

Nurmien lannoitus – satovasteet, rehun laatu ja tuotantokustannus

Perttu Virkajärvi, Sanna Kykkänen, Maarit Hyrkäs, Kirsi Järvenranta,
Mari Rätty

Luke Maaninka

Nurmen tuotantokustannukseen vaikuttavat tekijät –
tuotantopanoksien hallinta -seminaari
Seinäjoki 12.10.2016

Esityksestä

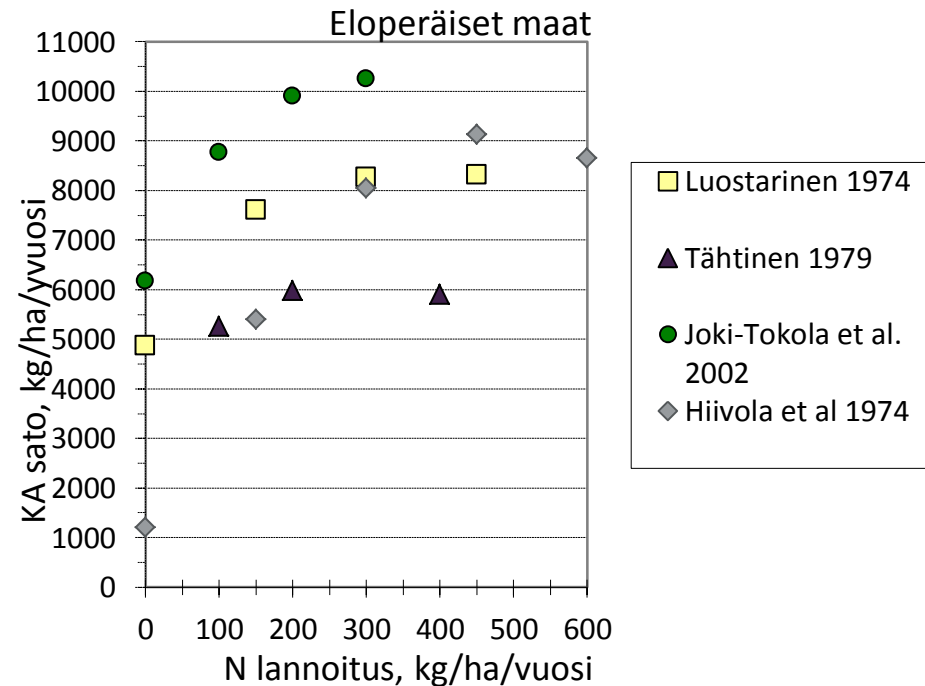
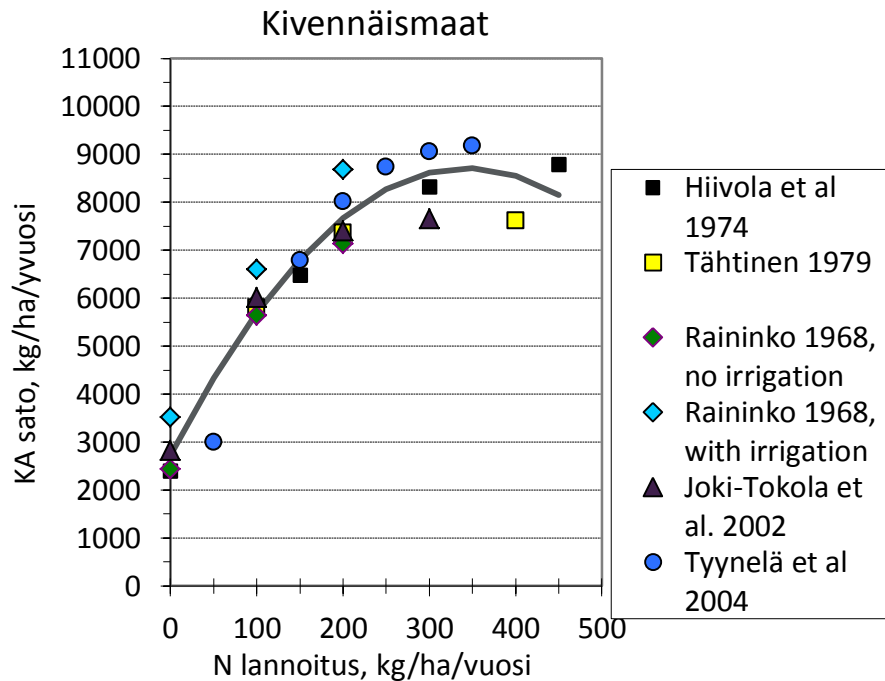
- Ravinteet
 - N
 - K
 - P
- Yleistä
- Koetuloksia
- Lannoituksen kannattavuus
- Yhteenvedo

NURMEN TYPPILANNOITUS

Johdanto

- Tärkein ravinne nurmituotannossa
- Tällä hetkellä käytössä olevien nurmen typpilannoituksen satovastekäyrien aineisto on suurelta osin peräisin 1960-1970 -luvulta.
- Moni asia on muuttunut: viljeltävät lajikkeet, kolmen korjuun yleistyminen, lämpimämmät syksyt, leudommat talvet

Aineistot



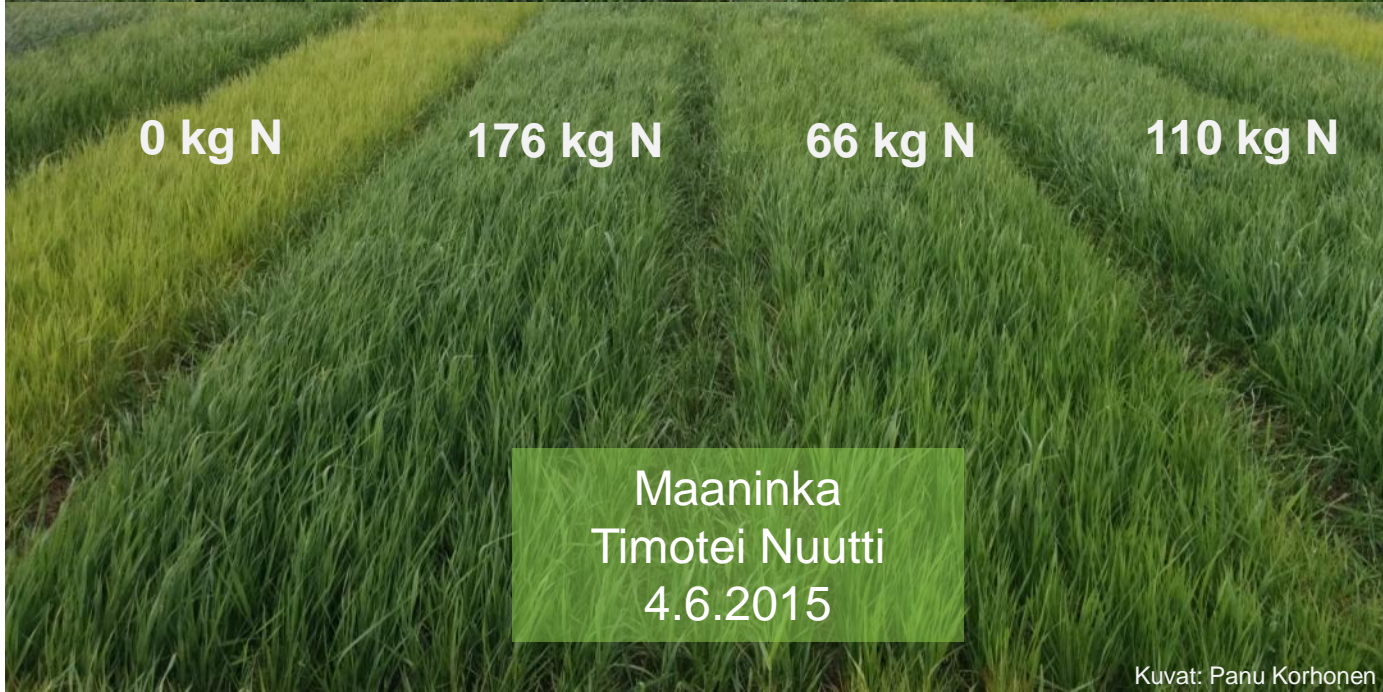
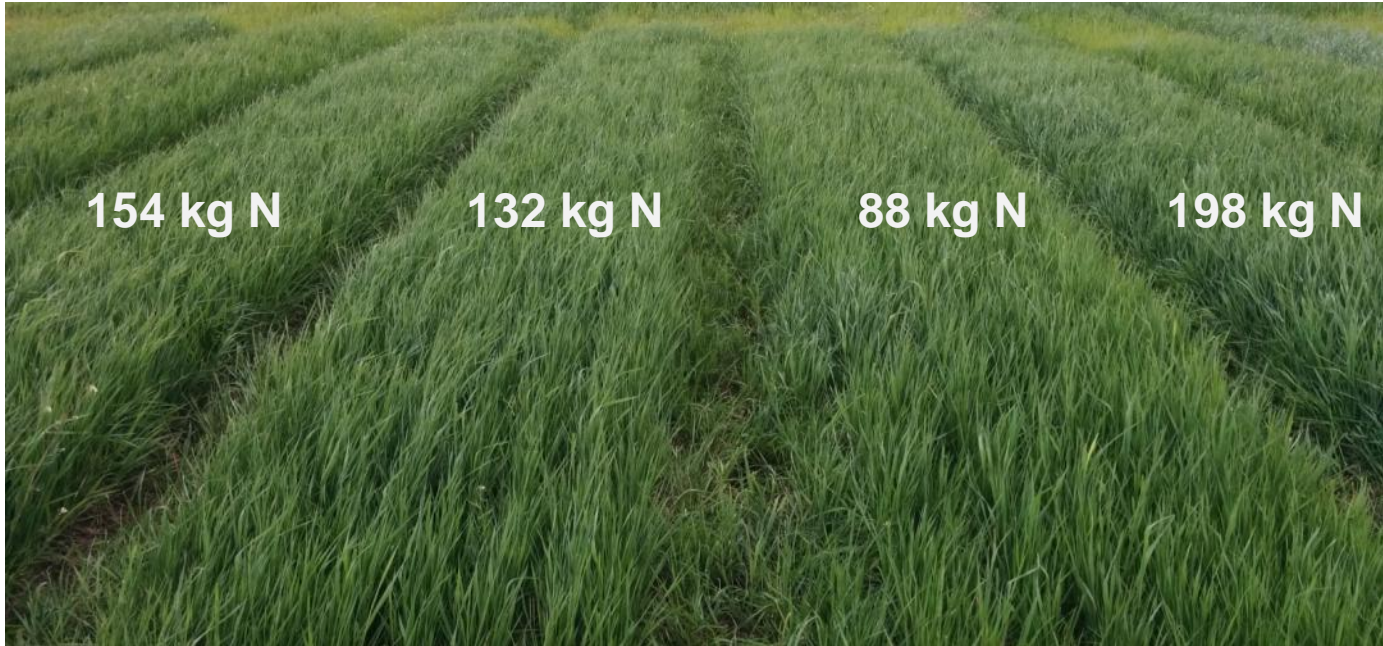
- Osa tutkimuksista vanhoja
- Kivennäismailta kohtuullinen käsitys
- Eloperäisillä mailla vähän aineistoja ja suuri vaihtelu
 - Itä-Suomen paksuturpeiset / Länsi-Suomen ohutturpeiset
 - Pohjanmaan sulfaattimaat
- Suurin ero 0-ruutujen osalta

Uusi koesarja - koeasetelma

Toteutus:

- Kenttäkoe **Ruukkiin** (m Hht, org.aines 5,4 %) ja **Maaningalle** (vm Kht, org.aines 2,7 %)
- Nurmivuodet 2015-2017
- Kolme kasvilajia puhdaskasvustoina: timoteit **Nuutti ja Grindstad**, nurminata **Valtteri**
- **Kolme korjuuta/vuosi**
- 8 typpilannoitustasoa (0-450 kg N/ha/vuosi)
- Neljä toistoa = 96 koeruutua/paikkakunta
- Yhteistutkimus Luke & Yara





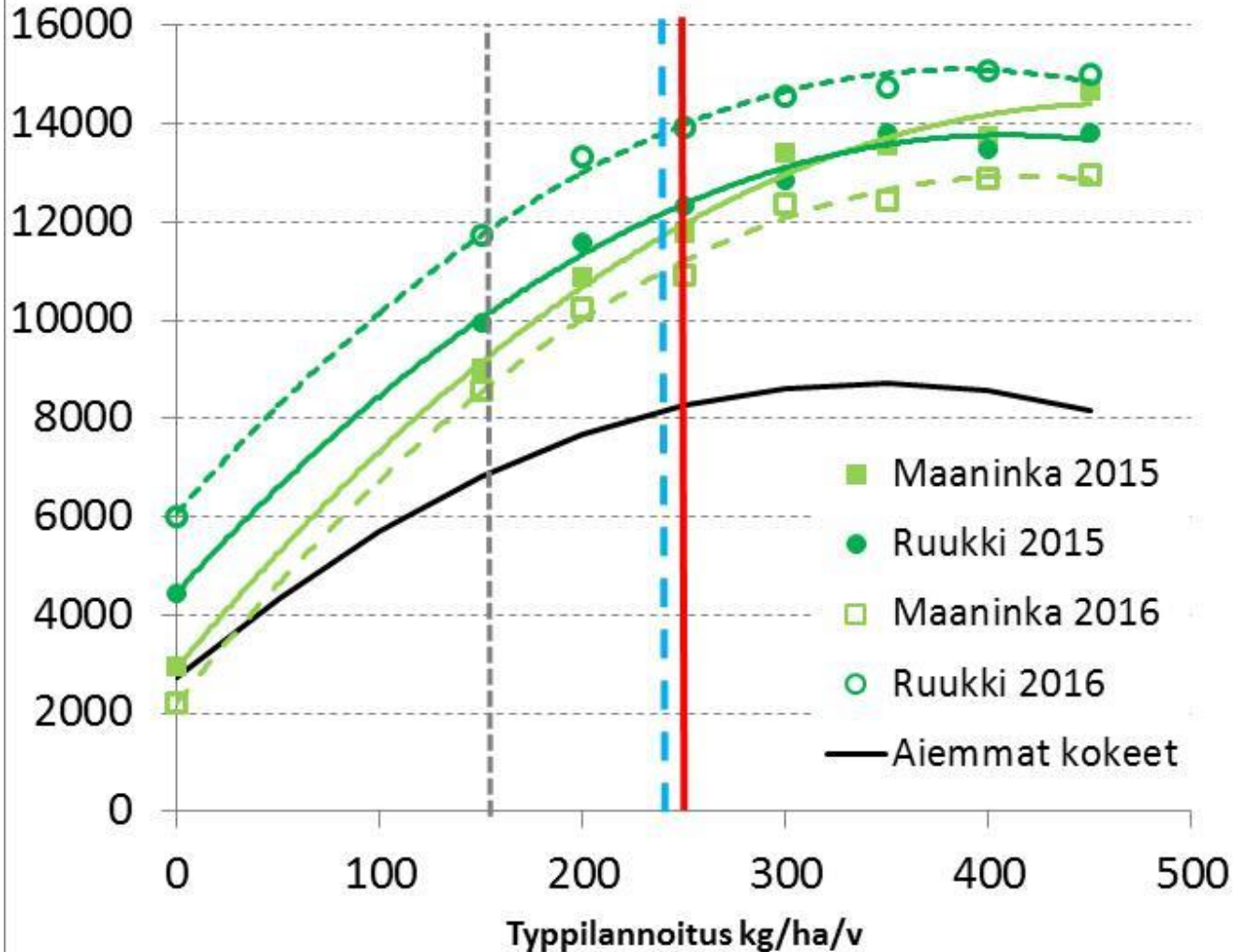
Maaninka
Timotei Nuutti
4.6.2015



Kuvat: Panu Korhonen

Typpilannoitusvasteet vs. aiemmat kokeet

Kokonais-
kuiva-ainesato
kg ka/ha



Keskimääräinen typpilannoitustaso maataloilla on 155 kg N/ha/v (Lohkotietopankki).

