VIISAS TYPPI-KIERTO
N-Teho

# Lietteenlevitys syksyllä – mitä typelle tapahtuu?

Kirsi Järvenranta, Luke

Maarit Termonen, Sanna Kykkänen, Mari Räty, Arja Louhisuo, Panu Korhonen, Perttu Virkajärvi

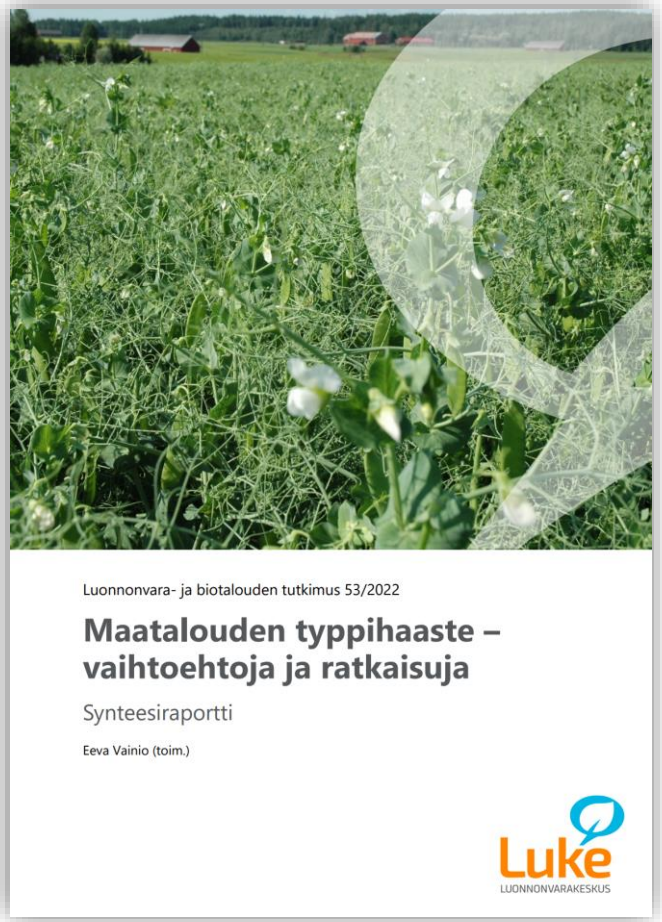
Maa- ja metsätalousministeriö

Luke
LUONNONVARAKESKUS

Tampereen yliopisto
Tampere University

# Kestävyyttä Nurmesta -hankkeen kanssa yhteistyössä Viisas typpikierto –kokonaisuus

- Kolmen hankkeen konsortio: N-Fiksu, N-Teho ja ViiMa (n. 2.4 Me)
- Tavoitteena koko nautakarjatalouden typen hyväksikäytön tehostaminen
- Nykyisellään N-hyväksikäyttö on maidontuotannossa vain 30% ja naudanlihantuotannossa 15%
- Hankkeissa tutkitaan ja kehitetään typpikierron eri kohtiin kohdistuvia toimenpiteitä




VIISAS TYPPI-KIERTO
N-Teho

20.3.2024

# Syyslevityksen säätely ja ehdot

- https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20141250
- Lannan ja orgaanisten lannoitevalmisteiden levittäminen pellolle on kielletty marraskuun alusta maaliskuun loppuun.
- Lannoitteita ei saa levittää lumipeitteiseen tai routaantuneeseen eikä veden kyllästämään maahan.
- Kasvipeitteisenä talven yli pidettäville peltolohkoille lantaa ja orgaanista lannoitevalmistetta saa syyskuun 15. päivästä eteenpäin levittää vain sijoittamalla, ellei kyseessä ole syksyllä kylvettävän kasvin kylvöä edeltävä lannan levitys.
- Syyskuun alusta alkaen tuotantoeläinten lannassa ja orgaanisissa lannoitevalmisteissa levitettävän **liukoisen typen määrä saa olla enintään 35 kg/ha.** Syksyllä levitetyn liukoisen typen määrä huomioidaan kokonaisuudessaan osana seuraavan viljelykasvin lannoitusta.

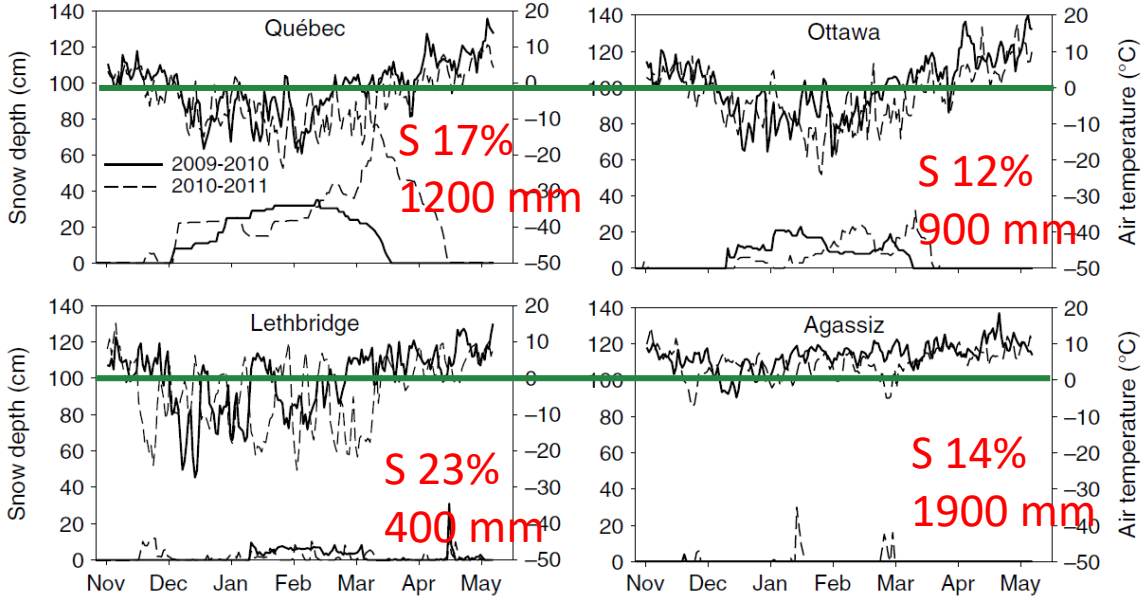
# Typpihävikkiin vaikuttavia tekijöitä - myös syksyllä

