

SAVE2-kipsihankkeen jatkoseurannan tulosten julkistus 19.10.2022

- **Ympäristöministeriön tervehdys** – yksikön päällikkö, ympäristöneuvos Saara Bäck, ympäristöministeriö
- **Kipsi maatalouden vesiensuojelumenetelmänä: viiden vuoden seurannan tulokset Savijoelta** – akvaattisten tieteiden dosentti, johtava tutkija Petri Ekholm, Suomen ympäristökeskus
- **Kipsin vaikutus maahan ja viljelykasvien koostumukseen** – maaperä- ja ympäristötieteen emeritusprofessori, Markku Yli-Halla, Helsingin yliopisto
- **Kipsin ja rakennekalkin kustannusvaikuttavuus ja nettohyödyt vesiensuojelussa** – tutkijatohtori Sanna Lötjönen, Helsingin yliopisto
- **Loppukeskustelu** (lisäksi puheenvuorojen välissä mahdollisuus lyhyisiin kysymyksiin)



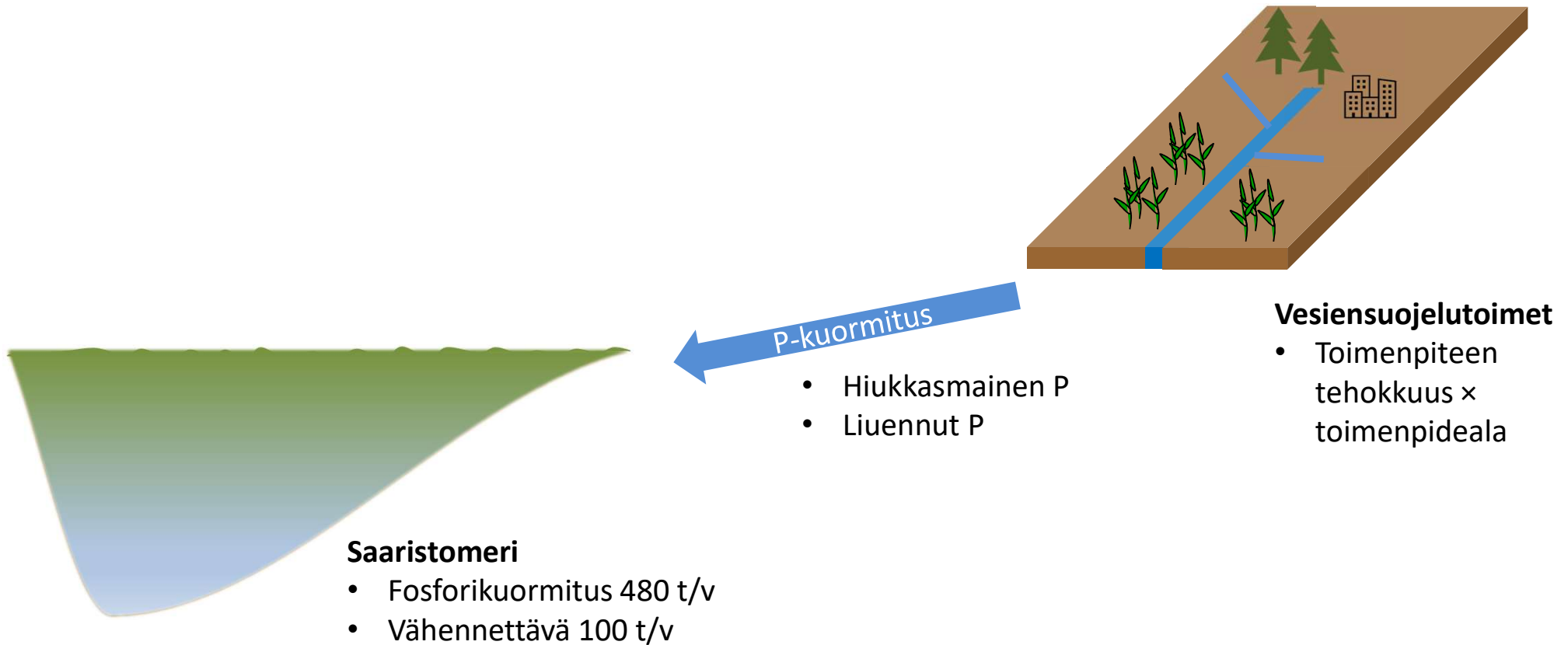
Kipsi maatalouden vesiensuojelumenetelmänä: viiden vuoden seurannan tulokset Savijoelta