Ympäristökorvausjärjestelmän yläraja (vm ja m maa) 3 niittoa 240 kg N/ha/v

Nitraattidirektiivin yläraja 250 kg N/ha/v

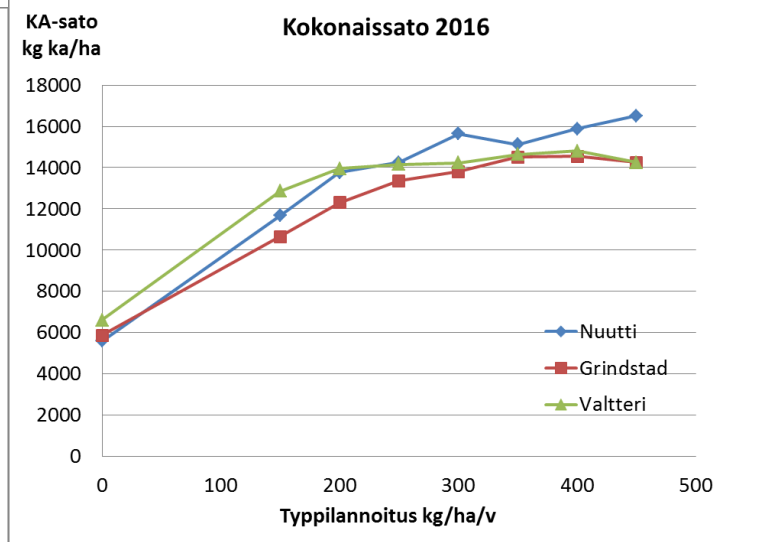
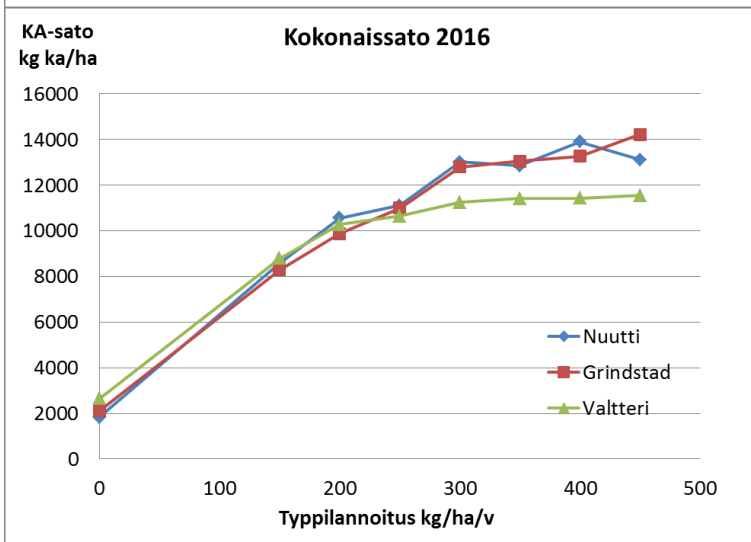
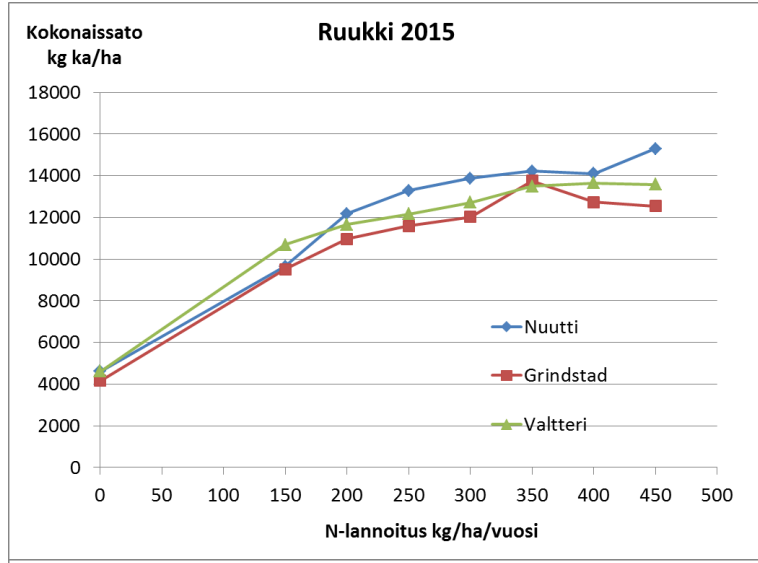
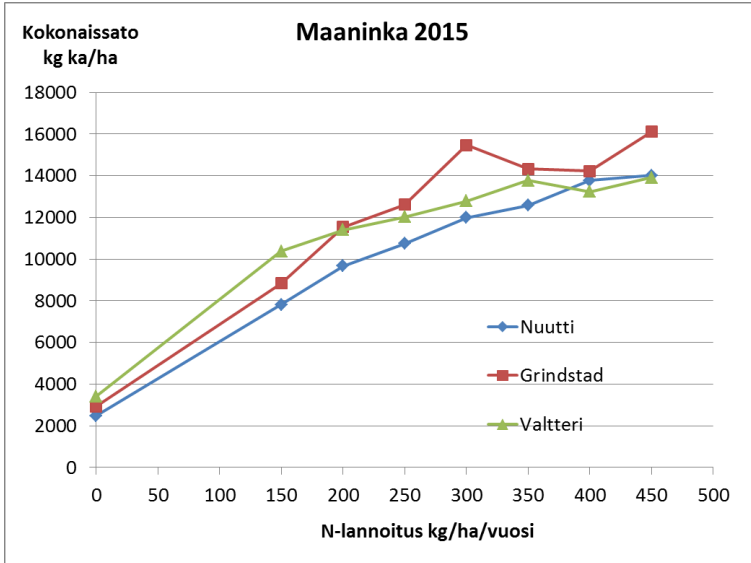
Aiemmat kokeet: Salo ym. 2013. Nitrogen fertilizer rates, N balances, and related risk of N leaching in Finnish agriculture. MTTReport 102.



Kokonaissadot

Ruukki ja Maaninka 2015 ja 2016

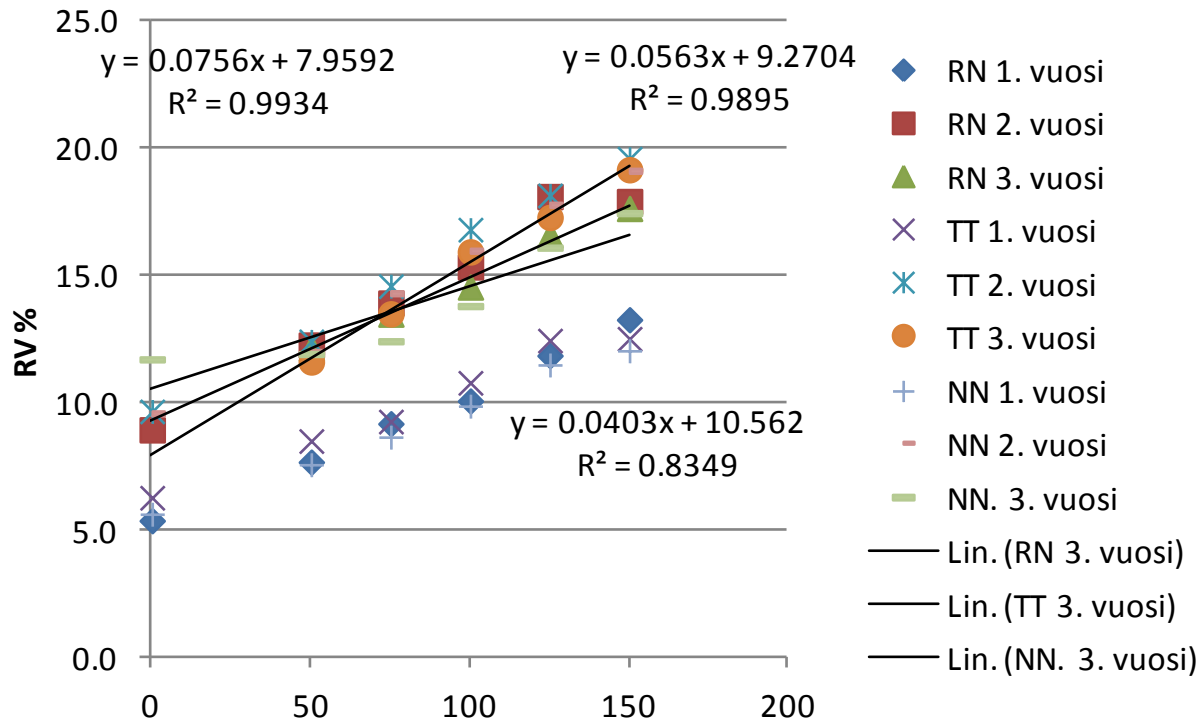
Varsin yhteneväiset satotulokset, paitsi Valtteri Maaninka 2016



Rehun laatu

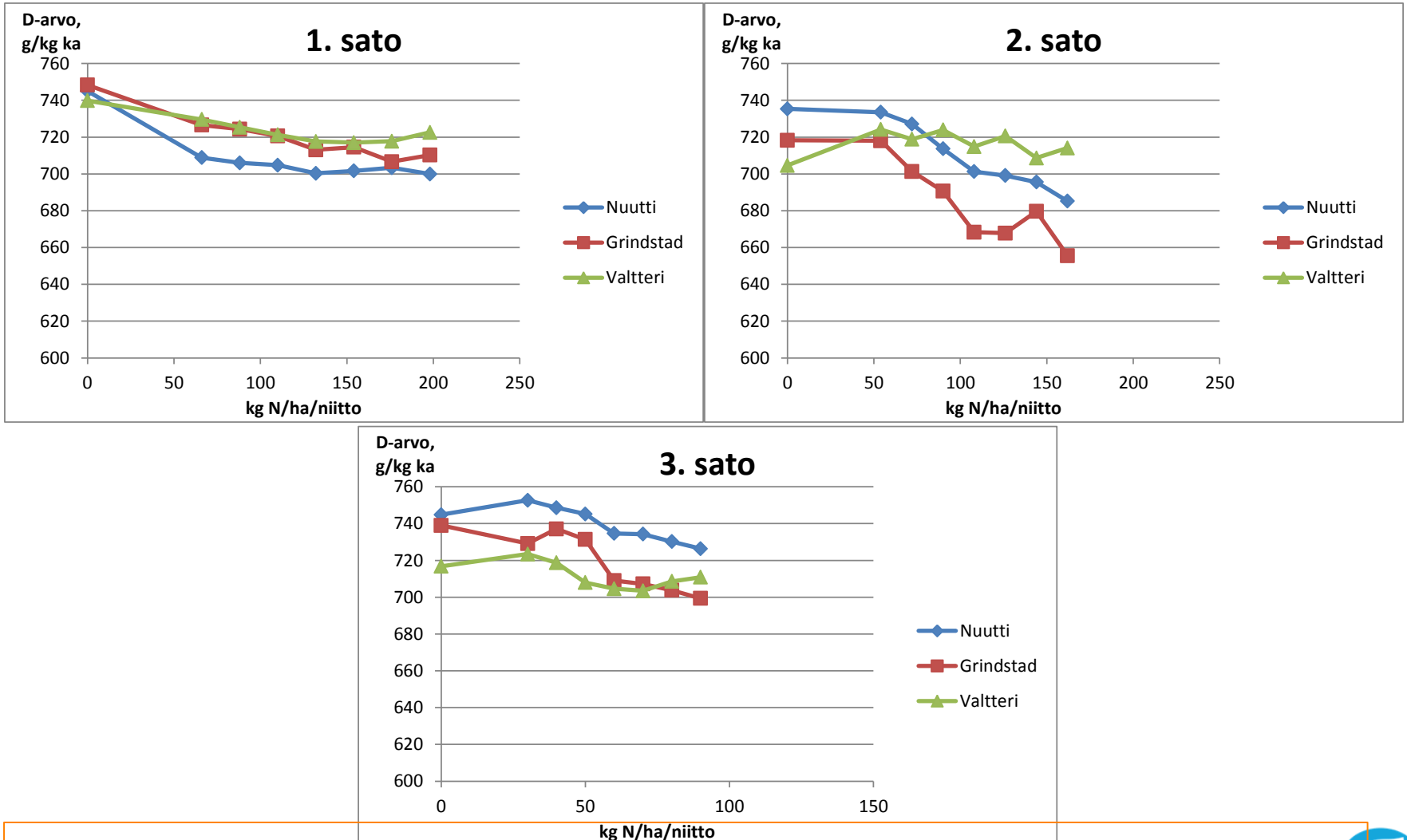
- Typpilannoitus vaikuttaa rehun valkuaispitoisuuteen (1 kg N → 0,05 % yks. RV)
- Typpeä yleensä rehussa liikaa verrattuna märehitjän tarpeeseen → typen hyväksikäyttöaste
 - Lannan typpipitoisuus nousee → huuhtoutumisriski/haihtuminen, khk
- 13 % raakavalkuaispitoisuus täyttää pötsin tarpeen
- Märehitjän kannalta olennaisempaa on OIV-arvo (tavoite 80 g/kg ka)
 - SULAVUUS!
 - Esim. RV 13 % rehun sulavuus 680 g/kg ka
- Yleensä typpi ei vaikuta suoraan sulavuuteen mutta se saattaa alentaa D-arvoa Suomessa
- Liiallinen typpi nostaa ruohon nitraattipitoisuutta (NO₃), joka on haitallista lehmälle
- Typpi tehostaa nurmen P-ottoa (?)
- Vaikutus kasvilajikoostumuksen kautta (heinä-apila suhde)

Lannoitus vaikuttaa rehun raakavalkuaispitoisuuteen



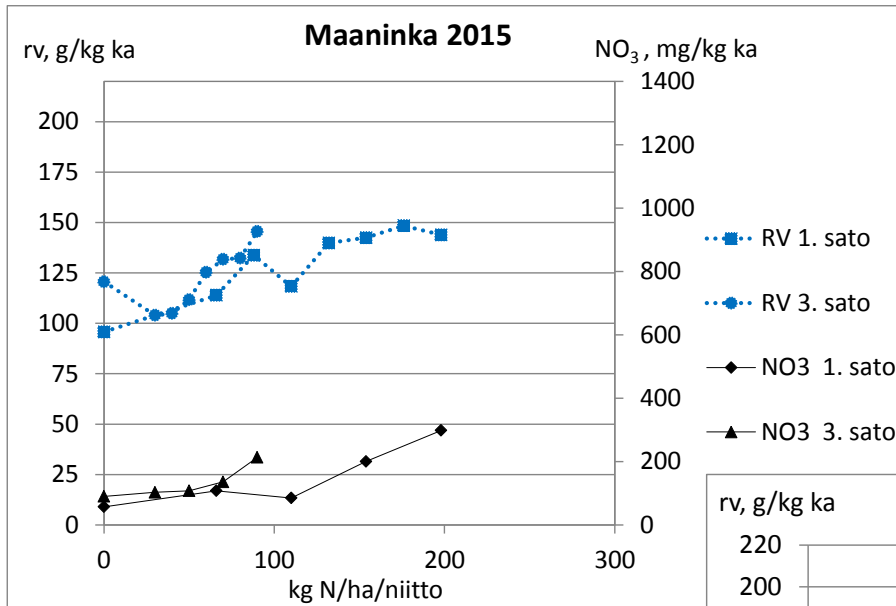
1 kg N nostaa raakavalkuaista noin 0,05 prosenttiyksikköä

Rehun laatu: D-arvon kehitys Maaningalla 2015

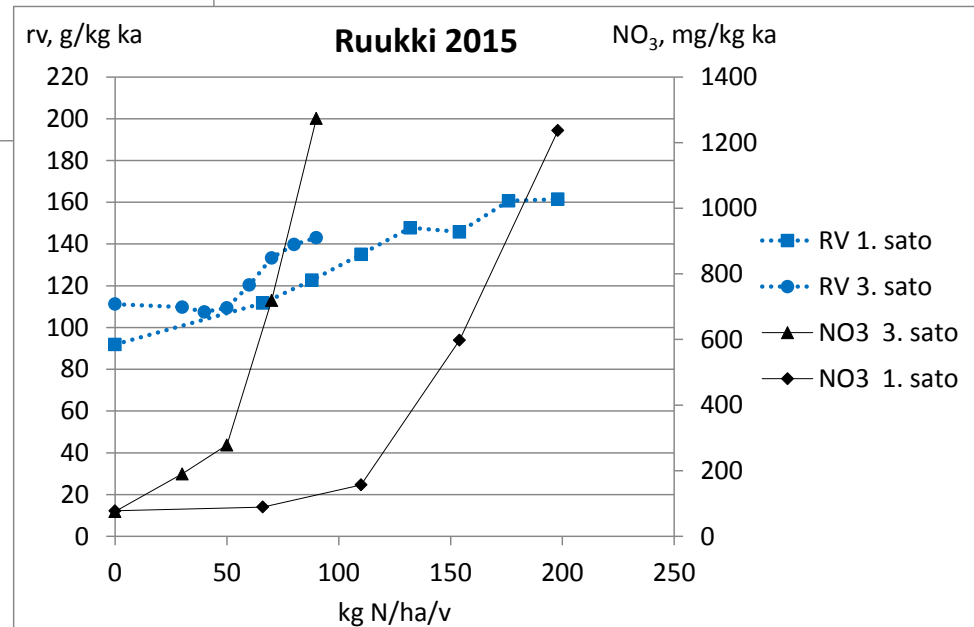


Typpilannoitus alentaa hieman D-arvoa, ei muuta taloudellista optimia
syyt: korren osuus, vaikutus kivennäisten ottoon

Rehun laatu: Raakavalkuainen ja nitraatti



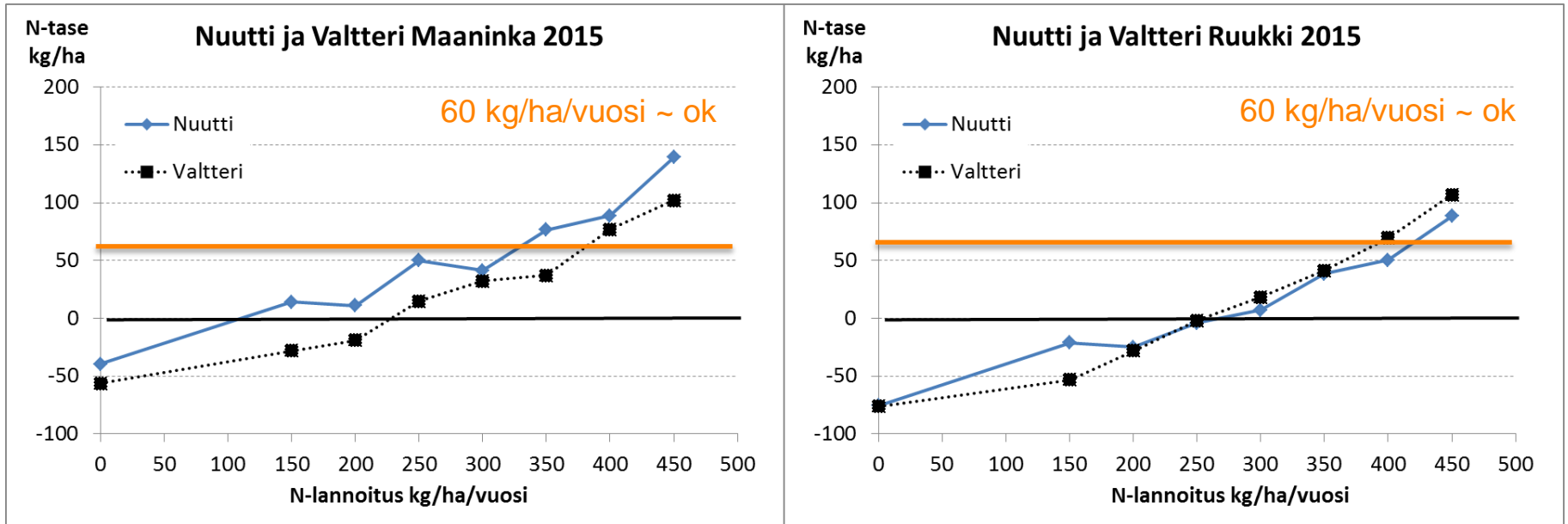
Ilmiö selvä, mutta nitraatti ei huolestuttavan korkea (tyypillinen riskiraja 7000 mg/kg ka)



Entä ympäristönäkökohdat?

