

Varsinais-Suomen kestävän kehityksen ja energia-asioiden palvelukeskus - Valonia

PUTSAREISTA PELLOILLE – hankkeen loppuraportti

LOPPURAPORTTI AJALLE: 2/2013–12/2014

26.1.2015

Tekijät: Jussi Heikkinen (projektipäällikkö, Valonia), Petri Kapuinen (MTT), Tanja Ikäläinen (MTT), Jarkko Leka (Valonia)

Sisällys

1. Tiivistelmä.....	1
2. Hankkeen tausta ja tavoitteet	1
Tavoitteet.....	2
Osatavoite 1.....	2
Osatavoite 2.....	2
Osatavoite 3.....	2
3. Hankkeen osapuolet ja menetelmät	3
4. Hankkeen tulokset.....	3
Toteutetut tuotokset, ilmestyneet julkaisut ja seminaariesittelyt	4
Hankkeen viestintä	5
5. Hankkeen vaikuttavuus/vaikutukset	6
6. Tulosten kestävyys ja hyödyntäminen	7
Arvio tulosten kestävydestä	7
Ehdotukset hankkeen tulosten hyödyntämiseksi.....	7
7. Talousraportti	7
8. Suositukset tulevia hankkeita ja ohjelmia varten.....	8
Esiin nousseet jatkohankkeita koskevat ideat ja tarpeet	8
Mitä vastaavissa hankkeissa tulisi välttää, mitä suositellaan.....	8
LÄHDELUETTELO	9
LIITELUETTELO	10

KIITOKSET

Haluamme kiittää kaikkia Putsareista pelloille – hankkeen hyväksi työskennelleitä henkilöitä ja harjoittelijoita. Kiitokset Ympäristöministeriön edustaja Laura Saijonmaalle ja yhteistyökumppanin edustajana toimineelle Anne-Mari Aurolalle Nordkalk Oy:stä. Kiitokset myös ohjauksesta ja neuvoista hankkeen ohjausryhmän jäsenille: Jyrki Lammila, Timo Kanerva, Leena Penttinen, Piia Leskinen, Jyrki Aakkula. Kiitokset myös hankkeen valvojina toimineille Esa Salmiselle ja Anne Salmiselle Pöyry Finland Oy:stä. Kiitokset hyvästä yhteistyöstä aiheen parissa Asko Särkelälle, Kirsti Lahdelle ja Teemu Haapalalle Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry:stä sekä Niina Vienolle Envieno Oy:stä.

Erityiskiitokset Maurits Kossalle ja Mikko Hartikaiselle jotka tekevät käytännön ravinnekiertoja omilla maatiloillaan sekä näytteenotossa korvaamattomana apuna toimineelle Mika Kalliolle Kuljetusliike Kallio K&H:sta.

1. TIIVISTELMÄ

PUPE-hankkeessa lähdettiin hakemaan tietoa siitä voisivatko haja-asutuksen sako- ja umpikaivolietteet toimia järkevinä ja kustannustehokkaina lannoitevalmisteina nykyaikaisessa ravinnekiertoon pyrkivässä maataloudessa. Valonia haki yhteistyössä MTT:n kanssa rahoitusta Ympäristöministeriön RAKI-ohjelmasta hankkeelleen ja sai myönteisen päätöksen helmikuussa 2013. Hankkeen tulokset toivat paljon uutta tietoa aiheesta. Johtopäätökset tukevat käsitystä pienimuotoisen ja paikallisen keräys- ja käsittelytoiminnan yleishyödyllisyydestä. Hankkeessa tutkitut ns. hajalietteet osoittautuivat orgaanisen aineen määrältään ja ravinnesisällöltään yllättävän vähäisiksi. Tämä vaikuttaa vahvasti toiminnan taloudelliseen mielekkyyteen. Lietekeräyksen ja käsittelytoiminnan järkevyyden tuleekin:

- ympäristönäkökohdista, toiminta säästää neitseellisiä raaka-aineita ja vähentää liikenteen päästöjä
- lainsäädännöllisistä näkökohdista, toiminta toteuttaa jätelain ja ympäristönsuojelulain henkeä
- jäteveden puhdistamoidenhyötynäkökohdista, toiminta vähentää lietekuormitusta puhdistamoilla
- sako- ja umpikaivolietteiden kierrätys tehostuu ja käyttökelpoisuus paranee suhteessa puhdistamokäsittelyyn
- maaseudun elinkeinomahdollisuuksien lisäämisestä
- palvelutoiminnan tarjoamisesta haja-asutusalueilla

Nämä hajalietteet ovat jätelain (17.6.2011/646) 6 § kohdassa 2 mainittuja yhdyskuntajätteitä. Paikallisen keräys- ja käsittelytoiminta edistääkin jätelain mukaisen etusijajärjestyksen toteutumista eli jätteen synnyn ehkäisyä ja toissijaisesti jätteen valmistelua uudelleenkäyttöä varten sekä kierrättämistä.

Lietteiden hyötykäyttö vähentää epäorgaanisten lannoitteiden käyttötarvetta ja sitä myöten parantaa Suomen ravinneomavaraisuutta ja välillisesti vähentää lannoitteiden valmistukseen ja kuljetuksiin kuluva energiaa. Suomessa teollisista epäorgaanisista lannoitteista vain fosforilannoitteiden raaka-aine saadaan kotimaasta. Epäorgaanisten typpilannoitteiden valmistus perustuu tuontienergiaan ja kaliumlannoitteiden muualta tuotaviin raaka-aineisiin (Työryhmämuistio, MMM 2009).

Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoilla tapahtuva fosforin saostuminen muuttaa sen kasveille hitaammin ja vähemmän käyttökelpoiseen muotoon. Tämä vaikeuttaa puhdistamolietteenä olevien ravinteiden uudelleenkäyttöä. Monilla jätevedenpuhdistamoilla on vaikeuksia käsitellä hajalietteitä. Lietteiden vastaanotto voi heikentää laitosten toimintavarmuutta. Tämäkin seikka puoltaa yhteiskäsittelypisteiden perustamista osana toimivaa jätehuoltoa.

Sako- ja umpikaivolietteiden maatilakäsittely on maatalouden sivuelinkeino, jota verotetaan maatilatalouden tuloverolain (543/1967) mukaan tiettyyn toiminnan laajuuteen saakka. Tämänkaltaisen tilakäsittely toisi kaivattua lisätuloa tasaisesti ympäri vuoden, jos investointikustannukset ovat maltilliset ja toimintaympäristö on sopiva. Valonian arvion mukaan Varsinais-Suomessa on alueita joilla tilakäsittelytoiminta voisi olla kannattavaa. Tällaisia alueita ovat esimerkiksi Naantalinnon kaupungin saarialueet ja muut alueet maakunnassa joista tulee matkaa tyhjennyspisteeseen yli 25 kilometriä. Arviomme mukaan Varsinais-Suomessa voisi olla viisi toimivaa tilakäsittelypistettä vuoteen 2020 mennessä.

2. HANKKEEN TAUSTA JA TAVOITTEET

Varsinais-Suomen haja-asutusalueiden kiinteistöjen sako- ja umpikaivoissa on laskennallisesti noin 15 tonnia fosforia ja 121 tonnia tyyppeä. Tällä määrällä lannoittaisi suoraan 1000 hehtaaria varsinaisuomalaista peltoa.

Ongelmalliseksi asian tekee se, että tuo ravinnemäärä on sekoittuneena 152 000 kuutioon vettä ja jakautuneena noin 45 000 kaivoon.

Tällä hetkellä hajaliete ajetaan puhdistamoille. Varsinais-Suomen teillä liikkuu siis rekoilla ja traktoreilla paljon vetistä tavaraa. Jätevedenpuhdistamoiden lupaehtojen tiukentuessa suuntaus on ollut kohti suurempia ja tehokkaampia puhdistamoja. Tämä tarkoittaa myös sitä että usein monen kunnan oma puhdistamo ja lietteiden vastaanottoaika on suljettu. Lietteiden kuljetusmatkat ovat pidentyneet jopa kymmeneen kilometriin, eivätkä kaikki lietteet edes päädy puhdistamoille. Valonian ja Turun amk:n lietekuljetusselvityksen (2013) mukaan vain 2/3 osaa laskennallisesta lietemäärästä päätyi puhdistamoille Turun seudun jätehuollon osakaskuntien alueella. Kaivoja todennäköisesti tyhjennetään omatoimisesti käsittelemättöminä lähiympäristöön. Tällainen toiminta muodostaa huomattavan riskin ympäristölle ja vesistöille. Varsinais-Suomessa hankkeen aikana aloitti toiminnan yksi yrittäjä, joka käsittelee keräämiään lietteitä ja levittää ne pelloilleen. Koko Suomessa toimijoita on tietojemme mukaan kaksi kappaletta.

Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoilla syntyvästä lietteestä on sijoitettu kaatopaikalle vuosina 2004–2008 noin 1–3 %, kun kaatopaikalle vietiin vielä vuosina 2000–2003 5–7 % ja vuonna 1997 peräti 39 % lietteestä. Yhdyskuntajätevesilietteestä hyödynnettiin vuosina 2005–2008 maanviljelyksessä ja viherrakentamisessa yhteensä 97–99 %. Maanviljelyskäytön osuus on kuitenkin vähentynyt merkittävästi aiemmasta. Vuosina 2005–2007 yhdyskuntajätevesilietteiden maatalouskäytön osuus on jäänyt 3 %:n tasolle, mutta vuonna 2008 käyttömäärät nousivat hieman aiemmasta ollen hieman yli 5 %. (Häkkinen, E., Merilehto, K. 2012.) Haja-asutuksen jätevesilietteiden käyttö lannoitevalmisteina ei ole Suomessa laajamittaista. Syynä on tiedon puute lietteen ominaisuuksista sekä toiminnan kuluista. Näitä seikkoja hankkeessa lähdettiin selvittämään.

Tavoitteet

Hankkeen välitön tavoite oli saada aikaan pienimuotoisia hajalietteen keräys- ja käsittelyasemia perustetuksi Varsinais-Suomeen. Tämä tavoite onnistui, sillä hankkeen aikana piste perustettiin Sauvoon. Koko Suomen mittakaavassa pisteitä on tietojemme mukaan kaksi. Toiminta on siten hyvin marginaalista. Varsinais-Suomen alueella ei ole hankkeen aikana löytynyt muita maanviljelijöitä, jotka olisivat olleet kiinnostuneita tilakäsittelypisteiden perustamisesta. Tähän voi vaikuttaa se ettei tilakäsittelytoiminta ole taloudellisessa mielessä kovin tuottavaa joten suuret investoinnit eivät ole toimijoiden kohdalla järkeviä. Kuitenkin voidaan sanoa että monet hankkeessa selvitetty yleishyödylliset seikat tukevat toiminnan edistämistä, kuten selvitetiin ensimmäisessä luvussa.

Osatavoite 1. Lietteiden ominaisuuksien selvittäminen

Tämä tavoite onnistui hyvin, sillä hankkeen aikana saatiin paljon uutta tutkimustietoa koskien sako- ja umpikaivolietteiden ominaisuuksia. Lietteen ravinne- ja muista ominaisuuksista lisää liitteissä 2 ja 3.

Osatavoite 2. Lietteenkeräys- ja käsittelytoiminnan toimintaympäristön selvittäminen

Hankkeessa kerättiin kokemuksia ja tietoa liittyen toimintaympäristöön. Hankkeen henkilökunta kävi molemmilla Suomessa toimivilla käsittelypisteillä. Hankkeen aikana muuttunut lainsäädäntö liittyen toiminnan järjestämiseen tuotti vaikeuksia neuvontatoimenpiteissä hankkeen tuloksia esiteltäessä. Hankkeessa saatiin kuitenkin kartoitettua toimintaympäristöön vaikuttavia seikkoja laajalti ja saatiin aikaan toimintakonsepti tilakäsittelyn järjestämisestä. Käsittelytoiminnan järjestämistä tarkemmin voi lukea hankkeen julkaisemasta sähköisestä oppaasta, johon voi tutustua PUPE-hankkeen sivujen kautta osoitteessa www.valonia.fi/pupe tai suoraan osoitteessa: http://issuu.com/valonia.fi/docs/pupe-opas_151214/1.

Osatavoite 3. Lietteiden viljelykäyttö

Hankkeen osatavoitteena oli selvittää sako- ja umpikaivolietteiden ominaisuuksia viljelykäytön kannalta ja määrittää laadun vaihteluun vaikuttavat oleelliset tekijät sekä käsiteltyjen lietteiden käyttö savimailla Lounais-

Suomessa. Tavoite onnistui hyvin ja hajalietteitä tutkittiin maanviljelykäytössä MTT:n toimesta. Tutkimus vahvisti lietteiden lannoitehyödyn olevan vähäinen varsinkin typen osalta. Lisää maanviljelykäytön tuloksista on luettavissa liitteestä 2.

3. HANKKEEN OSAPUOLET JA MENETELMÄT

Hankkeen vetäjä: Valonia

Valonia toimi hankkeen vetäjänä ja oli päävastuussa hankkeen toteuttamisesta. Valonia vastuulla oli osatavoitteista 1 ja 2. Valonia tutki lietteiden ominaisuuksia ja keräsi tietoa käsittelypisteen toimintaympäristöön liittyen. Valonia teki toimintaympäristöä avaavia lyhyitä neuvontavideoita ja on vastuussa hankkeen viestinnän kannalta suurimman panostuksen eli sähköisen oppaan julkaisemisesta. Sähköinen opas on luettavissa Isosuu-julkaisujärjestelmän kautta ja neuvontavideot on integroitu julkaisuun. Opas toimii apuna maaseutuyrittäjän harkitessa mahdollisuuttaan tarjota liete tyhjennyspalveluita.

Valonia osallistui myös hankkeen aikana rinnakkaistutkimukseen, jossa selvitettiin hajalietteiden sisältämien haitta-aineiden esiintyvyyttä ja kalkkistabiloinnin vaikutusta aineiden liukoisuuteen ja esiintyvyyteen. Valonia toimi näytteenotossa ja antoi analyysien tulokset rinnakkaishankkeen käyttöön. Lisää haitta-aineiden esiintyvyydestä hajalietteisissä voi lukea hankkeen sähköisestä oppaasta. Valonia teki myös kirjallisuuskatsauksen lietteen käyttö Suomessa ja ulkomailla. Maiden välillä on eroja, mutta esimerkiksi haitta-aineiden esiintyvyys on noussut huolenaiheeksi useissa maissa. Lisää aiheesta on luettavissa liitteestä 1.

Osatoteuttaja: MTT

Osatoteuttaja selvitti hajalietteiden ominaisuudet kenttäkokeissa käytetyistä lietenäytteistä. Analyysitulosten perusteella arvioitiin lietteiden käyttömahdollisuuksia maanviljelyssä kasviravinteiden lähteenä. Lietteiden ominaisuuksien muutosta kalkkistabiloinnin yhteydessä arvioitiin ennen käsittelyä ja käsittelyn jälkeen otetuista näytteistä. Lisäksi osatoteuttaja selvitti kalkkistabiloidun hajalietteen fosforin liukoisuuden suhteessa tavanomaisiin puhdistamolietteisiin. Lietteiden sisältämän liukoisuuden typen satovaste selvitettiin kaksivuotisin kenttäkokein Jokioisissa savimaalla. Lisää aiheesta on luettavissa liitteestä 2.

Lisäksi MTT selvitti hajakaivolietteiden keräilyyn liittyvien kuljetusten oikeudelliset puitteet maaseutuyrittäjän toteuttamana toimintana sekä käsiteltävien lietteiden käyttöön maanviljelyssä liittyvät vaatimukset, jotka tulevat lannoitevalmistelainsäädännöstä ja maatalouden ympäristötukijärjestelmän ehdoista. Tämä puoli toiminnassa osoittautui hankkeen kuluessa oleelliseksi, koska toiminnan ansaintalogiikassa keräily, käsittelyn ja loppusijoituksen toteuttaminen alan muita toimijoita edullisemmin osoittautui ratkaisevaksi tekijäksi.

Hankkeen onnistumiseen vaikutti myös osaltaan yhteistyökumppanina ollut Nordkalk Oy, joka toimi asiantuntijana kalkin käyttöön liittyvissä seikoissa.

4. HANKKEEN TULOKSET

Hankkeessa selvitettiin lietteen pienimuotoisen ja paikallisen keräys- ja käsittelytoiminnan eli tiläkäsittelypisteen toimintaympäristöä, siihen liittyviä taloudellisia ja lainsäädännöllisiä reunaehtoja sekä lietteiden maatalouskäyttöä. Hankkeen tärkeänä tuloksena selvitettiin haja-asutuksen kotitalouslietteiden osuus suljettuun ravinnekiertoon pyrkivässä maataloudessa ja jätteiden uudelleenkäyttöön ja kierrättämiseen pyrkivässä jätehuollossa.

