

Interreg
Baltic Sea Region



Co-funded by
the European Union

 SUSTAINABLE WATERS
GYPREG

Peltojen kipsikäsittely vesiensuojelumenetelmänä

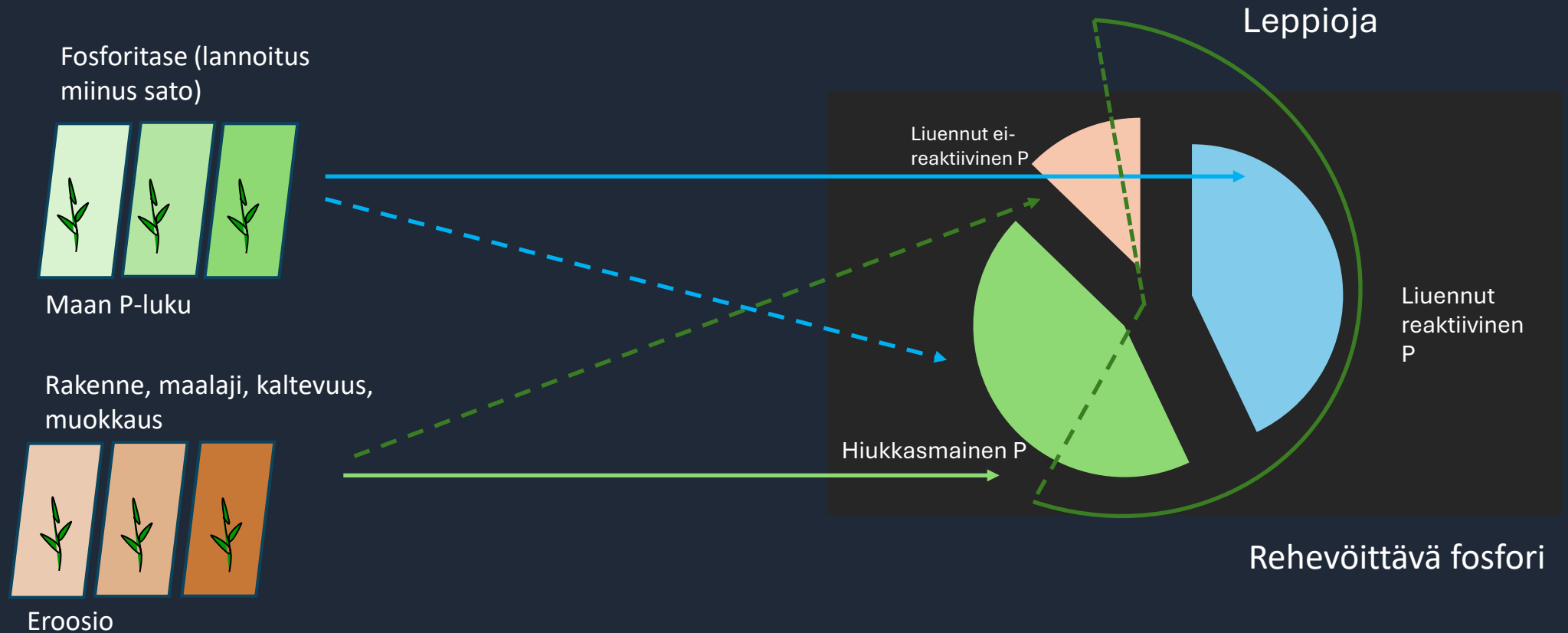
Mankilan kylätalo | 30.9.2026

Petri Ekholm

interreg-baltic.eu/project/C040 GYPREG



Maatalouden fosforikuormitus



→ Tarvitaan menetelmiä, jotka soveltuvat laajalle peltoalalle ja jotka vähentävät sekä liuennutta ja hiukasmaista fosforia

Viljavuusfosforin keskipitoisuudet

Taulukko 2. Viljavuusnäytteiden lukumäärä ja keskimääräinen fosforipitoisuus (mg/l) vuosina 1996–2000, 2005–2009, 2010–2014 ja 2015–2019 vuoden 2021 mukaisilla ELY-keskusalueilla, Ahvenanmaalla ja koko maassa.

