



Ravinteiden satofunktiot nurmiviljelyssä - tuleva ympäristötukijärjestelmä pellon ravinnetalouden kannalta

Perttu Virkajärvi, Sanna Kykkänen, Maarit Hyrkäs, Kirsi Järvenranta, Mari Rätty
MTT Maaninka, Innotieto- hanke

Lihanautatutkimusseminaari, Oulu
5.12.2014



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



1 NURMEN FOSFORILANNOITUS



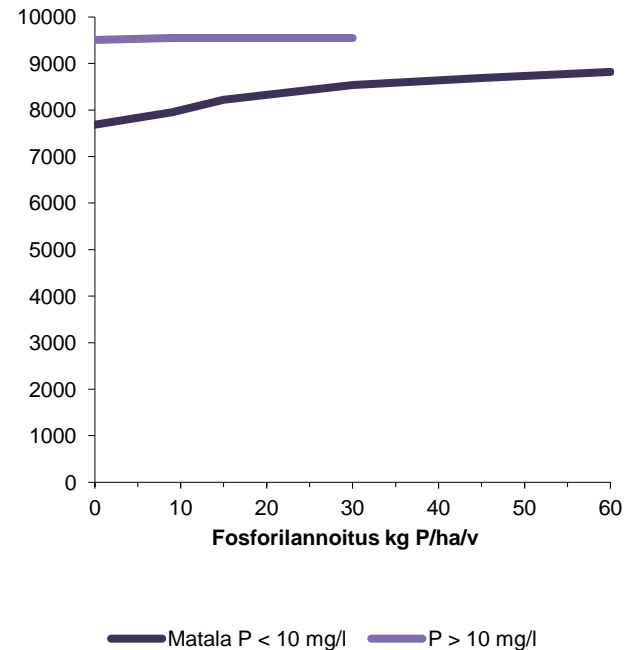
Pohjois-Pohjanmaa
Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin.

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
1. Kenttäkoe Maaningalla ja Ruukissa 2003-2014 →
 2. Meta-analyysi (Valkama et al 2014)
 3. 3 uutta koetta



Kenttäkokeiden suorituksen perusidea



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

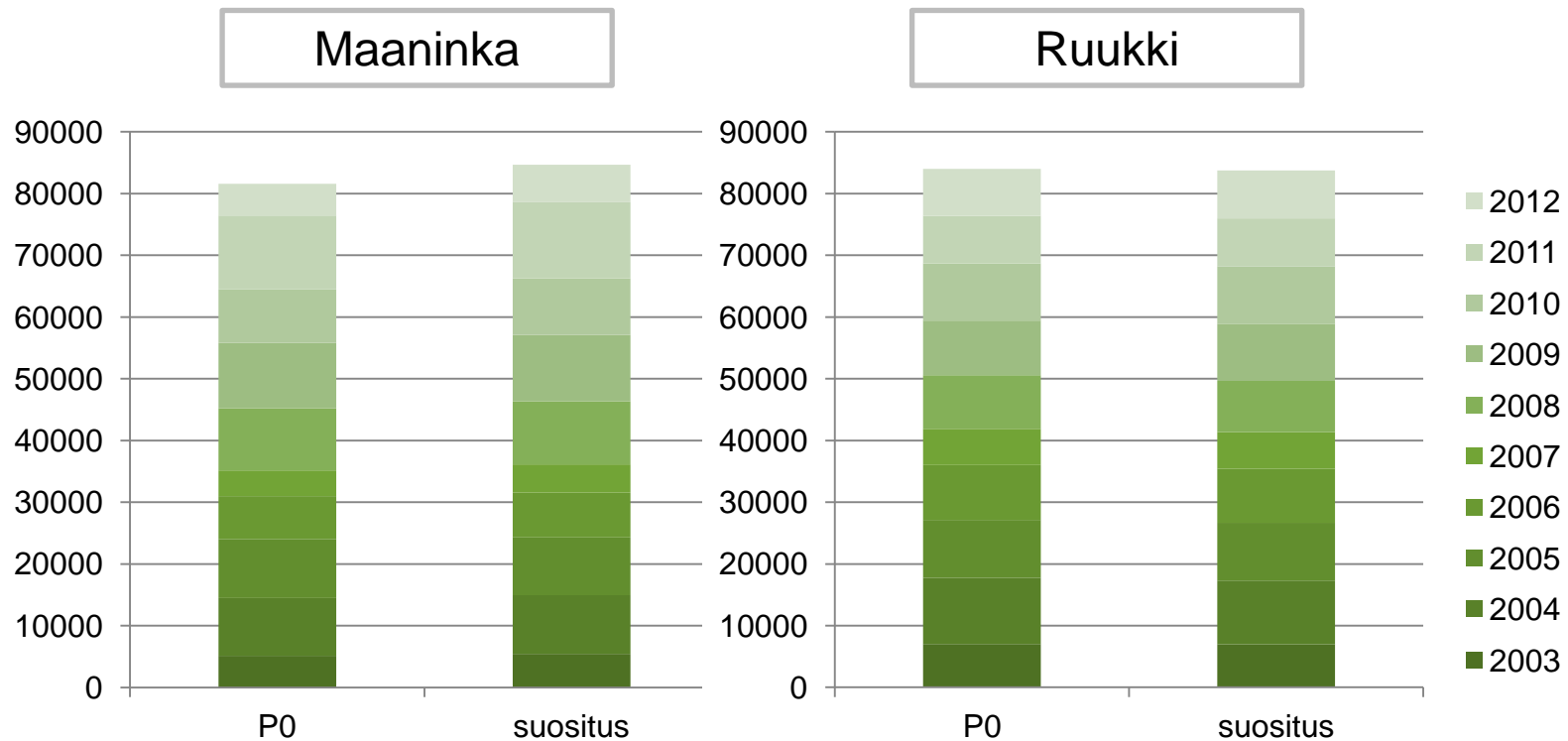
1. Nurmen fosforilannoituksen pitkäaikaiskoe 2003- 2014

Yara & MTT



Kumulatiivinen ka-sato 2003-2012

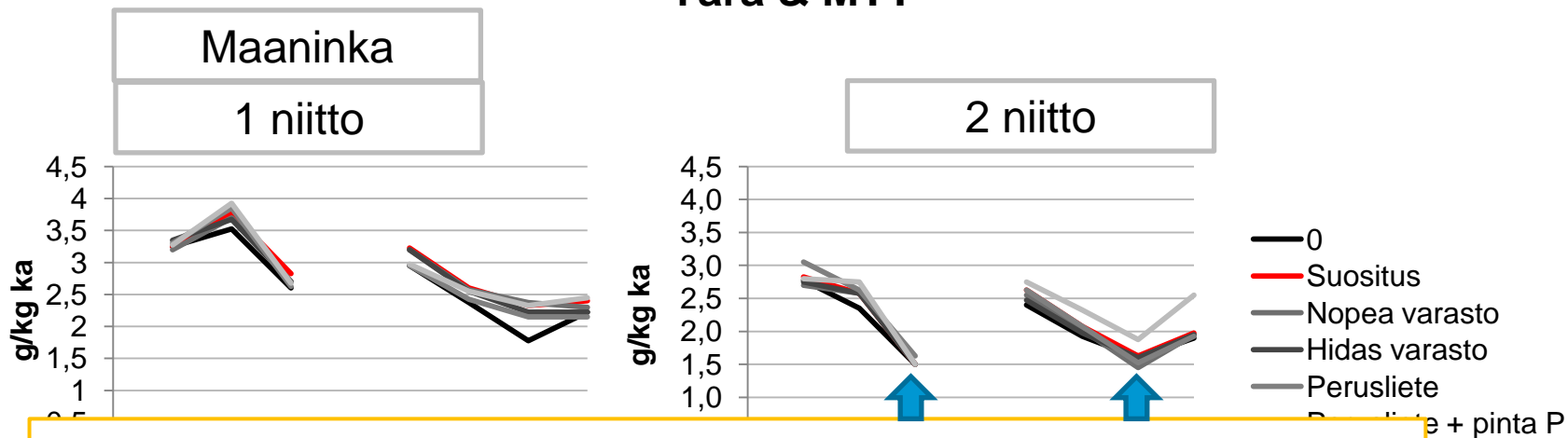
Yara & MTT



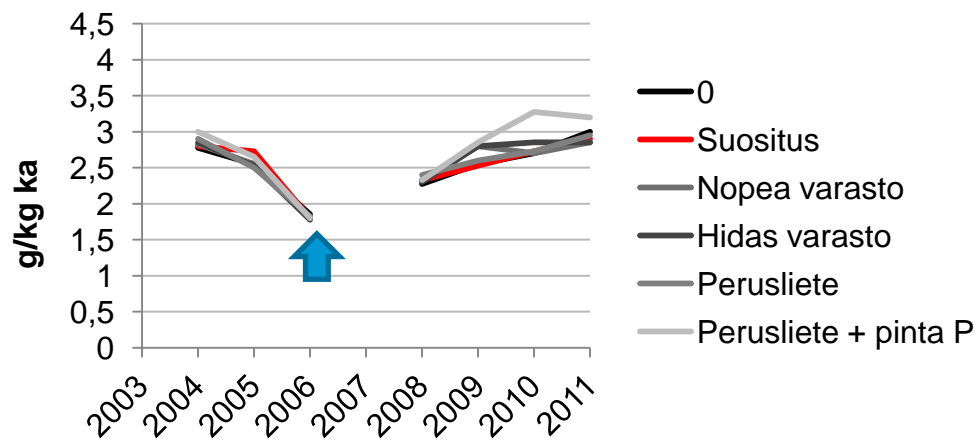
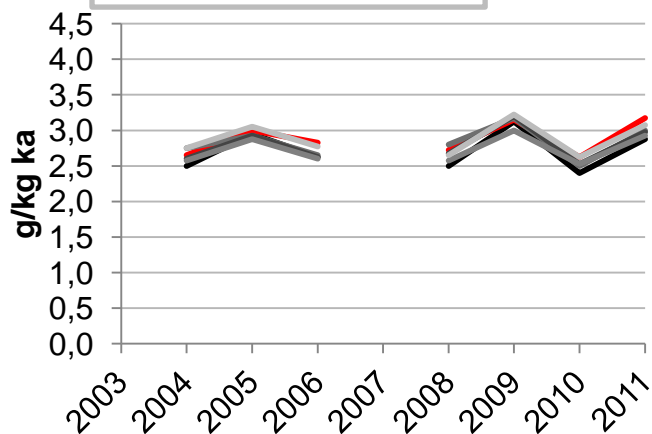
Suositus: lannoitettu n.143 kg P ilman satovastetta

