



**SAVONIA**



# LANTA LIIKKEELLE JA RAVINTEET KIERTOON

Ravinnerenki ja Lantalogistiikka -hankkeiden tulosjulkaisu

**RavinneRenki**

**LantaLogistiikka**

## SISÄLLYSLUETTELO

### LANNAN PROSESSOINTI

- 4 Lannan separoinnin kannattavuus**  
Jarkko Partanen, Savonia-ammattikorkeakoulu  
*Lantalogistiikka*
- 6 Separoinnin mahdollisuudet ja kannattavuustekijät**  
Ville Pyykkönen ja Satu Ervasti, Luonnonvarakeskus  
*Lantalogistiikka*
- 9 Separoinnin kuivajae biokaasulaitoksen lisäsyötteenä**  
Ville Pyykkönen, Luonnonvarakeskus  
*Lantalogistiikka*
- 12 Separoitu kuivajae toimii makuuparsien kuivikkeena**  
Lilli Frondelius, Heli Lindeberg ja Matti Pastell,  
Luonnonvarakeskus  
*Lantalogistiikka*
- 14 Separoitujen lantajakeiden hyödyntäminen Ylä-Savon ammattiopistolla**  
Johanna Virtanen, Ylä-Savon ammattiopisto  
*Lantalogistiikka*

### LANNOITUS

- 16 Fosforilannoituksesta niukasti satohyötyä heikon P-luokan mailla**  
Arja Mustonen, Maarit Hyrkäs ja Perttu Virkajärvi,  
Luonnonvarakeskus  
*Ravinnerenki*
- 18 Milloin nurmen kaliumlannoitus on tarpeen?**  
Maarit Hyrkäs, Arja Mustonen, Perttu Virkajärvi ja  
Panu Korhonen, Luonnonvarakeskus  
*Ravinnerenki*
- 20 Havaintoja fosforin kertymisestä peltomaahan**  
Tiina Hyvärinen, ProAgria Pohjois-Savo  
*Ravinnerenki*
- 21 Havaintoja ravinnetaseista itäsuomalaisilla maataloilla**  
Tiina Hyvärinen, ProAgria Pohjois-Savo  
*Ravinnerenki*
- 22 Lietelannan happokäsittely tyypin käytön tehostajana**  
Mari Rätty, Tapio Salo ja Sari Luostarinen,  
Luonnonvarakeskus  
*Lantalogistiikka*
- 24 Täsmäviljelytekniikalla parempi sato pienemmin päästöin**  
Juha Kilpeläinen, Markku Huttunen ja Anssi Kokkonen,  
Karelia-ammattikorkeakoulu  
*Ravinnerenki*
- 26 Tehoja lannanlevitykseen**  
Eeva-Kaisa-Pulkka, Savonia-ammattikorkeakoulu  
*Lantalogistiikka*
- 28 Lantayhteistyö tilojen kesken on mutkatonta**  
Eeva-Kaisa Pulkka, Savonia-ammattikorkeakoulu  
*Lantalogistiikka*
- 30 Lietteen käyttö maissin lannoituksessa**  
Johanna Virtanen, Ylä-Savon ammattiopisto ja Sanna  
Antikainen ja Jarkko Partanen, Savonia-ammatti-  
korkeakoulu  
*Lantalogistiikka*
- 31 Tietopaketti kierrätyslannoitevalmisteista**  
Teija Rantala, Sanna Antikainen ja Miia Savolainen,  
Savonia-ammattikorkeakoulu  
*Ravinnerenki*
- 32 Lietteen levityksessä on maan tiivistymisriski**  
Mari Rätty, Luonnonvarakeskus ja Laura Alakukku,  
Helsingin yliopisto  
*Lantalogistiikka*
- 34 Nurmen juuristossa on runsaasti massaa maan alla**  
Pauliina Taimisto, Arja Mustonen, Maarit Hyrkäs,  
Sanna Kykkänen ja Panu Korhonen, Luonnonvarakeskus  
*Ravinnerenki*
- 36 Havaintoja peltoliikenteen vaikutuksista nurmen kasvuun**  
Tiina Hyvärinen, ProAgria Pohjois-Savo  
*Ravinnerenki*
- 38 Lietteen sijoittaminen ei haittaa nurmen kasvua**  
Kirsi Järvenranta ja Mari Rätty, Luonnonvarakeskus  
*Lantalogistiikka*
- 40 Vetoletkulevityksessä on paljon mahdollisuuksia**  
Eeva-Kaisa Pulkka, Savonia-ammattikorkeakoulu  
*Lantalogistiikka*

### TIIVISTYMINEN

- 42 Lietteen syyslevitys – huuhtoumariski vai panostus seuraavan kesän satoon?**  
Mari Rätty, Kirsi Järvenranta, Maarit Hyrkäs ja Perttu  
Virkajärvi, Luonnonvarakeskus  
*Ravinnerenki*
- 44 Talvisateen ajankohta ei vaikuta fosforihuuhtouman määrään**  
Kirsi Järvenranta, Mari Rätty ja Perttu Virkajärvi,  
Luonnonvarakeskus  
*Ravinnerenki*
- 46 Ravinnekuormitusmallinnus kertoo ravinteiden liikkeet**  
Inese Huttunen ja Markus Huttunen, Suomen  
ympäristökeskus  
*Ravinnerenki*
- 48 Järvi biomassojen hyödyntäminen biokaasun-  
tuotannossa**  
Teija Rantala, Jani Paukkonen ja Sanna Antikainen,  
Savonia-ammattikorkeakoulu  
*Ravinnerenki*
- 49 Järviruokoa peltoon**  
Päivi Jokinen, ProAgria Pohjois-Karjala, Maa- ja koti-  
talousnaiset  
*Ravinnerenki*
- 50 Sinilevämyrkköjen testausta**  
Päivi Jokinen ja Tiina Polo, ProAgria Pohjois-Karjala  
*Ravinnerenki*
- 51 Salaojatyökalu avuksi pellon kasvukunnon arviointiin**  
Teija Rantala ja Sanna Antikainen, Savonia-ammatti-  
korkeakoulu  
*Ravinnerenki*

### VESISTÖVAIKUTUSTEN HALLINTA



Savonia-ammattikorkeakoulu Oy  
Julkaisutoiminta  
PL 6 (Microkatu 1 B)  
70201 KUOPIO  
puh. 044 785 5023  
fax 017 255 5014  
julkaisut@savonia.fi  
www.savonia.fi/julkaisut

Copyright © 2019 tekijät ja Savonia-  
ammattikorkeakoulu Oy

1. painos

Tämän teoksen kopioiminen on teki-  
jänoikeuslain (404/61) ja tekijänoikeus-  
asetuksen (574/95) mukaisesti  
kielletty lukuun ottamatta Suomen  
valtion ja Kopiosto ry:n tekemässä  
sopimuksessa tarkemmin määri-  
teltä osittaista kopiointia opetus-  
tarkoituksiin. Teoksen muunlainen  
kopiointi tai tallentaminen digitaali-  
seen muotoon on ehdottomasti kiel-  
letty. Teoksen tai sen osan digitaali-  
nen kopioiminen tai muuntelu on  
ehdottomasti kielletty.

ISBN: 978-952-203-261-4 (nid.)  
ISBN: 978-952-203-262-1 (PDF)  
ISSN: 2343-5496

Savonia-ammattikorkeakoulun jul-  
kaisusarja 3/2019

Kustantaja: Lantalogistiikka ja Ravin-  
nerenki -hankkeet, Savonia-ammatti-  
korkeakoulu Oy

Toimituskunta: Eeva-Kaisa Pulkka,  
Teija Rantala, Sanna Antikainen, Pasi  
Eskelinen ja Jarkko Partanen

Kuvat: Savonia-ammattikorkeakoulu  
Oy, Ylä-Savon ammattiopisto, Pro-  
Agria, Karelia-ammattikorkeakoulu,  
Suomen ympäristökeskus ja Luon-  
nonvarakeskus / kirjoittajat, ellei toi-  
sin mainita

Ulkoasu ja taitto: Jari Mäki,  
Painomäki Oy  
Painopaikka: Painomäki Oy

## UUTTA LUOMASSA

Ravinnerenki ja Lantalogistiikka -hankkeet aloittivat toimintansa kesällä 2015. Tavoitteina oli tuottaa tietoa ja testata uusia menetelmiä ravinteiden tehokkaan käytön edistämiseksi ja lannan siirtoratkaisujen tehostamiseksi, kohteena erityisesti Pohjois-Savon ja Pohjois-Karjalan nautakarjalaitos. Tuossa vaiheessa selvää ei ollut, missä määrin maatalojen kannattaa ponnistella näiden tavoitteiden saavuttamiseksi.

Neljän hankevuoden aikana muun muassa lannan ravinteista, nurmen ravinteidenotosta, separoinnista ja biokaasuntuotannosta on tullut paljon uutta tietoa. Uudet menetelmät ja tutkimustiedon hyödyntäminen ovat jo monilla tiloilla osa arkipäivää. Ravinnerenki ja Lantalogistiikka -hankkeilla on ollut oma osansa kehityksessä ja tiedon välittämisessä maatalousyrittäjille ja urakoitsijoille.

Hankkeiden toiminta-aikana keskustelu on painottunut hyvän nurmisadon saavuttamisen kannalta optimaaliseen lannoitukseen, maaperän kuntoon, parhaisiin lannoitusajankohtiin sekä sopiviin lannankäsittely- ja lannoitusmenetelmiin. Karjanlannan käyttö täsmäviljelyssä on vielä tavoitteena, muttei välttämättä kovinkaan kaukana.

Ravinnerenki ja Lantalogistiikka -hankkeiden kannalta Luonnonvarakeskuksen toimipaikka Maaningalla on ollut tärkeä tekijä, samoin Ylä-Savon ammattiopiston opetusmaailma Peltosalmissa. Molempien maatalousalan peruskivien avulla on voitu toteuttaa sekä haastavia tieteellisiä kokeita että käytännön viljelytoimenpiteitä.

Moniammatillinen yhteistyö myös ProAgrian, Karelia-ammattikorkeakoulun ja Suomen ympäristökeskuksen asiantuntijoiden kanssa on ollut hedelmällistä. Joustava tiedonvaihto sekä kaikkien osapuolten sitoutuminen hankkeiden tavoitteisiin näkyy toivottavasti myös maatalousyrittäjille, sillä hankkeiden aito tavoite on ollut tuoda uusin tieto lähelle käytäntöä.

Hankkeiden toimijat ovat vierailleet kymmenillä maataloilla ja istuneet lukuisien urakoitsijoiden kyydissä. Pellonpiennartapahtumiin ja koulutuksiin on osallistunut yli 800 henkeä. Seitsemän vuosikurssin maatalousalan opiskelijat ovat seuranneet hankkeiden toteutusta lähietäisyydeltä. Maatalousyrittäjien ja asiantuntijoiden palaute ja ideat ovat työntäneet hanketta eteenpäin, eivätkä niiden tehtävät ole hetkeäkään tuntuneet turhilta. Kiitokset siis jokaisesta kysymyksestä, kyseenalaistamisesta ja kannustuksesta.

Hankkeiden tulokset tarjoavat mahdollisuuden hyödyntää karjanlantaa osana kestäviä viljelymenetelmiä. Aiheet ovat valtakunnallisesti kiinnostavia ja liittyvät myös ajankohtaiseen hiilineutraalisuuskeskusteluun. Uskomme, että kestävä tuotantotavat tulevaisuudessa ovat yhä tärkeämpi osa tilojen menestymisen edellytyksiä.

Hankkeiden keskeisiin tuloksiin pääset tutustumaan tästä tulosjulkaisusta. Hankkeiden tulokset jäävät elämään [www.lantalogistiikka.fi](http://www.lantalogistiikka.fi) ja [www.ravinnerenki.fi](http://www.ravinnerenki.fi) -sivuille, joista löytyy viljelijöiden, maatalouden kehittäjien ja opiskelijoiden käyttöön laskureita, tietopankkeja, raportteja, artikkeliteita, videoita, tietokortteja ja seminaariesityksiä. Seuraavat maatalouden kehittämishankkeet jatkavat tästä eteenpäin, tähdäten menestyvään maatalouteen 2030-luvulla.

Kiitokset kaikille hankkeisiin osallistuneille!

**Pasi Eskelinen ja Teija Rantala**

Lantalogistiikka ja Ravinnerenki -hankkeiden projektipäälliköt  
Savonia-ammattikorkeakoulu

# Lannan separoinnin kannattavuus

Separoinnissa lietelanta jaetaan kahteen eri jakeeseen, kuivaan ja nestemäiseen. Nestejakeessa on 70–80 prosenttia raakalietteen tyyppistä ja vastaava osuus fosforista on kuivajakeessa ruuvipuristimella separoituna. Tyyppien ja fosforin vahva erottuminen eri jakeisiin parantaa niiden käyttömahdollisuuksia. Separoitua nestejakeetta voidaan levittää 20–30 prosenttia enemmän kuin raakalietettä fosforin rajoittamatta.

Kuivajakeeseen sitoutunut fosfori asettaa jakeen levitysmäärälle rajoitteita, mutta käytettäessä fosforintasausta ja levitettäessä kuivajake paljon fosforia tarvitseville kasveille, voidaan hyödyntää tehokkaasti molempien jakeiden ravinneominaisuudet.

Esimerkiksi nurmea suojaviljan kautta perustettaessa on mahdollista hyödyntää kuivajakeen runsaamman fosforin tuomaa tasausmahdollisuutta ja antaa näin fosforilannoitusta varastoon tulevalle nurmikasvustolle.

Lietteen separoinnin kannattavuutta laskettaessa on huomioitava muun muassa tilan kehitysvaihe, olemassa olevat lantavarastot, peltojen etäisyydet lantavarastoista, navetan kuivitusjärjestelmä, lannan levityskalusto sekä separoinnin ajankohta.

Ravinteiden erottumiseen vaikuttaa myös se, separoidaanko lietelanta heti navetan kokoojakuilusta vai myöhemmin lietesäiliöstä.

Mikäli separointi toteutetaan lietesäiliöstä kertaluontoisesti ja nestejake ohjataan takaisin lietesäiliöön, on separoinnin työaika ja työsaavutus heikompi. Tämä johtuu separoitavan materiaalin laimenemisestä kuiva-aineen erottuessa separoinnin aikana ja nestejakeen palautuessa takaisin lietesäiliöön.

Jatkuvatoimisena tai suoraan kokoojakuilusta tapahtuvassa separoinnissa nestejake voidaan ohjata lietesäiliöön ja kuivajakeetta voidaan kerätä erilliseen kuivalantavarastoon tai käyttää sellaisenaan kuivikkeena navetassa.

## Separoitu edullisemmin pellolle

Yhden robotin maitotila tarvitsee laskennallisesti 2 000 m<sup>3</sup> lietemäärällään 66 hehtaaria lannanlevitysalaa. Mikäli tämä peltoala sijaitsee keskimäärin yhden kilometrin päässä, kuluu lietteen siirtoon ja levittämiseen 38,5 tuntia ja 89 euron tuntihinnalla kustannus on 3 542 euroa. Vastaavasti 1 400 m<sup>3</sup> ruuvipuristimella separoidun nestejakeen kuljettamiseen ja levittämiseen samalle matkalle kuluu 27,4 tuntia ja kustannukset ovat 2 522 euroa käytettäessä samaa 30 m<sup>3</sup>/ha levitysmäärää.

Mikäli huomioidaan ravinteiden mukaan optimoitu levitysmäärä, nestejakeetta voidaan levittää 40 m<sup>3</sup>/ha, koska fosfori ei ole levitystä rajoittava ravinne.

Separoitaessa 2 000 m<sup>3</sup> lietettä kuivajakeetta muodostuu 600 m<sup>3</sup>. Sen kuljetus ja levittäminen vie 11,7 tuntia ja maksaa 910 euroa (78 €/h). Kuivajakeelle tarvitaan fosforin rajoittaessa levitysmäärää levitysalaa 60 hehtaaria levitysmäärän ollessa 10 m<sup>3</sup>/ha, ellei käytetä fosforintasausmahdollisuutta.

Raakalietteen ja separoitujen jakeiden kuljetus- ja levityskustannuksissa on näin ollen noin 110 euron erotus separoinnin hyväksi. Summassa ei ole huomioitu separoidun nestejakeen kasveille paremman hyödynnettävyyden tuomaa etua eikä kuivajakeen runsaan fosforin hyödyntämistä fosforin tasauksena lannoituksissa.

## Kuivituskäyttö parantaa kannattavuutta

Separointikustannukset kyseiselle 2 000 m<sup>3</sup> lietemäärälle ovat noin 1,38€/m<sup>3</sup>. Näitä kustannuksia voidaan vähentää esimerkiksi hyödyntämällä kuivajakeetta navetassa parsien kuivitukseen.

Mikäli kuivitukseen käytetystä 600 m<sup>3</sup>:stä kuiviketta korvattaisiin kuivajakeella 60–70 prosenttia, vähentäisi se kuivajakeena lannoitteeksi tulevan määrän 204 m<sup>3</sup>. Laskennan oletuksena on, että kuiviketta kuluisi vuodessa 600 m<sup>3</sup> ja sen hinta olisi 17 €/m<sup>3</sup>.

Separoittorin hankintakustannukset ja vuotuiset separointikustannukset huomioon ottaen säästöä kuivajakeetta kuivikkeena käytettäessä tulisi noin 2 000 €/vuosi. Laskennassa on käytetty separoittorin hankintahintana 22 000 € ja poistoajana 20 vuotta.

Pitkäjäkäisesti kuivajakeetta kuivikkeena käytettäessä on tosin huomioitava, että osa kuivajakeesta hienontuu niin pieniksi partikkeleiksi, että se kulkeutuu nestejakeeseen ja näin ollen nestejakeen ravinnepitoisuuksiin tulee levitysmääriin vaikuttavia muutoksia.

## Separointi tuo kuljetussäästöä

Lietteen separoinnilla voidaan parantaa maatalojen lantalogistiikkaa ja pienentää kustannuspaineita. Separoinnin alkuinvestointi voi olla korkea, mutta pidemmällä ajanjaksolla kustannukset tasoittuvat ja separoinnin hyödyt korostuvat. Erityisesti käytettäessä kuivajakeetta kuivikkeena paranevat investoinnin kannattavuus merkittävästi.

Peltoviljelyssä nestejakeen levittäminen onnistuu hyvin kaikilla nestemäisten lantojen levittämiseen soveltuvilla laitteilla. Kuivajakeen kuljettamiseen etäpeltoille soveltuu tavallinen perävaunu tai kuorma-auto, jota voidaan hyödyntää myös muuhun kuljetukseen lannan siirtoajan ulkopuolella.

Tilakoon kasvaessa ja peltoalojen lisääntyessä on myös keskimääräinen peltojen etäisyys tilakeskuksesta kas-

vanut. Samalla kasvavat myös lannan siirtomatkat. Peltojen etäisyyden kasvu noin puolella kilometrillä aiheuttaa vuodessa yhden robotin tilalle noin viiden tunnin työajan lisääntymisen lannan levitysaikaan ja nostaa sen kustannuksia 445 euroa. Laskennassa on käytetty 89 euron tuntikustannusta, jossa kuljettajan osuus kustannuksesta on 25 €/h ja kaluston 64 €/h. Separoimalla liete tilalla voidaan typpirikkaampaa nestejakeetta levittää lähipeltoille raakalietettä suurempia levitysmääriä ja näin ollen saada säästöä kuljetuskustannuksissa.

Lantalogistiikka -hankkeessa on tuotettu separoinnin kannattavuuslaskuri, joka löytyy osoitteesta [lantalogistiikka.savonia.fi](http://lantalogistiikka.savonia.fi)



*Kuivajake levittyy murumaisena ja hienojakoisena tasaisesti. Sen käyttö sopii perustettaville nurmille fosforintasausta hyödyntämällä.*



# Separoinnin mahdollisuudet ja kannattavuustekijät

Separoimalla voidaan erottaa lannan fosfori ja typpi hyvinkin tehokkaasti eri jakeiksi, mutta erotustehokkuuden kasvaessa myös kustannukset kasvavat jyrkästi.

Lannoituksen kannalta separoinnin tavoitteena on saada nestejakeeseen mahdollisimman paljon typpeä ja kuivajakeeseen fosforia. Lannoitteen mukana levitettävän liukaisen typen (liuk.N) määrän ratkaisee lannoitteen liukaisen typen ja kokonaisfosforin (P) suhdeluku, kun lannoitus tapahtuu ympäristötuen fosforirajoituksen puitteissa.

Nestejakeessa liuk.N/P -suhdeluku on korkeampi kuin raakalietteessä, joten sen mukana saadaan levitettyä enemmän liukoista typpeä hehtaaria kohden. Nestejakeessa on myös suurempi liukaisen typen ja kokonaistypen suhdeluku (liuk.N/N), joten sitä voi levittää enemmän myös nitraattidirektiivin (170 kg N/ha) puitteissa. Täten saadaan korvattua enemmän väkilannoitetyypeä.

Kuivajakeessa on pieni liuk.N/P -suhde, mutta sitä muodostuu vain vähän, joten kuljetuskustannuksiin voi tulla säästöä, vaikka se pitäisi kuljettaa kauemmas alhaisemman fosforitason pelloille. Sen kannattava kuljetusmatka voi myös olla pidempi kuin lietteellä.

Kuljetuksen kannattavuusraja määritetään laskemalla lannoitteen ravinteiden arvo yhteen, vähentämällä levityskustannus ja jakamalla tulos kuljetuskustannuksella.

Eri maatiloille sopivat erilaiset separointimenetelmät, esimerkiksi lohkojen etäisyyden, saatavilla olevan levitysalan ja P-viljavuusluokan mukaan. Kuivittaminen separoinnin kuivajakeella lisää separaattorin hankinnan kannattavuutta huomattavasti.

## Separointilaitteissa on eroja

Luke Maaningan koetilalla separoitiin lypsylehmän liete-lantaa sekä biokaasulaitoksen mädätysjäännöstä Bauer S655 -ruuvipuristimella ja GEA UCD 345 -dekanterilingolla. Kemiallis-mekaanisesti erotellusta nestejakeesta valmistettiin myös typpikonsentraattia ammoniakkipuristimella ja happopesurilla.

Ruuvipuristin erottaa suhteellisen hyvin tuoremassaa ja kuiva-ainetta kuivajakeeseen, mutta huonosti fosforia. Maaningan kokeissa suurimmalla puristusvoimalla kuivajakeen kuiva-ainepitoisuus oli 24–29 prosenttia, joka on riittävä parsien kuivutukseen.

Fosfori on suurelta osin lietteen pienissä partikkeleissa, jotka pääsevät enimmäkseen kulkeutumaan ruuvipuristimen seulan lävitse. Suurimmalla puristusvoimalla liuk.N/P-suhde oli ruuvipuristimen nestejakeessa 26–27 prosenttia korkeampi kuin lietteissä (lietelanta ja mädäte) eli nestejakeessa voidaan levittää 26–27 prosenttia enemmän liukoista typpeä hehtaaria kohden.

Nitraattidirektiivin puitteissa ruuvipuristimella saadaan liu-

koista typpeä 13–14 prosenttia enemmän hehtaarille paremman liuk.N/N -suhteen takia. Kuivajakeen kannattava kuljetusmatka on lyhyempi kuin lietteellä, mutta sitä muodostui esimerkitapauksissa vain 10 ja 21 prosenttia lietteen massasta (Taulukko 1).

Dekanterilingon toiminta perustuu pyörivän rummun aiheuttamaan suureen keskipakoisvoimaan, joka erottaa pienimpiäkin fosforipitoisia partikkeleita kuivajakeeseen. Myös lingon tuottama kuivajake sopii kuiva-ainepitoisuutensa (enimmillään 24–27 %) perusteella navetan kuivikkeeksi.

Korkean fosforipitoisuuden peltojen lannoitus helpottuu lingon avulla huomattavasti, sillä sen tuottaman nestejakeen mukana voi levittää esimerkiksi 107 prosenttia enemmän liukoista typpeä hehtaarille kuin separoimattomalla lietelannalla. Nitraattidirektiivin puitteissa voi levittää kuusi prosenttia enemmän liukoista typpeä. Kuivajakeetta muodostui 22 prosenttia lietteen massasta. Esimerkitapauksessa fosforista erottui kuivajakeeseen 56 prosenttia. Ilman kemikaaleja fosforin erotustehokkuus voi olla enimmillään noin 70 prosenttia.

Mädätteestä lingolla saatiin erotettua vielä paremmin fosforia kuivajakeeseen (75 %) ja liuk.N/P suhde oli 127 prosenttia korkeampi kuin separoimattomassa mädätteessä. Ero voi johtua pienemmästä kuiva-ainepitoisuudesta sekä erilaisesta partikkelikokojakaumasta ja partikkeleiden pintavarauksesta.

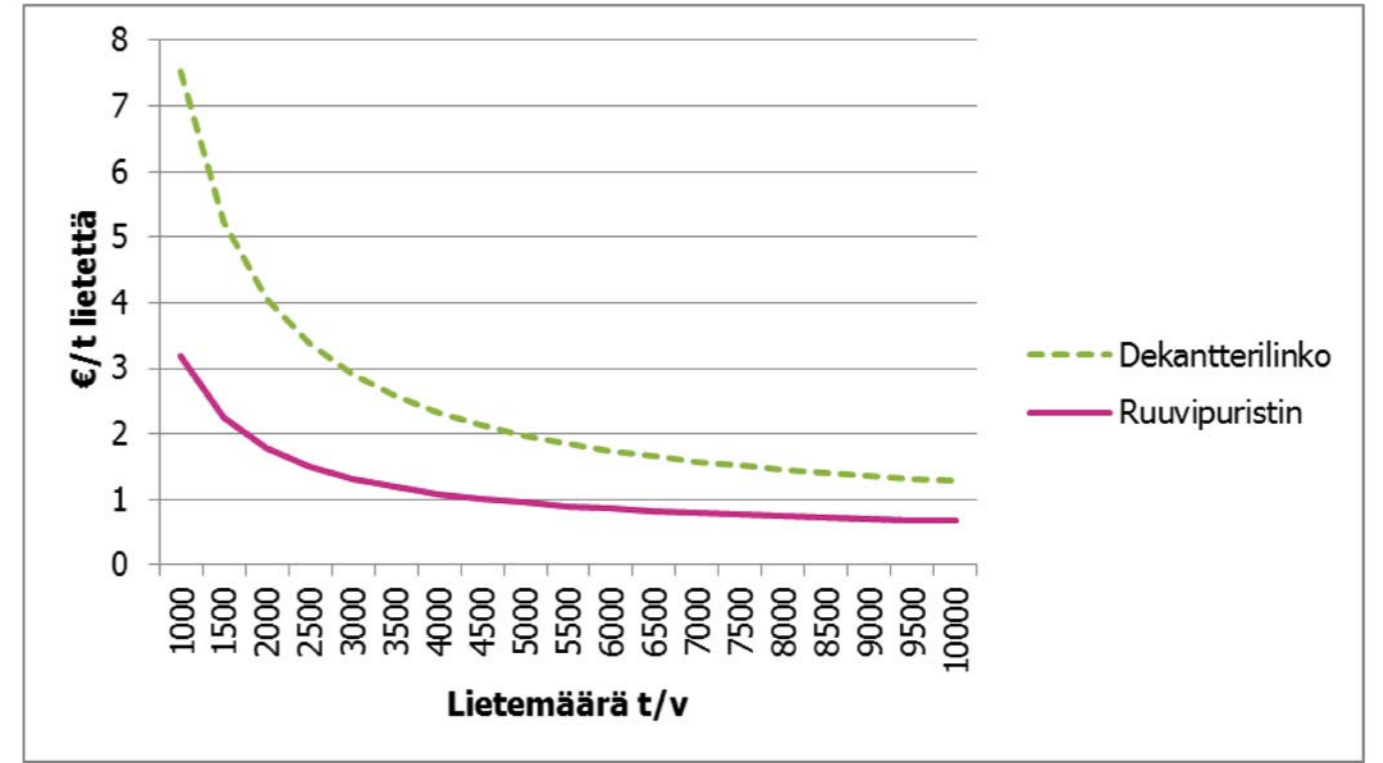
Taulukossa 1 on laskettu syötteiden ja separointijakeiden kuiva-ainepitoisuuksien perusteella massan ja ravinteiden erotustehokkuudet kuivajakeeseen sekä massatase. Ravinteiden massatase on 100 prosenttia, jos separointijakeissa on yhtä paljon ravinteita kuin syötteessä ja alle 100, jos jakeissa on syötettä vähemmän ravinteita. Poikkeamia voivat aiheuttaa näytteenotto, näytteiden heterogeenisyys ja ravinneanalyyysien epätarkkuus.

## Kemikaaleilla ja strippauksella tehoa separointiin

Separointikemikaaleilla neutraloidaan liete-partikkeleiden negatiivisia pintavaraus- ja saadaan muodostettua flokkeja eli hiutaleita, joiden mukana saadaan lingotessa erotettua enemmän kuiva-ainetta ja fosforia kuivajakeeseen.

Metallisuolat neutraloivat pienimpien partikkeleiden varauksia ja saavat ne yhtymään suuremmiksi flokeiksi eli hiutaleiksi. Kationinen polyakryyliamidi (PAM) neutraloi suurempia partikkeleita ja hiutaleita muodostaen silmin havaittavia flokkeja. Kokeissa testattiin lingon kanssa rautasulfaattia (Ferix-3), PAM:ia (Superfloc SD-2064) sekä näiden seoksia.