Alue	1996–2000		2005–2009		2010–2014		2015–2019	
	lkm,kpl	P, mg/l	lkm,kpl	P, mg/l	lkm,kpl	P, mg/l	lkm, kpl	P, mg/l
Uusimaa	92 175	13,0	81 648	11,2	72 675	10,4	70 090	9,1
Varsinais-Suomi	127 334	18,5	119 916	17,2	112 140	15,7	108 824	14,0
Satakunta	54 786	20,9	62 019	17,8	52 024	16,5	54 253	14,0
Häme	89 395	13,6	84 144	12,0	72 220	11,0	73 257	9,2
Pirkanmaa	73 201	10,1	73 243	9,3	62 024	8,6	66 591	7,5
Kaakkois-Suomi	63 046	12,9	59 154	11,3	53 947	10,2	50 930	9,0
Etelä-Savo	40 806	13,8	34 333	11,9	35 796	10,9	33 257	9,8
Pohjois-Savo	66 814	11,8	74 222	10,5	54 696	10,0	61 795	8,8
Pohjois-Karjala	41 459	11,6	41 059	9,8	27 926	9,2	32 386	8,2
Keski-Suomi	45 478	11,5	47 514	10,0	34 363	9,4	36 305	8,2
Etelä-Pohjanmaa	85 152	14,4	113 486	12,7	114 120	11,9	117 316	10,8
Pohjanmaa	34 387	18,3	78 368	16,6	69 441	16,1	76 336	15,0
Pohjois-Pohjanmaa	42 214	15,5	101 143	13,1	13 378	11,5	57 256	9,7
Kainuu	10 829	14,4	13 272	11,2	7 299	9,7	10 003	8,2
Lappi	12 290	18,7	22 396	14,1	5 444	11,7	11 698	10,2
Ahvenanmaa	554	32,9	2 631	21,6	10 328	21,1	7 220	21,6
Koko maa	879 920	14,5	1 008 548	13,0	797 822	12,2	867 517	10,7

Jo muinaiset amerikkalaiset

History of the Use of Agricultural Gypsum

by

William Crocker, Ph.D.

I. The Early Use of Gypsum as a Fertilizer.

It seems that the fertilizer value of gypsum was discovered separately and about simultaneously in Germany and France during the last half of the eighteenth century. The knowledge and the use of gypsum as a fertilizer spread quickly from these countries to surrounding countries—early to America and considerably later to Great Britain.

In 1808 Doctor A. Fothergill of Philadelphia gave a summary to the Board of Agriculture of Great Britain of what was known of the use of gypsum as a fertilizer in the United States. In this connection he gave the following statement concerning the discovery and early use of gypsum as a fertilizer:

"In the year of 1768 the Reverend A. Meyer of the Canton of Berne, by a fortunate accident, discovered the fertilizer value of gypsum, and liberally disclosed the secret to neighboring farmers. To their great surprise, experiments soon convinced them of its efficacy, which they considered little short of magic. Its fame spread through Germany and at length reached their German friends in Pennsylvania, where Judge Peters after subjecting it to various trials on different soils, candidly communicated to the public the result of his experiments. This first brought it to notice in America, and contributed not a little to extend its benefits to the remotest parts of the Union."

The following is a quotation from the Syracuse Journal, June 5, 1872. It appeared as an appendix to the book on gypsum as a fertilizer written by Judge Peters at the request of General Washington and later revised by Smith and Harris of Philadelphia for presentation to their agricultural friends:

"The exact date when gypsum or Plaster of Paris was found to be one of the best agencies that could be employed in promoting the growth of grain and grasses is not known, but the fact is clearly established that the discovery was accidental, and made somewhere in France. Men engaged in working in alabaster found that the grass where they were accustomed to shake the dust from their clothing was of stouter growth than elsewhere, and rightfully attributed the cause to the dust which is now known as Plaster of Paris. A monk first put the discovery in practical test and the article gradually came into quite general use. It was introduced into the United States by Benjamin Franklin and first used by him in this country on his farm near Philadelphia."