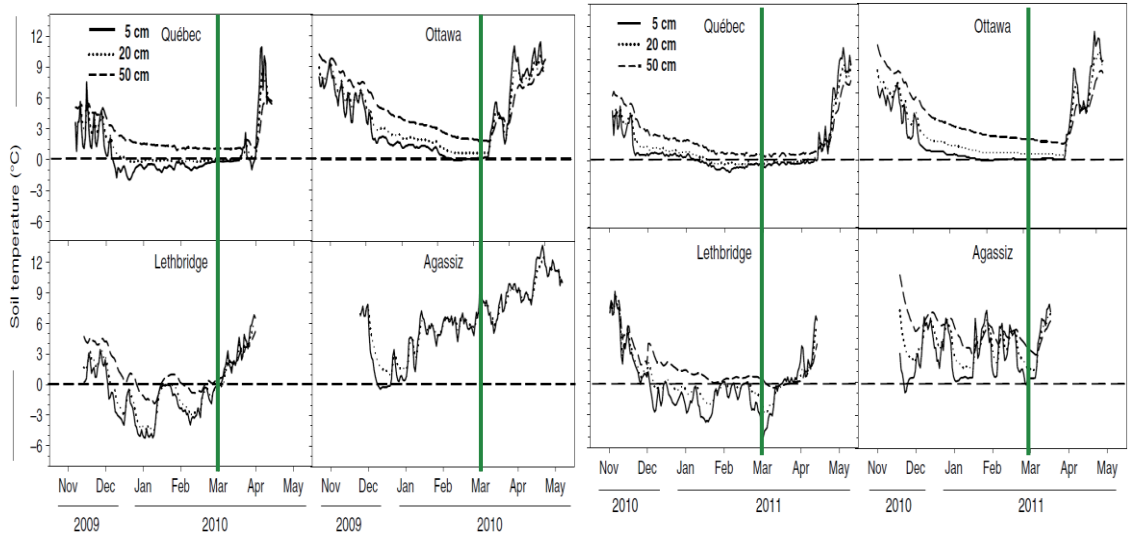
- Levitysmäärä ja levitystekniikka
- Lietelannan koostumus; paksuus, viskositeetti, ravinnepitoisuus
- Maan muokkaus: kyntö, kevytmuokkaus
- Kasvusto: nurmi, sänki, kerääjäkasvi
- Säähän liittyvät tekijät
  - Sää ennen ja jälkeen levityksen
  - Ilman ja maan lämpötila ja kosteus
  - Lumen määrä
  - Routa, syvyys, yhtenäisyys sekä ajallisesti että fyysisesti
- Maalaji, maan orgaanisen aineksen määrä ja laatu
- Maaperämikrobisto

# Tutkimuksia lietelannan N-dynamiikasta kylmässä maassa

- Kanada; Chantigny et al. (2019) kokeessa 4 paikkakuntaa:

**Fig. 1.** Air temperature and snow depth from November 2009 to May 2010 (solid line) and November 2010 to May 2011 (dashed line) at the four experimental sites. For each graph, the left *y*-axis is snow depth and the right *y*-axis is air temperature.



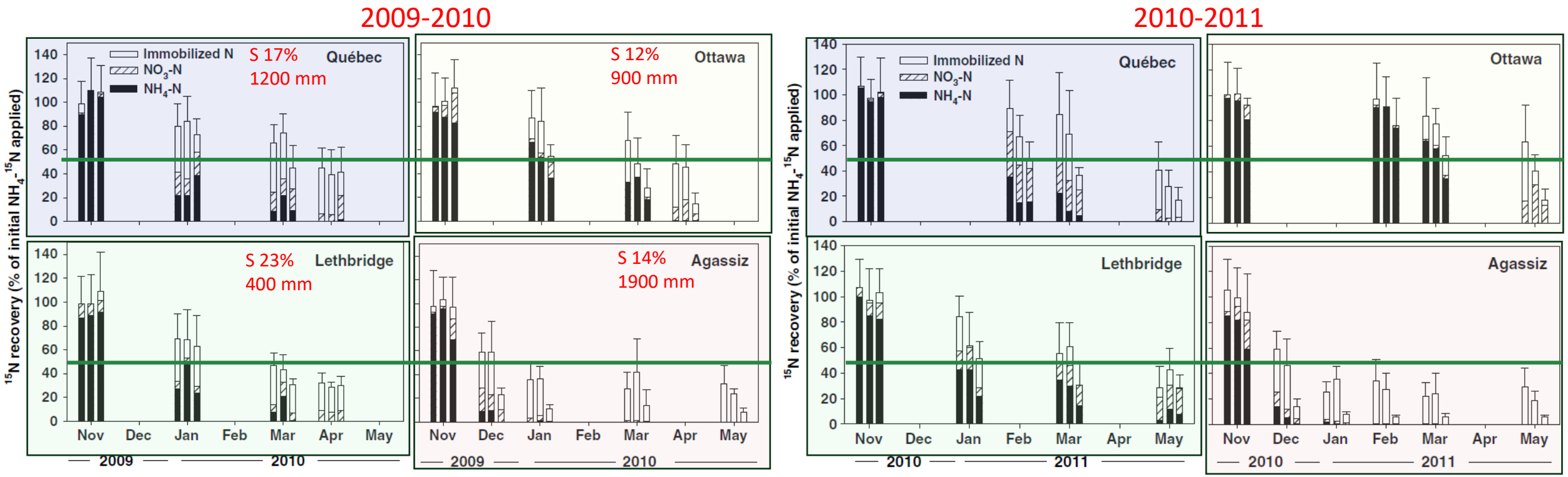




Ilman lämpötila ja lumen syvyys cm

Maan lämpötila

- Vertailussa naudan- ja sianliete sekä mineraali-N, 60 kg $NH_4$-N/ha
- 2 koevuotta; lietteet levitetty marraskuussa 2009 ja 2010

