



Lietteen syyssijoitus ja nurmilta huuhtoutuvan fosforin vähentämismahdollisuudet

Perttu Virkajärvi & Mari Rätty

MTT Maaninka, Kotieläintuotannon tutkimus

Esityksen sisältö:

RAE-hankeen osa ”Uudet menetelmät ja niiden pilotointi”

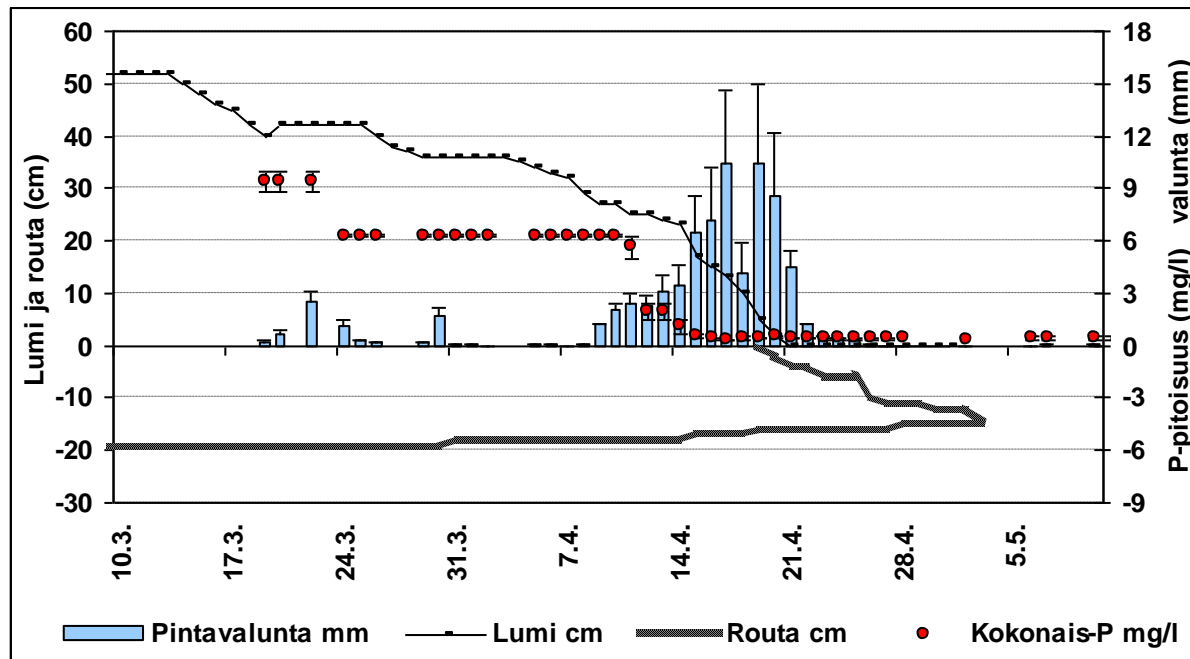
- Lannan prosessointimenetelmät ja ravinteiden hallinta
 - Lietelannan syyssijoitus nurmeen - levityksen vaikutukset ravinteiden huuhtoutumiseen
 - Karjanlannan mekaanisen ja kemiallisen separoinnin yhdistäminen
- Nurmikasvuston poisto syksyllä
- Kynnön syventäminen fosforirikkailla lohkoilla
- Kasvidiagnostiikka
- Biohiilen vaikutukset nurmiviljelyn vesistö päästöihin
- (Kosteikkojen vaikuttavuus)

Tausta

- Fosfori on sisävesien rehevöitymisen minimitekijä
 - Huuhtoutuu pintavalunnan mukana
- Miten nautakarja- tai nurmitila voi tehostaa fosforin kiertoa ja samalla suojella vesistöjä?

Pintavalunta keväällä

(Järvenranta, K. & Virkajärvi, P.; MTT Maaninka)



Kuva: MTT/Perttu Virkajärvi

- Pintavalunta muodostaa noin 30 % kokonaisvalunnasta.
- **Jopa 80 % fosforin vuotuisesta kokonaishuuhtoumasta voi tulla 2 viikon aikana keväällä** (Huom. Ilmastonmuutos ja muuttuvat syksyt/talvet).
- ➔ Valtaosa kuormituksesta tulee kasvukauden ulkopuolella (kevätpainotteinen).
- **Jopa 90 % kokonaisfosforista voi olla liukoisessa muodossa.**

1. Lietteen levitysaika ja ravinteiden huuhtoutuminen – aiemmat suomalaiset kokeet



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.*

- Toholammen huuhtoutumiskenttä (pinta- ja salaojavalunta); hietamaa.
- Perustamisvuosi 1992–93, nurmivuodet 1993–96, kyntö 1996.
- Naudan liete, **hajalevitetty**.
- **Levitysmäärä noin 28 kg P/ha /syksy** (karkea arvio n. 56 tn liete/ha).

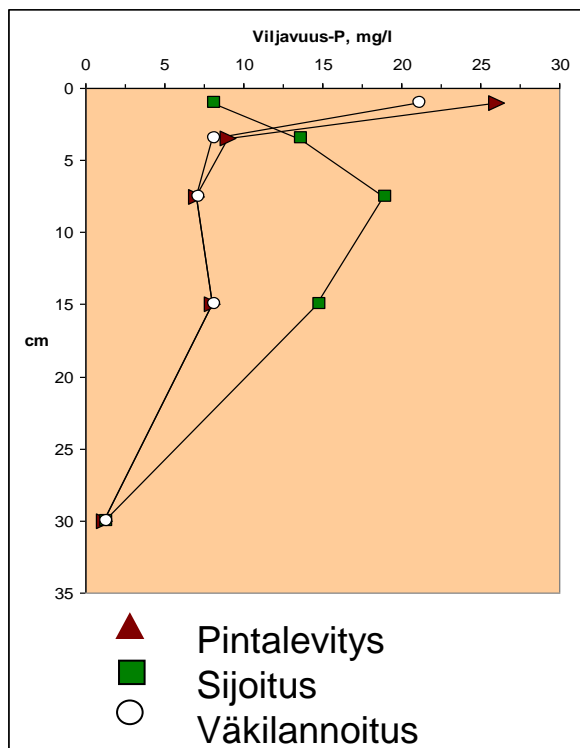
	Huuhtoutunut P	
	Kg/ha/v	% NPK-I
Lannoittamaton	0,18	18
Syyslevitys	4,0	400
Talvilevitys	13,5	1350
Kevätlevitys	1,0	105
NPK-lannoitus	1,0	100

- Nurmivuosina pintavalunnan osuus kokonaisvalunnasta oli 83–100 %.
- Syyslevitys hajalevityksenä selvästi huonompi kuin kevätlevitys.
- Entä millainen olisi huuhtouma jos syyslevitys olisi tehty sijoituksena?

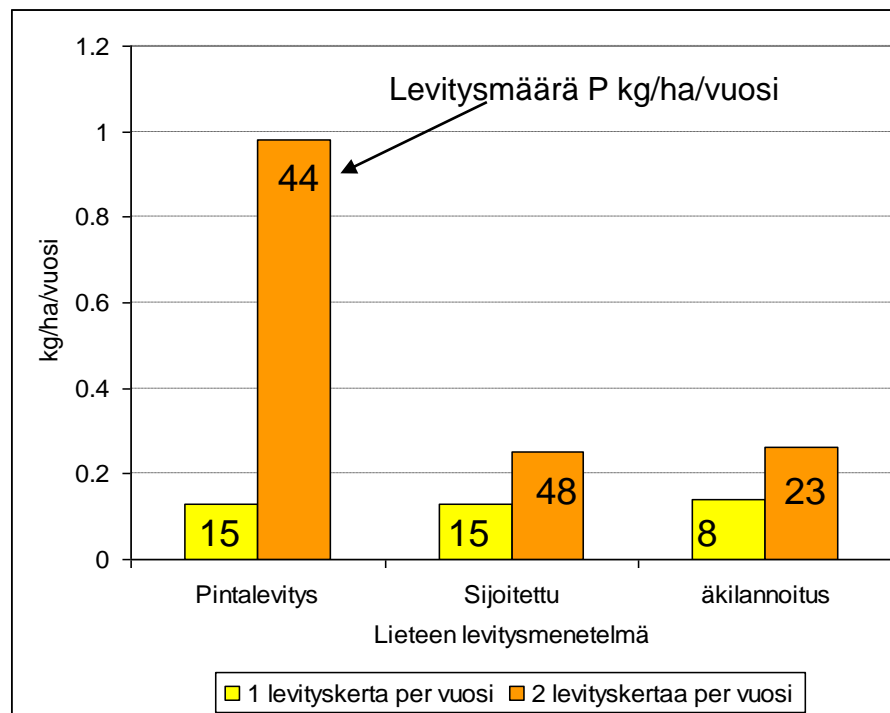
Lietteen levitysmenetelmän merkitys

Uusi-Kämpä, 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.

1. Maahan: P-luku



2. P:n huuhtoutumiseen



- 1) Asiallinen lietemäärä (jossa 15 kg/ha P) lyhytaikaisessa kokeessa ei ole ollut ongelma eikä eroa levitysmenetelmissä.
- 2) Sijoittaminen estää tehokkaasti P:n huuhtoutumista (80 %) ja alentaa maan pintakerroksen P-lukua.

