

RAVINTEIDEN KIERRÄTYKSEN KOKEILUOHJELMA 2020 – 2022

LOPPURAPORTTI

Hankkeen päätoteuttaja	DTS Finland Oy
Hankkeen osatoteuttaja/-t	Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.
Hankkeen virallinen nimi	KIERRÄTYSLANNOITETUOTANNON KUORMITUKSEN KESTÄVÄ HALLINTA
Hankkeen toteutusaika	1.5.2023 -30.6.2024

Yhteenveto hankkeesta (Julkinen osa)

Tämän hankkeen tarkoitus oli kartoittaa kierrätyslannoitetuotannon kuormitukset varastoinnin ja varsinaisen lannoitetuotannon seurauksena, ja etsiä ja testata kyseisten kuormitusten hallintaan luonnonmateriaalipohjaisia suodattimia. Suodatinmateriaalit haluttiin hyödyntää käytön jälkeen joko lannoitetuotannossa tai vastaavasti maanparannusaineiden tai kasvualustojen valmistuksessa. Tavoite oli, että kierrätyslannoitetuotannon kuormitukset muutetaan osaksi lannoitetuotantoa, jolloin saavutetaan täysin hallittu ja aidosti ympäristöystävällinen toiminta. Tämä lisää myös lannoitetuotannon kannattavuutta, kun arvokas typpi saadaan kiertoon eikä tuotannosta synny kuluja aiheuttavia jätevirtoja.

Hanketulosten mukaan osa orgaanisista jättemateriaaleista aiheuttaa erittäin merkittäviä määriä kaasumaisia päästöjä jo varastoinnin aikana. Nämä päästöt ovat kuitenkin hallittavissa; jo pelkkä biohiilikate orgaanisen massan pinnalla vähensi tämän selvityksen mukaan ammoniakkipäästöjä. Orgaanisten jätteiden käsittely lannoitteeksi moninkertaisti eteenkin ammoniakkipäästöt. Päästöt vähenivät luontaisesti käsittelyn edetessä ja kun tietty kuiva-ainepitoisuus käsiteltävässä massassa oli saavutettu, eteenkin metaanipäästöt vähenivät selvästi. Biohiili-pajuhake-rahkasammal-lampaanvilla suodattimella pystyttiin mittaustulosten mukaan vähentämään poistoilman päästöjä jopa 50%. Selvityksen mukaan viisikymmentäkiloa kananlannan ja hiivaliemen seosta vaati yli 50l suodatinmateriaalien seosta, ennen kuin haluttuun suodatustulokseen päästiin. Kuten biosuodattimissa yleisestikin, suodattimen puhdistusteho parani viikon käytön jälkeen (mikrobitoiminta voimistui), mutta mikäli suodattimeen kertyi vettä ja suodatinbiomassa pääsi kastumaan, tippui teho lähes olemattomiin. Poistoilmaa kuivattiin ohjaamalla ilma ennen suodatinta lämmönvaihtimen läpi ja tämän jälkeen biosuodattimen toimintakyky säilyi tasaisena. Kosteudenpoisto teki poistoilmasta myös hajutonta. Biosuodatinmateriaaleista saatiin valmistettua ravinnerikasta maanparannusainetta, jota voidaan helposti hyödyntää kasvualustoissa. Maanparannusaineen laatu ja turvallisuus todennettiin laboratorioanalyysien avulla. Analyysien mukaan myös suodattimissa hyödynnetty lampaanvilla oli hajonnut mikrotermisessä käsittelyssä reilussa vuorokaudessa. Poistoilman ammoniakki oli ilmeisesti pehmentänyt suodattimessa olevan villan rakennetta riittävästi, jolloin lyhyt käsittely riitti. Kasvualustaan saatiin näin keskimäärin 13kg/t vesiliukoista typpeä. Tulosten mukaan poistoilmasuodattimen biohiili ei latautunut poistoilman ammoniakkihöyrystä merkittävästi. Biohiilestä analysoitiin reilun kahden viikon käytön jälkeen vain 0,159kg/t vesiliukoista typpeä. Biosuodattimessa käytettyä biohiiltä hyödynnettiin kuitenkin



