

# Orgaanisten lannoitevalmisteiden levitystasaisuus

Petri Kapuinen ja Tanja Ikäläinen

Luke, Uudet liiketoimintamahdollisuudet, 21500 Piikkiö, [petri.kapuinen@luke.fi](mailto:petri.kapuinen@luke.fi)

## Tiivistelmä

Orgaanisten lannoitevalmisteiden liukoisien tyyppien pitoisuus voi lannoitevalmistelainsäädännön puitteissa vaihdella runsaasti. Tuote-erän pitoisuus voi olla hyvin kaukana tuoteselosteesta annetusta tai sen sisäinen pitoisuuden vaihtelu voi olla suuri. Liukoisien tyyppien annoksella on radikaali vaikutus kaikkien niiden keskeisten kasvien satoon, joilla voidaan käyttää lannoitevalmisteasetuksen 11 a§ tarkoitettuja lietetuotteita. Vaikka levitys olisi absoluuttisen tasaista, levitystasaisuus ei voi olla parempi kuin tuote-erän tasaisuus. Tuote-erän pitoisuuden poikkeaminen tuoteselosteen keskiarvosta johtaa helposti typpilannoituksen suureen poikkeamaan tavoitetasosta. Useimmat orgaaniset lannoitevalmisteet ovat kiinteitä, eikä niitä voi sijoittaa, jolloin niiden tyyppi joutuu usein kasvien ravinteidenoton kannalta väärään paikkaan. Näitä ongelmia voidaan välttää pitämällä näistä tuotteista tulevan liukoisien tyyppien annoksen osuus kohtuullisena ja antamalla riittävä määrä tyyppiä kylvölannoituksen yhteydessä mineraalilannoitteena. Tällöin annoksen vaihtelu ja poikkeama tavoitteesta saadaan hyväksyttävälle tasolle ja kasvien typensaanti turvattua kasvukauden alussakin.

Kiinteiden orgaanisten lannoitevalmisteiden levityslaitteiden levitystasaisuus on usein huonompi kuin nestemäisten. Nestemäisten lannoitevalmisteiden levitystasaisuus saadaan pääosin hallintaan esimerkiksi letkulevittimellä. Vastaavaa levityslaitetta kiinteille lannoitevalmisteille ei ole olemassa lukuun ottamatta rakeisille tuotteille tarkoitettuja levittäjiä. Mineraalilannoitteiden levityslaitteiden levitysmäärät eivät yleensä riitä orgaanisten tuotteiden levitykseen. Kiinteiden lannoitevalmisteiden levitykseen käytetään yleensä kuivalannan tarkkuuslevittäjiä. Kuivarakeisiin tai –jauheisiin kuuluvia pellettejä levitetään yleensä kalkinlevittimillä.

Erilaisten kiinteiden lannoitevalmisteiden levitystasaisuutta mitattiin pellolla ajamalla ja levittämällä tutkittavaa tuotetta poikittain kulkusuuntaan nähden asetettujen keräimien yli. Keräimiin kerätyn tuotteen punnittiin keräimittäin ja kyseisen tuotteen, levittimen ja sen säätöjen yhdistelmälle määritettiin levityskuvio. Levityskuvioita laskennallisesti limittämällä eri ajolinjojen välille haettiin sopiva tehollinen työleveys. Levitetty lannoitevalmisteet edustivat keskeisten tyyppinimien mukaisia tuotteita. Mukana oli maanparannuskomposti, kemiallisesti hapetettu puhdistamoliete, (kuivattu) mädätysjäännös ja pellettimäinen kuivarae tai –jauhe. Pelletti levitettiin kalkinlevittimellä. Muita lannoitevalmisteita levitettiin levityslautasilla varustetulla vaakakelalevittimellä, pystykelalevittimellä ja hajotinkelalla varustetulla yleisperävaunulla. Levityksen kannalta hankalimpia tuotteita ovat tahmaiset ja kokkareiset kemiallisesti hapetettu puhdistamoliete ja kuivattu mädätysjäännös.

