

Tuomas J. Mattila^{1,2} ja Jukka Rajala¹

¹⁾ Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti
Lönnrotinkatu 7, 50100 Mikkeli

²⁾ Suomen ympäristökeskus, Kulutuksen ja tuotannon keskus
Latokartanonkaari 11, 00790 Helsinki

FOSFORIN KÄYTTÖKELPOISUUDEN PARANTAMINEN JA PÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMINEN MAAN KASVUKUNTOA KEHITTÄMÄLLÄ?

Viljavuusfosforin lisäksi olisi hyvä huomioida fosforikyllästysastetta ja murukestävyttä

Fosfori on tärkeä kasvinravinne ja merkittävä vesistöjen rehevöittäjä. Lisäksi fosforilannoitteiden käyttämä kaivannaisfosfori on ehtyvä luonnonvara. Kasvintuotannon kannalta tulevaisuudessa olisi turvattu riittävä fosforin saanti kasville, selvästi pienemmillä fosforipäästöillä sekä hyödyntäen maaperän luontaisia fosforivarantoja ja kierrätysravinteita. Näiden haasteiden ratkaisussa maan kasvukunto on yksi keskeinen tekijä.

OSMO hankkeessa tutkittiin monipuolisesti 24 koelohkoa vuosien 2015-2018 aikana. Tavoitteena oli tunnistaa maan kasvukunnon osatekijät, ongelmat ja keskeisimmät keinot kehittää maan kasvukuntoa. Fosforin käyttökelpoisuuden kannalta lohkoilta määritettiin fosfori kuudella eri menetelmällä: suomalaisen ammoniumasettiutun lisäksi fosfori määritettiin heikolla etikahapolla (Spurway), Mehlich-3 uutolla, suolahapolla (varastoravinne), kasvien juurieritteitä matkivalla uutolla (Haney H3A) [1] sekä orgaanista fosforia kuvaavalla ICP uutolla. Fosforipitoisuuksien lisäksi maasta määritettiin fosforin sekä raudan ja alumiinin suhdetta kuvaava fosforikyllästysaste ja eroosioalttiutta kuvaava murukestävyys sekä kasvien ravinteiden saatavuuteen vaikuttavat mikrobiaktiivisuus, juuriston syvyys ja maan mururakenne. Lohkoilla toteutettiin erilaisia maan kasvukunnon hoitotoimenpiteitä (mm. kipsikäsittely, orgaaninen lannoitus, välikasvit) ja muutokset fosforijakeissa määritettiin vuosien 2015-2018 välillä.

Tulosten perusteella lohkojen fosforivarannot vaihtelivat suuresti lähtötilanteessa (Kuva 1). Osalle lohkoista oli kertynyt lannoituksesta huomattavia määriä fosforia (noin 2000 kg/ha ruokamultakerroksessa), mikä vaikuttaa lohkon fosforitilanteeseen vuosikymmenien ajaksi. Voimakkaalla hapolla uutettavien fosforijakeiden käyttökelpoisuus kasville riippuu maan kasvukunnosta. Kasvukunnossa havaittiin puutteita kaikilla tutkituilla lohkoilla, mikä mahdollistaa fosforin käytettävyyden tehostamisen ilman lisälannoitusta.