# Tutkimuksia lietelannan N-dynamiikasta kylmässä maassa




Pylväissä järjestys: Naudanliete - Sianliete - Mineraali-N

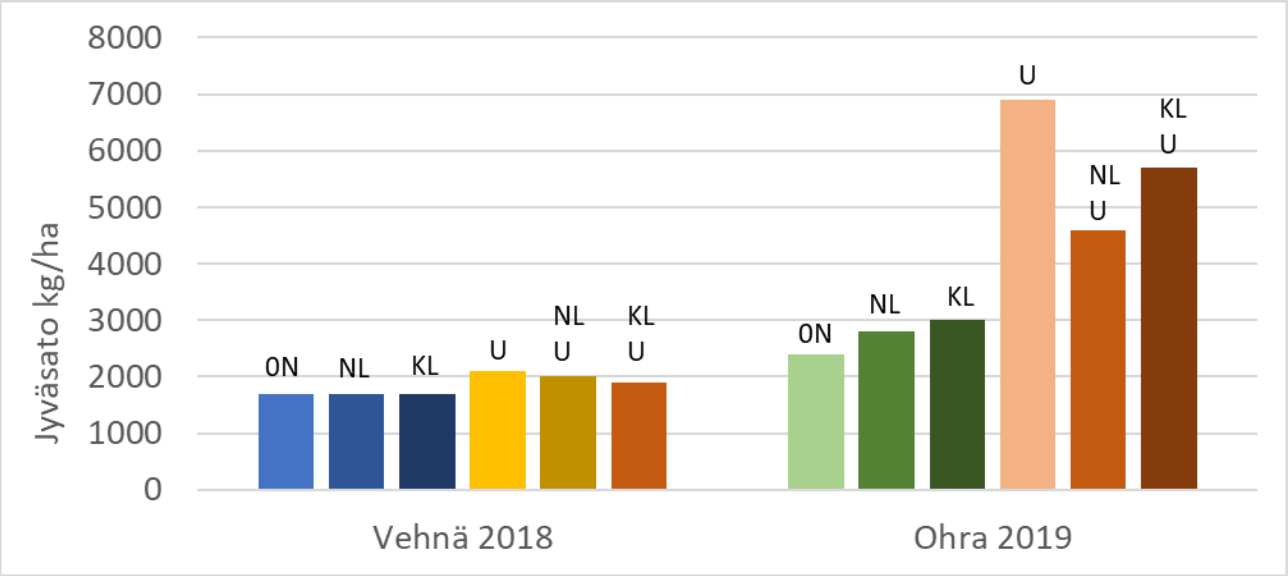
- Yli 45 % syksyllä annetusta ammoniumtypestä (sekä liete-N että min-N) hävisi ennen kevätkylvöä kaikissa paikoissa
- Mineraalitypestä isompi hävikki, luultavasti hiilisyötteen puuttumisen takia > pienempi immobilisaatio
- Lämpimimmässä paikassa (Agassiz), hävikki oli yli 80 %
- Kylmyys hidastaa mineralisaatiota, mutta koska talvi on pitkä, lopputulos on sama, suuri osa syksyn ammoniumtypestä muuttuu nitraatiksi ja menetetään talven ja kevään aikana (47-94 %)
- Saves tehostaa ammoniumtypen nitrifikaatiota, ehkä vesikalvot savihiukkasten pinnalla

# Yhteenveto typpidynamiikasta kylmässä maassa

- Mikrobitoiminta jatkuu vielä -5 asteisessa maassa ja entsyymiaktiivisuutta jopa -20 asteessa pienissä vesikalvoissa maapartikkelien ympärillä (Chantigny et al. 2002)
- Kylmä maa, edes -2 asteinen jäinen maa, ei estä nitrifikaatiota ($NH_4N$ > $NO_3N$), mutta se hidastaa immobilisaatiota > kasvattaa huuhtoutumisriskiä (Chantigny et al. 2019)
- Hiilisyöte lisää immobilisaatiota
- Hienojakoisissa maissa nitrifikaatio ja denitrifikaatio jatkuvat voimakkaampina alle nollan lämpötiloissa kuin karkeammissa kivennäismaissa, vesikalvot savipartikkelien pinnalla
- Suomessa maat ovat talvisin yleensä lumipeitteisiä, märkiä ja lähellä 0 astetta tai sen alle
- Hapettomat taskut jäälinssien alla  vaikuttavat hiilen ja typen dynamiikkaan

# Syyslevityksen hyöty seuraavan kesän sadontuoton kannalta?

- Kanada, Quebeck
- Ejack et al. (2021) syyslannoituskoe 2018 kevätvehnällä ja 2019 kevätohralla
- Ei hyötyä jyväsadon kannalta.




0N = Kontrolli
NL = Naudanliete 28 t/ha sisältää 28 ja 19 kg $NH_4N$
KL = Kuivalanta 30 t/ha sisältää 42 ja 33 kg $NH_4N$
**Levitys syyskuussa**
U = urealiuos keväällä
2018 Vehnälle kylvettäessä 30, oraalle 70
2019 Ohralle kylvettäessä 20, oraalle 60

VIISAS TYPPI-KIERTO
N-Teho

# Naudan lietelannan sijoittaminen nurmeen syksyllä - N huuhtoutuminen

Nurmi perustettu 2011, Nurmivuodet 2012–2015

Käsittelyt:

- **Kesälevitys**: 40 tn/ha toiselle sadolle + täydennys SS
- **Syyslevitys:** 20 tn/ha toiselle sadolle + täydennys SS + 20 tn/ha mahdollisimman myöhään syksyllä

Levitys sijoittamalla:

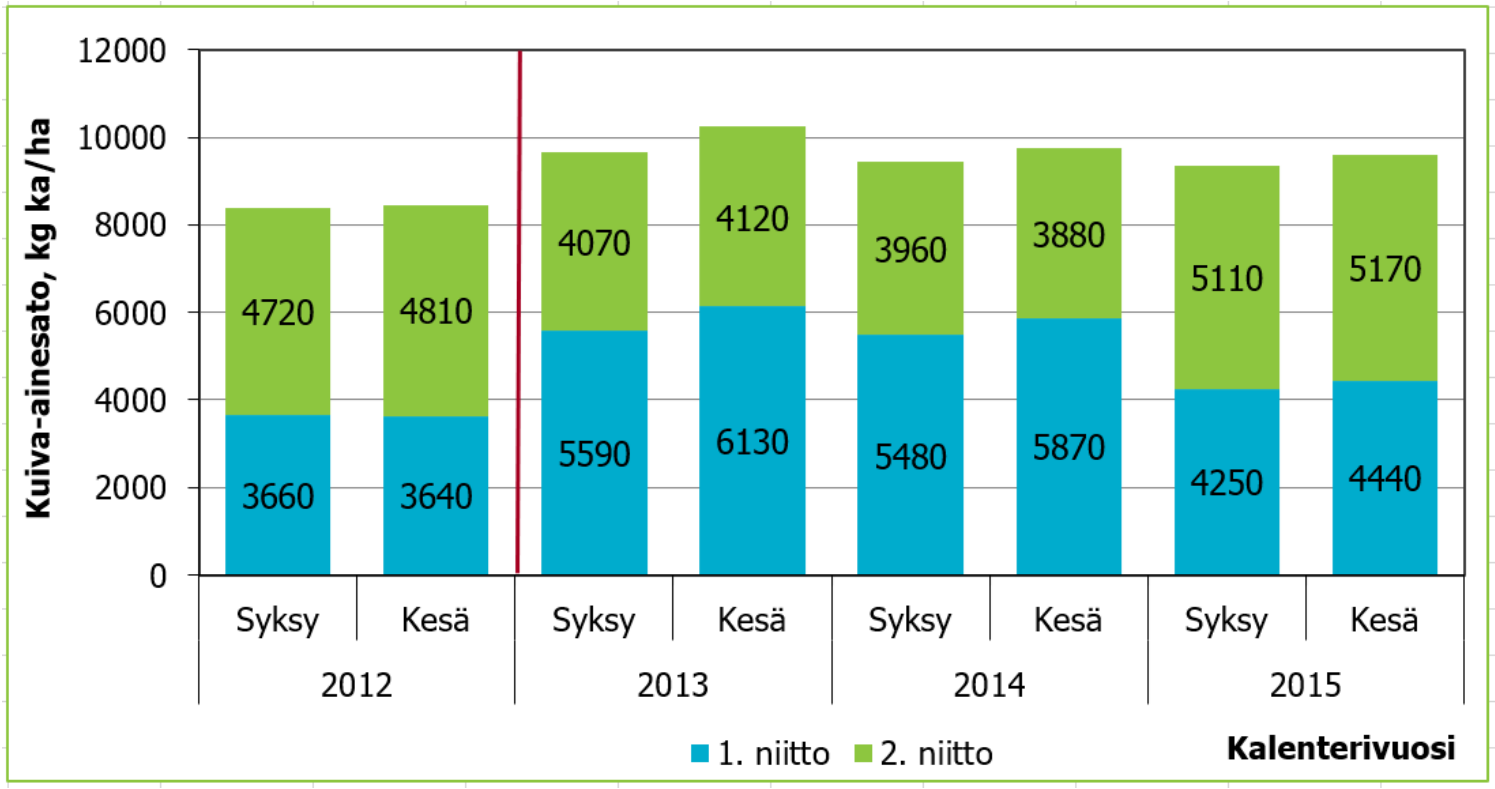
- Sijoitussyvyys n. 6 cm
- 2-kiekko, vannasväli 25 cm, työleveys 150 cm