Sadon P-pitoisuus

Yara & MTT



Sää vaikuttaa rehun P-pitoisuuteen (Kuivuus v. 2006 ja 2010)
 Lannoituksella ei vaikutusta, kun maan P-tila >10 mg/l
 Nurmen P ei ongelma märehitjoiden P saannin kannalta



P-tase 2003-2013 Maaninka ja Ruukki

Yara & MTT

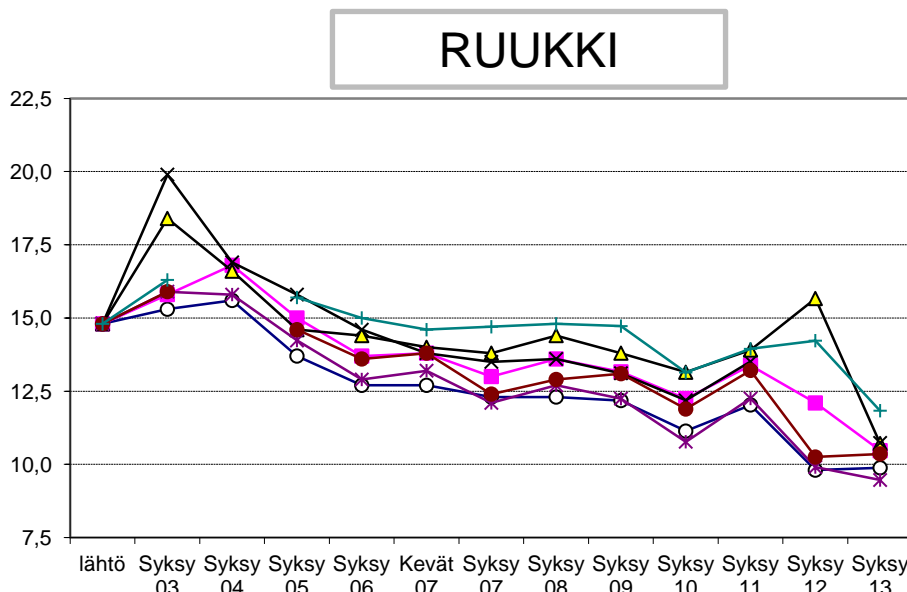
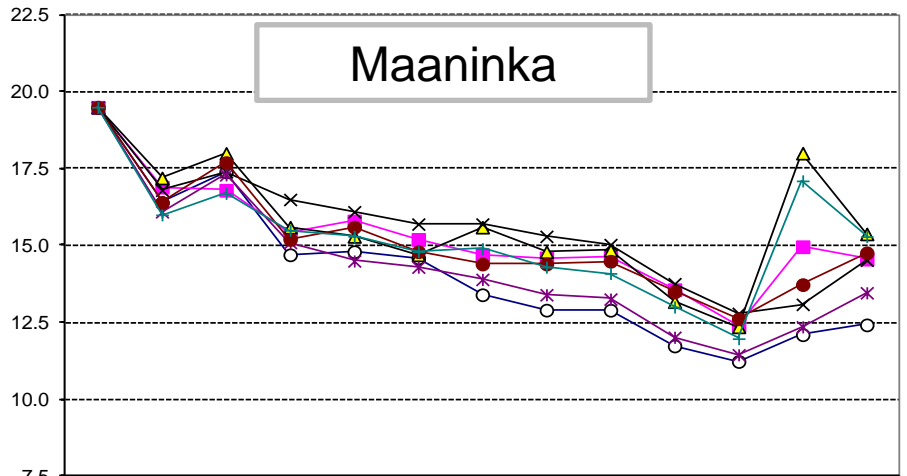
Maaninka	P kg/ha	
	Input	Tase
P 0-0	0	-222
P norm-norm	151	-92
P nurmivuosien -0	199	-33
P nurmivuosien hidas -0	129	-114
P liete- 0	50	-181
P liete-liete	115	-106
P nurmivuosien hidas 2 - 0-0-0-8	154	-68

Ruukki	P kg/ha	
	Input	Tase
P 0-0	0	-249
P norm-norm	151	-102
P nurmivuosien -0	199	-60
P nurmivuosien hidas -0	129	-128
P liete- 0	38	-212
P liete-liete	122	-118
P nurmivuosien hidas 2 - 0-0-0-8	158	-102

Kaikki koejäsenet: selvästi negatiivinen P-tase
Negatiivinen tase tavoiteltava, kun P-luokka arv. korkea, korkea, hyvä,
Korkea N-lannoitus lisää P-poistumaa

Kyntökerroksen viljavuusfosfori

Yara & MTT



• Viljavuus-P laskee kaikilla koejäsenillä ts. suositusten mukainen lannoitus ei estä laskua

• P-luokan aleneminen lisäsi P lannoitustasoa 2011 jälkeen

• 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

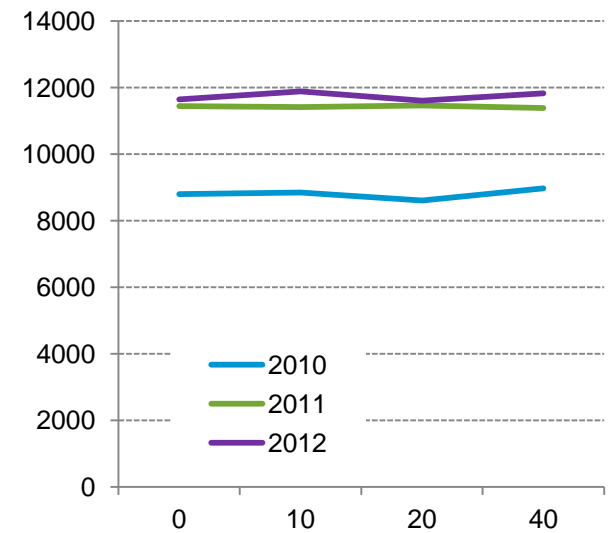
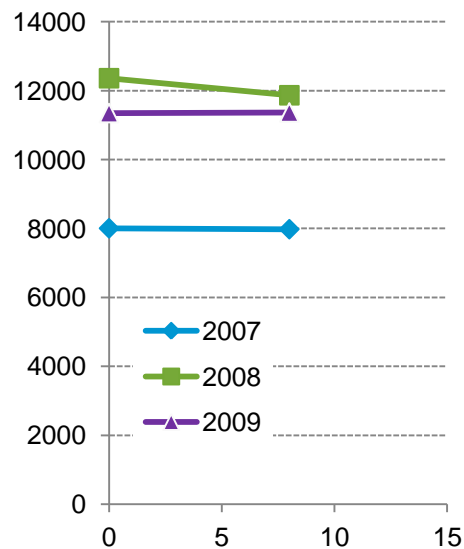
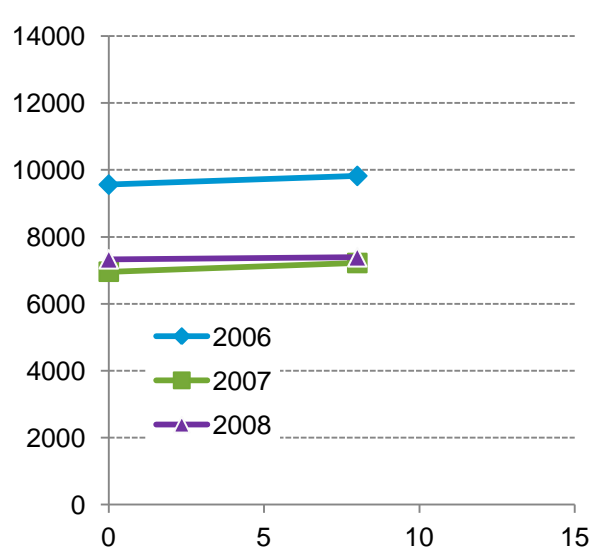
• Havaittu P-luvun lasku ei haittaa vielä! Ei vaikutusta satoon, sadon P-pitoisuuteen mutta vähentää huuhtoutumista ja lisäksi rahaa säästyy

- P 0
- P 1
- ▲ P 2
- × P 3
- * P liete -0
- P liete -liete
- + P nurmiv. hidas 2 - 0-0-0-8

Tyypillinen hietamaa: jotta maan P-luku ei laske tarvitaan +14 kg/ha/v tase- tämän vuoksi karjatilloilla maan P-luku ei yleensä ole noussut korkeaksi!

2. 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

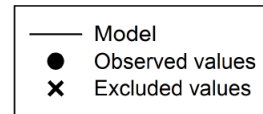
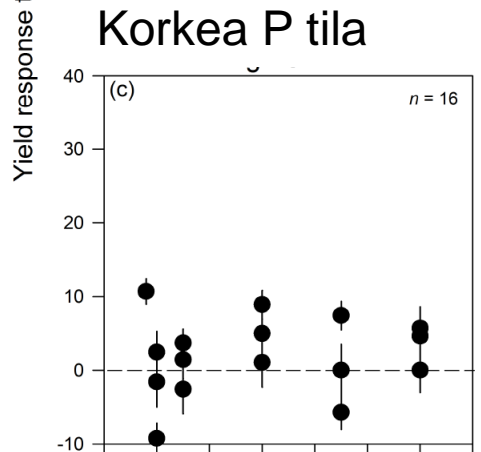
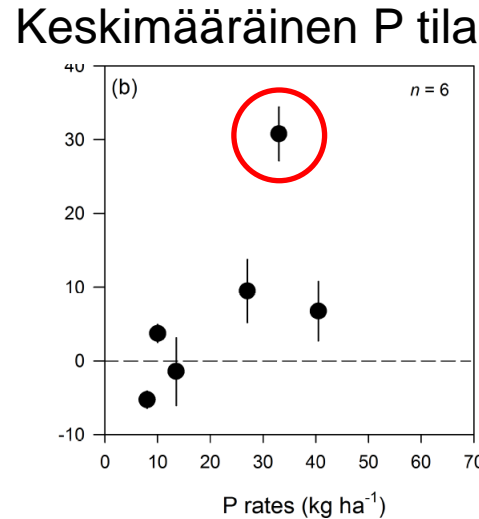
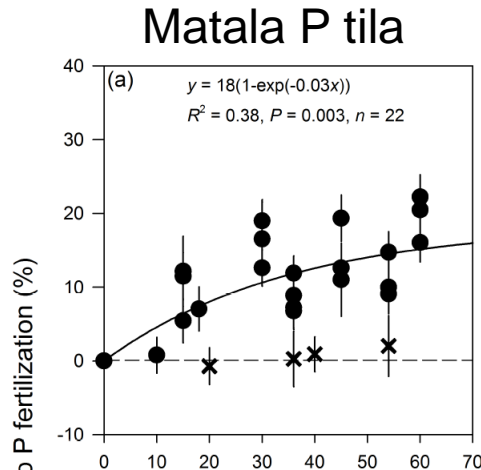
MTT Maaninka, ermHe,
P-luku 6 mg/l
Saves 24 %