Lietelannan separoinnissa PAM:n kustannus oli 2,9 €/m<sup>3</sup>



Kuva 1. Ruuvipuristimen ja dekanterilingon lietekuutiokohtaiset separointikustannukset eri käsittelymäärillä.

lietettä, lisäksi kului vettä yhteensä 0,3 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> lietettä (1 €/m<sup>3</sup> lietettä). Vettä käytettiin kemikaalin käyttöliuoksen valmistuksessa ja laimennusvetenä, sillä lingolla alhainen kuiva-ainepitoisuus parantaa fosforin erottumista kuivajakeeseen. Fosforista erottui 69 prosenttia kuivajakeeseen ja nestejakeetta voi levittää 150 prosenttia enemmän fosforirajoituksen puitteissa.

Paras fosforin erotus saatiin linkoamalla mädätettä rautasulfaatti- ja PAM-lisäyksen jälkeen. Fosforista erottui massataseen perusteella 81 prosenttia kuivajakeeseen, tai jopa 98 prosenttia jakeiden fosforimäärästä laskettuna (massatase ei täsmännyt).

Nestejakeen liukaisen typen ja fosforin suhdeluku oli jopa 3 600 prosenttia korkeampi kuin mädätteellä. Kemikaalit maksavat kuitenkin 5,90 euroa ja vesi euron mädätetöntä kohti.

Strippaus on puolestaan termokemiallinen menetelmä, jolla lietteestä tai nesteestä voidaan tuottaa typpikonsentraattia. Menetelmä perustuu lämpötilan ja pH:n nostoon, jolloin typpi saadaan haihtumaan ammoniakina. Kaasumainen ammoniakki otetaan happopesurissa talteen esimerkiksi rikkihapon avulla ammoniumsulfaattina.

Strippausta kokeiltiin sekä lietelannasta että mädätysjäännöksestä PAM:n avustuksella linkoseparoiduille nestejakeille pH-tasoilla 9, 10 ja 11. Nesteet esilämmitettiin 60 asteeseen. Testatuissa olosuhteissa korkein ammoniumtypen erotustehokkuus oli 90 prosenttia (lietelannan nestejake, pH 11). Tällä erotustehokkuudella tonnista nestejakeetta muodostuisi 12,5 kiloa ammoniumsulfaattiliuosta, jonka typpipitoisuus on noin 9 prosenttia ja rikkipitoisuus 11 prosenttia. Konsentraatista voi tehdä myös rakeita haihduttamalla vettä. Alkuperäisestä lingon nestejakeesta jää jäljelle nestettä, jossa on lähinnä kaliumia ja

korkea pH (11). Stripperin ja happopesurin hinta on maatalamittakaavassa 60 000–100 000 euroa (Pellon Group Oy) ja naudanlietteen nestejakeen koko käsittelyhintaa arviolta 9–12 €/m<sup>3</sup>. Lietteen biologinen käsittely voi alentaa strippauksen kustannusta.

## Ruuvipuristimen ja dekanterilingon kustannukset

Bauerin ruuvipuristimen hinta on 30 000 euroa (sisältää pumpun). Investointitukea voi saada 35 prosenttia, eli tuettu hinta on 19 500 euroa. Lietetonnikohtainen separointikustannus riippuu käsiteltävästä määrästä. Esimerkiksi 120 lehmän tilalla separoidaan 3000 m<sup>3</sup> lietettä vuodessa, jolloin tuettu separointikustannus on 1,32 €/m<sup>3</sup> lietettä. Vertailun vuoksi, urakointihinta esimerkiksi tuhannen kuution lietemäärälle on 1,20 €/m<sup>3</sup> (separointi.fi). Ruuvi söi lietettä 6–10 m<sup>3</sup>/h ja kulutti sähköä 0,6 kWh/m<sup>3</sup>. Työajaksi arvioitiin 0,025 h/t (0,325 €/t).

GEA:n lingon hinta on 70 000 euroa ja pumpun 4 500 euroa, tuettu hinta 48 425 euroa. Näin separointikustannus 120 lehmän tilalla on 2,85 €/m<sup>3</sup>. Parhaat separointitulokset lingolla saatiin, kun lietevirtaama oli 4–5 m<sup>3</sup>/h (suurin virtaama 10 m<sup>3</sup>/h). Sähkönkulutus oli noin 2 kWh/m<sup>3</sup>. Työaika on arvioitu olevan sama kuin ruuvilla.

Kuvassa 1 on ruuvipuristimen ja lingon vuosittaisesta käsittelymäärästä riippuvat kustannukset. Molemmille on oletettu käyttöikäksi 12 vuotta, laskentakoroksi viisi prosenttia, vuotuisiksi ylläpitokustannukseksi kaksi prosenttia investointihinnasta ja sähkön hinnaksi 10,25 snt/kWh.

# Separoinnin kuivajae biokaasulaitoksen lisäsyötteenä

Lietelannan energiatiheys on alhainen ja biokaasulaitosinvestointi kallis, joten maatilamittakaavassa pelkän lietelannan käyttö syötteenä ei ole kannattavaa. Luke Maaningalla tutkittiin, kannattaako laitokseen syöttää naudan lietelannasta separoitua kuivajaeetta säilörehun sijasta.

Kuivajae tuotettiin Bauer S655 -ruuvipuristimella Ylä-Savon ammattiopiston opetusmaatilalla (YSAO) ja Luke Maaningalla. Biokaasulaitoksen syötteiden biokemiallinen metaanintuottopotentiaali (BMP) testattiin Savonian ja Luken laboratorioissa panoskokeilla.

Biokaasulaituskokeen aikana havaittiin, että kuivajae alkaa kompostoitua nopeasti ja menettää siksi metaanintuottopotentiaaliaan. Kokeessa maaliskuu-kesäkuussa 2016 käytettyä YSAO:n kuivajaeetta varastoitettiin noin 10 tonnin kasoissa pressun alla 1–2 viikkoa ennen syöttöä biokaasulaitokseen. Kasoissa mitattiin korkeimmillaan 62 °C lämpötila ja potentiaali oli heikko, 1010–1220 kWh/t-oa (214–265 kWh/t).

Luken kuivajaeetta käytettiin kokeen lopussa, kesä–heinäkuussa. Sitä säilytettiin kontissa 1–3 vrk ennen syöttöä reaktoriin, jolloin potentiaali oli 178 kWh/t-oa, joka

Näyte	kpl	Varasto-aika	ka %	oa %	BMP kWh/t-oa	BMP kWh/t
Lietelannat	5	Säilö	7,7-9,3	6,2-7,5	2210-2400	143-167
Ruuvinkuivajakeet (YSAO)	3	7-14 vrk	20-25	18-23	1010-1220	214-265
Ruuvinkuivajae	1	1-3 vrk	24	22	1780	385
Timotei-numrinata	1	Säilörehu	25	23	3260	750
Ruuvinkuivajakeet	2	Tuore	25-26	23-24	2110-2270	498-577
Ruuvinkuivajakeet	2	Tuore	5,0-5,7	3,7-4,2	2260-2580	84-107
Lingonkuivajae	1	Tuore	26	23	1940	439
Lingonkuvajae	1	Tuore	3,2	2,3	3050	70
Kemikaali+Lingonkuivajakeet	2	Tuore	19-21	16-17	1650-1780	256-306
Kemikaali+Lingonkuvajakeet	2	Tuore	1,6-3,5	0,7-2,5	3180-4900	34-79

Taulukko 1. Metaanintuottopotentiaaleja (BMP).

## Syötteiden metaanintuottopotentiaalit

Metaanintuottopotentiaali ilmoitetaan yleensä orgaanisen aineen tonnia kohden (t-oa), koska vain orgaaninen aine tuottaa metaania. Luken lietelannan potentiaali oli 2210–2400 kWh/t-oa ja tuoremassan potentiaali 141–167 kWh/t (taulukko 1). Säilörehutonnin potentiaali on noin viisinkertainen, 750 kWh/t, koska siinä on enemmän orgaanista ainetta ja se on hyvin biohajoavaa (3260 kWh/t-oa, Valuegrass-hanke).

Lukella ruuvinkuivajakeen potentiaali oli 2110–2270 kWh/t-oa ja tuoremassan potentiaali parhaimmillaan nelinkertainen lietelantaan nähden, 577 kWh/t. Nestejakeen orgaaninen aine on paremmin biohajoavaa, 2260–2589 kWh/t-oa. Orgaanista ainetta siinä on kuitenkin vähän, joten tuoretonni tuottaa vain 86–107 kWh.

on 16–22 prosenttia alhaisempi kuin tuoreella kuivajakeella.

Laitoskokeen jälkeen kuivajakeen kompostoitumista demonstroitettiin pienissä kasoissa (65 l), joissa kompostoituminen on hitaampaa. Kahdessa viikossa potentiaali aleni 18 prosenttia (ilma 6 °C). AIV-happo hidasti kompostoitumista vain vähän. Sen sijaan varastointi hapetomasti viileässä siilossa tai aumassa voi alustavien jätesäikkikokeen tulosten perusteella säilyttää potentiaalin hyvin.

Dekantterilingon kuivajakeiden metaanipotentiaali oli hieman huonompi kuin ruuvilla. Lingon nestejakeiden orgaanisen aineen potentiaali oli hyvä, etenkin kemikaaliseparoinneissa (polyakryyliamidi ja/tai rautasulfaatti), mutta tuoremassan potentiaali oli pieni alhaisen orgaanisen aineen pitoisuuden takia (taulukko 1).

	Massa kg	ka %	N kg/t	Liuk.N kg/t	P kg/t	K kg/t	Liuk.N/P-suhde	Liuk.N/N-suhde	Rav. €/t	Kulj. km
<b>Lietelanta</b>	1000	8,9	3,5	2,1	0,61	3,6	3,4	0,59	7,55	19,4
Ruuvinkuivajakeet	794	4,9	3,4	2,3	0,54	3,9	4,2	0,68	7,96	20,4
Ruuvinkuivajae	206	24,3	4,6	1,5	0,92	3,4	1,7	0,33	7,28	14,0
Erotustehokkuus	21 %	56 %	27 %	15 %	31 %	19 %				
Massatase	100 %	100 %	105 %	103 %	101 %	104 %				
<b>Mädäte</b>	1000	6,5	3,2	1,7	0,69	3,1	2,5	0,53	6,64	17,0
Ruuvinkuivajakeet	101	4,0	2,8	1,7	0,53	3,2	3,1	0,60	6,43	16,5
Ruuvinkuivajae	899	29,1	6,0	2,1	2,00	3,5	1,0	0,35	9,87	19,0
Erotustehokkuus	10 %	45 %	19 %	13 %	29 %	11 %				
Massatase	100 %	100 %	97 %	101 %	99 %	103 %				
<b>Lietelanta</b>	1000	8,5	3,4	2,1	0,60	4,3	3,5	0,62	8,37	21,5
Lingon neste	785	4,3	3,5	2,3	0,31	4,0	7,3	0,66	7,57	19,4
Lingon kuiva	215	23,8	4,4	1,4	1,55	3,6	0,9	0,32	8,47	16,3
Erotustehokkuus	22 %	60 %	28 %	14 %	56 %	18 %				
Massatase	100 %	100 %	108 %	99 %	97 %	89 %				
<b>Mädäte</b>	1000	4,4	3,1	2,0	0,43	3,9	4,6	0,64	7,41	19,0
Lingon neste	181	2,4	2,8	2,0	0,19	3,1	10,4	0,71	6,01	15,4
Lingon kuiva	819	13,7	5,3	2,0	1,79	3,3	1,1	0,37	9,12	17,5
Erotustehokkuus	18 %	56 %	31 %	18 %	75 %	15 %				
Massatase	100 %	100 %	106 %	101 %	112 %	79 %				
<b>Lietelanta (+vesi)</b>	1000	6,4	2,6	1,6	0,44	3,2	3,5	0,60	-	-
Lingon neste (PAM)	817	2,6	2,2	1,5	0,17	3,4	8,8	0,70	5,90	15,1
Lingon kuiva (PAM)	183	23,3	5,8	1,4	1,65	3,0	0,9	0,25	8,06	15,5
Erotustehokkuus	18 %	67 %	41 %	17 %	69 %	17 %				
Massatase	100 %	100 %	111 %	98 %	101 %	103 %				
<b>Mädäte (+Fe ja vesi)</b>	1000	3,6	2,3	1,6	0,46	3,3	3,5	0,69	-	-
Lingon neste (Fe+PAM)	137	0,9	1,9	1,3	0,010	2,6	129	0,67	4,43	11,4
Lingon kuiva (Fe+PAM)	863	20,8	8,1	1,7	2,70	2,9	0,6	0,21	10,11	19,4
Erotustehokkuus	14 %	79 %	48 %	15 %	81 %	12 %				
Massatase	100 %	100 %	118 %	83 %	83 %	80 %				

Taulukko 1. Lietteiden ja niiden separointijakeiden ominaisuuksia. Kemikaaliseparoinnin (Fe, PAM) syötteissä on mukana kemikaalin käyttöliuoksen vesi ja laimennusvesi. Ravinteiden hinnat: N 1 €/kg, P 1,8 €/kg, K 1,2 €/kg. Kuljetuksen kannattavuusraja (kulj. km) oletettu kustannukseksi 0,39 €/m<sup>3</sup>/km, lietteiden tiheydeksi 1000 kg/m<sup>3</sup> ja kuivajakeen tiheydeksi 750 kg/m<sup>3</sup>.

## Ruuvien kuivajae helposti käsiteltävää

Luken biokaasulaitos koostuu lietetilavuudeltaan 260 m<sup>3</sup> reaktorista (37 °C) ja samankokoisesta jälkikaasutuslaitteesta (30 °C). Reaktorin sekoitetaan kahdella upposekoittimella tai kaasusekoitusjärjestelmällä. Jälkikaasualtaassa on yksi upposekoitin. Kaasu hyödynnetään sähkön ja lämmön yhteistuotannossa (CHP-yksikkö), varapolttolaitteena on lämpökattila.

Laitoskokeessa 2016 lietelantaa syötettiin laitokseen 10 t ja kuivajae 1 t/vrk. Teknisesti naudan lietelantasta separoitu kuivajae on helposti käsiteltävää, sen kuormaaminen kuljetusta varten ja lastaus biokaasureaktorin syöttölaitteelle onnistui vaivattomasti. Kuivajae ei vaadi murskausta eikä kellu reaktorilietteen pinnalla, toisin kuin säilörehu. Se ei myöskään kellunut sekoitettaessa reaktorin lietettä kaasusekoitusjärjestelmällä kahden viikon testissä.

Lietelanta-kuivajaesyötteellä metaanintuottopotentiaalista toteutui keskimäärin 83 prosenttia ja parhaimmillaan 88 prosenttia, käytettäessä Luken kuivajae. Vastaavilla syötemäärillä ja samalla reaktorin sekoitusteholla ja tauotuksella (10 min sekoitus / 20 min tauko) lietelanta-rehusekoituksen potentiaalista toteutui 91 prosenttia.

Ero voi johtua siitä, että huonosti hajoava kuivajae nosti reaktorilietteen kuiva-ainepitoisuutta (7 % vs. rehusekoituksella 6 %), lisäksi viskositeettia ja hidastaen reaktioita. Rehun orgaaninen aine voi myös hajota nopeammin.

## Energiatase ja kannattavuus esimerkkitalalla

Esimerkkitalalla on 120 lehmää ja lietelantaa muodostuu 3000 t/v (BMP 157 kWh/t). Vaihtoehtoina on käyttää biokaasulaitoksen lisäsyötteenä omaa rehua (BMP 750 kWh/t) tai yhteistyötalalla ruuviseparoitua kuivajae 365 t/v (BMP 500 kWh/t).

Kaikki kaasu poltetaan CHP-yksikössä. Biokaasulaitos kuluttaa tuotetusta sähköstä 34 MWh ja lämmöstä 125 MWh/v. Maatilan käyttöön menevällä nettoenergialla korvataan ostosähköä ja öljylämmitystä. Syötteistä vapautuu prosessissa liukoista typpeä, jolla korvataan väkilannoitetta (taulukko 2).

Lietelannan separointikustannus on 6,60 €/t kuivajae (1,32 €/t lietettä). Kuivajae kuljetetaan biokaasulaitokselle 10 t kuormina 1 km päästä. Kuormaus peräkärryyn maksaa 0,91 €/t, kuljetus 0,20 €/t/km ja syöttö biokaasureaktoriin 2,46 €/t.

Kuivajae syötetään vuorokauden sisällä, jottei se ehtisi kompostoitua. Lietelantaa syötetään tällöin vähemmän ylikuormituksen välttämiseksi. Laitoksen takaisinmaksuaika on 10,6 vuotta ja tulos annuiteettimenetelmällä +830 €/v.

Kuivajakeen kuljetuksen kannattavuusraja on 13,2 kilometriä. Tällöin nettotuotto on sama kuin annuiteetti ja takaisinmaksuaika 11,1 vuotta. Kannattavuus heikkenee myös, jos yhteistyötalalle pitää korvata kuivajae esimerkiksi separoidulla mädätteellä.

Säilörehun kanssa laitoksen energiantuotto on suurempi, mutta suuremman tuotanto- ja varastointikustannuksen (28,50 €/t) sekä murskaus- ja syöttökustannuksen (7,46 €/t) vuoksi kannattavuus jää vähän heikommaksi: takaisinmaksuaika on 11,2 vuotta ja tulos -230 €/v.

Toisaalta, jos käytössä on ylijäämä- tai hävikkirehua, tuotanto- ja varastointikustannus voi olla esimerkiksi 20 €/t, jolloin takaisinmaksuaika on 9,7 vuotta ja tulos +2880 €/v.

Kannattavuus paranee myös biokaasulaitoksen koon ja syötemäärien kasvaessa. Investointihintaa voi alentaa rakentamalla laitoksen itse.

	Kuivajae	Rehu	Lisätietoja
Metaanintuotto, MWh/v	574	677	BMP-toteuma 88 % / 91 %
Sähköntuotto, MWh/v	176	208	Hyötysuhde 30,7 %
Lämmöntuotto, MWh/v	358	422	Hyötysuhde 62,4 %
Nettosähkö, MWh/v	142	174	Maatilan käyttöön
Nettolämpö, MWh/v	233	297	Maatilan käyttöön
Investointi, €	369 500	369 500	Av 0 %
Tuettu investointi, €	221 700	221 700	Tuki 40 %
CHP-yksikön ylläpito, €/v	4 410	5 190	2,5 c/kWh <sub>el tuotettu</sub>
Muu ylläpito €/v	3 270	3 270	1-5 %/v osien investointihinnoista
Laitoksen tarkastustyö, €/v	1 190	1 190	0,25 h/vrk, 13 €/h
Vakuutus	1 850	1 850	0,5 %/v investointihinnasta
Kuivasyötteen kuljetus, €/v	410	0	Kuormaus 0,91 €/t + kuljetus 0,20 €/t/km
Kuivasyötekustannus	3 310	13 120	Tuotanto+syöttö (+rehulla varast.+murskaus)
Kulut yhteensä, €/v	14 420	24 620	
Nettosähkö, €/v	14 570	17 810	10,25 c/kWh
Nettolämpö, €/v	19 310	24 630	8,30 c/kWh
Liukoistuva typpi, €/v	1 480	2 010	1,00 €/kg N
Tuotot yhteensä, €/v	35 370	44 450	
Nettotuotto	20 950	19 830	= Tuotot - Kulut
Annuiteetti, €/v	20 050	20 050	Korko 4 %, osien käyttöajat 9-20 v
Tulos, €/v	890	-230	Nettotuotto - Annuiteetti
Takaisinmaksuaika, v	10,6	11,2	= Tuettu investointi / Nettotuotto

Taulukko 2. Biokaasulaitoksen energiatase ja kannattavuus.

Syötteenä lietelantaa 3 000 t/v sekä kuivajae tai säilörehua 365 t/v.





Lilli Frondelius, Heli Lindeberg ja Matti Pastell, Luonnonvarakeskus

# Separoitu kuivajae toimii makuuparsien kuivikkeena

Lietteestä separoitua kuivajaetta on käytetty lypsykarjanavetoiden kuivikkeena Pohjois-Amerikassa jo 1970-luvulta lähtien ja se on lisännyt suosiotaan viime vuosina myös Euroopassa. Kuivajaetta käytetään kuivikkeena niin syväparsissa kuin parsipetien päällä<sup>1,2</sup>. Yleisimmin kuivajakeen käytöllä pyritään lisäämään lehmien makuukavuutta ja laskemaan kuivikekustannuksia<sup>2</sup>. Osa tuottajista on siirtynyt kuivajaekuivitukseen myös vaihtoehtoisten kuivikkeiden saatavuusongelmien takia.

## Kuivajae ja eläinterveys

Sekä maidontuottajat että tutkimus raportoivat eläinten puhtauden parantuneen kuivajaekuivituksella. Kuivajakeessa on kuitenkin enemmän mikrobeja kuin muissa kuivikkeissa<sup>3</sup>, joten se saattaa olla riski eläinten terveyden kannalta. Etenkin kuivajaekuivituksen vaikutusta utareterveyteen on tutkittu maailmalla paljon, mutta selkeää yhteyttä utaretulehduksiin tai kohonneeseen maidon solulukkuun ei ole osoitettu<sup>1,3</sup>.

Kuivajakeen mikrobimääriä on mahdollista laskea kompostoimalla kuivajae ennen kuivikekäyttöä, mutta tämä vaatii erillisen kompostorin hankkimista tasaisen kompostointilaadun takaamiseksi. Lisäksi kompostoinnin vaikutus mikrobimääriin on lyhytkestoinen ja parressa mik-

robitasot nousevat nopeasti vastaaviksi kuin tuoreessa kuivajakeessa.

Kuivajakeen kuiva-ainepitoisuuden olisi hyvä olla vähintään 35 prosenttia<sup>2</sup>. Käytännössä kuivikekuivajakeen kuiva-ainepitoisuus vaihtelee kuitenkin 24–44 prosentin välillä ja tässä kokeessa se oli keskimäärin 24,6 prosenttia.

Korkea kosteus aiheuttaa ongelmia todennäköisesti enemmän syväparsissa, koska paksummassa kerroksessa kuivike kuivuu hitaammin. Kuivajae kuivuu parsipedin päällä nopeasti, joten korkeasta kosteuspitoisuudesta ei ole havaittu olevan haittaa.

## Kuivajaekuivitus suomalaisissa olosuhteissa

Monet kansainväliset tutkimukset vertaavat kuivajakeen käyttöä hiekkaan tai kuivajaekuivitusta eri parsityyppien välillä. Suomessa lypsykarjapihatissa on yleisimmin käytössä parsipedit, joita kuivitetaan orgaanisella kuivikkeella, kuten turpeella tai kutterilla. Tämän vuoksi ulkomailla tehtyjen tutkimusten tulokset eivät ole suoraan yleistettävissä suomalaisiin lypsynavettaolosuhteisiin. Luke Maaningan kuivituskokeessa verrokkikuivikkeena toimi turve, jossa yhteensä puoli vuotta kestäneessä pääasiassa talvikaudella toteutetussa kokeessa oli kaksi

Vasta separoidun kuivajakeen kuiva-ainepitoisuus saattaa olla matala, mutta kuivajae kuivuu parressa nopeasti. Kuivajakeen kuiva-ainepitoisuutta voi lisätä myös sekoittamalla kuivajakeen sekaan jotain muuta kuiviketta.

24 lehmän koeryhmää. Ensimmäisen kolmen kuukauden ajan toista ryhmää kuivitettiin kuivajakeella ja toista turpeella, minkä jälkeen kuivikekäsittelyt vaihdettiin ryhmien kesken seuraavaksi kolmeksi kuukaudeksi.

Liete separoitiin kolme kertaa viikossa ruuvipuristimella. Parsipedilliset parret kuivitettiin koneellisesti samana päivänä, noin 500 litraa kuivajaetta tai turvetta 24 partta kohti. Kahden viikon välein eläimet luokiteltiin puhtauden ja mahdollisten ihovaurioiden osalta ja niistä otettiin maitonäytteet somaattisten solujen määritystä varten. Kaikilta lehmiltä, joiden soluluku ylitti 400 000 solua/ml, otettiin lisäksi bakteriologinen maitonäyte. Kuivituksella ei ollut vaikutusta takajalkojen puhtauteen, mutta utareet olivat puhtaammat ja takaruumis suuntaa-antavasti puhtaampi kuivajakeella. Yleistetyt lineaarisen sekamallin perusteella kuivajaekuivituksella utareilla oli 1,8-kertainen todennäköisyys olla puhtaat verrattuna turvekuivitukseen.

Molemmilla kuivikkeilla suurimmalla osalla (>80 %) eläimistä oli kintereissä lieviä tai kohtalaisia ihovaurioita. Vastaavasti etupolvissa suurimmalla osalla (>70 %) eläimistä ei ollut ihovaurioita.

Kuivituksella oli vaikutusta vain kintereiden ihovaurioihin; yleistetyt lineaarisen sekamallin perusteella kuivajaekuivituksella oli 2,1-kertainen todennäköisyys lievempiin ihovaurioihin kuin turvekuivituksella. Myös brittiläiset maidontuottajat ovat raportoineet kinnerkunnan parantuneen kuivajaekuivitukseen siirtymisen myötä<sup>2</sup>.

Kuivikkeen korkeat bakteerimäärät eivät suoraan johda lisääntyneisiin utareterveysongelmiin, jos hygieniasta huolehditaan ja eläinten vastustuskyky on hyvä.

Kuivituksella ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta maidon solulukkuun ja molemmilla kuivikkeilla suurimmassa osassa (>75 %) maitonäytteistä soluluku oli alle 150 000 solua/ml. Kokeen aikana otettiin bakteriologisia maitonäytteitä 16 kertaa yhteensä 11 eri lehmästä. Ehdottomasti yleisin bakteerilöydös oli koagulaasinegatiivinen stafylokokki, joka löytyi noin 27 prosentilta koelehmistä.

Kokeen aikana esiintyi muutamia ympäristöperäisiä utaretulehduksia, joiden yhteyttä kuivitukseen ei voida sulkea pois, mutta niiden esiintyvyys oli 10 prosentin luokkaa eikä poikennut karjan normaalista tasosta.

## Management tärkeää

Kannustavista tuloksista huolimatta kuivajakeen kuivikekäytön yhteydessä on syytä noudattaa varovaisuutta. Hyvä management on tärkeää kaikilla kuivikkeilla, mutta kuivajakeella siihen on syytä kiinnittää vielä enemmän huomioita.

Etenkin siirtymävaiheessa muusta kuivituksesta kuiva-

jaekuivitukseen karjan terveyden seuranta on olennaista. Kuivajaekuivituksella hyvä lypsyhygieniä on tärkeää ja lisäksi on huomioitava, että utareiden silmämääräinen puhtaus ei välttämättä merkitse sitä, että iholla ei olisi taudinaiheuttajia.

Hallitsematonta mikrobien kasvua kuivikkeessa voi hillitä käyttämällä kuivajae aina mahdollisimman tuoreena, mielellään jo separointipäivänä.

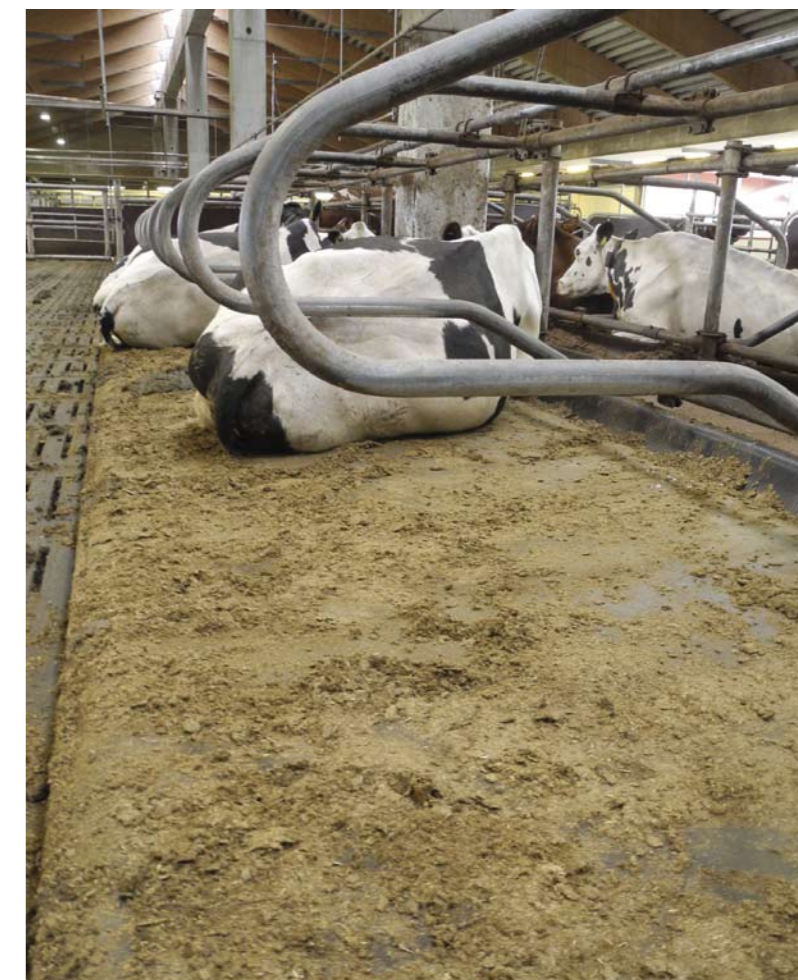
Parsien hoidolla on todennäköisesti suurempi vaikutus kuivikkeessa esiintyviin mikrobeihin ja niiden määriin kuin itse kuivikkeella<sup>1,3</sup>, minkä takia parsien hygieniasta on pidettävä huolta siivoamalla sonta ja märät kuivikkeet riittävän usein. Myös kosteat ja lämpimät olosuhteet navetassa edistävät mikrobien kasvua.

