

## SITRAN "RAVINNEKIERTO CHALLENGE" - IDEAKILPAILU

### Kilpailuehdotus : "FULLREC"

#### 1. Kilpailuehdotuksen tausta ja sen liittyminen kestäväan metsätalouteen

Maanviljelyssä ja metsätaloudessa sadonkorjuun mukana poistetaan ravinteita, joiden palauttaminen tai poistuman korvaaminen kemiallisilla lannoitteilla on toiminnan kestävyuden kannalta elintärkeää. Maataloudessa poistuneista ravinteet päätyvät yhdyskuntien kautta pääosin kompostoitaviin jätteisiin ja jäteveteen. Jäteveteen päätyvistä ravinteista merkittävä osa häviää nykyisin puhdistusprosessissa; esimerkiksi typpeä typpikaasuna ilmaan sekä kaliumia kulkeutuu puhdistusprosessin lävitse vesistöihin. Tällä hetkellä liete- ja jätepohjaisten ravinnelähteiden käyttö maataloudessa on hyvin vähäistä, sillä näistä valmistetut lannoitevalmisteet eivät vastaa maa ja metsätaloudessa kysyntään. Tuotteissa on selkeitä puutteita kemikaalisen sisällön sekä tuotteiden teknisten ominaisuuksien osalta suhteessa tarpeisiin.

Metsätaloudessa etuna on se, että lietteestä ja mädätysjäännöksestä peräisin olevaa lietettä voidaan termisesti käsiteltynä ylipäänsä kierrättää takaisin metsiin. Ravinteita nimittäin poistuu kokopuuhaakuiden lisääntyneen osuuden vuoksi metsistä selvästi aikaisempia korjuukäytäntöjä enemmän ja uhkana on keskipitkällä noin 50 – 100 vuoden aikajaksolla, että kyseisten metsämaiden ravinteet vähenevät ja puuston kasvunopeus laskee.

Rakeistetun tuotteen edut varastoinnissa, käsittelyssä sekä erityisesti levityksen laadussa tulevat hyvin esille. Valtaosa teollisesti prosessoiduista lannoitteista on rakeistettuja – lannoitteiden käsittely- ja levityskoneet on pääosin suunniteltu rakeisille tuotteille sekä maa- että metsätaloudessa.

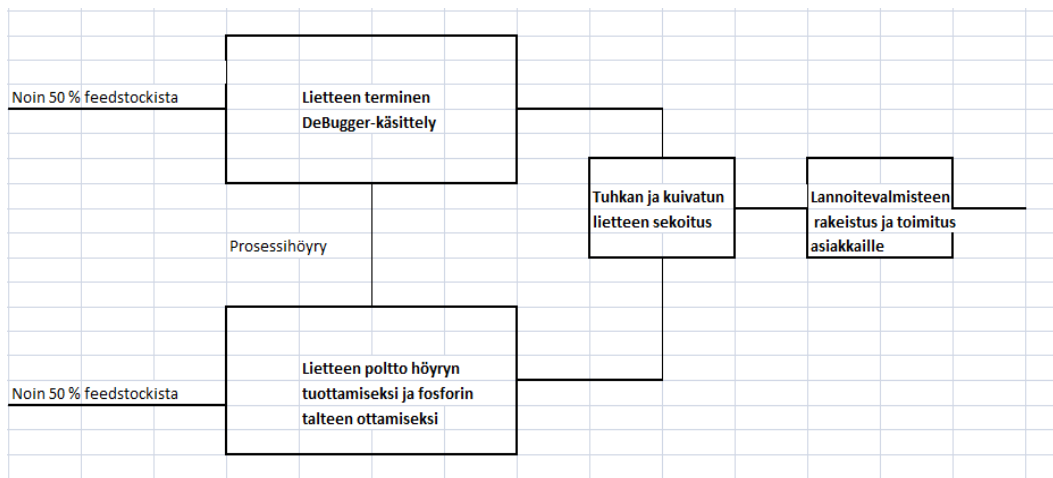
Ratkaisussa kuvataan tapa, jolla energiatuotannon tuhkien kierrätystä voidaan edelleen tehostaa laajentamalla ravinteiden talteenottoa sisältämään myös typen ja hiilen yhdisteet liittämällä tuhkat ja lietteet samaksi kokonaisuudeksi osaksi metsälannoitteiden tuotantoa. Yleensä yhdyskuntien ravinnerikkaat jakeet käytetään tiheään asutuilla seuduilla viherrakentamiseen sen vuoksi, että pitkä kuljetusmatka maa- ja metsätalouteen katsotaan kannattamattomaksi. Tällöin ravinteiden kierto takaisin ruoan tuotantoon ei toimi, ravinteita joudutaan tuottamaan uusiutumattomista lähteistä ja ravinteet päätyvät materiaalivirran mukana tiheään asutuille alueille. Ratkaisussa luodaan teollinen kokonaisratkaisu, jossa yhdyskuntien sekä teollisuuden sivuvirtojen ravinteet saadaan sekä logistisesti että käytön kannalta tehokkaaksi sekä markkinoilla kilpailukykyisiksi tuotteiksi.