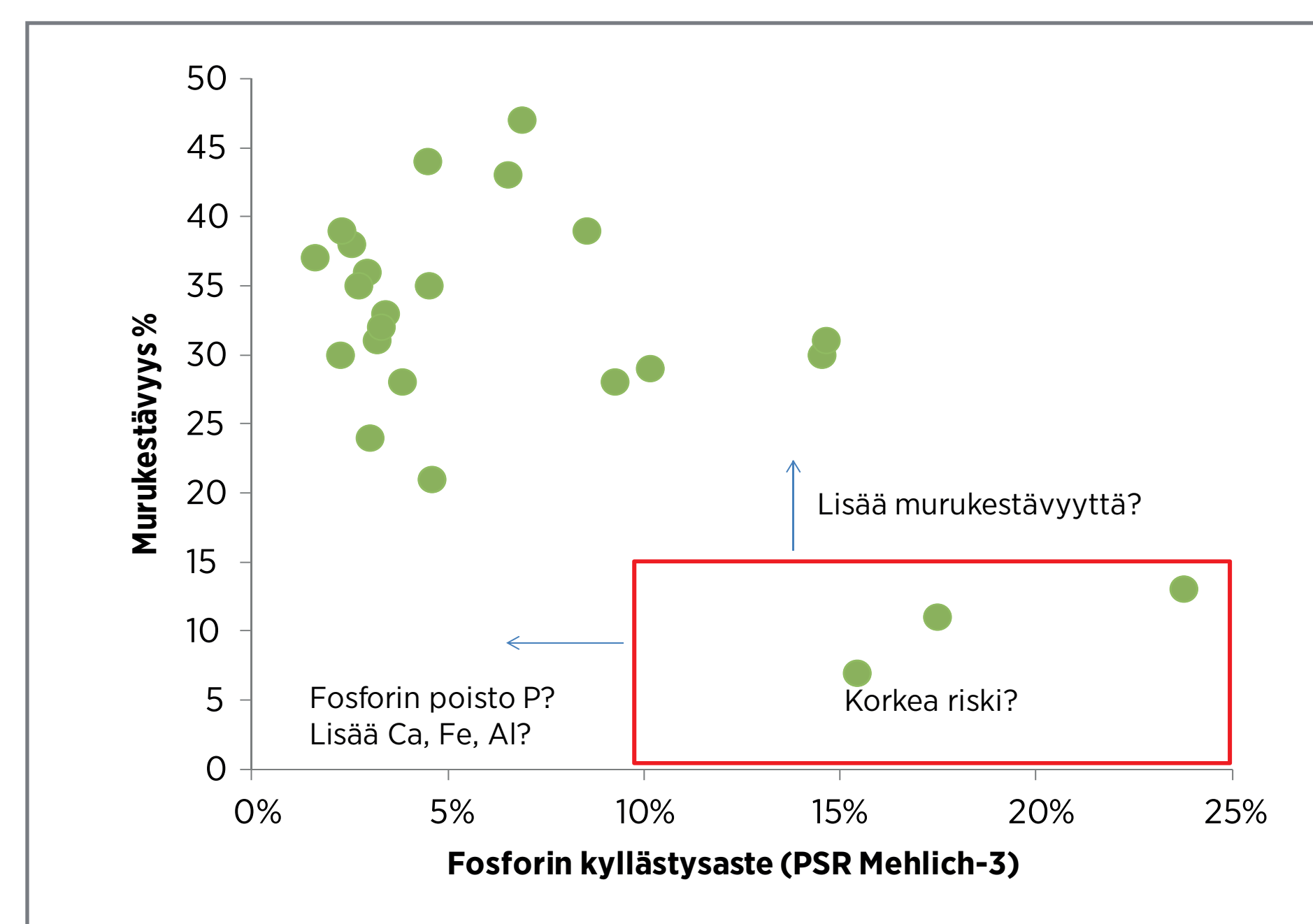
Lohkoista tunnistettiin korkean fosforin kyllästysasteen ja alhaisen murukestävyuden perusteella neljä fosforin huuhtoutumisen kannalta korkean riskin lohkoa (Kuva 1). Lohkoilla oli käytetty eloperäistä lannoitusta ja niillä oli viljelty perunaa. Näillä lohkoilla riskiä voitaisiin vähentää joko alentamalla fosforin kyllästysastetta (P poisto maasta tai raudan, alumiinin tai kalsiumin lisäys) tai parantamalla murukestävyttä. Kokeen aikana lohkoilla testattiin sekä menetelmiä murukestävyuden parantamiseksi että seurattiin vähennetyt lannoituksen vaikutuksia [2].

Odotuksien vastaisesti fosforin kyllästysaste vaikutti lisääntyvän ja murukestävyys vaikutti laskevan lohkoilla (Kuva 2). Murukestävyys vaihteli vuosittain, mutta yleisemmin murukestävyys heikkeni kuin lisääntyi. Murukestävyuden kehittäminen vaikuttaisi olevan haastavaa. Toisaalta murukestävyys heikkeni esimerkiksi viljelykierron edetessä nurmista viljaan ja perunaan, joten murukestävyuden seuraaminen vaatii näytteenoton kytkemistä viljelykierron vaiheeseen.