Lietelannan syyslevityksen hyödyt

- **Lietelannan levityksajan pidentyminen:**
 - Mahdollistaa maan rakenteen kannalta levityksen paremman ajoittamisen.
 - Mahdollistaa kuljettamisen myös kauempana sijaitseville peltolohkoille.
 - Mahdollistaa konekapasiteetin tehokkaamman käytön (urakointi, tilojen välinen yhteistyö; mahdollistaa uuden ympäristöystävällisemmän teknologian käyttöönoton).
- **Lantavarastoihin saadaan lisää tilaa sisäruokintakaudeksi.**
- **Maan lämpötilan lasku:**
 - **< 10 °C (USA; Snyder ym. 2000), < 5 °C (Suomi; Salo)**
 - Hidastaa nitrifikaatiota eli ammoniumin (NH_4^+) hapettumista huuhtoutumisalttiiksi nitraatiksi (NO_3^-), NH_4^- N:ä kertyy kylmään ja kosteaan maahan.
 - Hidastaa denitrifikaatiota eli nitraatin (NO_3^-) pelkistymistä kaasumaisiksi typpiyhdisteiksi (N_2O , N_2).
 - Hidastaa mineralisaatiota ja epäorgaanisen typen vapautumista.
 - Vähentää ammoniumin (NH_4^+) haihtumista ammoniakkinä (NH_3) levityksen yhteydessä, ja kaasumaisten päästöjen aiheuttamia tappioita.
- **Ammoniumioneja (NH_4^+) voi pidättyä maahan**
 - (Liikkuu huonommin kuin NO_3^- .)
 - Vaihtuvaan muotoon savimineraalien pinnoille ja humukseen kationinvaihdon seurauksena (ns. epäspesifinen pidättyminen).
 - Vaikeasti vaihtuvaan muotoon joidenkin savimineraalien kerrosväleihin.

Lietelannan syyslevityksen haitat

- **Märkä maa, painava lietteenlevityskalusto:**
 - Lisäävät pohjamaan tiivistymisen riskiä – maan rakenteen huonontuminen, kasvukunnon heikentyminen (kasvien kasvu, viljeltävyys, maan kasvutekijät, ympäristökuormitus).
- **Kasvukauden ulkopuolella kasvusto ei sido mineraalityppeä (NH_4 - ja NO_3 -N):**
 - Valuntaa aiheuttavat sateet lietelannan levityksen jälkeen – typen huuhtoutuminen.
- **Mineralisaation ajankohta kasvukauden ulkopuolella:**
 - Kasvien typenotto vs. mineralisaatio eli typpeä sisältävien orgaanisten yhdisteiden hajoaminen epäorgaaniseksi typeksi.
- **Käyttämättä jäänyt ja/tai mineralisaatiossa vapautunut epäorgaanien tyyppi kulkeutuu veden mukana pinta- ja pohjavesiin:**
 - Vesistöjen rehevöitymisriski, kun tyyppi on minimitekijä (merkitys ei ole selväpiirteinen).
 - Heikentää kasvien lietelannan typen hyväksikäyttöä.
- **Typen kumuloituminen lietelannan pitkäaikaisessa käytössä?**
- **Fosforin huuhtoutumisriksi.**

Naudan liettelannan sijoittaminen nurmeen syksyllä - N ja P huuhtoutuminen

Nurmi perustettu 2011
Nurmivuodet 2012–2015

Koejäsenet:

- 40 tn/ha toiselle sadolle (täydennys SS),
- 20 tn/ha toiselle sadolle (täydennys SS) + 20 tn/ha myöhään syksyllä. (Kevätlannoituksessa NK1 on huomioitu syksyllä levitetyn lietteen sis. liukoisesta typestä 75 %.)

Levitys sijoittamalla:

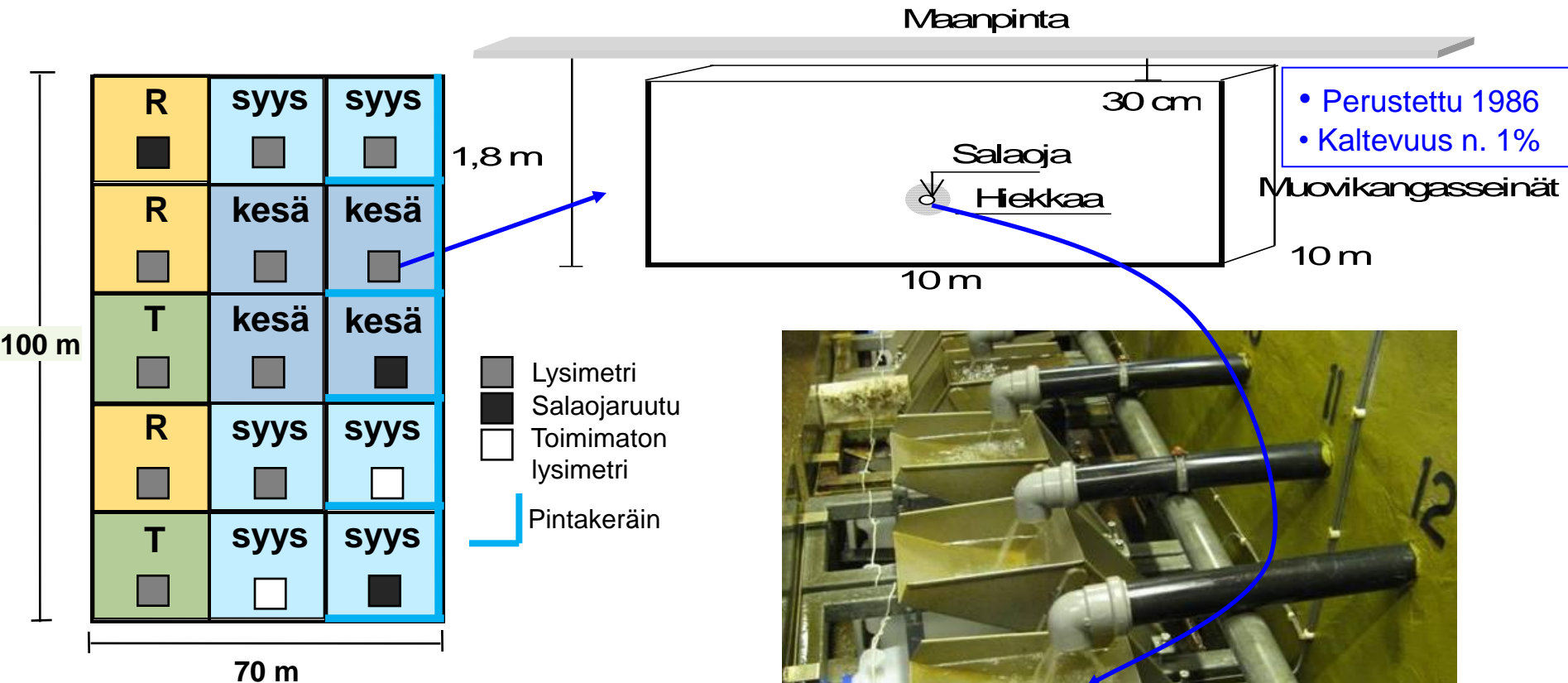
- Sijoitussyvyys n. 6 cm.
- 2-kieppo, vannasväli 25 cm (työleveys 150 cm).



Lietteen syyslevitys 30.10.2012

Lysimetrikenttä 31.10.2012

LYSIMETRIKENTTÄ pinta- ja pohjavesivalunta:



70 m

Vesinäytteiden keräysrakennus



Lieta-lannan syyslevityksen vaikutus typen huuhtoutumiseen (MTT; RAE -hanke).

Bioenergiaksi viljeltävän ruokohelven kasvihuonekaasutaseet kivennäismaalla (MTT + UEF).