#### 2. Ratkaisun yksityiskohtaisempi kuvaus

Ratkaisu koostuu kolmesta teknisestä pääosista, joita ovat Outotec Oyj:n Debugger ja Ash Dec-prosessit sekä Ecolan Oyn rakeistusprosessi. Ne voidaan kytkeä keskenään useammalla eri tavalla, mutta tämän kilpailuehdotuksen mukainen perusratkaisu on esitetty kaaviossa 1.

FULLREC – ratkaisu on termien yhdyskuntien jätevesipuhdistamojen lietteiden ja biokaasulaitosten mädätysjäännösten käsittelymenetelmä, jonka avulla voidaan saada myös näiden materiaalien sisältämästä tyypestä ja hiilestä vähintään 50 % ja maksimissaan yli 90 % talteen ja kierrätettyä takaisin maa- tai metsätalouden käyttöön. Logistisesti etuna on se, että rakeistettu lopputuote (85 – 95 % kuiva-ainetta) voidaan kohtuullisin kustannuksin kuljettaa usean sadan kilometrin päähän tuotantolaitoksesta, kun nykyään pääosa biokaasulaitosten ja jätevedenpuhdistamojen kiinteistä sivutuotteista voidaan kuljettaa niiden suhteellisen alhaisen kuiva-ainepitoisuuden (20 – 30 %) vuoksi käytännössä vain 20 – 30 km etäisyydelle.

Kaavio 1



Ratkaisu perustuu ensiksikin Outotecin olemassa olevaan Ash Dec – termiseen käsittelymenetelmään, joka on testattu useita vuosia kestäneissä laboratorio – ja pilot – kokeissa sekä suoritettu Suomen Luonnonvarain tutkimuskeskus LUKE’ä vastaavassa saksalaisessa Julius Kühn – instituutissa viljelykokeet termisesti käsitellyllä lopputuotteella. Kokeet osoittivat, että menetelmä toimii fosforin talteenottoon lietteen polton tuhasta ja ko. materiaalin kierrätykseen ja rekisteröintiin lannoitevalmisteksi. Tällä menetelmällä pystytään kierrättämään lietteenpolton tuhassa olevat fosfori ja kalium, mutta koska yhdyskuntien jätevesiliete ensin poltetaan ja sitten sen tuhka käsitellään termisesti noin 1000 asteen lämpötilassa, lietteessä oleva typpi ja hiili palavat typen ja hiilen oksideiksi ja ne poistuvat prosessissa savukaasujen mukana. Toiseksi ratkaisu perustuu Outotec’in pilotointivaiheessa olevaan ns. DeBugger-tekniikkaan, jossa jätevesilietettä ei polteta, vaan se kuivataan noin 80-90 %: n kuiva-ainepitoisuuteen yli 150 asteen lämpötilassa. Tämä materiaali on kuivauksen jälkeen kuitumaista ainesta, joka vaatii kevyen jauhatuksen ennen granulointia. Uutta ja tässä ensi kertaa julkisesti esitettyä tässä kilpailuehdotuksessa on se, että DeBugger – käsittelyn vaatima höyry tuotetaan polttamalla noin 50 % lietteestä ja/tai mädätysjäännöksestä (ja käsittelemällä vastaavasti DeBuggerilla noin 50 %). Koska molempien käsittelymenetelmien lopputuotteet ovat kuiva-ainepitoisuudeltaan hyvin lähellä toisiaan, ne voidaan sekoittaa keskenään ja valmistaa rakeistettua NPK-lannoitevalmistetta.