Hankkeessa tutkitut hajalietteet osoittautuivat ainemääriltään ja ravinnesisällöltään yllättävän alhaisiksi. Maanviljelyskäyttö osoittautui lähinnä ympäristön kannalta kestäväksi loppusijoituspaikaksi kasvinravinteiden arvon jäädessä pieneksi suhteessa levityskustannuksiin. Tämä vaikuttaa vahvasti toiminnan taloudelliseen mielekkyyteen. Loppusijoitus pellolle on kuitenkin monilla alueilla edullisempi vaihtoehto kuin lietteiden kuljettaminen vastaanottopisteelle ja vastaanottomaksujen maksaminen. Tiläkäsittelytoiminnan järjestyminen

tuleekin ympäristö- ja lainsäädännöllisistä näkökohdista, jäteveden puhdistamoihin liittyvistä hyötynäkökohdista sekä ehkä tärkeimpänä palvelutoiminnan tarjoamisesta ja elinkeinomahdollisuuksien lisäämisestä maaseudulla.

Tilakäsittely sopiikin lisäämään maaseudun elinkeinomahdollisuuksien ja tuomaan kohtuuhintaisia palvelutoimintaa haja-asutusalueilla. Hajalietteiden tilakäsittelyn mahdollisuus pitäisikin olla esillä keinovalikoimassa kuntien jätehuollon järjestämisen suunnittelussa. Kunta voisi aktiivisesti edistää pisteen syntymistä ja siten tuoda palveluja ja liiketoimintaa haja-asutusalueille. Tilakäsittelytoiminta ei todennäköisesti tule koskettamaan suurta joukkoa toimijoita eikä toiminnan laajentuminen sadoiksi ja tuhansiksi toimiviksi pisteiksi ole todennäköistä. Toiminta sopii parhaiten tietyille reuna-alueille ja toiminta on järkevää tietyissä tapauksissa, joissa reunaehdot ovat sopivat. Lisää näistä tapauksista on luettavissa hankkeen sähköisestä oppaasta

Hankkeessa pystyttiin tarkentamaan hajalietteiden kalkkistabiloinnissa tarvittavaa kalkkimäärää. Asianmukaisesti tehdyssä kalkkistabiloinnissa liukoisen typen tappio ammoniakkina on pieni, mutta se haihtuu ilmaan ammoniakkina pintaan tehdyn levityksen takia, koska lietteen pH on käsittelyn jälkeen korkea. Ammoniakkimissiota voisi todennäköisimmin pienentää laskemalla lietteen pH happokäsittelyllä tasoon 6 joko jo varastossa tai sitten viimeistään levityksen yhteydessä. Toinen vaihtoehto ammoniakkimission pienentämiseen on sijoitusmenetelmän käyttö. Periaatteessa pellolla menetettävä liukoinen tyyppi on pois ympäristötukijärjestelmän sallimasta tyyppitasosta. Siitä aiheutuva satotappion arvo on suurempi kuin menetetyt typen arvo. Oikeat käyttötavat maanviljelyssä tulivat pääosin selvitettyä. Selvitys toi uusia näkökulmia levitysmenetelmien kehittämiseen, mutta niitä ei ollut mahdollista tämän hankkeen yhteydessä tarkemmin tutkia ja kokeellisesti testata. Lisää lietteiden maatalouskäytöstä on luettavissa liitteestä 2.

Hankkeen kaikki tavoitteet täyttyivät ja oppaassa selvitetty tulokset kertovat selkeästi toiminnan järjestämisen kulun aiheesta kiinnostuneelle liete-yrittäjälle tai maanviljelijälle. Joitain poikkeamia on liittyy hankkeen tuotoksiin. Poikkeamien syyt liittyvät suurimmalta osin hankkeen aikana paljastuneisiin uusiin ja yllättäviin seikkoihin. Hankkeen toteuttamisen yhteydessä tuli vastaan asioita, jotka aiheuttivat lisäselvitystarpeita järkevän lopputuloksen saavuttamiseksi. Hanketta laajennettiin alkuperäiseen suunnitelmaan nähden.

Toteutetut tuotokset, ilmestyneet julkaisut ja seminaariesittelyt

- Neuvontavideot:
 - Haja-asutusalueen kotitalouslietteiden vastaanotto- ja käsittelypisteen toiminta (julkaistu 20.12.2013)
 - Haja-asutuksen sako- ja umpikaivolietteiden peltolevitys (julkaistu 1.7.2014.)
 - Haja-asutuksen sako- ja umpikaivolietteiden kalkkistabilointi (julkaistu 1.7.2014.)
- Neuvontahaastattelu (audio): Lietetoimijan tarina (julkaistaan 20.12.)
- PUPE-hankkeen esittelyt ja tapahtumat:
 - RAKI-toimijoiden seminaari 9.10.2013, Turun virastotalo. Hankkeen alustavia tuloksia esiteltiin noin paikalla olleelle viranomaiselle ja muiden RAKI-hankkeiden edustajille ja haja-asutuksen jätevesiasioiden parissa eri hankkeissa toimiville henkilöille.

- Haja-asutuksen vesihuollon teemapäivä 30.10.2013, Suomen ympäristökeskus. Hankkeen alustavia tuloksia esiteltiin noin 100:lle paikalla olleelle viranomaiselle ja haja-asutuksen jätevesiasioiden parissa eri hankkeissa toimiville henkilöille.
- Yhteinen peltopäivä-koulutus järjestettiin LeviLogi-hankkeen kanssa 26.6.2013 Jokioisten kenttäkokeella.
- Turun amk:n Hajajätevesikurssin oppilaille järjestettiin koulutus 2.10.2013 lietteiden käsittelystä Maurits Kossan maatilalla Sauvossa. Oppilaita paikalla oli 12 kpl ja oppilastyönä he tekivät käsittelypisteen luonnospiirustuksen. Piirustus on nähtävissä Valonia PUPE-hankkeen nettisivuilla.
- PUPE-hankkeen tuloksia tullaan esittelemään vuoden 2015 puolella asiantuntijaseminaareissa
 - 5.2.2015 Valonian hajajätevesiristeilyllä
 - Vesihuolto 2015 –päivät 20. – 21.5.2015 Turun Messu- ja Kongressikeskuksessa (Call for Papers on avoinna)
- PUPE-hankkeen sähköinen opas on julkaistu julkaistaan sähköisessä ISSUU- julkaisujärjestelmässä 15.12.2014. Oppaaseen voi tutustua osoitteessa: http://issuu.com/valonia.fi/docs/pupe-opas_151214/1

Hankkeen viestintä

Hankkeen viestinnän kärkenä toimii sähköinen opas: Haja-asutuksen sako- ja umpikaivolietteiden tilakäsittely ja käyttö maataloudessa. Oppaassa esitellään selkeästi tilakäsittelytoiminnan eri puolia ja kerrotaan kaikki tarvittavat tiedot toiminnan taloudellisen kannattavuuden arviointiin ja vaadittavat toimenpiteet toiminnan aloittamiseen. Opas julkaistaan sähköisessä ISSUU -julkaisujärjestelmässä ja se on suunniteltu toimimaan kaikilla päätelaitteilla.

Poikkeamat verrattuna suunnitelmiin (poikkeamat lihavoitu)

Kirjallisuuskatsaus lietteen hyötykäytöstä **maailmalla ja Suomessa**.

- Kirjallisuuskatsaus odottaa hankkeessa toteutetun haitta-ainetutkimuksen tulosten valmistumista. Tieto haitta-aineiden esiintymisestä aiheuttaa suurta vastustusta lietteen hyötykäytölle mm. USA:ssa. Katsaus valmistuu samaan aikaan oppaan kanssa 15.12. mennessä. Kirjallisuuskatsaus on liitteessä 1.

Loppuraportti, joka sisältää hankkeen tutkimustulokset, kustannusrakenne-erittelyn, **käsittelypaikan piirustukset ja rakennusselostuksen**

- Käsittelypaikan piirustukset ja mallit ovat osa taitettua opasta, eivät loppuraporttia. Rakennusselostusta ei liitetä oppaaseen. Se ei ole tarkoituksenmukainen tässä yhteydessä. Tilakäsittelypisteen järkevä perustaminen liittyy jo tilalla oleviin rakenteisiin, jotta investointikustannukset pysyisivät matalina. Tällöin on järkevää tuoda esille pisteen vaatimat rakenteet ja laitteet, mutta ei mitään tiettyä mallia tai rakennusselostusta.

Neljä erilaisia opasvideoita liittyen vastaanottoaseman toimintamalliin, rakentamiseen ja toiminnan pyörittämiseen.

- Rakentamiseen liittyvä neuvontavideo jää pois, koska pisteen erillinen rakentaminen hankkeen toimena jäi pois. Videon poisjääminen hyväksyttiin väliraportoinnin yhteydessä ja videoon liittyvät työpanostus siirrettiin hankkeen neuvonta-oppaan tekemiseen.

5. HANKKEEN VAIKUTTAUVUUS/VAIKUTUKSET

Hanke vaikuttaa pienimuotoisen ja paikallisen keräys- ja käsittelytoimintaa edistävästi. Hankkeessa on tuotu perinpohjaisesti esille toimintaympäristön reunaehdoja. Hankkeen tuloksia hyödyntäen voidaan toiminnan aloittamisen järkevyys tai mahdollisuudet jo olemassa olevan toiminnan laajentamiseksi. Hankkeen vaikuttavuutta uusien käsittelypisteiden toiminnan aloittamiseen on vaikeaa arvioida. Näkemyksemme mukaan parhaat mahdollisuudet toiminnan aloittamiseen on jo lietetyhjennyksiä tekeville maatalousyrittäjillä.

Suomessa on tietty määrä lietetyhjennyksiä sivutoimisesti tekeviä maatalousyrittäjiä. Näistä jollain osalla on tekniset ja taloudelliset mahdollisuudet tilallaan käsitellä paikallisia lietteitä. Tästä osasta on jokin osuus niin etäällä lietteiden tyhjennyspisteestä, että toiminta on taloudellisesti järkevää. Valonian arvion mukaan Varsinais-Suomessa on alueita joilla tilakäsittelytoiminta voisi olla kannattavaa. Tällaisia alueita ovat esimerkiksi Naantalın kaupungin saarialueet ja muut alueet maakunnassa joista tyhjennyspisteeseen tulee matkaa yli 25 kilometriä. Arviomme mukaan Varsinais-Suomessa voisi olla viisi toimivaa tilakäsittelypistettä vuoteen 2020 mennessä.

Suurempi vaikutus tulee olemaan kiinteistön oman kaivolietteen stabiloinnin ja levytyksen yleistyminen. Tällaiselle toiminnalle on maaseudulla paljon potentiaalia. Toimintaan houkuttaa selkeä kustannussäästö. Hankkeella on myös toivottavasti vaikutusta aiheeseen liittyvän lainsäädännön tulkintojen tarkentumiseen.

Tästä esimerkkinä voisi mainita tulkinnan tilakäsittelytoiminnan ympäristöluvan tarpeellisuudesta ympäristösuojelulain (27.6.2014/527) nojalla. Ei ole täysin yksiselitteistä miten eri lakien ja asetusten viittaussuhteet vaikuttavat em. luvanvaraisuuteen. Ympäristönsuojelulain 4. luvussa on säädetty eri toimintojen luvanvaraisuudesta. Lain 27 §:n mukaan ympäristölupa on oltava jätelain soveltamisalaan kuuluvan jätteen laitos- tai ammattimaiseen käsittelyyn. Lain kohdan viittaamassa liitteen 1 taulukoissa 1 ja 2 ei erikseen mainita lietteen käsittelyä. Laissa on myöhemmin määritelty poikkeus luvanvaraisuuteen kohdassa 32 § 2 (527/2014). Sen mukaan ympäristölupaa ei tarvittaisi haitattomaksi käsitellyn jätevesilietteen, sakokaivolietteen tai kuivakäymäläjätteen taikka haitattoman tuhkan tai kuonan hyödyntämiseen ja käyttöön lannoitevalmistelain (539/2006) mukaisesti.

Lannoitevalmistelain alaisilla maa- ja metsätalousministeriön asetuksilla 11/12 lannoitevalmisteita koskevan toiminnan harjoittamisesta ja sen valvonnasta sekä 24/11 lannoitevalmisteista (muutokset 12/12, 7/13) säädetään jätevesilietteiden käytöstä lannoitukseen maataloudessa. Näistä varsinkin asetuksen 12/12 artiklassa 11a on käsitelty jätevesilietteiden käyttöä maataloudessa. Tässä asetuksessa sekä asetuksen 11/12 2 §:ssä ilmoitusvelvollisuus on eritelty, milloin toiminta ei vaadi ympäristölupaa eikä ilmoittautumista Elintarviketurvallisuusviraston toiminnanharjoittajarekisteriin. Ammattimaisen käsittelyn ja siten ympäristöluvan tarpeen määrittelee asetuksen 12/12 virke: ”Edellä 2 momentin kohtien 1-4 vaatimukset eivät kuitenkaan koske maatilaa tai maatilojen yhteiseen käyttöön tarkoitettua sakokaivolietettä sekä kuivakäymäläjätettä, jotka ovat peräisin maatilalla asumisesta tai tilalla tapahtuvasta muusta toiminnasta taikka maatilaa läheisyydessä sijaitsevista muista asuinkiinteistöistä, ja jonka hyödyntäminen ympäristönsuojelulain (86/2000) nojalla ei edellytä ympäristölupaa.” (MMA 12/12, § 11a 3). Ilmoitusvelvollisuudesta vapautumisesta tässä poikkeustapauksessa säädetään 2 §:ssä mmm:n asetuksessa 11/12.

Maa- ja metsätalousministeriön mukaan ei ympäristölupaa tarvita, jos lähikiinteistöjä on 1-5 kappaletta. Tuota viittä kiinteistöä voi kunnan tai kaupungin ympäristöluvituksessa vastaava viranomaisena pitää ohjenuorana luvan tarpeesta päättäessään maatilaa lähikiinteistöjä laskiessaan. Harkinta on kuitenkin tapauskohtainen

koska mitään määrää ei ole asetukseen merkitty. Käsittelytoiminta voi tarvita ympäristöluvan myös ympäristösuojelulain 27 § 2 mom. ja 28 § nojalla, kuten asetusvirkkeessäkin viitataan.

Hanke tulee myös vaikuttamaan kuntien viranomaistasolla tuoden tietoa tilakäsittelyn eduista. Valonia pyrkii edesauttamaan tilakäsittelytoiminnan tunnettavuutta ja esittelemään sen mukanaan tuomia etuja kuntien viranomaisille kuntien kanssa yhteistyössä toimiessaan.

Traktoreiden käyttöön kuljetuksissa liittyvä lainsäädäntö on monipolvinen ja siitä on käytännön lainvalvonnassa moninaisia tulkintoja. Lainsäädäntöä pitäisi selkiyttää niin, että tulkinnallisuus vähenisi. Käytännön lainvalvoja pitäisi ohjeistaa yhteneväisesti niin, että eriävien tulkintojen mahdollisuus vähenisi ja pelisäännöt olisivat kaikille selvät. Tilakäsittelytoiminnassa hyödynnetään lainsäädännön maatalousyrittäjälle tarjoamia pienempiä vaatimuksia monissa kohdissa. Toimijalla ei välttämättä tarvitse olla liikennetraktoria käytettäessä tavaraliikenteen ammattipätevyyttä. Traktorissa voidaan käyttää dieselpolttoainetta tai siitä maksetaan ao. päivämaksu. Tämä voi aiheuttaa kilpailutilanteen vinoutumista maaseutuyrittäjän ja kuljetusalalla toimivan liete-yrittäjän välillä. Toiminta kilpailee myös biolaitosten kanssa hajalietteiden käytöstä.

Toiminnan laajeneminen on kuitenkin maaseutu- ja ympäristöpoliittisesti toivottavaa. Toiminta toisi kaivattuja toimeentulomahdollisuuksia ja lisätuloja maatalousyrittäjille sekä toisi lisää palvelutoimintaa haja-asutusalueille. Hanke vaikuttaa osaltaan palvelutoimintaa mahdollistavasti tuoden tietoa kustannuksista ja toiminnan järjestämisestä.

Hankkeen aikana perustettiin yksi tilakäsittelypaikka hajalietteiden käsittelyyn. Tämä käsittelypaikka on toiminnassa Sauvon kunnassa. Toiminnan jatkuessa tulevaisuudessa piste toimii ravinteiden kierrätystä edistävästi ja toimii edelläkävijänä ja mallina toiminnan järjestämiseen. Hanke edistää hajalietteiden ravinteiden kierrätystä takaisin elintarvikkeiden tuotantoon. Niiden liukoisen tyypin hyödyntäminen kuitenkin vaatii lisätoimia levityksen yhteydessä, jotta myös tyyppi tulisi kierrätettyä. Hankkeen vaikuttavuutta on arvioitu lisää liitteessä 4.

