

# Nurmen fosforilannoitus

**Arja Mustonen, Luke Maaninka  
(Kuopio)**

**Kiitokset: Maarit Termonen,  
Sanna Kykkänen ja Perttu  
Virkajärvi (Luke)**

Retee-hanke 17.11.2022



# Sisältö

## 1. Tausta

1. Maaperän fosfori (P)
2. Viljavuus-P määrittäminen maasta

## 2. P-lannoituksen pitkäaikaiskoe

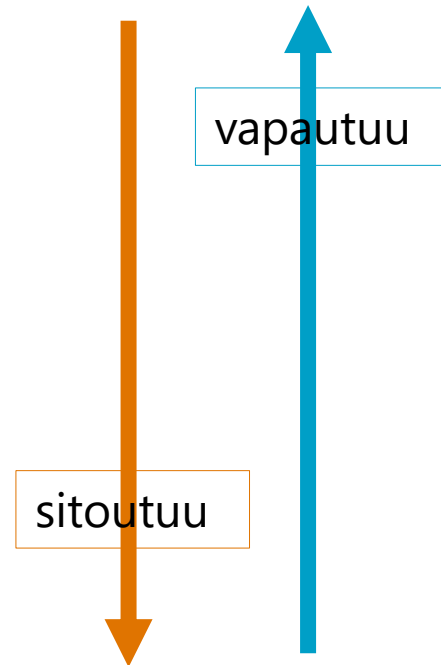
1. Kokeen menetelmät
2. Maan P-jakeet pitkäaikaiskokeen alussa
3. P-lannoituksen satovaste
4. Nurmen P-pitoisuus 1. sadossa
5. P-lannoitus, P-otto ja P-tase
6. Maan viljavuus-P kehitys
7. Mistä uuttojakeista P otettiin

## 3. Yhteenveto



# Maaperän fosfori (P)

Maanesteen ja maahan sitoutuneen P välillä vallitsee dynaaminen tasapainotila



## Pintaan kiinnittynyt

- Epäorg. P; Fe- ja Al-oksidiin tai kristallisoituneiden mineraalien pinnalla
- Org. P; orgaaniset yhdisteet, joilla matala molekyylipaino
- **Helposti käytettävissä**

## Voimakkaasti kiinnittynyt tai sitoutunut

- Epäorg. P; korkea-energiset sidokset Fe- ja Al-mineraaliin sekä lisäksi apatiittiin ja kalsiumfosfaattiin sitoutunut P
- Org. P; assosioituneena todennäköisesti humus- tai fulvohappohin
- **Kohtuullisen käyttökelpoista**

## Erittäin voimakkaasti kiinnittynyt tai mineraaleissa saavuttamattomissa oleva P

- Erittäin voimakkaat sidokset Fe- ja Al-mineraaleihin
- Jäännösfosfori; Fe- ja Al-oksidiin sisälle oklutoitunut tai lähtömineraalin osana
- **Erittäin heikosti käyttökelpoinen**

# Viljavuus-P määrittäminen maasta

- Uttomenetelmä valittu kokeellisessa tutkimuksessa
  - Pelkästään Euroopassa useita uuttomenetelmiä
  - Uttuneet P määrät eivät ole keskenään vertailukelpoisia (liuosväkevyyys, uuttosuhte ja aika jne.), mutta saattavat korreloida
- Pääperiaate:
- Eduksi, jos sama uuttoliuos sopii myös muiden ravinteiden määrittämiseen
- Happamilla mailla hapanta uutto, kalkkipitoisilla emästä
- Esimerkkejä uuttomenetelmistä
  - Happamat maat;
    - Hapan ammoniumasettaatti (pH 4,65) Suomi
    - Ammonium laktaatti (pH 2,75), Ruotsi, Norja
    - Mehlich-3 (2,5), Viro
  - Kalkkipitoiset maat;
    - Olsen (pH 8,5) Tanska, UK