Kuva 1 esittää Outotecin lietteenpolttolaitosta, kuva 2 Ash Dec –yksikköä, kuva 3 esittää DeBugger – tekniikkaa, kuva 4 Ecolanin lannoitevalmisteen rakeistussyksikköä ja kuva 5 valmistetua lopputuotetta. Kuvassa 6 on esitetty yhteenvetona pääraavinnevirrat Fullrec – ratkaisussa ja kuvassa 7 kaavio Ecolanin prosessista.

Kuva 1 Outotecin lietteenpolttolaitos Sveitsissä



Kuva 2 Ash Dec –yksikkö Itävallassa



Kuva 3 Outotecin DeBugger – yksikkö Pohjois-Ruotsissa

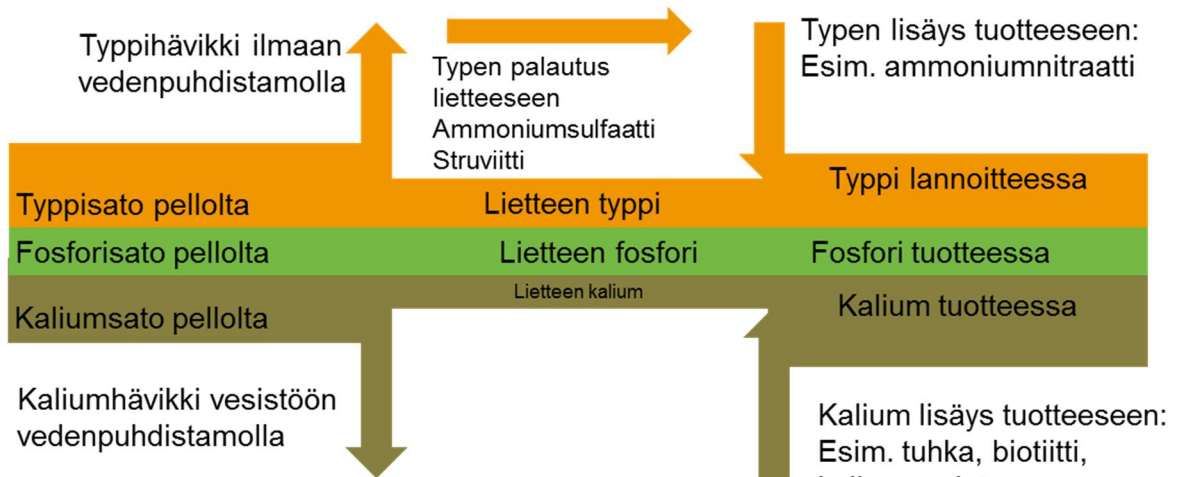


Kuva 4 Ecolanin rakeistussyksikkö Suomessa

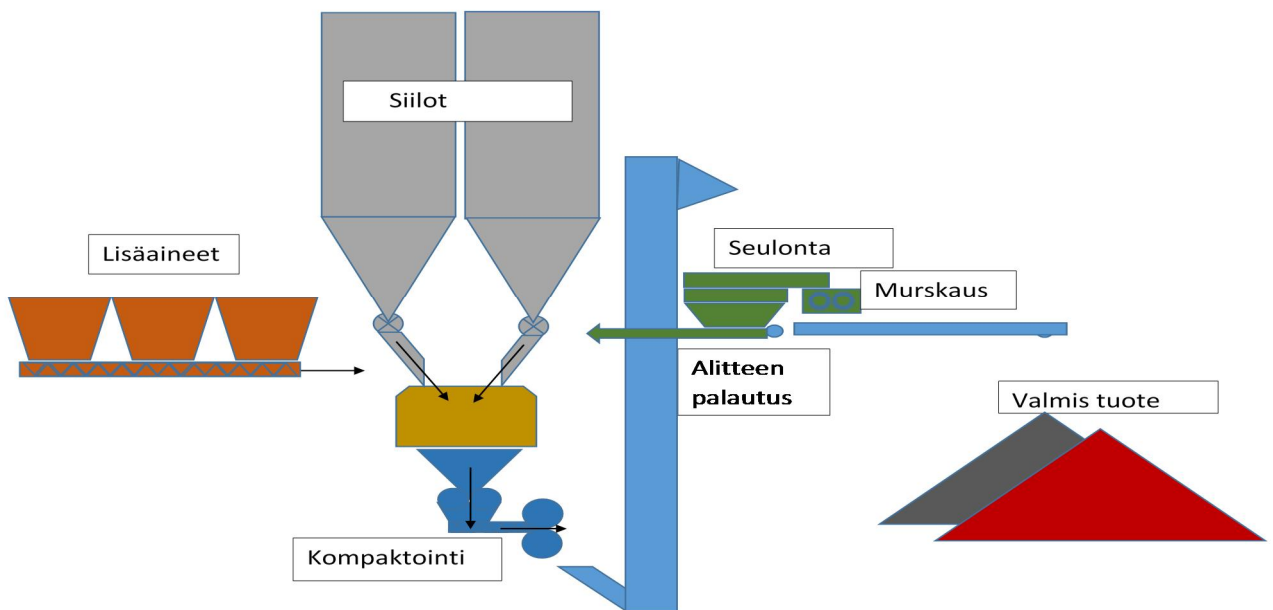


Kuva 5 Rakeistettu lannoitevalmiste





Kuva 6. Pääravinteiden virrat Fullrec-ratkaisua edeltävässä jätevedenpuhdistamossa sekä itse Fullrec-ratkaisussa, kun syötteenä on yhdyskuntajätevesien puhdistamoliete.



Kuva 7. Ecolan Oy:n tuotantoprosessin pääperiaatteet

Ratkaisun soveltaminen käytäntöön edellyttää kahden oman alansa teknologiajohtajan - Outotecin ja Ecolanin – saumatonta yhteistyötä. Ecolan Oy on erikoistunut biovoimalaitosten voimalaitosten tuhkan granulointiin ja metsälannoitteiden valmistukseen ko. raaka-aineesta. Yhtiöllä on kokeillut kuivarakeistusteknologiaa myös termisesti kuivattujen mädätetyn lietteen rakeistuksessa ja siten teknologiaa voidaan edelleen kehittää niin, että menetelmällä voidaan valmistaa rakeisia lannoitteita jauhemaisen tuhkan ohella myös em. DeBugger – prosessista saatavasta kuivasta kuitumaisesta lopputuotteesta. Biomassan poltossa syntyvistä tuhista