Fosforikyllästysasteen ja helppoliukoisien fosforin välillä oli selvä yhteys. Kun fosforikyllästysaste nousi yli 10 %, helppoliukoisien Spurway-fosforin määrä nousi (Kuva 3). Sama 10 % raja-arvo on tunnistettu myös muissa tutkimuksissa [3].

Fosforin kyllästysasteen lisääntymiselle haettiin syitä eri fosforijakeista. Tulosten perusteella koelohkojen maaperässä oli huomattavia määriä heikommalla käyttökelpoisuudella fosforia (varastofosfori, suurimmitään 800-1000 mg/l) (Kuva 4). Kokeen mittauksissa varastofosforin määrä laski vuosien 2015-2018 aikana mutta muiden fosforijakeiden pitoisuudet kasvoivat. Tämä voisi viitata niukkaliukoisten fosforivarantojen muuntumiseen käyttökelpoisempaan muotoon. Toisaalta liukoisien alumiinin määrä laski useimmilla lohkoilla ja raudan määrä nousi hieman, mikä vaikutti fosforin sitoutumiseen. Raudan, alumiinin ja fosforin käyttäytymisestä tarvittaisiin lisää tutkimusta.

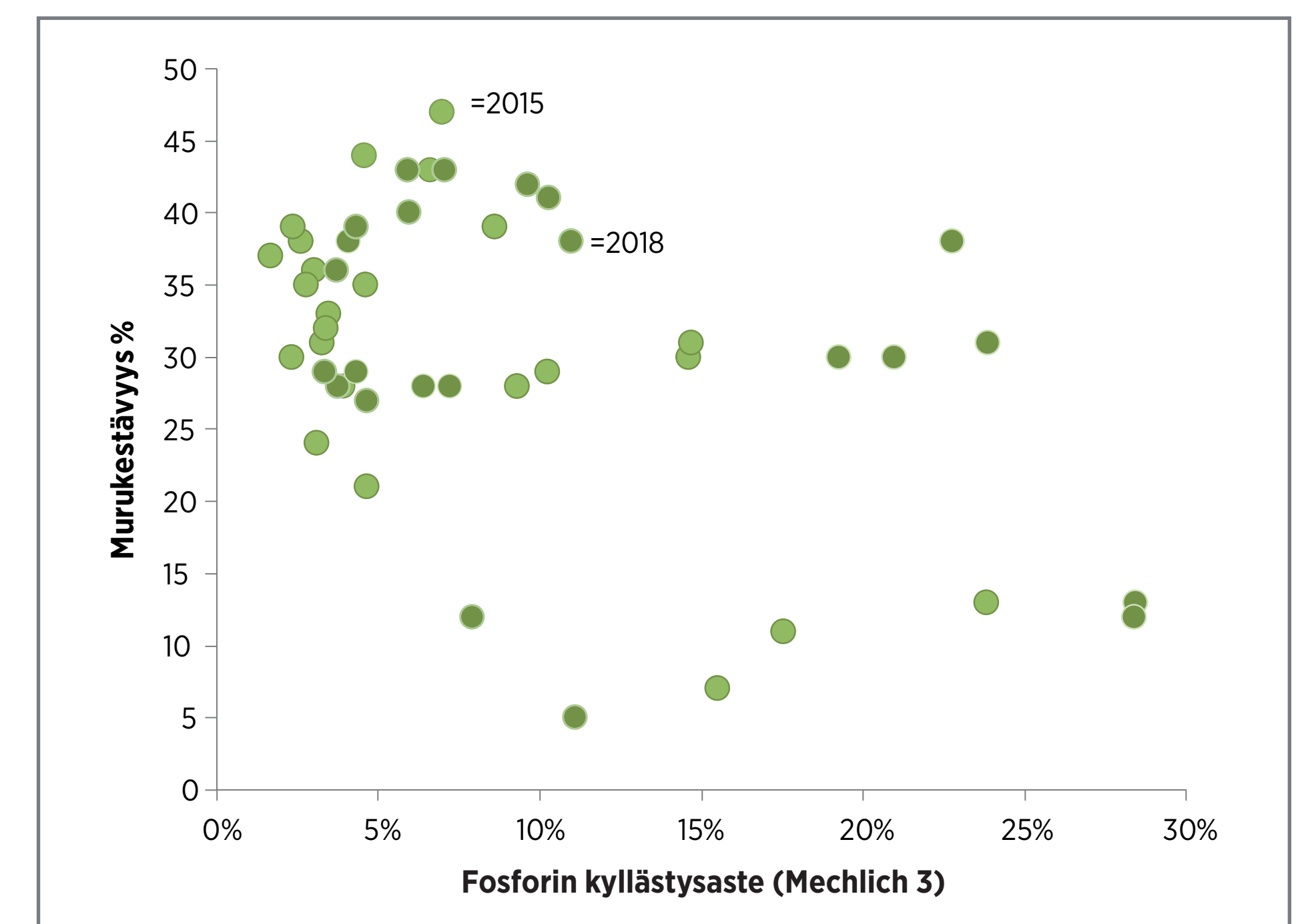
Eri fosforimittausmenetelmien välillä oli voimakasta korrelaatiota (Taulukko 1). Suomalaisen viljavuusanalyysin ammoniumasettiutun korreloi hyvin orgaanisen fosforin ja H3A-uutetun fosforin kanssa.