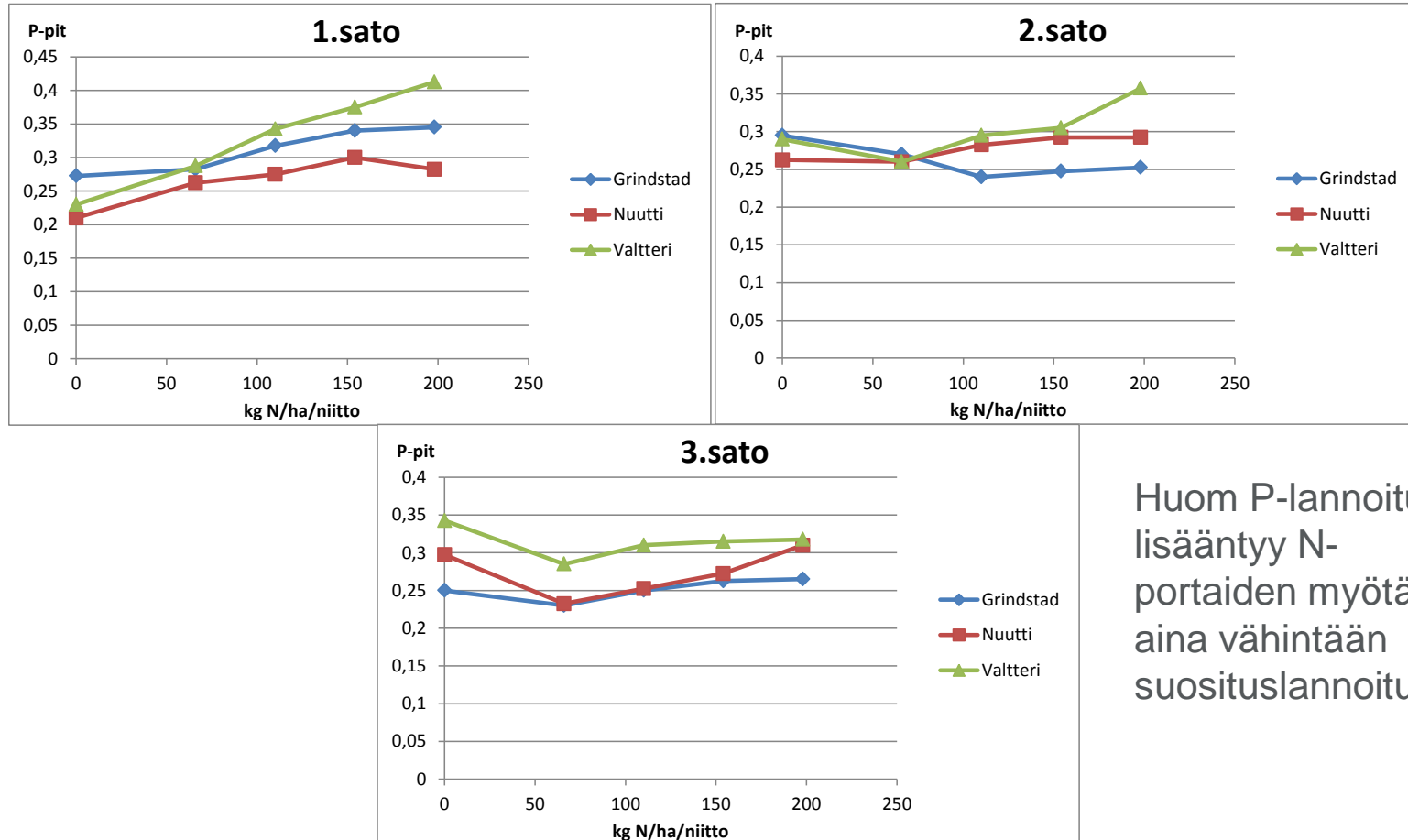
- Typen huuhtoutuminen
 - ei niin vakava asia kuin fosforin huuhtoutuminen pintavalunnassa
 - Typpitase kuvaa huuhtoumariskiä
- Typpilannoitteen valmistuksen energiankulutus
- N₂O päästöt

Typen kokonaistase 2015



Typpitaseen mukaan lannoitetyyppiä voitaisiin käyttää nykyistä enemmän

N-lannoituksen vaikutus nurmen P-pitoisuuteen 2015 Maaninka



Huom P-lannoitus lisääntyy N-portaiden myötä, aina vähintään suosituslannoitus

N lannoitus näyttää lisäävän ruohon P-pitoisuutta hieman

Talvehtiminen

- Liian suuri ja liian myöhään annettu typpilannoitus altistaa talvituhoille (varsinkin kun viimeinen niitto liian myöhään)
- Tutkimuksissa > 100 kg/ha ja niitto syyskuun puolella välissä altisti talvituhoille
- Viljelyvyöhykkeellä IV niitto viimeistään elo-syyskuun vaihteessa tai vasta kasvukauden päättyessä
- Huom! Lajikekokeissa heinänurmien talvehtiminen erinomaista ainakin vyöhykkeelle III asti.
- Lannoittamatta jätetyn nurmen korjaaminen on kokeissa heikentänyt talvehtimistä ja kevätkasvua

Karjanlanta

- Liukoisen typen osuus kokonaistypestä noin 50 %
- Kohtuullinen (n. 30 tn/ha) liete määrä ja typpitäydennys takaa sadon hyvä typen hyväksikäytön
 - Esimerkiksi starttityyppi (N-täydennys) heti niiton jälkeen, vasta sitten liete
- Taseet lasketaan kokonaistypen perusteella

Palkokasvit

Puna-apila seoksena eri heinälajien kanssa:
suhteellinen sato (%)

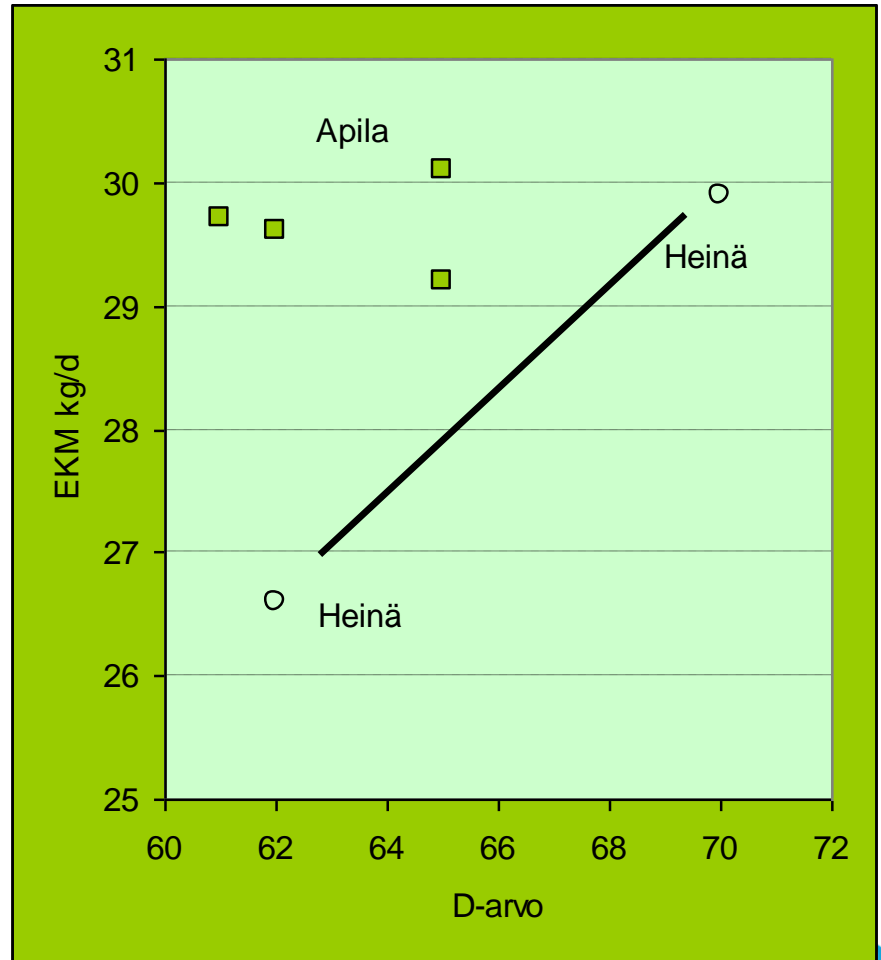
| Typpilannoitus kg/ha/v | 200 | 100 | 0 | |
|--------------------------|----------------------|------------|-----|-------------|
| Apilan kylvömäärä, kg/ha | 0 | 2 | 4 | |
| | Suhteellinen sato, % | | | Keskimäärin |
| Ruokonata | 97 | 107 | 99 | 101 |
| Timotei | 97 | 103 | 100 | 100 |
| Timotei-nurminata | 94 | 107 | 95 | 99 |
| Keskimäärin | 96 | 106 | 98 | 100 |

- Tässä kokeessa ruokonata ei juuri eroa timoteista tai nurminadasta!
- Puna-apila edullinen (2 kg/ha) JA N-lannoituksen alentaminen 50%
- HUOM! Koeolosuhteissa usein puna-apilan menestyminen maatiloja parempaa (ei aina...)

D-arvon ja maitotuotoksen yhteys

Pursiainen ym. 2006 (Helsingin Yliopisto, Viikki)

- Puna-apilasäilörehulla lehmät lypsävät hyvin huolimatta matalahkosta D-arvosta (ja syönti indeksistä)
- Puna-apilasäilörehun RV – pitoisuus on helposti tarpeettoman korkea, mikä johtaa heikkoon typen hyväksikäyttöön
- Apila- ja heinäkasvit poikkeavat ratkaisevasti toisistaan



Apila-heinänurmen laji- ja lajikevalinnasta maatilahavaintojen perusteella (Anu Ellä, ProAgria)

- Valkoapilalajikkeita:
 - **Vysogan** (isolehtinen ja korkea, talvenkestävyys vaihteleva)
 - Sonja (matalampi ja pienempi laiduntyyppinen lajike, talvenkestävä)
 - **Jögeva 4, SW Hebe (ja Lena)** hyviä, mutta parempiakin löyty lähitulevaisuudessa
- Alsikeapila:
 - **Frida** ainoa varmasti talvenkestävä
 - **Aurora** epävarma talvenkestävyys, mutta voimakaskasvuinen

Apila-heinänurmen typpilannoitussuositus maatilahavaintojen perusteella (Anu Ellä, ProAgria)

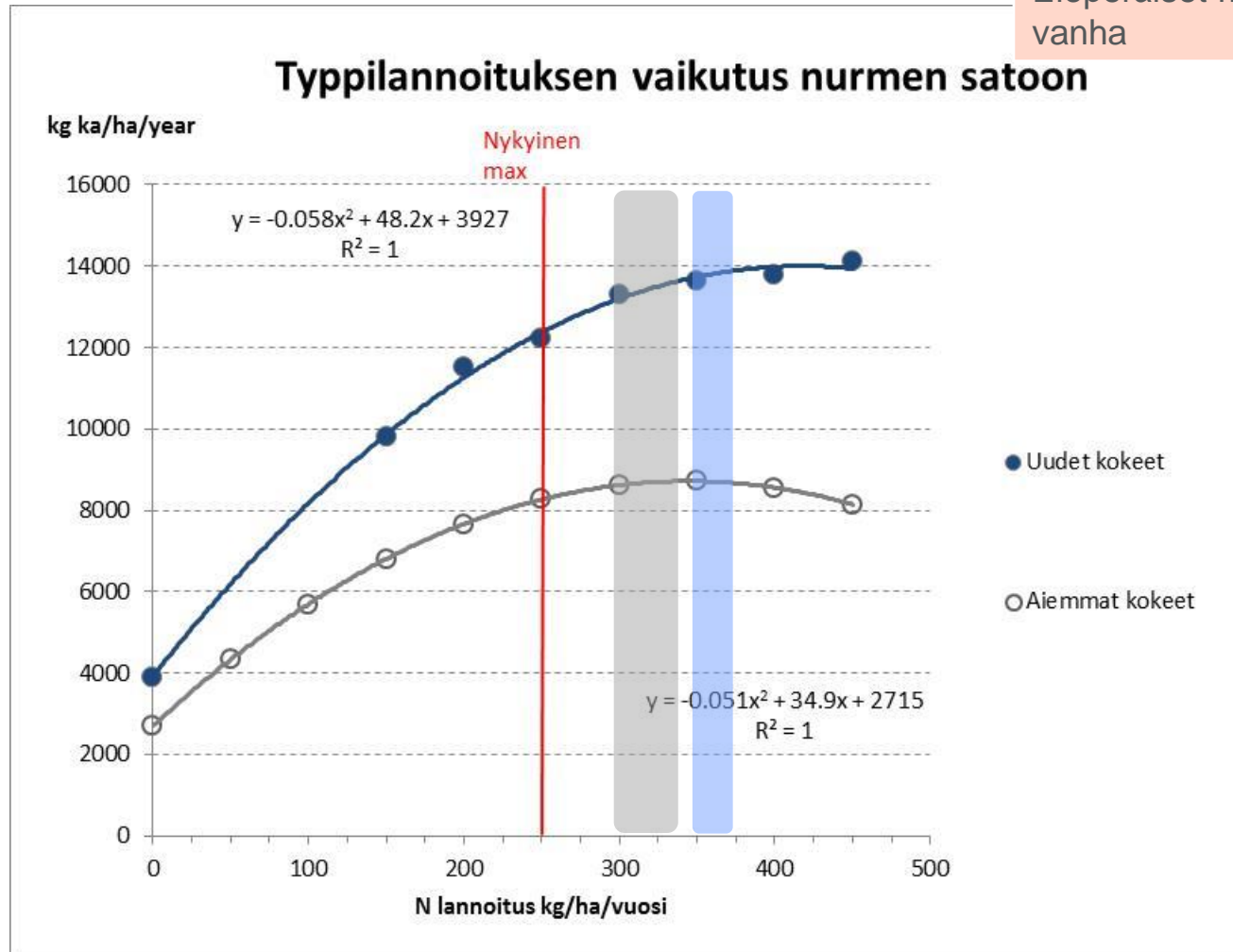
- Jos on yli 40% apilaa, riittää 30-50 kg keväällä ja jälkisatoihin ei lainkaan.
- Jos on suunnilleen 30 % apilaa ja typensidonta toimii (on tarkistettu), usein keväälle 50 kg N ja pienet starttitypet 20+ 20 jos kolme niittoa.
- Jos alle 30%, tiputetaan niukemmin. Esim. 20-25%:lle tyypillistä että keväällä onkin vain 15% ja loppukesällä 35-30% jolloin keväällä 70 kg N ja 30 + 30

Kannattavuus

- Taloudellisen optimin laskeminen ei ole helppoa:
 - Nurmilla ei ole markkinahintaa
 - Tuotantokustannushinta vai ohran hinta?
 - Lannoitteiden ja rehujen hintasuhteet vaihtelevat
- Optimi erilaine eri lohkoilla
- Onko tarvetta maksimisadoille?
- Karjanlannan käyttö
- Apilat
- Talvehtimisriskin huomioiminen
- Ympäristönäkökohdat

N-lannoituksen taloudellinen optimi

| | N/ha/vuosi |
|-------------------------|------------|
| Kivennäismaat, vanha | 300-340 |
| Kivennäismaat, vanha | 345-370 |
| Eloperäiset maat, vanha | 290-365 |