## Lähteet

<sup>1</sup>Harrison ym. 2008. Using manure solids as bedding. Final report.

<sup>2</sup>Green ym. 2014. Recycled manure solids as bedding for dairy cattle: A scoping study.

<sup>3</sup>Bradley ym. 2018. The impact of dairy cow's bedding material and its microbial content on the quality and safety of milk – A cross sectional study of UK farms.



# Separoitujen lantajakeiden hyödyntäminen Ylä-Savon ammattiopistolla

Ylä-Savon ammattiopiston Peltosalmen opetusmaatilalla lietelannan separoinnista on saatu hyviä kokemuksia.

Opetusnavetalla on kiinteä, mekaaninen ruuvipuristin-separaattori, jonka teho on noin 20 m<sup>3</sup> tunnissa. Navetassa on paikat 42 lypsylehmälle ja lisäksi nuorkarjaa. Koulutilalla muodostuu separoitua nestejakeeta vuodessa noin 1800 m<sup>3</sup> ja kuivajakeeta noin 200 m<sup>3</sup>.

Raakalietteen laatu vaihtelee, koska lietteen seassa on jonkin verran kuivikkeita sekä rehuntahteitä. Tämän takia liete on sekoitettava hyvin ennen separointia. Koulutilalla lietteen pumppaus separaattorille tehdään lietteen kokoojakourun päästä. Separattorin ylivuotoputki ohjaa ylimääräisen lietteen takaisin kouruun, joka samalla sekoittaa lietettä.

Koulutilalla lantaa separoidaan 120–150 päivänä vuodessa. Mikäli mitään ongelmia ei ole, separaattorin käynnistys ja kuivajakeen käsittely lantalassa vie päivässä yhteensä noin 20–30 minuuttia, sisältäen koneityötä 10 minuuttia. Nestejae varastoidaan 2 000 m<sup>3</sup> lietesäiliössä ja kuivajake 200 m<sup>3</sup> kuivalantalassa.

Nestejae voidaan johtaa tarvittaessa takaisin navettaan ja samalla tapahtuu kuilujen huuhtelua ja raakalietteen notkistamista. Koulutilalla huuhdellaan kouruja viikoittain valuttamalla separaattorilta tuleva nestejae kourujen päihin.

Lietekuilujen huuhtelu nestejakeella vähentää veden kulutusta eikä nestejae ole tukkinut pumppaus- tai lantanlevityslaitteistoja.

## Jakeet leviävät pellolla hyvin

Nestejae levitetään lannoitteeksi säilörehunurmille keväällä ja kesällä ja levityskertakohtainen käyttömäärä säilörehunurmille vaihtelee 20–50 m<sup>3</sup>/ha. Nestejakeen

levitys on koettu sujuvaksi. Se voidaan levittää nopeasti ja tasaisesti kasvustoon 12 metrin letkulevittimellä. Nurmikasvustojen on havaittu olevan puhtaita levityksen jälkeen ja sen ansiosta rehuhygieniä on hyvä.

Kuivajakeeta käytetään erityisesti viljalohkoille. Verrattuna kuivalannan levitykseen separoitu kuivajake leviää lohkolle tasaisemmin murumaisen rakenteen ansiosta.

Koska separoinnilla saadaan nestejakeen typpi-fosforisuhde lähelle nurmen optimia lannoitusosuudesta, voidaan nestejakeeta levittää hehtaaria kohti enemmän kuin raakalietettä typen määrän perusteella fosforin käyttömäärän ylittymättä (taulukko 1).

Opetusmaatilalla raakalietteen levitysmäärä olisi nitraattiasetuksen mukaan noin 50 t/ha kun taas separoinnin jälkeen nestejakeeta voidaan levittää jopa 100 t/ha.

Kuivajakeessa oleva fosfori saadaan kauimmaisille pelloille edullisemmin kuin nesteen mukana. Nestejae pyritään levittämään tehokkaasti läheisille säilörehunurmilohkoille.

Opetusmaatilalla on havaittu separoinnin vähentävän levitettävää lietemäärää (nestejae) 15–30 prosenttia, minkä ansiosta lietesäiliöön saadaan lisää tilaa. Myös nesteen juoksevuus paranee ja se on nopeampi pumppata levitysvaunuun. Juokseva nestejae ei myöskään tuki helposti lannan levityslaitteistoa.

Tehokas ja hyvin suunniteltu lannanlevitys tasaa opetusmaatilalla työntekijöiden työhuippuja. Ajankäyttöä on ollut helpompi arvioida, koska työn keskeytykset esimerkiksi tukkeumien takia ovat harvinaisia.

Opiskelijat osallistuvat tilan töihin ja myös heidän turvallisen työskentelynsä kannalta on etu, että nestejakeen siirtoajo kohdistuu opetusmaatilalla lähimmille peltolohkoille.

	Kokonaistyyppi kg/m <sup>3</sup>	Liukoinen typpi kg/m <sup>3</sup>	Fosfori kg/m <sup>3</sup>	Kalium kg/m <sup>3</sup>	Kuiva-aine %
Raakaliete	3,1	1,4	0,56	2,4	5,8
Nestejae	2,2	1,2	0,33	1,9	2,9
Kuivajake	2,1	0,6	0,52	0,91	26,4
Ymp. tuki	2,9	1,7	0,5		

Taulukko 1. Peltosalmen opetusnavetan raakalietteen ja separoitujen jakeiden ravinteet. Näytteisiin ei sisälly sadevesiä, puristenesteitä yms. Lanta-analyyysien tarkkuus on ± 20 %.

## Nestejae imeytyy nopeasti

Lantalogistiikka -hanke perusti opetusmaatilalle nurmikoelohkon, jossa vertailtiin neste- ja kuivajakeen eri levitystapoja. Nestejakeen levityksessä käytettiin multainvaunua, letkulevitystä ja hajalevitystä, kuivajake levitettiin kuivalantavaunulla ja verrokkina toimi väkilannoite.

Koelohkolla ei havaittu multaimen sijoitusvantaiden mahdollisten juuriston vaurioiden aiheuttavan sadonmenetystä nurmisatoon. Kuivajakeaistan nurmisato oli heikompi verrattuna nestejakeella tai väkilannoitteella lannoitettuihin koekäistoihin.

Nestejakeen levityksestä kertyneiden kokemusten perusteella se levittyy pellolla helpommin, arviolta jopa 30 prosenttia nopeammin kuin käsittelemätön

lietelanta. Se myös imeytyy nopeasti maahan, typen haihtuminen on vähäisempää ja hajuhaitat vähenevät. Kuoretumiseriski raakalietteen verrattuna on pieni.

Koelohkolla nestejae oli imeytynyt maahan jo alle kolmen tunnin kuluttua levityksestä. Nestejae parantaa rehuhygieniä, koska siinä ei ole juurikaan kuivaainetta ja siitä jää vähemmän tahroja lehtien ja maan pinnalle kuin raakaliettestä.

Raakalietteen kiintoaine voi pahimmillaan muodostaa maan pintaan kuoren, jolloin nurmi voi jopa kuolla ja maan päälle jääneen kiintoaineen typpi menetetään.



Lantalogistiikan koelohkolla testattiin nestejakeen hajalevitystä. Siitä jää kasvustoon tahroja, mutta huomattavasti vähemmän kuin raakaliettestä.



# Fosforilannoituksesta niukasti satohyötyä heikon P-luokan mailla

Nurmiheinät ottavat tehokkaasti fosforia maasta ja siten tutkimuksissa on vain harvoin saatu fosforilannoituksella sadonlisää. Välttävän ja sitä heikomman fosforiluokan mailla ja nurmilla tutkimuksia on tosin tehty vain vähän. Maaningalle perustetun fosforiporraskokeen tavoitteena oli selvittää fosforilannoituksen satovaste heikon fosfori-tilan mailla sekä millä fosforilannoitusmäärällä alhainen viljavuusfosfori pystytään nostamaan, jos se on painunut punaiselle.

Koe toteutettiin vuosina 2015–2018 välttävän viljavuusluokan hiuesavimaalla (rm HeS, viljavuus-P 4,6 mg/l). Puolet koeruuduista lannoitettiin lietteellä ja väkilannoitteilla (30 tn/ha/v) ja toinen puoli vain väkilannoitteilla.

Molemmille käsittelyille tehtiin lisäksi neljä erilaista väkilannoitefosforiporrasta (0, 10, 20 ja 40 kg P/ha/v). Fosforiportaatt annettiin ensimmäiselle sadolle. Liette levitettiin nurmen ensimmäisen niiton jälkeen sijoittavalla laitteella.

Koekasveina olivat perustamisvuonna suojaviljaksi kylvetty ohra sekä timotei-nurminataseos. Nurmi niitettiin kolme kertaa kesässä.

Satovuosien 2016 ja 2017 tulokset on julkaistu artikkelissa Kykkänen ym. 2018. Kolmas satovuosi 2018 toteutettiin Ravinnerenki-hankkeessa.

## Pientä näyttöä sadonlisästä

Kesä 2018 oli vähäsateinen ja lämmin koko maassa. Maaningalla maan vesivarat riittivät kuitenkin normaaliin nurmisatoon ja vähäiset sateet ajoittuivat hyvin. Koevuoden kokonaissato oli keskimäärin hyvä, 9300 kg ka/ha.

Lietelannoitettujen ruutujen sato jäi toisessa korjuussa väkilannoitettua heikommaksi, mutta ero kokonaissadossa ei ollut merkittävä. Ei lietettä -ruuduilla kahdenkymmenen kilon väkilannoitefosfori lisäsi kokonaissatoa nolларуutuun verrattuna neljäsataa kiloa hehtaarille. Kuitenkaan 10 ja 40 kilon fosforilannoituksilla yhtä suurta sadonlisää ei saatu eli tulos ei ollut johdonmukainen. Sadonlisä syntyi lähes kokonaan ensimmäisessä sadossa.

Kokeen aikaisempina vuosina kokonaissadoissa ei ollut eroja, vaikka vuonna 2017 saatiinkin sadonlisää toisessa sadossa. Fosforilannoituksen satovasteen pysyvyydestä ei siis ole vielä riittävää näyttöä.

## Sadon P-pitoisuus nousi lannoituksella

Kuten kokeen aikaisempinakin vuosina, fosforilannoitus nosti sadon P-pitoisuutta (Taulukko 1). Nousu näkyi kesällä 2018 ensimmäisessä ja kolmannessa sadossa. Ensimmäisessä sadossa 20 ja 40 kilon P-lannoitus nosti kasvuston

P-pitoisuutta alempiin lannoitustasoihin verrattuna. Nämäkin pitoisuudet olivat matalia rehutaulukoiden arvoihin verrattuna, todennäköisesti kuivuudesta johtuen. Vastaava ilmiö on havaittu myös aikaisemmissa kokeissa vähäsateisina ja lämpiminä vuosina. Ensimmäiselle sadolle annettu fosforilannoitus näkyi kolmannessakin sadossa fosforipitoisuutta nostavasti.

Ensimmäisen sadonkorjuun jälkeen annettu liete (22 kg P/ha) kasvatti toisen sadon P-pitoisuutta (ei-liete 2,2 g kg/ka vs. liete 2,4 g kg/ka). Lisäksi karjanlannan käyttö ja väkilannoitefosfori yhdessä nostivat fosforipitoisuutta sadossa, mutta ei lietettä -puolella eri portailla ei ollut eroja. Liette vaikutti vielä kolmannenkin sadon fosforipitoisuuteen nostavasti.

Nurmi ottaa tehokkaasti fosforia maasta, eikä P-lannoituksella yleensä saada sadonlisää.

Ympäristökorvausehtojen mukainen P-lannoitus riitti pitämään P-luokan ennallaan, muttei nostamaan sitä.

Kuivat ja lämpimät kesät laskevat rehun P-pitoisuutta ja myös muiden kivennäisten määrät voivat muuttua. Tämä vaikuttaa kivennäisten keskinäisiin suhteisiin, millä voi olla enemmän merkitystä kuin pelkällä P-pitoisuuden muutoksella. Rehun kivennäispitoisuuksien määrittäminen on tärkeää.

## Ympäristökorvauksen ehdoilla viljavuusluokka pysyi punaisella

Fosforitaseella on todettu olevan vahva yhteys maan fosforipitoisuuteen; negatiivinen tase johtaa maan P-pitoisuuden laskuun. Silti yksittäisinä vuosina, todennäköisesti sääolosuhteista johtuen, maan P-pitoisuus voi jopa kasvaa, vaikka fosforilannoitusta ei olisi käytetty lainkaan.

Näin kävi tällä kokeella vuonna 2018, maan P-pitoisuus nousi kauttaaltaan edelliseen syksyyn verrattuna, myös fosforittomalla lannoituksella (Kuva 1)

Maan viljavuusfosforin määrä nousi kevästä 2015 syksyyn 2018 korkeimmilla fosforilannoitustasoilla (liete + 40 kg P ja ei lietettä + 40 kg P keskimäärin 1,3 mg/l). Nousu tapahtui välttävän viljavuusluokan sisällä.

Täysin fosforittomalla lannoituksella ja pelkällä lietteen fosforilla viljavuus-P laski. Muilla lannoitusmäärillä viljavuus-P pysyi keskimäärin ennallaan.

Lietettä ja väkilannoiteportaita käytettäessä vuosien yli laskettu fosforilannoitus oli 141–241 kg P/ha ja taseyli jäämä 38–150 kg. Kun lietettä ei käytetty, vain 40 kg P -portaan tase oli ylijäämäinen (68 kg) ja lannoitukseen käytetty fosfori (160 kg) kasvatti viljavuusfosforin määrää maassa.

Ympäristökorvausehtojen välttävän viljavuusluokan mukainen, vuosien yli laskettu maksimilannoitus sallii satotasokorjausta käytettäessä 126 kg ja ilman satotasokorjausta 108 kg fosforilannoituksen.

Ympäristökorvausehtojen mukainen satotasokorjattu P-

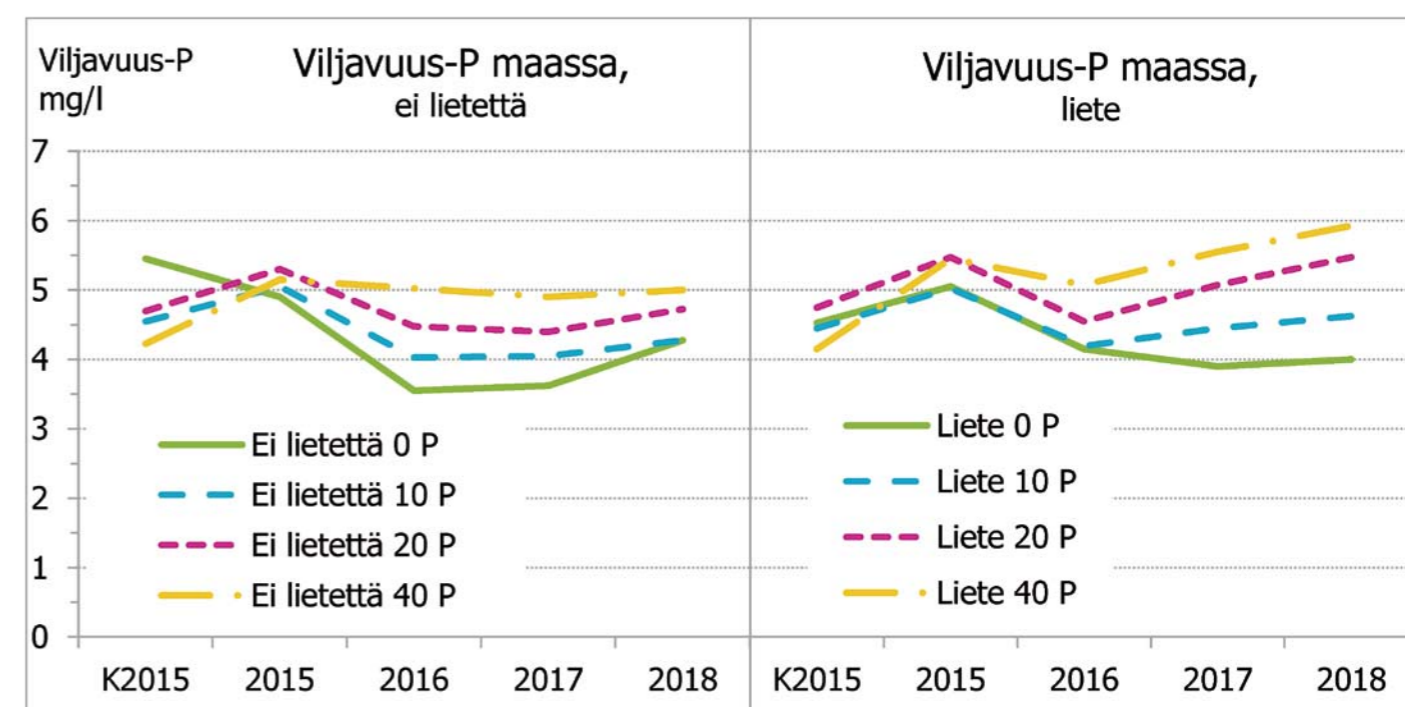
lannoitus riitti tässä pitämään maan fosforiluokan ennallaan, muttei parantamaan sitä. Toisaalta, onko viljavuusluokan nosto tarpeen, jos yhtenä vuotena kolmesta saadaan vain muutaman sadan kilon satovaste.

Aikaisemmin tehdyn meta-analyysin pohjalta voidaan kuitenkin odottaa, että satovaste saattaisi vakiintua seuraavalla koejaksolla, jolloin myös sadon taloudellinen arvo kasvaa.

Lue lisää: Kykkänen, S. ym. 2018. Nurmen fosforilannoituksen satovaste huononlaisen ja tyydyttävän fosfori-tilan mailla. Suomen Maataloustieteellisen Seuran Tiedote 35. 8 s.

		1. niitto	2. niitto	3. niitto
Ei lietettä	0 P	2.0	2.3	2.9
	10 P	2.0	2.3	2.8
	20 P	2.0	2.2	2.9
	40 P	2.1	2.2	3.0
Liete	0 P	1.9	2.4	2.9
	10 P	2.0	2.4	3.0
	20 P	2.1	2.4	3.2
	40 P	2.1	2.6	3.2
Keskiarvo		2.0	2.3	3.0
Keskiarvon keskivirhe		0.10	0.06	0.10

Taulukko 1. Sadon fosforipitoisuudet vuonna 2018.



Kuva 1. Viljavuusfosforin määrä maassa (0–20 cm) vuosina 2015–2018. K2015 = kevät 2015, muut näytteet otettu syksyisin.

# Milloin nurmen kaliumlannoitus on tarpeen?

Kalium on toiseksi tärkein kasvinravinne typen jälkeen. Nurmi hyödyntää tehokkaasti myös vaikeasti vaihtuvia maan kaliumvaroja eli reservikaliumia. Sitä vapautuu muun muassa helposti rapautuvista kielteistä, mutta esimerkiksi maasälpään sitoutunut kalium ei juuri pääse vapautumaan kasvien käyttöön.

Nurmenviljelijän onkin tärkeä tuntea peltojensa reservikaliumtila, mutta voiko kaliumrikkaita lohkoilla viljellä nurmea huoletta ilman kaliumlannoitusta?

Ravinnerenki-hankkeessa toteutettiin vuosina 2016–2018 ruutukoe Luke Maaningalla peltolohkolla, jonka maalaji oli hiue/hiesusavi ja reservikaliumpitoisuus sekä kyntökerroksessa että jankossa yli 2000 mg/l. Nurmi perustettiin vuonna 2015 suojaviljiaan.

Kokeessa oli viisi erilaista väkilannoitekaliumporrasta: 0, 50, 100, 150 ja 200 kg/ha/v, joka jaettiin tasan ensimmäiselle ja toiselle sadolle. Sato korjattiin kolme kertaa kesässä.

Tavoitteena oli selvittää, riittääkö reservikalium täyttämään nurmen kaliumintarpeen myös silloin, kun juuriston kasvuedellytykset ovat haasteelliset tiiviimmän maalajin vuoksi.

## Huippusatoja ilman kaliumlannoitusta

Jos tarkastellaan vain kuiva-ainesatoja, kaliumlannoituksella ei näyttänyt olevan vaikutusta minään vuonna. Nurmi kasvoi hyvin ja keskimääräiset kesän kokonaissadot kolmella korjuulla olivat ensimmäisenä koevuonna 11 800, toisena 9600 ja kolmantena 10 500 kuiva-ainekiloa hehtaarilta, myös ilman kaliumlannoitusta.

Kalium vaikuttaa kasvissa muun muassa ilmarakojen avautumiseen ja sulkeutumiseen. Jos huulisolujen toiminta on esimerkiksi kaliumin puutteen vuoksi hidastunut, kasvi voi alkaa kuivua. Tämä ilmiö näkyi kaikkina kolmena vuonna siten, että nollaportaan kuiva-ainepitoisuus oli korkeampi kuin suurimmilla kaliumlannoitusportaita.

Esimerkiksi vuonna 2018 tämä tarkoitti, että vaikka tuoresatona mitattuna nollaportaan sato jäi matalammaksi, kuiva-ainesadoiksi muunnettuna eroja ei enää ollut.

Kaliumlannoituksen vaikutus voi siten näkyä pellolla silmämääräisesti arvioituna suurempana kuin mitä se todellisuudessa kuiva-aineena onkaan.

## Kuiva kesä alensi kasvuston kaliumpitoisuutta

Kun maassa on runsaasti reservikaliumia, rehun kaliumpitoisuus on yleensä korkea, vaikkei kaliumlannoitusta olisi käytetty lainkaan. Näin kävi tässäkin kokeessa.

Ensimmäisenä ja toisena vuonna kaliumlannoituksen vai-

kutus ensimmäisen ja toisen sadon kaliumpitoisuuteen oli vähäistä ja K-pitoisuus oli keskimäärin 27 g/kg ka (Kuva 1). Kolmannessa sadossa kaliumlannoitus nosti kumpainkin vuonna kaliumpitoisuutta noin 3–4 g nollaportaan verrattuna.

Vuonna 2018, jolloin kasvukausi oli poikkeuksellisen kuiva, kaliumpitoisuus jäi kaikissa sadoissa aiempia vuosia matalammaksi, ollen keskimäärin vain 20–21 g/kg ka kaikissa sadoissa. Kaliumlannoitus myös nosti K-pitoisuutta parhaimmillaan 5–6 g/kg ka nollaportaan verrattuna.

Tulos osoittaa, että kuivina vuosina kasvin kaliuminotto voi vaikeutua ja lannoitteena annettava kalium on reservikaliumia helpommin kasvin käytössä. Koska kasvuston paikoin alhainen K:N -suhde (<1) ei näkynyt sadon alentumisena, voidaan sanoa, ettei K:N -suhde ennustanut nurmen kaliumtarvetta aivan tarkasti.

Mahdollinen kaliumin puutos ei kuitenkaan tässä kokeessa näkynyt satotappioina.

- Huomioi maan reservikaliumtila nurmen kaliumlannoitusta suunniteltaessa.
- Seuraa rehun kaliumpitoisuutta muistaen, että sääolosuhteet voivat vaikuttaa siihen paljonkin.

## Nurmisadon mukana poistuu suuria määriä kaliumia

Tässä kokeessa sekä satotaso että kasvuston kaliumpitoisuudet olivat korkeat. Kasvuston mukana kaliumia poistui parhaimmillaan noin 330 kiloa hehtaarilta riippumatta annetun kaliumin määrästä. Kun kaliumpitoisuus laski kuivuuden vuoksi, poistuma pieneni noin 220 kiloon. Kaliumtase oli jatkuvasti negatiivinen, lukuunottamatta korkeinta kaliumporrasta vuonna 2018 (Kuva 2).

Maan viljavuuskaliumpitoisuuden (104 mg/l, välttävä luokka) mukaan lohkolle suositeltiin 150 kilon kaliumlannoitusta hehtaarille, vaikka kuiva-ainesadon perusteella kaliumlannoitusta ei tarvittu lainkaan.

Kaliumpoistumaa tulkittaessa pitää muistaa, ettei se kerro kasvuston tarvitseman kaliumin määrästä. Paljon reservikaliumia sisältävillä mailla poistunutta kaliumia ei ole tar-

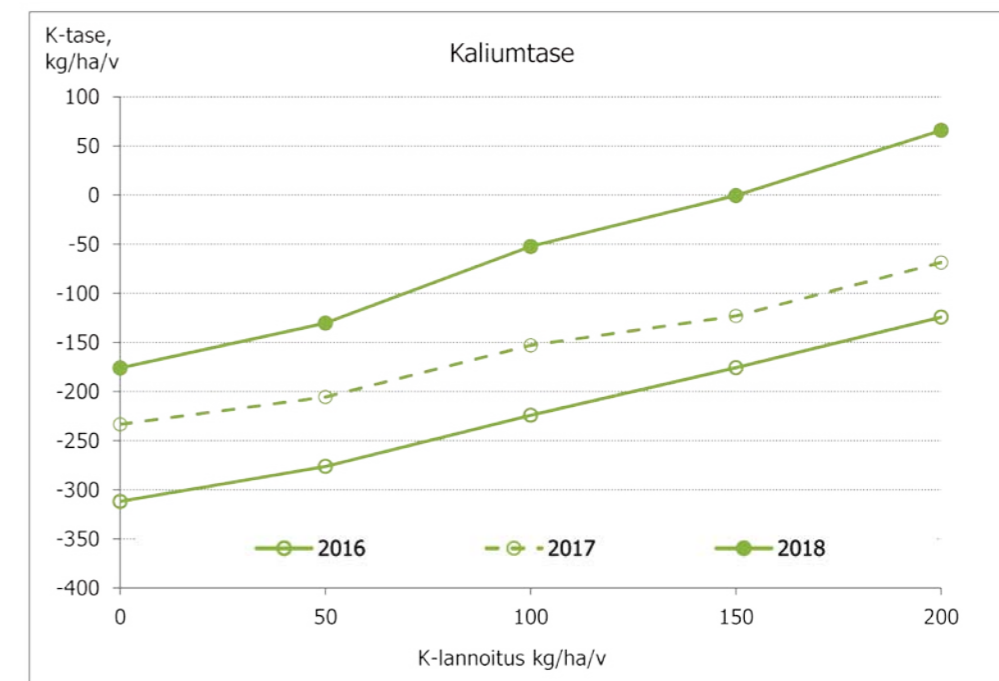
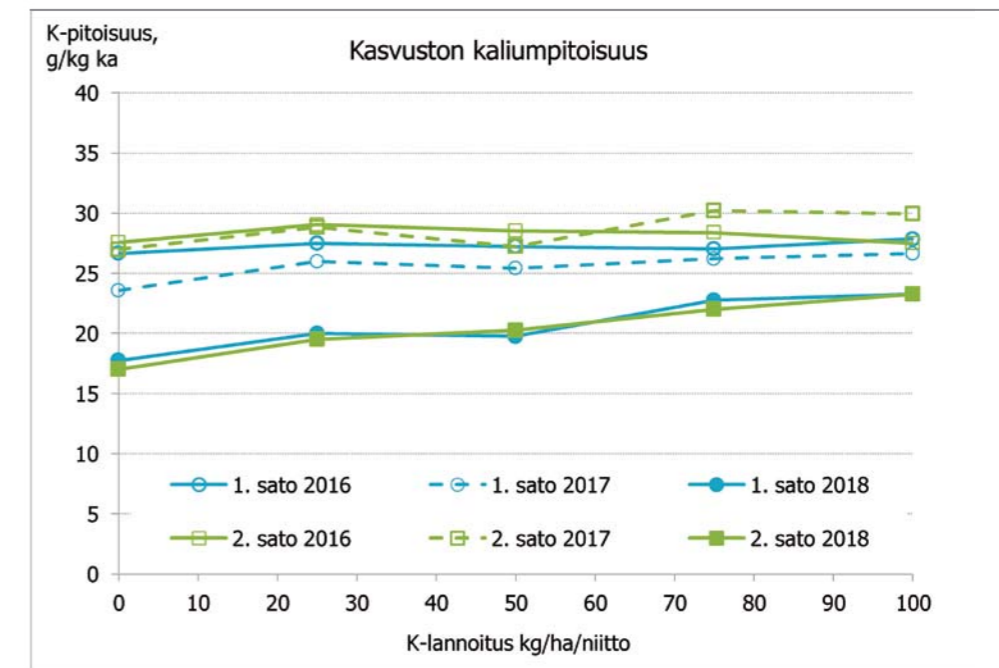
peen tai mahdollistakaan korvata kaliumlannoituksella. Kun maassa on runsaasti reservikaliumia, on sadon kaliumpitoisuus lähes aina kasvin tarpeeseen nähden riittävä. Sadossa poistuu väistämättä runsaasti kaliumia, mutta alijäämän korvaaminen ostolannoitteella ei runsaskaliumilla mailla anna lisäsatoa, kasvattaa vain kustannuksia. Kaikissa tilanteissa maan hyvä reservikaliumtila ei riitä nurmiheinillekään. Peltohavainto- ja Ravinnepiika -hankkeet tutkivat kaliumlannoitusta Mikkelissä vuosina 2016–2018. Toisella nurmikierrolla kaliumlannoituksella saatiin toisena nurmivuonna yli 2000 kuiva-ainekilon sadonlisä hehtaaria kohti. Ilman kaliumlannoitusta rehun kaliumpitoisuus laski selkeisiin puutoslukemiin, jopa kymmeneen grammaan kuiva-ainekilossa.

Tutkija Päivi Kurki Lukesta toteaaakin, että tämän kaltaisilla mailla on seurattava rehun kaliumpitoisuutta ja säädettävä lannoitusta sen perusteella. Ihan heti hän ei jättäisi kaliumlannoitusta tekemättä. Tässä kokeessa lannan kaliumin lannoitusvaste oli hyvä.

