



**SAVONIA**



■ LUONNONVARA- JA YMPÄRISTÖALA

# RAVINNEHÄVIKIT EUROIKSI

RAE-HANKKEEN (2011-2015) LOPPURAPORTTI

TOIMITTANUT **Arja Ruokojärvi**

# RAVINNEHÄVIKIT EUROIKSI

RAE-hankkeen (2011-2015) loppuraportti

Toimittanut

Arja Ruokojärvi

Savonia-ammattikorkeakoulu  
Julkaisutoiminta  
PL 6 (Microkatu 1 B)  
70201 KUOPIO  
p. 044 785 5023  
f. 017 255 5014  
julkaisut@savonia.fi  
www.savonia.fi/julkaisut

Copyright © 2015 tekijät ja Savonia-ammattikorkeakoulu

Tämän teoksen kopioiminen on tekijänoikeuslain (404/61) ja tekijänoikeusasetuksen (574/95) mukaisesti kielletty lukuun ottamatta Suomen valtion ja Kopiosto ry:n tekemässä sopimuksessa tarkemmin määritellyä osittaista kopiointia opetustarkoituksiin. Teoksen muunlainen kopiointi tai tallentaminen digitaaliseen muotoon on ehdottomasti kielletty. Teoksen tai sen osan digitaalinen kopioiminen tai muuntelu on ehdottomasti kielletty.

ISBN 978-952-203-201-0 (PDF)

ISSN-L: 1795-0848

ISSN: 1795-0848

Savonia-ammattikorkeakoulun julkaisusarja D4/2/2015

Kustantaja: Savonia-ammattikorkeakoulu, RAE-hanke

Kansikuva: Arja Ruokojärvi

Ulkoasu ja taitto: Tapio Aalto

# SISÄLLYS

<b>1 Johdanto</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Tilakohtaiset kartoitukset ja neuvonta</b> .....	<b>6</b>
2.1 Ensimmäinen tilakäyntikierros .....	6
2.2 Toinen tilakäynti .....	10
2.3 Toimenpidesuositusten toteutuminen .....	11
2.4 Palautteet tilakäynneiltä .....	15
2.5 Kosteikkokartoitukset .....	17
<b>3 Uusia menetelmiä ravinnekuormituksen vähentämiseen</b> .....	<b>18</b>
3.1 Kosteikot ravinteiden sitomisessa .....	18
3.1.1 Heiniöjärven kosteikko, Etelä-Savo .....	19
3.1.2 Riihilahden kosteikko, Pohjois-Karjala .....	22
3.2 Jaloittelutarhojen vesien hallinta .....	26
3.2.1 Esimerkkinä vaihtopohjainen jaloittelutarha .....	27
3.3 Lietelannan kemiallinen separointi .....	30
3.3.1 Laboratoriomittakaavan kokeet .....	31
3.3.2 Säiliömittakaavan kokeet .....	32
3.4 Nurmikasvien fosforin puutteen arviointi kasvin ravannesuhteiden avulla - kasvidiagnostiikka .....	35
3.5 Syksyllä nurmelle sijoittamalla levitetyn liotelannan vaikutus satoon ja ravinnehuuhtoumiin .....	43
3.6 Kynnön syventäminen fosforirikkailla lohkoilla .....	53
3.7 Niittoajankohdan vaikutus fosforin huuhtoutumiseen säilörehunurmelta .....	58
3.8 Biohiili .....	63
3.9 Toimintaohje nautakarjatilan vesistökuormituksen vähentämiseksi .....	64
<b>4 Tietopankit ja muut materiaalit</b> .....	<b>76</b>
4.1 Maatila 2020-sivusto .....	76
4.2 Hyvät ympäristökäytännöt Itä-Suomessa .....	77
4.3 Kotieläinten lannan typpi- ja fosforimäärät Etelä-Savossa -julkaisu .....	78
4.4 Vesiensuojelutoimenpiteiden vaikutusarviot ja kustannukset ....	79
4.4.1 Tilakohtainen ja alueellinen tarkastelu .....	79
4.4.2 Vesistömalli .....	83
<b>5 Yhteenveto ja kehittämistarpeet</b> .....	<b>83</b>
<b>6 Liitteet</b> .....	<b>87</b>

# 1

## Johdanto

Fosfori ja typpi ovat kasveille välttämättömiä ravinteita, jotka osaltaan vaikuttavat kasvien satoon. Sisävesissä puolestaan erityisesti fosfori on ongelmallinen minimiravinne, joka aiheuttaa vesistöjen rehevöitymistä. Toisin sanoen on sekä kustannustehokasta että ympäristöystävällistä saada ravinteet kiertämään mahdollisimman tehokkaasti pelloilla sadon tuottoon ja pitää ravinnevalumat kurissa. Tähän kiteytyi ”RAE- Ravinnehävikit euroiksi”-hankkeen keskeisin tavoite: tehostaa Itä-Suomen alueella erityisesti lannan ravinteiden hyödyntämistä ja vähentää maatalouden vesistökuormitusta.

Maanviljely on muuttunut pienimuotoisesta ravinteita kierrättävästä toiminnasta tehokkuuden vaatimusten mukaan teollisemmaksi, keskittyen nykyään yhä suurempiin yksikköihin. Toimintatapojen muuttuessa on maatalouden kuormittavuuskin lisääntynyt. Tekniikoiden kehityksessä on kuitenkin alettu yhä enenevässä määrin kiinnittää huomioita maatalouden ympäristönsuojeluun, joka on toivottava ja kannustettava kehityssuunta. Hankkeen yhtenä tavoitteena olikin lisätä maatilojen kiinnostusta ja tietoisuutta ympäristönsuojelun hyödyllisyydestä sekä uusimmista keinoista.

Hanke toimi Itä-Suomen kolmen maakunnan alueella eli Pohjois-Savossa, Pohjois-Karjalassa ja Etelä-Savossa. Alueita yhdistää kaksi vesienhoitoaluetta (Vuoksen alue sekä Kymijoen-Suomenlahden alue), samankaltaiset maaperä- ja ilmasto-olot sekä toimintakulttuuri. Hankkeessa oli monipuolinen toimijaryhmä: toteuttajina olivat Savonia-amk:n (koordinoija) lisäksi MTT Kotieläintuotannon tutkimus, Maaninka (1.1.2015 alkaen Luonnonvarakeskus (Luke), Maaninka), ProAgria Pohjois-Karjala, Pohjois-Savo ja Etelä-Savo sekä Savo-Karjalan vesiensuojeluyhdistys ry ja Suomen ympäristökeskus (SYKE). Lisäksi ohjausryhmätyöhön osallistui eri maakunnista MTK:n, kuntien ja ELY-keskusten edustajat. Hanke sai rahoitusta Manner-Suomen maa-seudun kehittämisohjelmasta 2007-2013, EU-rahoituksen osuus oli 45 % ja valtion vastinrahoituksen 55 %, kokonaiskustannukset olivat n. 1,26 m€.

Toiminnan yhtenä kulmakivenä oli alueen oloihin sopivien parhaiten toimintatapojen etsiminen ja pilotointi niin lannan käytön tehostami-

sessä, maan rakenteen parantamisessa kuin maatalouden vesistövaikutusten hallinnassa. Tutkimusosiossa hyväksi havaittuja tekniikoita ja tapoja levitettiin alueen viljelijöille mm. työnäytösten, tupailtojen ja seminaarien avulla. Hanke järjesti toiminta-aikanaan (1.6.2011-28.2.2015) noin 100 tapahtumaa, joihin kirjattiin yli 2800 osallistumista.

Toinen keskeinen toimenpidekokonaisuus oli tilakohtaiset neuvontakäynnit, mukana oli yhteensä 170 tilaa, joille tehtiin kullekin hankkeen aikana kaksi tilakäyntiä. Käynneillä neuvojat kartoittivat yhdessä viljelijöitten kanssa juuri kullekin tilalle sopivia toimenpiteitä. Apuna käytettiin mm. eroosioherkkyyskarttoja, viljelysuunnitelmia sekä muita taustakartoituksia. Samalla tiloille vietiin tietoutta hankkeen tuottamasta materiaalista ja muuttuvista säädöksistä. Tämä oli erityisen ajankohtaista vuoden 2014 tilakäynneillä; uuden maatalouden ympäristökorvausjärjestelmän kynnyksellä.

Hankkeessa tuotettiin mm. 27 tietokorttia, lukuisia videoklippejä, koosteita eri tilaisuuksista jne. Keskeisimmät materiaalit ovat koottuina <http://rae.savonia.fi> -sivuille sekä yhteistyönä muitten hankkeitten kanssa kootuille <http://maatila2020.savonia.fi> -sivuille.

Hankkeen aikana tiivistettiin eri maakuntien välisiä, mutta myös maakuntien sisäisiä verkostoja, sekä vuoropuhelua tutkimuksen, viranomaisten ja tilojen välillä. Suuret kiitokset kaikille hankkeen aikana yhteistyöhön ja kehittämiseen osallistuneille tahoille – tästä on hyvä jatkaa uuden ohjelmakauden haasteisiin!

## 2

### Tilakohtaiset kartoitukset ja neuvonta

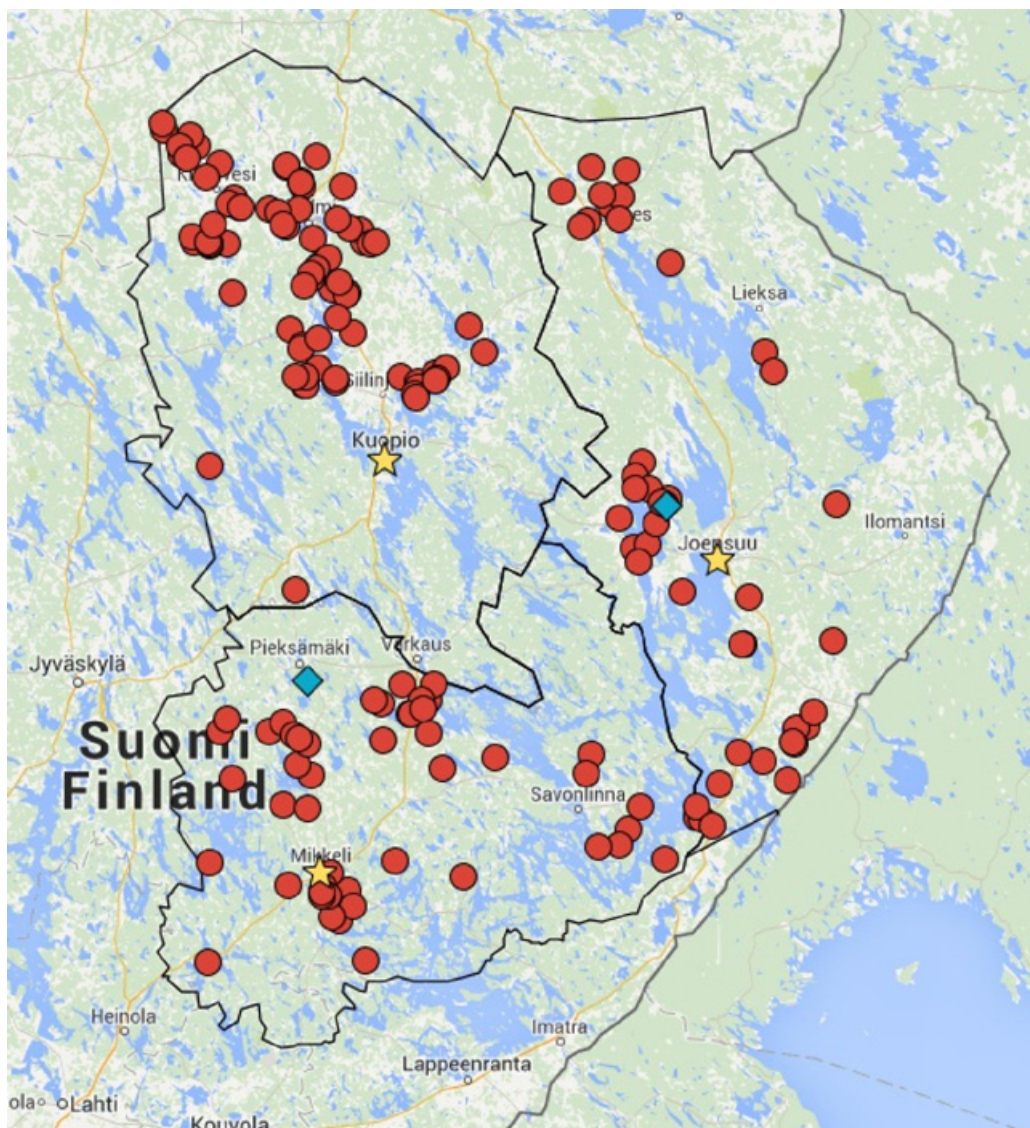
Tilakohtaisiin kartoituksiin ja neuvontaan otettiin mukaan 80 maatilaa Pohjois-Savosta, 40 Pohjois-Karjalasta ja 50 Etelä-Savosta. Tilojen valinnassa painotettiin niiden sijaintia vesienhoidon painopistealueilla, suurta rantapeltojen määrää sekä suurta eläinlukua suhteessa lannan levitykseen käytettävissä olevaan pinta-alaan. Tilakäyntejä tehtiin kullekin tilalle kaksi: kasvukausilla 2012 ja 2014. Ensimmäistä tilakäyntiä varten valmistettiin laajahko kyselylomake, jotta tiedonkeruu olisi mahdollisimman yhtenäistä eri kohteissa. Tilakäyntien valmistelussa sovellettiin mm. TEHO-hankkeen kokemuksia. Tilakäyntejä tekivät eri maakuntien ProAgrioiden neuvojat, joille järjestettiin myös yhteisiä koulutuspäiviä.

#### 2.1 Ensimmäinen tilakäyntikierros

Tilakäyntejä teki yhteensä kymmenen eri ProAgrian neuvojaa. Neuvojilla oli yhteinen kokoontuminen keväällä 2012; ”kenraaliharjoitus” tehtiin RAE-hankkeen ohjausryhmään kuuluvan Mikko Lihavaisen tilalla Liperissä (kuva 1). RAE-tilojen sijainti on esitetty kuvassa 2.



**Kuva 1.** Neuvojien tilakäynnin kenraaliharjoitukset Liperissä toukokuussa 2012. (kuva: Arja Ruokojärvi)



Kuva 2. RAE-hankkeen tilakäyntikohteet Itä-Suomen alueella.



Neuvojat saivat tilakäynneille excel-pohjaisen lomakkeen ja evästyksiksi alla olevan muistilistan:

### Ensimmäisen tilakäynnin valmistelut:

Pyydä tilallista etsimään

- viljelysuunnitelma
  - lohkokortit ja – kartat
- maatilalomake 101 a, erityistukisopimukset
- lannoitteiden ostot ja käyttötiedot

### Ennen tilalle menoa

- Selvitä ennen tilalle menoa ko. kunnasta, onko mahdollisuutta saada pohjavesi- ja peltokartat. Pohjavesialueet saa näkyviin myös esim. paikkatieto.fi-sivustoilta.
- Hae tilan viljavuustiedot ja lanta-analyysi. Muista kysyä tilalta lupa tietojen hakemiseen. Viljavuusanalyysien hakuun tarvitaan tilalta asiakastunnus ja tutkimusnumero. Jos näitä ei ole saatavilla, pyydä tilallista etsimään myös nämä tiedot ennen tilakäyntiä.
- Maitotilojen osalta, kysy maitotilaneuvojalta tilan päivälaskelma/ruokinnan fosforitase.
- Selvitä ELY-keskukselta valuma-alue (OIVAn käyttö). Hyvä olisi tietää myös suojelualueet esim. Natura jne.

### Yleistä

Tutustu tietoihin ennen tilalle menoa ja esitäytä kaavake, jotta kaavakeosuus veisi mahdollisimman vähän aikaa tilalla.

Käytä tilaneuvonnassa ennalta sovittuja arvoja (laskelmat), jotta maakuntien linja pysyy yhtenäisenä.

Täytä kaikki mahdolliset tiedot lomakkeeseen sähköisesti. Ei ole erikseen merkitty tietoja, mitä hanke tarvitsee. Tilalliselle lähetetään tilakäynnin jälkeen toimenpide-ehdotus, nämä dokumentoidaan myös hankkeelle.

## Muistathan, että

- maanrakenne -analyysistä jää viljelijälle joku dokumentti,
- viljelijä voi vastata palautteeseen, joko paperilla (palautuskuori kansiossa) tai sähköisesti hankkeen kotisivujen kautta, linkki lähetetään myös sähköpostilla,
- viljelijä saa jatkosta sähköpostiin viestejä hankkeen tapahtumista ja
- kansion materiaalit ovat myös sähköisessä muodossa hankkeen kotisivuilla.

Ensimmäisen kierroksen tilakäynneille valmisteluineen oli varattu aikaa noin 12 h/tila, joka oli varsinkin kierroksen alussa liian pieni tuntimäärä. Tilakäynnin aikana yhdessä viljelijän kanssa mietittiin parhaiten käyttökelpoisia toimenpiteitä, joista tehtiin kullekin tilalle toimenpidesuosituksset. RAE-tiloista suurin osa oli maito- tai naudantilatoja, mutta mukana oli myös 9 kasvinviljelytilaa, 7 sikatilaa ja 1 hevostila. Tilojen viljelyala oli keskimäärin 90 ha, josta vuokrattua peltoa oli keskimäärin 36 ha.

Taulukossa 1 on kooste tilojen sitoutumisesta erityisympäristötukiin vuonna 2012. Kolme selkeästi suosituinta tukea olivat lietalan sijoittaminen peltoon, perinnebiotooppien hoito sekä luonnonmukainen tuotanto. Myös ravinnetaset ja lannan levitys kasvukaudella ovat tässä kärjessä. Ympäristötuen lisätoimenpiteet eivät juurikaan olleet vastanneiden suosiossa.

**Taulukko 1.** Kooste Itä-Suomen RAE-tilojen (170 kpl) erityisympäristöistä vuonna 2012.

Erityisympäristötuki	Kyllä on	Ei ole	Ei ole, mutta kiinnostaa
Suojavyöhykkeiden perustaminen ja hoito	10 (6,8 %)	125 (85 %)	12 (8,2 %)
Monivaikutteisten kosteikkojen hoito	3 (2 %)	129 (87,8 %)	15 (10,2 %)
Pohjavesialueiden peltoviljely	2 (1,4 %)	145 (98,6 %)	0 (0 %)
Luonnonmukainen tuotanto	25 (17 %)	110 (74,8 %)	12 (8,2 %)
Luonnonmukainen kotieläintuotanto	10 (6,8 %)	125 (85 %)	12 (8,2 %)
Perinnebiotooppien hoito	27 (18,4 %)	113 (76,9 %)	7 (4,8 %)
Luonnon ja maiseman monimuotoisuuden edistäminen	12 (8,2 %)	130 (88,4 %)	5 (3,4 %)
Alkuperäisrotujen kasvataminen	3 (2 %)	143 (97,3 %)	1 (0,7 %)
Alkuperäiskasvien viljely	0 (0 %)	147 (100 %)	0 (0 %)
Valumavesien käsittelymenetelmät (sääätöalajitus, sääätökaistelu, kuivitusvesien kierrätys)	1 (0,7 %)	146 (99,3 %)	0 (0 %)
Ravinnekuormituksen tehostettu vähentäminen	0 (0 %)	147 (100 %)	0 (0 %)
Lietelangan sijoittaminen peltoon	32 (21,8 %)	90 (61,2 %)	25 (17 %)
Turvepeltojen pitkäaikainen nurmiviljely	2 (1,4 %)	144 (98 %)	1 (0,7 %)
Ei-tuotannolliset investointien tuki (monivaikutteiset kosteikot)	1 (0,7 %)	143 (97,3 %)	3 (2 %)

## 2.2 Toinen tilakäynti

Toinen tilakäyntikierros tehtiin kasvukaudella 2014 samoille tiloille kuin ensimmäiset käynnit. Osa neuvojista oli vaihtunut ensimmäisen kierroksen jälkeen, joten tausta-aineistojen järjestelmällinen talletus osoittautui hyvin tärkeäksi. Toisella tilakäynnillä käytiin läpi ensimmäisen kierroksen toimenpidesuositusten toteutuminen, nettisivuja ja hankkeessa koottua uutta materiaalia sekä lohkokohtaisia kartta-aineistoja.

## Ennen tilakäyntiä

- perehdy 1. tilakäynnin aineistoihin; peltomaan laatutestin tulokset, ravinnetase-laskelmat, annetut toimenpidesuositukset, (tilakäyntikaavake)
- jos 1. tilakäynnillä ei ole tehty peltomaan laatutestiä, varaudu tekemään se 2. tilakäynnillä, samoin ravinnetase-laskelmat (mikäli satomäärät/lannoitustiedot tilalla tiedossa)
- perehdy tilan kaltevuus- ja eroosioherkkyysaineistoihin, voit kirjata huomioitavat lohkot jo valmiiksi 2. tilakäynnin kaavakkeeseen
- selvitä onko uusinta tietoa koskien tilalle annettuja toimenpidesuosituksia, esim. RAE- tai muiden hankkeiden tutkimustulokset, toimenpiteiden kustannusvaikutukset ym.

## Tilakäynnillä

- täytetään 2. tilakäynnin tilakäyntikaavake ”kartoitus toteutetuista toimenpideohjeista”
- tehdään peltomaan laatutesti kahdelle peruslohkolle, mikäli tätä ei ole tehty 1. tilakäynnillä, samoin ravinnetaselaskelma
- opastetaan nettisovellusten hyödyntämiseen ja tehdään TEHO plus -hankkeen ympäristötesti?
- kartoitetaan kiinnostus mahdolliseen RAE-jatkohankkeeseen

## Tilakäynnin jälkeen

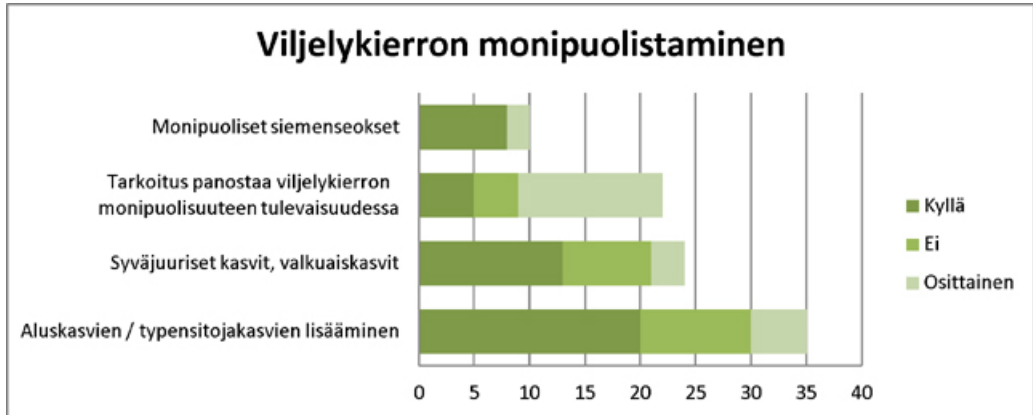
- kirjoitetaan puhtaaksi ”kartoitus toteutetuista toimenpideohjeista” ja lähetetään tilalle
- muu mahdollinen esim. talon sisäinen raportointi, asiakkaan dokumenttien tallennus

## 2.3 Toimenpidesuositusten toteutuminen

Viljelykierron monipuolistamisessa kaikkein selkeimmin esille tulleet kohdat olivat alus-/ typensitojakasvien, sekä syväjuuristen kasvien ja valkuaiskasvien lisääminen. Tämä toi hieman lisäkustannuksia tiloil-

le, mutta toisaalta mahdollisesti paransivat sadon määrää ja laatua. Yhteensä 82 % vastanneista kertoi ainakin harkitsevansa viljelykierron monipuolisuuden panostamista myös tulevaisuudessa.

**Taulukko 2.** Tulokset liittyen viljelykierron monipuolistamisen toimenpidesuositukseen.



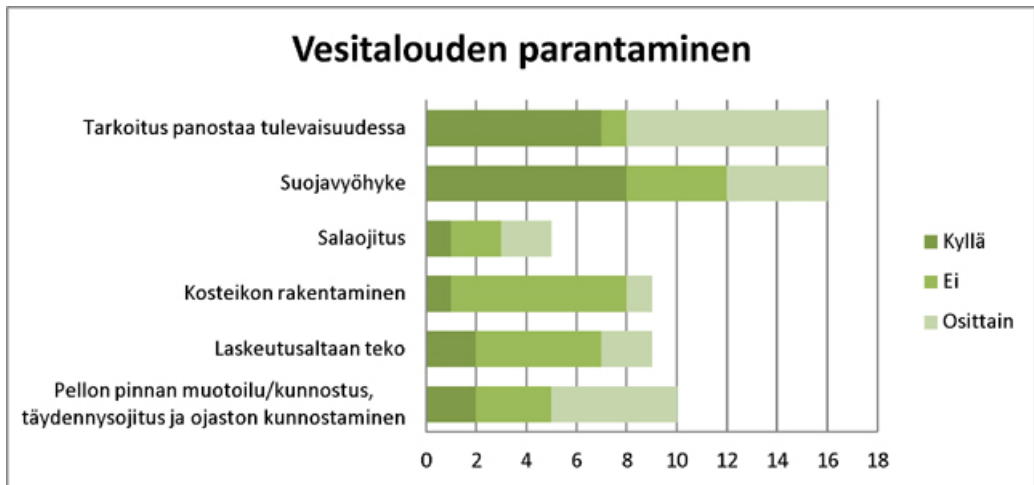
Viljelytekniisten toimenpiteiden ja maanrakenteen parantamisen osalta myönteisimmän vastaanoton sai kevätkyntö, jonka hyvinä puolina pidettiin mm. työn kuormituksen jakautumista tasaisemmin vuodelle. Kaiken kaikkiaan vastanneista jopa 95 % aikoo panostaa viljelytekniisiin toimenpiteisiin tai maanrakenteen parantamiseen tulevaisuudessa.

**Taulukko 3.** Tulokset liittyen viljelytekniisten toimenpiteiden ja maanrakenteen parantamisen toimenpidesuositukseen.



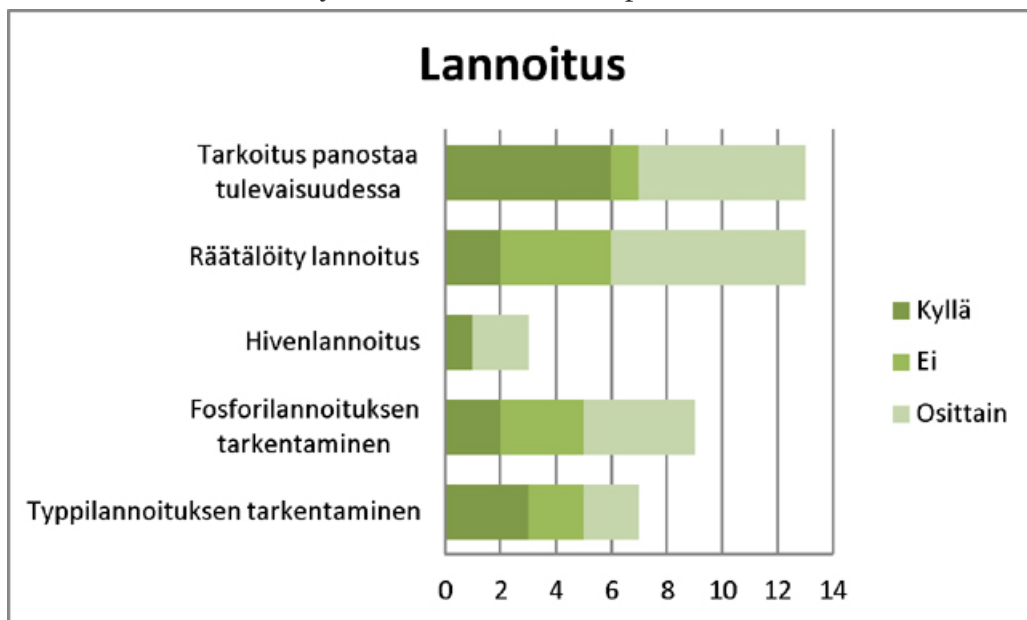
Vesitalouden parantaminen oli yleisesti ottaen tilallisten kannalta vaikeimmin lähestyttävä kokonaisuus. Suurin syy tälle oli kyselyiden mukaan toimenpiteistä aiheutuvat työt ja kustannukset, sekä näistä saatavien tukien hakemiseen liittyvät vaikeudet. Salaojituksen osalta on huomioitava, että monilla on lohkot jo salaojitettu, joten sen alhainen valitseminen tai kiinnostus voi johtua tästä. Kiinnostusta vesitalouden parantamiseen tulevaisuudessa löytyi lähes kaikilta vastanneilta.

**Taulukko 4.** Tulokset liittyen vesitalouden parantamisen toimenpidesuosituksiin.



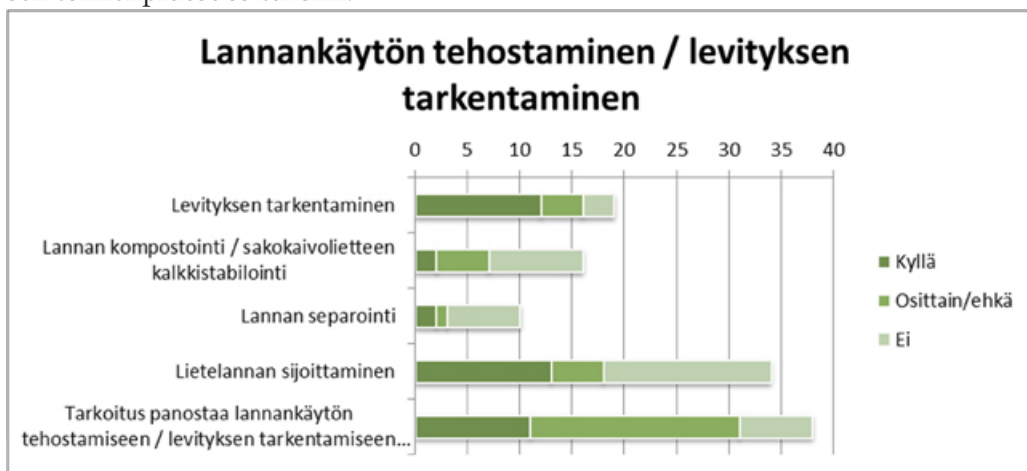
Lannan käytön tehostamiseen ja tarkentamiseen liittyviä toimenpiteitä valittiin enemmän tiloille toteutettavaksi kuin lannoitukseen liittyviä. Lannoitukseen liittyvät toimenpidesuosituksukset eivät tiloille olleet ilmeisesti ajankohtaisia, koska eniten valintoja tuli ”tarkoitus panostaa tulevaisuudessa” -kohtaan.

**Taulukko 5.** Tulokset liittyen lannoituksen toimenpidesuosituksiin.



Suosituimmaksi lannankäytön tehostamiskeinoksi osoittautui levityksen parantaminen. Lietelannan sijoittaminen jakoi puolestaan tilalliset kahtia ja monelle kiinnostuneellekin tämä vaihtoehto jäi toteutumatta sen kalliin tekniikan hankinnan vuoksi. Lannan kompostointia tai sakokaivolietteen kalkkistabilointia ei useimmissa tapauksissa pidetty niin tarpeellisena toimenpiteenä, että siihen olisi kannattanut panostaa. Lannan separoinnista oltiin kiinnostuneita, mutta sitä pidettiin myös toistaiseksi liian kalliina toimenpiteenä.

**Taulukko 6.** Tulokset liittyen lannan käytön tehostamisen ja levityksen tarkentamisen toimenpidesuosituksiin.



## 2.4 Palautteet tilakäynneiltä

RAE-hankkeen kohdetiloilta kysyttiin palautetta molempien tilakäyntien jälkeen sekä kirjallisesti että suullisesti. Toisen tilakäynnin jälkeen tehtiin satunnaisotannalla myös kolmannekselle tiloista puhelinhaastattelukierros.

Hankkeen tekemien tietokorttien osalta tiloista puolet oli sitä mieltä, että ne olivat hyödyllisiä. Muuten vastaukset noudatteli samaa linjaa ja aika tasaisesti tuli vastauksia seuraavanlaisten asioiden puolesta; uudet näkökulmat asioihin, uusi tieto, asiantuntijat ja heidän apunsa, tietokortit, hankkeen tapahtumat, teemapäivät ja koulutukset, yleisesti tilakäynnit ja etenkin lapiodiagnoosi, tiedotus, ympäristön huomioiminen ja uudet kasvilajikevaihtoehdot.

Kehittämiskohteita kysyttäessä puolestaan noin kaksi viidennestä oli jättänyt vastaamatta. Sähköisessä kyselyssä nämä olivat pakollisia kohtia. Postilla palautetuissa kaavakkeissa oli paljon tyhjää ja puhelinhaastatteluisakin nämä kaksi ensimmäistä avointa kysymystä tuntuivat olevan hankalia vastata.

Seuraavanlaisia kehittämiskohteita vastaajilla on tullut mieleen:

- *Toivon näkyvämpää mainontaa*
- *Tilakäyntien tason parantaminen ja yhtenäistäminen eri teki-  
jöiden välillä*
- *Näytteet vesistöistä/ojista ylä- ja alajuoksulta*
- *Tilatietojen jakaminen → yhteiskyydit*
- *Tallenteet koulutuksista, etäyhteyksiä*
- *Teemapäiviä, koulutuspäiviä lisää, tarkemmin omalle tilalle  
suunniteltu ratkaisu*
- *Konkreettisempia keinoja, koulutuksia mieluummin talvella*
- *Järviesianalyysit, salaojituksen säännöstely*
- *Opintomatkoja*

Vastaajat kokevat tarvitsevansa neuvoa yleisesti tuleviin tukimuutoksiin, tukien optimointiin ja toivovat tulevista tukimuutoksista kunnon tiedottamista. Lisäksi toivottiin lisää tietoa ympäristöhoitoon saatavista rahoituksista ja asioihin käytännönläheisempää otetta eli minkälaisilla eri panostuksilla saadaan todellista tuottoa myös yritystoiminnan näkökulmasta. Muuten neuvonnan tarve oli aika yksityiskohtaista:



- *Palkokasveihin liittyvää tietoa tulevaisuudessa*
- *Laskeutusaltaat ja niiden teko*
- *Kosteikot ja uuden ympäristökorvauksen mahdollisuudet*
- *Tilakäyntejä neuvoilta, artikkeleita alan lehtiin ja internetiin*
- *Suojavyöhykkeet vesistöihin*
- *Lietelannan levitykseen*
- *Kasvinsuojelu, ojitus, lannan levitysmultaimet*
- *Rantojen laiduntaminen*
- *Maan laadun tarkkailu*
- *Järvivesianalyysit, laskuojien ravinnehävikit, uudet viljelytoimenpiteet*

Kyselyn viimeisenä pakollisena kysymyksenä oli ”*Mistä asioista kaipaat lisätietoa, mihin esim. maatalouden tutkimusta pitäisi mielestäsi suunnata?*”. Tähän vastaamatta jätti noin kaksi viidesosaa vastaajista. Vastanneilla oli kovinkin erilaisia tiedontarpeita seuraavasti:

- *Maatilan pitäisi voida hyödyntää ravinteita entistä tarkempaan ja taloudellisesti*
- *Kuinka viljelyä voidaan tehostaa ilman myrkkyjä ja lannoitteita.*
- *Kuinka byrokratia poistetaan maataloudesta*
- *Miten tehostaa peltojen kasvukuntoa*
- *Bioenergiaan, valkuaiskasvien viljelymahdollisuuksiin*
- *Lannan levitysmahdollisuuksiin*
- *Eri lajikkeiden menestyvyyteen*
- *Ilmaston muutokset tuotantorakennuksiin*
- *Käytäntöjen ja tapojen tuominen Suomen rajojen ulkopuolelta*
- *Suomessa ei osata vielä neuvoa suurtiloja ja auttaa kehityksessä*
- *Koneurakoinnit; työmäärän lisääntyminen, kustannukset*
- *Kerääjäkasvien käytöstä*
- *Maan tiivistyminen ja koneiden painot*
- *Työhyvinvointi*
- *Voiko luomumaista viljelytapaa soveltaa tavanomaiseen*
- *Kasvinsuojelun suuttimet*
- *Tietotekniikka tutuksi*
- *Energiatehokkuuden etsimisen ja vaihtoehtoisten energiamuotojen kehittäminen*
- *Hevosen lannan käyttöön.*

Viimeisessä kysymyksessä etsittiin ideoita asioihin, joita vastaajan alueella voisi esimerkiksi hankkeen avulla kehittää. Tähän tuli seuraavia ideoita:

- *Tuottajalle kohtuullinen toimeentulo kohtuullisella työllä*
- *Keskitetty byrokratian poisto ohjelma, jolla poistetaan tai muutetaan järkeväksi tuottajien mielestä turha byrokratia.*
- *Parannetaan maatalouden imagoa nuorten silmissä*
- *Työhyvinvointi*
- *Suurten tilojen neuvonnan kehittäminen, kokonaisvaltainen asiantuntemus ja toimien hyötysuhteiden ymmärtäminen.*
- *Tiedon keskittämistä, ajantasainen tietoa asetuksista ja säädöksistä helposti saataville*
- *Metsätalous mukaan hankkeisiin*
- *Tilusvaihto*
- *Suomessa menestyvät lajikkeet, tiivistymisongelmien ratkaisut*
- *Todistaa kuluttajille, että pahimmat päästöt tulevat jätevesilaitoksista*
- *Tilan parempi tuottavuus, esim. maidon ja lihan hinta kohdalleen*
- *Kursseja ja retkiä*
- *Peltomaiseman säilyttäminen ja peltojen ympäristöjen ja vesistöjen rantojen raivaaminen*

## 2.5 Kosteikkokartoitukset

Etelä-Savossa hankkeeseen sisältyi lisäksi laajempi kosteikkoneuvontaosio. Etelä-Savossa tehtiin hankkeen aikana 18 kosteikkokartoitusta, joista 11 tehtiin tilakäyntitiloille ja loput olivat muita vesienhoidon kannalta tärkeitä kohteita. Suurin osa kartoituksista sisälsi tilakäynnin maastossa. Kartoituksessa selvitettiin maatalouskosteikon perustamis- edellytyksiä ja rahoitusmahdollisuuksia.

## 3

### Uusia menetelmiä ravinnekuormituksen vähentämiseen

RAE-hankkeessa testattiin myös käytännössä erilaisten menetelmien ja toimenpiteiden soveltuvuutta Itä-Suomen maataloille. Kenttäkokeita tehtiin Luonnonvarakeskus (Luke) Maaningan toimipisteessä, lisäksi mm. jaloittelutarhatutkimuksessa oli mukana maatiloja eri puolilta maakuntia. Kokeellisen tutkimuksen tuloksia on esitelty Maataloustieteen päivillä, AgriFuture-tapahtumassa, messuilla ja tupailloissa. Tutkimuksista on julkaistu myös opinnäytetöitä ja laajempia tutkimusraportteja, jotka ovat luettavissa erillisinä julkaisuina ja linkkeinä [rae.savonia.fi-nettisivuilla](http://rae.savonia.fi-nettisivuilla).

#### 3.1 Kosteikot ravinteiden sitomisessa

*Lasse Häkkinen, Anna-Liisa Viljakainen ja Arja Ruokojärvi  
Savonia-ammattikorkeakoulu*

RAE-hankkeessa seurattiin kolmea erityyppistä kosteikkokohdetta vesinäytteiden avulla kolmen vuoden ajan (2012-2014). Kesän 2013 tuloksista on julkaistu Lasse Häkkisen opinnäytetyö ”Kosteikon vaikutus maatalouden ravinnepäästöihin” (2013, Savonia-amk, Kuopio). Kosteikot olivat:

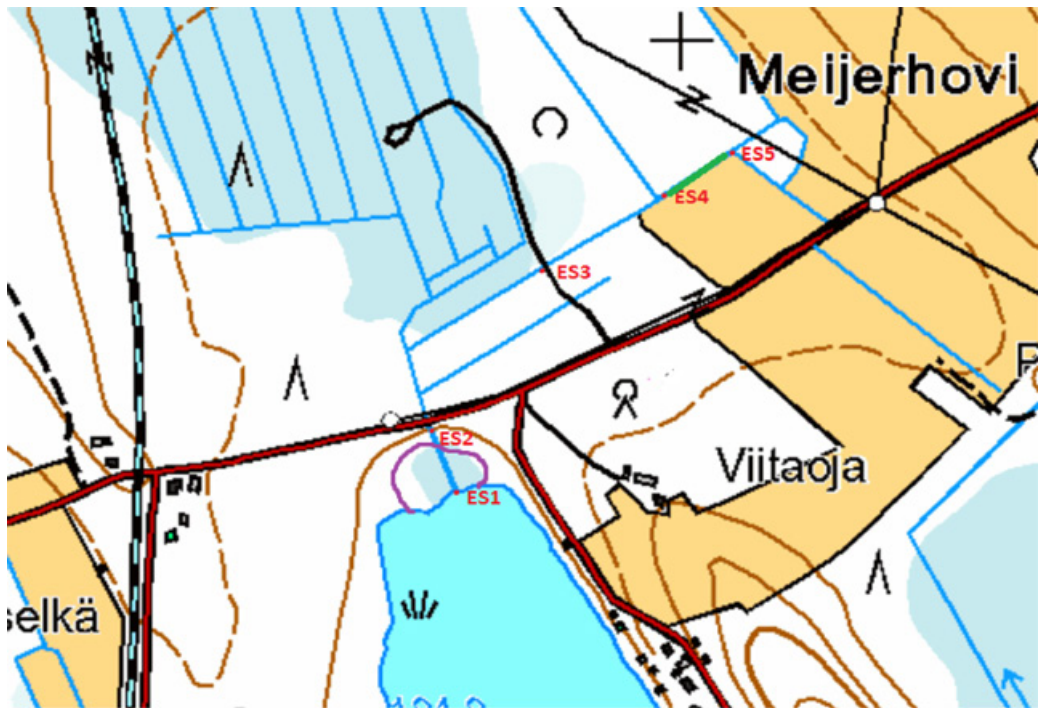
- Iso-Reuhka -järven pohjoisosassa, Polvijärvellä
- Heiniönjärvellä Pieksämäellä, rakennettu osana EU:n rahoittamaa kunnostushanketta ja
- Sumppilammen kosteikko Lapinlahdella, jota seurattiin myös osana FOKUS II (Sisävesien ravinnekuormitus; Luke, Maaninka) -hanketta.



**Kuva 3.** Näytteenottoa ojasta Heiniöjärven kosteikolla itikoitten kiusaamana kesällä 2012 (kuva:Jussi Haapamaa).

### **3.1.1 Heiniöjärven kosteikko, Etelä-Savo**

Pieksämäellä seurattu kosteikkoalue (pinta-ala n. 0,4 ha, vain pieni osa avovettä) on rakennettu vuonna 2000 osana laajempaa kunnostushanketta ja sijaitsee Heiniöjärven pohjoisosassa. Kosteikon valuma-alueella on ojitettua metsää, soita sekä n. 54 ha salaojitettua peltoa. Kohteessa on myös ennen kosteikkoa sijaitseva laskeutusallas, josta otettiin näytteitä tulevasta sekä lähtevästä vedestä. Laskeutusallas on noin 90 metriä pitkä ja 5 metriä leveä. Kuvassa 4 on esitetty karttapohjalla näytteenottopisteet ES1-ES5.



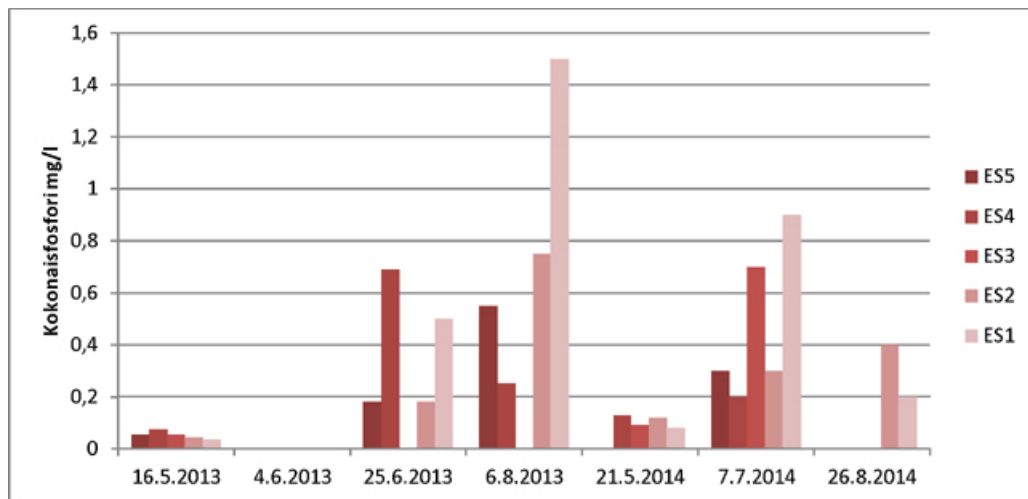
Kuva 4. Pieksämäen kosteikon näytteenottopisteet (kuva: Lasse Häkkinen).

Taulukossa 7 on esitetty Heiniöjärven kosteikolta vuosina 2013 ja 2014 saatujen tulosten vaihteluvälit. Näytteenottopisteet on merkitty kuvan 4 mukaisilla koodeilla ES1-ES5. Piste ES5 sijaitsee kauimpana järvestä ja piste ES1 sijaitsee juuri ennen järveä. Pisteet ES4 ja ES5 ovat laskeutusaltaasta.

Taulukko 7. Heiniöjärven kosteikon tutkittujen pitoisuuksien ja veden ominaisuuksien vaihteluvälit vuosilta 2013 ja 2014.

		Lämpötila, °C	pH	Johtokyky, µS/cm	Happi, mg/l	Väri, PtCO Suodattamaton	Nitraattityppi, mg/l	Sameus, FNU	Ammoniumtyppi, mg/l	Kok. typpi, mg/l	Kok. fosfori, mg/l
ES1	Min	8,8	5,75	55,5	0,79	337	<0,1	2,78	1,1	2,1	0
	Max	17	7,13	143,8	7,11	2380	6	172	3,7	8	1,5
ES2	Min	7,8	5,4	57,9	4,51	328	<0,1	3,21	0,69	1,9	0
	Max	15,5	6,9	118,6	8,8	810	6	41,3	1,61	5,2	0,75
ES3	Min	9,6	5,76	69,7	5,15	440	<0,1	2,7	1,6	1,7	0
	Max		6,02	99	8,62	680	6	8,08	2,2	4	0,7
ES4	Min	9,5	5,26	71,7	0,63	380	<0,1	2,3	1,6	1	0
	Max	17,4	6,72	137,8	8,6	1272	8	44,7	3,39	8	0,69
ES5	Min	10,7	5,47	73,5	2,5	400	<0,1	4,15	1,36	2	0
	Max	19,7	6,33	117,5	8,59	1108	6	31,6	3,76	6	0,55

Värimäärityksen tuloksien mukaan näytteet olivat erittäin humuspitoisia. Vesi oli myös hyvin sameaa eli se sisälsi paljon pieniä hiukkasia (rauta, saviaines, levä). Nitraattitypen pitoisuudet olivat poikkeuksellisen korkeita. Rauta ja näytteiden laimentaminen vaikuttavat häiritsevästi nitraattitypen määrittämiseen; näytteiden ruskean värin takia niitä jouduttiin kuitenkin laimentamaan. Luultavasti siis nitraattitypen pitoisuudet eivät todellisuudessa ole niin korkeita kuin analyysissä saadut arvot.

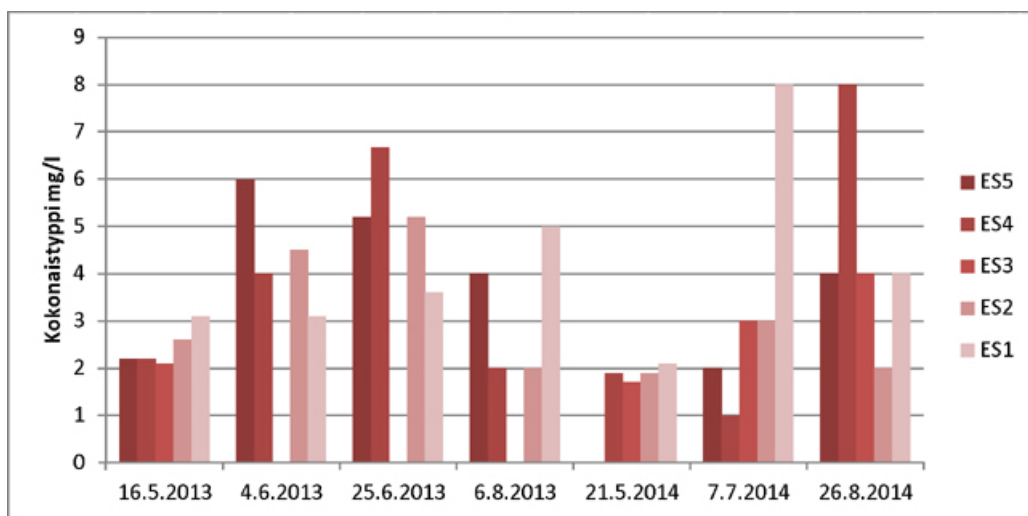


**Kuva 5.** Heiniönjärven kosteikon kokonaisfosforipitoisuudet (mg/l) kesinä 2013 ja 2014.

Vuonna 2013 fosforipitoisuudet kasvoivat loppukesää kohti. Laskeutusaltaassa (ES4 ja ES5) fosforipitoisuudet ovat hyvin pieniä, joten siinä on tulosten perusteella sopiva viipymä. Pelloilta tuleva fosfori sitoutuu kiintoaineeseen ja sen sedimentoitua laskeutuu myös siinä oleva fosfori. Laskeutusaltaan hyvä toimivuus on havaittavissa molempina vuosina (taulukko 8).

