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)

SAVE

HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

SYKE

Kipsi maatalouden vesiensuojelumenetelmänä: viiden vuoden seurannan tulokset Savijoelta

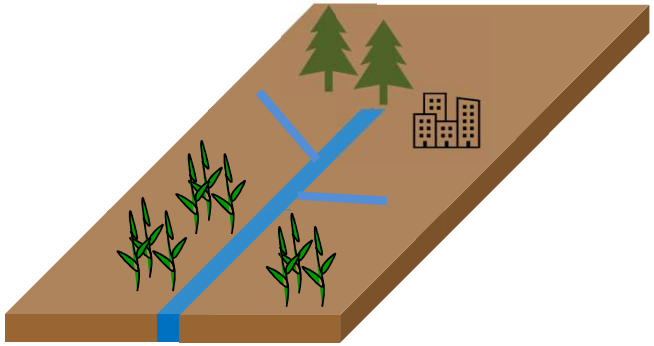
Petri Ekholm
Suomen ympäristökeskus

SAVE2-hanke loppuseminaari
19.10.2022

SAVE

SYKE

Maatalouden ravinnekuormituksen vähentäminen



Vesiensuojelutoimet

- Toimenpiteen tehokkuus × toimenpideala

P-kuormitus

- Hiukkasmainen P
- Liuennut P

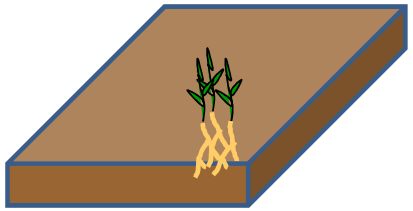
Saaristomeri

- Fosforikuormitus 480 t/v
- Vähennettävä 100 t/v

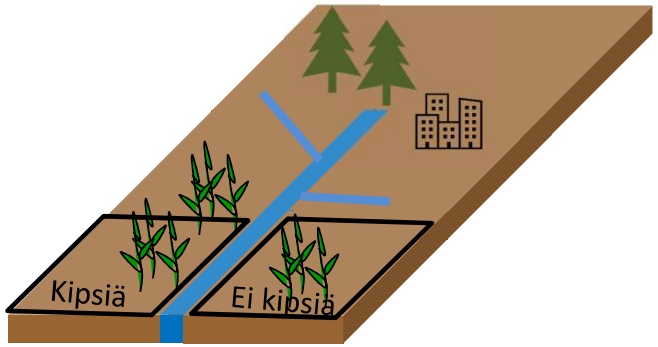
Vesiensuojelutoimien tutkiminen eri skaaloissa

Realistisuus

Laboratorio



Peltolohko



$$L_d^G = (L_d - A^{NG} L_d^{NG} - A^M L_d^M - A^R L_d^R - A^O L_d^O)/A^G$$

Valuma-alue

Tarkkuus

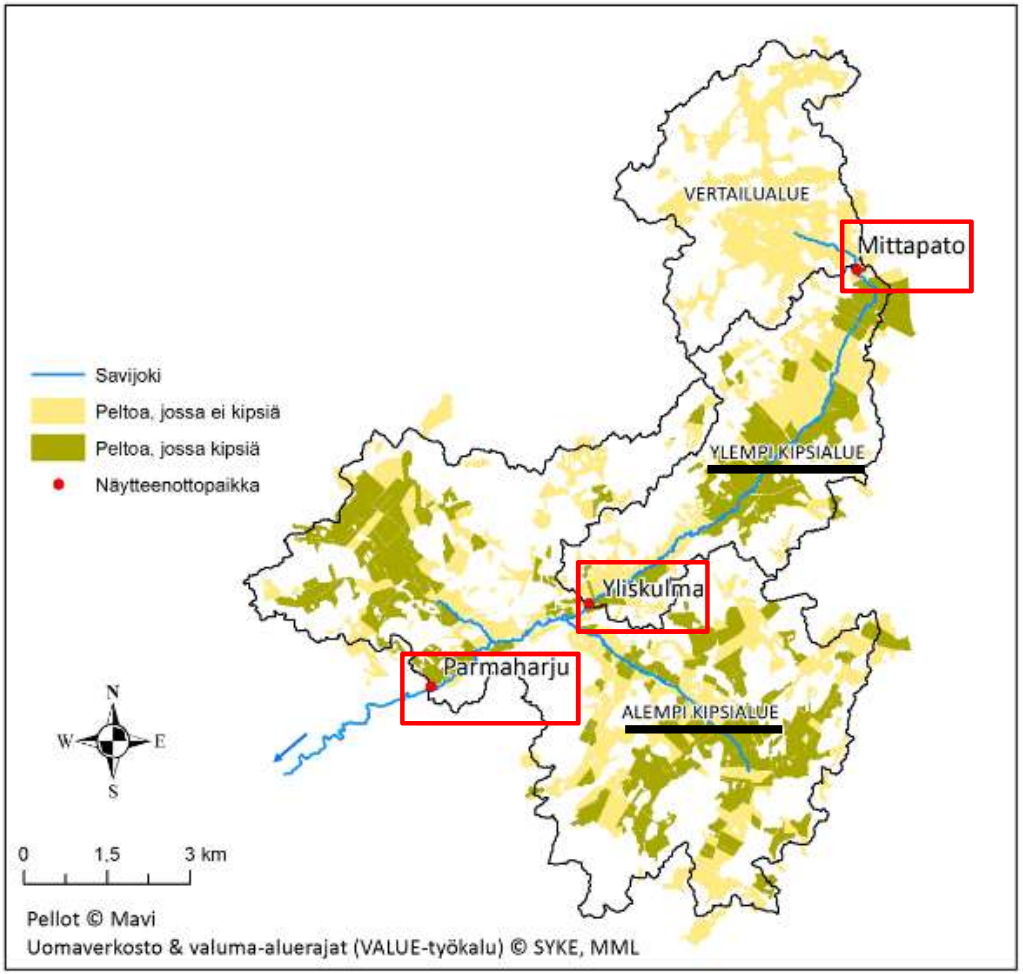
Peltojen kipsikäsittely ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)