# P-lannoituksen pitkäaikaiskoe 2003 -2020

- Kokeen toteutus
  - Maaninka ja Ruukki
  - KHt
  - 7 koejäsentä, tässä; P nolla (P0) ja P superfosfaatti (P-SF) ja P naudon lietelanta (P-LL)
- Nurmi perustettu kokoviljaan
  - 1. 2003 + 3 nurmivuotta
  - 2. 2007 + 4 nurmivuotta
  - 3. 2012 + 4 nurmivuotta
  - 4. 2017 + 3 nurmivuotta
  - 5. 2021 jatkuu
- Analyysit vuosittain; ka-Sato ja P-pitoisuus, maan viljavuus-P

## Maan P-jakeet peräkkäisillä uutoilla

- 2003 ja 2020 maanäytteistä
- Jäännösfosforin v. 2016 (ei mukana esityksessä)

## Pintaan kiinnittynyt - P

2 \* vesi-uutto; 4 h + 16 h

0,5 M NaHCO<sub>3</sub>; 16 h

## Voimakkaasti kiinnittynyt tai sitoutunut - P

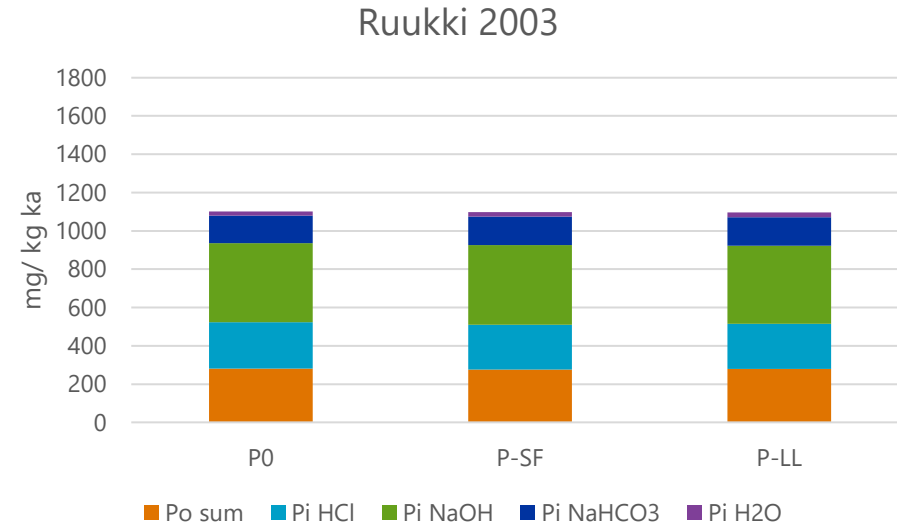
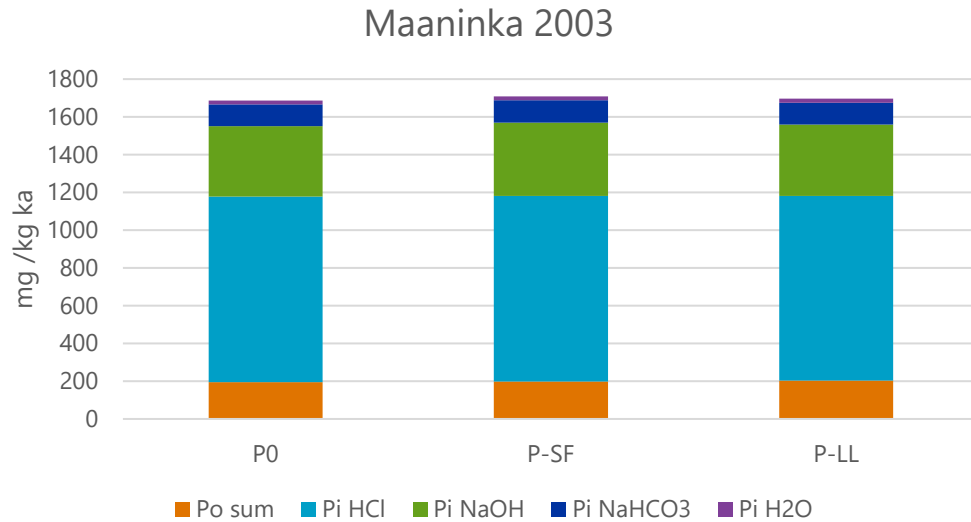
0,1 M NaOH; 16 h