There are two outstanding figures in the investigation of gypsum as a fertilizer during the early national period of the United States. They are Judge Richard Peters of Philadelphia and John Binns of Loudon county, Virginia. Besides these champions of the use of land plaster, there are several other national figures that

Ja Nurmijärveläiset Nummenpään kylä, Pelto-oja vuosi 2007



2006–2020: Kipsi laboratorioista pellolle

MTT:n selvityksiä 118



Savimaiden eroosio

Erkki Aura, Katariina Saarela ja Mari Rätty



Ympäristö

2.2 Maahiukkasten diffuusio maan veteen

Ulkomaisissa eroosiomalleissa usein maan savespitoisuutta pidetään eroosiota vähentävänä tekijänä. Kuitenkin kostean kesän jälkeen nimenomaan jäykkien savimaiden rakenne on huono ja salaojavedet ovat varsin sameita jo ensimmäisten syysateiden aikana. Vaikka etenkin hienoa savesta (rakeen läpimitta $< 0,0002$ mm) yleisesti pidetään maan rakennetta stabiloivana aineksena, hyvin jäykkienkin savimaiden ojavedet ovat Suomessa sameita. Selitys löytyy pienten savihiukkasten liikkumisesta lämpöliikkeessä maan veteen märkänä aikana. Jos maa on osittain kuiva, veden pintajännite ("imu") puristaa hiukkasia yhteen estäen näin maan hajaanhumista. Märän maan routaantuessa syntyvät jääkiteet imevät vettä maan huokosista, jolloin maa väliaikaisesti ikään kuin kuivuu. Roudan sulaessa vesi imeytyy jääkiteistä huokosiin, jolloin maa palautuu märäksi. Tuhoisinta jäykän savimaan rakenteelle on maan oleminen vedellä kyllästetyssä tilassa pitkään. Lämpöliikkeessä hiukkasten keskimääräistä etenemisnopeutta tiettyyn suuntaan ilmaiseva diffuusiokerroin riippuu hiukkasten koosta ja saadaan lasketuksi Stokes – Einsteinin kaavalla (Einstein 1905):

$$D = (k T)/(6 \pi \eta r) \quad (1)$$

missä k = Boltzman vakio $1,3805 \times 10^{-23}$ J K⁻¹, T = lämpötila °K, η = veden viskositeetti $1,005 \times 10^{-3}$ kg m⁻¹s⁻¹, r = hiukkasen säde m. Hiukkasten keskimääräisesti kulkema matka s (m) diffuusiassa on:

$$s = (2Dt)^{1/2} \quad (2)$$

missä t = aika sekuntia. Diffuusion merkitystä voidaan arvioida vertaamalla hiukkasten keskimääräistä liikkumista diffuusiassa painovoiman vaikutukseen hiukkasiin. Jos painovoiman merkitys tulee hallitsevaksi verrattuna lämpöliikkeeseen, voidaan olettaa, että vedellä kyllästetyssä maassa veteen joutuneet hiukkaset juuthuvat maan mutkitteluihin huokosiin. Painovoiman ansiosta hiukkasen kulkema matka

$$s = vt \quad (3)$$

missä v on nopeus ja t on aika. Nopeus painovoimakiinetyvyyden g (ms⁻²) johdosta taasen saadaan suspensioanalyyysissä yleisesti käytetystä kaavasta:

$$v = 2/9 (g r^2 (\rho_1 - \rho_2))/\eta \quad (4)$$

missä ρ_1 = hiukkasen tiheys ja ρ_2 = veden tiheys kg m⁻³. Kaavan (2) mukainen diffuusion matka asetetaan yhtä suureksi painovoiman ansiosta kulkeman matkan (3) kanssa ja sijoitetaan kaavat (1) ja (4). Tulokseksi saadaan, että diffuusion merkitys tulee painovoimaa tärkeämmäksi, kun hiukkasen säde suunnilleen alittaa 0,0002 mm eli nimenomaan hieno saven on altis diffuusiolle maan veteen, jos mikään mekanismi ei ole liimannut hienon saveksen hiukkasia yhteen.

Diffuusion merkitystä eroosion aiheuttajana tutkitaan pitämällä maa jatkuvasti hyvin märkänä ja tyhjentämällä välillä valuva vesi maasta hitaasti välttäen liikkuvan veden aiheuttamaa hankauseroosiota maan suurissa huokosissa. Veteen lämpöliikkeessä joutuneiden hiukkasten pitoisuus on hyvä mitta eroosioalttiudelle. Aestetyn maan diffuusioeroosiota voidaan mitata sekoittamalla maata varovasti veteen ja sekoittamalla varovasti välillä suspensiota. Pienet savihiukkaset diffundoituvat munaista veteen ja pysyvät vedessä, kun sen

Tutkittu laboratorio-, peltolohko- ja valuma-alueitasolla lähinnä USAssa ja Suomessa

Miten kipsi vaikuttaa?