6. TULOSTEN KESTÄVYYS JA HYÖDYNTÄMINEN

Arvio tulosten kestävydestä

Tulokset tutkimustoimintaan liittyen ovat kestäviä. Hanke selvitti hajalietteiden ominaisuuksia. Näitä lietejakeita ei ole ennen tutkittu liittyen ravinnekiertoon. Hankkeen ansioista nyt tiedetään miten näitä lietteitä kannattaa ja ei kannata käyttää. Toimintaympäristöön liittyvien tuloksien kestävyys riippuu lainsäädännöllisistä sekä taloudellisista muutoksista yhteiskunnassa.

Tuloksia tullaan hyödyntämään Valonian toiminnassa. Valonia pyrkii toiminta-alueellaan edistämään lietteiden kestävää käyttöä ja vähentämään niistä aiheutuvaa ympäristökuormitusta. Hankkeen tuloksia tullaan esittelemään kuntien ympäristönsuojelu- sekä jätehuollosta vastaaville viranomaisille. Tulokset pyritään saamaan mukaan Varsinais-Suomen kuntien ympäristönsuojelumääräyksiin. Valonia myös esittelee hankkeen tuloksia toiminnassaan haja-asutuksen jätevesien asianmukaisen käsittelyn edistämisen yhteydessä.

Ehdotukset hankkeen tulosten hyödyntämiseksi

Kuntaliiton tai muun valtakunnallisen toimijan tulisi tehdä ehdotus ja malli tilakäsittelytoiminnan mahdollistavien määräyksien lisäämisestä kuntien ympäristönsuojelu- ja jätehuoltomääräyksiin.

7. TALOUSRAPORTTI

PUPE-hankkeen budjetti oli kokoisuudessaan 157900€. Hankkeen aikana budjettiin tarvittiin muutoksia johtuen hankkeen muuttuneesta ja hyväksytystä toteutussuunnitelmasta. Budjetoidut varat käytettiin kokonaisuudessaan ja ne olivat riittävät hankkeen tuotoksien aikaansaamiseksi.

Tarkempi kustannuserittely on liitteessä 5. (erillinen pdf-taulukko)

8. SUOSITUKSET TULEVIA HANKKEITA JA OHJELMIA VARTEN

Esiin nousseet jatkohankkeita koskevat ideat ja tarpeet

Maaseutuyrittäjän keräämien sako- ja umpikaivolietteiden käsittelyyn on olemassa myös muita menetelmiä kuin kalkkistabilointi. Niitä ei tässä hankkeessa selvitetty. Kalkkistabiloinnin keskeisin ongelma on lietteen korkea pH. Se johtaa siihen, että käytännössä kaikki lietteen liukoinen typpi haihtuu ilmaan pintaan tehdyn levityksen jälkeen. Periaatteessa kaikki lannoitevalmisteasetuksen tyyppinimiluettelossa sellaisenaan maanparannusaineena käytettävien sivutuotteiden käsittelymenetelmät ovat potentiaalisia käsittelyjä myös tässä konseptissa. Potentiaalisin selvitettävä käsittelytapa on tyyppinimen kemiallisesti hapetettu puhdistamoliete takana oleva ns. Kemicond-menetelmä, jossa käytetään rikkihappoa ja vetyperoksidia lietteen hygienisointiin. Menetelmät, jotka vaativat suuria investointeja tulevat tuskin kyseeseen, kuten mädätys, jos laitoksia, joissa niitä käytetään, ei ole rakennettu muusta syystä, ja tämä toiminta vain olisi siihen laajennus.

Levitysmenetelmien osalta jäi selvittämättä sijoitus, joka saattaisi olla tehokas ammoniakkiemissioiden selvään pienentämiseen, vaikka lietteen pH olisikin 12. Hankkeessa pystyttiin osoittamaan, että ammoniakkiemissio syntyy vasta pintalevityksen jälkeen. Levityksen jälkeistä ammoniakkiemissiota voitaisiin vähentää myös laskemalla lietteen pH tasoon 6 kalkkistabiloinnin jälkeen. Se voitaisiin tehdä jopa levityksen yhteydessä esimerkiksi SyreN-tekniikalla (vrt. LantaTeko-hanke). Lietteet voitaisiin mahdollisesti levittää sekoitettuna johonkin muuhun lietteeseen. Myös sakokaivolietteiden kuiva-ainepitoisuus oli hyvin pieni.

Umpikaivolietteiden osalta asiaan ei juuri voi vaikuttaa ainakaan, jos harmaita vesiä ei johdeta eri käsittelyyn. Pieni kuiva-ainepitoisuus aiheuttaa sen, että levityskustannuksetkin ylittävät lietteiden ravinnesisällön arvon. Jatkossa olisi mielekästä selvittää, miten sakokaivot voitaisiin tyhjentää niin, että niistä poistetaan vain liete eikä myös kaivoja täyttävä jätevesi.

Mitä vastaavissa hankkeissa tulisi välttää, mitä suositellaan

Hankkeissa joissa tutkimustoiminta on keskeisessä roolissa, pitäisi hankkeen kesto olla sovitettu niin, että tulosten käsittelyyn on varattu riittävästi aikaa. Tästä esimerkkinä voi mainita lietteiden maatalouskäyttöön liittyvät kenttäkokeet. Kenttäkoevuoden jälkeen pitäisi olla aikaa raportoinnille ainakin seuraava kevät. Siihen ei tämän hankkeen puitteissa ollut mahdollisuutta.

LÄHDELUETTELO

KIRJALLISET JA SÄHKÖISET LÄHTEET

Häkkinen, E., Merilehto, K. (2012). Valtakunnallisen jätesuunnitelman seuranta • 1. väliraportti. Ympäristöministeriön raportteja 3/2012. http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Jatteet_ja_jatehuolto/Jatesuunnittelu/Valtakunnallisen_jatesuunnitelman_seuranta. Haettu 28.11.2014

Julkaisematon selvitys. Valonia 2013; Selvitys sako- ja umpikaivolietetyhjennysten järjestämisestä Turun seudun jätehuolto oy:n osakaskunnissa. Turku 2013. Turun kaupunkiseudun jätehuoltolautakunnan arkisto.

Kapuinen, P. ja Karhunen, J. (1996). EPS-rakeet ja EPS-rouhe sikalan lietesäiliön katteena. VAKOLAn tiedote 72: 1 – 17.

Kapuinen, P., Salo, T. ja Paavola, T. (2012). Orgaaniset lannoitevalmisteet ohran typen lähteenä. Julkaisussa: Maataloustieteen Päivät 2012. Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisu no 28. Toim. Nina Schulman ja Heini Kauppinen. Viitattu 25.11.2014. Julkaistu 15.1.2012. Internetissä: wee.smts.fi Orgaaniset lannoitevalmisteet ohran typen lähteenä. ISBN 978-951-9041-56-8.

Leino, N. 2014: Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon tarkkailututkimus, Vuosiraportti 2013. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristöntutkimus Oy. Raportti Nro 306-14-685. 78 s + liitteet. http://www.turunseudunpuhdistamo.fi/docs/TSP_Vuosiraportti_2013.pdf

MMM (2014). Esitys Manner-Suomen maaseudun kehittämissuunnitelmaksi 2014-2020. <https://www.maaseutu.fi/fi/maaseutuohjelma/Sivut/default.aspx> . Haettu 26.11.2014

Opas ympäristötuen ehtojen mukaiseen lannoitukseen 2007-2013. N.d. Maaseutuvirasto. Maaseutuviraston julkaisusarja: Hakuoppaita ja ohjeita. Viitattu 23.11.2014. <http://www.mavi.fi/fi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijä/Documents/Opas%20ymp%C3%A4rist%C3%B6tuen%20ehtojen%20mukaiseen%20lannoitukseen%202007-2013.pdf>.

Työryhmämuistio, MMM 2009: Lannoitevalmistesektorin tulevaisuuskatsaus vuosille 2009 – 2013. Helsinki 2008. 35 s + liitteet. http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/tyoryhmuistiot/2009/5DZni0S8G/trm1_2009.pdf

Viljavuuspalvelu Oy. 2014. Lantatilasto 2005-2009. <http://viljavuuspalvelu.fi/sites/default/files/sites/default/files/tilastot/Lantatilasto%202005%20-%202009.pdf>. Haettu 24.11.2014.

LAIT JA ASETUKSET (lait ja asetukset on luettavissa osoitteessa: www.finlex.fi)

Ajokorttilaki (386/2011)

Arvonlisäverolaki (1501/1993)

Jätelaki (17.6.2011/646)

Laki elinkeinotulon verottamisesta (360/1968)

Laki polttoainemaksusta (1280/2003)

Laki kuorma-auton ja linja-auton kuljettajan ammattipätevyydestä (273/2007)

Laki kaupallisista tavarankuljetuksista tiellä (693/2006)

Maatilatalouden tuloverolaki (543/167)

Valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta (931/2000)

MMMa 24/2011
MMMa 11/2012
MMMa 12/2007
MMMa 503/2007

Neuvoston direktiivi annettu 12 päivänä kesäkuuta 1986 ympäristön, erityisesti maaperän, suojelusta käytettäessä puhdistamolietettä maanviljelyssä. Euroopan yhteisöjen virallinen lehti N:ro L181/6: 127 – 133.
Haettu 26.11.2014 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:31986L0278&from=FI>
Ympäristönsuojelulaki (527/2014)

TIEDONANNOT

Salminen Pirjo, neuvotteleva virkamies, Maa- ja metsätalousministeriö, tiedonanto sähköpostilla 7.1.2015

LIITELUETTELO

- LIITE 1. Kirjallisuuskatsaus lietteen hyötykäytöstä
- LIITE 2. Selvitys lietteiden ravinnepitoisuuksista ja tilakäsittelystä
- LIITE 3. Valonian näytteenoton analysoinnin tilastollisia kuvaajia ja tunnuslukuja
- LIITE 4. Hankkeen tuloksellisuuden ja vaikuttavuuden arviointi
- LIITE 5. Hankkeen tarkka kustannuserittely (erillinen pdf)
- LIITE 6. Inkubointikokeen loppuraportti (erillinen pdf)

LIITE 1. Kirjallisuuskatsaus lietteen hyötykäytöstä

KIRJALLISUUSKATSAUS LIETTEEN HYÖTYKÄYTÖSTÄ MAAILMALLA JA SUOMESSA

Tässä kirjallisuuskatsauksessa selvitetään uusimpia julkaisuja ja tutkimusta puhdistamolietteiden hyötykäyttöön liittyen Suomessa ja maailmalla. Katsaus on tehty Putsareista pelloille – hankkeessa. Aihetta on rajattu koskemaan vain maatalouskäyttöä ja sen edistymiseen liittyviä seikkoja. Rajausta tulee hankkeen tavoitteista. Hankkeessa tutkittiin voisivatko haja-asutuksen sako- ja umpikaivolietteet toimia paikallisesti järkevinä ja kustannustehokkaina lannoitevalmisteina nykyaikaisessa ravinnekiertoon pyrkivässä maataloudessa.

SUOMI

Suomessa jätevesilietteiden hyötykäyttö on tutkinut SYKE tuoreessa raportissaan Orgaaniset haitta-aineet puhdistamolietteissa (2014). Raportin mukaan lietteen hyötykäyttö vaihtelee Pohjoismaiden välillä. Suurinta hyötykäyttöä on Tanskassa ja Norjassa. Suomessa suurin osa vuosittaisesta noin 23 000 000 tonnista (märkäpaino) menee viherrakentamiseen. Vain kymmenen prosenttia käytetään maanviljelyksessä.

Toinen tärkeä tutkimus aiheesta on SYKEN esiselvitysraportti lietteen loppusijoituksesta (2008). Raportissa on käyty läpi eri EU-maiden lietteitä koskevien direktiivien implementointia, lietteiden käsittelyä ja loppusijoitusmenetelmiä. Raportin koostamisen aikoihin eri maissa tutkimuksen alla olivat seuraavat aiheet lietteen käsittelyssä ja loppusijoituksessa: mädätys, energiahyötykäyttö, kompostointi, matokompostointi, lietteen määrän vähentäminen, lietteen fysikaaliset ominaisuudet, patogeenit lietteessä, potentiaalisesti haitalliset aineet lietteessä, loppusijoitus ja hyötykäyttö, riskinarviointi, ympäristökuormituksen arviointi, biojätteen (ml. liete) käsittelyn arviointi.

Huomionarvoista PUPE-hankkeen kannalta on raportissa esitetyt kootut tutkimustulokset sivuilla 41 ja 42 lietekäsittelymenetelmien vaikutuksista patogeenien esiintyvyyteen. Käsittely kalkilla on esitettyjen tulosten perusteella varsin tehokas menetelmä lietteiden hygieenisen laadun parantamiseksi.

Lietteiden maanviljelyskäytön yleistymistä vaikeuttavat monet seikat kuten raportissa todetaan sivulla 21: ”Eurooppalaisittain tärkeimmät syyt siihen, miksi lietetuotteita ei käytetä maataloudessa, ovat tärkeysjärjestyksessä liian korkeat raskasmetallipitoisuudet, taudinaiheuttajat, liian korkea typpipitoisuus, orgaaniset haitta-aineet, kustannukset (kuljetus) ja ennakkoluulot lietteen käyttöä kohtaan. Näiden lisäksi lietteen maatalouskäyttöä vähentävät: alueelliset rajoitukset, kausittainen käyttö (varastointitarve), vaihtoehtoiset käyttömahdollisuudet kiinnostuneiden asiakkaiden puute, ja viranomaisten toimet. Myös fosforin käyttökelpoisuus kasveille voi olla liian heikko, jotta lietettä voitaisiin käyttää lannoitteena maataloudessa.”

RUOTSI

Kirjallisuuskatsaus tehtiin yhteistyössä Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistyksen kanssa. He tutustuivat loppuraportissaan Ruotsin Södertäljen malliin, jossa käymälätuotteita märkäkompostoidaan. Ohessa on katkelma hankkeen loppuraportista Haja-asutuksesta muodostuvien jätevesilietteiden paikallinen käsittely osana haja-asutuksen jätevesihuoltoa ja ravinteiden kierrätystä (23/2013).

6.3. Käymälätuotteiden märkäkompostointi Södertäljessä

Ruotsissa haja-asutusalueella muodostuvien käymälälietteiden sisältämät ravinteet palautetaan harvoin lannoitteeksi viljelyksille, koska yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoilla ne sekoitetaan mm. teollisuudesta tulevien jätevesien kanssa, eikä niitä sen jälkeen hyväksytä lannoitteeksi viljelijöiden ja kuluttajien

keskuudessa. Hölön alueella Södertäljessä on tavoitteena vähentää kiinteistökohtaisista jätevesijärjestelmistä ympäristöön kohdistuvaa kuormitusta ja samalla edistää kestävää maataloutta. Kiinteistökohtaisten jäteveden käsittelyratkaisujen perustana ovat lietteiden määrää minimoivat, pesu- ja käymälävesien erilliskäsittelyyn perustuvat jätevesiratkaisut, joiden käymälävesistä muodostuvat lietteet kuljetetaan läheiseen märkäkompostointilaitokseen, jossa ne käsitellään ja kierrätetään takaisin viljelyksille. Kiinteistöistä muodostuvat pesuvedet johdetaan saostuskaivokäsittelyn jälkeen yksinkertaiseen imeytyskenttään.

Märkäkompostointilaitos rakennettiin TelgeNät:n toimesta (Södertäljen kunnallistekniikasta vastaava yritys/laitos). Laitos sijaitsee paikallisen maanviljelijän maalla, ja sama viljelijä käyttää valmiin lietteen pelloillaan lannoitteena ja maanparannukseen. Laitos vastaanottaa ja käsittelee 1500 m³ WC -vesiä vuodessa. Lietteiden hygienisointi perustuu urean lisäämiseen, jolla lietteen pH nostetaan tasolle, jossa taudinaiheuttajamikrobit kuolevat. Ensimmäinen tällä menetelmällä käsitelty, tiukat testit läpäissyt maanparannusaine ja lannoite levitettiin läheisille viljelyksille loppukesällä 2013. Osalla Hölön alueen kotitalouksia on käytössään vähän vettä käyttävät mekaaniset tai alipaineeseen perustuvat WC-ratkaisut. Muodostuva liete on siten huomattavasti sakeampaa kuin, jos käytössä olisivat perinteiset runsaasti vettä käyttävät WC-istuimet.