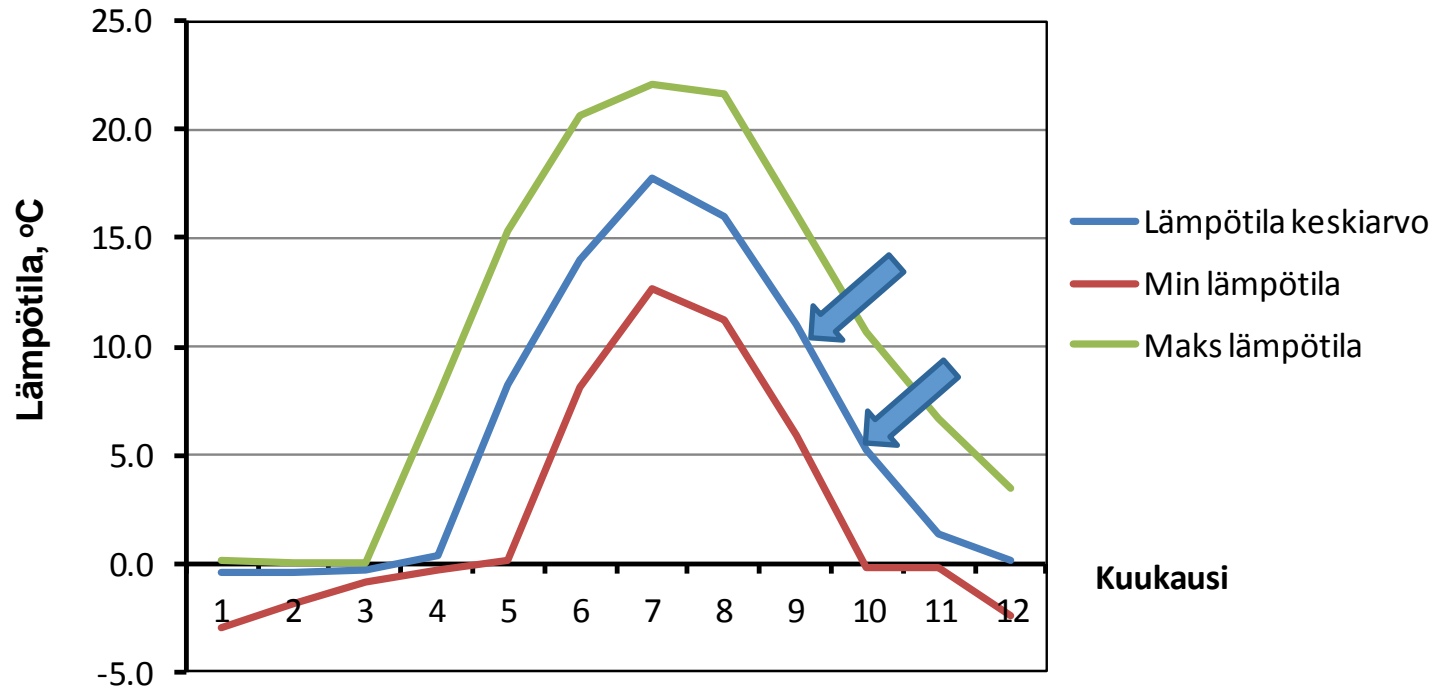


Kuva: MTT/Mari Rätty

Maan lämpötila vuosina 2000–2013; Maaninka, Halola



Maan lämpötila: keskiarvo, min ja maks Maaninka, Halola vuosina 2000–2013, syvyys 10 cm

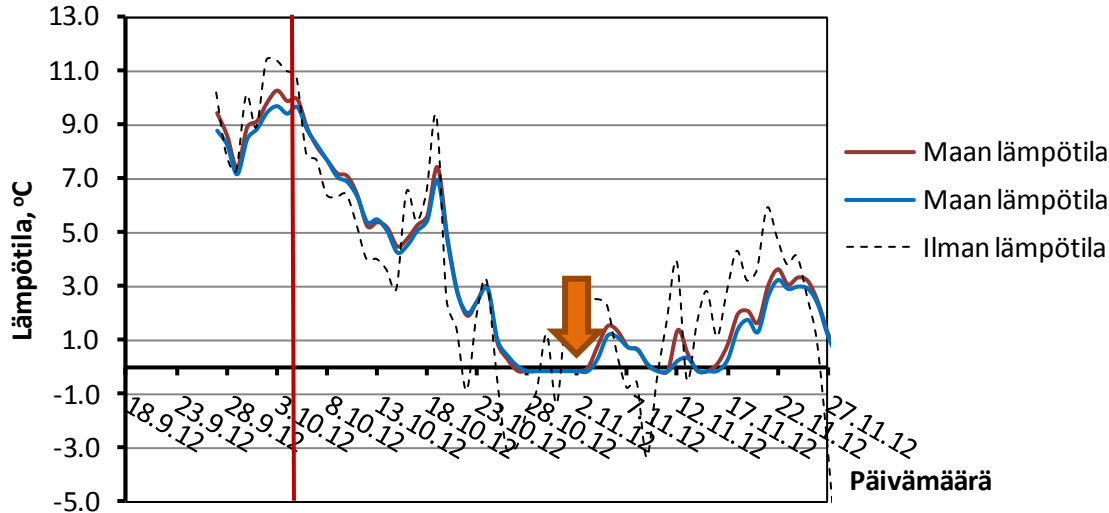


**Vuosina 2000–2013 maan lämpötilojen keskiarvo oli
syyskuussa 11,0 °C ja lokakuussa 5,3 °C.**

Maan lämpötila lietteen levityshetkellä syksyllä 2012 ja 2013



Maan lämpötila lysimetrikentällä (5–10 cm) syksyllä 2012



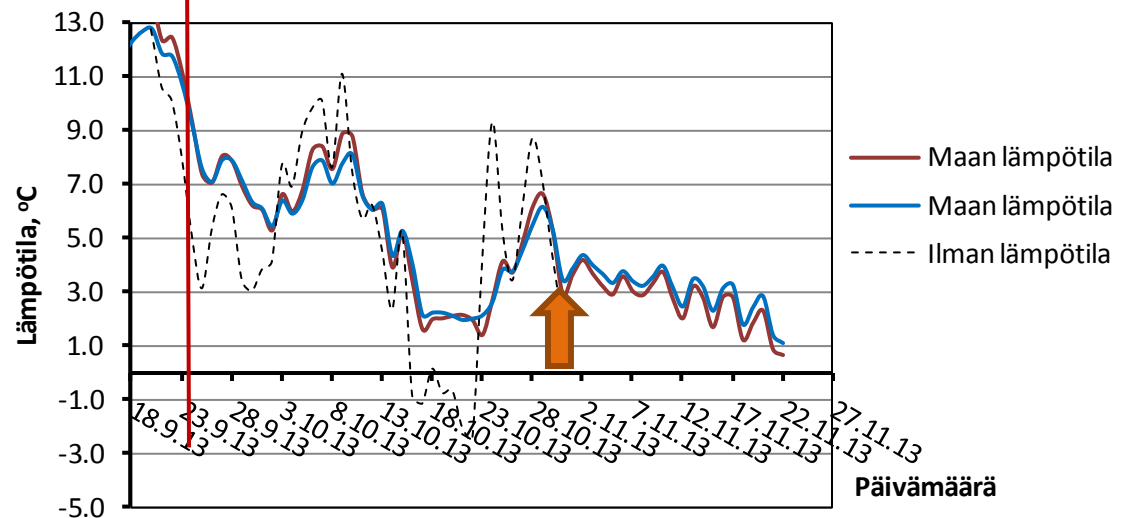
Syksy 2012 erittäin sateinen, levitys jäätyneeseen maahan (pinta) ennen ensilumia.

Lietteen syyslevitys 30.10.2012.

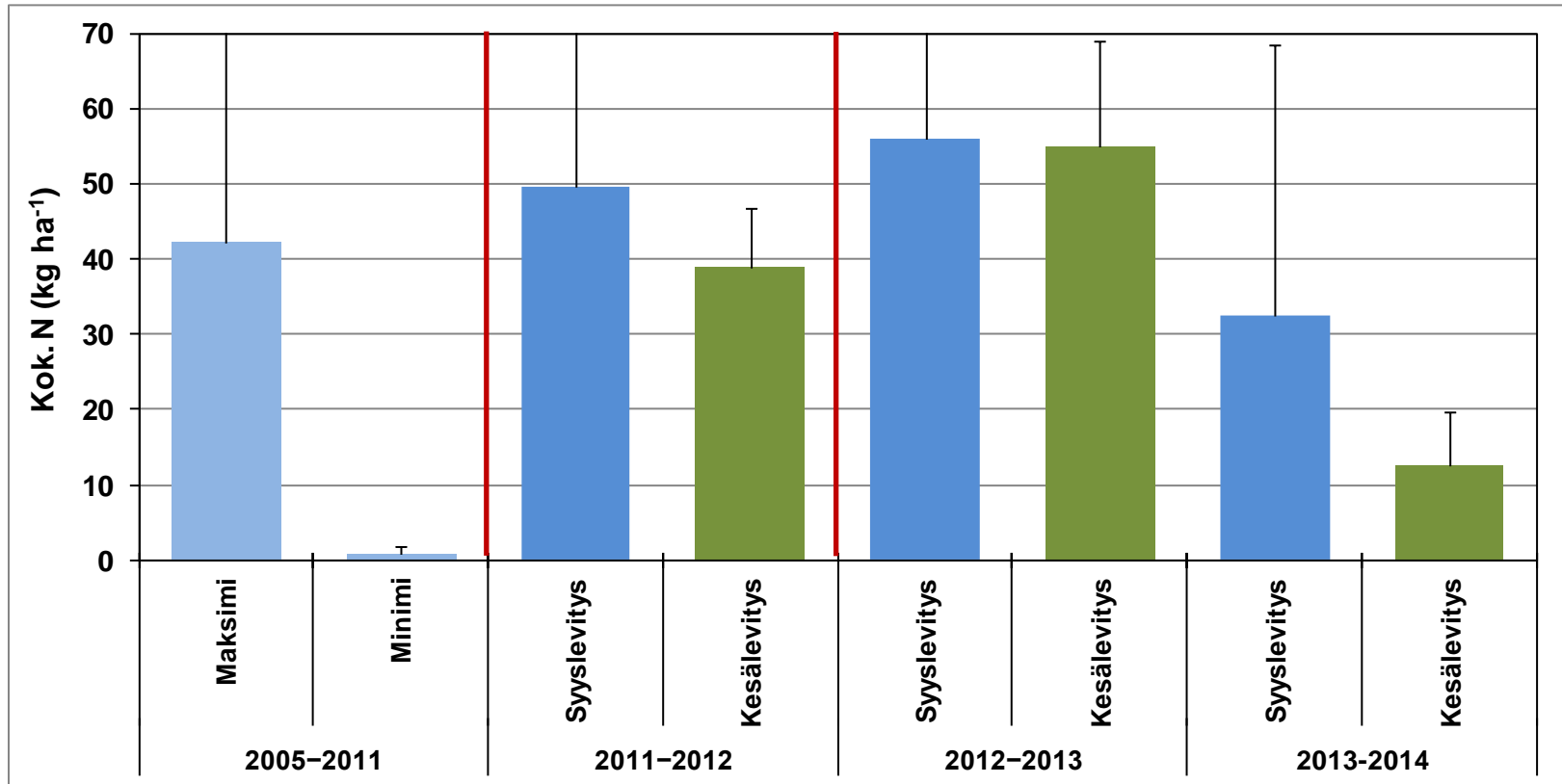
Syksyllä 2013 levitys sulaa maahan ensilumien jälkeen.

