

Luke Ruukin webinaarisarja 2024

Lannanlevityksen ajoittaminen ja viljelytoimenpiteet

Mari Rätty

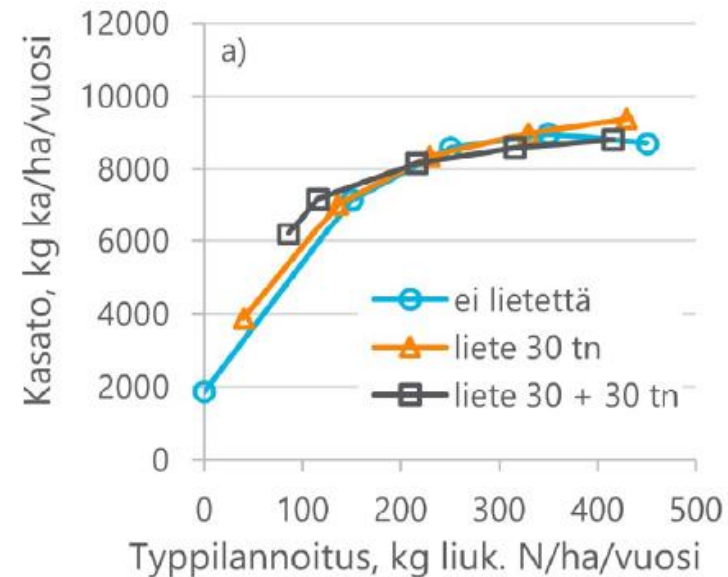


In: Kajava, S. & Termonen, M. (toim.) 2024

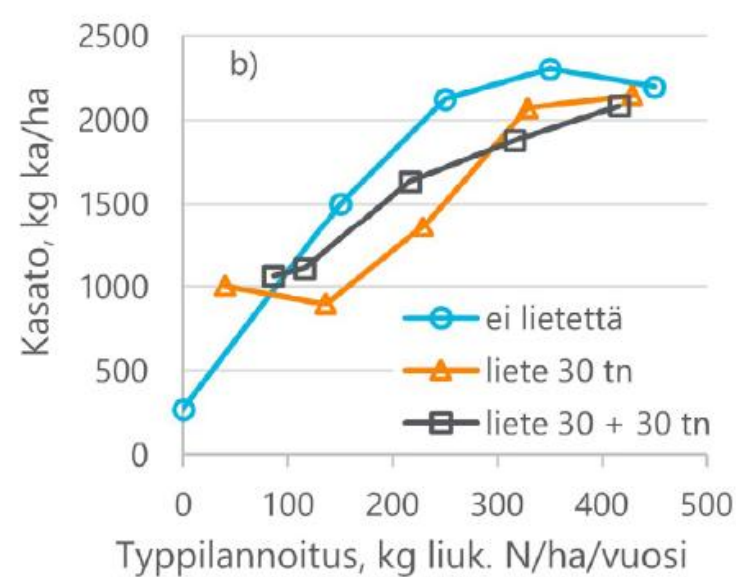
Termonen ym. 2024. Typpilannoitus pidennetyssä nurmikierrossa

Typpilannoituksen satovaste; 4. nurmivuosi

Koko kasvukauden kuiva-ainesato



Kuiva-ainesato toisessa sadossa



Käsittelyt – 3 eri lannoitusstrategiaa

Heinänurmi; korjattu 3 satoa (HHT, org. aines 3,4 %)

- Typpilannoitus mineraalilannoitteilla; "ei lietettä"
- Naudan ljetteen sijoitus 2. sadolle; 30 t/ha
- Naudan ljetteen sijoitus 1.+2. sadolle; 30+30 t/ha
 - Liukoisen typen tasot: 0, 150, 250, 350 ja 450 kg/ha/v;
 - N-lannoituksen %-jako kolmelle sadolle: 44 – 36 – 20 %
 - Ljetteen tyyppi täydennetty mineraalitypellä - liete-strategioiden 0-porras sis. vain ljetteen typen

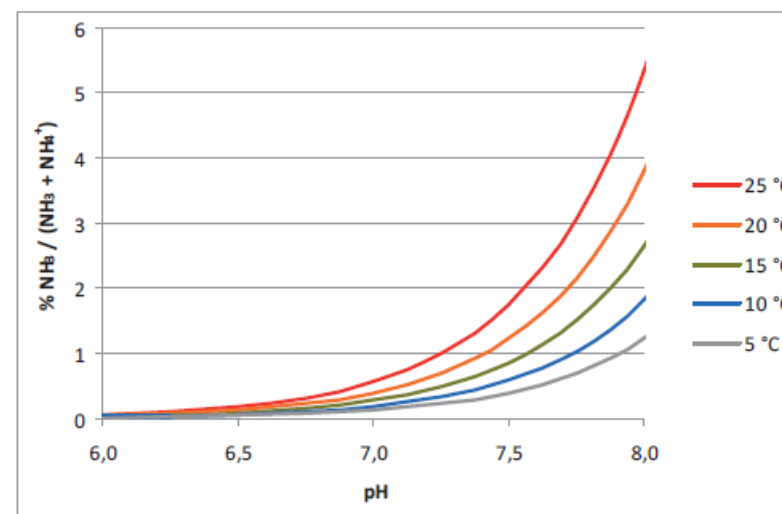
- Karjanlannan liukoinen tyyppi ei ollut mineraalitypen veroista levitetylle sadolle
- Neljäntenä nurmivuonna eri lannoitusstrategioiden välillä ei kuitenkaan ollut merkittäviä eroja kokonaissadossa 3-niiton systeemissä
 - Ljetteen jälkivaikutuksen merkitys; orgaanisen typen mineralisaatio maassa liukoiseen muotoon
- **Ljetteen levitys kasvukauden aikana; kasvuston aktiivinen ravinteidenotto**

Lietelannan typpisisällön säilyttäminen ammoniakin haihtumista hillitsemällä



Ammoniakin haihtuminen

- Tuotantoeläinten eläinsuojissa erittämän lannan N-sisällöstä menetetään EU-tasolla lähes 40 % varastoinnin (19 %) ja levityksen (19 %) yhteydessä NH_3 -emissioina (Oenema ym. 2007)
- Haihtumalla tapahtuva N-hävikki on pois kasvintuotannosta
- NH_3 :n haihtumiseen vaikuttavia tekijöitä, etenkin:
 - Lannan ominaisuudet:
 - pH, ammoniumtypen ($\text{NH}_4\text{-N}$) pitoisuus
 - Lannan levityksen ajankohta – vallitsevat sääolosuhteet:
 - Lämmin, tuulinen, sateeton sää edistää NH_3 :n haihtumista
 - Helle- ja kuivuusjaksojen lisääntyminen kesällä?
 - Lannan levitystapa (Mattila ja Joki-Tokola 2003):
 - Haja (40 %) $\geq$ letku (31 %) > sijoituslevitys (8–10 cm; 0,4 %)
 - 1995–1997; Jokioinen, Ruukki - suluissa NH_3 -hävikki lannan $\text{NH}_4\text{-N}$:stä (n. 80 kg N/ha); levitysmäärä 33–62 t/ha toiselle sadolle



Salo ym. (2008): "Vapaan ammoniakin prosentuaalisen osuuden lisääntyminen pH:n noustessa 6:sta 8:aan lämpötila-alueella 5–25 °C."

