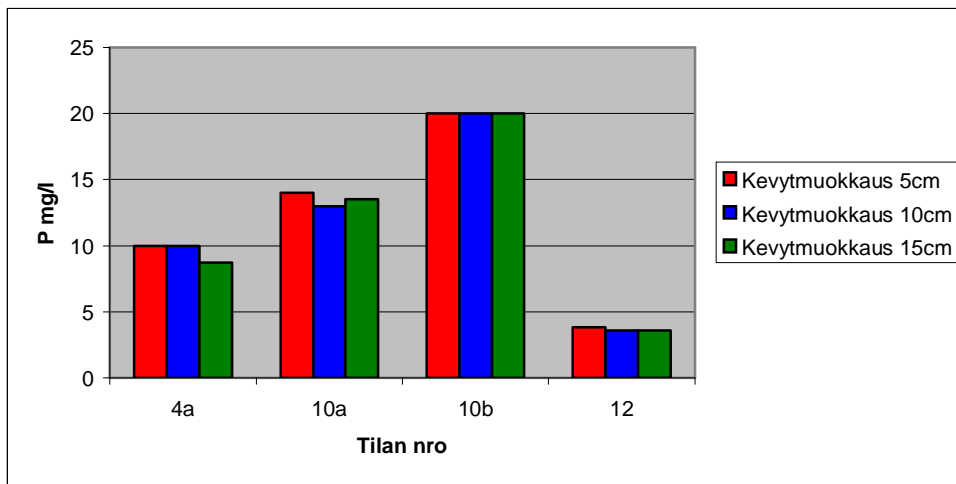
KUVIO 15. Fosforin määrä kynöllä, syksyllä 2007

Tilan 1 **a** ja **b** lohkoilla fosforin määrä ei vaihtele suuresti eri näytesyvyyksien välillä. Lohkon **a** viljavuusluokka on hyvä ja lohkolla **b** korkea.

Tilan 4 **b** lohkolla on hienoisia vaihteluja fosforin määrissä eri näytesyvyyksissä. Viljavuusluokka on kuitenkin tällä lohkolla arveluttavan korkea. Kasvilajin vaihto saattaisi auttaa tässä tilanteessa.

Tilan 11 lohkolla fosforin määrä pysyi lähes samana joka näytesyvyyydessä, viljavuusluokan ollessa arveluttavan korkea.

Tilan 13 lohkolla oli pientä vaihtelua fosforissa eri syvyyksillä. Kuitenkin niin että syvyyydessä 15 cm fosforin määrä on pienin ja pinnassa suurin. Viljavuusluokka tällä lohkolla on hyvä/tyydyttävä. (Kuvio 15.)



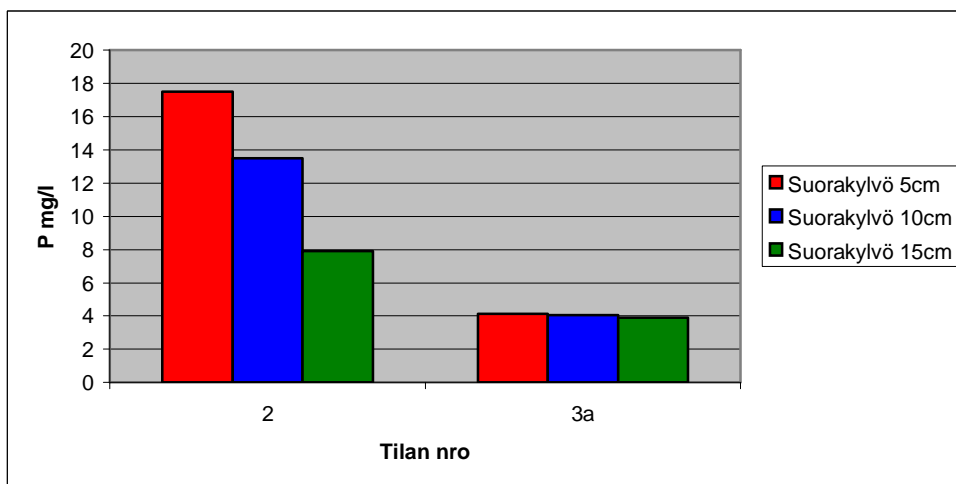
KUVIO 16. Fosforin määrä kevytmuokkauksella, syksyllä 2007

Tilan 4 a lohkolla pinnan 5 ja 10 cm fosforin määrät ovat samat. Syvemmällä 15 cm:ssä fosforin määrä vähentyy hieman. Lohkon viljavuusluokka on tyydyttävä.