1 M HCl; 16 h

## Erittäin voimakkaasti kiinnittynyt tai mineraaleissa saavuttamattomissa oleva P

Jäännösfosfori; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+HF

# Maan P-jakeiden pitoisuus pitkäaikaiskokeen alussa



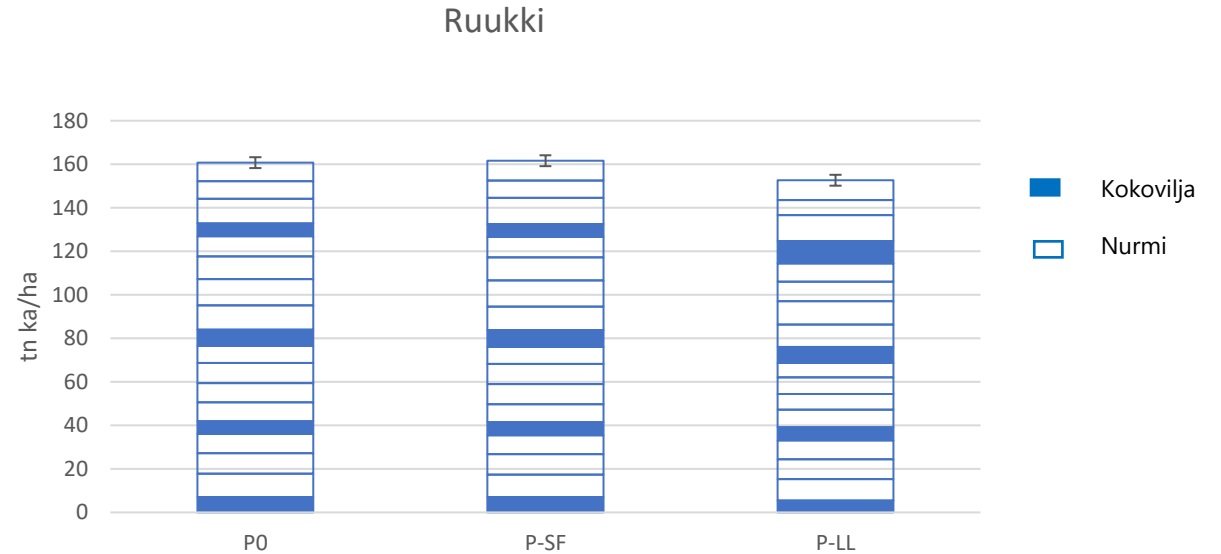
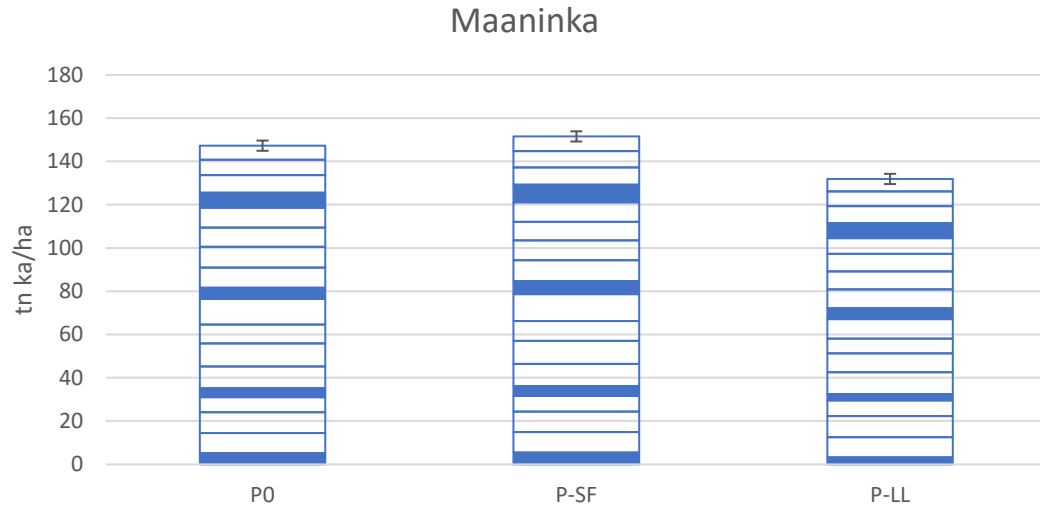
- Org. P. osuus 12 %
- Epäorg. P osuus 88 %
  - HCl 58 %
  - NaOH 22 %
  - NaHCO3 7 %
  - H2O 1 %