Lietteen syyslevitys 30.10.2013.

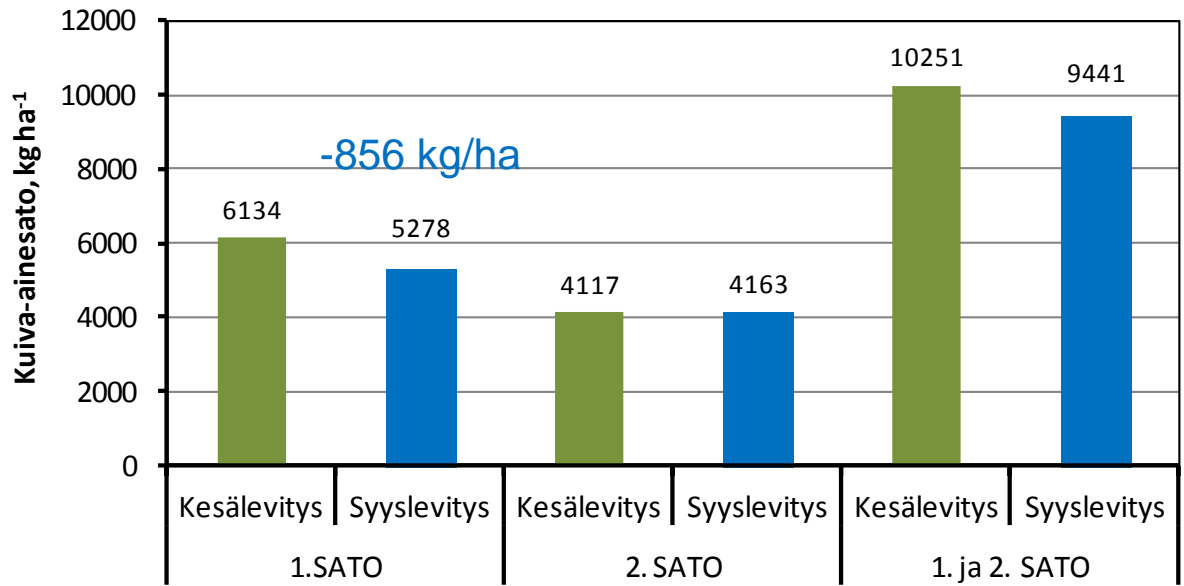
Maan lämpötila lysimetrikentällä (5–10 cm) syksyllä 2013



Alustava tulos – Lysimetrivalunnan kokonaistyyppi

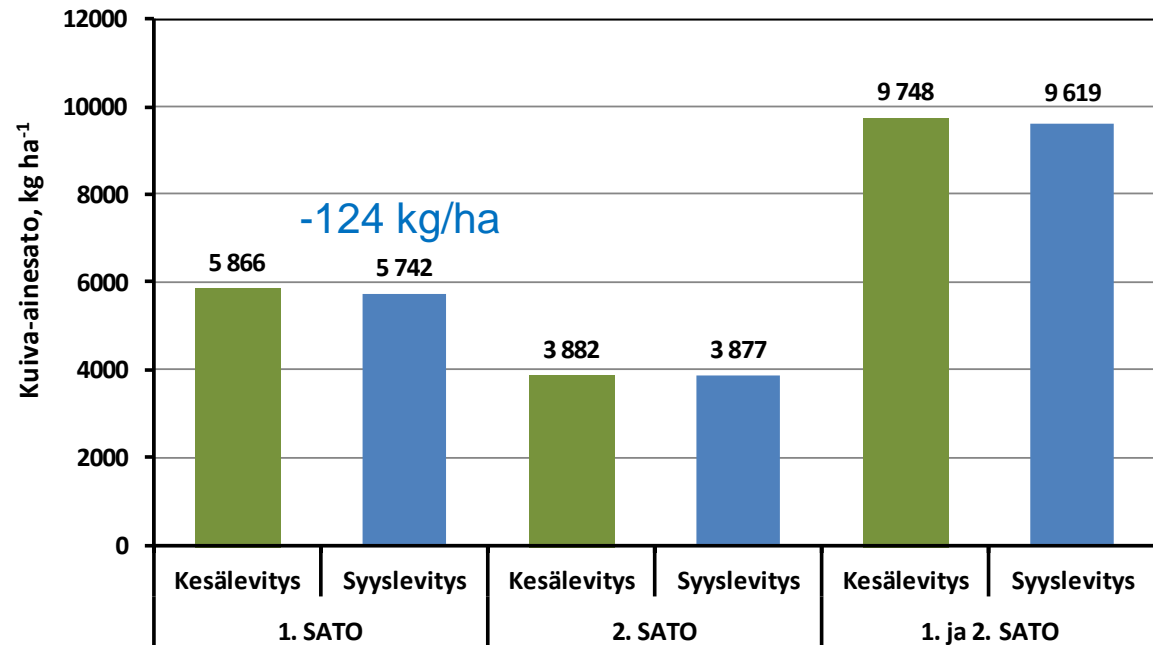


Kuiva-ainesato 2013

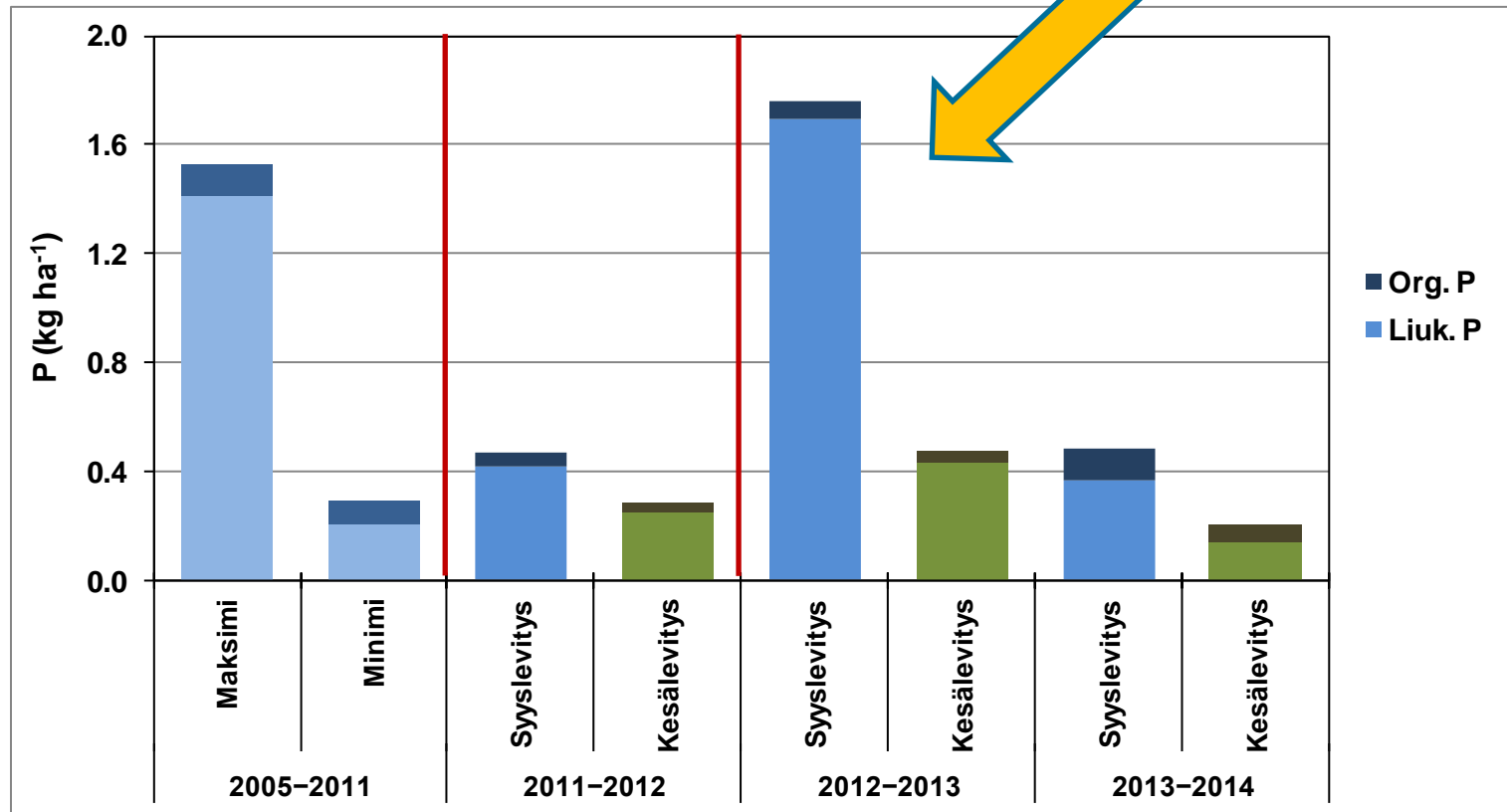


Alentunut sato (16 %) selvä määrän syksyn jälkeen.