Näissä kokeissa P-lannoituksen poisjätö ei ole vaikuttanut haitallisesta rehun P-pitoisuuteen

3. Fosforilannoituksen satovaste eri P-tilan mailla – kooste suomalaisista tutkimuksista

Valkama et al 2014 submitted



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

Matala (<6, savimaat; <10 karkeat 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)

Satovaste selvä, kun maan P-tila alle 6, 10 tai 8 mg/l , muulloin satunnainen
 Orgaanisilla mailla lannoituksella suurempi vaste

Mitä huonommat kasvuolot sitä todennäköisempi satovaste (kylmyys, kuivuus, heikko juuristo)

Tämän hetkiset ehdotukset ympäristötuen P lannoitusrajoiksi

<https://www.maaseutu.fi/fi/maaseutuohjelma/Sivut/default.aspx>

Kasvi							
Taulukko M 10.5// 3-12-2014	Huono	Huononlainen	Välttävä	Tyydyttävä	Hyvä	Korkea	Arv. korkea
Yksi- ja monivuotiset rehunurmet, ruokohelpi satovuonna, kokoviljasäilörehu, maissi	40	32	24	14	5	0	0
Satotaso 7500 kg ka/ha/v tai suurempi	46	38	30	20	11	0	0
Yksi- ja monivuotiset rehunurmet, LANTAPOIKKEUS	40	32	30	30	20	0	
Monivuotinen nurmi: laidun	24	16	8	5	5		
Monivuotinen nurmi ja ruokohelpi, perustaminen keväällä	52	44	36	26	10		
Monivuotinen nurmi ja ruokohelpi, perustaminen kesällä tai syksyllä jne	20	16	12	7	5		

Nämä eivät ole huonot ehdotukset noin yleisesti - jokaista tilannetta ei voi ottaa huomioon

Lannoituksen viljavuus-P:n perusteella

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		

Maan P-tila voi laskea välttävää/tyydyttävää luokkien rajalle

Johtopäätökset

- Kun maan P-luokka tyydyttävä ei ole tarvetta nostaa maan fosforilukua
- Fosforilannoituksen vähentäminen laskee maan viljavuusfosforin määrää, mutta satotaso pysyy samana, kun P-tila tyydyttävä
- Ennusteen mukaan vastaavissa oloissa voi P-lannoituksesta luopua noin 10 – 12 vuodeksi
- Jos maa on fosforitaltaan luontaisesti korkea, on alentuminen hidasta. Jos maan fosfori on lannoituksella 'keinotekoisesti' nostettu on alentuminen nopeaa
- Orgaanisilla mailla huolehdittava kalkitukset
- Kun maan P-luokka korkea, negatiivinen P-tase on positiivista → säästöt, huuhtouma
- Juuriston kasvuedellytyksistä on huolehdittava – P ei liiku maassa
 - Poudanarat maat
 - NK lannoitus
- Karjanlannan P riittää monissa tapauksissa
- P-hinta: katso MTT/ Kasper/Fosforilaskuri <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/kasper>



2 NURMEN TYYPILANNOITUS



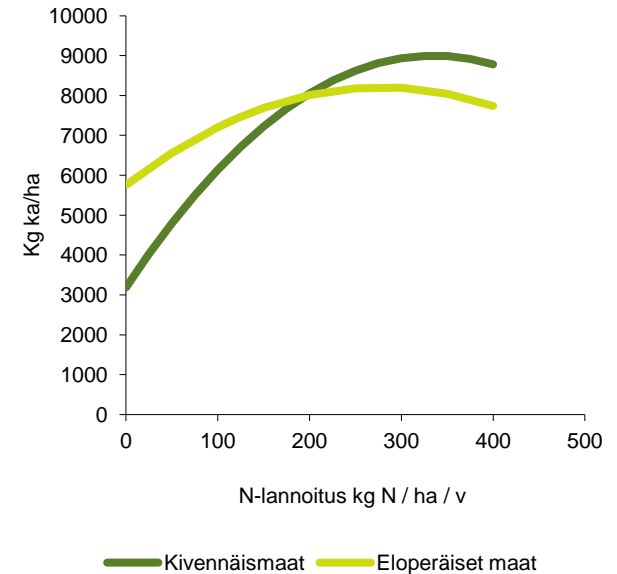
Pohjois-Pohjanmaa
Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus



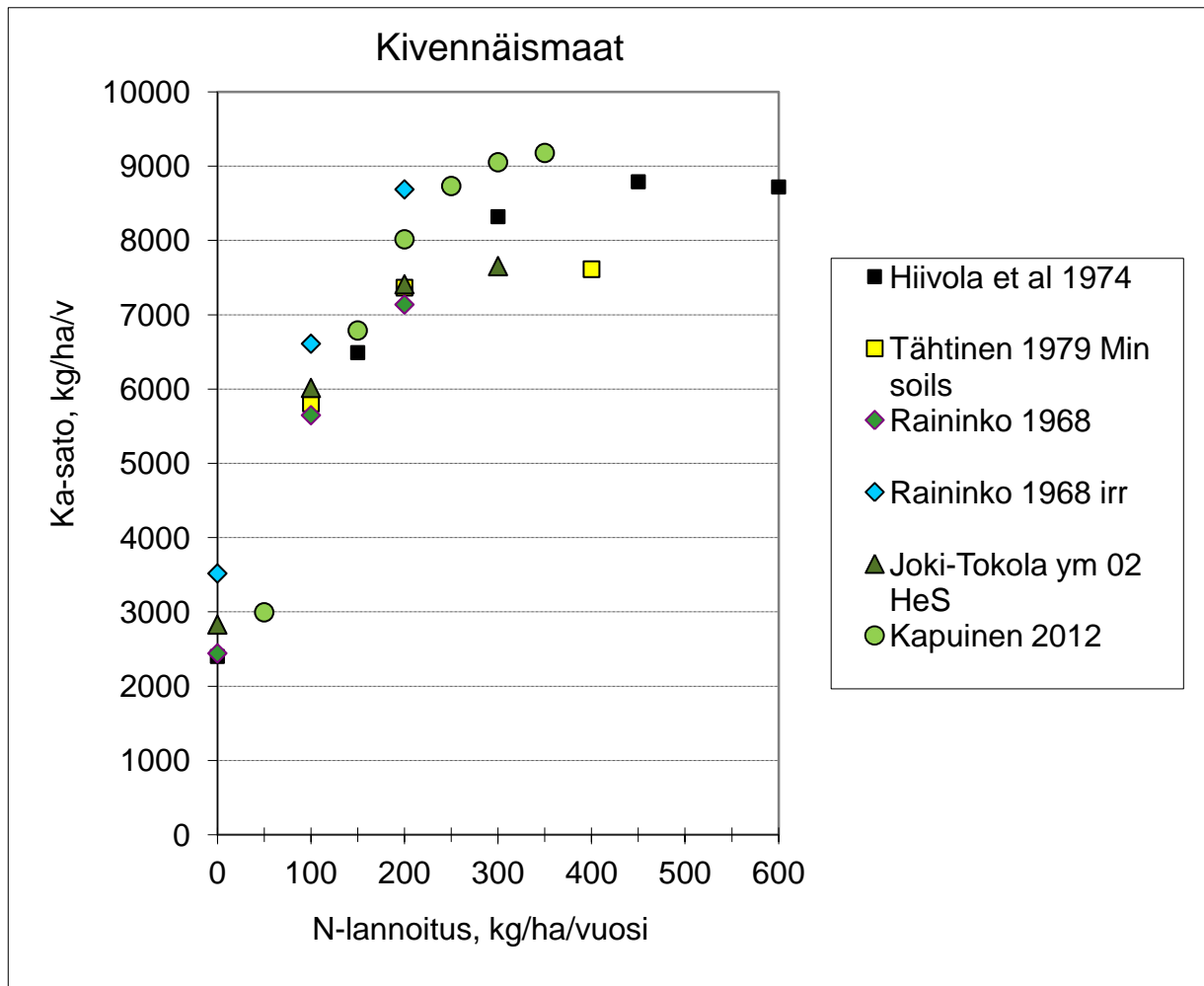
Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

JOHDANTO

- Tärkein ravinne nurmituotannossa
 - Typpilannoitus on muun lannoituksen perusta!
 - Ravinteidenoton tehokkuus kärsii, jos typpeä on liian vähän
- Satovaste korkea → taloudellinen kannattavuus hyvä
- Säilörehunurmen keskimääräinen satotaso alle 5000 kg ka/ha
 - vähäinen typpilannoitteiden käyttö

