

# Fosforilannoitus nurmituotannossa

Maarit Hyrkäs, Sanna Kykkänen &  
Perttu Virkajärvi, Luke Maaninka  
Miika Hartikainen, Luke Ruukki

Ravinnepiika-hankkeen Kevätinfo I –  
Fosforin kierto ja käyttäytyminen pellolla

14.3.2018 Mikkeli



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



mmm.fi



© Luonnonvarakeskus

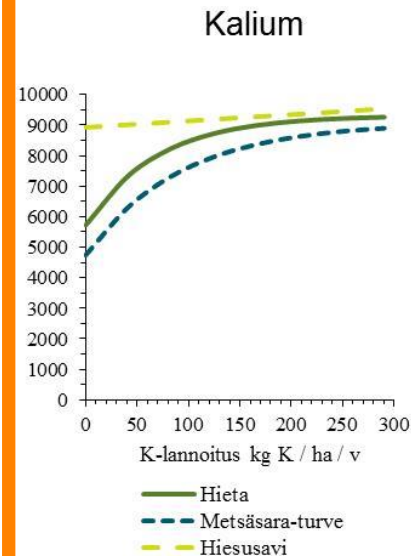
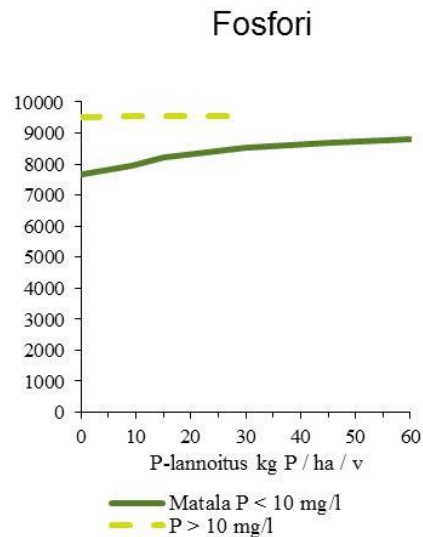
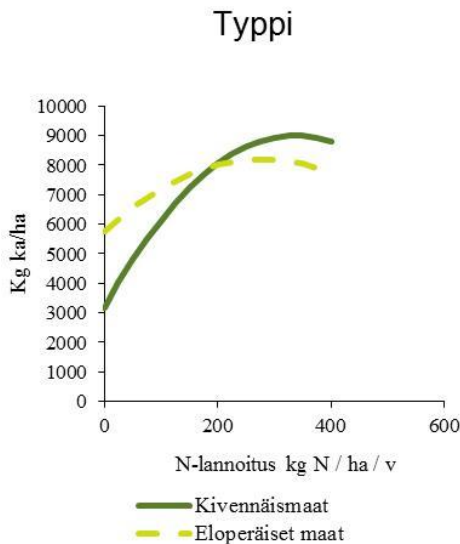


LUONNONVARAKESKUS

# Esityksen sisältö

1. Johdanto
2. Koetuloksia – Fosforilannoituksen pitkäaikaiskoe
3. Koetuloksia – P-porraskoe
4. Yhteenveto

Lähtökohta: Fosfori on kasveille välttämätön ravinne, mutta lannoituksen satovaste on heikko verrattuna typpeen ja kaliumiin.

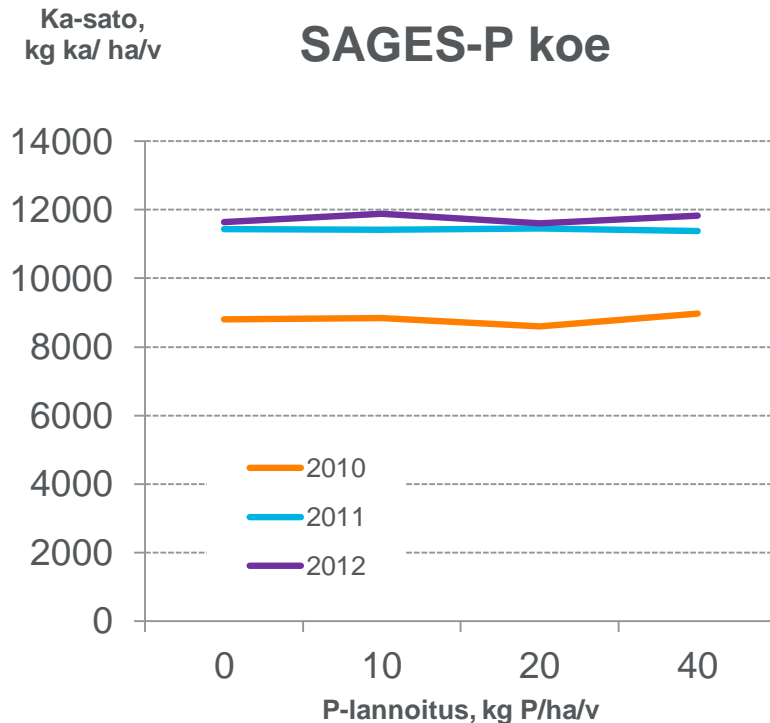


# Johdanto

- Fosfori on kasveille välttämätön ravinne, jonka saatavuus vaikuttaa nurmikasvuston kehittymiseen ja sadontuottoon.
- Nurmien tiedetään ottavan fosforia tehokkaasti ja siten tutkimuksissa on harvoin saatu satovastetta fosforilannoitukselle.
- Valkaman ym. (2015) mukaan vuotuisella fosforilannoituksella ei saavuteta sadonlisää, kun maan viljavuusfosforin pitoisuus ylittää savimailla 6 mg/l, karkeilla kivennäismailla 10 mg/l ja orgaanisilla mailla 15 mg/l.

Valkama ym. 2015. Meta-analysis of grass ley response to phosphorus fertilization in Finland. Grass and Forage Science 71:36–53

# Johdanto



MTT Maaninka, erm He,  
P-luku 6 mg/l = huononlainen  
Huom: korkea savespitoisuus!

- MTT:llä ja Lukessa on tehty kuusi nurmen fosforilannoituskoetta aikavälillä 2003-2016 (maan P-luku 4,6–27 mg/l), eikä niissä ole saatu P-lannoituksella sadonlisää.
- Vieressä yksi esimerkki matalan P-tilan maalta.
- Vanhoissa kokeissa ei ole käytetty karjanlanta, vaikka se on merkittävä fosforin lähde nurmilla. Uusimmassa kokeessa karjanlanta on mukana.

# Pitkäaikaiset kokeet

- Kaksi koepaikkaa, Maaninka ja Ruukki
- Maalaji molemmilla kokeilla karkea hieta (kHt)
- Kokeet perustettiin vuonna 2003. Nurmikierrat 2003-2006, 2007-2011, 2012-2016, 2017-2021), joista ensimmäinen vuosi kokovilja (ohra).
- Seitsemän erilaista fosforilannoituskäsittelyä, joista osa hieman vaihtunut nurmikiertojen välillä. Tässä käsitellään kolmea koejäsentä:

**1: P 0-0.** Ei P-lannoitusta kokoviljalle eikä nurmelle.

**2: P norm-norm.** Ympäristökorvausjärjestelmän ehtojen mukainen P perustamisvuonna ja nurmivuosina. Huom. vaihdellut nurmikierrosta toiseen maan viljavuusluokan & ehtojen muuttuessa, mutta ei vaihdettu kesken nurmikierron.

**6: P liete-liete.** Perustettaessa n. 40 tn lietettä. Ensimmäinen nurmikierto: nurmivuosina väkilannoite-P kuten koejäsen 2. Toinen ja kolmas nurmikierto: nurmivuosina 20 tn lietettä. Lietteen tyyppiä ei täydennetty.