**Taulukko 8.** Heiniönjärven kosteikon kokonaistyyppipitoisuudet (mg/l) kesinä 2013 ja 2014.

pvm	16.5.2013	4.6.2013	25.6.2013	6.8.2013	21.5.2014	7.7.2014	26.8.2014
ES1	3,1	3,1	3,6	5	2,1	8	4
ES2	2,6	4,5	5,2	2	1,9	3	2
ES3	2,1				1,7	3	4
ES4	2,2	4	6,67	2	1,9	1	8
ES5	2,2	6	5,2	4	-	2	4

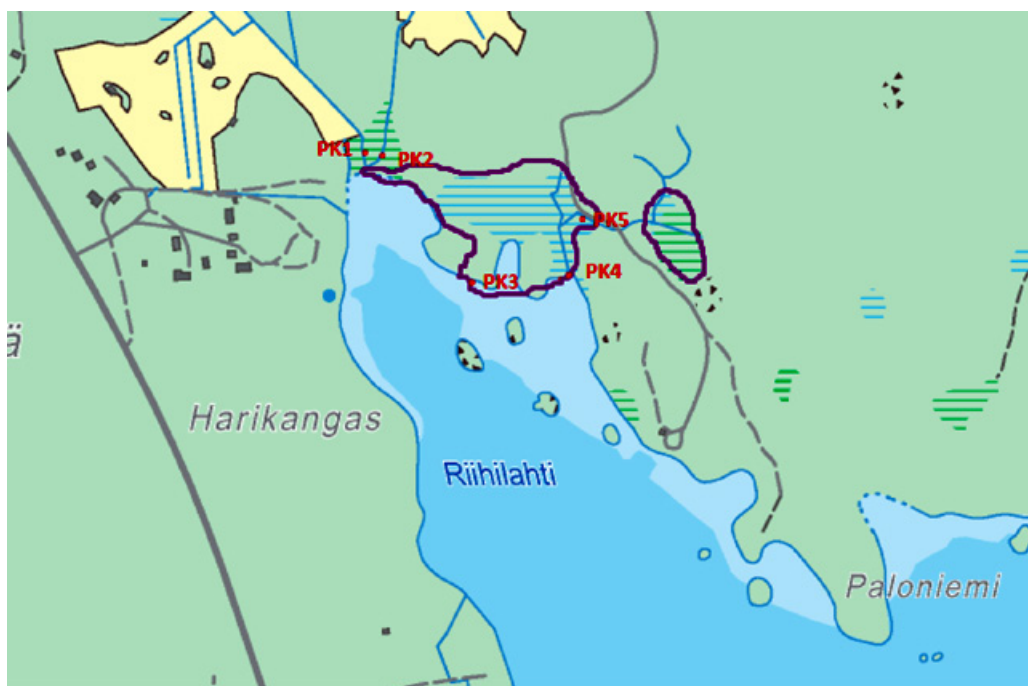


**Kuva 6.** Heiniöjärven kosteikon kokonaistyyppipitoisuudet (mg/l) kesinä 2013 ja 2014.

Kokonaistyyppipitoisuudet ovat hieman suurempia verrattaessa fosforipitoisuuksiin, varsinkin laskeutusaltaassa. Koska typen denitrifikaatio edellyttää melkein pä vastakkaisia olosuhteita kuin fosforin adsorptio, ei voi olettaa laskeutusaltaan pidättävän samanaikaisesti kumpaakin. Typen denitrifikaatioon vaikuttavat mm. nitraattityypin pitoisuus, happiolosuhteet ja lämpötila. Mitä korkeampi nitraattityppi ja mitä lämpimämpää ja hapettomampaa vesi on, sitä paremmin denitrifikaatio tapahtuu. Tyyppipitoisuudet eri näytteenottopisteissä ovat kuvassa 6.

### 3.1.2 Riihilahden kosteikko, Pohjois-Karjala

Polvijärven Riihilahden kosteikko sijaitsee Iso-Reuhka -järven pohjoispäässä. Monimuotoisen kosteikon ovat perustaneet Eräeinarit ry kevään ja kesän 2011 aikana. Valuma-alueeseen kuuluu noin 75 ha viljeltyä peltoa, valuma-alueen kokonaispinta-ala on n. 240 ha. Alue oli ollut ennen kosteikon perustamista umpeen kasvanut ja pusikoitunut, josta voisi päätellä ravinnepitoisuuksien olevan korkeita. Kuvassa (kuva 7) on esitettynä kosteikkoalue sekä näytteenottopisteet. Punaiset pisteet ovat näytteidenkeräyspaikkoja (PK1-PK5). Kosteikkoalue on merkitty kuvaan violetilla.



**Kuva 7.** Riihilahden kosteikkoalueen näytteenottopisteet (kuva: paikkatietoikkuna, muokannut Lasse Häkkinen).

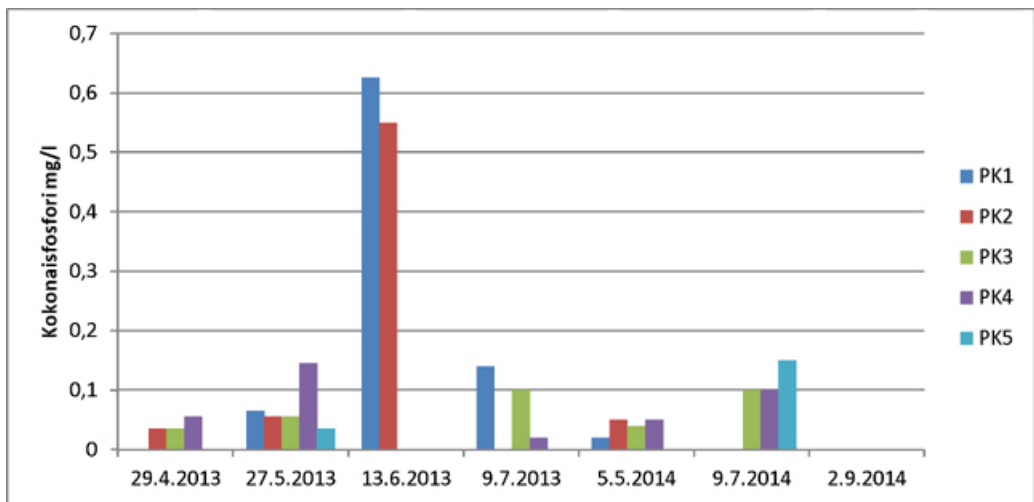
Kesän 2013 aikana Riihilahden kosteikolta käytiin ottamassa näytteitä neljä kertaa ja kesän 2014 aikana kolme kertaa. Kesällä 2012 näytteenottopisteestä PK4 vettä oli virrannut pientä uomaa pitkin kosteikosta vesistöön. Kesinä 2013 ja 2014 uomaa ei kuitenkaan ollut, vaan veden kulkureitti oli kokonaan padotettu. Näytteenottopiste PK3 sijaitsi kahden rumpuputken edessä (kosteikon puolella juuri ennen järveä). Heinäkuussa 2014 näytepisteitä PK1 ja PK2 ei löytynyt kosteikon ollessa hyvin vaikeakulkuinen kasvillisuudesta johtuen. Syyskuussa 2014 näytteenottopiste PK5 oli kuivunut eikä ojassa ollut lainkaan vettä, myös PK1 oli tällöin melkein kuivunut (taulukko 9).



**Taulukko 9.** Riihilahden kosteikon tutkittujen pitoisuuksien ja veden ominaisuuksien vaihteluvälit vuosilta 2013 ja 2014.

		Lämpötila, °C	pH	Johtokyky, µS/cm	Happi, mg/l	Väri, PtCO Suodattamaton	Nitraattityppi, mg/l	Sameus, FNU	Ammoniumtyppi, mg/l	Kok. typpi, mg/l	Kok. fosfori, mg/l
PK1	Min	5,1	6,11	114,9	5,77	201	<0,1	8,57	0,58	0,6	0,065
	Max	14,7	6,42	157,1	8,5	287	0,8	17,2	0,69	2,4	0,625
PK2	Min	4,5	5,87	50,4	1,12	227	<0,1	10,1	0,43	0,2	0
	Max	11,7	6,2	190	10,24	268	0,6	15,1	0,83	3	0,55
PK3	Min	6	6,03	48,8	2,71	123	0	2,3	0,36	<0,02	0
	Max	22	7,44	89,2	10,01	386	1,5	31,7	0,91	3,1	0,1
PK4	Min	6,8	5,86	43	0,67	126	0	2,4	0,39	0,3	0
	Max	21,8	7,88	81,6	8,8	280	1,5	15,2	0,86	3	0,145
PK5	Min	5,4	2,86	35	2,76	151	0	2,25	0,49	0,3	0
	Max	17,8	6	44,5	8,86	171	1	6,55	0,85	3	0,15

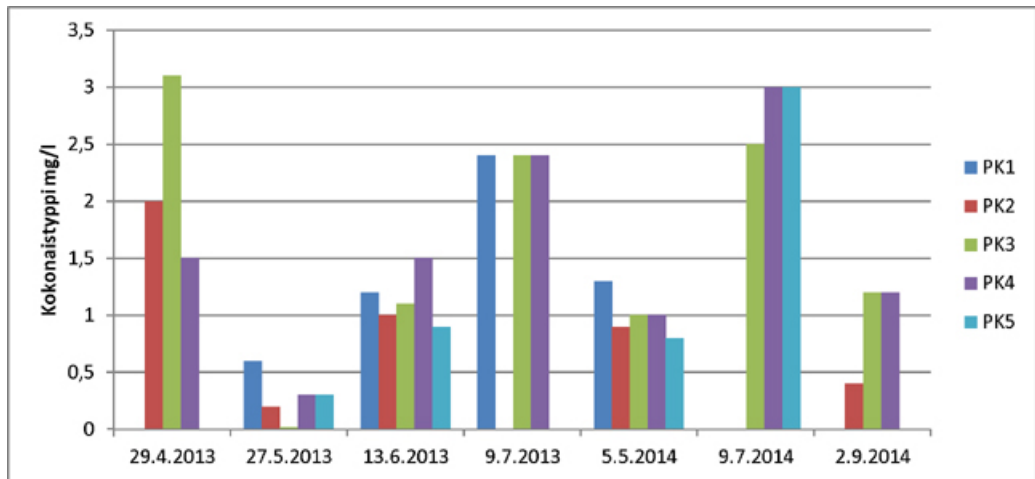
Näytteet Polvijärveltä analysoitiin yleensä laimentamattomina. Vaikka näytteet olivat silmämääräisesti melko kirkkaita, värianalyysi osoitti näytteiden olevan erittäin humuspitoisia (arvo yli 100 PtCO). Sameuden arvoissa oli suurta vaihtelua; pienimmät arvot olivat pisteissä PK3-PK5.



**Kuva 8.** Riihilahden kosteikon kokonaisfosforipitoisuudet (mg/l) kesinä 2013 ja 2014.

Fosforipitoisuudet olivat hyvin alhaisia jokaisena näytteenottokertana. Kesäkuussa 2013 otetuissa näytteissä vain pisteissä PK1 ja PK2 oli enemmän fosforia. Näytepisteen PK1 valuma-alue on peltoa ja metsää ja pisteen PK2 vain metsää. Fosforikuormitusta on voinut tulla siis kesäkuussa pelloilta hieman enemmän. Pisteessä PK3 (juuri ennen järveä) pitoisuudet olivat alle 0,1 mg/l, eli kosteikko pidättää fosforia riittävästi.

Syyskuussa 2014 otetuissa näytteissä ei fosforia ollut juuri lainkaan. Suurin pitoisuus kesällä 2014 on heinäkuun näytteessä pisteessä PK5, joka on kosteikkoon laskeva oja. Pisteet PK3 ja PK4 sijaitsevat kosteikon toisella puolella ennen järveä, joten tuloksista voidaan tulkita fosforin pidättyvän kosteikkoon.



Kuva 9. Riihilahden kosteikon kokonaistyyppipitoisuudet (mg/l) kesinä 2013 ja 2014.

Kokonaistyyppipitoisuudet olivat melko korkeita, ainoastaan touku-kuussa 2013 otetuissa näytteissä tyyppiä oli vähän. Nitraattitypen pitoisuudet olivat kuitenkin kaikkina näytteenottokertoina hyvin pieniä, luonnonvesissä esiintyvien pitoisuuksien luokkaa (0-0,1 mg/l). Myös ammoniumtyyppiä oli vähän (alle 1 mg/l), joten kyseiset pitoisuudet eivät osaltaan anna viitteitä maataloudesta tulevasta tyyppikuormituksesta.

Kaikissa RAE-hankkeen seuraamissa kosteikkokohteissa havaittiin niiden sitovan ravinteita ja kiintoaineita, vaikka pitoisuudet ja valuntavesien määrät vaihtelivat eri ajanjaksoina suuresti. Kosteikot toimivatkin osaltaan tulvavesien tasaamisessa ja eroosioaineksen pysäyttämässä. Kosteikkorakenteiden vuosittainen tarkastus havaittiin tärkeäksi uusillakin kohteilla, esim. patovallit sortuvat helposti kevätvalumien aikaan. Kosteikoilla on myös suuri merkitys luonnon monimuotoisuuden lisäämisessä ja niillä voidaan lisätä samalla muuten vähätuottoisen, hankalasti viljeltävän maan arvoa.



**Kuva 10.** Näytteenottoa Polvijärven kosteikolla kevättalvella 2013 (kuva: Arja Ruokojärvi).

## 3.2 Jaloittelutarhojen vesien hallinta

*Tanja Tikkanen, Anna-Liisa Viljakainen ja Arja Ruokojärvi  
Savonia-ammattikorkeakoulu*

Jaloittelutarha on alue, joka on perustettu eläinten ulkoilua varten ja jota ei laidunneta. RAE-hankkeessa tutkittiin kolmea erilaista Pohjois-Savon alueella sijaitsevaa jaloittelutarhaa. Mukana oli tiivispohjainen, maapohjainen ja vaihtopohjainen jaloittelutarha. Pohjan rakenne sekä pintamateriaali vaikuttavat paljon valumavesien muodostumiseen. Kiinteäpohjaisissa jaloittelutarhoissa kertyy vuoden aikana enemmän valumavettä maapohjaiseen tarhaan verrattuna.

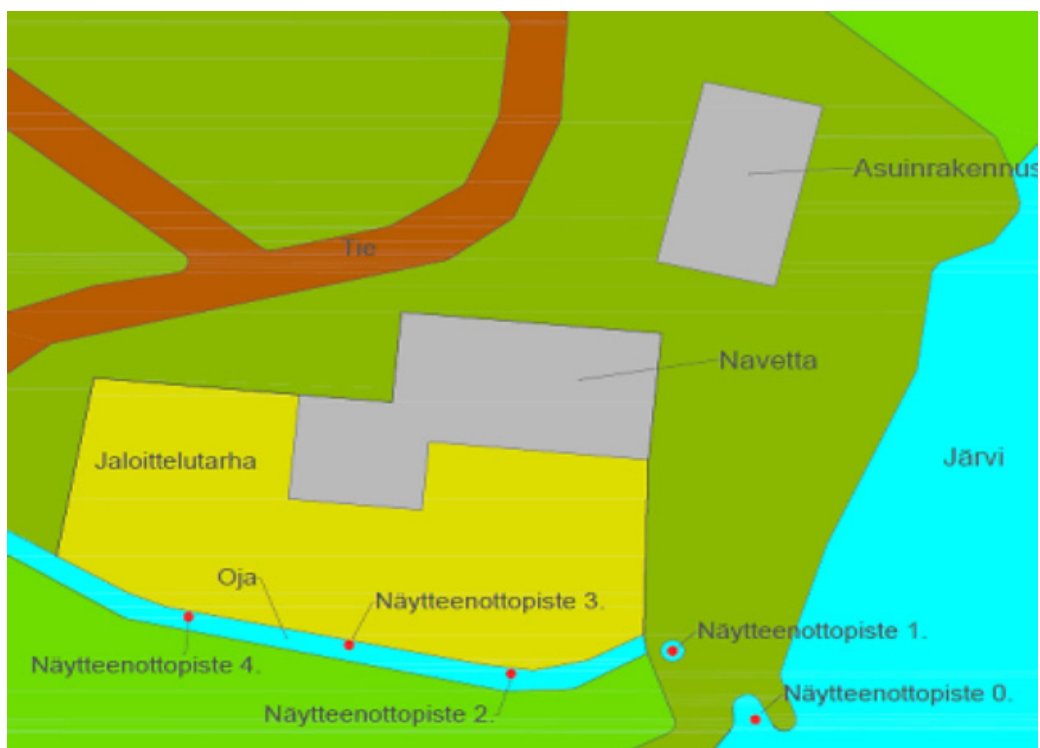
### 3.2.1 Esimerkkinä vaihtopohjainen jaloittelutarha

Kahden eri paikkakunnan kolme kohdejaloittelutarhaa olivat: TMLI (tiivis- ja maapohjainen, lihakarja), ALY (asfalttipohjainen, lypsykarja) ja VLY (vaihtopohjainen, lypsykarja). Jaloittelutarhojen yhteydessä olevissa havaintopisteissä mitattiin paikan päällä lämpötila, pH, sähköjohtokyky ja happipitoisuus. Laboratoriossa analysoitiin vesinäytteistä väri, sameus, nitraattityppi ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ), ammoniumtyppi ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ), kokonaistyyppi ( $\text{N}_{\text{kok}}$ ) ja kokonaisfosfori ( $\text{P}_{\text{kok}}$ ). Osasta näytteistä analysoitiin myös *E. coli* -bakteerien määrä. Mittauksia tehtiin vuosina 2012-2014, ensimmäisten kesien tuloksista on julkaistu Tanja Tikkasen opinnäyte työ ”Maatilojen jaloittelutarhojen vesien hallinta” (2013, Savonia-amk, Kuopio).

Esimerkkitalalla on lypsylehmiä ja nuorkarjaa yhteensä 130, joista tarhassa on kerrallaan 15 – 20 eläintä. Jaloittelua tapahtuu ympäri vuoden, kesällä päivisin n. 4 h/vrk ja talvella n. 1 h/vrk. Tarhan koko on 600 m<sup>2</sup>, josta tiivispohjaisen alueen osuus 550 m<sup>2</sup>. Pohja on rakenteeltaan soraa ja tarha sijaitsee hiekkamaalla. Pohjaa ei kokonaan vaihdeta, hiekkaa lisätään keväisin ja lantaisimmat kohdat poistetaan. Jaloittelutarhan valumavedet valuvat imeytysojaan.

#### Jaloittelutarhan näytteenottopisteet ja näytteenoton tulokset

Vesinäytteitä otettiin jaloittelutarhan imeytysojasta neljästä eri pisteestä ja lisäksi otettiin verrokinäyte (piste 0) lähellä olevasta järvestä, ojan laskuputken suulta.



Kuva 11. VLY tarhan näytteenottpisteet.

Taulukko 10. Näytteenottpisteiden kokonaistyyppi- ja kokonaisfosforipitoisuudet.

Kokonaisfosfori (Kok-P) mg/l						Kokonaistyyppi (Kok-N) mg/l					
	14.5.2013	29.5.2013	17.6.2013	2.7.2013	13.8.2013		14.5.2013	29.5.2013	17.6.2013	2.7.2013	13.8.2013
0.piste	-	0,135	-	-	-	0.piste	-	4,2	-	-	-
1.piste	0,075	-	-	-	-	1.piste	6,00	-	-	-	-
2.piste	0,035	0,025	<0,03	0,075	0,045	2.piste	4,00	3,70	4,30	4,00	4,50
3.piste	0,135	0,155	<0,03	<0,03	0,105	3.piste	19,80	22,60	2,10	1,40	15,30
4.piste	0,115	0,075	0,950	0,695	0,125	4.piste	4,20	9,30	7,00	3,60	2,80

Määritetyt *E. coli* -pitoisuudet:

- 1. piste: 1 pmy/ml (14.5.2013)
- 3. piste: 19 pmy/ml (2.7.2013),  
27 pmy/ml (13.8.2013)
- 4. piste: 31 pmy/ml (17.6.2013),  
953 pmy/ml (2.7.2013),  
15 pmy/ml (13.8.2013)



**Kuva 12.** Näytteenottoa kokoomakaivosta, seurattu kiinteäpohjainen jaloittelutarha oikeassa reunassa (kuva: Arja Ruokojärvi).

Kohdejaloittelutarhan VLY valumavesien ravinnepitoisuudet eivät olleet kovin suuria, sillä osa tarhan ravinteista suotautui hiekkakerroksen läpi maapohjaan. Aikaisemmista tarhatutkimuksista poiketen tarhassa oli tyypeä enemmän nitraatti- kuin ammoniumtyypen muodossa. Nitraattityppi on yleensä energiataloudeltaan kasveille epäedullisempää, sillä kasvit tarvitsevat paljon energiaa muuntaakseen nitraattityypen ammoniumtypeksi. *E. coli* -bakteerien määrä pisteissä 3 ja 4 ylitti uimakelpoisuuden vaatimukset.

Ympäristöystävällisin tutkituista tarhoista oli tiivispohjainen ALY, sillä vedet ohjautuvat asfalttipinnalta keräilykaivoihin, joista edelleen kokoomakaivon kautta lietesäiliöön. Tämä tosin laimentaa lietteen ravinnearvoa ja sateisina vuosina lietteen määrä voi kasvaa huomattavasti. Kaikissa jaloittelutarhoissa valumavesien ravinnepitoisuudet jäivät kuitenkin varsin alhaisiksi verrattuina aiempiin tutkimuksiin.

### 3.3 Lietelannan kemiallinen separointi

*Maarit Janhunen ja Heikki Ollikainen  
Savonia-ammattikorkeakoulu*

Tässä hankkeessa testattiin liotelannan separointia kipsijohdannaisten avulla sekä kemiallisen ja mekaanisen separoinnin yhdistämistä. Separoinnin tarkoituksena on erotella liotelannasta typpi nesteosaan ja fosfori kiintoaineosaan. Kokeita on todennettu laboratorio-olosuhteissa kahdessa eri kokoluokassa sekä maatilamittakaavassa. Kemikaaleina kokeissa käytettiin kalsiumsulfaattia (kipsiä) ja magnesiumoksidia.

Kokeiden tarkoituksena oli hakea saostukselle ja kemikaalien toiminnalle optimaalinen kuiva-ainepitoisuus, kemikaaliannos sekä pH. Kokeita toteutettiin raakalietteellä sekä mekaanisesti ruuvipuristimella (kuva 13) naudan lietteestä erotetulla nestejakeen ja kuivajakeen seoksella.



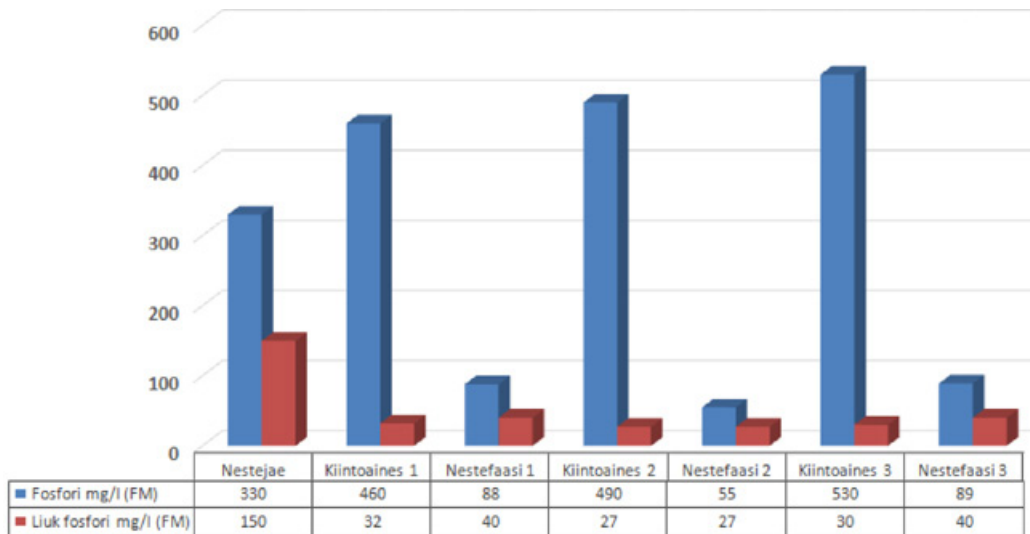
**Kuva 13.** Mekaanisessa separoinnissa käytetty ruuvipuristin (Kuva: Heikki Ollikainen, 2015).

Oikeiden koeparametrien löydyttyä pienen mittakaavan kokeissa, toteutettiin koesarja hieman isommassa kokoluokassa laboratoriossa. Koesarja toteutettiin sekä raakalietteelle että separoidulle nestejakeelle yhdistettynä kuivajakeen kanssa. Tämän jälkeen saostumista testattiin myös kuution kokoluokassa useampana rinnakkaisena koesarjana. Erillinen laajempi tutkimusraportti separointikokeista tulee <http://rae.savonia.fi-sivuille>, aiheesta julkaistaan myös Heikki Ollikaisen (Savonia-ammattikorkeakoulu) opinnäytetyö.

### 3.3.1 Laboratoriomittakaavan kokeet

Pienen mittakaavan kokeissa fosforista parhaimmillaan jopa 90 % saostui kiintoainekseen. Pullokokeissa kokonaisfosfori saostui lähes yhtä hyvin; suurimmillaan kokonaisfosforista 83 % saostui kiintoainekseen. Parhaiten onnistuneissa koepulloissa pH oli lähellä kirjallisuuden perusteellakin optimaalista 8,5.

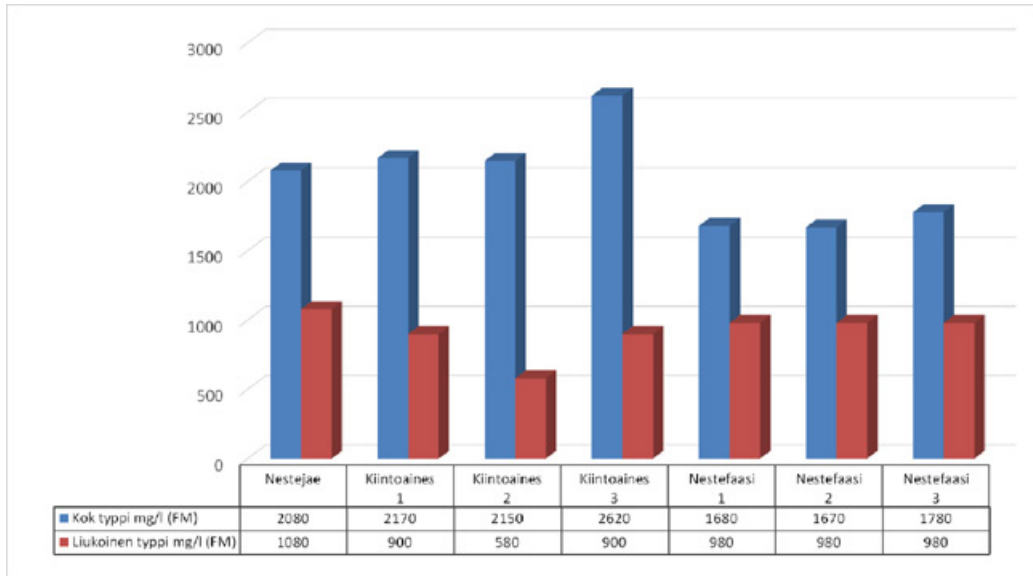
Laboratoriossa tehty pullokoe osoitti fosforin kemiallisen separoinnin onnistuvan myös raakalietteestä, mikäli TS- pitoisuus on sopivalla tasolla (n. 5 %). Tulosten perusteella raakalietteen kokonaisfosfori saostui 73 %, verrattuna mekaanisesti erotettuun nestejakeeseen (kuva 14).



**Kuva 14.** Pullokokeen kokonaisfosforin ja liukoisen fosforin analyysitulokset mg/l (Ahma Group).



Pienen mittakaavan koe ja pullokokeen tulokset osoittavat, että fosforinsaostuksen kannalta paras kemikaaliannos on 1 ja 3 g/kg\*TS- % välillä. Lietteen laskeutuvuus heikkenee huomattavasti kemikaaliannoksen lähestyessä 5 g/kg\*TS-%. Kuvassa 15 on esitettyinä liukoisen tyypen ja kokonaistyyden muutoksia.



**Kuva 15.** Pullokokeen liukoisen tyyden ja kokonaistyyden analyysitulokset mg/l (Ahma Group).

### 3.3.2 Säiliömittakaavan kokeet

Säiliökoesarjan kokeet toteutettiin kuution konteissa (Kuva 16).

1. Säiliökokeessa oli alun perin tarkoituksena käyttää täysin samantyyppistä koejärjestelyä kuin pullokokeessa. Suurin muutos koejärjestelyssä oli, että mekaaninen separointi ei kyennyt laskemaan nestejakeen kuiva-ainepitoisuutta alle 5 % vaan TS- pitoisuus jäi 5,5 %, jonka seurauksena mekaanisesti erotettua kuivajaetta ei lisätty lietteen joukkoon nostamaan TS- pitoisuutta lähemmäs optimaalista 4-5 % luokkaa.
2. Kemiallinen separointi suoritettiin muutosten takia neljänä rinnakkaisena nestejakeelle, sekä kahtena rinnakkaisena raakalietteen ja nestejakeen seokselle TS- 6,5 %. Saostuskemikaaleina

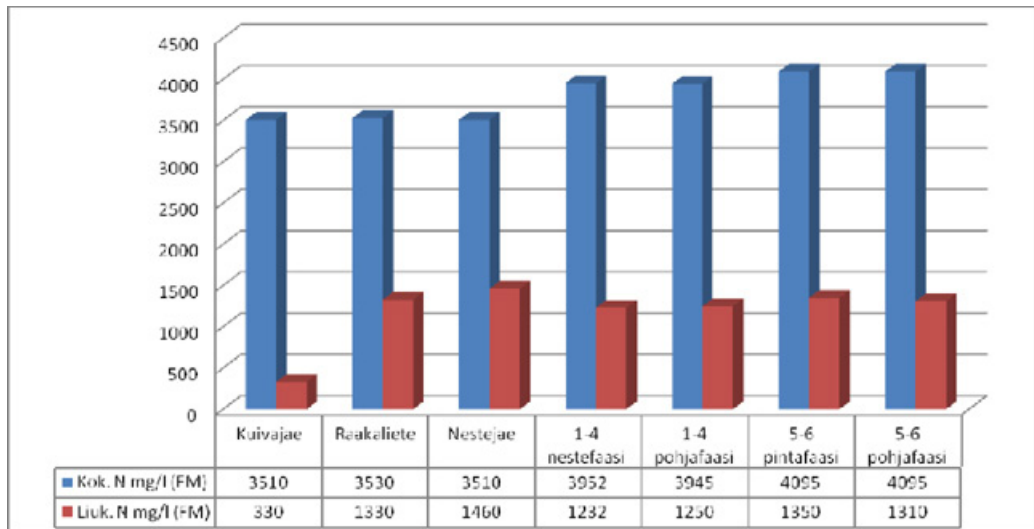
käytettiin Yara Oy:n lahjoittamaa kalsiumsulfaattia ja magnesiummoksidia. Kemikaaliannoksena käytettiin kaikissa näytteissä 1 g/kg\*TS-%. Säiliökoesarja suoritettiin lisäksi puolilämpimässä tilassa noin +7 asteen lämpötilassa, eikä lämpötilan mahdollista vaikutusta kemikaalien reaktiivisuuteen ollut ennen kokeita tiedossa.

3. Raakaliete osoittautui ongelmalliseksi haastavan sekoittuvuuden johdosta. Käytetyn moottorisekoittimen kapasiteetti ei riittänyt saamaan nestejätettä ja raakalietettä sekaisin eikä pystynyt aikaan saamaan tarpeeksi voimakasta pyörrettä kemikaalien optimaalisen sekoittuvuuden takaamiseksi. Tätä teoriaa tukee säiliöiden 5-6 pintaan muodostunut lähes raakalietteen TS-pitoisuudella oleva paksu lietekerros sekä saostuskemikaalien muodostuminen suuriksi partikkeleiksi säiliöiden pohjalle.

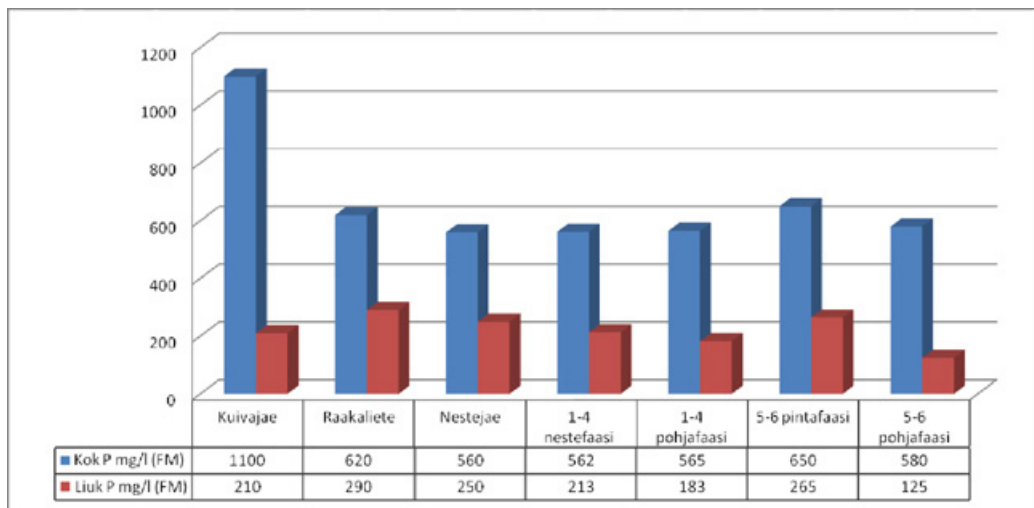


**Kuva 16.** Koesarjan säiliöt sijaitsivat Luonnonvarakeskus (Luke) Maaningalla (kuva: Heikki Ollikainen).

Säiliökokeen aikana lietteiden kokonaistyyppipitoisuus nousi parhaimmillaan lähes 600 mg/l. Tämä voi johtua lietteen paljon vaihtelevista ravinnepitoisuuksista sekä liukoisen tyyppin muutoksesta kiinteään muotoon (kuva 17). Kuvaan 18 on koottu tuloksia vastaavasti fosforin osalta.



**Kuva 17.** Säiliökoesarjan kokonaistyyppin ja liukoisen tyyppin pitoisuudet mg/l (Ahma Group).



**Kuva 18.** Säiliökoesarjan kokonaisfosforin ja liukoisen fosforin pitoisuudet mg/l (Ahma Group).

Laboratoriossa eri koeparametreille tehtyjen lisäkokeiden tuloksena päädyttiin johtopäätökseen, että kemiallisen separoinnin ongelmat säiliökokeessa johtuivat kuivajakeen puuttumisesta. Oletettavasti kuivajakeen suuret, karkeat partikkelit toimivat kemiallisessa separoinnissa samoin, kuten vedenpuhdistuksessa flokin muodostus ja sen laskeutus altaassa kemikaalien avulla. Oletettavasti kemiallisessa separoinnissa kuivajakeen partikkelit painuvat nopeammin ja helpommin lietteen pohjalle. Samalla kuivajakeen partikkelit sitovat laskeutuessa itseensä ympäriltään fosforia, mikä on kalsiumsulfaatin ja magnesiumoksidin ansiosta saostunut struviitiksi ja/tai apatiitiksi.

Näitten tulosten pohjalta mekaaninen separointi ja fosforin kemiallinen rikastaminen ovat varteenotettavia vaihtoehtoja lietelannan käsittelyyn. Kemikaalikäsittelyssä keskeisimpiä optimoitavia osatekijöitä ovat lietelannan kuiva-ainepitoisuus, pH ja kemikaalien annosmäärä. Optimaalisella kemikaaliannoksella pH pysyttelee toivotulla tasolla; mikäli annostusta nostetaan liikaa, taloudellinen hyöty poistuu ja pH-taso tuottaa ongelmia. Tärkeimmäksi tekijäksi kulminoituu kuitenkin kuiva-ainepitoisuus. Mikäli lietelannan kuiva-ainepitoisuus on viiden paikkeilla, fosforia voidaan rikastaa jopa yli 80 %. Lisäksi mekaanisen separoinnin yhdistäminen kemikaalikäsittelyyn voisi tuoda uusia mahdollisuuksia logistiikan kehittämiseen tilatasolla ja tilojen välillä. Maatilamittakaavan tuloksia kuitenkin kaivataan vielä lisää.

### 3.4 Nurmikasvien fosforin puutteen arviointi kasvin ravinnesuhteiden avulla - kasvidiagnostiikka

*Perttu Virkajärvi, Sanna Kykkänen ja Maarit Hyrkäs  
Luonnonvarakeskus (Luke), Maaninka*

#### **Johdanto**

Fosforin lannoitussuositukset perustuvat peltolohkon viljavuusanalyysin tuloksiin. Maat ryhmitellään viljavuusluokkiin maalajin, maan multavuuden ja viljavuusfosforin mukaan ja lannoitteissa annettava fosforimäärä määräytyy viljavuusluokan ja nurmen käyttötarkoituksen mukaan. Se, kuinka paljon kasvit todellisuudessa ottavat maasta fosforia (maan fosforivaroista ja lannoitefosforista) riippuu myös muista seikoista, etenkin maan rakenteesta, kosteusolosuhteista ja vallitsevis-

ta säästä. Fosforin puutoksen havaitseminen nurmikasvustosta (heikko kehitys, sinertävä/sinipunainen lehtien väri, heikentynyt kasvu) kesän aikana ei ole helppoa, sillä värieroja aiheuttavat myös monet muut ravinteet ja kasvutekijät.

Periaatteessa tuntuu yksinkertaiselta todeta jälkikäteen rehun kivennäisanalyysillä, onko kasvi saanut riittävästi fosforia vai onko se kärsinyt fosforin puutteesta. Fosforipitoisuus, jonka alapuolella nurmikasvien voi sanoa kärsivän fosforin puutetta, vaihtelee jonkin verran kasvilajeittain, mutta erityisesti kasvin kehitysvaiheen myötä. Kehitysvaiheen vaikutus johtuu siitä, että nuoret kasviosat sisältävät - ja tarvitsevat - enemmän fosforia kuin vanhat ja vastaavasti fosforipitoisuus on lehdissä korkeampi kuin korsissa. Niinpä optimaalinen fosforipitoisuus vaihtelee nuoren kasvuasteen (laidun) 3,2:stä vanhan kasvuasteen (heinä) 2,2:een g/kg ka (Saarela 2005). Tiedetään myös, että typen tarve ja pitoisuus on suurimmillaan nuorissa kasvinosisa, erityisesti lehdissä, sillä typellä on keskeinen osa yhteyttämisessä. Niinpä ranskalaiset ja kanadalaiset tutkijat ovat esittäneet ajatuksen, että nurmikasvien fosforitarpeen tyydyttymistä voitaisiin arvioida sadon P:N-suhteen perusteella. Nurmen osalta tämä on sikäli kätevää, että nurmirehun typpipitoisuus voidaan laskea tavallisen rehuanalyysin raakavalkuaisesta (rv) jakamalla lukuarvo 6,25:lla. Esimerkiksi, jos nurmirehun  $rv = 160 \text{ g/kg ka}$ , on typpipitoisuus  $160/6,25$  eli  $25,6 \text{ g/kg ka}$ . P:N-suhteen on todistettu toimivan hyvin sekä timoteinurmella Kanadassa että vehnällä useissa maissa mukaan lukien Suomi (Bélanger & Ziadi ; Bélanger ym. 2015). Suomessa Saarela (2005) on esittänyt että P:N-suhde 0,125 olisi riittävän fosforipitoisuuden alaraja.

## **Aineisto ja menetelmät**

RAE-hankkeessa järjestettiin kolmivuotinen (2010–2012) kenttäkoe Luonnonvarakeskuksen Maaningan toimipaikassa (silloinen MTT Maaninka), jossa selvitettiin fosforilannoituksen vaikutusta nurmen satoon, sekä nurmen fosforipitoisuuden ja P:N-suhteen käyttökelpoisuutta fosforin puutteen ennustajana. Koe oli samalla osa kansainvälistä nurmien fosforilannoitustutkimusta.

Viljavuusanalyysin ja lajitekoostumusmäärittelyn mukaan koelohkon maalaji oli runsasmultainen/erittäin runsasmultainen hiue, jonka P-luku oli kokeen alussa  $5,8 \text{ mg/l}$  (0-15 cm) ja siten fosforiluokka vält-

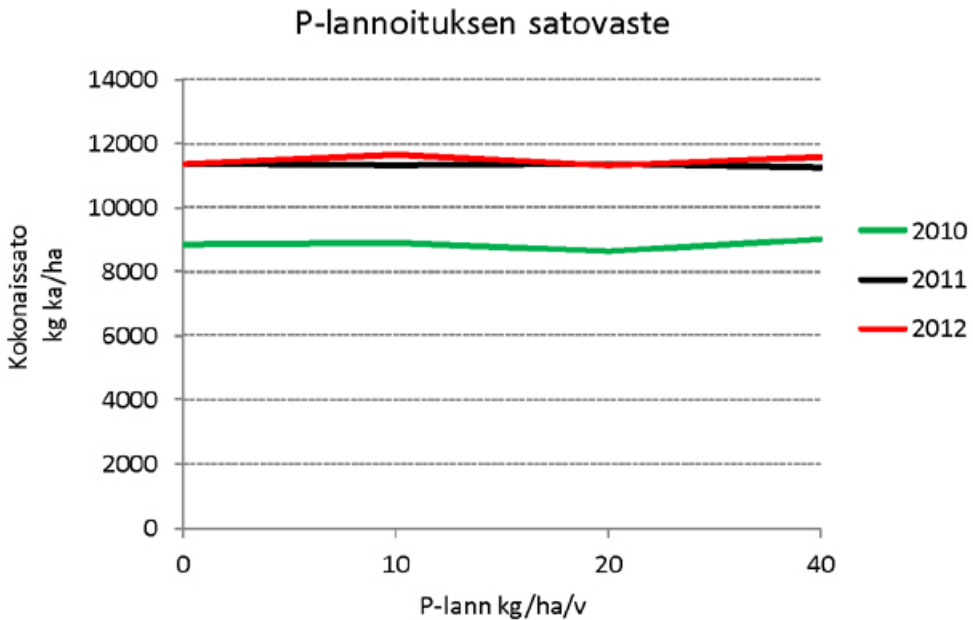
tävä. Koekasvina oli timotei-nurminata seos (Tuure ja Ilmari). Nurmi korjattiin kahdesti kesässä.

Koe järjestettiin osaruutukokeena. Pääruutuna oli fosforilannoitustaso, joita oli neljä (0, 10, 20 ja 40 kg/ha P). Ne annettiin 1. sadolle superfosfaattina. Typpi ja kalium annettiin 1. sadolle Suomensalpietarina (27-0-1) ja toiselle sadolle NK1-lannoitteena (20-0-7), siten että typen määrä oli 90–100 kg/ha. Osaruutuna oli ensimmäisen niiton ajankoh- ta eli kasvuaste, joita oli neljä. Käsittelyt toistettiin neljänä kerrantee- na. Ensimmäinen niitto suoritettiin varhaisella laidunasteella (massa n. 1000 kg ka/ha) ja seuraavat niitot siitä viikon välein. Toinen sato korjattiin elokuussa, kaikki koejäsenet samaan aikaan. Niitoissa mää- ritettiin kuiva-ainesato (kg ka/ha) ja lisäksi sadosta P- ja N-pitoisuus ja laskettiin niiden suhde. Maanäytteet otettiin ruuduittain keväällä 2011 ja 2012, ja niistä määritettiin maan P-pitoisuus neljällä eri mene- telmällä. Tulokset analysoitiin tilastollisesti SAS-ohjelmiston MIXED- proseduurilla osaruutukoeasetelman mukaisesti.

## **Tulokset**

Tutkimuksen päätulos oli, ettei fosforilannoitus nostanut vuoden ko- konaiskuiva-ainesatoa yhtenäkkään koevuonna (Kuva 19). Tämä oli yl- lättävää, koska maan viljavuusfosforin pitoisuus maassa oli alhainen (välttävä) ja silloisen ympäristötuen mukainen fosforilannoituksen yläraja oli 24 kg/ha/vuosi. Lohko oli vanhaa järvenpohjaa ja siten sen savespitoisuus oli korkea (24 %). Tällä on sikäli merkitystä, että savi- mailla (savespitoisuus yli 30 %) saadaan todennäköisesti sadonlisää, kun maan P-luku on alle 6 mg/l (Valkama ym. 2009). Niinpä koealueen hiuemaa käyttäytyi savimaiden kaltaisesti. Karkeilla kivennäismailla vastaava raja on noin 10 mg/l kohdalla. Rajat pätevät hyvärakenteisilla mailla; fosforilannoitus on sitä tärkeämpää mitä huonommat olosuh- teet ovat (tiivis maa, kylmä kevät). Joka tapauksessa tulos on osoitus siitä, että nurmet ottavat tehokkaasti fosforia maasta silloinkin, kun maan P-tila on välttävä.

Fosforilannoituksen satovasteeseen vaikuttaa myös peltomaan happa- muus. Suomalaisista fosforikokeista tehty meta-analyysi osoitti, että jos orgaanisilla mailla maan pH laskee alle 5,3, fosforilannoituksella ei saada sadonlisää, vaikka maan P-tila olisi heikko (Valkama ym. 2014). Koealueen keskimääräinen pH oli vuonna 2011 6,0 ja vuonna 2012 5,8, siten pH tuskin on rajoittanut fosforin lannoitusvaikutusta.



**Kuva 19.** Fosforilannoituksen vaikutus nurmen kokonaissatoon koevuosina 2010–2012.

Koska P-lannoitus annettiin keväällä, jolloin myös toteutettiin 4 eri niittoaikaa, on ensimmäisen niiton tulokset koottu taulukoihin 11 ja 12. Fosforilannoitus ei nostanut ensimmäisenkään niiton satoa eikä sillä ollut vaikutusta N-pitoisuuteen ( $P$ -arvo  $> 0,05$ ), mutta se nosti nurmen P-pitoisuutta ja P:N-suhdetta (Taulukko 11). Mitä myöhemmin nurmi korjattiin, sitä suurempi oli kuiva-ainesato, ja sitä alhaisempi N- sekä P-pitoisuus (Taulukko 12). P:N-suhde suureni niittoa myöhästytettäessä, mutta muutos oli suhteellisesti selvästi pienempi (+9 %) kuin P-pitoisuuden osalta (-30%), toisin sanoen P:N-suhde oli vakaampi fosforitarpeen kuvaajana kuin P-pitoisuus.

Kun ensimmäisen niiton P-pitoisuus ja sato piirretään samaan kuvaan (Kuva 20), nähdään, että P-pitoisuus vaihtelee varsin suurissa rajoissa. Kaikissa tapauksissa nurmi kuitenkin sai riittävästi fosforia, sillä satotaso oli korkea, jos nurmen annettiin kasvaa. Fosforilannoitus ei nostanut satoa. Niinpä kriittistä alarajaa kasvuston P-pitoisuudelle on vaikea antaa: se riippuu satotasosta (tai kehitysvaiheesta) ja vaihtelee eri vuosina. Sen sijaan P:N-suhde käyttäytyy paljon vakaammin sekä suhteessa satotasoon että vuosivaihteluun (Kuva 20). Kuivina vuosina P:N-suhteen on todettu voivan laskea annetun raja-arvon (0,10) alle

lannoitusmäärästä riippumatta, mutta lasku ei ole ollut yhtä radikaali, kuin P-pitoisuuden (Pakarinen ym. 2007 ja Virkajärvi ym. 2011). Tiedetään, että fosforilannoituksen vaikutus on sitä pienempi mitä enemmän tyypeä nurmelle on annettu, mikä liittyy juuriston tehostuneeseen ravinteidenottokykyyn (Valkama ym. 2015 viitteineen). Näin ollen tämän kokeen perusteella voidaan karkeasti sanoa, että jos suositusten mukaan typpilannoitusta saaneen nurmen P:N-suhde on > 0,10, on todennäköistä, ettei kasvusto kärsi fosforin puutteesta. Raja oli tässä tutkimuksessa hieman alhaisempi kuin Saarelan (2005) esittämä raja 0,125.