Levitystasaisuuden kannalta optimaalinen levityskuvio on kolmiomainen, joka sopivasti levitystä lomittamalla johtaa tasaiseen levitykseen. Huonoin levityskuvio on huipukas. Yleisperävaunun tehollinen työleveys on vaatimaton hieman sen leveyttä suurempi. Muiden levitystyyppien levityskuvio on oikeilla säädöillä hyvä. Levityslautasilla varustettujen levittimien (vaakakelalevitin ja kalkinlevitin) työleveys on yleensä suurempi kuin pystykelalevittimien. Keskeisin levityskuvion tuhoava säätövirhe on liian suuri pohjakuljettimen nopeus. Se on hyvin yleinen virhe, koska suuri pohjakuljettimen nopeus on levitysurakoitsijan etu veloituksen perustuessa levitettyihin tonneihin tai kuutioihin.

**Asiasanat:** orgaaninen lannoitevalmiste, maanparannuskomposti, mädätysjäännös, kemiallisesti hapetettu puhdistamoliete, kuivarae tai –jauhe, pelletti, liukoinen tyyppi, tarkkuuslevitin, pystykelalevitin, vaakakelalevitin, yleisperävaunu, kalkinlevitin, pohjakuljetin, urakointi, levityskuvio, levitystasaisuus, työleveys, hajotinkela, levityslautanen

## Johdanto

Orgaanisten lannoitevalmisteiden liukoisen typen pitoisuus voi vaihdella runsaasti lannoitevalmiste-lainsäädännön puitteissakin. Koska liukoisella tyypellä on radikaali vaikutus viljasadon määrään ja laatuun, tämä on melkoinen ongelma, jos orgaanisella lannoitevalmisteella yritetään kattaa merkittävä osa viljan typen tarpeesta. Orgaaniset lannoitevalmisteet, joita tavanomaisessa peltoviljelyssä käytetään, ovat pääsääntöisesti lietetuotteita, joiden käyttö laajassa mittakaavassa ei ole lainsäädännön perusteella sallittu juuri muille kuin vilja- ja öljykasveille (MMM 2011). Potentiaalisiin viljelykasvi on ohra, koska sen viljelypinta-ala on suuri ja sitä viljellään runsaasti myös kasvinviljelytiloilla. Toinen potentiaalinen viljelykasvi on vehnä. Käyttämällä riittävä määrä mineraalilannoitteen tyyppiä kylvön yhteydessä voidaan orgaanisesta lannoitevalmisteesta ja mineraalilannoitteesta tulevan liukoisen typen yhteisannoksen vaihtelua pienentää ratkaisevasti, koska mineraalilannoitteiden ravinnepitoisuuksien vaihtelu on hyvin pieni suhteessa orgaanisten lannoitevalmisteiden liukoisen typen pitoisuuden vaihteluun. Lisäksi orgaanisille lannoitevalmisteille ei ole käytettävissä sijoitusmenetelmää, jolla on ratkai-seva typen hyväksikäyttöä parantava vaikutus Suomen lyhyessä kasvukaudessa. Typen puute kasvu-kauden alussa aiheuttaa merkittäviä sadonalennuksia. Vähintään noin puolet liukoisesta tyypestä pitäisi sijoittaa kylvölannoituksen yhteydessä. Viljakasvusto lähtee sen avulla hyvään kasvuun ja myöhem-min kasvukauden kuluessa se pystyy hyödyntämään myös muulla tavoin levitettyä tyyppiä.