Tavoitteena on saada kaikki alueen kotitaloudet siirtymään vähän vettä käyttäviin WC-ratkaisuihin, jotta märkäkompostointiprosessi toimisi paremmin. Tällöin lietteen hygienisoimiseen käytetystä urealisäyksestä voitaisiin luopua. Vähän vettä käyttävien WC-ratkaisujen avulla vältetään myös turhalta veden kuljettamiselta. Asiakkaat maksavat kiinteän "jätemaksun", joka sisältää kaivojen tyhjennyksen. Tyhjennysten tekemisen ym. logistiikan hoitaa paikallinen konerengas (MR Sörmland)

YHDYSVALLAT

Yhdysvalloissa maan viranomaistaho EPA (Environmental Protection Agency) on antanut ohjeistusta liittyen puhdistamolietteiden maatalouskäyttöön ja hävitykseen raportissa: Biosolids: Targeted National Sewage Sludge Survey Report (2009). Yhdysvalloissa puhdistamolietteiden käyttöä edistää maanlaajuinen National Biosolids Partnership. Puhdistamolietteiden menekkiä ja mainetta on pyritty parantamaan uudella nimityksellä. Puhdistamolietetuotteita kutsutaan nimellä "biosolids". Suoraa käännöstä suomen kieleen on vaikea tehdä, mutta termillä tarkoitetaan hyväksytyillä menetelmillä kierrätyskelpoiseksi saatettua puhdistamolietettä. Toimijan mukaan Yhdysvalloissa puhdistamolietteestä 45 % levitetään maahan.

'Biosolids' -lietetuotteiden sijoittaminen maahan ja maatalouskäyttö on myös aikaansaanut paljon vastustusta. Esimerkiksi Center for Media and Democracy -ryhmän projekti Food Rights Network ylläpitää portaalia joka on omistettu puhdistamolietteiden maatalouskäytön estämiselle. Suurina huolenaiheina on lietteen sisältämien haitallisten aineiden päätyminen ruokaan. Lietetuotteita luonnehditaan myrkyllisiksi ja vaarallisiksi. Lietetuotteiden vastainen julkisuuskampanja on saanut ison luomutuotteiden vähittäiskauppaketjun kieltämään lietetuotteiden käytön myymiensä tuotteiden kasvatuksessa.

LÄHTEET

Center for Media and Democracy. www-sivusto.
<http://www.sourcewatch.org/index.php?title=Portal:Toxic_Sludge>. 12.12.2014

Kasurinen, V., Munne, P., Mehtonen, J., Türkmen, A., Seppälä, T. 2014. Orgaaniset haitta-aineet puhdistamolieteteissä. Suomen Ympäristökeskuksen Raportteja VI.
<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/43222>

Rantanen, P., Valve, M., Kangas, A. 2008. Lietteen loppusijoitus-esiselvitys. Suomen Ympäristökeskuksen Raportteja I. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/39777/SYKEra_1_2008.pdf?sequence=1

Särkelä, A., Lahti, K., Haapala, T. 2013. Haja-asutuksesta muodostuvien jätevesilietteiden paikallinen käsittely osana haja-asutuksen jätevesihuoltoa ja ravinteiden kierrätystä. Raportti 23/2013.
http://vhvsy.online.fi/files/upload_pdf/1564/lieteraportti232013.pdf

The National Biosolids Partnership (NBP) www-sivusto.
<<http://www.wef.org/Biosolids/Default.aspx?id=7506Z>>. 12.12.2014

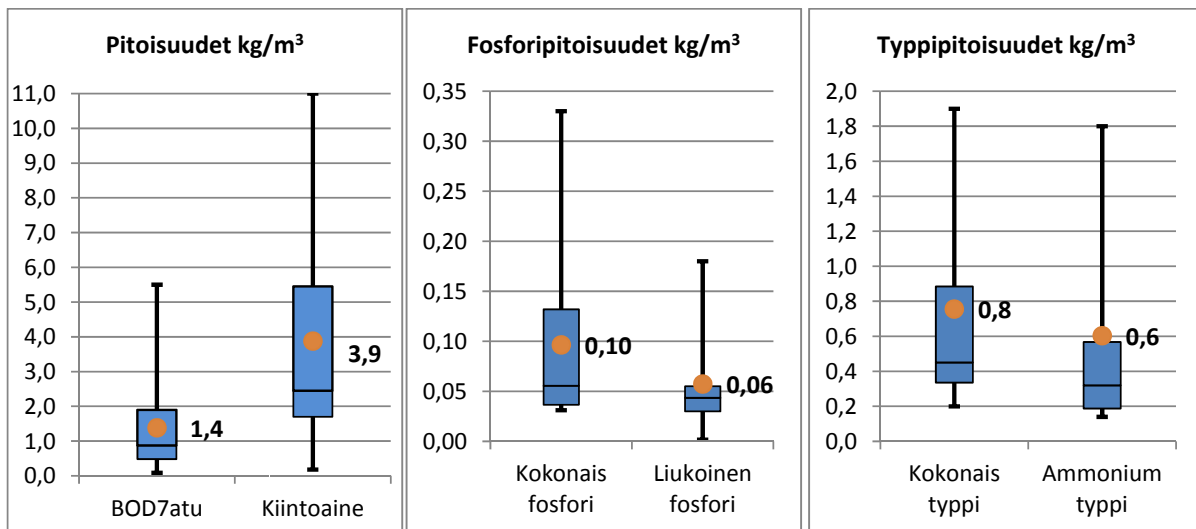
U.S. EPA, 2009. Targeted National Sewage Sludge Survey Sampling and Analysis Report. Office of Water, Washington, DC. EPA-822-R-08-016. January 2009.
http://water.epa.gov/scitech/wastetech/biosolids/upload/2009_01_15_biosolids_tnsss-tech.pdf

LIITE 2. Selvitys lietteiden ravinnepitoisuuksista ja tiläkäsittelystä

Ravinteet lietteissä

Valonia selvitti haja-asutuksen sako- ja umpikaivolietteitä sisältämiä aineita 52 näytteen otoksesta. Pyrkimyksenä oli selvittää ravinteiden pitoisuudet sekä kalkkistabiloinnin vaikutusta eri ravinteiden määrään ja käyttökelpoisuuteen. Ravinneanalyysien tulokset yllättivät. Varsinkin kiintoaineen pienet pitoisuudet aiheuttivat ihmetystä niin ohjausryhmän kuin hankehenkilöstön keskuudessa. Ajatuksellinen lähtökohta tuntui olevan, että sakokaivot ovat täynnä tiukkaa ja jähmeää tavaraa. Tulokset kuitenkin osoittivat että kaivoissa on lähinnä vettä.

Näytteet otettiin pääasiassa kaivotyhjennyksen yhteydessä. Kaivon sisältö imettiin tyhjän imupainevaunuun. Tyhjennyksen yhteydessä voidaan olettaa kaivon sisällön sekoittuneen tehokkaasti. Seuraavaksi lietteiden keräilijä otti näytteen levityssuuttimesta. Näytteet analysoitiin Ramboll Analytics Oy:n laboratoriossa Lahdessa. Alla olevissa kuvaajissa on esitetty otettujen näytteiden analyysitulosten tilastollisia tunnuslukuja. Kuvaajassa ovat esitettyinä keskiarvo, pienin arvo, alaneljännes, mediaani, yläneljännes ja suurin arvo.



Kuvio 1. Sako- ja umpikaivolietteiden pitoisuudet. (Jussi Heikkinen)

Valonian tulokset ovat hyvin samansuuntaiset kuin Turun seudun puhdistamo Oy:n seurantatiedot (Leino, N. 2014) vastaanotetun sako- ja umpikaivolietteen osalta. Alla olevassa taulukossa on Valonian tuloksia verrattu TSP Oy:n tietoihin ja Viljavuuspalvelu Oy:n tietoihin sekä ympäristötuen ehtojen ohjeellisiin naudan lietelannan ravinnepitoisuuksiin. Tulosten perusteella voidaan sanoa, että haja-asutuksen kotitalouslietteiden tyhjennyksen jäljiltä imupainevaunussa oleva kuutio lietettä sisältää keskimäärin kiintoainetta hieman alle 4 kiloa, puolitoista kiloa orgaanista ainetta, sata grammaa fosforia ja kahdeksan sataa grammaa typpeä, josta noin puolet on liukoista.

Näytetuloksista nousi esille eroavaisuuksia eri lietejakeiden välillä. Sakokaivolieteteissä on vertailussa enemmän kiintoainetta ja orgaanista ainetta. Tämä selittyy sakokaivon kiintoainetta keräävällä rakenteella. Umpikaivoissa taas on vertailussa enemmän typpeä. Kalkkistabilointikäsittelyn vaikutusta typen määrään on käsitelty luvussa 4.

Taulukko 1. Vertailu eri lähteiden välillä lietteiden pitoisuuksista.

Vertailu eri lähteiden tiedoista (kg/m ³)				
	TSP Oy	PUPE	Viljavuuspalvelu: naudan lietelanta	Ympäristötuen ehtojen ohjeelliset lannan ravinnepitoisuudet
BOD7ATU	2,60	1,39		
Fosfori	0,09	0,10	0,50	0,50
Kokonaistyyppi	0,39	0,76	3,00	
Liukoinen typpi		0,60	1,70	1,80
Kiintoaine	7,20	3,88	5,50	

Tilakäsittely

Eri kiinteistöiltä noudettujen sako- ja umpikaivolietteiden koostumuksessa on suuria eroja (kuvio 1.). Viljelykäytössä on kuitenkin oleellista, että maanparannusaineena lietteen koostumus olisi mahdollisimman vakio erityisesti liukoisen tyypin pitoisuuden osalta. Muutoin tuloksena voi olla epätasainen kasvusto. Koostumukseltaan tasaiseen lietteeseen päästään siten, että sako- ja umpikaivolietteet ensin kerätään keräilyaltaaseen ja käsitellään vasta sitten yhdellä kerralla keräilyaltaassa tai erillisessä esimerkiksi merikontista tehdyssä käsittelysäiliössä. Samasta syystä keräilyaltaan liete on sekoitettava hyvin käsittelyn yhteydessä tai pumpattaessa sitä käsittelykonttiin. Tällöin levitettävän lietteen ravinnepitoisuudet ovat suhteellisen tasaiset koko keräilyaltaassa tai siitä käsiteltävässä erässä. Erästä voidaan tällöin ottaa yksi yhteinen edustava näyte, josta saatuja analyysituloksia sovelletaan koko erän levityksen suunnittelussa tai ainakin jälkikäteen kirjataan käytetyt ravinteet sen perusteella. Jälkimmäisessä tapauksessa levitys voidaan suunnitella aikaisempien käsittelyerien ravinnepitoisuuksien perusteella.

Keräilyaltaan koon on oltava vähintään sellainen, että lietettä ei tarvitse levittää sinä aikana kuin se on valtioneuvoston asetuksen maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta (931/2000) perusteella kielletty. Uusi ns. nitraattiasetus annetaan todennäköisesti ennen kevättä 2015. Tarkka levityskieltoaika on tarkistettava siitä. Käsittelykontin tilavuuden tulisi olla levitysvaunun tilavuuden jokin kerranne lisätynä muutamalla kuutiolla, jotta se tulisi hyödynnettyä tehokkaasti. Keräilyaltaan sisällä käsittely käsittelykontissa kestää useita päiviä, koska jokaisen käsittelyn yhteydessä kalkin on annettava vaikuttaa vähintään 2 tuntia pH:n ollessa vähintään 12. Jos keräilyaltaan koko on 600 m³ ja käsittelykontin 30 m³, kuten esimerkkitapauksessamme, käsittelyeriä tulee 20. Pelkästään kalkin vaikutusaika vaatii 40 tuntia. Käsittelyiden välissä käsitelty liete levitetään. Kontillisen levittämiseen voidaan arvioida menevän tunti. Sen jälkeen konttiin on pumpattava uusi erä, lisättävä kalkki, sekoitettava sitä vähintään 10 minuuttia. Kontin sisältöä ei ole syytä sekoittaa koko kalkin vaikutusaikaa, koska se lisäisi liukoisen tyypin tappiota merkittävästi lietteen pH:n ollessa 12.

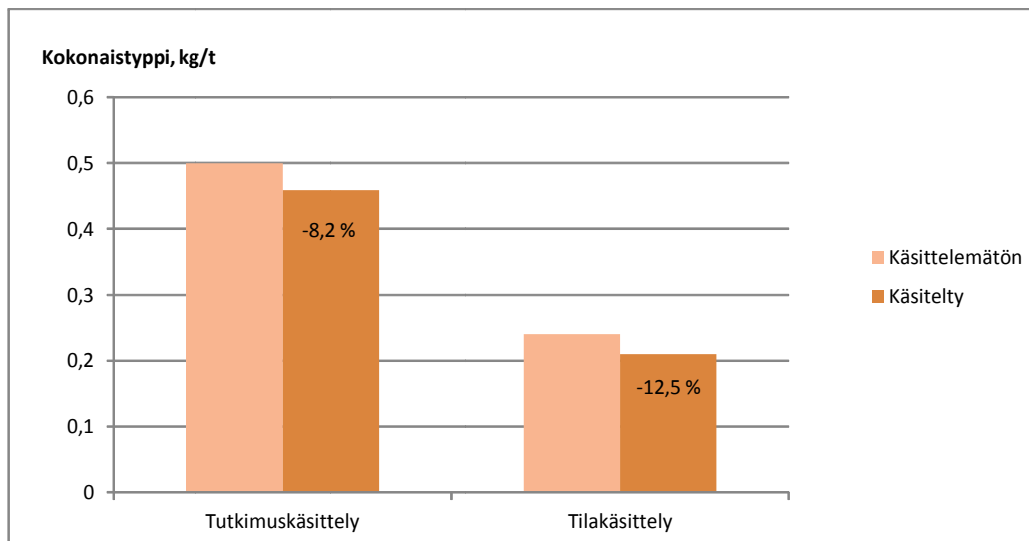
Lietettä on kuitenkin syytä sekoittaa kuormauksen aikana, jotta pohjalle ei kertyisi kiintoainetta. Kalkkistabilointi aiheuttaa sen, että kiintoaine laskeutuu nopeasti pohjaan sekoituksen päätyttyä. Laskeutuvasta kiintoaineesta pääosa on kalkkia, koska lietteiden kiintoainepitoisuus on hyvin pieni. Sekoittimen pitää olla tehokas pohjaan laskeutuneen kiintoaineen saamiseksi mukaan lietevaunun kuormauksen yhteydessä. Eränvaihto vienee noin puoli tuntia sisältäen kalkin lisäyksen ja sekoituksen. Näihin toimiin menee noin 30 tuntia. Siten 600 m³:n käsittelyyn ja levitykseen menee vain 70 tuntia. Toimintaa saisi nopeutettua noin puoleen käyttämällä kahta käsittelykonttia. Tällöin toisessa kontissa kalkki on vaikuttamassa ja toisesta kontista levitetään. Konttien mitoituksen tulisi olla sellainen, että kalkin kahden tunnin vaikutusajan kuluessa ehtii levittää toisen kontin sisällön.

Käytännössä keräilyaltaan sisältöä pitää sekoittaa ennen jokaista käsittelykontin täyttöä, jotta levitettävän lietteen koostumus pysyisi tasaisena. Sekoittimen pitää olla niin tehokas, että koko keräilyaltaan sisältö saadaan liikkeeseen. Toisaalta runsas sekoitus saattaa johtaa suuriin typen tappioihin ammoniakkinä. Kuitenkin koska kalkkistabiloinnissa lietteen pH nostetaan 12:een, pääosa ammoniakkiemissiosta syntyy pintaleivityksen yhteydessä. Periaatteessa kalkkistabilointi voidaan tehdä myös keräilyaltaassa. Yhdellä kerralla tehtävään käsittelyyn sopii tässä mielessä paremmin suhteellisen syvä, esimerkiksi yleensä noin 3 metriä syvä lietelantasäiliö paremmin kuin matala kumimattoallas. Tällöin käsittelystä syntyvät ammoniakkitappiot eivät ole suuremmat kuin käsittelykontissa. Lietelantala on myös siinä mielessä hyvä ratkaisu, että sen sisällön sekoittamiseen ja pumppaamiseen sopivat hyvin tavanomaiset maataloudessa lietelannan sekoittamiseen käytettävät pumppusekoittimet. Kumialtaassa lietteen syvyys on pieni, ja lietepintaa on paljon. Tällöin ammoniakkiemissio on suuri suhteessa konttikäsittelyn aiheuttamaan.

Potkurisekoitin sopii sekä kumialtaaseen että lietesäiliöön kerätyn lietteen sekoittamiseen. Pumppusekoitinta voidaan käyttää myös lietteen pumppaamisen käsittelykonttiin tai levitysvaunuun käsittelyn jälkeen. Sekoittimien on käytännössä oltava traktorikäyttöisiä, koska sähkökäyttöisten sekoittimien tehot eivät yleensä ole riittävät vaadittavien liittymätehojen takia. Keräilyaltaassa olevan lietteen pinnasta syntyvää suurta ammoniakkitappiota voi pienentää esimerkiksi kevytsora- tai polystyreeniraakatteella (Kapuinen ja Karhunen 1996). Myös käsittely erillisessä suljetussa kontissa saattaa olla tässä mielessä parempi ratkaisu kuin käsittely laajassa kumimattoaltaassa.