# Pitkäaikaiset kokeet

Maan P-tila kokeen alussa Maaningalla HYVÄ (19,5 mg/l) ja Ruukissa TYYYDYTTÄVÄ (14,8 mg/l)

- Fosforilannoitus annettiin väkilannoitteena ensimmäiselle sadolle tai lietteenä toiselle sadolle.
- Koko koejakson aikana koejäsen 2 (P norm-norm) on saanut 225 kiloa fosforia/ha.

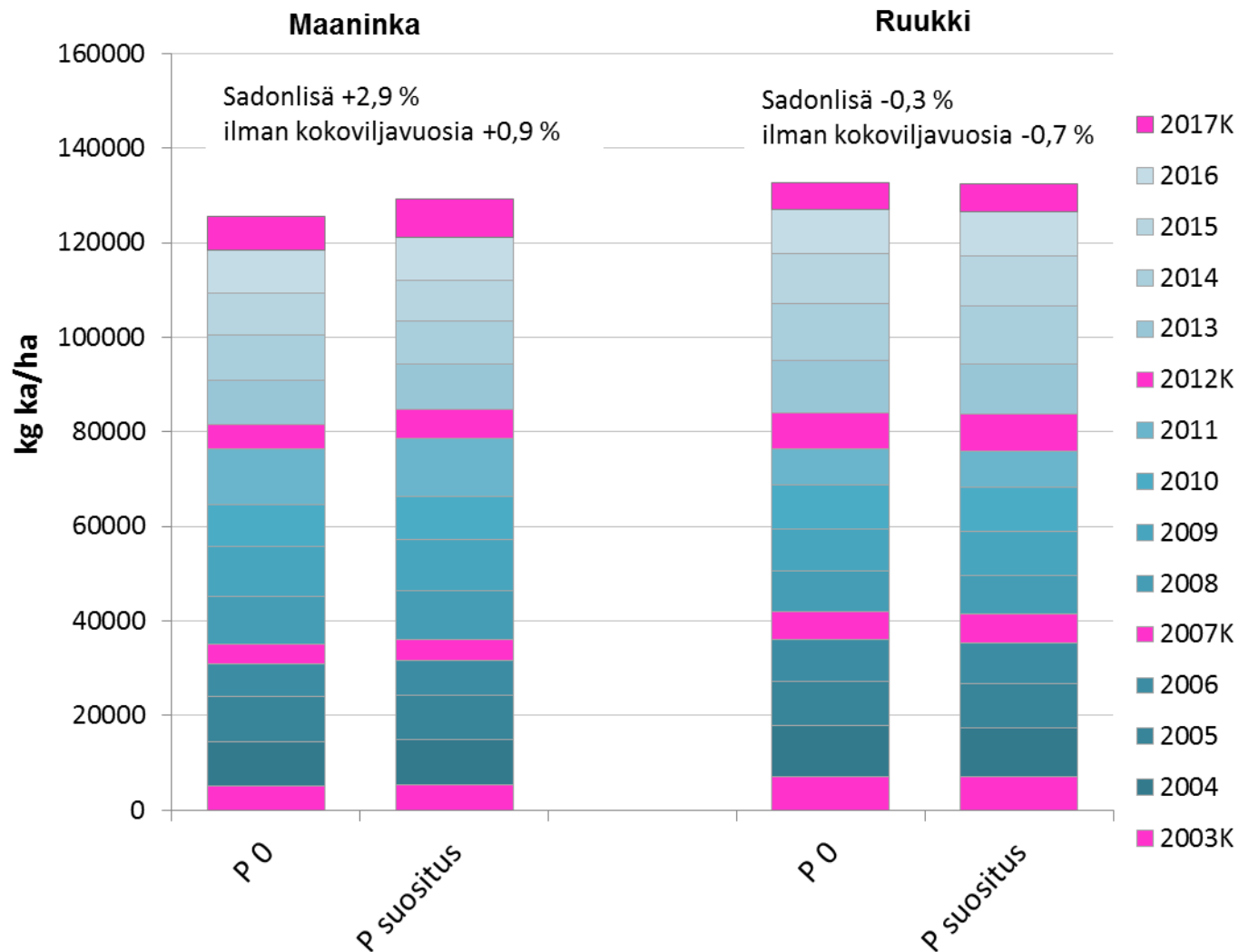
| Koejäsen                 | P-lannoitus kg P/ha |           |           |      |            |
|--------------------------|---------------------|-----------|-----------|------|------------|
|                          | 2003-2006           | 2007-2011 | 2012-2016 | 2017 | Yhteensä   |
| 1 P 0-0                  | 0                   | 0         | 0         | 0    | <b>0</b>   |
| 2 P norm-norm            | 55                  | 52        | 92        | 26   | <b>225</b> |
| 6 P liete-liete Maaninka | 41                  | 46        | 78        | 23   | <b>187</b> |
| 6 P liete-liete Ruukki   | 34                  | 55        | 51        | 27   | <b>167</b> |



Maaninka 8.6.2016

Kuva: Sanna Kykkänen/Luke

# Pitkäaikaiskoe, kuiva-ainesato 2003-2017



K = kokoviljavuosi (ohra)



# Pitkäaikaiskoe, kuiva-ainesato 2003-2017

Nurmesta on korjattu pääasiassa kaksi satoa, paitsi vuosina 2013 ja 2014 kolme.

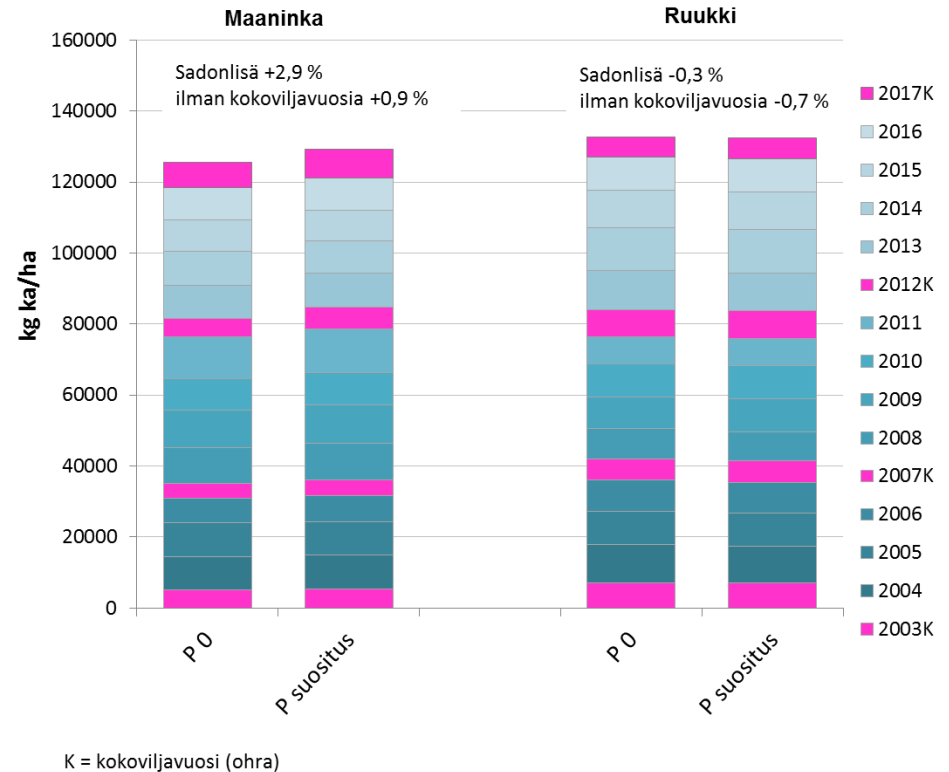
Koko kokeen aikana fosforilannoitus on antanut Maaningalla sadonlisää vain kokoviljavuosina:

-v. 2007 +400 kg ka/ha

-v. 2012 +920 kg ka/ha

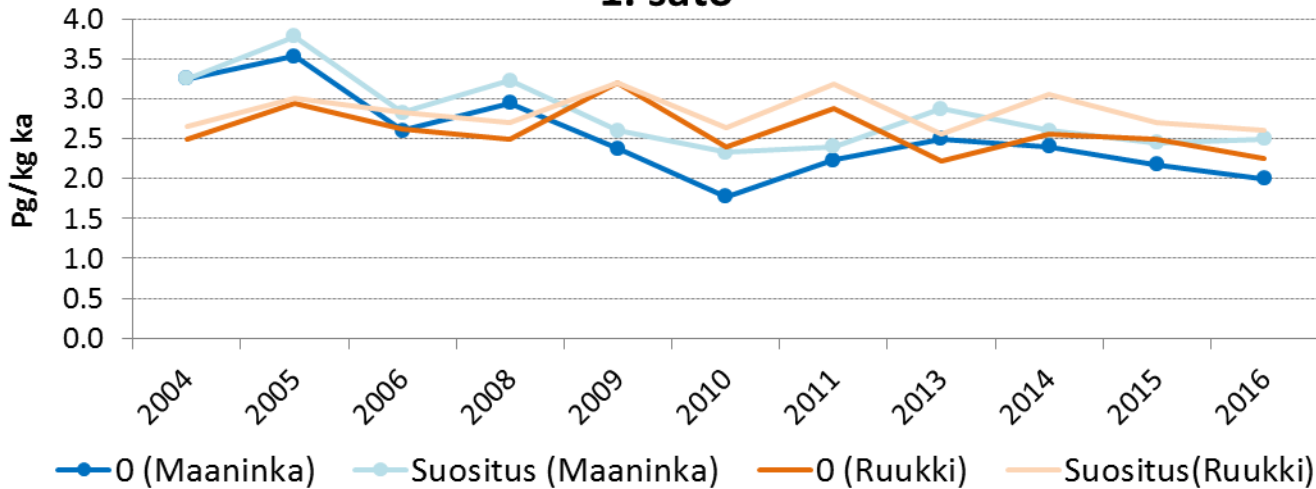
-v. 2017 +1030 kg ka/ha

Ruukissa fosforilannoitus on antanut sadonlisää vuonna 2009 nurmella +420 kg ka/ha, mutta ei kokoviljavuosina.



# Sadon P-pitoisuus

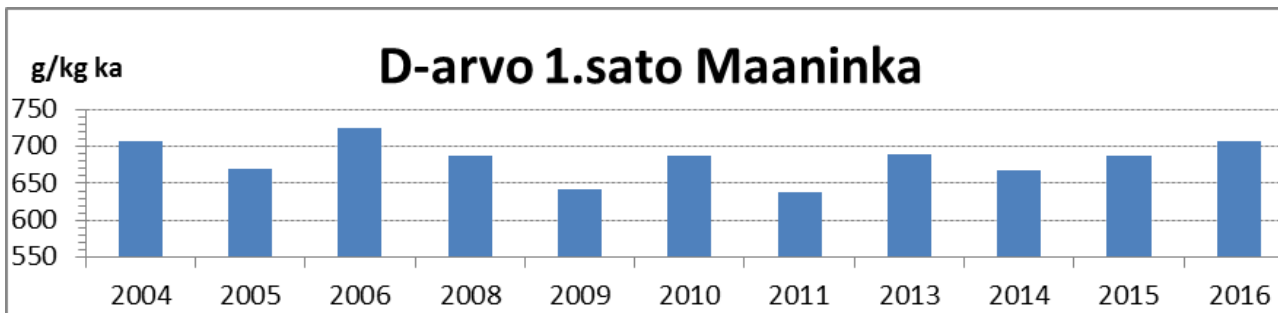
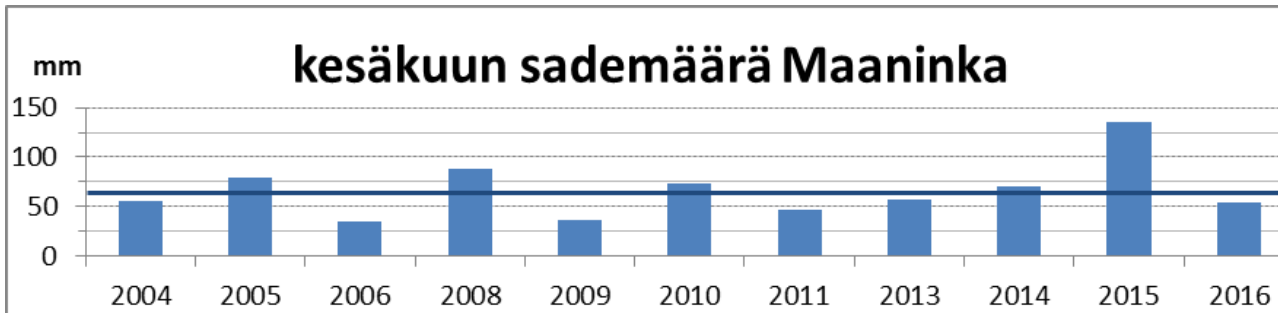
## 1. sato



P-pitoisuus vaihteli enemmän vuodesta kuin lannoituksesta riippuen.

P-pitoisuus keskimäärin:

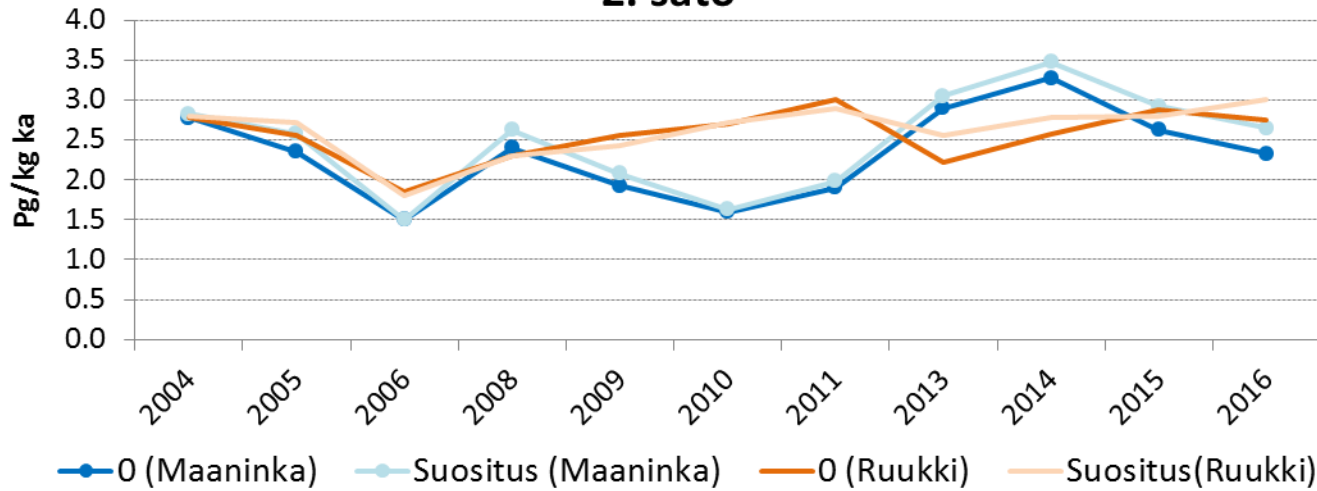
|        | Maa | Ruu |
|--------|-----|-----|
| 0 P    | 2,5 | 2,6 |
| Norm P | 2,8 | 2,8 |



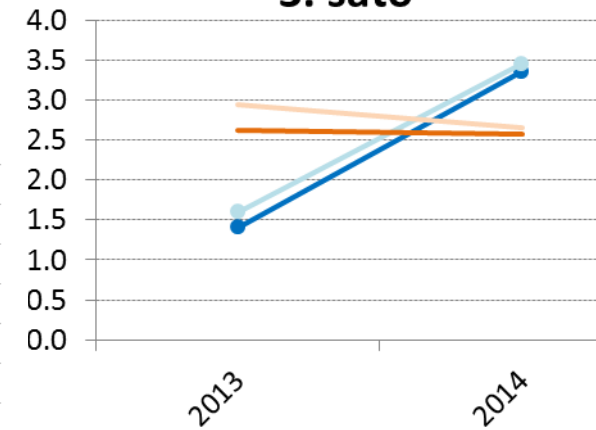
Vuosien välinen ero oli suurimmillaan 1,8 g (2010 vs. 2005 Maaninka), lannoituksen 0,6 g.