4240  
kg P/ha

- Org. P. osuus 26 %
- Epäorg. P osuus 74 %
  - HCl 21 %
  - NaOH 37 %
  - NaHCO3 14 %
  - H2O 2 %

2700  
kg P/ha

# P-lannoituksen kumulatiivinen satovaste 2003-2020



## MAANINKA

- Ei merkitsevää satoeroa P0 ja P-SF välillä
- P-LL sato
  - -10 % pienempi kuin P0
  - -13 % pienempi kuin P-SF
  - Tausta: 2. sadon lannoitus lietteenä pintaan P-rajaa saakka, ei lisätyppeä nurmikierrolla 1-3

## RUUKKI

- Ei merkitsevää satoeroa
- Kokoviljasadot parempia kuin Maaningalla, erityisesti P-LL lannoituksella

# Nurmen P-pitoisuus 1. sadossa

## Maaningalla

- sadon P-pitoisuus laski 1, 2 ja 4 nurmikierrrossa yhteensä 1 g (-31 %)
- P0 pitoisuus oli lannoitettuja matalampi

## Ruukissa

- P0: 1 ja 2 nurmikierto samat, 3 ja 4 samat
- P-SF: ei eroja nurmikiertojen välillä
- P-LL: kuten P0

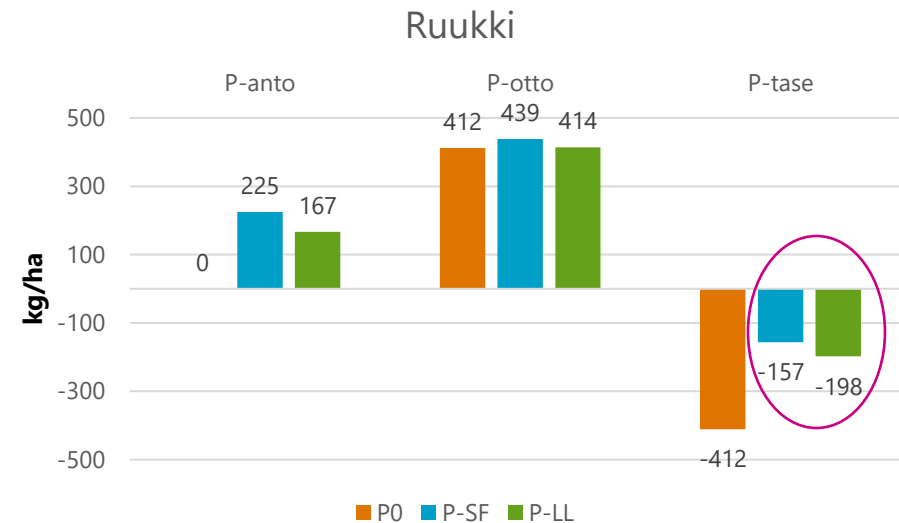
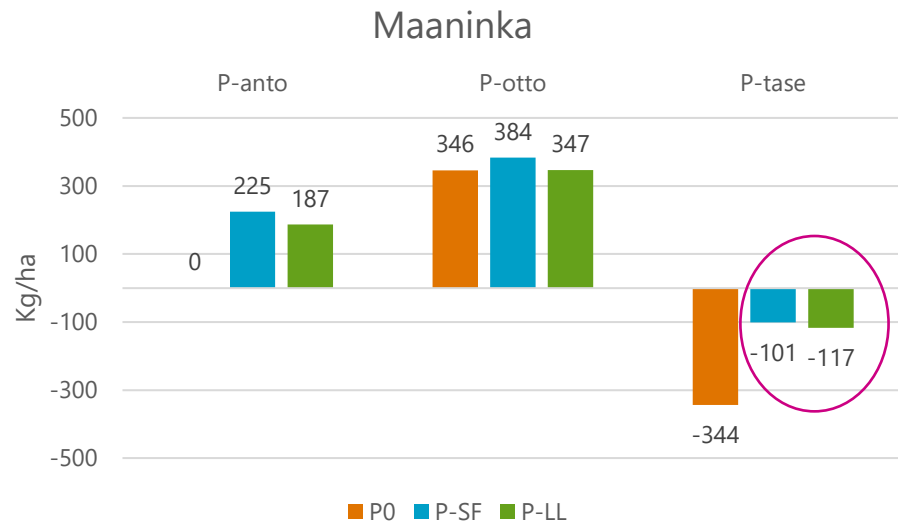
P-pitoisuus laski, mutta ei saavuttanut sadon kannalta kriittistä rajaa.