Liukoisen typen levitystasaisuus muodostuu orgaanisen lannoitevalmisteiden liukoisen typen pi-toisuuden vaihtelun lisäksi orgaanisen lannoitevalmisteiden levitystasaisuudesta. Maaparannuskompos-tin, kiinteän mädätysjäännöksen ja kemiallisesti hapetetun puhdistamolietteen levitykseen käytetään yleensä kiinteän lannankin levitykseen käytettäviä tarkkuuslevittäjiä. Ne sopivat näiden orgaanisten lannoitevalmisteiden tyypilliselle levitysmäärälle yleensä noin 20 t/ha melko hyvin. Niiden päätyypit ovat pystykela- ja levityslautasilla varustettu vaakakelalevitin. Pystykelalevittimissä levityslautaset ovat integroitu hajotinkeloihin eikä niiden nopeutta voi säätää erikseen. Hajotinkelojen etupuolella on säätöportti, jonka avulla juokseva materiaali voidaan kuljetuksen aikana pitää kyydissä ja sen levitys-määrää säätää säätöportin avulla. Kiinteämpiä materiaaleja levitettäessä säätöportti on käytännössä pidettävä lähes auki, koska sen rakenteet eivät kestä sen käyttöä säätöön kiinteitä materiaaleja levitet-täessä. Sen avulla voidaan kuitenkin tasata kuorman pintaa niin, että levitysmäärän vaihtelu pituus-suunnassa vähenee. Vaakakelalevittimessä hajotinkelat ovat peräportin takana vaakaa-asennossa. Levi-tyslautasten voimansiirto on yleensä erillinen hajotinkelojen voimansiirrosta, jolloin niiden pyörimis-nopeutta voidaan säätää toisistaan riippumatta. Hajotinkelat saavat yleensä käyttövoimansa traktorin voimannoakselista, kuten pystykelalevittimissäkin. Levityslautaset saavat käyttövoimansa yleensä traktorin hydraulikasta. Näin vaakakelalevittimillä on lähtökohtaisesti monipuolisemmat säätömah-dollisuudet levityskuvioon. Vaakakelalevittimessä on samanlainen säätöportti kuin pystykelalevitti-messä ja sen käyttö on vastaava. Myös yleisperävaunut ovat periaatteessa vaakakelalevittäjiä, mutta niistä puuttuu levityslautaset, jolloin tehollinen työleveys ei ole juuri itse vaunun leveyttä suurempi. Kaikissa näissä levittimissä on koko vaunu levyinen pohjakuljetin, jonka nopeutta voidaan säätää. Ne sopivatkin paremmin materiaalin sekoittamiseen ja auman muodostamiseen kuin levitykseen. Varsin harvinainen orgaaninen lannoitevalmiste kuivarakeiden tai -jauheiden tyypinimeen kuuluvat pelletit. Niiden tyypillinen levitysmäärä on yleensä noin 5 t/ha. Niinpä niiden levitykseen sopivat parhaiten kalkinlevittimet, koska kalkin levitysmäärä on tyypillisesti lähellä tätä. Kalkinlevittimissä on alaspäin kapeneva säiliö. Pohjalla on kapea kuljetin, jonka nopeutta voi säätää. Perässä on kaksi levityslautasta, joiden pyörimisnopeutta voi säätää. Tuote johdetaan lautasille säätöluukun kautta, jota voi käyttää levitysmäärän säätämiseen. Lähtökohtaisesti kaikkien levittimien levitysmäärää säädetään pohjakuljet-timen ja traktorin nopeuden suhteella ottaen huomioon tehollinen työleveys, joka määräytyy levitys-kuvion perusteella. Levityskuvio on enemmän tai vähemmän kolmiomainen. Ajolinjojen väli valitaan niin, että levityskuviot limittyvät ja niiden yhteenlaskettu levitysmäärä on joka kohdassa mahdolli-simman sama. Limityksen kannalta optimaalinen levityskuvio on kolmiomainen. Tällöin limityksellä voidaan periaatteessa saavuttaa täysin tasainen levitys leveysuunnassa. Käytännössä levityskuvio on enemmän tai vähemmän huipukas ja sen siihen vaikuttaa levitettävä materiaali ja levitysnopeus, jolla tarkoitetaan levitysmäärää aikayksikössä. Levitystasaisuuteen vaikuttaa myös levitettävän materiaalin homogeenisuus ja partikkelikoko. Yleensä maanparannuskomposti on hienorakenteisempänä levitettä-vissä tasaisemmin kuin esimerkiksi kemiallisesti hapetettu puhdistamoliete, jossa on suuria paakkuja. Paakkujen kohdalla liukoisen typen määrä on suuri ja niiden välissä pieni. Hienojakoisen materiaalin levityksessä syntyy vähemmän tällaista pienialaista epätasaisuutta. Leveysuunnan lisäksi levitystasai-

suus vaihtelee ajosuunnassa. Erityisesti kuorman loppuessa levitysmäärä vähenee, mutta se on tavallista pienempi myös levitys aloitettaessa. Lisäksi vaihtelua on koko kuorman levityksen ajan, mutta sitä voi vähentää säätöportin sopivalla säädöllä, joka tasaa kuorman pinnan. Periaatteessa myös levityksen lopetus ja aloitus pitäisi lomittaa tasaisen levitystuloksen saavuttamiseksi.