Kuvat: Mari Räty

Lietteen syyslevitys 30.10.2012

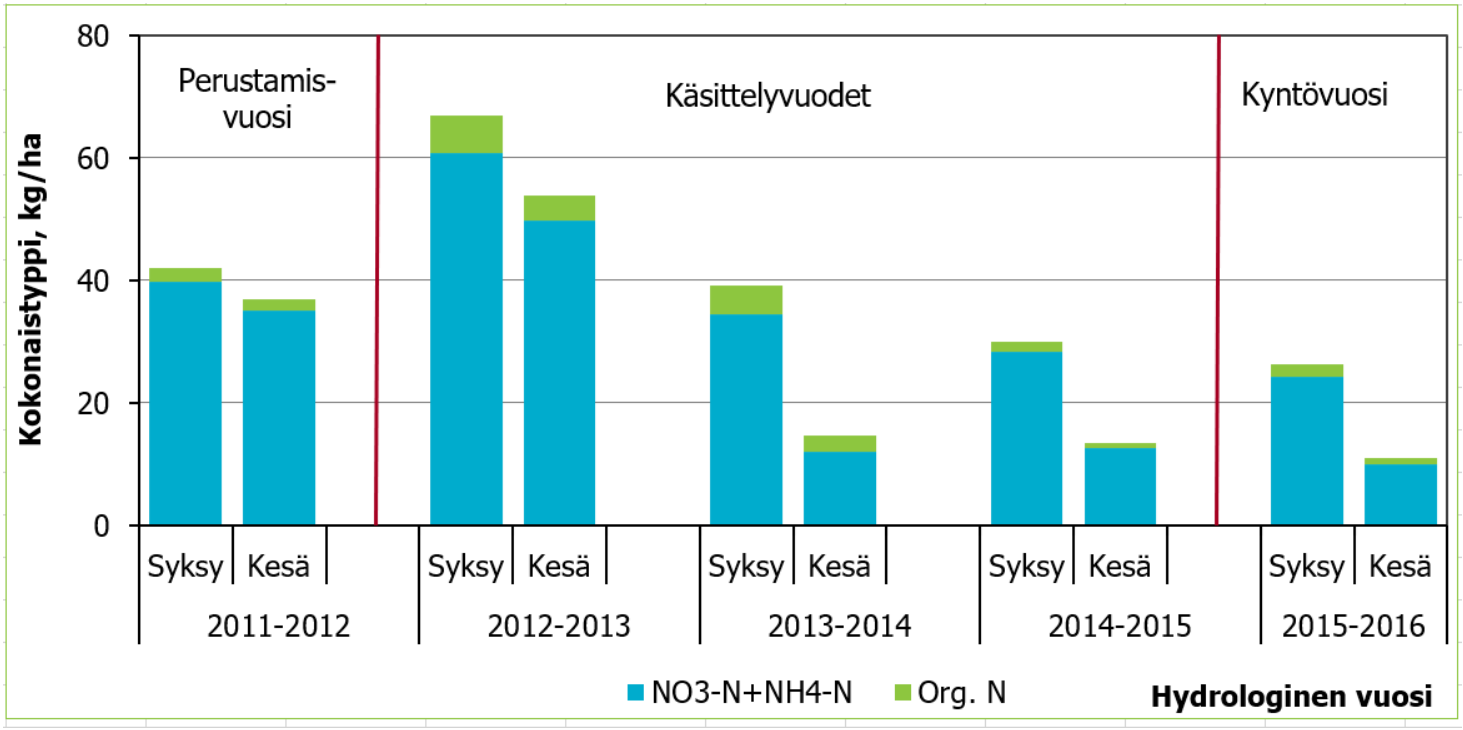
Koealue 31.10.2012

# Naudan lietelannan sijoittaminen nurmeen syksyllä – kuiva-ainesato kg/ha




- Kevätlannoituksessa NK1 on huomioitu syksyllä levitetyn lietteen liukoisesta typestä 75 %
- Ei eroa nurmisadoissa käsittelyvuosina