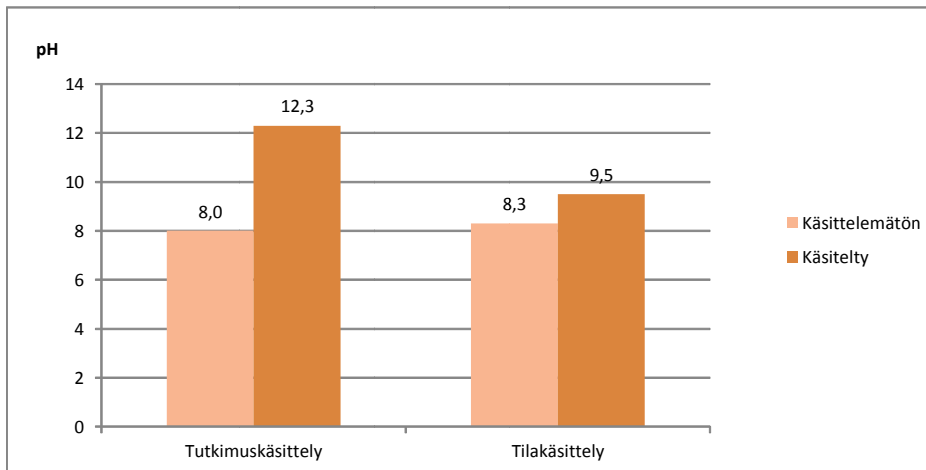
Ravinetappiot käsitellyissä lietteissä

Kenttäkokeisiin liittyvässä kuution IBC-kontissa tehdyssä sakokaivolietteen kalkkistabiloinnissa (tutkimuskäsittely) kalkin määrän ollessa 20 kg/t kokonaistypen tappio oli 8,2 %.



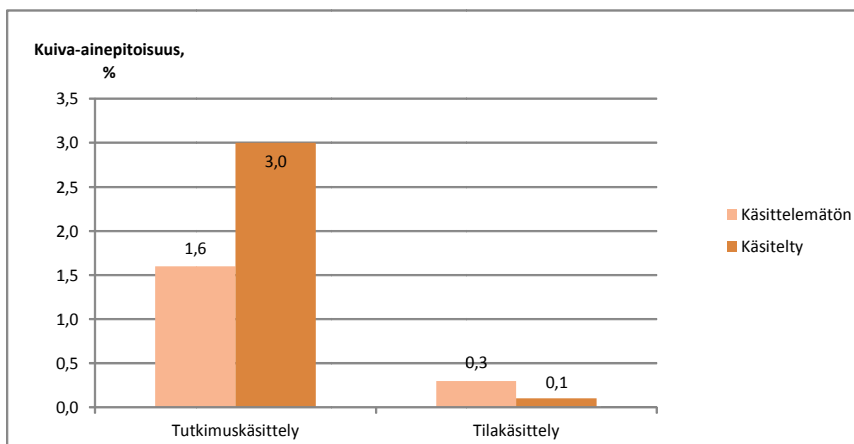
Kuvio 2. Kokonaistypen pitoisuuden muutokset tutkimus- ja tiläkäsittelyssä (Tanja Ikaläinen)

Vastaavasti tilakäsittelyssä tappio oli 12,5 %, kun kalkin määrä oli 12 kg/t. Sekä tutkimuskäsittelyssä että tilakäsittelyssä lietteiden pH oli ennen käsittelyä noin 8.



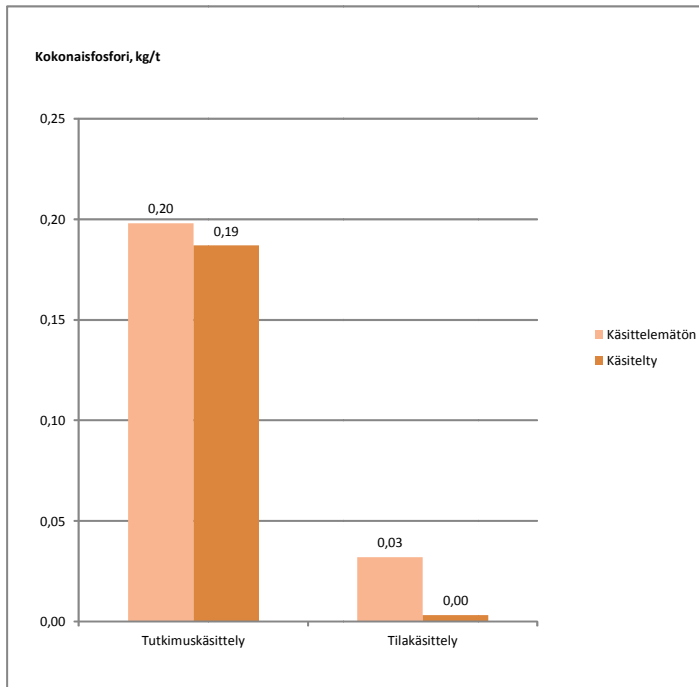
Kuvio 3. pH:n muutokset tutkimus- ja tilakäsittelyssä (Tanja Ikläinen)

Kuitenkin vain tutkimuskäsittelyssä lietteen pH nousi riittävän korkeaksi. Tilakäsittelyssä pH oli käsittelyn jälkeen vain 9,5. Tutkimuskäsittelyssä lietteen kuiva-ainepitoisuus lisääntyi käsittelyssä merkittävästi.



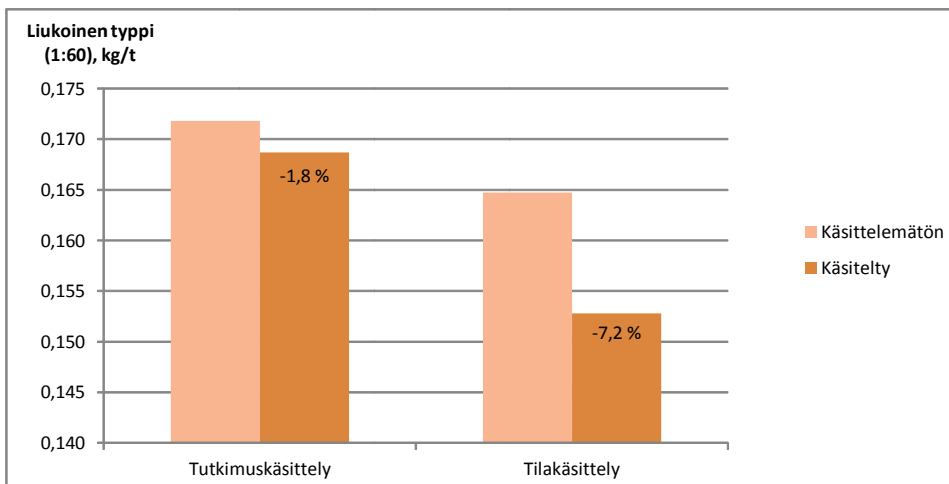
Kuvio 4. Kuiva-ainepitoisuuden muutokset tutkimus- ja tilakäsittelyssä (Tanja Ikläinen)

Kalkkia lisättiin 20 kg kuutioon, mutta kuiva-ainepitoisuuden lisääntyminen vastasi vain 15 kg:n lisäystä. Tilakäsittelyssä kuiva-ainepitoisuus laski selvästi, mikä kertoo siitä, että lietteen sekoittaminen oli täysin riittämätöntä. Lietteiden kuiva-aine ja kalkki laskeutuivat käsittelykontin pohjalle ja saatu näyte ei ollut edustava. Kuiva-aineen laskeutuminen tilakäsittelyssä käsittelykontin pohjalle näkyy myös kokonaisfosforin pitoisuuden radikaalina laskuna.



Kuvio 5. Kokonaisfosforipitoisuuden muutokset tutkimus- ja tilakäsittelyssä (Tanja Ikkäläinen)

Sen sijaan tutkimuskäsittelyssä kokonaisfosforin pitoisuus oli käsittelyn jälkeen käytännössä sama kuin ennen sitä. Kasvinravitsemuksen kannalta kokonaistypen tappiota oleellisempi on liukoisen typen tappio.



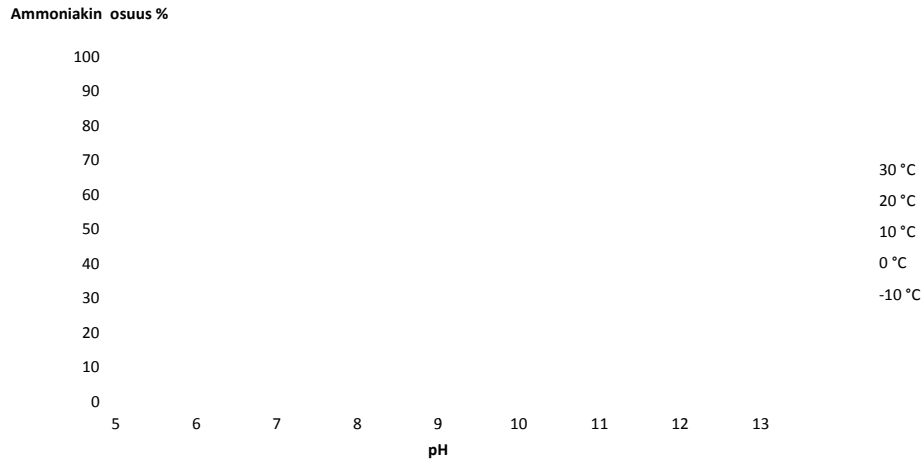
Kuvio 6. Liukoisen typen pitoisuuden (vesiuutto 1:60) muutokset tutkimus- ja tilakäsittelyssä (Tanja Ikkäläinen)

Tutkimuskäsittelyssä liukoisen typen (1:60 vesiuutto) tappio oli vain 1,8 %, kun se tilakäsittelyssä oli 7,2 %. Liukoisen typen tappio on siten varsin pieni itse käsittelyn yhteydessä huolimatta korkeasta pH:sta. Sen sijaan

sen tappiot ovat varsin suuret levityksen jälkeen pellolla. Siihen voidaan vaikuttaa tehokkaasti esimerkiksi käyttämällä sijoitusmenetelmää tai laskemalla lietteen pH:ta käsittelyn jälkeen.

Käsittelyn lietteen peltokäyttö

Käsittelyn lietteen pH on korkea, jolloin siitä levityksen jälkeen syntyvät ammoniakkitappiot ovat suuret erityisesti tuulisella säällä. Kun lietteen pH on kalkkistabiloinnin takia vähintään 12, käytännössä lähes kaikki liukoinen tyyppi on valmiiksi ammoniakkina, joka haihtuu hyvin helposti pintalevityksen jälkeen.



Kuvio 7. Ammoniakin tyyppien osuus ammoniakin ja ammoniumin tyyppistä (Tanja Ikäläinen)

Edes matala lämpötila ei riitä vähentämään ammoniakin osuutta liukoisesta tyyppistä pH:n ollessa näin korkea. Tämän takia käsitellyt lietteet tulisi mieluiten sijoittaa tai ainakin levittää tyynellä säällä ja mullata nopeasti. Ammoniakkimissioiden vähentämiseksi olisi syytä laskea lietteiden pH:ta ennen pintalevitystä esimerkiksi lisäämällä happoa.

Multaus on mahdollista ainoastaan mullokseen tehdyn levityksen jälkeen. Levitysmäärät ovat potentiaalisesti hyvin suuret, koska käsiteltyjen sako- ja umpikaivolietteiden ravinnepitoisuudet ovat hyvin pienet. Suuret levitysmäärät ennen kylvöä kuitenkin haittaavat ja jopa viivästyttävät kylvömuokkausta ja itse kylvöä. Esimerkiksi levitysmäärä 30 m³/ha vastaa 3 mm:n sadetta. Käytännössä tätä suurempia määriä ei ennen kevätkylvöä voi levittää. Tämän suuruisen levitysmäärän mukana voisi tulla noin 10 kg/ha liukoista tyyppiä, mutta suurin osa siitä kuitenkin haihtuu ammoniakkina ilmaan korkean pH:n takia, jos sitä ei sijoiteta. Kasvustoon levitettäessä multaus ei ole mahdollista eikä kasvusto estä ammoniakin haihtumista pintaan levitetystä lietteestä.

Kasvustoon voitaisiin levittää suurempikin määrä käsiteltyä lietettä ilman, että sen mukana tuleva vesimäärä haittaisi. Päinvastoin se voi toimia sadetuksena. On kuitenkin varottava lietevaunulla tehtävästä levityksestä aiheutuvaa liian rankkaa sadetusta, joka voi johtaa liettymiseen. Ns. kasvustoon levitys ei edellytä, että vilja olisi jo orastunut, vaan ensimmäinen levitys voidaan tehdä heti pellon kuivuttua ennen kylvöä tehdystä levityksestä.

Seuraava levitys voidaan tehdä pellon kuivuttua edellisestä levityksestä. Levitys voidaan siten toistaa useita kertoja samalla paikalla. Luonnonsateet voivat kuitenkin siirtää levitystä vastaavasti, jolloin voi muodostua tyyppiä puutetta. Kasvustoon levitys johtaa kuitenkin suuriin ammoniakkitappioihin pintalevitysmenetelmiä käytettäessä varsinkin tuulisella säällä. Lämpötila yleensä nousee kasvukauden kuluessa, joten

ammoniakkiemissio yleensä lisääntyy levityksajan siirtyessä myöhempään ajankohtaan. Joka tapauksessa pintalevitykseen pitäisi käyttää letkulevitintä hajalevityksen sijasta, koska sillä saavutetaan parempi levitystasaisuus. Tämä johtaa kuitenkin suurempiin investointikustannuksiin, koska keräilyssä on käytännössä käytettävä imu-painevaunua, joka harvoin varustetaan letkulevittimellä. Toisaalta lietteiden keräilyssä käytettävässä vaunussa rengasvarustuksen pitäisi olla tiekäyttöön sopiva ja levitysvaunussa taas peltokäyttöön sopivan. Erillisen keräily- ja levitysvaunun käyttö voi tästä syystä olla perusteltua joka tapauksessa. Lietteiden sijoittaminen on mahdollista myös kylvön jälkeen ja jopa kasvustoon.



Kuva 1. Lietteiden sijoittamista Kimadan-laitteella (kuva: Petri Kapuinen)

Kasvustoon sijoitus tulisi tehdä viimeistään 1 – 2 – lehtivaiheessa, koska kasvuston kehityksen ehtiessä tätä pitemmälle tallustappiot lisääntyvät jyrkästi (Kapuinen ym. 2012). Myös pintalevitys on syytä keskittää kasvukauden alkuun.

Tavoitteellinen liukaisen typen annos viljoilla on noin 100 – 120 kg/ha. Sallittu liukaisen typen määrä määräytyy ympäristötukijärjestelmään (MMM 503/2007) kuulumattomien tilojen osalta ns. nitraattiasetuksen (931/2000) ja siihen kuuluvien tilojen osalta maatalouden ympäristötukijärjestelmäehtojen mukaisesti. Ns. nitraattiasetus oli uudistettavana ja valtioneuvoston asetus 1250/2014 eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta tulee voimaan 1.5.2015 aikalouden ympäristötukijärjestelmä muuttuu uuden ohjelmakauden myötä ympäristökorvausjärjestelmäksi, jonka voidaan arvioida tulevan voimaan keväällä 2015 (MMM 2014). Lietteestä tulevan liukaisen typen osuutta kokonaisannoksesta ei ole syytä kasvattaa yli 40 %:n. Tavoitetason ja lietteen sisältämän määrän erotus annetaan mineraalilannoitteena kylvölannoituksen yhteydessä. Tämä on oleellista kasvuston normaalin kehityksen kannalta. Käytettävä lannoite voi olla pelkkä typpilannoite tai NK-lannoite, koska lietteen mukana tulee merkittävä määrä fosforia. Muille kevätkylvöisille kasveille voidaan tätä ohjetta soveltaa ottaen huomioon kunkin kasvin erityisvaatimukset.