valmistettavat nykyiset lannoitevalmisteet sisältävät pääasiassa fosforia ja kaliumia, mutta typpeä niistä yleensä puuttuu. DeBugger-teknologian avulla saadaan myös suuri osa lietteen sisältämää typpeä ja hiiltä talteen.

Kun Ash Dec- ja DeBugger-teknologioiden tuottamat materiaalit yhdistetään, saadaan jätteistä jalostettua lannoitteita, joiden ravinteista jopa 100% on peräisin yhdyskuntien sivuvirroista. Prosessi on joustava, jolloin lannoitteiden seostuksessa ja rakeistuksessa voidaan myös ravinnelisäysten avulla valmistaa lannoitteita markkinoilla olevan kysynnän mukaisesti (kuva 8).



Kuva 8. Helikopteri levittämässä valmista tuhista valmistettua lannoitetta metsään.

Uutta tässä ideassa ja ratkaisussa on se, että kasvinravinteiden ja hiilen talteenotto on yhdistetty ja siihen on lisäksi liitetty kaupallisesti toteuttamiskelpoinen mahdollisuus kaikkien neljän lannoite- ja maanparannuskomponentin kierrättäminen maa- ja metsätalousmaiden lannoitukseen. Ratkaisussa tarvittavat ravinteet (typpi (N), fosfori (P), kalium (K), magnesium (Mg), rikki (S), boori (B), kupari (Cu), sinkki (Zn), seleeni (Se)) sekä orgaaninen aines (hiili) saadaan mahdollisimman tarkasti talteen yhdyskuntien sivuvirroista (vedenpuhdistuslietteet ja orgaaniset erilliskerätyt jätteet, sekä lisäksi epäorgaaniset energiatuotannon tuhkat). Ravinteet yhdistetään ja räätälöidään sisältönsä puolesta valmiiksi sekä fyysisinä tuotteina lannoitteiksi niin, että ne vastaavat lannoitemarkkinoiden kysyntään.

