

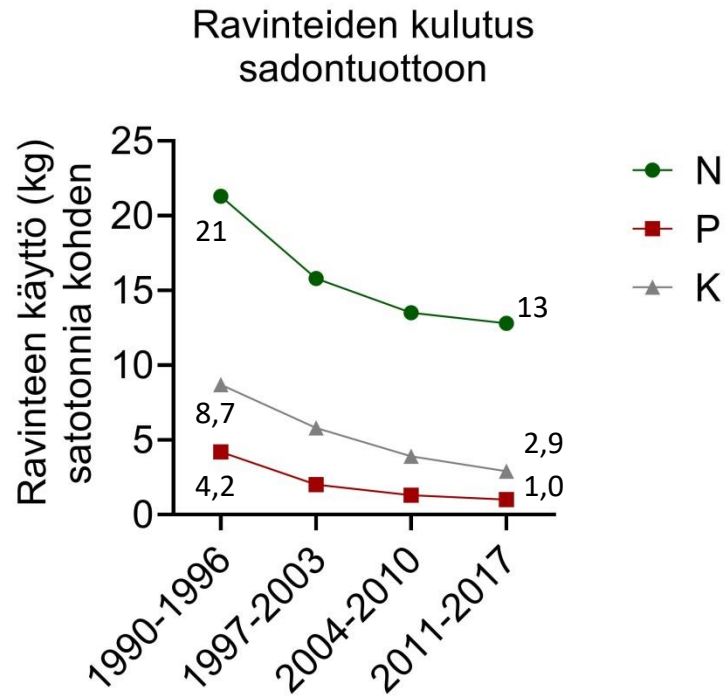
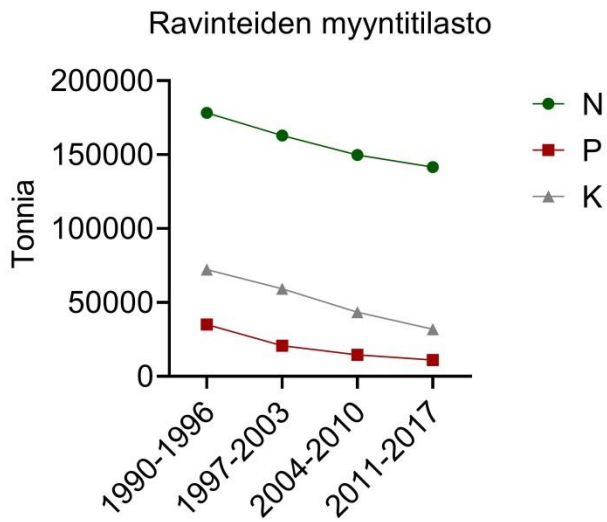
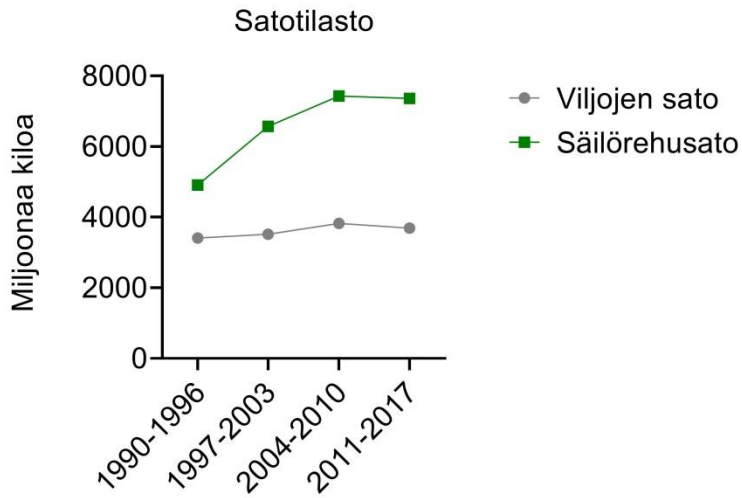
# Taloudellinen ja kestävä fosforilannoitus

**Risto Uusitalo**  
**Luke, Jokioinen**

**Kiitos: Perttu Virkajärvi, Elena Valkama,  
Kari Ylivainio, Riitta Lemola**

## Sisältö

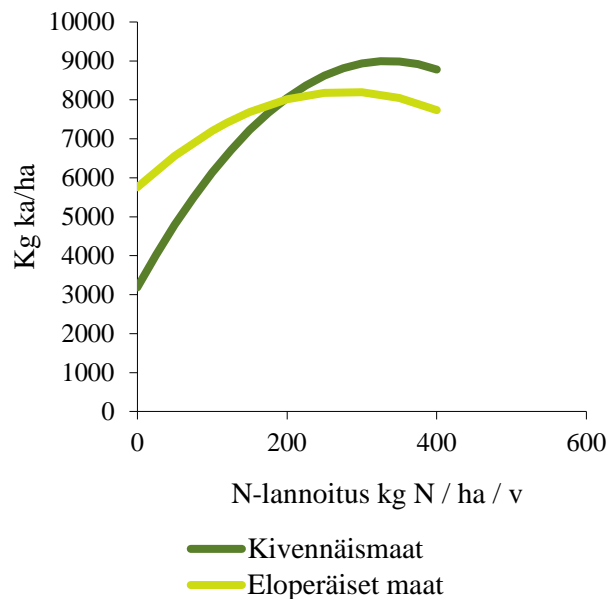
- Tarvitseeko fosforia ostaa joka vuosi?
- Vesitalouden vaikutus fosforin satovasteeseen
- Maan fosforiluku muuttuu vähitellen