Myös syysperusteisten kasvien syyslannoituksen liukaisen typen annos määräytyy ns. nitraattiasetuksen (931/2000) ja ympäristötukijärjestelmän (MMM 503/2007) mukaan. Periaatteena on antaa syksyllä liukoista tyyppiä syksyn tarpeita vastaava määrä ja muita ravinteita myös seuraavan kesän tarvetta vastaava määrä. Liukaisen typen annos saadaan käsittelystä sako- ja umpikaivolietteestä periaatteessa kahdella tai kolmella

lisäskerralla (à 30 m³) ilman, että muu lannoitus on tarpeen. Ennen kylvöä tehtävissä lisäyksissä on muistettava, että se ei saa johtaa siihen, että maa kastuu liikaa syyskylvöjä ajatellen. Tuleva ns. nitraattiasetus ja ympäristökorvausjärjestelmä saattaa asettaa rajoitteita syksyllä tehtävälle pintalevitykselle varsinkin, jos lietettä ei mullata. Periaatteessa käsiteltyjä lietteitä voidaan keväällä levittää myös syysviljan oraalle kuten kevätiljan oraalle. Usein ongelmana on se, että kasvusto kehittyy tallaustappioiden ja ravinnetarpeen kannalta liian pitkälle ennen kuin pelto kuivuu levityskuntoon. Muutoin syysviljojen kevätlevityksessä voidaan noudattaa samoja periaatteita kuin levityksessä kevätiljakasvustoon. Syysviljojen täydennyslannoitus tehdään keväällä pintalevityksenä. Rakeisia lannoitteita käytettäessä käytetään yleensä keskipakoislevitintä. Nestemäiset lannoitteet levitetään kasvinsuojeluruiskulla lannoitesuuttimia käyttäen. Lietteiden sisältämä liukoisien typen määrä on otettava huomioon mineraalilannoitteen typpimäärässä.

Kenttäkokeet 2013 ja 2014

Aineisto ja menetelmät

Kenttäkokeet toteutettiin vuosina 2013 ja 2014 Jokioisissa muun kenttäkoetoiminnan yhteydessä. Koekasvina oli kevätehnä (lajikkeet v. 2013 Quarna ja v. 2014 Wellamo). Kylvötiheys oli 650 kpl/m² itäviä siemeniä. Kenttäkokeessa käytettiin kahta erilaista käyttöstrategiaa. Ensimmäisessä käyttöstrategiassa levitettiin käsiteltyä sako- ja umpikaivolietettä kerran ennen kylvölannoittimella tehtyä kylvöä ja vuonna 2013 kolme kertaa ja vuonna 2014 kaksi kertaa kylvön jälkeen. Toisessa käyttöstrategiassa levitettiin käsiteltyä sako- ja umpikaivolietettä kerran ennen kylvöä ja toisen kerran kylvön jälkeen. Lietteitä annettiin ennen kylvöä ja sen jälkeen sama määrä (t/ha) levityskertaa kohti, mutta ravinnepitoisuuksien vaihtelun takia liukoisien typen annokset vaihtelivat jonkin verran levityskertojen välillä.

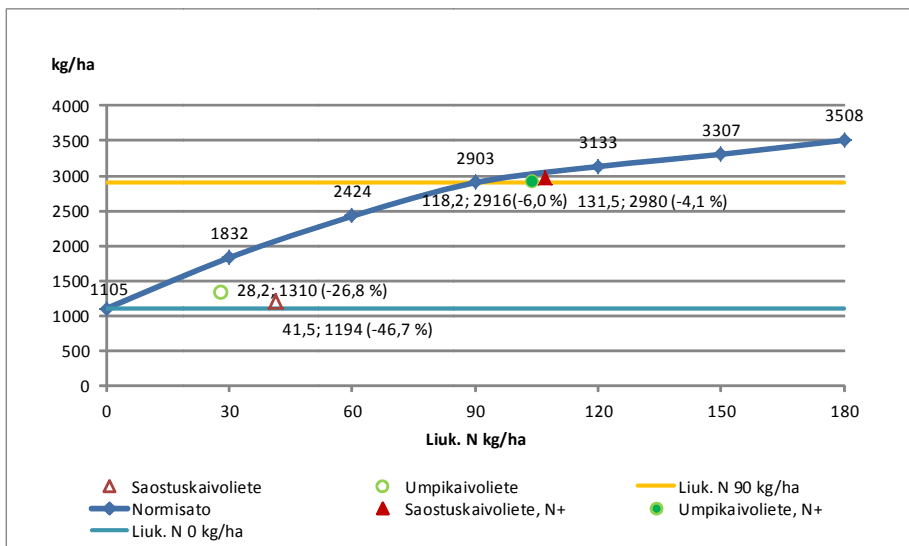
Lietteet levitettiin koeruutuihin kastelukannuilla imitoiden letkulevitystä. Ennen kylvöä levitetty lietteet mullattiin tunnin kuluttua levityksestä. Vuonna 2013 umpikaivolietteen levitysmäärä oli 34,4 t/ha ja sakokaivolietteen 37,5 t/ha jokaisena levityskertana. Vuonna 2014 umpikaivolietettä levitettiin kerralla 40,5 t/ha ja sakokaivolietettä 65,2 t/ha. Lietteiden kuiva-ainepitoisuus oli hyvin pieni, joten tonnin tilavuus on m³. 10 m³/ha vastaa 1 mm:n sadetta, joten levitykset vastasivat 3,4 – 6,5 mm:n sadetta. Levitysmäärät vastaavat nestemääränä lietalannalle tyypillisiä levitysmääriä. Yksittäisen levityskerran levitysmäärää ei ainakaan ennen kylvöä voi juurikaan lisätä näistä, koska lietettä ei voisi mullata ja peltoa kylvää moneen päivään. Kasvustoon lietettä voisi levittää enemmänkin, mutta tällöin on varottava liettymistä, koska 'sateen' rankkuus olisi melkoinen.

Vuonna 2013 lisättyjen lietteiden mukana tuli kahdella umpikaivolietelisyksellä kokonaisfosforia 1,3 kg/ha ja sakokaivolietelisyksellä 7,5 kg/ha ja neljällä umpikaivolietelisyksellä 2,0 kg/ha ja sakokaivolietelisyksellä 21,8 kg/ha. Erityisesti umpikaivolietteestä tuli hyvin vähän fosforia. Ensimmäisen sakokaivolietelisyksen mukana tuli runsaasti fosforia. Tämä johtui siitä, että vuonna 2013 ensimmäisten liete-erien lisäykset olivat eri erästä kuin myöhemmät. Lietteiden liukoisien typen pitoisuuksien oletettiin olevan toteutuneita suuremmat ja sen tähden lietteitä jouduttiin hankkimaan lisää. Seuraavat lisäykset olivat kummankin lietetyypin osalta samaa erää. Silti niistä levityksen yhteydessä otettujen näytteiden fosforipitoisuuksissa oli suurta vaihtelua levityskertojen välillä. Vaikka lietteet olivat keskenään samaa erää, niitä säilytettiin useassa kuution IBC-kontissa. Ilmeisesti niiden koostumus ei ollut sama sen tähden, että niiden koostumus eriytyi konttien täytön yhteydessä puutteellisen sekoituksen takia. Vuonna 2014 käytetyt lietteet olivat lietetyypeittäin samaa erää. Lisättyjen lietteiden mukana tuli kahdella lisäyksellä 7,7 – 8,7 kg/ha ja kolmella 13,7 – 15,5 kg/ha kokonaisfosforia. Koska niiden liukoisuus on suuri, varsinkin kolmen lisäyksen mukana tulee viljakasveille vuodeksi riittävä määrä fosforia. Ympäristötukijärjestelmän (MMM 503/2007) mukaan fosforiluvun ollessa tyydyttävä, sallittu fosforilannoitusmäärä vehnälle on 12 kg/ha vuodessa satotason ollessa 4 t/ha. Lietteen mukana tulevasta kokonaisfosforista 40 % katsotaan kasveille käyttökelpoiseksi. Varsinkin sakokaivolietteen fosfori voi kattaa merkittävän osan kasvien vuotuisesta tarpeesta.

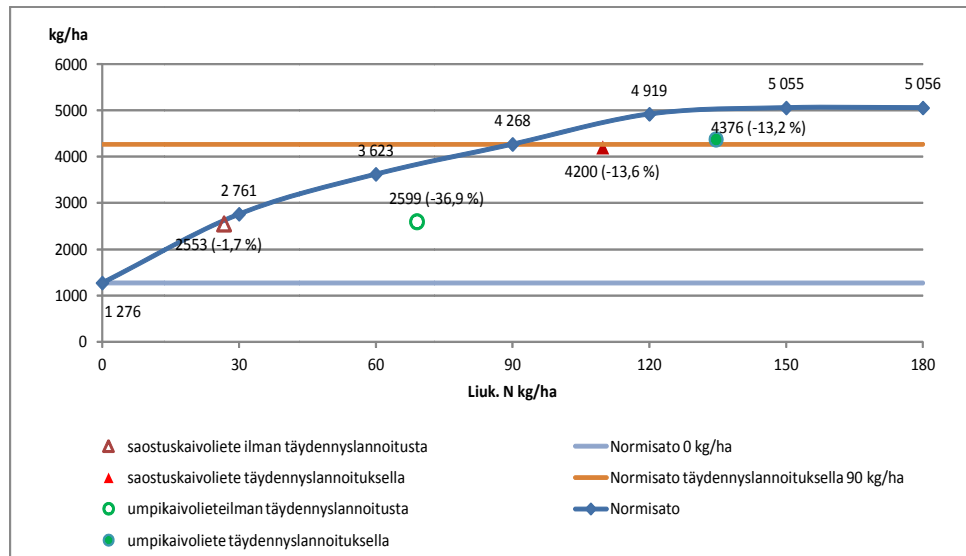
Ympäristötukijärjestelmä (MMM 503/2007) korvataan vuonna 2015 ympäristökorvausjärjestelmällä, jossa kasveille käyttökelpoiseksi katsottavan fosforin osuus kokonaisfosforista ja sallittu fosforin käyttömäärä todennäköisesti muuttuvat. Kalkistabiloidun lietteen fosforin vesiliukoisuus on pieni, joten huuhtoutumisalttius on pienempi kuin käsittelemättömän. Varsinkaan umpikaivolietteisiiin ei ole lisätty saostuskemikaaleja, joten niissä fosforin liukoisuus on suurempi kuin puhdistamolietteisissä. Kylvön yhteydessä sijoitettiin kylvölannoittimella 90 kg N/ha mineraalilannoitteena (Pellon Y-6, NPKS 15-7-13-3) starttitypeksi. Lisäksi kokeessa oli typpitasot samaisella mineraalilannoitteella: 0, 30, 60, 90, 120, 150 ja 180 kg N/ha. Kaikista käsittelyistä mitattiin sadot, puintikosteus, raakavalkuaispitoisuus, hehtolitraino ja rikkapitoisuus. Typpilannoituksen vaikutus sadon määrään ja laatuun määritettiin. Lietteillä saatuja satoja ja niiden laatutekijöitä verrattiin typpitasoista saatuihin.

Tulokset ja tulosten tarkastelu

Kalkistabiloidun sako- ja umpikaivolietteen käyttö vehnällä, joka oli saanut 90 kg/ha tyypeä kylvölannoituksen yhteydessä rakeisena mineraalilannoitteena, ei tuonut sadonlisää suhteessa kylvön yhteydessä annetun typpimäärän tuottamaan.



Kuvio 7. Satotulokset vuoden 2013 kenttäkokeesta (Tanja Ikaläinen)



Kuvio 8. Satotulokset vuoden 2014 kenttäkokeesta (Tanja Ikkäläinen)

Suhteessa liukoisien typen kokonaisannokseen satotappio oli vuonna 2013 4,1 - 6,0 % ja vuonna 2014 13,2 - 13,6 %. Vuonna 2013 pelkän lietteen käyttö vehnän typen lähteenä ei tuonut lainkaan lisäsatoa lannoittamattomaan nähden, vaikka niiden mukana tulleen liukoisien typen määrän olisi pitänyt tuottaa lisää satoa. Vuonna 2014 pelkän sakokaivolietteen käytöllä saatiin sato, joka oli vastaava kuin mineraalilannoitteen tyypellä saatu, mutta umpikaivolietteä käytettäessä sato jäi 36,9 % pienemmäksi kuin annetulla typpimäärällä olisi pitänyt saada. Tämä johtui todennäköisimmin siitä, että lietteiden liukoinen tyyppi haihtui käytännössä kokonaan levityksen jälkeen pellolla, koska sen pH oli noin 12. Näin emäksisessä ympäristössä ammoniumtyppi on käytännössä kokonaan muuttunut ammoniakiksi, joka haihtuu helposti ilmaan (kuvio 7.) Sekä vuonna 2013 että 2014 sadon raakavalkuaispitoisuus jäi yleensä pienemmäksi kuin vastaavalla määrällä mineraalityppeä, koska typen tappio ammoniakina oli suuri. Sadon raakavalkuaispitoisuus oli täydennyslannoituskäsitelyissä käytännössä sama kuin mihin se pelkällä täydennyslannoituksella olisi noussut. Hehtolitrapainot olivat lietteitä käytettäessä yhtä suuret tai suuremmat kuin vastaavalla määrällä pelkkää mineraalilannoitteen tyyppiä saaneissa.

Johtopäätökset

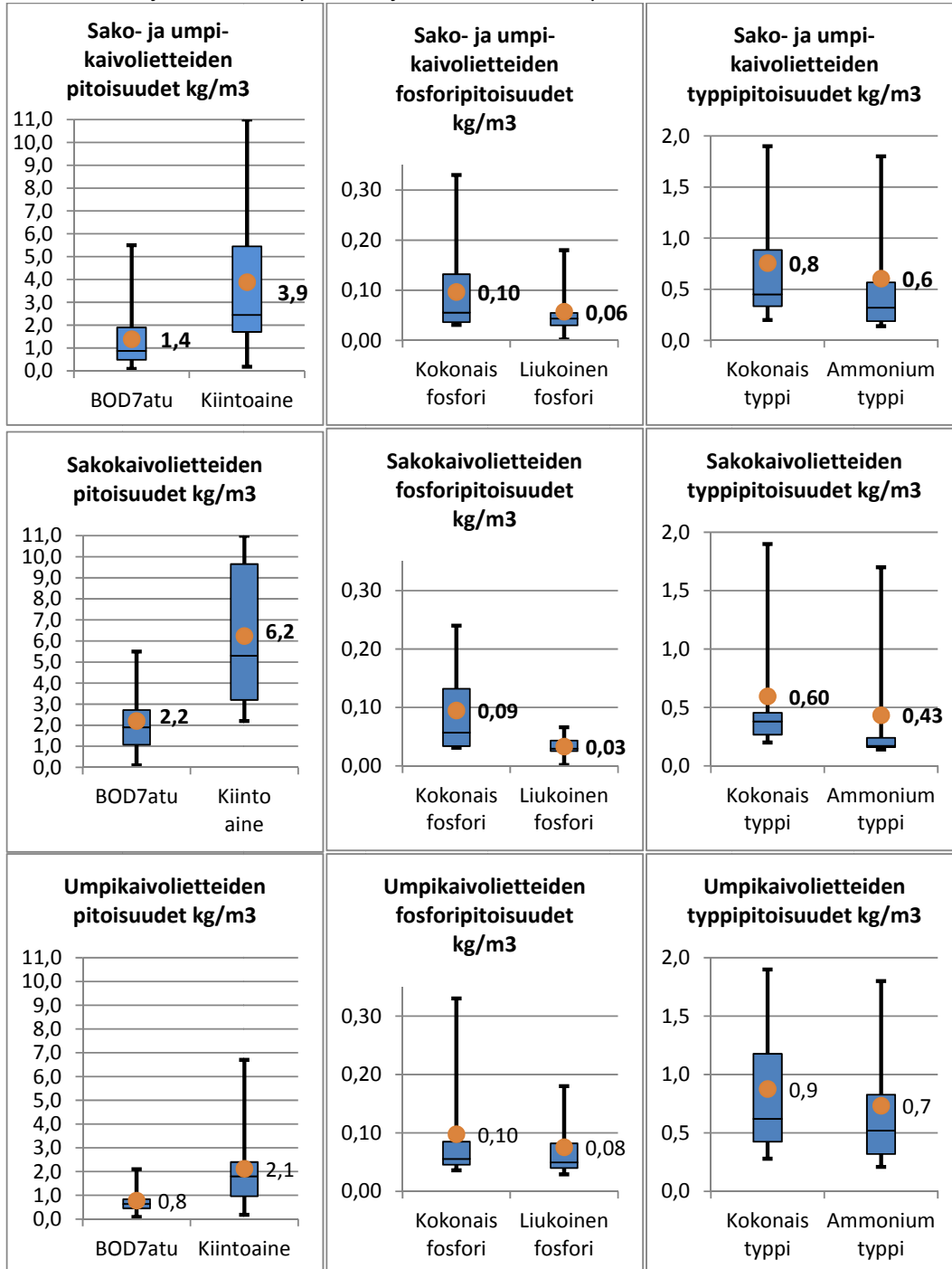
Tässä tutkimuksessa käytetyllä letkulevitysmenetelmällä kalkkistabiloitujen sako- ja umpikaivolietteiden typen satovaste oli huono, koska suurin osa liukoisesta tyypestä haihtui ilmaan ammoniakina sen korkean pH:n takia. Ympäristötukijärjestelmä rajoittaa typen käyttö määrää ja pellolla tapahtuva typen tappio ammoniakina aiheuttaa sen, että todellinen typpilannoitustaso jää helposti liian pieneksi, minkä takia sato jää pienemmäksi kuin käytetyllä typpimäärällä pitäisi saada useimmissa tapauksissa. Ammoniakkiemissiota voitaisiin todennäköisimmin vähentää laskemalla lietteen pH viimeistään levityksen yhteydessä happamaksi tai käyttämällä sijoitusmenetelmää lietteen levitykseen. Tällöin todellinen typpilannoitustaso voisi olla lietteiden liukoisien typen pitoisuuksien mukainen. Kasvuston tarvitsema tyyppi annetaan pääosin kylvön yhteydessä kylvölannoittimella.