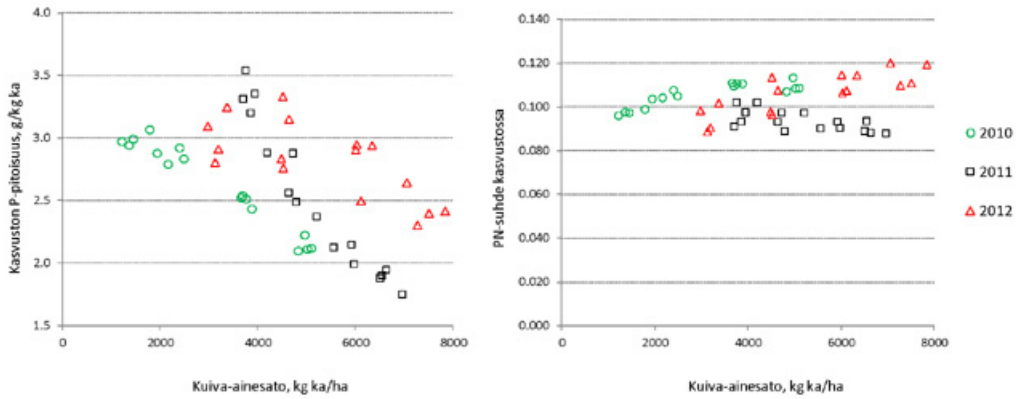
**Taulukko 11.** Fosforilannoituksen vaikutus kuiva-ainesatoon, kasvuston N- ja P-pitoisuuksiin sekä P:N -suhteeseen ensimmäisessä sadossa. SEM = keskiarvon keskivirhe.

<b>Fosforilannoitus</b>	<b>Kuiva-ainesato</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>P:N</b>
kg/ha/v	kg ka/ha	g/kg ka	g/kg ka	
0	4560	25,9	2,5	0,099
10	4530	26,4	2,6	0,100
20	4540	26,3	2,7	0,103
40	4490	26,4	2,8	0,106
SEM	96	0,17	0,03	0,0012
P-arvo	0,96	0,19	<0,001	<0,001

**Taulukko 12.** Niittoajankohdan vaikutus kuiva-ainesatoon, kasvuston N- ja P-pitoisuuksiin sekä P:N -suhteeseen ensimmäisessä sadossa. SEM = keskiarvon keskivirhe.

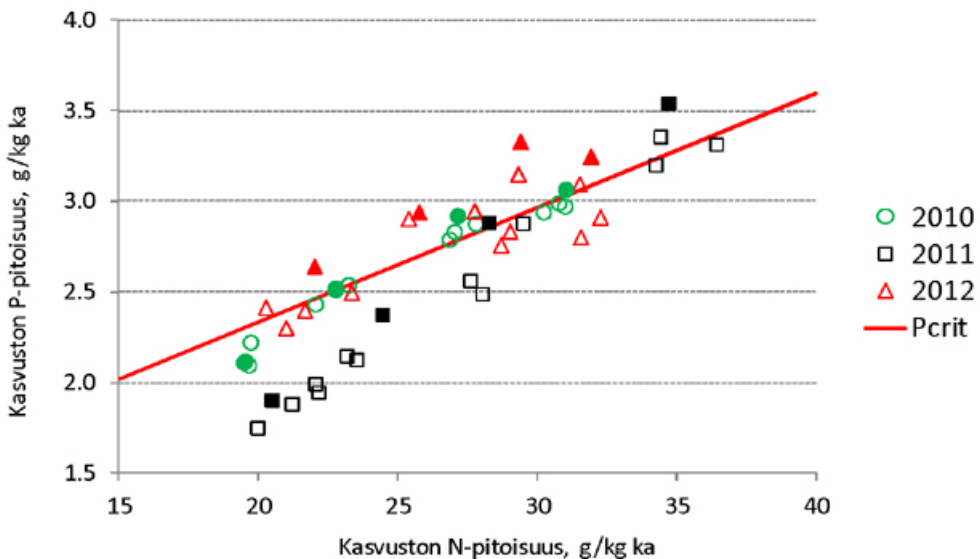
<b>Niittoaika</b>	<b>Kuiva-ainesato</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>P:N</b>
	kg ka/ha	g/kg ka	g/kg ka	
1	2810	32,5	3,1	0,096
2	3790	28,2	2,9	0,102
3	5170	23,8	2,5	0,105
4	6350	20,6	2,2	0,105
SEM	96	0,17	0,03	0,0012
P-arvo	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001





**Kuva 20.** Kasvuston P-pitoisuus (vasen kuva) ja P:N-suhde (oikea kuva) ensimmäisessä niitossa kolmena eri vuonna.

Bélanger ja Ziadi (2008) ovat esittäneet kriittisen fosforipitoisuuden laskukaavaksi timoteinurmella  $P_{crit} = 1,07 + 0,063 \times N$ , jossa  $N$  = nurmen typpipitoisuus g/kg ka. Koska nyt suoritettussa kokeessa myös ilman fosforia viljelyillä ruuduilla kasvit saivat riittävästi fosforia, ei kriittistä fosforipitoisuutta voida määrittää. Kuvassa 21 esitetään tämän kokeen koejäsenten N- ja P-pitoisuudet verrattuna edellä mainittuun kriittisen P-pitoisuuden yhtälöön. Suoran alapuolella olevien havaintojen pitäisi olla kärsinyt fosforin puutoksesta, mutta satotuloksien perusteella näin ei voida sanoa, joten Kanadassa toimiva yhtälö ei sellaisenaan toimi Suomessa. Vuosien välillä näkyy lievä ero: vuoden 2011 tulokset poikkeavat eniten Bélanger ja Ziadin (2008) suorasta.



**Kuva 21.** Kasvuston N- ja P-pitoisuus eri vuosina sekä kriittisen P-pitoisuuden raja ( $P_{crit}$ ; Bélanger & Ziadi 2008). Suurimman P-lannoitusportaan (40 kg/ha/v) havainnot on väritetty.

## Yhteenveto ja käytäntöön soveltaminen

Fosforilannoitus ei nostanut vuoden kokonaiskuiva-ainesatoa yhtenäkkään koevuonna, vaikka koealue oli fosforitaltaan välttäväsä luokassa. Kasvien fosforinottoon vaikuttaa myös maan rakenne, pH ja multavuus, mitkä kannattaa huomioida fosforilannoitusta suunniteltaessa. P:N-suhde on vakaampi ja siten tarkempi puutoksen mittari kuin pelkkä fosforipitoisuus, joka vaihteli runsaasti kasvin kehitysvaiheen ja vuoden mukaan. Kanadassa toimiva yhtälö ei kuitenkaan sellaisenaan toimi Suomessa. Jos suositusten mukaan typpilannoitusta saaneen nurmen P:N-suhde on  $> 0,10$ , on todennäköistä, ettei kasvusto kärsi fosforin puutteesta. Tulosta voidaan soveltaa kohtuullisen helposti maataloilla, sillä typpipitoisuus voidaan laskea suoraan rehuanalyysin raakavalkuaispitoisuudesta ja lisäksi tarvitaan vain suppeassa kivennäisanalyysissä määritettävä fosforipitoisuus. Tämä on suositeltavaa tehdä erikseen sellaisilta lohkoilta, joilla oletetaan helpoiten esiintyvän fosforin puutosta.

## Kirjallisuus

Bélanger, G., Ziadi, N., Pageau, D. Grant, C., Högnäsbacka, M., Virkajärvi, P., Hu, Z., Lu, J., Lafond, J. and Nyiraneza, J. 2015. Models of Critical Phosphorus Concentration in the Shoot Biomass of Wheat. *Agronomy Journal* (painossa).

Bélanger, G. ja Ziadi, N. 2008 Phosphorus and nitrogen relationships during spring growth of an aging timothy sward. *Agronomy Journal* 100 6: 1757-1762.

Pakarinen, K, Virkajärvi, P., Pietikäinen, L. ja Isolahti, M. 2007. Nurmen P-kertalannoitus (Yara N1)Teoksessa: Lannoitus- ja kasvinsuojelukokeiden tuloksia 2006. Kuopion kaupungin painatuskeskus.

Saarela, I. 2005. Nurmen fosforitalous. Nurmitieto 2.2.2. Suomen Nurmiyhdistyksen ja MTT:n julkaisusarja. Julkaisupäivä: 17.3.2005. Saatavissa: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/nurmiyhdistys/Nurmitieto/>. Viitattu 25.2.2015.

Valkama, E., Uusitalo, R., Ylivainio, K., Virkajärvi, P., Turtola, E. 2009. Phosphorus fertilization: A meta-analysis of 80 years of research in Finland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 130:75–85.

Valkama, E., Virkajärvi, P., Uusitalo, R., Ylivainio, K. & Turtola, E. 2014. Meta-analysis of grass ley response to phosphorus fertilization in Finland. Review article. *Grass and forage science*. Doi: 10.1111/gfs. 12156.

Virkajärvi, P., Hyrkäs, M., Suomela, R ja Luoma, S. 2011. Nurmen P-kertalannoitus (Yara N1)Teoksessa: Lannoitus- ja kasvinsuojelukokeiden tuloksia 2010. Kuopion kaupungin painatuskeskus.

### 3.5 Syksyllä nurmelle sijoittamalla levitetyn lietelannan vaikutus satoon ja ravinnehuuhtoumiin

*Mari Rätty, Perttu Virkajärvi ja Kirsi Järvenranta  
Luonnonvarakeskus (Luke), Maaninka*

#### **Johdanto**

Karjanlanta on arvokas lannoite, ja se kuuluu keskeisenä osana säilörehunurmien viljelyyn. Lannan ravinteiden hyväksikäyttöä olisikin tehostettava edelleen siten, että hyödyntäminen olisi taloudellisesti järkevää ja ravinnehuuhtoumat vesistöön olisivat mahdollisimman vähäiset. Lannan sisältämän typen lannoitusvaikutukseen vaikuttaa mm. kokonaistypen käyttökelpoisuus, levitystekniikka, levitysjankohta, sääolosuhteet sekä huuhtoutumalla ja haihtumalla tapahtuvan hävikin suuruus. Ympäristövaikutusten takia on suositeltu, että karjanlanta levitetään kasvukauden aikana ja levittämistä vältetään sen ulkopuolella. Viljelijälle kevät ja kesä ovat kuitenkin kiireistä aikaa, eikä työaika välttämättä riitä lannan kuljettamiseen ja sen levittämiseen. Keväällä peltojen kantavuus voi olla hyvin heikko ja lietteen levityksestä voi aiheutua haitallisia tiivistymisvaikutuksia.

Myöhään syksyllä tapahtuva lietelannan levittäminen pidentäisi levitysaikaa, mikä tasaisi työhuippuja, mahdollistaisi konekapasiteetin tehokkaamman käytön ja siten myös levityksen konekustannusten alenemisen. Lämpötilan laskiessa kaasumaisten ammoniakkipäästöjen aiheuttamat typpihävikit pienentyvät ja typen mikrobiologiset prosessit hidastuvat (mm. nitrifikaatio eli ammoniumin ( $\text{NH}_4^+$ ) hapettuminen ensin nitriitiksi ( $\text{NO}_2^-$ ) ja edelleen nitraatiksi ( $\text{NO}_3^-$ )). Ammoniummuodossa oleva typpi ei ole huuhtoumalle niin altis kuin nitraattityppi, koska ammoniumioni voi pidentyä maahiukkasten pinnoille. Maan kosteuden ollessa riittävä, ammonium muuntuu nopeasti helposti huuhtoutuvaksi nitraatiksi. Syksyllä maan lämpötilan laskiessa lähelle routaantumista, nitrifikaation voidaan olettaa viivästyvän, mikä teoriassa vähentäisi myös typen huuhtoutumista.

Kasvukauden ulkopuolella tapahtuvalla lietteen levityksellä voi kuitenkin olla useita haittavaikutuksia, kuten pohjamaan tiivistymisen riski, kun myöhään syksyllä märällä maalla ajetaan raskaalla lietteenlevityskalustolla. Kun kasvien typenotto on vähäistä, syksyllä levite-

tyn lietelannan käyttämättä jäänyt tai orgaanisista yhdisteistä mineralisaatiossa vapautuva epäorgaaninen, kasveille käyttökelpoisena oleva nitraattityppi huuhtoutuu helposti pinta- ja pohjavesiin. Sääolojen vaihtelun takia syksyllä levitetyn lietelannan typpilannoitusvaikutusta seuraavan vuoden satoon voi olla myös hyvin vaikea arvioida. Lisäksi suomalaisessa aiemmin huuhtoutumiskentällä toteutetussa lietelannan levityskokeessa nurmelle syksyllä pintaan levitetty liete lisäsi selvästi enemmän fosfori- ja typpihuuhtoumia kuin lietteen kevätlevitys (Turtola ja Kemppainen 1989).

Pintalevitykseen verrattuna lietelannan sijoittamisen on kuitenkin havaittu vähentävän fosforin kertymistä maan pintakerrokseen ja siten myös fosforin huuhtoutumista nurmelta (Uusi-Kämpä & Heinonen-Tanski 2008), sekä vähentävän merkittävästi typen haihtumista ammoniakkinä (Uusi-Kämpä & Mattila 2010). Koska lantavarastoihin on saatava lisää tilaa sisäruokintakaudeksi, karjatiloiilla voi käytännössä olla suuri tarve lietteen myöhäiseen levittämiseen esim. mären kasvukauden jälkeen. Tämän takia olisin syytä selvittää myös syksyllä säilörehunurmelle kylmään maahan sijoittamalla ja nykyisillä nitraattiasetuksen mukaisilla määrillä levitetyn naudon lietelannan satovaiikutuksia ja ravinnehuuhtoumia.

## **Materiaalit ja menetelmät**

Tutkimus on toteutettu Luonnonvarakeskuksen (Luke) Maaningan (entinen MTT Maaninka) hyvin vettä läpäisevää hienoa hietaa olevalla lysimetri- ja pintavaluntakentällä (0,7 ha, kaltevuus 1 %), jossa viljelytoimenpiteet voidaan pääosin toteuttaa maatilamittakaavan koneistuksella. Kentällä mitataan maan läpi suotautuvan ja pintavaluntana tulevan veden määrää ja otetaan vesinäytteitä analyysistä varten (Kuva 22).



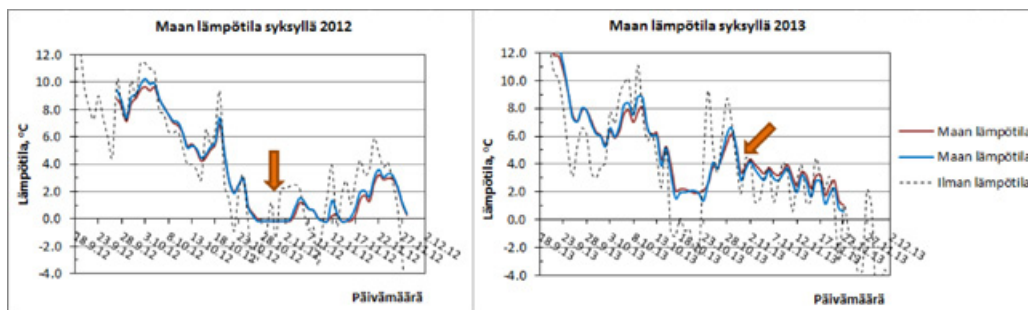
**Kuva 22.** Koekenttä muodostuu lysimetri- ja pintakeräinruuduista. Muokkauskerroksen alapuolella on 10 m x 10 m (syvyys 1,8 m) ”astioita” eli lysimetreja, jotka on erotettu niitä ympäröivästä maasta muovipeitteiden avulla. Lysimetrien alaosasta ja pintavaluntaruutujen keräyskouruista vesi johdetaan keruuputkien avulla näytteenottorakennuksessa oleviin kaksiosaisiin mitta-astioihin, joiden kääntyminen täyttymisen jälkeen rekisteröityy vesimäärälaskureihin. Lumen sulamisen aikaan tiedot käydään lukemassa laskureista 3-4 kertaa päivässä ja keräyskanistereista otetaan valuntapainotteiset vesinäytteet analyysejä varten (mm. kok.-P, liuk.-P, kok.-N). Ravinnehuuhtouma saadaan laskettua tarkasti, kun tiedetään valumaveden määrä ja sen ravinnepitoisuus. Kuva: Mari Rätty

Timotei-nurminata -seosnurmi (Tenho:Kasper; 70 %:30 %) perustettiin elokuussa 2011. Kokeessa on mukana kaksi käsittelyä: toiselle koejäsenistä naudan lietelanta levitettiin ensimmäisen niiton jälkeen (40 tn/ha) (”kesälevitys”), ja toisella koejäsenistä levitettävä lietemäärä jaettiin siten, että lietettä levitettiin toiselle sadolle (20 tn/ha) sekä myöhään syksyllä (20 tn/ha) (”syyslevitys”). Molemmassa käsittelyissä ensimmäiselle sadolle annettiin väkilannoitus (NPK tai NK) ja toiselle sadolle typpitäydennys Suomensalpietarina. Syksyllä levitetyn lietelannan liukoisesta tyypestä otettiin seuraavan kevään lannoituksessa huomioon 75 %. Liete levitettiin sijoittavalla, omavalmisteisella konttilevittimellä (Kuva 23).



**Kuva 23.** Liete levitettiin omavalmisteisella nostosovitteisella 1 m<sup>3</sup>:n vetoisella konttilevittimellä (6 kpl 2-kiekkovannasta, vannasväli 25 cm), joka sijoittaa lietteen n. 5–7 cm:n syvyyteen. Haluttu lietemäärä levitettiin kiertokokeen perusteella määrättyneillä ajosäädöillä, ja kentälle levitetty määrä varmistettiin punnitsemalla traktorin ja levityskontin yhdistelmä aina ennen levitystä ja levityksen jälkeen. Kuva: Mari Rätty.

Syksyllä 2012–2013 liete levitettiin 30.10. (Kuva 24). Syksy 2012 oli hyvin sateinen, ja liete levitettiin ennen ensilumia, kun taas syksyllä 2013 se levitettiin ensilumien sulamisen jälkeen. Levityshetkellä maan pintakerros oli jo hieman routaantunut. Olosuhteet eivät kaikilta osin täyttäneet lietteen syyslevitykseen liittyviä nitraattiasetuksen ehtoja, koska levityshetkellä maa oli märkä ja/tai routaantunut, ja siten valumat vesistöön olivat myös mahdollisia.



**Kuva 24.** Maan lämpötila lysimetri- ja pintavaluntakentällä 5–10 cm:n syvyydessä ja ilman lämpötila syksyllä 2012 ja 2013. Lietteen levityshetki (30.10.) on merkitty oranssilla nuolella.

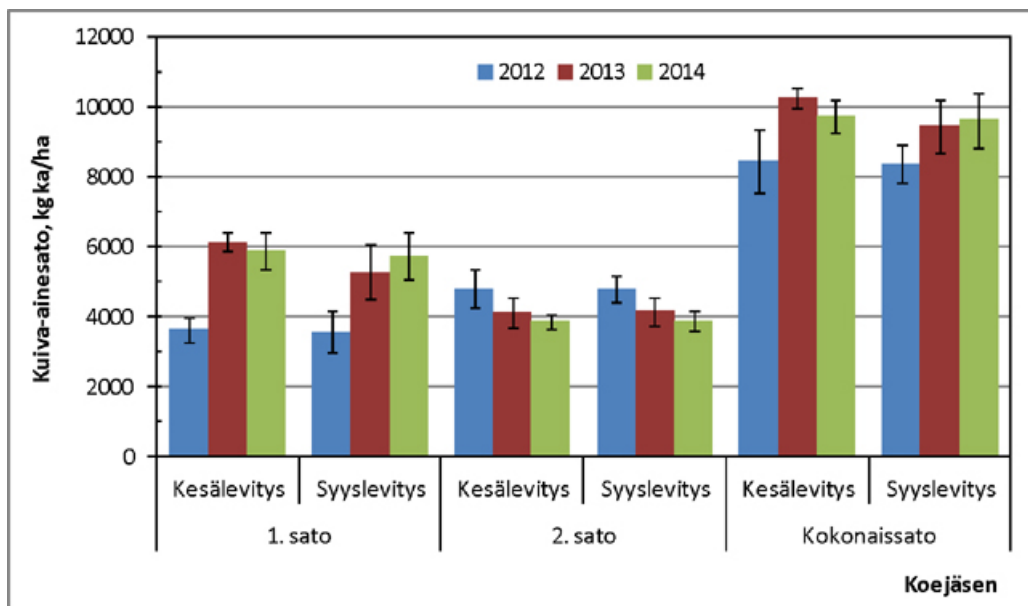
Lietenäytteet otettiin jokaisen levityksen yhteydessä, ja ne analysoitiin Viljavuuspalvelu Oy:ssä. Lietteessä levitetyt ravinnemäärät laskettiin toteutuneen levitysmäärän ja lannan ravinnepitoisuuksien perusteella. Maanäytteet otettiin vuosittain jokaiselta ruudulta kolmesta eri syvyydestä (0–2, 2–10 ja 10–25 cm) ja niille tehtiin mm. viljavuusanalyysin perustutkimuksen mukaiset analyysit. Koeruodut niitettiin kaksi kertaa kesässä, ja niistä määritettiin ruutusato ja otettiin näytteet analyysijä varten (kuiva-ainepitoisuus, D-arvo, pää- ja hivenravinteet).

## Tulokset ja tarkastelu

Lietelannan syyslevityskoe tulee kattamaan nurmivuodet 2012–2015 sekä nurmen lopettamisen jälkeen kyntövuoden 2015–2016. Tässä esitetyt tulokset ovat alustavia ja vaativat tutkimuksen päättyessä lisätarkastelua.

Nurmivuosina koeruuduilta kerättiin kasvukaudessa kaksi satoa, ja koevuosina 2012–2014 kuiva-ainesatoa saatiin keskimäärin 8370–10250 kg ka/ha (Kuva 25). Syksyllä 2012 lietelantaa saanut koejäsen tuotti seuraavan vuoden ensimmäisessä niitossa keskimäärin 860 kg/ha matalamman kuiva-ainesadon kuin vastaavasti kesällä 2012 lietelantaa saanut koejäsen (typen huuhtoutuminen oli pienempi), mikä heijastui myös pienempänä kokonaissatona. Tätä lukuun ottamatta koejäsenten väliset erot ensimmäisen ja toisen niiton kuiva-ainesadon määrissä olivat pieniä. Rehun sulavuutta kuvastava D-arvo vaihteli välillä 566–697 g/kg ka. Lypsylehmien nurmisäilörehun tavoitetta alhaisemmat arvot keskittyivät kasvukaudelle 2014, jolloin koeteknisistä syistä johtuen niitot viivästyivät. Kasvuston typpipitoisuus vaihteli välillä 1,7–2,4 % (raakavalkuainen 106–151 g/kg ka) ja fosforipitoisuus 2,0–3,0 g/kg ka.





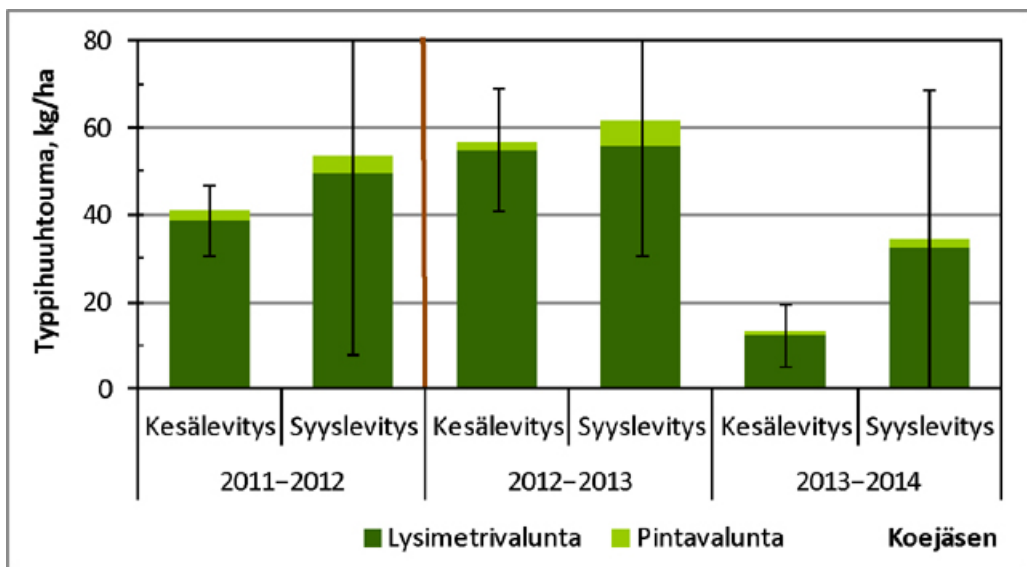
**Kuva 25.** Nurmen kuiva-ainesato (kg/ha/v) nurmivuosina 2012–2014 (keskiarvo ± keskihajonta).

Lietelannan mukana kokonaistyyppiä lisättiin nurmivuosien aikana keskimäärin 135 kg/ha/v ja fosforia 22 kg/ha/v. Väkilannoitteessa tyyppiä levitettiin keskimäärin 138 kg/ha/v ja vuotta 2012 (16 kg/ha/v) lukuun ottamatta väkilannoitefosforia ei lisätty. Sadon mukana fosforia poistui kasvukauden aikana keskimäärin 23 kg/ha/v ja tyyppiä 180 kg/ha/v. Vuonna 2012 ravinnetaset olivat fosforin osalta positiivisia ja vuosina 2013–2014 lievästi negatiivisia, kun taas typen osalta ne olivat voimakkaasti positiivisia (keskimäärin n. 90 kg/ha) (väkilannoitteiden ja lietelannan sisältämistä ravinteista on vähennetty sadon sisältämät ravinteet).

Kokeen alussa muokkauskerroksen (multava HHT) fosforiluku oli viljavuusluokassa tyydyttävä (9,9 mg/l maata), ja nurmivuosien aikana se on vastannut joko välttävää tai tyydyttävää luokkaa, mihin on vaikuttanut myös näytteenoton ajankohta myöhään syksyllä heti lietteen levityksen jälkeen. Nurmiviljelyssä naudaneliönnin käyttö ei välttämättä nostaa pintamaan viljavuusfosforin (P-luku) pitoisuutta merkittävästi, jos liete sijoitetaan ja sitä käytetään ympäristötukiehtojen ja nitraattiasetuksen mukaisesti (Virvajärvi ym. 2015).

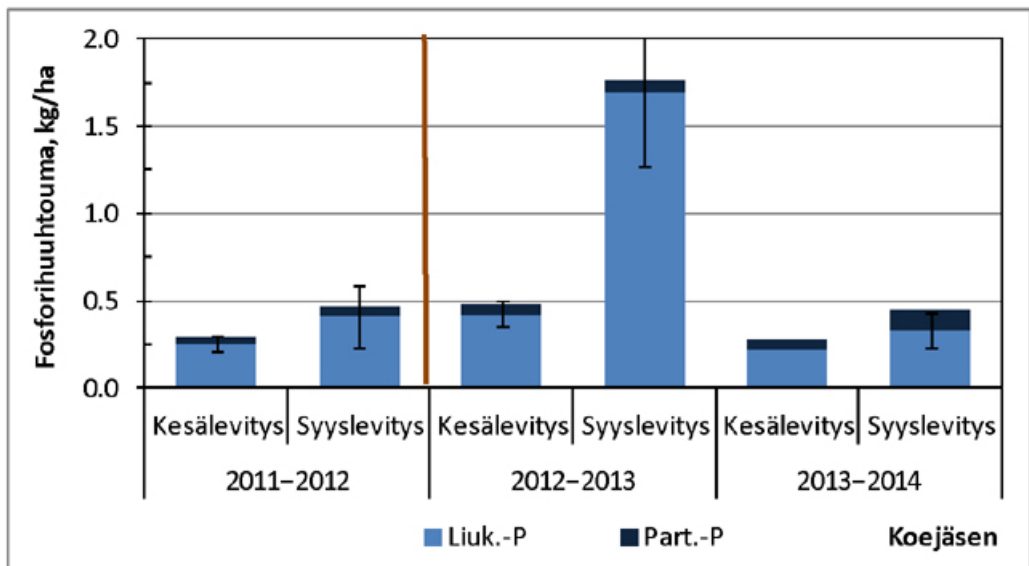
Koekentällä valtaosa tyypeistä huuhtoutuu maan läpi suotautuvassa lysimetrivalunnassa ja vain pieni osa huuhtoutuu pintavalunnan muka-

na (Kuva 26). Hydrologisten vuosien 2011–2014 aikana typen kokonaishuuhtouma oli keskimäärin 14–61 kg/ha/v. Typpihiuuhtouma oli ajoittain huomattavasti suurempaa kuin mitä sen on yleensä raportoitu olevan Suomessa tehdyissä tutkimuksissa (etenkin savimailla). Tähän on mahdollisesti syynä mm. maalaji, karjanlannan pitkäaikaisesta käytöstä johtuva typen kumuloituminen (kentällä on käytetty karjanlantaa vuodesta 1998 alkaen) sekä koekenttien väliset erot (lysimetiruuutu vs. salaojaruuutu). Syyslevityskoejäseniltä typpeä huuhtoutui hieman enemmän kuin kesälevityskoejäseniltä, mutta koeruutujen välinen vaihtelu oli huomattavan suurta. Lietelannan sijoittamisen kylmään maahan voidaan olettaa pienentävän haihtumistappioita merkittävästi, mikä voi kasvuston typenoton lakattua heijastua myös suurempana huuhtoutumisena. Ruotsalaisessa tutkimuksessa simuloitiin naudan lietalannan syyslevitystä inkuboimalla lietteen ja hietamaan seosta kenttä- ja laboratorio-olosuhteissa. Vaikka nitrifikaatio oli sitä hitaampaa, mitä myöhäisempi oli levityksen ajankohta, kaikki ammoniumtyyppi oli muuntunut nitraattitypeksi 2–3 kuukauden kuluessa. Nitrifikaatio hidastui merkittävästi vasta -2 °C:n lämpötilassa (Engström ym. 2005). Lumikerroksen alla tämä ei käytännössä toteudu, ja nitraatiksi hapettunut ammoniumtyyppi altistuu huuhtoutumiselle.



**Kuva 26.** Kokonaistypen huuhtoutuminen lysimetri- ja pintavalunnassa (keskihaajonta on esitetty lysimetrivalunnassa huuhtoutuvalla typelle; n=3 syyslevitys, n= 3 kesälevitys). Hydrologinen vuosi 2011–2012 on perustamisvuosi, 2012–2013 on 1. käsittelyvuosi ja 2013–2014 2. käsittelyvuosi.

Koekentällä fosfori kulkeutuu pääosin pintavalunnan mukana, ja valtaosa nurmelta huuhtoutuneesta kokonaisfosforista on liukoista, leville suoraan käyttökelpoista fosforia (tässä tutkimuksessa 75–96 %) (Kuva 27). Fosforikuormitus on ollut kevätpainotteista, ja suurin osa vuotuisesta huuhtoumasta on keskittynyt lumen sulamisen aiheuttamaan valuntahuippuun. Hydrologisten vuosien 2011–2014 aikana kokonaisfosforia huuhtoutui pintavalunnassa keskimäärin 0.3–1.8 kg/ha/v. Laidunnurmelta fosforia on havaittu huuhtoutuvan keskimäärin 1,2 kg/ha/v (Järvenranta ym. 2014), kun taas säilörehunurmelta huuhtouma on ollut tätä selvästi pienempää. Tähän verrattuna poikkeuksellisen sateisen kasvukauden jälkeen syksyllä 2012 märkään maahan sijoittamalla levitetty liete aiheutti huomattavan suuren fosforihuuhtouman kesällä lietteen saaneeseen koekäsen verrattuna.



**Kuva 27.** Liukoisen (Liuk.-P) ja partikkelimaisen (Part.-P) fosforin huuhtouma pinta-  
valunnan mukana (keskihajonta on esitetty pintavalunnassa huuhtoutuvalla liukoi-  
selle fosforille). Hydrologinen vuosi 2011–2012 on perustamisvuosi, 2012–2013 on  
1. käsittelyvuosi ja 2013–2014 2. käsittelyvuosi.

Alustavat tulokset osoittavat, että myöhään syksyllä tapahtuva liete-  
lannan levittäminen nostaa fosforin ja typen kuormituspotentiaalia ja  
-riskiä, minkä toteutuminen riippuu ennen kaikkea levitystä edeltä-  
vistä ja levityksen jälkeen vaikuttavista sääolosuhteista (maan koste-  
us, valuntaa aiheuttavien sateiden ajoittuminen, intensiteetti ja kesto).  
Vaikka tutkimustoiminnassa oli mahdollista valita typen kannalta le-  
vityshetki siten, että maa oli jo hieman routaantunut, mutta ei vielä  
pysyvästi lumipeitteinen, oli levityshetki ja sen jälkeiset olosuhteet

varsin vaikeasti ennakoitavissa. Levityssuositusten antaminen tulee olemaan vaikeaa, koska tilakohtaiset olosuhteet ratkaisevat levityksen onnistumisen (maan kosteus, sääolosuhteet). Myöhäisen syyslevityksen varaan on vaikea rakentaa suunnitelmia.

Ilmaston muuttuessa lämpötilojen kohoaminen syksyllä tulee pidentämään nurmen kasvukautta ja typenottoa, mutta samalla edistämään myös syksyllä levitetyn lietelannan orgaanisten typen mineralisaatiota. Valuntaa aiheuttavien talvisateiden yleistymien aiheuttaa taas suuren riskin lietelannan fosforin ja typen huuhtoutumiselle.

### Yhteenveto ja käytäntöön soveltaminen

Jotta karjanlannan lannoitekäytöstä aiheutuvat huuhtoumat pin- ta- ja pohjavesiin olisivat minimoitavissa, liete tulisi levittää suo- situsten mukaisesti kasvukauden aikana. Osalle karjataloista liet- teen myöhäiselle syyslevitykselle on kuitenkin olemassa selkeä tarve ainakin poikkeustapauksissa esim. hyvin sateisen kasvu- kauden jälkeen. Tällä hetkellä tutkimus- ja kehitystyötä panoste- taan karjanlannan sisältämien ravinteiden kierrättämisen tehos- tamiseksi, mitkä parantaisivat myös edellytyksiä levittää lanta kasvukauden aikana. Tutkimus sijoittamalla tapahtuvasta lietteen syyslevityksestä on vielä kesken, ja vaikka se tulee kattamaan yh- den nurmikierron, on se kestoaltaan kuitenkin varsin lyhytaikai- nen ja yhdellä maalajilla toteutettu. Tutkimusta tarvitaankin lisää myös mm. syksyllä eri ajankohtina tapahtuvasta levityksestä (si- joittaminen vs. levitys ennen kyntöä), sijoitustekniikasta (sijoi- tussyvyys, sijoitusvaon sulkeminen), nitrifikaatio-inhibiittoreista ja lietelannan fosforin liukoisuuden vähentämisestä.

## Kirjallisuus

Engström, L., Lindén, B. & Ericsson, L. 2005. Nitrification during autumn and winter of ammonium nitrogen in cattle slurry applied to soil at different times during the autumn. s. 17–20. Julkaisussa: Stenberg, M., Nilsson, H., Brynjolfsson, R., Kapuinen, P., Morken, J. & Birkmose, T.S. (toim.). Proceedings from the seminar manure – an agronomic and environmental challenge. NFJ – Seminar no. 372. 5.–6.9.2005, Skurup, Sweden. NJF Report Vol. 1 No. 2.

Järvenranta, K., Virkajärvi, P. & Heinonen-Tanski, H. 2014. The flows and balances of P, K, Ca and Mg on intensively managed Boreal high input grass and low input grass-clover pastures. *Agricultural and Food Science* 23: 106–117.

Turtola, E. & Kemppainen, E. 1998. Nitrogen and phosphorus losses in surface runoff and drainage water after application of slurry and mineral fertilizer to perennial grass ley. *Agricultural and Food Science in Finland* 7: 569–581.

Uusi-Kämppä, J. & Heinonen-Tanski, H. 2008. Evaluating slurry broadcasting and injection to ley for phosphorus losses and fecal microorganisms in surface runoff. *Journal of Environmental Quality* 37: 2339–2350.

Uusi-Kämppä, J. & Mattila, P. 2010. Nitrogen losses from grass ley after slurry application – surface broadcasting vs. injection. *Agricultural and Food Science* 19: 327–340.

Virkajärvi, P., Hyrkäs, M., Rätty, M., Pakarinen, T., Pyykkönen, V. ja Luostarinen, S. 2015. Biokaasuteknologiaa maataloilla 2: Biokaasulaitoksen käsittelyjäännöksen hyödyntäminen lannoitteena. Luonnonvarakeskuksen (Luke) raporttisarja (käsikirjoitus).

## 3.6 Kynnön syventäminen fosforirikkailla lohkoilla

*Mari Rätty, Kirsi Järvenranta, Perttu Virkajärvi ja Maarit Hyrkäs  
Luonnonvarakeskus (Luke), Maaninka*

### Johdanto

Suomalaisella happamalla kivennäismaalla on suuri fosforinpidätyskyky, ja lisätty fosfori pyrkii sitoutumaan tehokkaasti fosforia pidättävien rauta- ja alumiinihydroksidien pinnoille (Hartikainen 1979), mikä vähentää fosforin kulkeutumista maaprofilissa alaspäin liikkuvan veden mukana. Viljelymaille onkin tyypillistä, että fosforipitoisuus on suurempi maan muokkauskerroksessa kuin sen alapuolisessa pohjamaassa. Nurmenviljelyssä, laidunnurmella tai pitkään jatkuneessa suorakylvössä lannoitteista, kasvinjäänteistä sekä sonnasta peräisin olevaa helppoliukoista fosforia voi kertyä maan ohueen pintakerrokseen. Tämä lisää maan fosforin kuormituspotentiaalia, koska korkean fosforitason omaavan pintamaan on osoitettu nostavan valumaveden fosforipitoisuutta (Turtola ja Yli-Halla 1999). Fosforilannoituksen vähentäminen alentaa peltomaan fosforitilaa, mutta muutokset maan fosforipitoisuuksissa ja pelloilta pintavesiin huuhtoutuvissa fosforimäärissä ovat varsin hitaita (Ekholm ym. 2005). Fosforirikkaan pinta- maakerroksen sekoittamista muokkaamalla vähemmän fosforia sisältävään maakerrokseen on esitetty nopeaksi keinoksi lisätä pintamaan fosforinsitomiskapasiteettia (Peltovuori 2002, Sharpley 2003). Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli testata, voidaanko tavanomaisilla auroilla ilman erityiskalustoa sekoittaa vähemmän fosforia sisältävää pohjamaata pintamaahan ja alentaa viljavuusfosforin pitoisuutta.

### Materiaalit ja menetelmät

Tutkimus toteutettiin Luonnonvarakeskus (Luke) Maaningalla (silloinen MTT Maaninka) n. 230 m × 50 m kokoisella peltolohkolla, jonka muokkauskerroksen maalaji vaihtui hietamoreenista (HtMr) karkeaan hietaan (KHt), ja sen fosforiluku vastasi viljavuusluokaltaan korkeaa (41 mg P/l maata) ja hyvää (21 mg P/l maata) luokkaa. Nurmivuosien jälkeen koelohko kynnettiin syksyllä 2011 ja se kylvettiin keväällä 2012 ohralle. Kokeessa oli kaksi kyntösyvyyttä: tavanomainen (n. 23 cm) ja syvennetty (n. 35 cm) kyntösyvyys. Syksyllä 2011 kyntö toteu-

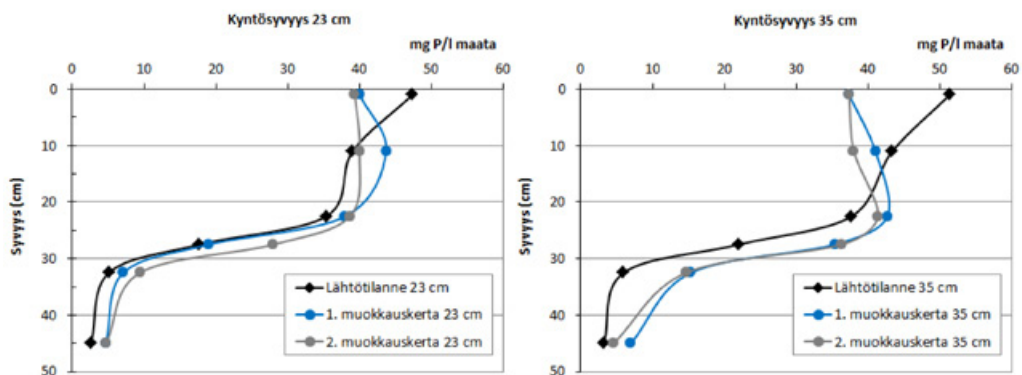
tettiin 4-siipisellä 14 tuuman auralla (viilun leveys 36 cm; ojasväli 142 cm). Syksyllä 2012 kyntö toistettiin ja se toteutettiin tavanomaiseen kyntösyvyyteen 3-siipisellä 14 tuuman auralla (viilun leveys 36 cm; ojasväli 107 cm) ja tavanomaista syvempään 3-siipisellä 18 tuuman auralla (viilun leveys 46 cm; ojasväli 137 cm). Peltolohkolle perustettiin kaksi näytteenottoaluetta, koska alueiden tiedettiin olevan kemiallisilta ja fysikaalisilta ominaisuuksiltaan erilaisia. Näytteenotto toteutettiin kummallakin alueella linjanäytteenottona, ja lähtötilannetta kuvaavat maanäytteet ja kynnön jälkeiset seurantanäytteet otettiin keväisin linjalle perustetuilta ruuduilta kuudesta eri syvyydestä (0–2 cm, 2–20 cm, 20–25 cm, 25–30 cm, 30–35 cm ja 40–50 cm) (Kuva 28). Maanäytteille tehtiin viljavuusanalyysin perustutkimuksen mukaiset analyysit.



**Kuva 28.** Kyntöjäljestä paljastuva pohjamaa (syvennetty kyntösyvyys) ja maanäytteenottoa traktorikairalla. Kuvat: Mari Rätty.

## Tulokset ja tarkastelu

Nurmivuosien jälkeen maaprofiileissa oli havaittavissa selvä gradientti maan viljavuusfosforin pitoisuuden suhteen, ja pitoisuudet olivat selvästi pienempiä pohjamaassa (jankossa) kuin muokkauskerroksessa (Kuva 29). Maan muokkaus tasoitti oletetusti viljavuusfosforin pitoisuuksia siten, että se pienensi pitoisuuksia maan pintakerroksissa ja vastaavasti lisäsi sitä syvemmissä kerroksissa, joihin kyntö ulottui.



**Kuva 29.** Viljavuusfosforin keskimääräinen pitoisuus korkean fosforiluokan näytteenottoalueen maaprofiilissa. Vasemmanpuoleinen kuva edustaa kyntösyvyyyttä 23 cm ja oikeanpuoleinen kuva kyntösyvyyyttä 35 cm.

Maan muokkaamisen jälkeen viljavuusfosforin pitoisuus aleni odotetusti eniten aivan maan pintakerroksessa (0–2 cm). Korkean fosforiluokan alueella kynnon syventäminen pienensi myös muokkauskerroksen viljavuusfosforin pitoisuutta (pitoisuuden alenema n. 5 mg P/l maata), ja fosforipitoisuuden lasku maan pintakerroksessa oli myös suurempaa, kun kyntösyvyttä lisättiin n. 10 cm (pitoisuuden alenema n. 14 mg P/l maata). Hyvän fosforiluokan alueella ero kyntösyvyyksien välillä oli käytännössä merkityksetön. Maan muokkaaminen 10 cm tavanomaista kyntösyvyyttä syvemmältä ei juuri laskenut muokkauskerroksen pH-arvoa tai alentanut sen orgaanisen aineksen pitoisuutta. Koe oli kuitenkin lyhytaikainen ja se rajoittui vain kahdentyyppisille karkeille kivennäismaille, minkä takia sen tuloksia voidaan pitää suuntaa antavina.

Muokkauksen vaikutusta maan fosforipitoisuuteen on tutkittu laboratoriokokeissa, joissa on sekoitettu toisiinsa fosforipitoisuuksiltaan erilaisia maakerroksia. Maanäytteenotteen helppoliukoisen fosforin (mm. viljavuusfosfori) pitoisuuden on havaittu laskevan lähes suoraviivaisesti, kun vähemmän fosforia sisältävän maakerroksen osuus kasvaa seoksessa (Peltovuori 2002, Sharpley 2003). Olettaen, että maakerros sekoittuisi tasaisesti koko kyntösyvyydeltä, muokkauksen vaikutus maan helppoliukoisen fosforin pitoisuuteen olisi mahdollista ennustaa, kun tunnetaan ennen muokkausta eri syvyyksiltä otettujen pinta- ja pohjamaanäytekerrosten fosforipitoisuudet. Kun tunnetaan viljavuusfosforin pitoisuus esim. 0–5, 5–20 ja 20–35 cm:n maakerroksissa, niin 35 cm:n ulottuvan maan muokkauksen vaikutus P-lukuun voidaan arvioida seuraavasti:  $(P\text{-luku } 0\text{--}5 \text{ cm:n kerroksessa} \cdot 5 + P\text{-luku } 5\text{--}20 \text{ cm:n maakerroksessa} \cdot 15 + P\text{-luku } 20\text{--}35 \text{ cm:n maakerroksessa} \cdot 15) / 35$  (näytteenottokerrosten syvyys yhteensä).



## Yhteenveto ja käytäntöön soveltaminen

Kertaluontoisena menetelmänä kynnön syventäminen soveltuu sellaisille karkeille kivennäismaille (esim. nurmen uusimisen yhteydessä), joiden pintamaakerroksen fosforitila on korkea tai arveluttavan korkea, ja muokkauskerroksen ja jankon välillä on mahdollisimman suuret erot fosforipitoisuuksissa. Muokkaustulos kannattaa arvioida ennakkoon eri syvyyksistä otettujen maanäytteiden viljavuusfosforin pitoisuuksien perusteella (fosforitila, kivisyys ja pH). Kun kynnön syventäminen yhdistetään fosforilannoituksen vähentämiseen, tarjoaa se menetelmänä nopean keinon alentaa pintamaan helppoliukoisen fosforin pitoisuutta, ja vähentää sen kuormituspotentiaalia. Viilun leveyden lisääminen 18 tuumasta mahdollisesti tehostaisi maan kääntymistä ja vähemmän fosforia sisältävän pohjamaan sekoittumista muokattuun maakerrokseen. Jos muokkauskerroksen viljavuusluokka alenee muokkauksen seurauksena, tällä voi olla viljelijän kannalta tietyissä rajapitoisuuksissa käytännön merkitys lietteen käyttörajoitusten kannalta. Fosforirikkailla lohkoilla maan muokkaamista tavanomaista syvempään ei kuitenkaan voi suositella usein toistettavaksi, koska se voi nostaa maan fosforitilaa koko muokkaussyvyydeltä.

Tulokset on esitelty Maataloustieteen Päivillä 2014:

Räty, M., Järvenranta, K., Virkajärvi, P. ja Hyrkäs, M. 2014. Kyntösyvyyden vaikutus muokkauskerroksen helppoliukoisen fosforin pitoisuuteen. Julkaisussa: Hakojärvi, M. ja Schulman, N. (toim.). Maataloustieteen Päivät 2014, 8.-9.1.2014 Viikki, Helsinki : esitelmät ja posterit. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 30: [7 s.].

[http://www.smts.fi/MTP\\_julkaisu\\_2014/Posterit/051Raty\\_ym\\_Kyntösyvyyden\\_vai-  
kutukset\\_muokkauskerroksen\\_helppoliukoisen\\_fosforin\\_pitoisuuteen.pdf](http://www.smts.fi/MTP_julkaisu_2014/Posterit/051Raty_ym_Kyntösyvyyden_vai-<br/>kutukset_muokkauskerroksen_helppoliukoisen_fosforin_pitoisuuteen.pdf)

## **Kirjallisuus**

Ekholm, P., Turtola, E., Grönroos, J., Seuri, P. & Ylivainio, K. 2005. Phosphorus loss from different farming systems estimated from soil surface phosphorus balance. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 110: 266–278.

Hartikainen, H. 1979. Phosphorus and its reactions in terrestrial soils and lake sediments. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland* 51:537–624.

Peltovuori, T. 2002. Phosphorus extractability in surface soil samples as affected by mixing with subsoil. *Agricultural and Food Science in Finland* 11: 371–379.

Sharples, A.N. 2003. Soil mixing to decrease surface stratification of phosphorus in manured soils. *Journal of Environmental Quality* 32: 1375–1384.

Turtola, E. & Yli-Halla, M. 1999. Fate of phosphorus applied in slurry and mineral fertilizer: accumulation in soil and release into surface runoff water. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 55: 165–174.