Kuiva-ainesato 2014



Alustava tulos – pintavalunnan mukana huuhtoutuva fosfori



- 2011-2012; Nurmen perustaminen
(Lietteen levitys 35 tn/ha, kalkitus 4 tn/ha, kylvä (timotei(Tenho)-nurminata (Kasper) 70 %+30 %)
- 2012-2013 ja 2013-2014; Lietteen kesä- ja syyslevitykset

- Syksyn levitysaikaa oli hyvin vaikea ennustaa.
 - Ajoitus – milloin tulee sopiva talven alku.
 - Kestoa – kuinka monta päivä levitys on mahdollinen.
 - Olosuhteita – lämpimien ja kylmien jaksojen ja sademäärien vaihtelua.
- Lietteen syysajoitus ei lisännyt typen huuhtoutumista merkittävästi.
 - (Lämpötilateoriat toiminevat)
- Typpihuuhtouman taso on korkeahko.
 - Jatkuva lieteen käyttö muodostaa lievän riskin pohjavesialueella?
 - Suomessa pohjavesien tila Euroopan parhaita – samoin pintavesien.
- Märkänä syksynä fosforia huuhtoutui selvästi liikaa, vaikka liete oli sijoitettu.
 - Ei niin paljon kuin aikaisemmissa hajalevitys kokeissa (Turtola & Kempainen1998).
- Kuivempanakin syksynä huuhtoutuminen syysajoituksesta oli suurempaa kuin kesälevityksestä, mutta määrällisesti ei tavattoman suuri.
- Käyttösuositusten antaminen tulee olemaan vaikeaa, sillä tilakohtaiset olosuhteet ratkaisevat levityksen onnistumisen (maan kosteus, sää....)
 - Myöhäisen syyslevityksen varaan on hankala suunnitella.
 - Hetkellisesti olisi mahdollista reagoida, jos tilaisuus on ”hyvä” – miten määritellään hyvä hetki/olosuhteet.
 - P-huuhtoutumisriski on vakava.

2. Nurmikasvuston poisto syksyllä

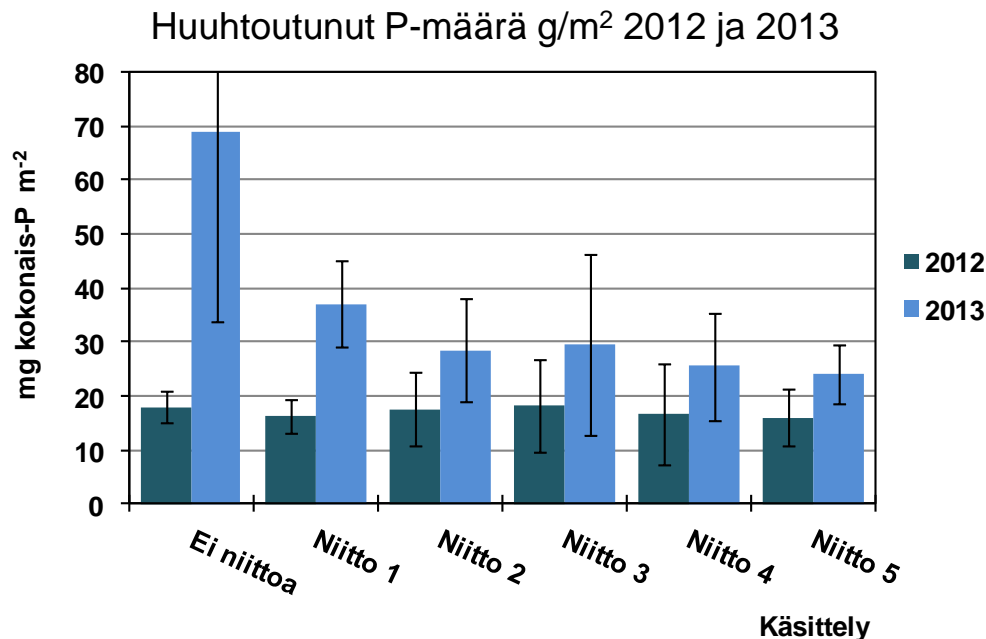
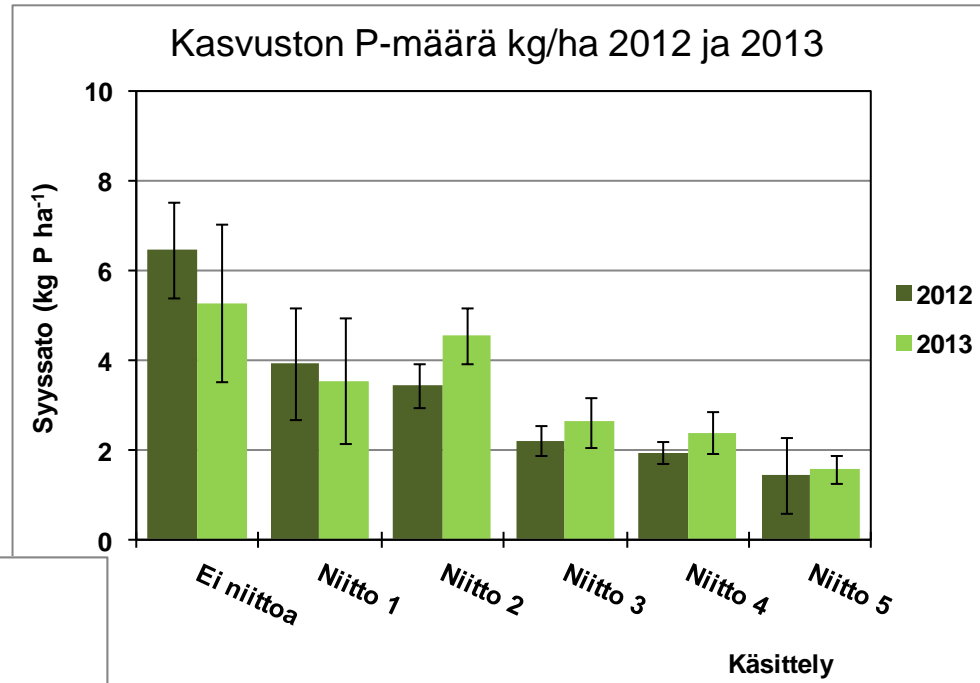


Kuvat: MTT/Perttu Virkajärvi

Nurmikasvuston poisto syksyllä (RAE-hanke)

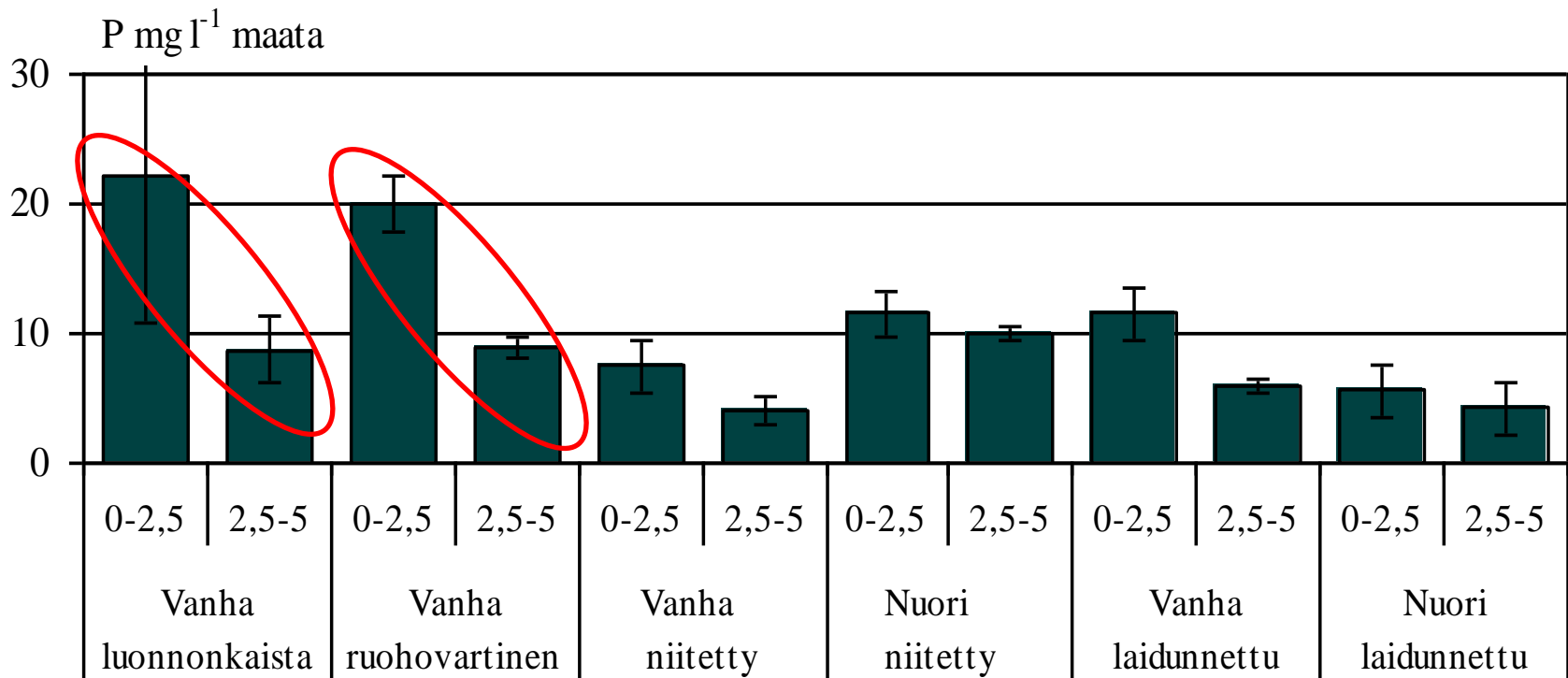
- Muokkauskerroksen P-luku $6,2 \text{ mg l}^{-1}$
- Ensimmäisen sadon niitto tapahtui kaikilla koejäsenillä samanaikaisesti. Toisen sadon niittoaika oli porrastettu 14 vrk:n välein.