Petri Ekholm
Suomen ympäristökeskus

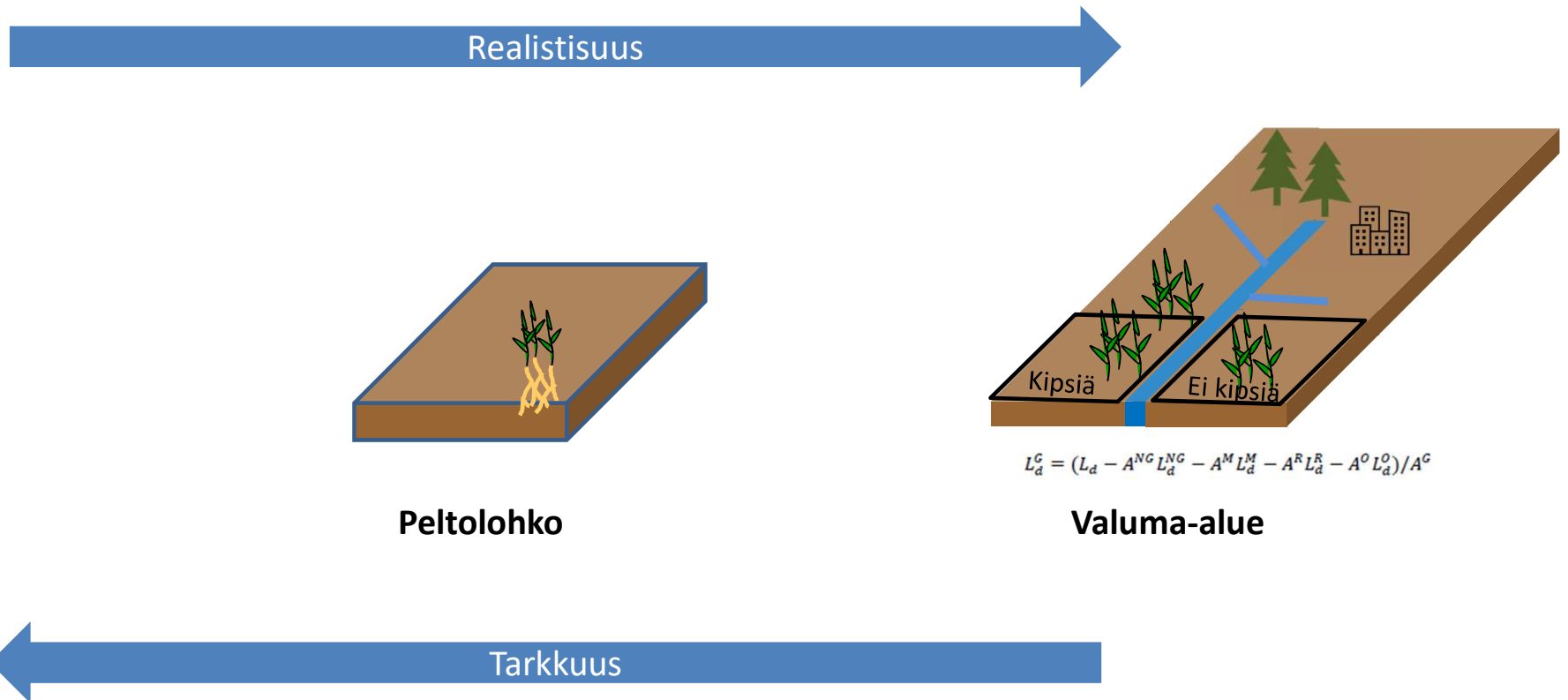
SAVE2-hanke loppuseminaari
19.10.2022



Maatalouden ravinnekuormituksen vähentäminen



Vesiensuojelutoimien tutkiminen eri skaaloissa



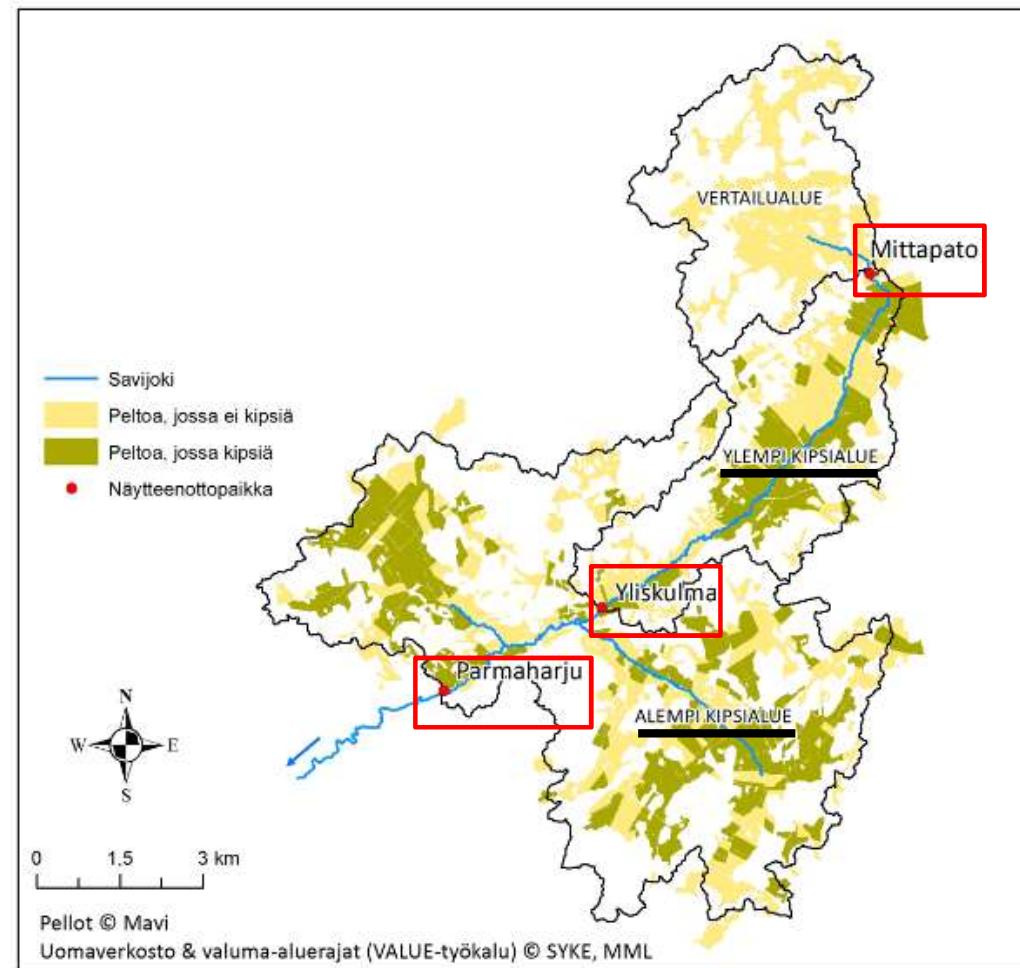
Peltojen kipsikäsittely ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

Taustaa

- Vesiensuojelumenetelmä
 - Voi tuottaa agronomisia hyötyjä
- Tutkittu laboratorio-, peltolohko- ja valuma-alueetasolla mm. Suomessa ja USA:ssa
- Vähentää fosforin ja liuenneen orgaanisen hiilen huuhtoutumista
- Välitön vaikutus → antaa aikaa hitaammin vaikuttaville toimille
- Laaja potentiaalinen toimenpideala
- Suomessa käytetty lähinnä Yaran Siilinjärven sivutuotekipsiä (4 t/ha)
- 2006–2020: laboratoriosta vesiensuojelumenetelmäksi

Savijoki, Aurajoen sivu-uoma

Lieto, Paimio



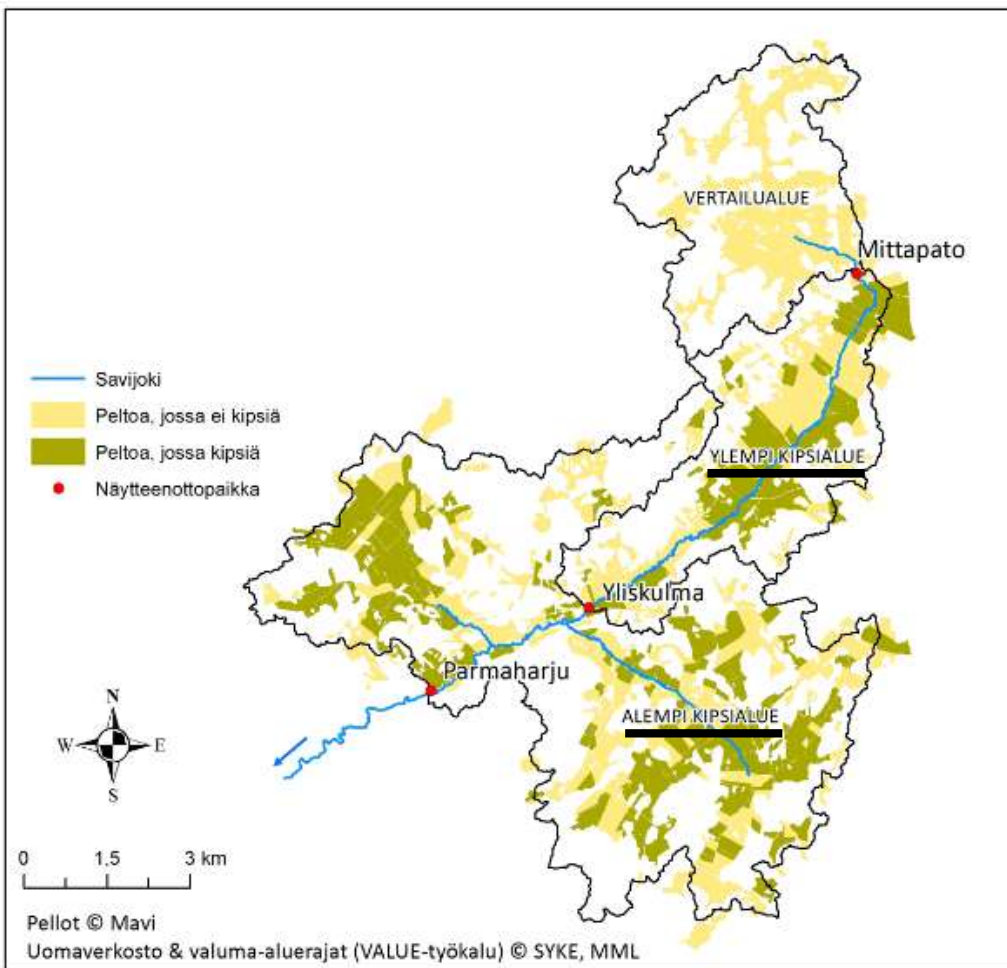
Savivalentainen viljanviljelyalue

- Peltoa 43 %, metsää 51 %, ei pistekuormitusta
- Pelloilla korkea fosforin lähtökuormitus: 170–220 kg km⁻² y⁻¹
- Suomessa keskimäärin: 110 kg km⁻² y⁻¹