onnistuneesti uuden tuotteen, kalalietepohjaisen, perennoille ja kesäkukille tarkoitetun kasvualustan valmistuksessa. Hanketulosten perusteella pystytään valmistamaan teollisen mittakaavan biosuodatin. Tulosten mukaan suodattimen yhteyteen on hyvä asentaa poistoilman kuivaukseen soveltuva lämmönvaihdin, jolloin biosuodattimen kokoa voidaan modifioida pienemmäksi, mitä hanketulosten perusteella alun pitäen arvioitiin. Kondenssiveden suodatusta päästiin testaamaan vasta hankkeen lopussa, kun lämmönvaihtimen avulla saatiin kondenssivettä lopulta talteen. Paras teho kondenssiveden puhdistuksessa saatiin suodattimella, johon oli käytetty pajuhaketta, biohiiltä ja rahkasammalta. Näiden lisäksi suodattimen pohjaan laitettiin ohut huopakangassuodatin pysäyttämään karkeampaa orgaanista ainesta, jota irtosi suodatuksen alkuvaiheessa biomateriaaleista. Rakennetun biosuodattimen avulla poistovedestä saatiin vähennettyä muun muassa ammoniumtyyppiä sekä raskasmetalleja ja se paransi myös kemiallisen ja biokemiallisen hapenkulutuksen tuloksia. Negatiivinen vaikutus suodatuksella oli puolestaan kiintoaine-, kadmium- ja fosforipitoisuuteen. Hankkeen tulosten perusteella arvioitiin biosuodattimien vaikutusta kierrätyslannoitetuotannon kokonaiskustannuksiin. Arvion mukaan lannoitetuotannon kustannukset eivät ainakaan toiminnan alussa pienene, mutta suodatus tuo kuitenkin hyötyä hajunpoiston ja luvituksen näkökulmasta katsottuna. Biosuodattimien lopullinen arvo, ja merkitys lannoitetuotannon kannattavuuteen saadaan tarkemmin selville, kun biosuodatinta päästään testaamaan teollisessa mittakaavassa ja suodattimista valmistetulle kasvualustalle saadaan markkinahinta.

1. Hankkeen tavoitteet.

Tämän hankkeen tarkoitus oli kartoittaa kierrätyslannoitetuotannon kuormitukset varastoinnin ja varsinaisen lannoitetuotannon seurauksena ja etsiä ja testata kyseisten kuormitusten hallintaan luonnonmateriaalipohjaisia suodattimia. Tarkoitus oli, että suodatinmateriaalit voidaan hyödyntää käytön jälkeen joko lannoitetuotannossa tai vastaavasti maanparannusaineiden tai kasvualustojen valmistuksessa. Tavoite oli, että kierrätyslannoitetuotannon kuormitukset muutetaan osaksi lannoitetuotantoa, jolloin saavutetaan täysin hallittu ja aidosti ympäristöystävällinen toiminta. Tämä lisää myös lannoitetuotannon kannattavuutta, kun arvokas tyyppi saadaan kiertoon eikä tuotannosta synny kuluja aiheuttavia jätevirtoja.

2. Hankkeen toteutus

Erilaisten orgaanisten jättemateriaalien varastoinnin aikaisia ja lannoitetuotannon aikaisia kaasumaisia päästöjä mitattiin kaiken kaikkiaan 4kk ajan. Mittauksiin otettiin mukaan sellaisia orgaanisia jätteitä, joiden käyttökelpoisuus kierrätyslannoitetuotannossa tiedettiin hyväksi. Kaasupäästöjä on useita erilaisia, mutta tähän hankkeeseen valittiin mukaan niin sanotut yleisimmät kasvihuonekaasut eli typen oksidit, hiilidioksidi ja metaani, sekä ammoniakki. Ammoniakki ei ole varsinainen kasvihuonekaasu, mutta sen vaikutukset ympäristön tilaan ovat muuten merkittäviä ja sen määrä poistoilmassa kuvaa myös orgaanisten jätteiden käsittelyn tyypitehokkuutta. Käsittelyn aikana mittauksia tehtiin ilman biosuodatinta ja biosuodattimien kanssa. Selvitykseen otettiin mukaan useita erilaisia biosuodatinmateriaaleja. Materiaaleista rakennettiin erilaisia suodattimia, osassa käytettiin vain yhtä luonnonmateriaalia, osassa käytettiin jopa neljää eri biomateriaalia kerrostettuna. Myös lannoitekäsittelystä syntyvä kondenssivesi otettiin talteen. Biosuodattimien tehoa kondenssiveden puhdistukseen selvitettiin lähtökohtaisesti samoin tutkimusasetelmin, mutta vähäisen kondenssiveden muodostumisen vuoksi, mittauksia saatiin lopulta tehtyä vain kaksi. Tulosten perusteella valittiin parhaat biosuodatinmateriaalit ja suunniteltiin teolliseen tuotantoon soveltuva biosuodatin. Teollista suodatinta ei tässä hankkeessa vielä toteutettu, mutta suodatinmateriaalien määrä ja laatu on tiedossa. Hankkeen lopussa biosuodatinmateriaalien soveltuvuus itse lannoitetuotantoon, mutta myös maanparannusaineeksi tai kasvualustaksi testattiin. Kyseiset materiaalit käsiteltiin mikrotermisesti ja lopputuote analysoitiin laboratoriossa.