Lypsylehmien P tarve täyttyy, jos dieetissä käytetään valkuaislähteenä rypsiä

Nurmen P pitoisuus 1. sadossa

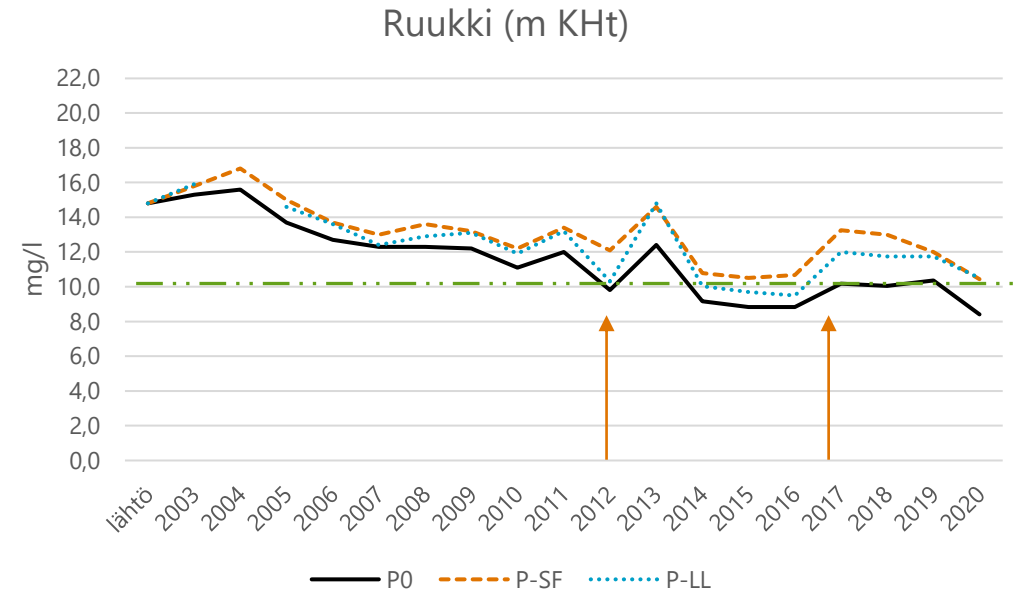
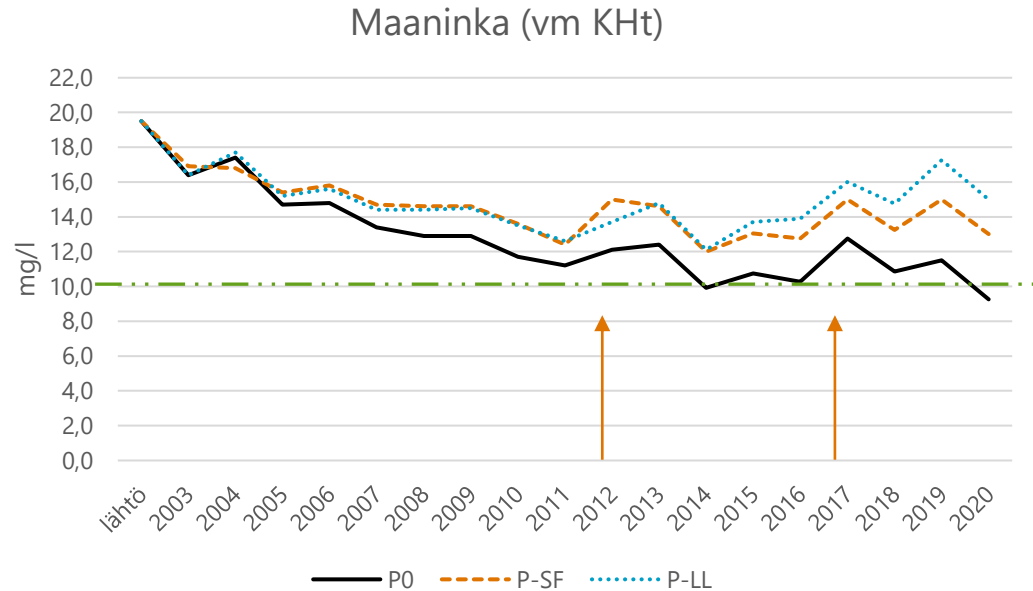
		Maaninka	Ruukki
		g/kg ka	g/kg ka
Nurmikierto			
2003-2006		3.2 ↓	2.8
2007-2011		2.5 ↓	2.8
2012-2016		2.4	2.5
2017-2020		2.2 ↓	2.6
SEM		0.03	0.03
		Lannoitus	
	P0	2.5	2.5
	P-SF	2.7	2.8
	P-LL	2.6	2.7
SEM		0.03	0.03
Nurmikierto	Lannoitus		
2004-2006	P0	3.1	2.7 ↓
2018-2020	P0	2.1	2.4 ↓
2004-2006	P-SF	3.3	2.8 ↔
2018-2020	P-SF	2.3	2.8 ↔
2004-2006	P-LL	3.3	2.9 ↓
2018-2020	P-LL	2.3	2.6 ↓
SEM		0.05	0.05
<i>p</i>	Nurmikierto	<.0001	<.0001
<i>p</i>	Lannoitus	<.0001	<.0001
<i>p</i>	Nurmikierto*lannoitus	0.18	<b>0.003</b>