Kipsinlevitys syksyllä 2016

- 1494 ha
- 43 % pelloista
- Vedenlaatua, peltomaata ja kasveja seurattu ennen ja jälkeen kipsin levityksen
- Jatkuvatoimiset anturit ja tiheä vesinäytteenotto

Arvio huuhtoumien vähentymistä kipsillä käsitellyt vs. käsittelemättömät pellot 4,7 vuoden keskiarvo (syksy 2016 – kevät 2021)



Ylempi kipsialue (käsitelty kipsillä 4,1 km²)

- Hiukkasmainen fosfori 72 %
- Liuennut fosfori **24 %**
- Kokonaisfosfori **67 %**
- Liuennut orgaaninen hiili **88 %**

Ylempi + alempi →

Koko kipsialue (käsitelty 14,9 km²)

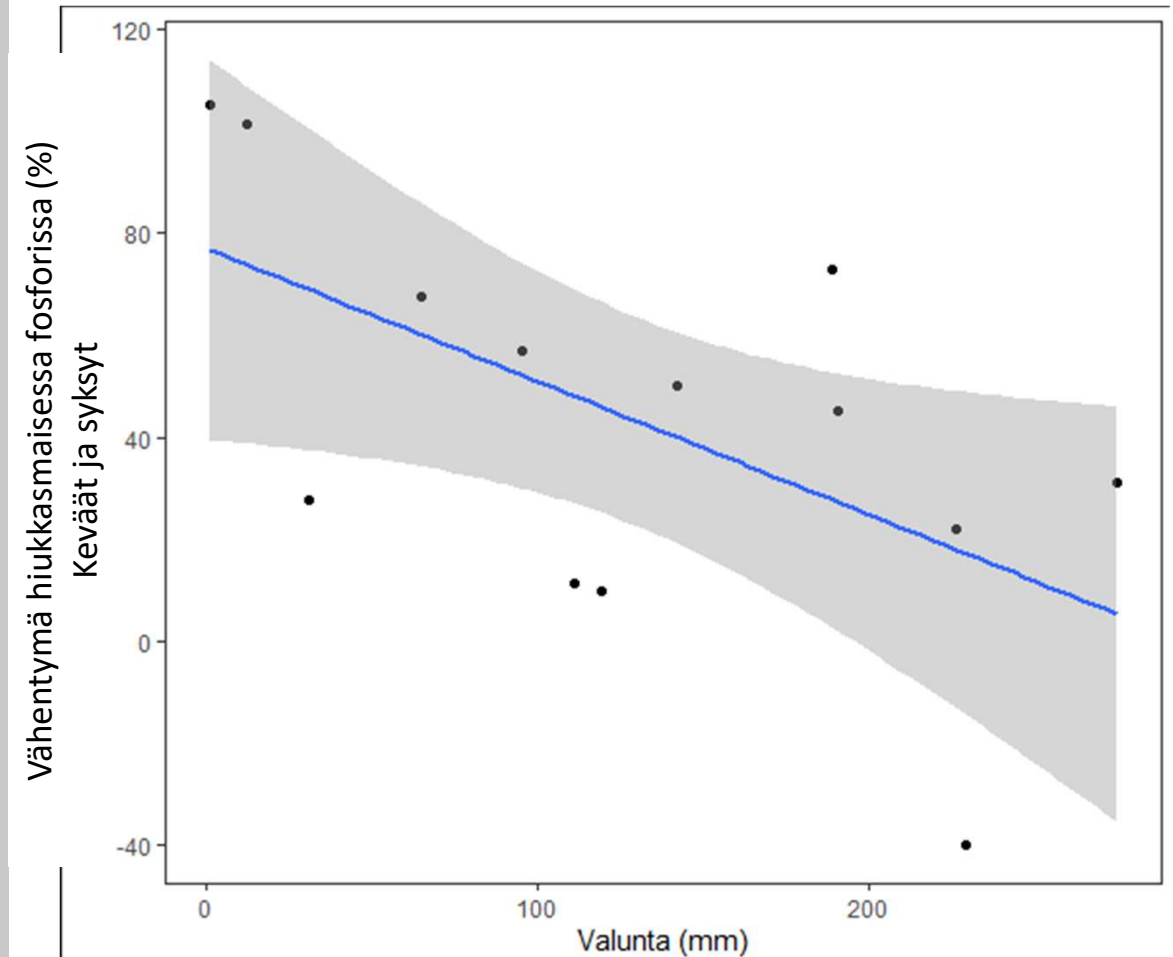
- Hiukkasmainen fosfori 34 %
- Liuennut fosfori **-3 %**
- Kokonaisfosfori **30 %**
- Liuennut orgaaninen hiili **64 %**

Alempi kipsialue (käsitelty 10,8 km²)

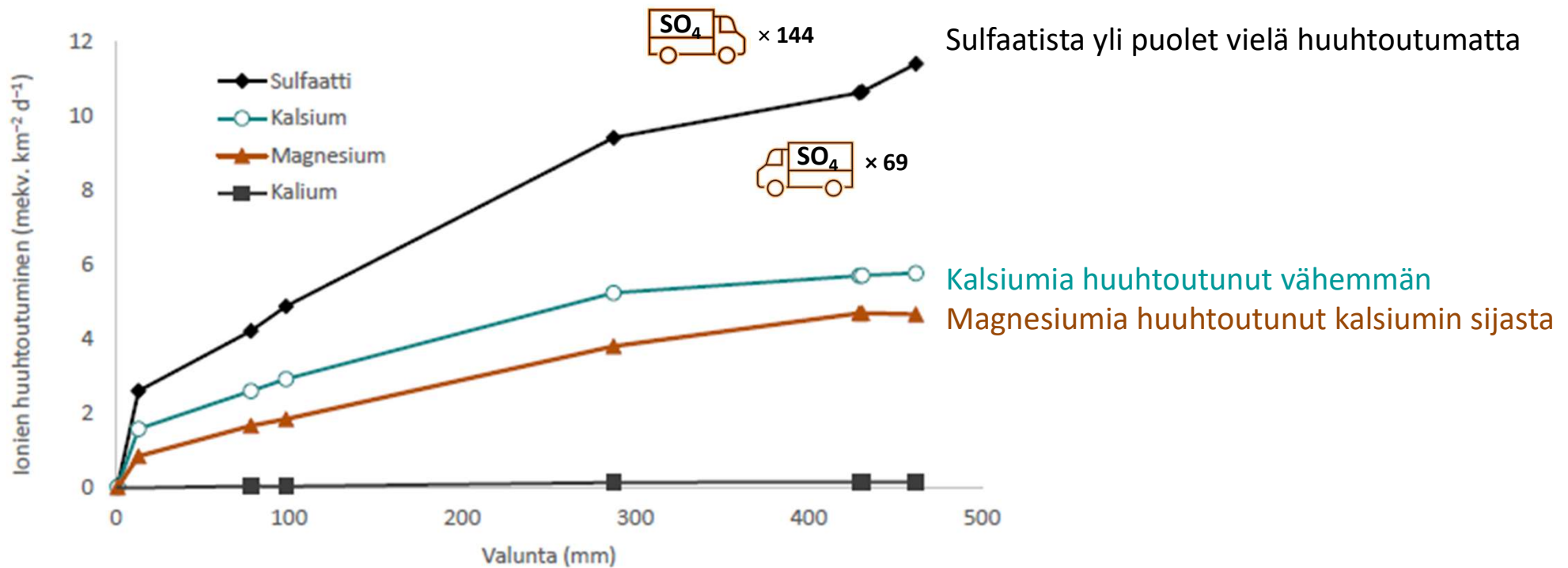
- Hiukkasmainen fosfori 19 %
- Liuennut fosfori **-13 %**
- Kokonaisfosfori **16 %**
- Liuennut orgaaninen hiili **54 %**