	Niittoaikat	
	2012	2013
1	Ei niittoa	
2	31.7.2012	16.7.2013
3	14.8.2012	30.7.2013
4	28.8.2012	13.8.2013
5	11.9.2012	27.8.2013
6	25.9.2014	10.9.2013



Maan pintakerroksen P-luku erilaisilla suojakaistoilla

Räty, M. (Julkaisussa: Rasa, K., Räty, M. & Uusi-Kämpä. 2007. Suojavyöhykkeen iän ja hoidon vaikutus suojavyöhykkeen toimintaan (SUOTO). Pro Terra No. 34. Helsingin yliopisto, Soveltavan kemian ja mikrobiologian laitos. 64 s.



Vanhalla luonnonkaistalla oli pintamaakerroksessa viljavuusfosforia (22 mg l^{-1}) lähes kolmikertaisesti vanhaan niitettyyn kaistaan verrattuna ($7,5 \text{ mg l}^{-1}$).

- Kasvuston poisto vähensi potentiaalisesti huuhtoutuvan P:n määrää säilörehunurmelta, eli pitkällä aikavälillä toimenpiteen pitäisi olla hyödyllinen.
 - Suojakaistoilla myös laidunnus edullinen verrattuna 'ei suojakaistaa' -tilanteeseen.
 - Laidunnusta ei suositella nuorelle nurmelle.
- **Elo-syyskuun alku on todennäköisesti sopiva korkean P-tilan lohkon tai suojakaistatyypin säilörehunurmen viimeinen niittoaika.**
- Etenkin vanhojen suojakaistojen kasvustossa paljon potentiaalisesti huuhtoutuvaa fosforia.
- Sääolosuhteet ennen ja jälkeen niiton ratkaisevat toimenpiteen merkityksen:
 - Ohut lumipeite/ei lumipeitettä ja suuret lämpötilavaihtelu -> suurempi P:n huuhtouma ja toimenpiteen merkitys edullinen.
 - Perinteinen stabiilimpi talvi, tasaisempi lämpötila lumen alla -> Vähemmän P:n huuhtoumista ja toimenpiteen merkitys vähäisempi lyhyellä aikavälillä.
- Nurmialueella eroosio on vähäistä - paitsi kynnetyt nurmet ja viljat.
- Suojakaistoissa paljon selvittämättömiä seikkoja.
 - Liukoisen ja partikkeli-P:n vaikutuksen "haittasuhde".
 - Kasvilajit.
 - Tulvien vaikutus jne.

3. Kynnön syventäminen fosforirikkaille lohkoilla

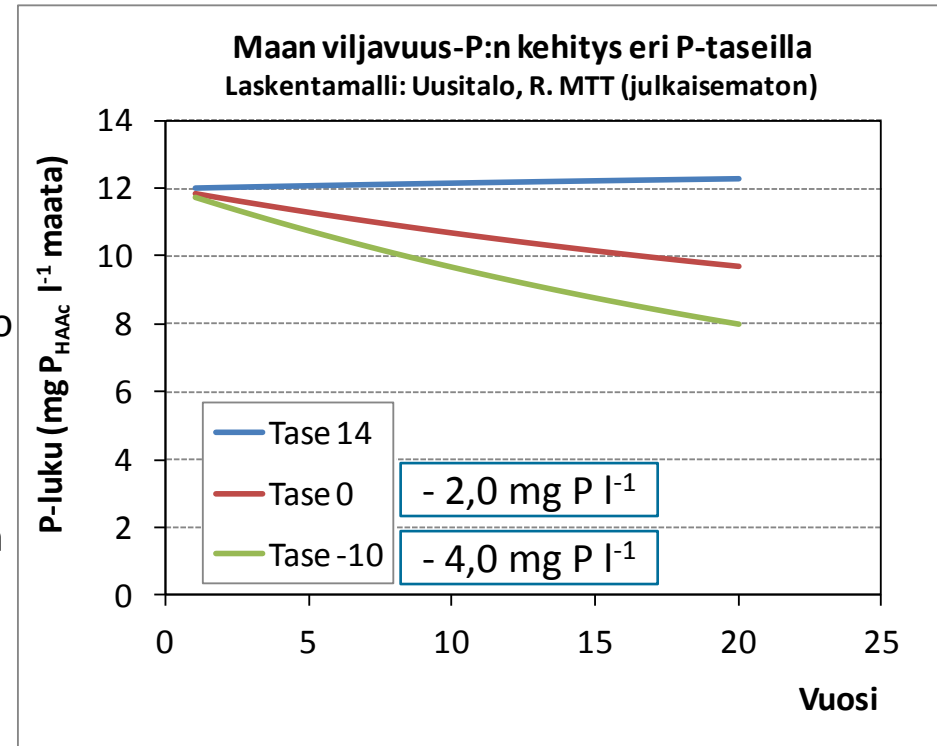


Kuvat: MTT/Mari Rätty



Kynnön syventäminen fosforirikkailla lohkoilla

- Fosfori huuhtoutuu maan pintakerroksesta.
 - Sitä enemmän mitä korkeampi on maan pintakerroksen (n. 0-2 cm) P-luku.
 - Korkean P-tilan lohkojen P-pitoisuus laskee suhteellisen hitaasti, vaikka lannoituksesta luovutaan (kuva).
 - Viljelymaille on tyypillistä, että muokkauskerroksen ja alapuolisen jankon välillä on selvä ero P-pitoisuuksissa.
 - Syvennetyllä kynnöllä maata muokataan tavanomaista kyntösyvyyttä syvemmältä, ja sekoitetaan runsaasti helppoliukoista P:a sisältävä maan pintakerros vähemmän P:a sisältävään maakerrokseen.
- ➡ Lisää maan P:n sitomiskykyä.
- Tavoite: Selvittää, voiko kynnön syventämisellä nopeuttaa pellon pintakerroksen P-luvun laskua.



• Kyseessä ei ole 1970-luvun syväkyntö!

Toteutus tavanomaisilla auroilla:

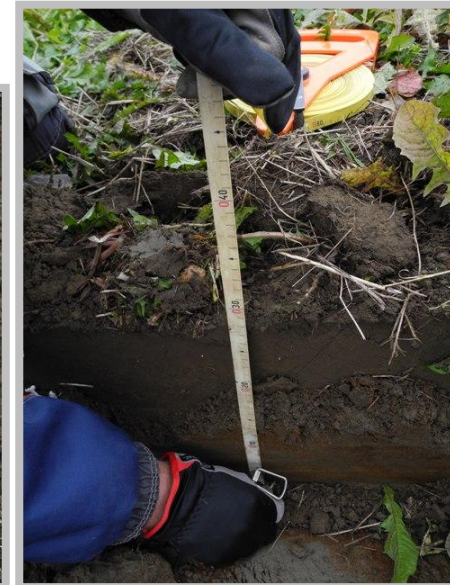
- Syksy 2011: 4-siipinen 14 tuuman aura.
- Syksy 2012: tavanomainen n. 23 cm; 3-siipinen 14 tuuman aura, syvennetty n. 35 cm; 3-siipinen 18 tuuman aura.