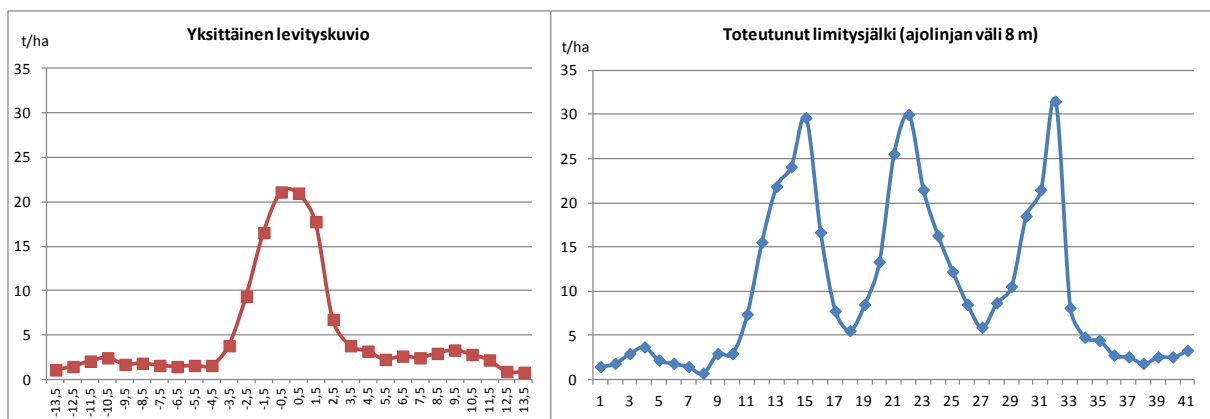
Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää erilaisten levittimien soveltuvuus orgaanisten maanparannusaineiden levittämiseen ja siihen vaikuttavat tekijät.

## Aineisto ja menetelmät

Tässä LeviLogi-hankkeen (Tontti ym. 2015) osatutkimuksessa selvitettiin erilaisten orgaanisten maanparannusaineiden levitystasaisuutta erilaisilla levittimillä ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Levityskuvio mitattiin ajamalla levitysvaunuilla pellolle määrävälein asetettujen keräinmattojen yli. Ajosuuntaisen vaihtelun tasaamiseksi levityskuvio määritettiin ajamalla keräinmattorivistön yli useampaan kertaan ja punnitsemalla niille kertyneen orgaanisen lannoitevalmisteiden määrä erikseen joka ajokerran jälkeen. Levityskuvio määritettiin laskemalla keskiarvo eri ajokertoilla samalla etäisyydellä ajolinjasta sijainneelle keruumatolle kertyneestä orgaanisen lannoitevalmisteiden määrästä. Levityskuvio määritettiin useammalle pohjakuljettimen nopeudelle, eri orgaanisille lannoitevalmisteille ja levittimille. Levityskuvioiden perusteella pyrittiin määrittämään optimaalisin tehollinen työleveys eli ajolinjojen väli kulkevan orgaanisen lannoitevalmisteiden ja levittimen yhdistelmälle. Todellinen käytetty työleveys, levittimen säädöt ja ajotapa oli kuitenkin viljelijän tai urakoitsijan valitsemia, joten esitetyt levitystasaisuudet levityskuvioiden perusteella laskettuna käytetyillä työleveyksillä edustavat vallitsevaa tilannetta käytännön toiminnassa.

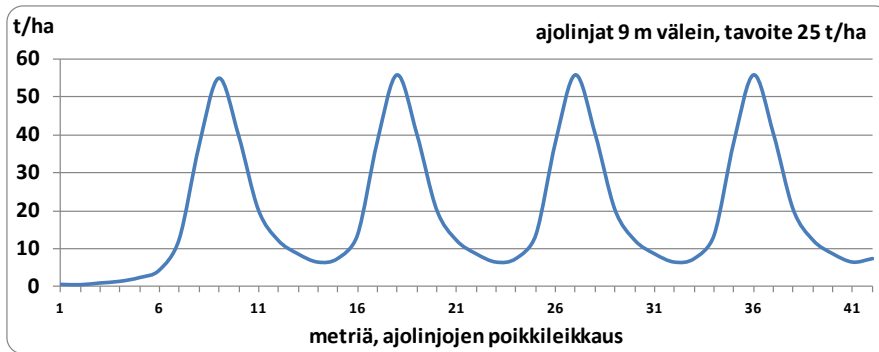
## Tulokset ja tulosten tarkastelu

Samalla orgaanisen lannoitevalmisteiden ja levittimen yhdistelmälle suurin levityskuvioon vaikuttava yksittäinen tekijä on pohjakuljettimen nopeus. Liian suuri pohjakuljettimen nopeus johtaa siihen, että levityslautasille tulee liika levitettävää materiaalia suhteessa niiden käsittelykykyyn. Tämä johtaa siihen, että levitettävää materiaalia tulvii levityslautasten siivikon yli ajolinjalle. Lisäksi sitä tulvii myös levityslautasten yli sivullepäin. Sivullepäin tulviva materiaali lyhentää levityslautasen siivikon heittäjän materiaalin lentorataa, jolloin levityskuvio kapenee. Näiden kahden tekijän yhteisvaikutuksena levityskuvioista tulee hyvin huipukas eikä niitä lomittamalla saa tasaista levitystä millään tehollisella työleveydellä.