Mahdollisia syitä eroon kipsin tehossa

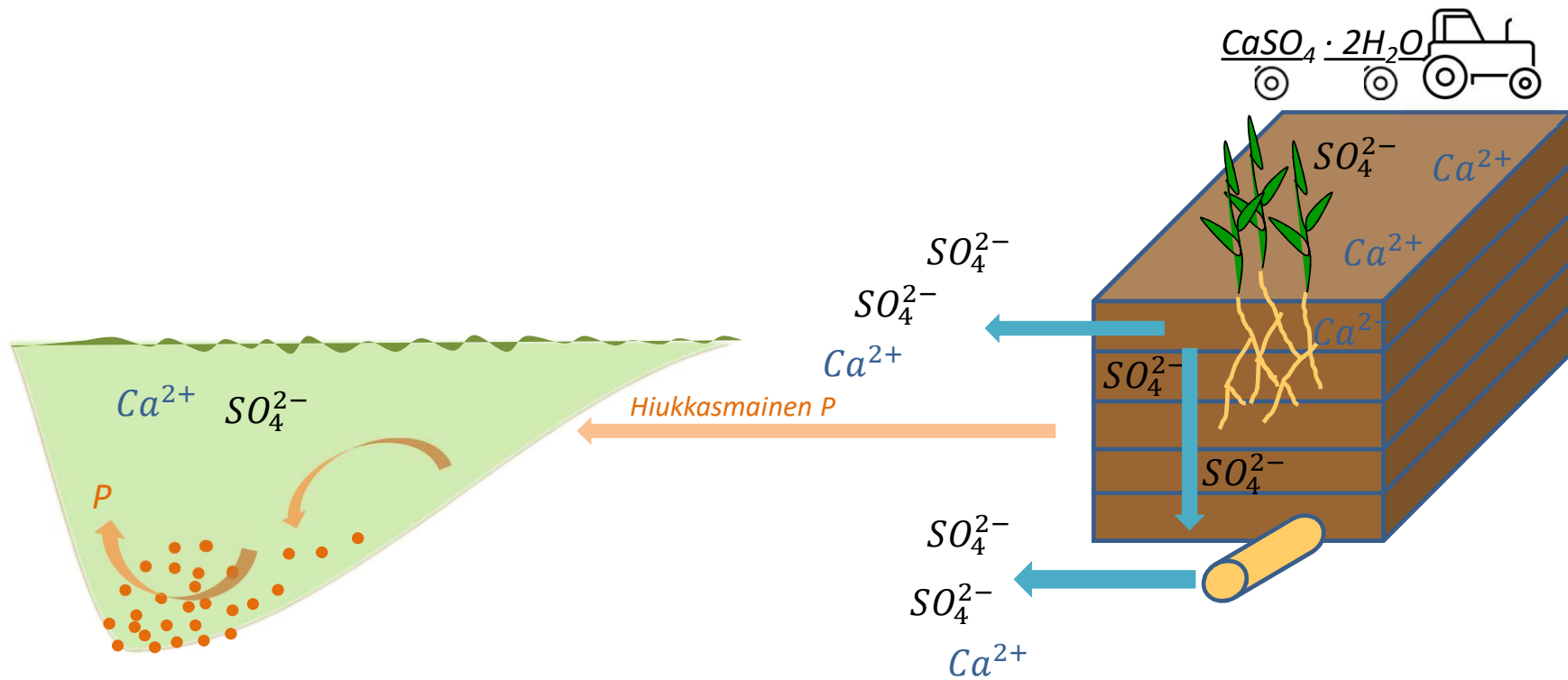
- Kipsillä käsiteltyjen peltöjen keskikaltevuus
 - Ylempi alue 2,3 %
 - Alempi alue 1,3 %
- Kipsillä käsiteltyjä peltoja savimailla
 - Ylempi alue 85 %
 - Alempi alue 75 %
- Kevät 2020
 - Alemmalla alueella kipsikäsitellyiltä pelloilta huuhtoutui enemmän hiukkasmaista fosforia kuin käsittelemättömiltä



Kipsin huuhtoutuminen Savijokeen



Hypoteesi kipsin vaikutusmekanismista



Kipsin potentiaali

EI KIPSIÄ

- Järvien valuma-alueet (voi käyttää esim. rakennekalkkia ja maanparannuskuituja)
- Luomupelloille vain louhittua kipsiä
- Jos magnesiumia maassa vähän
- Pohjavesialueet
- Pelloilla sijaitsevat Natura-alueet
- Talvella

KIPSIÄ

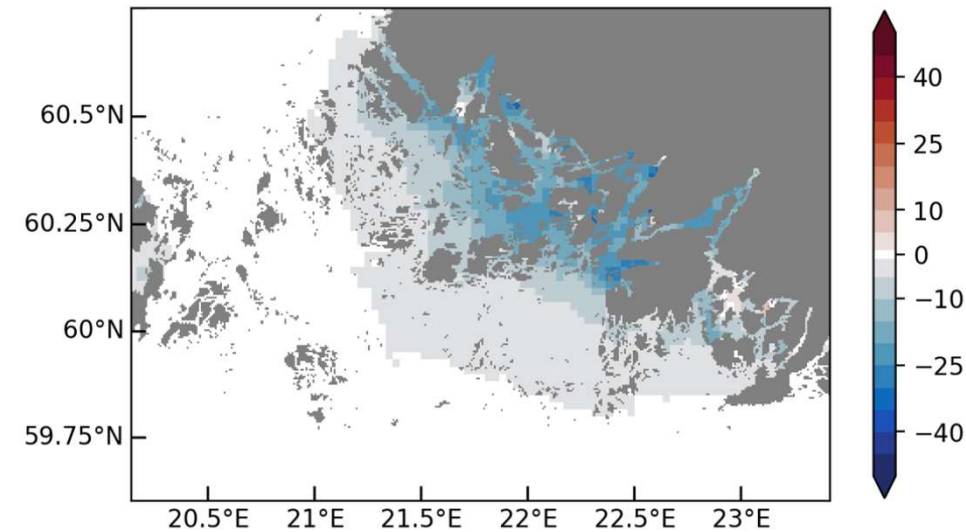
- Eroosioherkät peltolohkot
- Lohkot, joiden fosforitila korkea
- Kohdennettava, mutta ei liian valikoiden
- Saaristomeren peltopinta-alasta (2738 km²) 82 % kipsikelpoisia (maksimi)
- Savijoen 1494 ha kipsikäsitteily vähensi kuormitusta 1,3 t/v → 42 % peltopinta-alasta käsiteltävä kipsillä, jotta fosforia pois 100 t/v
- Muut Itämeren maat?