# Sadon P-pitoisuus

## 2. sato

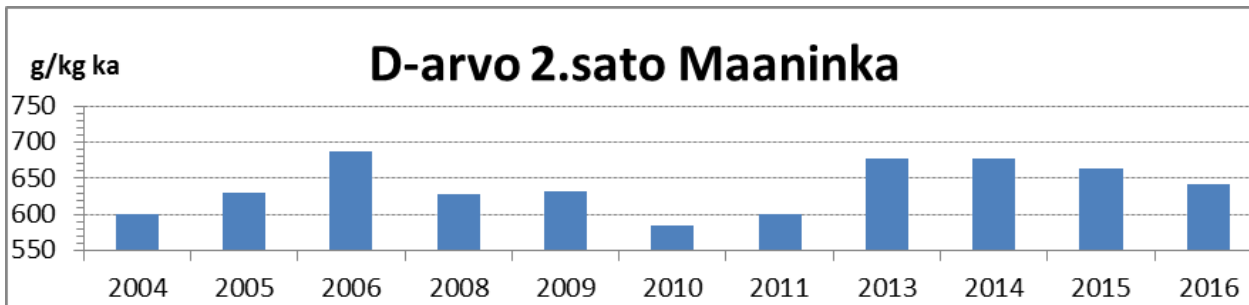
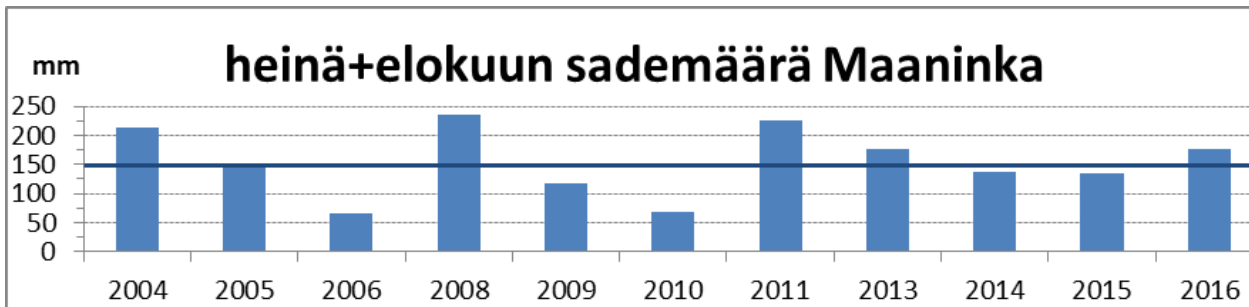


## 3. sato

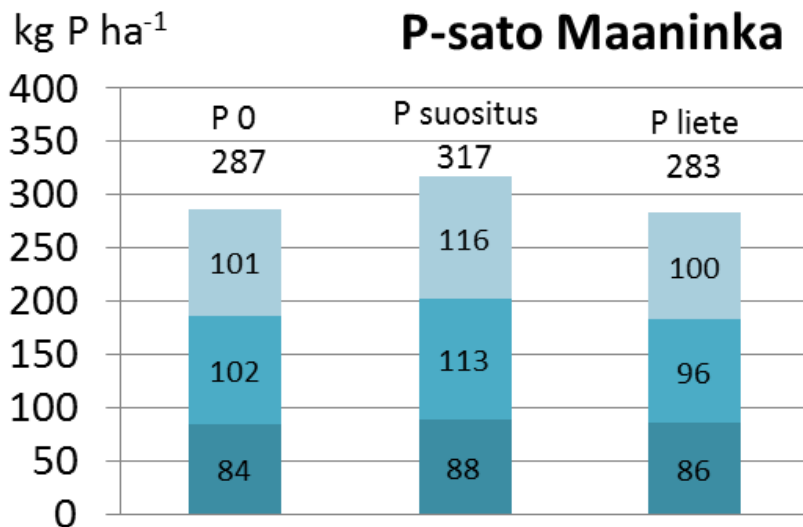


|        | 2. sato | Maa | Ruu |
|--------|---------|-----|-----|
| 0 P    |         | g   | g   |
| 0 P    |         | 2,3 | 2,6 |
| Norm P |         | 2,5 | 2,6 |

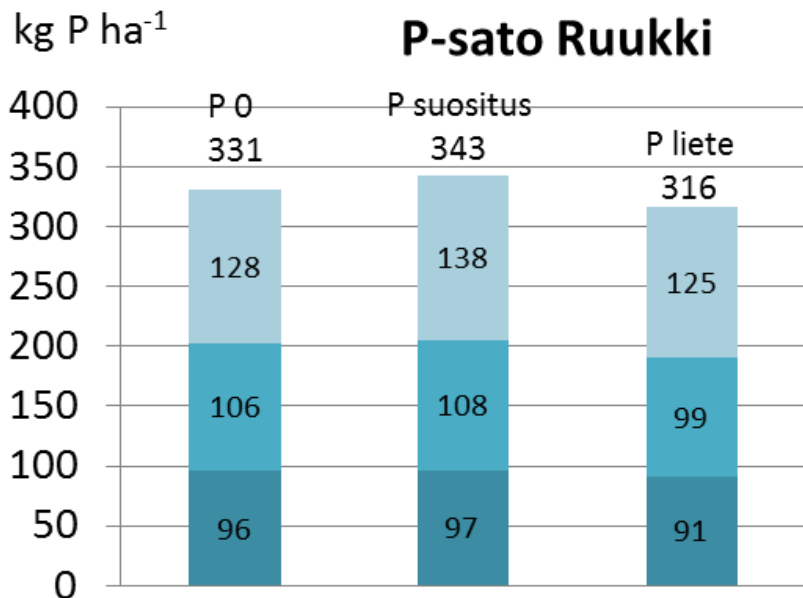
Vuosien välinen ero oli suurimmillaan 2,0 g (2006 vs. 2014 Maaninka), lannoituksen 0,3 g.



# P-sato 2003-2016



■ 2012-2016  
■ 2007-2011  
■ 2003-2006



■ 2012-2016  
■ 2007-2011  
■ 2003-2006

Sadon mukana on poistunut fosforia keskimäärin:

Maaninka:

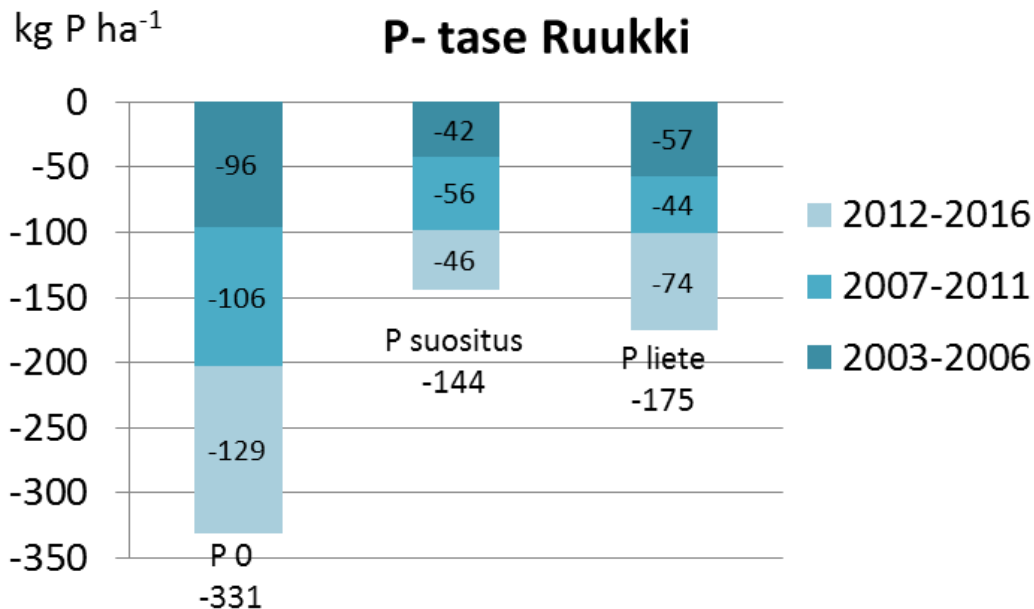
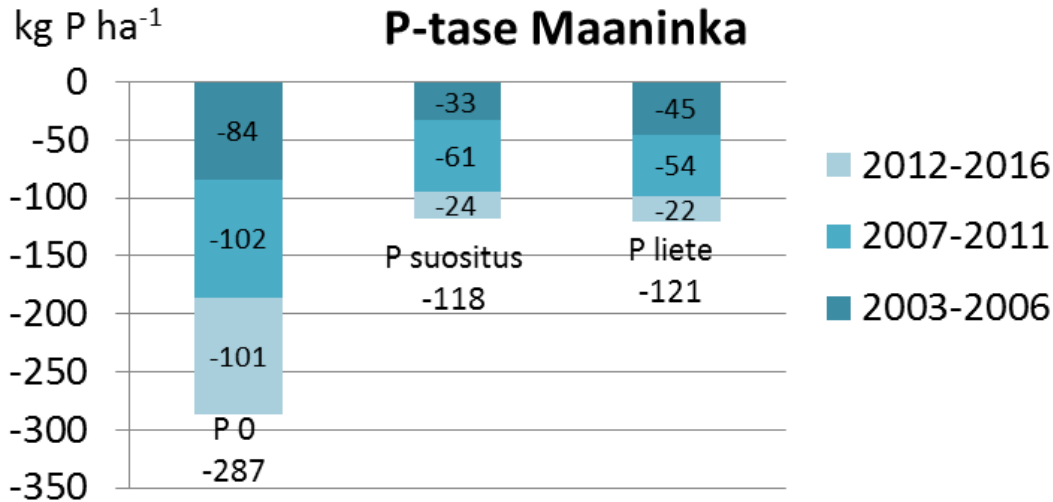
|            |           |
|------------|-----------|
| P 0        | 20,5 kg/v |
| P suositus | 22,6 kg/v |
| P liete    | 20,2 kg/v |

Ruukki:

|            |           |
|------------|-----------|
| P 0        | 23,6 kg/v |
| P suositus | 24,5 kg/v |
| P liete    | 22,6 kg/v |

Korkea sato lisää P-poistumaa. Huom. lietekoejäsenellä pienempi satotaso, koska typpeä ei täydennetty.

# P-tase 2003-2016



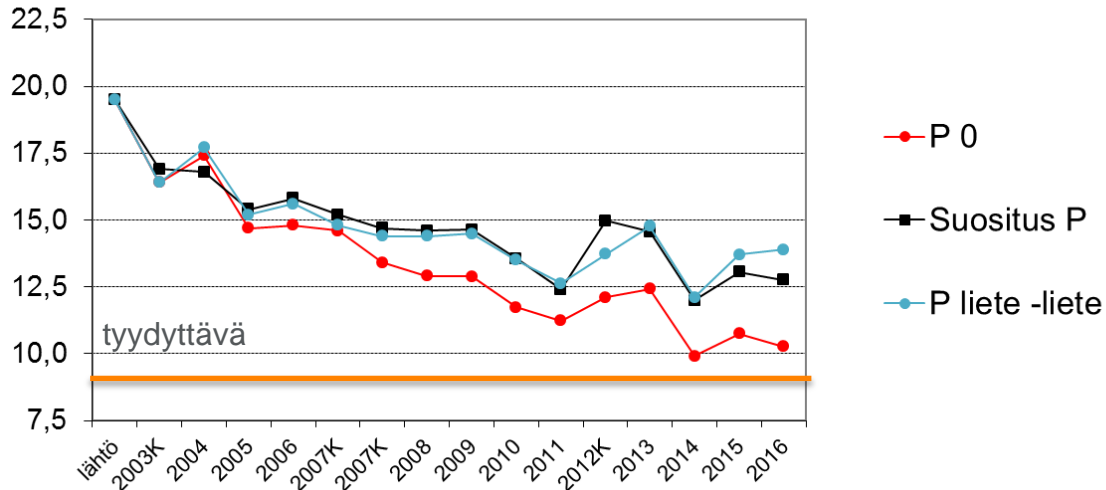
Kaikki koejäsenet: selvästi negatiivinen P-tase

Jatkuva negatiivinen fosforitase köyhdyttää maan fosforivaroja ja alentaa viljavuusluokkaa.

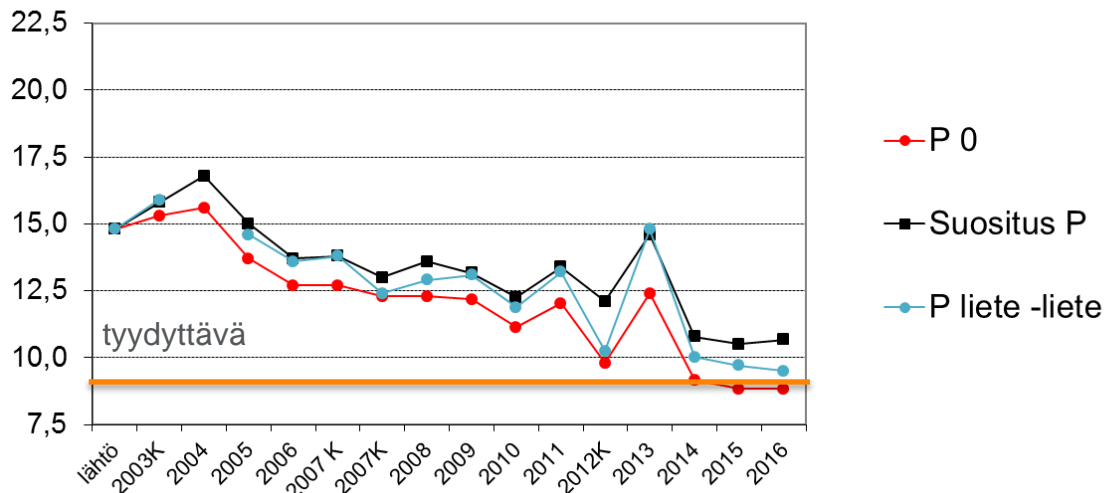
Negatiivinen tase on hyvä asia, kun pellon viljavuus-P on korkea.

# Maan P-luvun kehittyminen 2003-2016

## Maaninka kyntökerros



## Ruukki kyntökerros



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 täydennyslannoituksesta huolehditaan.

0-ruudut erottuvat alimpana, mutta erot eivät ole kovin suuria.

# P-porraskoe Maaninka ja Ruukki 2015-2017

- **Pääruutu:**

1 = ei lietettä      2 = liete

- Toiselle sadolle sijoittamalla 30 tn/ha, noin 15-20 kg P/ha, lietteen liukoinen typpi täydennettiin vastaamaan ei lietettä-ruutuja.
- 1. ja 3. sato mineraalilannoitteet molemmille pääruuduille.