Liukoisuus

- Kipsi 3 g/l
- Maatalouskalkki 0,013 g/l

Sato ja viljely

- 4000 kg/ha kipsiä: 640 kg/ha rikkiä, 800 kg/ha kalsiumia, n. 8 kg/ha fosforia
- Maan rakenne voi parantua
- Ionivahvuus ei nouse haitalliselle tasolle



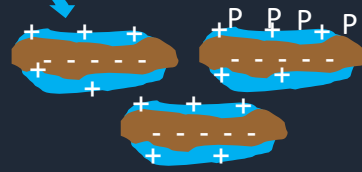
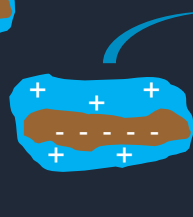
Maanesteen ionivahvuus (johtoluku) kasvaa



Hiukkasia ympäröivä sähköinen kaksoiskerros ohenee



Ennen kipsiä



Kipsin jälkeen

Hiukkaset lähemmäksi toisiaan

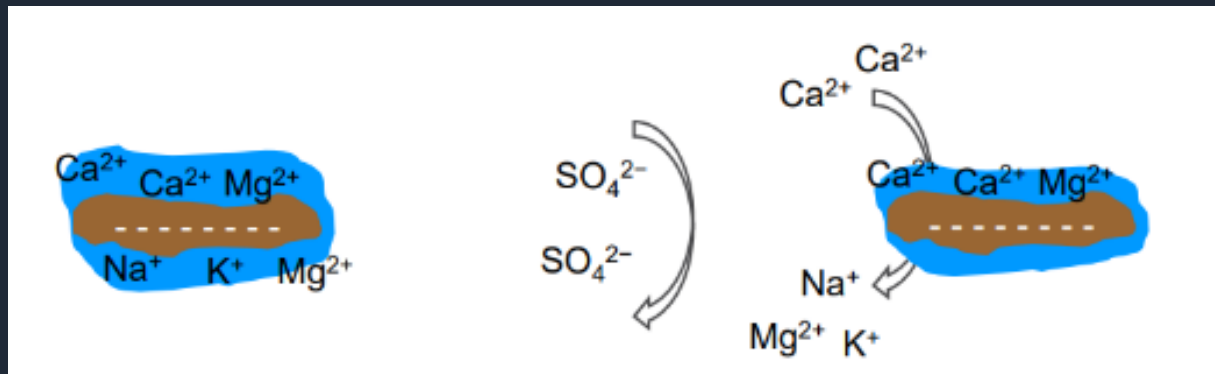
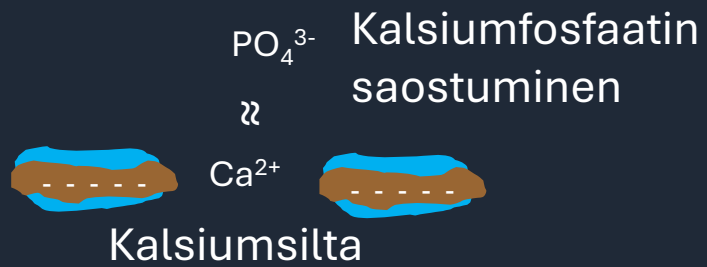
→ muodostuu "mikromuruja"