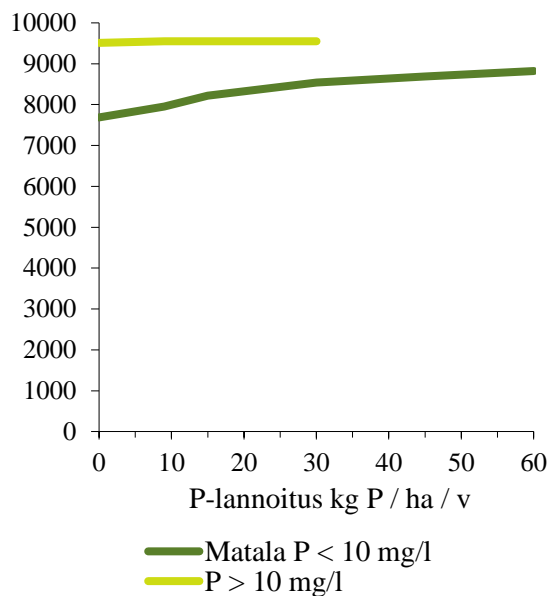
Lähde: stat.luke.fi

# Eri pääravinteiden merkitys nurmentuotannossa

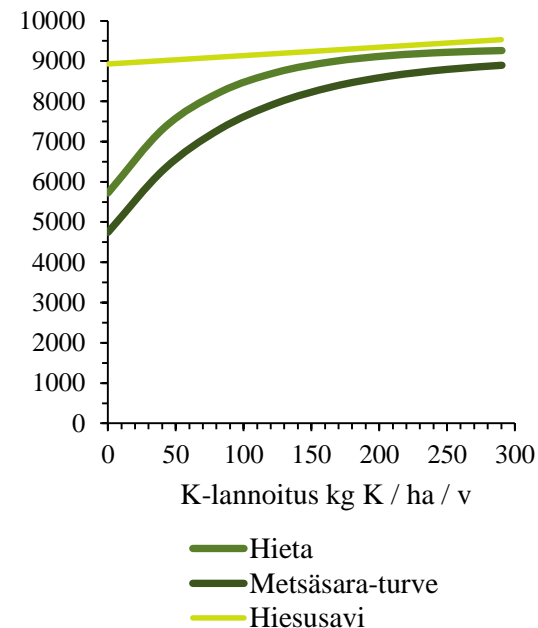
## Typpi



## Fosfori



## Kalium



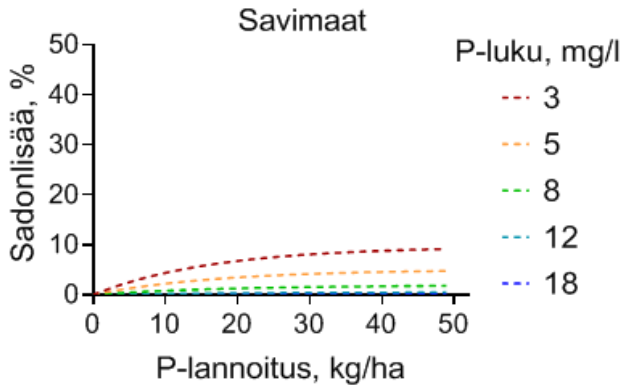
Kuvat: Perttu Virkajärvi, Luke.

N-vasteet: Salo ym. 2013

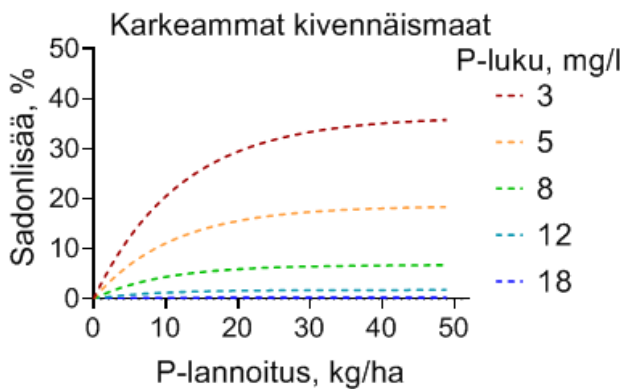
P-vasteet: Saarela ym. 1995, Virkajärvi ym. 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009

K-vasteet: Koikkalainen ym. 1990, Saarela ym. 1998

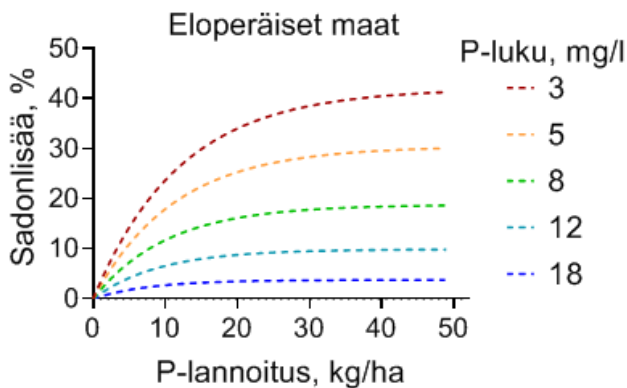
# Fosforin satovasteet riippuvat maalajista ja maan P-tilasta



**Savimailla** satovasteita voi odottaa, jos maan **P-luku on korkeintaan 6 mg/l**. Maksimisadonlisä P-luvulla 3 on kenttäkokeista johdetun satomallin mukaan 10 % (NK-lannoitettua) kontrollisatoa korkeampi.