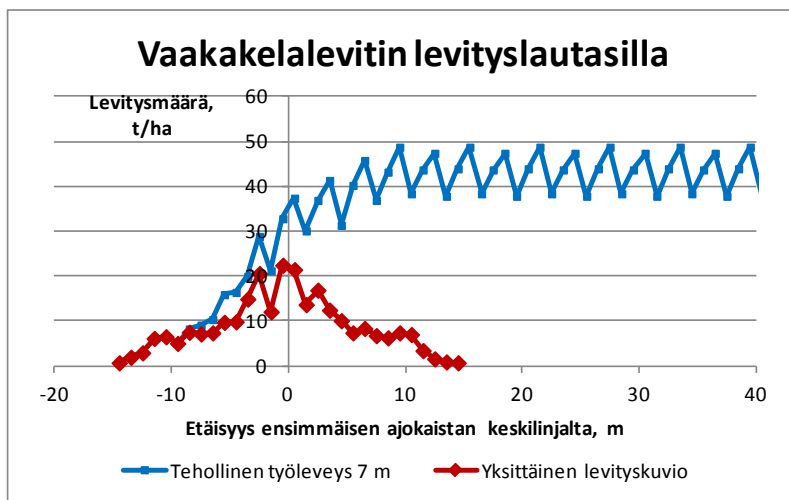
Kuvio 1. Maanparannuskompostin levitystulos levityslautasilla varustetulla vaakakelalevittimellä (Tontti ym. 2015)

Kuviossa 1 on vasemmalla esitetty maanparannuskompostin yksittäisen ajokerran muodostama levityskuvio. Kuviossa yksi on esitetty toteutunut levitystasaisuus valitulla 8 metrin ajolinjaväällä. 8 metriä on varsin pieni ajouraväli tällaiselle levittimellä ja silti levitystulos on hyvin huono. Huipuissa on levittynyt noin 30 t/ha ja minimikohdissa noin 5 t/ha. Levityskuvion huipukkuuden takia levitystä ei pysty tasoittamaan edes ajouraväliä pienentämällä, vaan on ryhdyttävä toimiin levityskuvion parantamiseksi.



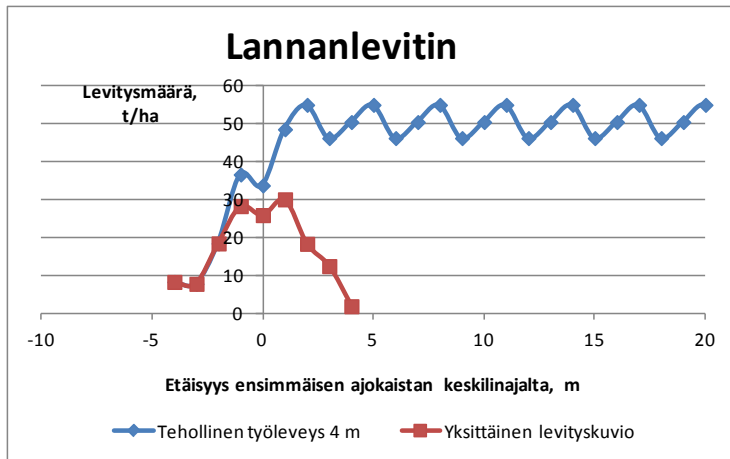
Kuvio 2. Maanparannuskompostin levitystulos pystykelalevittimellä (Tontti ym. 2015)

Kuviossa 2 on esitetty levitystasaisuus valitulla 9 metrin ajouravälillä. Levityskuvion vasen puoli on kuvion vasemmanpuoleisimman huipun vasen puoli, oikea vastaavasti oikeanpuoleisimman oikea puoli. Oleellisesti levitystulos on yhtä huono kuin levityslautasilla varustetulla vaakakelalevittimellä. Tässäkään tapauksessa levitystulosta ei voi parantaa parantamatta levityskuviota.