Tilan 10 a lohkolla pinnassa 5cm:ssä fosforia on enemmän kuin 10 tai 15 cm:ssä. Lohkon viljavuusluokka on tyydyttävä.

Tilan 10 b lohkolla fosforin määrä on sama jokaisella näytesyvyydellä. Lohkon viljavuusluokka on hyvä.

Tilan 12 P määrä on myöskin sama jokaisessa näytesyvyydessä. Lohkon viljavuusluokka on välttävä/huononlainen. (Kuvio 16.)

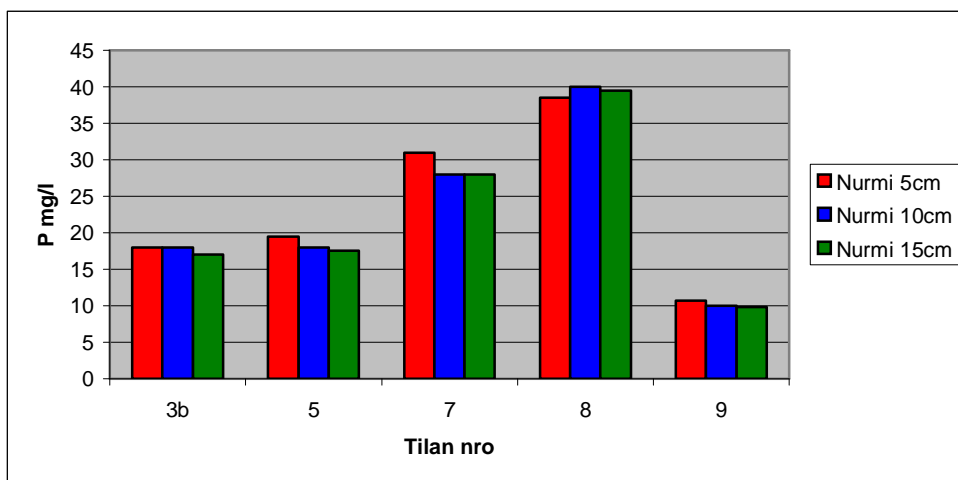


KUVIO 17. Fosforin määrä suorakylvöllä, syksyllä 2007.

Tilan 2 lohkolla fosforin määrä vaihtelee melko paljon eri näytesyvyyksien välillä. Pintaan on selkeästi jäänyt eniten fosforia ja siitä fosforin määrä vähenee, mitä alemmaksi näytesyvyyksissä mennään. Lohkon viljavuusluokka on tyydyttävä/hyvä.

Tilan 3 a lohkolla fosforin määrissä eri syvyyksillä ei ole juurikaan eroja. Lohkon viljavuusluokka on vain huononlainen/välttävä. Muihin menetel-

miin verrattuna suorakylvössä oli suurimmat erot lohkojen välillä. (Kuvio 17.)



KUVIO 18. Fosforin määrä nurmella, syksyllä 2007.

Tilan 3 **b** lohkolla fosforin määrä on melkein sama jokaisella näytesyvyydellä. 15 cm:ssä fosforia on vähiten. Lohkon viljavuusluokka on hyvä.

Tilan 5 lohkolla pinnassa on eniten fosforia, joka vähenee alemmas näytesyvyyksissä mentäessä. Lohkon viljavuusluokka on tyydyttävä/hyvä.

Tilan 7 lohkolla 5 cm:ssä on selkeästi eniten fosforia, 10 ja 15 cm:ssä fosforin määrä on sama. Viljavuusluokka lohkolla on korkea.

Tilan 8 lohkolla fosforin määrä on lähes sama eri näytesyvyyksillä. Pinnassa 5cm:ssä on vähemmän fosforia kuin 10 cm:ssä. Lohkon viljavuusluokka on arveluttavan korkea.

Tilan 9 lohkolla pinnassa 5 cm:ssä on fosforia enemmän kuin alemmas mentäessä. Muissa näytesyvyyksissä fosforin määrä on sama. Viljavuusluokka lohkolla on tyydyttävä/välttävä. (Kuvio 18.)

Seuraavassa taulukossa on esitetty fosforin määrien keskiarvot eri muokkausmenetelmillä sekä eri syvyyksillä.