### 3.7 Niittoajankohdan vaikutus fosforin huuhtoutumiseen säilörehunurmelta

*Mari Rätty, Kirsi Järvenranta, Maarit Hyrkäs ja Perttu Virkajärvi  
Luonnonvarakeskus (Luke), Maaninka*

#### **Johdanto**

Lumen sulamisvedet voivat huuhtoa fosforia jäätyneistä ja pakkasen rikkomista kasvisoluista (Uusi-Kämpä ym. 2012), etenkin jos kasvit eivät ehdi valmistautua talvea varten (karaistuminen). Nurmikasvuston sisältämää fosforia poistuu niiton mukana, joten periaatteessa niitetystä nurmikasvustosta huuhtoutuu vähemmän fosforia kuin niittämättömästä kasvustosta. Jäätymisen, jään, veden, roudan ja talvituhoisien aiheuttamat talvituhot vaikuttavat myös sadon määrään (Isolahti 2004), ja siten myös ravinteiden käytön tehokkuuteen. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, mikä vaikutus talveksi peltoon jäävän kasvuston määrällä on säilörehunurmelta pintavalunnassa huuhtoutuvan fosforin määrään.

#### **Materiaalit ja menetelmät**

Koeruudut sijoitettiin keväällä 2012 Luonnonvarakeskus (Luke) Maaningalle (silloinen MTT Maaninka) timotei-nurminata -seosnurmelle (Tuukka:Ilmari; 55 %:45 %). Koealue sai NPK- tai NK -lannoitetta ensimmäiselle ja toiselle sadolle. Muokkauskerroksen maalaji oli hiue-savi (P-luku oli 6,2 mg/l maata). Ensimmäinen sato niitettiin kaikilla koejäsenillä samaan aikaan. Kokeessa oli koejäsenenä toisen sadon niittoaika, joka porrastettiin 14 vrk:n välein alkaen peltolohkon säilörehunurmen korjuuajankohdasta (niittoajat olivat vuonna 2012: 31.7., 14.8., 28.8., 11.9. ja 25.9., ja vuonna 2013: 16.7., 30.7., 13.8., 27.8. ja 10.9.). Mukana oli myös koejäsen, jonka toista satoa ei niitetty. Niiton jälkeen ruuduille kasvoi lannoittamatonta odelmaa sitä enemmän mitä aikaisemmin niitto tehtiin. Näin päästiin tutkimaan fosforihuuhtoumaa erilaisilla kasvuston määrillä.

Lumen sulamisen aiheuttamaa pintavaluntaa simuloitiin pintavaluntasimulaattorin (SIMU) avulla (Saarijärvi ja Virkajärvi 2010). Syksyllä koeruuduilta nostettiin häiriintymättömät nurmilaatat (n. 35 x 90 x 5

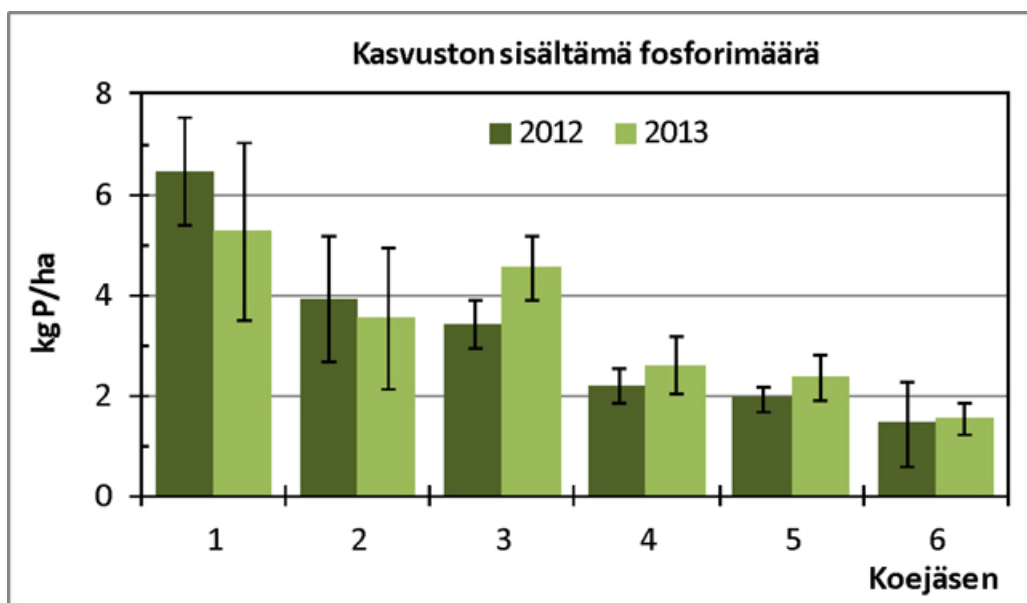
cm) (Kuva 30), jotka säilytettiin ulkona muoveilla suojattuina. Kokeen alkaessa ne nostettiin lämmittämättömään sisätilaan ja niiden päälle lisättiin lunta (2 x 15 kg/nurmilaatta), joka sulatettiin 7 vrk:n aikana infrapunalämmittimien avulla. Muodostuneen valumaveden määrä punnittiin (keskimäärin 25 kg, 80 mm), ja siitä otettiin vesinäytteet analyysejä varten (mm. kok.-P, liuk.-P, kok.-N). Nurmilaattojen noston yhteydessä otettiin myös maa- ja kasvustonäytteet (kuiva-aine, syyssato sekä kokonais-P ja -N).



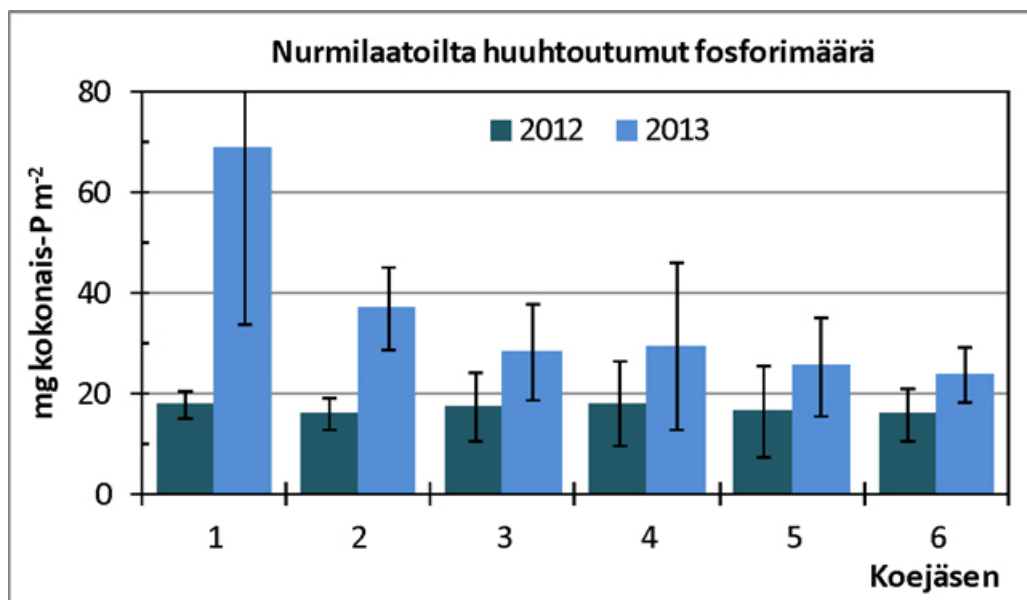
**Kuva 30.** Nurmilaattojen nosto modifioidulla siirtonurmikon leikkurilla ja lumen sulamisen aiheuttaman pintavalunnan simulointi. Kuva: Mari Rätty.

## Tulokset ja tulosten tarkastelu

Syksyllä 2012 nostettujen nurmilaattojen kuiva-ainesato oli 770–3600 kg/ha, ja se sisälsi fosforia keskimäärin 1,4–6,5 kg/ha. Syksyllä 2013 nurmilaatoilta saatiin kuiva-ainesatoa 660–3990 kg/ha, jonka fosforisisältö oli 1,6–5,3 kg/ha (Kuva 31). Syksyllä 2012 kasvuston fosforipitoisuus vaihteli välillä 1,82–2,41 g/kg ja syksyllä 2013 1,42–2,32 g/kg. Nuoremmassa kasvustossa fosforipitoisuus oli vanhempaa kasvustoa korkeampi. Suuremman kasvuston vuoksi niittämätön koejäsen sisälsi kuitenkin enemmän fosforia hehtaaria kohden kuin myöhään niitetyt koejäsenet. Niittoajankohdalla ja siten talveksi peltoon jäävän nurmikasvuston määrällä ei ollut vaikutusta kokonaisfosforin huuhtoutumiseen syksyllä 2012 nostetuilta nurmilaatoilta (Kuva 32). Syksyllä 2013 nostettujen nurmilaattojen sulatusvesien fosforipitoisuudet olivat huomattavasti edellisvuotta korkeampia, mikä heijastui myös suurempana fosforihuuhtoumana. Fosforia huuhtoutui eniten niittämättömältä koejäseneltä, mutta muutoin toisen sadon niittoajankohta ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi fosforin huuhtoutumiseen.



**Kuva 31.** Nurmilaatoilla olevan kasvuston sisältämä fosforimäärä syksyllä (kg P/ha) (keskiarvo±keskihajonta). Kuvassa koejäsenet ovat: 1 = toista satoa ei ole niitetty, toisen sadon niittojärjestys 2–6 siten, että 2 = toinen sato niitetty ensimmäisenä ja 6 = toinen sato niitetty viimeisenä.



**Kuva 32.** Kokonaisfosforin huuhtoutuminen eri ajankohtina niitetyiltä nurmilaatoilta (mg P/m<sup>2</sup>) (keskiarvo±keskihajonta). Syksyllä 2012 nostettujen nurmilaattojen pintavaluntaveden kokonaisfosforipitoisuus vaihteli välillä 0,21–0,25 mg/l ja syksyllä 2013 nostetuissa laatoissa se oli 0,30–0,85 mg/l. Kuvassa koejäsenet ovat: 1 = toista satoa ei ole niitetty, toisen sadon niittojärjestys 2–6 siten, että 2 = toinen sato niitetty ensimmäisenä ja 6 = toinen sato niitetty viimeisenä.

Syksyllä 2013 nostetuista nurmilaatoista huuhtoutuneet suuret fosforimäärät selittynevät talvien 2012–2013 ja 2013–2014 erilaisilla olosuhteilla, mikä vaikutti ulkona suojattuina säilytettyihin nurmilaattoihin. Talvi 2013–2014 oli poikkeuksellisen vähäluminen, ja eristävän lumikerroksen puuttuessa nurmilaatat altistuivat lämpötilan vaihteluille. Toistuvat jäätymis-sulamissyklit vaurioittavat kasvisolukkoa ja muuntavat osan sen sisältämästä fosforista vesiliukoiseen muotoon, mikä voi heijastua pintavaluntaveden kohonneina fosforipitoisuuksina.

### Yhteenveto ja käytäntöön soveltaminen

Toisen sadon niittämättä jättäminen lisäsi fosforin huuhtoutumista toisena koevuonna. Tulosten valossa kasvukauden ulkopuolella vallitsevilla sääolosuhteilla näytti olevan suuri vaikutus säilörehunurmelta huuhtoutuvan fosforin määrään. Talvi 2012–2013 oli luminen, mikä piti pintamaan lämpötilan vakaana ja suoja- si kasvustoa jäätymis-sulamissykleiltä. Talvi 2013–2014 oli taas poikkeuksellisen vähäluminen ja jäätymis-sulamissyklit vaurioit- tivat kasvisolukkoa, ja lumen sulamisvedet huuhtoivat fosforia jäätyneistä ja pakkasen rikkomista kasvisoluista, mikä oli havait- tavissa pintavaluntaveden kohonneina fosforipitoisuuksina.

Tämän kokeen perusteella n. 2000 kuiva-ainekilon odelma heh- taarilla sisälsi fosforia n. 3,5 kg/ha, josta huuhtoutui vuonna 2013 n. 10 % (0,37 kg/ha). Kasvuston poisto vähentää potentiaalisesti huuhtoutuvan fosforin määrää säilörehunurmelta, eli pitkällä ai- kavälillä toimenpiteen pitäisi olla hyödyllinen. Nyt saadut tulok- set tukevat myös suojakaistojen ja -vyöhykkeiden niittosuositusta ja niittojätteen poistamista, minkä merkitys voi korostua etenkin monivuotisen kasvillisuuden talvehtimistä heikentävissä sääolo- suhteissa.

Tulokset on esitelty VIII Maaperätieteiden päivillä:

Räty, M., Järvenranta, K., Hyrkäs, M. ja Virkajärvi, P. 2015. Niittoajankohdan vaikutus fosforin huuhtoutumiseen nurmelta. s. 92–93. Julkaisussa: Leppälammi-Kujansuu, J. ym. (toim.). Maaperä – maapallon elävä iho. VIII Maaperätieteiden päivien abstraktit. Pro Terra No. 67/2015.

[http://www.maapera.fi/files/Pro\\_Terra\\_67\\_2015.pdf](http://www.maapera.fi/files/Pro_Terra_67_2015.pdf)

## **Kirjallisuus**

Uusi-Kämppä, J., Turtola, E., Närvänen, A., Jauhiainen, L. ja Uusitalo, R. 2012. Phosphorus mitigation during springtime runoff by amendments applied to grassed soil. *Journal of Environmental Quality* 41: 420-426.

Isolahti, M. 2004. Sokerivarastojen yhteys timoteilajikkeiden talvenkestävyyteen ja sadonmuodostukseen. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto, Soveltavan biologian laitos, Kasvinviljelytiede. 71 s.

Saarijärvi, K. ja Virkajärvi, P. 2010. Surface runoff simulator (SIMU) hastens the research on phosphorus losses from grassland. Julkaisussa: Schnyder, H. ym. (toim.). *Grassland in a changing world: proceedings of the 23th General Meeting of the European Grassland Federation*, Kiel, Germany, august 29th - september 2nd 2010. European Grassland Federation. s. 78-80.

## 3.8 Biohiili

*Sanna Saarnio<sup>1</sup>, Riitta Kettunen<sup>1</sup>, Mari Rätty<sup>2</sup>, Maarit Hyrkäs<sup>2</sup> ja Perttu Virkajärvi<sup>2</sup>*

*<sup>1)</sup> Itä-Suomen yliopisto, Joensuu*

*<sup>2)</sup> Luonnonvarakeskus (Luke), Maaninka*

Biohiili on, nimensä mukaisesti mustaa hiiltynyttä ainetta, jota syntyy, kun eloperäistä ainetta hajotetaan lämmön avulla hapettomissa tai lähes hapettomissa oloissa. Samalla syntyy myös kaasumaisia ja nestemäisiä yhdisteitä. Prosessia kutsutaan kuivatislaukseksi eli pyrolyysiksi ja sitä käytetään muun muassa biohiilen, bioöljyn ja grillihiilien valmistamiseen. Maailmalla on paljon näyttöjä siitä, kuinka biohiilen lisäys maatalousmaahan on parantanut maan kasvuoloja monin tavoin ja siten nostanut satoja. Toisaalta on myös havaintoja päinvastaisista vaikutuksista. Siksi tässä hankkeessa Suomen ympäristökeskuksen asiantuntijat laativat biohiilestä ja sen maatalouskäytöstä kirjallisuusselvityksen, Biohiili Suomen maataloudessa – sen käytettävyys ja saatavuus (<http://rae.savonia.fi/images/BiohiiliKirjallisuuskooste.pdf>). Uudet mahdolliset maanviljelysmenetelmät kiinnostavat maatalousyrittäjiä ja biohiilen maanparannusvaikutuksista ja mahdollisuuksista maatalouden ympäristöpäästöjen torjunnassa pidettiinkin useita esitelmää RAE-hankkeen tilaisuuksissa ja siitä laadittiin yleisesti saatavilla oleva tietokortti 13 Biohiili maataloudessa ([http://rae.savonia.fi/images/SAVONIA-RAE\\_tietokortti\\_13\\_A4\\_2013.pdf](http://rae.savonia.fi/images/SAVONIA-RAE_tietokortti_13_A4_2013.pdf)).

Lisäksi tehtiin koe, jossa tutkittiin biohiilen käyttöä nurmipellon lumentsulamisaikaisen pintavalunnan ravinnepäästöjen ehkäisijänä Luonnonvarakeskus (Luke) Maaningan (entinen MTT Maaninka) tilalla. Syksyllä 2011 lisättiin edelliskevään perustetun nurmen pinnalle nautan lietelantaa (0 tai 40 t/ha) ja/tai kuusihakkeesta valmistettua biohiiltä (0, 10, 20, tai 40 t/ha). Koeloilta otettiin syksyisin 2011–2013 nurmilaatat lämmittämättömään huoneeseen. Samalla otettiin nurminäytteet, joista analysoitiin massa (kg ka/ha), N%, Ca-, Mg-, P-, S-, K- ja Na-pitoisuus (g/kg). Maanäytteet otettiin 0-2 ja 2-5 cm:n syvyydestä ja niistä määritettiin C-, N-, P-, Ca-, Mg-, S-, NH<sub>4</sub>-N-, NO<sub>3</sub>-N ja liukoisen kokonaistypenpitoisuus sekä pH, johtoluku ja tilavuuspaino. Talvelle nurmilaattojen päälle lisättiin lunta (30 kg), jota päivisin sulatettiin lämpölampun avulla ja öisin lämpötila noudatteli ulkolämpötilaa.



Kaikki valumavesi otettiin talteen ja siitä analysoitiin Ca-, K-, kiintoaine-, liukoinen P-, kokonaisP-, NH<sub>4</sub>-N-, NO<sub>3</sub>-N-, kokonaisN- ja liuennut orgaaninen hiili -pitoisuus sekä sähkönjohtokyky ja pH. Alustavien tulosten mukaan tutkitusta biohiilestä näyttäisi aluksi irtoavan fosfaattia ja kaliumia, mutta se pidättää tehokkaasti nitraattia. Biohiili myös nosti maan ja veden pH:ta. Havainnot vastaavat aiempia kokemuksia samantyyppisestä biohiilestä, jota on tutkittu sinällään tai peltomaahan sekoitettuna. Toisaalta maailmalta on myös havaintoja fosfaattia pidättävistä biohiilistä. Jatkossa pitäisikin selvittää, mitkä biohiilen ominaisuudet ensisijaisesti vaikuttavat biohiilen kykyyn sitoa eri ravinteita ja valikoida seuraavaan kenttäkokeeseen sekä fosfaattia että nitraattia pidättävä biohiili. Kenttäkokeen tuloksia on tähän mennessä esitelty RAE-hankkeen tilaisuuksissa Mikkelissä ja Joensuussa syksyllä 2014 ([http://rae.savonia.fi/images/Biohiili\\_ja\\_ravinteet\\_esitetty.pdf](http://rae.savonia.fi/images/Biohiili_ja_ravinteet_esitetty.pdf)) sekä Maaperätieteen päivillä tammikuussa 2015 (posterit liitteenä).

### 3.9 Toimintaohje nautakarjatilän vesistökuormituksen vähentämiseksi

*Kirsi Järvenranta<sup>1</sup>, Perttu Virkajärvi<sup>1</sup>, Mari Rätty<sup>1</sup> ja Vuokko Mähönen<sup>2</sup>*

<sup>1)</sup> *Luonnonvarakeskus (Luke), Maaninka*

<sup>2)</sup> *Pohjois-Savon ELY-keskus, Kuopio*

Ravinnekuormituksen vähentäminen vaatii aktiivisia käytännön toimia tilatasolla. Ravinnekuormituksen määrän ja dynamiikan tunteminen on edellytys tehokkaiden ja oikein kohdistettujen vähentämistoimenpiteiden kehittämiselle. Monet nykyisistäkin ympäristötuen toimenpiteistä on suunnattu torjumaan eroosiota, joka on merkittävin kuormituksen muoto erityisesti Etelä- ja Varsinais-Suomen viljanviljelyyn käytetyillä savimailla.

Nautakarjatalousalueella toimitaan toisenlaisissa olosuhteissa, koska maaperässä on selvästi karkeammat maalajit ja yli puolet peltopinta-alasta nurmipeitteistä. Lisäksi karjanlantaa käytetään väkilannoitteiden ohella nurmien lannoittamiseen. Ominaista alueelle on myös se että, pintavaluntaa muodostuu useimmiten selvästi syklisemmin kuin Etelä-Suomessa. Suurin osa talvisateista tulee lumena, jonka sulaessa

syntyy merkittävä valuntapulssi, joka saattaa kattaa jopa 80-90% koko vuoden pintavalunnasta. Salaoja- ja pohjavesivaluntaa muodostuu saateisina kausina myös muina aikoina vuodesta.

## **Fosforikuormituksen minimointi**

Viljavuusfosforin pitoisuus peltomaassa on yksi keskeisistä tekijöistä pintavesiä rehevöittävän fosforikuormituksen synnyssä. Pintalannoituksen seurauksena aivan pintamaan (0-2 cm) fosforipitoisuus voi olla huomattavasti korkeampi kuin mitä koko kyntökerroksesta on mitattu. Pintavalunta huuhtoo mukaansa sekä pintamaasta liukenevaa fosforia että kasvuston, juurten ja mikrobien hajoamisen seurauksena vapautunutta fosforia.

### **1. Optimoidaan dieetin P-pitoisuus**

Karjanlannan P-pitoisuuteen eniten vaikuttava tekijä on eläinten syömä rehu ja sen fosforipitoisuus. Muita P-lähteitä lannassa ovat pesuvedet, kuivikkeet ja lantalaan siirretyt rehutähteet. Aiemmin lannan fosforipitoisuutta lisäsi runsaasti fosforia sisältävä kivennäinen (erityisesti ummessaolevat lehmät ja kasvavat naudat), mutta nykyään kivennäisten P-pitoisuus on matala ja niiden osuus dieetissä suhteellisen pieni. Fosfori on rehuissakin kallis kivennäisaine ja sen syöttäminen yli eläimen tarpeen ei ole kannattavaa. Dieetti tulisikin optimoida eläinten P-tarvetta vastaavaksi. Nautojen dieetti koostuu säilörehusta (P-pit. 2-4 g/kg ka), väkirehusta (ohra, P-pit. 4 g/kg ka) ja valkuaisrehusta (rypsi 11 g/kg ka). Ostettava täysrehu sisältää usein fosforia ylimäärin eläinten tarpeeseen nähden, joten sen vaihtaminen kotoiseen ohraan parantaa sekä ruokinnan P-tasetta että tehostaa ravinteiden kiertoa tilalla.

Lannan P-pitoisuuteen voidaan nykyään vaikuttaa eniten optimoimalla valkuaisrehun tarve ja määrä sekä valitsemalla sopiva valkuaiskasvi. Rypsi on rehuarvoltaan erinomaista mutta osan fosforirikkaasta rypsistä voisi korvata härkävavulla, jonka P-pitoisuus on noin puolet rypsin pitoisuudesta (5-6 g/kg ka). Härkävavun tuotosvaste yksinään syötettynä valkuaisrehuna on Helsingin yliopiston kokeissa ollut jopa rypsiä parempi, mutta parhaaseen tulokseen on päästy rypsi/härkävavuseoksella. Härkävavun etuna on myös se, että sitä voidaan viljellä tilalla ja ravinteet saadaan tehokkaammin

kiertoon kuin ostorypsin kanssa. Härkäpapu menestyy suotuisissa olosuhteissa myös Pohjois-Savossa ja ilmaston lämmitessä edellytykset tulevat paranemaan.

Otantana koko maan alueella tehdyn selvityksen perusteella tyypillisen lypsykarjatilan fosforin porttitase on nykyisin keskimäärin +12 kg P/ha. Tavoiteltavaa olisi päästä noin +5 kg P/ha taseeseen, jolloin tilan P-kierto on tehokasta, mutta peltojen P-tila pysyy vakaana.

## **2. Maa-analyysit – onko fosforilannoitustarvetta?**

Nurmi on enimmäkseen lähelle maan pintaa kasvavan laajan juuristonsa ansiosta erittäin tehokas ravinteiden hyväksikäyttäjä. Tutkimukset ovatkin osoittaneet, että jos peltomaan fosforitila on välttävä, fosforilannoituksella ei saada nurmilla sadonlisää. Käytännössä tämä tarkoittaa, että karkeilla kivennäismailla maan P-luku 10 mg/l ja savimailla 6 mg/l ja orgaanisilla mailla 8 mg/l fosforia riittää tuottamaan maksimisadon ilman P-lannoitusta. Karjatilalla pelkkä lannan sisältämä fosfori riittää täyttämään kasvuston P-tarpeen, jos maan P-pitoisuus on luokassa välttävä tai sitä korkeampi. Tätä alemmilla maan P-pitoisuuksilla suositustenmukainen fosforilannoitus on tarpeen sadon varmistamiseksi ja maan P-luvun säilyttämiseksi ennallaan. Laskennallisesti maan P-luku lähtee alenemaan, jos pelton P tase on nolla tai jopa lievästi positiivinen (+14 kg/ha/v).

Jos nurmille joudutaan maan alhaisen P-tilan takia käyttämään myös väkilannoitefosforia, nurmikierron alkuvaiheen varastolannoitus on keino vähentää pintavalunnassa kertyvää fosforihuuhtoumaa. Nykyisillä suosituksilla satovuosien aikana pintaan annettava fosforilannoitus ei kuitenkaan merkittävästi nosta pintamaan P-pitoisuutta eikä lisää huuhtoutumisriskiä ellei lannoitusta seuraa rankkasade lyhyen ajan kuluessa.

## **3. Lietteen käyttö: maahan sijoittaminen kasvukaudella paras menetelmä**

Karjatilalla lannan hyödyntäminen nurmen uudistamisessa ja lannoituksessa on oleellinen osa viljelykiertoja. Suurin osa muodostuvasta lannasta (koko Suomen karjatalous) on lietelantaa, kuivalannan osuus on noin 30%. Lietteen kuljettaminen etäisimmille lohkoille muodostaa merkittävän kustannuksen, joten lietettä levitetään eniten juuri tilan lähipelloille.

Luonnonvarakeskuksen (Luke, entinen MTT) kokeissa Jokioisten savimaalla lietteen levittäminen maan pintaan lisäsi fosforin huuhtoutumista, varsinkin suuria määriä (> 50 t/ha) käytettäessä. Sijoittamisella saatiin aikaan 80% vähennys pintavalunnan fosforikuormitukseen. Kun levitettävä määrä oli maltillisempi (< 40t/ha), kuormitus oli merkittävästi vähäisempää kummallakin levitysmenetelmällä, joten sijoittamisen hyöty ei ollut niin merkittävä. Sijoittaminen on kuitenkin erittäin suositeltava menetelmä fosforin huuhtoutumisriskin minimoimiseksi varsinkin lohkoilla, joilta on suora yhteys vesistöön.

Kasvukauden alussa tai keskikesällä levitettävän lietteen ravinteet tulee paremmin hyödynnettyä kuin syyskesällä tai syksyllä tehdyn lannoituksen. Toisaalta kevätlevityksissä märkä maa saattaa aiheuttaa tiivistymisriskin. Syksyn edetessä riski ravinteiden huuhtoutumiseen kasvaa sekä kasvun heikkenemisen että sateisuuden seurauksena. Kasvusto ei enää pysty hyödyntämään lannan typpeä, mutta maa on vielä riittävän lämmin, jotta lannan ammoniummuotoinen tyyppi muuttuu huuhtoutumisherkkään nitraattimuotoon. Kylmään - jopa pinnasta hieman jäiseen – maahan tehtävä myöhäislevitys voisi tuottaa ratkaisun tyyppien osalta (lannan liukoinen tyyppi jää ammoniummuotoon, kts luku 3.5), mutta fosforikuormituksen riski kasvaa merkittävästi, jos levitystä seuraakin nopeasti sulamisjakso ja sateita. Tästä syystä myöhäislevitystä ei tällaisenaan voida suositella, ellei fosforin huuhtoutumisriskiä voida muutoin ehkäistä (kemiallinen sitominen, biohiili tms.).

Suorakylvö vähentää eroosiota, mutta lisää liukoisen fosforin huuhtoutumisriskiä, koska pintamaata ei muokata. Suorakylvettävillä lohkoilla lietteen sijoittamisen merkitys huuhtoumanriskin vähentämisessä korostuu, koska pintamaata ei säännöllisesti sekoiteta syvempiin maakerroksiin. Jos lanta ja lannoite annetaan vuosittain pintaan, riski pintamaan P-pitoisuuden nousuun ja edelleen fosforihuuhtouman lisääntymiseen kasvaa.

#### **4. Ei lietettä laidunlohkoille, vesistön läheisyyteen eikä tulvanalaisille pelloille nurmen uudistamisvaiheessa**

Lantaa ei ole suositeltavaa käyttää intensiivisesti hoidettujen laidunten lannoittamiseen, koska laitumilla lantaa kertyy pintamaahan jo eläinten jättämän lannan muodossa. Intensiivisen laitumen

fosforitase oli Luonnonvarakeskus (Luke) Maaningalla tehdyissä kokeissa 18 kg/ha positiivinen ja pintavalunnassa huuhtoutunut P määrä selvästi korkeampi kuin säilörehunurmilta mitatut arvot (1.2 kg/ha vs. 0.75 kg/ha). Lantaa ei tulisi käyttää myöskään laidunlohkojen uusimisen yhteydessä. Peltolohkoilla tai lohkon osilla, joilla on suora yhteys vesistöön tai jotka ovat toistuvasti tulvan alle jääviä (kerran 20 vuodessa) lannankäyttöä on syytä välttää koska ravinteet pääsevät liukenemaan tulvaveden mukana vesistöön. Lannan yhteiskäyttöä karjatilojen läheisyydessä olevien kasvinviljelytilojen kanssa tulisi lisätä, maan laadun parantamiseksi ja eloperäisen aineksen lisäämiseksi.

## **5. Rantapeltojen laiduntaminen, lannoitus ja maanmuokkaus**

Koska laidunten ravinnekuormitus ylittää selvästi säilörehunurmiin kuormitusluvut, intensiivisesti hoidettujen (korkea eläintiheys, voimakas lannoitus, mahdollisesti yksivuotiset laidunkasvit) lypsylehmälaidunten sijoittaminen rantalohkoille ei ole suositeltavaa. Sen sijaan ekstensiiviset laitumet (matala eläintiheys, maltillinen lannoitus, monivuotiset nurmet) sopivat rantoihin hyvin. Rantalaitumille ei kuitenkaan ole suositeltavaa antaa lisäruokintaa eikä laiduntamista voi suositella vastaperustetuilla nurmilla. Aivan vesirajasta voidaan aitaamalla erottaa heikosti tallaantumista kestävät alueet ja estää eläinten pääsy vesistöön.

## **6. Eroosion torjunta**

Eroosiota eli maa-aineksen kulkeutumista valumavesin mukana esiintyy lähinnä rankkasateiden seurauksena tai veden kyllästämästä kasvipeitteettömästä maasta syys- ja kevätvalunnan aikana. Kun maahiukkaset joutuvat veteen, niiden pinnalle sitoutunutta fosforia vapautuu liukoiseen muotoon. Ongelma on suurin nurmen uusimisvaiheessa tai viljakierrossa syksyisin kynnettävillä hienojakoisilla savi- ja hiesumailla. Kasvipeitteisyys estää eroosion muodostumista tehokkaasti, joten nurmilla eroosio ei ole yhtä merkittävää kuin viljanviljelyssä. Lisäksi Sisä-Suomessa peltojen maalajit ovat yleisesti karkeampia kuin Etelä- ja Varsinais-Suomessa, mutta toisaalta Sisä-Suomessa (erityisesti Ylä-Savossa) esiintyy jonkin verran hiesumaita, joiden eroosio voi olla suurta.

Muokattujen lohkojen eroosiota voi vähentää suojakaistoilla ja -vyöhykkeillä, erityisesti jos suojavyöhyke voidaan sijoittaa niihin peltolohkojen kohtiin, joiden kautta pintavalunta kulkeutuu ja eroosiota on havaittavissa. Suojakaistojen ja -vyöhykkeiden kasvusto tulee korjata ja kuljettaa pois alueelta, jolloin ravinteita poistuu sadon mukana eikä pintamaan ravinnepitoisuus pääse nousemaan hajoavan kasvijätteen takia. Lyhyt, niitetty sänki sisältää myös korjaamaton kasvustoa vähemmän ravinteita, mikä alentaa liukoisen fosforin huuhtoutumisriskiä erityisesti vaihtelevissa talviolosuhteissa (kts luku 3.7). Kevennetyt muokkausmenetelmät ja suojakasvit vähentävät uusittavilla lohkoilla eroosion määrää. Laitumilla kannattaa kiinnittää huomiota juomapaikkojen, kulkuväylien yms. kuluvien kohtien kasvipeitteisyyteen. Jos mahdollista, juomapisteen sijaintia tulee vaihtaa, jotta eroosioherkkiä nurmettomia alueita ei pääse syntymään.



**Kuva 33.** Juomapisteessä käydään usein, sen kasvusto ja maaperä kuluvat ja alueelle kertyy sontaa ja virtsaa. Pintamaan huokosrakenne rikkoutuu ja maa tiivistyy. Näin syntyy eroosioherkkä pistemäinen kuormituslähde pintavalunnalle ja huuhtoutumiselle. Juomapaikan sijaintia kannatta mahdollisuuksien mukaan siirtää säännöllisesti, jotta alueen liialliselta kulumiselta vältytään.

## 7. Pistemäisten kuormituslähteiden kartoitus

Pistemäisten kuormituslähteiden osuus (valuma-aluekohtaisessa tarkastelussa) maatalouden kokonaiskuormituksesta voi olla hyvin merkittävä. Karjatilalla kannattaakin tehdä kartoitus, jossa selvitetään riskikohteet ravinnehävikkien kannalta. Tarkasteltavia kohteita ovat mm. eläinten jaloittelutarhat (kts luku 3.2), laitumet, eläinten ja koneiden kulkuväylät, joille syntyy ravinnekuormitusta sekä eroosiota, lantalat ja lannankäsittelyalueet kuten kuormauslaatat, rehuvarastot, siilot, puristenestekaivot ja aumat sekä rehunkäsittelyalueet. Tarkastelussa tulisi kiinnittää huomiota rakenteiden kuntoon ja korjata mahdolliset vuodot. Lisäksi tulee selvittää mihin näiden alueiden ravinnepitoiset hulevedet virtaavat ja onko mahdollista esim. ohjata niitä jonkinlaisen suotimen kautta ennen vesistöön johtavaa uomaa. Ojasuotimia on tarjolla monenlaisia ja ne tulevat kyseeseen erityisesti kohteissa, joissa valumaveden P-pitoisuus on korkea.

Puristeneste sisältää runsaasti sokereita ja muita helppoliukoisia orgaanisia yhdisteitä, joten sen pienelle alueelle kohdistuva, pistemäinen imeytyminen maaperään on erittäin haitallista. Maaperän mikro-organismien toiminta yliaktivoituu ja runsaasti ravinteita (mm. rautaa ja mangaania) muuntuu liukoiseen muotoon ja huuhtoutuu salaojavesiin tai pohjaveteen. Puristenestevävarastot, kokoomaputket, sekä siilojen rakenteet tulee tarkastaa säännöllisesti mahdollisten vuotojen varalta. Suoraan peltomaalle tehtävien aumojen puristeneste tulee myös kerätä talteen. Puristenestekaivojen täyttymistä tulee seurata myös säilörehun painotuksen jälkeen ja tyhjentää sisältö lietesäiliöön ennen kuin ne täyttyvät. Nesteen erittyminen on runsainta n. 2 viikkoa rehunteon jälkeen.



**Kuva 34.** Peltotiet ja ajoväylät voivat muodostaa merkittävän pistemäisen kuormituslähteen erityisesti eroosion kannalta.

### **Keinoja vähentää kuormitusta korkean P-tilan peltolohkoilta**

Maan P-pitoisuus on melko hitaasti reagoiva muuttuja, joka riippuu pellon P-taseesta. Pellon fosforitaseeseen ravinnetta tulee lannoitteiden ja lannan mukana ja poistuu sadossa. Jos tase on jatkuvasti merkittävästi positiivinen, maan P-pitoisuus lähtee nousuun ja päinvastoin; negatiivinen tase johtaa hitaasti alenevaan kyntökerroksen P-pitoisuuteen.

Jos loholla kyntökerroksen P-tila on korkea tai jopa arveluttavan korkea, on syytä tehdä konkreettisia toimia pitoisuuden alentamiseksi. Lohkon P-tase tulee saada negatiiviseksi: loholla ei tule käyttää lainkaan P-lannoitusta eikä myöskään karjanlantaa. Jos pellon kasvukunto eli maan rakenne, ravinnetila ja vesitalous tarjoavat hyvät kasvuolosuhteet, typpeä ja kaliumia kannattaa antaa nurmelle maksimimäärä ja korjata sato vähintään kahdesti kasvukauden aikana. Näin saadaan suuren sadon mukana poistumaan mahdollisimman paljon fosforia.



Yksi keino alentaa lohkon P-tilaa on kynnon syventäminen. Tämä toimii mailla, joilla maan korkea P-pitoisuus rajoittuu lähinnä normaaliin kyntökerrokseen (0-25 cm) ja heti tämän alapuolella on fosforiköyhä maakerros. Menetelmää tutkittiin Luonnonvarakeskus Maaningan koe-kentällä, missä 10 cm:n kyntösyvyyden lisääminen alensi normaalin kyntökerroksen P-pitoisuutta (kts luku 3.6). Ilmiötä ei toistaiseksi ole testattu savi tai hiesumailla, mutta menetelmä toiminee niilläkin vastaavalla tavalla.

Koska ongelmalohkot ovat usein yksittäisiä ja varsin hyvin pinta-alallisesti hallittavissa, niiden valumavesien käsittelyyn on tarjolla muutamia käytännön ratkaisuja. Veden suodattuminen maan läpi ehkäisee tehokkaasti fosforin huuhtoutumista, joten ongelmalohkojen salaojitus tulee olla kunnossa. Veden virtausreitit voi mahdollisuuksien mukaan muotoilla niin, että vesi joutuu matkalla suotautumaan maakerrosten tms. läpi. Valumavesien ohjaaminen kosteikon kautta (kts luku 3.1) tai käsittely edellä mainittujen ojasuodattimien avulla saattaa joissain tapauksissa olla mahdollista, mutta nämä keinot vaativat huolellista suunnittelua ja niiden tehokkuus vaihtelee paljon. Hienojakoisilla mailla maan muokkauksen jälkeistä eroosiota voi estää levittämällä muokatulle maalle kipsiä, jonka on Etelä-Suomen savimailla tehdyissä kokeissa todettu vähentävän eroosiota tehokkaasti. Kipsi kuitenkin lisää sulfaatin merkittävästi huuhtoutumista, mikä sisävesialueilla on haitallista ja saattaa lisätä rehevöitymistä. Tästä syystä kipsin käyttö Sisä-Suomessa ei voida suoraan suositella. Tulevaisuudessa myös uusien materiaalien kuten biohiilen tai kemiallisten fosforinsaostajien käyttö pellon pintamaan fosforitilan alentamisessa voi tulla kyseeseen ainakin ravinnekuormituksen kannalta riskialttiimmassa lohkon osissa.

### **Karjatilän typen vesistökuormituksen minimointi**

Typpi on huomattavasti fosforia hankalammin hallittavissa oleva ravinne. Karjatilalla merkittävä osa tuestä kiertää nurmi- ja väkirehun, lannan, maan ja kasvuston kehässä, ja osa menetetään hävikkeinä kierroksen eri vaiheissa. Typpeä poistuu myytävissä tuotteissa ja tulee tilalle lähinnä väkilannoitteiden ja ostorehujen mukana.

Typen huuhtoutuminen pohja- ja pintavesiin riippuu voimakkaasti maassa vapaana olevan nitraatin määrästä silloin, kun valuntaa syntyy.

Lannan typestä suurin osa on sitoutunut orgaaniseen muotoon, josta se mineralisoituu maaperässä lähinnä mikro-organismien hajotustyön kautta. Kasvukaudella mineralisoituva typpi tulee suurelta osin hyödynnettyä nurmen ja viljan kasvuun, mutta kasvukauden ulkopuolella se on alttiina huuhtoutumaan. Pintavaluntaa merkittävämpi reitti typpihuuhtoumille on maan läpi pohjavesiin kohdistuva kuormitus. Eloperäisillä ja erityisesti turvemailla maasta itsessään mineralisoituu merkittävästi typpeä, joten karjanlannan käyttöä on syytä välttää tai ainakin levitysmäärän tulee olla vähäinen. Hyväkuntoinen kasvava kasvusto hyödyntää ravinteet tehokkaasti ja on näin ollen sääntöjenmukaisen lannan- ja lannoitteenlevityksen lisäksi paras keino ehkäistä typpihuuhtoumia. Kasvipeitteetön, paljas maa, mihin vuodenaikaan tahansa ja käyttömuodosta riippumatta (avokesanto, laidun, kulkuväylät yms.) tahansa on riski typen huuhtoutumiselle.

Huuhtoutumisriskiä voidaan pienentää levittämällä lanta mahdollisuuksien mukaan kasvukaudella. Tällöin mineralisoituva typpi on parhaiten kasvuston käytettävissä. Märkään maahan levittäminen muodostaa aina huuhtoutumisriskin, mutta riski korostuu myöhään syksyllä tai aikaiseen keväällä tehtävässä levityksessä, koska kasvusto ei pysty käyttämään ravinteita. Lietteen sijoittaminen 5-7 cm syvyyteen vähentää fosforihuuhtouman riskiä, mutta voi vastaavasti lisätä typpihuuhtouman riskiä. Sijoittamisen vaikutukset nurmen juuristoon ja sitä kautta ravinteiden oton tehokkuuteen ovat selvittämättä. Raskas lannanlevityskalusto saattaa myös tiivistää maata, mikä myös osaltaan heikentää kasvua ja sadonmuodostusta.

Lantaa ei tule levittää laidunlohkoille laidunvuosien eikä uusimisen yhteydessä. Lantalain tai lietesäiliön tulee olla riittävän suuri ja ehjä, jotta vuotoja ei pääse tapahtumaan. Lannan prosessointi (biokaasutus, kompostointi) lisää typen liukoisuutta ja parantaa typen hyväksikäyttöä sadonmuodostuksessa. Uutena mahdollisuutena lannan ravinteiden hyväksikäytön parantamiseen ovat tulossa erilaiset separointimenetelmät ja fosforinsaostumista edistävien yhdisteiden käyttö ravinteiden suuntaamisessa eri jakeisiin (kts luku 3.3). Separointi alentaa nesteiden kuiva-ainepitoisuutta erottamalla nesteestä osan kiintoaineesta. Jos osa lietteen fosforista saadaan saostumaan kiintojakeeseen, jakeita voidaan käyttää kasvuston kannalta järkevämmiin: ohjataan fosforipitoinen kuivajae fosforitilaltaan heikommille lohkoille ja typpipitoinen nestejae voidaan levittää helpommin pidempäänkin nurmeen.

Typpilannoitustarvetta voidaan vähentää suosimalla palkokasveja kuten puna-apilaa ja härkäpapua. Kuten edellä mainittiin, härkäpapua voidaan käyttää ruokinnassa rypsin korvaajana, joten kyseessä on sekä typen että fosforin kiertojen kannalta hyödyllinen kasvi.

Laidunpaine pohjavesialueella ja rannoilla on syytä pitää alhaisena ja välttää laitumien päättämistä glyfosaatilla. Paras aika muokata uudistettava alue on keväällä, koska muokkauksen seurauksena typen mineralisaatio lisääntyy ja huuhtoutumiselle alttiin nitraattimuotoisen typen määrää maassa kasvaa. Kesällä kasvusto pystyy hyödyntämään mineralisoituvaa typpeä, kun taas syyskynnön jälkeen mineralisoituva ravinne on alttiina huuhtoutumaan syksyllä ja seuraavana keväänä.

Typen huuhtoutuminen on usein yhteydessä lohkojen typpitaseeseen: mitä tehokkaammin annettu typpi poistuu sadon mukana, sitä vähemmän sitä on alttiina huuhtoutumiselle. Nurmiviljelyssä sadonmääritys on työläämpää ja epävarmempaa kuin viljanviljelyssä. Rehun typpipitoisuuden saa laskettua rehuarvomäärityksen raakavalkuaisesta jakamalla luku 6.25:llä ja lohkon sadon voi arvioida esim. kuormien tai pyöröpaalien määrän avulla. Typpitase lasketaan aina kokonaistypestä, mikä on otettava huomioon käytettäessä lannoituksessa karjanlantaa, jonka typpipitoisuus ilmoitetaan sekä kokonaistypen että liukoisen typen osalta. Tällä hetkellä tavoitteellisena typpitaseena voi pitää noin +60 kg /ha/v tai alle. Jos tase on tätä positiivisempi, on syytä tarkastella mistä se johtuu, todennäköisesti peltolohkon sadontuottokyky ei vastaa annettua lannoitusta. Seuraava askel on tarkastella mikä rajoittaa sadonmuodostusta (maan rakenne, ojitus, salaojitus, ravinnetila, happamuus jne.) ja suunnitella tarvittavat toimet asian korjaamiseksi tai alentaa typpilannoitusta. Yleistä on, että karjanlantaa käytettäessä typpitase on suurempi kuin väkilannoitetyypeä käytettäessä.



**Kuva 35.** Nurmilohkon sadon voi laskea paalien lukumäärän perusteella. Yksittäisen paalin paino x rehun kuiva-ainepitoisuus x paalien lukumäärä = kg nurmen kuiva-ainetta/lohko. Hehtaarisadoksi lukema muuttuu jakamalla se lohkon pinta-alalla. Lohkon typpisato saadaan jakamalla rehuarvomäärityksen raakavalkuaispitoisuus luvulla 6.25 ja kertomalla saatu arvo lohkon kuiva-ainesadon määrällä. Kivennäisaineiden sadot saadaan kertomalla suoraan kivennäisainepitoisuus kuiva-ainesadon määrällä.

## 4

### Tietopankit ja muut materiaalit

Maitotilabarometrin (2012) mukaan maitotilojen keskip koko Itä-Suomen alueella on 49 hehtaaria ja 30 lypsylehmää. Kyselyn mukaan lähitulevaisuudessa maidontuotantoa aikoo jatkaa tai laajentaa noin 60 % itäsuomalaisista maitotiloista. Maidontuotannon lopettamista harkitsee vakavasti kolmannes tuottajista. Suurimmat syyt tuotannon lopettamisen harkitsemiseen ovat työn liian suuri sitovuus, liian suurien investointien tarve ja oman terveyden kestämyttömyys. Hieman yli kolmannes tuottajista odottaa tilansa maidontuotannon kasvavan lähivuosina. Suurin osa tiloista arvioi lehmien lukumäärän pysyvän nykyisellään ja noin neljännes vastaajista arvioi eläinmäärän kasvavan tilallaan.

Maatilojen investointeja ovat olleet koneisiin ja maatalousmaan hankkimiseen liittyvät hankinnat. Seuraavien vuosien aikana aiotaan investoida enemmän myös tuotantorakennuksiin. Toisaalta maitotilojen kehitystä rajoittavat eniten yrittäjien oma toiminta sekä tuotannolliset tekijät, kuten pellot ja tuotantorakennukset sekä tilan talous- ja kannattavuustekijät. Lisäksi taloudelliset ja muut varsinaiseen työhön liittyvät tekijät koetaan tärkeiksi menestystekijöiksi. Ammattiin liittyvää tietoa ja ohjeistusta etsitään tällä hetkellä eniten kirjallisista julkaisuista, asiantuntijaorganisaatioilta ja internetistä.

#### 4.1 Maatila 2020-sivusto

Maitobarometrin tuloksiin pohjautuen RAE-hanke kokosi yhteistyönä REKKA- ja ERKKA-hankkeiden kanssa kattavan, käytännönläheisen internetsivuston ”Maatila 2020”. Sivuston on tarkoitus olla kehittävän maatilan aputyökalu, jonne kootaan ajankohtaisia linkkejä, laskureita ja tietoutta mm. eri menetelmistä. Sivustolle otettiin mukaan myös mm. energiapuolen ja työhyvinvoinnin asioita ja sivustoa on tarkoitus päivittää hankkeiden jälkeenkin. Sivuston rakenteen laativat opinäytetyönään Aaro Jääskeläinen ja Tanja Tolonen, visuaalisen ilmeen luontiin käytettiin ostopalveluina Muikkumedia Oy:n osaamista.



**Kuva 36.** Maatila2020-nettietopankin etusivu (<http://maatila2020.savonia.fi>).

Hanke järjesti eri maakunnissa yhteensä yli 80 eri tilaisuutta, pellonpiennarpäivistä työnäytöksiin. Näiden tilaisuuksien keskeisimmät teemat ovat talletettuina niin [rae.savonia.fi](http://rae.savonia.fi) -sivuille kuin [maatila2020.savonia.fi](http://maatila2020.savonia.fi) -sivuille. Materiaalit sisältävät mm. diaesityksiä, luentotalenteita ja eri aiheista tehtyjä videoklippejä. Materiaalien on tarkoitus palvella niin viljelijöitä kuin alan koulutustakin.