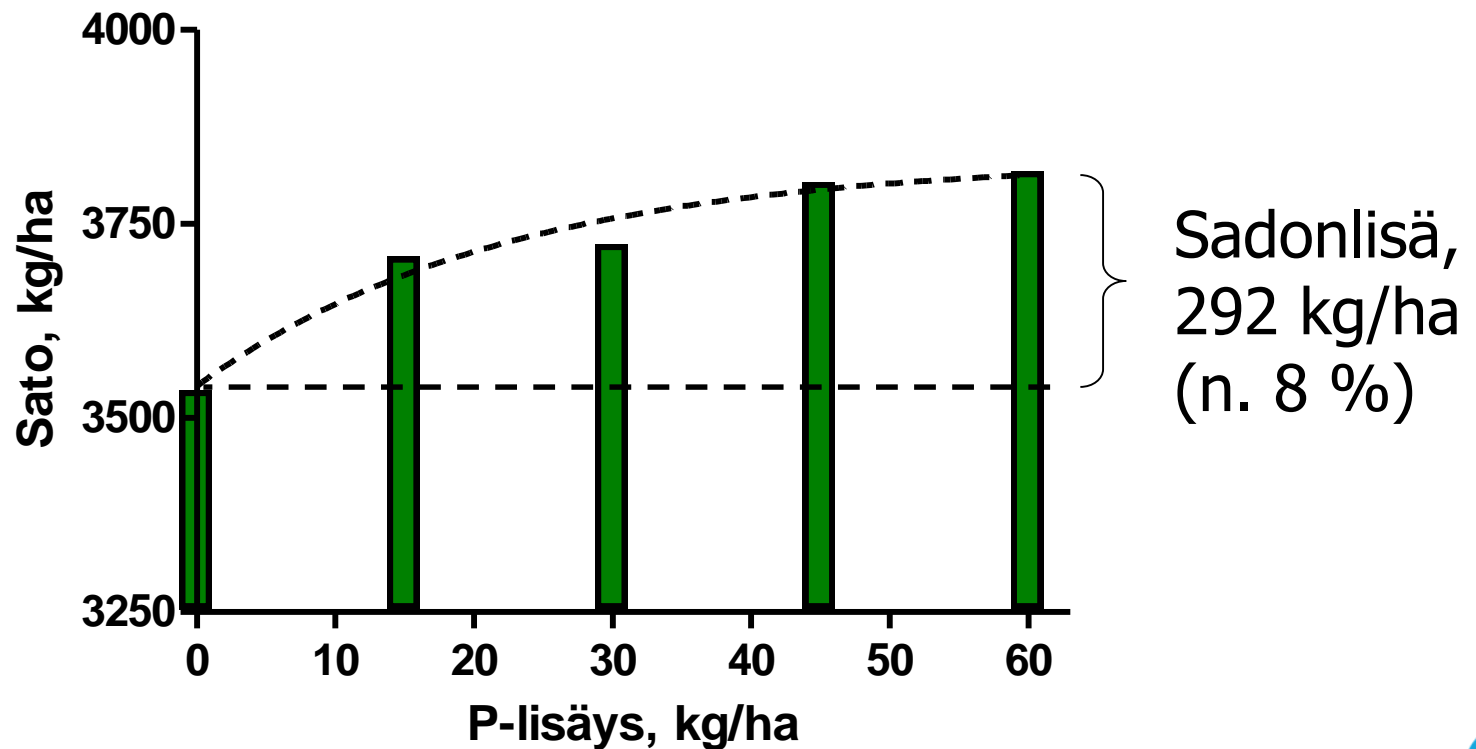


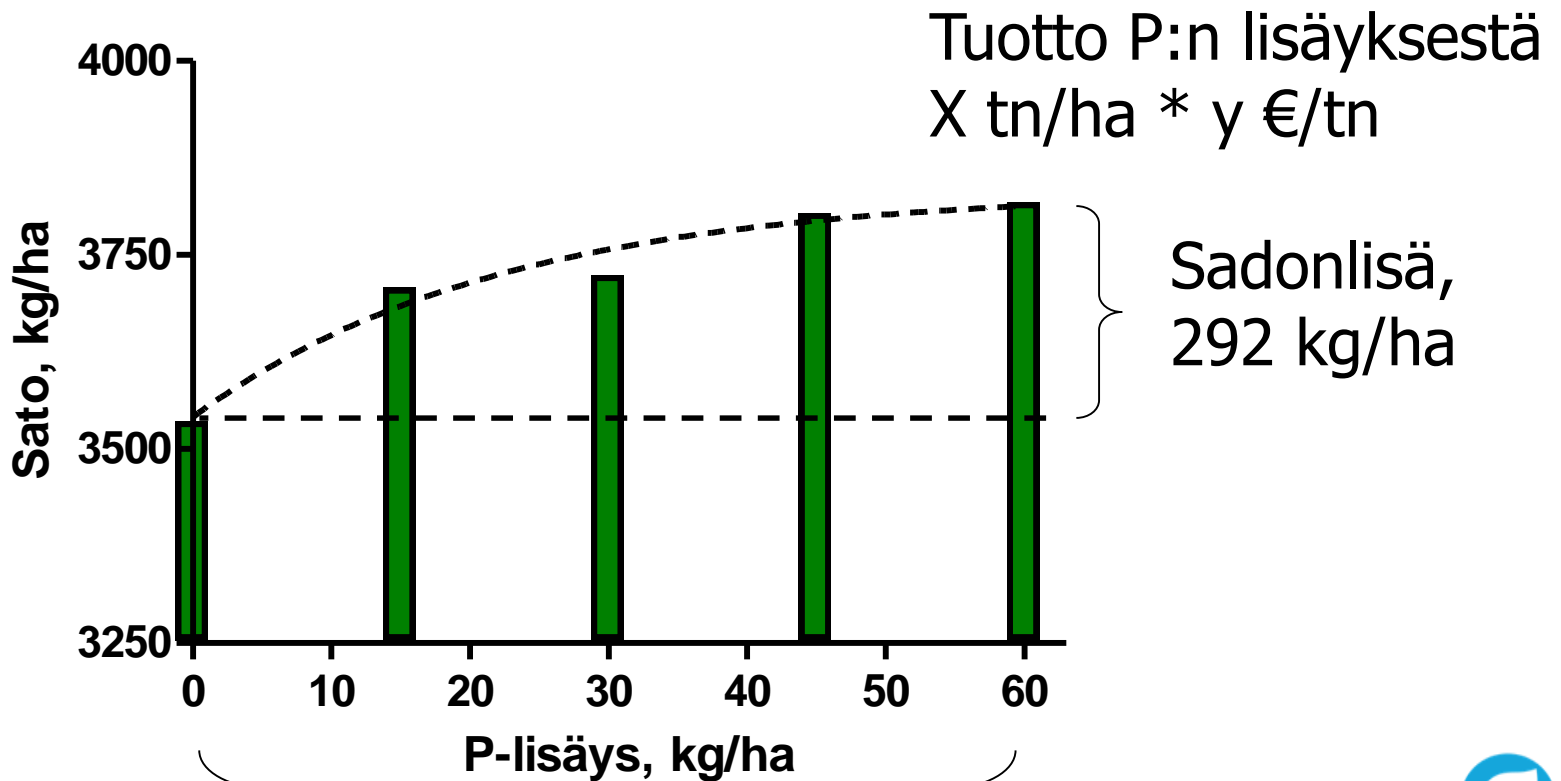
**Karkeammilla kivennäismailla** satovasteita voi odottaa, jos maan **P-luku on korkeintaan 10 mg/l**. Maksimisadonlisä P-luvulla 3 on satomallin mukaan 36 % kontrollisatoa korkeampi.



**Eloperäisillä mailla** satovasteita voi odottaa, jos maan **P-luku on korkeintaan 15 mg/l**. Maksimisadonlisä P-luvulla 3 on satomallin mukaan 42 % kontrollisatoa korkeampi.