# Naudan lietelannan sijoittaminen nurmeen syksyllä - N huuhtoutuminen (lysimetri)

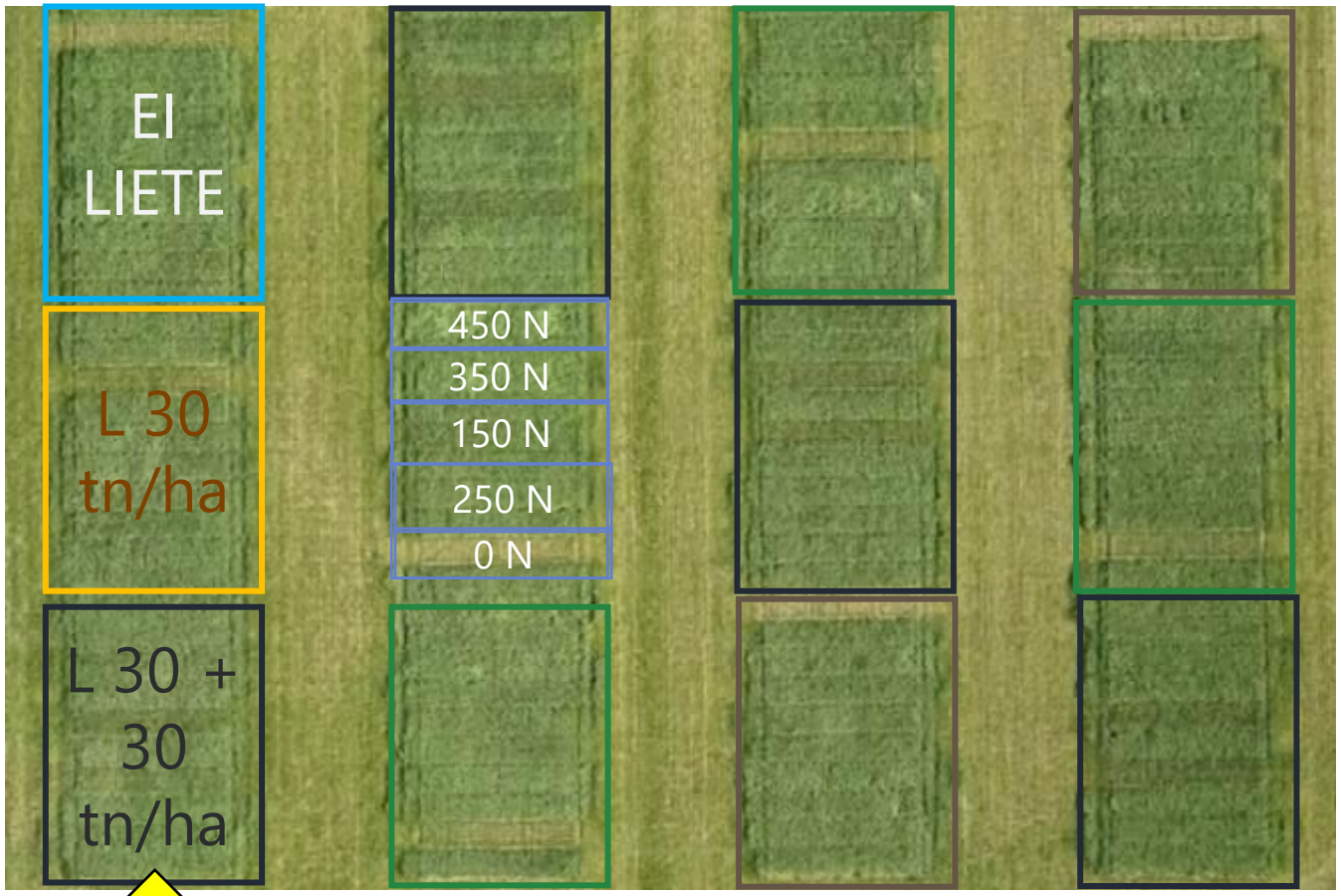



- Huuhtoumakentän maalaji HHt ja matala savespitoisuus (kanadalaisen tutkimuksen perusteella hitaampi nitrifikaatio jäisessä maassa)
- Toisaalta karkea maa läpäisee helpommin vettä.
- Syyslevityksestä huuhtoutui selvästi enemmän typpeä kuin kesälevityksestä

# Lietelannoituksen jälkivaikutus pidennetyn nurmikierron jälkeen

## Typpihuuhtoumat

# Nurmivuodet 2019-2022, uudistaminen 2023




Nitraatti-asetus ylittyy

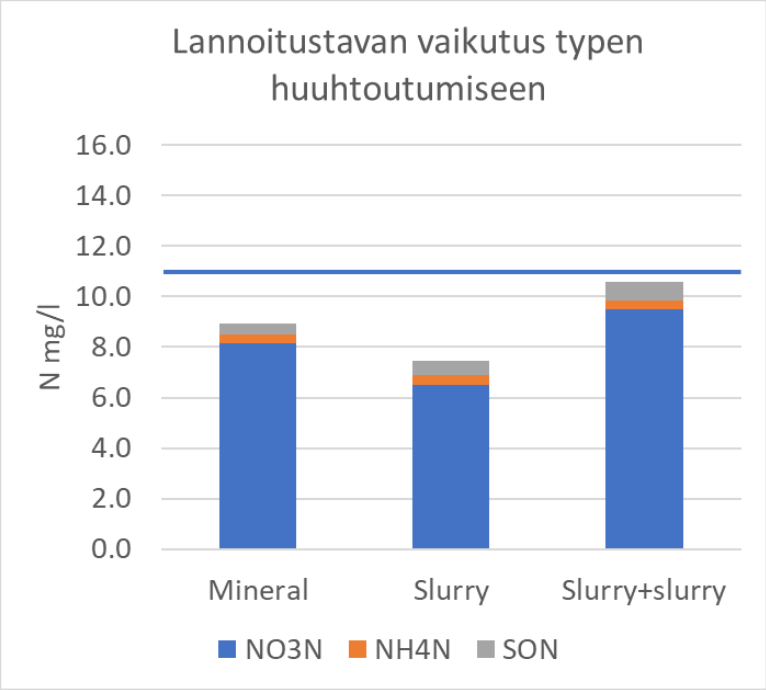
- Maaninka KHt m
- 3 ”lietteen käyttötapaa”
  - Ei lietettä, mineraalilannoitus
  - 30 tn/ha 2. sadolle
  - 30 tn/ha 1. ja 2. sadolle
- Kukin lieteruutu täydennettiin mineraalilannoitteella siten, että saatiin 5 liukoisen typen lannoitustasoa
  - 0, 150, 250, 350, 450 kg **liuk**. N/ha/v (lietekäsittelyissä 0-ruudulla lietteen typpi)
- Liukoisen typen jako
  - 44 % - 36 % - 20 %
  - 3 niittoa