## 4.2 Hyvät ympäristökäytännöt Itä-Suomessa

Eri maakunnista koottiin neuvojen avulla hyviä esimerkkejä tilojen ympäristökäytännöistä. Muutamien esimerkkien avulla haluttiin tuoda esille, että ”hyvät ympäristökäytännöt” voivat olla pieniäkin, mutta myös samalla kustannustehokkaita toimia myös maatilalle. Käytännöt vaihtelivat laajuudeltaan viljelykierron monipuolistamisesta, tilusvaihtoihin ja biokaasulaitoksen toteuttamiseen. Esimerkit ovat koottuina videohaastatteluiksi (<http://rae.savonia.fi/tietopankki>) sekä tietokorteiksi hankkeen nettisivuille ja tämän raportin liitteenä.

## 4.3 Kotieläinten lannan typpi- ja fosforimäärät Etelä-Savossa -julkaisu

*Anna-Maria Kokkonen, Arja Nykänen, Juha-Antti Kotimäki ja  
Saara Ryhänen  
ProAgria Etelä-Savo*

Etelä-Savon alueella syntyvistä lannan kokonaistyyppi- ja -fosforimääristä tehtiin laskennallinen selvitys kuntakohtaisesti. Selvityksen pohjatiedoiksi kerättiin kuntakohtaiset viljelykasvien pinta-alat, joiden perusteella saatiin käsitys myös typpilannoitustarpeesta. Kotieläinmäärien perusteella saatiin laskettua niiden tuottaman lannan typen ja fosforin määrät. Niitä verrattiin kuntien kokonaispeltoalaan ja kotieläintilojen peltoalaan.

Näin laskien saatiin selville typen ja fosforin laskennalliset levitysmäärät vuonna 2013. Selvityksessä ei pystytty ottamaan huomioon kasvinviljely- ja kotieläintilojen välistä rehuntuotanto- ja lantayhteistyötä.

Selvityksen selkein tulos on, että Etelä-Savossa lanta ja sen sisältämät kokonaistyyppi ja -fosfori jakautuvat suhteellisen tasaisesti eri kuntien alueelle eikä voimakkaita kuntakohtaisia kotieläinkestittymiä alueella ole. Kotieläintuotanto perustuu maidon- ja naudanlihantuotantoon, mikä näkyy myös siinä, että peltojen fosforiluvut ovat maltillisia. Märehtijöiden lanta sisältää selkeästi vähemmän fosforia, kuin sikojen ja siipikarjan lanta. Maakunnan pelloista lähes puolet (46 %) on nurmi- ja viljelyssä, mikä lisää selvästi myös peltokasvien typpilannoitustarvetta.

Keskiarvoiksi laskettuna Etelä-Savossa tuotetaan kotieläinten lannassa keskimäärin 48 kg/ha kokonaistyyppiä ja 7,4 kg/ha kokonaisfosforia, jos ravinnemäärä lasketaan levitettävän tasaisesti koko viljellylle peltopinta-alalle. Jos ravinnemäärät taas lasketaan levitettäväksi vain niiden tilojen pelloille, joiden päätuotantosuunta on kotieläintuotanto, ovat luvut vastaavasti 78 kg/ha kokonaistyyppiä ja 12,1 kg/ha kokonaisfosforia.

Julkaisun verkko-osoite: [http://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/kotielainten\\_lannan\\_typpi-ja\\_fosforimaarat\\_etela-savossa.pdf](http://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/kotielainten_lannan_typpi-ja_fosforimaarat_etela-savossa.pdf)

## 4.4 Vesiensuojelutoimenpiteiden vaikutusarviot ja kustannukset

*Jukka Koski-Vähälä*

*Savo-karjalan vesiensuojeluyhdistys ry*

Keskeisten maatalouden vesiensuojelutoimenpiteiden vaikutusta fosforikuormituksen alenemiseen sekä toimenpiteiden kustannuksia tarkasteltiin tilatasolla sekä alueellisesti muutamilla osa-valuma-alueilla. Lisäksi arvioitiin kuormituksen alenemisen vaikutus alapuolisen vesistön veden fosforipitoisuuteen ja vesistön tilaan. Laajimmalla tasolla hankkeessa muokattiin Iisalmen reitin fosforin kulkeutumisen vesistömallia ja laajennettiin tarkastelualueiksi Nilsiäns reitti sekä Viinijärven-Heposelän alue.

### 4.4.1 Tilakohtainen ja alueellinen tarkastelu

Tila- ja aluekohtaisen tarkastelun kohdealueena oli Kirmanjärven valuma-alue, jossa käytettävissä olevat peltojen lohko-kohtaiset tiedot kattoivat 45 % peltopinta-alasta (tiedot 196 lohkolta ja 371 ha:n pinta-alalta). Tilatason arviointi suoritettiin 36 lohkolle, joiden pinta-ala oli yhteensä 61 ha. Tarkasteluilla osa-valuma-alueilla lohkojen ominaisuuksien jakaumana käytettiin vastaavaa kuin tilatason arvioinnissa.

Vaikutusten ja kustannusten tarkasteluun sisällytettiin Itä-Suomen nurmivaltaisella alueella toteuttamiskelpoisimmat toimenpiteet, joiden vaikutuksista oli käytettävissä tutkimustuloksia. Toimenpiteiden tavoitteena on vesistöjen rehevyyden kannalta olennaisen fosforin kuormituksen alentaminen. Toimenpiteiden vaikutukset perustuvat peltomaan fosforipitoisuuden alentamiseen, eroosion ja ravinteiden huuhtoutumisen pienentämiseen sekä huuhtoutuneen fosforin pidättämiseen ennen vesistöä. Kaikissa toimenpiteissä lähtökohtana on saman satotason saavuttaminen kuin ennen toimenpiteitä. Tarkasteltujen toimenpiteiden lisäksi merkittävää vesistökuormituksen alentamisessa on peltojen hyvä kasvukunto sekä nurmiviljelyssä riittävä typen saanti. Lisäksi maatalouden ja tilakeskusten pistekuormitus on estettävä.

Peltomaan fosforipitoisuuden alentamisen toimenpiteet kohdennetaan maan fosforiluvun mukaan. Mikäli fosforiluku on alle 10, fosfori-



lannoitusta ei voi vähentää satotason alenematta. Sen sijaan pelloille joiden fosforiluku on 10 - 14, fosforilannoitusta (kivennäislannoite) on mahdollista vähentää 30 % suorittamalla fosforilannoitus ainoastaan toisena ja kolmantena nurmivuotena. Lohkot joiden fosforiluku on yli 14, pidättäydytään fosforilannoituksesta kokonaan ja lisäksi fosforiluvultaan yli 25: n olevat lohkojen kyntösyvyyttä lisättäisiin.

Karjatalousalueelle merkittävää on karjanlannan hyödyntäminen. Lannan käyttöä ohjataan yleisesti nitraattidirektiivillä sekä lohko-kohtaisella ravinnetaseella. Käsittelemättömän karjanlannan käyttämisellä fosforilannoituksesta ei voida pidättäytyä, mutta vesistökuormitusta aiheuttavaa lannan pintalevitystä voidaan vähentää. Lietelannan sijoittaminen voidaan toteuttaa kaltevia rantapeltoja lukuun ottamatta kaikilla tilan lohkoilla. Fosforiluvun ollessa yli 25 tulisi kuitenkin pidättäytyä myös karjanlannan käyttämisestä. Tarkastelussa huomioitiin vain lietalannan sijoittamisen lisäysmahdollisuus.

Talviaikainen kasvipeitteisyys tulisi olla pelloilla, joiden kaltevuus on yli 1,5 %. Nurmen uusiminen toteutetaan tarkastelussa joka 4. vuosi ja tarkastelussa huomioitiin muussa kuin nurmiviljelyssä olevan pelton osuus. Työruuhkan tasaamiseksi syyskyntö kohdennettaisiin siten tasaisille pelloille, joista ei aiheudu merkittävää eroosiota. Suojavyöhykkeiden ja kosteikkojen toteutus kohdennetaan yleissuunnittelun perusteella vaikuttavimmille alueille. Suojavyöhykkeen vaikutusalue on 150 m vyöhykkeen alareunasta. Vesiensuojelullisesti merkittävien kosteikkojen pinta-alan tulisi olla vähintään 1 % valuma-alueesta.

Tarkastelussa maatalouden kokonaiskuormitus arvioitiin perustuen lohko-kohtaisiin viljavuusfosforin lukuihin sekä talviaikaista kasvipeitteisyyttä edellyttävillä lohkoilla Vihma-mallilla (Puustinen Markku, Suomen ympäristökeskus). Tarkastelussa alkuperäistä Vihma-mallia testattiin ja sen lähtötietojen luokitusmäärää alennettiin, jolloin mallin käyttö on vaivattomampaa. Toimenpiteiden vaikutukset laskettiin tutkimustuloksiin perustuen reduktiolla pinta-alayksikköä kohden. Vastaavasti kasvipeitteisyyden vaikutus arvioitiin em. muunnetulla Vihma-mallilla. Kustannukset perustuvat lannoitteiden hintaan, tutkimustuloksiin sekä maatalouden ympäristökorvauksiin.

Kirmanjärven valuma-alueella tarkasteltuja vesiensuojelutoimenpiteitä olisi mahdollista tehostaa noin 55 %:lla peltopinta-alasta (taulukko 13). Lisäksi kosteikoilla pystytään käsittelemään noin 160 ha:n peltosten kuivatusvedet. Lietelannan sijoitusta olisi mahdollista huo-

mattavasti lisätä ja sillä saavutettava kuormitusvähennys olisi lähes 150 kgP/vuosi. Fosforilannoitusta olisi myös mahdollista vähentää ja tästä syntyisi kustannusten sijaan säästöjä. Mikäli kaikista mahdollisista toimenpiteistä toteutettaisiin 3/4, vesistökuormitus Kirmanjärven alueella alenisi noin 30 %. Maatalouden kuormituksen alentaminen olisi mahdollista kustannustehokkaasti, sillä toimenpideyhdistelmien fosforikuormituksen alenemisen ominaiskustannus olisi 125 euroa/kgP. Tämä on alempi kuin suositukset jätevesien käsittelyn ominaiskustannuksista.

**Taulukko 13.** Arvio Kirmanjärven valuma-alueen maatalouden toimenpiteiden toteuttamismahdollisuuksista, toimenpiteiden vaikutuksista fosforikuormitukseen sekä toimenpiteiden kustannukset. Yhteensä rivillä oletus, että ¾ reunaehto- ja reunaehtojen mukaan mahdollisista toimenpiteistä toteutuu.

Toimenpide	Reunaehto	Toimenpideala ha	Reduktio %	Kuormitus / vaikutus kg P/a	Osuus kohteen kuormituksesta %	Yksikkökustannus euroa/ha	Kustannus yhteensä euroa/a	Ominaiskustannus euroa/kg P
Lähtötilanne		830		812				
Ei toimenpiteitä	P-luku <10	371		236				
				Vaikutus - kgP/vuosi				
Vähennetty P-lannoitus (nurmet)	P-luku 10-14	131,4	30	37,4	5	38	4992,0	134
Lannoitus ilman fosforia (nurmet)	P-luku >14	93,3	50	62,0	8	55	5129,8	83
Kynnön syventäminen	P-luku >25	41,0	20	19,2	2	-98	-1763,3	-92
Lietelannan sijoittaminen (nurmet)	P-luku < 25	447,0	40	145,4	18	-56	-25029,7	-172
Talviaikainen kasvipeitteisyys	kaltevuus > 1,5 %	219,6	Vihma-malli	34,9	4	-11	-4096,4	-117
Suojavyöhykkeet	yleissuunnitelma	17,3	30	30,7	4	-380	-6588,5	-215
Kosteikat	yleissuunnitelma	11,2	20	70,0	9	-1200	-13385,6	-191
Yhteensä (arvio, 3/4 toteutuu)				245	30		-30556	-125

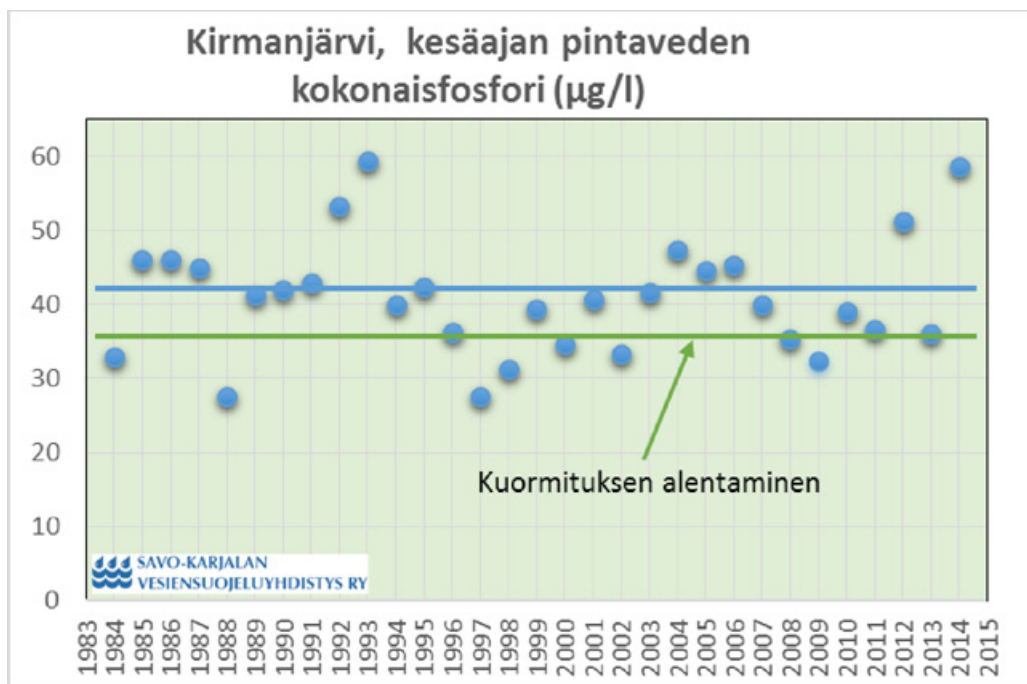
Kirmanjärven alueella maatalouden kuten muukin kuormitus kohdentuu useille osa-valuma-alueille ja järviketjun eri järviin (kuva 36). Ylimmille osille kohdistuvasta fosforikuormituksesta osa pidättyy vastaanottavaan järviältäaseen ja loppuosa siirtyy seuraavaan järveen. Koko Kirmanjärven valuma-alueella maatalouden vesiensuojelutoimenpiteet alentaisivat fosforikuormitusta noin 250 kgP/vuosi. Maatalouden kuormituksen vähenemisen vaikutukset veden fosforipitoisuudessa olisivat suurimmat Pikku-Ahmossa. Huomioiden järviältäiden fosforinpidätyskyvyn Kirmanjärveen kohdistuva kuormitusvähennys on noin 140 kgP/vuosi, jolloin järven fosforipitoisuus alenisi noin 5 µg/l. Kirmanjärven valuma-alueella 30%:n maatalouden fosforikuormitusvähennys alentaisi Kirmanjärven (Iso-Kirma) fosforipitoisuutta noin 10%.

Kangaslampi						
Järveen tuleva, P kg/a	Pidätty mis-%	Järvestä alapuoliseen järveen siirtyvä fosfori, kg/a	Järven P-pitoisuus, µg/l	Maatalouden P-kuormituksen muutos, kg/a	Alapuoliseen järveen siirtyvän P-määrän muutos, kg/a	Järven P-pitoisuuden muutos, µg/l
15,3	46 %	8,2	37	0	0	0
Iso-Ahmo						
195,9	66 %	65,9	50	-42	-14,3	-3,6
Pikku-Ahmo						
191,5	18 %	157,1	79	-29	-35,5	-14,7
Pieni-Kirma						
525,1	61 %	202,6	55	-87	-47,8	-5,0
Kirmanjärvi						
599,7	48 %	239,9	40	-92	-72,7	-4,9



**Kuva 36.** Kirmanjärven alueen järviketjuun kohdistuva kokonaiskuormitus, järviin pidättyvä fosforin määrä, järvien kokonaisfosforipitoisuus sekä maatalouden kuormituksen alenemisen vaikutukset veden fosforipitoisuudessa. Karttakuva: Kirmanjärven kunnostussuunnitelma, Vesi-Eko Oy 2006.

Kirmanjärvi on tyypiltään rehevä ja hyvässä ekologisessa tilassa oleva järvi, jonka pintaveden kokonaisfosforipitoisuus ja rehevyystaso on vaihdellut voimakkaasti eri vuosina (kuva 37). Maatalouden vesiensuojelutoimenpiteillä Kirmanjärven ekologinen tila kokonaisfosforipitoisuuden osalta olisi mahdollista parantaa erinomaiseksi. Yhdistettynä ulkoisen kuormituksen alentaminen sisäisen kuormituksen alentamiseen hoitokalastuksella myös klorofyllipitoisuus alenisi rehevän järven tasolle. Kirmanjärvellä on toteutettu vesiensuojelun toimenpideyhdistelmiä ja järven tilan parantamiselle ja ylläpitämiseksi on hyvät edellytykset.



**Kuva 37.** Kirmanjärven pintaveden kokonaisfosforipitoisuus kesäaikana vuosina 1984-2014. Ylempi sininen viiva kuvaa järven keskimääräistä fosforipitoisuutta ja alempi vihreä pitoisuustasoa, joka maatalouden vesiensuojelutoimenpiteillä olisi mahdollista saavuttaa.

#### 4.4.2 Vesistömalli

*Jussi Pulliainen<sup>1</sup>, Ari Tuomenlehto<sup>1</sup>, Heikki Makkonen<sup>1</sup>,  
Jukka Koski-Vähälä*

<sup>1)</sup> *Savonia ammattikorkeakoulu*

<sup>2)</sup> *Savo-Karjalan vesiensuojeluyhdistys ry*

RAE-hankkeessa muokattiin ja sovellettiin aiemmin alueella toteutetussa ”Iisalmen reitin kunnostus”-hankkeessa kehitettyä fosforikuormituksen mallia. Malli huomioi kunkin vesistön fosforin pidättämis-  
kyvyn, jolloin pystytään arvioimaan fosforikuormituksen vaikutukset alapuolisissa vesistöissä. Mallin avulla on siten mahdollista laskennallisesti seurata, kuinka kunkin vesistöreitin valuma-alueilla tehtävät toimet vaikuttavat koko reitin fosforipitoisuuteen ja siten vertailla eri toimien kustannustehokkuutta. Malli on näin vesiensuojelun päätöksenteon aputyökalu toimenpiteiden suunnittelussa ja vertailussa.

Vesistömallin käyttöohje ja excel-pohja, jota voi käyttää testaukseen, ovat saatavilla <http://rae.savonia.fi>.

## **Kirjallisuus**

Vesi-Eko Oy 2006. Kirmanjärven kunnostuksen pääpiirteet ja fosforitaseet vuodelle 2006. 64 s + liitteet.

## 5

### Yhteenveto ja kehittämistarpeet

Hankkeen aikana kerätyn viljelijä- ja toimijapalautteen mukaan on suuri tarve erityisesti käytäntöön suoraan sovellettavalle tiedolle. Eri menetelmistä on julkaistu paljonkin tieteellisiä raportteja sekä yksityiskohtaisia toimintaperiaatteita, mutta yksittäinen viljelijä ei ehdi eikä jaksane paneutua laajoihin kuvauksiin vaan toivoo selkeitä laskelmia kannattavuudesta sekä eri raja-arvoja. Alueella järjestetyt työnäytökset ja kyläkohtaiset tupaillat olivat parhaiten vuorovaikutteisia tilaisuuksia, pienryhmissä erityisen tärkeäksi osoittautui viljelijöiden toisiltaan saama ”vertaistuki”.

Uuden ympäristöohjelman tiukemmat ehdot tuovat osaltaan paineita karjanlannan käytön tehostamiseen, sillä levitettävän fosforin määräraajat tulevat helposti vastaan. Uhkana on, että osa tiloista ei sitoudu ympäristöohjelmaan. Samoin tilojen välinen yhteistyö (karjatila-kasvitila) voi vähentyä jatkossa. Lannan tehokkaammasta hyödyntämisestä tulevat taloudelliset edut ovat tärkeä uusien ratkaisujen käyttöönottamisessa. Tarvitaankin tutkittua ja käytännössä, erilaisilla tiloilla testattua ja demonstroitua tietoa kustannustehokkaimmista keinoista sekä ennen kaikkea tämän tietotaidon siirtämistä suoraan tiloille.

Tekniikat lannan käsittelyssä (esim. separointi, biokaasutus) ovat viime vuosina kehittyneet merkittävästi, mutta kuitenkin niiden käyttöönotto on ollut hidasta. Hidastavina tekijöinä ovat olleet tiedon puutteellisuus ja toisaalta kustannustehokkuuden heikkoudet. RAE-hankeessa saatujen tulosten pohjalta esimerkiksi mekaaninen separointi ja fosforin kemiallinen rikastaminen voivat olla varteenotettavia vaihtoehtoja lietelannan käsittelyssä, mutta erityisesti maatilamittakaavan tutkimuksia kaivataan vielä lisää. Tilojen välinen yhteistyö, esimerkiksi separointiurakointi ja logistiikan kehittäminen voisivat lisätä merkittävästi kustannustehokkuutta.



**Kuva 39.** Yhdessä veneessä kohti puhtaita vesiä (kuva: Helvi Leinonen).

## 6 Liitteet

RAE-hankkeessa koottiin 27 tietokorttia keskeisistä teemoista, tutkimustuloksista ja hyvistä käytännöistä. Tietokortit ovat tässä liitteinä sekä saatavilla myös [rae.savonia.fi](http://rae.savonia.fi) –sivuilla. RAE oli myös yhtenä hyvän käytännön esimerkkinä kansainvälisessä (9 EU-maata mukana) ”LakeAdmin -Regional administration of lake restoration initiatives”-hankkeessa, hankkeesta lisätietoja <http://lakeadmin.savonia.fi> ja englanninkielinen tietokortti liitteenä. Tutkimusteemoja esiteltiin useissa tilaisuuksissa myös postereitten avulla, jotka ovat liitteenä.

### **Tietokortit:**

1. Lietelannan separointi /fraktiointi
2. Lannan käsittely biokaasuttamalla
3. Jaloittelutarhojen valumavesien hallinta
4. Kuivalannan varastointi ja käsittely
5. Lannan kompostointi
6. Lannan patterointi
7. Lietelannan multaus
8. Maan rakenteen arviointi
9. Kerääjäkasvit
10. Maan rakenteen kunnostus ja ylläpito
11. Ravinnehävikit euroiksi – Itä-Suomen tutkimustilat
12. Kosteikkojen vaikutus maatalouden ravinnepestäisiin
13. Biohiili maataloudessa
14. RAE- toimenpidesuosituksien
15. Maatilojen jaloittelutarhojen vesien hallinta – tutkimustuloksia esimerkkikohteista
16. Integroitu kasvinsuojelu
17. Maatalouden vesiensuojelutoimet
18. Hyvät maatalouskäytännöt – Peltolohkojen vaihtokauppa kannatti
19. Hyvät maatalouskäytännöt – Kosteikko kaipaa hyvää suunnittelijaa
20. Hyvät maatalouskäytännöt – Laidunnus hoitaa vasikoita ja maisemaa
21. RAE – toimenpidesuosituksien 2
22. Säilörehun aumaus



23. Lannan vetoletkulevitys (syöttöletkulevitys) säästää maan rakennetta
24. Palkokasvit – hyötyä ja haastetta
25. Matemaattinen fosforikuormitusmalli
26. Hyvät maatalouskäytännöt – Maan rakenteen hoito ja merkitys
27. Hyvät maatalouskäytännöt – Valkuaisomavaraisuus ja suorakylvö

**Englanninkielinen esittely  
(yhteistyössä LakeAdmin-hankkeen kanssa):**

”Catchment –sensitive farming”

**Posterit:**

- Kyntösyvyyden vaikutus muokkauskerroksen helppoliukoisen fosforin pitoisuuteen
- Niittoajankohdan vaikutus fosforin huuhtoutumiseen nurmelta
- Nurmiviljelmän pintaan levitetyn biohiilen vaikutuksia ravinteiden kiertoon



## LANNAN KÄSITTELY BIOKAASUTTAMALLA

Biokaasutus on menetelmä, jolla eloperäisistä materiaaleista saadaan tuotettua energiaa mikrobien avulla. Samalla materiaalien lannoitusominaisuudet yleensä paranevat.

### Biokaasun muodostuminen

Biokaasua muodostuu eloperäisten materiaalien hajotessa hapettomassa ja riittävän lämpimässä ympäristössä. Maatiloilla syötteiksi sopivat esim. lanta ja lietteet, kasvintuotannon jätteet, ympäristönhoidolliset kasvit sekä muut pelto biomassat (energiakasvit). Mikrobit hajottavat materiaaleja pienempiin osiin, jolloin hajotuksen lopputuotteena muodostuu pääasiassa metaania (n. 60 %) ja hiilidioksidia (n. 40 %) sisältävä kaasuseos.

### Maatilojen biokaasulaitokset

Biokaasureaktori on maatiloilla yleensä lieriön muotoinen betoninen tai metallinen säiliö, joka on katettu kaasuhupulla. Maatalouskeskittymissä voi olla myös tilojen yhteisiä biokaasulaitoksia, jolloin säästetään investointikustannuksissa. Biokaasureaktorissa pidetään mikrobitoiminnalle optimaalinen lämpötila, useimmiten noin 35-38 astetta. Reaktorissa on materiaalin sekoitus sekä kaasunkeräyskanavat, joista kaasu johdetaan joko erilliseen kaasuvaraan tai suoraan energiantuotantoyksikköön. Lisäksi tarvitaan murskaus- ja syöttöyksikkö, mikäli syötteenä on kiinteitä materiaaleja. Syötteiden viipymäaika reaktorissa on tyypillisesti neljä viikkoa, jonka jälkeen jäännös johdetaan toiseen säiliöön odottamaan levittämistä.

### Biokaasun hyödyntäminen

Biokaasua voidaan käyttää lämmön- ja sähkön- tuotannossa polttomoottorin tai -turbiinin avulla sekä puhdistettuna polttoaineena työkonneissa ja muissa ajoneuvoissa. Yhdistetyssä sähkön- ja lämmöntuotannossa hyötysuhde voi olla jopa 90 %. Ajoneuvo- ja työkonnekäytössä biokaasusta poistetaan ensin kosteus, hiilidioksidi ja epäpuhtaudet, lisäksi kaasu paineistetaan. Kaasua polttoaineena käytävillä ajoneuvoilla on huomattavasti pienempi melutaso sekä alhaisemmat kaasumaisten ja hiukkasmaisten yhdisteiden päästöt kuin perinteisillä ajoneuvoilla.

### Käsittelyjäännöksen lannoitekäyttö

Syötemateriaalin määrä ei biokaasutuksessa juurikaan vähene, mutta massa muuttuu jonkin verran juoksevammaksi ja siten helpommin levitettäväksi. Mädätysjäännöstä voi käyttää lannoitukseen normaalin lannan tapaan ympäristötukiehtojen ja nitraattidirektiivin ehtojen mukaisesti, jäännös on myös luomuhyväksytty maanparannusaine. Syötemateriaalin lannoiteominaisuudet paranevat käsittelyssä, sillä liukaisen typen osuus typen määrästä lisääntyy noin 20-30 %. Käsittelyn myötä rikkakasvien siementen määrä vähenee. Lisäksi fytotoksiset, kasveille haitalliset yhdisteet, vähenevät biokaasutuksessa, joka mahdollistaa jäännöksen levityksen myös kasvustoon.



## LANNAN KÄSITTELY BIOKAASUTTAMALLA

### Lähteet

Biokaasusta energiaa maatalouteen - raaka-aineet, teknologiat ja lopputuotteet. Jyväskylän yliopiston bio- ja ympäristötieteiden laitoksen tiedonantoja 85. Jyväskylän yliopisto, 2007. Lehtomäki, Paavola, Luostarinen ja Rintala. <http://www.biokaasufoorumi.fi>

Lannan kestävä hyödyntäminen. MTT raportti 21, 2011. Luostarinen, Logren, Grönroos, Lehtonen, Paavola, Rankinen, Rintala, Salo, Ylivainio, Järvenpää. <http://www.mtt.fi/mtraporatti/pdf/mtraporatti21.pdf>

Lannan ja muun eloperäisen materiaalin käsittelyteknologiat. MTT raportti 27, 2011. Luostarinen, Paavola, Ervarsti, Sipilä, Rintala. <http://www.mtt.fi/mtraporatti/pdf/mtraporatti27.pdf>

Maatalouden biokaasulaitoksen perustaminen ja turvallisuustarkastelu. MaLLa2-hankkeen loppuraportti. Savonia-ammattikorkeakoulu, 2006. Taavitsainen. [http://portal.savonia.fi/img/amk/sisalto/teknologia\\_ja\\_ymparisto/ymparistotekniikka/Malla2Loppuraportti\(1\).pdf](http://portal.savonia.fi/img/amk/sisalto/teknologia_ja_ymparisto/ymparistotekniikka/Malla2Loppuraportti(1).pdf)



Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto: Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus



## LIETELANNAN SEPAROINTI/ FRAKTIOINTI

**Lietelannanseparointi** erottelee lietteessä kuiva-aineen ja nesteen. Separoinnista on hyötyä, koska erotetun kuiva-aineen ja nesteen ravinnepitoisuudet ovat erilaiset. Kuiva-aine sisältää runsaasti fosforia ja eroteltu nestejäte on typpi rikasta. Tällöin erotellut jakeet voidaan kohdentaa paremmin peltojen lannoituksessa. Esimerkiksi fosfoririköyhille pelloille saadaan arvokasta lannoitetta separoidun lannan kuiva-aineesta ja nestepitoinen aines voidaan levittää lohkoille, joissa fosforipitoisuudet ovat korkeammat.

**Lietteen voi separoida joko** mekaanisesti tai kemiallisesti.

**Mekaanisessa separoinnissa** kuiva-aine puristetaan ruuvipuristimella erilleen nesteestä.

**Kemiallisessa separoinnissa** lietteeseen sekoitetaan sopivia saostuskemikaaleja, esimerkiksi kipsiä ja magnesiumoksidia. Kemikaalien lisäämisen jälkeen lietteen annetaan laskeutua 7 vrk ajan. Jos halutaan neste- ja kuivajäte erotettua kokonaan toisistaan, tehdään lietteelle vielä mekaaninen separointi. Kemiallisen separoinnin tarkoituksena on tehostaa fosforin sitoutumista kuiva-aineeseen. Savonia-amk:n laboratorioskokeissa fosfori on onnistuttu saostamaan kiintoainekseen yli 80 prosenttisesti.

**Mekaaninen ja kemiallinen** separointi voidaan yhdistää, parantamaan kemiallisen separoinnin tehokkuutta. Mekaanisesti erotetusta lietteestä valmistetaan seos, jonka kuiva-ainepitoisuus on 5 %. Tämän jälkeen seokselle tehdään kemiallinen separointi.

**Kuiva-aine levitetään** pelloille kuivalantavau-  
nalla. Nestemäinen osa levitetään lietevaunulla,  
jossa voi olla multain tai muu vastaava levitin.

**Naudanlietteen pitoisuuksia(kg/m<sup>3</sup>):**

	Liukoinen tyyppi	Kokonaisfosfori	Kokonaiskalium	Kuiva-aine %
Alkuperäinen naudanliete	1,3	0,25	1,7	3,4
Neste	1,4	0,224	1,5	2,7
Kuiva-aine	1,3	0,477	1,6	27,0

[https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Artturi/Artturikirjasto/Artturikoulutus/Valion\\_navettaseminaari\\_2009/6227EB8C3C7666DBE040A8C0033C3C1](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Artturi/Artturikirjasto/Artturikoulutus/Valion_navettaseminaari_2009/6227EB8C3C7666DBE040A8C0033C3C1)

## LIETELANNAN SEPAROINTI/ FRAKTIOINTI

### VIRANOMAISMÄÄRÄYKSET

Separoidun karjanlannan säilytyksessä, levityksessä ja käsittelyssä tulee noudattaa ympäristötukiehtoja sekä nitraattidirektiiviä. Syksyllä lantaa saa levittää enintään 20m<sup>3</sup>/hehtaari. Keväällä ja kesällä levitysmäärät määräytyvät lanta-analyysin mukaan ympäristötukiehtoja noudattaen.

### Säilytys

- Neste säilytetään tiiviissä altaassa. Neste voidaan tarvittaessa myös pumpata etäsäiliöön.
- Kuiva-aine voidaan varastoida lantalassa. Parhaimman hyödyn saa, jos lantala on katettu. Kuiva-aine voidaan kompostoida, jolloin hajuhaitat vähenee.

### Lanta-analyysi viiden vuoden välein

- Näyte kuiva-aineesta ja nesteestä
- Viljavuuspalvelu OY, Suomen ympäristöpalvelu Oy, AgroAnalyysit OY, Hortilab OY
- Noin 70 euroa/näyte + postikulut
- Näytteet voidaan ottaa lapiolla, talikolla tai näytekairalla kuiva-aineesta; nesteestä sangolla

**Näytteen valmistumisessa menee aikaa, joten näyte kannattaa ottaa hyvissä ajoin ennen levitystä!**

### LISÄTIETOA

Lehtinen, Sakari:  
Lietelannan separointikokeilu TEHO-tiloilla  
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=128027&lan=fi>

### LÄHTEET

[https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Artturi/Artturikirjasto/Artturikoulutus/Valion\\_navettaseminaari\\_2009/6227EB8C3C7666DBE040A8C0033C3C10](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Artturi/Artturikirjasto/Artturikoulutus/Valion_navettaseminaari_2009/6227EB8C3C7666DBE040A8C0033C3C10)

[http://www.mavi.fi/attachments/mavi/viljelijatu-et/hakuoppaatjaohjeet/ymparistotuenperusjalisatoimenpiteidenoppaat/5FSJ2pUCH/912996\\_annotteopas\\_LR\\_vii.pdf](http://www.mavi.fi/attachments/mavi/viljelijatu-et/hakuoppaatjaohjeet/ymparistotuenperusjalisatoimenpiteidenoppaat/5FSJ2pUCH/912996_annotteopas_LR_vii.pdf)

<http://rekitec.fi/separoinnin-edut-ja-hyodyt/>



Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto: Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus



## JALOITTELUTARHOJEN VALUMAVESIEN HALLINTA

### JALOITTELUTARHA KÄSITTEENÄ

Jaloittelutarha on eläinrakennuksen läheisyyteen perustettu alue, johon eläimet pääsevät jaloittelemaan päivittäin tai viikoittain. Jaloittelualueiden pintamateriaalit voivat olla maa-, tiivis- tai vaihtopohjaisia sekä kokonaan tai osittain kattamattomia aidattuja alueita eläinsuojan yhteydessä.

Vuodesta 2006 lähtien on ollut pakollista päästää lypsylehmät ja maidontuotantoon kasvatettavat hiehot kesäaikaan liikkumaan joko laitumelle tai muulle vastaavalle jaloittelutilalle (Valtioneuvoston asetus nautojen suojelusta 592/2010). Lypsylehmiä voidaan ulkoiluttaa jaloittelutarhassa jopa ympäri vuoden.

### JALOITTELUTARHAN MITOITUS

Jaloittelutilan pinta-alan on oltava vähintään 6 m<sup>2</sup> / nauta ja koko alueen ala aina vähintään 50 m<sup>2</sup>. Jaloittelualueet jaetaan suppeisiin (alle 20 m<sup>2</sup>/nauta) ja laajoihin jaloittelualueisiin (yli 20 m<sup>2</sup> / nauta). Maa- ja metsätalousministeriö sekä ympäristöministeriö (2010) ohjeistavat, että suppea jaloittelualue tulee rakentaa tiivispohjaiseksi ja varustaa keräilykaivolla. Laajan jaloittelutarhan tiivispohjaisen alueen alaksi riittää 300 m<sup>2</sup>.

### JALOITTELUTARHAN SIIJOITUS

Ympäristönsuojelulaki (86/2000) edellyttää, ettei karjanlantaa, virtsaa tai muita jätevesiä johdeta eikä päästetä ympäristöön siten, että se aiheuttaa pohjaveden pilaantumista. Ympäristöministeriö (2010) suosittelee jaloittelualueen perustamista paikkaan, jossa pintavesien pilaantumisvaara on mahdollisimman vähäinen ja pohjavesien pilaantumisvaaraa ei synny. Ulkotarhan perustamisessa tulee ottaa huomioon myös naapurit.

Jos jaloittelu on ympärivuotista, voi lantaa huuhtoutua vesistöön sulamisvesien mukana. Talvella jaloiteltaessa tulee jaloittelualueen sijaita vähintään 30-100 metrin etäisyydellä lähimmästä talousvesikaivosta tai vesistöstä ja 10 metrin etäisyydellä lähimmästä valtaojasta. Ruokintapaikan tulee sijaita vesistöistä ja valtaojasta myös vähintään em. etäisyyksien päässä.

### JALOITTELUTARHAN VALUMAVESIEN PÄÄSTÖT JA NIIDEN VÄHENTÄMINEN

Valumavesien mukana jaloittelutarhoista pääsee vesistöön ja maaperään fosforia ja typpeä aiheuttaen vesistöjen rehevöitymistä. Ravinteiden pitoisuuksia on tutkittu mm. Etelä-Savossa 2001-2002 erilaisten jaloittelutarhojen osalta (Lypsykarjaloudesta tulevan ympäristökuormituksen vähentäminen, Uusi-Kämpä ym. 2003). Taulukossa 1 on esitetty Etelä-Savossa tehtyjen jaloittelutarhojen näytteenottojen mediaanit analyysitulokset ravinteiden määrästä asfaltti- ja kuoriketarhan osalta.

Taulukko 1. Asfaltti- ja kuoriketarhasta tulleiden vesien keskimääräiset ravinnepitoisuudet (mg/l) 16.4.2001 -1.10.2002. (Lähde: Lypsykarjataloudesta tulevan ympäristökuormituksen väheneminen, Uusi-Kämpä ym. 2003)

Ravinteet (mg/l)	Asfalttitarha	Kuoriketarha
Liukoinen fosfori, PO <sub>4</sub> -P	26,6	0,3
Kokonaisfosfori, Kok-P	48,6	4,5
Nitraattityppi, NO <sub>3</sub> -N	0,0	0,0
Ammoniumtyppi, NH <sub>4</sub> -N	55,8	30,4
Kokonaistyyppi, Kok-N	149	53,9

Taulukosta 1 näkyy, miten pinta- ja pohjamateriaalit vaikuttavat valumavesien ravinnepitoisuuksiin. Valumavedet suotautuvat kuorike- ja sorakerrosten läpi toisin kuin asfaltissa, mutta kummastakaan tarhasta tulevia vesiä ei saa puhdistamatta päästää luontoon.

Valumavesien syntyminen jaloittelutarhassa tulee minimoida. Valumavedet tulee käsitellä oikein ja johtaa jaloittelutarhasta suoraan keräilyaltaaseen tai lietesäiliöön, mutta ne voidaan myös suodattaa esim. maasuodattimessa, jossa on tehostettu fosforin- tai typenpoisto.

Tarhavesien ravinne- ja ulostemikrobipitoisuuksiin vaikuttavat tarhan koko, eläinmäärä, eläinten tarhassa viettämä aika, syötettävän ravinnon laatu ja tarhan puhdistustoimet. Eläinten lanta kerätään pois ruokinta- ja makuupaikalla, jottei maahan kerry helpoliukoista fosforia ja typpeä. Kiinteä pohja helpottaa lannan poistamista.

## Lähteet

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus

<https://www.mtt.fi/tarhat>

Uusi-Kämpä, Jaana, Yli-Hautala, Markku, Grék, Kaarina (toim.) 2003. Lypsykarjataloudesta tulevan ympäristökuormituksen vähentäminen. Maa- ja elintarviketalous 25. MTT, Puumala, Maarit. 2004.

<https://www.mtt.fi> > Kirjallisuutta > kohta: Rakentaminen > Uusi-Kämpä, J., Puumala, M., Nykänen, A., Huuskonen, A., Heinonen-Tanski, H. & Yli-Halla, M. 2003. Ulko- ja jaloittelutarhojen rakentaminen ja tarhoista aiheutuva ympäristökuormitus. Ss. 48-93. Teoksessa: Uusi-Kämpä, J., Yli-Halla, M. & Grék, K. (toim.) Lypsykarjataloudesta tulevan ympäristökuormituksen vähentäminen. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Maa- ja elintarviketalous 25. Jokioinen.

Puumala, Maarit. 2004. Jaloittelutarhat – rakenteet ja varusteet. MTT:n selvityksiä 72

<https://www.mtt.fi> > Kirjallisuutta > kohta: Rakentaminen > Puumala, M. 2004. Jaloittelutarhat - rakenteet ja varusteet. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. MTT:n selvityksiä 72. Jokioinen. 17 s., 7 liitettä.

Ympäristöministeriö 2010. Kotieläintalouden ympäristönsuojeluohje. Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2010. Ympäristönsuojelu.

<https://www.ymparisto.fi> > Ympäristöministeriö > Julkaisut > Ympäristöministeriön julkaisut Ympäristöhallinnon ohjeita -sarjassa > OH1/2010 Kotieläintalouden ympäristönsuojeluohje

Valtioneuvoston asetus nautojen suojelusta 592/2010.

<http://www.finlex.fi> > Kirjoita haku-kohtaan: 592/2010 > 592/2010



Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto: Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus



## KUIVALANNAN VARASTOINTI JA KÄSITTELY

Valtioneuvoksen asetus (931/2000) määrää maatalouden nitraattien vesiin pääsemisen rajoittamista. Se määrää, että lantaa varastoidessa sille on oltava asianmukainen varasto, josta aiheutuu mahdollisimman vähän ravinnepestäjä ympäristöön. Lantalan on oltava vesitiivis, eikä sen tyhjennyksenkään tai lannan siirron aikana saa aiheutua vuotoja. Lantalan on oltava niin suuri, että sinne mahtuvat koko vuoden aikana kertyvät lannat ja virtsat. Tilavuudesta on mahdollista poiketa, jos vuoden aikana kertyvästä lannasta vähennetään laidunnuksessa laitumelle jäävä lanta, toiselle viljelijälle luovutettu lanta tai jatkojalostukseen käytetty lanta. Tiloilla, joilla on erittäin vähän eläimiä ja kuivikelantaa muodostuu alle 20 m<sup>3</sup> vuodessa, patterointi voidaan hyväksyä varastointimenetelmäksi. Patteroinnista on aina tehtävä ilmoitus kunnan ympäristöviranomaiselle.

Kuivalannan varastoinnissa toisistaan erotetaan ensin kiinteä osa eli sonta ja nestemäinen osa eli virtsa. Virtsa voidaan imeyttää kuivikkeisiin, jolloin erillistä virtsasäiliötä ei tarvita. Lantaa voidaan myös varastoida pattereihin ja komposteihin. Tarvittavan lantavaraston suuruus riippuu varastointiajasta, laidunnuskauden pituudesta, kuivikkeiden määrästä ja lannanhoitomenetelmästä. Lantalan kokoa laskiessa on otettava huomioon myös sadevesien osuus. Lantalat voivat olla katettuja tai avonaisia. Tarkemmat rakentamissohjeet löytyvät Maa- ja Metsätalousministeriön rakentamismääräyksistä ja -ohjeista.

### LANNAN LEVITYS

Nitraattiasetuksen (931/2000) mukaan lantaa saa levittää vain 15.4.-15.10. välisenä aikana. Lantaa voidaan kuitenkin levittää keväällä jo 1.4. ja jatkaa syksyllä 15.11. saakka. Tällöin maan on oltava sula ja kuiva eikä levityksestä saa aiheutua valumia vesistöihin tai pohjamaan tiivistymistä. Lantaa ei saa levittää nurmikasvuston pintaa 15.9. jälkeen. Syksyllä levitettävä lanta on mullattava ammoniakki haihtumisen ja hajuhaittojen vähentämiseksi.

### LANNAN KÄSITTELY

Lantaa voidaan käsitellä tiloilla kompostoimalla tai biokaasuttamalla sekä rakeistamalla ja pellettoimalla. Lannan poltto energianlähteeksi on mahdollista vain laitoksilla, joilla siihen on ympäristölupa. Viljelijä voi käsitellä ja käyttää tilalla syntynyttä lantaa haluamallaan tavalla peltolan- noitteena tai luovuttaa sitä toiselle tilalle. Lannan käytössä ja varastoinnissa tulee noudattaa valtioneuvoston asetusta (931/2000) nitraattien vesiin pääsyn rajoittamiseksi. Lantaa luovuttavalla tilalla ei saa olla havaittu hukkakauraa eikä eläintauteja.



## KOMPOSTOINTI

Lanta alkaa kompostoitua itsestään luonnon pieneliötoiminnan ansiosta, kun lanta varastoidaan kuohkeassa alle kaksi metriä korkeassa kasassa. Lantalan tulee olla tiivispohjainen ja katettu, jolloin saadaan ravinteet tehokkaammin hyödynnettyä. Kompostoitumiseen tarvitaan runsaasti happea, joten kuiviketta tulee olla runsaasti, jotta materiaalin rakenne säilyy ilmavana ja kosteuspiitoisuus sopivana. Karjan- ja sianlanta eivät yleensä kompostoidu sellaisenaan, vaan niihin on sekoitettava jotain tukiainetta.

Osittain kompostoitunut lanta sopii parhaiten lannoitteeksi viljanviljelyyn, sen sijaan vihannsviljelyyn ja erikoisviljelyyn kannattaa käyttää riittävästi kypsytettyä ja maatunutta kompostia. Kompostointi muuttaa osan lannan ravinteista hidasliukoisempaan muotoon, jonka vuoksi lannoitusvaikutus on alussa pienempi, mutta jatkuu pidempään. Kompostoidussa lannassa tyyppi on pääosin orgaanisessa muodossa, joten sitä ei haihdu niin paljon levitettäessä ammoniakina kuin esim. ilmastoimattomasta lietelannasta. Kompostoitu lanta on tasalaatuista ja kompostointi vähentää myös hajuhaittoja ja rikkakasvien siementen määrää.

## MÄDÄTYS ELI BIOKAASUTUS

Biokaasutuksella tarkoitetaan eloperäisen jätteen (esim. lannan) käsittelyä biologisesti hapettomissa oloissa eli mädättämällä. Mädätys tehdään biokaasureaktoreissa, jossa biokaasun lisäksi syntyy kiinteää mädätysjäännöstä. Kuivalantaa voidaan syöttää osamateriaalina lietelannan biokaasutuslaitoksiin, mutta sitä voidaan käyttää myös sellaisenaan kuivabiokaasutuslaitoksissa. Kuivalannan mädätyslaitoksien etuna lietelannan mädätyslaitoksiin on pienempi reaktorin koko, prosessienergian kulutus ja kuljetustarve sekä pienemmät hajupäästöt.

Biokaasutus vähentää metaanipäästöjä, jolloin myös kasvihuonekaasupäästöt ja hajuhaitat pienenevät. Biokaasutuksessa syntyvässä mädätysjäännöksessä ravinteet, varsinkin tyyppi, ovat liukoisemmassa ja kasveille helpommin käytettävissä olevassa muodossa kuin raakalannassa. Mädätysjäännös vaatii jälkikypsytyksen esim. kompostoimalla.

## LÄHTEET

Kotieläinrakennusten ympäristönhuolto. Maa- ja metsätalousministeriön rakentamismääräykset ja -ohjeet. [www.mmm.fi](http://www.mmm.fi) > Maaseudun kehittäminen > Maaseudun rakentaminen > Rakentamissäädökset > Lista rakentamissäädöksistä > Liite 12: MMM-RMO C4, kotieläinrakennusten ympäristöhuolto

Pellosta peltoon kompostoimalla. Uudenmaan ympäristökeskuksen monistamo, Helsinki 2001. Kari Vuori. [www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) > uusimaa > tiedote- ja julkaisu > julkaisuarkisto > monistesarja 1995-2006 > monisteita 2011 > UUSMO97 pellosto peltoon kompostoimalla

Kuivalannan kaksivaiheinen jatkuvatoiminen mädätys maatilalla: Reaktorin rakenne sekä aine-, ravinne- ja energiataseet. MTT maatalousteknologian tutkimus. Schäfter, Evers, Lehto, Sorvala, Teye, Granstedt. [www.smts.fi](http://www.smts.fi) > julkaisut > maataloustieteen päivät 2006 > posterit > kuivalannan kaksivaiheinen jatkuvatoiminen mädätys maatilalla



Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto: Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus



## LANNAN KOMPOSTOINTI

Kompostoituminen perustuu pieneliöiden orgaanisen aineksen hajotustoimintaan. Pieneliöiden toiminta vaatii optimaaliset olosuhteet (mm. riittävästi happea, sopivan lämpötilan), jotta hajotusprosessi käynnistyy. Lannan kompostoinnilla voidaan edistää lannan käyttöä lannoitteena ja maanparannusaineena. Kompostointi voidaan toteuttaa aumoissa tai erityisissä kompostorireaktoreissa. Kompostointimenetelmä soveltuu kuivalannalle sekä myös lietelannalle, jos se on ensin imeytetty esimerkiksi turpeeseen.