Taustaa

- Vesiensuojelumenetelmä
  - Voi tuottaa agronomisia hyötyjä
- Tutkittu laboratorio-, peltolohko- ja valuma-aluetasolla 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



Savivaltainen viljanviljelyalue

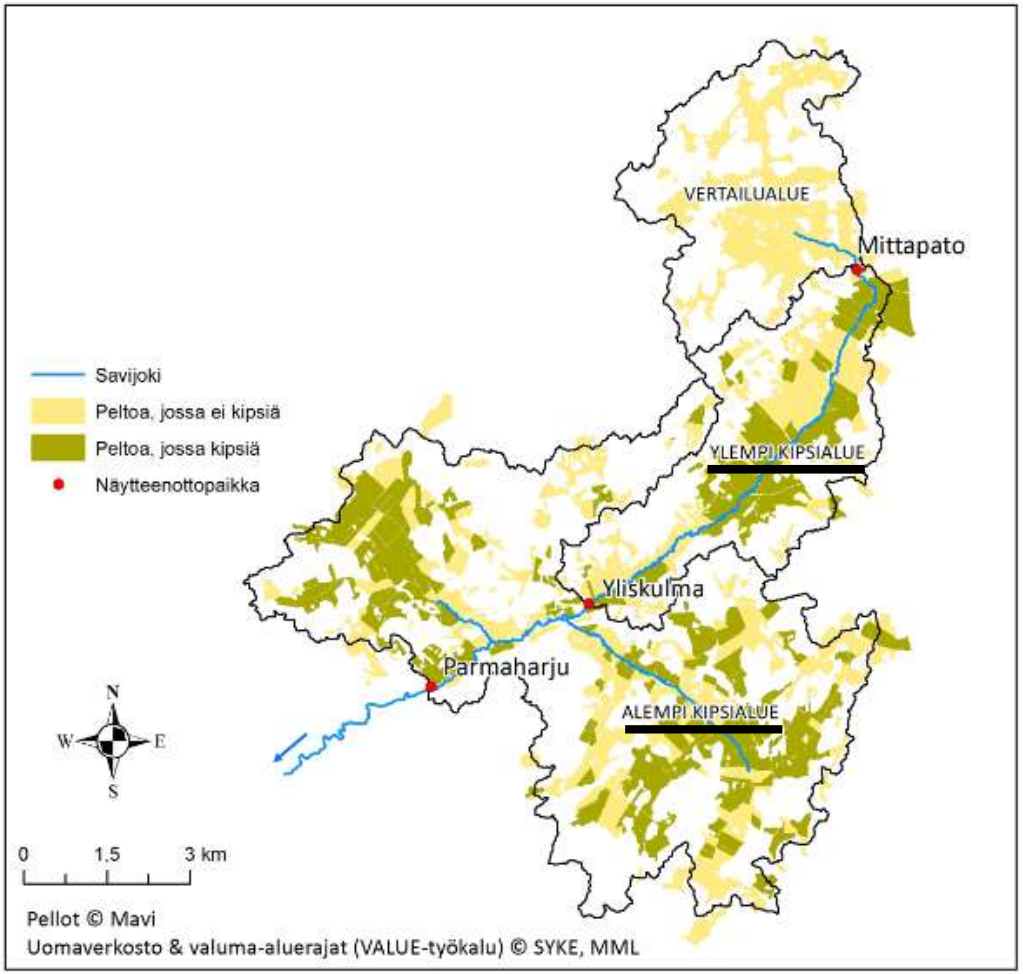
- Peltoa 43 %, metsää 51 %, ei pistekuormitusta
- Pelloilla korkea fosforin lähtökuormitus: 170–220 kg km^{-2} y^{-1}
- Suomessa keskimäärin: 110 kg km^{-2} y^{-1}

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)