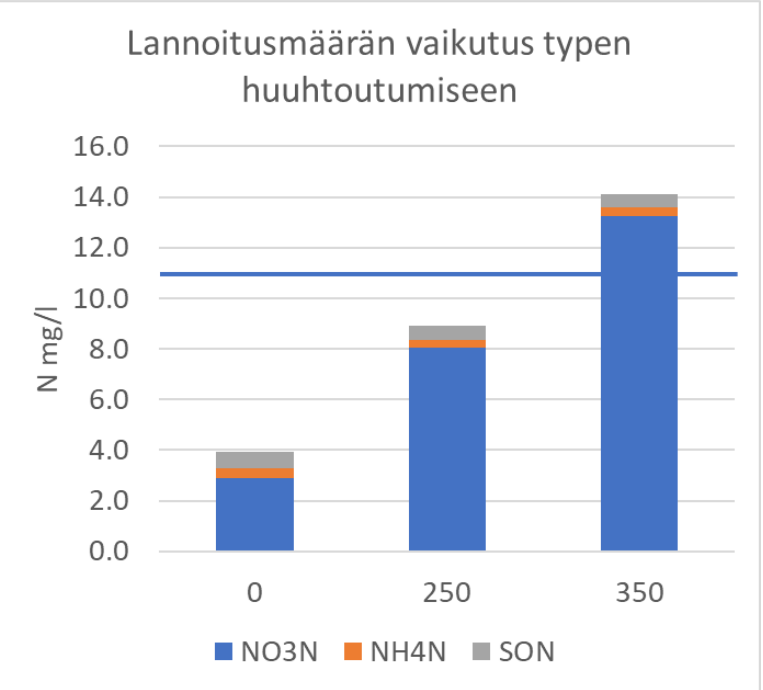
# Huuhtoumakokeen toteutus

- Maamonoliitit (halkaisija 15 cm, syvyys 60 cm) nostettiin lokakuussa kynnön jälkeen käsittelyiltä:
    - Mineraalilannoite, 1xLiete ja 2xLiete
    - **Lannoitus 0, 250, 350 kg N/ha/v**
- Varastointi +0.5 asteessa ennen koetta (nitrifikaatio, immobilisaatio)
- Huuhtoumakoe SIMU-kammiossa. Kokeen pituus oli 14 vrk
    - klo 6 - 18 lämpötila +10, klo 18 - 6 lämpötila -2
    - Sadetus 120 mm
    - Valunta 93 mm

# Huuhtoumakokeen tulokset I

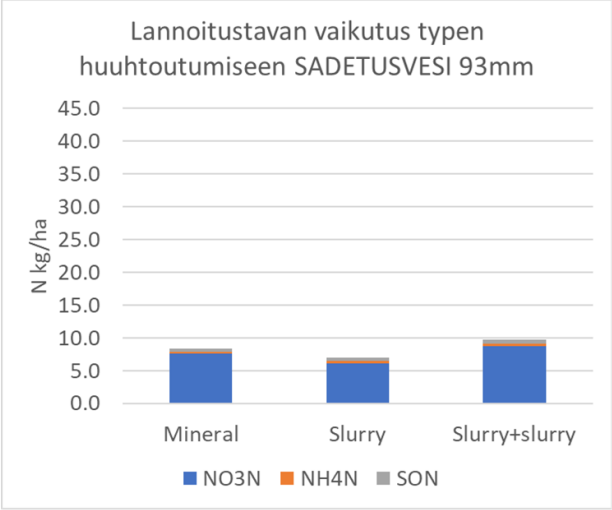
- Sadetuksella tuotetun huuhtouman N-pitoisuudet
- Talousveden nitraattipitoisuuden raja 50 mg/l eli $NO_3N$ raja-arvo 11.3 mg/l
- 350 kg N lannoitusmäärällä tämän raja ylittyi

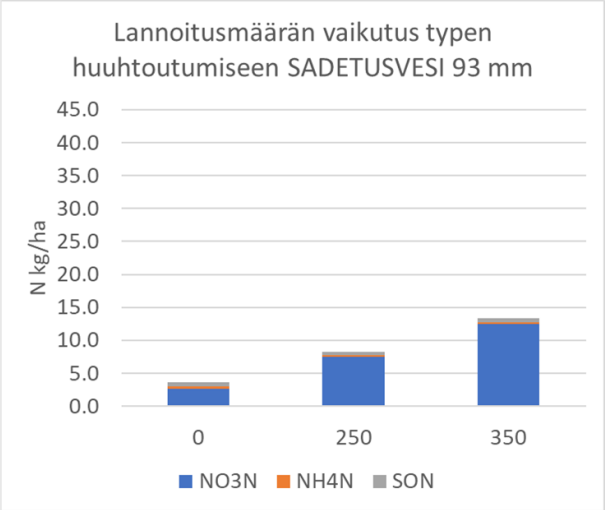


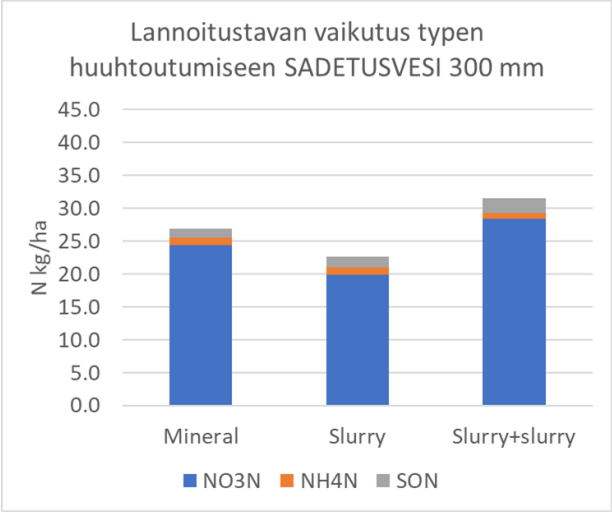



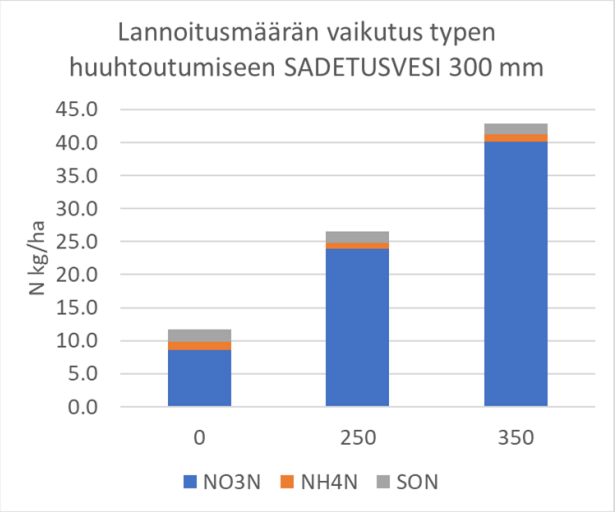
# Huuhtoumakokeen tulokset II

- Valuntamäärä vaikuttaa suoraan huuhtoutuvaan kilomäärään
- Valunnan vaihtelu on suurta (esim. typpikokeen viereisellä huuhtoumakentällä vaihtelu on ollut 100-460 mm/v)
- Vaihtelua aiheuttaa maan vesitilanne: lumen ja sateen määrä sekä roudan syvyys ja yhtenäisyys
- Tässä tulokset laskettu nyt suoraan  kokeessa käytetylle 93 mm valunnalle sekä vastaamaan 300 mm vuotuista valuntaa