# Nurmikierron P-lannoitus, P-otto ja P-tase 2003-2020



- P-lannoitus ymp. korvausehtojen mukaan, keskimäärin 12,5 kg/ha
- P-otto oli 19-22 kg/ha vuodessa
  - **P-SF** lannoituksella suurempi kuin muilla
- P-tase oli kaikilla koejäsenillä negatiivinen
  - **P0**; lähes -350 Maaningalla ja reilu -400 kiloa hehtaarille Ruukissa
  - P-lannoituksella alijäämä pieneni noin 1/3 Maaningalla ja vajaaseen 1/2 Ruukissa

# Maan viljavuus-P kehitys

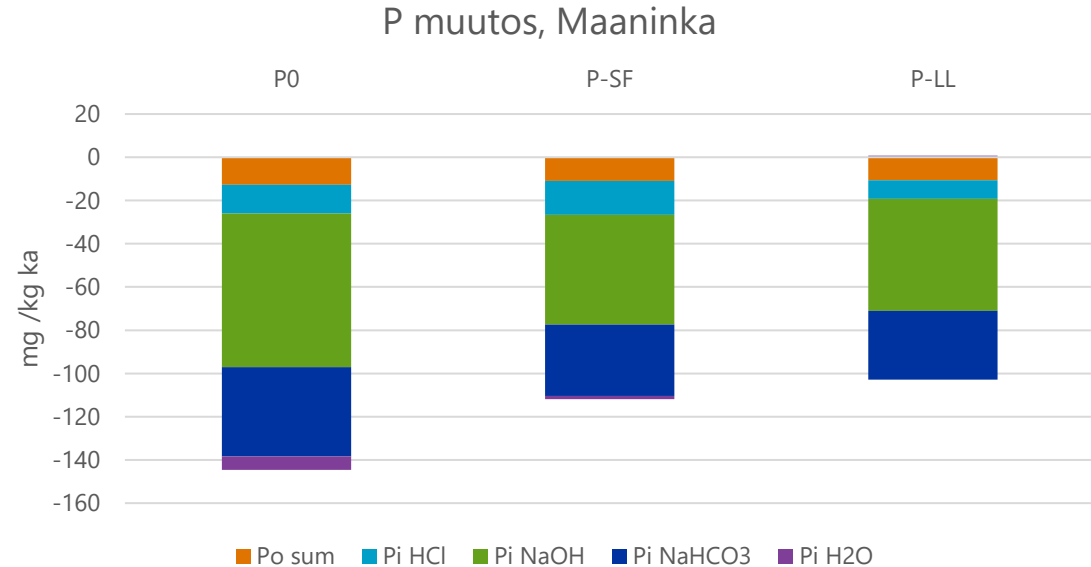


- Negatiivinen P-tase on johtanut maan viljavuusfosforipitoisuuden laskuun
  - Lasku on ollut voimakkainta P0 lannoituksella
  - Kalkitusvuodet 2012 ja 2017 ↑
- P0 luokassa "välttävä" v. 2020 sekä Maaningalla että Ruukissa
- Satovasteraja meta-analyysissä 10 mg/l (Valkama ym. 2008)