Saaristomeren tila

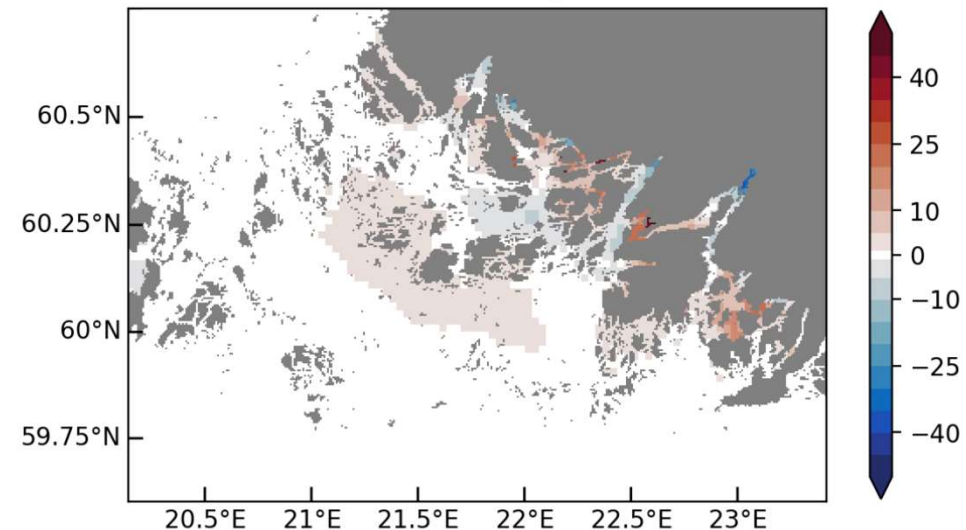
FICOS-mallinnus

- Saaristomeri yhteydessä Itämeren ranninnerikkaaseen pääaltaaseen
 - nopeaa parannusta tilassa ei odotettavissa
- Kipsikäsittely vähentää sisäsaariston levymääriä, jos käsittelyala riittävän laaja
 - Oletus: 50 % vähennys hiukkasmaisessa ja 25 % liuenneessa fosforissa
- Mahdolliset suotuisat vaikutukset kauempana rannikosta toteutuvat vasta pidemmällä aikaskaalalla, sillä siellä ratkaisevassa roolissa ovat avomeren ja sedimenttien ravinnevarastot
- Paras vaikutus, jos fosforin lisäksi vähennetään myös typen kuormitusta
- Saaristomerimallia kehitetään parhaillaan MAAMERI-hankkeessa

A-klorofyllin muutos (%)
keskiarvo huhti-toukokuu, 2022-2029



A-klorofyllin muutos (%)
keskiarvo kesä-elokuu, 2022-2029



Mitä ei tiedetä

- Kipsin vaikutus eri maalajeilla ja muokkausmenetelmillä
 - Karkeat kivennäismaat ja happamat sulfaattimaat
 - Suorakylvössä vaara kipsin nopeampaan huuhtoutumiseen?
- Useamman kipsikäsittelyn vaikutukset
- Kipsin vaikutusmekanismi

Yhteenveto

- Kipsi vähensi fosforin ja orgaanisen hiilen kuormitusta Savijoella
 - Liuennut fosfori?
- Vaikutus yli 5 vuotta, mutta hiipuva
 - Kevät 2022 (6 vuotta kipsin jälkeen)
 - Kipsialueella huuhtoutuu yhä enemmän sulfaattia ja vähemmän hiukkasmaista fosforia suhteessa vertailualueeseen/ennen kipsiä tilanteeseen
- Kipsistä kertyy uutta tietoa
 - KIPSI-hanke seuraa Savijokea 2023, Paimionjoen sivujokia (Tarvasjoki ja Vähäjoki) sekä aloittaa seurannan karkeilla kivennäismailla ja happamilla sulfaattimailla olevilla valuma-alueilla
- Toimenpidealan tulee olla riittävän laaja, jotta kuormitus vähenee toivotusti
- Suositus valuma-alueetutkimuksille: pitkä ennen toimenpidettä -jakso

Kiitokset

Rahoittajat

- Pilotti: YM, EU Interreg Central Baltic, John Nurmisen säätiö, Suomen ympäristökeskus, Helsingin yliopisto
- Lisätutkimukset: Suomen kulttuurirahasto (Samassa Vedessä -hanke), Maa- ja vesitekniikan tuki ry (Gypsy-hanke)

Ohjausryhmä

- YM: Laura Saijonmaa (pj.), Petri Liljaniemi, Tarja Haaranen, Arja Nykänen, Johanna Helkimo, MMM: Sini Wallenius, Riikka Knaapi, MTK: Airi Kulmala, TY: Jari Hänninen, VAR-ELY: Pekka Salminen, Mikko Jaakkola

Savijoen viljelijät

ProAgria

Analyysit ja kartoitukset

- Luode Consulting, Ramboll/Eurofins, Metropolilab, Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys, Varsinais-Suomen ELY-keskus, Luke, SYKE, Nixplore

Kokeellinen toiminta

- Luonnonvarakeskus, SYKE, Jyväskylän yliopisto

Kipsikäsittelyn vaikutus maahan ja kasvustoon

Kuvat: Elisa Punttila, Riikka Mäkilä



Markku Yli-Halla
Helsingin yliopisto



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI



SAVE



S Y K E
Suomen ympäristökeskus

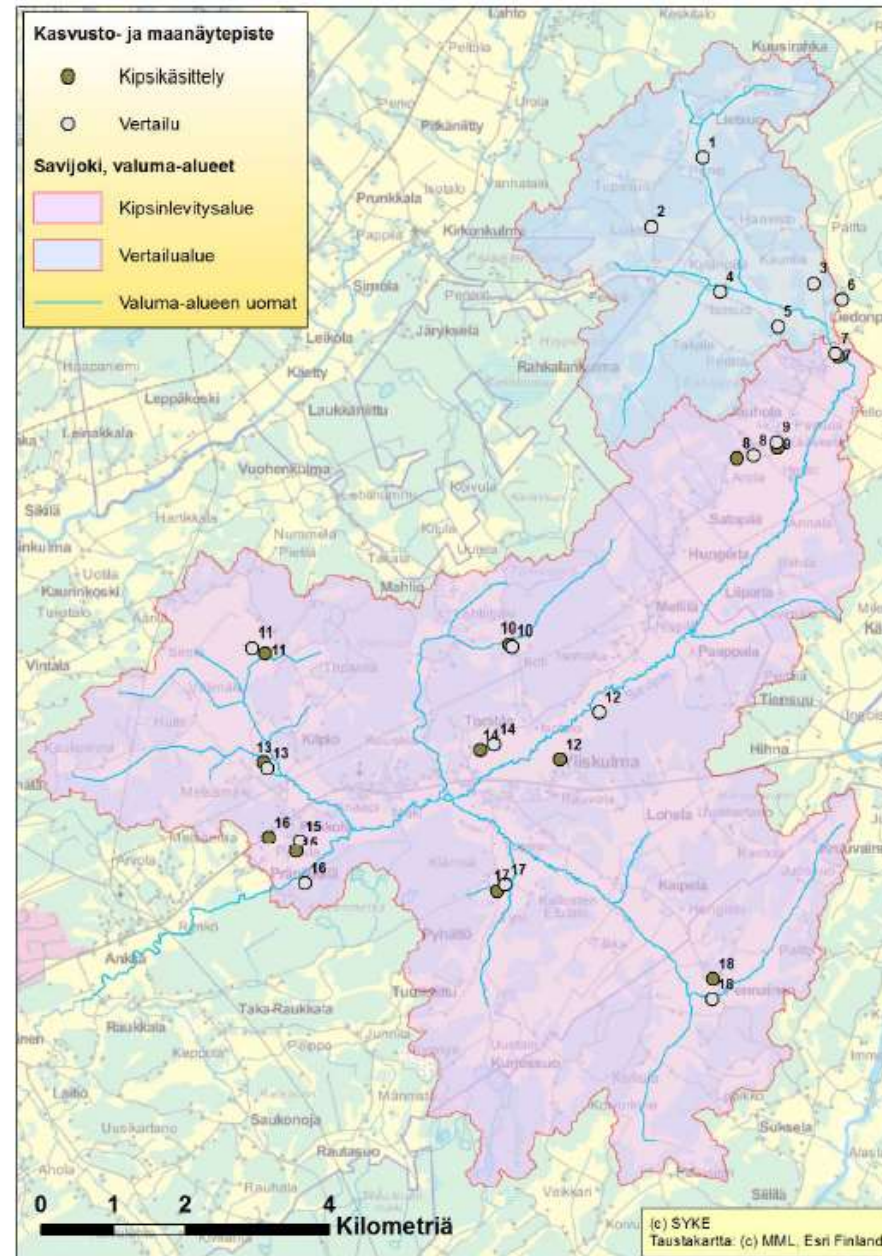
Maa- ja kasvustonäytteet

Maanäytteet ($n = 28$)

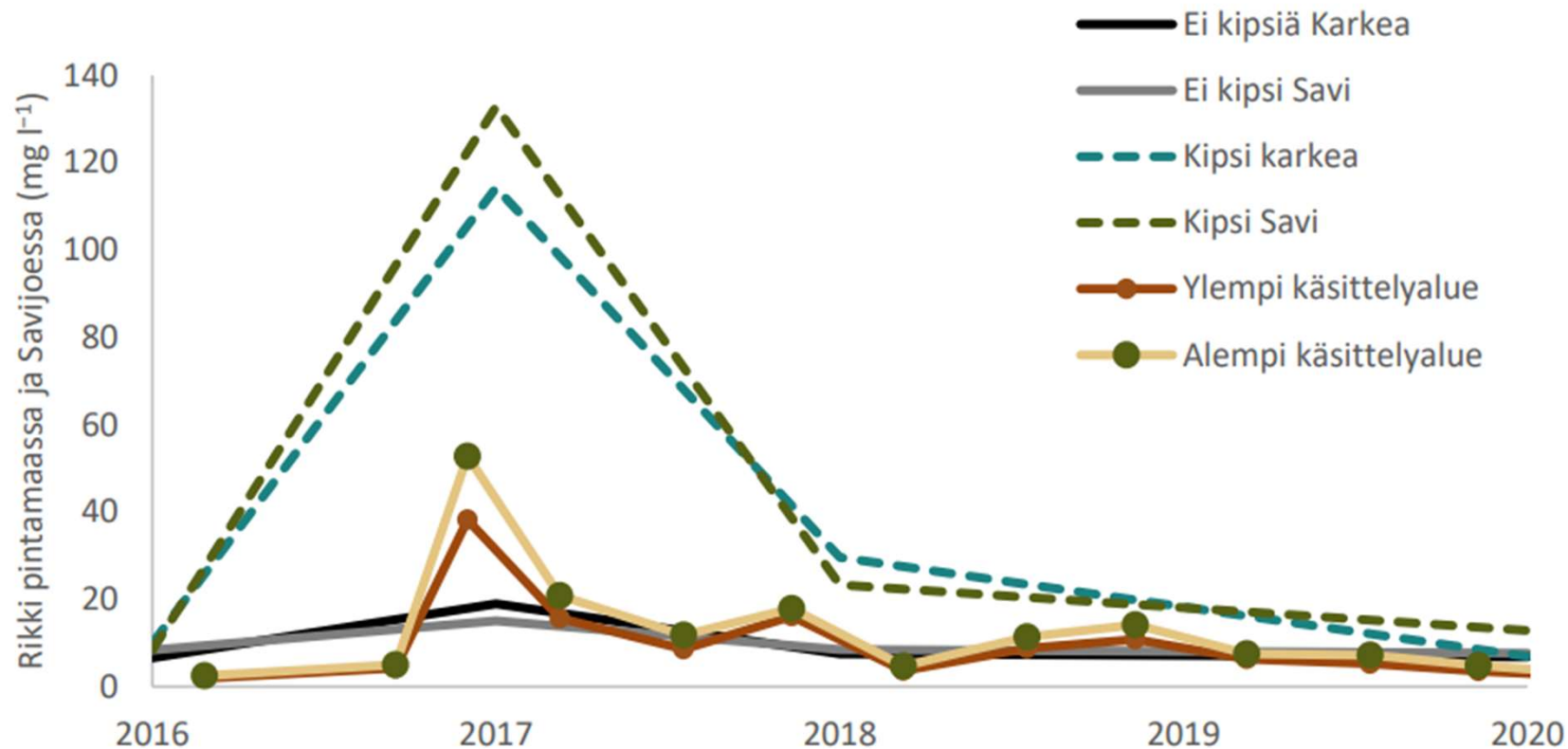
- Ennen kipsiä (11.–12.8.2016)
- 1. kevät kipsin jälkeen (2.–3.5.2017)
- 2. kevät kipsin jälkeen (2.–3.5.2018)
- 4. kevät kipsin jälkeen (huhti 2020)
- Pintamaa (0–20 cm)
 - Vertailualue 6 lohkoa
 - Kipsialue
 - Käsittelemättömiä 11 lohkoa
 - Kipsikäsiteltyjä 11 lohkoa
- ”Pohjamaa” (20–40 cm, 40–60 cm)
 - 3 lohkoa
- Viljavuusanalyysi

Kasvustonäytteet

- Kesä-heinäkuussa
- Pääasiassa kevätiljan kasvustoa
- Kemiallinen kasvianalyysi



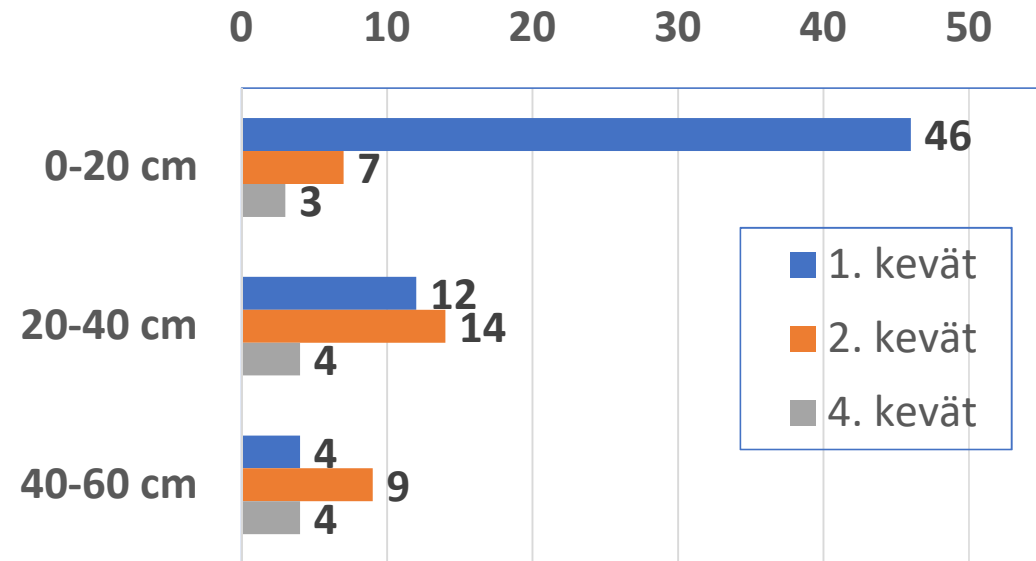
Kipsin vaikutus maan ja veden rikkipitoisuuteen



Lisätty rikkimäärä on suuri verrattuna maan alkuperäisen helppoliukoisen rikin pitoisuuteen.

- Kipsin liukoisuus noin 3 g/l
- Se on 250 x kalkin liukoisuus
- Johtoluku nousee
- Sulfaatti ei juurikaan sitoudu maahiukkasiin
- Kipsin sulfaatti on liikkunut maassa alaspäin.
- Neljässä vuodessa kipsi on huuhtoutunut ulos seurantakerroksesta.
- Johtoluku palautui alkuperäiselle tasolle.

Osuus lisätystä sulfaatista (%)

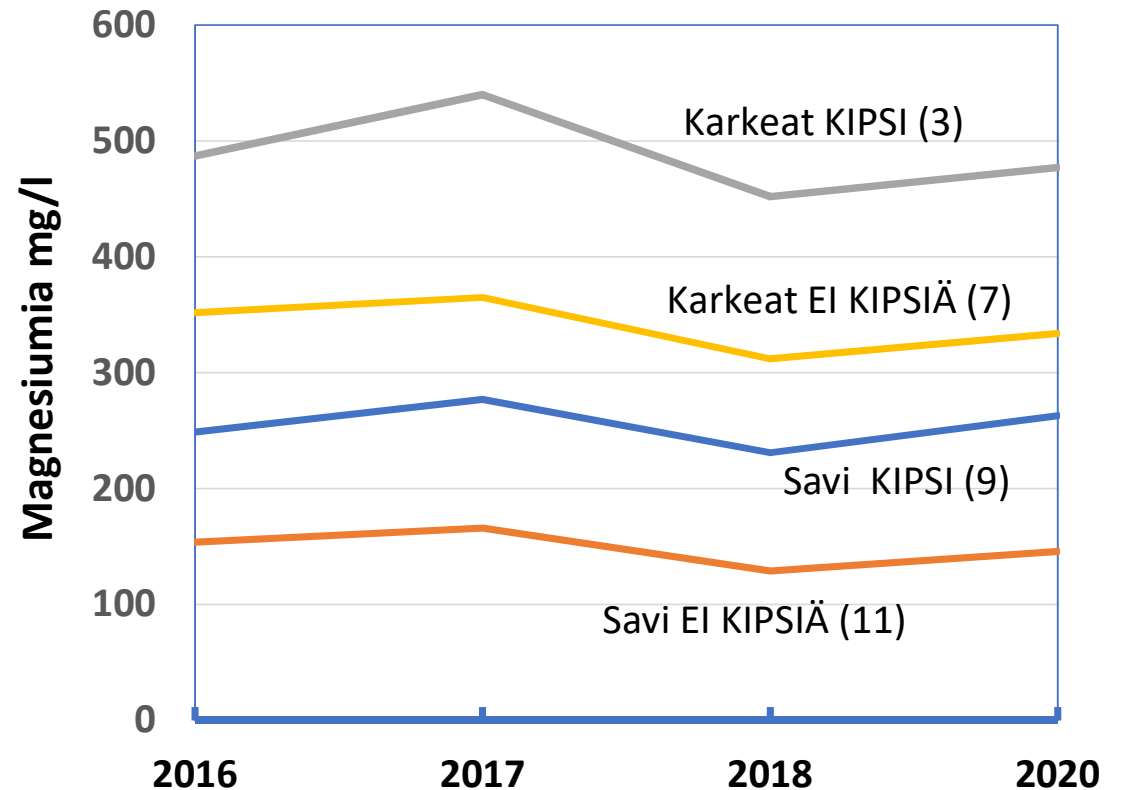


Hiue/hiuesavimaa

Muita havaintoja maasta

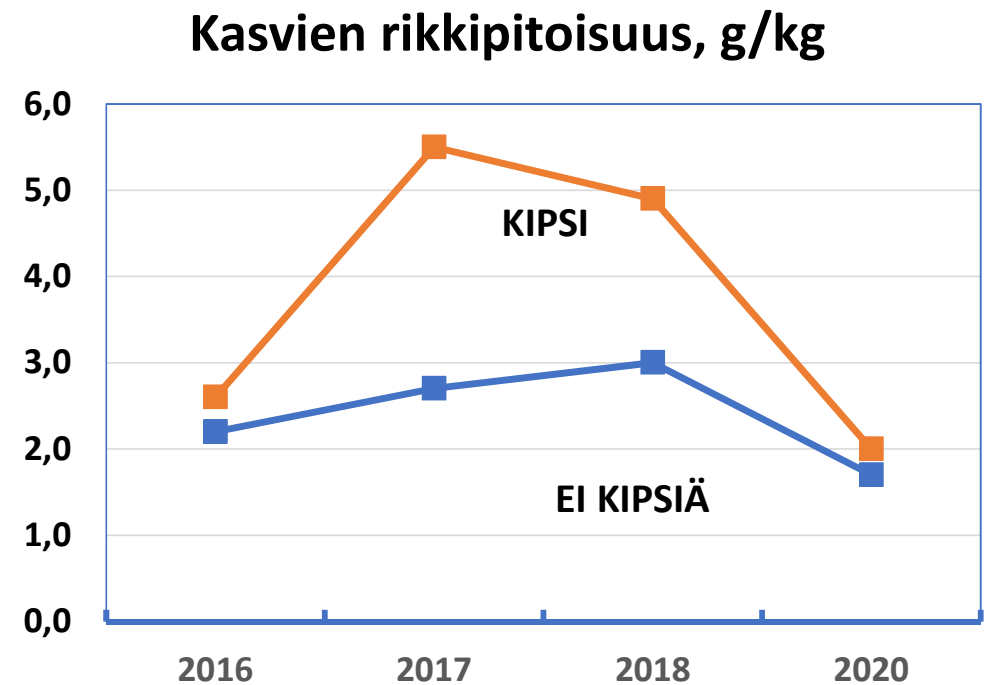
- Kipsikäsittely ei nosta maan pH-arvoa
- Maassa on runsaasti kalsiumia. Kipsilisäys tuo maahan suhteellisen vähän kalsiumia.
- Maan magnesiumpitoisuus ei muuttunut
- Kipsikäsittelyllä ei vaikutusta viljavuusanalyysin fosfori- tai kaliumlukuihin

Muokkauskerroksen magnesiumpitoisuus



Kipsilisäyksen vaikutus viljelykasvien koostumukseen

- Pääasiassa viljan kasvustonäytteitä kesä-heinäkuun vaihteessa
- Ainoa poikkeama tavanomaisesta oli kasvien kohonnut rikkipitoisuus v. 2017 ja 2018.
- Myös rikki on kasvinravinne
- Korkeimmat pitoisuudet ovat samaa tasoa kuin rypsin naattien rikkipitoisuus (3,5 – 7 g/kg)
- Ei vaikutusta muiden ravinteiden saantiin, erikseen mainittakoon fosfori ja kalium.