# Nurmikasvustoon sitoutuu syksyllä paljon typpeä, jos kasvu jatkuu lannoituksen jälkeen

| | Syys-liete tn/ha | Kokonais N kg | Liukoinen N kg | KA sato kg ha$^{-1}$ | N kg ha$^{-1}$ | Kok N tase kg/ha | Liuk N tase kg/ha |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 17.8.2017 | | | | | | | |
| Kontrolli | | | | 2950 | 55 | -55 | -55 |
| Haja | 40 | 159 | 90 | 1920 | 42 | 116 | 48 |
| Letku | 40 | 159 | 90 | 2170 | 45 | 114 | 46 |
| Sijoitus | 40 | 159 | 90 | 2300 | 59 | 100 | 31 |
| **Letku 1/2** | **21** | **83** | **47** | **1810** | **35** | **47** | **12** |
| **Sijoitus 1/2** | **21** | **83** | **47** | **2460** | **54** | **28** | **-7** |
| 13.9.2018 | | | | | | | |
| Kontrolli | | | | 2110 | 39 | -39 | -39 |
| Haja | 44 | 128 | 77 | 2710 | 70 | 57 | 7 |
| Letku | 44 | 128 | 77 | 2130 | 51 | 77 | 26 |
| Sijoitus | 39 | 113 | 68 | 2490 | 54 | 59 | 14 |
| **Letku 1/2** | **22** | **64** | **39** | **2340** | **48** | **15** | **-10** |
| **Sijoitus 1/2** | **26** | **75** | **46** | **2220** | **50** | **26** | **-4** |

- TehoToimi –koe Maaningalla 2017 ja 2018
- Sato mitattu maan pintaan saakka saksituista näytteistä
- Myös juuristo sitoo N

VIISAS TYPPI-KIERTO
N-Teho

# Pintavalunnan typpi

| | | | | Kok N kg/ha | | Liuk N kg/ha | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Syys-liete tn/ha | Kokonais N kg | Liukoinen N kg | Lumitalvi | Sadetalvi | Lumitalvi | Sadetalvi |
| 17.8.2017 | | | | | | | |
| Kontrolli | | | | 1.0 | 1.2 | 0.8 | 0.6 |
| Haja | 40 | 159 | 90 | 2.0 | 1.8 | 1.7 | 0.9 |
| Letku | 40 | 159 | 90 | 1.6 | 1.7 | 1.2 | 1.0 |
| Sijoitus | 40 | 159 | 90 | 3.6 | 2.3 | 3.1 | 1.4 |
| **Letku 1/2** | **21** | **83** | **47** | **1.2** | **1.5** | **0.9** | **0.7** |
| **Sijoitus 1/2** | **21** | **83** | **47** | **1.3** | **1.6** | **1.1** | **0.9** |
| 13.9.2018 | | | | | | | |
| Kontrolli | | | | 0.9 | 1.4 | 0.6 | 0.7 |
| Haja | 44 | 128 | 77 | 2.8 | 2.5 | 2.2 | 1.7 |
| Letku | 44 | 128 | 77 | 3.8 | 2.4 | 1.9 | 1.8 |
| Sijoitus | 39 | 113 | 68 | 4.3 | 3.4 | 3.6 | 2.6 |
| **Letku 1/2** | **22** | **64** | **39** | **1.7** | **1.8** | **1.1** | **1.1** |
| **Sijoitus 1/2** | **26** | **75** | **46** | **2.7** | **2.4** | **1.9** | **1.6** |

- Maaningalla 2017-2018 tehdyssä TehoToimi – hankkeen SIMU - pintavaluntakokeessa 17.8. ja 13.9. levitetyistä lietteistä aiheutui myös n. 3 kg/ha kokonaistypen huuhtouma.
- Lietteen syyslevityskokeessa 2011-2015 lysimetrikentällä pintavalunnassa huuhtoutui vajaat 3 kg/ha/v kokonaistyppeä, joka jakautui n. 0.8, 0.8 ja 1.0 ammonium, nitraatti ja orgaaniseen typpeen.

- Syksyllä levitetystä lietelannasta huuhtoutuu myös pintavalunnassa typpeä, mutta määrä on pieni
- Kyse on yleensä muutamista kiloista, typen huuhtoutumisessa pääreitti on nitraattimuodossa maan läpi