- Vähentämiskeinona happokäsittely on mahdollista lantaketjun eri vaiheissa; eläinsuojissa, varastoinnin aikana, levityksen yhteydessä (esim. Fangueiro ym. 2015)
- Lannan pH:n aletessa vapaan ammoniakin (NH_3) osuus pienenee (< pH 6,0–6,5), pysyy haihtumattomassa ammoniummuodossa (NH_4^+)
- Happokäsittelyn yhdistäminen letkulevitykseen
 - Vaihtoehto sijoituslevitykselle?
- Haittapuolena rikkihapon korrosiivisuus ja väkevän hapon käyttöön liittyvät vakavat työturvallisuusriskit
- Vaihtoehtoisten lisäysaineiden testaaminen:
 - Pyrolyysinesteet – biomassojen pyrolyysiprosessissa syntyviä heikkoja orgaanisia happoja sisältävä vesipitoinen osa

1/3 Kenttäkokeet; Luke Maaninka

Lantalogistiikka (2017–2018; Pyykkönen, V.)- ja Pysti (2019; Keskinen, R.) -hankkeissa



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus

HALLITUKSEN
KÄRKIHANKE

- Timotei-nurminata -seosnurmi
- Käsittelyt 2. sadolle
- Naudan lietelanta: noin 40–45 t/ha
 - Lietelannan tyyppiä ei ole täydennetty mineraalitypellä
 - Lantalogistiikka;
Lähtö-pH noin 7,3; ka% 7.4–8.1
- Mineraali-N:n portaat
- Tavoite-pH 5,0–5,5
- 93 % H_2SO_4 kulutus 2,6–4,9 l/liete-t
- Pyrolyysinesteen (koivupohjainen) kulutus 83 l/liete-t
- Lietteen vaahtoaminen

Raakaliete biokaasureaktorin
esisäiliöstä



Happokäsittely



Happokäsittely liete:
letkulevitys



Raakaliete: letku- ja
sijoituslevitys

Ammoniakin haihtuminen



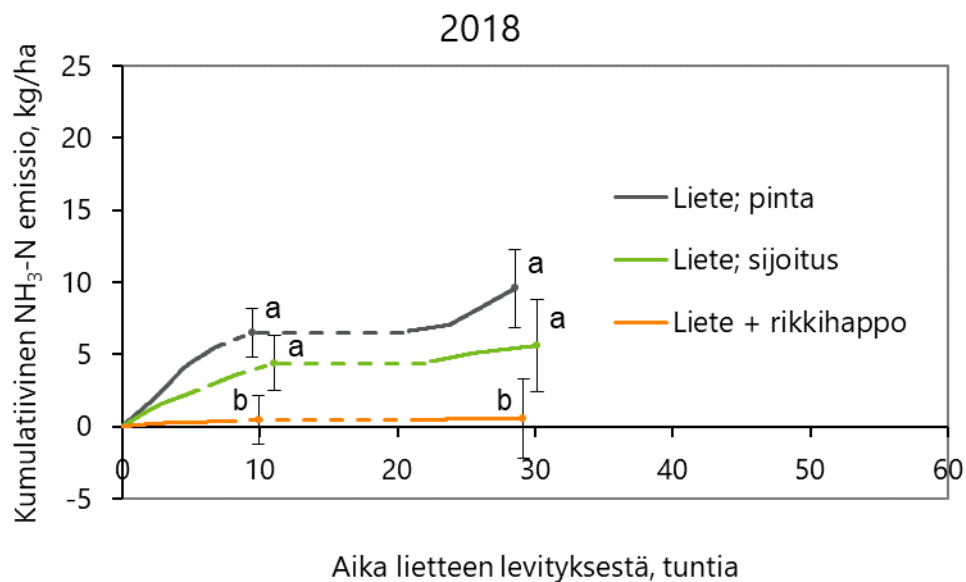
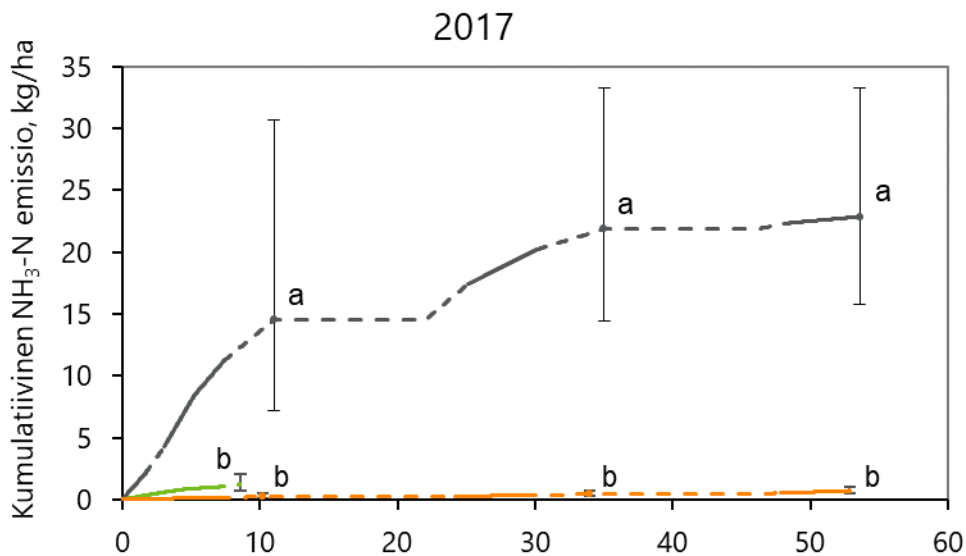
Sadon määrä ja laatu