→ vähemmän alttiita eroosiolle

→ vähemmän fosforia maa-aineksen mukana vesiin

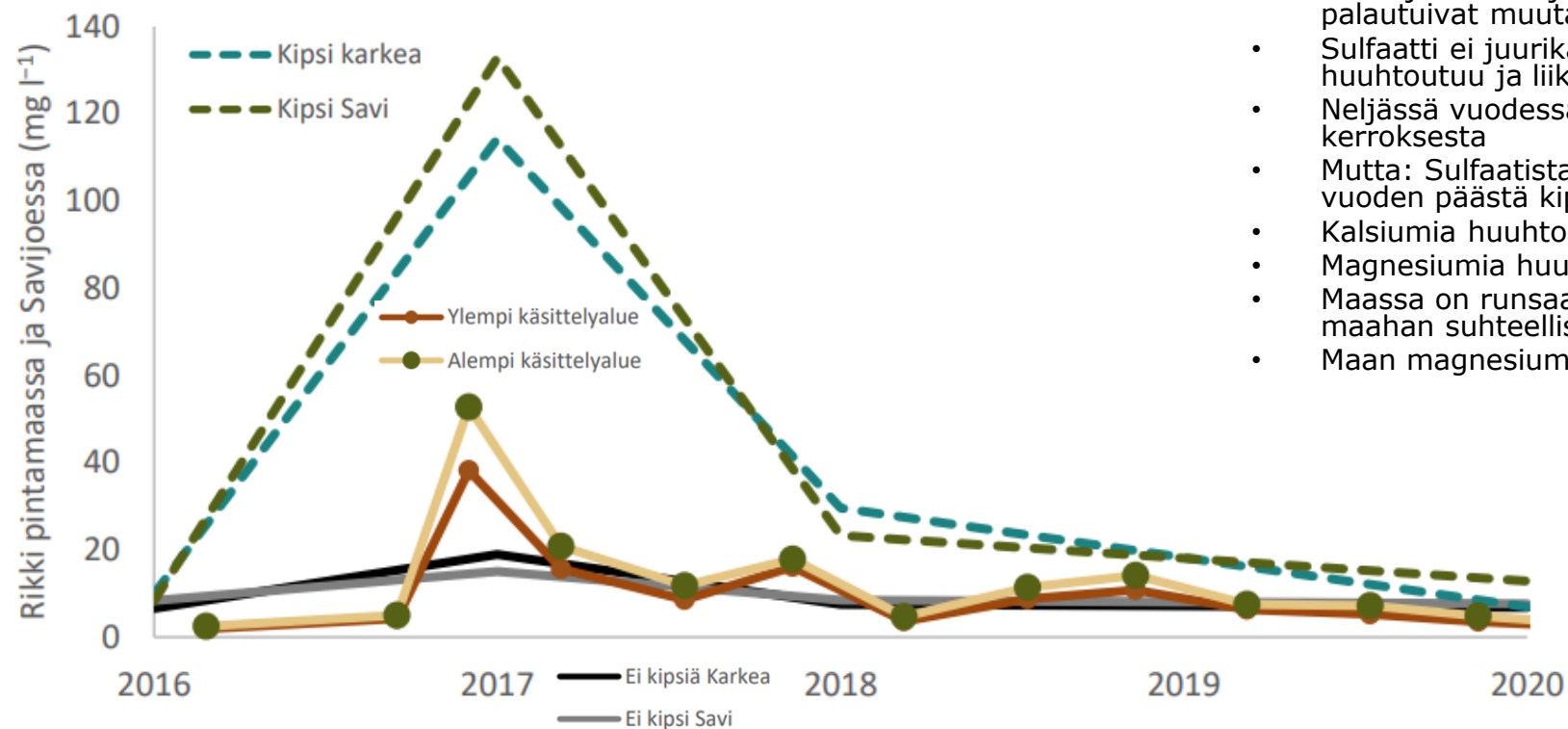
- Liuenutta fosforia huuhtoutuu vähemmän, fosfori silti kasveille käyttökelpoista
- Vähentää liuenneen orgaanisen hiilen huuhtoutumista
- Vähäinen vaikutus maan pH-arvoon (toisin kuin maatalouskalkilla, CaCO_3)

Muita reaktioita



Kationinvaihto

Kipsin vaikutus maan ja kasvien kemiaan



Savijoen kipsipilotti:

- Maan johtoluku ja sulfaattipitoisuus nousivat mutta palautuivat muutamassa vuodessa
- Sulfaatti ei juurikaan sitoudu maahiukkasiin vaan huuhtoutuu ja liikkuu maassa alaspäin
- Neljässä vuodessa kipsi oli huuhtoutunut 0-20 cm kerroksesta
- Mutta: Sulfaatista yli puolet huuhtoutumatta 5 vuoden päästä kipsinlevityksestä
- Kalsiumia huuhtoutui vähemmän kuin sulfaattia
- Magnesiumia huuhtoutunut kalsiumin sijasta
- Maassa on runsaasti kalsiumia. Kipsilisäys tuo maahan suhteellisen vähän kalsiumia.
- Maan magnesiumipitoisuus ei muuttunut