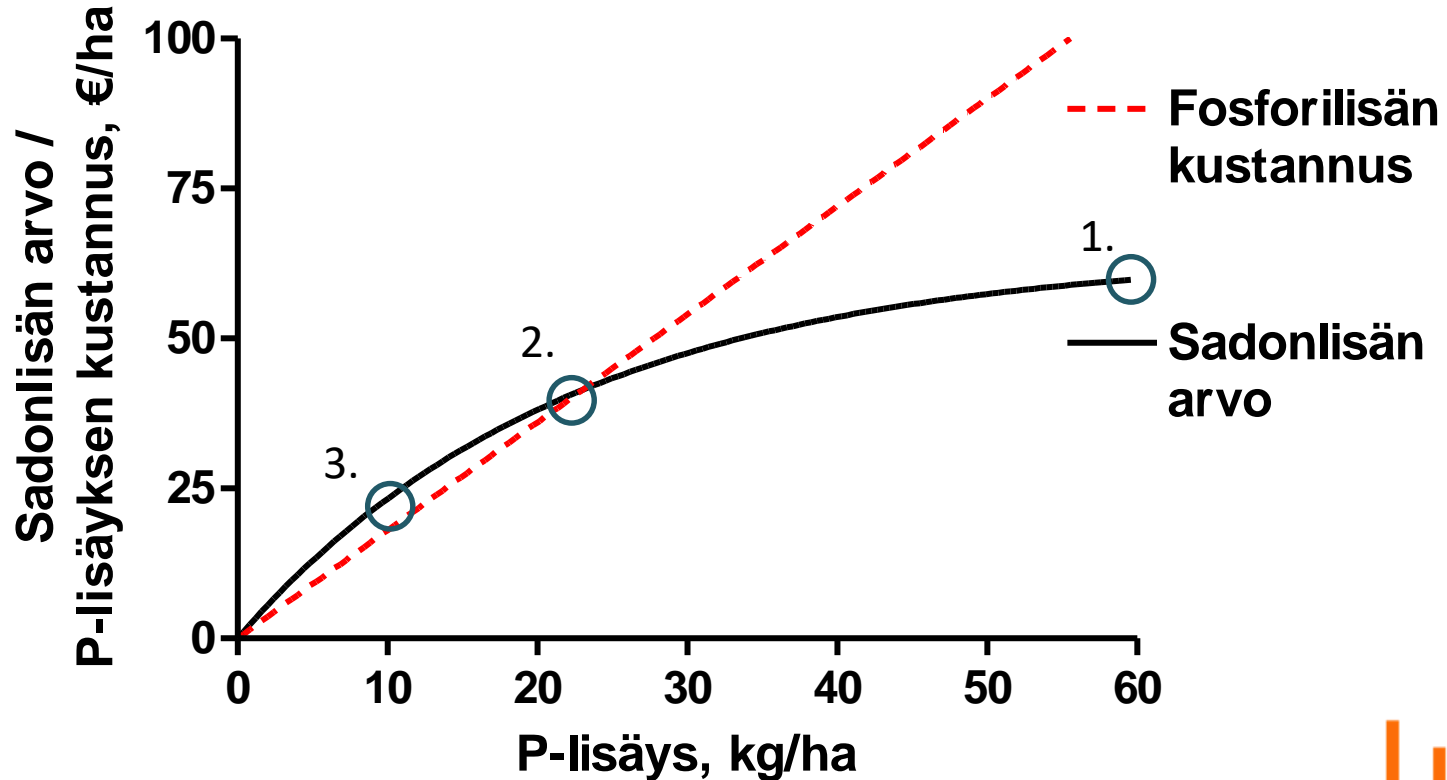
# Savimaa, Mietoinen, P-luku 3,9 mg/l (Saarela ym., 1995)





Oletetaan, että sadon arvo on 220 €/tn ja lannoite-P maksaa 1,8 €/kg

1. Sadon maksimoinnin kustannus viljelijälle on 44 eur/ha
2. Lannoitelasku kuitattu, palkkana hyvä mieli
3. Rahallisen tuoton tavoittelu tuottaa viljelijälle voittoa 5,3 eur/ha