- **Osaruudut molemmille pääruuduille:**

– P-tasot mineraalilannoitteena 1. sadolle

1 = 0 kg P/ha/v      2 = 10 kg P/ha/v

3 = 20 kg P/ha/v      4 = 40 kg P/ha/v

- 2015 kokovilja (ohra suojaviljana), 2016-2017 nurmivuodet

- Ruukki maalaji multamaa, **P 8,3 mg/l**, pH 6,2 **TYYDYTTÄVÄ**

- Maaninka maalaji hiuesavi, **P 4,6 mg/l**, pH 6,2 **HUONONLAINEN**

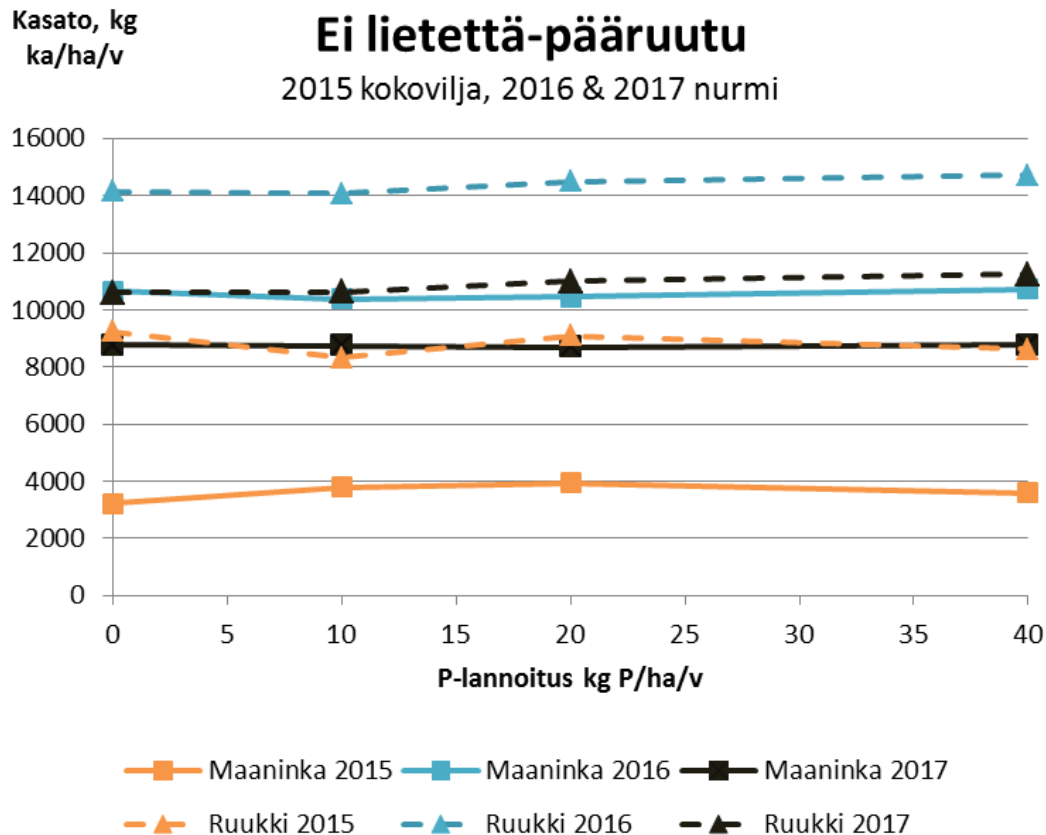
- Maaningalla timotei/nurminata (Nuutti/Valtteri) ja Ruukissa timotei (Nuutti)



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



# Fosforilannoituksen satovaste on ollut hyvin heikko



Fosforilannoitus nosti tilastollisesti merkitsevästi kokonaissatoa vain Ruukissa v. 2017 (ero 0 vs. 40 kg P 660 kg ka/ha).

Kokoviljavuonna Ruukissa fosforilannoitus nosti liete-pääruudulla satoa, mutta vain suuntaa antavasti (ero 0 vs. 40 kg P 1100 kg ka/ha) Vastaavaa ei todettu pelkällä mineraalilannoituksella.

Tulokset poikkeavat siitä, mitä odotettiin meta-analyysien perusteella (Valkama ym. 2015. & Valkama ym. 2009).