Mikkelin tulokset osoittavat, että nurmien lannoituksen kannalta maan kaliumanalyyseissä näyttää olevan vielä kehitettävää.

Reservikaliumista voit lukea lisää vuonna 2014 ilmestyneestä raportista: Virkajärvi, P., Kykkänen, S., Rätty, M., Hyrkäs, M., Järvenranta, K., Isolahti, M. & Kauppila, Raimo. 2014. Nurmien kaliumtalous. Maan reservikaliumin merkitys kaliumlannoituksen suunnittelussa. MTT Raportti 165. 52 s.

Kuva 1. Kaliumlannoitus nosti kasvuston kaliumpitoisuutta kuivana vuonna 2018.



Kuva 2. Kaliumtase oli lähes aina negatiivinen. Tase ei kerro kasvuston tarvitsemasta kaliummäärästä.

# Havaintoja fosforin kertymisestä peltomaahan

Neljältä Ravinnerenki-hankkeessa mukana olleelta maatilalta mitattiin viljavuusanalyysin avulla fosforin kertymistä maan eri kerroksiin. Jokaiselta tilalta valittiin havaintoihin 1-3 lohkoa, joista suurimmalla osalla oli edellisenä vuonna viljelty nurmea.

Tarkoituksena oli havainnoida, kertyykö suorakylvössä, lyhytaikaisessa nurmenviljelyssä tai pitkäaikaisessa nurmenviljelyssä fosforia enemmän pintamaahan kuin alempiin maakerroksiin. Vaikka fosforia huuhtoutuu pääasiassa maahiukkasten mukana, voi pintamaahan rikastuva fosfori olla altis huuhtoutumaan veden mukana.

Kohteena oli suorakylvössä yli kymmenen vuotta olleita hietamoreenilohkoja, multavan hieunaan laitumia, multavan ja runsasmultaisen hietamoreenin säilörehulohkoja sekä eläinten laitumena oleva multavan hiesusaven suojavyöhykettä muistuttava lohko. Säilörehulohkojen lannoitus oli toteutettu lietalannalla sekä typpi- ja NK-lannoitteilla.

Viljavuusanalyysinäytteet otettiin havaintolohkoilta 0-2 cm, 2-10 cm ja yli 10 cm syvyydestä. Näytteitä otettiin kullakin loholla 5-10 kappaletta ja niistä muodostettiin yhteisnäyte.

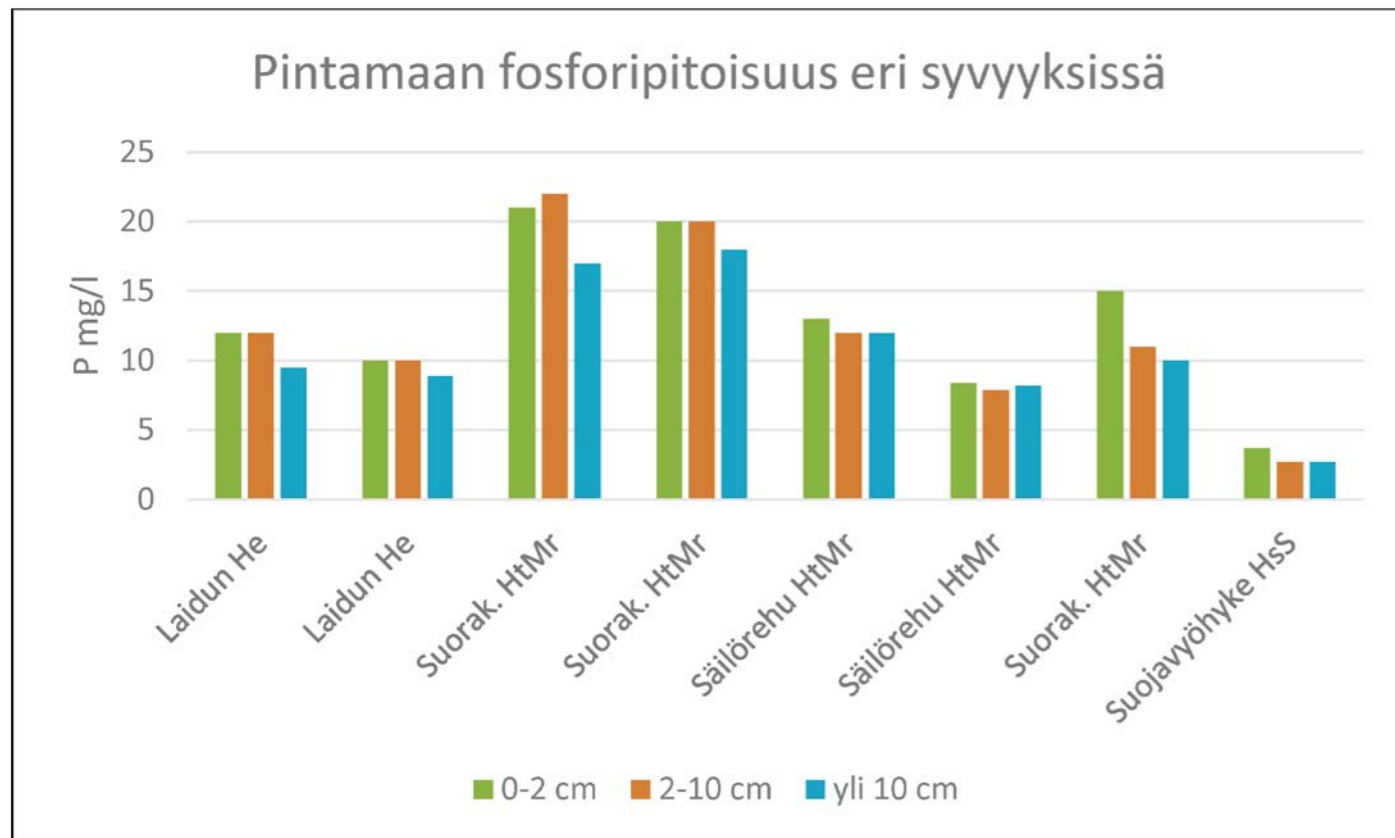
Havaintomaatilojen lohkojen fosforipitoisuudet vaihtelivat viljavuustutkimuksen perusteella viljavuusluokkien

hyvä ja huononlainen välillä. Alhaisin tulos 2,7 mg/l fosforia syvyydessä 2-10 cm havaittiin pitkäikäiseltä suojavyöhykenurmelta, joka on ollut laidunkäytössä. Korkein tulos 22 mg/l fosforia havaittiin 2-10 cm syvyydessä suorakylvö lohkolta, joka on uudistettu viljan kautta nurmelle kasvukaudella 2018.

Havaintomäärittelyssä eri maakerrosten viljavuusfosforilukemien välillä merkittäviä eroja ei ollut (kuva 1). Näiden tulosten perusteella ei voida havaita, että fosforia kertyisi pintaan erityisesti suorakylvetyillä lohkoilla. Viljavuusfosforipitoisuus on korkein suorakylvetyillä lohkoilla, mutta fosforipitoisuudessa ei ole merkittäviä eroja muokkauskerroksessa. Myöskään jatkuvassa laidunkäytössä oleville lohkoille ei näiden havaintojen perusteella ole kertynyt merkittäviä määriä fosforia.

Fosforin kertymiseen vaikuttaa aiempien tutkimusten perusteella erityisesti maalaji ja käytetty lannoitus. Monivuotiset kasvit kuten nurmi sitoo maahiukkasia, jolloin eroosio vähenee. Suojavyöhykkeiden on myös todettu aiemmissa tutkimuksissa pidättävän maahiukkasten mukana huuhtoutuvaa fosforia.

Kuva 1. Eri maakerrosten viljavuusfosforilukemien välillä ei ollut merkittäviä eroja.



# Havaintoja ravinnetaseista itäsuomalaisilla maatiloilla

Nurmen ravinnetaseita määritettiin Ravinnerenki-hankkeessa kolmelta pohjoissavolaiselta ja kahdelta pohjoiskarjalaiselta lypsykarjatilalta. Ravinnetaseita määritettiin hyödyntäen lanta-analyysin, lannoitevalmisteiden ja säilörehuanalyysin tietoja. Jokaisen niiton jälkeen sadon määrä punnittiin. Ravinnetaseet laskettiin erikseen jokaiselle niitolle ja kokonaissadolle verraten peltoon lisättyjen ja sadon mukana poistuneiden ravinteiden määrää.

Kaikilla tiloilla peruslannoitus toteutettiin karjanlannalla. Lisäksi tiloilla käytettiin teollisia typpi- ja kaliumlannoitteita. Tavoitteena lannoituksessa on mahdollisimman taloudellinen eli lähellä nolaa oleva ravinnetase. Jos ravinnetase on positiivinen, ravinteiden huuhtoumariski kasvaa. Jos ravinnetase jää negatiiviseksi, kasvit käyttävät maan varastoravinteita. Syväjuurisina kasveina nurmet ovat hyviä maan varastoravinteiden hyödyntäjiä, edellyttäen että maassa on varastoravinteita saatavilla.

Ravinnetaselaskelmat osoittivat, että kohdetilojen nurmikasvit hyödynsivät annetut ravinteet pääsääntöisesti tehokkaasti. Eroja tilojen välillä kuitenkin löytyi, erityisesti fosforitaseiden osalta. Osalla kohdetiloista fosforitaseet olivat negatiiviset, osalla positiiviset.

Typen osalta havaittiin, että karjanlannan levityksen jälkeisen sadon tyypitase jäi usealla tilalla positiiviseksi, mutta sitä seuraavan sadon tyypitase jäi puolestaan negatiiviseksi. Nurmi ei siis pystynyt hyödyntämään kaikkea karjanlannan typpeä kerralla, mutta typpi oli nurmen hyödynnettävissä vielä seuraavissakin sadoissa. Kaliumin osalta ravinnetaseet olivat negatiiviset, varsinkin korkeilla satotasoilla. Nurmet hyödynsivät siis tehokkaasti maaperän reservikaliumvaroja.

## Vinkejä lannoitukseen

Maatiloilla tehdyt ravinnetaselaskelmat tukevat monilta osin ravinnetaseisiin liittyviä tieteellisiä tutkimuksia. Kohdemaatilojen ravinnetaselaskelmien ja aiempien tutkimustulosten valossa tiloille voidaan fosfori-, typpi- ja kaliumlannoituksen suhteen antaa muutamia suosituksia.

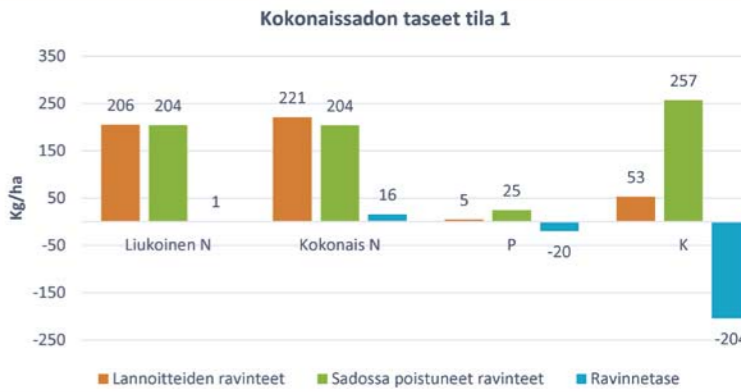
Maan viljavuusfosforin pitoisuutta kannattaa tarkkailla fosforilannoituksen suunnittelussa. Nurmien fosforilannoitusta koskevien tutkimusten<sup>1</sup> mukaan vuotuisella fosforilannoituksella ei saavuteta sadonlisää, kun maan viljavuusfosforin pitoisuus ylittää savimailla 6 mg/l, karkeilla kivennäismailla 10 mg/l ja orgaanisilla mailla 15 mg/l.

Typen tehokkaan hyödyntämisen tehostamiseksi, kar-

janlanta kannattaa levittää nurmille niin että levityksen jälkeen korjataan vielä ainakin kaksi satoa.

Kaliumlannoitusta suunniteltaessa kannattaa huomioida maan ravinnereservit ja kivennäisanalyysillä selvitetty säilörehun kaliumpitoisuus. Mikäli reservikaliumia on runsaasti ja säilörehussa kaliumin määrä on riittävä, voi lannoitusta tarkistaa. Toisaalta alhaisen reservikaliumtilan mailla kaliumlannoituksen tarve korostuu, koska se on typen jälkeen eniten satoa rajoittava tekijä.

Kokonaissatojen ravinnetaseet kahdelta havainnointitilalta eri ravinteiden osalta.



Lähteet:

<sup>1</sup>Mustonen ym. 2014. Seitsemän lihavaa vuotta – vieläkö nurmen fosforilannoituksesta voidaan säästää, Turtola ym. 2017. Hyötyä taseista: Ravinnetaseiden tulkinta ympäristön ja viljelyn hyödyksi.

# Lietelannan happokäsittely typen käytön tehostajana

Lietelannan pintalevityksen typpihävikin pienentämiseksi on Tanskassa multaamisen vaihtoehdoksi noussut happolisäys letkulevityksen yhteydessä.

Menetelmässä lietelannan pH lasketaan väkevällä rikkipollalla noin kuuteen, jolloin ammonium-ionien muuntuminen ammoniakiksi vähenee. LantaLogistiikka -hankkeessa selvitettiin kaksivuotisella nurmikokeella, voidaanko happokäsittelyllä vähentää naudan lietelannan pintalevityksestä aiheutuvaa typpihävikkiä ja onko sillä vaikutusta satoon.

## Rikkipoppa lietteeseen

Timotei-nurminatanurmi perustettiin elokuussa 2016 Luke Maaningalle runsasmultaiselle karkealle hietamaalle. Kaikki koealat lannoitettiin väkilannoitteilla (NK) samalla tavoin ensimmäiselle ja kolmannelle sadolle.

Koekäsittelyt toteutettiin toiselle sadolle. Väkilannoiteruutujen typpiportaat olivat 0, 40, 70 ja 90 kg N/ha ja ne täsmätettiin väkilannoitteiden avulla vastaamaan fosforin ja kaliumin osalta lietekoejäseniä.

Lietekoejäseniä oli kolme: käsittelemätön raakaliete pinta-levitettynä ja sijoitettuna sekä happokäsittely liete pinta-levitettynä, lietteen typpeä ei täydennetty väkilannoitetyypellä. Lietteet (noin 43 t/ha) levitettiin joko kastelukannuilla pintaan letkulevitystä mallintaen tai sijoittamalla 6 cm:n syvyyteen koemultaimella.

Happolisäys tehtiin viikko ennen levitystä avonaiseen 1 m<sup>3</sup>:n konttiin sekoittaen lisäyksen ajan, mikä kuvastaa varastotaik levityssäiliöön tehtävää käsittelyä (liete vaahtoa happoa lisättäessä). Tavoite pH oli noin 5,5. Väkevää rikkipoppoa (93%) kului noin 3,2 l/lietetonni, kun lähtö-pH oli noin 6,7 ja kuiva-ainepitoisuus noin 7,7 prosenttia.

## Happo leikkaa typpihävikkiä

Vuonna 2017 toisen niiton sadossa ei ollut tilastollisia eroja lietettä saaneiden koejäsenten välillä. Kahden niiton kokonaiskuiva-ainesato oli keskimäärin 8400 kg ka/ha lietettä saaneilla ruuduilla. Kasvusto ehti lakoontua vesisateissa ennen ensimmäistä niittoa, minkä takia niittojälki jäi epätasaiseksi. Se selittää osin toisen niiton sadoissa olleita isohkoja hajontoja.

Vuoden 2018 kuivasta kesästä huolimatta kolmen niiton kokonaiskeskisato oli lieteruuduilla korkea, 10480 kg ka/ha. Happokäsittelyn lietelannan koealat tuottivat toisessa niitossa noin 720 kiloa paremman kuiva-ainesadon hehtaarilta kuin koealat, joille käsittelemätön liete levitettiin pintalevityksenä (Kuva 1).

Myös toisen sadon typpipitoisuus ja typpisato olivat niillä tilastollisesti merkitsevästi suurempia verrattuna raakalieteellä pintalannoitettuihin ruutuihin.

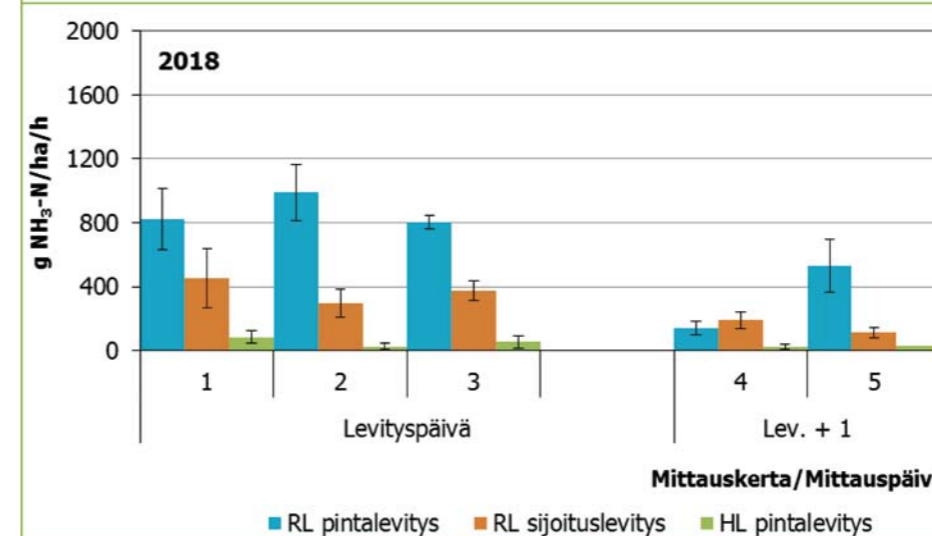
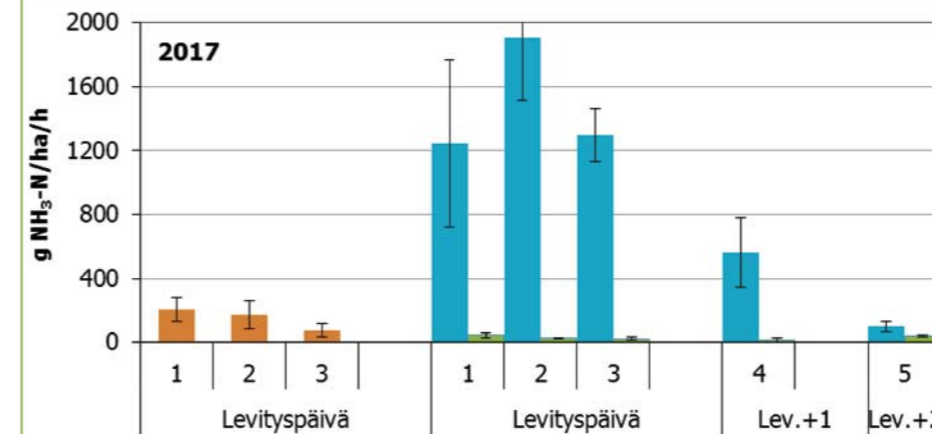
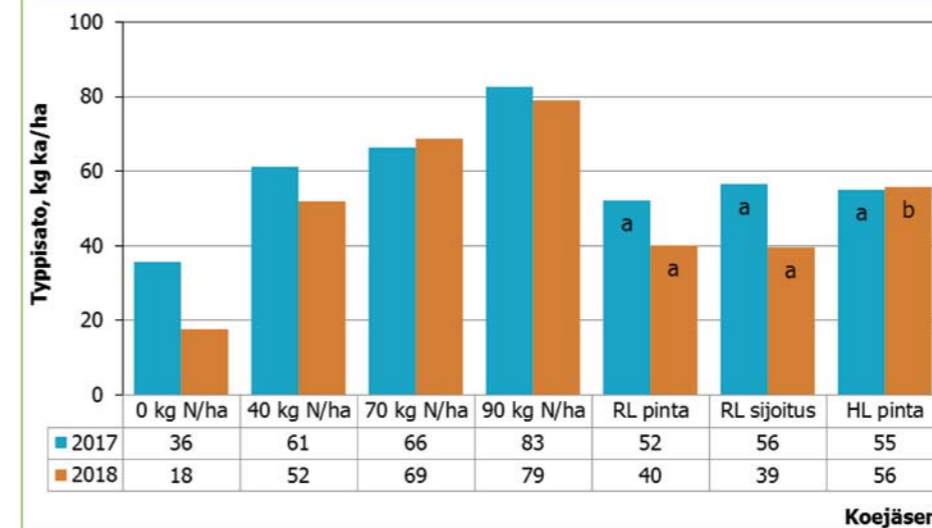
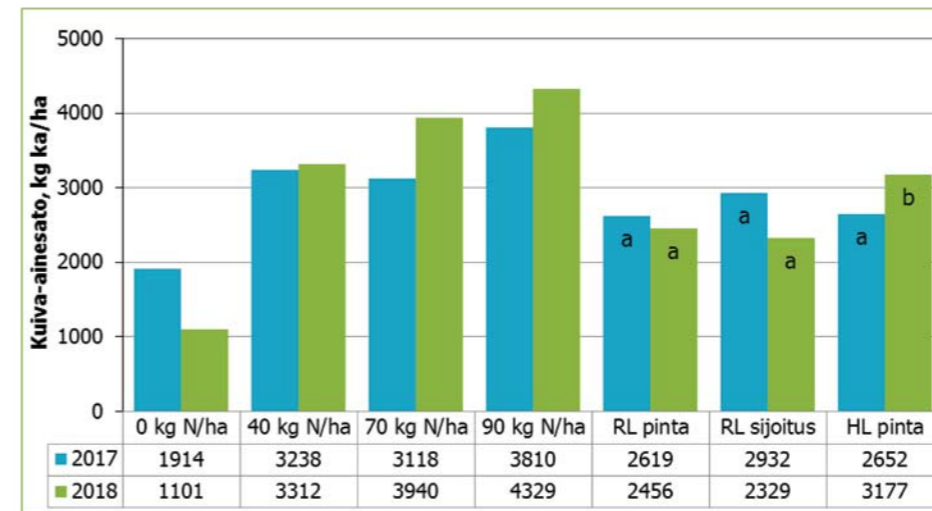
Vuonna 2017 toisen sadon lannoituksessa liukoista typpeä annettiin lietelannassa 70 kg/ha ja vuonna 2018 noin 84 kg/ha, mutta sijoituslevityksessä jätiin alle tavoitteen (67 kg/ha). Lieteruutujen keskimääräiset typpisadot olivat pienemmät kuin vastaavan liukoisen väkilannoitetyypen antamat sadot.

Käsittelemättömän lietelannan pintalevitys aiheutti suurimmat ammoniakkipäästöt, ja siihen verrattuna lietteen happokäsittely leikkasi tilastollisesti merkitsevästi typen haihtumista eri mittaussajankohtina (Kuva 2).

Kesällä 2017 levitysolosuhteet olivat lähes helteiset, mutta levitystä seuraavina päivinä lämpötila putosi noin 10°C:een, mikä vähensi haihtumista. Helteisestä kesästä huolimatta levityssajankohta oli vuonna 2018 edellisvuotta hieman viileämpi, mikä pienensi happokäsittelyllä saavutettuna päästövähennystä (noin 15 kg NH<sub>3</sub>-N) kesään 2017 verrattuna (noin 25 kg NH<sub>3</sub>-N).

Vuonna 2017 happokäsittely ei kuitenkaan tuonut sadonliisää. Kasvien käytettävissä on saattanut olla riittävästi typpeä ensimmäisen sadon lannoituksesta tai sitä on voinut vapautua maan orgaanisesta typestä.

- Happokäsittelyllä voidaan estää typen haihtumista, mutta se ja lopullinen satovaikutus riippuvat levitysolosuhteista ja kasvukauden sääolosuhteista. Mitä lämpimämpi ja tuulisempi sää levityshetkellä, sitä suurempi hyöty.
- Happokäsittely yhdistettynä leveämmän työlevyden omaavaan ja kevyempään pintalevitysteknologiaan voi tarjota vaihtoehdoisen, vähäpäästöisen levitysmenetelmän sijoittavalle kalustolle.
- Väkevän rikkipopon käyttöön liittyy vakavia työturvallisuusriskejä, joten jatkossa on syytä selvittää heikompien happojen potentiaali rikkipopon korvaajina.



Kuva 1. Kuiva-ainesato ja typpisato (kg ka/ha) toisessa sadossa vuosina 2017-2018. Lietekoejäsenet: RL pinta = pinta-levitetty raakaliete, RL sijoitus = sijoitettu raakaliete, HL pinta = pinta-levitetty happokäsittely liete. Samalla kirjaimella merkityt keskiarvot eivät eroa tilastollisesti merkitsevästi toisistaan levitysvuonna.

Kuva 2. Ammoniakin haihtumisnopeus mittauskertojen aikana (NH<sub>3</sub>-N g/ha/h; keskiarvo ± keskiarvon keskivirhe). Lietteenlevityksen jälkeistä ammoniakin haihtumista mitattiin passiivisiin diffuusiokeräimiin perustuvalla JTI-menetelmällä. Levityspäivänä mittauskertoja oli kolme. Vuonna 2017 raakalietteen levitys sijoittamalla jouduttiin teknisistä syistä toteuttamaan päivää aiemmin kuin lietteiden pintalevitykset ja haihtumista mitattiin vain levityspäivänä. Pintalevityksissä mittauksia jatkettiin 2 päivää levitysten jälkeen (yht. 5 mittauskertaa). Vuonna 2018 mittauksia jatkettiin päivä levitysten jälkeen (yht. 5 mittauskertaa).

# Täsmäviljelytekniikalla parempi sato pienemmin päästöin

Kun lannoitteet levitetään pellolle määräsäätöautomaattikalla ravinnetarpeen ja huuhtoumariskin mukaan, voidaan samanaikaisesti saavuttaa sekä parempi sato että pienemmät ympäristövaikutukset. Tekniikka tähän on ollut markkinoilla jo 20 vuotta, mutta korkeiden hintojen ja yhteensopivuusongelmien takia menetelmä ei ole yleistynyt.

Levitysurakoinnin myötä menetelmää voidaan hyödyntää myös ilman kalliita laitehankintoja. Lisäksi nelikopteritekniikka eli dronien käyttö on tuonut kaukokartoituksen kustannukset käytännön viljelyn ulottuville.

Perinteisessä viljelyssä yhdellä kasvulohkolla on yksi viljelysuunnitelma. Täsmäviljelyssä peltolohko on jaettu ominaisuuksiensa mukaisesti monimuotoisiin vyöhykkeisiin. Vyöhykkeiden muodolla ja määrällä ei ole periaatteellista ylärajaa. Työkoneet säätyvät automaattisesti vyöhykkeeltä toiselle siirryttäessä. Tavoitteena on sadon paraneminen sekä kustannusten aleneminen.

Karelia AMK on osallistunut RavinneRenki -hankkeeseen kehittämällä täsmäviljelytekniikan hyödyntämistä biolannoitteiden levityksessä. Hankkeessa on demonstroitu lietteen täsmälevitystä tietyistä ensimmäistä kertaa Suomessa tuotantomittakaavan koneilla ja ohjelmistoilla.

## Pohjatietoa pelloista valmiina

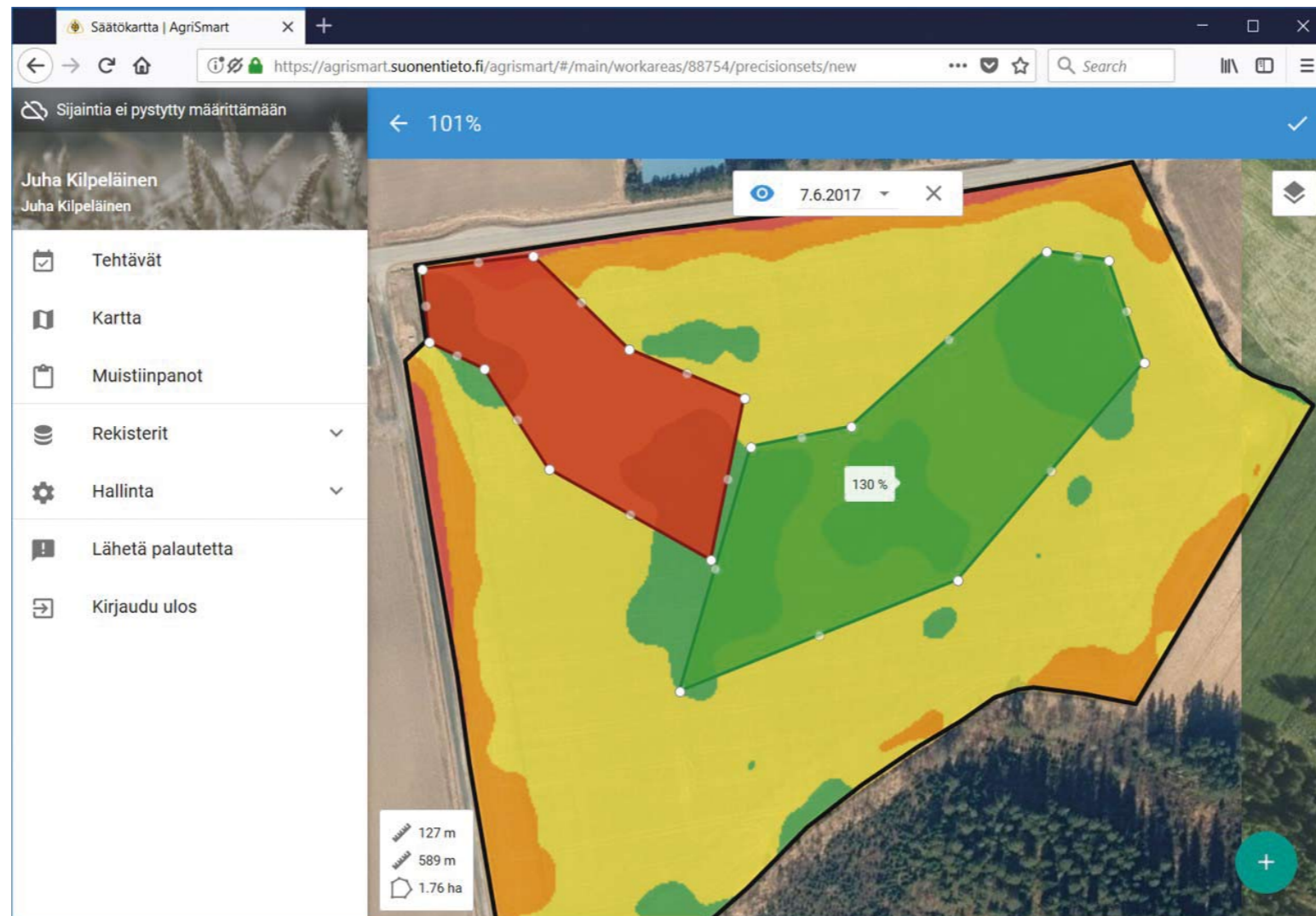
Täsmäviljelyn pohjaksi peltolohkon ravinnehuuhtoutumille alttiit kohdat etsitään automaattisesti pellon korkeuskäyräkartojen ja maalajitietojen pohjalta. Suurimmasta osasta Suomen pelloja on tehty Maanmittauslaitoksen toimesta laserkeilauskartoitus, jonka tuottamaa tietoa voidaan käyttää tämän vaiheen toteuttamiseen. GIS-mallinnuksessa käytetään esimerkiksi RUSLE-huuhtoumamallia eli Yhdysvalloissa 1960-luvun alkupuolella kehitetyn USLE-eroosiomallinnuksen päivitettyä versiota.