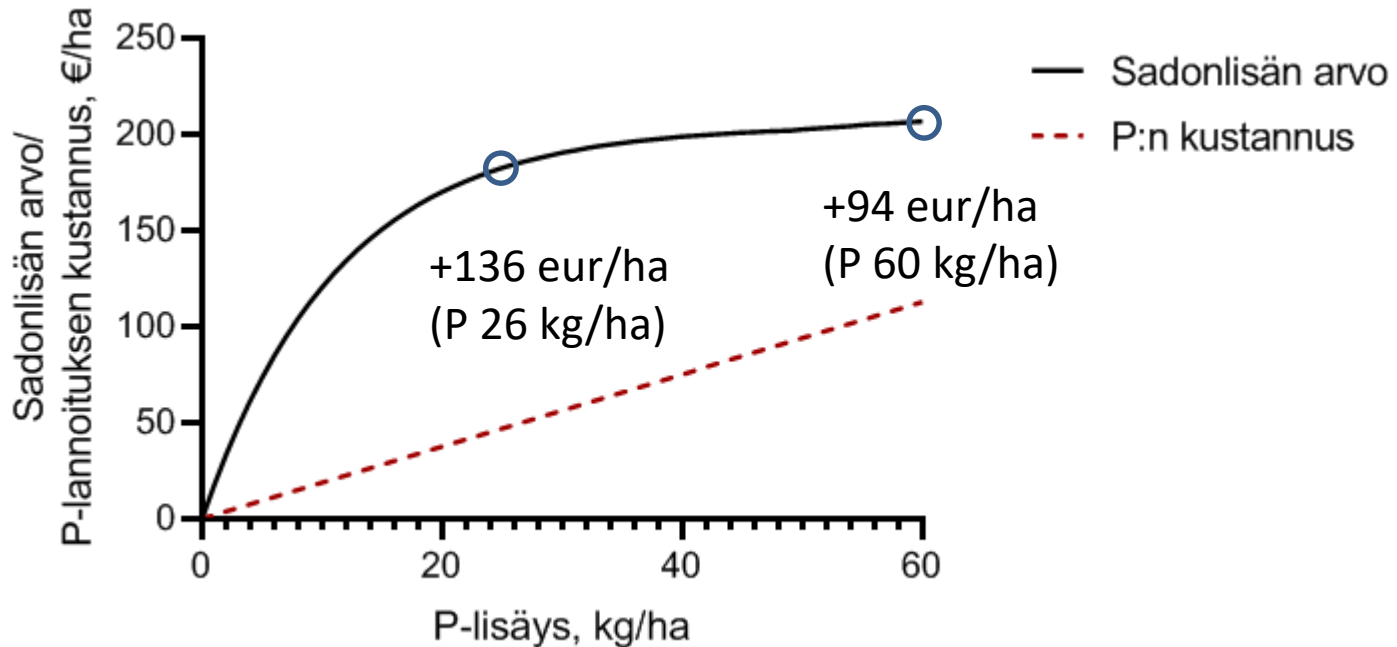




Eloperäinen maa, P-luku 5

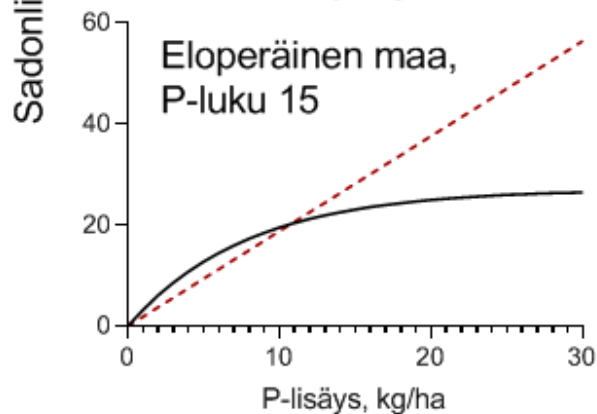
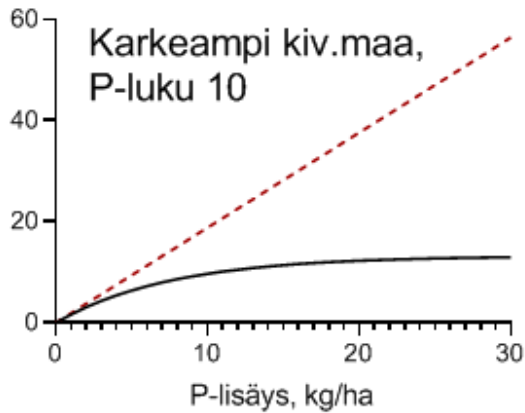
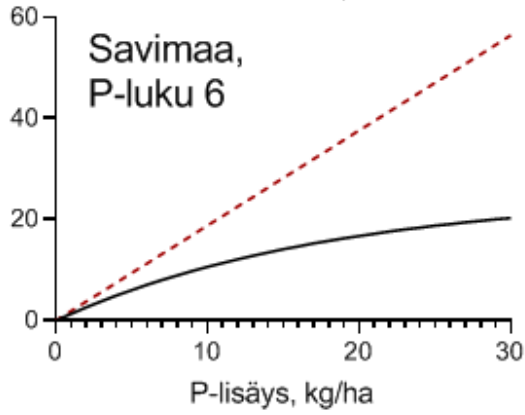
Sato NK-lannoituksella 3000 kg/ha (sadon arvo 660 eur/ha)

P-lisäyksellä saatu maksimisato 4000 kg/ha



— Sadonlisän arvo, eur/ha

- - - P:n kustannus, eur/ha



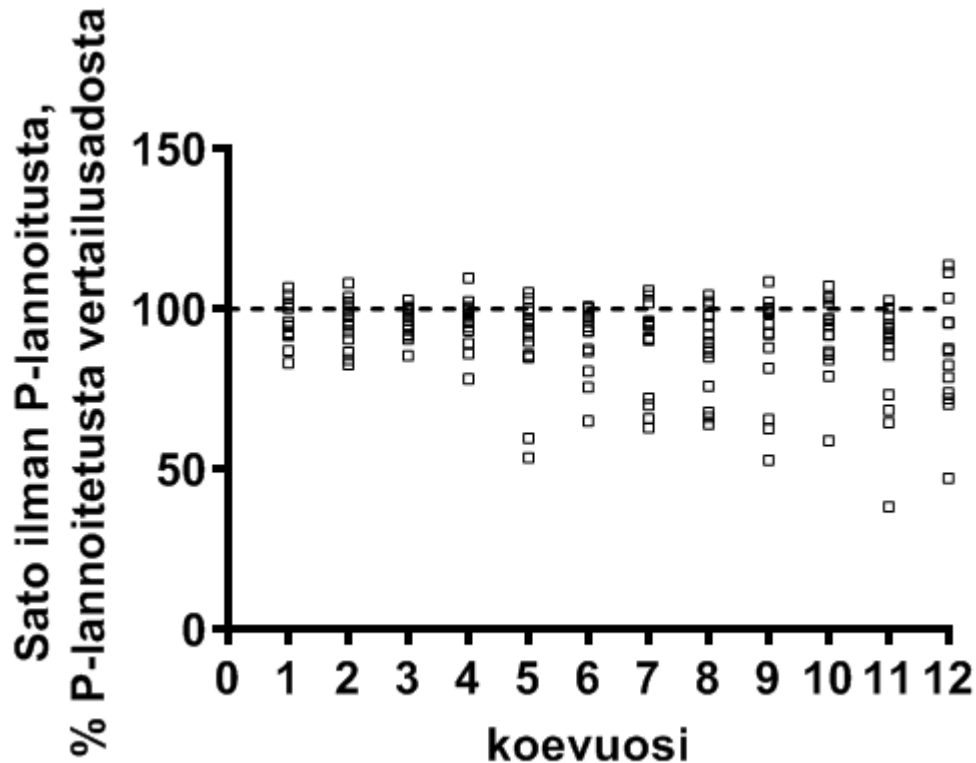
Viljelijän ei kannata enää odottaa saavansa useimpina vuosina ostetun P:n hintaa takaisin sadonlisän arvona, kun maan P-luku nousee tasolle missä satovasteet muuttuvat epätodennäköisiksi.