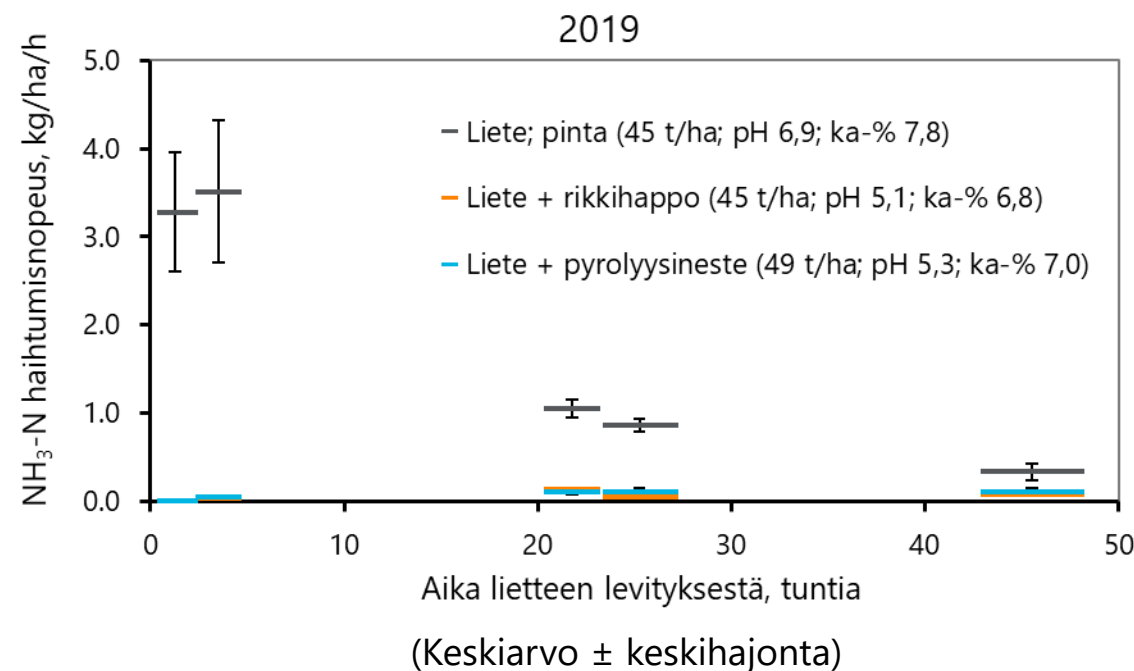
Maaperävaikutukset



2/3 (Keskinen ym. 2022; Hagner ym. 2021)



(Keskiarvo $\pm$ 95 %:n luottamusvälin ylä- ja alaraja)

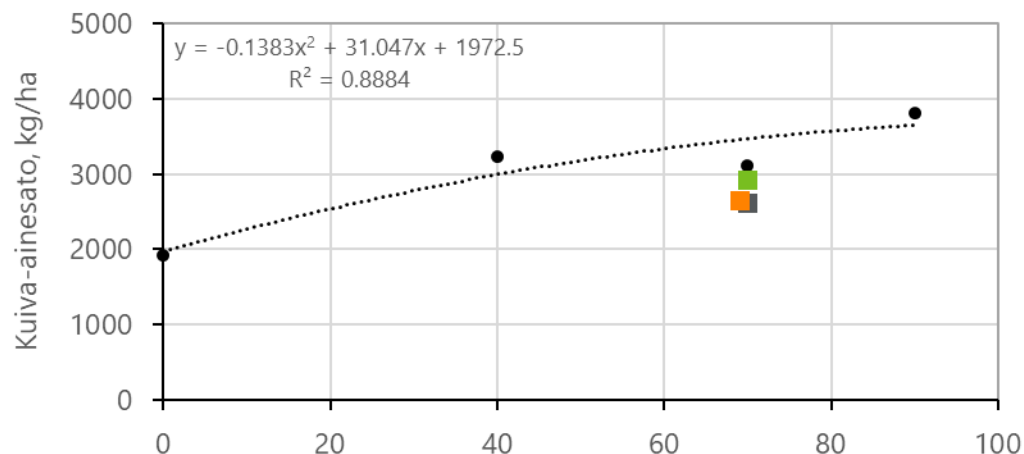


Kumulatiiviset emissioarviot mittausjaksojen ajalta (raakaliete; pintalevitys):

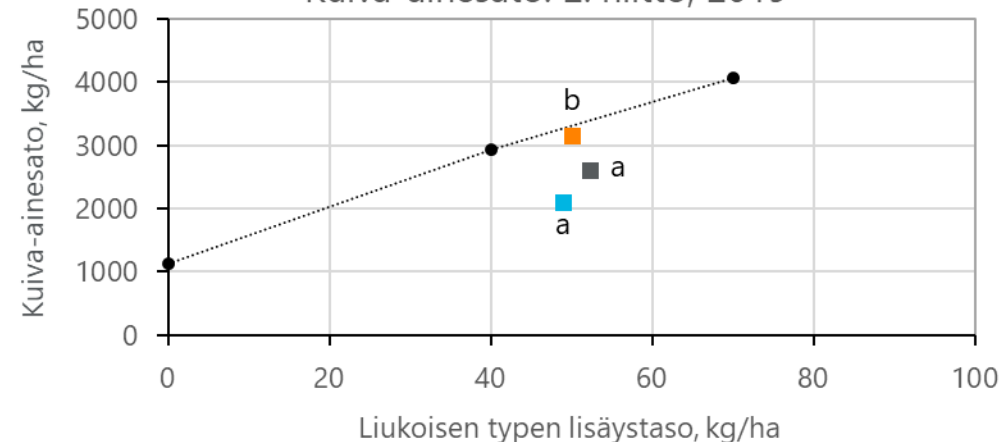
- 2017: 22 kg $\text{NH}_3\text{-N}$ /ha; 31 % lannan liukoisesta typestä
- 2018: 9,5 kg $\text{NH}_3\text{-N}$ /ha; 12 % lannan liukoisesta typestä
- 2019: 24 kg $\text{NH}_3\text{-N}$ /ha; 39 % lannan liukoisesta typestä
- Happokäsittely (rikkihappo, pyrolyysineste) vähensi tehokkaasti ammoniakkin haihtumista

3/3 (Keskinen ym. 2022; Hagner ym. 2021)

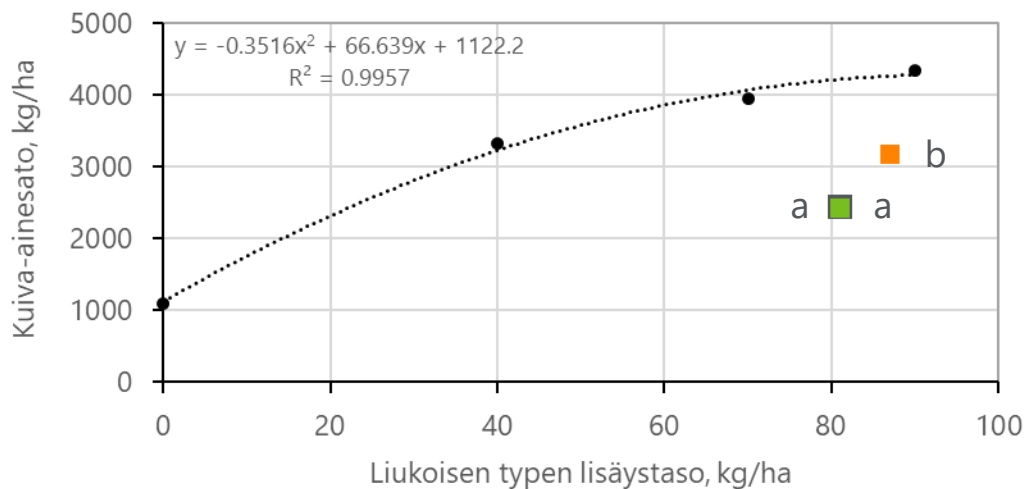
Kuiva-ainesato: 2. niitto, 2017



Kuiva-ainesato: 2. niitto, 2019



Kuiva-ainesato: 2. niitto, 2018



• Mineraali-N
• Liete; pinta
• Liete + rikkihappo
• Liete + pyrolyysineste

- Vuonna 2017 lietekäsittelyjen välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja 2. niiton kuiva-ainesadoissa
- Vuonna 2018 happokäsittely toi sadonlisää 720 kg ka/ha
- Vuonna 2019 happokäsittely toi sadonlisää 560 kg ka/ha
- Satovaikutukseen voi vaikuttaa myös
 - Käyttämättä jäänyt lannoitetyppi, maan omat typpivarat, kasvu-/ravinnerajoittuneisuus – ravinteiden käytön tehokkuus, juuristovauriot (sijoituslevitys)?
- Lämmin, tuulinen ja sateeton sää – happokäsittelyn hyöty korostuu