# Mistä jakeesta sadon P-otettiin Maaningalla?

- Org. **Po sum.**; noin -10 %  
Epäorg (**Pi**); noin -90 %
- **HCl**; noin 10 %
  - **NaOH**; noin **50 % !!**
  - **NaHCO<sub>3</sub>**; noin 30 %
  - **H<sub>2</sub>O**; 1-4 %

Kyntökerroksesta otettu P vastasi tasetta P0-lannoituksella,  
Mutta lannoitetuilla kyntökerroksesta poistui P:a enemmän kuin tase osoittaa.



-361 kg  
P/ha

-280 kg  
P/ha

-255 kg  
P/ha

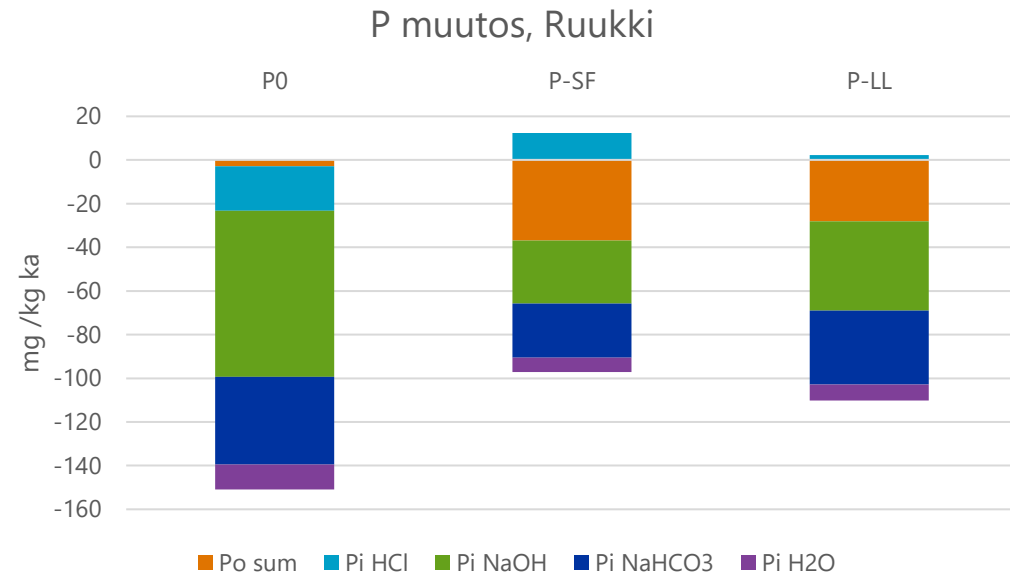
P-tase  
- 346  
kg/ha

P-tase  
- 101  
kg/ha

P-tase  
- 117  
kg/ha

# Mistä jakeesta sadon P-otettiin Ruukissa?

- **P0**; NaOH ja NaHCO<sub>3</sub> jakeet pääasialliset P lähteet kuten Maaningalla
- **P-SF**; Org. **Po sum**. Pääasiallinen P-lähde (44 %)
- **P-LL**; Org. **Po sum**. Huomattava P-lähde (26 %), mutta myös NaOH (37 %)