Typpilannoitus - johtopäätökset

- Typpilannoituksen satovaste on nykyään selvästi parempi kuin vanhoissa kokeissa
- Nurmi käyttää hyvin lannoitetyypeä
- Lannoitetyppi käyttäytyy systemaattisesti
 - Nostaa satoa, vähän haittoja (N₂O suorat, epäsuorat; turhan korkea rehun RV)
- Koeaineistoissa taloudellinen optimi selvästi nykyistä rajoitusta korkeampi
 - Ilmastonmuutos
 - tulee aika jolloin kanttaa muuttaa säädöksiä?
- Nurmipalkokasvien käyttöä kannatta suosia
- Karjanlannan typen hyväksikäyttö maksimiin (sijoitus, letku)
- Maaperän typpivarat
 - – etenkin Pohjanmaalla maaperästä vapautuu paikoitellen runsaasti typpeä!
 - Tunne omat peltosi

NURMEN KALIUMLANNOITUS

Johdanto

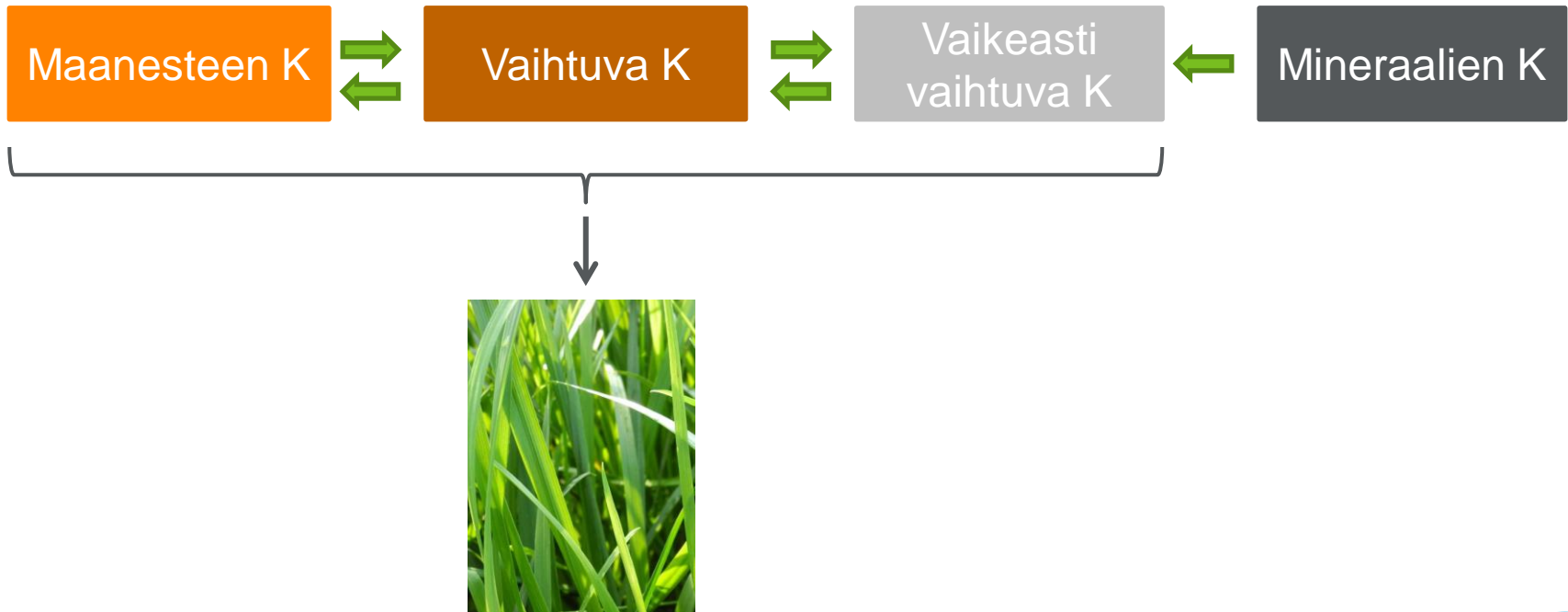
- Kalium se on typen jälkeen tärkein sadonmuodostukseen vaikuttava ravinne
- Nurmien kaliuminotolle tyypillistä
 - luksusotto, syvä juuristo, runsas tarve
- Sadon mukana poistuu kaliumia 150–250 kg/ha/v (vrt viljat 12-20 kg/ha/v)
- Eläinravitseminen
- **Tällä hetkellä kaliumlannoitus suositusten taustalla maan viljavuuskalium!**

MAAN KALIUMVARAT

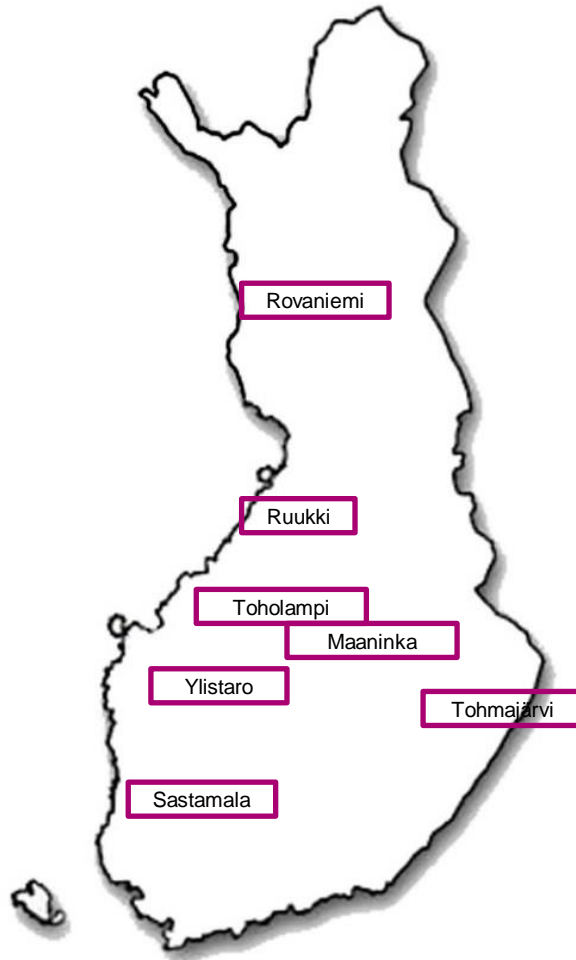
Kokonais-K

Varasto-K

Viljavuus-K



Yhteenveto nurmien kaliumlannoituskokeista - meta-analyysi

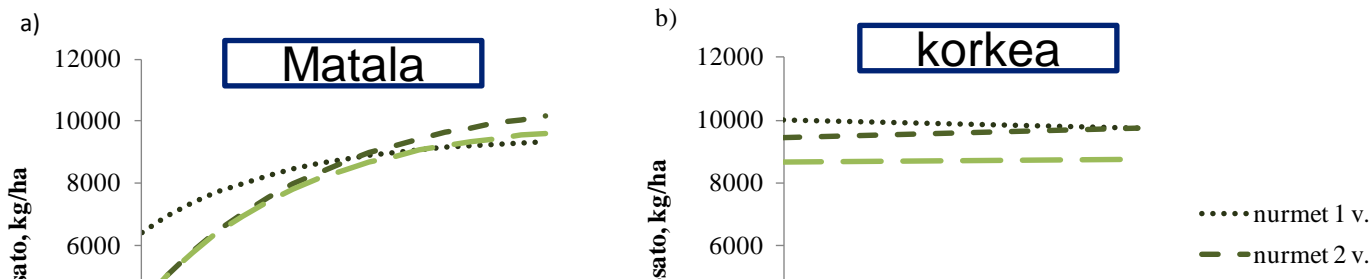


- Teimme meta-analyysin nurmien kaliumlannoitusvasteista
 - Yara + MTT
 - Kirjallisuus
- Kolmivuotinen kenttäkoe Maaningalla Ruukissa vuosina 2011-2014

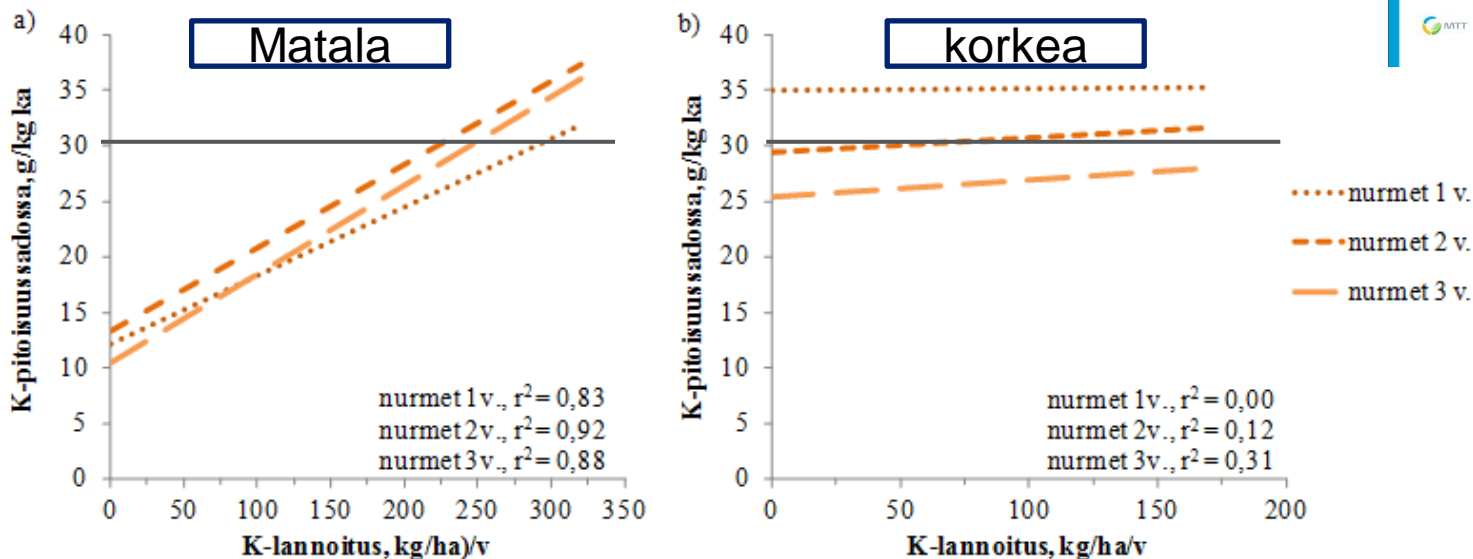
MIKÄ ON RESERVIKALIUMIN MERKITYSA SADON MUODOSTUKSELLE ja rehuarvolle?

K-satovasteet eri kaliumtilan mailla

Matala = pintamaa ja jankko < 500 mg/l, Korkea = pintamaa tai jankko > 600 mg/l



Kun reservikaliumia riittävästi, ei satovastetta
 Heikon kaliumtilan maalla K-pitoisuus sadossa nousee lannoituksen myötä
 Korkean reservikaliumin mailla K-pitoisuudessa ei muutosta



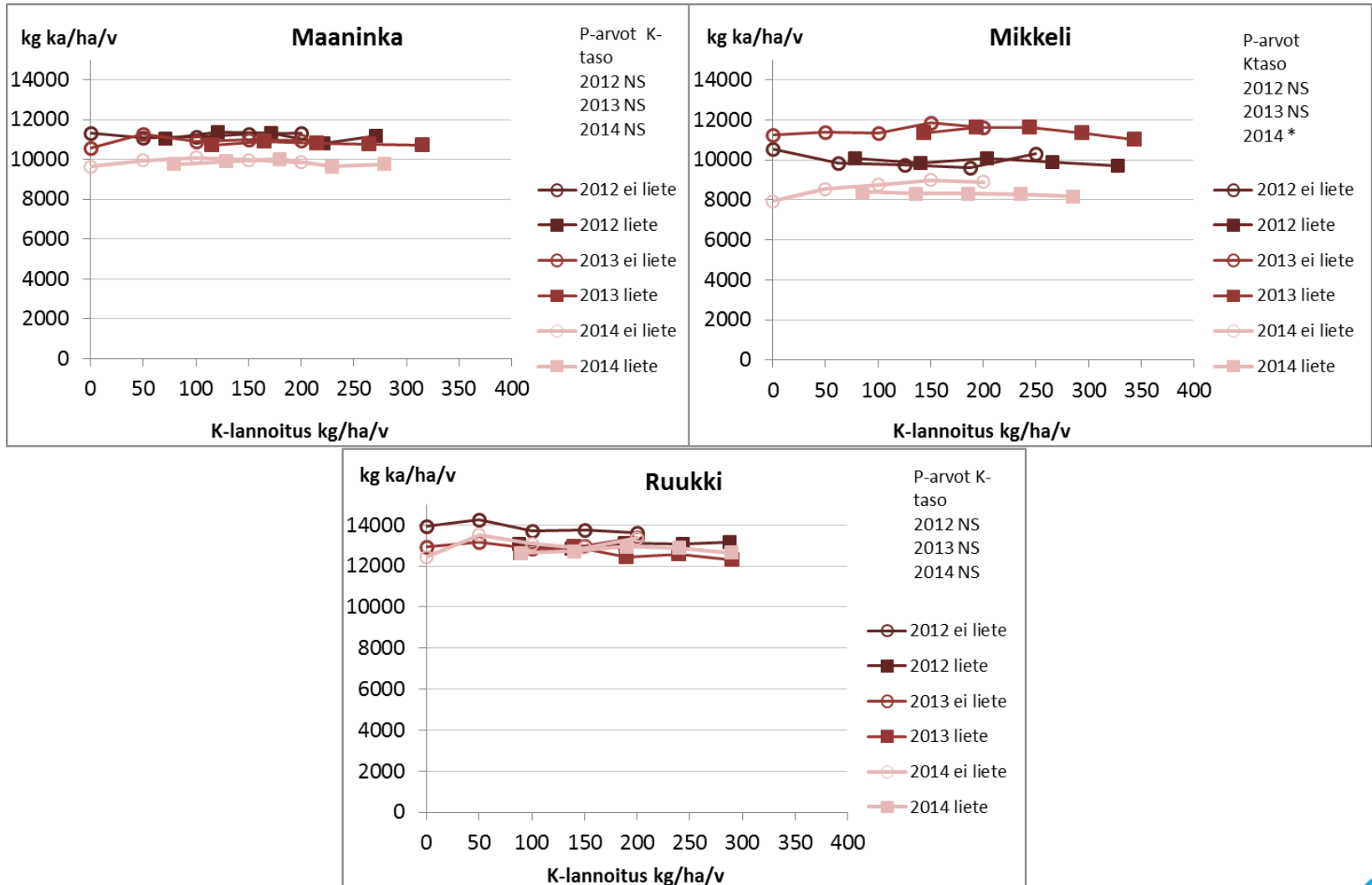
Uusi koesarja 2012→: Koeasetelmassa mukana liete!

- Kolme koepaikkaa: Maaninka, Mikkeli, Ruukki
- Timotei-nurminataseos, perustus suojaviljaan (ohra) 2011
- 10 koejäsentä, 4 toistoa = 40 ruutua/koe
- Pääruutu: karjanlanta/ei karjanlantaa
- Naudan lietelantaa perustamisvaiheessa 40 tn/ha, nurmivuosina 30 tn/ha toiselle sadolle ja täydennystyyppi salpietarina.
- Osaruutu: kaliumtaso: 0 – 50 – 100 – 150 – 200 kg/ha/vuosi , puolet 1. sadolle ja puolet 2. sadolle.