1/2 Kenttäkoe; N-Fiksu (Virkajärvi, P.) ja FarmGas PS-3 (Laajala, P.) -hankkeiden yhteistyönä 2024–2025 (alustavia tuloksia)



Euroopan unionin
osarahoittama

Pohjois-Savon liitto tukee
maakunnan
menestystä



- Lohkottain satunnaistettu koe neljänä kerranteena
 - (multava HHt, pH 5,8, P_{AAc} 11 mg/l maata)

Koekäsittelyt:

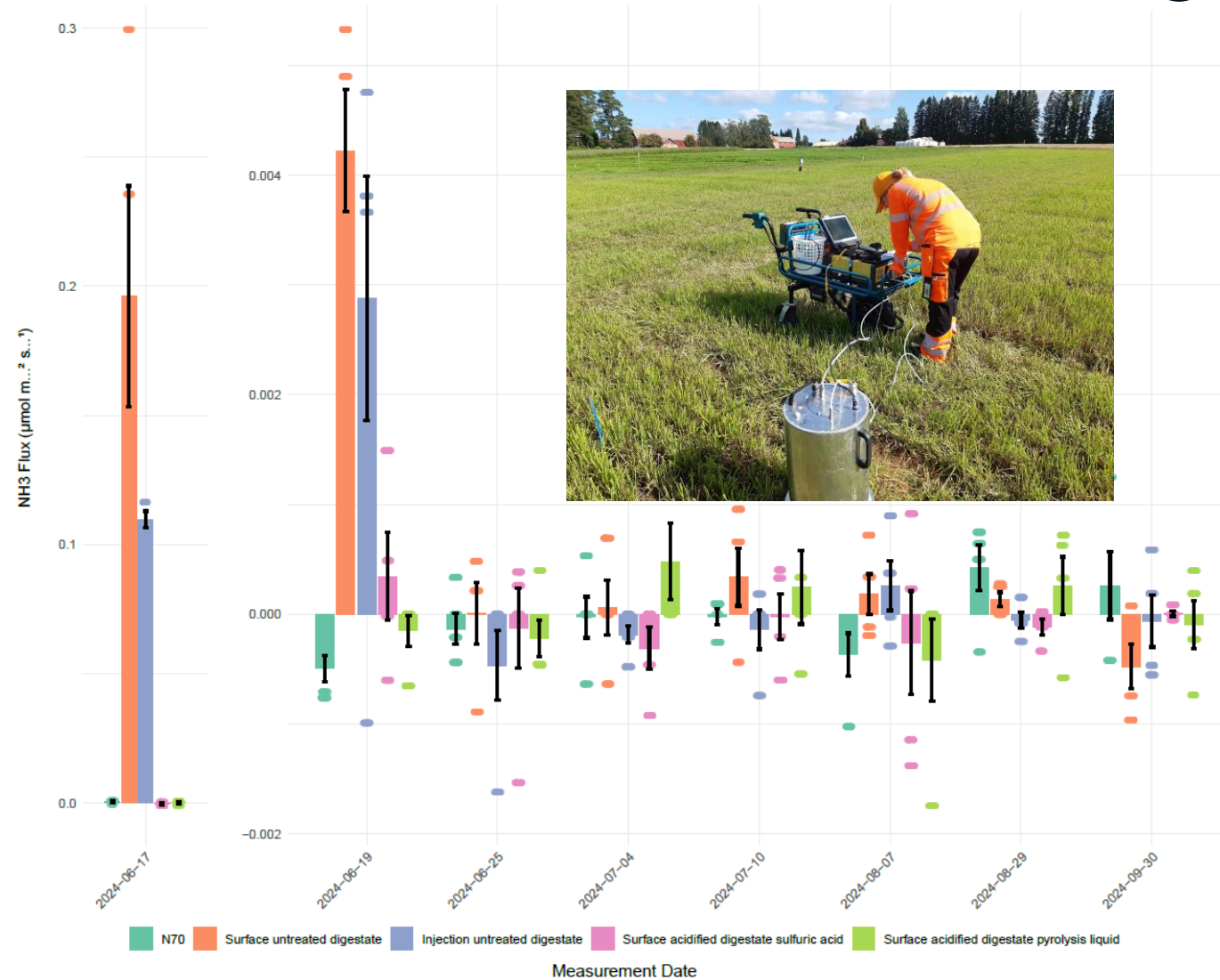
- Mineraali-N portaat: 0, 40, 70 ja 100 kg N/ha sekä
- Naudan lietelanta ja biokaasulaitoksen käsittelyjäännös
 - (levitysmäärä 40 t/ha)

Molemmille lietetyypeille seuraavat käsittelyt:

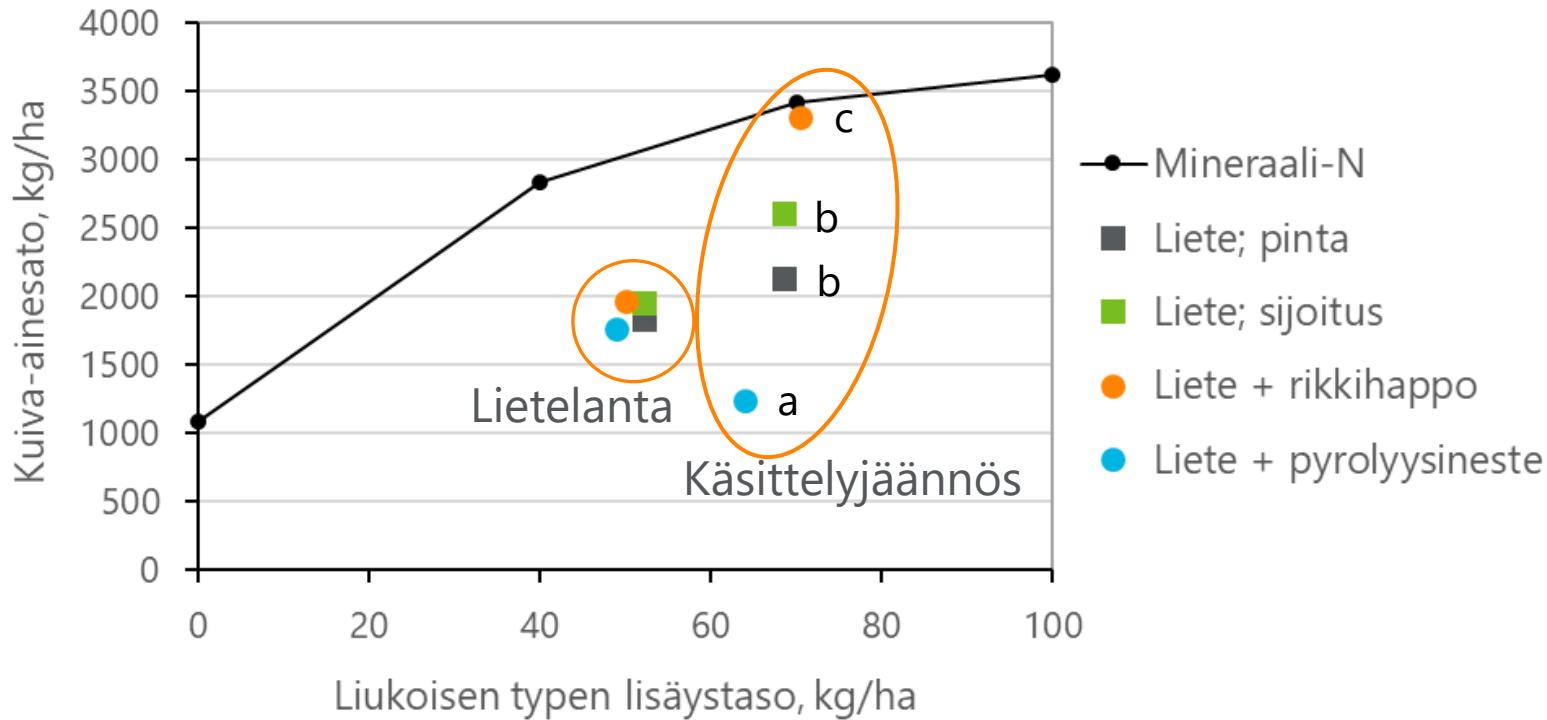
- Levitys pintaan kastelukannulla (letkulevitys)
- Levitys sijoittamalla
- Käsittely rikkihapolla (letkulevitys)
- Käsittely pyrolyysinesteellä (letkulevitys)

Kulutus, kun tavoite-pH noin 5,5:

- Rikkihappo 3.5 ja 7.0 l/liete- m^3
- Pyrolyysineste (kuusipohjainen) 300 ja 600 l/liete- m^3
 - (laimea happokäsittelyyn)



Kuiva-ainesato: 2. niitto, 2024



		pH	ka	Kok-N	Liuk-N	Kok-N	Liuk-N	P	K
	t/ha		%	kg/t		kg/ha			
Raakaliete	40	7,0	6,4	2,8	1,3	112	52	21	144
Käsittelyjäännös	40	7,8	5,0	3,0	1,7	120	68	21	148

Nurmen 1. sato:

- Kaikki ruudut: NK2; 80 kg N/ha, 43 kg K/ha
 - Satotaso keskimäärin 4925 kg ka/ha
 - Niitto 14.6.2024, lietekäsittelyt 17.6.2024

Nurmen 2. sato (niitto 1.8.2024):

- Raakaliete laimeampi liuk-N:n osalta
 - Satotasoero eri lietetyyppien välillä
 - Raakalietteellä ei käsittelyjen välisiä eroja
- Käsittelyjäännöksen rikkihappokäsittely:
 - Tuotti yhtäsuuren sadon kuin Min-N 70 kg/ha ("mineraali-N:n veroinen")
 - Tuotti lähes 1170 kg ka/ha suuremman sadon kuin pintalevitys (kontrolli) ja 690 kg ka/ha kuin sijoituslevitys
- Ko. pyrolyysineste tuotti satotappiota:
 - Suuri levitysmäärä (käsittelyjäännös + neste), kuiva/lämmin sääjakso

Naudan lietelannan syyslevitys nurmelle sijoittamalla

- Syyslevitykselle voi olla käytännön tarvetta, esim.
 - märkä kasvukausi; varastointitila
 - työhuippujen tasaaminen; joustavuus lannanlevitykseen,
 - sääolosuhteet (kevät vs. syksy); maan tiivistymisriski
- Tarve päivittää tuloksia lietteen levitysmäärän ja -levitystavan vaikutuksesta ravinnehuuhtoumiin nurmelta



Aiemmat suomalaiset kokeet

Turtola ja Kemppainen (1998):

- Toholammen huuhtoutumiskenttä (pinta- ja salaojavalunta); hietamaa
- Perustamisvuosi 1992–93, nurmivuodet 1993–96, kyntö 1996
- Naudan lietelanta, kevät-, syksy- ja talvilevitys
 - hajalevitys; keskimäärin n. 28 kg P/ha /syksy (noin 56 t/ha)
- Lietelannan syyslevitys hajalevityksenä oli selvästi kuormittavampi kuin kevätlevitys – P-huuhtouma 4,0 vs. 1,0 kg P/ha/v (NPK 1,0 kg P/ha)

Uusi-Kämpä ja Heinonen-Tanski (2008):

- Hajalevitykseen verrattuna sijoittaminen hillitsi maan pintakerroksen P-luvun nousua ja vähensi tehokkaasti P:n huuhtoutumista (80 %)
 - etenkin, kun lietelevitys 2 kertaa kasvukaudessa (>40 kg P/ha/v)

Maan lämpötilan lasku

- Vähentäisi ammoniakin haihtumista syksyllä levityksen yhteydessä
- Hidastaisi mikrobiaktiivisuutta - mineralisaatiota ja epäorgaanisen N:n vapautumista
- Hidastaisi nitrifikaatiota eli ammoniumin (NH_4^+) hapettumista huuhtoutumisalttiiksi nitraatiksi (NO_3^-) – ammoniumioni voi pidäytyä maahan
- Esim. Chantigny ym. (2019) ovat kuitenkin osoittaneet, että myös talvella tapahtuu nitrifikaatiota ja immobilisaatiota (mikrobien sopeutuminen)
 - Reaktiot hitaampia ja hävikki (45–94 % annetusta NH_4^{15}N :stä maan 30 cm:n syvyydessä) pienempää koepaikoissa, joissa maan routaantuminen voimakkaampaa (suurempi hävikki min-N:illä)
 - Talviolosuhteiltaan 4 erilaista koepaikkaa Kanadassa 2009–2010 ja 2010–2011
 - Syksyllä NH_4^{15}N leimatun mineraalilannoitteen sekä naudan ja sian lietelannan sekoitus paljaan maan pintakerrokseen

1/6 Kenttäkoe 2011–2016; Maaninka, pintavalunta- ja lysimetrikenttä^{© Luke} (RAE- ja Ravinnerenki -hankkeet (Savonia-amk); Luken osuus; Virkajärvi, P.)