Kipsi toimii Savi-Suomessa



Vähennemä (SAVE/SAVE2):

- Hiukkasmainen P: 35 – 72 %
- Liennut P: 25 – 3 %
- Liennut orgaaninen C: 34 – 88 %
- 4,7 v (Ekholm ym. 2024)

Vähennemä (TraP):

- Hiukkasmainen P: 51 – 69 %
- Liennut P: 29 – 58 %
- Liennut orgaaninen C: 30 – 37 %
- 2,6 v (Uusitalo ym. 2012)

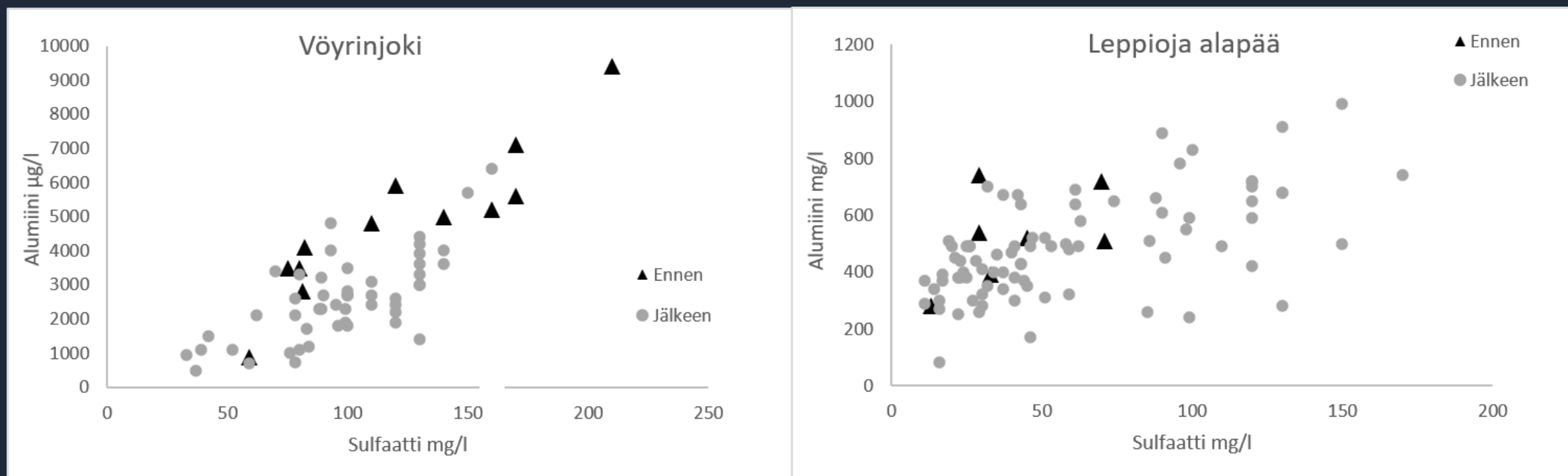
Vähennemä:

- Hiukkasmainen P: 91 %
- 1,5 v (Vantaanjoen kipsihanke 2020)

Vähennemä (TraP):

- Hiukkasmainen P: 60 %
- Liennut P: 30 %
- 4,5 v (Ekholm ym. 2013)

Kipsi ja happamat sulfaattimaat



Itämeren suojelukomissio

- HELCOM/WG Source to Sea
 - To develop by 2025 and apply by 2027 the best practices to improve **soil structure** and **aggregate stability** on **clay soils** to reduce **P losses** from agricultural lands, for example by using soil **structure lime** or **gypsum** (BSAP action E8)





- Liettualainen kipsikoe

GYPREG-hanke

- 260 ha käsitelty (Ahvenanmaa, Puola, Ruotsi, Latvia, Liettua)
- Labrakokeita, haastatteluja, politiikkasuosituksia
- Happamia maita, karkeita kivennäismaita maita
- Erilaisia kipsejä (mm. PR-Slamsugning SE)