Uusi koesarja 2012->

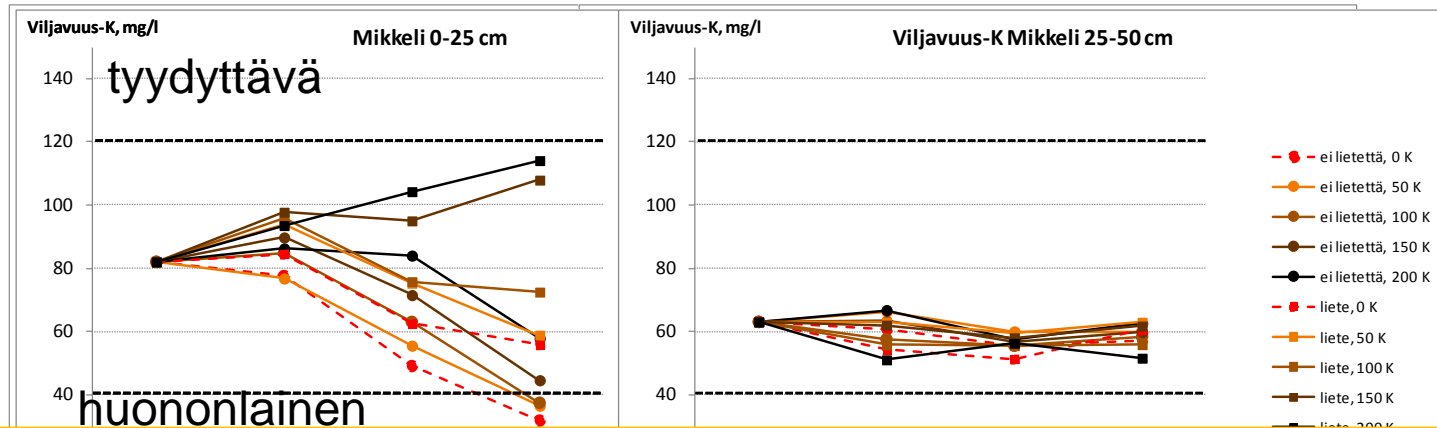
| | | Maaninka | | Mikkeli | | Ruukki | |
|------------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| | | Kyntökerros | Jankko | Kyntökerros | Jankko | Kyntökerros | Jankko |
| Maalaji | | HHt | HHt | KHt | KHt | KHt | KHt |
| K | mg/l | 138 | 130 | 82 | 63 | 116 | 113 |
| Varasto-K* | mg/l | 2913 | 2778 | 1315 | 2108 | 509 | 485 |
| HHk | % | 5 | 3 | 7 | 8 | 22 | 21 |
| HHs | % | 10 | 12 | 3 | 2 | 3 | 2 |
| HHt | % | 29 | 30 | 33 | 32 | 14 | 14 |
| KHs | % | 14 | 15 | 12 | 12 | 5 | 5 |
| KHt | % | 29 | 27 | 40 | 43 | 49 | 51 |
| Saves | % | 13 | 13 | 5 | 4 | 6 | 7 |

Uusi koesarja 2012→: Kaliumin satovaste

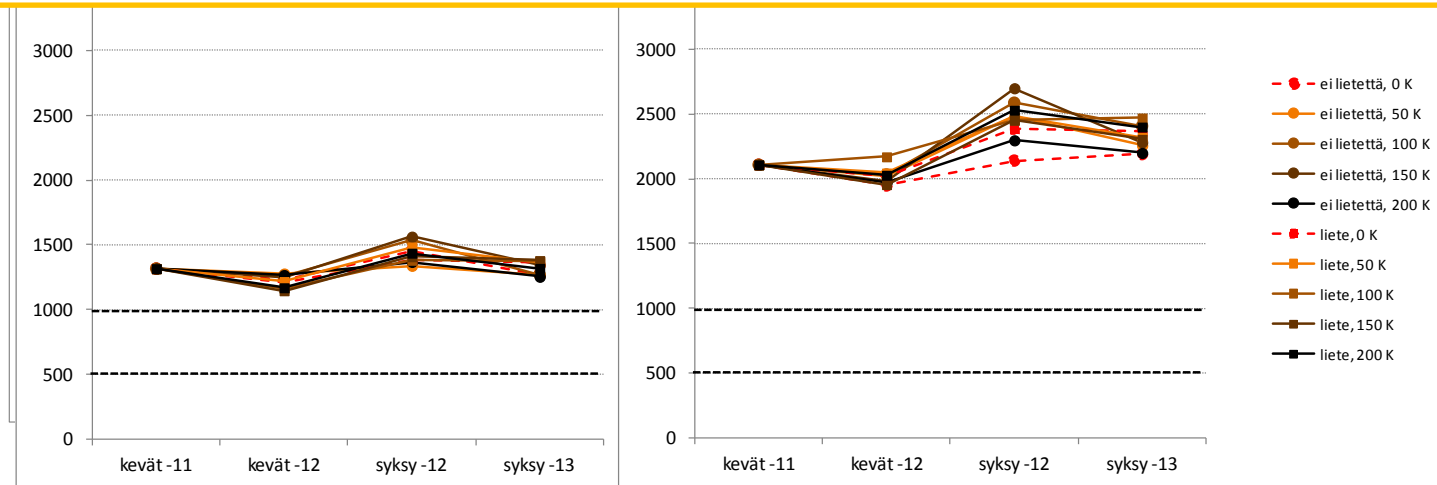


- Kaliumlannoitus ei lisännyt sadon määrää K-lannoittamattomaan verrattuna vuosina 1-3
- Lietteen vaikutus sadon määrään vähäinen

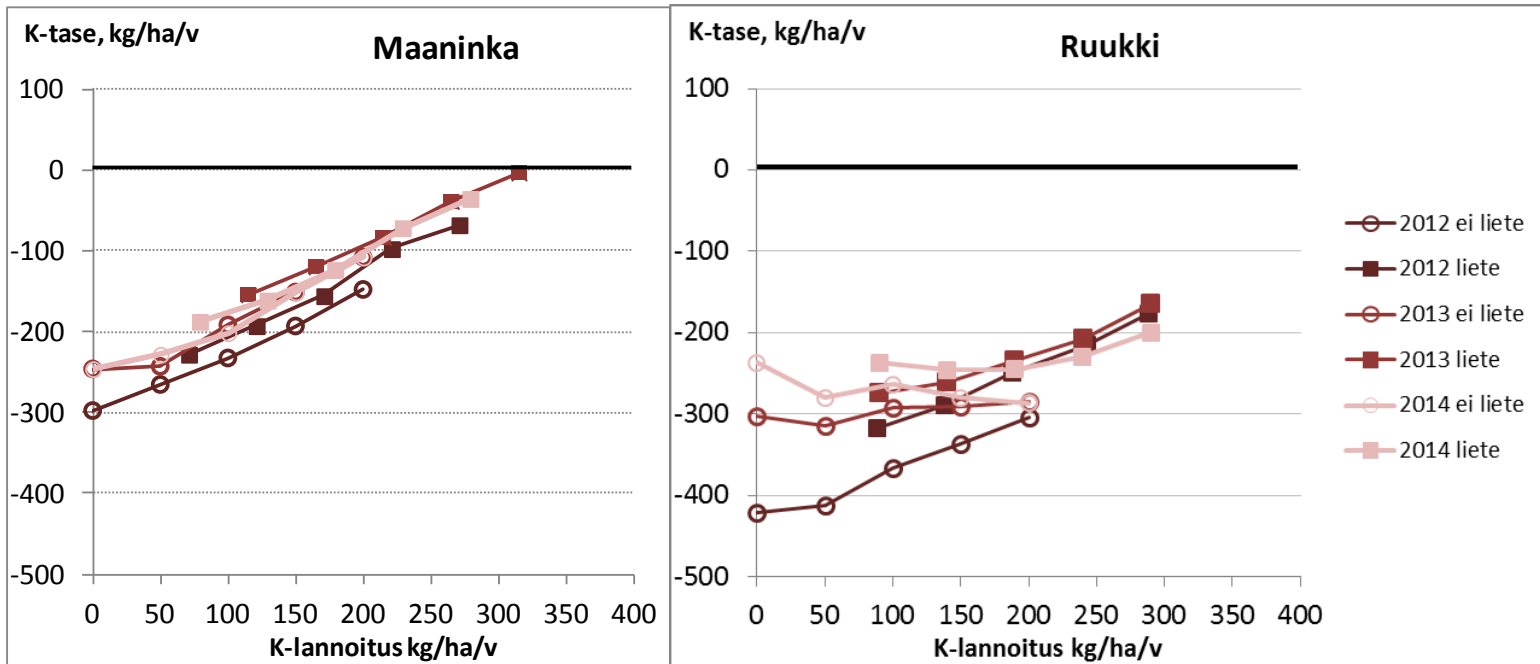
Maan kaliumvarat



Reservikalium ei reagoi K-lannoitukseen. Viljavuus-K reagoi etenkin heikomman K-tilan mailla.
Pintamaa reagoi jankkoa herkemmin lannoitukseen.



Uusi koesarja 2012→: K-tase



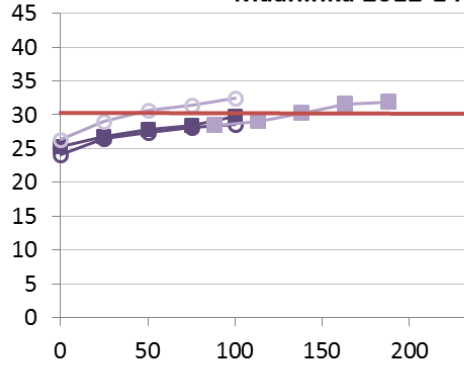
Sadon mukana poistuu noin 250 kg K/ka → ryöstöviljelyä?

Rehun kaliumpitoisuus ja eläinravitseminen

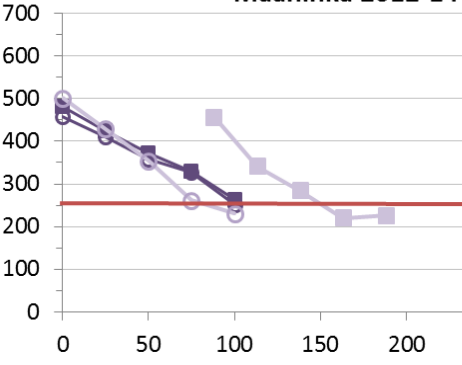
Suosituksset:

- nurmirehun K-pitoisuus < 30 g/kg ka
- $K^+ / (Ca^{2+} + Mg^{2+})$, ekvivalenttisuhte < 2,2
- Kationi-anioni tasapaino (DCAD) =
 - $[(K^+ + Na^+) - (Cl^- + S^{2-})] < 250 \text{ mEq /kg ka}$
- **Korkea K-pitoisuus muuttaa suhteita huonompaan suuntaan!**
- **Seurauksena poikima- ja laidunhalvausriskin kasvu sekä utaretulehdukset**