Koejakso (maalaji: KHt, runsaasti HHt):

- Timotei-nurminata nurmi; perustaminen 2011
- Nurmi- ja käsittelyvuodet 2012–2014
- Kyntövuosi 2015

Koekäsittelyt:

- Kesälevitys; 40 t/ha 2. sadolle + lietteen N täydennys mineraali-N:llä (tavoite 100 kg liuk-N/ha)
- Kesä- ja syyslevitys; 20 t/ha 2. sadolle (+ lietteen N täydennys mineraali-N:llä) + 20 t/ha syksyllä
 - Levitys lokakuussa ennen ensilumia tai niiden sulamisen jälkeen
- Naudan lietelannan levitys sijoittamalla (2-kiekko, vannasväli 25 cm, työleveys 150 cm, sijoitusyvyys n. 6 cm)
- Kevätlannoitus N(P)K molemmille käsittelyille, mutta
 - kevätlannoituksessa huomioitiin syksyllä levitetyn lietteen liukoisesta-N:stä 75 %, joka vähennettiin kevään N-lannoituksesta



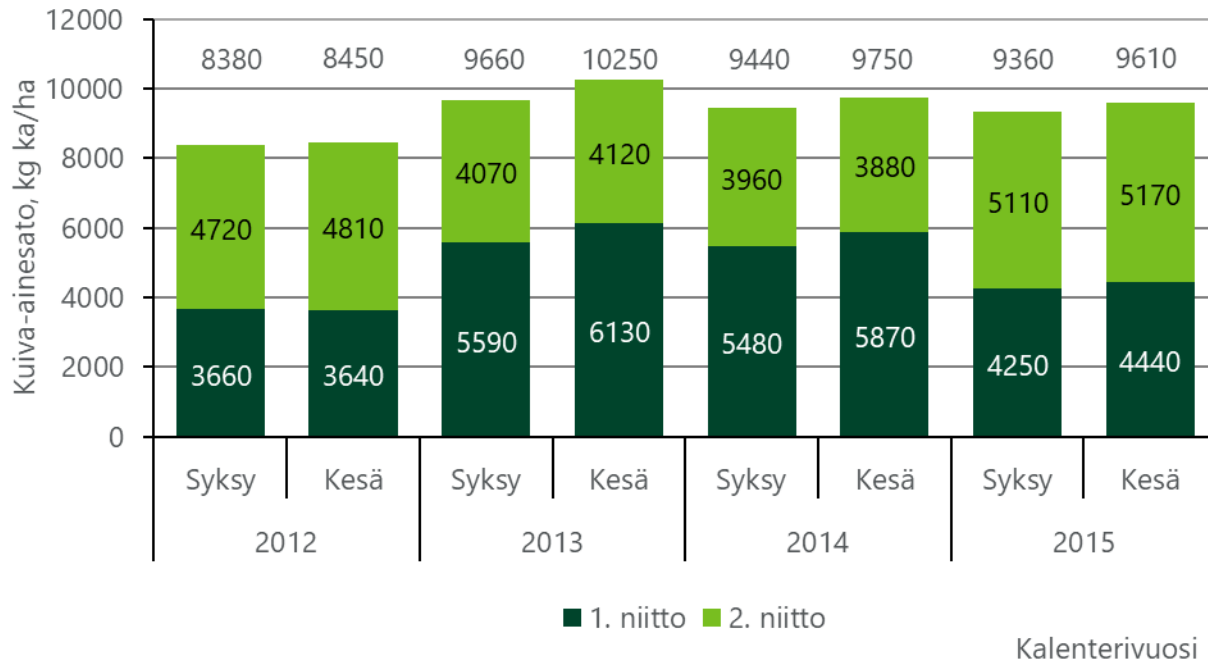
Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus

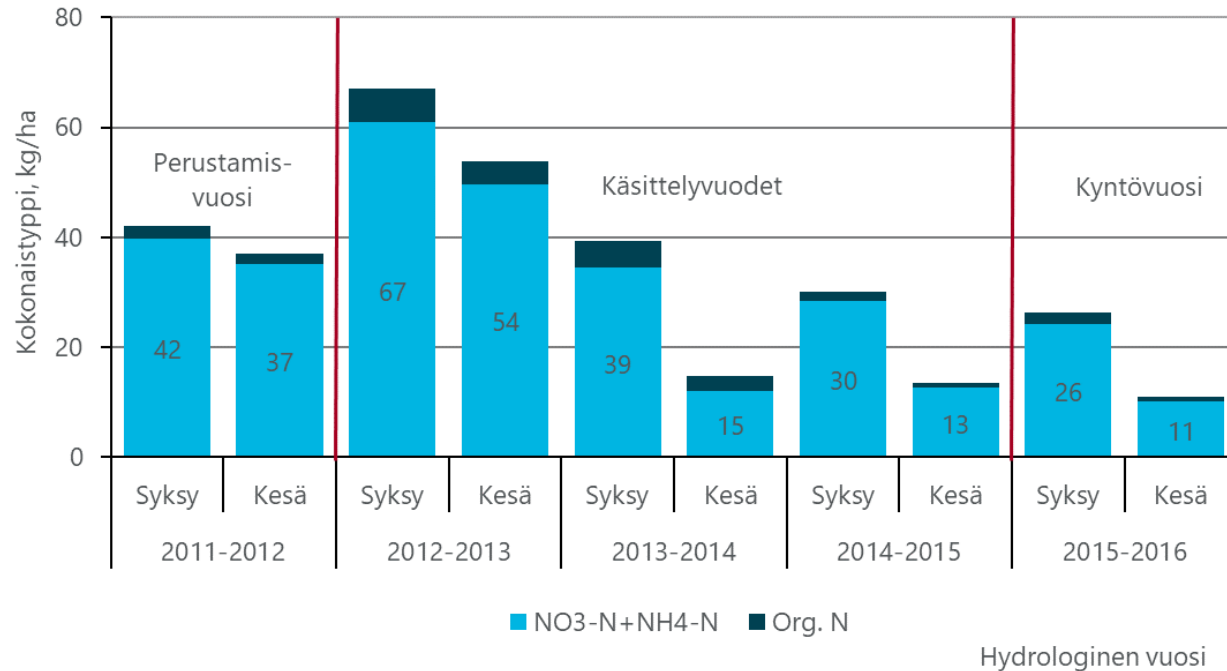


2/6 Nurmen kuiva-ainesato (aineisto tiet. julkaisematon – uudet tilastolliset analyysit ja käsikirjoitus valmistelussa)