Lietteiden mukana tulee lähes viljan vuoden tarvetta vastaava määrä fosforia. Sen liukoisuus on suurempi kuin tavanomaisten puhdistamolietetuotteiden. Ravinteiden arvo ei kuitenkaan kata edes levityskustannuksia. Pelto toimii tässä konseptissa laillisena käsitellyn lietteen loppusijoituspaikkana. Liiketoiminta-ajatuksena on kattaa kuljetus- ja käsittelykustannukset lietekaivojen tyhjennysmaksuilla ja säästöinä

lietteenkuljetuskustannuksista vastaanottopisteisiin ja niiden vastaanottomaksuissa. Lisäksi toiminnan kustannustaso kuljetuksissa on pienempi maatalousyrittäjälle kuin muille toimijoille, koska hän voi harjoittaa toimintaa maatilatalouden sivuelinkeinona pienemmin vaatimuksin, mikä alentaa kustannustasoa. Konsepti sopii erityisesti alueille, joilta lietteen vastaanottopisteet ovat kaukana. Toiminnan aloittamisen investointikustannuksia alentaa tilalla mahdollisesti valmiiksi olevat lietelantavarastot ja lietteen käsittelykalusto. Siten se sopii erityisesti kotieläintalouden lopettaneille tiloille.

LIITE 3. Valonian näytteenoton analysoinnin tilastollisia kuvaajia ja tunnuslukuja

Valonia otti näytteitä 52 kotitalouden lietteistä ja analysoi niiden sisältämiä ravinteiden pitoisuuksia. Alla olevissa kuvaajissa on esitetty eri lietejakeiden sisältämiä pitoisuuksia tilastollisten tunnuslukujen kautta.



Kuvio 9. Valonian sako- ja umpikaivolietteiden näytteiden analysoinnin tilastollisia kuvaajia (Jussi Heikkinen)

Taulukko 2. . Valonian sako- ja umpikaivolietteenäytteiden analysoinnin tunnuslukuja (Jussi Heikkinen)

Sako- ja umpikaivolietteenäytteiden tunnuslukuja						
	BOD7atu	Kiintoaine	Kokonais fosfori	Liukoinen fosfori	Kokonais typpi	Ammonium typpi
Keskiarvo	1,39	3,88	0,10	0,06	0,76	0,60
Keskihajonta	1,46	3,56	0,09	0,05	0,63	0,61
Keskiarvon virhemarginaali	0,84	2,06	0,05	0,03	0,37	0,35
Pienin	0,09	0,18	0,03	0,00	0,20	0,14
Alaneljännes	0,48	1,70	0,04	0,03	0,34	0,19
Mediaani	0,88	2,45	0,06	0,04	0,45	0,32
Yläneljännes	1,90	5,45	0,13	0,06	0,89	0,57
Suurin	5,50	11,00	0,33	0,18	1,90	1,80
Massauhteet	14,4	40,2	1,0	0,6	7,8	6,3
n	52	52	52	52	52	52

Sakokaivolietteenäytteiden tunnuslukuja						
	BOD7atu	Kiintoaine	Kokonais fosfori	Liukoinen fosfori	Kokonais typpi	Ammonium typpi
Keskiarvo	2,20	6,23	0,09	0,03	0,60	0,43
Keskihajonta	1,90	3,92	0,08	0,02	0,65	0,62
Keskiarvon virhemarginaali	1,99	4,11	0,09	0,02	0,68	0,65
Pienin	0,09	2,20	0,03	0,00	0,20	0,14
Alaneljännes	1,08	3,20	0,03	0,03	0,27	0,16
Mediaani	1,90	5,30	0,06	0,03	0,38	0,17
Yläneljännes	2,73	9,65	0,13	0,04	0,46	0,24
Suurin	5,50	11,00	0,24	0,07	1,90	1,70
Massauhteet	23,2	65,8	1,0	0,3	6,3	4,6
n	25	25	25	25	25	25

Umpikaivolietteenäytteiden tunnuslukuja						
	BOD7atu	Kiintoaine	Kokonais fosfori	Liukoinen fosfori	Kokonais typpi	Ammonium typpi
Keskiarvo	0,78	2,12	0,10	0,08	0,88	0,73
Keskihajonta	0,61	2,06	0,10	0,06	0,64	0,61
Keskiarvon virhemarginaali	0,51	1,72	0,09	0,05	0,53	0,51
Pienin	0,09	0,18	0,04	0,03	0,28	0,21
Alaneljännes	0,45	0,96	0,05	0,04	0,43	0,32
Mediaani	0,64	1,80	0,06	0,05	0,62	0,52
Yläneljännes	0,84	2,40	0,09	0,08	1,18	0,83
Suurin	2,10	6,70	0,33	0,18	1,90	1,80
Massauhteet	7,9	21,6	1,0	0,8	9,0	7,5
n	27	27	27	27	27	27

LIITE 4. Hankkeen tuloksellisuuden ja vaikuttavuuden arviointi

1. Välittömät vaikutukset vesiensuojeluun ja ravinteiden kierrättämiseen

1.1. Vähentääkö hanke fosforikuormitusta?

Ei. Hanke ei vähennä kuormitusta.

1.2. Vähentääkö hanke typpikuormitusta?

Ei. Hanke ei vielä vähennä kuormitusta.

1.3. Lisääkö hanke fosforin kierrätystä takaisin maatalouteen tai muuhun hyötykäyttöön?

Kyllä hanke lisää fosforin kierrätystä.

1.4. Lisääkö hanke typen kierrätystä takaisin maatalouteen tai muuhun hyötykäyttöön?

Kyllä hanke lisää fosforin kierrätystä.

1.5. Vaikuttaako hanke ensisijaisesti kohteen välittömässä läheisyydessä / paikallisesti?

Kyllä. Hankkeen vaikutukset ovat ensisijaisesti paikallisia.

1.6. Vaikuttaako hanke RaKi-ohjelman primääriselle kohdealueella (Saaristomerellä ja Selkämeren eteläosassa)?

Kyllä. Hankkeen vaikutus tulee olemaan vahvinta Saaristomerен kohdealueella. Kyseinen alue on Valonian toiminnan pääaluetta, joten voidaan olettaa että viestinnän kärki tulee vaikuttamaan juuri siellä eniten.

1.7. Vaikuttaako hanke muualla Suomessa?

Kyllä. Hankkeen yleisviesti tulee olemaan kansallinen ja monistettavissa koko Suomen alueelle.

2. Hankkeen kestävyys, tulosten hyödyntäminen ja monistettavuus

2.1. Onko hanke kertaluontoinen (esim. informaatiokampanja, koulutustapahtuma tms.)? ei

2.2. Onko hanke tapauskohtainen (esim. uniikki ja vain yhdessä paikassa toteutettavissa oleva)? ei

2.3. Ovatko hankkeen tulokset sovellettavissa primäärillä kohdealueella? kyllä

2.4. Ovatko hankkeen tulokset sovellettavissa laajasti muualla Suomessa? kyllä

2.5. Ovatko hankkeen tulokset sovellettavissa laajasti muualla Itämeren valuma-alueella? kyllä

2.6. Onko tehty muita samankaltaisia hankkeita Suomessa/muualla Itämeren valuma-alueella? kyllä

3. Kustannustehokkuus

3.1. Onko hanke kustannustehokas nykyisiin käytössä oleviin menetelmiin nähden?

Kyllä. Hanke on kustannustehokas tietyillä reuna-ehtoilla, joita on käsitelty päätöksissä.

3.2. Jos hanke vähentää fosforikuormitusta, arvioi fosforin vähennystehokkuutta: _____ (EUR/ kg fosforia), perustelu: _____

3.3. Jos hanke vähentää typpikuormitusta, arvioi typen vähennystehokkuutta: _____ (EUR/ kg fosforia), perustelu: _____

3.4. Jos hankkeen lopputuloksena syntyy lannoitevalmiste, arvioi sen kustannuksia: _____ (EUR/ kg fosforia ja/tai EUR/ kg typpeä)

4. Innovatiivisuus ja uudet avaukset

4.1. Syntyykö hankkeessa merkittävää liiketoimintaa 3-5 vuoden kuluessa?

Ei. Tällä hetkellä tutkimus osoittaisi että lietteistä saatava hyöty on vähäinen taloudellisesti. Täten on vaikea nähdä merkittävän liiketoiminnan olevan kannattavaa. Syntyvä liiketoiminta on sivuelinkeinon muodossa ja auttaa siten osaltaan maaseutuyrittäjää tuomalla kustannussäästöjä.

4.2. Onko hankkeessa kehitettävä idea Suomessa uusi?

Ei. Kotitalouksien ravinteet ovat perinteisesti kiertäneet muiden ravinnevirtojen mukana.

4.3. Onko hankkeessa kehitettävä idea maailmanlaajuisesti uusi?

Ei. Kotitalouksien ravinteet ovat perinteisesti kiertäneet muiden ravinnevirtojen mukana.

4.4. Kehittääkö hanke yhteistyötä eri tahojen välillä Suomessa?

Kyllä. Hankkeen kautta me olemme olleet tiiviissä yhteydessä eri toimijoiden välillä. Toimijoita on Suomessa vähän ja jokaisella on samat ongelmat edessä.

4.5. Kehittääkö hanke yhteistyötä eri tahojen välillä Itämeren valuma-alueella?

Ei.

5. Toimenpanon nopeus eli hankkeen käynnistämisestä konkreettisiin tuloksiin ja tavoitteena oleviin vaikutuksiin kuluva aika

5.1. Arvioi hankkeen käynnistämisestä konkreettisiin tuloksiin ja tavoitteena oleviin vaikutuksiin kuluva aika Saaristomeren ja Selkämeren eteläosan osalta (kk): 48

5.2. Arvioi hankkeen käynnistämisestä konkreettisiin tuloksiin ja tavoitteena oleviin vaikutuksiin kuluva aika Itämeren valuma-alueella laajemmin (kk): 48

6. Hankkeen kansainvälinen merkitys Suomen kannalta ravinteiden kierrätyksen mallimaana

6.1. Onko hankkeella merkitystä laajemmin Itämeren valuma-alueella?

Kyllä. Ongelmat ovat samat kaikkialla.

6.2. Onko hankkeella merkitystä laajemmin Euroopan Unionin alueella?

Kyllä. Katso edellinen vastaus.

Putsareista pellolle (PUPE) –hankkeen loppuraportti

Kari Ylivainio ja Minna Sarvi

Tausta

Tutkimuksessa selvitettiin inkubointikokeella kalkkisaostetun sako- ja umpikaivolietefosforin aikaansaamaa fosforin liukoisuuden muutosta savimaassa.

Materiaalit ja menetelmät

Lietteiden kalkkistabilointi ja esikäsitteily

Tutkitut sako- ja umpikaivolietteet kalkkistabiloitiin sammutetulla kalkilla [Ca(OH)₂]. Kalkkia lisättiin lieteastioihin siten, että lisäys oli 18 kg t⁻¹ lietettä. Noin kaksi tuntia kalkkilisäyksen jälkeen lietteiden pH:t olivat noin 13, mikä ylittää kalkkistabiloinnille asetetun pH-ajan 12. Sekä kalkkistabiloidut että ilman kalkkilisäystä olevien sako- ja umpikaivolietteiden kuiva-ainepitoisuudet määritettiin lämpökaapissa (105°C).

Analysointia varten lietteet ilmakeivattiin vetokaapissa, jonka lämpötila pidettiin alle 40°C:ssa. Ilmakeivat lietteet jauhettiin myllyllä tai hienonnettiin huhmareessa, jonka jälkeen ne seulottiin 2 mm seulalla. Totaalianalyysia (kuningasvesihajotus) ja fosforin fraktiointia (Hedleyn fraktiointi) varten lietteistä jauhettiin tarvittava määrä 1 mm seulan läpi.

Lietteiden analysointi

Lietteiden alkuainepitoisuudet määritettiin kuningasvesihajotuksen jälkeen ICP:llä. Uuttoliuoksesta analysoitiin fosfori-, kalsium-, magnesium-, rauta-, alumiini-, kalium-, kupari-, mangaani- ja sinkkipitoisuudet. Lietteiden sisältämän fosforin liukoisuuden määrittäminen perustuu Hedleyn fraktiointiin (Sharpley ja Moyer 2000). Hedleyn fraktioinnissa lietettä uutettiin peräkkäisillä uuttoliuoksilla (uuttosuhde 1:60) seuraavasti: ensin kaksi kertaa vedellä, sitten 0,5 M NaHCO₃:lla, seuraavaksi 0,1 M NaOH:lla ja viimeiseksi 1 M HCl:lla. Uuttoaika oli 16 tuntia, paitsi ensimmäisessä vesiuutossa, joka kesti neljä tuntia. Jokaisen uuton jälkeen näyte sentrifugoitiin (3000 * g, 15 min) ja suodatetusta uutteesta (0,2 µm Nucleopore membraani, Whatman, Maidstone, UK) määritettiin epäorgaaninen fosfori ja suodattamattomasta uutteesta kokonaisfosfori (rikkihappo/peroksidisulfaattihajotus 120 °C:ssa). Orgaaninen fosfori laskettiin kokonaisfosforin ja epäorgaanisen fosforin erotuksena.

Inkubointikoe

Inkubointikokeessa koemaana oli seulottua (2 mm), fosforiköyhää (fosforiluku 1,5 mg l⁻¹) savimaata (savespitoisuus 69 %). Inkubointikokeen tarkoituksena oli selvittää kalkkistabiloidun sako- ja umpikaivolietteen vaikutus fosforin liukoisuuteen maassa. Liettelisäykset suoritettiin kalkitsemattomaan ja kalkittuun maahan. Kalkitsemattoman maan pH oli 5,5 (vesi, uuttosuhde 1:2,5). Kalkitun koemaan tavoite pH oli 6,5. Koemat (500 g) kalkittiin [2,089 g Ca(OH)₂] ja kalkin annettiin reagoida maan kanssa kolme viikkoa ja tänä aikana koemaan kosteus pidettiin 70 %:ssa maan vedenpidätyskyvystä. Kolmen viikon jälkeen koemat ilmakeivattiin ja seulottiin 2 mm seulalla.

Inkubointikokeessa kalkkistabiloituja lietteitä ja superfosfaattia (verranne) lisättiin ilma-kuivaan koemaahan (500 g) kokonaisfosforin perusteella. Kokonaisfosforilisäys oli 100 mg P kg⁻¹ maata. Kontrollikäsitteilyyn ei lisätty lainkaan fosforia. Koemat kostutettiin 70 %:iin vedenpidätyskyvystä deionisoidulla vedellä (140,9 g vettä/500 g maata). Maan kosteuspitoisuus tarkistettiin viikoittain punnitsemalla ja haihtunut vesimäärä korvattiin. Koemaita inkuboitettiin tasalämpöhuoneessa (20 °C) yhteensä neljä kuukautta. Koeastioista otettiin maanäytteet kahden viikon kuluttua inkuboinnin aloituksesta sekä neljän kuukauden kuluttua inkuboinnin päättyessä. Maanäytteet ilma-kuivattiin, seulottiin 2 mm seulalla ja maanäytteille suoritettiin viljavuusmittaus (hapan ammoniumasetaatti-utto, pH 4,65). Viljavuusmittauksessa analysoitiin helppoliukoinen fosfori-, kalsium-, kalium- ja magnesiumipitoisuus sekä maan pH ja johtoluku. Hedleyn fraktiointia varten osa maanäytteistä jauhettiin kiekkomyllyllä.

Tulokset ja niiden tarkastelu

Lietteiden alkuainepitoisuudet

Sako- ja umpikaivolietteiden kuiva-ainepitoisuudet olivat 0,7 ja 0,3 %. Kalkkistabiloinnissa kalkkilisäys oli 1,8 % kuiva-ainetta tonniin lietettä, mikä onkin havaittavissa sako- (2,6 %) ja umpikaivolietteiden (2,1 %) kohonneina kuiva-ainepitoisuuksina. Ottaen huomioon lietteiden pH:t, tässä kokeessa käytetyt kalkkilisäykset olivat todennäköisesti ylimitoitettut. Kalkin osuudet kalkkistabiloidusta sako- ja umpikaivolietteestä olivat 71 ja 86 %.