28
October

**Can Gypsum Save
the Baltic Sea?
Join the GYPREG
Final Seminar 28
October 2026**

Project: GYPREG

**Virtual Meeting &
Physical Meeting**

28. October 2026
10:00 - 14:30 (EET)

Ruukkukoe



Control

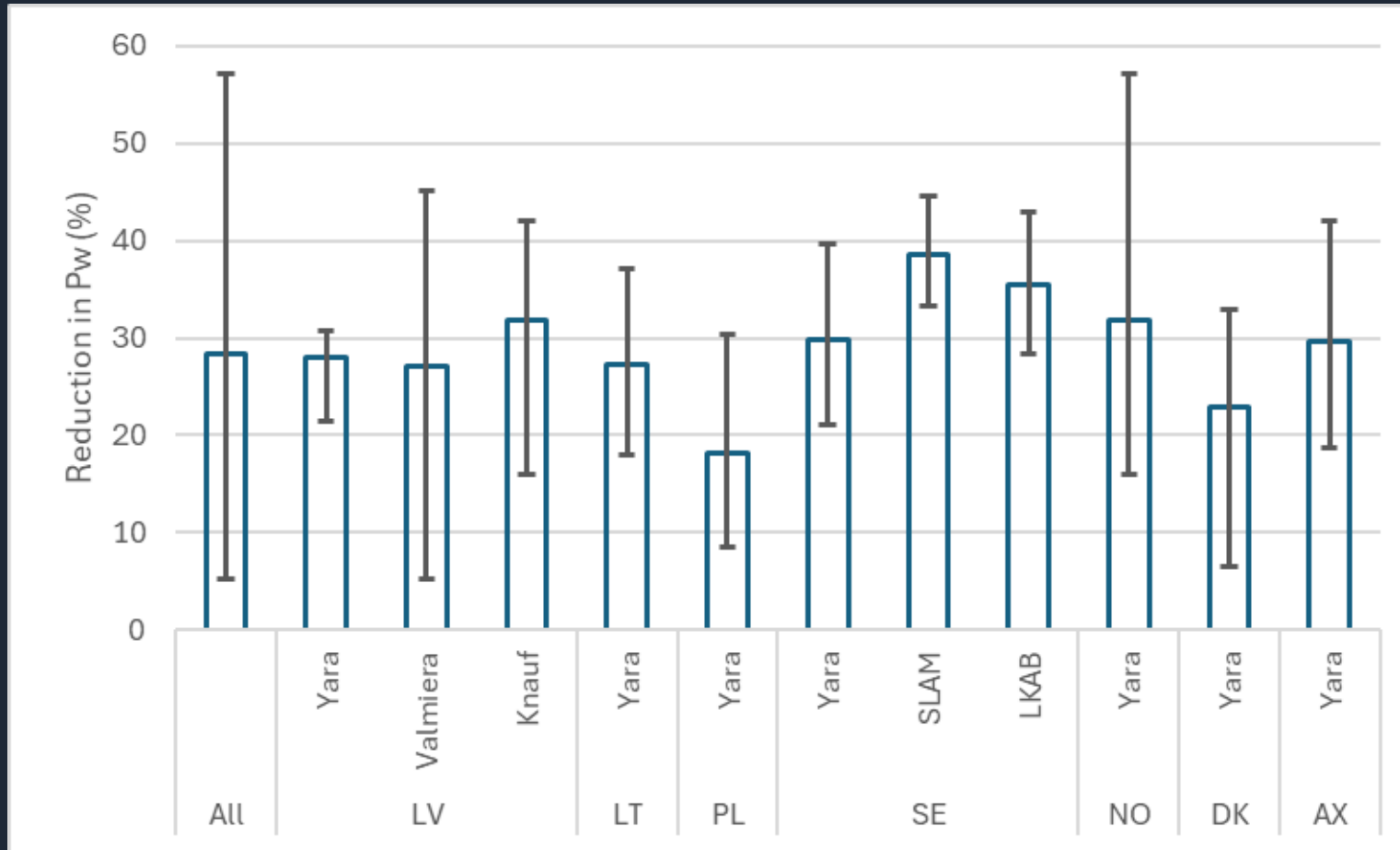
Gypsum

Control

Gypsum

Control

Vesiuuttoinen fosfori väheni kaikissa 22 näytteessä



Average decrease 30%
(min 19%, max 42%)