TAULUKKO 3. Eri muokkausmenetelmien fosforipitoisuuksien keskiarvot eri syvyyksiltä, syksy 2007

		MENETELMÄT			
		Kyntö	Suorakylvö	Kevytmuokkaus	Nurmi
Näyte syvyydet	5 cm	6 lohkoa	2 lohkoa	4 lohkoa	5 lohkoa
		KA 21,8 P mg/l	KA 10,8 P mg/l	KA 20,45 P mg/l	KA 23,54 P mg/l
	10 cm	6 lohkoa	2 lohkoa	4 lohkoa	5 lohkoa
		KA 21,86 P mg/l	KA 8,8 P mg/l	KA 21,9 P mg/l	KA 22,79 P mg/l
	15 cm	6 lohkoa	2 lohkoa	4 lohkoa	5 lohkoa
		KA 20,94 P mg/l	KA 5,9 P mg/l	KA 21 P mg/l	KA 22,36 P mg/l

Kyntölohkoilla edelleen pinnan 5 ja 10 cm:n keskiarvo on lähes sama, kun taas 15 cm:ssä keskiarvo on alle 21 mg/l.

Suorakylvölohkoilla KA laskee syvemmälle mentäessä. 5 cm:ssä keskiarvo on lähellä 11 mg/l, 10 cm:ssä keskiarvo on alle 10 sekä 15 cm:ssä keskiarvo on enää vain vajaa 6 mg/l.

Kevytmuokkauslohkoilla keskiarvo vaihtelee eri syvyyksillä siten, että pinnassa 5 cm:ssä keskiarvo on reilu 20, 10 cm:ssä melkein 22 mg/l sekä 15 cm:ssä tasan 20 mg/l.

Nurmella pinnan 5 cm:ssä on keskiarvo reilu 23 mg/l, 10 cm:n keskiarvo on melkein 23 mg/l sekä 15 cm keskiarvo on reilu 22 mg/l. (Taulukko 3.)

## 9. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tätä tutkimusta olisi ollut hyvä jatkaa ensi kevääseen, että olisi saanut selville mitä maassa tapahtuu talven aikana, kuinka paljon fosforia huuhtoutuu tai jää maahan. Kesän aikana fosforin hävikki tai jääminen on aika vähäistä. Fosfori liikkuu kesän aikana hyvin vähän. Jokaisella muokkaustavalla vaihtelu näytesyvyyksittäin oli vähäistä. Joidenkin mukana olleiden lohkojen fosforin määrä kasvoi syvemmälle mentäessä, mutta pääsääntöisesti pinnassa oli enemmän fosforia kuin vaikka 15 cm:n syvyydessä. Mielestäni mikään muokkausmenetelmä ei noussut ylitse muiden fosforin kannalta. Ehkä, jos tutkimusta jatkaisi kauemmin, saataisiin enemmän materiaalia, joita voisi sitten verrata toisiinsa. Myöskin lohkojen määrä olisi voinut olla suurempi, niin olisi saanut kattavamman materiaalin vertailuun. Tutkituilta lohkoilta mitä työssä oli mukana sai jonkinlaisen kuvan siitä mitä maassa tapahtuu kesän aikana. Mutta kuten aiemmin jo totesin on tämä kesän aikana tehty tutkimus vain pinnan raapaisua. Paremman ja kattavamman otoksen saisi kun tutkimus jatkuisi edes talven yli, jolloin saataisiin muokkauksen vaikutus kunnolla näkyviin.

Kirjallisen osion tuottaminen aiheutti välillä hankaluuksia. Kuinka esittää tulokset oli suurin ongelma. Muutamia eri vaihtoehtoja koitettuani valitsin tavan, jossa esitetään tulokset lohkoittain. Mielestäni tämä tapa oli selkein. Kirjoittaminen oli toisinaan hankalaa, juuri se kuinka tulkitaan tuloksia kirjallisesti. Tämä on kuitenkin ensimmäinen työ minulle, jossa on mukana tutkimusta. En lähtenytäkään tuloksia ruotimaan, vaan avasin vain taulukoiden näkymän sanoiksi taulukon alle.

Yhteenvedona voisin sanoa, että työ oli mielenkiintoinen ja sitä oli mielekäs tehdä. Tutkimus oli ajankohtainen ja siten aiheellinen. Tulokset olivat jokaisella muokkaustavalla hyvin samankaltaiset. Joillakin muokkausmenetelmillä lohkojen fosforiarvot olivat kutakuinkin samoja, kun taas suorakylvöllä lohkojen P-arvot vaihtelivat rajusti. Oli toki mukana esimerkiksi nurmella yksi luomuheinälohko jonka fosforiarvot olivat huomattavasti suuremmat kuin muilla nurmilohkoilla. Johtopäätöksenä tämän työn tiimoilta en nostaisi yhtä muokkaustapaa toista paremmaksi. Kuten jo aiemmin olen maininnut, työn jatkaminen kevääseen 2008 tai jopa syksyyn 2008 asti olisi antanut paremman kuvan siitä kuinka fosfori käyttäytyy maaperässä.