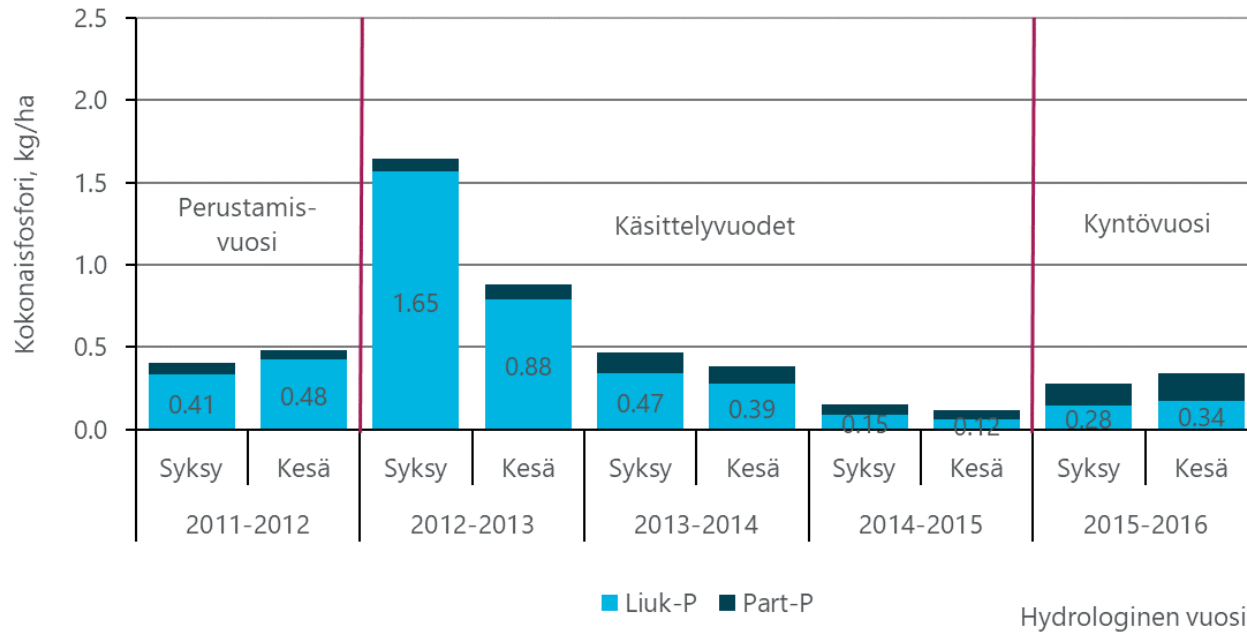
- Kesälevitys tuotti pääsääntöisesti syyslevitystä hieman suuremman ensimmäisen ja toisen sadon – ja siten noin 70–560 kg/ha/v suuremman nurmen kokonaiskuiva-ainesadon
 - Sadoissa ei tilastollisesti merkitseviä eroja
- Typpi- ja fosforisadot olivat keskimäärin 192 kg/ha/v ja 23 kg/ha/v
- Typen osalta ravinnetaseet olivat positiivisia (keskimäärin 56 kg/ha/v) ja
- Fosforin osalta positiivisia tai negatiivisia (keskimäärin -3 kg/ha/v).

3/6 Typen huuhtoutuminen



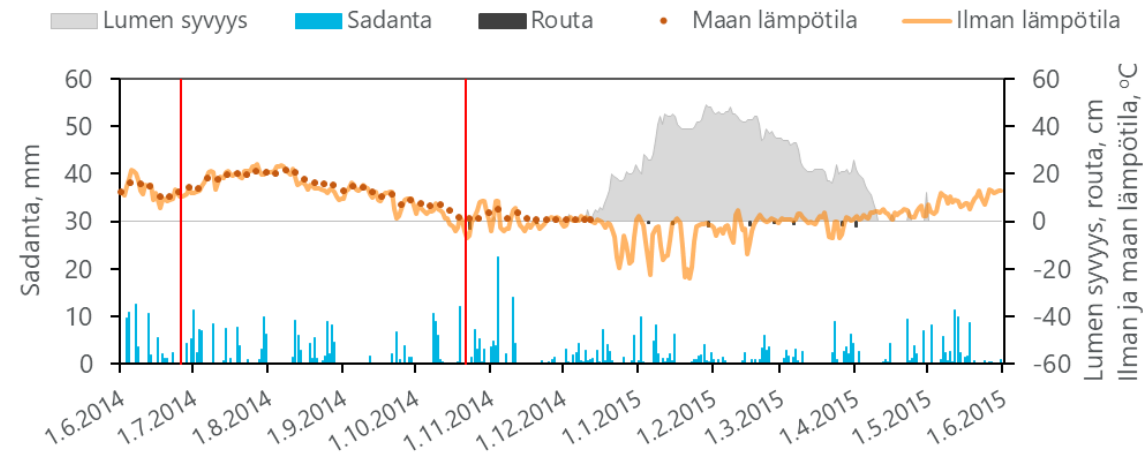
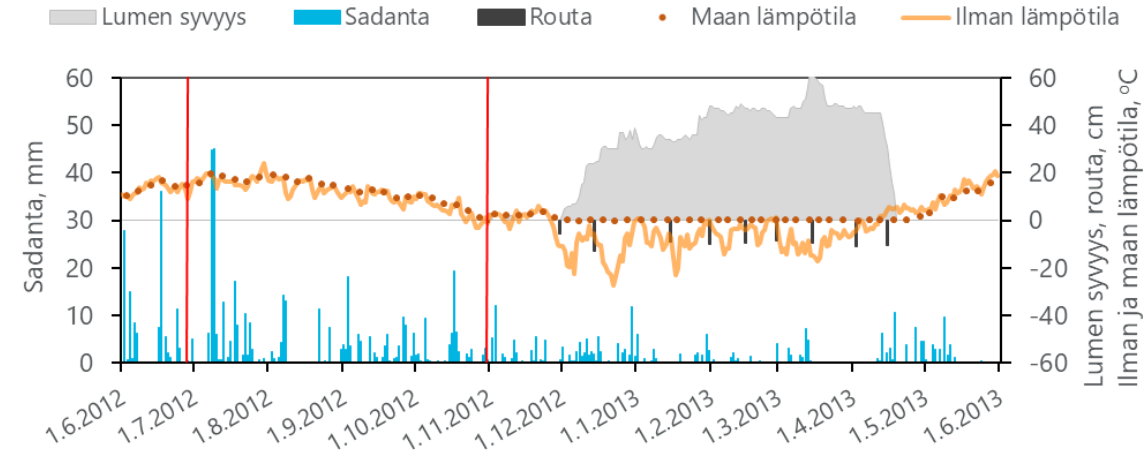
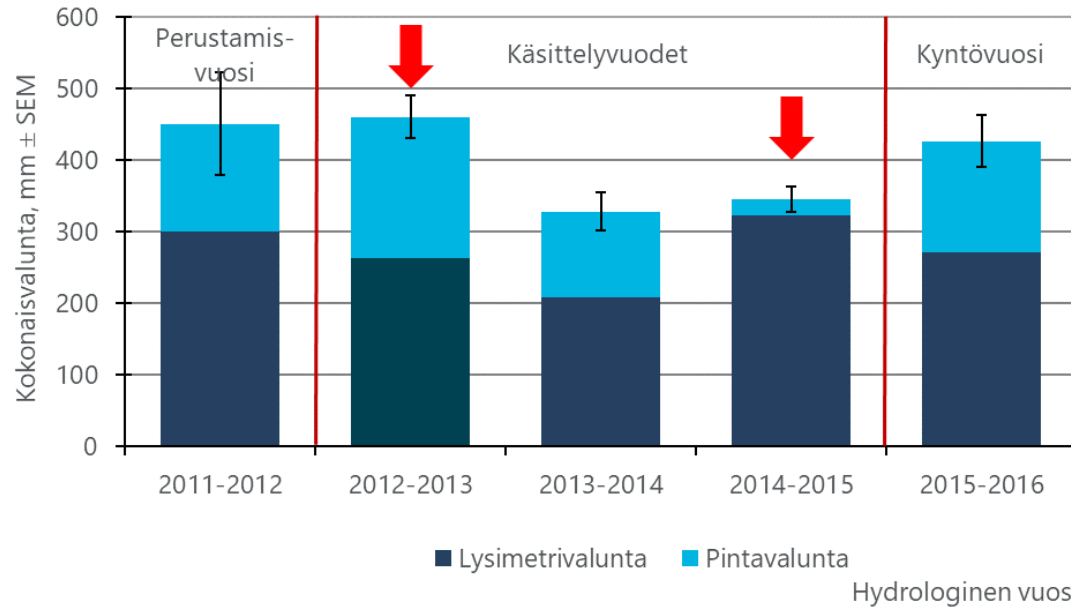
- Typpikuormitus pääosin lysimetrivaluntana (maan läpi suotautuminen) ja NO₃-N muodossa
- Epäorgaanisen N:n (NO₃-N+NH₄-N) osuus oli 81–95 % kokonais-N:stä
- Koevuosien aikana kokonais-N:ä huuhtoutui keskimäärin 33 kg/ha/v
- Kesäkoejäsen: 11–54 kg/ha/v
- Syyskoejäsen: 26–67 kg/ha/v
- Suurin huuhtouma vuonna 2012–2013
 - Hydrologinen vuosi: kesäkuun alusta toukokuun loppuun
- Levitysajankohdalla ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta N-huuhtoumiin
 - Toistojen vähäisyys ja niiden välinen suuri vaihtelu