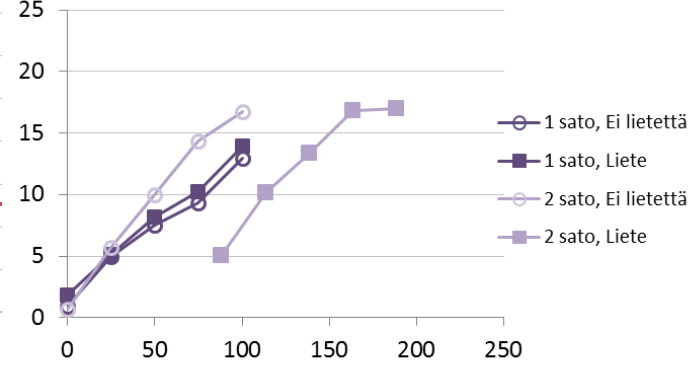
K-pitoisuus, g/kg ka Maaninka 2012-14



DCAD, mmolc/kg ka Maaninka 2012-14

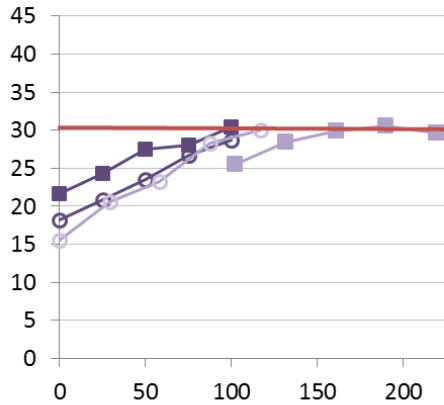


Cl-pitoisuus, g/kg Maaninka 2012-14

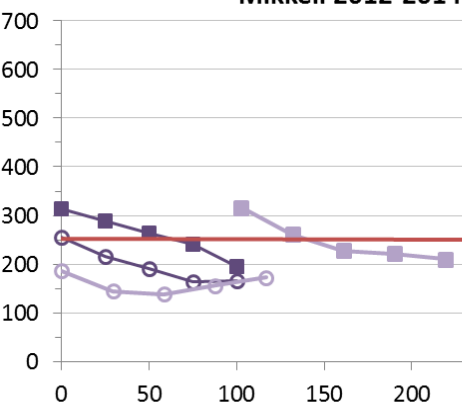


2900
mg/l K/

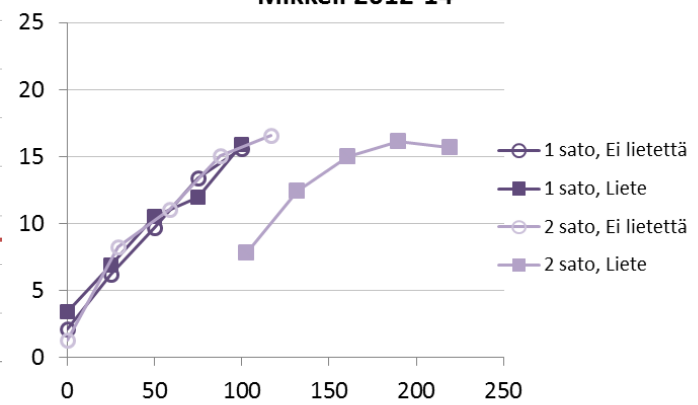
K-pitoisuus, g/kg ka Mikkeli 2012-14



DCAD, mmolc/kg ka Mikkeli 2012-2014

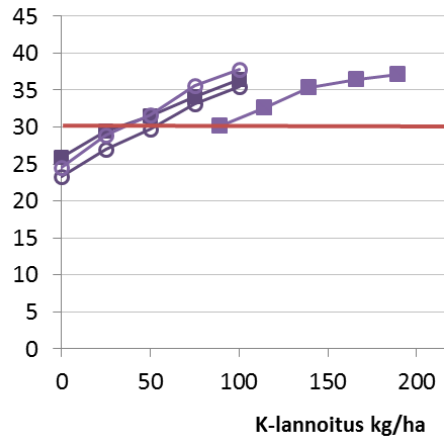


Cl-pitoisuus, g/kg Mikkeli 2012-14

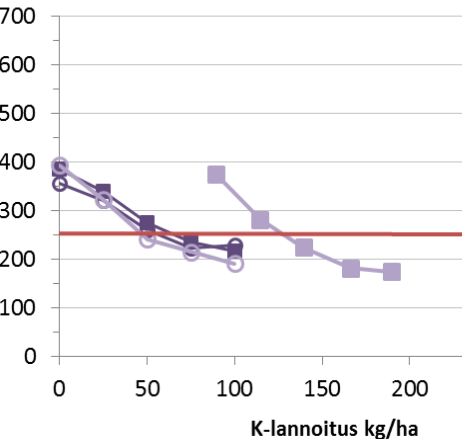


1300
mg/l K/

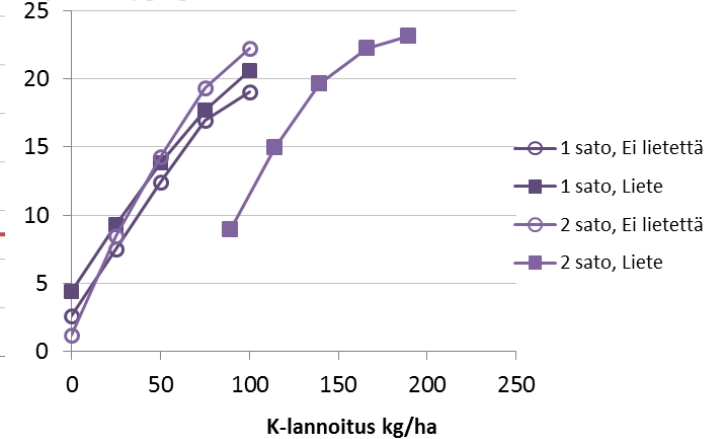
K-pitoisuus, g/kg ka Ruukki 2012-14



DCAD, mmolc/kg ka Ruukki 2012-2014



Cl-pitoisuus, g/kg ka Ruukki 2012-14

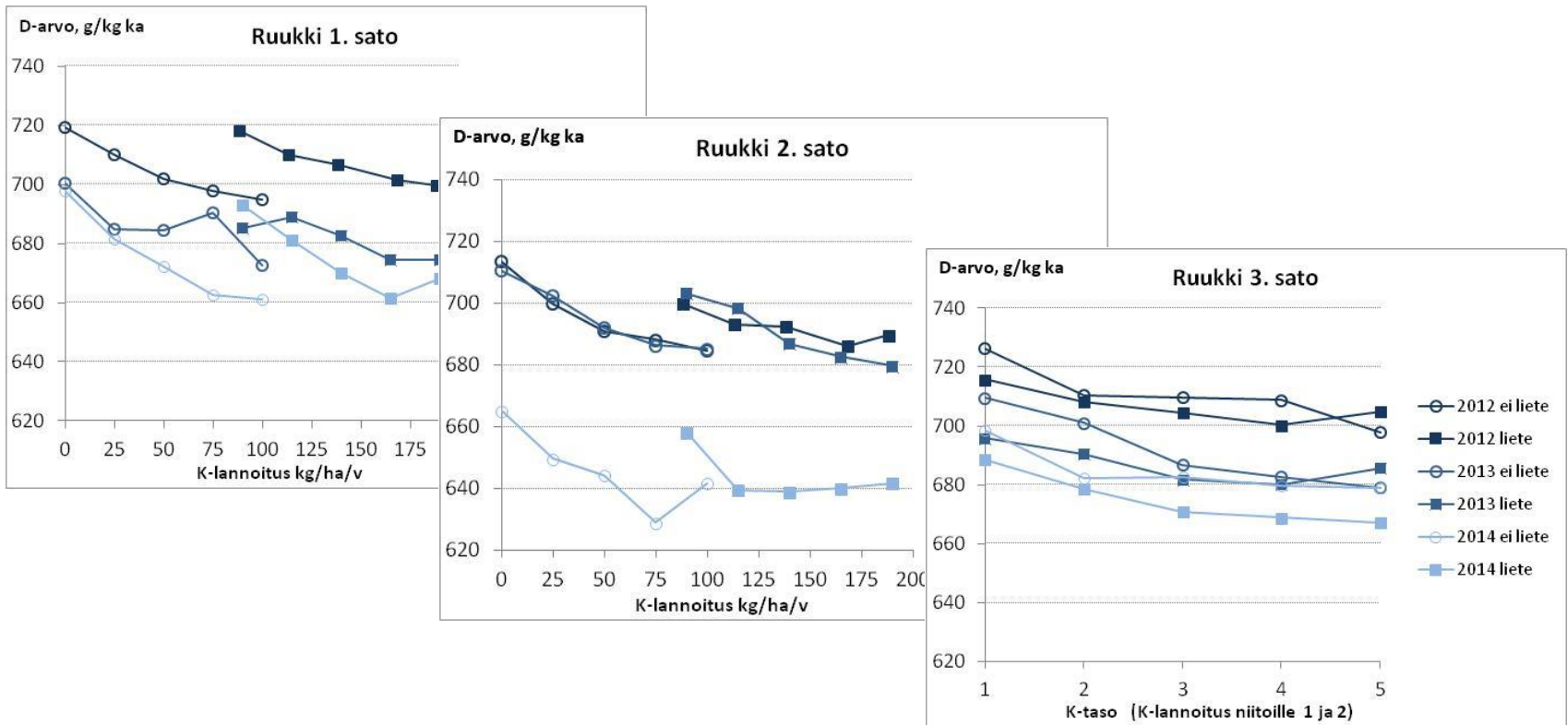


500
mg/l K/



K-lannoituksen vaikutus D-arvoon

Ruukki 2012-2014

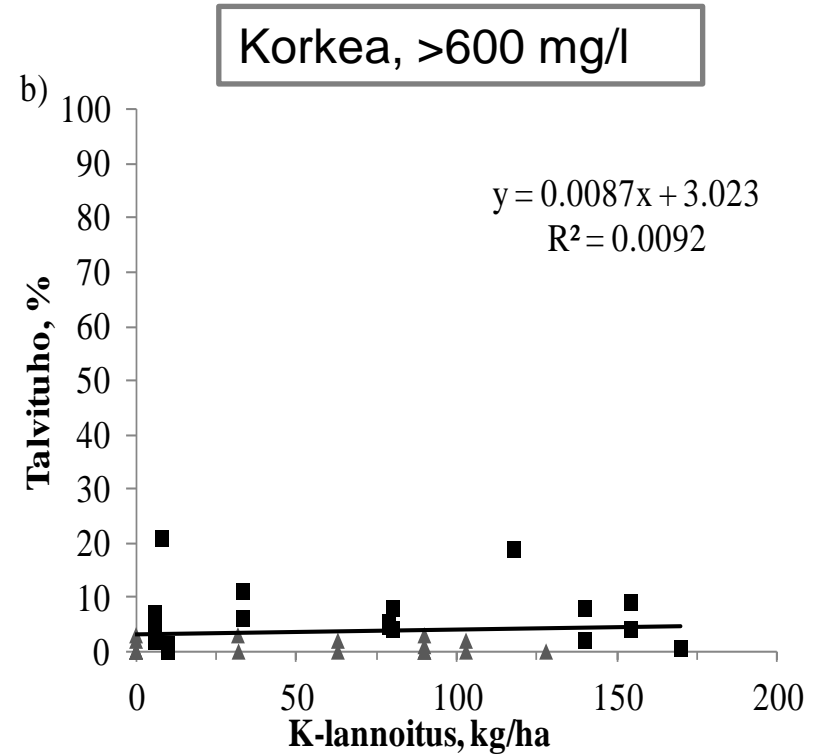
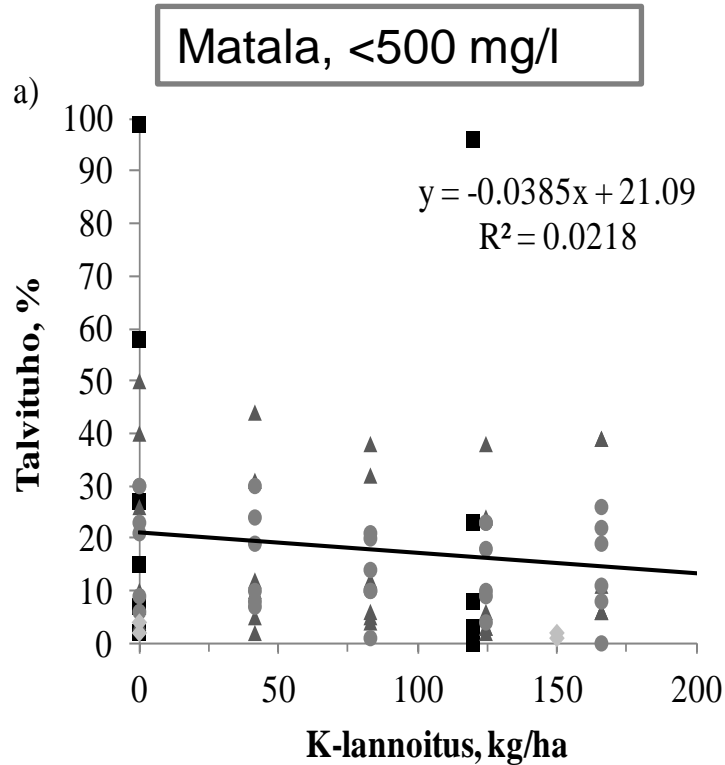


- K-lannoitus alensi systemaattisesti D-arvoa

Mitä teen, kun ongelmana on eläimen kannalta huono rehun kivennäissuhde?

- Vähennä kaliumlannoitusta
- Timotei (ja puna-apila) soveltuvat kasvilajeista paremmin kuin esimerkiksi italianraiheinä ja koiranheinä
 - -> umpilehmille rehua eri lohkoilta mm. eloperäisiltä mailta
- Kalkitus parantaa kivennäissuhteita jonkin verran
 - tarkista Mg!
- Tasapainota väki- ja lisärehuilla
 - tuubi riskilehmille
 - Etenkin kylmien ja märkien kesien jälkeen
- Laitumilla vain N-lannoitus voi riittää

Kalium ja talvituhot



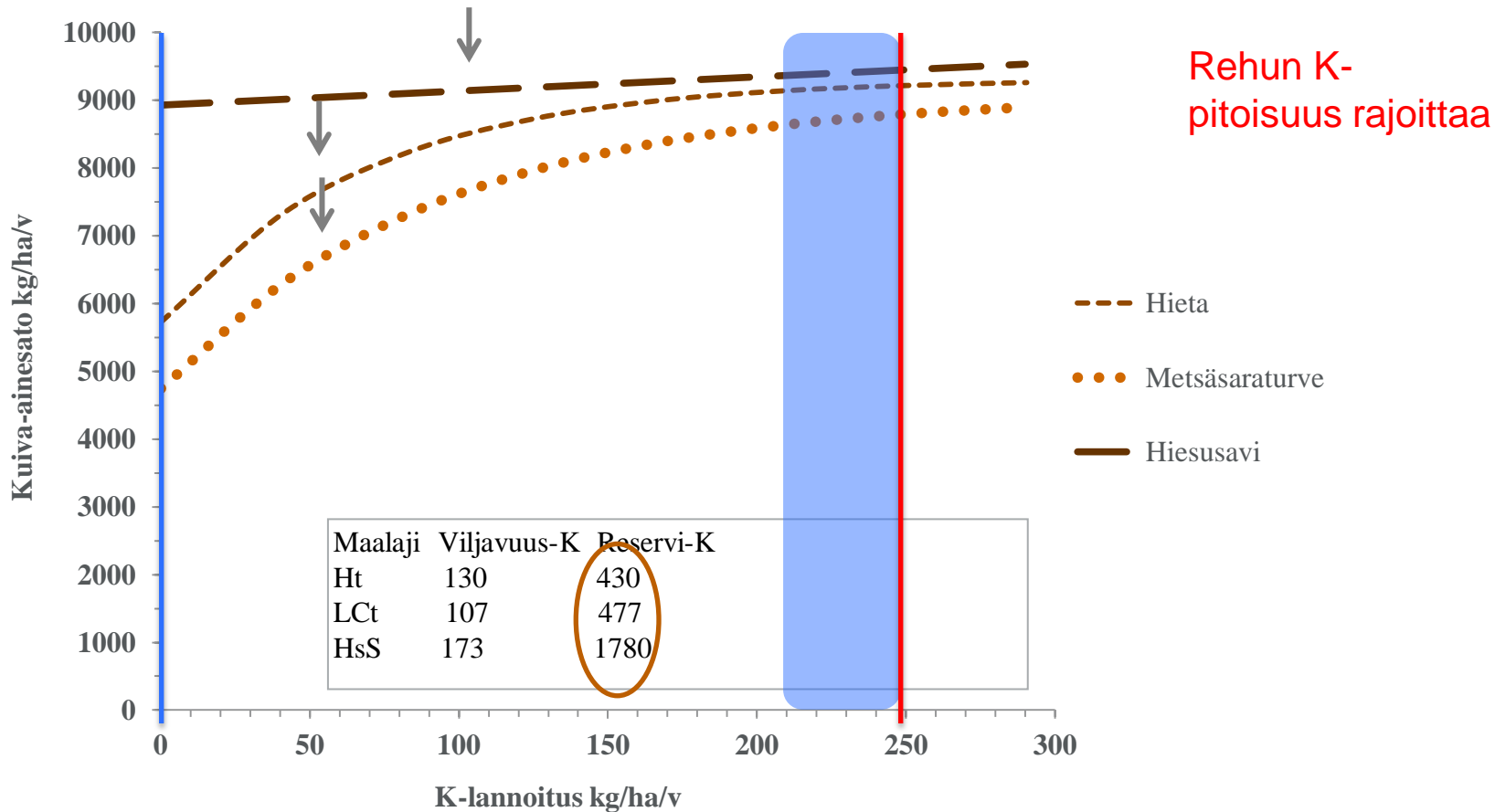
■ Rovaniemi ▲ Valkeasuo ● Tohmajärvi ◆ Ruukki

■ Maaninka ▲ Ruukki

K-lannoituksella ei vaikutusta talvenkestävyyteen

Nykyiset suositukset vs. uudet

| | K/ha/vuosi |
|----------|------------|
| Korkea K | 0 |
| Matala K | 220-250 |



Kuinka kannattavaa kaliumlannoitus on?

- Heikon kaliumtilan maat kannattaa lannoittaa yli edellisten suositusten
 - Esim. Jos säilörehun tuotantokustannustavoite on 15 snt/kg ka ja K-lannoite maksaa 1,5 €/kg, kannattavan K-lannoituksen yläraja sijoittuisi ensimmäisenä satovuonna 100–120 kg/ha/v tasolle ja siitä eteenpäin noin 220 kg/ha/v tasolle silloin, kun pyritään korkeaan satotasoon (joista vähennetään karjalannan K)
- Hyvän reservikaliumtilan mailla K-lannoitusta voi vähentää. Viljely onnistuu todennäköisesti myös ilman K-lannoitusta, jos juuriston kasvuedellytykset ovat hyvät

Kuinka kauan maan kaliumvarat riittävät?

- Ulkomaalaisten lähteiden mukaan 40–200 vuotta tai enemmänkin
- Kaliumtase useimmin negatiivinen. Lannoitteiden hinta estää kaiken poistuvan kaliumin palauttamisen maahan eli 'pakko' käyttää maan kaliumvaroja joka tapauksessa
- Karjanlannan sisältämä kalium palauttaa kaliumia maahan mutta yleensä silti negatiivinen K-tase.
- Nurmisadon mukana kaliumia poistuu tyypillisesti 150–250 kg/ha

| | Matala viljavuuskalium | Korkea viljavuuskalium |
|---|---|---|
| Matala reservikalium (alle 500 mg/l) | <p>Todennäköisesti rehun K-pitoisuus on alhainen (< 17 g/kg ka). Jos myös sato on huono, lisää K-lannoitusta etenkin 2 v nurmilla.</p> <p>Jos rehun K-pitoisuus on korkea, analysoi jankon ravinnetila (20–40 cm vähintään, mutta voi analysoida 60 cm asti). Jos se on korkea, älä lisää K-lannoitusta.</p> | <p>Rehun K-pitoisuus ratkaisee. Jos rehun K-pitoisuus < 17 g/kg ka, lisää kaliumlannoitusta.</p> <p>Jos rehun K-pitoisuus on > 30 g/kg ka, vähennä lannoitusta.</p> |
| Korkea reservikalium (yli 1000 mg/l) | <p>Rehun K-pitoisuus ratkaisee. Jos rehun K-pitoisuus on < 17 g/kg ka, lisää kaliumlannoitusta.</p> <p>Jos rehun K-pitoisuus > 30 g/kg ka, vähennä lannoitusta. Viljely onnistuu todennäköisesti myös ilman kaliumlannoitusta.</p> | <p>Vähennä kaliumlannoitusta maltillisesti ja seuraa sadon K-pitoisuutta ja satotasoa. Kasvilajivalinnoilla ja kalkituksella voit vaikuttaa eläinten terveyteen. Viljely onnistuu todennäköisesti myös ilman kaliumlannoitusta.</p> |

Reservikaliumanalyysi

- Kuten tavallinen viljavuusanalyysi (muokkauskerros), mutta kerran 15 – 20 vuodessa
- Esimerkiksi kokoomanäyte per samantyyppiset peltolohkot (esim 1 per 5 – 20 ha riittää).
- Jankko, jos sillä uskotaan olevan loholla merkitystä (pinta- ja pohjamaan erot)

22,94 e!

Kalium - johtopäätökset 1

• Maa

- Viljavuuskalium voi laskea maassa nopeasti vaikka reservikaliumia maassa on runsaasti
 - Reagoi kaliuminottoon ja lannoitukseen nopeasti
- **Reservikaliumpitoisuus on stabiili, eikä vaihtele helposti**
- Pintamaan K-pitoisuus reagoi lannoitukseen herkemmin
- Nurmenviljelykokeissa kaliumtaseet yleensä selvästi negatiivisia. Sitä enemmän mitä parempi maan kaliumtila
- Nurmimonokulttuurissa K-lannoituksen merkitys heikon reservi-K:n mailla korostuu
- Biotiitti hyvä reservi-K lähde

• Kasvi

- **reservikalium parempi kaliumtarpeen ennustaja kuin viljavuuskalium**
- Satovaste selvä, kun reservikalium < 500 mg/l, **tarkka raja epäselvä, erityisesti Ruukki**
 - Maks n. 200-250 kg/ha/v heikon K-tilan mailla
 - K-lannoitusta tulee lisätä nurmen iän myötä (lannoitussuositukseen?)
 - Jako niittojen kesken likimain kuin nykyisin
- K-lannoitus nostaa kasvin kaliumin pitoisuutta, mikä laskee samalla D-arvoa

• Eläin

- Rehun K-pitoisuus mukaan maksimi **250 kg/ha/v** (matalan K-tilan maat)
- K/Ca+Mg –suhde j alaidunhalvausriski nousevat K-lannoituksen myötä
- DCAD ja poikimahalvausriski **laskee** K-lannoituksen lisääntyessä, kun K-lannoite kloridipitoinen
- Tarkkaile maan Mg-tilannetta
- **Riskilehmien ennakkolääkintä etenkin sateisten kesien jälkeen**

• Karjanlanta

- Karjanlannan K täysin käyttökelpoista
- Lannan rikki ja kloori parantaa rehuarvoa

NURMEN FOSFORILANNOITUS

Johdanto

- Fosfori (P) on välttämätön ravinne kasveille
- Sen vaikutus sadonmuodostukseen ei ole yhtä selkeä kuin typen ja kaliumin
- Toisaalta pintavesien rehevöittäjä
- Mitä korkeampi on maan P-tila, sitä suurempi huuhtouma
- Lannoitussuositukset perustuvat maan P-pitoisuuteen
- Paljon keskustelua
 - mm nykyiset lannoitusrajat ja eläinten terveys,
- Esityksen rakenne:
 - Pitkäaikainen kenttäkoe Maaningalla ja Ruukissa 2003-2016→
 - Meta-analyysi (Valkama et al. 2014)
 - Kenttäkokeet Maaningalla ja Ruukissa 2015-(2018)

Kenttäkokeiden suorituksen perusidea



- tasapuolinen tutkittavaa aihetta kohtaan
- tarkkuus
- toisto
- eron suuruuden merkitys
- sovellettavuus

Pitkäaikainen P-lannoituskoe

- Kaksi koepaikkaa, Maaninka ja Ruukki
- Maalaji molemmilla kokeilla karkea hieta
- timotei-nurminataseos (tällä hetk. Tenho-Inkeri ja Nuutti-Inkeri)
- Koe aloitettu vuonna 2003. Menossa kolmas nurmikierto, jossa nurmi perustettu suojaviljaan v. 2012. Jatketaan neljä nurmivuotta jonka jälkeen uusi perustaminen v. 2017.
- Lohkoittain satunnaistettu koe, jossa 7 erilaista fosforilannoituskäsittelyä
 1. **P 0-0. ei P-lannoitusta.**
 2. **P norm-norm. Suos. mukainen P perustusvuonna ja nurmivuosina (16 kg P/ha)**
 3. P nurmivuosien-0. Kaikki varastoon perustettaessa.
 4. P uusi suositus. Nurmivuosina uusi arvioitu suositus (22 kg P/ha)
 5. P liete-0. Liete 40 tn perustettaessa, nurmivuosina 0 P.
 6. **P liete-liete. Liete 40 tn perustettaessa, nurmivuosina 20 tn, ei lisätyppeä.**
 7. P nurmivuosien 2 – 0-0-0-16. Muut paitsi 4. nurmivuosi varastoon.