Kaksi aluetta, muokkauskerros, lähtötilanne:

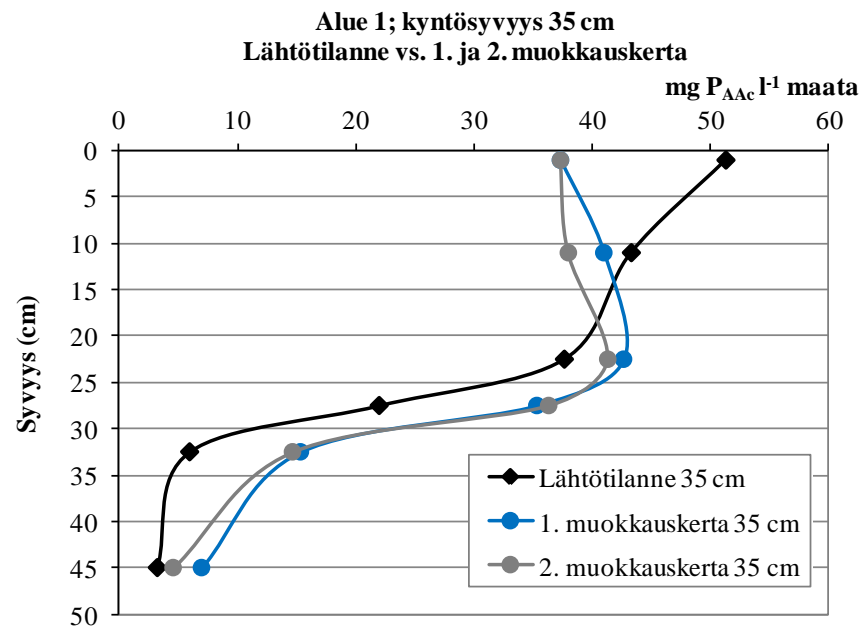
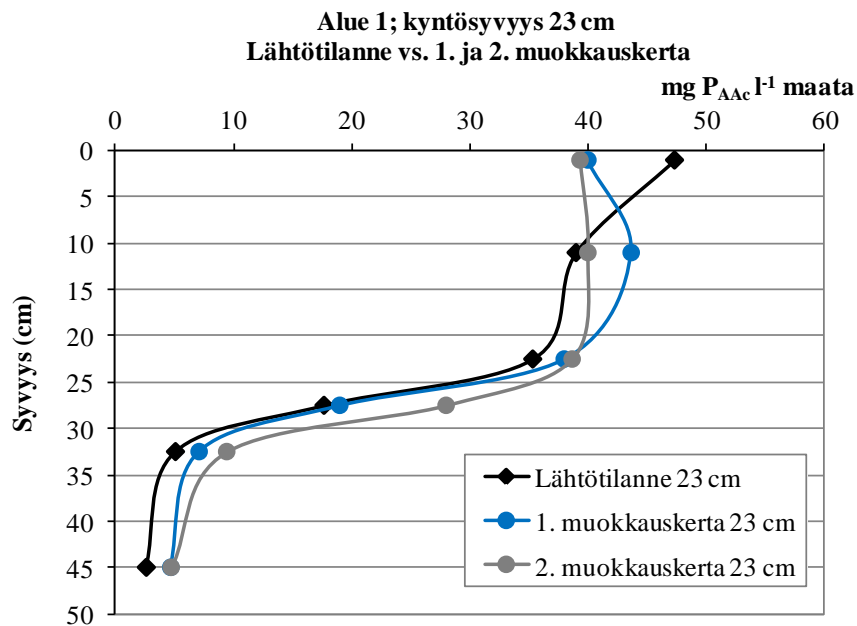
- Alue 1: Multava (m) hietamoreeni (HtMr), P-luku $44 \text{ mg P}_{\text{HAAc}} \text{ l}^{-1}$ maata (korkea),
- Alue 2: Multava (m) karkea hieta (KHt) P-luku $21 \text{ mg P}_{\text{HAAc}} \text{ l}^{-1}$ maata (hyvä).



Kuvat: MTT/Mari Rätty



Tulokset - maan P-luku eri syvyyksillä



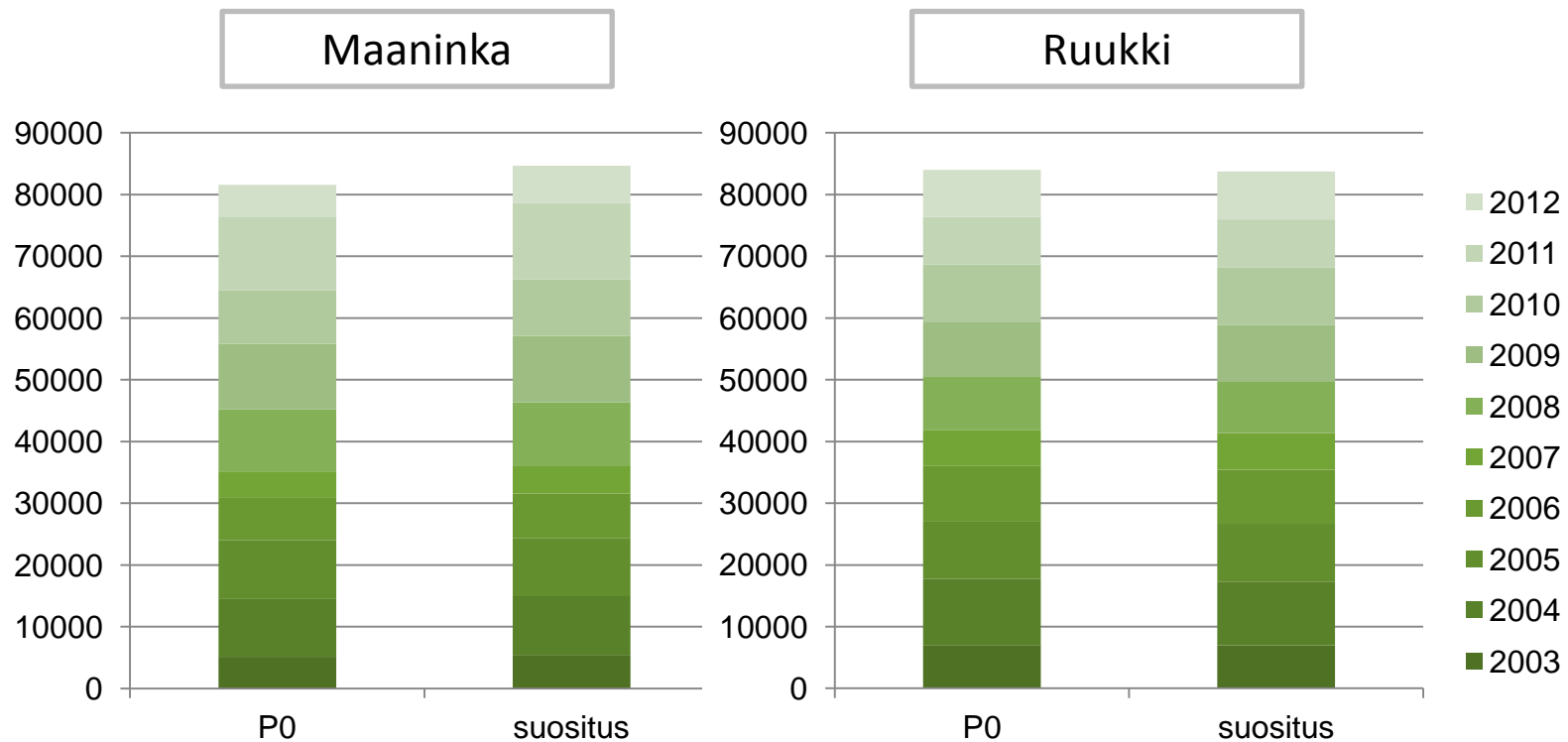
- Syvennetty kyntö alensi pintamaan P-lukua 14 mg/l.
- Yksi kyntökerta riitti.
- Tämä olisi vienyt 14 vuotta lannoituksen lopettamisen kautta.
- Kynnön syventämisen etu kyntökerroksen (25 cm) P-luvussa oli 5-6 mg/l. Tällä on myös merkitystä viljavuusluokkien rajatapauksissa.
- **Multavuus ja pH säilyivät tällä maalla hyvin.**
- Kivet eivät haitanneet.

- Kynnön syventäminen toimi toisella lohkolla ja toisella ei.
 - Vaikutus riippuu pintamaan ja pohjamaan eroista (P-pitoisuudessa).
- Sillä ei ollut yleisesti ehdotettuja haitallisia vaikutuksia.
- Voi suositella korkean P:n lohkoille kunhan ensin:
 - Tarkistaa maanäytteellä kyntökerroksen ja pohjamaan välisen eron.
 - Ei sovi kivisille yms. lohkoille.
- Pohjois-Savon viljelysmaista noin 4 %:a voisi hyötyä toimenpiteestä.
 - Fosforiluvultaan viljavuusluokassa korkea tai arveluttava korkea (VP).
 - eli n. 30 mg/l (hietamaa).

4. Kasvidiagnostiikka ja fosforilannoitus

- Kasvin ravinnepitoisuuden kautta voidaan arvioida lannoituksen riittävyyttä.
 - Tarkka, koska kertoo kasvin todellisen ravinteen oton.
 - Tulos saadaan vasta lannoituksen jälkeen.
- Perinteisesti: ravinteen pitoisuus kuiva-aineessa.
- Uusi suuntaus: ravinnepitoisuus suhteessa kasvimassaan tai toisiin ravinteisiin.
- N- ja P -tarve molemmat suuremmat metabolisesti aktiivisissa soluissa
=> mitä enemmän korsiä, sen pienempi konsentraatiotarve.
 - => N:P -suhde lupaava ravinnetarpeen osoittaja.