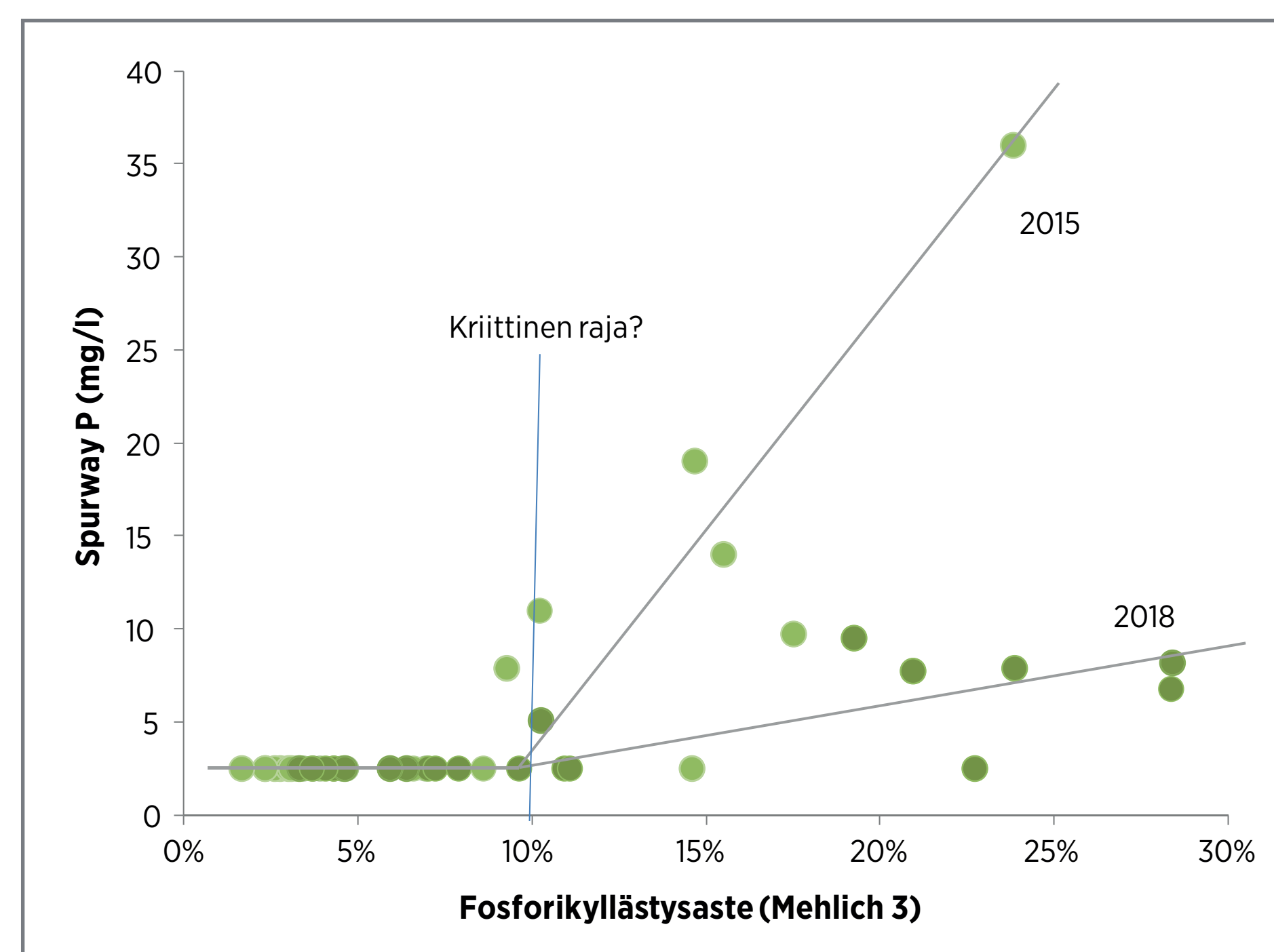
Kuva 1. Fosforin kyllästysaste ja murukestävyys vaihtelivat lohkoittain. Pieni osajoukko oli korkean fosforipäästön riskijoukkoa, sillä oli korkea fosforikyllästys ja alhainen murukestävyys.