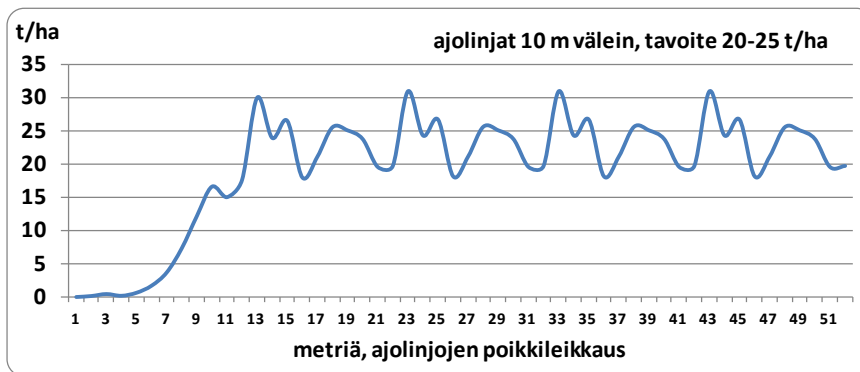
Kuvio 3. Kuivatun mädätysjäännöksen levitystulos levityslautasilla varustetulla vaakakelalevittimellä (Tontti ym. 2015)

Kuviossa 3 on levitetty kuivattua mädätysjäännöstä levityslautasilla varustetulla vaakakelalevittimellä. Levitystasaisuus on oleellisesti parempi kuin maanparannuskompostien levityksessä. Parempaan levitystasaisuuteen päästään, koska yksittäinen levityskuvio on selvästi laakeampi kuin kuvioissa 1 ja 2. Vika ei siis ole levitettävän lannoitevalmisteen ominaisuuksissa, vaan levittimen käytössä. Itse asiassa maanparannuskompostin levittämien on helpompaa kuin mädätysjäännöksen.



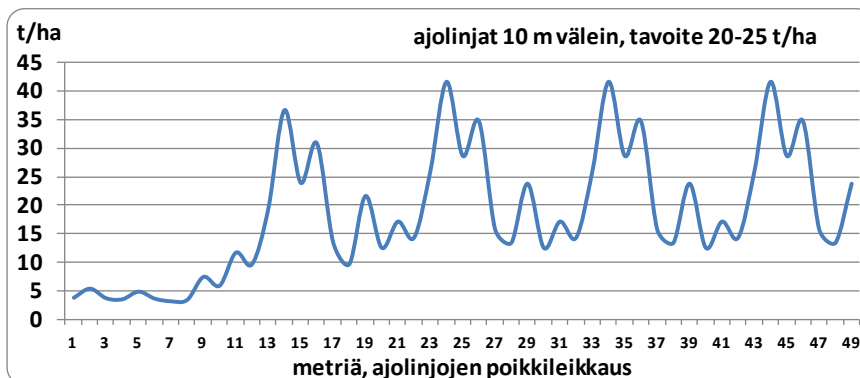
Kuvio 4. Kuivatusmäätysjäätännöksen levitystulos lannanlevittimellä (Tontti ym. 2015)

Lannanlevittimellä eli yleisperävaunullakin on päästy varsin tasaiseen levitykseen kuten kuviosta 4 voidaan todeta, mutta se on saavutettu hyvin pienellä tehollisella työleveydellä, 4 metriä. Tämä perustuu siihen, että levityskuvio on varsin kolmiomainen eli optimaalinen hyvän levitystasaisuuden saavuttamisen kannalta vaikkakin kapea.



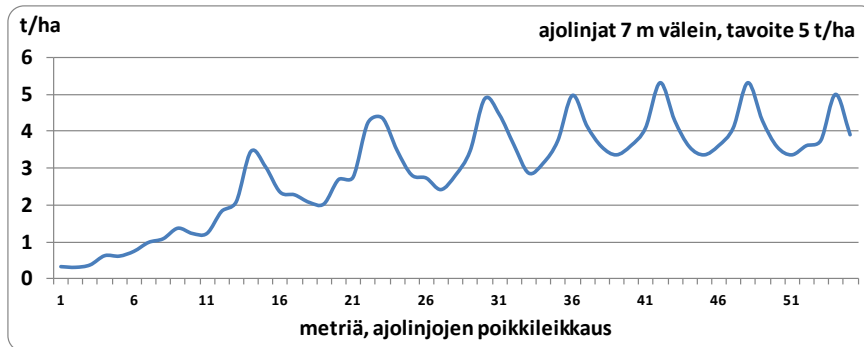
Kuvio 5. Kemiallisesti hapetetun puhdistamolietteen levitystulos pystykelalevittimellä (Tontti ym. 2015)

Kuviossa 5 on saavutettu kohtuullisen hyvä levitystasaisuus levitettäessä pystykelalevittimellä kemiallisesti hapetettua puhdistamolietettä, joka on tarkasteltavista orgaanisista maanparannusaineista hankalimmin levitettävä.



Kuvio 6. Kemiallisesti hapetetun puhdistamolietteen levitystulos ja levityslautasilla varustetulla vaakakelalevittimellä (Tontti ym. 2015)

Kuviossa 6 on saavutettu varsin huono levitystasaisuus levityslautasilla varustetulla vaakakelalevittimellä täysin samoilla työleveyksillä ja levitysmäärillä kuin kuviossa 5, koska levityskuvio on ollut hyvin huipukas, kuten voidaan kuvion vasemmasta reunasta todeta. Hyvä levityskuvio ei siten ole kiinni levitintyyppistä tai levitettävästä orgaanisesta maanparannusaineesta vaan levittimen käytöstä, vaikka paremmalla levittimellä ja hyvin levittyvällä orgaanisella maanparannusaineella pääsee hyvään levitystulokseen helpommin.



Kuvio 7. Termisesti kuivatun rakeen eli pelletin levitystulos kalkinlevitysvaunulla (Tontti ym. 2015)

Kuviossa 7 on esitetty pelletin levitystasaisuus kalkinlevittimellä levitettynä. Kuvion vasemmasta reunasta voidaan todeta varsin laakea levityskuvio, jossa on kuitenkin terävä huippu ajolinjan kohdalla. Levityskuvio on leveämpi kuin käytetty työleveys, jolloin vasemmanpuoleisimman huipun ajolinjalta pellettiä on levittynyt oikealle jopa toisen huipun kohdalle saakka. Vaikka levityskuvio on varsin laakea, siinä oleva huippu tekee hyvän levitystasaisuuden saavuttamisen mahdolliseksi. Huipukkuus aiheutuu kahden levityslautasen väliselle alueelle levittyvästä liian suuresta määrästä, johon voi vaikuttaa vähentämällä levityslautasten päällekkäisyyttä vähentämällä.

### Johtopäätökset

Orgaanisten lannoitevalmisteiden levitystasaisuus on yleensä huono, koska urakoitsijat käyttävät liian suurta pohjakuljettimen nopeutta. Tähän on syynä se, että urakoitsijoiden veloitusperusteena on levitetty kuutiot tai tonnit. Aikayksikössä levitettävä tuotemäärä on suorassa suhteessa pohjakuljettimen nopeuteen, mikä tähden urakoitsijat käyttävät mahdollisimman suurta pohjakuljettimen nopeutta. Tasaisen levityksen kannalta riittävän pienen pohjakuljettimen nopeuden käyttäminen laskisi urakoitsijan tuntiansioita tai nostaisi levityskustannusta merkittävästi. Käytännössä tälle ei löydy maksajaa. Huipukas levityskuvio yhdessä liian suuren tehollisen työleveyden kanssa näkyy raidallisena kasvustona. Se aiheuttaa varmuudella määrällisiä ja laadullisia satotappioita. Kun levityskuvio saadaan riittävän pienellä pohjakuljettimen nopeudella riittävän kolmiomaiseksi, myös tehollinen työleveys voi olla kohtuullinen. Tämä ei kuitenkaan poista dilemma kustannusten ja tuotteen lannoitusarvon välillä.

### Kirjallisuus

**MMM 2011.** Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista 24: 1 – 6 + 4 liitettä. Annettu Helsingissä 1. syyskuuta 2011

**Tontti, T., Kapuinen, P. Ojajarvi, J., Joki-Tokola, E., Laurila, M., Ikäläinen, T., Kekkonen, J. & Veijalainen, A.-M. 2015.** Orgaanisten lannoitevalmisteiden varastointi, levittäminen ja annostelu. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 46: 1-79. Saatavana internetissä: <http://jukuri.luke.fi/handle/10024/518969>