Näin suppea työ ei ole kovin luotettava. Työ antaa osviittaa siihen, mitä mi-  
kin muokkausmenetelmä saattaisi vaikuttaa fosforiin ja sen kerääntymiseen  
maaperään.



## LÄHTEET

Aura, E., Hartikainen, H., Heinonen, R., Jaakkola, A. & Kemppainen, E. 1992. Maa, viljely ja ympäristö. Helsinki: WSOY.

Rajala, J. 2004. Luonnonmukainen maatalous. Teleprint Oy: Mikkeli

Rajala, J. 2006. Luonnonmukainen maatalous (toinen korjattu painos). Te-roprint Oy; Mikkeli

## PAINAMATTOMAT LÄHTEET

Alikärri, O. 2002. Kevytmuokkaus on taitolaji. Maatilan Pellervo 3/2002 [Viitattu 14.10.2007] Saatavissa:  
[http://www.pellervo.fi/maatila/3\\_02/kevytmuok.htm](http://www.pellervo.fi/maatila/3_02/kevytmuok.htm)

Grönroos, J., Kivistö, J., Lemola, R., Mäntylahti, V., Salo, T., Turtola, A., Turtola, E. & Uusitalo, R. 2003. Trends in phosphorus balances and soil test phosphorus in Finland. Viljavuuspalvelu Oy.

Ijas, J., Korkman, J., Pehkonen, A., Rekolainen, S., Valpasvuo-Jaatinen, P. & Tiilikka, K. 1993. Hyvät viljelymenetelmät, Maaseudun ympäristöohjelman mukaiset suositukset. Maa- ja metsätalousministeriön työryhmämuistio 1993:7.

Kivistö, J. 2007. [Sähköpostiviesti 2007] [juhani.kivisto@viljavuuspalvelu.fi](mailto:juhani.kivisto@viljavuuspalvelu.fi) [Viitattu 31.8.2007]

Korhonen, T. 2004. Historiallinen maatalous. [Viitattu 12.3.2007] Saatavissa:  
<http://www.helsinki.fi/kansatiede/histmaatalous/peltoviljely/lannoitus.htm>

Luomanperä, S. 2007. Kuivuus vei satoa - viime kesänä ravinnetaseet kasvoivat. Leipä leveämmäksi 1. [Viitattu 15.10.2007]. Saatavissa:  
<http://www.kemira-growhow.com/NR/rdonlyres/C73B5A9C-78C7-4810-A50B-52689126BF2E/8285/0107.pdf>

Mitä tarkoitetaan suorakylvöllä 2007. [Viitattu 28.10.2007] Saatavissa:  
<http://www.suorakylvo.net/suorakylvo.htm>

Mäntylahti, V. 2003. Suomenpeltojen viljavuus, 1986-1990, 1991-1995, 1996-2000. [Viitattu 31.8.2007]. Saatavissa:  
<http://www.viljavuuspalvelu.fi/index.php?id=92>

Oppimateriaali 2007 . Muokkaus. [Viitattu 14.10.2007] Saatavissa:  
<http://www.finfood.fi/finfood/ffom.nsf/0/E7A12E3507002A51C2256FCC0040DFA8?opendocuments&lng=Suomi&sh=Kaikille&cat1=Ylli&cat2=Maatila&cat3=Viljelykasvit&cat4=Viljelytoimet&cat5=Muokkaus>

Salonen, S. 2000. Menettääkö perustason lannoittaja satoa fosforin puutteen vuoksi. Maatilan Pellervo 8/2000. [Viitattu 15.10.2007] Saatavissa: [http://www.pellervo.fi/maatila/8\\_y00/menettaa.htm](http://www.pellervo.fi/maatila/8_y00/menettaa.htm)

Suomen Kansalliskirjasto 2007. Hinnoittelu väkilannoitteille, Lappeenranta 9.10.1932. [Viitattu 21.10.2007] Saatavissa : <http://digi.lib.helsinki.fi/pienpainate/secure/showPage.html?conversationId=2&action=entryPage&id=344139>

Virtanen, Ville 2007. Murtolan maatila [Viitattu 29.10.2007] Saatavissa: [www.murtola.com](http://www.murtola.com)

Tolari, M. 2007. [Sähköpostiviesti 2007] [merja.tolari@te-keskus.fi](mailto:merja.tolari@te-keskus.fi) [Viitattu 10.1.2008]