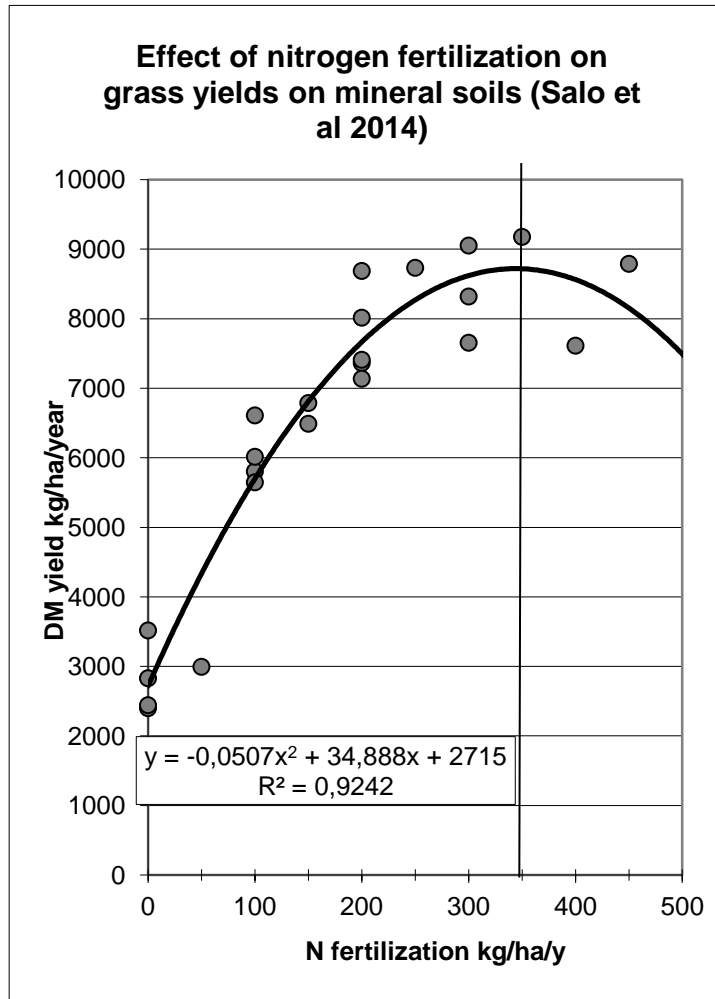


Nurmen lannoituskokeet 1960-> Kivennäismaat



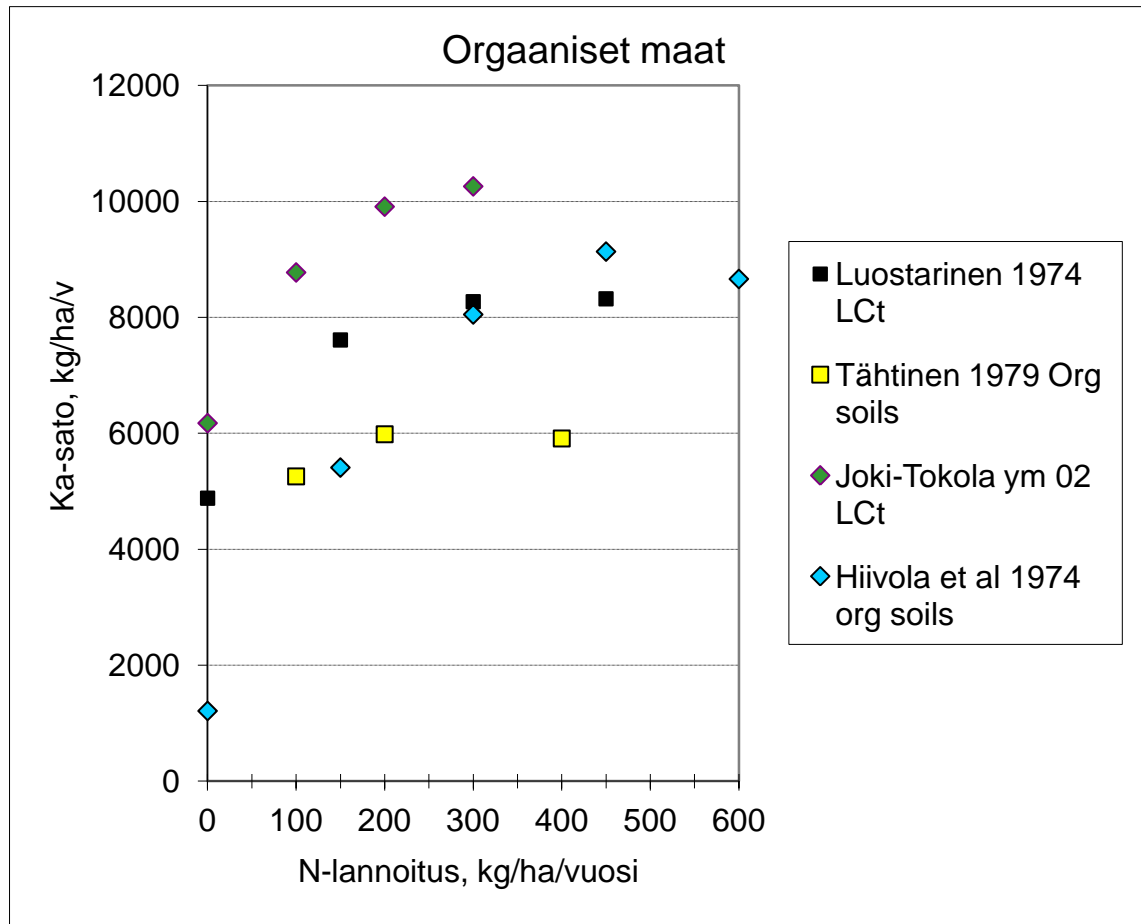
Verraten
yhdenmukainen
kuva

N-lannoituksen nykyinen satofunktio



- Nykyinen funktio on satotasoltaan matala ja kuiva-ainetuoton optimin ylittäviä lannoituksia vain vähän
- Biologinen maksimi saavutetaan koeolosuhteissa verraten korkeilla lannoitusmäärillä (344 ja 335 kg/ha/v)
- Kivennäismailla yhteys vahva
- Nykyisten lannoitussuositusten kohdalla (200-240 kg/ha) satovaste hyvä ja taloudellisesti kannattava

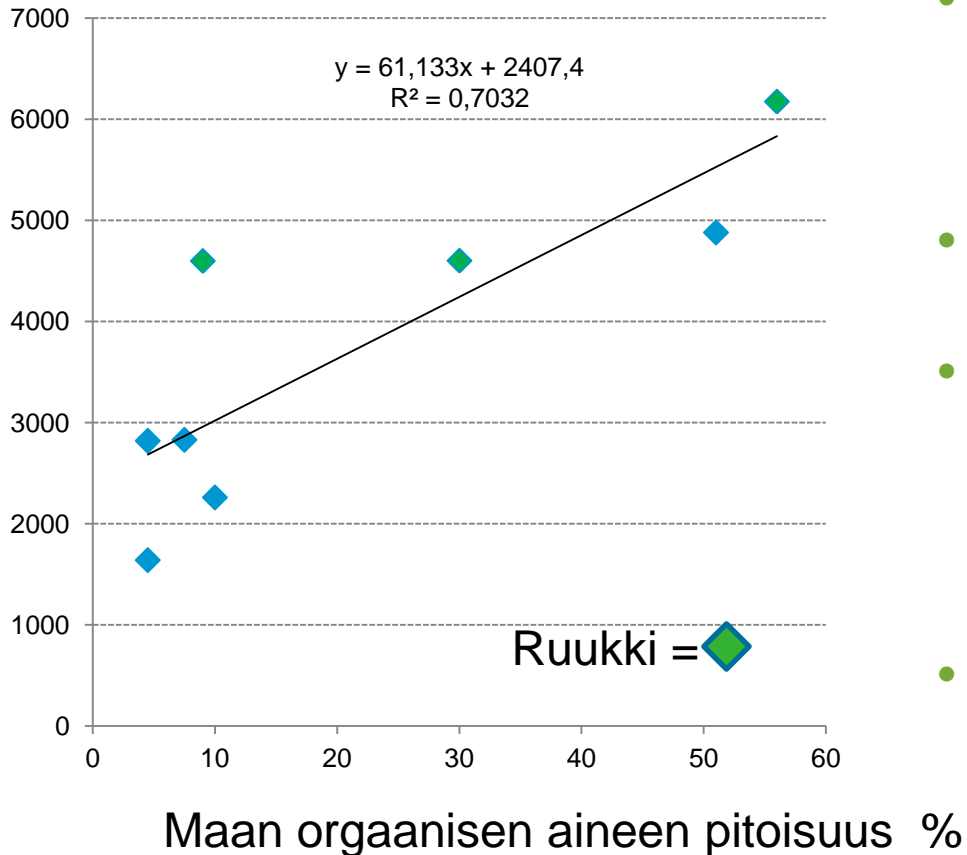
Nurmen lannoituskokeet 1960-> Orgaaniset maat



Kokeita vähemmän, hajonta suurempaa kuin kivennäismailla

KA-sato ilman N-lannoitusta

- maan orgaanisen aineen vaikutus N- hyväksikäyttöön



- Kohtalainen yhteys maan orgaanisen aineen ja O-N ruutujen satojen välillä, etenkin kun Hiivola ym. (1974) ei huomioida $r^2 \rightarrow 0.7$
- Liian vähän havaintoja?
 - muiden kasvien kokeet tukevat
- Länsi-Suomen (Ruukin) aineistossa O-ruudut tuottavat hämmästyttävän korkeita satoja (vihreät pisteet)
 - sulfaattimaat
- Rahkasoista vapautuu vain vähän typpeä (osuus koko maassa pieni, mutta Lapissa ja Kainuussa n 2% (osuus viljavuusnäytteistä))

Poistettu Hiivola 1974

Typpi- ja fosforitase

(Biotila 2009-2011; käsikirjoitus Virkajärvi et al.)

- Kokonaistyyppi (N) ja kokonaisfosfori (P)

	Ntase				Ptase			
	2009	2010	2011	yht	2009*	2010	2011	yht
Ohra								
Raakalanta	15	35	96	147	3	1	11	15
Mädätysjäännös	-4	37	52	85	-1	5	4	7
Separoitu jäännös kuiva		73	19	92		5	11	16
Separoitu jäännös kuiva + neste oraille	31	104	104	239	8	15	23	45
Nurmi								
Raakalanta	-29	7	-39	-61	-3	-13	-22	-37
Mädätysjäännös	-2	10	-34	-26	4	-8	-22	-25
Separoitu jäännös kuiva + neste oraille	25	52	42	120	23	-5	-11	7

* = Kokovilja

Käytettäessä lietalantaa tai mädätysjäännöstä, ovat N ja P taseet ohranviljelyssä selvästi positiiviset ja nurmenviljelyssä negatiiviset

N-lannoitus

- Uudet satoiset lajikkeet
 - Kasvukauden pidentyminen
 - korjuukertojen lkm
 - lannoituksen jakaminen
 - 3 korjuuta → 230 kg N/ha (100 + 100 + 30)
 - Satopotentiaali on korkein 1. ja 2. sadossa
 - Kolmas sato on sulavaa
- MIHIN SATOON HALUTAAN PANOSTAA
- Ilmastonmuutos: kasvukausi pitenee -> tarvitaanko N lannoitussuositukseen muutos?