Debugger-prosessissa liete kuivataan ja lämpökäsitellään höyryllä. Termisen käsittelyn lämpötila on niin korkea, että orgaaninen lopputuote (N, P, K, hiili ja hivenravinteet) on turvallista käytettäväksi. Mikäli fosforin liukoisuutta on tarve lisätä (peltokäyttö) tai käsittelyyn otetun lietteen haitallisen korkea raskasmetallipitoisuus haittaisi lannoitteen käyttöä, voidaan prosessiin lisätä myös Ash Dec-prosessi, jolloin saadaan raskasmetallit erotettua lopputuotteesta sekä tarvittaessa lisättyä fosforin liukoisuutta. Lietteenpoltto + Ash Dec (P,Ca,Mg,K-hiven) yhdistelmässä myös orgaaniset haitta-aineet, lääkejäämät sekä hormonit tuhoutuvat jolloin lopputuote on turvallinen myös tältä osin. Lietteenpolttoon voidaan yhdistää myös biomassojen polttoa, jolloin syntyy tuhkaa, jota mahdollisesti voidaan käyttää yhtenä lannoitevalmisteiden raaka-aineena.

Tuotteet viimeistellään rakeistamalla ne Ecolan Oy:n valmistamalla ja käytössä olevalla kompaktointitekniikalla (Kuva 7), jossa prosesseista syntyneet erilaiset ravinnelähteet, tuhkat ja tarvittavat lisäravinnelähteet sekoitetaan keskenään sekä tiivistetään prosessissa, jolloin jauhemainen ja/tai kuitumainen massa rakeistuu. Tuote käsitellään lopuksi oikeaan raekokoon. Valmis tuote on tiivis, helposti levitettävä, tasarakeinen sekä sen kosteuspitoisuus on alhainen (5-15%), jolloin tuotteen



ravinnesisältö ja säilyvyys ovat hyviä. Tällöin lannoitteen tilantarve, kuljetus ja levitysmäärät pysyvät matalina.

Seuraavassa kuvattu tarkemmin tahoja, jotka voivat olla kiinnostuneita ratkaisuista (intressitahot)

Kotimaassa (esimerkkejä organisaatioista, jotka ovat osoittaneet asiaan konkreettista kiinnostusta)

- Leppäkosken Sähkö Oy, Nokian Vesi Oy ja Pirkanmaan Jätehuolto Oy
- Lappeenrannan Lämpövoima Oy
- Napapiirin Energia ja Vesi Oy
- Tampereen Keskuspuhdistamo Oy
- Kymen Vesi Oy jne.

Ulkomailla (esimerkkejä kaupungeista tai vastaavista organisaatioista, jotka ovat osoittaneet asiaan konkreettista kiinnostusta)

- Tukholma, Göteborg ja Malmö, Ruotsi
- ERZ, Zürich, Sveitsi
- Berliini, Frankfurt, München, Bitterfeld (Leipzigin seudulla) , Saksa jne
- Bad Vöslau, Itävalta jne.

N.B. Statens Naturvårdsverketin raportti no 6589, syyskuu 2013 "Hållbar återföring av fosfor" )ISBN No 978-91-620-6580-5 sisältää suosituksen, että fosforia tulisi kierrättää turvallisesti maatalouskäyttöön. Kierrätystavoitteeksi on aluksi asetettu 40 % yhdyskuntien puhdistamolietteiden fosforista ja 10 % tyydestä kierrätettäisiin vuoden 2018 loppuun mennessä. Molemmissa tavoitteissa edellytetään, että kierrätyksellä ei ole ihmisen terveyden tai luonnon kannalta kielteisiä vaikutuksia. Fosforin kierrätysasteeksi v 2010 on arvioitu noin 25 %. Tarkoitus on nostaa em kierrätystavoitteita, mutta näiden tavoitteiden kierrätysaste prosentteina samaten kuin mihin menessä ne tulisi saavuttaa on jätetty avoimeksi.