Toisaalta Mehlich-3 fosfori vastasi varastofosforin määriä. Eri uutomenetelmien käytettävyyttä ja vaikutusta fosforikyllästysasteeseen ja fosforin saatavuuteen pitäisi tutkia lisää.

Fosforin pitoisuuksien lisäksi kasvien ravinteiden oton kannalta merkittävää on maaperän juuristotilavuus. Lohkojen rakenteen kehittäminen onnistui hyvin (Kuva 5).



Kuva 2. Murukestävyys aleni ja fosforin kyllästysaste kasvoi koelohkoilla vuosien 2015 ja 2018 välillä.



Kuva 3. Kun fosforikyllästysaste nousi yli 10 %:iin, maanäytteissä oli mitattavia määriä helppoliukoista Spurway-fosforia (heikko etikahappouutto).

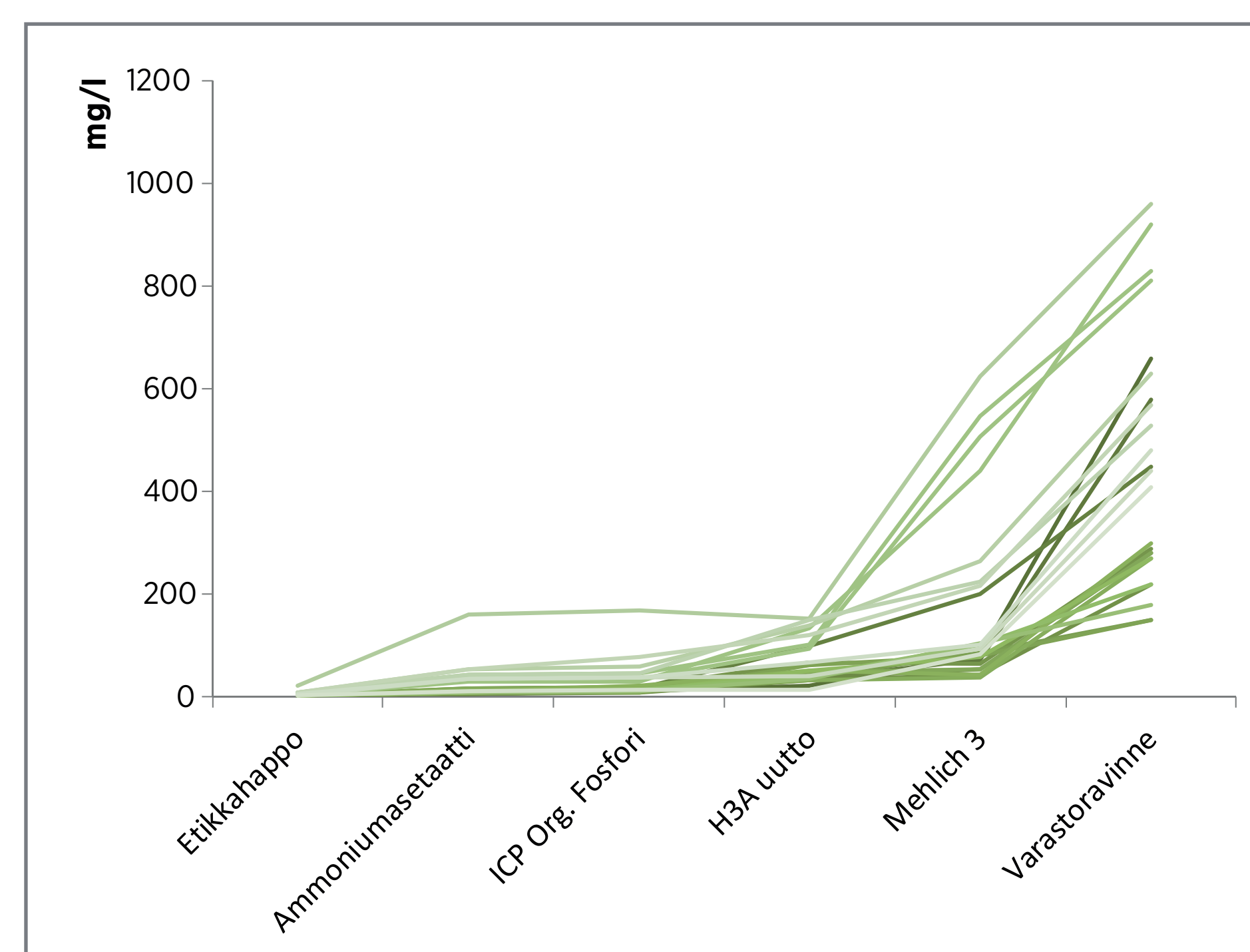
Maan rakennetta voi kehittää nopeasti, murukestävyuden ja fosforikyllästysasteen hallinta on vaikeampaa.



Kuva 5. Maan rakenne kehittyi koelohkoilla suotuisasti.

Taulukko 1. Eri fosforin analysimenetelmien välinen korrelaatio (selitysaste R²).

	Spurway	AA	ICP	H3A	M3	HCl	P-sat
Spurway	1,00						
AA	0,68	1,00					