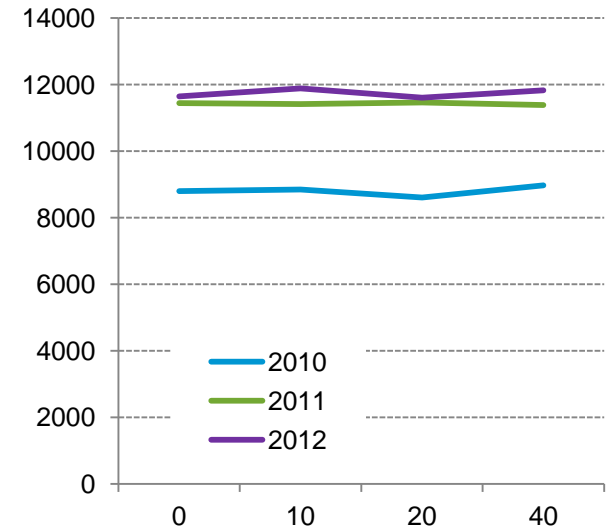
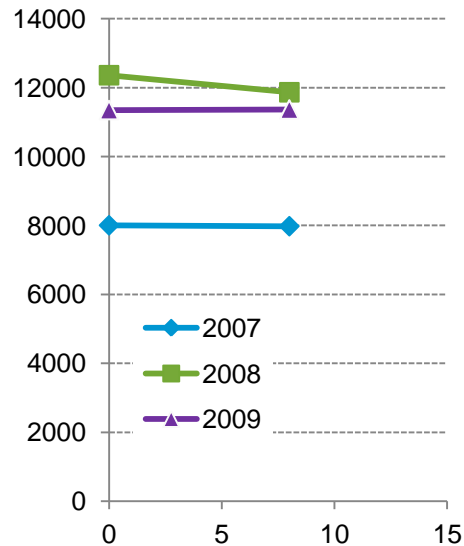
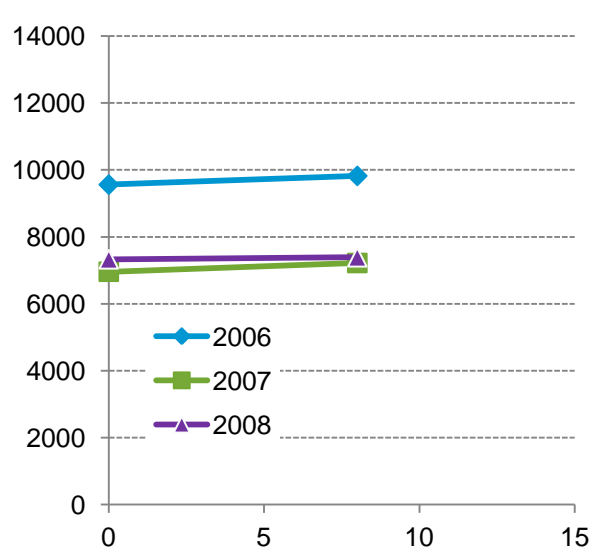
Kumulatiivinen sato



P-lannoituksen vaikutus nurmen satoon - 3 koetta 2000-luvulta



Ka-sato kg ka/ha/v



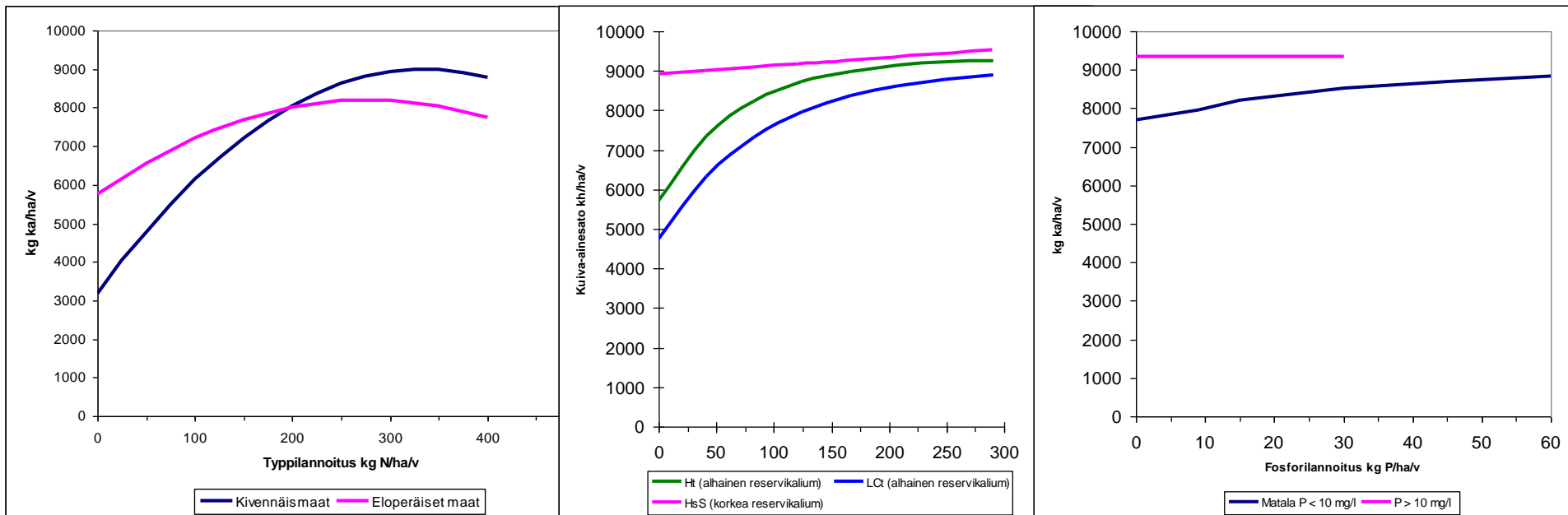
P-lannoitus, kg/ha/v

MTT Maaninka, mKht,
P-luku 27 mg/l

MTT Ruukki, rmKht,
P-luku 18 mg/l

MTT Maaninka, ermHe,
P-luku 6 mg/l
Saves 24 %

Yhteenvedo lannoituksesta



N

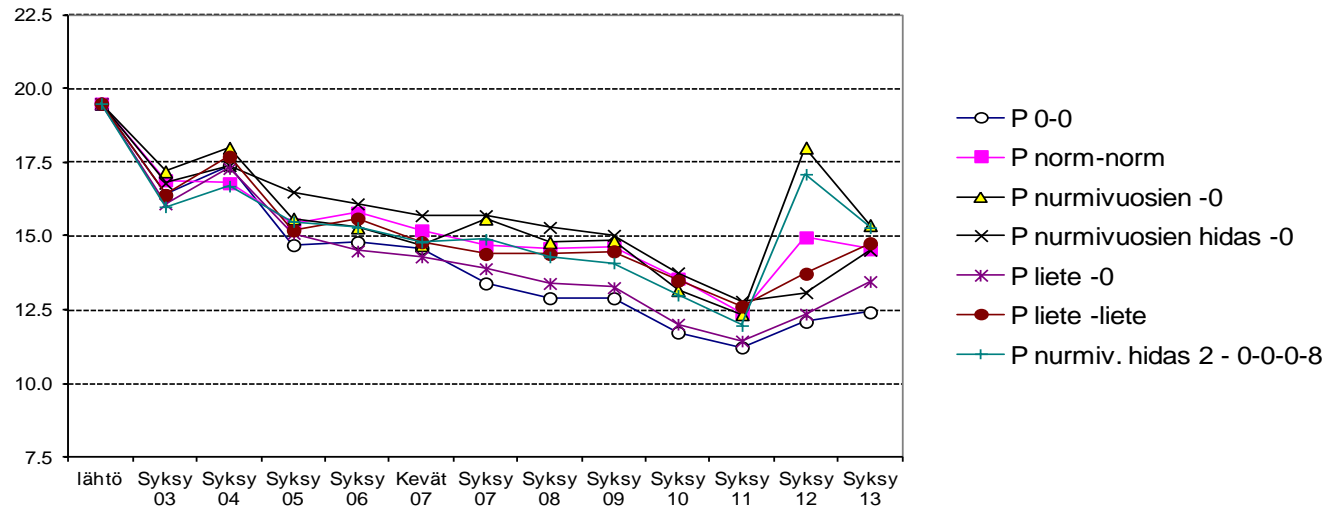
K

P

N antaa 100-200 %, K 100 % ja P antaa 10 – 15 % sadonlisää, silloin kun maassa on N-, K- tai P-tila heikko.

Kyntökerroksen viljavuusfosfori

Maaninka



Viljavuus-P laskee kaikilla koejäsenillä, ts. suositusten mukainen lannoitus ei estä laskua. Nautakarjatilalla lietteen P ei johda korkeisiin maan P-lukuihin, jos käyttö nykyohjeiden mukaista ja typpilannoituksesta huolehditaan.
0-ruudut erottuvat alimpana, mutta erot eivät kovin suuria.

Johtopäätökset



- Kansainvälisten tulosten perustella N:P -suhde toimii useilla kasvilajeilla.
- Koska Suomessa ei ole riittävästi havaintoja tilanteista, joissa P-lannoitus lisäsi satoa, ei kasvidiagnostiikkaa voida toistaiseksi kehittää.
- Maan P-luvun kohtuullinen lasku ei ole ongelma.
 - Taloudellisesti kannattavampaa lannoittaa kasvia kuin maata.
- Nurmen P-lannoituksella saatu sadonlisä on huomattavan pieni suhteessa typen ja kalium satovasteeseen sellaisissa oloissa, jolloin vastetta saadaan.

KIITOS!