### 3. Arvio ehdotetun kasvinravinteiden kierrätysratkaisun taloudellisesta merkityksestä

Uutta tässä ideassa ja ratkaisussa on se, että kasvinravinteiden ja hiilen talteenotto on yhdistetty ja siihen on lisäksi liitetty kaupallisesti toteuttamiskelpoinen mahdollisuus kaikkien neljän lannoite- ja maanparannuskomponentin kierrättäminen maa- ja metsätalousmaiden lannoitukseen. Yhteenvedona kilpailuehdotuksen mukaisesta ratkaisusta voidaan todeta, että sen avulla saadaan kierrätettyä kaikki ravinteet yhdyskuntien puhdistamolietteistä ja biokaasulaitoksista sekä metsien lannoitukseen (sekä periaatteessa myös maatalousmaiden lannoitukseen). Lannoitevalmisteen etuina nykyisiin kierrätysravinteisiin verrattuna ovat seuraavat:

- Kaikki tärkeimmät kasvinravinteet (P, N, C ja K) saadaan kierrätettyä; ja fosforin ja kaliumin osalta talteenotto – ja kierrätysaste on > 98 % puhdistamalla erotetusta ainemäärästä, ja typen ja hiilen osalta talteenotto- ja kierrätysaste on vastaavasti > 95 %, mikäli lietteen sisältämän energian lisäksi voidaan käyttää jonkin verran muuta uusiutuvaa polttoainetta. Pieni osa erotetusta hiilestä ja tyydestä saattaa haihtua ilmaan (NH<sub>4</sub>:nä ja CO<sub>2</sub>:nä).

- Puhdistamolietteiden sisältävät raskasmetallit sekä haitallisten orgaanisten aineiden vaikutukset voidaan vähentää elintarvike – ja ympäristöviranomaisten kannalta hyväksyttävälle tasolle.
- Investointi- ja käyttökustannuksiltaan ehdotuksen mukaisten teknologioiden ja palveluiden yhdistelmiä voidaan soveltaa tapauskohtaisista olosuhteista riippuen hyvin erikokoisilla jätevedenpuhdistamoilla tai biokaasulaitoksilla.
- Menetelmät ovat helposti skaalautuvia ja modulaarisesti toteutettavia ja ne sopivat myös usean kunnan tai toiminnanharjoittajan yhteisiin ratkaisuihin.
- Lannoitevalmistetta voidaan taloudellisesti kuljettaa vähintään 250 km kauemmas biokaasulaitokselta tai puhdistamolta, mikä on yli 200 km pidemmälle kuin se nykyään on taloudellista.
- Lannoitevalmiste voidaan levittää pelloille ja puutarhoihin turvallisesti kaikille viljelykasveille ja puutarhatuotteille, kun nykyisten lannoitevalmisteiden käyttö rajoittuu niiden tuote selosteiden mukaan vain öljykasveille ja sokerijuurikkaalle.
- Ratkaisulla voidaan eri puolilla Suomen maaseutua sovellettaessa työllistää varovasti arvioiden useita satoja henkilöitä tuotteiden myynnissä ja markkinoinnissa, raaka-aineiden ja tuotteiden kuljetuksissa, lannoitteiden valmistuksessa ja uusien tuotteiden kehityksessä esim. luomutuotannon kriteerit täyttäväksi.
- Menetelmä lisää kysymykseen tulevien raaka-aineiden ja palveluiden lisäarvoa.

Alustavan arvion mukaan koko Suomen kuntien ja teollisuuden jätevesilietteiden sisältämien fosfori- ja typpilannoitteiden kierrätyksen vuotuinen arvo on noin 30 - 50 milj. euroa riippuen kierrätyslannoitteiden käyttökohteista (metsä / pellot). Suurissa ja keskisuurissa kierrätyslaitoksissa, joissa sovellettaisiin kilpailuehdotuksen mukaista teknologiaa, kasvinravinteista voitaisiin käytännössä taloudellisesti kierrättää arviolta 60 % koko Suomen yhdyskuntien ja teollisuuden puhdistamolietteistä. Tällöin voidaan ravinteiden kierrätyksellä saavuttaa vähintään 20 - 30 milj. euron vuotuiset tuotot. Tarvittavien investointien takaisinmaksuajat olisivat keskimäärin suuruusluokkaa 10 - 20 vuotta typpi- ja fosforilannoitteiden nykyisillä maailmanmarkkinahinnoilla sekä riippuen kussakin yksittäisessä tapauksessa tarvittavista teknologiaratkaisuista, käytännön mahdollisuuksista perä tuhan käsittelystä ns. porttimaksua tuhkan vastaanottamisesta ja loppusijoituksesta sekä siitä, käytetäänkö lopputuote metsän vai peltojen lannoitukseen.