Kipsitutkimuksia

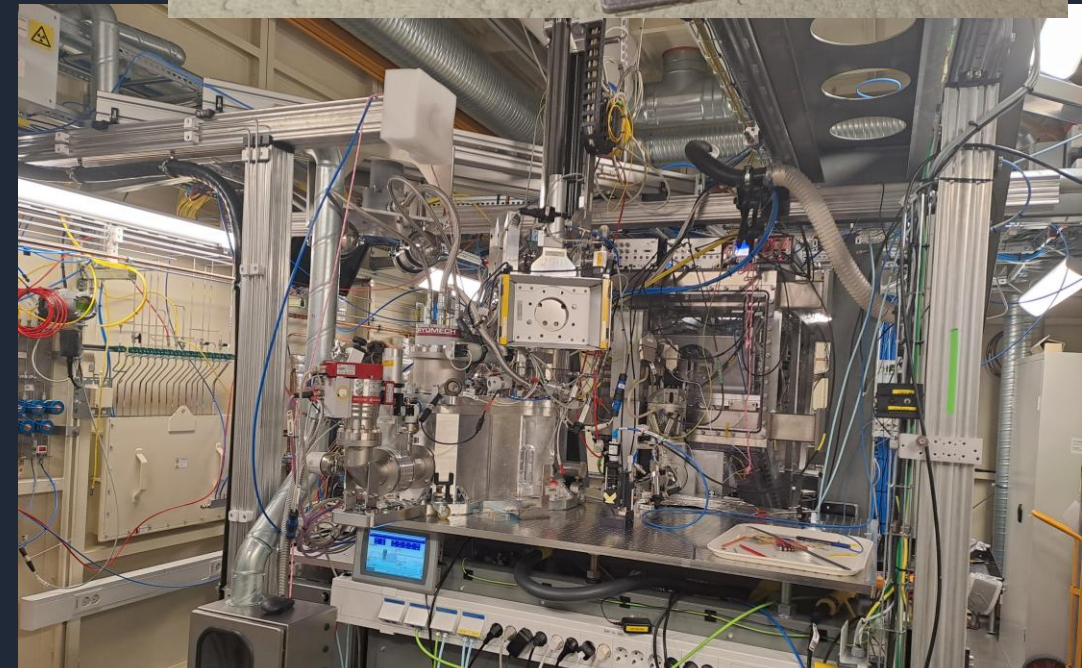
Yhteistyö (Goswin Heckrath Århusin yliopisto)
Voiko kipsin vaikutusta ennustaa maaperätieteellisillä menetelmillä (dispergoituva savi, aggregaattien stabiilisuus, putoamiskoe)



Kuvat: Tuomas Kahma ja Khaleda Begum



Tulvan vaikutus maanparannusaineilla käsiteltyjen maiden hiilen, metallien ja fosforin käyttäytymiseen



Syncrotron MAX IV Balder Lundin yliopisto
Mitä kalsiumyhdisteitä on kipsikäsitellyssä maassa?

Yhteenveto

- Kipsikäsittelystä ei haittaa sadolle tai sen laadulle
- Savimaa
 - Kipsi vähentää välittömästi veden sameutta sekä kiintoaineen, hiukkasmaisen fosforin, liuenneen fosforin ja liuenneen orgaanisen hiilen pitoisuutta
 - Vaikutus kestää vuosia
- Karkeat kivennäismaat ja happama sulfaattimaat
 - Vedenlaatuaineistoa käsitellään parhaillaan
- Tutkimusta tarvitaan eri skaaloissa
 - Valuma-alue seurannoissa tärkeää riittävän pitkät ennen toimenpidettä ja toimenpiteen jälkeen jaksot vaikutuksen koko elinkaaren selvittämiseksi
 - Toive: KIPSI2.0-hankkeen seurannat jatkuisivat
- Syken kipsitutkijat
 - Khaleda Begum, Petri Ekholm, Tuomas Kahma, Maria Kämäri, Antti Taskinen
 - @syke.fi