Tulosten pääsanoma

- **Kipsi ei nosta eikä laske maan pH-arvoa**
- **Kipsin liukeneminen kohottaa aluksi maan huokosveden suolapitoisuutta eli johtolukua**
- **Liukeneva sulfaatti huuhtoutuu muokkauskerroksesta parissa vuodessa**
- **Kasvinäytteiden perusteella peltojen kipsikäsittelyllä ei ollut haitallisia vaikutuksia kasvinravitsemukseen**
- **Kipsin vaikutus maan kemiallisiin ominaisuuksiin näyttää loppuvan nopeammin kuin kipsin vaikutus fosforikuormitukseen**
- **Maan mururakenteen mahdollisia muutoksia kipsipelloilla on syytä tutkia**



Kipsi ja rakennekalkki vesiensuojelutoimina: fosforikuormitus ja kasvihuonekaasupäästöt

Sanna Lötjönen
Helsingin yliopisto



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI



S Y K E

Suomen ympäristökeskus



NutriTrade
Nutrient Offsetting for the Baltic Sea



EUROOPAN UNIONI
Euroopan
aluekehitysrahasto



Interreg
Central Baltic

Mitä tutkittiin

Kipsin ja rakennekalkin toimivuutta arvioitiin

- Vaikutus fosforihuuhtoumaan
- Vaikutus KHK-päästöihin

Rakennekalkista kaksi laatua

- Sivuvirtapohjainen ja kierrätysmateriaalista valmistettu

Fosforihuuhtouma

- Kipsi: kotimainen tutkimus
- Rakennekalkki: ruotsalainen tutkimus ja uusin suomalainen

Kasvihuonekaasupäästöt

- Pääosin omaa LCA-laskentaa




Vaikutus fosforihuuhtoumaan

Laskennan oletukset

- Saaristomeren alueen peltojen keskimääräinen viljavuusfosfori 15.9 ml/l
- Fosforihuuhtoumafunktiot (liuennut ja hiukkasmainen fosfori)
- Annokset: kipsi 4 t/ha, rakennekalkki 1,2 t/ha reaktiivista kalkkia
- Vaikutuksen kesto; 5 vuotta kummallakin
- Kipsi: 25% liuennut P ja 50% hiukkasmainen P; rakennekalkki 0% liuennut ja 40% hiukkasmainen

	Ei käsittelyä	kipsikäsittely	rakennekalkki
Liuennut fosfori	0.50	0.37	0.50
Hiukkasmainen fosfori	1.31	0.66	0.79
Kokonaisfosfori	1.81	1.03	1.28

- Huuhtouma/ha on suhteellisen suuri, sillä laskenta perustuu keskiarvoon eikä ota huomioon ravinteiden pidättymistä jokiin
 - Suurin ero vaikutuksessa liukoisen fosforin huuhtoumaan; liukoinen fosfori suoraan käyttökelpoinen levien kasvuun
- 

Vaikutus KHK-päästöihin

Laskennan oletukset

- Kipsi ja sivuvirtapohjainen rakennekalkki: omat laskelmat (eivät välttämättä vastaa valmistajien laskelmia)
- Kierrätysmateriaalirakennekalkin päästöt valmistajan ilmoitus – materiaalille ei allokoitu päästöjä
- Rakennekalkille huolellinen kaksinkertainen muokkaus

	Kipsi, teollinen sivutuote		Sivuvirtapohjainen rakennekalkki		Rakennekalkki kierrätysmateriaaleista	
	päästöt, kgCO ₂ e/ha	kustannus, €/ha	päästöt, kgCO ₂ e/ha	Kustannus €/ha	päästöt, kgCO ₂ e/ha	Kustannus, €/ha
Valmistus	42.8	72.6	1996	132.0	13.1	83.7
Kuljetus	54.2	129	9.79	23.2	7.05	16.7
Levitys	19.6	26.0	19.6	26.0	19.6	26.0
Muokkaus	0	0.00	39.2	70.6	39.2	70.6
Yhteensä	116.7	227	2065	252	79.0	197

Kipsin päästöjä kasvattaa kuljetus, sivuvirtapohjaisen rakennekalkin valmistus

Kustannusvaikuttavuus

Kustannusvaikuttavuus kertoo kuinka monta euroa yhden huuhtoumayksikön vähentäminen maksaa

- Auttaa vertaamaan toisiinsa erilaisten vesiensuojelutoimien vaikuttavuutta


Laajennettu kustannusvaikuttavuusanalyysi ottaa huomioon KHK-päästöt, kun niiden määrä kerrotaan ilmastohaitan arvolla (35€/t)

	P-huuhtouman vähennys kg/ha/y	Kustannusvaikuttavuus €/kg P	
		I	I + KHK
Kipsi	0.78	58.2	59.3
Sivuvirtapohjainen rakennekalkki	0.53	95.9	145.3
Rakennekalkki kierrätysmateriaaleista	0.53	75.1	89,9

Kipsi osoittautuu kummassakin tapauksessa kustannusvaikuttavimmaksi toimenpiteeksi

Yhteiskunnalliset nettohyödyt

	Yksityinen voitto (nykyarvo)	Yhteiskunnalliset nettohyödyt (nykyarvo)		
		P	KHK	P + KHK
Nykytilanne	1518	966	950	397
Kipsi	1291	977	718	404
Sivuvirtapohjainen rakennekalkki	1267	874	568	176
Rakennekalkki kierrätysmateriaaleista	1321	929	714	321

- Jos vain fosforihuuhtouma otetaan huomioon, ainoastaan peltojen kipsikäsittely kasvattaa yhteiskunnan nettohyötyä
 - KHK-päästöistä koituva haitta laskee merkittävästi nettohyötyä kaikissa tapauksissa (haitan arvo 35€/t CO₂-ekv)
 - KHK-päästöjen huomioiminen säilyttää kipsin yhteiskunnallisesti kannattavana
- 

Herkkyyshanalyysi

- Maanparannusaineiden suurempi huuhtouman vähennysteho, peltojen suurempi huuhtouma-alttius sekä korkeampi rehevöitymishaitta lisäävät kipsin ja rakennekalkin käytön kannattavuutta
- Ja päinvastoin: jos huuhtouma on vähäistä tai maanparannusaineiden teho alhainen, niitä ei kannata ottaa käyttöön
- Korkeampi ilmastohaitta vähentää kaikkien kannattavuutta, mutta eniten rakennekalkkilaatujen



Vaikutus maan tasolla

- Syken mukaan Suomessa on runsas 1 Mha, johon kipsiä voidaan levittää, Savijoen osallistumisprosentilla (51.2%), levitettävää alaa on 0.54 Mha
- Tarkastelu koskee vain sivuvirtapohjaista rakennekalkkia, koska kierrätysmateriaalista valmistetun rakennekalkin saatavuus on hyvin rajallinen

Levitys ja P-huuhtouman vähenemä	Kipsi	Sivuvirtapohjain rakennekalkki
Levitetty määrä, milj. tonnia	2,2	2,7
Liuenut fosfori, tonnia/vuosi	67	0
Hiukkamainen fosfori, tonnia/vuosi	354	284
Kokonaisfosfori, tonnia/vuosi	421	284
KHK-päästöt, Mt CO ₂ e (kokonaismäärä)	0,063	1,11

Sivuvirtapohjaisen rakennekalkin hiilijalanjälki on merkittävä



Johtopäätökset

- Kipsi toimii hyvin vesiensuojelukeinona
 - Kustannusvaikuttavin keino
 - Suurin vaikutus saadaan pelloilla, joiden viljavuusfosfori on korkea tai jotka ovat eroosioalttiita
- SAVE-hankkeen suositus
 - Kipsi kaikkialle mihin se sopii
 - Rakennekalkki sinne mihin kipsi ei käy
- Rakennekalkin käyttö vesiensuojelukeinona edellyttää huolellista ja nopeaa muokkaamista
 - Tarpeen valistaa viljelijöitä hyvin rakennekalkin oikeasta käytöstä