Luonnonvarakeskus on tehnyt laserkeilausaineiston avulla suurimmasta osasta Suomen pelloja eroosio kartat. Aineisto tullaan viemään Karelia-amk:n toimesta CSC:n (Tieteen tietekniikan keskus) palvelimelle, josta kartat ovat myöhemmin palveluun kirjautuneiden käytettävissä. Esimerkiksi viljelysuunnitteluohjelmistojen tuottaja leikkaa kartalta halutun peltolohkon muotoisen alueen omalla palvelimella ja esittää sen loppukäyttäjälle eli viljelijälle.

Peltolohkon satopotentialtaan hyvät kohdat etsitään joko edellisvuoden satokarttojen tai kasvillisuusindeksikarttojen avulla. Kasvillisuusindeksikartat eli ns. NDVI-kartat (Normalized Difference Vegetation Index) perustuvat joko satelliitista, lentokoneesta tai kuvausnelikopterista otettuihin väärävärikuviin.

Hankkeessa on testattu NIR-kameralla (Near Infrared) varustettua nelikopteria NDVI-karttojen laatimiseen. Markkinoilla on saatavana valmiita maatalouskäyttöön kehitettyjä kopteri-ohjelmistokokonaisuuksia (esim. Sentera).

Kasvillisuusindeksikartan voi puolestaan laatia internet-palveluna esimerkiksi Sentera AgVault -ohjelmistolla. Myös Mtech Digital Solutions Oy:n tarjoamaan Wisu-viljelysuunnitteluohjelmaan on uutena lisäpalveluna kasvukaudelle 2019 tulossa täsmäviljelyominaisuudet. Lisäksi esimerkiksi Suonentieto Oy:n AgriSmart -ohjelmiston avulla voidaan hyödyntää maapalloa kiertävien satelliittien tuottamaa NIR-kuvaa.



## Pelto kolmeen osaan

Täsmälannoitus suunnitelmassa peltolohko jaetaan huuhtoutumisherkkyden ja sadontuottokyvyn perusteella kolmeen vyöhykkeeseen. Ensiksi määritetään ala, jossa on suurin huuhtoumaherkkyys (vyöhyke 1). Tällä alueella lannoitusta pienennetään tai voidaan jättää jopa kokonaan ilman lietteen levitystä.

Seuraavaksi määritetään lohkon alue, jossa on todettu suurempi sadontuottokyky (vyöhyke 2). Tällä alueella levitystä lisätään, jolloin suurempi sadontuottokyky saadaan käyttöön.

Loppuosa pellosta (vyöhyke 3) lannoitetaan normaalitasolla. Suunnittelussa voidaan käyttää esimerkiksi Suonentiedon AgriSmart -ohjelmistoa (Kuva 1).

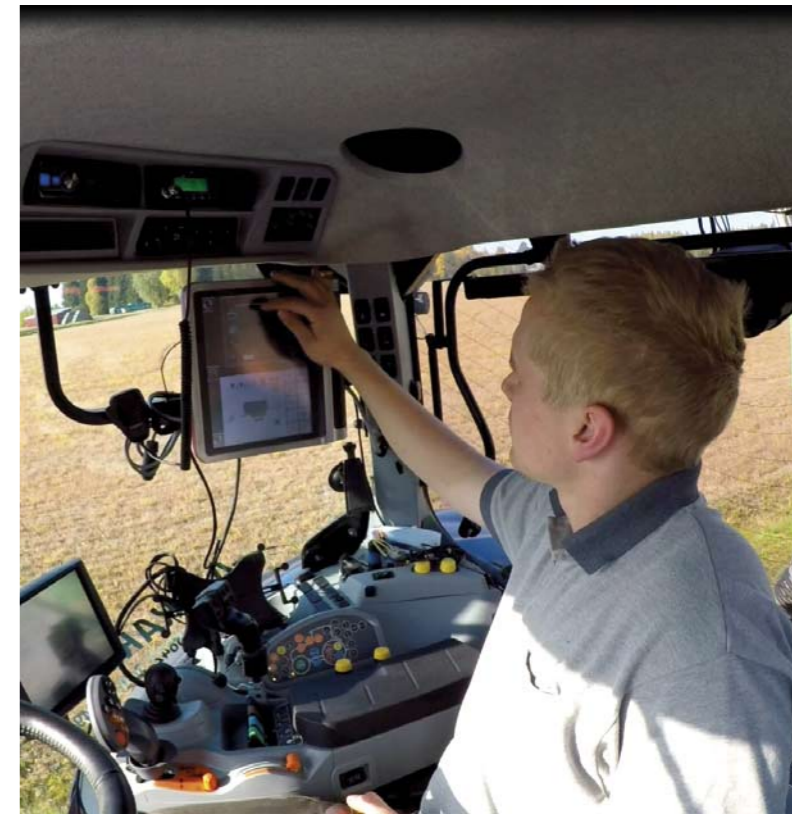
Täsmälevityssuunnitelma siirretään esimerkiksi muistitikulla traktoriin, jossa on ISOBUS-yhteensopiva työkoneen ohjausyksikkö ja satelliittipaikannusjärjestelmä. Traktorin tekniikka ohjaa perään kytketyn ISOBUS-yhteensopivan lievevaunun lietteen syöttöä siten, että täsmälannoitus toteutetaan automaattisesti levityksen aikana (Kuva 2). Kuljettaja voi käyttää normaaleja ajolinjoja riippumatta vyöhykkeiden monimuotoisuudesta. Levitys toiminee parhaiten imupai-nevaunulla ja vannasventtiilistöllä.

## Lietteen riskit pienemmiksi

Lietteen levittämisen haasteita ovat pintavaluntariski, etenkin rankkasateen sattuessa, ylilannoitus, joka lisää lakoon-tumisriskiä erityisesti viljoilla, sekä alilannoitus P-rajoitus-ten takia, jolloin liukoinen typpi jää vajaaksi.

Täsmäsäädöllä nämä haasteet ovat mahdollisesti voitettavissa. Keinolannoitteilla täsmäsäätö on ollut markkinoilla jo vuosikymmeniä, mutta lietteen levityksessä sitä vasta kehitetään. Menetelmää pitkään vaivanneet ohjelmistojen ja laitteistojen yhteensopivuusongelmat ovat standardisoinnin myötä vihdoinkin poistumassa. Onnistuessaan täsmäviljelytekniikka avaa näkymiä tehokkaampaan kasvintuotantoon ilman lisääntynyttä ympäristökuormitusta.

Täsmäviljelytekniikan tunnettavuutta on lisättävä ja se tulisi saada perustellusti myös ympäristökorvausjärjestelmän lisätoimenpiteeksi tai vastaavaksi, mikä toisi nopeammin ympäristöhyötyjä.



Kuva 2. Koneurakoitsija Eino Kuhmonen Ajokaksikko Oy:stä asettaa täsmäviljelyjärjestelmän määräsäätöohjelmistolle työkoneen ohjaustiedostoa.

Kuva 1. Suunnitelman voi tehdä viljelysuunnitteluohjelmalla.

# Tehoja lannanlevitykseen

Lannanlevitykseen kuluva aikaa ja rahaa voi vähentää kiinnittämällä tarkempaa huomiota olosuhteisiin. Nykyisten liete- ja kuivalantavaunujen kuutioista ei saada kaikkea hyötyä, jos työn sujutus sakkaa. Jo minuutin, kahden ajansäästö kuormaa kohti tarkoittaa isojen lantamäärien ollessa kyseessä vuositasolla jopa kokonaista työpäivää.

Lantalogiikka -hanke haastatteli 11 liete- ja kuivalantavaunokoitsijaa työn tehokkuuteen vaikuttavista tekijöistä. Samat asiat nousivat esille kaikissa haastattelussa.

Haastatelluista jokainen nosti esille riittävän tilan lastauspaikalla. Lietesäiliön tai kuivalantalan yhteydessä tulisi olla niin paljon tilaa, että lastauspaikalle ja sieltä pois voi ajaa peruuttamatta.

Liete- ja kuivalantavaunun kulkureittien varrelle eivät kuulu ylimääräiset paalit, koneet ja niiden raadot tai muu tulevaa tarvetta odottava tavara. Se ei myöskään ole lasten leikkipaikka tai konetöiden katsomo, silloin kun siellä isoilla koneilla liikutaan.

Erillinen, tilakeskuksen pihan ohittava kulkureitti säiliölle on työn kannalta joutuisampi, turvallisempi ja hygienian kannalta parempi. Isojen koneiden renkaissa kulkeutuu helposti maata ja lantaa, mikä likaa piha-alueen reitit nopeasti.

Lietteen levitystä voi tehostaa rakentamalla lietesäiliö hieman kauemmas navetasta, jolloin vältetään lietevaunulla ajaminen talouskeskuksessa kokonaan. Tämä parantaa työn sujuvuutta,

turvallisuutta ja hygieniariskit pienevät.

Käytännössä tämän voi toteuttaa rakentamalla säiliön kauemmas navetasta ja pumpaamalla lietteen sinne joko suoraan navetasta tai navetan yhteydessä olevan pienemmän välisäiliön kautta.

Toinen vaihtoehto on rakentaa isompi varastosäiliö navetan yhteyteen ja pienempi levitystä varten tarkoitettu säiliö kauemmas. Levityksen aikana pienempää säiliötä täytetään pumpaamalla työn edistymisen mukaan.

Lietteen pumpppaukseen käy esimerkiksi viemäriputkesta tehty kiinteä linja. Maaston muotoja hyväksikäyttämällä siirtoa voidaan helpottaa. Nykypumpuilla paksummankaan lietteen siirto parin sadan metrin päähän ei ole ongelma. Separoidun lietteen nestejakeen pumpaaminen kauempana navetasta olevaan säiliöön on vielä helpompaa.

## Tiet kuntoon

Peltoteiden ja liittymien kunto voi hidastaa työsaavutusta merkittävästi. Muutamien tuhannen euron sijoitus sorakuorma- ja kaivuritöihin tuo työajan säästössä rahat korkoineen takaisin varsin nopeasti.

Nykyiset koneet tarvitsevat vähintään 12 metriä leveän peltoliittymän, eikä leveämmästäkään ole haittaa. Vanhat kuuden metrin peltoliittymät riittävän vain suoraan ajamiseen.



Kuivalantaa ja separoinnin kuivajaetta voi varastoida pellolla neljä viikkoa ennen levitystä. Tämä tasaa työtä kiivaimpana levitysesonkina.



Lietteensiirto konttiin pellon laidalle nopeuttaa työtä ja tuo säästöjä kokonaiskustannuksissa.

Useampi liittymä lohkoa kohti vähentää turhaa, maata tiivistävää siirtymäajoa pellolla.

Urakoitsijat haastavat tiloja miettimään, onko järkevää säilöä kaikki tuhannet kuutiot navetan vieressä, kun ne joka tapauksessa on levitettävä useamman kilometrin säteelle, vaikka pellot olisivatkin navetan ympärillä.

Etäsäiliöiden tuoma teho lietteen levitykseen korostuu erityisesti kiireaikana. Etäsäiliön täyttäminen puolestaan onnistuu sesonkien ulkopuolella.

Sama pätee myös kuivalannan levitykseen. Auma pellolla nopeuttaa työtä verrattuna matka-ajoon lantalasta pellolle ja takaisin levitysvaunulla.

Kuivalantaurakoinnissa tila voi säästää myös tehokkaalla kuormauksella. Urakoitsijan isompia koneita käyttämällä kokonaistyöaika voi jäädä pienemmäksi, mikä tarkoittaa myös pienempää laskua.

## Roskat rikkovat koneet

Lannan epäpuhtaudet eli lietteen tai kuivalannan seassa olevat paalimuovit ja -verkot, kivet, raudankappaleet ja muut vastaavat ovat turhimpia työtä hidastavia ja rahaa vieviä tekijöitä niin urakoitsijalle kuin työntilajalle.

Ne heikentävät työtehoa tukkiessaan esimerkiksi kuivalantavaunun purkukelan tai lietevaunun multaimen.

Roskilla tila saa itselleen ylimääräisiä kustannuksia olipa kone oma tai urakoitsijan. Korjauskulut, menetetty työaika parhaana levitysaikana, varakoneen hankinta ja käyttö kerryttävät roskille kovan hinnan.

Urakoitsijat kertovat alkaneensa laskuttaa koneen korjaukseen tai puhdistamiseen kuluvan ajan työn tilaajalta, silloin kun lisätyö johtuu lannassa olleista roskista. Esimerkiksi kuivalantavaunun puhdistus paaliverkoista voi viedä useita tun-

teja ja lasku siitä lähtee levityksen tuntihinnalla urakoinnin tilanneelle tilalle.

Huolimatta edellä mainittujen vinkkien rahallisista hyödyistä sekä työn tilaajalle että urakoitsijalle, kokevat urakoitsijat hankalaksi huomauttaa epäkohdista. Se koetaan herkästi arvoteluksi, vaikka tavoite on tehdä työstä sujuvampaa ja turvallisempaa sekä välttää turhien vahinkojen, konerikkojen ja kustannusten syntyä.

## Näillä vinkeillä säästät urakointikuluissa:

- lastauspaikka tasainen ja tilaa liikkua peruuttelemana
- peltotiet kuntoon
- peltoliittymät vähintään 12 metriä leveitä ja useita lohkoa kohti
- pellon ojitus ja muotoilu
- liete perusteellisesti sekoitettu altaan pohjaa myöten
- ei muovia, verkkoa, kiviä, rautaa tai muuta roskaa lietteen tai lannan seassa
- etäpelloille siirtokuljetus
- riittävän iso kuormain kuivalannan lastaukseen
- tilaa levitys/siirto ajoissa ja muista maksaa lasku, niin levitys hoituu myös seuraavana vuonna.

# Lantayhteistyö tilojen kesken on mutkatonta



Pohjoissavolaisille tiloille tehty haastattelut lannan luovutus- ja vastaanottoyhteistyöstä paljastivat sen syntyvän useimmiten hieman sattumalta naapuritilojen kesken. Toiminta perustuu usein luottamukseen ja varmoihin puheisiin, kirjallisia sopimuksia tehdään vain esimerkiksi investoinnin lupavaatimuksia varten. Myöskään määrästä ei yleensä sovita kovin tarkasti.

Osa vastaanottavista tiloista on valinnut ympäristökorvauksen lisätoimenpiteeksi ravinteiden ja orgaanisen aineen kierrättämisen ja saa sen myötä tuen lannalle.

Varastoina käytetään yleisesti vastaanottajalle tarpeettomaksi jäänyttä lietesäiliötä, johon luovuttaja siirtää lietteen. Näitä säiliöitä hyväksikäyttämällä luovuttaja on voinut välttää uuden lietesäiliön rakentamisen ja säästää näin kustannuksia. Näissä tapauksissa lantayhteistyötä on voitu aktiivisesti kysyä tai tarjota.

Lantayhteistyötä tehdään paitsi karjatilojen ja kasvinviljelytilojen myös erilaisten karjatilojen kesken. Tällöin vastaanottavalla tilalla on yleensä kuivalantaa ja se ottaa vastaan lietettä nurmille levitettäväksi.

## Raha ei liiku

Eurot lannan mukana eivät liiku, eikä halukkuutta siitä maksamiseen vaikuta olevan. Osalle lannanluovuttajista korvaus tulee nurmisatona – luovuttaja korjaa lannoittamansa

nurmisadon omalle karjalleen, nurmen perustamisen ja muut hoitotyöt tekee vastaanottaja.

Lannan siirron vastaanottajan pellolle tai varastoon hoitaa yleensä luovuttaja omalla kustannuksellaan joko omalla kalustolla tai se siirretään urakoitsijalla. Lannan levitys tapahtuu pääsääntöisesti vastaanottajan kustannuksella. Jos luovuttaja hoitaa myös levityksen, saa hän yleensä korjata pellon nurmisadon tai muuta etua.

Jotkin tilat ovat päätyneet levittämään lantaa vastaanottajan pellolle korvauksetta, koska ovat katsoneet sen työnkäytön kannalta järkeväksi. Vastaanottajan pelto on lähempänä kuin oma, jolloin varsinkin sesonkiaikana on nopeampi levittää lanta siihen, kuin kuljettaa kauemmas.

Suhteiden ylläpito korostuu tiloilla, joilla suurin osa tai jopa kaikki lanta luovutetaan muille viljelijöille. Sopimuksista huolimatta vastaanottavat tilat eivät välttämättä ole täysin sitoutuneita yhteistyöhön, eivätkä ota joka kerta vastaan samaa lantamäärää. Luovuttavan tilan on oltava koko ajan hereillä ja varmistettava riittävä levitysala kaikelle lannalle.

Näillä tiloilla nähdään pellon käytön muuttumisen vaikuttavan lannan vastaanottoon. Tukijärjestelmä mahdollistaa jäähdyttelyn ja viljelyn ilman sadonkorjuuvelvoitetta, jolloin tilat eivät ota lantaa vastaan, koska viljelyllä ei varsinaisesti ole tarkoitus tuottaa satoa.

## Luomutilat suunnannäyttäjinä

Suhtautumisessa lantaan näyttää haastattelujen perusteella olevan hienoinen ero tavanomaisten ja luomutilojen välillä. Tavanomaisille karjatilaille lanta on paitsi lannoite myös työllistä ja kustannus. Siitä halutaan eroon helposti ja edullisesti.

Tavanomaisilla karjatilalla lannan luovutus alkaa usein joko yllä mainitusta syystä tai tarpeesta saada lisää lannanlevitysala. Luomukarjatilalla tilanne on helposti päinvastoin, tilan oma lanta ei riitä kaikkien peltöjen lannoitteeksi.

Luomutiloilla lanta nähdään ensisijaisesti arvokkaana lannoitteena sekä maan kasvukunnon ja mikrobitoiminnan edistäjänä. Luomukasvinviljelytiloille karjanlanta on edelleen hyvin tärkeä lannoite, vaikka kaupallisia valmisteita on nykyisin enemmän ja helpommin saatavissa.

Lantaa vastaanottavilla kasvinviljelytiloilla lannan vaikutuksia maan kasvukuntoon pidetään jopa tärkeämpinä ja vaikuttavampina kuin lannoitusvaikutusta. Yksi haastateltu peltourakointia tekevä kasvinviljelijä kertoi yleisenä havainnana, että säännöllisesti karjanlantaa saaneilla pelloilla kasvustot ovat keskimäärin parempia kuin pelkästään kemiallisilla lannoitteilla lannoitetut.

## Ajankohta mietityttää

Ravinteiden hyödyntämisen kannalta paras ajankohta lan-

nanlevitykseen on kevät, kasvit ehtivät hyödyntää kesän aikana lannasta hitaasti vapautuvat ravinteet. Keväällä tiivistymisriski pelloilla on kuitenkin suurin ja töiden puolesta aika on tiloilla kiireisin. Syksyllä pellot kantavat paremmin, tiivistymisriski on pienempi ja haihdunta on pienintä.

Suhtautuminen kevät- ja syksylevityksiin jakoikin tilojen mielipiteitä. Osa tiloista välttää kevätlevitystä tiivistymisriskin vuoksi, osa syyslevitystä ravinteiden haihtumisen ja ravinnelaskelmien vuoksi. Syyslevityksestä pidättäytyminen oli yksi syy aloittaa lannan luovutus naapurille.

Kesällä nurmille levitettävää lietettä suosivat etenkin tavanomaisessa tuotannossa olevat karjatilat. Pellot kantavat ja aikaa on enemmän. Kolmen korjuun taktiikalla Pohjois-Savossa ensimmäisen sadon korjuu ajoittuu kesäkuun puolivälin – juhannuksen välille. Heti sen jälkeen levitetynä nurmi ehtii hyödyntää lannan ravinteet kolmanteen satoon.

Luomutilojen apilanurmilla lietteen kesäleveys nähtiin osin ongelmallisena. Apilanurmien korjuu ajoittuu juhannuksen jälkeen ja käytössä on yleensä kahden korjuun taktiikka. Tilat epäilivät, ettei apilanurmi ehdi hyödyntää ravinteita kasvuunsa.

Toisaalta lannan käyttö apilanurmilla nähtiin tarpeellisena, sen tuoma typpi suosii heiniä eikä nurmista tule liian apilavaltaisia, mikä voi vaikeuttaa ruokinnan suunnittelua. Etenkin separoidun lietteen nestejäte koettiin tähän tarkoitukseen hyvin sopivaksi.



# Lietteen käyttö maissin lannoituksessa

Ylä-Savon ammattiopiston opetusmaatilalle perustettiin keväällä 2018 maissin havaintokoeohjelma yhteistyössä Savonia-ammattikorkeakoulun LantaLogistiikka ja Kasvi-Taito -hankkeiden kanssa. Koelohkolla havainnoidtiin maissin kasvua erilaisilla lannoituskäsittelyillä.

Koeasetelmassa oli kolme erilaista lannoituskäsittelyä, väkilannoite sekä kerralla ja jaettuna lannoituksena levitetty naudan lietelannan separoitu nestejäte sekä lannoitamaton kontrollikaista. Maissi kylvettiin 23.5. muovikatteen alle. Lajikkeina olivat Ambient ja Pioneer.

Nestejäte levitettiin ja mullattiin vuorokautta ennen maissin kylvöä. Jaetussa lannoituksessa nestejäte jaettiin tasan kahteen levityskertaan ja toinen levityskerta oli kuukauden päästä kylvöstä maissin ollessa noin 30 cm korkeaa.

Jaetun lannoituksen toisella lietteen levityskerralla havaittiin, että maan ollessa kuiva lietteen pintavalunnan riski kasvoi merkittävästi. Yli 40 tonnin kertalevitystä ei tämän kokemuksen perusteella voi suositella pintavalumariskin kasvun takia. Nestejäte levitettiin letkulevittimellä 12 metrin työlevyvedellä. Vain toinen lietevaunun renkaista aiheutti kasvun hidastumista polkemalla yhden rivin taimet.

## Kasvukausi tasasi erot

Maissin kasvua seurattiin kesän aikana mittaamalla kasvuston pituus sekä tarkkailemalla maissin tynen saantia SPAD-mittauksilla. Eri lannoitusmenetelmien välillä oli havaittavissa jonkin verran eroja, mutta ne tasoittuivat kasvukauden edetessä.

Väkilannoitteella lannoitettu maissi kasvoi tasaisesti koko kasvukauden. Jaetulla lannoituksella maissin kasvu oli enemmän jaksottaista. Kasvu tasoittui noin kuukausi viimeisen lannoituksen jälkeen. Kerran nestejäkeellä lannoitettu maissi kasvoi tasaisemmin jaettuun lannoitukseen verrattuna.

Silmämääräisiä eroja ei ollut havaittavissa kontrollin ja lannoitettujen koelohkojen välillä. Yhtenä vaikuttavana tekijänä voidaan pitää sitä, että kontrollilohko sijoittui alueelle, joka oli luontaisesti kostea mahdollisesti pohjaveden vuoksi koko niukkasateisen kesän.

Eroja näkyi myös lajikkeiden välillä, Ambient lähti kasvuun nopeammin kuin Pioneer, mutta erot tasoittuivat kesän aikana.

Maissi korjattiin 4.10, jolloin kasvusto oli liki kolme metriä pitkää ja keskisato on noin 12 200 kg ka/ha. Rehumaisi säilöttiin AIV2 hapolla ja aumattiin.

Korjuun yhteydessä eri koelohkoilta otettiin rehunäytteet. Korkein D-arvo (703) ja energia-arvo (10,9 MJ/kg ka) oli väkilannoite-koelohkolla. Matalimmat D-arvot (646) ja energia-arvot (10 MJ/kg ka) olivat Ambient-lajikkeella lannoituksesta riippumatta. Pioneerin D-arvo oli 677g/kg ka energia-arvot olivat vastaavasti 10,5 MJ/kg ka.

Maissin valkuaispitoisuus on melko matala, kaikilla koelohkoilla raakavaluainepitoisuus jäi alle 100 g/kg ka vaihteluvälin ollen 69–85 g/kg ka.

Valmiista rehusta teetetystä rehuanalyysissä rehuarvot olivat lähes samat kuin raaka-ainenäytteessä. Tärkkelyksen määrä rehunäytteessä oli 207 g/kg ka. Talven aikana valmis rehu syötettiin Ylä-Savon ammattiopiston Peltosalmen koulutilan lypsykarjalle yhdessä nurmisäilörehun kanssa.



Nestejäte levitettiin kasvustoon letkulevittimellä.



Maissi korjattiin ajosilppurilla lokakuun alussa.

# Tietopaketti kierrätyslannoitevalmisteista

## Kierrätyslannoitteet ja -maanparannusaineet

Etusivu / Miksi kierrätyslannoite? / Tuotevalikoima / Haitta-aineet / Säädökset / Kuvia / Lisätietoja / Käyttäjäkokeuksia



Kierrätyslannoitevalmisteiden eli kaupallisten kierrätyslannoitteiden ja kierrätysmaanparannusaineiden tarjonta on lisääntynyt viime vuosina ja uusia tuotteita on tullut markkinoille nopeasti Suomessa.

Yhtenä ajurina on kiertotalouden nousu eli tarve kierrättää olemassa olevia resursseja, kuten myös ravinteita, mahdollisimman tehokkaasti. Tällä tähdätään uusiutumattomien luonnonvarojen säästeliääseen käyttöön.

Kierrätyslannoitevalmisteilla teollisuuden ja maatalouden sivuvirtoina syntyviä ravinteita ja orgaanista ainesta voidaan hyödyntää peltojen maanparannukseen ja lannoitukseen. Osalla kierrätyslannoitevalmisteista on myös erinomainen neutralointikyky ja niitä käytetään kalkitusaineen tavoin nostamaan pH:ta.

Monet tuotteista ovat luomukelpoisia, joten luomutilat voivat nähdä niissä uusia mahdollisuuksia satojen parantamiseen. Osa tuotteista on hyvin edullisia, joten niiden käyttö kiinnostaa myös tavanomaisessa tuotannossa olevia tiloja.

Kierrätyslannoitevalmisteiden repertuaari on laaja. Tuotteita on kymmenittäin ja ne poikkeavat toisistaan muun muassa raaka-aineiden, saatavuuden, säilytystapojen ja levitysmenetelmien osalta. Kierrätyslannoitteiden mahdolliset riskit, kuten raskasmetallijäämät, hitaasti hajoavat orgaaniset aineet ja taudinaiheuttajien mahdollisuudet askarruttavat viljelijöitä.

Ravinnerenki-hankkeessa tuotettiin maatilojen ja maatalouden asiantuntijoiden käyttöön verkossa toimiva

kierrätyslannoitevalmisteisivusto. Sivuston tarkoituksena on tarjota mahdollisimman tarkkaa tietoa kierrätyslannoitevalmisteista ja siten helpottaa päätöksentekoa niiden käyttöön liittyen.

Sivustolle on koottu tietoa kierrätyslannoitevalmisteisiin liittyvästä lainsäädännöstä, tukihauasta, käyttäjäkokeuksista, haitta-aineista sekä yksityiskohtaista tietoa yli kahdestakymmenestä kierrätyslannoitevalmisteesta. Tuotteet on valittu niin, että niitä joko tuotetaan kohdemaakuntien alueella tai niitä on kohtuullisin kustannuksin mahdollista tilata ainakin osalle alueesta. Sivustolla on myös linkit valmisteiden tuottajien sivuille sekä muihin tiedonlähteisiin.

Kaikki Suomessa myytävät kierrätyslannoitevalmisteet ovat Ruokaviraston hyväksymiä. Ne ovat siis käyneet läpi lainsäädännön mukaisen tarkastelun liittyen niiden turvalliseen käyttöön.

Silti viljelijän on huomioitava ja laskettava erityisesti kadmiumin kertymistä peltomaahan, mikäli kadmiumia sisältäviä tuotteita käytetään samoilla peltolohkoilla usein. Kaikki kierrätyslannoitevalmisteet eivät toki kadmiumia sisällä. Avuksi viljelijöille on luotu sivustolle Excelissä toimiva laskuri kadmiumin määrän laskemiseen.