Taulukossa 1 on esitetty lietteiden alkuainepitoisuudet. Ilma-kuivaa näytettä kohden tarkasteltaessa umpikaivolietteen fosforipitoisuus on yli kolminkertainen sakokaivolietteen verrattuna, mutta lietetonnin kohden laskettaessa ero on vain 25 %, mikä on seurausta sakokaivolietteen korkeammasta kuiva-ainepitoisuudesta.

Taulukko 1. Sakokaivo- (skl) ja umpikaivolietteiden (ukl) sekä superfosfaatin fosfori- (P), kalsium- (Ca), magnesium- (Mg), kalium- (K), rauta- (Fe), kupari- (Cu), mangaani- (Mn), sinkki- (Zn) ja alumiinipitoisuudet (Al) ilma-kuivaa näytettä kohden sekä lietetonnin kohti laskettuna.

	ilma-kuiva näyte								
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹		
Fosforilähde	P	Ca	Mg	K	Fe	Al	Mn	Zn	Cu
skl	6,8	18,4	2,5	5,2	3,4	3,2	71	761	172
kalkkistabiloitu skl	1,9	314	4,0	2,0	1,8	2,0	347	215	48
ukl	22,5	29,0	4,1	91,4	0,8	0,8	59	212	208
kalkkistabiloitu ukl	2,6	373	4,4	11,6	1,3	1,3	388	38	29
superfosfaatti	88,3	217	4,8	2,4	1,7	2,1	167	96	105
	lietetonnin kohden, g t ⁻¹								
	P	Ca	Mg	K	Fe	Al	Mn	Zn	Cu
skl	50	137	19	39	25	24	0,5	5,7	1,3
ukl	67	86	12	272	2	2	0,2	0,6	0,6
kalkkistabiloitu skl	49	8085	103	51	47	50	8,9	5,5	1,2
kalkkistabiloitu ukl	54	7819	92	244	27	26	8,1	0,8	0,6

Lietefosforin liukoisuus

Sako- ja umpikaivolietteiden sisältämästä fosforista oli vesiliukoisessa muodossa 43 ja 52 % (Taulukko 2). Labiilia eli kasveille käyttökelpoiseksi fosforiksi katsotaan vesi- ja 0,5 M NaHCO₃ – uuttoiset fosforijakeet. Näiden osuus fraktioiden summasta sako- ja umpikaivolietteissä oli 55 ja 84 %. Umpikaivolietteen sisältämä labiilin fosforin osuus oli siten lähes väkilannoitefosforin (92 %) veroista. Umpikaivolietteen suurempi vesiliukoisen fosforin osuus sakokaivolietteeeseen verrattuna voi osaltaan selittyä pienemmällä rauta- ja alumiinipitoisuudella suhteessa fosforiin (Taulukko 1).

Lietteiden kalkkistabilointi laskee vesiliukoisen, epäorgaanisen (Pi) fosforipitoisuuden nollaan, mutta kasvatti suhteellisesti bikarbonaattiin (0,5 M NaHCO₃) uuttuvan fosforin osuutta. Labiilin fosforin osuus fraktioiden summasta kalkkistabiloidussa sako- ja umpikaivolietteissä olivat 62 ja 69 %. Kalkkistabiloinnin seurauksena kasveille käyttökelpoisen fosforin osuudessa ei siten tapahtunut merkittäviä muutoksia. Happoon (1 M HCl) uutuva suhteellinen fosforipitoisuus kasvoi kalkkistabiloinnin seurauksena (Taulukko 2), mutta senkin voi olettaa muuntuvan kasveille liukoisempaan muotoon lievästi happamassa maassa.

Taulukko 2. Sako (skl)- ja umpikaivolietteiden (ukl) sekä superfosfaatin (SF) epäorgaanisen (Pi) ja orgaanisen (Po) fosforin pitoisuudet Hedleyn fraktioiden mukaan, g kg⁻¹ ilmakeivää näytettä.

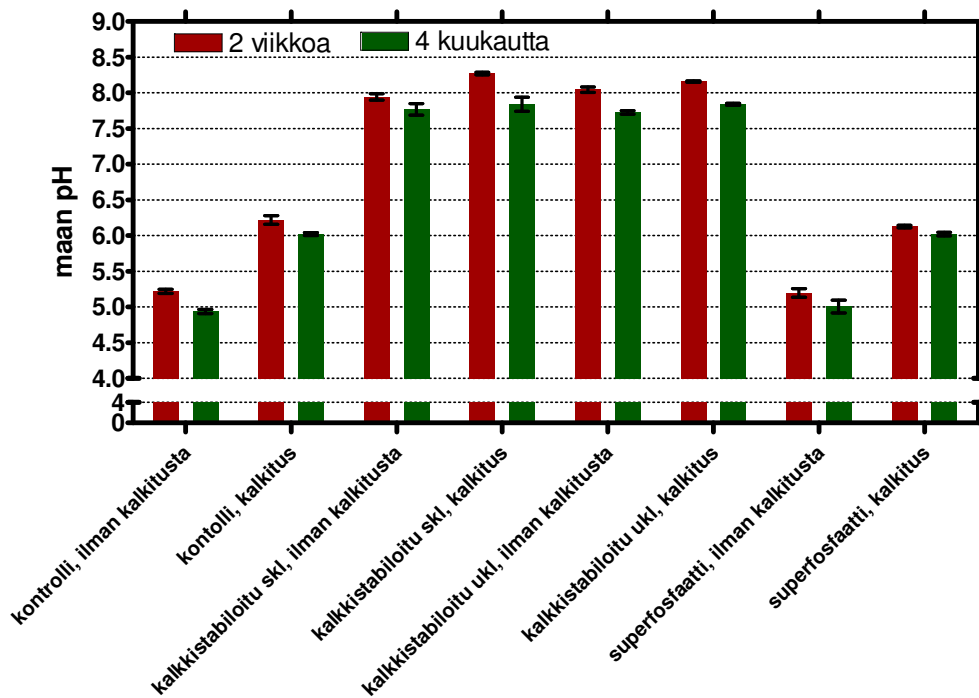
Fosforilähde	Vesi		0,5 M NaHCO ₃		0,1 M NaOH		1 M HCl	Σ	Σ	Σ
	Pi	Po	Pi	Po	Pi	Po	Pi	Pi	Po	Pi+Po
skl	2,8	0,2	0,5	0,3	0,7	1,3	1,1	5,2	1,7	6,9
kalkkistab. skl	-	< 0,1	1,2	0,1	< 0,1	< 0,1	0,8	2,0	0,2	2,2
ukl	11,8	0,5	7,5	0,2	0,8	0,5	2,5	22,7	1,1	23,8
kalkkistab. ukl	-	< 0,1	2,0	0,1	< 0,1	< 0,1	0,9	3,0	0,1	3,1
SF	91,2	-	0,5	-	2,2	-	5,7	99,1	-	99,1

Fosforin liukoisuus koemaassa

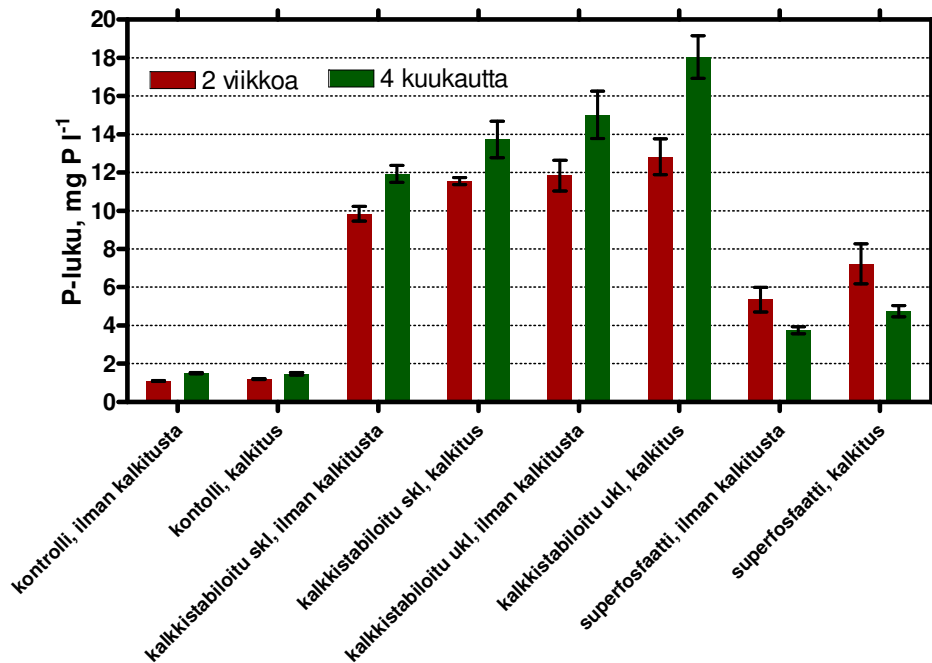
Kahden viikon inkuboinnin jälkeen koemaan pH:t kontrolli- ja superfosfaattikäsittelyissä oli 5,2. Koemaan kalkitus kasvatti maan pH:n arvoon 6,2 (Kuva 1). Neljän kuukauden inkuboinnin jälkeen pH oli laskenut ilman kalkitusta ja kalkituissa koemaissa arvoihin 5,0 ja 6,0. Sen sijaan kalkkistabiloidut lietteet nostivat maan pH:n yli kahdeksaan (Kuva 1). Syynä tähän oli lietteiden kalkkistabiloinnissa käytetyt kalkkimäärät suhteessa lietteen kuiva-ainepitoisuuteen, sillä kalkkilisäykset olivat moninkertaisia, umpikaivolietteen kohdalla jopa kuusinkertainen, verrattuna lietteiden kuiva-ainepitoisuuteen.

Korkeasta maan pH:sta johtuen lietelisyksen aikaansaamia fosforin liukoisuuden muutoksia ei voi suoraan verrata väkilannoitteen vastaavaan, sillä maan pH:lla on merkittävä vaikutus fosforin liukoisuuteen. Tämä tulee hyvin esille superfosfaattikäsittelyssä, missä maan pH:n kasvu yhdellä yksiköllä nosti maan fosforiluvun arvosta 5,3 arvoon 7,2 mg l⁻¹ (Kuva 2). Kahden viikon inkuboinnin jälkeen lietteet olivat nostaneet fosforiluvut huomattavasti korkeammalle tasolle kuin vastaava fosforilisäys superfosfaattina (Kuva 2). Umpikaivoliete nosti fosforiluvun hieman suuremmaksi kuin sakokaivoliete, mikä saattaa olla seurausta umpikaivolietteen hieman suuremmasta labiilista fosforipitoisuudesta. Toisin kuin superfosfaatin kohdalla, fosforiluvut eivät

laskeneet, vaan olivat jopa suuremmat neljän kuukauden kuin kahden viikon inkuboinnin jälkeen (Kuva 2).



Kuva 1. Koemaiden pH:t inkubointikokeessa ilman kalkitusta ja kalkituissa (tavoite pH 6,5) maissa kahden viikon ja neljän kuukauden kuluttua inkuboinnin aloituksesta.



Kuva 2. Koemaiden fosforiluvut ilman kalkitusta ja kalkituissa maissa kahden viikon ja neljän kuukauden kuluttua inkuboinnin aloituksesta.

Samoin kuin viljavuusuuton kohdalla, lietelisykset kasvattivat vesiliukoista fosforipitoisuutta enemmän kuin väkilannoitefosfori (Taulukko 3). Tulokset ovat samansuuntaisia aikaisempien inkubointikokeiden kanssa, jossa vastaava superfosfaattilisäys kasvatti vesiuuttoisen fosforipitoisuuden arvosta 6,9 arvoon 21,1 mg kg⁻¹ maata, kun maan pH nousi arvosta 5,0 arvoon 7,9 (Ylivainio ja Turtola 2008). Tässä tutkimuksessa lietelisykset kasvattivat myös vesiliukoista, orgaanista fosforipitoisuutta enemmän kuin väkilannoitefosfori. Syynä voi olla vaikealiukoisempien orgaanisten fosforiyhdisteiden muuntuminen helppoliukoisempaan muotoon korkeammassa maan pH:ssa, sillä 0,1 M NaOH uuttoinen orgaaninen fosforipitoisuus oli lietelisyksien jälkeen huomattavasti alemmalla tasolla kuin kontrolli- ja superfosfaattikäsittelyissä.

Viljavuusuuton muut ravinteet

Kalkkistabiloidut lietteet kasvattivat maasta uuttuneita kalsium- ja kaliumpitoisuuksia. Lietelisyys kasvatti viljavuusuuttoisen kalsiumpitoisuuden lähes kymmenkertaiseksi. Kontrollikäsittelyssä pitoisuus oli 1500 ja sako- ja umpikaivolietteiden lisäyksen jälkeen 13700 ja 12800 mg l⁻¹ maata. Myös superfosfaattikäsittely kasvatti hieman kalsiumpitoisuutta (1800 mg l⁻¹) sen sisältämän kalsiumin seurauksena. Maan kalkitseminen nosti pitoisuutta entisestään, käsittelystä riippuen noin 1500 – 2000 mg l⁻¹ kahden viikon inkuboinnin jälkeen.

Viljavuusuuttoiset kaliumpitoisuudet vaihtelivat välillä 180 mg l⁻¹ (kontrolli) ja 450 mg l⁻¹ (kalkkistabiloitu umpikaivoliete). Sakokaivoliete kasvatti kaliumpitoisuuden arvoon 210 mg l⁻¹. Umpikaivolietteen aikaansaama korkea kaliumpitoisuus on seurausta sen suuresta kaliumpitoisuudesta (Taulukko 1). Kontrolliin verrattuna kalkkistabiloidut lietteet alensivat hieman viljavuusuuttoista magnesiumipitoisuutta, mikä on seurausta maan korkeasta pH:sta.

Lietteet kasvattivat maan johtolukua eniten niiden korkeasta suolapitoisuudesta johtuen. Kahden viikon inkuboinnin jälkeen johtoluku oli korkeimmillaan 9,5 (kalkkistabiloitu umpikaivoliete, kalkittu maa) ja neljän kuukauden jälkeen 14,8 (kalkkistabiloitu umpikaivoliete). Kontrollikäsittelyssä johtoluvut olivat 2,8 ja 4,3 kahden viikon ja neljän kuukauden inkuboinnin jälkeen.

Taulukko 3. Inkubointikokeen maanäytteiden epäorgaanisen (Pi) ja orgaanisen fosforin (Po) pitoisuudet kahden viikon (2 vko) ja neljän kuukauden (4 kk) jälkeen Hedleyn fraktioinnin mukaan, mg kg⁻¹ maata.

	Vesiuutto				0,5 M NaHCO ₃				0,1 M NaOH				1 M HCl		Σ	Σ
	2 vko		4 kk		2 vko		4 kk		2 vko		4 kk		2 vko	4 kk	2 vko	4 kk
	Pi	Po	Pi	Po	Pi	Po	Pi	Po	Pi	Po	Pi	Po				
kontrolli, E	1,1	11,0	0,2	9,3	20,2	82,7	20,6	82,4	147,5	326,4	153,0	315,0	136,4	138,3	725	719
kontrolli, K	1,3	11,8	0,7	12,6	20,5	75,2	22,0	70,8	134,8	272,2	135,9	284,5	146,9	148,1	663	674
kalkkistab. skl, E	5,2	21,5	5,7	24,0	60,4	70,3	69,6	61,1	100,2	139,2	105,5	158,6	229,6	249,2	626	674
kalkkistab. skl, K	7,4	28,3	6,3	24,0	71,5	70,6	75,2	60,8	90,4	116,7	99,6	145,8	245,4	258,7	630	670
kalkkistab. ukl, E	6,5	22,1	5,4	17,4	62,6	68,8	74,0	59,8	105,8	151,2	111,1	163,0	244,7	264,2	662	695
kalkkistab. ukl, K	6,8	22,5	6,1	17,9	68,8	68,0	76,1	57,1	96,2	138,3	97,6	145,6	252,6	271,0	653	672
SF, E	3,8	10,3	2,1	9,8	50,7	85,1	42,5	80,7	225,7	322,6	214,3	316,9	152,2	145,9	850	812
SF, K	5,3	12,7	3,5	13,0	54,8	75,2	45,2	70,8	208,6	281,1	193,1	274,6	166,9	160,4	805	761

E = koemaita ei kalkittu, K = koemaat kalkittu, skl = sakokaivoliete, ukl = umpikaivoliete, SF = superfosfaatti

Lähdeluettelo

Sharpley, A.N. & Moyer, B. 2001. Phosphorus forms in manure and compost and their release during simulated rainfall. *Journal of Environmental Quality* 29: 1462-1469.

Ylivainio, K. & Turtola, E. 2008. Suomen kotieläintalouden fosforikierto – säätöpotentiaali maataloilla ja aluetasolla. *Maa- ja elintarviketalous* 138. s. 65-160.