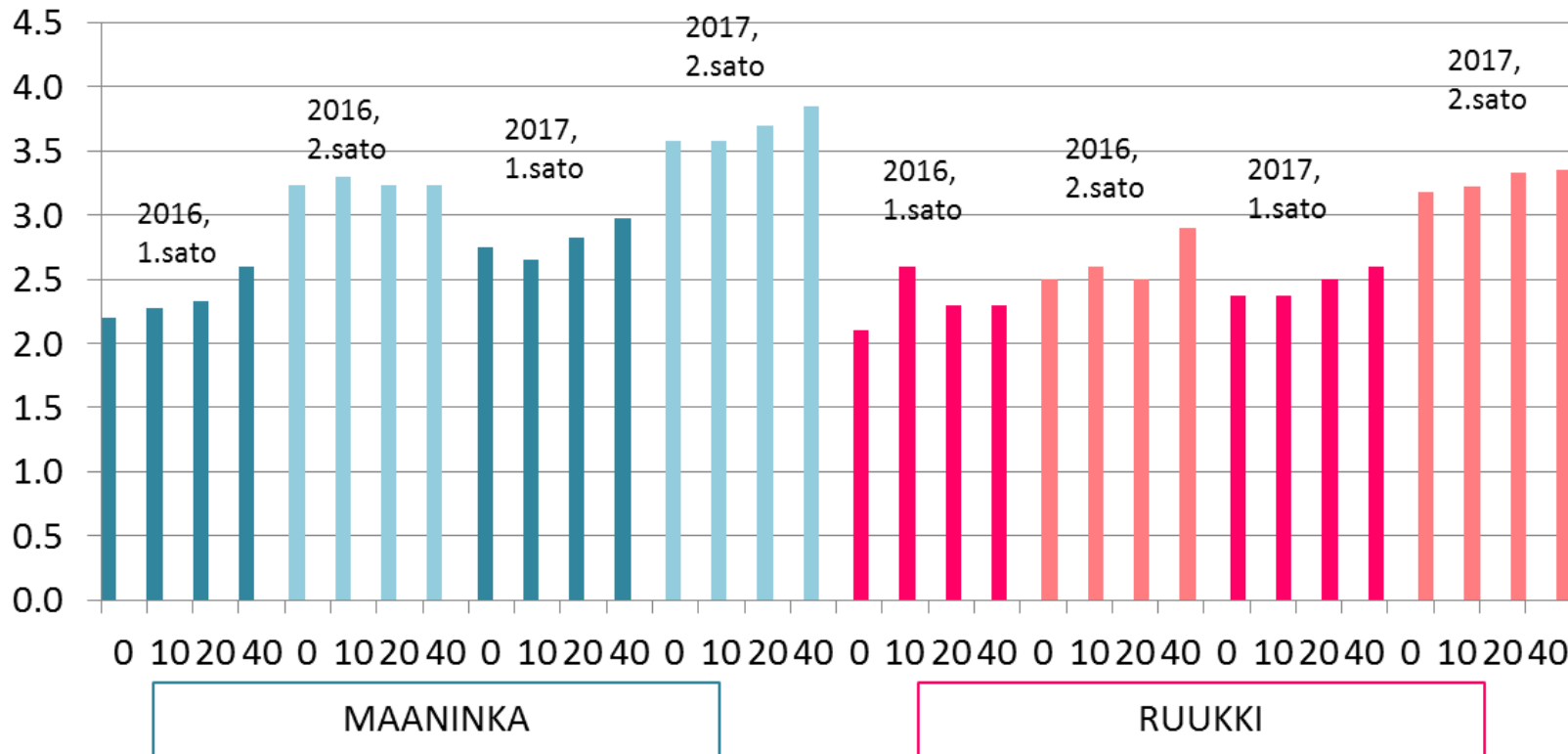


Ennen 1. niittoa v. 2016 Maaninka, ei lietettä-pääruutu

Kuva: Sanna Kykkänen/Luke



# 1. ja 2. sadon P-pitoisuus ei lietettä -pääruudulla



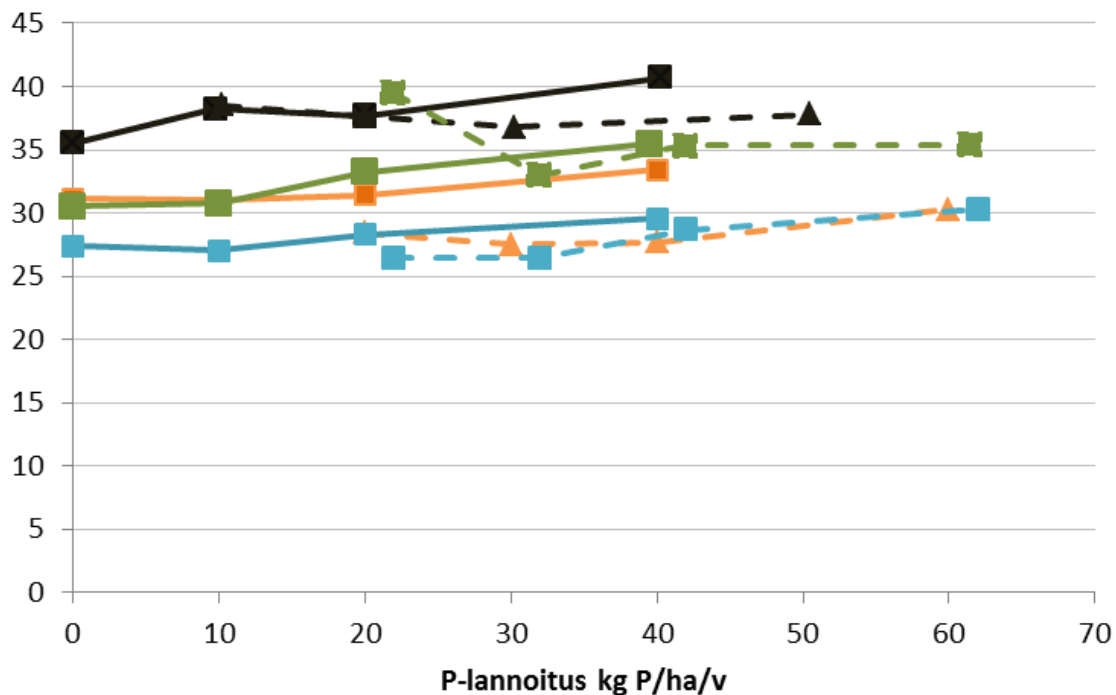
Rehun P-pitoisuus erityisesti 1.sadossa alhainen (Maa 2,6 g/kg ka, Ruu 2,4 g/kg ka) kaikilla koejäsenillä. P-lannoitus nosti P-pitoisuutta, paitsi Ruukissa 2016.

2. Sadossa P-pitoisuus oli Maaningalla 3,5 g/kg ka ja Ruukissa 2,9 g/kg ka, P-lannoitus nosti Maaningalla 2017 ja Ruukissa 2016.

Liete yleisesti hieman nosti P-pitoisuutta (n. 0,5 g/kg ka)

# P-otto ei juuri muuttunut lannoituksen myötä

P-sato, kg/ha/v



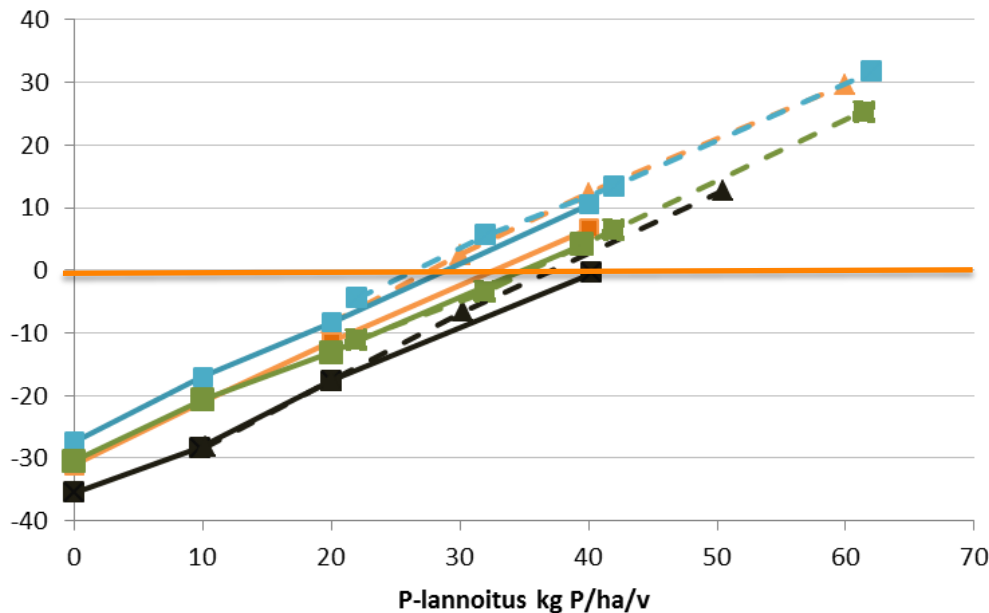
- Ei lietettä Maaninka 2016
- ▲— Liete Maaninka 2016
- Ei lietettä Ruukki 2016
- ▲— Liete Ruukki 2016
- Ei lietettä Maaninka 2017
- Liete Maaninka 2017
- Ei lietettä Ruukki 2017
- Liete Ruukki 2017

Sadon mukana poistui fosforia 26-41 kiloa vuodessa.

Lannoituksen vaikutus fosforipoistumaan oli vähäinen, eikä väkilannoitefosforilla ja karjanlannan fosforilla ollut tässä juuri eroa.

# P-tase osoittaa tehokkaan maan P-varojen käytön

P-tase, kg/ha/v



- Ei lietettä Maaninka 2016
- ▲— Liete Maaninka 2016
- Ei lietettä Ruukki 2016
- ▲— Liete Ruukki 2016
- Ei lietettä Maaninka 2017
- Liete Maaninka 2017
- Ei lietettä Ruukki 2017
- Liete Ruukki 2017

Fosforitase muuttuu lineaarisesti lannoituksen myötä eikä karjanlannan fosfori eroa väkilannoitefosforista.

Nurmi ottaa tehokkaasti maan vähäisiäkin P-varoja!

Lannoitussuositukset  
Maaningalla 38 kg P/ha/v  
Ruukissa 20 kg P/ha/v  
→ Ruukissa taseet negatiiviset suosituslannoituksella.