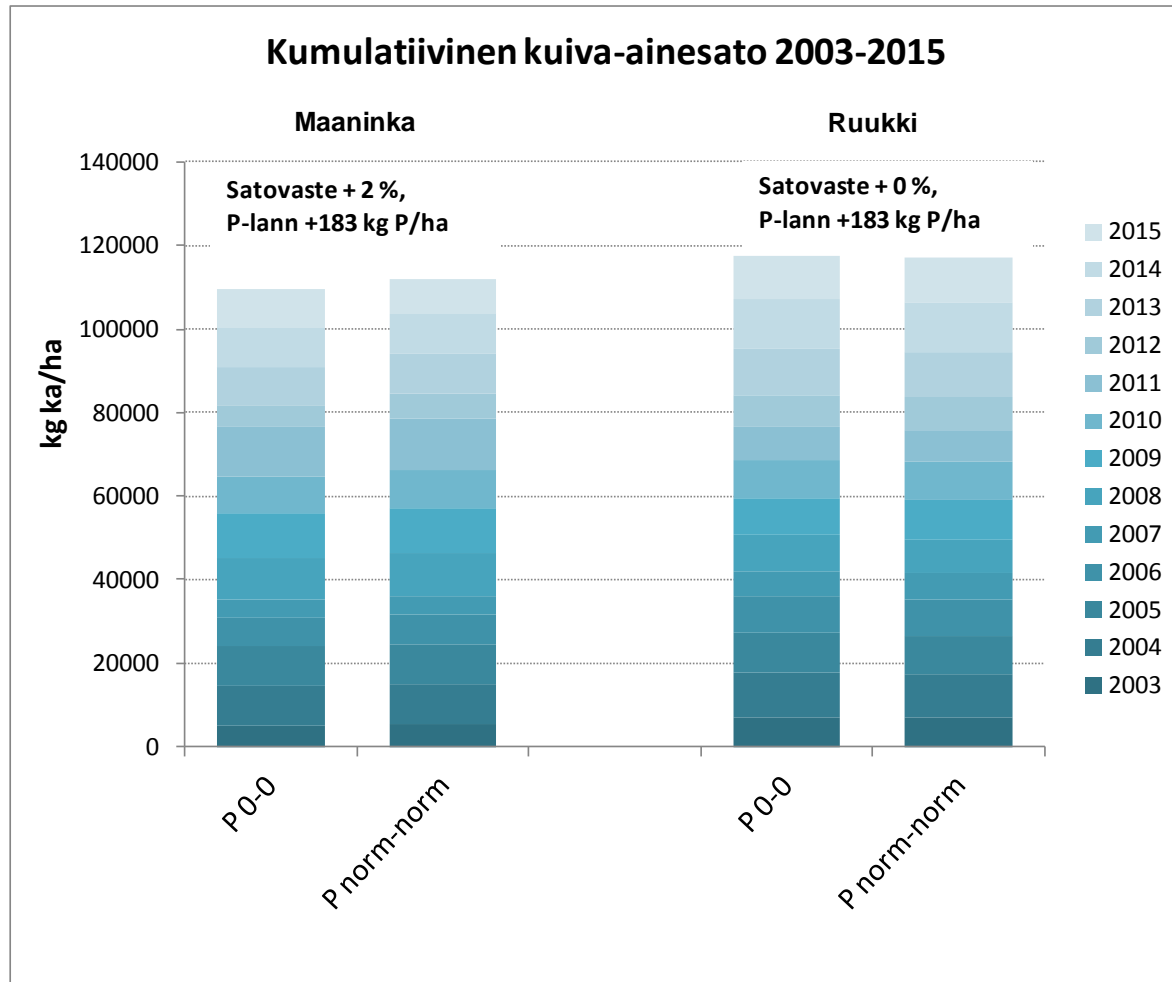
P kertalannoituskoe lähtötilanne 2003

| Lähtötiedot (kevät 2003) | | |
|--|-------------|-------------|
| | Maaninka | Ruukki |
| Maalaji | m/rm KHT | m HtMr † |
| Tilavuuspaino, kg/l | 1,048 | 1,069* |
| Org. aines, % | 2,8 ‡ | 4,8** |
| pH | 6,1 | 6,2 |
| Johtoluku $S \times 10^{-4} \text{ cm}^{-1}$ | 0,58 | 0,82 |
| Viljavuus-P (mg/l) | 19,5 | 14,8 |
| Vesiliuk. P (mg/kg) | 17,8 *** | 16,1 |
| Kokonais-P (mg/kg) | 1840 *** | 1280 |

hyvä

tyydyttävä

Fosforin satovaste



1. Nurmen fosforilannoituksen pitkäaikaiskoe 2003- 2014

Yara & MTT



Ilman P:tä viljellyt
ruudut eivät erotu
vielä 10:n vuoden
jälkeen

4-6-2013 © P. Virkajärvi)

P tase - Maaninka ja Ruukki 2003-2015

Maaninka

| | Tase kg/ha | | | | | | |
|-------------------|------------|-----------|--------|---------|---------|---------|-----------|
| | Summa | Summa | kokov. | nurmi 1 | nurmi 2 | nurmi 3 | Summa |
| | 2003-2006 | 2007-2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2003-2015 |
| P 0-0 | -84 | -102 | -14 | -22 | -24 | -21 | -267 |
| P norm-norm | -33 | -61 | -17 | -9 | -12 | -7 | -139 |
| P nurmivuosien -0 | | | | | | | |

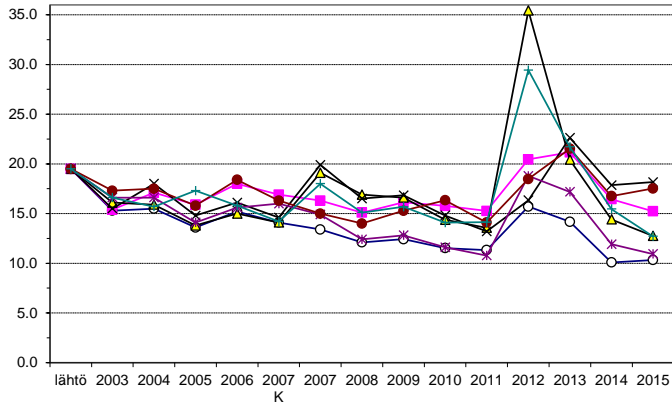
Kaikki koejäsenet: selvästi negatiivinen P-tase
 Negatiivinen tase tavoiteltava, kun P-luokka korkea
 Korkea sato lisää P-poistumaa
 P rehevöittää sisävesiä
 Korkeampi on maan P-tila lisää huuhtoumariskiä

Ruukki

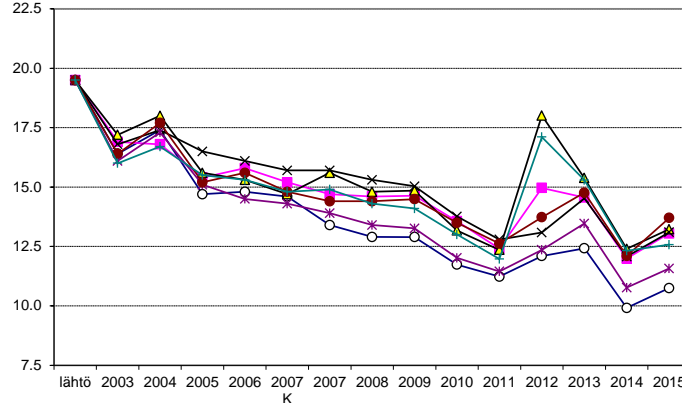
| | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|
| P 0-0 | -96 | -106 | -19 | -28 | -31 | -28 | -308 |
| P norm-norm | -42 | -56 | -19 | -14 | -19 | -13 | -162 |
| P nurmivuosien -0 | -45 | -58 | -20 | -30 | -33 | -29 | -215 |
| P nurmivuosien hidas -0* | -45 | -56 | ** | -7 | -12 | -8 | -128 |
| P liete- 0 | -89 | -96 | -20 | -28 | -31 | -27 | -291 |
| P liete-liete | -57 | -44 | -20 | -18 | -23 | -20 | -183 |
| P nurmivuosien hidas 2 - 0-0-0-16 | -65 | -69 | -21 | -31 | -32 | -30 | -248 |

Maan viljavuus P

Maaninka pintakerros

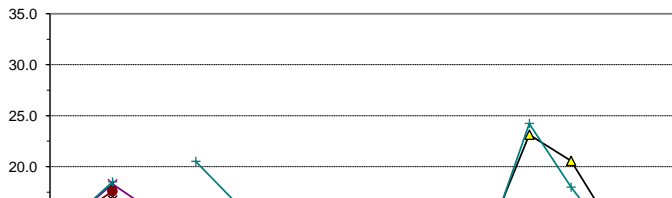


Maaninka kyntökerros

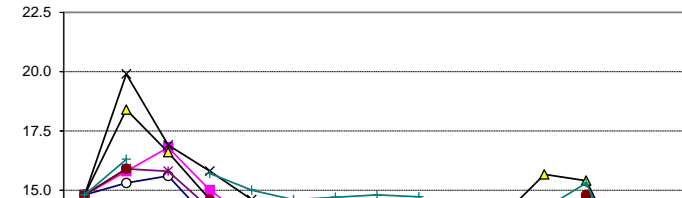


- P 0-0
- P norm-norm
- ▲ P nurmivuosien -0
- × P nurmivuosien hidas -0
- * P liete -0
- P liete -liete
- + P nurmiv. hidas 2 - 0-0-0-8

Ruukki pintakerros



Ruukki kyntökerros



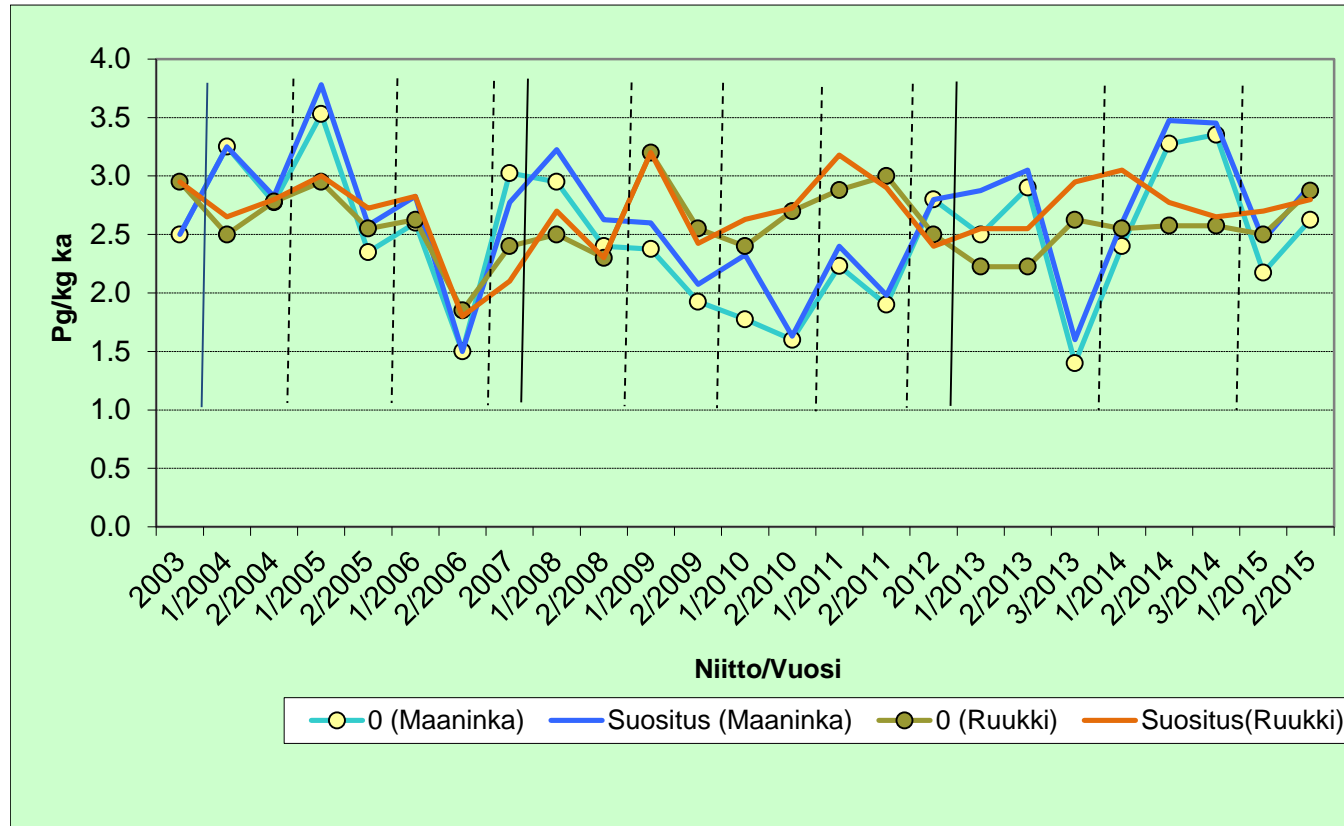
- P 0-0
- P norm-norm
- ▲ P nurmivuosien -0
- × P nurmivuosien hidas -0

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

Rehun laatu: P-pitoisuus niitoittain Maaningalla ja Ruukissa: Koejäsenet 0P ja vanha suositus



- Vuodesta 2013 lähtien Ruukissa selvempi ero lannoitetun hyväksi
- Keskiarvot 2,5 vs 2,6 ja 2,6 vs 2,7 g/kg ka

Dieetin P-pitoisuus - laskuri

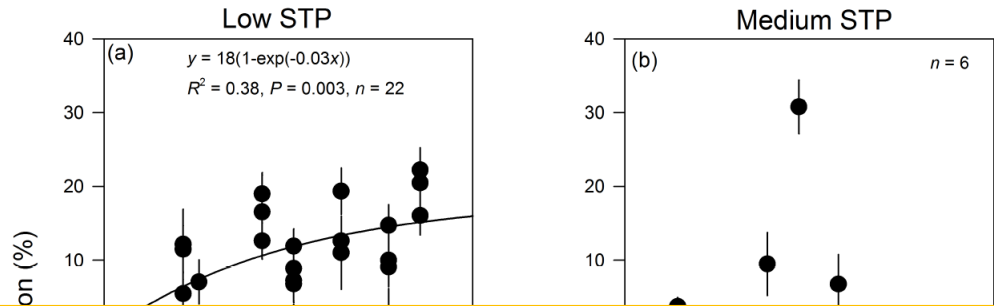
| SUOSITUS: Koko dieetin p 3,4 g/kg ka (ref 1) | | | | | | |
|---|-------|----------------------|-----------|----------------|------------|----------------|
| 3.4 | | | | | | |
| Lypsylehmän ruokinta | kg/ka | ry/kg ka (rehutaulu) | P g/kg ka | Dieetin P ry/d | Väkirehu % | Väkirehu osuus |
| Säilörehua | 11.5 | 0.915 | 1.4 | 16.1 | 12.1595 | |
| Ohraa | 7.5 | 1.13 | 4.1 | 30.75 | 8.475 | |
| Kivennäinen | 0 | 0 | 64 | 0 | 0 | |
| Rypsirouhe | 2 | 0.97 | 13.2 | 26.4 | 1.94 | |
| Yhteensä per vrk | 21.0 | | | 73.3 | 10.415 | 45 |
| Dieetin kokonais-P-pitoisuus | | | | 3.5 | | |
| | | Ero suositukseen | | 0.1 | | |
| Lehmä 30 | | | | | | |
| elop | 650 | | | | | |
| maitotuotos | 35 | | | | | |
| kokonaistarve (rehutaulukot ja ruokintanormit) | | | | | | |

kar2:
Kun tämä solu = 0, sisältää dieetti minimimäärä fosforia

- Fosforipuute on epäuskottavaa
- Alhainen nurmen P johtuu useammin säistä kuin lannoituksesta
- Jos yllättäviä sairastumisia on oikea syy selvitettävä jos mahdollista

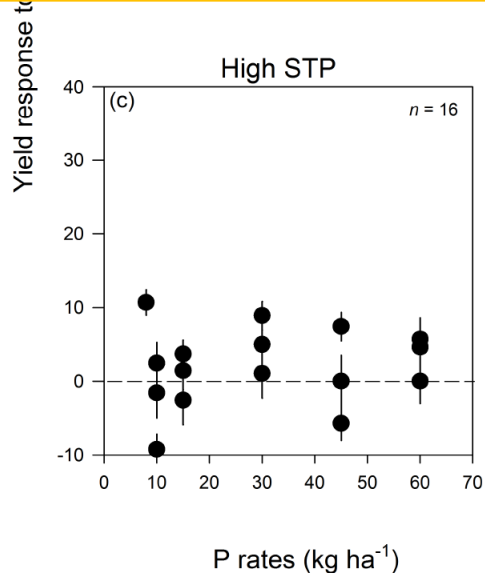
Meta-analyysi : Fosforilannoituksen satovaste