Talvehtiminen

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

Karjanlanta

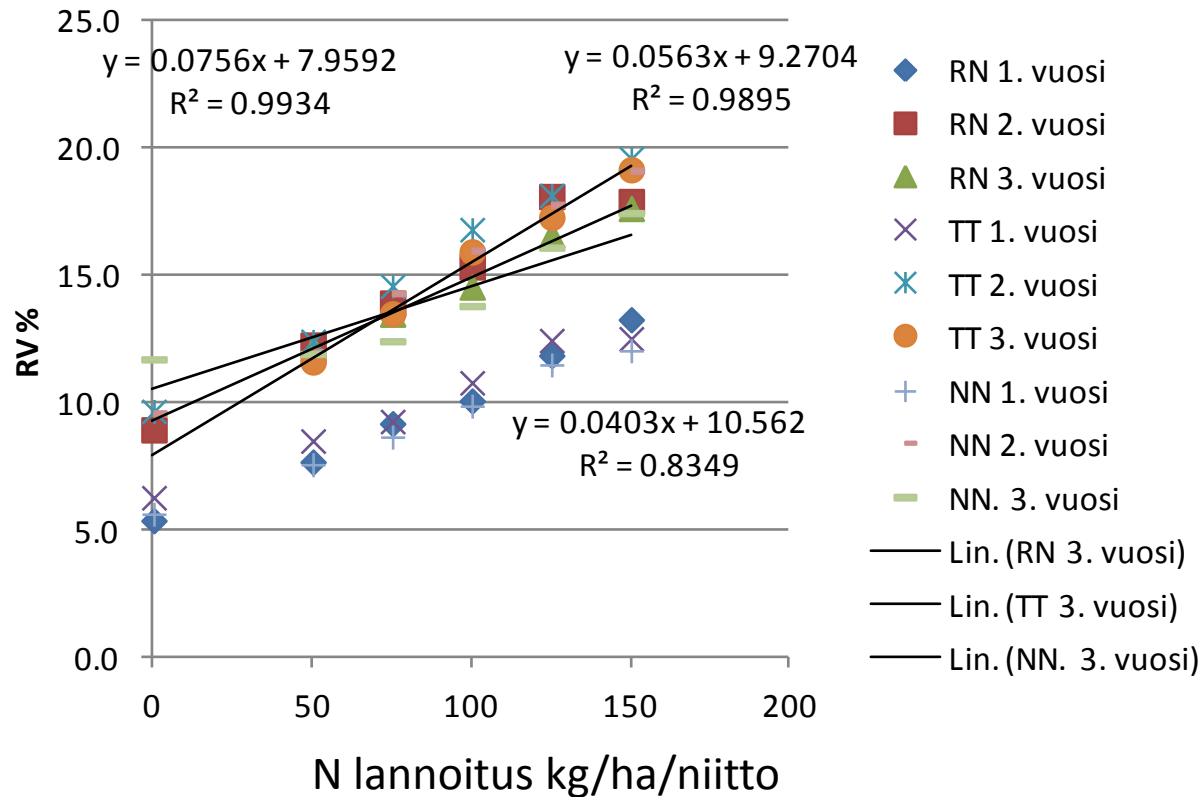
- Liukoisen typen osuus kokonaistypestä noin 50 %
- Kohtuullinen (n. 30 tn/ha) liete määrä ja typpitäydennys takaa sadon hyvä typen hyväksikäytön
 - Tasaus esim. salpietarilla heti niiton jälkeen, vasta sitten liete-> antaa hieman pelivaraa lietteen ajoittamiselle
- Taseet lasketaan kokonaistypen perusteella
- Lietteen sijoitu hyvä sekä typen hyväksikäytön että fosforin huuhtoutumisen kannalta sellaisilla mailla joille sijoitus nurmeen sopii.

Rehuarvo

- Typpilannoitus vaikuttaa rehun valkuaispitoisuuteen (1 kg N → 0,05 % yks. RV)
- Tyypeä yleensä rehussa liikaa verrattuna märehitjän tarpeeseen → typen hyväksikäyttöaste
 - Lannan typpipitoisuus nousee → huuhtoutumisriski
- 13 % raakavalkuaispitoisuus täyttää pötsin tarpeen
- Märehitjän kannalta olennaisempaa on OIV-arvo (tavoite 80 g/kg ka)
 - SULAVUUS!
 - Mitä matalampi raakavalkuaispitoisuus, sitä sulavampaa rehua
 - Esim. RV 13 % rehun sulavuus 680 g/kg ka

Typpilannoitus ja eri kasvilajien raakavalkuaispitoisuus eri vuosina

Kapainen et al. julkaisematon



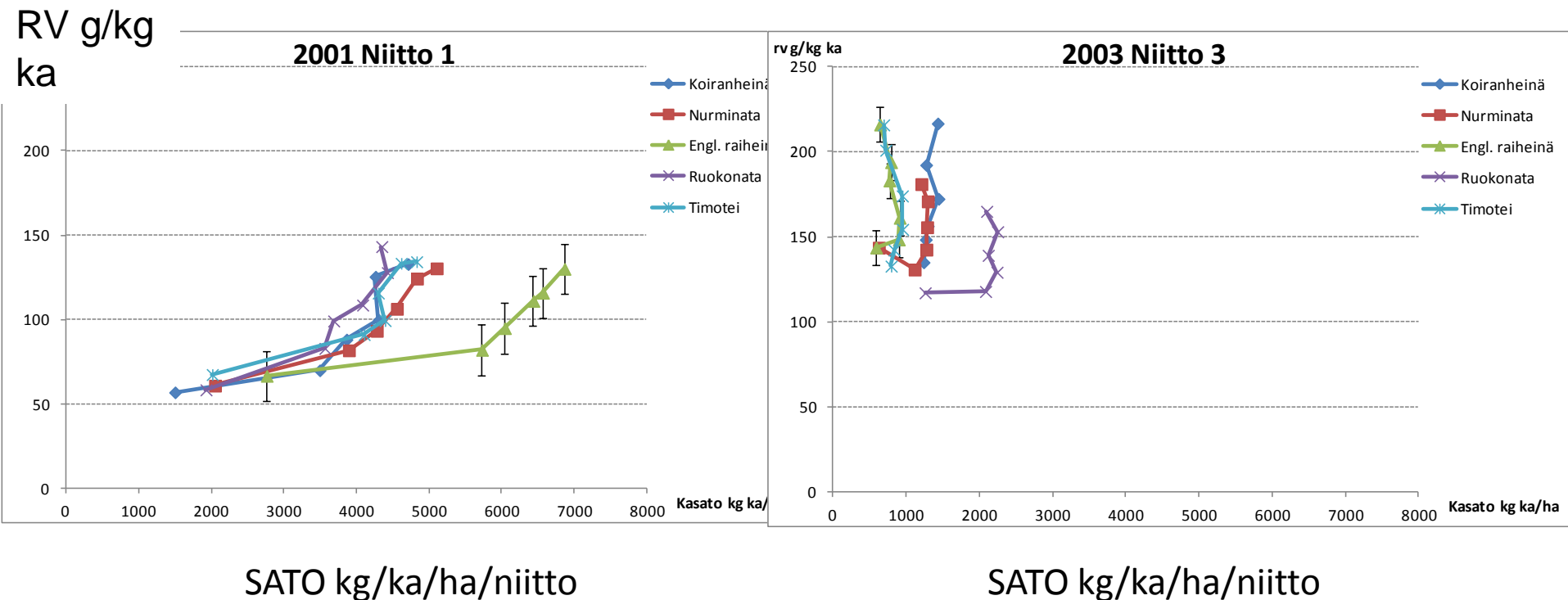
RN = ruokonata
TT = timotei
NN = nurminata

•1 kg N nostaa raakavalkuaista noin 0,05 prosenttiyksikköä - 13 % raja ylittyy nopeasti
•Maatiloilla helposti 2-3 % yksikköä korkeammat RV-pitoisuudet kuin MTT:n kokeissa
(Karjanlanta!)



Typpilannoituksen vaikutus satoon ja rv-pitoisuuteen (Kapuinen et al. in preparation)

- Kaksi esimerkkiä



- Kasvilaji x niitto x vuosi yhdysvaikutus selvä!

Tämän hetkiset ehdotukset ympäristötuen N lannoitusrajoiksi

Taulukko M 10.3// 3-12-2014 (ei kokonaan)		Vähämultaiset ja multavat	Runsasmultaiset	Erittäin runsasmultaiset	Eloperäiset
		< 5,9 %	6 - 11,9%	12 - 19,9 %	20 -> %
Yksi- ja monivuotiset rehunurmet, yksi sato		120	110	100	90
Maissisäilörehu		140	130	120	100
Vihantavilja, kokovilja		120	110	100	80
Yksi- ja monivuotiset rehunurmet, yksi sato	2 satoa, laidun	200	190	180	160
	Vähintään 3 satoa	240	230	220	190
Nurmen perustaminen suojakasvin kanssa keväällä	Korkeintaan kasvilajikohtaisen taulukon enimmäismäärä				
Nurmen perustaminen suojakasvin kanssa keväällä	kevät	80	80	80	70
	2. levitys	30	30	30	30

Johtopäätökset

- Tärkein ravinne
- Uutta tutkimustietoa tarvitaan
 - uudet suositukset kohtuullisen hyvät – noston mahdollisuus on poissuljettu mm. nitraattiasetuksella
 - Orgaanisen aineksen pitoisuus maassa on biologisesti oikean suuntainen
- Karjanlannan täydentäminen!
- Joustoa korjuutaktiikkaan
- Talvehtiminen kärsii vasta korkeilla N-annoksilla ja, kun nurmi niitetään karaistumisen kannalta epäedulliseen aikaan
- Lannoitetyppi helppo hallita, karjalannan kokonaistyyppi vaikeampi (taseet, kumuloitumine, huuhtoutuminen)
- Typpilannoitus yhdessä maan hyvä mururakenteen kanssa kaiken lannoituksen perusta!

Kuormitusarviot Kirmanjärven intensiiviseltä maataloustuotannon alueelta



Seuranta-alue	Koko, ha	Pelto-%	2011		2012	
			Kok-P kg ha ⁻¹ a ⁻¹	Kok-N	Kok-P kg ha ⁻¹ a ⁻¹	Kok-N
1 Ruostepuro	300	32	0.3	9	0.8	15
3 Peltovaltainen alue	30	100	1.0	23	0.9	28
4 Pelto- ja metsävaltainen alue	55	50	0.3	21	0.6	9
5 Metsävaltainen alue	90	< 1	0.4	2	0.4	3

Kokonaisfosfori ei ole hälyttävän korkea vaan aika tavanomaisia
(1,1 kg/ha/v)



3 NURMEN KALIUMLANNOITUS



Pohjois-Pohjanmaa
Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus

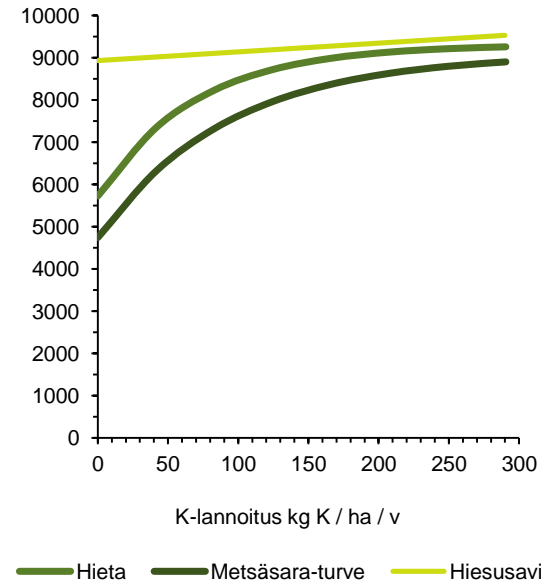


Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

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
- Nykyisten kaliumlannoitus suositusten taustalla maan viljavuuskalium!