Satovasteiden todennäköisyys on vähäinen, kun P-luvut ylittävät

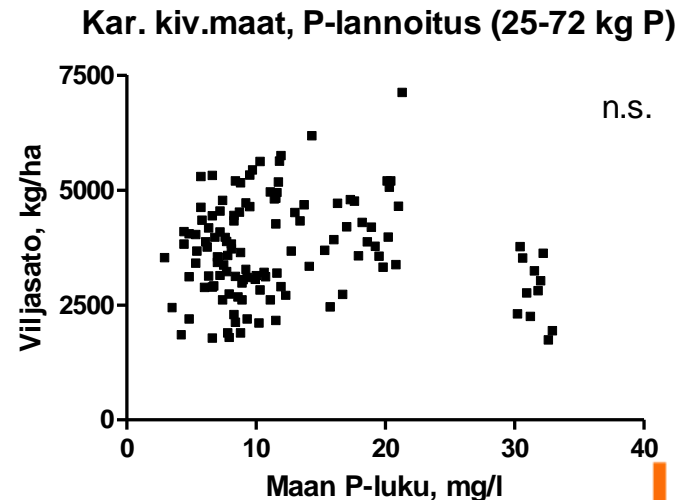
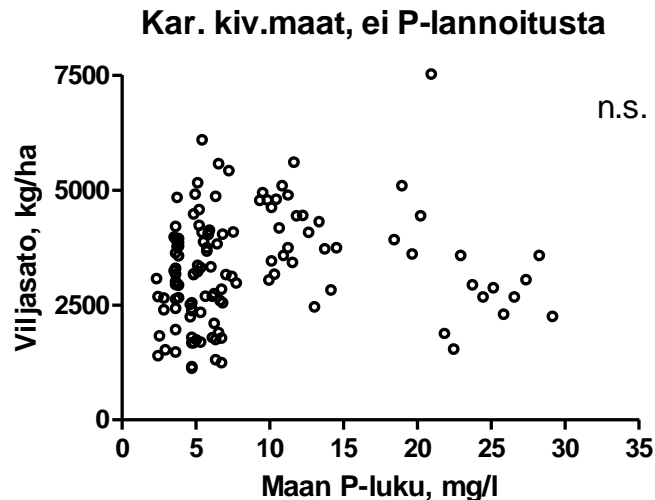
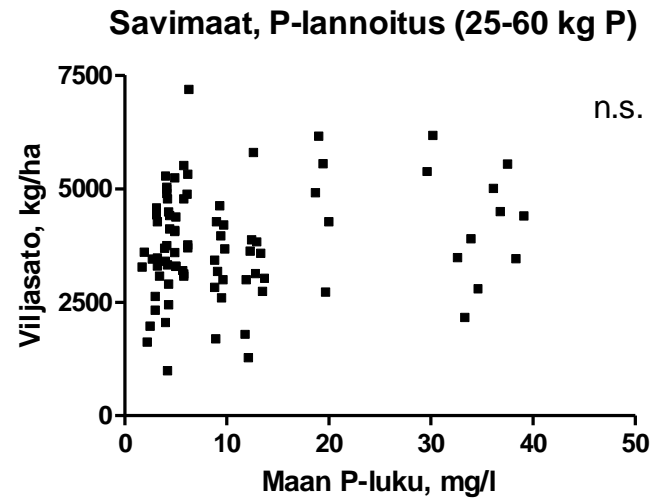
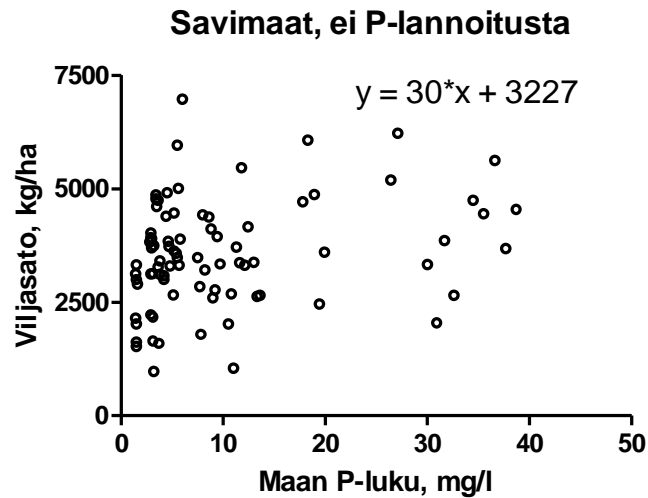
- savimailla 6 mg/l
- karkeammilla kivennäismailla 10 mg/l
- eloperäisillä mailla 15 mg/l

## Kuinka kauan voi olla lisäämättä P:a?

Saarelan ym. (1995) aineistossa: Satotaso pysynyt ennallaan kaikissa kokeissa 4 vuotta, sen jälkeen ”huonossa” ja ”huononlaisessa” P-tilassa olevien maiden satotaso on alkanut painumaan. Korkeammissa P-luvuissa ilman P-lisäyksiä satotaso on pysynyt yli 10 vuotta samana kuin P-lannoitetuissa koejäsenissä.



Maan P-luku on huono satomäärän selittäjä, muiden tekijöiden vaikutus on selkeästi voimakkaampi.



- Fosforin asema ravinteiden käyttöä koskevassa keskustelussa on suhteettoman suuri.
- Kun maan P-luku on niin korkea, että satovasteita ei ole odotettavissa, fosforia ei kannata lisätä joka vuosi.
- Tyydyttävän tai sitä korkeamman P-luvun lohkoilla sadot eivät fosforin puutteen vuoksi laske, vaikka P-lannoituksen unohtaisi 5-10 vuodeksi. ”Huono” ja ”huononlainen” –luokkien maita toki kannattaa lannoittaa.

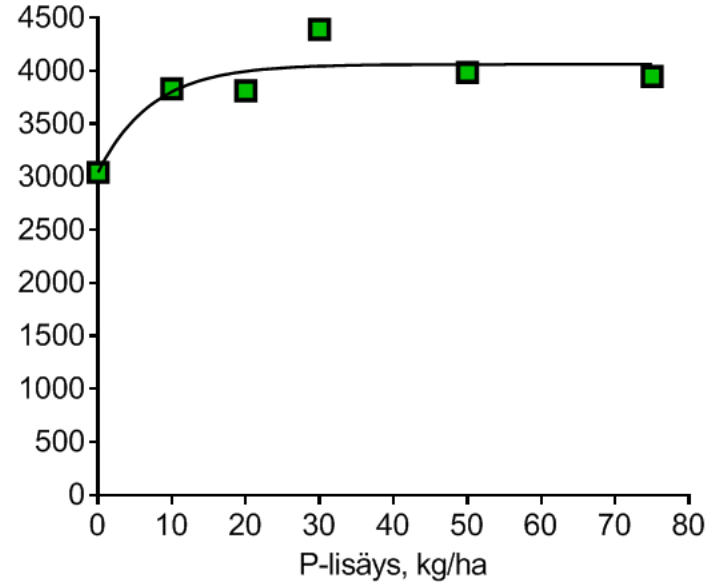
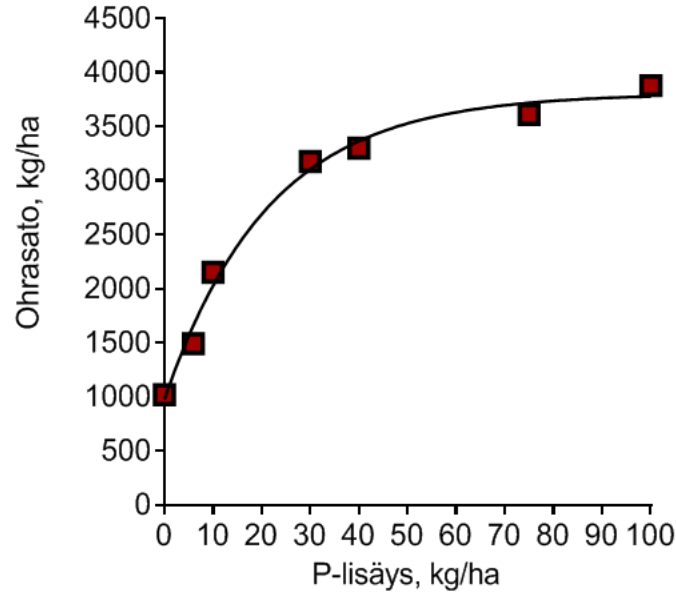
## Maan vesitalouden merkitys

Maan rakenne vaikuttaa suoraan siihen, millaiseen maatilavuuteen juuristo voi kasvaa. Laaja juuristo tuo kasvin ulottuville ravinteita ja kuivina kausina hyödynnettävää vettä.