ICP	0,67	0,99	1,00				
H3A	0,45	0,74	0,74	1,00			
M3	0,58	0,73	0,70	0,75	1,00		
HCl	0,53	0,61	0,59	0,59	0,81	1,00	
P-sat	0,47	0,88	0,86	0,83	0,83	0,56	1,00



Kuva 4. Eri uutomenetelmät uutivat eri määriä fosforia lohkoilta. Mitä voimakkaampi uuttoneste, sitä enemmän fosforia saatiin uutettua. Tulokset vuoden 2018 tuloksia.

[1] Mattila T.J. ja Rajala, J., 2017. Mistä ja miten tunnistaa maan hyvän kasvukunnon? Havaintoja kahdeksalta tilalta Varsinais-Suomesta, Satakunnasta ja Etelä-Pohjanmaalta. Helsingin yliopisto, Ruralia-instituutti, Raportteja 171. 36 s.

[2] Mattila, T.J., Manka, V., Rajala, J., Ajosenpää H., Luokkakallio J. ja Tuononen M., 2018. Kuinka maan kasvukuntoa kehitetään? Havaintoja kahdeksalta tilalta Varsinais-Suomesta, Satakunnasta ja Etelä-Pohjanmaalta. Helsingin yliopisto, Ruralia-instituutti, Raportteja 189.

[3] Nair, V., 2014. Soil phosphorus saturation ratio for risk assessment in land use systems. Front. Environ. Sci. 2 (6):1-4.