Sivusto löytyy osoitteesta: [kierratyslannoitteet.wordpress.com](http://kierratyslannoitteet.wordpress.com)



# Lietteen levityksessä on maan tiivistymisriski

Peltoliikenteestä, kuten lietteen levityksestä, aiheutuva pinta- ja pohjamaan tiivistymisriski on suuri aikaisin keväällä ja myöhään syksyllä, kun märällä maalla ajetaan raskaalla lietteenlevityskalustolla. Kun peltomaata kuormitetaan, maan huokos- ja mururakenne rikkoutuu ja maahiukkaset järjestäytyvät uudelleen, mikä voi johtaa kokonaistilavuuden pienenemiseen eli maan tiivistymiseen.

Tiivistyminen pienentää etenkin suurten huokosten tilavuusosuutta ja katkoo huokossysteemin jatkuvuutta, mikä heikentää maan ilman- ja vedenjohtavuutta, ja sillä on moninaisia vaikutuksia peltomaan kasvukuntoon sekä peltoviljelyn ympäristökuormitukseen. Tiivistyneen pohjamaan toipuminen voi olla hyvin hidasta.

Jokioisen savimaalla toteutetussa kokeessa tiivistämisen pitkäaikaisvaikutukset ovat säilyneet mitattavina 29 vuotta peltoajon aiheuttaman tiivistymisen jälkeen. Ruotsalaisessa kokeessa pohjamaan tiivistymä oli mitattavissa vielä, kun tiivistämisestä oli kulunut 14 vuotta.

LantaLogistiikka-hankkeessa selvitettiin Luke Maaningalla toteutettavalla kenttäkokeella, millainen tiivistymisriski aiheutuu märällä maalla tapahtuvasta kertaluonteisesta lietelannan levityksestä.

## Lietevaunulla märälle pellolle

Tiivistämiskäsittelyt toteutettiin elokuussa 2016 kynnetylle, äestetylle ja märäksi sadetutulle runsasmultaiselle hiusesavimaalle. Mittavan sadetuksen avulla simuloitiin keväällä, lumen sulamisen jälkeen vallitsevia olosuhteita.

Koejäsenenä toimi tiivistetty ja kontrollina tiivistämätön maa neljänä toistolla. Tiivistäminen toteutettiin urakoitsijan sijoittavalla traktori-lietevaunu -yhdistelmällä ajamalla kolme ajouraa vierekkäin kuvan 1 mukaisesti (Livakan 16,5 m<sup>3</sup>:n lietevaunu, jossa oli 29 kpl:n kaksoiskiekkomultain). Ajojen aikana lietevaunu oli täynnä ja rengaspaineet oli mitoitettu maantieajoon sopiviksi, eikä käytössä ollut pari-pyöriä. (Lietevaunun renkaat: Nokian ELS tubeless 800/50 R 34, telipyörästä, rengaspaine noin 320 kPa (3,2 bar); traktorin renkaat: Mitas RD-03 710/70 R 38 ja 600/65 R 28, rengaspaineet noin 180 kPa (1,8 bar)).

Tiivistämiskäsittelyn jälkeen koealue äestettiin ja koeruudulle kylvettiin timotei-nurminatanurmi.

Lähtöajatuksena oli toteuttaa nurmen perustamisvaiheessa tapahtunut tiivistämiskäsittely niin märkään maahan kuin mahdollista, mutta siten, että tilanne on realistinen ja vastaa kevään märkiä olosuhteita.

Käsittelyjen alussa maa ei kantanut traktori-lietevaunuyhdistelmää ja se juuttui kiinni ensimmäiselle koeruudulle, joten koko koealueen annettiin kuivua vielä kaksi päivää. Ensimmäiselle koeruudulle painui renkaiden upotessa huomattavan syvät ajourat ja penetrometrimittausten tuloksista oli nähtävissä, että märkyydestä johtuva tiivistävä vaikutus ulottui pohjamaahan (Kuva 2).

Kun tiivistämiskäsittelyt toteutettiin loppuun, maa oli kuivunut huomattavasti ja renkaista peltoon jääneet ajourat olivat noin 5 cm:n syvyiset. Penetrometritulosten perusteella peltoajon aiheuttamat muutokset eivät ole kaikilla ruuduilla yksiselitteiset johtuen maan kosteusolosuhteiden ja luontaisten ominaisuuksien vaihtelusta.



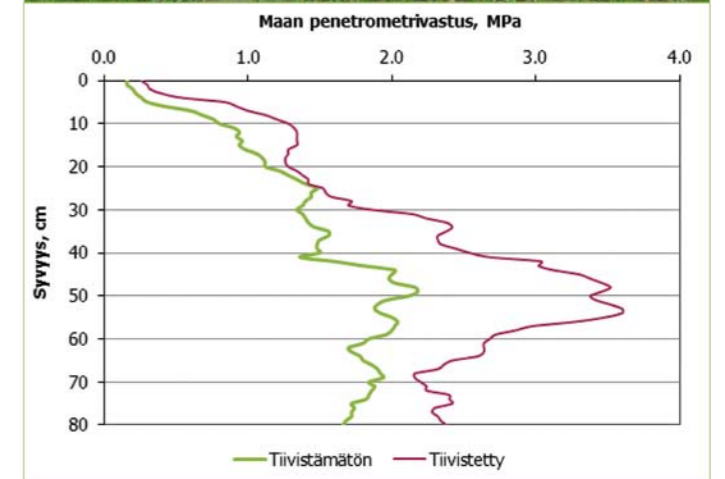
Kuva 1. Tiivistäminen tehtiin tilatason kalustolla.

## Pieniä satoeroja

Kasvukaudella 2017 ensimmäisen vuoden nurmen kokonaiskuiva-ainesato jäi vaatimattomaksi ja kahden niiton satotaso oli keskimäärin noin 5200 kg ka/ha. Keväällä koealue kuivui hitaasti ja nurmikasvusto kärsi todennäköisesti märkyydestä ja viileydestä, mikä tuotti heikon ensimmäisen sadon.

Kasvukaudella 2018 korjattiin kolme satoa ja keskimääräinen satotaso oli molemmilla koejäsenillä edellisvuotta huomattavasti korkeampi, noin 9500 kg ka/ha. Koevuosien aikana tiivistämiskäsittely pienensi kokonaiskuiva-ainesatoa 230–520 kg ka/ha, mutta satoerot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Elokuussa 2018 koeruuduilta otettiin metallisylintereillä häiriintymättömiä maanäytteitä, joissa maan sisäinen rakenne pyrittiin säilyttämään ehjänä. Sylintereistä määritetään maan rakenteesta kertovia fysikaalisia ominaisuuksia, mutta tulokset eivät ehtineet valmistua raportin kirjoittamisvaiheeseen mennessä. Esimerkiksi vedenpidätyskäyrästä saadaan tietoa myös huokosten kokojakamasta ja siitä, onko tiivistämiskäsittely vähentänyt suurten huokosten osuutta, jotka ovat keskeisiä vesitalouden ja kaasujen vaihdon toimivuuden kannalta.



Kuva 2. Penetrometrilla mitattiin maan lujuutta eri ajan-kohtina. Mittauksilla havainnointiin tiivistämisen aiheuttamia muutoksia maaprofilissa. Kuvassa on esitetty mittauksia ensimmäiseltä koeruudulta, jossa on nähtävissä muokkauskerroksessa ja jankossa tiivistyksen vaikutuksia. Maan kosteusolosuhteet ja luontaiset ominaisuudet vaikuttavat voimakkaasti mittaustuloksiin, eikä suuri mittaustulos välttämättä kerro peltoliikenteen aiheuttamasta tiivistymästä.

- Kertaluonteinen tiivistäminen ei vaikuttanut nurmen satoon.
- Voi silti vaikuttaa jonkin muun viljelykasvin kasvuun ja ravinteidenottoon.
- Tiivistymisen aiheuttamat haitat voivat ilmetä vasta myöhemmin, jos maa ei ehdi palautua ennen seuraavaa tiivistymistä.
- Vältä raskasta peltoliikennettä maan ollessa märkä.
- Käytä tiivistymistä minimoivaa rengasvarustusta.
- Märällä maalla rengaspaine alle 50 kPa.
- Nurmenviljelyssä peltoliikenteellä voi olla suoria kasvustovaikutuksia talleantumisen ja kasvupisteiden vaurioitumisen kautta.

# Nurmen juuristossa on runsaasti massaa maan alla

Monivuotiset nurmet muodostavat suuren juuriston, jonka avulla ne saavat tehokkaasti hyödynnettyä maan ravinne- ja vesivarat. Monivuotisten nurmikasvien on todettu olevan parempia maan rakenteen ylläpitäjiä kuin esimerkiksi viljakasvien.

Nurmet muodostavat koko elinikänsä ajan uusia sivuvervoja ja juuria, mutta juurten elinikään ja niiden uudistumiseen liittyvät asiat tunnetaan huonosti. Vakiintunut kasvusto kuitenkin sietää sään ääriolosuhteita nuorta paremmin.

Monet maailmalla tehdyt nurmien juuristotutkimukset on tehty pitkäikäisillä pysyvillä laidunnurmilla ja lajeilla, jotka eivät meillä ole yleisiä. Myös maalajit ovat usein hyvin erilaisia. Tämän takia tuloksia ei usein voida soveltaa meille tyypilliseen nurmituotantoon.

Kasvukaudella 2017 Luonnonvarakeskuksen Maaningan toimipaikassa toteutettiin juuristotutkimus, jossa tutkittiin, vaikuttaako maan tiivistyminen ja fosforilannoitus juurten kehitykseen sekä selvitettiin juuriston kasvudynamiikkaa maan alle asennettujen juuristokuvausputkien avulla. Samalla tutkittiin juurten muodostuksen yhteyttä maanpäällisen biomassan muodostukseen.

## Kamera kuvaa maan alle

Kenttäkoe perustettiin elokuussa 2016 hiesavelle kylvämällä Nuutti-timotei ilman suojaviljaa. Kasvustoon asennettiin kahdeksan kirkasta 100 cm pituista ja halkaisijaltaan 50 mm akryyliputkea 60 asteen kulmassa. Syöttämällä pieni kamera putkeen saatiin kuvattua kuvasarja putken suunnasta syvyysprofiilista (0–100 cm).

Vuonna 2017 juuret kuvattiin kymmenen kertaa toukuun puolivälin ja heinäkuun alun välisellä ajanjaksolla. Kuvatuista maakerroksista analysoitiin juurten tiheydet eli kuinka monta millimetriä juurta tietyllä pinta-alalla on havaittavissa. Analysoimalla kuvat aikasarjana saatiin selville, miten paljon ja missä maakerroksissa uusia juuria on muodostunut.

Lisäksi kokeelta mitattiin kuiva-ainesadot, sängin määrä ja otettiin juuristonäytteet kairalla. Kairanäytteet otettiin ensimmäisen sadonkorjuun yhteydessä eri maaprofiileista (0–3, 3–10 ja 10–23 cm). Juuriston massa, juuri-versosuhte ja tiivistymisen vaikutus juuriston massaan mitattiin.

## Juuritiheys kasvaa tasaisesti

Juuristokuvien avulla juurten kasvua ja kehitystä voitiin havainnoida koko mitatulla ajanjaksolla (Kuva 1). Näiden perusteella voitiin päätellä, että juuritiheys kasvoi tasaisesti tarkastelujakson aikana (Kuva 2). Juuritiheys oli

tiivistämättömillä koeruuduilla lukuarvoisesti suurempi kuin tiivistetyillä koko tarkastelujakson ajan, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä suuren vaihtelun vuoksi.

Tiivistetyillä koeruuduilla juuri-versosuhte oli keskimäärin 1,46 ja tiivistämättömällä 1,34. Suhde laskettiin jakamalla maanalainen biomassa (juuret ja tyvisipulit) maan yläpuolisella biomassalla (niitetty sato ja sänki). Juuri-versosuhteissa ei ollut tilastollista eroa, mutta molemmilla käsittelyillä oli maanalaista biomassaa enemmän kuin maanpäällistä heti ensimmäisenä nurmivuotena.

Juurten kokonaismassat käsittelyjen välillä eivät merkittävästi eronneet toisistaan (Kuva 3), mutta timoteille ja pintalannoitetulle pellolle tyypillisesti juurimassat painottuivat pintamaahan.

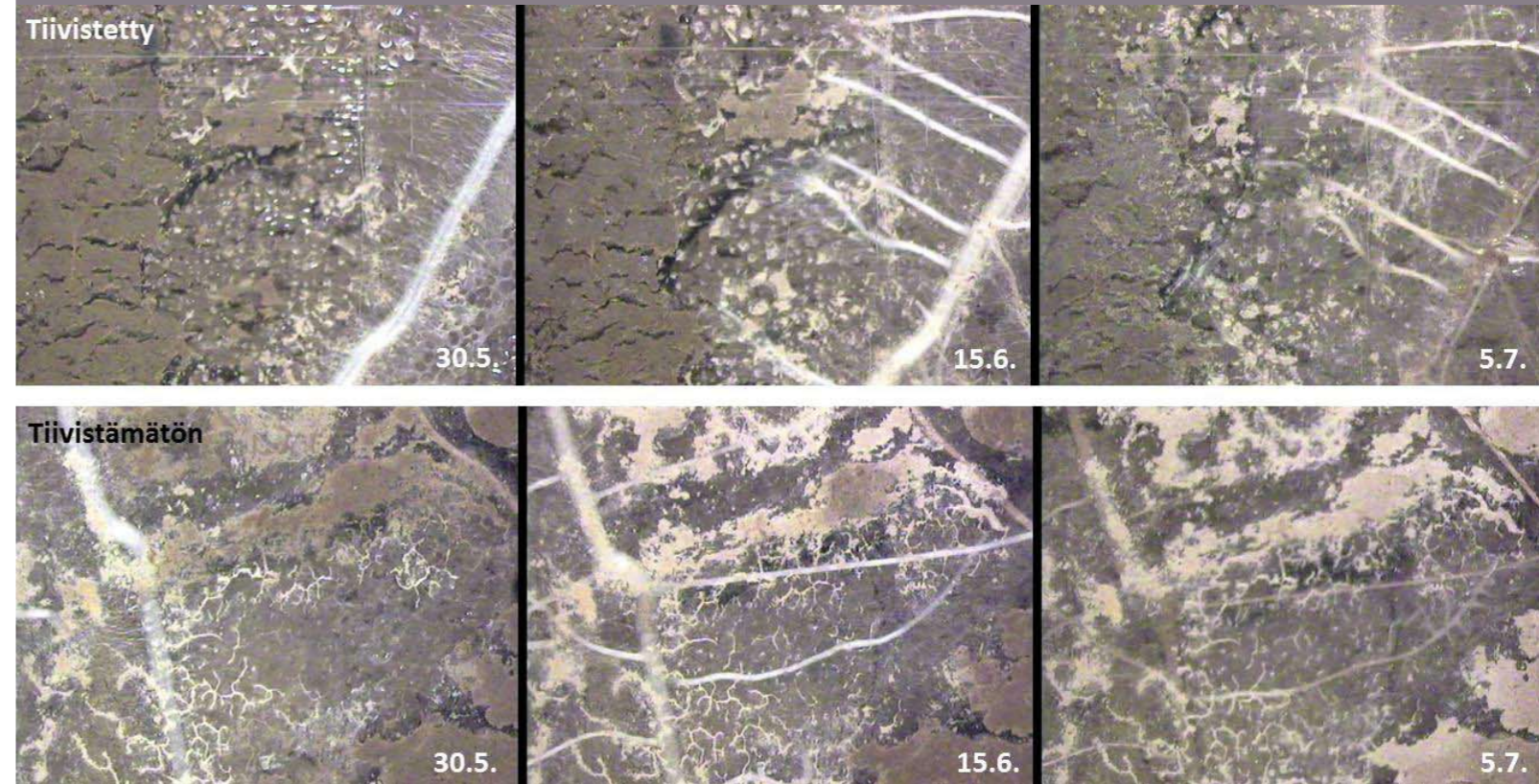
Tiivistämiskokeen juuristo-osuus jouduttiin keskeyttämään suunniteltua aiemmin voimakkaan kylänurmikkakasvuston vuoksi. Kokeesta jäivät mittaamatta tiivistämisen juuristovaikutukset myöhäisemmille satovuosille ja talven vaikutus juuriin.

## Fosforilannoituksella pieniä muutoksia

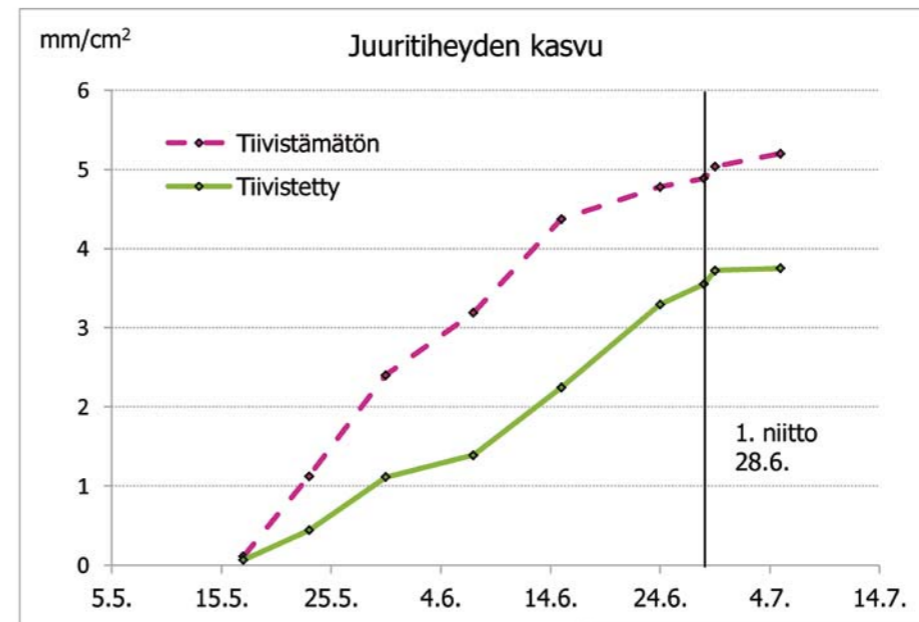
Juuristokokeen täydentämiseksi juuristonäytteitä otettiin myös fosforilannoituskokeelta (ks. Fosforilannoituksesta niukasti satohyötyä heikon P-luokan mailla). Tarkoituksena oli selvittää, kasvaako nurmen juuristo eri syvyyteen, kun maan pintakerroksessa ei ole tarjolla liukoista fosforia (fosforiton lannoitus), ja vaikuttaako fosforin saatavuus juuristomassaan, kun maan fosforiluokka on punaisella (fosforilisä: 40 kg P/v).

Fosforittomalla lannoituksella nurmen juurten kokonaismassa oli 5500 kg ka/ha ja fosforilannoitetulla 6000 kg ka/ha (Kuva 3). Fosforikokeessa juurten kokonaismassa oli suurempi kuin tiivistämiskokeessa. Fosforilannoituskäsittely ei kuitenkaan muuttanut merkittävästi juuriston rakennetta tai määrää. Molemmissa kokeissa saadut tulokset ovat linjassa aikaisemmin Suomessa tehtyjen tutkimusten kanssa.

- Nurmet muodostavat suuren juuribiomassan suhteessa maanpäälliseen biomassaan.
- Uudet juurtenkuvausmenetelmät mahdollistavat juurten kasvudynamiikan tarkemman ymmärryksen tulevaisuudessa.

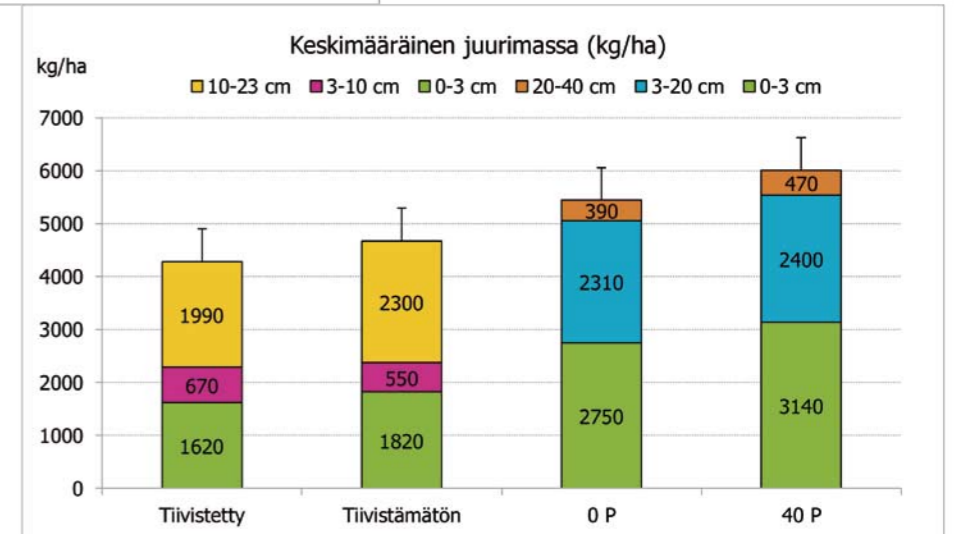


Kuva 1. Juurikuvasarjat timotein juurista kolmelta havaintoajankohdalta vuodelta 2017. Tiivistetyltä koelohkolta otetut kuvat ovat n. 10 cm ja tiivistämättömältä n. 7 cm syvyydeltä. Kuvauspäivämäärät näkyvät kuvissa. Kuvasarjoista on nähtävissä kesän edetessä tapahtuvaa juuriston kasvua sekä kuvasarjason lopussa muutoksia juurten värissä. Kasvusto niitettiin 28. kesäkuuta.



Kuva 2. Kvanttamismenetelmällä havainnoinut juuritiheyden (mm/cm<sup>2</sup>) lisääntymisen koko kuvausmaaprofiilissa tarkastelujakson aikana. Suuren vaihtelun vuoksi tiivistymiskäsittelyt eivät eronneet tilastollisesti toisistaan.

Kuva 3. Juurten keskimääräinen juurimassa eri näytteenotto-syvyyksissä ei eronnut merkittävästi tiivistetyllä (4300 kg ka/ha) ja tiivistämättömällä (4700 kg ka/ha) maalla. Juuria on havaittavissa runsaasti ohuessa pintamaakerroksessa (0–3 cm). Kolmannen vuoden timoteinurminataseosnurmessa juuristoa oli 5500–6000 kg ka/ha.



# Havaintoja peltoliikenteen vaikutuksista nurmen kasvuun

Ravinnerenki-hankkeessa mukana olleilla kolmella pohjoissavolaisella tilalla havainnointiin peltoliikenteen vaikutusta nurmen satotasoihin. Jokaiselta tilalta valittiin yksi havaintolohko, jossa tehtiin havaintoja kesällä 2017 ennen jokaista säilörehun korjuuta.

Havaintokäynneillä verrattiin nurmen satoa, tiheyttä ja rikkakasvipitoisuutta kolmen eri kohdan: päästeen, renkaanjäljen ja muun pellon välillä. Lohkojen säilörehusadot punnittiin kannettavalla ajoneuvovaa'alla. Säilörehuanalyysejä varten jokaisesta säilörehukuormasta kerättiin rehunäyte, joista koostettiin yhteisnäyte koko lohkolle.

Havaintolohkoilla renkaan jäljissä sato ei juuri eronnut muun pellon sadosta, mutta päästeissä sato jäi merkittävästi pienemmäksi. Nurmen aukkoisuudessa kuitenkin havaittiin vain pieniä eroavaisuuksia päästeen ja muun pellon välillä. Osassa havainnoista päästeessä oli peltoa ja renkaanjälkeä enemmän rikkakasveja.

Päästeiden alhaiseen satotasoon on tiloilla syytä kiinnittää huomiota, sillä niiden osuus korostuu pienillä, hankalanmuotoisilla ja metsään rajoittuvilla lohkoilla. Havaintotiloilla erityisesti lohkojen muotoilua pidettiin keinona ehkäistä päästeiden muodostumista.

Liittymien lisääminen lohkolle vähentää ylimääräistä pellolla ajamista ja lohkokoon kasvattaminen koneilla kääntyilyyn tarvetta. Lohkokoon kasvattaminen on mahdollista paitsi tilan sisällä myös tilusjärjestelyn kautta. Havaintotiloilla raskaan kaluston aiheuttamat tiivistymisriskit olivat tiedossa, minkä vuoksi erityisesti märällä pellolla liikkumista vältettiin ja salaojista pidettiin huolta huuhtelemalla. Myös maan rakennetta oli tiloilla parannettu valitsemalla lohkoille sopivat maanparannusaineet kalsiumin ja magnesiumin suhdeluku huomioiden.



Säilörehusadot punnittiin ajoneuvovaa'alla.



# Lietteen sijoittaminen ei haittaa nurmen kasvua

Lietteen sijoittamisen suosio kasvaa ja nykyisin jo yli puolet nurmelle levitettävästä nautanlietteestä sijoitetaan. Sijoittaminen muun muassa vähentää typpitappioita ja fosforihuuhtouman riskiä eli parantaa ravinteiden hyväksikäyttöä.

Osa viljelijöistä ja urakoitsijoista on kuitenkin havainnut menetelmässä ongelmia ja he epäilevät varsinkin toistuvan sijoittamisen vahingoittavan nurmikasvustoa. Lantalogistiikkahankkeessa selvitettiin laskeeko sato, kun lietettä sijoitetaan samalle lohkolle toistuvasti.

Lietettä levitettiin kahtena peräkkäisenä vuotena kaksi kertaa kesässä hiesupohjaiselle timotei-nurminatalohkolle. Liete levitettiin sijoittavalla lietevaunulla (tilavuus 16,5 m<sup>3</sup>, 29 kpl kaksoiskiekkorakenteisia vantaata) joko kerran kasvukauden aikana eli vain ensimmäisen niiton jälkeen 20 t/ha tai kaksi kertaa kasvukauden aikana, keväällä 20-25 t/ha ja ensimmäisen niiton jälkeen 20 t/ha.

Vertailukäsittelyt tehtiin ajaen ruutujen yli vantaat maassa ilman lietettä sekä vantaat ilmassa, aiheuttaen ruuduille pelkkä yhdistelmän painevaikutus. Näin saatiin esiin liete- lannan lannoitevaikutuksen ja vantaisten aiheuttaman mekaanisen rasituksen välinen ero.

Lannoitukset täydennettiin liukoisen typen ja fosforin osalta väkilannoitteilla. Vertailukäsittelyille kaikki ravinteet annettiin nurmen pintaan NPK-väkilannoitteina.

## Sijoittaminen ei haittaa

Liete tuotti noin 10 prosenttia pienemmän sadon kuin laskennallisesti yhtä paljon liukoista tyyppiä saanut väkilannoituskäsittely. Vantaisten viilloilla ei tässä kokeessa ollut vaikutusta sadon määrään.

Suurimman sadon tuotti molempina koevuosina käsittely, jossa lannoitus annettiin väkilannoitteena ja ruutujen yli ajettiin vantaat maassa kaksi kertaa kesässä ja pienimmäksi jäi niin ikään molempina vuosina käsittely, jolle lannoitus annettiin lietteenä kaksi kertaa kesässä sijoittamalla.

Tästä voi päätellä, että vannas ei aiheuttanut satotappiota, vaan syynä oli lietteen tyyppi heikompi hyväksikäyttö. Eri käsittelyiden rehuarvoissa ei ollut merkittäviä eroja kumpanakaan vuonna.

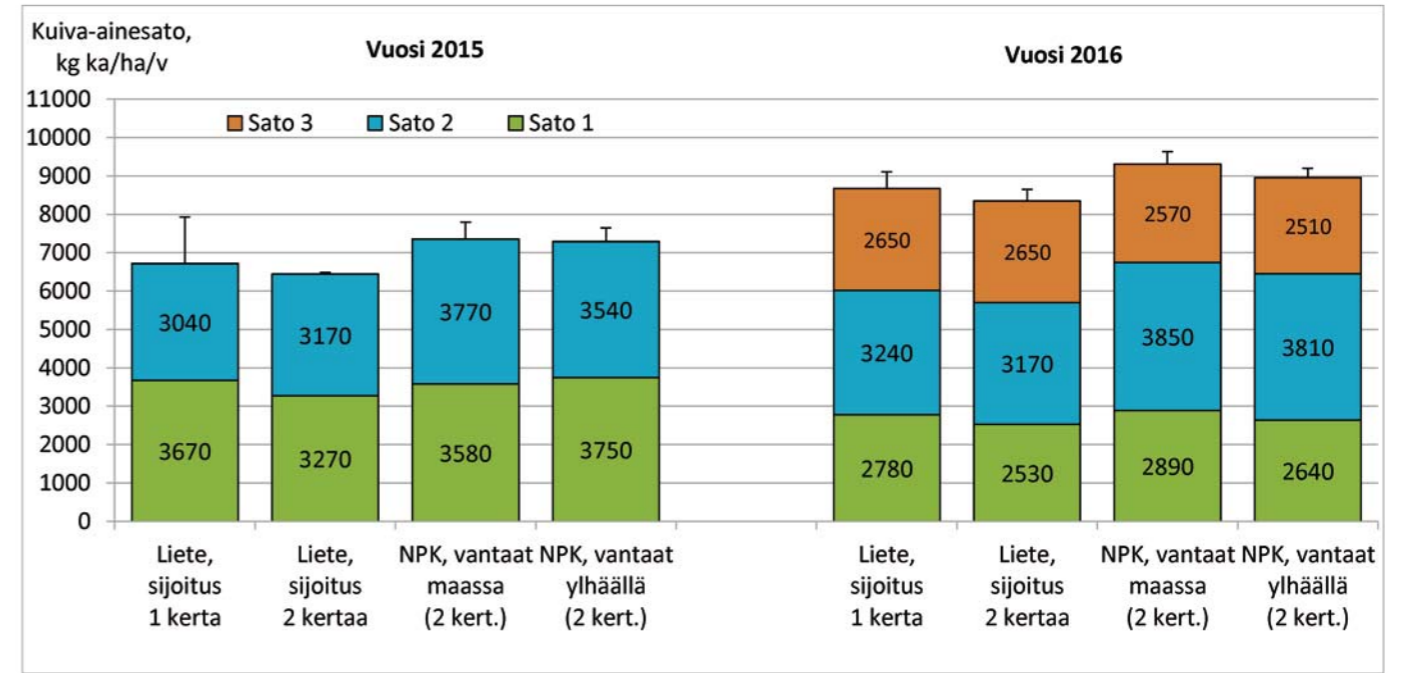
Raakalietteen typpisato jäi lietettä saaneilla koejäsenillä väkilannoitekäsittelyjä pienemmäksi. Samoin lietekäsittelyiden sadon typpipitoisuudet olivat hieman alemmat kuin väkilannoitekäsittelyiden.