Esimerkki fosforin hyödyntämisestä Ylivainion vuonna 2004 tekemästä kahdesta kenttäkokeesta Pälkäneeltä. Maalaji multamaa, P-luku noin 1 mg/l. Alkukesän sateiden seurauksena toinen koe joutui veden vaivaamaksi ja juurten kasvu kärsi selvästi.



Veden vaivaamassa osassa satotaso jäi P0-lannoituksella kolmasosaan kuivemman osan sadosta. Juuriston ollessa heikosti kehittynyt tarvittiin melko suuria fosforilisäyksiä kohtuullisen sadon saamiseksi.



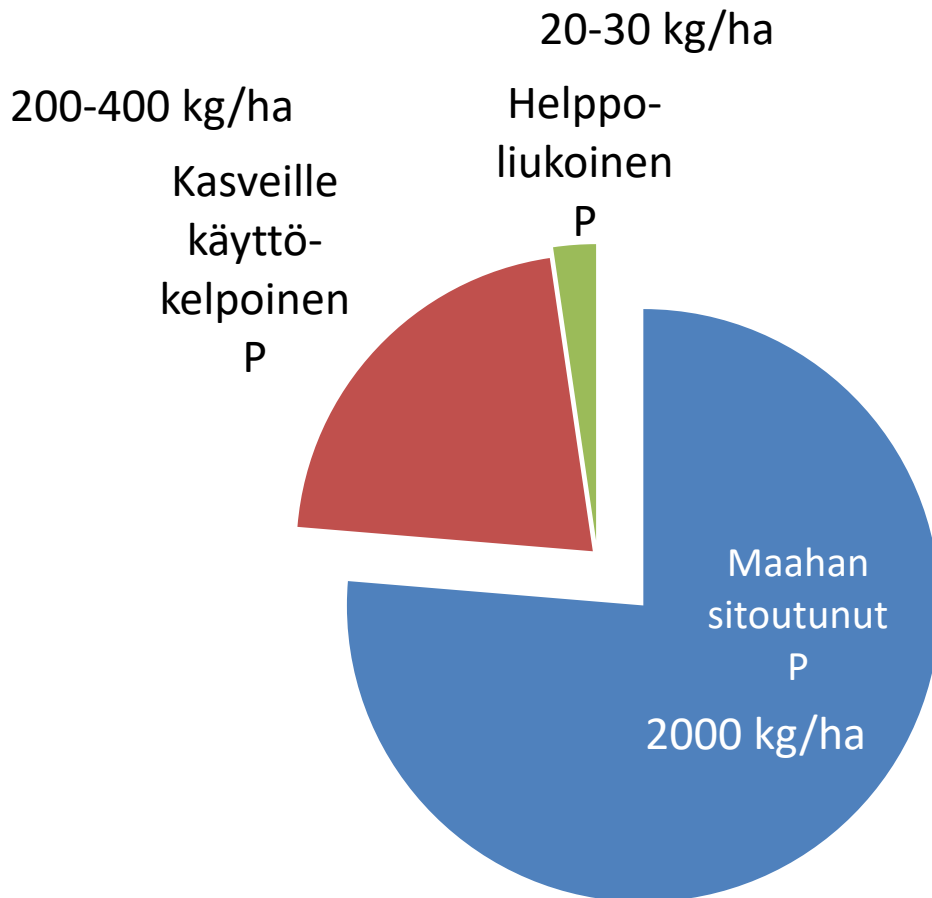
- Juuriston kasvusteiden tai –haittojen (märkyiden) poistaminen on edellytys laajan juuriston muodostumiselle.
- Hyvin kasvanut juuristo sallii pienemmät lannoitusmäärät ja sen myötä paremman kannattavuuden.



## Peltomaan fosforivarannosta

Viimeisen sadan vuoden aikana suomalaisten viljelymaiden P-pitoisuus on kasvanut keskimäärin 1000 kg/ha.

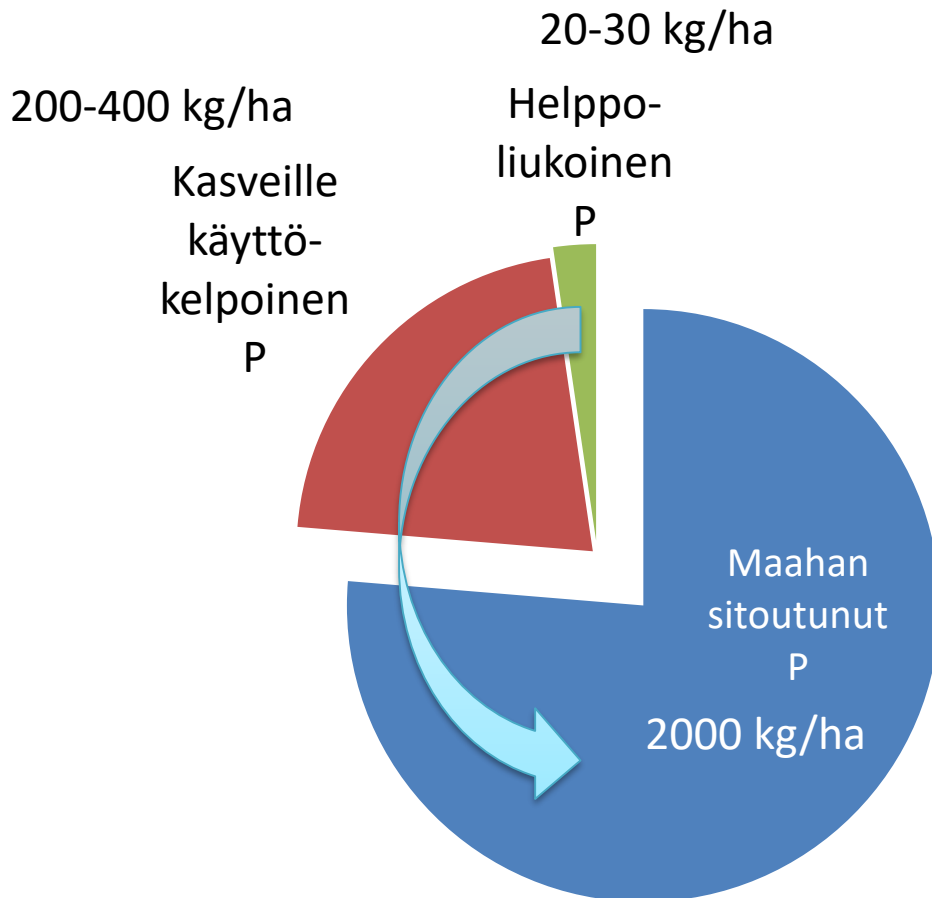
Pääosa tästä on nyt maahan sitoutuneessa muodossa ja voi muuttua jälleen kasveille käyttökelpoiseksi vain pitkän ajan kuluessa.