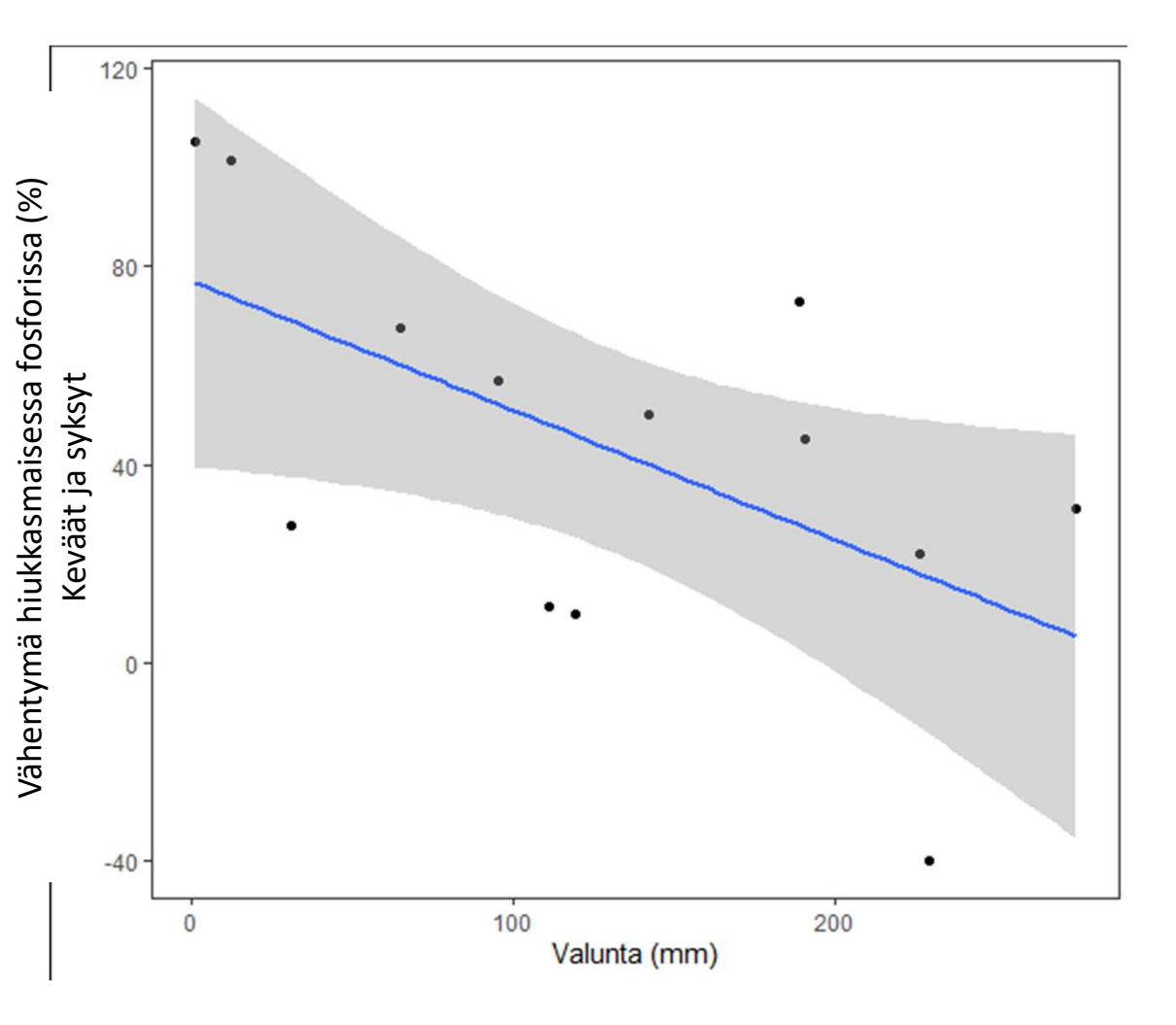
- Hiukkasmainen fosfori **34 %**
- Liuennut fosfori **−3 %**
- Kokonaisfosfori **30 %**
- Liuennut orgaaninen hiili **64 %**

Alempi kipsialue (käsitelty 10,8 km²)

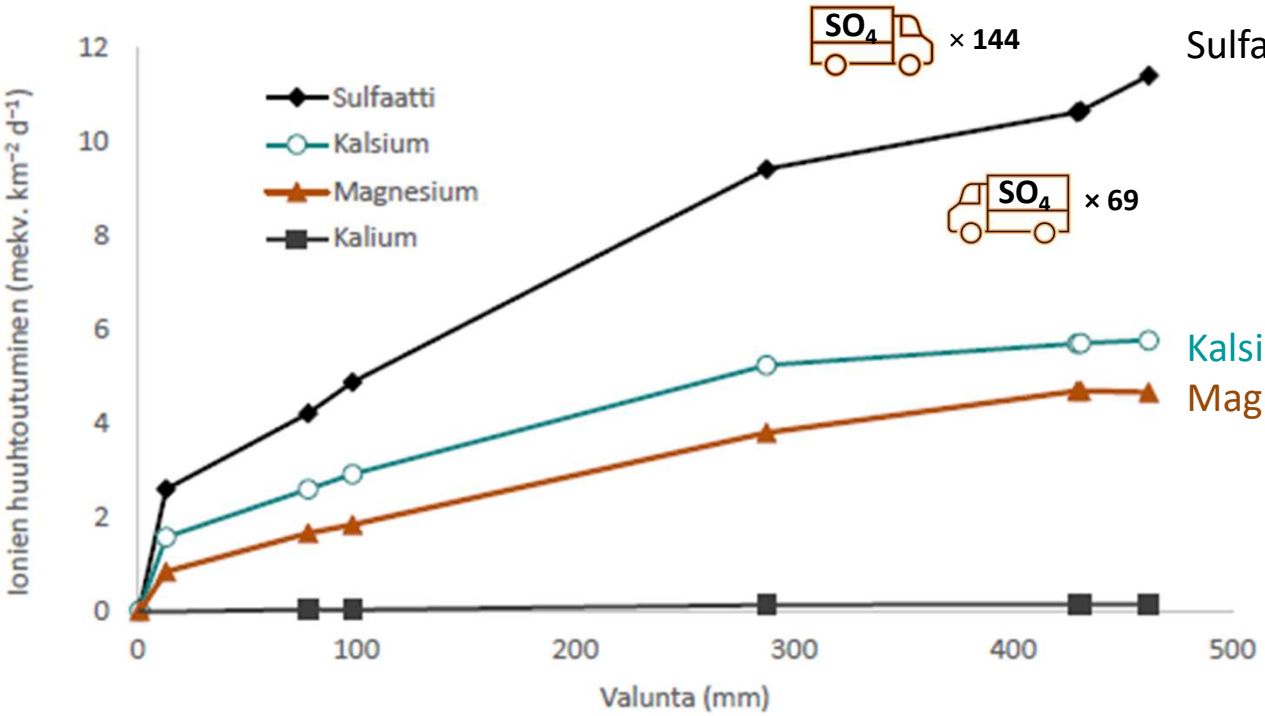
- Hiukkasmainen fosfori **19 %**
- Liuennut fosfori **−13 %**
- Kokonaisfosfori **16 %**
- Liuennut orgaaninen hiili **54 %**

Mahdollisia syitä eroon kipsin tehossa

- Kipsillä käsiteltyjen peltojen 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

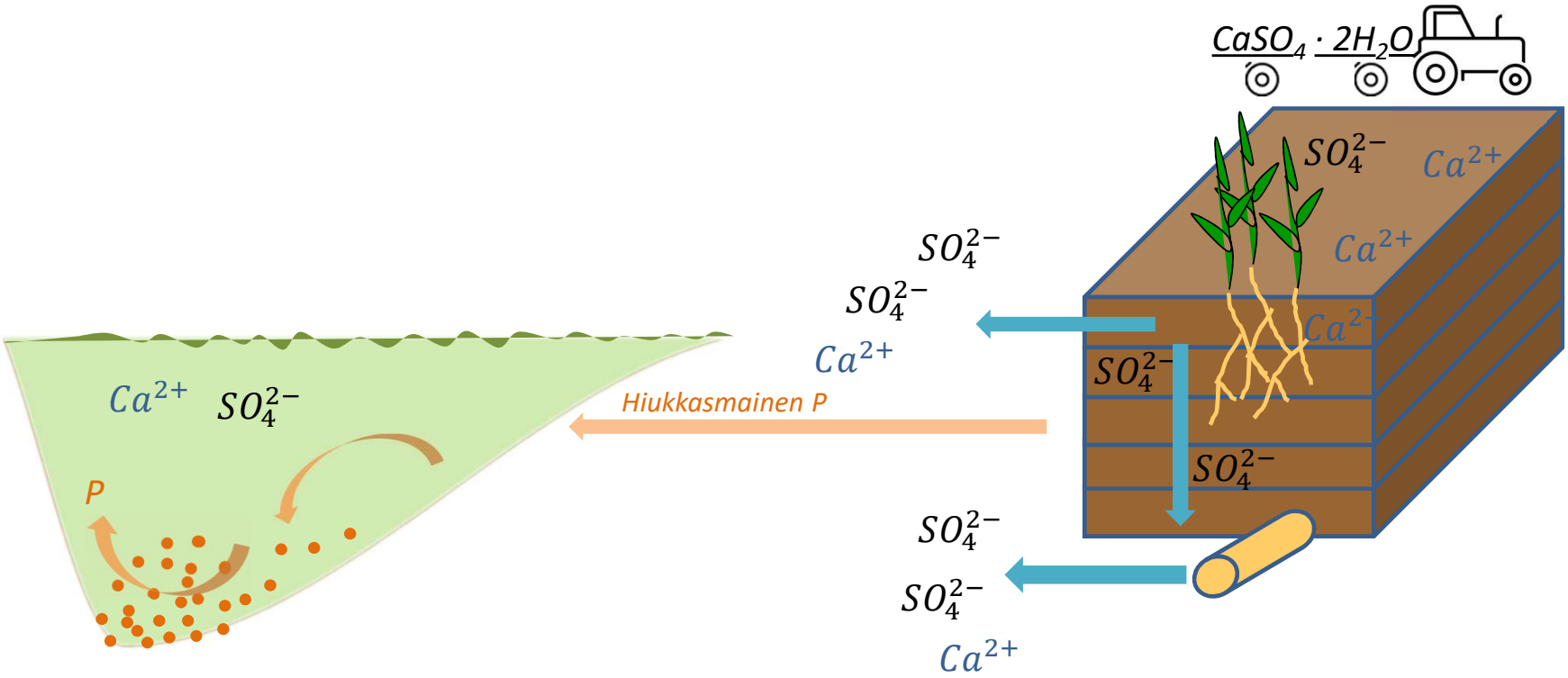


Sulfaatista yli puolet vielä huuhtoutumatta

Kalsiumia huuhtoutunut vähemmän

Magnesiumia huuhtoutunut kalsiumin sijasta

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

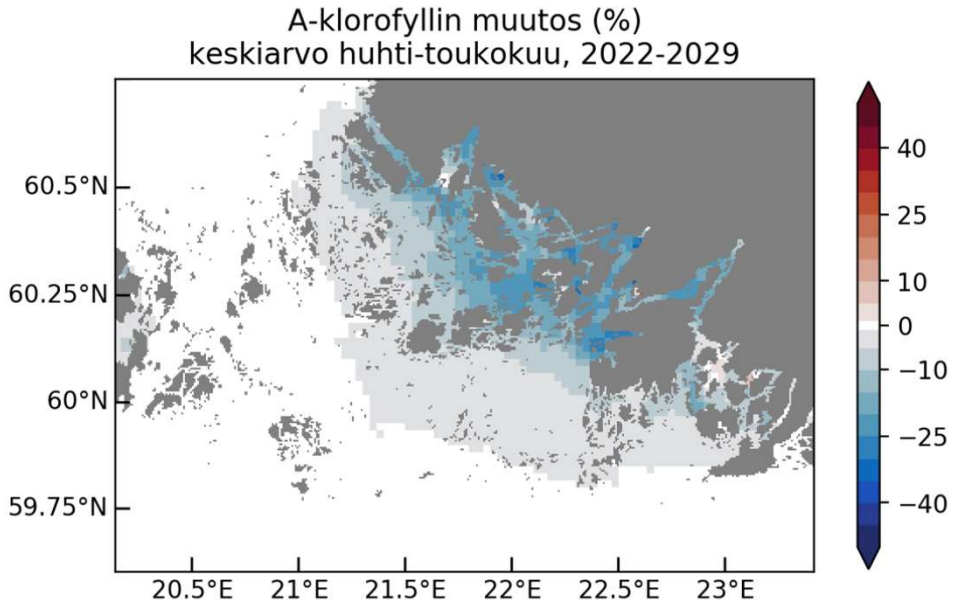
KIPSIÄ

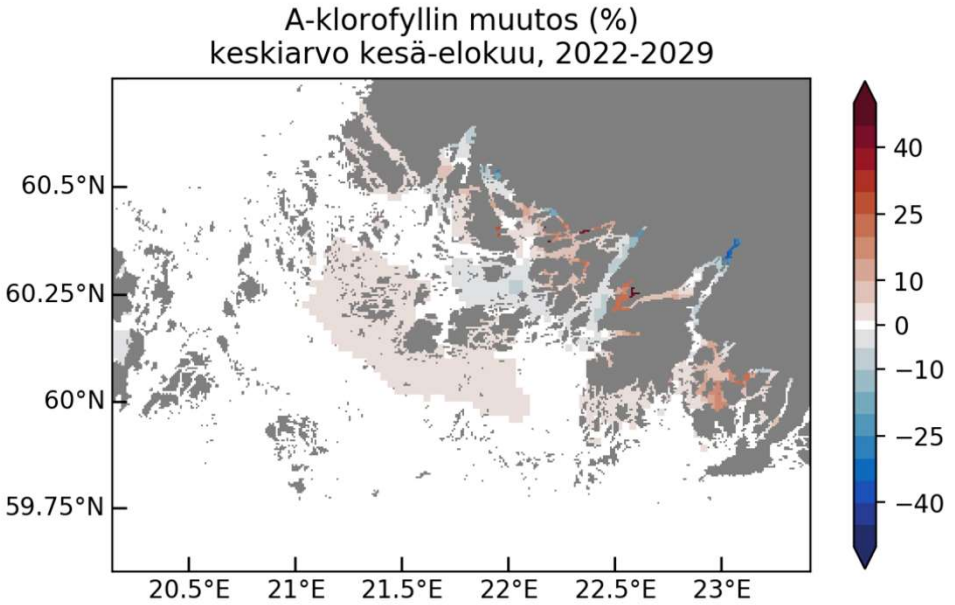
- Eroosioherkät peltolohkot
- Lohkot, joiden fosforitila korkea
- Kohdennettava, mutta ei liian valikoiden
- Saaristomeren peltopinta-alasta (2738 km^2) 82 % kipsikelpoisia (maksimi)
- Savijoen 1494 ha kipsikäsittely vähensi kuormitusta 1,3 t/v → 42 % peltopinta-alasta käsiteltävä kipsillä, jotta fosforia pois 100 t/v
- Muut Itämeren maat?

Saaristomeren tila

FICOS-mallinnus

- Saaristomeri yhteydessä Itämeren ravinnerikkaaseen pääaltaaseen
  - nopeaa parannusta tilassa ei odotettavissa
- Kipsikäsittely vähentää sisäsaariston levämääriä, 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





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-aluetutkimuksille: 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 (Gypsym-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: Eliisa Punttila, Riikka Mäkiliä

Markku Yli-Halla

Helsingin yliopisto

HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

SAVE

SYKE
Suomen ympäristökeskus

Maa- ja kasvustonäytteet

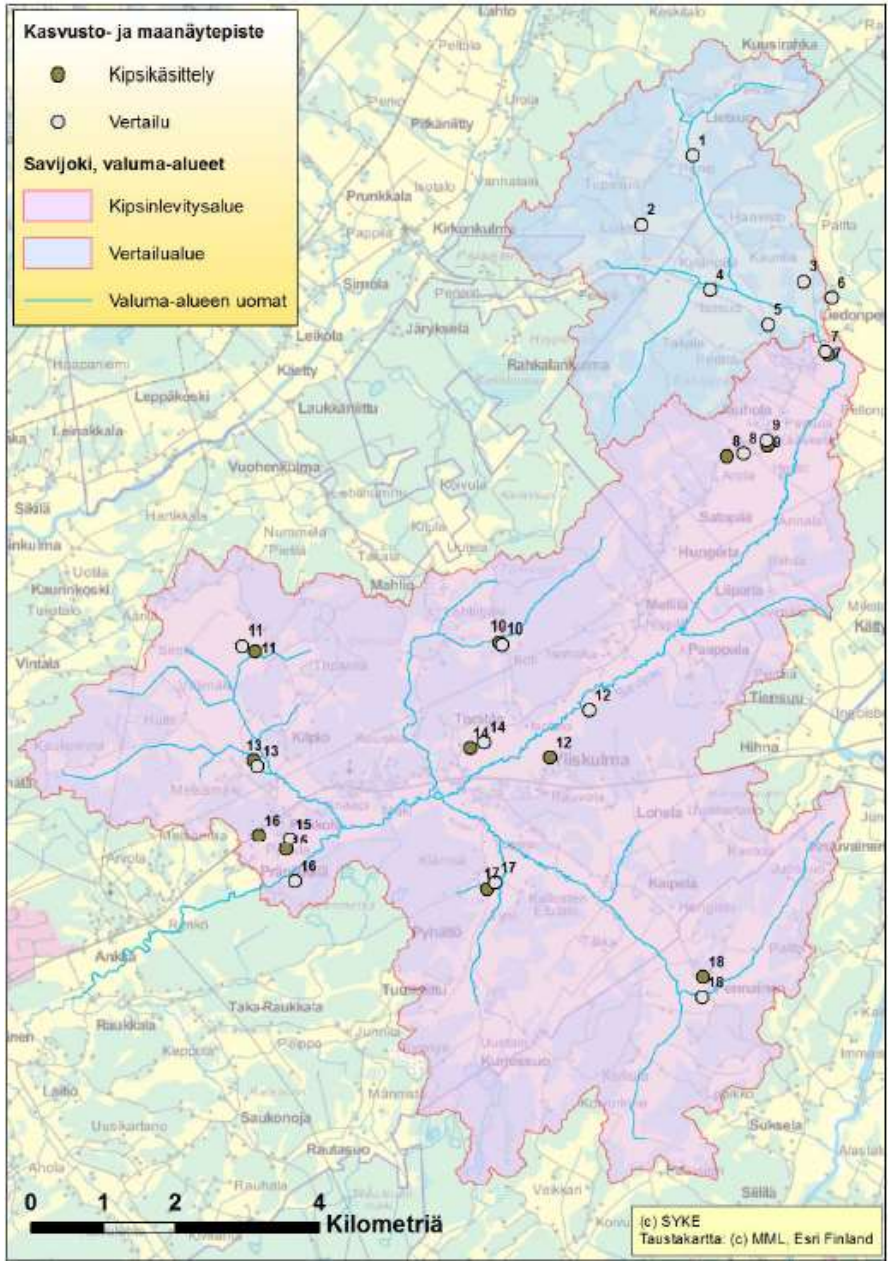
Maanäytteet (*n* = 28)

- 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)

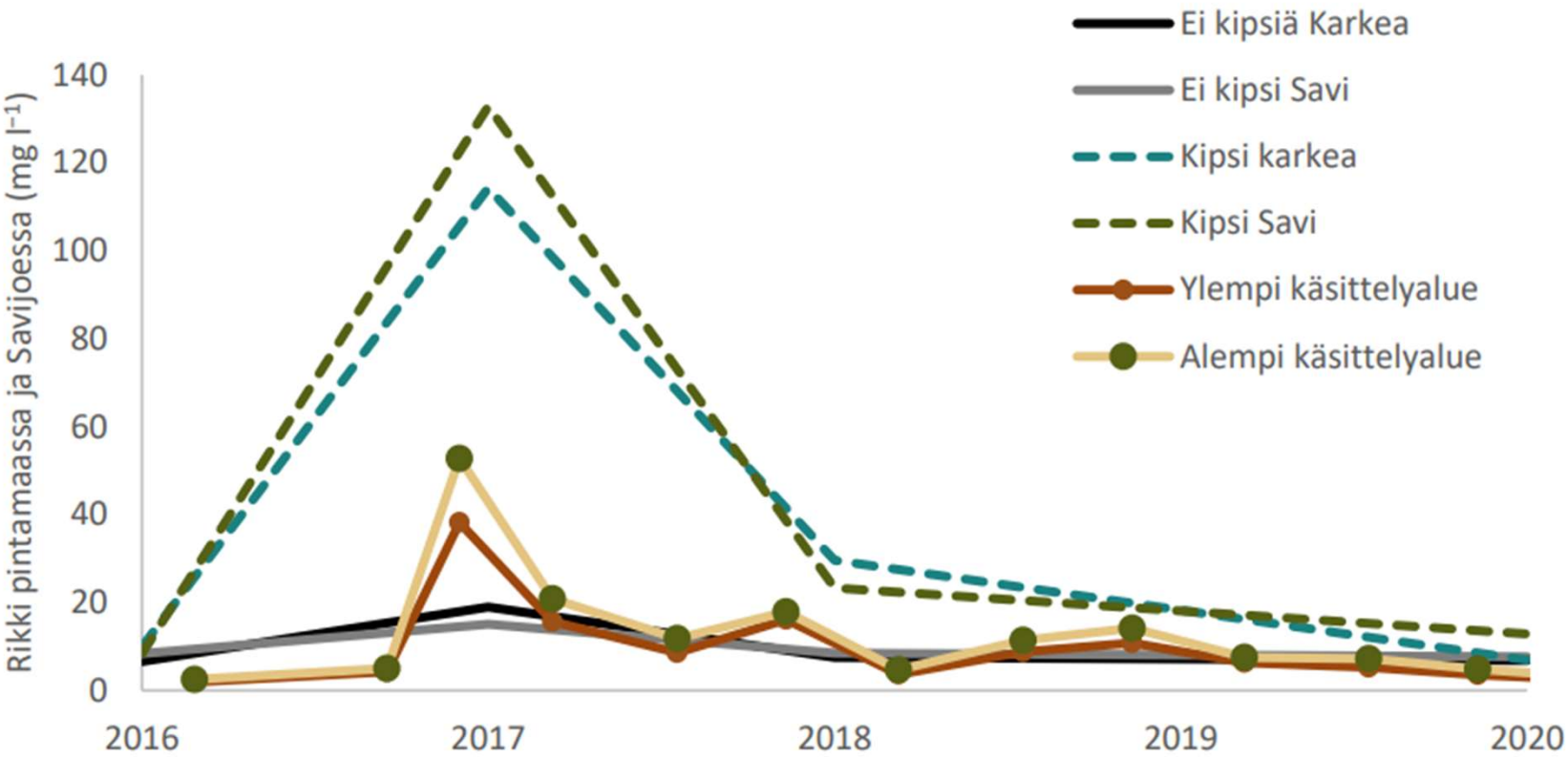
- Pintamaa (0–20 cm)
  - Vertailualue 6 lohkoa
  - Kipsialue
    - Käsittelemättömiä 11 lohkoa
    - Kipsikäsiteltyjä 11 lohkoa
- ”Pohjamaa” (20–40 cm, 40–60 cm)
  - 3 lohkoa
- Viljavuusanalyysi

Kasvustonäytteet

- Kesä-heinäkuussa
- Pääasiassa kevätviljan kasvustoa
- Kemiallinen kasvianalyysi

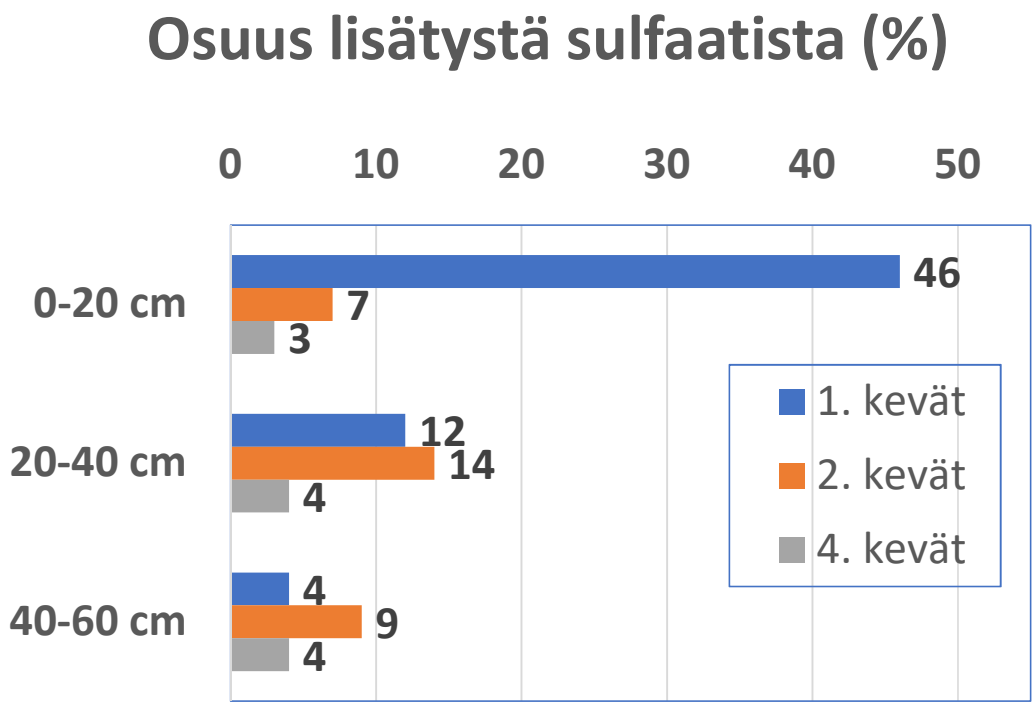


Kipsin vaikutus maan ja veden rikkipitoisuuteen



Lisätty rikkimäärä on suuri verrattuna maan alkuperäisen helppoliukoisen rikin pitoisuuteen.