## Renkaanjäljissä heikompi sato

Maaningan kokeessa vantaat eivät aiheuttaneet satotappiota, mutta renkaanjälkien vaikutus näkyi sadon määrässä. Renkaiden aiheuttama tallaus vaikutti eniten ensimmäisen niiton satoon, joka oli renkaanjäljen kohdassa kaikilla käsittelyillä noin 30 prosenttia pienempi kuin tallaamattoman alueen. Toisessa niitossa renkaanjäljen satotappio oli enää seitsemän prosenttia. Maa oli keväällä melko märkä ja ajo-kohtiin syntyi silmännähtävä painauma.

Kokonaisuudessaan renkaanjälkien laskennallinen osuus peltoalasta oli 19 prosenttia, mikä tarkoitti seitsemän prosentin satotappiota vuoden kuiva-ainesadosta. Lannoitustavalla ei ollut merkitystä renkaanjälkien aiheuttamaan satotappioon.

Koeruuduilla ei ollut päisteitä, vaan ajourat kulkivat suoraan koeruudun läpi. Päisteillä ajourien satotappio on todennäköisesti suurempi useampien ajokertojen takia.



Lietevantaan tekemä viilto ei haitannut nurmen kasvua Maaningalla tehdyssä kokeessa, mutta liete lannoitteena ei tuottanut aivan yhtä suurta satoa kuin NPK-väkilannoite. Vuonna 2015 korjattiin kaksi satoa ja 2016 kolme satoa.

- Lietteen sijoittaminen ei haitannut nurmen sadontuottoa.
- Renkaanjälkien kohdalla syntyy satotappioita.
- Maan tiivistyminen on riski keväisessä lietteenlevityksessä, ellei maa ole riittävän kuivaa. Lietteen tyyppi hyväksikäyttö oli väkilannoitetyyppiä heikompi.
- Lietteen muut ravinteet ja orgaaninen hiili vaikuttavat maaperän kasvukuntoon positiivisesti.



Eeva-Kaisa Pulkka, Savonia-ammattikorkeakoulu

# Vetoletkulevityksessä on paljon mahdollisuuksia

Kuopiolainen Juho Kettunen sai kipinän lantaurakointiin vetoletkulevityksellä maatalousharjoittelussa Kanadassa. Harjoittelutilalla vetoletkulevityksestä oli 15 vuoden kokemus, joten mukaan tarttui yritysideoon lisäksi käytännössä hyväksi havaittuja vinkkejä.

Kettunen perusti yrityksen, Koneurakointi JKfarming Oy:n, ja hankki letkulevityskaluston viime keväänä. Uskonvahvistusta ja erilaisia näkökulmia vetoletkulevitykseen Kettunen sai Lantalogistiikan tapahtumassa odotellessaan kaluston saamista töihin.

Kettunen näkee vetoletkulevityksessä paljon mahdollisuuksia, joita tiloilla ei osata ajatella ennen kuin sitä on kerran kokeiltu. Vetoletkulevitys tuo lietteen levitykseen tehokkuutta ja venyttää levityksen aikaikkunaa pidemmäksi.

Suurimmat edut tulevat peltojen kunnolle. Tiivistymisriski ja kasvustovauriot ovat selvästi pienempiä kuin lietevaunua käytettäessä.

”Oraillekin ajettuna kasvusto toipui renkaiden kohdalta parissa päivässä. Nurmien sängillä lietevaunun jäljet palaavat herkästi kuivana kesänä, mutta tällä jälkiä ei jäänyt. Liittymät eivät tiivisty tai porkkaannu ja tyhjänä ajaminen pellolla jää lähes kokonaan pois.”

## Matka ei ole este

Yleinen käsitys vetoletkulevityksestä on, että lietesäiliön on oltava pellon äärellä tai on käytettävä siirtokonttia. Kettusen laitteistossa on letkua yhteensä 2,2 kilometriä. Pisimmillään viime kesänä vedettiin letkua puolitoista kilometriä ojan pohjalla säiliöstä pellolle.

Levitettävän alan ei välttämättä tarvitse olla yhtenäinen lohko, tiet voi joko ylittää rampilla tai alittaa rumpuputkien kautta. Toki yhtenäisellä isolla loholla on helpompi ja nopeampi työskennellä.

Työsaavutus vaihteli suuresti olosuhteista riippuen 250–1500 kuution päivävuuhdin välillä. Yhteensä Kettunen ehti ensimmäisenä kesänä levittää vajaat 40 000 kuutiota.

”Monilla on hieman ennakkoluuloja ja vääriä mielikuvia vetoletkulevityksen toimivuudesta, missä se onnistuu ja missä ei. Urakointia aiemminkin käyttäneet olivat eniten kiinnostuneita.”

Kettunen ajoi itse vetoletkua vetävää traktoria ja työnteijä hoiti pumppausta säiliöllä. Tilan väkeä levityksessä ei juuri tarvita. Vetoletkulevitys onkin Kettusen mielestä yksi parhaiten ulkoistettavaksi soveltuvista töistä tiloilla.

”Onhan se välillä työlästä ja liikaista hommaa, kun selaista määrää letkuja käsitellään. Väkinen roiskuu ja helposti sotkeutuu.”

Multaimeen Kettunen ei ole aivan tyytyväinen, mutta ensi kesä sitä vielä käytetään. Hänellä on ajatuksissa rakentaa itse mieleisempi kertyneiden kokemusten perusteella.

## Edut heti näkyvissä

Yksi tyytyväisistä asiakkaista on Juvan Muumaa Ay:n luomumaitotila, joka on kokenut vetoletkulevityksen tuovan ratkaisun moneen lietteenlevityksen haasteeseen.

Juvan Muumaa Ay:ssä lietettä on aiemmin levitetty lie-

tevaunuilla, alkuaikoina pienemmillä ja viime vuosina isommilla multaavilla vaunuilla. Alkuvuosina ongelma oli tehottomuus ja nyt sen parannuttua isompien vau-  
nujen myötä peltojen tiivistymisriskin kasvaminen. Renkaiden jäljet näkyvät kasvustossa apilanurmen heikompana kasvuna.

Tilan osakas Anssi Laamanen näkee järkevänä panostukset vetoletkulevityksen edellytysten parantamiseksi esimerkiksi etäsäiliöitä rakentamalla. Viime kesänä liete otettiin joko suoraan pellon äärellä olevasta säiliöstä tai pellolle ajatusta kontista.

Ajatusta käyttämällä vetoletkulevitys onnistuu noin 80 prosentilla tilan käytössä olevista pelloista. Osalle lohkoista levitys onnistuu jopa useammalle kymmenelle

hehtaarille suoraan etäsäiliöstä. Joissakin riittää tien ylitys letkulla väliaikaisen rampin tai alitus rumpuputken kautta.

Haasteita on aloilla, joissa tilan käytössä olevat pellot ovat samalla aukealla, mutta eivät yhtenäisesti sijoituneina.

”Joillekin peltoaukeille voisi tehdä putkituksen ja välille kaivoja, joista lietettä voisi letkulevittimeen imeä”, Laamanen on pohtinut.

Tilan kaikki liettelanta kiertää Bioson Oy:n biokaasulaitoksen kautta. Biokaasulaitos sijaitsee tilakeskuksen ja peltojen välillä siten, että kaikki liettelanta kulkisi sen ohi joka tapauksessa. Nyt se pysähtyy siellä ja ajetaan siten etäsäiliöihin.

Vetoletkulevitys onnistuu hyvin useimmilla peltolohkoilla.  
(kuva Juho Kettunen)

# Lietteen syyslevitys

## - huuhtoumariski vai panostus seuraavan kesän satoon?

Mahdollisuus levittää lietelantaa myöhään syksyllä pidentäisi levitysaikaa, tasaisi työhuippuja ja tehostaisi koneiden käyttöä, mutta pelkona ovat ravinnehuuhtoumien kasvu ja ravinneiden hyväksikäytön heikentyminen.

Myöhäiseen levittämiseen voi karjatilalla olla selkeä tarve etenkin märän kasvukauden jälkeen. RAE- ja RavinneRenki-hankkeissa selvitettiin vuosina 2011–2016 nurmelle kesällä ja myöhään syksyllä sijoittamalla levitetyn naudnan lietelannan satovaikutuksia ja ravinnehuuhtoumia.

Timotei-nurminatanurmi perustettiin vuonna 2011 Luke Maaningalle karkeaa hietaa olevalle lysimetri- ja pintavaluntakentälle, jossa voidaan mitata pintavaluntana tulevan ja maan läpi suotautuvan veden määrää sekä ottaa vesinäytteitä.

Kesäkoealalle lietettä levitettiin toiselle sadolle 40 t/ha. Syyskoealalle lietettä levitettiin toiselle sadolle 20 t/ha ja toiset 20 t/ha 21. tai 31.10. rouseiseen maahan. Levitys tapahtui sijoittamalla noin 6 cm:n syvyyteen omavalmisteisella 1 m<sup>3</sup>:n konttilevittimellä.

Ensimmäiselle sadolle annettiin N(P)K-lannoitus ja toisen sadon lietteen typpi täydennettiin mineraalityppellä. Syksyllä levitetyn lietteen liukoisesta tyypestä otettiin huomioon seuraavan kevään lannoituksessa 75 prosenttia.

### Kokonaissatoon ei vaikutusta

Lähtöajatuksena oli, että syksyllä lietteen sijoittaminen viileään maahan pienentäisi typpihävikkiä, koska alhainen lämpötila vähentää haihtumista ja hidastaa nitrifikaatiota huuhtoutumiselle alttiiseen nitraattimuotoon. Näin typpi olisi heti keväällä kasvien käytettävissä.

Toisena lähtöajatuksena oli, että fosforin huuhtoutumista syksyllä nurmelle levitetystä lietteestä voidaan torjua lietteen sijoittamisella.

Tässä kokeessa levitysjankohdalla ei ollut vaikutusta kesän kahden niiton kokonaiskuiva-ainesatoon, joka oli 8380–10250 kg ka/ha, vaikka kesälevitys tuottikin syyslevitystä hieman suuremman sadon 1. niitossa (Kuva 1). Fosfori- ja typpisadot olivat keskimäärin 23 ja 192 kg/ha/v, ja fosfori- ja typpitaseet -3 ja +56 kg/ha/v.

### Typpi ja fosfori huuhtoutuvat eri tavoin

Levitysjankohdalla ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta fosfori- ja typpihuutoumiin, mikä johtui myös toistojen vähäisyydestä ja niiden välisestä vaihtelusta. Kokonaisfosforia huuhtoutui kesäkoealalta keskimäärin 0,44 kg/ha/v (0,12–0,88 kg/ha/v) ja syyskoealalta 0,59 kg/ha/v (0,15–1,65 kg/ha/v) (Kuva 2).

Fosfori huuhtoutui pääosin pintavalunnan mukana, ja liuenneessa muodossa olevan fosforin osuus oli huomattava.

Kokonaistyyppiä huuhtoutui kesäkoealalta keskimäärin 26 kg/ha/v (11–54 kg/ha/v) ja syyskoealalta 41 kg/ha/v (26–67 kg/ha/v) (Kuva 3).

Typpi huuhtoutui pääosin maan läpi suotautuvan lysimetrivalunnan mukana ja lähinnä nitraattityppinä.

Aiemmin suuremmilla levitysmäärillä toteutetuissa suomalaisissa kokeissa on syyslevitys hajalevityksenä ollut kevätlevitystä selvästi huonompi vaihtoehto. Toisaalta lietteen sijoittaminen on vähentänyt fosforin huuhtoutumista pintalevitykseen verrattuna.

Hydrologisen vuoden 2012–13 poikkeuksellisen suurta fosforin huuhtoutumista suosi märkä kasvukausi ja pintavalunnan suuri osuus valunnasta keväällä. Tuolloin lietteen syyslevitys lähes kaksinkertaisti fosforin huuhtoutumisen. Samana vuonna myös typhen huuhtoutuminen oli suurinta.

Keväällä molemmat koealat olivat saaneet myös väkilannoitefosforia, mikä hieman vaikeuttaa vuosien välistä vertailua. Sääolojen vaihtelun takia syksyllä levitetyn lietelannan typpilannoitusvaikutusta seuraavan vuoden satoon on vaikea arvioida, eikä syyslevityksellä saavutettu tässä kokeessa lisähyötyä suhteessa silloisiin määrärahyksiin.

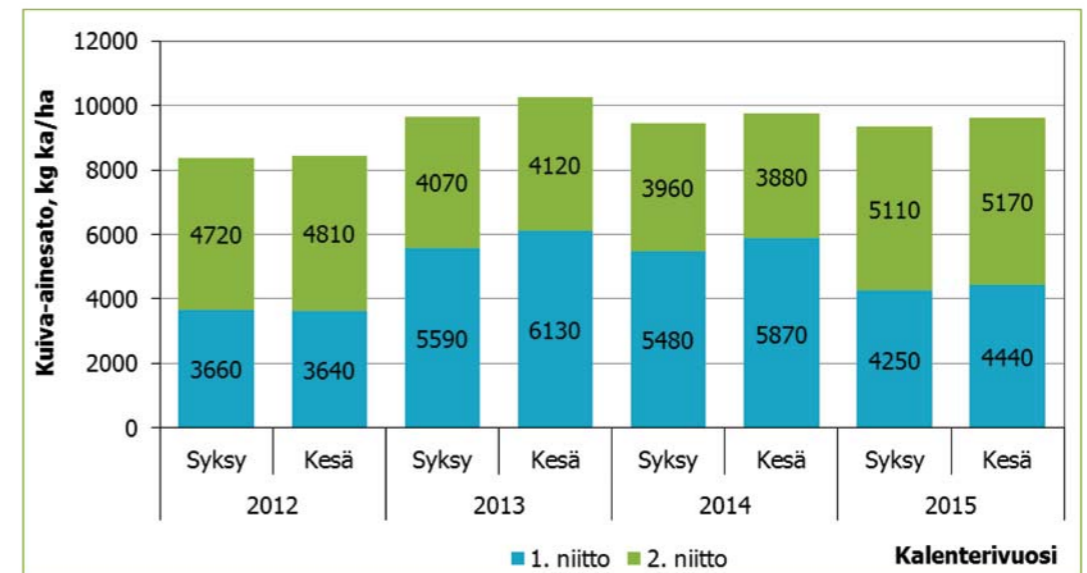
Näin ollen ohjeistus, jossa kevään lannoituksessa otettiin huomioon 75 prosenttia syksyllä levitetyn lietteen liukoisesta tyypestä, oli sopiva. Toisaalta tilakohtaiset olosuhteet ja tilanne maan kantavuuden osalta voivat olla syksyllä kevättä parempia, mutta esimerkiksi pitkäaikaisten tiivistymisvaikutusten sisällyttäminen kokonaistarkasteluun on vaikeaa.

Lietteen syysijoituksen suurin hyöty liittyy litesäiliöiden tyhjentymiseen syksyllä.

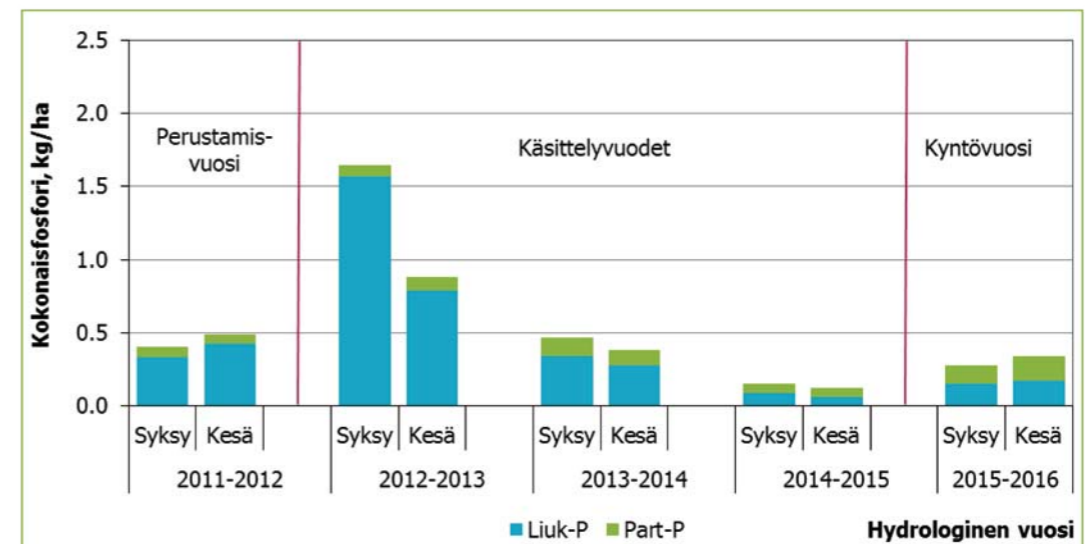
Tilakohtaiset olosuhteet ratkaisevat syyslevityksen onnistumisen, mutta sen varaan on vaikea rakentaa seuraavan kevään typpilannoitusta.

Levittämistä märkään maahan on syytä välttää sekä maan tiivistymisen että ravinteiden huuhtoutumisriskin vuoksi.

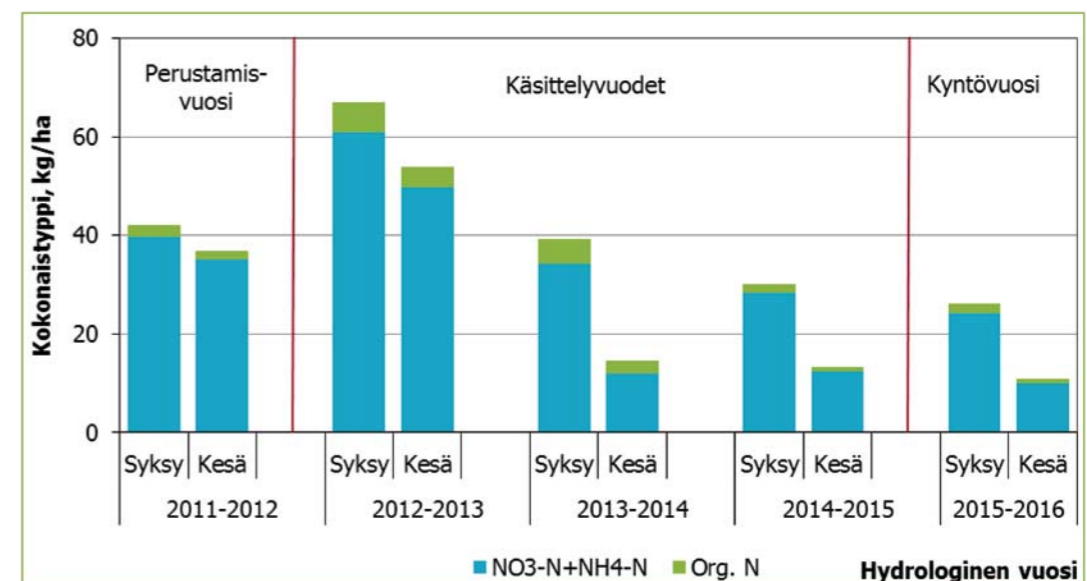
Hyvissä olosuhteissa lietteen syysijoitus nurmeen ei lisännyt fosforin huuhtoutumista suhteessa kesälevitykseen, mutta syksyn ja talven säiden ennustamattomuuden vuoksi syysijoitukseen liittyy selvä kuormitusriski.



Kuva 1. Nurmen kuiva-ainesato (kg/ha/v) 2012–2015 syys- ja kesäkoejäsenillä. Lietettä levitettiin vuosina 2012–2014, mutta vuonna 2015 nurmi lannoitettiin pelkästään NK-lannoitteella.



Kuva 2. Pinta- ja lysimetrivalunnassa huuhtoutunut kokonaisfosfori (kg/ha/v) on jaettu liuenneessa (Liuk-P) ja hiukkasmaisessa (Part-P) muodossa olevaan fosforiin. Hydrologinen vuosi kattaa aikavälin 1.6.–31.5. Vuosi 2011–12 on kokeen perustamisvuosi, 2012–15 ovat käsittelyvuosia. Syksyllä 2015 koekenttä kynnettiin ja huuhtoumaa seurattiin 31.5.2016 asti.



Kuva 3. Pinta- ja lysimetrivalunnassa huuhtoutunut kokonaistyyppi (kg/ha/v) on jaettu nitraatti- ja ammoniumtyypeen (NO<sub>3</sub>-N+NH<sub>4</sub>-N) sekä orgaaniseen tyypeen (Org. N).

# Talvisateen ajankohta ei vaikuta fosforihuuhtouman määrään

Lannan varastointiongelmaa voisi helpottaa myöhäisellä syyslevityksellä. Lisäksi lannan tyyppi näyttää kokeiden mukaan pysyvän maassa jopa paremmin kuin aiemmin syksyllä levitetyn lannan, kun maa on jo hyvin kylmä ja talvi tulee pian levityksen jälkeen.

Toisaalta myöhään syksyllä levitetyn lannan ravinteet ovat maassa kesällä tapahtuvaa levitystä enemmän olosuhteiden armoilla, kun kasvillisuus ei pysty niitä hyödyntämään. Pahimman skenaarion mukaan ravinteita saattaa huuhtoutua valumavesien mukaan runsaastikin, jos suoja-aikaa satejakso iskee pian levittämisen jälkeen.

Luke Maaningan SIMU-kokeessa selvitettiin, miten ajan kuluminen lannan levittämishetkestä sateen alkamiseen vaikuttaa erityisesti fosforin mutta myös muiden ravinteiden huuhtoutumiseen. Hietapellon koeruuduille levitettiin lietettä 22 t/ha marraskuun 20. päivä. Koko koealue oli saanut lietettä myös edellisenä kesänä.

Maan viljavuusfosforipitoisuus oli 6.8 mg/l ja syksyllä levitetty liete sisälsi fosforia 16.5 kg/ha. Kolme päivää syyslevityksen jälkeen maasta höylättiin noin 7 cm paksuiset pintamaalaatat SIMU-olosuhdekammiossa tehtävää huuhtoutumiskoetta varten.

Maalaatat varastoitettiin peitettynä kylmiössä noin nollassa asteessa, mistä niitä siirrettiin 5, 11, 18, 29, 60 ja 116 vuorokauden varastoinnin jälkeen olosuhdekammio SIMUun. Laatat olivat SIMUssa kolme vuorokautta, jonka aikana lämpötila nostettiin päivisin säteilylämmittimien avulla viiteen plusasteeseen ja illalla jäähdytettiin viiteen pakasteeseen.

Maalaatat saivat 15 mm sadetta päivittäin eli yhteensä 45 mm. Huuhtoutunut vesi kerättiin ja siitä määritettiin kokonais- ja liukoinen fosfori, kokonais-, ammonium- ja nitraattityppi sekä pH, Ca, K, Mg, S ja liukoinen orgaaninen hiili (DOC).

## Sade huuhtoo ravinteita

Vesianalyysien perusteella maalaattojen varastointiaika ei vaikuttanut huuhtoutuneen kokonaisfosforin määrään syyslietelaatoilla tai vertailulaatoilla. Sen sijaan fosforin huuhtoutumismuoto muuttui ja liukaisen fosforin osuus kokonaisfosforista kasvoi syyslietelaatoilla merkittävästi kokeen aikana. Alun matala liukaisen fosforin pitoisuus selittyi luultavasti sillä, että suurin osa huuhtoutuneesta fosforista oli vastalevitetyn lietteen orgaanista fosforia, joka jäi analyysissä kokonaisfosforiosuuteen.

Lietettä myöhään syksyllä saaneilta ruuduilta huuhtoutui määrällisesti merkittävästi enemmän fosforia kuin verrokkiruuduilta (kuva 1). Jos pitoisuus muunnetaan kiloiksi hehtaaria kohti, määrä vastaa syyslietteellä määrää 0.55 kg kokonaisP/ha ja verrokkialueella 0.25 kg kokonaisP/ha, kun



valuman määrä on 90 mm. Verrokkialueen fosforihuuhtouma vastaa siis melko lailla suoraan peltomittakaavan tuloksia ja syyslietekin on lähellä lysimetrikokeessa saatuja arvoja.

Tyyppi huuhtoutuu lähinnä maan läpi salaojiin ja pohjaveteen eikä pintavaluntana. Maalaattojen valumaveden kokonaistyyppipitoisuus oli verrokkiruudulla keskimäärin 1.5 mg/l ja syyslieteruudulla 2.7 mg/l. Puolet kokonaistyyppistä oli orgaanisessa muodossa ja loput vaihtelevasti ammonium- ja nitraattimuodossa.

Kaikkia muitakin mitattuja ravinteita (Ca, Mg, K, S) huuhtoutui lietelaatoilta enemmän kuin verrokkilaatoilta. Liukaisen orgaanisen hiilen määrä syyslieteläkehoitettujen valumavedessä väheni, kun sateen ajankohta myöhästettiin, verrokkilaatoilla pitoisuus pysyi samana. Kaliumia lietelaatoilta huuhtoutui lähes kaksinkertainen määrä verrokkilaatoihin verrattuna.

## Myöhäisessä levityksessä on säärisä

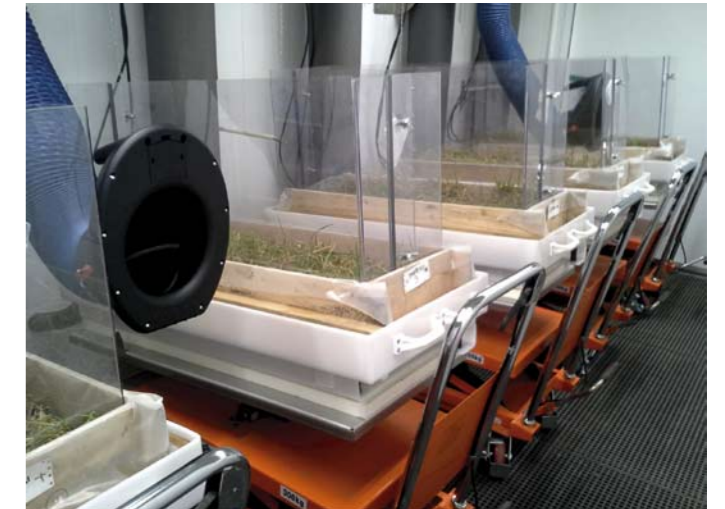
SIMU-kokeen tulosten perusteella talvisateen ajankohdalla oli yllättävän pieni vaikutus fosforin huuhtoutumiseen pintavalunnassa. Huuhtoutuneen kokonaisfosforin määrä vaihteli vain vähän riippumatta siitä kuinka kauan levityksestä oli kulunut aikaa.

Sadetus tapahtui kuitenkin melko maltillisesti ja maalaatat olivat sadetukseen alkaessa jäisiä. Niihin muodostui lisää

Lannanlevityksen ja maalaattojen noston välillä ehti jo satamaan ensilumi.

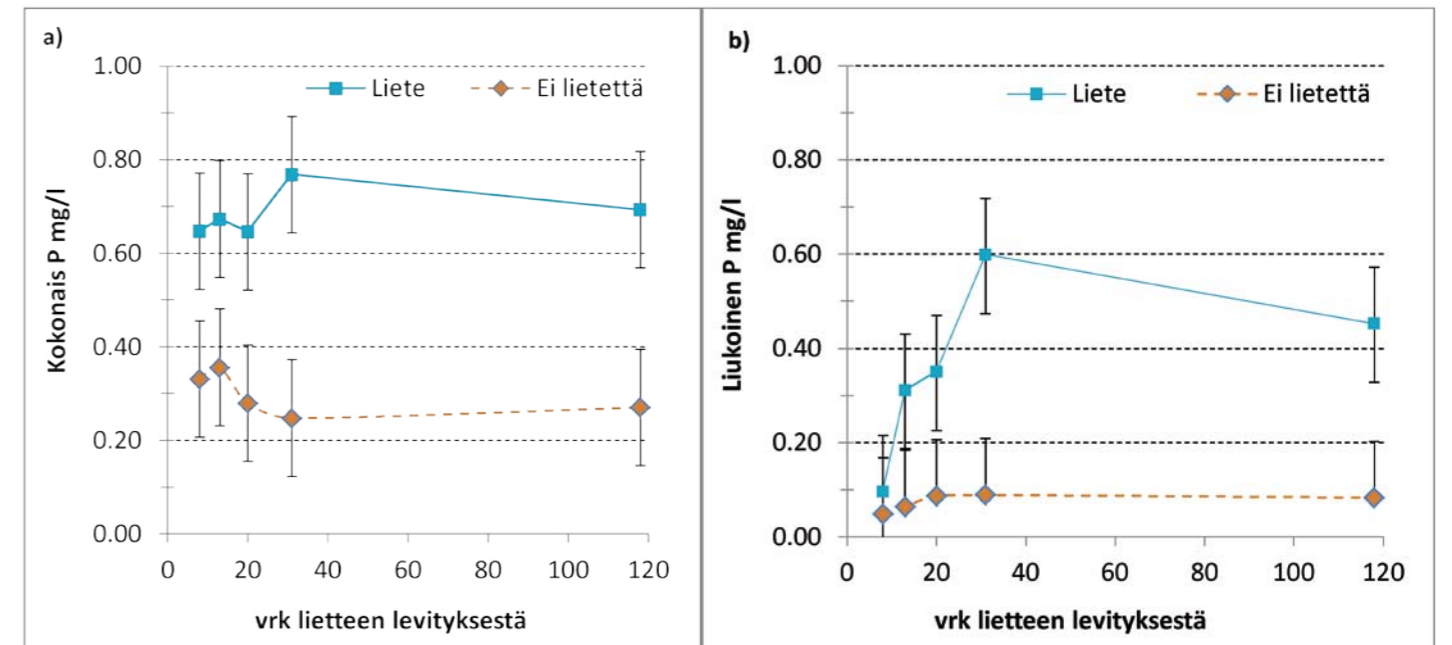
jääpeitettä kokeen aikana, joten osa sadetuksen vedestä jäi laattoihin kokeen lopussa. Tämä on varmasti vaikuttanut jonkin verran tuloksiin, mutta tilanne keskitalven sulamisjaksoilla on usein juuri tämäntyyppinen eli sade kohdistuu jäiseen maahan ja pakkanen hidastaa valuntaa ja muodostaa jäälinsejä.