# Lannoituksen vaikutus maan viljavuusfosforilukuun

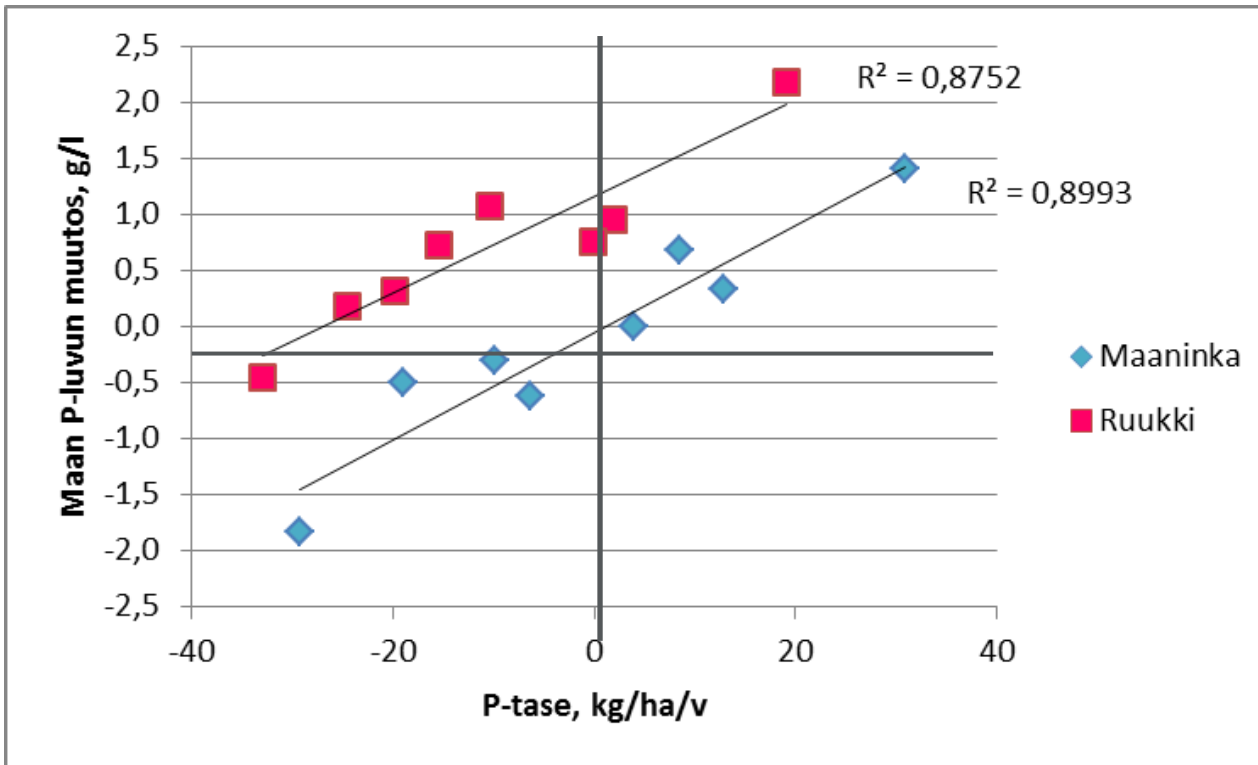
| Paikka   |            | Ei lietettä |           |           |           | Liete     |           |           |           | SEM  | mp | P-arvo |         |
|----------|------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|----|--------|---------|
|          |            | 0           | 10        | 20        | 40        | 22        | 32        | 42        | 62        |      |    | sp     | mp x sp |
| Maaninka | Kevät 2015 | 5,5         | 4,6       | 4,7       | 4,2       | 4,5       | 4,5       | 4,8       | 4,2       | 0,46 | ns | ns     | ns      |
|          | Syksy 2017 | 3,6         | 4,1       | 4,4       | 4,9       | 3,9       | 4,5       | 5,1       | 5,6       | 0,42 | ns | ***    | ns      |
|          |            | <b>0</b>    | <b>10</b> | <b>20</b> | <b>40</b> | <b>16</b> | <b>26</b> | <b>36</b> | <b>56</b> |      |    |        |         |
| Ruukki   | Kevät 2015 | 8,0         | 7,7       | 8,4       | 8,8       | 7,9       | 8,3       | 8,9       | 8,7       | 0,59 | ns | ns     | ns      |
|          | Syksy 2017 | 7,5         | 7,9       | 9,1       | 9,7       | 8,2       | 9,4       | 9,7       | 10,9      | 0,71 | ns | **     | ns      |

Maaningalla 0-ruudun P-luku on pudonnut selvästi ja on nyt 3,6 mg/litrassa  
 Ruukissa 0-ruudun P-luku on pudonnut vähemmän ja on nyt 7,5 mg/l.  
 Lannoitus on nostanut maan P-lukua korkeimmilla portailla.

Maaningalla noin 40 kg P/ha/v riitti nostamaan maan P-lukua (suositus 38 kg/ha/v satotasokorjauksella huononlaisessa luokassa)

Ruukissa jo 10-15 kg P/ha/v riitti nostamaan maan P-lukua (suositus satotasokorjauksella tyydyttävässä luokassa 20 kg/ha/v), mutta taseet olivat suosituslannoituksella negatiiviset → maan P-luku kääntyy laskuun jossain vaiheessa.

# P-taseen ja maan viljavuus-P:n muutoksen välinen yhteys



- Muutos kevät 2015 – syksy 2017.
- Fosforitase ja maan P-tilan muutos korreloivat, vaikka aikaväli on vain 3 kasvukautta.
- Maan kyky ylläpitää viljavuusfosfori-lukua eroaa koepaikkakunnilla! Maaningalla negatiivinen tase = lasku viljavuus-P:ssä. Ruukissa maan P-luku on noussut negatiivisellakin taseella.

# Yhteenveto

- Nurmi on tehokas P-ottaja myös silloin, kun maan P-tila on matala.
  - Uudet nurmilajikkeet ehkä entistä tehokkaampia?
  - Kasvavat satotasot nostavat P-poistumaa ja P-taseet entistä negatiivisempia.
  - Tämä johtaa helposti maan P-tilan laskuun
- Fosforirikkailla lohkoilla maan fosforitilan alentaminen on lannoituskustannusten ja fosforin huuhtoutumisriskin kannalta suositeltavaa.
- Alenemisella ei näytä myöskään olevan vaikutusta nurmen satotasoon ennen kuin maan P-tila laskee todella alas, mikäli kasvuedellytykset ovat muutoin hyvät.
  - Nykyisillä lannoitussuosituksilla pystyy tämän tutkimuksen mukaan hiuemaalla alhaisissa luokissa nostamaan maan P-tilaa vrt. multamaalla tyydyttävässä luokassa suosituslannoitus johti negatiiviseen fosforitaseeseen korkealla satotasolla

## Yhteenveto

- Karjanlannan fosfori käyttäytyy taseissa mineraalilannoitefosforin tavoin.
- Fosforipitoisuus nurmessa vaihtelee enemmän olosuhteiden kuin lannoituksen vuoksi.
- Kivennäismailla nurmen sadontuoton kannalta fosforilannoitusta tärkeämpiä ovat typpilannoituksen optimointi ja maan rakenne, kun taas orgaanisilla mailla korostuu pH:n vaikutus ja kalkituksen merkitys (Valkama ym. 2015).



# Käynnissä olevia nurmitemaisia hankkeita

Pohjois-Savo:



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

- Nurmet Rahaksi (NuRa) –hanke pureutuu keinoihin, joilla nurmenviljelyn kannattavuutta ja kilpailukykyä voidaan ylläpitää ja parantaa niin ilmastonmuutoksen kuin kiristyvän taloudellisen tilanteenkin mukanaan tuomien muutosten keskellä. [www.luke.fi/nurmetrahaksi](http://www.luke.fi/nurmetrahaksi)
- Ravinnerenki –hanke vauhdittaa maatalouden ravinnerenkiä ja vesienhoitoa testaamalla uusia ratkaisuja maataloille ja edistämällä niiden käyttöönottoa erityisesti Pohjois-Savon ja Pohjois-Karjalan alueella. <http://ravinnerenki.savonia.fi>
- LantaLogistiikka -hanke tavoittelee merkittävää parannusta karjanlannan hyödyntämisessä erityisesti Pohjois-Savon alueella. <http://lantalogistiikka.savonia.fi>
- EuroMaito-hankkeessa kehitetään maidontuotannon kilpailukykyä ja maitotilojen kannattavuutta. Uusia maidontuotannon toimintamalleja testataan 12 maitotilan ja hanketoimijoiden muodostamassa pilottitilaverkostossa. Hanke tekee tiivistä yhteistyötä eurooppalaisen EuroDairy-hankkeen kanssa. <http://euromaito.savonia.fi/>



SAVONIA Mikkelin



Ylä-Savon  
ammattiopisto



## P-porraskoe ennen 1. niittoa 2017

Kuva: Sanna Kykkänen/Luke



# Kiitos!

Seuraa uusimpia  
kuulumisia Facebookista:

[www.facebook.com/luonnonvarakeskus](http://www.facebook.com/luonnonvarakeskus)

[www.facebook.com/lukemaaninka](http://www.facebook.com/lukemaaninka)

[www.facebook.com/lukeruukki](http://www.facebook.com/lukeruukki)