1. Vanhojen kokeiden yhteenveto (meta-analyysi)
2. Uudet kokeet

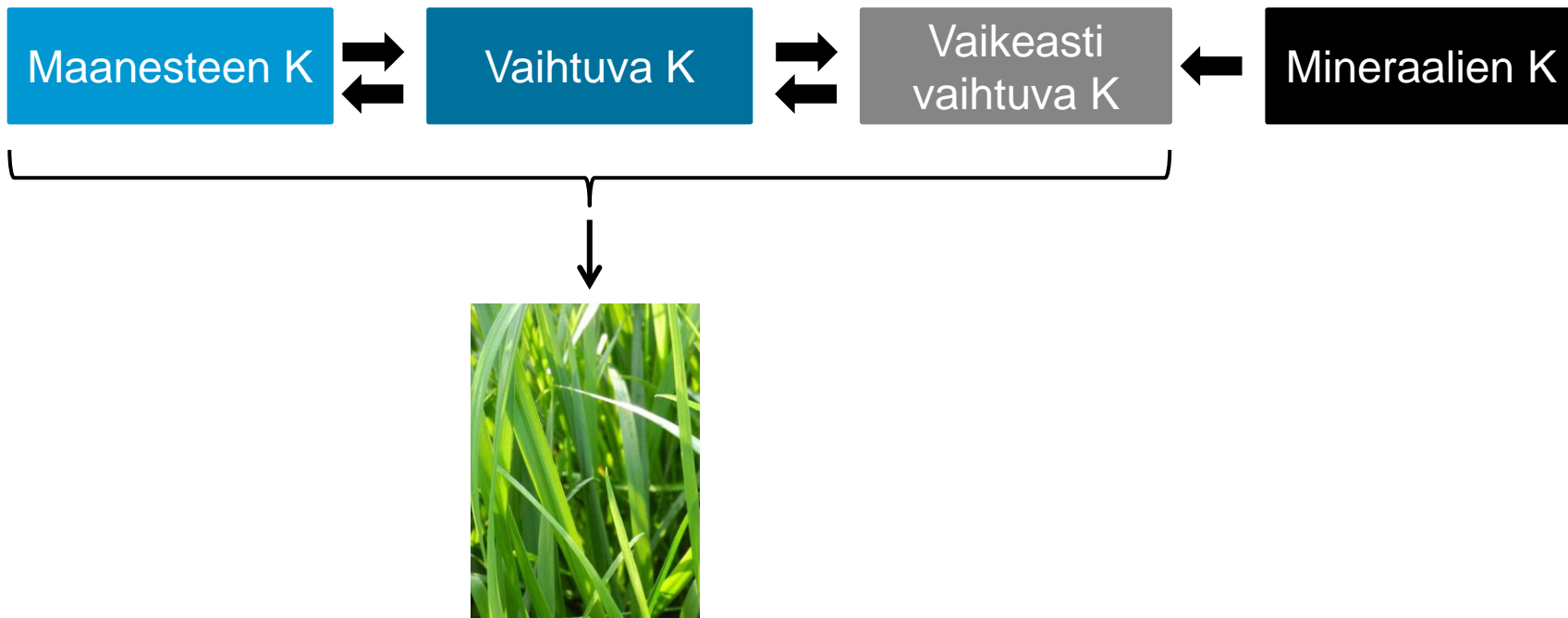


MAAN KALIUMVATRAT

Kokonais-K

Reservi-K

Viljavuus-K



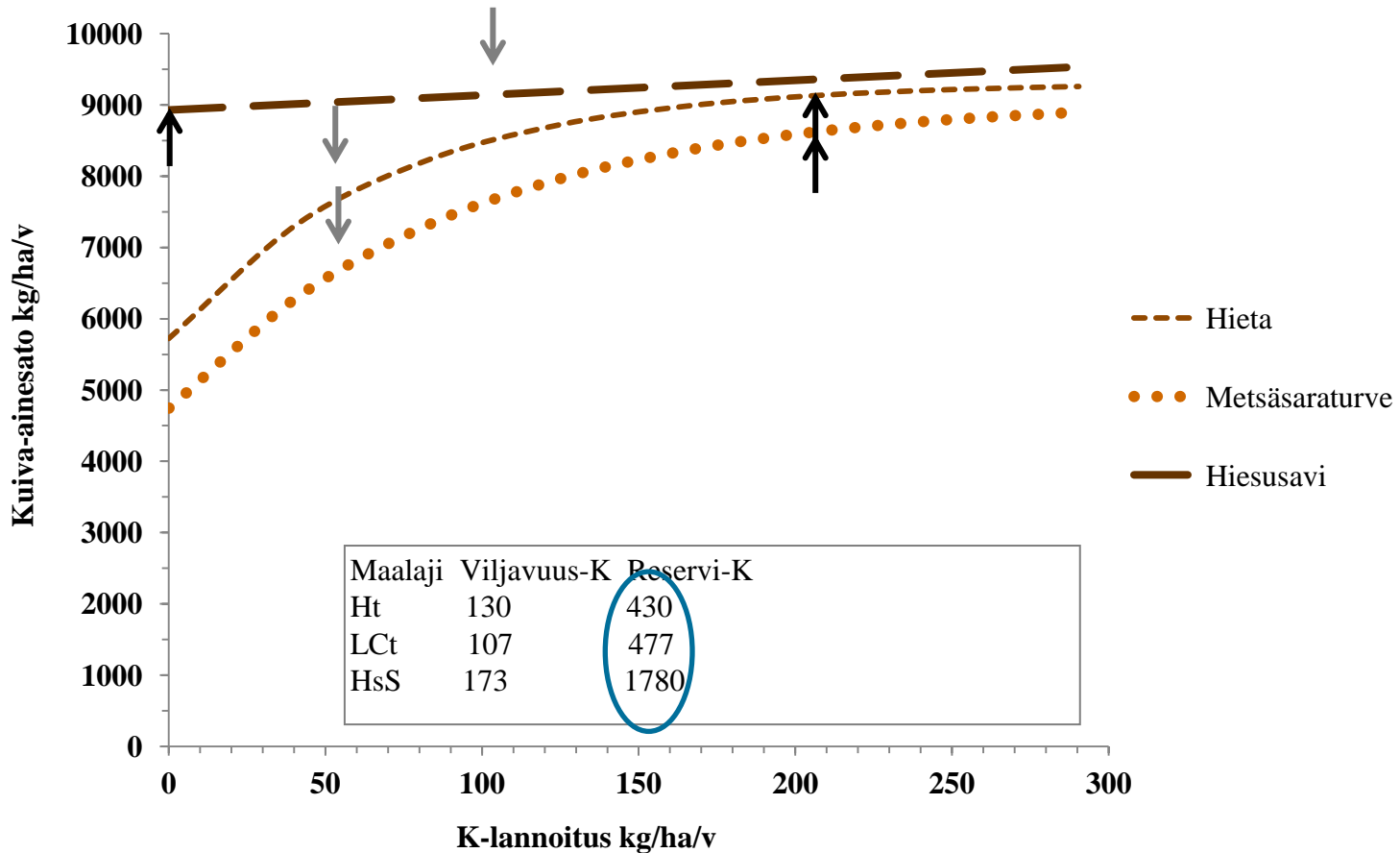
Reservikaliumanalyysi

- 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 lohkolla merkitystä (pinta- ja pohjamaan erot)

23 €!

(= sillä saa 16 kg Kaliumia lannoitteessa)

Lannoitussuositusten vertailu



Uudet reservikaliumiin perustuvat suositukset paljon
järkevempiä

Uusi kaliumlannoituskoesarja

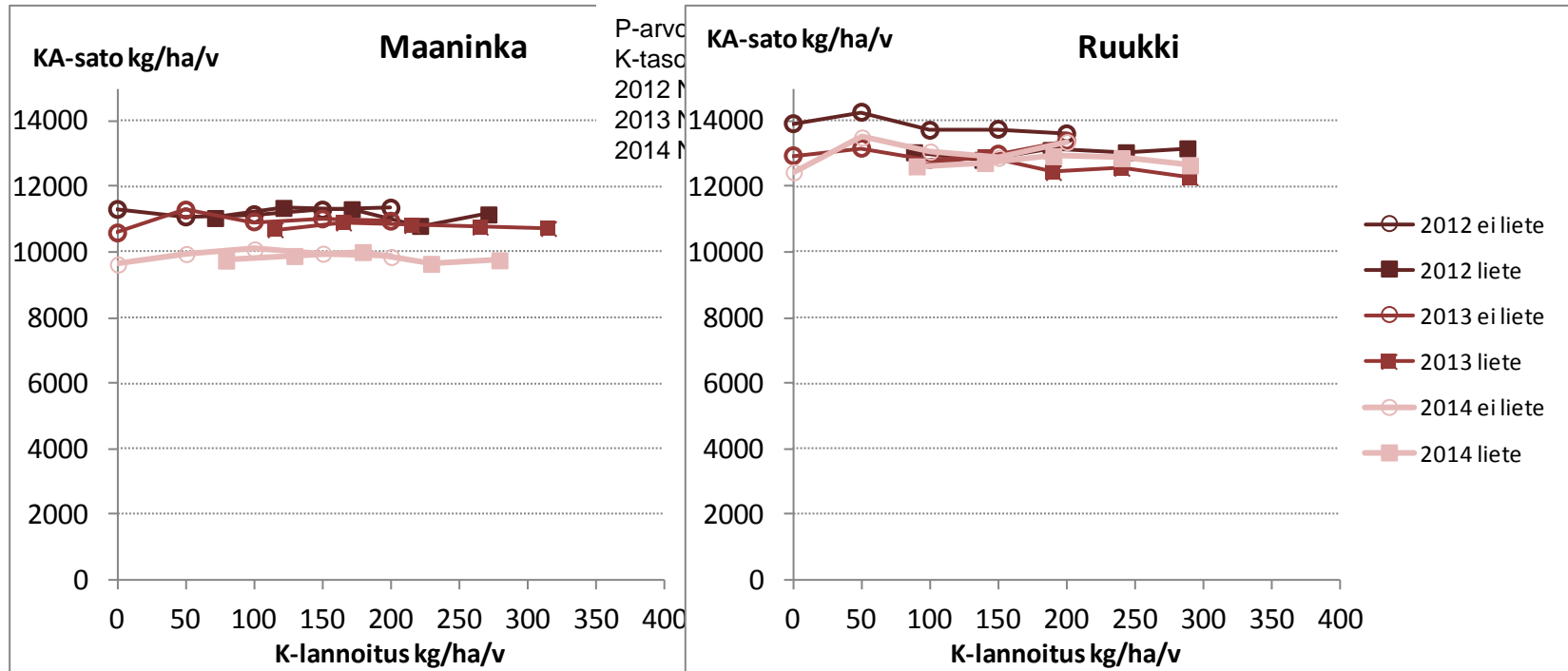
KENA kehittyvä naudanlihantuotanto -hanke