Myös pelto-olosuhteissa lysimetrikentällä tehdyn kokeen perusteella lietteen levitys myöhään syksyllä on riskialtis menetelmä, joka vaatii lisää tutkimusta ravinteiden sitoutumisesta ja huuhtoutumisen estämisestä ennen kuin sitä voidaan soveltaa käytäntöön. Säärisä on aina olemassa, jos lantaa levitetään hyvin myöhään syksyllä.



Eri pituisen varastointiajan jälkeen laatat sadetettiin SIMU-olosuhdekammiossa ja huuhtoutuneesta vedestä määritettiin ravinnepitoisuudet.

Kuva 1 a) Kokonais- ja b) liukaisen fosforin pitoisuuden kehitys maalaatoilta huuhtoutuneessa valumavedessä sadetuksen ajoittumisen suhteen. Huomattava osa syyslietelaatoilta huuhtoutuneesta fosforista on liukoisessa muodossa.



# Ravinnekuormitusmallinnus kertoo ravinteiden liikkeitä

RavinneRenki -hankkeessa ravinnekuormituksen mallintamisen tavoitteena on auttaa maanviljelijöitä vähentämään ravinteiden huuhtoutumista vesistöihin, mikä tuo ympäristöhyötyjä lisäksi taloudellista hyötyä viljelijälle. Mallintamisen avulla voidaan simuloida erilaisten viljelytoimenpiteiden vaikutuksia ja vertailla niitä keskenään.

Hankkeessa on käytetty pitkään Suomessa käytössä ollutta ICECREAM-mallia mallintamaan ravinnekuormitusta nurmipelloilta, joilla käytetään orgaanista lannoitetta.

Mallisimulointeja sovitettiin LUKE Maaningan tutkimusryhmän tekemiin tutkimuksiin ja havaintoihin lietteen kesä- ja syyslevityksestä. Tärkeintä ravinnekuormituksen mallinnuksessa on kuvata mahdollisimman hyvin veden virtausta ja fosforin sekä typen kiertoa maaperässä.

## Fosfori ja typi kulkevat eri reittejä

Veden virtaus jaetaan pintavaluntaan, makrohuokosvaluntaan ja infiltraatioon maaprofiilin läpi. Veden kulkeutumisen reitit pitää simuloida tarkasti, sillä ne vaikuttavat ravinteiden huuhtoutumiseen.

Fosfori kulkeutuu maaperässä lähinnä pintavalunnan ja makrohuokosvalunnan kuljettamana, infiltroituneessa vedessä fosforia on hyvin vähän. Nitraattityppi taas kulkeutuu lähinnä salaojavalunnan mukana ja sitä ei juurikaan löydy pintavalunnasta.

Maaningan karkeiden maalajien tutkimuspeltojen mitattu pintavalunta on 39 prosenttia kokonaisvalunnasta (Kuva 1a). Pintavalunnan mukana kulkeutuvan kokonaisfosforin osuus on 90 prosenttia keskimääräisestä kokonaishuuhtoumasta 0.51 kg/ha/vuosi (simuloitu arvo 0.85 kg/ha/vuosi). Huuhtoutuvasta kokonaisfosforista 80 prosenttia on liukoista fosforia (Kuva 1b).

Karkean maalajin nurmipeltojen nitraatista huuhtoutuu pintavalunnan mukana 11 prosenttia verrattuna nitraatin keskimääräiseen kokonaishuuhtoumaan 19 kg/ha/vuosi (simuloitu arvo 12 kg/ha/vuosi). Savimailla eroosio on voimakkaampaa ja myös suurin osa fosforihuuhtoumasta on partikkelimuotoista fosforia.

Fosforin ja typen erilaiset kulkeutumismekanismit edellyttävät erilaisia ravinnekuormituksen vähentämisen toimenpiteitä. Esimerkiksi salaojituksen parantaminen vähentäisi pintavaluntaa ja fosforin huuhtoutumista, mutta nitraatin huuhtouma kasvaisi lisääntyneen infiltraation ja salaojavalunnan myötä.

Typen huuhtoumaa voidaan vähentää parhaiten turvaamalla kasveille optimaaliset kasvuolosuhteet, sillä kasvien ravinteiden otto on paras tapa poistaa nitraattia. Lisätoimenpiteitä ovat esimerkiksi kerääjäkasvin käyttö kevätiljoille tai lannoitteiden täsmälevitys.

Lietteen sijoitus hajalevityksen sijaan vähentää fosforin huuhtoumaa nurmipelloilta. Typen huuhtoumaan lannan levitystavalla ei ole suurta vaikutusta, mutta lietteen sijoitus vähentää typen päästöjä ilmaan.

## Simulointityökalu viljelijöille

ICECREAM-mallista on toteutettu simulointityökalu, joka soveltuu neuvonnan, koulutuksen ja yksittäisten viljelijöiden apuvälineeksi peltolohkojen ravinnekierron tarkasteluun ja vesistökuormitusrisin arviointiin.

Vaikuttavina tekijöinä mallissa huomioidaan muun muassa sääolosuhteet, viljelytoimenpiteet, viljelykasvit ja maaperän ominaisuudet.

Työkalulla voi myös vertailla eri viljelytoimenpiteiden vaikutusta eroosioon ja ravinteiden huuhtoutumisriskiin sääoloiltaan erilaisina vuosina. Lohkokohtaisesti on mahdollista tarkastella useita eri satoja muuttujia.

Suomessa ei ole saavutettu kaikkien vesi- ja merialueiden osalta tavoitteena olevaa vesien hyvää tilaa, joten vesistöjen ravinnekuormitusta joudutaan edelleen pienentämään. Lisäksi jo saavutettua hyvää tilaa tulee ylläpitää.

Kuormituksen vähentäminen helpoilla ja kustannustehokkailta toimenpiteillä pienentää tarvetta kalliimmille toimenpiteille. Jos valittavana on viljelyvaihtoehtoja, jotka ovat satotuotoltaan samansuuruisia, mutta ravinnehuuhtouman riski on toisessa selvästi pienempi, on mahdollista pienentää ravinnehuuhtoumaa vähäisin kustannuksin viljelijän omilla valinnoilla.

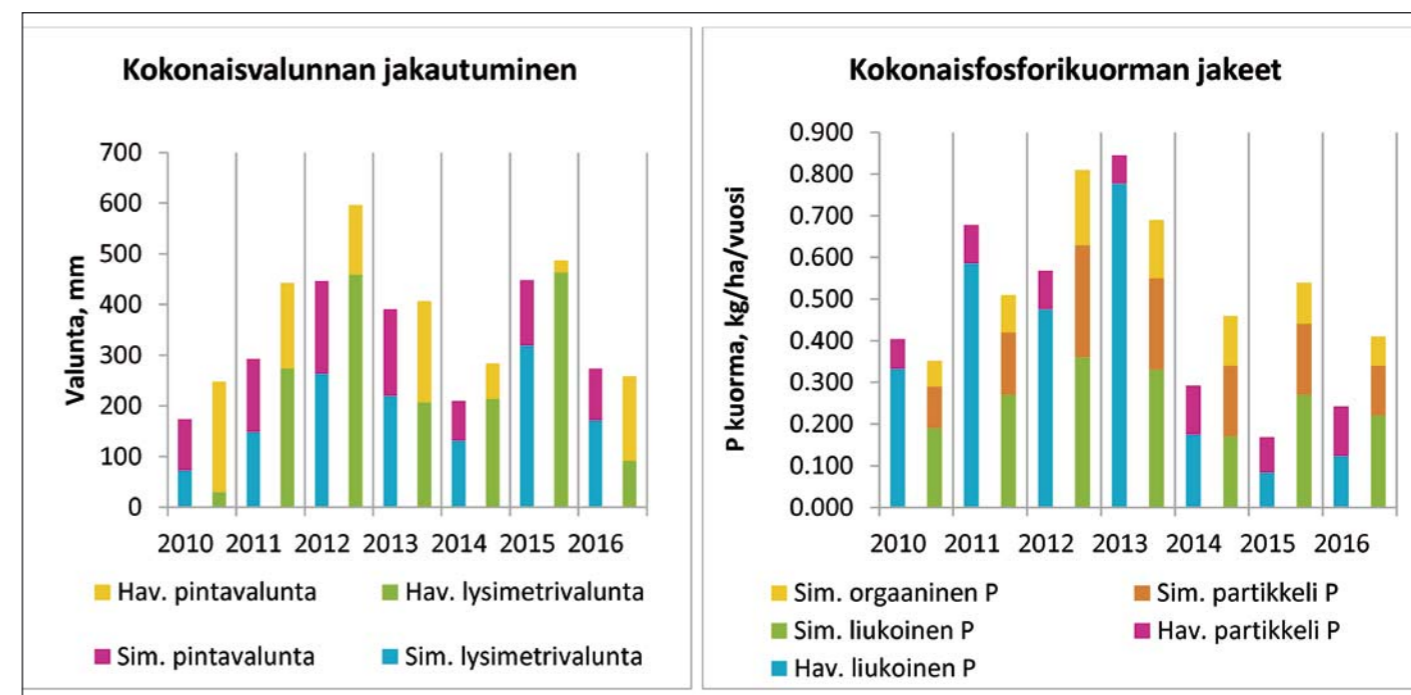
Mallin käyttö on tehty helpoksi satunnaisellekin käyttäjälle, sen laskemiseksi tarvitaan viljely- ja viljavuusanalyysitiedot.

Ennusteosiossa tulevan sään epävarmuuden vaikutus tuloksiin esitetään vaihteluvälinä. Kuvassa 2 on esimerkiksi 15.7.2018 tehty ennuste kasvukauden loppujaksolle. Ennuste käyttää säähavaintoja viimeisen 40 vuoden ajalta kyseiseltä ennustejaksolta. Ennuste kertoo esimerkiksi satomääräennusteen ja maan kosteuden vajeen vaikutuksista kasvien kasvuun.

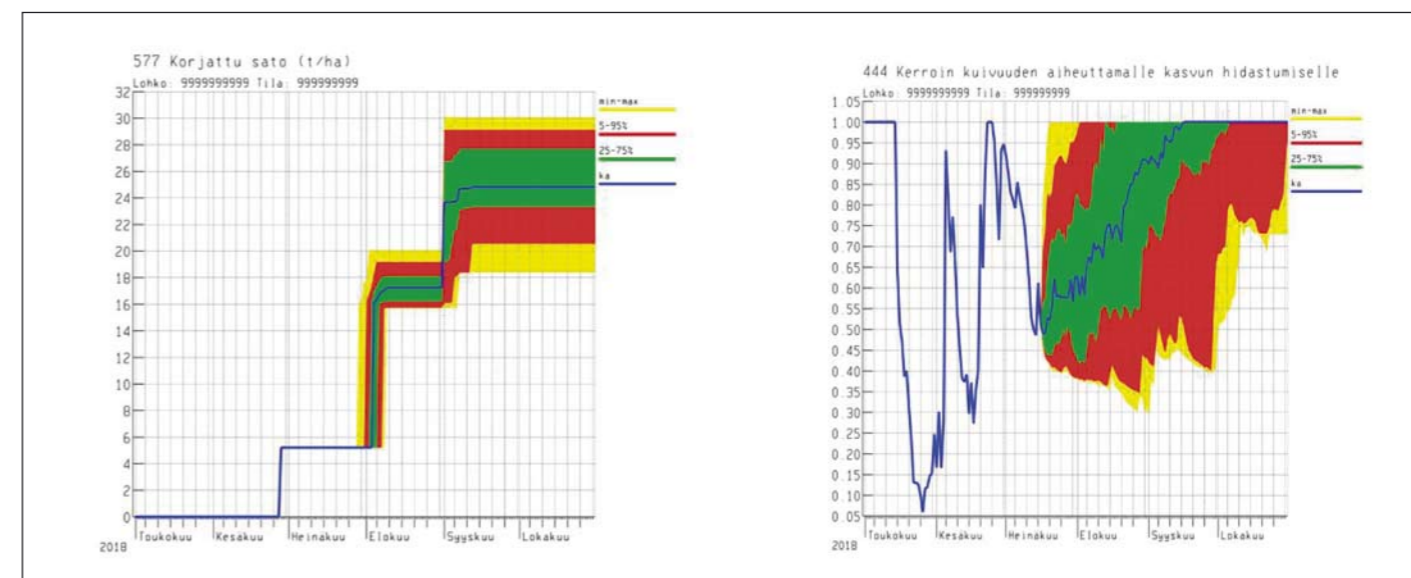
Työkalu on saatavilla käyttöön Etelä- ja Lounais-Suomessa ja Pohjois-Savossa viljelijöille, jotka osallistuvat LOHKO II-tai Ravinnerenki-hankkeisiin. Lisäksi Savonia-ammattikorkeakoulu sekä ProAgria Pohjois-Savo ja Pohjois-Karjala ovat ottamassa sen koekäyttöön.

	P kuormitus, kg/ha/vuosi	
	P-luku	
	6, mg/l	12, mg/l
Nurmiviljely	0,7	1,0
Reuhohra	0,9	1,4

Taulukko 1. Simuloitu fosforikuorma kahdella eri viljelykasvilla karkean maalajin esimerkkipelloilta eri P-luvun arvoilla. Samalta pellolta huuhtouma on suurempaa, jos viljelykasvina on ohra verrattuna nurmeen.



Kuva 1. Simuloidut ja havaitut valuntajakeet (1a) sekä fosforikuormituksen jakeet (1b) karkean maalajin nurmipeltolohkelta. Simuloidut arvot SYKEN ICECREAM-peltomalli, mitatut arvot LUKE, Maaningan tutkimusryhmä, Mari Rätty.



Kuva 2: Simulointityökalulla 15.7.2018 tehty ennuste loppuvuodelle satomäärästä ja maankosteuden vaikutuksesta kasvien kasvuun. Ennusteessa käytetään vuosien 1970–2010 säähavaintoja. Ennusteen vaihteluväli kuvaa loppuvuoden sään vaihtelun aiheuttamaa epävarmuutta.



# Järvibiomassojen hyödyntäminen biokaasuntuotannossa

Rehevöityneissä järvissä ravinteiden määrät ovat nousseet huomattavasti luonnollista tasoa korkeammalle aiheuttaen muun muassa kalakantojen muuttumista ja rantojen umpeenkasvua. Lähtökohta järvien hoitamisessa on järvien

suuresta vesipitoisuudesta ja jo lehmän pötsissä hyödynnystä orgaanisesta aineesta. Siten erilaisten energiapitoisten lisäsyötteiden mahdollisuuksia on järkevää selvittää.



Järvenkunnostuskohteen tehokalastusta.

valuma-alueilla tehtävä ravinnevalumia ehkäisevä työ, mihin on esimerkiksi Suomen maataloudessa panostettu viime vuosikymmeninä huomattavasti.

Rehevöityneiden järvien tilan parantuminen on kuitenkin hidasta ja sitä pyritään nopeuttamaan useissa kohteissa poistamalla kertyneitä ravinteita järvestä. Tyypillisinä keinoina ovat teho- ja hoitokalastus sekä kasvillisuuden niitto.

Usein poistettavan järvibiomassan – kasvien ja kalan – määrä on suuri ja haasteena on löytää sille sopivia hyödyntämiskohteita. Lähtökohtaisesti kala olisi arvokkainta joko ihmisten tai eläinten ravintona hyödynnettäessä, mutta käytännössä järvenkunnostuskohteissa ei aina ole mahdollista järjestää kaloille asianmukaista kylmäketjua.

Yksi mahdollisuus järvibiomassojen hyödyntämiseen on syöttää ne maatalouden biokaasulaitokseen karjanlannan lisäsyötteeksi. Biokaasulaitoksissa syntyvästä biokaasusta valtaosa on metaania, josta voidaan tuottaa lämpöä ja sähköä esimerkiksi polttomoottorissa. Vaikka maatalouden biokaasulaitoksia on Suomessa vielä melko vähän, niiden määrä on lisääntymässä.

Karjanlanta on hyvä biokaasulaitosten raaka-aine, mutta siitä kuutiota kohti saatavan kaasun määrä on vähäinen johtuen

## Hyvä lisäsyöte

RavinneRenki-hankkeessa selvitettiin järvibiomassojen biokaasuntuottoa koetoiminnalla Savonian Kuopion laboratoriossa. Järvibiomassoja kokeisiin saatiin Maaningan Valkeinenjärven kunnostushankkeesta ja lietelantaa Maaningalta Luken navetasta. Kokeita tehtiin erilaisilla seoksilla, joissa oli mukana karjanlantaa, järviruokoa sekä erilaisia särkikaloja. Kokeet kestivät noin viisi viikkoa.

Sekä järviruoko että järvikalat tuottivat kokeissa pääsääntöisesti enemmän metaania näyttöiden sisältämää orgaanista ainetta kohti ( $\text{Nm}^3\text{CH}_4/\text{tVS}$ ) kuin pelkkä karjanlanta. Kala tuotti kaasua selvästi enemmän kuin järviruoko. Parhaiten kalat tuottivat biokaasua kun niitä oli seoksissa suhteellisen pieniä pitoisuuksia.

Näiden kokeiden perusteella näyttää siltä, että järvibiomassat voivat olla hyviä lisäsyötteitä maatalouden biokaasulaitoksiin. Riskejä kaasuntuoton heikkenemiselle kuitenkin on, jos kalaa syötetään kerralla hyvin suuria määriä tai jos kalaa syötetään yhtäjaksoisesti pitkiä aikoja. Lisäksi täytyy huomioida mahdolliset lainsäädännön vaatimukset järvibiomassojen hyödyntämisessä maatalouden biokaasulaitoksissa.

# Järviruokoa peltoon

Järviruoko on vedessä ja rannalla kasvava suuri heinäkasvi, joka on viime vuosikymmenien aikana levinnyt voimakkaasti vesistöjen rehevöitymisen, rantojen madaltumisen ja rantalaidunnuksen vähentymisen vuoksi.

Järviruokoa niitetään pois vesistöistä rantojen umpeenkasvun vähentämiseksi, avoimuudesta hyötyvien kalojen elinympäristöjen ja veden virtauksen parantamiseksi sekä vesistöjen virkistyskäytön lisäämiseksi. Ravinnerenki-hankkeen aikana kerättiin kokemuksia järviruoko'n käyttökelpoisuudesta peltoviljelyyn.

Järviruoko niitetään vesistöistä yleensä loppukesällä, kun ruovikkoa hyödyntävien lintujen pesintä on ohitse. Monet vesialueiden omistajat, kuten osakaskunnat, niittävät vesialueita koneellisesti. Niitettyä järviruokoa ei jätetä veteen maatumaan ja madaltamaan rantaa, vaan se korjataan pois vedestä.

## Niitto loppukesällä

Loppukesällä suurin osa järviruoko'n ravinteista on varressa ja lehdistä. Tällöin niitetty järviruoko voidaan käyttää pellossa silputtuna heti syksyllä tai talven yli kompostoituna keväällä tai seuraavana syksynä. Kesäruoko kompostoituu nopeasti kasassa sellaisenaan.

Eniten ruokoa tulee loppukesän niitoissa, mutta saatavan ruokomassan arviointi on vaikeaa. Määrään vaikuttavat ruovikon tiheys, veden korkeus niittohetykellä ja niittokoneen ominaisuudet. Keskimäärin hehtaarin ruokokasvustosta saa levitettävää hehtaarin peltoalueelle.

Järviruokoa käytetään pellossa maanparannusaineena lisäämään eloperäistä ainesta. Ravinteita siinä on melko vähän. Maanparannus voi olla hidasta eivätkä vaikutukset näy nopeasti.

Kuivassa, jään päältä niitetyssä talviruoko'ossa ravinteita ei juuri ole ja se soveltuu paremmin silputtuna katteeksi tai kuivikkeeksi.

## Vuoden kompostoituneesta järviruoko'osta hyötyvät:

- vaikeasti muokattavat maalajit
- vähämultaiset maat
- ravinneköyhät kivennäismaat
- kuorettuvat maat
- yksipuolisen viljakierron maat

Järviruoko'n hyötykäyttö on kustannustehokasta, jos niitomassaa ei tarvitse kuljettaa pitkiä matkoja vedestä rannalle ja rannasta pellolle. Käytön taloudellisuus paranee, kun niitettyä järviruokoa ei silputa vaan sen annetaan kompostoitua kasassa sellaisenaan vähintään talven ylitse tai vuoden ajan.

Kompostoituminen tapahtuu ilman kääntämistäkin, tosin kasan kääntely nopeuttaa kompostoitumista, mutta aiheuttaa lisää työtä.

Kompostoinnin jälkeen järviruokomassan pystyy levittämään peltoon esimerkiksi kuivalannan pystykela-tarkkuuslevittimellä. Kompostointi haurastuttaa ruokoa siten, että se murskaantuu levittimessä. Järviruokoa voi kevytmuokata 50-80 kuutiota hehtaarille. Suuret määrät (yli 80 m<sup>3</sup>) suositellaan kyntämään peltoon.

Lue lisää: [Tietokortti Järviruokoa peltoon](https://www.tietokortti-jarviruokoa-peltoon.fi), [ravinnerenki.savonia.fi](https://www.ravinnerenki.savonia.fi)



Vuoden ajan maatunutta järviruokoa levitetään tarkkuuslevittimellä ja kevytmuokataan peltoon.

# Sinilevämyrkköjen testausta

Sinileviä eli syanobakteereita esiintyy yleisesti vesistöissä ja ne ovat tärkeä osa vesistöjen eliöstöä. Sinilevän voi havaita vedessä vähäisinä määrinä hiutaleina ja runsastuessaan laajoina lauttoina.

Osa sinilevistä tuottaa myrkyjä ja massaesiintyminä nämä sinilevät aiheuttavat terveyshaittoja. Kaikki sinilevät eivät siis tuota myrkyllisiä aineita ja niitä tuottavillakin aineiden pitoisuus voi vaihdella.

Sinileväautoissa voi esiintyä maksa- ja hermomyrkyjä, joille altistuminen aiheuttaa erilaisia myrkytysoireita ihmisille ja eläimille. Nieltynä ihmisellä myrkytysoireita ovat pahoinvointi, vatsakipu ja suurina määrinä jopa kuolema. Naudoilla oireina voi esiintyä kouristelua, veristä ripulia ja äkkikuolemia.

Sinilevien tuottamien maksamyrkköjen havaitsemiseksi Turun yliopisto ja Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy ovat kehittäneet BlueGreenTest -pikatestin, joka mittaa 11 erilaista maksamyrkyä. Sinilevien tuottamia hermomyrkyjä sillä ei voida testata.

Ravinnerenki -hankkeessa sinilevätestiä kokeiltiin neljällä pohjoiskarjalaisella emolehmitilalla, joissa karja juo luonnonvesistä rantalaitumilla.

Taskussa kulkevan testipaketin lisäksi tarvitaan vain puhdas astia, testi on nopea ja helppo tehdä. Vettä otetaan ensin purkkiin, jossa on veden kanssa reagoivaa jauhetta. Reaktion loputtua purkista otetaan näyte testiliuskaan, joka kertoo viivoilla maksamyrkköjen olemassaolosta. Yksi viiva tarkoittaa puhdasta ja kaksi viivaa maksamyrkyä sisältävää vettä.

Liperin Pyhäselän rannalla tehdyssä testissä vedessä ei ollut näkyvää sinilevää eikä myöskään testi sitä havainnut. Sinilevämyrkköjen määrät vedessä muuttuvat nopeasti, joten testi kertoo vain mittaushetkellä olevan tilanteen sinilevien tuottamista maksamyrkyistä. Se on kuitenkin helppo tapa varmistaa



Sinilevämyrkyjä testattiin pikatestillä maastossa.

luonnon juomaveden puhtaus maksamyrkköjen osalta. Testiä on saatavissa muun muassa apteekeista, pakkaus sisältää kolme testiä ja maksaa noin 40 euroa.



# Salaojatyökalu avuksi pellon kasvukunnon arviointiin

Salaojituksen ongelmat heikentävät pellon kuivumista ja kasvukuntoa. Ravinnerenki-hankkeessa toteutettu verkossa toimiva salaojatyökalu auttaa erilaisten salaojituksen ongelmien selvittämisessä, tunnistamisessa, paikantamisessa, korjaamisessa sekä ennaltaehkäisyssä.

Salaojatyökalussa käsitellään salaojituksen liittyviä asioita, kuten painaumia, satotasojen muutoksia, piiriojia sekä laskuaukkoja ja -kaivoja. Salaojatyökalu sisältää tietoa salaojien kunnostustoimenpiteistä, kuten piiriojien raivauksesta, salaojien huuhtelusta, täydennyssalaojituksista, pellon pinnan muotoilusta, kaivojen kunnostuksesta, ajoreittien suunnittelusta ja rikkoontuneen salaojan kunnostuksesta.

Salaojatyökalusta löytyy pohjoiskarjalaisten ja pohjoissaavolaisten urakoitsijoiden ja asiantuntijoiden yhteystietoja sekä muun muassa korjaustoimenpiteiden omakustannehintoja.

Salaojatyökalu on ilmainen, kaikkien viljelijöiden hyödynnettäväksi laadittu sivusto, jota voi käyttää mobiiliversiona tai tietokoneella.

Tutustu salaojatyökaluun: [webgo.fi/salaojatyokalu](http://webgo.fi/salaojatyokalu)

Salaojatyökalun etusivulta löytyy lista ongelmakohtia, joita klikkaamalla löytyy ratkaisuehdotuksia. (oikealla)

Salaojien huuhtelu on perustyötä salaojien kunnossapidossa ja varsinkin ruosteisilla alueilla huuhtelu tulisi tehdä säännöllisesti.



## Salaojatyökalu

Tämä työkalu auttaa salaojituksen ongelmien selvittämisessä, tunnistamisessa, paikantamisessa, korjaamisessa sekä ennaltaehkäisyssä. Salaojituksen ongelmat heikentävät pellon kuivumista ja kasvukuntoa. Ongelmat voivat ilmetä seuraavissa kohdissa:

**Laskuaukosta ei tule vettä**

**Vesi seisoo piiriojissa**

**Pellolla on vettä**

**Pelto ei kuiva tarpeeksi nopeasti**

**Ongelmien syyt**

**Korjaustoimenpiteet**

**Käsitteet**

**Yhteystiedot**

# LANTA LIIKKEELLE JA RAVINTEET KIERTOON

Ravinnerenki ja Lantalogistiikka -hankkeiden tulosjulkaisu

Tämä julkaisu on tuotettu ajatellen erityisesti itäsuomalaisia maatilayrittäjiä. Julkaisuun on koottu uutta tietoa liittyen lannan prosessointiin, lannoituksen optimointiin, maaperän kunnon ylläpitoon sekä ravinteiden hallintaan.

Julkaisussa on laajasti Luonnonvarakeskuksen käytännönläheisten tutkimusten tuloksia Maaningalta. Julkaisuun on koottu myös monipuolisesti lannoitukseen ja ravinteiden hyödyntämiseen liittyviä havaintoja itäsuomalaisilta maataloilta ja Ylä-Savon ammattiopiston opetusmaatilalta. Lisäksi julkaisusta löytyy tietoa hankkeissa tuotetuista verkossa toimivista työkaluista sekä uusista paikkatietoon perustuvista ravinteiden hallinnan menetelmistä.

Lantalogistiikka-hanke toimi vuosina 2015–2019 Pohjois-Savon alueella yhteistyössä Savonia-ammattikorkeakoulun, Luonnonvarakeskuksen ja Ylä-Savon ammattiopiston kanssa. Lisätietoja: [lantalogistiikka.savonia.fi](http://lantalogistiikka.savonia.fi)

Ravinnerenki-hanke toimi vuosina 2015–2019 Pohjois-Savon ja Pohjois-Karjalan alueella yhteistyössä Savonia-ammattikorkeakoulun, Luonnonvarakeskuksen, Ylä-Savon ammattiopiston, ProAgria Pohjois-Savon, ProAgria Pohjois-Karjalan, Suomen ympäristökeskuksen ja Karelia-ammattikorkeakoulun kanssa.

Lisätietoja: [ravinnerenki.savonia.fi](http://ravinnerenki.savonia.fi)