### Kompostoinnin edut

Kompostoinnin avulla kuivikeaineeseen sitoutuneet ravinteet saadaan tehokkaammin hyötykäyttöön ja lannasta tulee tasalaatuista ja helpommin käsiteltävää. Menetelmän avulla voidaan vähentää vesistöjen ravinnekuormitusta, sillä kompostointiprosessi vähentää ravinteiden liukoisuutta, liukoinen tyyppi on pääosin nitraattityyppiä. Kompostointi parantaa lannan hygieenisyyttä ja käyttökelpoisuutta, koska se tuhoaa rikkakasvien siemeniä, loisia ja samalla vähentää lannan hajuhaittoja.

**Kompostin perustamispaikka** kannattaa miettiä hyvin, jotta varmistetaan onnistunut lopputulos. Suurikokoisen kompostin maapohjan pitää kestää runsasta traktorilla ajoa, joten paikan täytyy olla kantava ja kuiva eikä auma saa sijaita tulvariskialueella. Kompostin ihanteellinen paikka on kuiva ja kivetön, kestorikkakasveista vapaa ja sijaitsee peltolohkon yläosassa, riittävän kaukana ojista ja vesistöistä. Kompostin paikka ei saa sijaita pohjavesialueella eikä voimakkaasti viettävään rinteeseen. Aumakompostin perustaminen vaatii nitraattiasetuksen (931/2000) poikkeamisilmoituksen kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle. Väkevät suotovedet on kerättävä ja käsiteltävä asianmukaisesti.

### Aumakompostin käytännön toteutus

- Perusta komposti mieluummin kiinteäpohjaiseen lantalaan kuin pellolle
- Paranna kompostin toimivuutta tukiaineiden avulla: kuorike, hake, olki
- Lanta ilmastoituu kun se kasataan kuivikepatjan päälle lannanlevitysvaunulla
- Suositeltava koko: leveys 1,5-3 m, korkeus 1,2-1,5 m, pituus 10-50 m
- Peitä kompostikasa turpeella (5-10 cm) tai oljilla (15-20 cm) tai hengittävällä peitteellä
- Lämpövaiheen jälkeen auma peitetään kuormapeitteellä, muovilla tai kompostipeitteellä
- Komposti tulee kääntää säännöllisesti toimivuuden ja lämpötilan varmistamiseksi

Kompostin perustamisen jälkeen on seurattava lämpötilaa ja lahoamisprosessin kehittymistä. Alkulämpötila saisi olla yli 5 °C ja noin viikon kuluttua perustamisesta lämpötilan pitäisi olla noussut 35–45 °C. Kompostiauman kosteuden pitää olla sopiva, vettä 55–70 % tuorepainosta. Kompostimassa on sopivasti kostea, kun sitä nyrkissä puristaessa irtoaa pari tippaa nestettä. Kompostoinnin toteuttamiseen on myös muitakin sovelluksia, esim. tuubikompostointi tai laitosmainen kompostointi tunnelissa tai rummussa. Rumpukompostori on sylinterimäinen säiliö, joka pyörii akselinsa ympäri. Kompostointilaitoksessa on hydraulikuljetin, joka siirtää lantaa kompostorille. Rummun pyöriessä kompostiaines liikkuu eteenpäin kompostorin sisällä. Laitteeseen voidaan liittää lämpöpumppu, joka kerää prosessissa syntyvää lämpöä talteen käytettäväksi esimerkiksi käyttöveden ja tuotantotilojen lämmittämiseen. Kompostoitunut lanta siirtyy laitteesta ulos ruuvikuljettimella välivarastoon.

## Lähteet:

Huttunen, R. 2011–2012. Kestävä talliympäristö: Ympäristöystävällisen tallin malliratkaisut. Ylä-Savon koulutuskuntayhtymän rakennusprojekti 2011–2012. Savonia-ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

<http://www.theseus.fi/web/guest> > Aineistot ammattikorkeakouluittain > Savonia-ammattikorkeakoulu > Maaseudun kehittämisen koulutusohjelma (ylempi AMK) > Riina Huttunen

Kuivikelannan kompostointi. 2012. TTS-työteho-seuranta.

<http://www.tts.fi/index.php/laehdistoelle/lehdistoetiedotteet/600-kuivikelannan-kompostointi>

Rajala, J. 2006. Luonnonmukainen maatalous.

<http://www.scribd.com> > haku > luonnonmukainen maatalous

Valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta. Finlex. <http://www.finlex.fi> > Lainsäädäntö > Säädökset alkuperäisinä > 2000 > 931/2000



Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto: Eurooppa investoi maaseutualueisiin





## LANNAN PATEROINTI

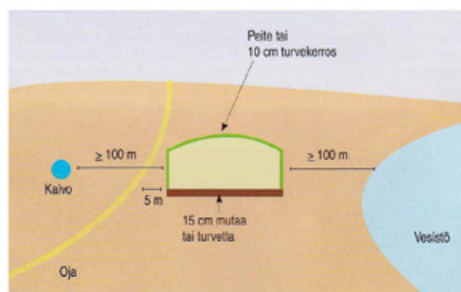
Kuivalannan paterointi on lannan varastointia aumassa peltolohkolla tai peltolohkon läheisyydessä siten ettei siitä aiheudu vesistöjen pilaantumisvaaraa. Kuivalantaa voidaan siis poikkeustilanteissa varastoida muualle kuin kotieläinsuojan yhteydessä olevaan lantalaan. Paterointi edellyttää tilalta asianmukaista lantala, eikä sillä voida korvata esim. puuttuvaa tilavuutta. Nitraatti-asetuksen mukaan vuoden 2007 alusta lähtien lannan paterointi on sallittua vain työteknisistä ja hygieenisistä syistä ja siitä on aina tehtävä ilmoitus kunnan ympäristöviranomaiselle. Poikkeusyksityt voivat olla kaukana sijaitsevat peltolohkot, kelirikot ja työhuippujen tasaaminen. Lanta voidaan pateroida yhteen tai muutamaan isoon aumaan pellolle. Jos lantaa varastoidaan useisiin kaseihin pitkin peltoa, pidetään sitä lannan levityksenä.

### Pateroinnilla tasataan kevään työkiireitä

Syksyllä tai talvella tehty lannan paterointi voi tasata kevään työhuippuja. Lannan levitys tai multaaminen sujuu silloin yhtäjaksoisesti ilman aikaa vievää kuljetusta. Jos lantaa täytyy kuljettaa pitkiä matkoja, voi vaarana olla, ettei lantaa ehditä levittämään optimaalisena ajankohtana. Tällöin pelloille voidaan joutua menemään silloin kun ne ovat märkiä, josta seuraa maan tiivistymistä ja rakennevaurioita. Patteri on perustettava hyvin ja hoidettava asianmukaisella tavalla, jotta ympäristön kokonaisravinnekuorma ei lisääntyisi pateroinnin takia.

### Lantapatterin sijoittaminen ja perustaminen

Lantapatteri on aina sijoitettava keskelle tasaita peltolohkoa. Jos peltolohko on loivasti kalteva, lanta patteri sijoitetaan pellon yläreunaan. Lantapatteria ei saa sijoittaa 100 m lähemmäs valtaojaa tai vesistöä, eikä 5 m lähemmäksi ojia. Talousvesikaivoon tulee olla matkaa 100 m. Patteria perustettaessa, patterin pohjalle on levitettävä mutaa tai turvetta vähintään 15 cm kerros ravinnevalumiin estämiseksi. Lantapatteria ei suositella tehtäväksi samaan paikkaan useana vuonna peräkkäin. Talvella lumi on poistettava patterin perustamispaikalta. Yhdessä lantapatterissa on vähintään yhteen peltohehtaariin tarkoitettu lantamäärä. Lantapatteri on peitettävä 10 cm:n turvekerroksella tai peitteellä, jottei tapahdu haihduntaa ja estetään ylimääräinen valunta. Lantapatteri on levitettävä keväällä sulaan maahan.



Kuva: Tieto Tuottamaan, lannan käsittely ja käyttö, s. 54

## Patterointi-ilmoitus

Ennen lannan patteroinnin aloittamista on tehtävä kirjallinen ilmoitus kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle. Patterointi-ilmoitus on jätettävä vähintään kuukautta ennen perustamista. Ilmoituksessa on oltava liitteenä lohkokartan kopio, josta selviää lantapatterin sijaintipaikka. Ilmoitus on tehtävä vuosittain ja ilmoituksen käsittely on aina ilmaista. Lannan patterointia valvovat ja tarkkailevat ympäristöviranomaiset, EU-tarkastajat ja maaseutuviranomaiset. Patterointi-ilmoituslomakkeita löytyy osoitteesta: [www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) > Yritykset ja yhteisöt > Maatalous > Maatalouden ympäristönsuojelun lomakkeet

## Lähteet

Valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamiseksi. [www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) > Pohjois-Savo > Ympäristönsuojelu > Maatalouden ympäristönsuojelu > Nitraattiasetus

Kotieläintalouden ympäristökuormituksen vähentäminen. Edita Prima Oy Helsinki 2004. Puumala ja Grönroos.

[www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) > Palvelut ja tuotteet > Julkaisut > Suomen ympäristö > Suomen ympäristö – sarja 2004 > SY708 Kotieläintalouden ympäristökuormituksen vähentäminen

Valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta. Annettu Helsingissä 9 päivänä marraskuuta 2000. [www.finlex.fi](http://www.finlex.fi) > Lainsäädäntö > Säädökset alkuperäisinä > 2000 > 931/2000

Palva, Alasuutari ja Harmoinen 2009. Tieto tuottamaan, lannan käsittely ja käyttö. ProAgrian Keskusten liiton julkaisu nro 1073.



Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto: Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus



## LIETELANNAN MULTAUS

Lietelannan multaaminen on perusteltua ja suositeltavaa niin taloudellisesti kuin ympäristösyistä. Lietteen multaaminen kannattaa varsinkin silloin, kun levitystyön suorittaa urakoitsija, tai sopiva multauskalusto on yhteiskäytössä.

### Mikä on multausta?

Lietelannan multaaminen on levitysmenetelmä, jossa lietelanta/virtsaa sijoitetaan tai sekoitetaan maaperään levityksen aikana. Multaukseen soveltuu kalusto, joka tekee vähintään 5 cm viillon pellon pintaan ja ruiskuttaa lietteen paineella syntyneeseen uraan. Levityskalustoa ei tarvitse ennakkoilmoittaa tai hyväksyttää.

### Hyödyt

Lietelannan sijoituksesta ja multauksesta saadaan monenlaisia hyötyjä. Viljelijä hyötyy menetelmästä taloudellisesti tuen ja paremman lannoitusvaihtokutsun ansiosta. Sijoittaminen vähentää typen haihtumista ja ravinteiden huuhtoumariskiä. Ravinnehuuhtoumat vesistöihin pienenevät ja samalla sijoittaminen vähentää hajuhaittoja.

- Erityistuki 56 €/ha
- Ravinteiden käytön tehostuminen
- Ravinnevalumat vesistöihin vähenee
- Hajuhaitat vähenevät (taajama-alueiden läheisyys)
- Säilörehun hygieenisen laadun paraneminen

MTT:n tekemän tutkimuksen mukaan 20–33 % typen ammoniummuodosta haihtui lietteen hajalevityksen jälkeen muutaman päivän aikana, mutta sijoittaminen vähensi haihtumista merkittävästi. Väärään ajankohtaan tai väärällä menetelmällä levitetystä lietelannan tyyppistä voidaan menettää jopa puolet. Sijoituslevityksessä kasvit saavat käyttöönsä 85 % lietteen liukoisesta tyypistä, vastaavasti hajalevityksessä hyötykäytön osuus on vain 50 %.

### Erityisympäristötuki

Sopimus edellyttää levitettävältä lohkolta ympäristötukisitoumusta ja ehtojen noudattamista. Levitysalaa oltava vähintään 2 hehtaaria ja levitysmäärä vähintään 20 m<sup>3</sup>/ha/vuosi. Jos tilalla on jo lisätoimenpide lannanlevitys kasvukaudella, niin sopimusta ei voi tehdä. Sopimus on viisivuotinen ja tukea haetaan vuosittain levitysalojen perusteella lomakkeella 258.

## Lähteet:

Karjanlannan ravinteet tehokäyttöön. Oulun maaseutukeskus, 2010.

<http://www.proagrioulu.fi/fi/etusivu/> > YmpäristöAgro > Kasvinviljelyn ympäristöasiat > Karjanlannan ravinteet tehokäyttöön

Lietelannan sijoittaminen peltoon – Ympäristötuen erityistukisopimus. Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelma 2007–2013.

<http://www.mavi.fi/fi/index.html> > Viljelijätuet > Hakuoppaat ja ohjeet > Esitteet > Ympäristötuen erityistukiesitteet > Lietelannan sijoittaminen peltoon

Uusi-Kämpä, J. ja Mattila, P. 2010. Nitrogen losses from grass ley after slurry application– surface broadcasting vs. injection. Agricultural and Food Science 19: 327-340.

<https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt> > Julkaisut > Julkaisuhaku > Uusi-Kämpä ja Mattila

Ympäristötuen erityistukien opas; Lietelannan sijoittaminen peltoon. Mavi. 2010.

<http://www.mavi.fi/fi/index.html> > Viljelijätuet > Hakuoppaat ja ohjeet > Ympäristötuen erityistukien oppaat > Lietelannan sijoittaminen peltoon



Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto: Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus



## MAAN RAKENTEEN ARVIOINTI

Maaperän rakenteella on suuri vaikutus maaperän kasvukuntoon ja pellon sadontuottoon. Maaperän kunnosta saa viitteitä havainnoimalla kasvuston epätasaisuutta ja veden lätköitymistä, jotka voivat olla merkkejä myös maaperän tiivistymisestä. Hyväkuntoinen maaperä on rakenteeltaan huokoista, mururakenteeltaan sopivaa ja omaa hyvän veden läpäisyä ja pidätyskykyä. Maan rakenne vaikuttaa suoraan satokasvien ravinteiden käyttöön, pieneliöstöön, kasvuston juuristoon ja vesitalouteen.

### LAPIODIAGNOOSI

Maan rakennetta voidaan arvioida lapianalyysin tai tarkemman laatutestin tulosten perusteella ja ne kertovat paljon maaperän rakenteesta ja tiivistymisen tilasta. Kaivetusta kuopasta analysoidaan ruokamultakerroksen ja pohjamaan rakennetta. Lapiodiagnoosin voi tehdä mihin kasvukauden aikaan tahansa mutta juuristohavainnot voidaan tehdä vain kasvavasta kasvustosta. Maan rakenteen arviointi voidaan tehdä myös muokkauskylvön jälkeen tai sadonkorjuun yhteydessä mutta juuri- ja lierokanavista parhaimman tiedon saa loppukesästä. Maan laatua seurattaessa havainnot tulisi ajoittaa samaan vuodenaikaan.

Lapiodiagnoosi on helppoa ja vähillä työkaluilla toteutettava testi maaperän kasvukunnan arviointiin.

- näytelapio, terä: 20 x 30 cm
- puutarhalapio
- 20 x 30 cm levy
- puukko
- mittanauha
- sormihara
- kamera+muistiinpanovälineet+suurennuslasi

Lapiodiagnoosi toteutetaan kaivamalla puutarhalapiolla 50x35x35 cm kokoinen kaivanto maahan pistetyn näytelapion eteen. Näytelapiota maahan painettaessa huomioidaan maaperän kerrostuneisuus. Tee näytelapion terän kummallekin puolelle 10–15 cm syvät viillot puutarhalapiolla ja työnnä levy näytelapion tilalle maahan. Pistä näytelapio lopuksi viillosten väliin pystysuorassa asennossa. Nosta näyte irti maasta ja tue näytteen rakennetta samalla levyllä näytelapion terää vasten. Kaiva kuopan pohja 50–60 cm syvyyteen, jotta voit havainnoida myös pohjamaan laatua. Otetusta näytteestä havainnoidaan maalaji, kerrostuneisuus, tiiviyys, läpäisevyys, anturat, väri, kosteus, maan lohkoisuus, mururakenne, kanavat, juuristo ja pieneliöstö kuten lierot.



## JÄTKOTOIMENPITEET

Maaperän rakenteeseen voidaan vaikuttaa monella tavalla, mutta tiivistymistä voidaan ehkäistä parhaiten välttämällä työskentelyä pelloilla märkään aikaan. Käyttämällä traktoreissa paripyöriä ja perävaunuissa telipyörästä vähennetään renkaiden maahan kohdistamaa pintapainetta. Muita maan rakenteen parannuskeinoja ovat maalajille sopiva viljelykierto ja viljelytekniikka, salaajituksen kunnostus, suorakylvö, kalkitus, syväjuurisot viljelykasvit, syväkyntö ja jankkurointi.

## LÄHTEET

Havainnot peltomaasta. Farmit.net.  
<http://www.farmit.net/> > Kasvinviljely > Viljelytekniikka > Maan kunto > Lapiroanalyysi > Havainnot pellosta ja kasvustosta > Havainnot peltomaasta > Näin teet analyysin

Rajala, J. 2012. Maan kasvukunto ja rakenne.  
<http://luomu.fi/tietoverkko/> > Maan rakenne > Maan kasvukunto ja rakenne > Diasarja Rajala J. Maan kasvukunto ja rakenne (pdf, 69 s.) > Rajala J. Maan kasvukunto ja rakenne

Peltomaan laatutesti. Agronet.fi. <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/agronet> > Kasvi > Maan laatu ja kasvukunto > Maan rakenne > Peltomaan laatutesti, työohjeet ja tulosten tulkinta

Viljelymaan rakenneongelmat. RAE-hanke.  
<http://rae.savonia.fi/> > Tietopankki > Maatilan tietopaketti > Maatilan tietopaketti > Pelto > Viljelymaan rakenneongelmat > Download



Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto: Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

## KERÄÄJÄKASVIT

Kerääjäkasvilla tarkoitetaan aluskasvia, joka kylvetään samaan aikaan pääkasvilajin kanssa. Lisäksi kerääjäkasvilla tarkoitetaan pääkasvilajin sadonkorjuun jälkeen kylvettyä peitekasvia. Kerääjäkasvien viljely on yksi ympäristötuen lisätoimenpiteistä vuosien 2007 - 2013 ympäristötukiohjelmassa, mutta käytössä vain A- ja B-tukialueilla. Lisätoimenpiteiden ehdot määrittävät, että aluskasviksi voi kylvää nurmea, heinälajeja, apilaa ja näiden seoskasvustoja. Kerääjäkasviksi soveltuu ohra, kaura, nurmet, rehurapsi, rypsi, hunajakukka, valkosinappi, öljyretikka, Calientesinappi, samettikukka, apilat tai näiden kasvilajien siemenseokset. Lisätoimenpiteen hyödyntämisen ehtona on, että alus- tai kerääjäkasveja viljellään vuosittain vähintään 25 %:lla tilan ympäristötukikelpoisesta peltoalasta.

### HYÖDYT

Kerääjäkasvien viljelyn hyötynä typpihuutoumat pelloilta vähenevät merkittävästi aluskasvin sitoessa maaperän liukoisia ravinteita pääkasvin sadonkorjuun jälkeen. Lisäksi kerääjäkasvi auttaa suojaamaan pellon pintaa eroosion vaikutuksilta ja parantaa maan rakennetta ja multavuutta. Palkokasvit, kuten apilat sitovat myös ilmakehän tyypeä kerääjäkasvustoon. Kerääjäkasvi kilpailee myös rikkakasvien kanssa ja parantaa maaperän kantavuutta. Ulkomaisten tutkimusten mukaan menetelmällä on positiivinen vaikutus maan mikrobitoimintaan. Lisätoimenpiteen tuki 13 €/ha ja se maksetaan tilan kaikille ympäristötukikelpoisille hehtaareille.

### VILJELYTEKNIikka

Aluskasvin kylvö toteutetaan pääsatokasvin kylvön yhteydessä sekoittamalla kerääjäkasvin siemen pääsatokasvin kylvösiemenen joukkoon, kylvökoneen piensiemenaatikon kautta tai erillisenä kylvönä pääsatokasvin kylvämisen jälkeen. Valmiiseen kasvustoon aluskasvi kylvetään pneumaattisella kylvökoneella, hajakylvönä tai rikkakasviäestyksen yhteydessä. Kerääjäkasvin kylvö sadonkorjuun jälkeen tapahtuu suoraan kylvönä tai sänkimuokkauksen jälkeen. Aluskasvin taimettumisen onnistumiseen vaikuttaa kylvötiheys ja siemenen multaus kylvön yhteydessä. Kasvuston lopetus tehdään kyntämällä tai kemiallisella torjunnalla.

## HUOMIOITAVAA

- Aluskasvi pitää huomioida pääsatokasvin rikkakasvitorjunta-aineita valittaessa
- Pintaan jäänyt siemen itää ja kasvaa huonosti kuivana kesänä
- Nurmikasvien siementuotantiloilla kerääjäkasvivalinnat tehtävä huolellisesti
- Kerääjäkasvi voi alentaa pääsatokasvin satoa ja myöhästyttää sadonkorjuun ajankohtaa
- Kerääjäkasvilla ei saa perustaa monivuotisia tai viherlannoitusnurmia, eikä kasvustoa saa erikseen lannoittaa
- Kerääjäkasvi tulee kylvää viimeistään elokuun alkuun mennessä hyödyn optimoimiseksi
- Apila aluskasvina merkitsee mahdollisuutta korvata keinolannoitteita biologisen typensidonnan avulla
- Aluskasvina nurmi voidaan hyödyntää myös viljailuilla esim. naapuritilan eläimiä laiduntamalla

## LÄHTEET

Kerääjäkasvit- tutkimuksesta käytännön kokemuksiin. TEHO- hanke 2011.  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=432692&lan=FI> > Julkaisut > Julkaisusarja > TEHO-hanke 4/26011 Kerääjäkasvit - tutkimuksesta käytännön kokemuksiin

Maatalouden ympäristötuen sitomusehdot 2013. Mavi 2013. <http://www.mavi.fi/fi/> > Viljelijä-tuet > Maatalouden ympäristötuki > Perus ja lisätoimenpiteet > Ympäristötuen sitomusehdot > maatalouden ympäristötuen sitomusehdot 2013

Pelto vihreämmäksi kerääjä- ja peitekasvien avulla. RaHa- hanke 2012. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=67&lan=fi> > Alueellista ympäristötietoa > Uusimaa > Ympäristönsuojelu > Maatalouden ympäristönsuojelu > Ravinnehuuh-toumien hallinta (RaHa) –hanke > Tietoa ja materiaalia viljelijöille > Pelto vihreämmäksi kerääjä- ja peitekasvien avulla



Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto: Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus



## MAAN RAKENTEEN KUNNOSTUS JA YLLÄPITO

Maaperän rakenteella on huomattava vaikutus maaperän kasvukuntoon ja pellon sadontuotokkyyn. Maaperän kunnosta saa viitteitä havainnoimalla kasvuston epätasaisuutta ja veden lätköitymistä, jotka voivat olla merkkejä maaperän tiivistymisestä. Hyväkuntoinen maaperä on rakenteeltaan huokoista, mururakenteeltaan sopivaa ja se omaa hyvän veden läpäisy- ja pidätyskyvyn. Muokkausmenetelmä vaikuttaa maan rakenteeseen eri tavoin eri maalajeilla.

### KUNNOSTUSMENETELMÄT

Tiivistynyttä maata voidaan kunnostaa mekaanisesti jankkuroimalla tai biologisesti viljelemällä syväjuurisia lajeja, kuten sinimailasta, apilaa ja ruokonataa.

Jankkuri on perusmuokkausväline tiivistyneen peltomaan syväkuohkeutukseen. Jankkurin työsyvyys on 20 – 50 cm. Jankkuroinnilla maata saadaan kuohkeutettua myös kyntöanturan alta. Näin parannetaan maan rakennetta ja vesitaloutta. Menetelmä vaatii onnistuakseen perehtymistä ja huolellisuutta.

- Jankkurointia ei saa tehdä liian märkään tai liian kuivaan maahan
- Lapididiagnoosi kannattaa tehdä aina ennen jankkurointia
- Mekaanisesti kuohkeutettu maa pitää saada kasviston juuriston sitomaksi saman kasvukauden aikana → syväjuuriset viljelykasvit
- Turvallisinta toteuttaa ensimmäisen vuoden viherlannoituskasvustoon
- Pellon muokkaussuunta kannattaa valita mahdollisuuksien mukaan maan korkeuskäyrien mukaan, jolloin muokkausurat ohjaavat veden virtausta
- Jankkurointi voidaan yhdistää hajakylvöön → kylvökone kytketään jankkurin kolmipistekiinnikkeisiin
- Jankkurointi ei korvaa muita muokkausmenetelmiä

Viljelykierrossa kannattaa pitää mukana monivuotisia syväjuurisia viljelykasveja. Niiden juuristo rei'ittää ja kuohkeuttaa maaperää yhdessä lierojen kanssa tehokkaasti ja pitkävaikutteisesti. Tämä parantaa maaperän huokoisuutta ja multavuutta. Runsaan juuriston vaikutuksesta maaperä kuivuu nopeammin ja edesauttaa varsinkin savimaiden mururakennetta. Monivuotisella palkokasviseosnurmella on selkeä maaperän rakennetta parantava vaikutus.

### MAAN RAKENTEEN YLLÄPITO

Maan rakenteeseen ja viljavuuteen vaikuttavat fyysiset, biologiset ja kemialliset tekijät. Viljelymaan rakenteelliset ongelmat pahenevat yksipuolisen viljelykierron, suurentuneiden peltotyökoneiden ja kevytmuokkauksen myötävaikutuksesta. Märällä pellolla työskentelyn välttäminen, turhan ajamisen välttäminen ja akselipainojen alentaminen ovat hyviä keinoja tiivistymisriskin pienentämiseen. Viljelysmaata muokataan vain tarvittaessa ja maalajille sopivalla menetelmällä, maan ollessa tarpeeksi kuiva. Karjanlanta ja muu eloperäinen aines mullataan matalaan biologisen toiminnan ylläpitämiseksi ja kalkituksesta on huolehdittava. Maan rakenteen kannalta hiesumailla kannattaa suosia kevätkyntöä ja savimailla syyskyntöä. Karkeat kivennäismaat ovat rakenteeltaan hieman kestävämpiä. Hyväkuntoinen maaperän rakenne kiittää viljelijää korkeammilla satotasoilla ja paremmalla kuivuuden ja märkyyden kestävyydellä.

## LÄHTEET

Rajala.J.2006. Luonnonmukainen maatalous.  
<http://luomu.fi/tietoverkko/>> Viljelykierto>  
Luonnonmukainen maatalous–oppikirja netissä>  
Maan viljavuus

Maan rakenteen korjaaminen biologis-mekaanisella syväkuohkeutuksella. Käytännön Maamies.  
<http://tyynelantila.fi/>> Juttuja tilalta> Maan rakenteen korjaaminen syväkuohkeuttamalla

Mattila.T. 2011. Jankkurointi oikotienä pellon hyvään kasvukuntoon. <http://luomu.fi/tietoverkko/artikkelit/>> Muokkaus> Jankkurilla pikakorjaus maan rakenteeseen?> Jankkurointi oikotienä pellon hyvään kasvukuntoon (tietokortti)> Tietokortti

Rajala.J.2012. Maan kasvukunto ja rakenne.  
<http://luomu.fi/tietoverkko/>> Maan rakenne>  
Maan kasvukunto ja rakenne> Diasarja Rajala J.  
Maan kasvukunto ja rakenne (pdf, 69 s.)> Rajala J. Maan kasvukunto ja rakenne



Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto: Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus



## RAVINNEHÄVIKIT EUROIKSI – ITÄ-SUOMEN TUTKIMUSTILAT

### Tilannekatsaus Itä-Suomen RAE-tiloista

RAE-hankkeessa tehtiin Pohjois- ja Etelä-Savon sekä Pohjois-Karjalan alueella yhteensä 170 tilakäyntiä vuonna 2012. Tilakohtaisesti kartoitettiin toimintaa mm. lannanlevitykseen sekä vesistöjen ja ympäristöasioiden huomioimiseen liittyen. Vuonna 2014 näille tiloille tehdään toinen käyntikierto, jolloin arvioidaan tiloille annettujen toimenpidesuositusten toteutumista ja jatkotoimenpiteitä. Tässä yhteenvedossa on koottuja tietoja 147 tilalta.

Tutkimukseen osallistui 147 tilaa:

- 96 maidontuotantoa
- 34 naudantuotantoa
- 9 kasvinviljelytilaa
- 7 sikatilaa
- 1 hevostila

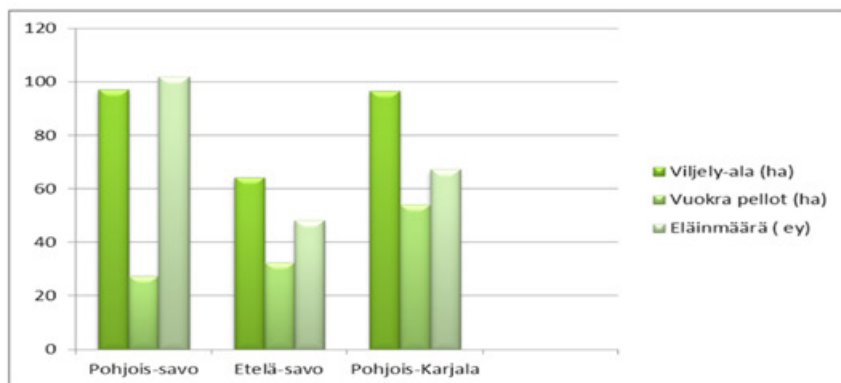
Tilojen viljelyala on keskimäärin 90,2 hehtaaria, josta vuokrattua peltoa on keskimäärin 36,0 hehtaaria. Keskimääräinen eläinyksikkömäärä koko alueella on 81,5 ey (Pohjois-Savossa 101,8 ey).

### Tutkimustilojen esittely

Tutkimukseen osallistuneista tiloista oli:

- 75 tilaa (51 %) Pohjois-Savosta
- 31 tilaa (21 %) Etelä-Savosta
- 41 tilaa (28 %) Pohjois-Karjalasta

**Taulukko 1 Keskimääräiset viljely-alat, vuokrapeltojen osuus viljelyalasta sekä eläinyksikkömäärät maakunnittain tutkimustiloilla.**



## Ympäristötuet ja lisätoimenpiteet

Tiloilta kysyttiin myös mitä erityisympäristötuki sopimuksia ja ympäristötuen lisätoimenpiteitä tiloilla on käytössä. Kolme selvästi suosituinta erityisympäristötukea ovat lietalan sijoittaminen peltoon (22 %), perinnebiotooppien hoito (18 %) ja luonnonmukainen tuotanto (17 %). Lietalan sijoittaminen peltoon myös kiinnosti eniten vastanneita.

Ympäristötuen lisätoimenpiteistä selvästi suosituin on typpilannoituksen tarkentaminen peltokasveille (30 %). Myös ravinnetaseet (14 %) ja lannan levitys kasvukaudella (10 %) ovat kolmen suosituimman joukossa. Ympäristötuen lisätoimenpiteet eivät juurikaan herättäneet kiinnostusta vastanneissa.

## Lannan levitys ja sen ajankohdat

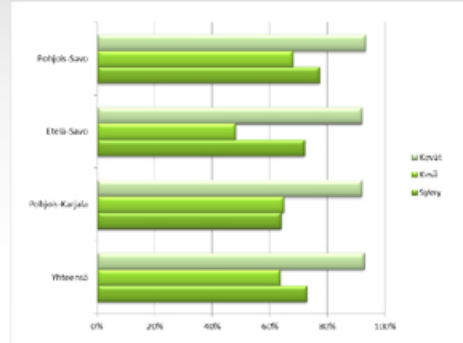
Tilat, joilla on molempia lantalajeja, lietalantaa ja kuivalantaa, käyttävät eniten urakoitsijaa ja levittävät lantaa myös itse. Urakoitsijaa käytetään lannan levitykseen eniten Pohjois-Savossa, missä suuret tilakoot voivat vaikuttaa tulokseen.

**Taulukko 2 Urakoitsijan käyttö lannanlevityksessä maakunnittain tutkimustiloilla.**



Lannan levityksen suosituin ajankohta on kevät, 93 % vastanneista levittää lantaa keväällä. Syksylevytys on suosituempaa kesälevitykseen nähden.

**Taulukko 3 Lannan levityksen ajankohdat tutkimustiloilla.**



Kaikista vastaajista jopa 38 % harkitsee muutoksia lannankäsittelytapoihin. Separointi, biokaasutus ja ilmastus olivat eniten harkittuja tapoja.

**Taulukko 4 Lannankäsittelytapojen muuttamisen harkitseminen tutkimustiloilla.**



## Neuvojen antamat yleisimmät suositukset

- Apilapitoisten nurmien lannoituksen vähentäminen
- Apilan ym. palkokasvien käytön lisääminen
- Lietteen sijoittaminen peltoon
- Peltöjen kalkitus ja kasvien ravinnetarpeen mukainen lannoitus
- Toistuvasti veden vaivaamien alojen jättäminen pysyvästi nurmipeitteiseksi

## KOSTEIKKOJEN VAIKUTUS MAATALOUDEN RAVINNEPÄÄSTÖIHIN

Kosteikolla voidaan tarkoitaa ojan tai vesistön osaa, joka on veden peitossa suurimman osan vuodesta ja on jatkuvasti jonkin verran kostea. Kosteikko voi olla luonnontilainen tai ihmisen rakentama. Kosteikkorakentamisella pyritään palauttamaan oja ja kosteikkoja luonnontilaan, jolloin valumavedet viiptyvät niissä pidempään. Kosteikkojen tehtävänä on myös pidättää ravinteita. Esimerkiksi maatalousalueella sijaitsevan kosteikon päätarkoituksena on vähentää maataloudesta tulevaa ravinnekuormaa. Lähtökohtaisesti kaikissa kosteikkoprojekteissa on kyse vesistön-suojelemisesta sekä luonnon monimuotoisuuden turvaamisesta.



Kuva 1 Riihilahden kosteikon näytepaikat

RAE -hankkeessa seurattiin kolme kohdekosteikkoa Itä-Suomen alueella. Kosteikot sijaitsevat Polvijärvellä, Pieksämäellä ja Iisalmessa. Näytteitä kerättiin kesän 2012 aikana ja tarkoituksena oli analysoida kosteikkojen kykyä sitoa erityisesti maatalouden valumavesien sisältämiä ravinteita. Seuranta jatkuu edelleen ja näytteitä on kerätty myös kesällä 2013.

### Esimerkki: Polvijärvi, Riihilahden kosteikko

- Kosteikko on rakennettu vuosien 2011 ja 2012 aikana.
- Kosteikon valuma-alue on noin 240 ha.
- 75 ha valuma-alueesta on viljeltyä peltoa.
- Kosteikkoalue koostuu kahdesta erillisestä kosteikosta (n. 3,05 ha ja 0,61 ha).



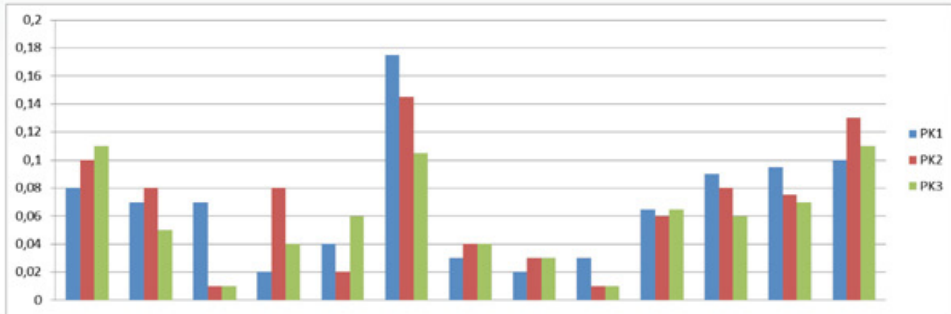
Kuva 2 Yleisnäkymää Riihilahden kosteikosta

Paikan päällä kosteikolta mitattiin pH, sähkönjohtavuus ja happipitoisuus. Laboratoriossa analysoitiin ravinne- ja kiintoainepitoisuudet (kemiallinen hapenkulutus, nitraattityppi-, ammoniumtyppi-, kokonaistyyppi-, kokonaisfosfori- ja rautapitoisuudet sekä sameus ja väri).



Taulukko 1 Riihlahden kosteikon fosforipitoisuudet näytepisteissä

	25.4.2012	2.5.2012	9.5.2012	15.5.2012	31.5.2012	6.6.2012	13.6.2012	25.6.2012	11.7.2012	26.7.2012	9.8.2012	24.8.2012	18.10.2012
PK1	0,08	0,07	0,07	0,02	0,04	0,175	0,03	0,02	0,03	0,085	0,09	0,095	0,1
PK2	0,1	0,08	0,01	0,08	0,02	0,145	0,04	0,03	0,01	0,06	0,08	0,075	0,13
PK3	0,11	0,05	0,01	0,04	0,06	0,105	0,04	0,03	0,01	0,065	0,06	0,07	0,11



## Tutkimustulokset: Riihilahti

Pääsääntöisesti yli puolet vesistöä rehevöittävästä ravinteista jää kosteikkoon, parhaimmillaan jopa 75 %. Taulukon 1 tuloksissa on nähtävissä joitakin piikkejä, jotka johtunevat lannoittamisesta sekä sademääristä. Pitoisuudet kasvoivat kesän loppua kohden, koska kosteikkoon virtaavan veden määrä pieneni.

## Johtopäätökset

Kaikissa kolmessa tutkittavassa kohteessa kosteikolta poistuvassa vedessä on vähemmän ravinteita ja kiintoainesta kuin sinne menevässä vedessä. Kohteiden seuranta jatkuu edelleen vuonna 2014. Oleellista kosteikkorakentamisessa on, että kosteikko on riittävän suuri valuma-alueeseen nähden. Veden puhdistuminen parantaa monen lajin olosuhteita kosteikolla ja sen ympäristössä. Kosteikkorakentaminen lisää usein alueen käyttöarvoa ja turvaa luonnon monimuotoisuutta.

## Lähteet

Häkkinen, Lasse, 2012. Kosteikon vaikutus maatalouden ravinnepäästöihin, opinnäytetyö. Saatavissa: [http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/60116/Hakkinen\\_Lasse.pdf?sequence=1](http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/60116/Hakkinen_Lasse.pdf?sequence=1)



Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto: Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus



## BIOHIILI MAATALOUDESSA

Biohiili (maataloudessa usein käytetään termiä agrohiili tai agrobihiili) on orgaanisen materiaalin hiiltymisjäännöstä, jota voidaan käyttää maataloudessa maanparannusaineena. Biohiiltä saadaan pyrolyysiprosessista, jossa eloperäistä materiaalia kuumennetaan hapettomissa olosuhteissa. Jäljelle jää hyvin huokoista, runsaasti hiiltä sisältävää materiaalia, jolla on todettu olevan maahan lisättynä ravinteita ja vettä pidättävä vaikutus. Vanhimmat tiedot maahan lisätyn hiilen vaikutuksesta maan ravinteisuutta lisäävänä ovat Amazonian alueelta, josta on löydetty ns. Terra preta maaperä. Hedelmällinen Terra preta on muodostunut erilaisten epäorgaanisten (tuhka, luut, ruodot) ja orgaanisten (biojätteet, lanta, virtsa, biohiili) materiaalien jäänteistä. Biohiilellä on keskeinen rooli Terra preta maaperän muodostumisessa, koska se säilyy maassa jopa tuhansia vuosia ja rikastuu sinne muiden materiaalien hajoessa.

### Biohiilen hyödyt maataloudelle

Biohiilen huokoisen rakenteen ansiosta sillä on suuri ominaispinta-ala ja se on yleensä alkalinen ja negatiivisesti varautunut. Näiden ominaisuuksien ansiosta biohiili voi maahan lisättynä pidättää ravinteita, vettä ja vierasaineita sekä lisätä maan ilmvuutta, parantaa maan pH:ta ja kationinvaihtokapasiteettia. Biohiilen rakenteen ansiosta se on maassa hyvin pysyvä, sadoista vuosista jopa tuhansiin vuosiin riippuen lähtömateriaalista ja valmistusprosessista. Sen lisäksi että biohiili on todettu maanparannusaineeksi ja hyväksi keinoksi varastoida hiiltä pitkäksi ajaksi maape-

rään, se voi vähentää maatalouden typpioksidin ja metaanipäästöjä. Biohiilen vaikutukset sadon tuottoon ovat vaihtelevia riippuen muun muassa biohiilen raaka-aineesta, valmistusprosessista, käytetystä biohiiliannoksesta, maalajista sekä kasvilajista. Sadonlisäyksen näkökulmasta runsaasti orgaanista ainesta sisältävät maat eivät näyttäisi hyötyvän lisähiilestä mutta niukkaravinteisilla karkeilla mailla sadonlisäys voi olla erittäin suuri.

### Biohiilitutkimus Suomessa

Suomessa biohiilen vaikutuksia on tutkittu vasta vähän ja lähes kaikissa kokeissa on käytetty kuusihiilistä valmistettua pitkälle hiiltynyttä biohiiltä. Kotimaisissa tutkimuksissa on tähän mennessä havaittu joitakin myönteisiä vaikutuksia, esimerkiksi savimaan rakenteen parantuminen ja eroosiopotentialin pieneneminen, karkeiden maiden vedenpidätyskyvyn lisääntyminen ja ravinteiden (erityisesti nitraattitypen) huuhtoutumisen väheneminen kasvittomasta maasta. Biohiili myös lisäsi lyhytaikaisesti nurmisatoa ja sadon typen määrää sekä rypsin ja ohran satoa erittäin kuivissa olosuhteissa. Toisaalta kyseisissä kokeissa käytetty biohiili ei pääsääntöisesti lisännyt rypsin, ohran, vehnän, timotein ja sokerijuurikkaan satoa ja jopa vähensi perunan satoa. Biohiilestä voi olla hyötyä Suomen maataloudessa, jos peltomaassa on vain vähän orgaanista ainesta ja olosuhteet ovat muutoin epäsuotuisat (esim. kuivuus). Suomen maaperä eroaa oleellisesti lämpimien maiden maaperästä, jotka usein sisältävät vähän ravinteita ja eloperäistä ainesta.

Meillä on otettava huomioon myös maan jääty- mis- ja sulamissykli, joka on yksi ravinteiden huuhoutumisen riskitekijä. Alustavissa tutki- muksissa on havaittu biohiilen vähentävän typpi- peä sulamisvedessä ja siten on mahdollista, että keväthuuhoutumat typen osalta voisivat pienentyä, jos maassa on biohiiltä. Lisää tutkimuksia omina- naisuuksiltaan erilaisten biohiilten vaikutuksista kuitenkin tarvitaan ennen kuin biohiiltä voidaan suuressa mittakaavassa suosittelaa levitettäväksi pelloille.

## Biohiilen valmistus

Biohiiltä voi periaatteessa valmistaa mistä tahansa orgaanisesta materiaalista, mutta maatalouden näkökulmasta tuotannossa muodostuvat sivuvir- rat (esim. lanta, olki) tai puu ovat hyviä raaka-ai- neita. Pyrolyysi eli kuivatislauus voidaan karkeasti jakaa hitaaseen ja nopeaan pyrolyysiin. Hitaassa pyrolyysissä lämpötila nostetaan hitaasti n. 400 °C hapettomissa olosuhteissa, jolloin puu- materiaalista syntyy lopputuotteena n. 35 % bio- hiiltä, 30 % bioöljyä ja 35 % synteetikaasua. Nopeassa pyrolyysissä biomassan lämmitys ta- pahtuu hapettomissa oloissa sekunneissa yli 400 – 500 °C:seen ja tärkein tuotos on nestemäi- nen bioöljy n. 50 – 70 % osuudella. Nopealla py- rolyysillä biohiilen osuus on n. 10 – 30 % ja syn- teetikaasun n. 15 – 20 %. Agrobiohiiltä voi syntyä energian- ja lämmöntuotannon sivutuotteena tai pyrolyysiprosessi voidaan optimoida niin, että sen pääasiallinen tuote on biohiili. Biohiiltä voi- daan myös aktivoida kemiallisella tai biologisella käsittelyllä. Aktivoinnin tavoitteena on lisätä bio- hiilen hyödyllisiä ominaisuuksia (esim. ominais- pinta-ala, pinnan kemiallinen rakenne).

## Lähteet

Kettunen, R., Saarnio, S. 2013. Biochar can restrict N<sub>2</sub>O emissions and the risk of nitrogen leaching from an agricultural soil during the freeze-thaw period. Hyväksytyt lehteen *Agricultural and Food Science*.

Laird DA., Brown RC, Amonette JE, Lehmann J. 2009. Review of the pyrolysis platform for copro- ducing bio-oil and biochar. *Biofuels, Bioproducts & Biorefining*, 3, 547–562.

Lehmann J, Stephen Joseph (toim.). 2009. Biochar for Environmental Management, 448 sivua. Saarnio S, Heimonen K, Kettunen R. 2013.

Saarnio S, Heimonen K, Kettunen R. 2013. Biochar addition indirectly affects N<sub>2</sub>O emissions via soil moisture and plant N uptake. *Soil Biology & Biochemistry* 58, 99–106.

Helenius J, Saarnio S, Turtola E. 2013. Biohiili peltoviljelyn maanparannusaineena. Loppura- portti Maa- ja metsätalousministeriön yhteistutki- mushankkeista.



Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto: Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus



## RAE – TOIMENPIDESUOSITUKSET

Rae-hankkeessa tehtiin 170 tilakäyntiä Etelä-Savon, Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon alueilla sijaitseville tiloille. Tilakäynneillä kartoitettiin tilan nykytilanne ja annettiin toimenpidesuosituksia mm. viljelykiertoon, lannanlevitykseen ja vesitalouteen liittyen. Suositusten toteutumista seurataan toisella tilakäyntikierroksella vuonna 2014. Tässä yhteenvedossa on koottuja tietoja 147 tilakäynnistä, joista vastanneita oli Etelä-Savosta 33 %, Pohjois-Karjalasta 29 % ja Pohjois-Savosta 38 %.

### Viljelykierto, viljelytekniset toimenpiteet ja maanrakenteen parantaminen

Maan tasapainoinen ravinnetila varmistaa hyvän satotason. Hyvän sadon mukana maasta poistuu ravinteita ja valumat ympäristöön vähenee.

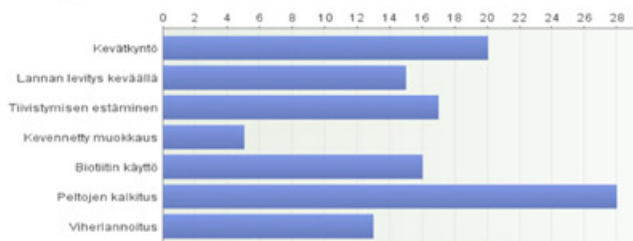
Yleisimmät suositukset olivat typensitojakasvien (esim. apila) ja syväjuuristen kasvien lisääminen laitumiin ja säilörehunurmiin. Typensitojakasvien tehtävänä on sitoa ilmasta typpeä, jolloin lannoitustasoa voi vähentää. Syväjuuriset kasvit parantavat maan rakennetta ja lisäävät biologista aktiivisuutta.

Viljelyteknisistä toimenpiteistä ja maan perusrakennuksesta on annettu suosituksia. Kevätkynnöllä ja kevennetyllä muokkauksella lisätään mm. talviaikaista kasvipeitteisyyttä. Viherlannoitus parantaa maan rakennetta ja vähentää typpilannoituksen tarvetta. Peltojen kalkitus ja biotiitin käyttö nostaa maan pH-arvoa, jolla on merkitystä maassa jo olevien ravinteiden käyttökelpoisuuteen.

**Taulukko 1 Viljelykierron monipuolistaminen.**  
Vastaajien määrä: 110.



**Taulukko 2 Viljelytekniset toimenpiteet ja maanrakenteen parantaminen.**  
Vastaajien määrä: 74.



## Vesitalouden parantaminen

Hyvällä vesitaloudella voidaan merkittävästi vaikuttaa ravinteiden käytön tehokkuuteen sekä ravinnehävikkien pieneneemiseen.

## Lannankäytön tehostaminen

Lannankäytön tehostamiseksi on monenlaisia toimenpiteitä. Yleisin toimenpidesuositus on liete- lannan sijoittamiseen siirtyminen hajalevittämisen sijaan, jolloin typpi saadaan hyödynnettyä tehokkaammin. Lannan sisältämän fosforin hyväksikäyttöä voi tehostaa lietteen mekaanisen separoinnin avulla. Separoidussa lietteessä fosfori on pääosin kuivajakeessa. Lannan kompostointi ja sakokaivolietteen kalkkistabilointi ovat lietteen hygienisoivia toimenpiteitä.