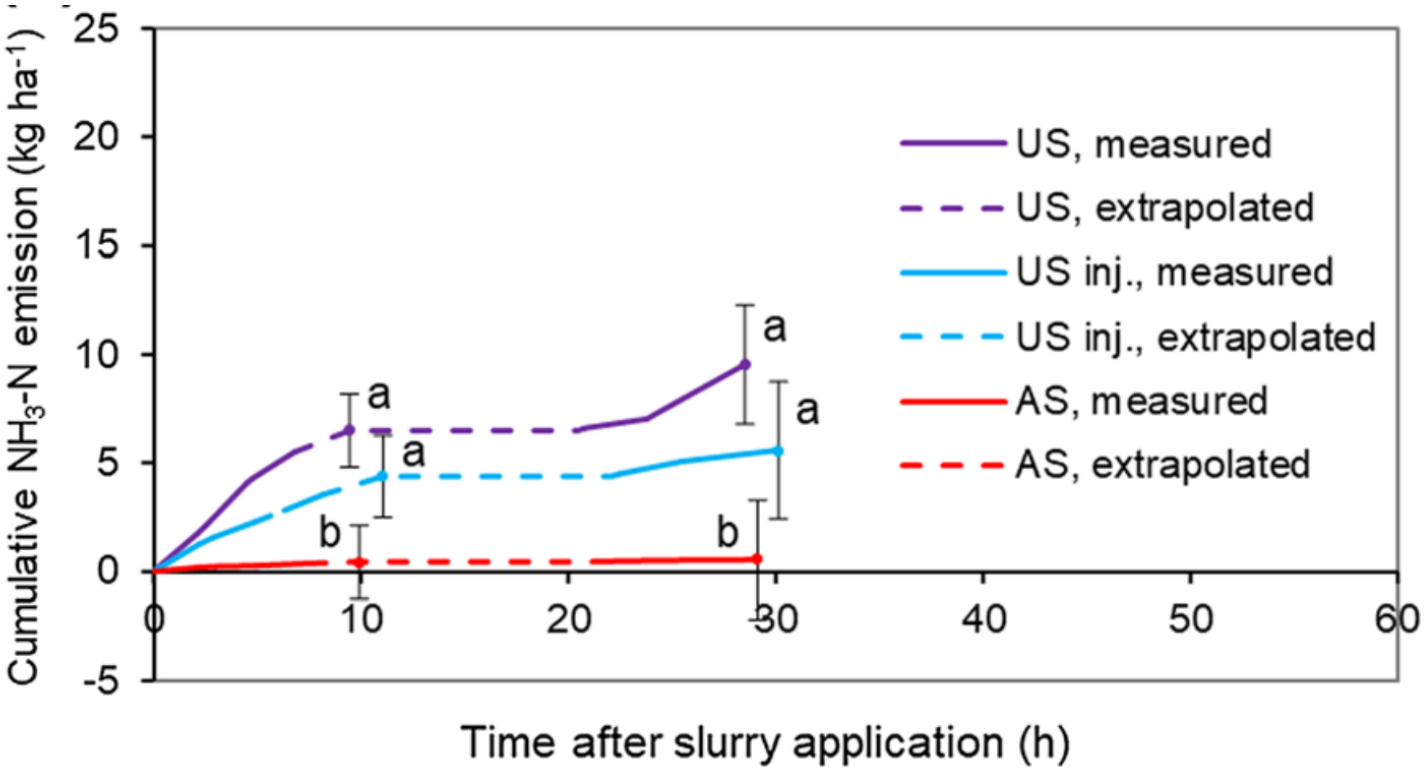
VIISAS TYPPI-KIERTO
N-Teho

# Ammoniakin haihtuminen

- Naudan lietelannan typestä noin puolet on mineraalimuodossa, suurin osa ammoniumtyppenä ($NH_4$-N)
- Osa tästä haihtuu olosuhteista riippuen > hajalevityksessä jopa yli puolet!
- Syksy ei suojaa haihdunnalta, vaikka lämpötila on alempi kuin kesällä
  - 20-33% (11-24 kg N/ha) lannan $NH_4$-N määrästä (53-78 kg N/ha) haihtui nurmelta lokakuisen hajalevityksen jälkeen, vaikka ilman lämpötila oli alle 11 astetta (Uusi-Kämppä et al. 2010)
  - Jos levitetään 35 kg liuk N/ha > 7-12 kg N/ha
- Sijoittava levitystekniikka ja nopea multaaminen suojaavat parhaiten haihdunnalta
- Lietelannan hapottaminen voi tulevaisuudessa olla tehokas keino vähentää ammoniakin haihduntaa ja lisätä typen hyväksikäyttöä

# Ammoniakin haihtuminen

- Maaningalla tehty lietelannan hapotuskoe osoitti, että hapottaminen vähentää ammoniakin haihtumista tehokkaasti (Keskinen et al. 2022)




Kumulatiivinen ammoniakkipäästö(kg $NH_3$-N / ha) 29 h lietteenlevityksen jälkeen (2018).
US = käsittelemätön naudan lietelanta, letkulevitys
US inj.=käsittelemätön naudan lietelanta, sijoitettu
AS = rikkihapolla hapotettu naudan lietelanta, letkulevitys

VIISAS TYPPI-KIERTO
N-Teho

# $N_2O$ -päästöt

**Table 4.** Comparison of range of cumulative $N_2O$-N emissions during the growing season[a] and the nongrowing season (NGS) for silty clay and sandy loam soils with and without pig slurry.

| | Growing season | | Nongrowing season | |
|---|---|---|---|---|
| | Without PS (kg N $ha^{-1}$) | With PS (kg N $ha^{-1}$) | Without PS (kg N $ha^{-1}$) | With PS (kg N $ha^{-1}$) |
| Sandy loam | 0.3–0.4 | 0.5–1.3 | 0.4–1.1 | 1.1–3.3 |
| Silty clay | 2.2–3.3 | 4.4–7.6 | 1.0–8.5 | 1.5–5.7 |

[a]Measurements for the growing season were carried out from May to October 2009 and 2010, and data were published in Pelster et al. (2012).

- Kanada (Chantigny et al. 2016)
- Kylmä lämpötila ei estänyt maahengitystä ja denitrifikaatiota
- Pienet vuot johtuivat pääasiassa kaasun diffuusion rajoituksesta, jäälinssit
- $N_2O$ -päästöt vaihtelivat välillä 0.4-8.5 kg N/ha ja olivat yleensä suurempia sianlietekäsittelystä
- Maalajien välillä ei ollut paljoa eroa, mikä todennäköisesti johtuu maan märkyydestä ja hapettomista oloista myös karkealla kivennäismaalla.
- Typen kannalta ei suurta merkitystä, mutta kasvihuonekaasuna N2O on pahin, n. 300 kertainen hiilidioksidiin verrattuna.

VIISAS TYPPI-KIERTO
N-Teho

# Yhteenveto ja johtopäätökset

- Syksyisen lietteenlevityksen päähyöty on lietevarastojen tyhjentäminen
- Marginaalinen hyöty seuraavan vuoden sadolle
- Nitrifikaatio, immobilisaatio ja denitrifikaatio jatkuvat koko talven, jäisessäkin maassa
- Maan **savespitoisuudella** merkitystä nitrifikaation kannalta: mitä enemmän savesta, sitä enemmän $NH_4N$ > $NO_3N$ (jäisessä maassa vesikalvot savihiukkasten pinnalla)
- Lietteessä **hiilisyöte** typen kaverina parantaa mahdollisuutta immobilisoitumiselle ja sitä kautta seuraavien vuosien lannoituksen jälkivaikutuksena syntyvälle mineralisaatiolle
- Riski typen huuhtoutumiselle on suuri viimeistään keväällä lumien sulaessa
- Erityisesti karkeammilla mailla immobilisoituminen voi mahdollisesti pelastaa hieman enemmän lietteen typestä huuhtoutumiselta, lisähiilisyöte (esim. oljet) auttaa
- Syksyllä levitetyn lietteen typen suurin hävikkireitti on huuhtoutuminen, mutta olosuhteista riippuen myös ammoniakin haihtuminen, immobilisaatio ja muut kaasumaiset päästöt ovat relevantteja
- **Paras keino parantaa lannan typen hyväksikäyttöä on kevätlevitys. Eli lantavarastojen koon kasvattaminen tai muut menetelmät (fraktiointi) ravinteiden säilyttämiseen kevääseen. Keväällä kevyt levityskalusto tai menetelmä lannan levittämiseen jo 1. sadolle.**
- **Jos kuitenkin halutaan tyhjentää lantavarastot syksyllä, pitäisi löytää keinoja estää talven aikana tapahtuvaa nitrifikaatiota, esim. inhibiittorit?**

VIISAS TYPPI-KIERTO
N-Teho

# KIITOS!