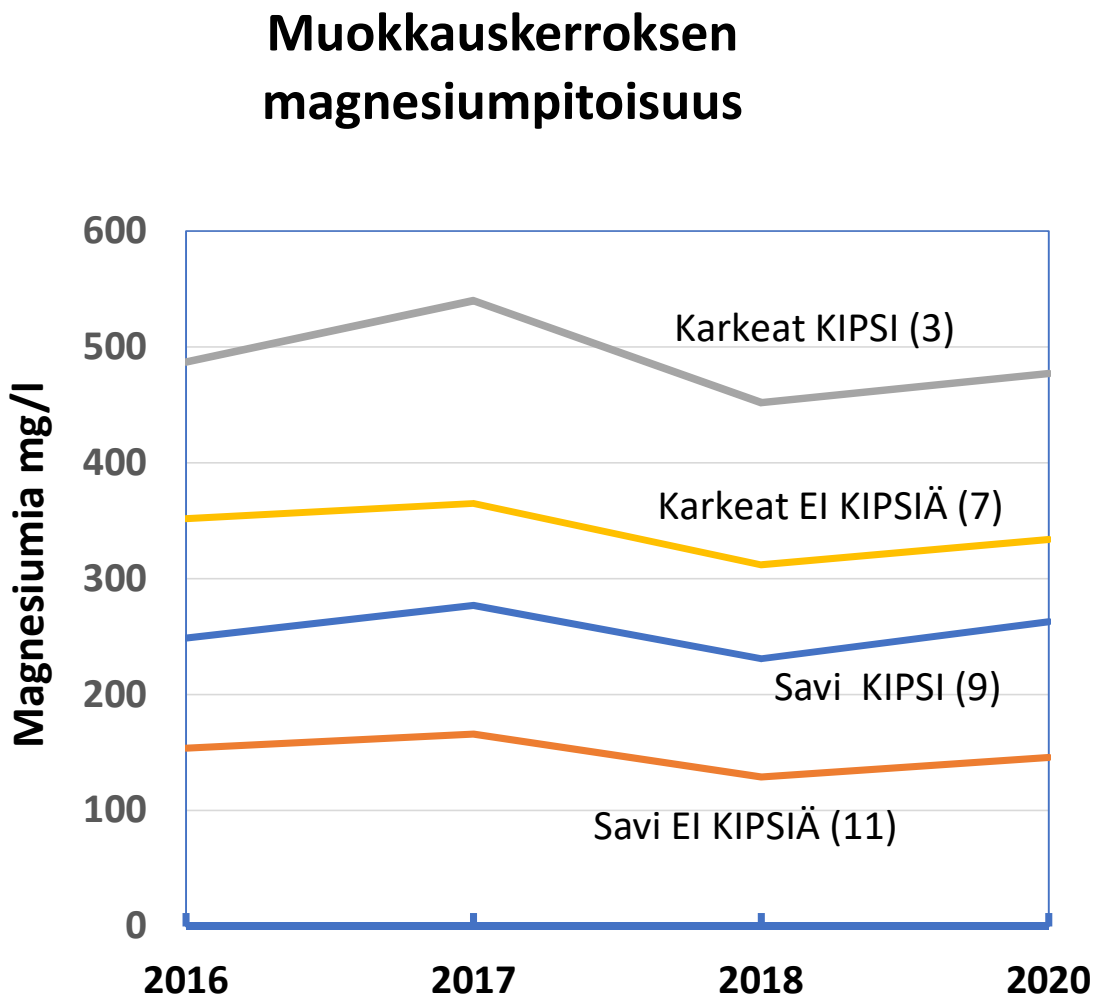
- Kipsin liukoisuus noin 3 g/l
- Se on 250 x kalkin liukoisuus
- Johtoluku nousee
- Sulfaatti ei juurikaan sitoudu maahiukkasiin
- Kipsin sulfaatti on liikkunut maassa alaspäin.
- Neljässä vuodessa kipsi on huuhtoutunut ulos seurantakerroksesta.
- Johtoluku palautui alkuperäiselle tasolleen.



Hiue/hiuesavimaa

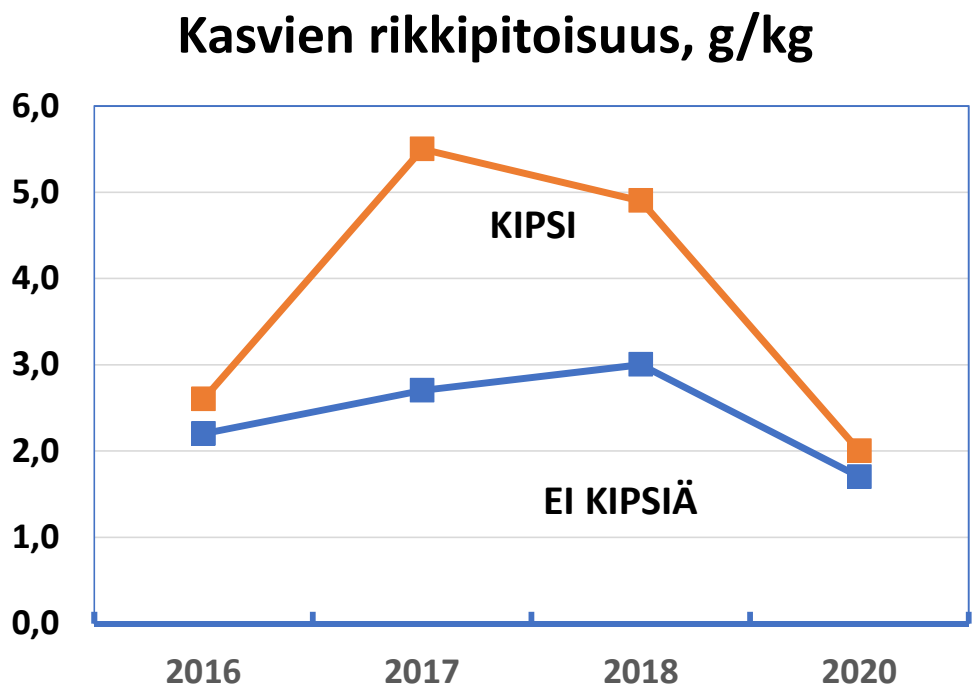
Muita havaintoja maasta

- 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



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**

SAVE

Kipsi ja rakennekalkki vesiensuojelutoimina: fosforikuormitus ja kasvihuonekaasupäästöt

Sanna Lötjönen
Helsingin yliopisto

HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

SYKE
Suomen ympäristökeskus

HALLITUKSEN KÄRKIHANKKEET

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% hiukkamainen 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, $kgCO_2e/ha$	kustannus, €/ha	päästöt, $kgCO_2e/ha$	Kustannus €/ha	päästöt, $kgCO_2e/ha$	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

Herkkyysanalyysi

- 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
Liuennut fosfori, tonnia/vuosi	67	0
Hiukkamainen fosfori, tonnia/vuosi	354	284
Kokonaisfosfori, tonnia/vuosi	**421**	**284**
KHK-päästöt, Mt CO_2e (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