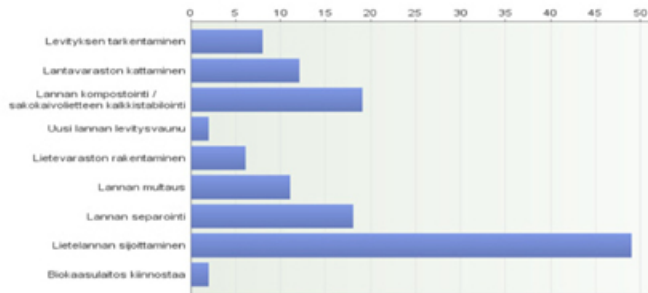
## Muut toimenpidesuositukset

Muita toimenpidesuosituksia olivat mm. laidun- nukseen liittyvät laidunmaita parantavat toimet, kuten valkoapilan lisääminen laidunnurmiin ja täydennyskylvöt nurmien iän jatkamiseksi. Suo- situksia annettiin myös lannoituksen tarkentami- seen ja luomutuotantoon siirtymiseen sekä mui- hin erityisympäristötuki sopimuksiin.

**Taulukko 3 Vesitalouden parantaminen.**  
Vastaajien määrä: 36.



**Taulukko 4 Lannankäytön tehostaminen.**  
Vastaajien määrä: 84.





## MAATILOJEN JALOITTELUTARHOJEN VESIEN HALLINTA - TUTKIMUSTULOKSIA ESIMERKKIKOHTEISTA

Jaloittelutarha on alue, joka on perustettu eläinten ulkoilua varten ja jota ei laidunneta. RAE-hankkeessa on tutkittu kolmea erilaista Pohjois-Savon alueella sijaitsevaa jaloittelutarhaa. Tarhojen valumavesien tyyppi- fosfori- ja ulostemikrobikuormitusta on seurattu ojista ja purkuputkista otetuilla vesinäytteillä kesinä 2012 ja 2013. Seurantaa jatketaan myös kesän 2014 aikana.

### Erilaiset tarhapohjatyytit

Jaloittelutarhoja on kolmea eri tyyppiä; tiivispohjaisia, maapohjaisia ja vaihtopohjaisia. Pohjan rakenne sekä pintamateriaali vaikuttavat valumavesien muodostumiseen. Kiinteäpohjaisissa jaloittelutarhoissa kertyy vuoden aikana enemmän valumavettä maapohjaiseen tarhaan verrattuna, sillä maapohjaisessa vedestä suurin osa imeytyy maahan ja pinta-ainekseen. 2000-luvun alussa tarhojen yleisimmät pohjamateriaalit olivat betoni ja asfaltti.

### Vesinäytteenotto

Kahden eri paikkakunnan kolme kohdejaloittelutarhaa olivat: TMLI (tiivis- ja maapohjainen, liha-karja), ALY (asfalttipohjainen, lypsakarja) ja VLY (vaihtopohjainen, lypsakarja). Jaloittelutarhojen yhteydessä olevissa havaintopisteissä mitattiin paikan päällä lämpötila, pH, sähköjohtokyky ja happipitoisuus. Savonia-amk:n laboratoriossa analysoitiin väri, sameus, nitraattityppi (NO<sub>3</sub>-N), ammoniumtyppi (NH<sub>4</sub>-N), kokonaistyyppi (N<sub>kok</sub>) ja kokonaisfosfori (P<sub>kok</sub>). Osasta näytteistä analysoitiin myös E. coli -bakteerien määrä.

### Esimerkinä kohdejaloittelutarha VLY

Tilalla on lypsylehmiä ja nuorkarjaa yhteensä 130, joista tarhassa kerrallaan 15 – 20 eläintä. Jaloittelua tapahtuu ympäri vuoden, kesällä päivisin n. 4 h/vrk ja talvella n. 1 h/vrk. Tarhan koko on 600 m<sup>2</sup>, josta tiivispohjaisen alueen osuus 550 m<sup>2</sup>. Pohja on rakenteeltaan soraa ja tarha sijaitsee hiekkamaalla. Pohjaa ei kokonaan vaihdeta, hiekkaa lisätään keväisin ja lantaisimmat kohdat poistetaan. Jaloittelutarhan valumavedet valuvat imeytysojaan.

### Jaloittelutarhan näytteenottopisteet ja näytteenoton tulokset

Vesinäytteitä otettiin jaloittelutarhan imeytysojasta neljästä eri pisteestä ja lisäksi otettiin verrokkinäyte (piste 0) lähellä olevasta järvestä, ojan las-  
kuputken suulta.

Kuva 1. VLY tarhan näytteenottopisteet



**Taulukko 1. Näytteenottopisteiden kokonaistyppi- ja kokonaisfosforipitoisuudet.**

Kokonaistyppi (Kok-N) mg/l					
	14.5.2013	29.5.2013	17.6.2013	2.7.2013	13.8.2013
0.piste	-	4,2	-	-	-
1.piste	6,00	-	-	-	-
2.piste	4,00	3,70	4,30	4,00	4,50
3.piste	19,80	22,60	2,10	1,40	15,30
4.piste	4,20	9,30	7,00	3,60	2,80

Kokonaisfosfori (Kok-P) mg/l					
	14.5.2013	29.5.2013	17.6.2013	2.7.2013	13.8.2013
0.piste	-	0,135	-	-	-
1.piste	0,075	-	-	-	-
2.piste	0,035	0,025	<0,03	0,075	0,045
3.piste	0,135	0,155	<0,03	<0,03	0,105
4.piste	0,115	0,075	0,950	0,695	0,125

### Määritetyt E. coli –pitoisuudet:

- 1. piste: 1 pmy/ml (14.5.2013)
- 3. piste: 19 pmy/ml (2.7.2013), 27 pmy/ml (13.8.2013)
- 4. piste: 31 pmy/ml (17.6.2013), 953 pmy/ml (2.7.2013), 15 pmy/ml (13.8.2013)

### Johtopäätökset

Kohdejaloittelutarhan VLY valumavesien ravinnepitoisuudet eivät ole kovin suuria, sillä osa tarhan ravinteista suotautuu hiekkakerroksen läpi maapohjaan. Aikaisemmista tarhatutkimuksista poiketen tarhassa on tyypeä enemmän nitraattikuin ammoniumtyyppien muodossa. Nitraattityppi on yleensä energiataloudeltaan kasveille epäedullisempaa, sillä kasvit tarvitsevat paljon energiaa muuntaakseen nitraattityyppien ammoniumtyypeksi. E. coli –bakteerien määrä pisteissä 3 ja 4 ylittää uimakelpoisuuden vaatimukset.

Ympäristöystävällisin tarhoista oli tiivispohjainen ALY, sillä vedet ohjautuvat asfalttipinnalta keräilykaivoihin, joista edelleen kokoomakaivon kautta lietesäiliöön.

Mikään kolmesta kohdetarhasta ei aiheuta suurta kuormitusta ympäristöön ja vesistöön kaikkien pitoisuuksien ollessa pieniä. Näin ollen puhdistustoimenpiteille ei ole tarvetta. Kaikki tarhojen mitaustulokset vuosilta 2012-2013 ovat luettavissa alla mainitusta linkistä.

### Lähteet

[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/64833/Tikkanen\\_Tanja.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/64833/Tikkanen_Tanja.pdf?sequence=1)

Tikkanen, Tanja. Maatilojen jaloittelutarhojen vesien hallinta. Opinnäytetyö, Savonia-amk, 2013.



## INTEGROITU KASVINSUOJELU

Integroitu kasvinsuojelu eli IPM (IPM = Integrated Pest Management) tarkoittaa kasvinsuojelua, jossa yhdistellään harkitusti erilaisia torjuntamenetelmiä ja kemiallisia torjunta-aineita käytetään mahdollisimman vähän. Jokaisen kasvinsuojeluaineen ammattikäyttäjän tulee noudattaa integroitua torjuntaa vuoden 2014 alusta lähtien. Alla on lueteltu integroidun kasvinsuojelun pääperiaatteet.

### Ennakointi ja suunnitelmallisuus

Suunnitelmallisuus ja ennakointi ovat integroidun kasvinsuojelun tukiranka. Vuosittain laadittavassa kasvinsuojelusuunnitelmassa kasvinsuojelutarvetta mietittäessä tulee ottaa huomioon edeltäneet ja tulevat viljelykasvit, lajikevalinta, peltolohkojen ominaisuudet, muokkausmenetelmä sekä kylvöaika ja kylvömenetelmä. Suunnittelu kannattaa aloittaa jo talvella ja vuosittaiset muistiinpanot antavat tietoa oman alueen tuhoojista ja auttavat suunnittelussa. Tuhoojien esiintymistä on mahdollista ennaltaehkäistä monipuolisen viljelykierron, sopivien muokkausmenetelmien ja terveen lisäysmateriaalin avulla.

### Tarkkailu ja tunnistus

Kasvintuhooja tarkkailemalla ja seurannan tulosten perusteella pystytään tekemään päätökset oikean torjuntamenetelmän käytöstä oikeaan aikaan. Kasvintuhoajat on osattava tunnistaa ja tarvittaessa on otettava yhteys asiantuntijaan. Viljelijän aktiivinen oma havainnointi on ensiarvoisen tärkeää, jotta päätöksiä ei tehdä ”mututuntumalla”. Kasvituholoisten tarkkailua tehdään liima- ja feromoniansoilla, houkutus- ja indikaattorikasveilla sekä kasvustotarkkailulla. Myös kasvitautien sekä rikkakasvien tarkkailu on aloitettava heti kylvön tai istutuksen jälkeen ja monivuotisissa kasvustoissa kasvun alettua.

### Kynnysarvot

Kynnysarvot tarkoittavat tutkittuja raja-arvoja, jotka kertovat mikä määrä tuhojia aiheuttaa taloudellisen haitan. Torjuntapäätökset tehdään kynnysarvojen perusteella. Torjunta on aloitettava ennen kuin taloudellisen tuhon kynnys ylittyy. Torjuntamenetelmän valinta vaikuttaa siihen, milloin torjunta aloitetaan. Käytettäessä nopeasti vaikuttavia kemiallisia torjunta-aineita, torjunnan kynnysarvo on hieman alempi kuin taloudellinen kynnysarvo. Valittaessa biologinen torjuntamenetelmä torjunnan kynnysarvo on huomattavasti matalampi sen hitaamman vaikutuksen johdosta.

### Torjuntamenetelmien yhdistely

Integroidussa kasvinsuojelussa on tarkoitus yhdistellä monipuolisesti eri torjuntamenetelmiä. Tarpeen mukaan käytetään viljelyllisiä, biologisia, mekaanisia tai kemiallisia torjuntakeinoja. Tarkkailemalla kasvinsuojeluaineiden tehoa ja käyttöä viljelijä oppii tietämään millä menetelmillä saadaan paras torjuntatuloks. Rikkakasvien, kasvitautien ja kasvituholoisten resistenssiä voidaan ehkäistä vaihtamalla kasvinsuojeluaineen tehoaine vuosittain.

### Integroidun kasvinsuojelun hyödyt

Integroitua torjuntaa käyttämällä säästetään kasveja jatkuvien torjunta-ainekäsittelyiden vähennyttä. Integroidussa kasvinsuojelussa tulisi hyödyntää luonnon omiin mekanismeihin perustuvia torjuntakeinoja ja käyttää kasvinsuojeluaineita vain, kun se on välttämätöntä eikä siitä aiheudu haittaa ympäristölle tai ihmisten terveydelle. Integroidun kasvinsuojelun kannalta suurin hyöty on se, että kasvintuhoojien resistenssin kehittymisen on hidasta tai se voidaan jopa kokonaan estää. Näin kasvinsuojeluaineiden käyttöikä pitenee.



## Lähteet

<http://www.farmit.net/kasvinviljely/erikoiskasvien-viljely/kasvihuoneviljely/kasvihuoneviljely-kaesikirja/kasvinsuojelu/in>

<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kemikaalit-biosidit-ja-kasvinsuojeluaineet/Kasvinsuojeluaineet/Kasvinsuojeluaineiden-kestava-kaytto-/Integroitu-kasvinsuojelu/>

[http://www.mmm.fi/attachments/elo/newfolder/newfolder/67EhWquho/MMMa\\_7\\_2012.pdf](http://www.mmm.fi/attachments/elo/newfolder/newfolder/67EhWquho/MMMa_7_2012.pdf)



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



## MAATALOUDEN VESIENSUOJELUTOIMET

Maatalouden vesistökuormitus on pääasiassa hajakuormitusta eli sitä tulee erilaisia määriä useista eri kohdista. Jos kuormitus on pistekuormitusta, sitä on helpompi hallita, koska kuormitusta vähentävät toimet voidaan hoitaa keskitetysti suoraan kuormituslähteellä. Pistekuormitusta voi tulla mm. säilörehun puristenesteistä, lantaloista ja karjasuojista. Esimerkiksi jaloittelutarhan aiheuttamaa kuormitusta voidaan vähentää hyvällä rakennesuunnittelulla ja sopivalla käyttömäärällä. Pelloilta ravinnekuormitus tulee hajakuormituksenä ja vesiensuojelutoimet pitäisi aina valita peltolohkokohteisesti. Hajakuormituksen hallinnassa keskitytään pitämään ravinteet mahdollisimman tehokkaasti pelloilla.

### Vesitalouden parantaminen ja pellon kasvukunnosta huolehtiminen

Hyvä maanrakenne on ensiarvoisen tärkeää kasvien hyvän kasvun ja tehokkaan ravinteiden oton varmistamiseksi. Syväjuuristen kasvien viljely parantaa maan rakennetta ja runsaita vihermassoja tuottavat kasvit kasvattavat maan humuspitoisuutta. Kalkitus vapauttaa maan fosforivarantoja kasvien käyttöön ja nostaa maan pH:ta. Pellon kasvukunto ja hyvä vesitalous varmistetaan toimivalla ojituksella.

Hyvän maanrakenteen säilyttämiseksi on myös otettava huomioon peltoöiden oikea ajoitus, koneiden järjestyminen ja ajokertojen minimoiminen. Väärillä valinnoilla voi pilata maan rakenteen ja aiheuttaa maan tiivistymistä.

Suurin osa huuhtoumista tapahtuu kasvukauden ulkopuolella. Ravinteiden huuhtoutumista ja eroosiota estäviä keinoja ovat esimerkiksi talviaikainen kasvipeitteisyys, suojavyöhykkeen perustaminen ja kosteikon rakentaminen. Etenkin eroosioherkille ja vesistöön päin kalteville lohkoille

tai alueille, jotka jäävät toistuvasti tulvien alle tulisi kiinnittää erityistä huomiota.

### Lannankäytön tehostaminen ja tarkentaminen

Jos lannan ravinteet hyödynnetään tehottomasti, ravinteet päätyvät ympäristöön erilaisina päästöinä. Maan ravinnetarpeen ylittävä lannoitus on myös turha kustannus. Ravinnetaselaskelma auttaa lannoituksen suunnittelussa. Se antaa tiedon siitä, miten ravinteet on käytetty ja ravinteiden ”kotiuttamisella” saavutetaan taloudellinen hyöty. Lannan käsittely, varastointi ja levitys on suunniteltava niin, että valumat ja haihtuminen pysyvät mahdollisimman pieninä.

Lannan käsittelyssä on jo paljon vaihtoehtoja, esimerkiksi lannan separointi tai kompostointi ovat hyviä toimintamenetelmiä suurilla tiloilla. Lantaa tulee levittää sopiva määrä sopivalle lohkolle huomioiden levitystekniikka. Esimerkiksi levittämällä lanta multaavalla tai sijoittamalla laitteella saadaan lannan sisältämät ravinteet parhaiten kasvien hyödyksi.

### Viljelytekniset toimenpiteet

Viljelyteknisillä toimenpiteillä voidaan parantaa maan rakennetta, multavuutta ja kasvukuntaa sekä vähentää rikkakasveja ja kasvitauteja. Aluskasveja käyttämällä voi nostaa satotasojia ja lannoitusta on mahdollista vähentää. Hyviä aluskasveja viljoille ovat palkokasvit, nurmet ja syväjuuriset kasvit (esim. puna-apila, mailaset). Syväjuuriset kasvit parantavat myös maan rakennetta ja multavuutta. Typpilannoitustarvetta voi vähentää käyttämällä typensitojakasveja (herneet, härkäpapu, apila). Monipuolinen viljelykasvivalikoima voi vähentää kasvinsuojeluaineiden käyttötarvetta.

## Lähteet:

[http://www.jyvaskyla.fi/instancedata/prime\\_product\\_julkaisu/jyvaskyla/embeds/jyvaskylawwwstructure/55926\\_Maatalouden\\_vesiensuojelu\\_s.pdf](http://www.jyvaskyla.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/jyvaskyla/embeds/jyvaskylawwwstructure/55926_Maatalouden_vesiensuojelu_s.pdf)

[http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi\\_ja\\_meri/Vesien\\_ja\\_merensuojelu/Maatalous](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi_ja_meri/Vesien_ja_merensuojelu/Maatalous)

[http://www.mtk.fi/ymparisto/Vesiasiat/fi\\_FI/maatalouden\\_vesiensuojelu/](http://www.mtk.fi/ymparisto/Vesiasiat/fi_FI/maatalouden_vesiensuojelu/)



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



## HYVÄT MAATALOUSKÄYTÄNNÖT: PELTOLOHKOJEN VAIHTOKAUPPA KANNATTI

”Yhtenä päivänä vaan menin naapuriin ja siitä se sitten lähti, että yhtä rajaa vähän oikaistaan...”

**Antti Väänänen** maatila sijaitsee Maaningan Tuovilanlahden kylällä. Tilalla on 30 lypsylehmän parsinavetta, lisäksi nuorkarjalle on 35 eläinpaikkaa. Tilan kaikki rehut tuotetaan omilla pelloilla. Yhteensä 45 pellohehtaarella viljellään viljaa ja apilapitoista nurmea sekä laidunnetaan toukokuusta syyskuulle. Peltolohkot sijaitsevat tilakeskuksen lähellä molemmin puolin kylätietä.

**Tuovilanlahden kylä** on mäkiä ja vesistöjen halkomaa. Myös Väänänen tilan pellot kylätien toisella puolen rajoittuvat jyrkkärantaiseen Pitkäjärveen ja lohkot ovatkin pääasiassa laidun-käytössä. Vaikka tilan kaunimmaisille lohkoille on vain noin kilometrin matka, maatalousajo polveilevassa maastossa kerryttää ajokilometrejä ja kuluttaa polttoainetta. Osa tilan peltolohkoista on myös ollut pieneköjä ja kulmikkaita.

**Logistiikan ja peltotöiden** sujuvoittamiseksi Väänänen tilalla toteutettiin tilusvaihto naapuritilan kanssa. Koska kaikki peltolohkot sijaitsevat hyvällä etäisyydellä tilan talouskeskuksesta, vaihdolla ei ensisijaisesti tavoiteltu lohkojen parempaa sijoittumista tilakeskukseen nähden. Sen sijaan logistiikkaa haluttiin järkevämmäksi ja lohkojen muotoa taloudellisemmäksi.

**Ajatus tilusten** vaihdosta lähti pieneköstä alasta. Väänänen ja naapuritilan rinnakkain sijaitsevilla lohkoilla oli kömpelö kulma, joka aiheutti ongelmia niin kylvö- kuin sadonkorjuutöissäkin. Lisäksi Väänänen kapea ja pitkä pelto sijaitsi rinneessä naapurin peltolohkojen välissä, joten liikenne pellolle ja pois sieltä vaati paljon ajamista

viljelyalueella. ”Yhtenä päivänä vaan menin naapuriin tarkoituksena ehdottaa, että yhtä rajaa vähän oikaistaisiin ja siitä se sitten lähti,” Antti Väänänen kertoo.

**Pelkän rajan oikaisun** sijaan tiloilla päädyttiin järjestelemään lohkoja hieman laajemmin. Väänänen tilaan liitettiin koko naapurin peltolohko. Vastineeksi naapurille luovutettiin vastaavankokoinen lohko, joka sijaitsi erillään muista Väänänen lohkoista ja rajoittui naapuritilan maihin. Loppujen lopuksi tilusvaihtojärjestelyssä omistajaa vaihtoi noin 1,4 hehtaarin ala. Lisäksi Väänänen osti naapurilta peltoa oman lohkonsa toiselta puolelta, jolloin lohkokoko kasvoi huomattavasti ja lohkon rajat saatiin suoristettua. Tilusjärjestelyn myötä myös tilan lohkokartta yksinkertaistui; alun perin kaiken kaikkiaan yksitoista lohkoa saatiin yhdistettyä seitsemäksi lohkoksi.

**Tilusten vaihtoa alettiin** suunnitella vuonna 2010. Prosessi saatiin päätökseen syksyllä 2013, jolloin lohkot olivat vaihtaneet lopullisesti omistajaa. Haasteellisen prosessista teki, että Väänänen tilalla harjoitetaan tavanomaista ja naapuritilalla puolestaan luonnonmukaista viljelyä. Lohkojen vaihdon esteeksi tuntui muodostuvan epäily siitä, että vähäpätöiseltä vaikuttavan alan vaihtaminen naapurin kanssa syö luonnonmukaisen viljelyn tuet koko naapuritilan peltoalalta. Kantaa asiaan selvitettiin ministeriötä myötä ja lopulta ELY-keskukselta saatiin vaihdolle puoltava päätös. Naapuritilan tuen säilyvät muuttumattomina, kun lohkot olivat vuokralla kolmen vuoden siirtymäajan ennen vaihtokaupan virallistamista.

**Tilojen toiveena oli**, että rahaa ei hankkeessa liikkuisi vaan vaihdettavat maa-alueet korvaisivat toisensa. Aivan näin ei kuitenkaan käynyt, sillä vaihdosta tuli maksettavaksi sekä luovutusvoitto- että varainsiirtovero. Prosessin alkuvaiheessa tilat toivoivat, että myös lähiseudun muut tilat olisivat kiinnostuneet lohkojen uudelleen järjestelystä ja alueelle olisi saatu laajempi tilusjärjestelyhanke. Hankkeen kautta olisi tilusvaihdon suunnittelun ja toteutuksen kustannuksiin voitu hakea ulkopuolista rahoitusta. Samoin huonokuntoisten ja ojittamattomien lohkojen kunnostusta olisi voitu tehdä hankkeen puitteissa. Mäkisessä ja järvi- en pirstomassa maastossa monet tiloista olisivat myös todennäköisesti hyötynyt järjestelystä logistiikan parannuttua.

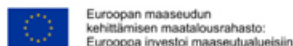
**Vaikka tilusten vaihto** vei useamman vuoden aikaa ja prosessi tuntui byrokraattiselta, Antti Väänänen antaa hankkeelle kuitenkin kaiken kaikkiaan hyvän tai jopa kiittettävän arvosanan. Peltolohkojen järjestelyn myötä lohkolle on useampi liittymä tieltä, jolloin maata tiivistävä ajo viljelyalueella on vähentynyt. Myös ajoreitit voidaan suunnitella taloudellisemmin ja mäkiajoa välttämällä, mikä on vähentänyt selvästi polttoaineen kulutusta.

## LÄHTEET JA LISÄTIETOA

Hiironen, J. & Ettanen, S. 2013. Peltoalueiden tilusrakenne ja sen parantamismahdollisuudet. Maanmittauslaitoksen julkaisu nro 113. Saatavana: <http://www.maanmittauslaitos.fi/sites/default/files/Peltoalueiden%20tilusrakenne%20ja%20sen%20parantamismahdollisuudet.pdf>

Maa- ja metsätalousministeriö MMM. Maa- ja metsätalousministeriön tilusjärjestelystrategia 2008-2013. Saatavana: [http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/julkaisu\\_arja/2008/5vhnWRDq6/1\\_2008\\_MMMn\\_tilusjarjestelystrategia\\_2008-2013.pdf](http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/julkaisu_arja/2008/5vhnWRDq6/1_2008_MMMn_tilusjarjestelystrategia_2008-2013.pdf)

Maanmittauslaitos MLL. Tilusjärjestely. Saatavana: <http://www.maanmittauslaitos.fi/kiinteistot/maanmittaustoimitukset/tilusjarjestely>





## HYVÄT MAATALOUSKÄYTÄNNÖT: KOSTEIKKO KAIPAA HYVÄÄ SUUNNITTELIJAA

**Lenjuksen tila** Mikkelin Porrassalmella sijaitsee monin tavoin merkittävässä maisemassa: historiallista Porrassalmen taistelua käytiin kirjaimellisesti tilan päärakennuksen nurkalla. Taistelupaikkojen lisäksi vesistöjen keskellä kiemurtava harjualue on maakunnallisesti ja valtakunnallisesti arvokas maisemakohde. Tila sijaitsee myös Etelä-Savon vesienhoidon kannalta keskeisellä, Mikkelin eteläpuolisen Saimaan vesistöalueella. Maidon-tuotannon ja metsänhoidon lisäksi maisemanhoito onkin tilan toiminnan kolmas tukijalka.

**Vesistön läheisyys** on sekä mahdollisuus että rajoite maatalouden harjoittamiselle tilan ympäristössä. Uutta peltoa ei alueella ole juuri ostettavissa tai raivattavissa kohtuullisella etäisyydellä tila-keskuksesta. Tämän hetkisestä peltoalasta merkittävä osa sijaitsee pohjavesialueella, joten lannoitteiden ja kasvinsuojeluaineiden käytössä on oltava erityisen tarkkana. Tilan isäntä Petri Pekonen on myös pohtinut paljon maatalouden vaikutusta vesistön kuormitukseen. Esimerkiksi kalakanta ja kalojen maku on lähivesistöissä heikentynyt ja valitettavasti Lenjuksen tila on yhdessä naapurin kasvinviljelytilan kanssa todennäköisesti vesistöalueen suurin ulkopuolinen kuormittaja.

**Petri Pekonen onkin** pitänyt tärkeänä olla ajan tasalla ja mukana alueen vesiensuojelua koskevissa selvityksissä ja hankkeissa. Tilalla on myös panostettu ranta-alueiden suojavyöhykkeisiin, pysyviin nurmiin ja perinnebiotooppikohteisiin. Ajankohtainen hanke vesistön suojelemiseksi on myös suunnitteilla oleva kosteikko.

**Kosteikon sijoitusta maisemaan** on pohdittu tilalla tarkkaan. Tällä hetkellä todennäköisimmältä tulevan kosteikon paikalta näyttää rantaluhta, jonka reunalla valtaoja laskee vesistöön. Kosteikon rakentamisen yhteydessä saattaisi myös olla mahdollisuus parantaa läheisten peltoalueiden vesitaloutta ja rakennetta salaojituksella. Toisaalta ranta-alueen toisella reunalla, Surnunjärven rannalla on jo olemassa laskeutusaltaita, joiden yhteyteen kosteikko voitaisiin myös perustaa. Tavoitteena on, että kosteikolla olisi mahdollisimman monia edullisia vaikutuksia sekä vesiensuojelun, maiseman että luonnon monimuotoisuuden kannalta.

**Molemmilla mahdollisilla** sijoituspaikoilla on kuitenkin myös haasteensa. Rantaluhta on tällä hetkellä perinnebiotooppikohde, jolla tilan 40 lypsylehmää ja hiehot laiduntavat. Kosteikon rakentamisen jälkeen laiduntaminen alueella ei enää olisi mahdollista. Lisäksi alueella ongelmanna on Saimaan vedenkorkeus, joka peittää alueen silloin tällöin tulvan alle. Vedenkorkeuden entisestään noustessa ja myös maan muokkaustöissä alueen perinteinen lajisto saattaisi muuttua. Näin monimuotoisuuden säilyttämisen sijaan kosteikko saattaisikin tehdä haittaa alueen lajikirjoille. Myös kosteikon vaihtoehtoinen sijoituspaikka laskeutus-altaiden yhteydessä liittyy laidunnettavaan perinnebiotooppialueeseen, joten huoli lajien monipuolisuudesta ja laidunmahdollisuuden säilymisestä on senkin kohdalla aiheellinen.

**Paikan valinnan lisäksi** kosteikon suunnittelu-  
vaiheen haasteeksi on osoittautunut hyvän suunnittelijan löytäminen hankkeelle. Kokeneen ja taitavan suunnittelijan avulla kysymykset sopivimmasta sijoituspaikasta ja kosteikon todellisista vaikutuksista todennäköisesti olisivat helpommin ratkaistavissa. Samalla voitaisiin edetä pohtimaan tarkemmin hankkeen rahoitusta ja kosteikon konkreettista rakennetta. Petri Pekosen toiveena onkin tietokanta tai tekijäpankki, josta voisi etsiä päteviä suunnittelijoita ja toteuttajia avuksi niin kosteikko- kuin muihinkin maatalouden ympäristöhankkeisiin.

## LÄHTEET JA LISÄTIETOA

Kotiseutukosteikko Life+. Kosteikon perustaminen [verkkosivu]. Saatavana: <http://kosteikko.fi/kosteikon-perustaminen/>

WWF. Kosteikot [verkkosivu]. Saatavana: <http://wwf.fi/maapallomme/itameri/kosteikot>



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



## HYVÄT MAATALOUSKÄYTÄNNÖT: LAIDUNNUS HOITAA VASIKOITA JA MAISEMAA

“Laitumella ne vasikat kasvatetaan...”

**Kari Havukaisen ja Minna Venäläisen** tilan kolmisenkymmentä emolehmää laiduntaa Pyhäjärven rantamaisemassa. Välikummun tilan käytössä on hieman alle sata hehtaaria peltoa. Noin 60 hehtaarin alalla viljellään luonnonmukaisesti rehut koko karjalle; viljelykierrossa on apilapitoisen nurmen lisäksi kauraa ja rypsiä. Noin kolmasosa pellosto on laidunta. Blond d’Aquitane - ja simmental -emojen lisäksi osansa laitumista haukkaa myös tilan neljä hevosta.

**Kaikki tilan emot poikivat** keväällä. Kiireisintä poikimisaikaa on huhti- toukokuu, hiehot poikivat hieman myöhemmin alkukesällä. Vasikat kasvavat tilalla noin 300 kiloiksi, jonka jälkeen ne lähtevät loppukasvatukseen. Tilalla käytetään omaa sonnia, joka astuu omia tyttäriään lukuun ottamatta tilan kaikki emot. Uudistamiseen tarvittavat hiehot pyritäänkin hankkimaan tilan ulkopuolelta. Siksi tilan blondi -karja on viime aikoina täydentynyt myös simmental -rodulla.

**Tilan emot ulkoilevat** pihaton yhteydessä olevassa jaloittelutarhassa ympäri vuoden. Laidunkausi alkaa alkukesästä kun ruoho on noin 20 sentin korkuista ja jatkuu mahdollisimman pitkälle syksyyn. Laitumet on järjestetty tilakeskuksen yhteyteen ja lauma kulkee niille itse. Juottopaikat ovat tilakeskuksessa, mutta hyvän heinän aikaan, kun lisäruokintaa ei tarvita, lauma käy kotona vain harvoin. Sen sijaan tilan väki seuraa emoja vasikoineen laitumella tarkkaan; alkukesästä seurataan poikimisia ja vasikoiden alkutaivalta, loppukesästä emojen kuntoa, vasikoiden kasvua ja laitumen riittävyttä.

### Eläimet hoitavat myös maisemaa

Välikummun tilan laidunalueilla on muutamia perinnebiotooppi- ja luonnon monimuotoisuuskohteita. Aivan tilakeskuksen naapurissa on esimerkiksi Moisseen kallio, joka on luokiteltu paikallisesti arvokkaaksi perinnemaisemaksi.

**Tilan perinnebiotooppikohteet** ovat vanhoja laidun-maita. Tilalla aikaisemmin pidetty lypsykarja on pitänyt muun muassa tilan ja kylätien välissä sijaitsevan haan ja tuoreen niityn ansiokkaasti avoimena. Tätä maisemanhoitotyötä ovat jatkaneet emolehmät ja erityisesti hevoset. Näin ollen perinnebiotooppin kohdalla ei ole tarvittu suurta ennallistamistyötä.

**Ätäskö-järven rannalla** on suojaavyöhykkeenä toimiva rantanurmi ja sen yhteydessä laskeutusallas. Alue on tärkeä vesilinnuston ruokailu-, pesimis- ja levähdys-alue. Aluetta on tarkoitettu hoitaa laiduntamalla siellä hiehoja ja niittämällä. Nurmi uusitaan pintamuokaten ja lannoittamatta 2-3 vuoden välein veden ollessa tarpeeksi matalalla. Tosin valuma-altaan saarek-keeseen odotetaan vielä siltaa, jota pitkin karja pääsisi laiduntamaan alueelle ja alueen avoimena pitäminen raivaamalla olisi helpompaa.

**Erikoislohkot ovat pienipiirteisiä** eikä niiden osuus tilan koko peltopinta-alasta ei ole kovin suuri; yhteensä perinnebiotooppeja ja luonnon monimuotoisuuskohteita on pari hehtaaria. Näin ollen alueiden ruokinnallinen tai taloudellinen merkitys tilalle ei ole merkittävä. Tilalla on kuitenkin koettu tärkeäksi maiseman säilyttäminen avoimena.



–Onhan hyvä, että jää jotakin eteenpäin kerrottaava vanhoista paikoista ja ajoista, toteaa tilan isäntä.

## Maata ja maisemaa vaalitaan oikealla laidunpaineella

Laiduntaminen on tärkeä osa tilan tulosta ja siksi siihen panostetaan. Emot käyttävät laitumen tehokkaasti hyväkseen ja laitumen onkin todettu olevan vasikkoiden kasvun kannalta riittävä rehu. Tosin loppukesästä vasikoille tarjoillaan väkirehua vasikkapiiloista, joihin emot eivät pääse. Silinä, että laiduntaminen on ylipäättään mahdollista, on myös suuri merkitys tilan tuloksen kannalta. Mikäli riittävästi laidunmaata ei olisi käytössä ja karja kasvatettaisiin sisätiloissa, vaadittaisiin huomattavia investointeja rakennuksiin. Pitkä laidunkausi ja laitumelle itse kulkevat eläimet vähentävät myös rehun ja lannan ajamisesta syntyvää liikennettä.

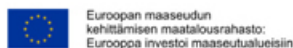
**Osa tilan käytössä** olevasta laidunmaasta on vanhaa Pyhäjärven pohjaa. Pehmeät ja alavat järvenrantamaat vaativat tarkkuutta laidunpaineen säätelyn suhteen. Erityisesti syksyllä laidunten kuntoa tarkkaillaan jatkuvasti; useamman sorkkaporin alla koko laidun-alue kuluu helposti paljaaksi.

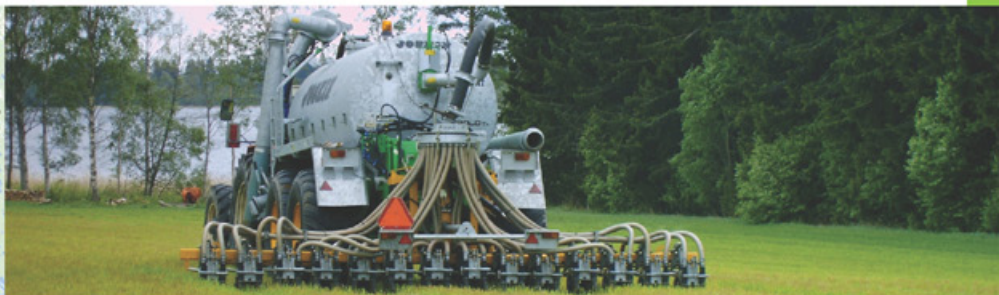
## LÄHTEET JA LISÄTIETOA

Priha, Marjo (toim.) 2003. Perinnebiotooppien hoitokortti 1 - Laidunnus. Maa- ja metsätalousministeriö MMM & Suomen ympäristökeskus SYKE. Saatavana: [http://www.mmm.fi/attachments/ymparisto/5jQzRaTfE/1\\_laidunnus.pdf](http://www.mmm.fi/attachments/ymparisto/5jQzRaTfE/1_laidunnus.pdf)

Silfsten, Inga & Ohtonen, Arvo 2012. Maatalousalueiden luonnon monimuotoisuuden ja kosteikkojen yleissuunnitelma. Kiteenjärvi, Ätäskö ja Juurikkajärvi, Kitee. Pohjois-Karjalan elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus Raportteja 34/2012. Saatavana: <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/93973/Raportteja%2034%202012.pdf?sequence=2>

Suomen ympäristökeskus SYKE 2013. Perinnebiotoopit [verkkosivu]. Saatavana: <http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Luontotyypit/Luontotyypiryhmat/Perinnebiotoopit>





## RAE – TOIMENPIDESUOSITUKSET 2

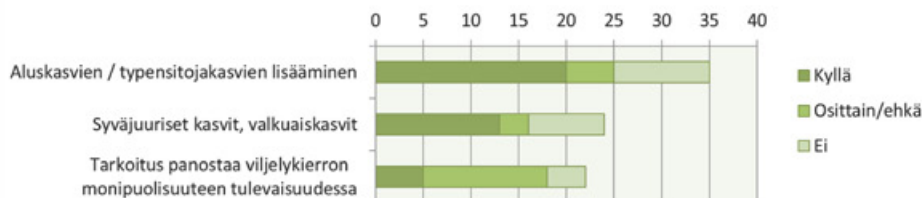
RAE-hankkeessa tehtiin vuonna 2012 Itä-Suomen alueella 170 neuvonnallista tilakäyntiä. Tilakohtaisesti pohdittiin toimenpidesuosituksia mm. viljelykiertoon, lannanlevitykseen ja vesitalouteen liittyen. Toimenpiteiden toteutumista ja vaikutuksia tarkasteltiin toisella tilakäynnillä vuonna 2014 (145 tilaa).

### Viljelykierto, viljelytekniset toimenpiteet ja maanrakenteen parantaminen

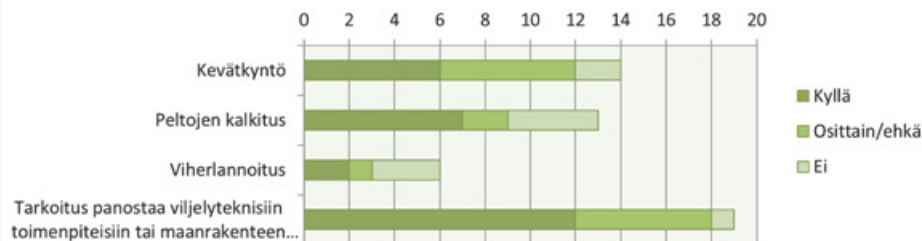
Viljelykierron monipuolistamisessa kaikkein selkeimmin esille tulleet kohdat olivat alus-/ typensitojakasvien, sekä syväjuuristen kasvien ja valkuaiskasvien lisääminen. Tämä toi hieman lisäkustannuksia tiloille, mutta toisaalta kasvit paransivat hieman sadon määrää ja laatua. Yhteensä 82 % vastanneista suhtautui myönteisesti viljelykierron monipuolistamiseen myös tulevaisuudessa.

Viljelytekniisten toimenpiteiden ja maanrakenteen parantamisen osalta myönteisimmän vastaanoton sai kevätkyntö, jonka hyvänä puolina pidettiin mm. työn kuormituksen tasaisempaa jakautumista vuodelle. Kaiken kaikkiaan vastanneista jopa 95 % aikoo panostaa viljelytekniisiin toimenpiteisiin tai maanrakenteen parantamiseen tulevaisuudessa.

### 1. Viljelykierron monipuolistaminen



### 2. Viljelytekniset toimenpiteet ja maanrakenteen parantaminen

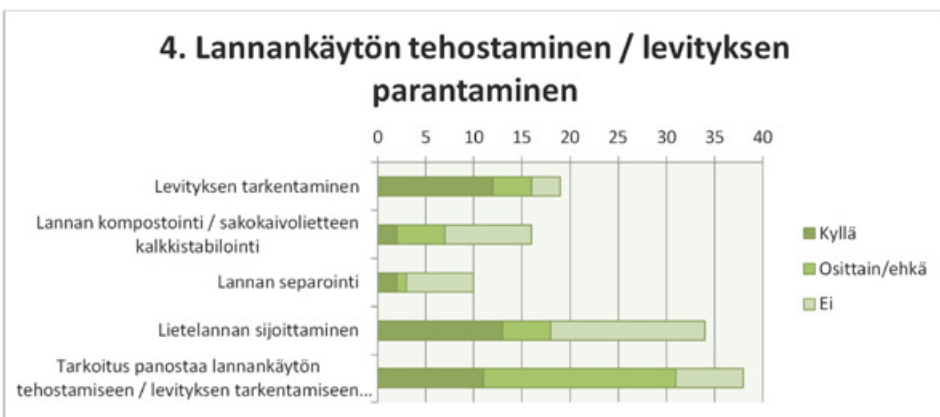
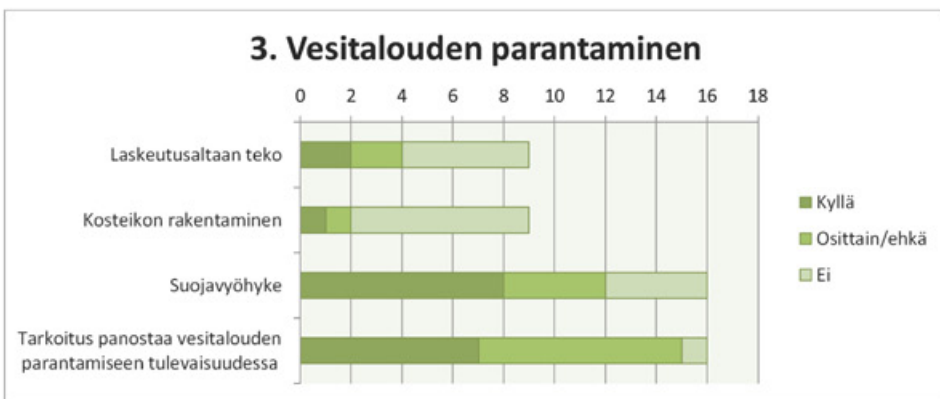


## Vesitalouden parantaminen

Vesitalouden parantaminen oli yleisesti ottaen tilallisten kannalta vaikeimmin lähestyttävä kokonaisuus. Suurin syy tälle oli kyselyiden mukaan toimenpiteistä aiheutuvat työt ja kustannukset, sekä tukien hakemiseen liittyvät vaikeudet. Kiinnostusta vesitalouden parantamiseen tulevaisuudessa löytyi kuitenkin lähes kaikilta vastaneilta.

## Lannankäytön tehostaminen

Suosituimmaksi lannankäytön tehostamiskeinoksi osoitettiin levityksen parantaminen. Lietelannan sijoittaminen jakoi puolestaan tilalliset kahtia. Lannan kompostointia tai sakokaivolietteen kalkkistabilointia ei useimmissa tapauksissa pidetty niin tarpeellisenä toimenpiteenä, että siihen olisi kannattanut panostaa. Lannan separoinnista oltiin kiinnostuneita, mutta sitä pidettiin toistaiseksi liian kalliina toimenpiteenä.





## SÄILÖREHUN AUMAUS

Valtioneuvojen asetus (931/2000) määrää maatalouden nitraattien vesiin pääsemisen rajoittamista. Tähän asetukseen on tuloksia muutoksia, mutta voimassa oleva asetus määrää puristenesteiden talteen otosta tiiviiseen säiliöön. Puristenesteen talteen ottamisella pyritään vähentämään ympäristökuormitusta ja se voidaan hyödyntää rehuna tai lannoitteena. Puristenesteen lannoite käyttöä koskee samat rajoitukset kuin lannan käyttöä. Esikuivatun säilörehun yleistymisen myötä on puristenesteen muodostuminen vähentynyt ja näin myös aumasäilönnän ympäristökuormitus pienentynyt.

Säilörehuauma voi olla joko muoviauma tai betonilaatan päälle tehty auma. Muoviaumauksen etuna on säilöntä maata vasten, jolloin maan viileys kesällä ja lämpö talvella tasoittavat rehun lämpötilaa. Rehun laatu pysyy hyvänä ja auman perustaminen on helpompaa. Muoviaumaus on lisännyt aumarehun valmistusta. Aumausta käytetään usein lisävarastona. Jos aumausta käytetään enemmän tai se on vakituinen säilörehun varastointitapa, niin betonilaatan valaminen on tällöin kestävämpi ratkaisu.

### Puristeneste

Puristenestettä erittyy noin 3-4 viikkoa säilörehun korjuusta ja määrä vaihtelee korjuupäivän kosteudesta riippuen 0,05-0,25 m<sup>3</sup> tonnia kohden. Puristeneste tulee johtaa lietealtaaseen, virtsasäiliöön tai puristenestesäiliöön erillistä reittiä pitkin. Puristenesteen tilantarve on vähintään 0,15 m<sup>3</sup>/rehutonni ja esikuivatulla rehulla 0,05 m<sup>3</sup>/rehutonni.

Puristenesteen talteenoton vaatimus koskee myös vanhoja yksiköitä. Näidenkin puristenesteiden käsittely, varastointi ja levitys tulisi olla samalla tasolla, mitä uusilta tuotantoyksiköiltä edellytetään. Vaatimuksilla pyritään turvaamaan turvallisuus ja terveys ihmisille ja eläimille sekä estämään ympäristöhaitat.

### Auman rakenne

Auma tulee tehdä tiiviille pohjalle, jotta puristenesteet saadaan talteen. Pohjalle tulee muovi tai betonilaatta. Muovin tulee olla UV-suojattua korkealaatuista säilöntäkäyttöön tarkoitettua muovia. Salaojituksella varmistetaan puristenesteen talteenotto, muoviaumassa salaojaputket tulevat muovin päälle ja betonisessa valuvaiheessa pohjalaataan. Betonipohjainen säilörehuvarasto tulisi varustaa haponkestävällä (ruostumattomalla) lattiariitillä tai keräilykourulla. Viemäröintiin suositellaan PVC-muoviputkia. Puristenesteet johdetaan siilosta kannelliseen säiliöön, josta eteenpäin muoviputkella tiiviiseen liete-, virtsa- tai puristenestevärasäiliöön. Puristenesteen syövyttävä vaikutus on huomioitava rakennusmateriaaleissa.

Auman päälle tulee myös säilöntäkäyttöön tarkoitettua UV-suojattua muovia. Auman peittäminen on monia tapoja, reunat voidaan sulkea esimerkiksi laudan avulla ja päälle laittaa sahanpurua tai hiekkaa. Peittämisen yhteydessä tulee huolehtia, että puristenesteputken läpiviennit ovat tiiviit.

## LÄHTEET

Kotieläinrakennusten ympäristöhuolto. Maa- ja metsätalousministeriön rakentamismääräykset ja -ohjeet. [www.mmm.fi](http://www.mmm.fi) > Maaseudun kehittäminen > Maaseudun rakentaminen > Rakentamissäädökset > Lista rakentamissäädöksistä > Liite 12: MMM-RMO C4, kotieläinrakennusten ympäristöhuolto

Säilönnän ABC. Artturi-verkkopalvelu. <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Artturi> > Artturi-kirjasto > Säilönnän ABC

Valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta (931/2000) 7 § Muut määräykset. [www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2000/20000931](http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2000/20000931)



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



## LANNAN VETOLETKULEVITYS (SYÖTTÖLET-KULEVITYS) SÄÄSTÄÄ MAAN RAKENNETTA

Vetoletkulevitys, tai toiselta nimeltään syöttöletkulevitys on systeemi, jossa lanta syötetään putkea pitkin suoraan traktorin perässä olevaan levityslaitteeseen eikä painavia lietevaunuja tarvitse viedä pellolle. Levitysyksiköksi voidaan valita levityslautanen, letkulevitin tai multain. Näin saadaan lisää lannanlevitysaikaa, kun esimerkiksi keväällä päästään lannan levitykseen aikaisemmin. Tämä menetelmä on erityisen hyvä märkinä vuosina, jolloin lantaa joudutaan helposti levittämään pelloille liian märissä olosuhteissa ja tällöin pellon rakenne voi vaurioitua.

### PUTKEA PITKIN PELLOLLE

Laitteiston perusyksikön muodostaa tehokas lietepumppu, jonka pyörittämiseen tarvitaan 105-kilowattinen kone. Runkolinja on viiden tuuman letkua ja varsinainen levitysletku on neljätuumainen. Letkut ovat kahdensadan metrin pätkissä ja ne yhdistetään toisiinsa pikaliittimillä. Esimerkiksi 5 hehtaarin lohkolle letkua vedetään 600 metriä. Letkut voidaan kuljettaa pellolle traktorin etu- tai takanostolaitteissa.

Lietepumpun lisäksi tarvitaan paineilmakompressori. Paineilamalla letkut tyhjenetään levityksen jälkeen tai pidetään paineistettuna siirrettäessä levityslohkolta toiselle. Putkea voi vetää ja siirtää pitkänä, jos se on ilmaa täynnä. Tällöin esim. lyhyiden matkojen siirtäminen pellolta toiselle tai saralta toiselle onnistuu. Tyhjen letkujen siirrossä letkut menevät helposti kiertelle ja rutistuvat eikä lanta kulje läpi. Ilmalla täytettynä letku on kevyt liikutella ja paineistettuna letku liukuu helposti pellon pinnalla.