- Kolme paikkakuntaa, erilaiset maat
- Mukana myös karjanlanta + N-täydennys SS 40 kg/ha N
- Rehuarvo tarkasti
 - Sulavuus
 - Kivennäiskoostumus
 - K/Ca+Mg – ekvivalenttisuhte (laidunhalvausriski)
 - Kationi-anionisuhte (poikimahalvausriski)

Liete	Ktaso
	kg/ha/v
ei lietettä	0
	50
	100
	150
	200
Liete 30 tn/ha = 93 kg/ha K	+0
	+50
	+100
	+150
	+200

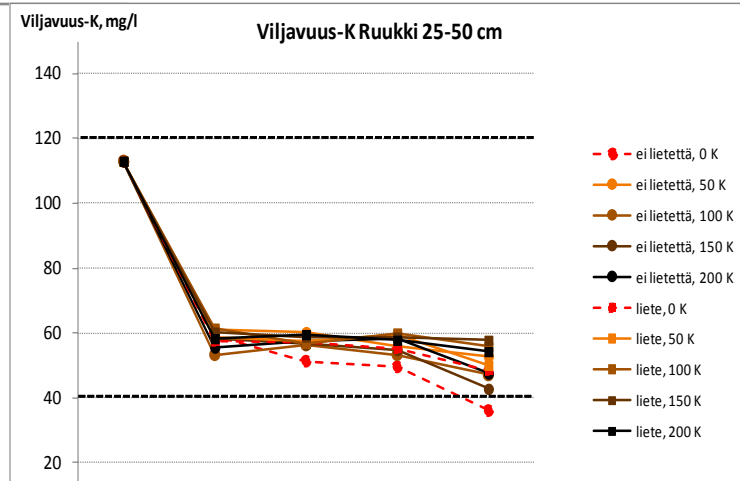
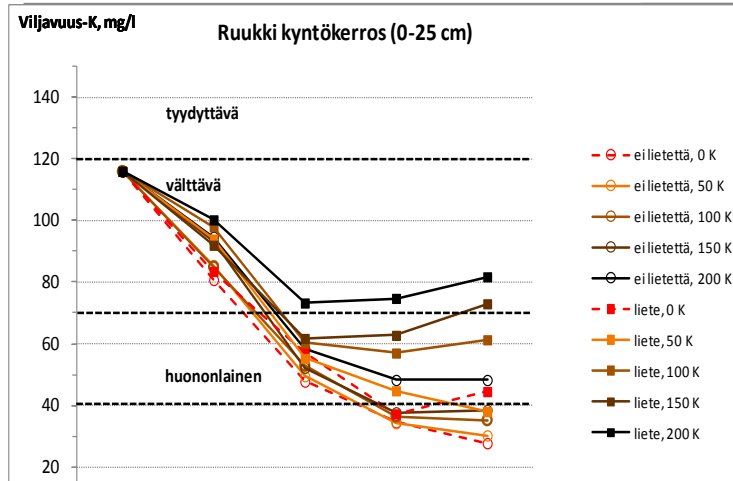


Kuiva-ainesato

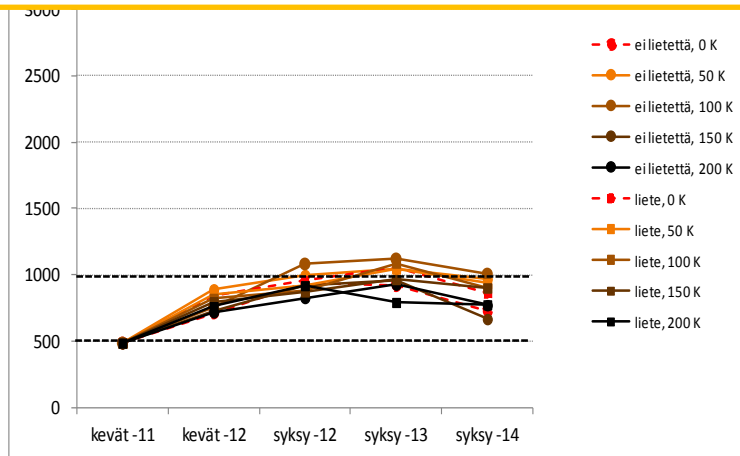
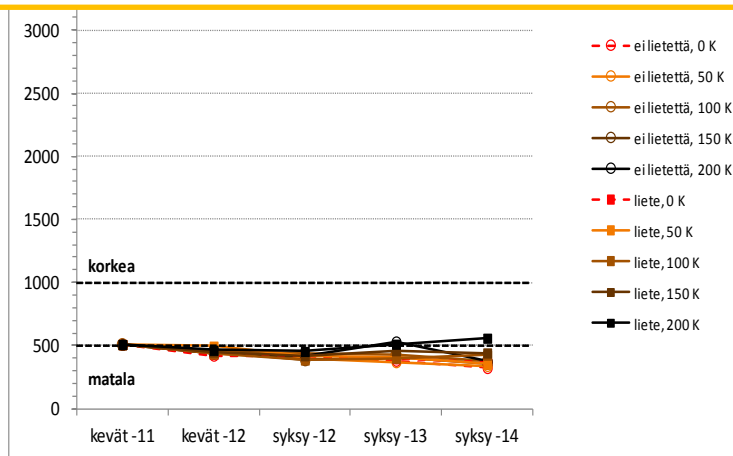


- Ruukin satotaso korkea
- Kaliumin satovaikutus hyvin pieni

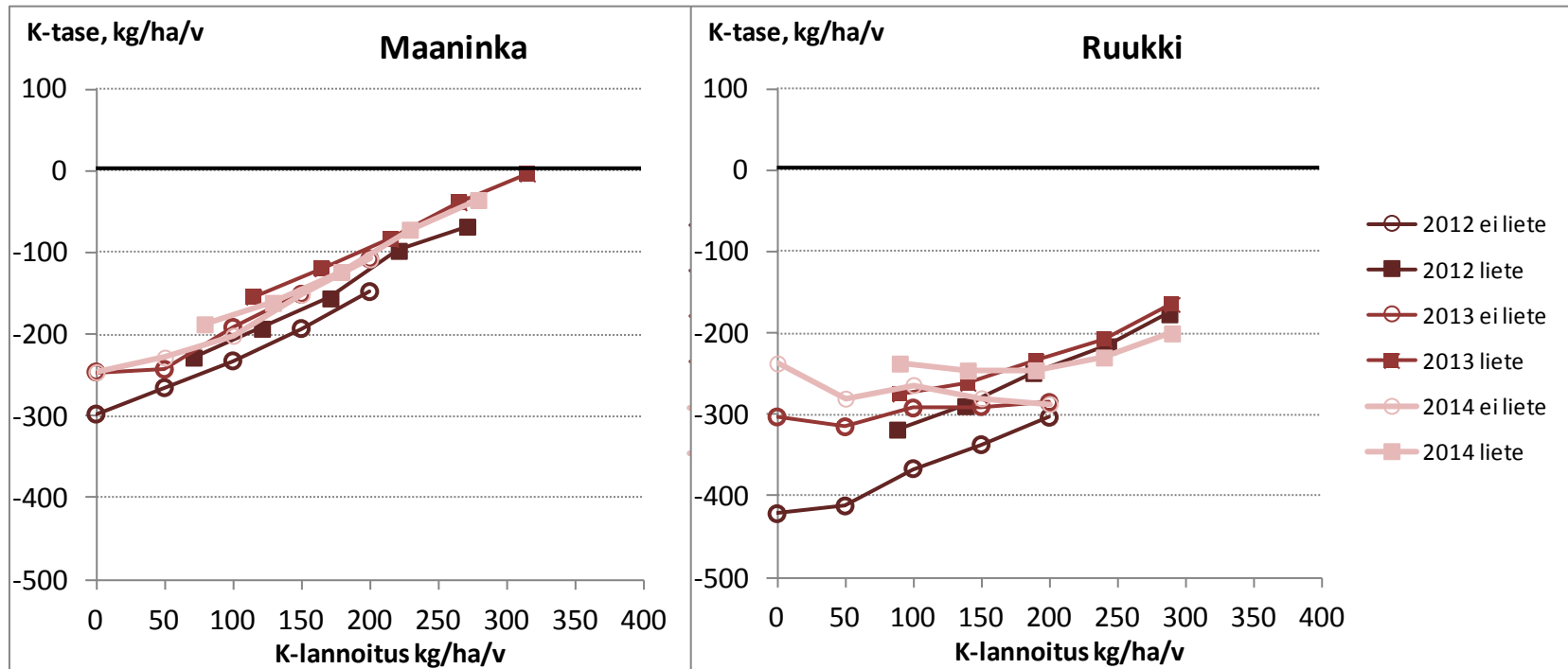
Maan kaliumvarat



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

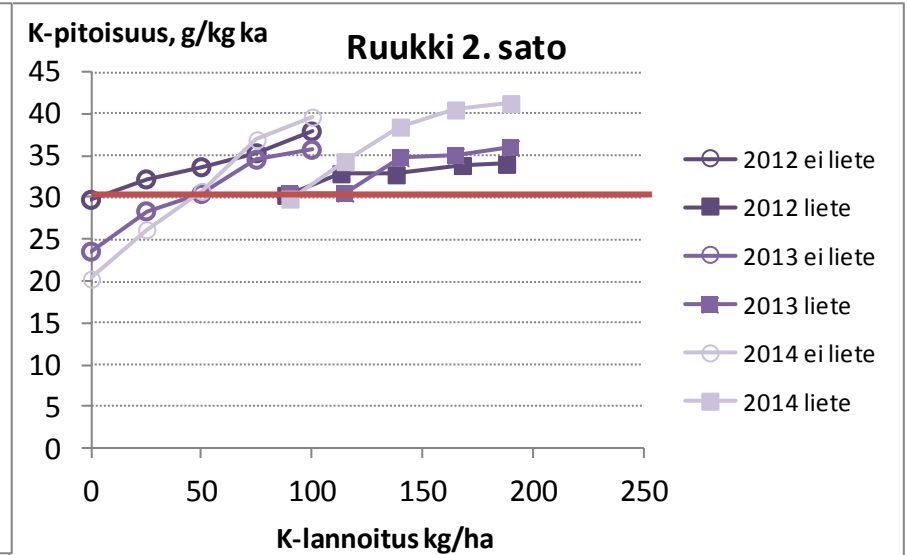
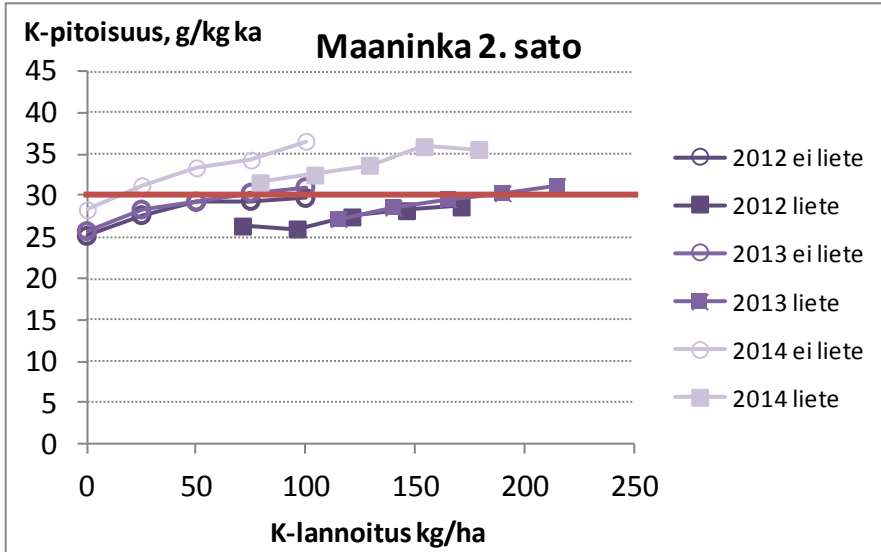


K-tase



Sadon mukana poistuu noin 250 – 300 kg K/ka → ryöstöviljelyä?
Vaun miten estää...