4/6 Fosforin huuhtoutuminen



- Fosforikuormitus pääosin pintavalunnan mukana; kevätpainotteisuus/lumensulanta
- Valtaosa kokonaisfosforista liuenneessa muodossa; keskimäärin 72 %; 51–95 %
- Koevuosien aikana kokonais-P:a huuhtoutui keskimäärin 0,52 kg/ha/v
- Kesäkoejäsen: 0,12–0,88 kg/ha/v ja
- Syyskoejäsen: 0,15–1,65 kg/ha/v
- Suurin huuhtouma vuonna 2012–2013
- Levityssajankohdalla ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta P-huuhtoumiin
 - Toistojen vähäisyys ja niiden välinen suuri vaihtelu.

5/6 Huuhtoumariski; valunta, sääolosuhteet



- Pintavalunnan osuus kokonaisvalunnasta keskimäärin 31 %; 6–43 %
- Vertailu: hydrologinen vuosi 2012–2013 vs. 2014–2015
 - Sademäärä 748 vs. 602 mm
 - Kesä-heinäkuu 304 vs. 149 mm – lysimetrivaluntaa (etenkin N)
 - Syys-lokakuu 154 vs. 78 mm – lysimetrivaluntaa (etenkin N)
 - Lumensulamisen aiheuttama pintavalunta: suuri (routa) vs. pieni (etenkin P)

6/6 Yhteenveto

- Paikallisesti sää- ja levitysolosuhteet saattavat olla syksyllä kevättä suotuisammat ja suosia lietteen syyslevitystä (maan tiivistymisriski)
- Lietteiden levityksen ajankohtaa ja etenkin sen jälkeen vallitsevia sääolosuhteita on vaikea ennakoita
- Kokeessa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja nurmen kuiva-ainesadoissa (ei satohyötyä- tai tappioita) tai fosforin ja typen huuhtoumissa, mutta
 - Toistojen vähäinen lukumäärä, suuri hajonta
- Syyslevitys lisäsi huuhtoumariskiä
- Typpihuuhtouman taso oli korkeahko
 - Toistuva lannan käyttö, orgaanisen typen kertyminen (ylijäämäinen typpitase)
- Poikkeuksellisen määrän kasvukauden ja syksyn jälkeen fosforia (ja typpeä) huuhtoutui huomattavasti etenkin syyslevitetystä lietteestä, vaikka liete olikin sijoitettu
- Myöhäisen syyslevityksen varaan on hankala suunnitella lannoitusta

- Chantigny, M.H., Bittman, S., Larney, F.J., Lapen, D., Hunt, D.E., Goyer, C. & Angers, D.A. 2019. A multi-region study reveals high overwinter loss of fall-applied reactive nitrogen in cold and frozen soils. Canadian Journal of Soil Science 99: 126–135. <https://doi.org/10.1139/cjss-2018-0151>
- Fangueiro, D., Hjorth, M. & Gioelli, F. 2015. Acidification of animal slurry – a review. Journal of Environmental Management 149: 46–56. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.10.001>
- Hagner, M., Rättyä, M., Nikama, J., Rasa, K., Peltonen, S., Vepsäläinen, J. & Keskinen, R. 2021. Slow pyrolysis liquid in reducing NH₃ emissions from cattle slurry — Impacts on plant growth and soil organisms. Science of the Total Environment 784: 147139. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147139>
- Kajava, S. & Termonen, M. (toim.) 2024. Kestävyyttä nurmesta : Kestävyyttä nurmesta -hankkeen (2022–2024) tulosraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 86/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 38 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-977-2>
- Keskinen, R., Termonen, M., Salo, T., Luostarinen, S. & Rättyä, M. 2022. Slurry acidification outperformed injection as an ammonia emission-reducing technique in boreal grass cultivation. Nutrient Cycling in Agroecosystems 122: 139–156. <https://doi.org/10.1007/s10705-021-10190-1>
- Mattila, P.K. & Joki-Tokola, E. 2003: Effect of treatment and application technique of cattle slurry on its utilization by ley: I. Slurry properties and ammonia volatilization. Nutrient Cycling in Agroecosystems 65: 221–230. <https://doi.org/10.1023/A:1022619304798>
- Oenema, O., Oudendag, D. & Velthof, G.L. 2007. Nutrient losses from manure management in the European Union. Livestock Science 112: 261–272. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.09.007>
- Salo, T., Grönroos, J., Luostarinen, S., Kapuinen, P., Manninen, K., Rankinen, K. & Myllyviita, T. 2015. Lietelannan happokäsittely lannan ravinteiden käytön tehostamisen tukena. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 56/2015. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 44 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-113-6>
- Turtola, E. & Kemppainen, E. 1998. Nitrogen and phosphorus losses in surface runoff and drainage water after application of slurry and mineral fertilizer to perennial grass ley. Agricultural and Food Science in Finland 7: 569–581. <https://doi.org/10.23986/afsci.5614>
- Uusi-Kamppa, J. & Heinonen-Tanski, H. 2008. Evaluating slurry broadcasting and injection to ley for phosphorus losses and fecal microorganisms in surface runoff. Journal of Environmental Quality 37: 2339–2350. <https://doi.org/10.2134/jeq2007.0428>

Kiitos!



luke.fi