### KÄRRYLLÄ JA KONTEILLA PELLON REUNAAN

Laitteen levitysteho vaihtelee 100 - 150 kuutioon tunnissa. Kapasiteettiin vaikuttavat levitettävän lietteen määrä hehtaarille, lietteen kuiva-ainepitoisuus sekä pumpattava matka. Käytännössä työ pellolla tapahtuu

niin, että syöttöletku vedetään peltolohkon keskelle pituus suunnassa koko lohkon pituudelta. Sen jälkeen putki pumpataan täyteen lantaa ja levitys aloitetaan. Ensimmäin levitetään letkusta lähtien järjestyksessä toinen puoli peltota ja sen jälkeen toinen puoli.

Menetelmää ei kannattane käyttää alle hehtaarin kokoisilla peltolohkoilla, koska letkujen levitykseen ja keräämiseen menee oma aikansa. Peltolohkon koosta toki riippuu, mikä aika tähän menee, mutta keskimäärin aika lienee noin puoli tuntia.

Lietteen voi pumpata levittimelle suoraan litesäiliöitäkin, mutta äärimmäisen harvoin pellot ovat niin optimaalisesti tilakeskuksen ympärillä tai etäsäiliöidenkään yhteydessä, että se onnistuisi. Tällöin käytetään siirrettäviä välisäiliöitä. Tällainen välisäiliö voi olla esimerkiksi merikontti, joka tyyppillisesti on kooltaan 40 kuutiota.

Tehokkaassa systeemissä välisäiliöitä kannattaa olla kaksi kappaletta, jolloin lietteen kuljetus säiliöön voi jatkua ilman taukoja uudelle lohkolle, kun edelliseltä lohkolta kerätään letkut pois. Kahdella 20 kuution lietevaunulla välisäiliö ehditään täyttämään noin neljän kilometrin etäisyydelle saakka.

## LÄHTEET

Luokkakallio, J. 2014. Lietelanta pelloille kaikissa oloissa. Käytännön Maamies 6/2014. ss. 26-30.

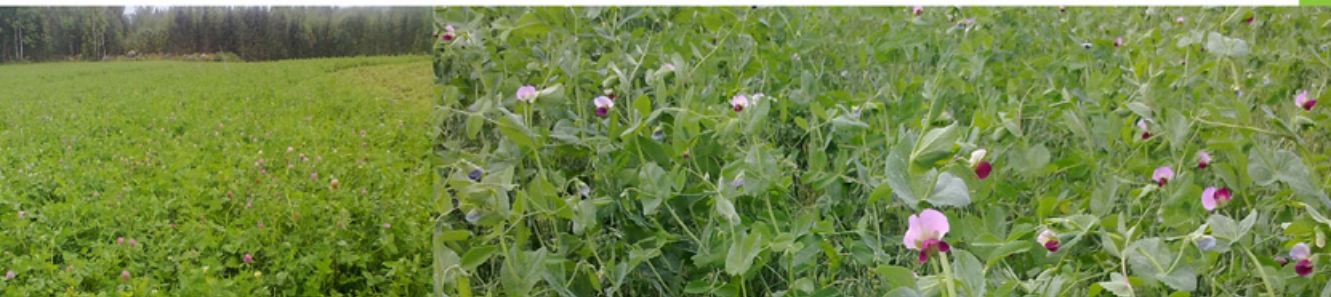
Työnäytös 26.9.2014 Ähtärissä, Juha Kantoniemen tilalla.



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Einkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



## PALKOKASVIT – HYÖTYÄ JA HAASTETTA

Palkokasvien viljely on yleisintä monivuotisissa nurmissa, mutta myös yksivuotisten palkokasvien viljely joko viherlannoitukseen, kokoviljasäilörehuseoksissa tai puitavina palkoviljoina on lisääntymässä. Suurimpana etuna palkokasvien viljelyssä pidetään niiden vähäistä lannoitustarvetta. Monivuotisiin nurmiin sopivat puna-, valko- ja alsikeapila, sini- ja rehumailanen, vuohenherne ja keltamaite. Yksivuotisiin rehu- ja viherlannoituskasvustoihin sopivat ruis- ja rehuvirna, herne, härkäpapu, valkolupiini ja persian- ja veriapila. Valkomesikkä sopii vain viherlannoitukseen. Puitavia palkoviljoja ovat herne, härkäpapu ja sinilupiini.

### HYÖDYT VILJELYSÄÄ

Palkokasvit sitovat tarvitsemansa typen ilmakehästä Rhizobium-bakteerin kanssa muodostaman symbioosin kautta. Symbioosin tuloksena palkokasvien juurissa on typpinystyröitä, joissa typensidonta tapahtuu eli ne ovat ns. typpitehtaita pellolla. Palkokasvien sitoma typpi on myös muiden kasvien käytettävissä sitä mukaa, kun se palkokasvien kuolleista kasvinosista hajoamisen kautta vapautuu maaperään. Seoskasvustoissa ja viljelykiertos- sa palkokasvit vähentävät viljojen ja heinien kasvitauti- ja tuholaispainetta. Lisäksi ne parantavat maan rakennetta paalujuurensa (mailaset, puna- ja alsikeapila, valkomesikkä, valkolupiini) tai runsaan juuristonsa (virnat, härkäpapu) avulla.

Säilörehunurmien korjuuajakkuna laajenee, jos nurmissa on palkokasveja ja vielä enemmän, jos palkokasveja on useampia. Esimerkiksi mailaset ovat nopeita sulavuuden kehitykseltään, kun taas apilat heiniä hitaampia. Palkokasvi-heinänurmet tuottavat korkeita satoja jo pelkällä karjanlannoituksella ja korkeintaan pieni typpi- tai kaliumlisä on tarpeen.

### HYÖDYT REHUSSA JA RAVINNOSSA

Useissa tutkimuksissa on osoitettu, että palkokasvi-heinä- säilörehu tai palkokasvi-vilja-kokoviljasäilörehu lisäävät nautojen rehun syöntiä verrattuna palkokasvittomiin rehuihin. Tämä puolestaan lisää maidon- ja lihantuotantoa. Palkokasvit ovat myös hyvää kotoperäistä valkuais- ta ja kivennäistasapaino esimerkiksi kaliumin suhteen on parempi.

Ihmistenkin ravitsemuksen kannalta palkokasvit ovat edullisia, sillä jos niitä käytetään eläinten rehuissa, on maidon ja lihan rasvahappokoostumus parempi. Samaten palkoviljat (herne, härkäpapu, lupiini) auttavat estämään ihmisten sydän- ja verisuonitauteja, 2 tyypin diabetesta sekä liikalihavuutta.

### PALKOKASVIEN HAASTEET

Palkokasvien sadontuotto on vaihtelevampaa ja talveh- timinen monivuotisilla kasveilla joskus epävarmempaa kuin heinäkasveilla. Ne ovat myös heinäkasveja arempia painavien koneiden aiheuttamille tiivistymille ja tallaukselle. Tästä syystä rehun palkokasvipitoisuus vaihtelee ja asettaa haasteita ruokinnan suunnittelulle. Karjan karkearehuna ne saattavat sisältää liikaa valkuais- ta ja liian vähän kuitua, minkä vuoksi seosviljely heinien kanssa ja maltillinen lannoitus on tarpeen. Kasviestrogeenit eivät ole palkokasvien ongelmia, mutta tasapainoisesta energia-valkuaisruokinnasta on huolehdittava. Laidunnettaessa apilanurmia on puhaltumisriski syytä ottaa huomioon.

Palkokasveissa on runsaasti kalsiumia, minkä vuoksi ennen poikimista on syytä syöttää eläimille säilörehua, jossa on vähän palkokasveja. Härkäpavun ja lupiinin siemenissä on haitta-aineita, jotka on syytä ottaa huomioon yksimahaisten ruokinnassa.



## PALKOKASVIEN VILJELYN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Biologinen typensidonta ei lisää ilmakehän hiilidioksidin nettomäärää, koska siinä käytetään energiana kasvien yhteyttämien sokereiden energiaa eikä fossiilisia polttoaineita. Tutkimusten mukaan palkokasvien viljely tuottaa ilmakehään keskimäärin saman verran typpioksiduulia kuin viljelemätön pelto (1,3 kg/ha/v), kun taas väkilannoitteilla viljeltyjen kasvien viljely tuottaa sitä lähes kolminkertaisen määrän.

Sekä typpioksiduulipäästöjen että typen huuhtoutumisen riski kasvavat, kun maassa on suuria nitraattityppimääriä. Tämä on mahdollista mm. laituilta ja viherlannoitusnurmen jälkeen. Näiden viljelytekniikkaan onkin syytä kiinnittää erityistä huomiota. Esimerkiksi viherlannoitusnurmet kannattaa muokata mahdollisimman myöhään syksyllä tai vasta keväällä. Pyydyskasvien käyttö on erittäin suositeltavaa. Maan typpipitoisuuden lisääntyminen palkokasveja viljelemällä lisää hiilen sitoutumista maaperään ja siis maan eloperäisen aineksen määrää.

Palkokasvinurmet tuottavat myös hyvin bioenergiaa. MTT:n tutkimusten mukaan hehtaarin apila-heinänurmisato tuottaa 17 – 37 MWh energiaa eli bensiiniksi muutettuna 2 000 – 4 000 litraa. Kaasuntuotto oli parasta juuri seosnurmissa, missä apilapitoisuus oli noin puolet. Kuiva-ainesadot näissä kokeissa olivat 7 000 – 11 000 kg/ha.

## LÄHTEET

Aaltonen, R., Peltonen, S. (toim.). 2011. Valkuaisrehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan 134. ProAgria Keskusten Liitto.

Agronetin luomunurmien, -kokoviljasäilörehun, -valkuaiskasvien ja viherlannoituksen viljelyohjeet: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/agronet/luomu/peltoviljely/viljelyohjeita>

Jensen, E.; Peoples, M.; Boddey, R.; Gresshoff, P.; Hauggaard-Nielsen, H.; Alves, B. and Morrison, M. (2012) Legumes for mitigation of climate change and the provision of feedstock for biofuels and biorefineries. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 32 (2), 329- 364.

Nykänen, A. (Toim.). 2012. Typpi- ja valkuaisomavaraisuuden lisääminen palkokasveja tehokkaasti hyödyntämällä : MoniPalko-hankkeen loppuraportti. MTT Raportti 59: 83 s. <http://jukuri.mtt.fi/bitstream/handle/10024/438264/mttraportti59.pdf>  
Peltonen, S. Puurunen, T., Harmoinen, T. (toim.). 2010. Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan 132. ProAgria Keskusten Liitto.



Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto: Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus



## MATEMAATTINEN FOSFORIKUORMITUSMALLI

Rae-hankkeessa tehtiin matemaattinen fosforikuormitusmalli vesiensuojelun päätöksenteon ja fosforikuorman vähentämistoimenpiteiden vaikutusten arvioinnin aputyökaluksi.

Mallilla voidaan simuloida fosforikuorman kulkeutumista ennalta määritetyssä vesistössä tai vesistön osassa. Malliin voidaan syöttää tutkittavan vesistöalueen mitattuja/laskettuja fosforikuormituksia tai vapaavalintaisia lukuja kuvitteellisten kuormitusskenaarioiden luomiseksi. Ennalta määritettyjen kuormitusarvojen käyttäytymistä voidaan simuloida muokkaamalla alueen eri kuormituslähteiden määriä ja kertoimia. Tällä voidaan tutkia fosforikuorman muutosten vaikutusta koko tarkasteltavan vesistön tai vesistöreitien kokonaisfosforikuormassa.

### Laskenta

Fosforikuormitusmalli perustuu matemaattiseen laskentaan, joka laskee alueella syntyvän fosforikuorman pidättäytymisen vesistöreitillä järvaltaisiin. Malli on tehty Microsoft Office Excel ohjelmalla. Mallinnettu fosforikuormitus on kalibroitu todellisten mitattujen fosforikuormien perusteella. Tähän todelliseen fosforikuormaan voidaan verrata malliin tehtäviä kuormitusmuutoksia, esimerkiksi tutkittavan alueen peltojen kuormitustietoja muuttamalla. Malli laskee fosforikuorman muutoksen koko havaintovesistössä jos jonkun tietyn alueen fosforikuormitustietoja muutetaan. Esimerkiksi vesistöreitillä olevan välijärven valuma-alueen pelloilta tulevaa fosforikuormaa muuttamalla, nähdään fosforipitoisuuden ja kuorman muutos kohdejärven ja kohdejärven alapuolisissa järvissä välittömästi.

### Mallinnetut reitit

Hankkeen aikana mallinnettiin kolme eri reittiä; Nilsiä- ja Iisalmen reitit Pohjois-Savosta sekä Viinijärvi-Heposelän alue Pohjois-Karjalasta. Kuvassa 1 on Viinijärvi-heposelän reitti. Reitien fosforikuormitustiedot on hankittu Suomen Ympäristökeskuksen ylläpitämästä VEMALA-mallista. Mallin kalibrointiin hankittu data on julkisesta, myöskin SYKE:en ylläpitämästä, HERTTA-tietokannasta.



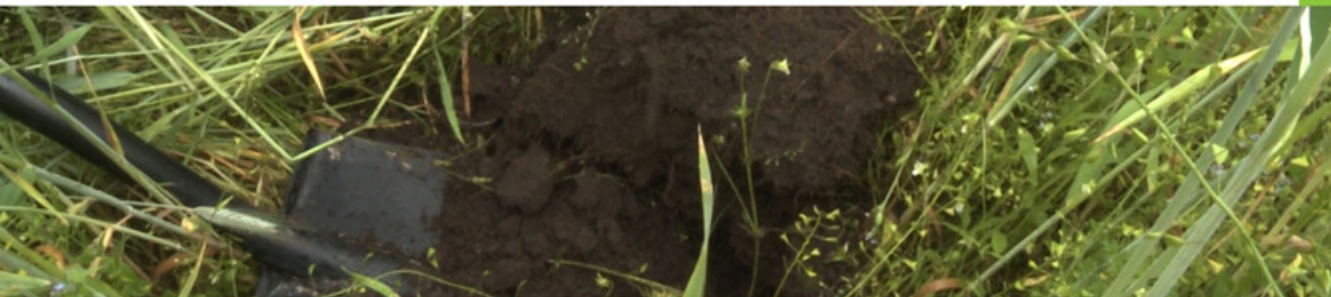
Kuva 1. Viinijärvi Heposelän reitti

### Mallin käyttö

Mallilla voidaan teoreettisesti todentaa fosforikuormituksen vähentämistoimenpiteiden vaikutuksia kohdevesistössä ja yksittäisissä järvissä. Kuvassa 2 on esitetty Nilsiä reitin malli. Valmista mallia on helppo käyttää ja tulokset nähdään välittömästi.

Alkutilanne: 2011	Kuorm /kg/a	YK	Kuormituksen jakauma ja kertoimet (kg/a)																	
			pellot	muu maa	haja-as.	piste	muu1	muu2	muu3											
Sylväri	Todellinen	24,8	ugl																	
	Simuloitu	24,8	ugl																	
	Reduktio	0,0 %																		
		22728		1771	637	325	1179		777		1041		1355							
		22728	1	1	1	1	1		1		1		1							
Vuotjärvi	Todellinen	19,5	ugl																	
	Simuloitu	19,5	ugl																	
	Reduktio	0,0 %																		
		32466		2261	655	306	821		9474		533		804							
		32466	1	1	1	1	1		1		1		1							
Suuri-Pieksi	Todellinen	0,3	ugl																	
	Simuloitu	0,3	ugl																	
	Reduktio	0,0 %																		
		1935		712	211	50	179,48		782		0		0							
		1935	1	1	1	1	1		1		1		1							
Juuruvesi	Todellinen	33,3	ugl																	
	Simuloitu	33,3	ugl																	
	Reduktio	0,0 %																		
		40582		5948	1477	1699	3350		1176		125		1856							
		40582	1	1	1	1	1		1		1		1							
Pohjois-Kallavesi	Todellinen	25,8	ugl																	
	Simuloitu	25,8	ugl																	
	Reduktio	0,0 %																		
		60604																		
		60604	1	1	1	1	1		1		1		1							
Kallavesi	Todellinen	21,3	ugl																	
	Simuloitu	21,3	ugl																	
	Reduktio	0,0 %																		
		97804		11229	2976	1837	3888		2496		0		0							
		97804	1	1	1	1	1		1		1		1							

Kuva 2. Nilsin reitin malli



## HYVÄT MAATALOUSKÄYTÄNNÖT - MAAN RAKENTEEN HOITO JA MERKITYS

”Tuotanto lähtee maasta. Se on se joka meidät elättää.”

Haukivuorella sijaitsevan Harjun Luomu Oy:n päätuotantosuuntana on emolehmätalous Limousin-karjalla. Emolehmätalouden lisäksi tilalta löytyy kasvitoulu. Tilan pelloilla viljellään kevätvehnää, kauraa, syysrypsiä, ruista, hernevehnäkaura-seosta ja säilörehua. Näiden lisäksi tilalla on timotein siemenviljelyä.

### Maan rakenteen hoito tärkeää

”Satovuoden aikana näkee, mitä teki oikein ja mitä meni väärin.”

Yrittäjän mielestä luomussa maa on tärkeintä. Luomukierto on tärkein keino hyvän maan rakenteen saavuttamisessa ja säilyttämisessä. Optimikierto hietamo-reeniharjuilla voisi olla 2-3 vuotta nurmea, syysrypsi, syysruis ja kevätvilja, johon nurmi alle.

Tilalla kyntö tehdään kerran viljelykierrossa, muuten muokkaus tehdään kevennettynä muokkauksena. Kynämistä ei tehdä syvään, jottei lahoamatonta jää syvälle ja tällöin ei pääse muodostumaan happeettomia olosuhteita, mitkä tyrehtyttävissä kasvua. Apilanurmi on todettu tilalla hyväksi maan rakenteen parantajaksi, joten sitä käytetään paljon ja etenkin elvyttämään huonompia lohkoja. Apilanurmen jälkeen kynnetään, jotta apilanurmen maanrakenteen hoito saadaan parhaiten hyödynnettyä. Maan tiivistymistä pyritään vähentämään leveillä renkailla ja pienillä työkoneiden painoilla, lisäksi pelloilla pyritään liikkumaan vain kuivan maan aikaan.

Apilanurmen lisäksi suositetaan muita syväjuurisia kasveja, kuten syysrypsiä ja syysruista. Viljelykierrossa ei pidetä pelkkää viljaa vaan viljan alle kylvetään aina raehainä tai nurmi.

Tilalla on viljelyssä kevätviljaa ja syysviljaa, mutta pyritään syysviljaan, koska tällöin muokkaukset päästään tekemään paremmin kuivan sään aikaan. Lohkoille ajetaan kompostia viljojen viljelyn yhteydessä. Komposti on pääsääntöisesti tehty turpeeseen tai olkeeseen, jonkun verran käytetään myös biotiittä.

Tiivistymisen ja märkyyden, jotka ovat tietysti osin syysseuraus-suhteessa toisiinsa nähden, vaikutukset näkyvät kasvustossa esimerkiksi vaaleampina kohtina. Maaperässä ne näkyvät kovempina maana, jolloin juuret eivät pääse toimimaan niin kuin pitäisi. Paremmassa kohdassa juurimassaa on enemmän, lapion syvyydeltä ja määrässä se jää vähäiseksi. Pellostä, jossa on hyvä rakenne, saa 4 000 kg vehnäsadon ja huonosta sato jää 2 000 kg. Esimerkiksi hevонhierakka viihtyy kosteassa ja tiivistyneessä maassa. Tilalla on huonot lohkot hylätty laidunkäyttöön ja keskitytään viljelyjen puolesta parempiin lohkoihin.

”Koko tuotanto lähtee maasta. Se on se ainut, joka meidät elättää. Voidaan asettaa kovemman satotavoitteen, kun maan rakenne on kohdallaan. Pyritään saamaan pintaan 15 cm tuottava multava ja rakenteeltaan hyvä kerros.”

Avaintekijät hyvän maan rakenteen saavuttamiseen on apilanurmi, viljelykierto ja vaihtelevat syväjuurisat kasvit.

## Lähteet ja lisätietoa:

RAE-hankkeen videot. Rae 4. Maan rakenne. <http://rae.savonia.fi> > tietopankki > videot

RAE-hankkeen tietokortit. Kortti: 10 Maan rakenteen kunnostus ja ylläpito ja kortti 8: Maan rakenteen arviointi. <http://rae.savonia.fi> > tietopankki > tietokortti.

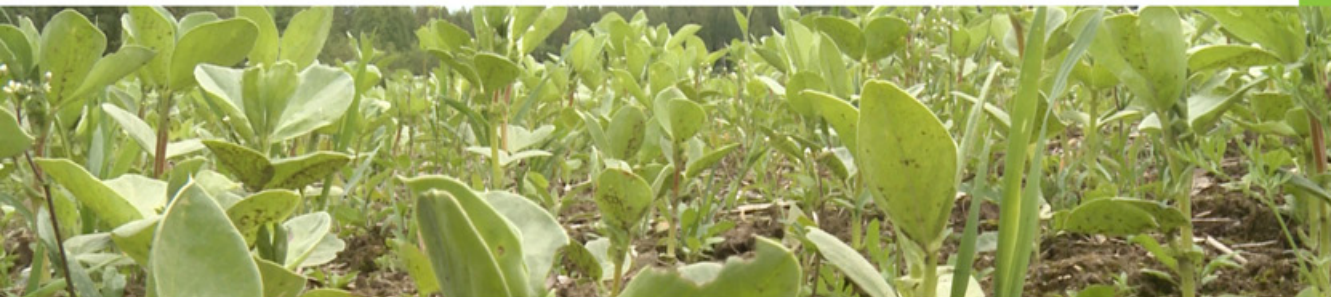
Mattila.T. 2011. Jankkurointi oikotienä pellon hyvään kasvukuntoon. <http://luomu.fi/tietoverkko/artikkelit/>> Muokkaus> Jankkurilla pikakorjaus maan rakenteeseen?> Jankkurointi oikotienä pellon hyvään kasvukuntoon (tietokortti)> Tietokortti



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Einkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



## HYVÄT MAATALOUSKÄYTÄNNÖT – VALKUAISOMAVARAISUUS JA SUORAKYLVÖ

Lamminpääntila Kesälahdelta on pyrkinyt viljelyssään valkuaisomavaraiseksi lypsykarjalleen. Tilalla on 24 parsipaikkainen navetta ja viljelyksessä noin 100 hehtaaria peltoa. Lohkoilla viljellään rypsiä, härkäpapua, ohraa, kauraa ja nurmea. Viljely tehdään kevennetyllä muokkauksella ja suorakylvöllä, tällä pyritään työajan kohtuullistamiseen, jotta yhden miehen työnä kylvö voidaan suorittaa.

### Valkuaisomavaraisuus karjalle

Valkuaisomavaraisuus on tilalla tavoitteena eli heidän lehmät syövät siis lähiruokaa. Omavaraisuokinnalla voidaan pitää rahtikulut minimissään. Tilalle ostorehuina tulevat melassileike ja kivennäiset. Rypsipuriste, härkäpapu ja ostettu melassileike jauhetaan myllyautolla seokseksi. Tila pääsee omavaraisuokinnalla 10 000 kg keskituotokseen.

Tilalla härkäpapu viljellään omalla siemenellä, josta isäntä on kevään idätyskokeissa laittanut merkille pavun voimakkaan kasvuun lähdon. Härkäpavun viljelyllä on pyritty pienentämään lannoitekustannuksia ja muutenkin valkuaiskasveja käyttämällä parantamaan maan rakennetta. Härkäpapu varjostaa voimakkaasti jo 0,5 metrin korkuisena, joten toimii tällöin itsestään rikkakasvien torjuntana. Tilalla rikkakasvien torjuntaa vaikeuttaa osien peltojen sijaitseminen pohjavesialueella. Torjuntaa tehdään glyfoaatti käsitellyllä ennen kylvöä.

Härkäpapua vaativampi viljeltävä on rypsi, etenkin tuholaisten seuranta on tehtävä riittävän usein. Se on myös kustannuksiltaan vaativampi viljeltävä, mutta esimerkiksi hehtaari tuotto paljon suurempi kuin viljoilla. Näin ollen yrittäjän mielestä rypsi on yksi kannattavimmista kasveista viljellä. Valkuaiskasveihin, kun saa vielä valkuaiskasvipalkkionkin.

### Kevennetyt muokkaus ja suorakylvö

Viljely tehdään yhden miehen hommana. Tämän on mahdollistanut suorakylvö. Suorakylvöön vaihtamiseen on myös kannustanut moreenimaat ja kiviset lohkot. Kyntö on jätetty pois. Tarvittaessa muokkaus tehdään lautasmuokkaimella, joka pitää myös hyvin kivet maan sisällä. Näin vältetään, ettei kivistä muodostu ylimääräisiä kustannuksia. Suorakylvön eduiksi tila myös luettelee peloilla ajon vähentymisen, jonka takia polttoainekustannuksia jää pois.

Tilalla on yhteinen suorakylvökone toisen tilan kanssa, näin on saatu hankintakustannuksia pienemmäksi. Suorakylvökoneen toimintaperiaate yksinkertaisuudessaan on: Kaksi kiekkovannasta menevät etureunasta yhteen, mikä auraavat peltoon uran. Siemen valuu uraan ja jäljestä tuleva tiivistyspyörä tiivistää vaon. Kylvösyvyys pysyy sopivana vannaspainotuksella, jota voidaan mallin mukaan säätää. Tilan koneella voidaan kylvö tehdä suorakylvönä tai muokattuun maahan.

Suorakylvöllä saadaan siis kustannuksia pienemmäksi säästämällä työajassa ja polttoainekuluissa, koska pelloilla ajo vähenee.

## Lähteet ja lisätietoa:

RAE-hankkeen videot: Rae 6. Valkuais- ja öljykasvit ja Rae 7. Suorakylvö. <http://rae.savonia.fi> > tietopankki > videot  
RAE-hankkeen tietokortit: Kortti 24. Palkokasvit - hyötyä ja haastetta. <http://rae.savonia.fi> > tietopankki > tietokortti.  
Farmit.net -sivusto: Suorakylvö, suorakylvön valmistelu ja suorakylvön vaikutus maan rakenteeseen. <http://www.farmit.net/kasvinviljely/viljelytekniikka/suorakylvo>

Maitotilan valkuaisomavaraisuuden kehittämisestä materiaalia: Virtuaalikylä > Mustiala > Ohjemappi > maitotilan valkuaisomavaraisuuden kehittäminen - case Mustialan opetusmaatila. [http://www.virtuaali.info/opetusmaatilat/index.php?tila\\_id=1&ohjemappi&kategoria\\_id=447&kortti=3388](http://www.virtuaali.info/opetusmaatilat/index.php?tila_id=1&ohjemappi&kategoria_id=447&kortti=3388)

Maataloustieteen Päivät 2014. Härkäpapu lypsylehmien valkuaisrehuna, Helsingin yliopisto, Laura Puhakka, Seija Jaakkola, Tuomo Kokkonen, Aila Vanhatalo. [http://www.smts.fi/MTP\\_julkaisu\\_2014/Esitykset/Puhakka\\_ym\\_Harkapapu\\_lypsylehmien\\_valkuaisrehuna.pdf](http://www.smts.fi/MTP_julkaisu_2014/Esitykset/Puhakka_ym_Harkapapu_lypsylehmien_valkuaisrehuna.pdf)



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

# Catchment-sensitive farming



## Summary:

Over half of the phosphorus and nitrogen load of Finnish water-courses is coming from agriculture. Also prices of the artificial fertilizers has been rising during the past years. Therefore, it is important that the farms will concentrate in production methods that are efficient, but also more environmentally friendly.

## Target Groups:

Farmers; General Public; Educational Institutions; Community Groups; Outdoor Enthusiasts & Water Users; The Media; Local & National Politicians; Regional & Local Authorities;

Over half of the phosphorus and nitrogen load of Finnish water-courses is coming from agriculture. Also prices of the artificial fertilizers has been rising during the past years. Therefore, it is important that the farms will concentrate in production methods that are efficient, but also more environmentally friendly.

- Research, development and testing of new methods effective specially for farms in Eastern Finland (manure handling, tillage methods etc.)

Catchment-sensitive farming will focus on to enhance efficient use of manure on dairy farms. It will gather, test and disseminate information on the best practices in the manure use and protection of watercourses in agricultural sector.

Main topics of the research are

Catchment sensitive farming will consist of next parts:

- Advisory visits to the selected farms to find out the most suitable farm specific measures, demonstration farms, collaboration between farms
- Informative and educational actions (village events, work demonstrations, videos, guidebooks etc.)

- manure processing methods and maintenance of nutrients (for example biogas processing, addition of gypsum to the manure etc.)
- grass collecting before winter and effects on nutrient leaches (in Eastern Finland climate)
- the best ploughing depth in phosphorus rich soils
- plant diagnostics
- efficiency of wetlands to retain nutrients
- use of biochar on grasslands
- efficiency of ditch filters

## Objectives and goals of the good practice:

- To support the implementation of the river basin management plans defined according to the Water Framework Directive = to reduce nutrient pollution, focus on agricultural water protection issues
- To increase awareness of the benefits from environmental protection
- To find and transfer the most effective (both environmentally and economically) methods into practice
- To promote multisectoral cooperation and to pool information and knowhow





## Evidence of Success: Practical example of Good Practice

### Demonstration Farms

- ◆ 170 farms from Eastern Finland:
- ◆ Advisory visits and cooperational planning
- ◆ All farms are different -> farm properties should be a basis for measure selection (location vs watercourses, production type, location of fields, availability of machinery...)
- ◆ Best practical solutions spread to the neighbour farms (F to F)
- ◆ Demonstration events and study visits
- ◆ Informative material, videos etc.

### Study Example: The benefits of the separation

	Dry weight (%)	P (g/kg)	Tot-N (g/kg)	K (g/kg)
<b>Raw liquid manure</b>	3,1	0,33	1,7	1,8
<b>Liquid phase</b>	2,4	0,32	1,7	1,8
<b>Dry manure</b>	52,7	<b>2,4</b>	3,4	4,2

### Measures

- ◆ Adjusting the fertilization according to actual needs! (site specific soil samples, nutrient balances, pH...) Prevent any "excess" nutrients!
- ◆ Manure management (adapted feeding, biogas production, composting, separation, storing and spreading methods)
- ◆ Keeping the nutrients in the field -> optimal growth of crops (crop rotation, catch and deep-rooted crops, ploughing, draining ditches)
- ◆ Erosion control!
  - soil structure, attention to steep or flooding fields!
  - timing tillage/ plough
  - plant cover (left in the autumn)
- ◆ Trapping the leached nutrients:
  - constructed wetlands, buffer zones, phosphorus dams, chemicals (like ferric sulfate)

### MORE INFORMATION

<http://rae.savonia.fi/>

Partners: MTT Agrifood Research Finland, ProAgria Advisory Centres of North Savo, North Karelia and South Savo, Finnish Environment Institute and Water Protection Association of Savo-Karelia

### Contact

Arja Ruokojärvi  
Savonia University of Applied Sciences  
Engineering and Technology  
Environmental Engineering, Teaching and Research  
Phone: +35844785569  
[arja.ruokojarvi@savonia.fi](mailto:arja.ruokojarvi@savonia.fi)

# Kyntösyvyyden vaikutus muokkauskerroksen helppoliukoisen fosforin pitoisuuteen

Mari Rätty, Kirsi Järvenranta, Perttu Virkajärvi ja Maarit Hyrkäs

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Halolantie 31 A, 71750 Maaninka

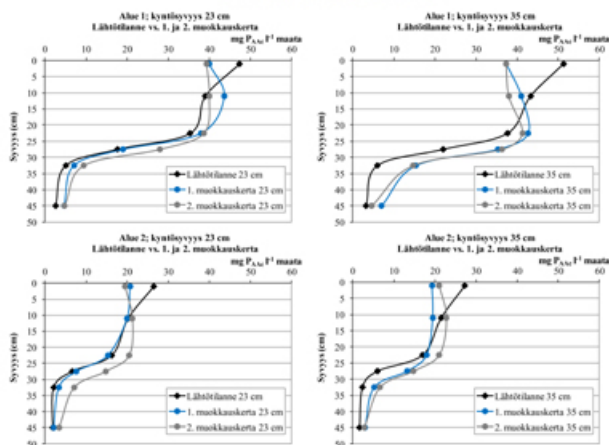


Nurmenviljelyssä pintaan levitetty lannoitefosfori ja lietalanta kerryttävät helppoliukoista fosforia aivan maan pintakerrokseen ja siten lisäävät sen kuormituspotentiaalia. Fosforirikkaan pintamaakerroksen sekoittamista muokkaamalla vähän fosforia sisältävään maakerrokseen on esitetty keinoksi lisätä pintamaan fosforinsitomiskapasiteettia ja vähentää fosforin liukoisuutta [1, 2]. MTT Maaningalla testattiin "Ravinnehävikit euroiksi" RAE -hankkeessa, voidaanko kyntösyvyyttä lisäämällä sekoittaa fosforiköyhää pohjamaata pintamaahan ja siten pienentää sen helppoliukoisen fosforin pitoisuutta.

## Aineisto ja menetelmät

- Tutkimus toteutettiin peltolohkolla, joka nurmivuosiensa jälkeen kynnettiin syksyllä 2011 ja kylvettiin ohralle keväällä 2012.
- Tutkimuksessa oli kaksi kyntösyvyyttä: tavanomainen noin 23 cm ja syvennetty noin 35 cm.
- Syyskyntö 2011: 4-siipinen 14 tuuman aura.
- Syyskyntö 2012: 3-siipinen 14 tuuman aura (n. 23 cm) ja 3-siipinen 18 tuuman aura (n. 35 cm).
- Kaksi näytteenottoaluetta: alue 1; 44 mg  $P_{AAC}$  l<sup>-1</sup> maata, "korkea" (multava HtMr) ja alue 2; 21 mg  $P_{AAC}$  l<sup>-1</sup> maata, "hyvä" (multava KHT).
- Maanäytteet otettiin 6 eri syvyydestä (0–2, 2–20, 20–25, 25–30, 30–35 ja 40–50 cm).
- Viljavuusanalyysissä maanäytteistä määritettiin happamaan ammoniumasetattiin (pH 4,65) uuttuvan helppoliukoisen fosforin pitoisuus (viljavuus-P;  $P_{AAC}$ ) [3].

## Tulokset



Maan helppoliukoisen fosforin keskimääräiset pitoisuudet (viljavuus-P;  $P_{AAC}$ , mg l<sup>-1</sup> maata) eri syvyyksissä. Pitoisuudet on määritetty näytteenottoalueiden 1 ja 2 lähtötilannetta kuvaavista maanäytteistä sekä seurantanäytteistä, jotka on otettu syksyllä 2011 (1. muokkauskerta) ja syksyllä 2012 (2. muokkauskerta) n. 23 cm:n ja n. 35 cm:n syvyyteen kynnetyiltä lohkolta. Alue 1 = korkean fosforiluokan maa, alue 2 = hyvän fosforiluokan maa.

## Johtopäätökset

Muokkaus pienensi selvästi maan helppoliukoisen fosforin pitoisuutta pintamaakerroksessa (0–2 cm). Korkean fosforiluokan alueella fosforipitoisuuden lasku oli suurempaa, kun kyntösyvyyttä lisättiin noin 23 cm:stä 35 cm:n. Kynnön syventäminen soveltuu sellaisille karkeille kivennäismaille, joiden pintamaan fosforitila on korkea, ja joissa helppoliukoisen fosforin pitoisuudet pienenevät jyrkästi syvyyden kasvaessa. Kun kynnön syventäminen yhdistetään fosforilannoituksen vähentämiseen, tarjoaa se nopean keinon alentaa pintamaan fosforipitoisuutta.

### Kirjallisuus

- [1] Peltovuori, T. 2002. Phosphorus extractability in surface soil samples as affected by mixing with subsoil. *Agricultural and Food Science in Finland* 11: 371–379.  
 [2] Sharpley, A.N. 2003. Soil mixing to decrease surface stratification of phosphorus in manured soils. *Journal of Environmental Quality* 32: 1375–1384.  
 [3] Vuorinen, J. & Mäkitie, O. 1955. The method of soil testing in use in Finland. *Agrogeological Publications* 63: 1–44.



Kuvat: MTT/Mari Rätty

# Niittoajankohdan vaikutus fosforin huuhtoutumiseen nurmelta

Mari Rätty, Kirsi Järvenranta, Maarit Hyrkäs ja Perttu Virkajärvi

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Halolantie 31 A, 71750 Maaninka  
1.5.2015 alkaen Luonnonvarakeskus Luke  
etunimi.sukunimi@luke.fi

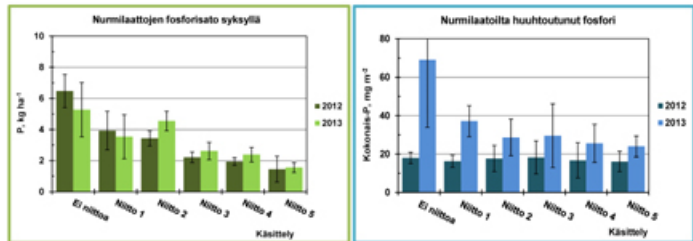
Niiton mukana poistuu fosforia (P), joten periaatteessa niitetystä kasvustosta huuhtoutuu vähemmän P:a kuin niittämättömästä kasvustosta. Jos kasvit eivät ehdi valmistautua talvea varten, P:n huuhtoutuminen kasvustosta voi kasvaa, kun lumen sulamisvedet huuhtovat P:a jäätyneistä kasvisoluista [1]. Ratkaiseva merkitys on kasvien kasvuvaiheella, johon talvituhoja aiheuttava stressitekijä kohdistuu. "Ravinnehävikit euroiksi RAE" -hankkeessa tutkittiin, kuinka nurmen niittoajankohta vaikuttaa pintavalunnassa nurmelta huuhtoutuvan P:n määrään.

## Aineisto ja menetelmät

Koeruudut sijaitsivat vuonna 2010 perustetulla lannoitetulla (NPK) timotei-nurminata -nurmella. Maalaji (0-20 cm) oli hiesavi (HeS), P<sub>HAAC</sub> 6,2 mg l<sup>-1</sup> maata, org. C-% 6,5, pH(H<sub>2</sub>O) n. 6,3. Kaikilla koejäsenillä 1. sato niitettiin samaan aikaan. Koejäsenenä oli 2. sadon niittoaika, joka porrastettiin 14 vrk:n välein alkaen peltolohkon säilörehunurmen korjuuajankohdasta; mukana oli niittämättä jätetty koejäsen.

Kevätsulannan aiheuttaman pintavalunnan simuloimiseksi nurmilaatat (n. 35 × 90 × 5 cm) nostettiin koeruuduilta syksyllä, ja ne säilytettiin ulkona muoveilla suojattuina. Lämmittämättömässä sisätilassa laattojen päälle lisättiin lunta (2×15 kg/nurmilaatta; n. 80 mm), joka sulatettiin 7 vrk:n aikana infrapunalämmittimien avulla [2]. Valumaveden määrä punnittiin, ja siitä määritettiin kokonais-P, liukoinen P, kokonais-N ja kiintoaines. Nurmilaatoilta otetuista kasvustonäytteistä määritettiin syysrato sekä kokonais-P ja -N.

## Tulokset



Syksyllä 2012 kasvubiomassassa (syysrato 770–3600 kg ha<sup>-1</sup>) oli P:a keskimäärin 1,4–6,5 kg ha<sup>-1</sup> ja syksyllä 2013 sitä oli 1,6–5,3 kg ha<sup>-1</sup> (syysrato 660–3990 kg ha<sup>-1</sup>). Kasvuston P-pitoisuus oli 1,4–2,4 g kg<sup>-1</sup>.

Syksyllä 2012 nostettujen nurmilaattojen P-huuhtoutumisessa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja koejäsenten välillä. Syksyn 2013 laatoissa niittämätön koejäsen poikkesi myöhään niitetyistä koejäsenistä suuremmilla P-huuhtoumilla, mutta eri aikoihin niitetyt 2. sadon niitot eivät poikenneet toisistaan.

## Johtopäätökset

Syksyllä 2013 nostetuista nurmilaatoista huuhtoutuneet suuret P-määrät selittynevät talvien 2012–2013 ja 2013–2014 erilaisilla olosuhteilla, mikä vaikutti ulkona säilytettyihin nurmilaattoihin. Talvi 2013–2014 oli poikkeuksellisen vähäluminen, ja eristävän lumikerroksen puuttuessa nurmilaatat altistuivat lämpötilan vaihteluille. Toistuvat jäätymis-sulamissyklot vaurioittavat kasvisolukkoa ja muuntavat osan sen sisältämästä P:sta vesiliukoiseen muotoon, mikä voi heijastua pintavalumaveden kohonneina P-pitoisuuksina [1]. Tulokset tukevat myös suojakaistojen ja -vyöhykkeiden niitossuosittelua/-veloitetta, minkä merkitys voi korostua monivuotisen kasvillisuuden talvehtimistä heikentävissä sääolosuhteissa.



# Nurmiviljelmän pintaan levitetyn biohiilen vaikutuksia ravinteiden kiertoon

Sanna Saarnio<sup>1</sup>, Mari Rätty<sup>2</sup>, Maarit Hyrkäs<sup>2</sup> ja Perttu Virkajärvi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Biologian laitos, Itä-Suomen yliopisto, PL 111, 80101 Joensuu, [sanna.saarnio@uef.fi](mailto:sanna.saarnio@uef.fi)

<sup>2</sup> Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Halolantie 31 A, 71750 Maaninka, 1.1.2015 alkaen Luonnonvarakeskus, [mari.raty@luke.fi](mailto:mari.raty@luke.fi), [maarit.hyrkas@luke.fi](mailto:maarit.hyrkas@luke.fi) ja [perttu.virkajarvi@luke.fi](mailto:perttu.virkajarvi@luke.fi)

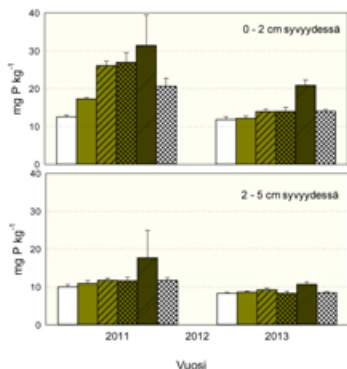
## Johdanto

Maatalouden fosfori- ja typpi-päästöjen vähentämiseksi etsitään uusia vesiensuojelukeinoja. Joidenkin biohiilien on havaittu pidättävän anioneja ja/tai kationeja. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää nurmiviljelmän pintaan levitetyn biohiilen vaikutuksia pintamaasta lumien sulaessa huuhtoutuviin ravinnepitoisuuksiin, pintamaan ravinnemääriin ja nurmen ravinteiden saantiin.

## Aineisto ja menetelmät

Syksyllä 2011 lisättiin keväällä 2010 perustetun hietamaalla kasvavan nurmen pinnalle nautan liettelantaa (0 tai 40 t/ha) ja/tai kuusihakkeesta valmistettua biohiiltä (0, 10, 20, tai 40 t/ha). N = 4

## Tuloksia



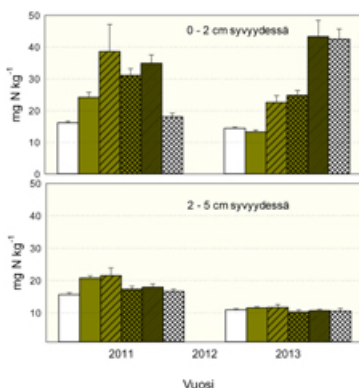
**Kuva 3.** Biohiili lisäsi pintamaan fosforipitoisuutta, mutta näytti pidättävän myös liettelannasta/lakastuvasta kasvustosta vapautuvaa fosforia.

## Tulosten tarkastelu

Tutkitusta biohiilestä näyttäisi aluksi irtoavan fosfaattia ja kaliumia, mutta se pidättää tehokkaasti nitraattia. Biohiili myös nosti maan ja veden pH:ta. Tulos vastaa aiempia kokemuksia saman tyyppisestä biohiilestä (valmistettu kuusihakkeesta melko alhaisessa lämpötilassa), jota on tutkittu sinällään tai peltomaahan sekoitettuna. Toisaalta maailmalla on myös havaintoja fosfaattia pidättävistä biohiilistä. Pitäisi selvittää, mitkä biohiilen ominaisuudet ensisijaisesti vaikuttavat biohiilen kykyyn sitoa eri ravinteita ja valikoida seuraavaan kentäkokeeseen sekä fosfaattia että nitraattia pidättävä biohiili.



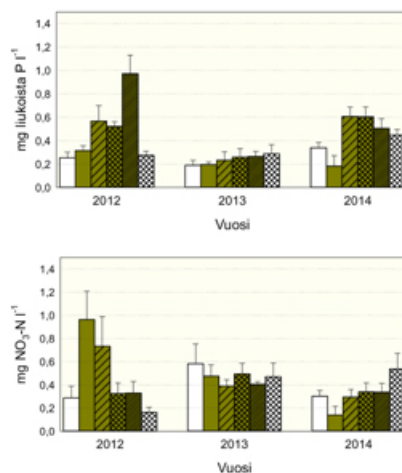
**Kuva 1.** Koealoilta otettiin syksyisin 2011–2013 nurmilaatat lämmittämättömään huoneeseen. Samalla otettiin nurmi- näytteet, joista analysoitiin massa (kg ka/ha), N%, Ca-, Mg-, P-, S-, K- ja Na-pitoisuus (g/kg). Maanäytteet otettiin 0-2 ja 2-5 cm:n syvyydestä ja niistä määritettiin C-, N-, P-, Ca-, Mg-, S-, NH<sub>4</sub>-N-, NO<sub>3</sub>-N ja liukaisen kokonaistypenpitoisuus sekä pH, johtoluku ja tilavuuspaino.



**Kuva 4.** Biohiili yksin ei vaikuta pintamaan typpipitoisuuteen, mutta näyttäisi tehokkaasti sitovan tarjolla olevaa typpeä itseensä useammaksi vuodeksi.



**Kuva 2.** Nurmilaattojen päälle lisättiin lunta (30 kg), jota päivisin sulatettiin lämpölampun avulla. Kaikki valumavesi otettiin talteen ja siitä analysoitiin Ca-, K-, kiintoaine-, liukoinen P-, kokonaisP-, NH<sub>4</sub>-N-, NO<sub>3</sub>-N-, kokonaisN- ja liennut orgaaninen hiili -pitoisuus sekä sähköjohtokyky ja pH.



**Kuva 5.** Biohiili lisäsi fosforin, mutta vähensi nitraatin huuhtoutumista lumen sulamisvesien mukana.




## RAVINNEHÄVIKIT EUROIKSI

RAE-HANKKEEN (2011-2015) LOPPURAPORTTI

**RAE – Ravinnehävikit euroiksi** -hankkeessa (2011-2015) etsittiin Itä-Suomen alueelle parhaimpia ratkaisuja erityisesti karjanlannan tehokkaaseen hyödyntämiseen ja maatalouden vesistövaikutusten hallintaan. Hankkeen toimintaan kuului tilakohtaisia kartoituksia ja neuvontaa (mukana 170 maatilaa), monenlaisia tapahtumia ja koulutuksia, mutta myös käytännön suoraan sovellettavaa tutkimustoimintaa.

**Hankkeessa toteuttajina** olivat Savonia-amk:n (koordinoija) lisäksi Luonnonvarakeskus (Luke) Maaninka, ProAgria Pohjois-Karjala, Pohjois-Savo ja Etelä-Savo sekä Savo-Karjalan vesiensuojeluyhdistys ry ja Suomen ympäristökeskus (SYKE). Lisäksi ohjausryhmätyöhön osallistui eri maakunnista MTK:n ja ELY-keskusten edustajat. Hanke sai rahoitusta Manner-Suomen maaseudun kehittämissuunnitelmasta 2007-2013, EU-rahoituksen osuus oli 45 % ja valtion vastinrahoituksen 55 %.

**Tähän raporttiin on koottu** hankkeen keskeisimmät toimenpiteet tiivistelminä sekä hankkeessa julkaistut tietokortit. Julkaisun tarkoituksena on esitellä ja siirtää RAE-hankkeen toiminnassa havaitut hyvät käytännöt laajempaan käyttöön. Varsinaiset tutkimusraportit ja hankkeen aikana tehdyt opinäytetyöt tulevat erillisinä sähköisinä materiaaleina saataville <http://rae.savonia.fi> -sivuille. Hankkeessa tuotetut videomateriaalit, mm. hyvistä käytännöistä, ovat katsottavissa myös samojen sivujen kautta ja linkitetty myös laajempaan tietopankkiin <http://maatila2020.savonia.fi>.

 Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto: Eurooppa investoi maaseutualueisiin

 Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

**RAE**  
RAVINNEHÄVIKIT EUROIKSI

 SAVO-KARJALAN VESIENSUOJELUYHDISTYS RY

 Luke

 MAA- JA KOTITALOUSNAISET

 PRO Agria

 SYKE