Valkama et al 2015 fig 3

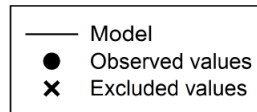


Maan P-tila (mg P_{ac}/l maata)

Satovaste selvä, kun maan P-tila alle 6, 10 tai 8
Orgaanisilla mailla lannoituksella suurempi vaste



P rates (kg ha⁻¹)



kivennäismaat; < 8 orgaaniset maat);

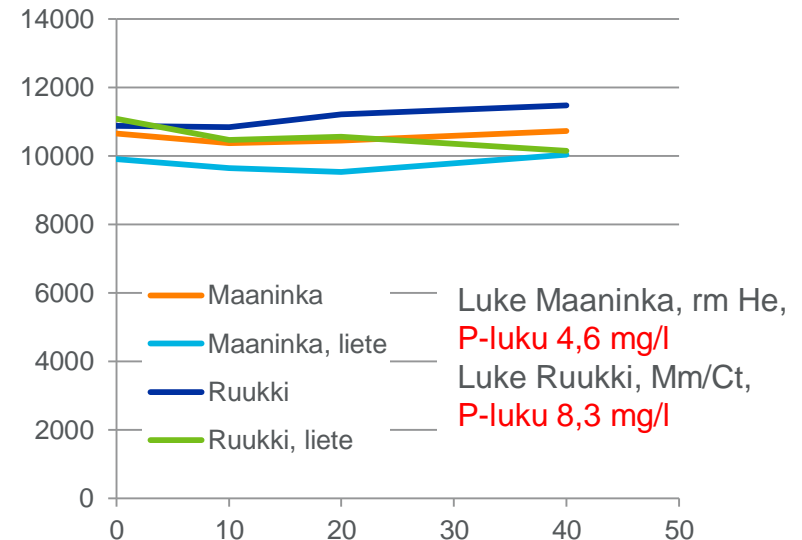
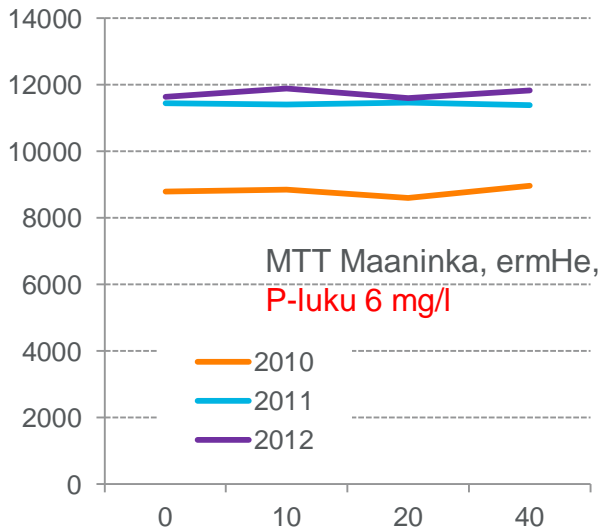
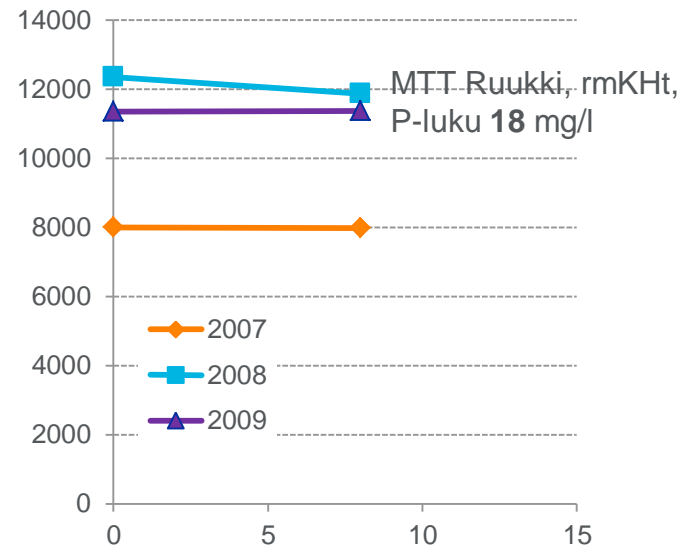
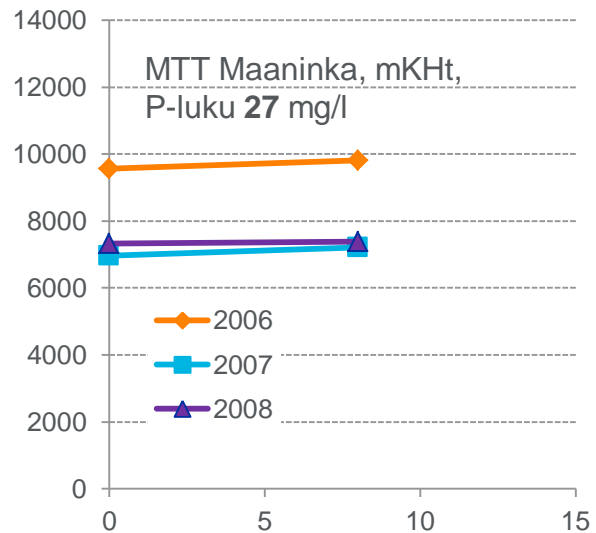
medium (6–12, savimaat; 10–18, karkeat

kivennäismaat; 8–15, orgaaniset maat);

Korkea (> 12, savimaat; > 18, karkeat

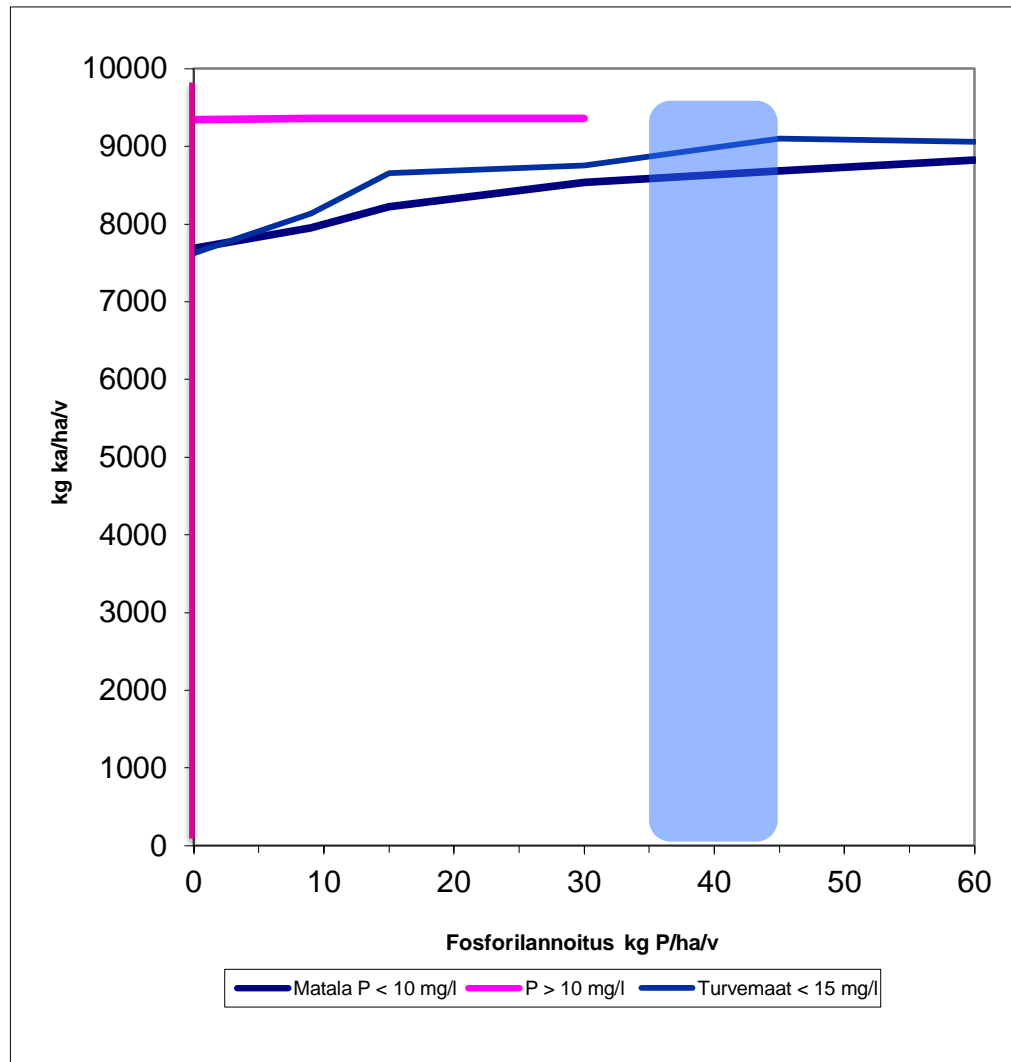
kivennäismaat; > 15, orgaaniset maat)

3. P-lannoituksen vaikutus nurmen satoon - 4 uutta koetta



Näissä kokeissa P lannoituksen poisjättö EI ole vaikuttanut haitallisesta rehun P-pitoisuuteen

P lannoituksen kannattavuus



| | P kg/ha/vuosi |
|----------------|------------------|
| Alle 10 mg/l P | 35-44 |
| Alle 15 mg/l | 35-40 |
| Yli 10 mg/l P | 0 |

- Silloin kun P lannoitusvastetta on odotettavissa, on lannoitussuositus korkea
- Lannoitusvastetta saa harvoin, uusien tutkimusten mukaan vielä harvemmin

Lannoituksen suunnittelu

| Maan P-tila mg P _{AC} / l maata | | | |
|--|-------------------------------------|--|------------------------|
| Maalaji | Matala | Keskiverto | Korkea |
| Savi | < 6 | 6–12 | > 12 |
| | Lannoita suositusten mukaan | Ei lannoitusta, satotaso seurattava | Ei lannoitusta |
| Karkea kivennäismaa | < 10 | 10–18 | > 18 |
| | Lannoita suositusten mukaan | Ei lannoitusta, satotaso seurattava | Ei lannoitusta |
| Orgaaninen maa | < 8 | 8–15 | > 15 |
| | pH < 5,3: Huolehdi kalkituksesta! | Huolehdi | |
| | Lannoita suositusten mukaan | kalkituksesta ja lannoita suositusten mukaan | Huolehdi kalkituksesta |
| | pH >5,3 Lannoita suositusten mukaan | | |

Huom! Raja-arvot voivat olla alempia, jos nurmella hyvin N ja K käytettävissä (uudet tutkimukset)

Johtopäätökset

- P on välttämätön ravinne sekä nurmelle että eläimelle
- **Nurmi ottaa tehokkaasti fosforia maasta**
- Maan p luvut ovat laskussa **mutta**
 - Se on hyvä jos pellon P-luokka hyvä tai parempi
 - Huono jos pellon P-luokka välttävä tai huonompi
 - **Kun maan P-luokka korkea, negatiivinen P-tase positiivista → säästöt, huuhtouma**
 - **Jos maan P-luokka alenee välttävästä huononlaiseen tarkista lannoitus**
 - Onko laskun syynä se ettei P lannoitusta anneta suosituksen mukaisesti?
- Fosforilannoituksen vähentäminen laskee maan viljavuusfosforin määrää, mutta satotaso pysyy samana, kun P-tila välttävä/tydyttävä tai parempi
 - Ennusteen mukaan vastaavissa oloissa voi fosfori-lannoituksesta luopua noin 10 – 12 vuodeksi
- Alhaisen P –tilan mailla (kark. Kiv. maat $P < 10$ mg/l maata olisi kannattava P lannoitus 35-44 kg/v/ha, jos voidaan olla varmoja että lannoitus lisää satoa (1980-1990 lukujen tutkimukset)
 - Uudet tutkimukset antavat harvoin satovastetta .
- Kalkituksesta on huolehdittava - erityisesti orgaanisilla mailla!
- Juuriston kasvuedellytyksistä on huolehdittava
- Poudanarat maat
- NK lannoitus

Esimerkinomainen laskelma eri ravinteiden kustannuksista nurmiviljelyssä

| Ravinne | Hinta* €/kg | Käyttö, Kg/ha/v | Lannoitus- kustan- nus, €/ha/v | Karjan- lannan osuus, kg/ha/v | Osto- lannoit- - teissa, kg/ha | Lannoitus- kustannus, €/ha/v |
|---------|----------------|--------------------|---|--|--|------------------------------------|
| N | 1.0 | 200 | 206 | 66 | 134 | 138 |
| P | 1.9 | 15 | 29 | 10 | 6 | 10 |
| K | 1.5 | 100 | 148 | 58 | 42 | 62 |

Rahallisesti typpi tärkein ,sitten kalium, ja sen jälkeen fosfori

| | | Ntot | Nliuk | Ptot | K |
|---------|----|------|-------|------|-----|
| Liete | 40 | 3 | 1.8 | 0.5 | 2.9 |
| kg/ha/v | | 120 | 72 | 20 | 116 |

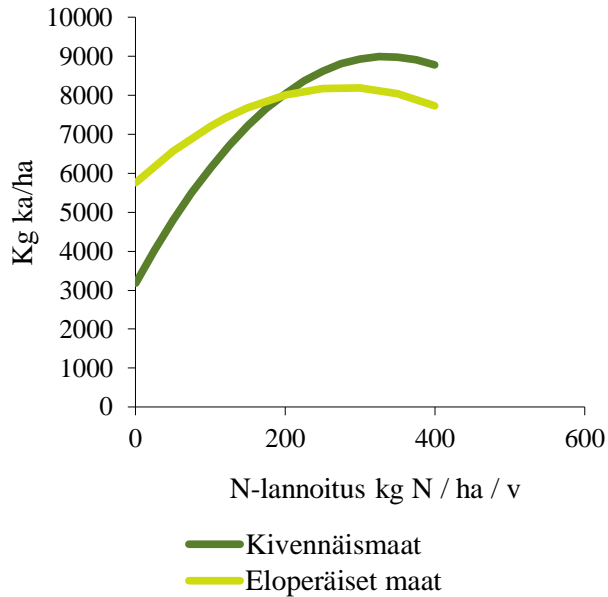
N, P ja K hinnat: katso Google 'Kasper IT'

Lopuksi

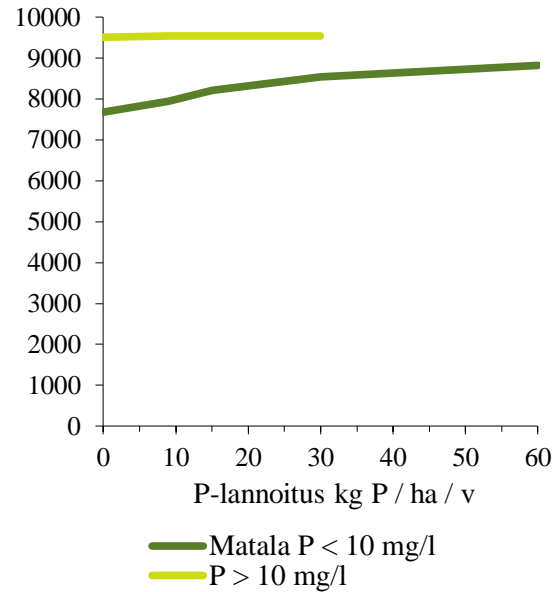
- Tässä ei käyty lannoitteiden yhdysvaikutuksia (N x P; N x K)
 - mikä on kulloinkin minimitekijä?
- Kokeiden ja käytännön erot
- Kaikkia mahdollisia tapauksia ei voida tutkia eikä tietää
- Lohkojenvälinen vaihtelu
- Tilan tavoitteet: tarvittava satotaso, miltä lohkoilta paras sato
- Soveltaminen: oma kokemus + tutkimustulokset
 - analysoikaa rehuja ja maata – varmasti kannattavaa
- Lohkojen satotason arviointi

Ravinteiden keskinäinen merkitys

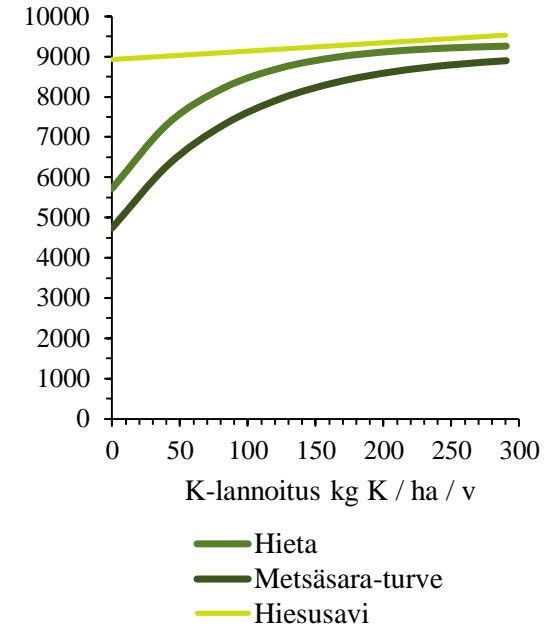
Typpi



Fosfori



Kalium



Keskittykää tärkeimpiin: N ja K

Kiitos!