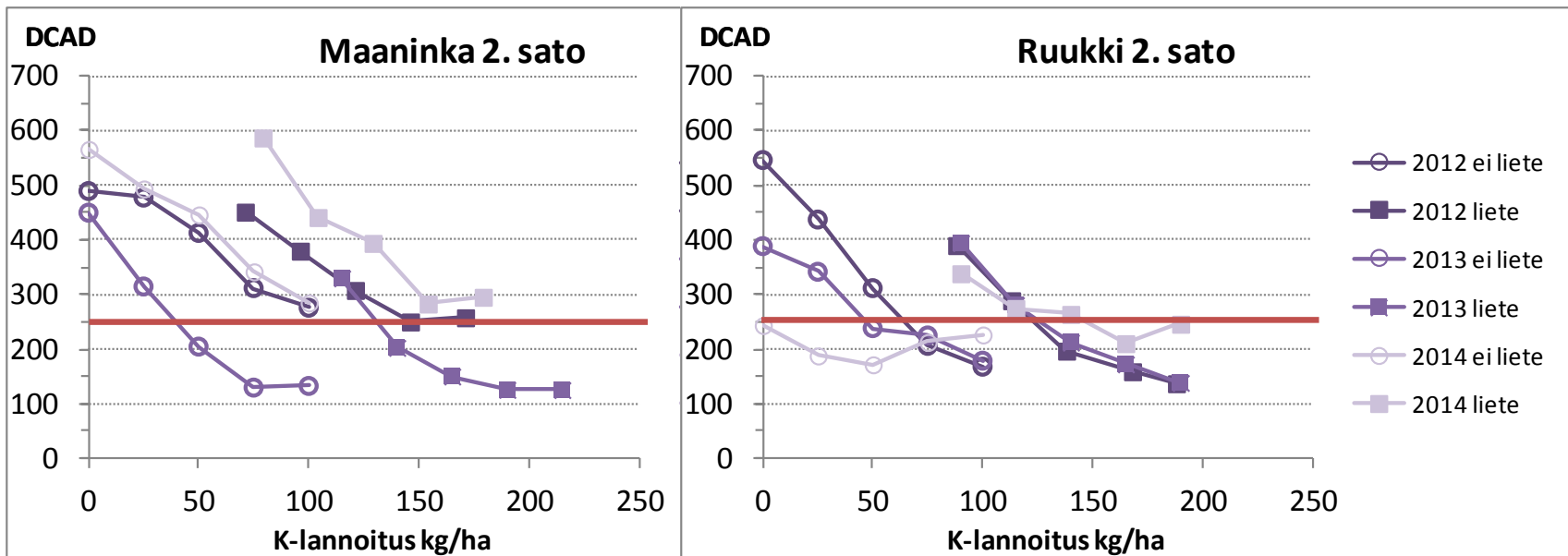
K-pitoisuus rehussa



Kaliumpitoisuus varsin korkea
 Lietelannoitus nostaa enemmän Ruukissa kuin Maaningalla
 Maaningalla nousee, Ruukissa alentuu vuosien myötä

Kationi-anioni tasapaino

$$\text{DCAD} = ((\text{K}/39 + \text{Na}/23) - (\text{Cl}/35.5 + 2 * \text{S}/32)) * 1000 \text{ mEq/kg ka}$$



Klooripitoiset lannoitteet parantavat DCAD-arvoa!

Vuosierot selkeitä

Karjanlanta ei ole ongelma

Tätä ei analysoida rehuista Suomessa

	Matala viljavuuskalium	Korkea viljavuuskalium
Matala reservikalium (alle 500 mg/l)	Todennäköisesti rehun K-pitoisuus on alhainen (< 17 g/kg ka). Jos myös sato on huono, lisää K-lannoitusta etenkin 2 v nurmilla. 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.	Rehun K-pitoisuus ratkaisee. Jos rehun K-pitoisuus < 17 g/kg ka, lisää kaliumlannoitusta. Jos rehun K-pitoisuus on > 30 g/kg ka, vähennä lannoitusta.
Korkea reservikalium (yli 1000 mg/l)	Rehun K-pitoisuus ratkaisee. Jos rehun K-pitoisuus on < 17 g/kg ka, lisää kaliumlannoitusta. Jos rehun K-pitoisuus > 30 g/kg ka, vähennä lannoitusta. Viljely onnistuu todennäköisesti myös ilman kaliumlannoitusta.	Vähennä kaliumlannoitusta maltillisesti ja seuraa sadon K-pitoisuutta ja satotaso. Kasvilajivalinnoilla ja kalkituksella voit vaikuttaa eläinten terveyteen. Viljely onnistuu todennäköisesti myös ilman kaliumlannoitusta.

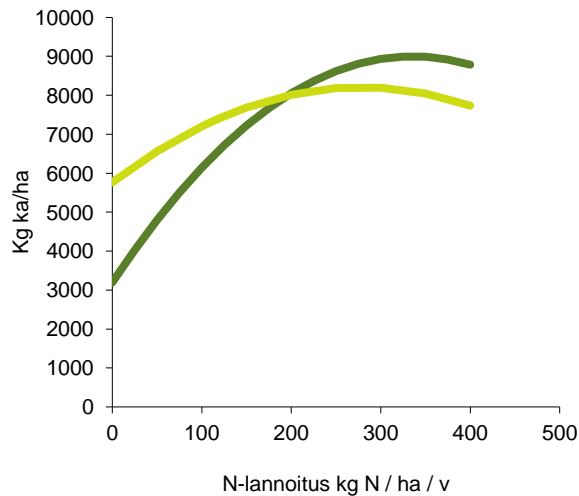
- MTT Ruukin maat näyttävät olevan poikkeus: sulfaattimaita, runsaasti typpeä, juuristo kasvaa hyvin ja pystyy ilmeisesti ottamaan kaliumia enemmän kuin maa-analyysi osoittaa - sama ilmiö kuin P:n osalta
- Suuret koekohtaiset vaihtelut – myös kaliuminpuutetta havaittu!
 - Rehun K-analyysi
- Jos orgaaninen kerros ohut – jankko on tärkeä ravinteiden lähde

Johtopäätökset

- 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
- Kasvi
 - Reservikalium parempi kaliumtarpeen ennustaja kuin viljavuuskalium
 - Satovaste vasta selvä, kun reservikalium < 500 mg/l
 - uudessa koesarjassa vasteet eivät olleet aivan odotettujen kaltaisia ensimmäisellä nurmijaksolla (Sulfaattimaat)
 - Maks n. 200 kg/ha/v; nykyisillä hinnoilla, mutta vain aidosti kaliumköyhillä mailla
 - K-lannoitusta tulee lisätä nurmen iän myötä (lannoitussuosituksiin?)
 - 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 nousee K-lannoituksen myötä
 - DCAD laske K-lannoituksen lisääntyessä, kun K-lannoite kloridipitoinen
- Karjanlanta
 - Karjanlannan K täysin käyttökelpoista
 - Lannan rikki ja kloori parantaa rehuarvoa
 - Pientää kaliumtaseen vajetta – hyvä erityisesti karkeilla mailla
- Biotiitti hyvä kaliumlannoite

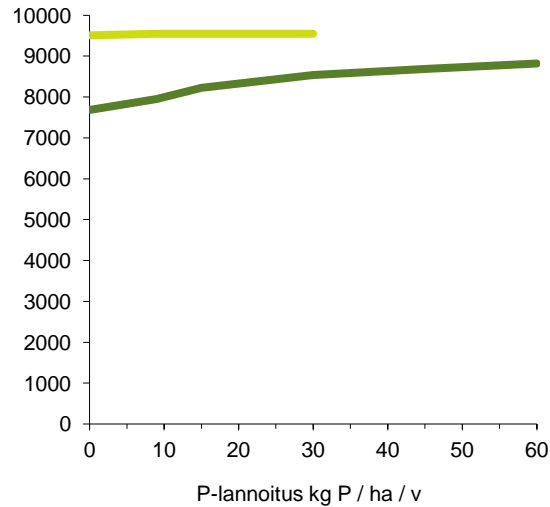
Lannoituksen satovasteet

Typpi



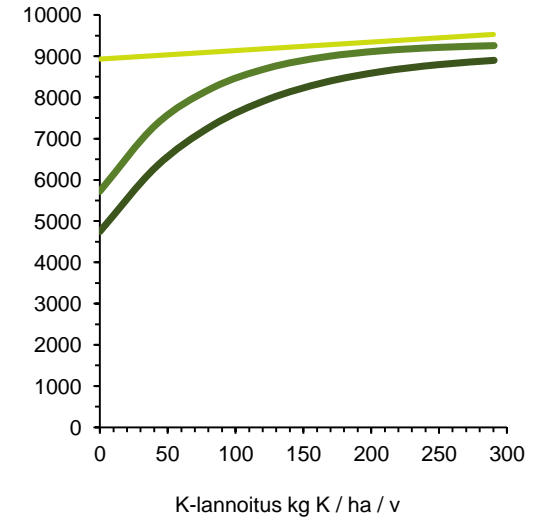
— Kivennäismaat — Eloperäiset maat

Fosfori



— Matala P < 10 mg/l — P > 10 mg/l

Kalium



— Hieta — Metsäsara-turve — Hiesusavi

Lietteen sijoitus hyvä sekä typen että fosforin osalta



Kiitos!