Kyntökerroksen P poistuma oli P0 lannoituksella pienempi kuin P-tase. P-ottoa myös jankosta? P-lannoitetuilla P:a poistui kyntökerroksesta enemmän kuin tase osoittaa.

-371 kg  
P/ha

P-tase  
- 412  
kg/ha

-209 kg  
P/ha

P-tase  
- 157  
kg/ha

-265 kg  
P/ha

P-tase  
- 198  
kg/ha

# Lannan P riittää usein, jos maassa on "perittyä" fosforia

- Jos maa on P-luokaltaan "tyydyttävä" tai jopa "välttävä", voi P-lannoituksesta tinkiä rauhallisin mielin
- 2000-luvun jälkeen P-lannoituksella ei ole saatu sadon lisää Luke:n nurmikokeissa. Maan P-luku on vaihdellut välillä 4-27 mg P/l. Huom organiset maat ja erittäin karkeat maat ovat jääneet vähemmälle huomiolle!
- Kalkitus parantaa P:n liukoisuutta! → turvemaat
- Liete on hyvä fosforin lähde

kg/tn	Naudan lietelanta	20tn	30tn	40tn
P	0,5 kg/tn	10	15	20

Fosforilannoituksen enimmäismäärät nurmilla kg/ha/v maan viljavuusluokan perusteella							
Kasvi	Huono	Huononlainen	Välttävä	Tyydyttävä	Hyvä	Korkea	Anveluttavan korkea
Yksi- ja monivuotiset rehunurmet, kokoviljasäilörehu, maissi	40	32	24	14	5	-	-
Yksi- ja monivuotiset rehunurmet, satotaso vähintään 7500 kg ka/ha/v	46	38	30	20	11	-	-
Yksi- ja monivuotiset rehunurmet, lantapoikkeus	40	32	30	30	20	-	-
Monivuotinen nurmi: laidun	24	16	8	5	5	-	-
Nurmen perustaminen keväällä	52	44	36	26	10	-	-
Nurmen perustaminen kesällä tai syksyllä*	20	16	12	7	-	-	-

# Yhteenveto

- Maan hidasliukoiset P-varat voivat olla huomattavat (voidaan tutkia mm. varastofosforimäärityksellä)
  - P-lannoituksen poisjäänti yksittäisenä nurmivuonna tuskin aiheuttaa sadon romahtamista
- Huonossa ja huononlaisessa luokassa olevista maista vähän tutkimusta
  - P-lannoitus on perusteltua
- Nurmikierrossa P otetaan pääosin voimakkaasti sitoutuneista P-jakeista
  - Käyttökelpoisuus kohtuullinen
  - HCl-uuttoisen (apatiittisen) P käyttökelpoisuus kuitenkin huomattavasti NaOH-uuttoista jaetta heikompi
- Karjanlanta on väkilannoitteen veroinen P lannoite
  - Tasapainoinen ravinteiden anto tärkeää!
  - Yksinomaisena lannoitteena lietteen riittämätön typpi muodostuu helposti satoa rajoittavaksi
- Kalkitus kasvattaa helppoliukoisen P pitoisuutta maassa
- Nurmisadon P-pitoisuus seuraa maan ja lannoituksen P:tä
  - Lypsylehmillä P-tarve täyttyy, kun dieetti sisältää rypsiä

# Kiitos!



# Löydä meidät verkosta

 [luke.fi](https://luke.fi)

Tilaa uutiskirjeemme ja pysy jyvällä!  
[luke.fi/uutiskirje](https://luke.fi/uutiskirje)



Luonnonvarakeskus (Luke)  
Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki