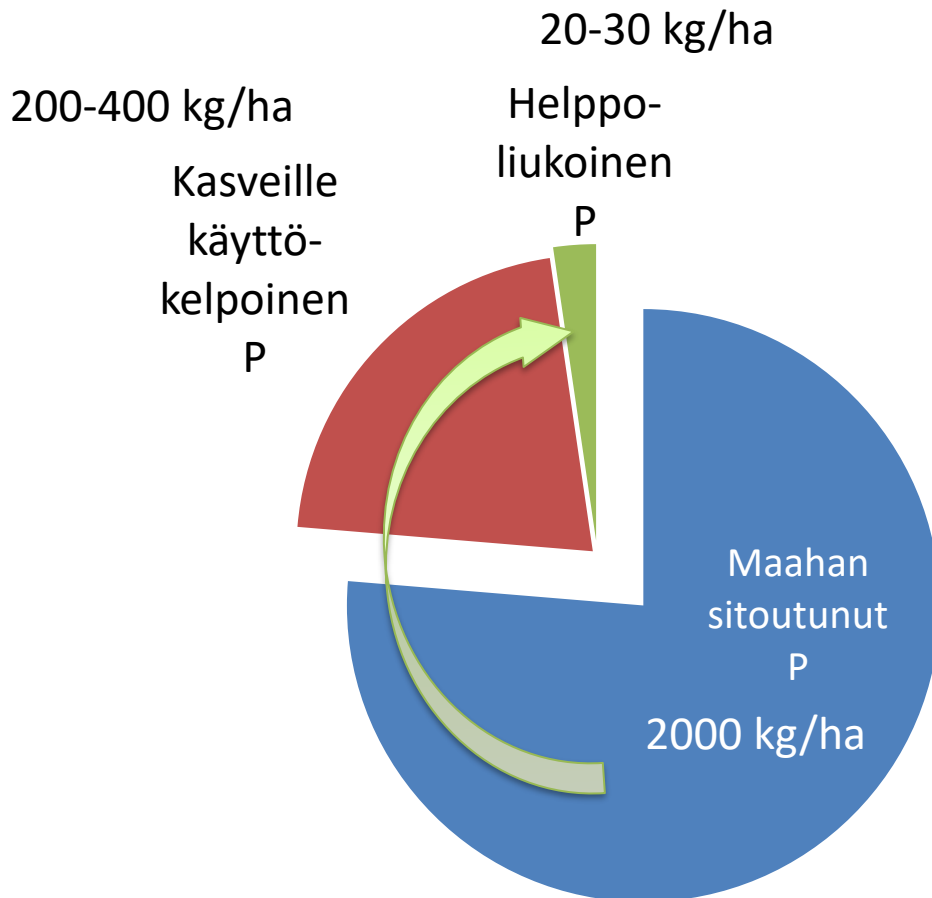
Kivennäismaan P-varantojen suuruusluokka 20 cm:n muokkauskerroksessa, kun viljavuustutkimuksen P-luku on 10-15 mg/l

Maa pyrkii pitämään eri fosforijakeiden osuudet mahdollisimman muuttumattomina. Tästä pitää huolen kemialliset tasapainoreaktiot.

Kun maahan lisätään enemmän fosforia kuin kasvit sitä käyttävät, fosforia siirtyy liukoisista jakeista vähemmän liukoisiin muotoihin.

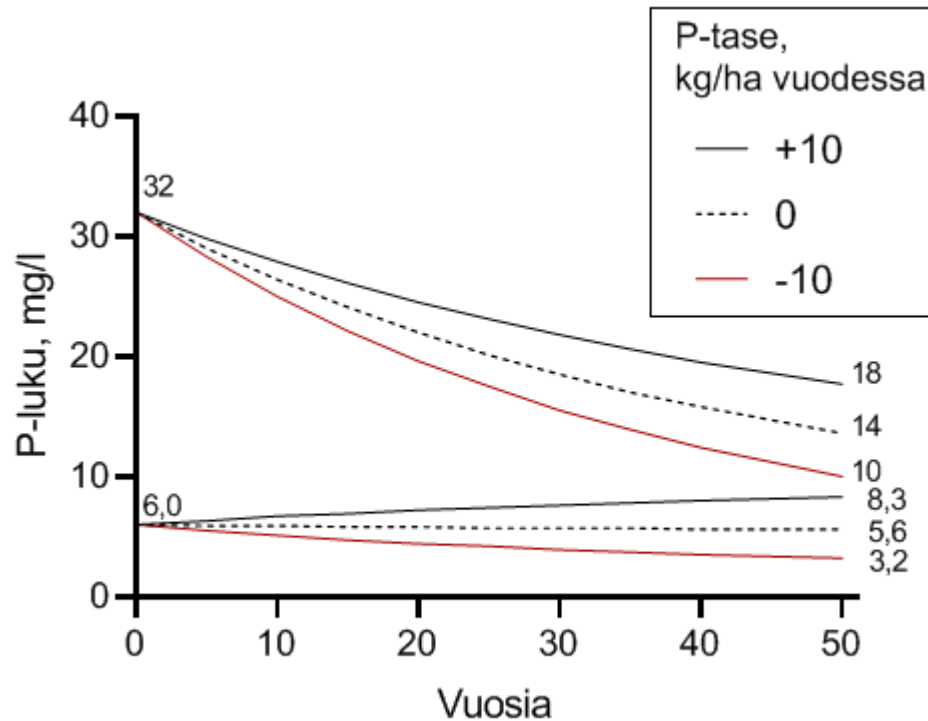


Kun fosforia lisätään vähemmän kuin kasvit käyttävät, muuttuu reaktioiden suunta. Reaktioiden nopeus on kuitenkin pienempi tähän suuntaan tultaessa.



## P-lukujen laskunopeuteen vaikuttavat:

- P-taseen suuruus
- P-luvun lähtötaso
- Maan P-pidätyskyky (mm. maalajista riippuva ominaisuus)



- Maan P-lukujen voi antaa laskea lohkoilla, joilla satovasteet eivät ole todennäköisiä.
- Korkeat P-luvut laskevat nopeammin kuin matalat, ja suurissa P-luvuissa tapahtuu laskua jopa ylijäämäisillä P-taseilla. Lasku on nopeampaa turvemailla ja hitainta savimailla, johtuen maan fosforinpidätyskyvyn eroista.
- Satotaso voidaan pitää muuttumattomana kohdentamalla P-lisäykset pelloille, joilla niistä saa satovastetta. Samalla voitaisiin P:n käyttöä vähentää huomattavasti.

Kiitos.