3. Hankkeen tulokset

Orgaanisista jätteistä ja sivuvirroista syntyy merkittäviä määriä eteenkin ammoniakkipäästöjä. Tämä on tiedostettu jo kauan muun muassa lietelantaloiden osalta. Suurimmat varastoaikaiset arvot saatiin tässä hankkeessa panimoiden hiivasivuvirrasta, kalankasvatustalouden lietteestä sekä kananlannasta. Varastoaikaisiin päästöihin voitiin kuitenkin vaikuttaa helposti. Pelkkä jätesäiliön kattaminen vähensi varastotilan kaasupitoisuuksia selvästi. Myös biohiilikerroksen lisääminen lietemäisen jätemateriaalin pintaan esti ammoniakin ja metaanin päästöjä. Nestemäisten jätteiden päästöt eteenkin hiivan osalta pysyivät hallinnassa sillä, että nestettä ei varastointivaiheessa sekoitettu ja se suljettiin tiiviiseen astiaan. Kaasumaisia päästöjä mitattiin sekä avoimesta varastotilasta että tunnettua tilavuutta kohden. Merkittävimmät käsittelyn aikaiset päästöt syntyivät odotetusti samoista materiaaleista kuin varastoitaessa. Esimerkiksi kalaliete oli ainoa jätemateriaali, josta syntyi käsittelyn aikana myös typen oksideja. Nox päästöt olivat kuitenkin hyvin lyhytaikaisia ja vähäisiä, maksimi oli 4ppm/2h. Samaan aikaan ammoniakkipäästöt olivat usean tunnin ajan merkittävän korkeat, välillä jopa yli 10 000ppm. Päästöt olivat myös muiden orgaanisten jätteiden osalta käsittelyn aikana jopa kymmenkertaisia pelkkiin varastoarvoihin verrattaessa, mutta vähenivät käsittelyn edetessä ja käsiteltävän massan kuivuessa. Yksikään selvitykseen mukaan otetuista biosuodatinmateriaaleista (biohiili eri kokoluokat, pajuhake, järviruoko, lampaanvilla, rahkasammal) ei pystynyt yksistään vähentämään kaasumaisia päästöjä käsittelyn poistoilmasta, vaan suodatuksen tarvittiin useampi yhtäaikainen suodatinmateriaali massa. Noin 50kg käsittelyerä kananlantaa vaati neljä eri suodatinmateriaalia ja biosuodattimien yhteistilavuus oli noin 50l. Suodattimen teho parani, kun sitä oli käytetty reilu viikko ja teho pysyi yllä useamman käsittelyerän ajan, mutta menetti nopeasti tehonsa sen jälkeen kun suodatinyksikköön kertyi kosteutta. Tämän selvityksen mukaan biosuodattimilla saatiin vähennettyä optimaalisissa olosuhteissa poistoilmasta noin 50% ammoniakkipäästöistä, CO₂ ja metaani. Suodattimien vaikutusta varsinaisiin hajupäästöihin seurattiin viiden eri henkilön toimesta, vaikka se ei varsinaisesti ollut osa hanketta. Biosuodattimet eivät vaikuttaneet hajuhaittoihin riittävällä tehokkuudella, vaikka raadin mukaan hajuista poistui selvästi pahin pistävyys. Tämä tulos saatiin samalla biosuodattimella kuin poistoilman paras ammoniakin vähenemäkin (villa-pajuhake, rahkasammal, 2x pienirakenteiden biohiili). Sen jälkeen kun poistoilmasta poistettiin lämmönvaihtimen avulla kosteus, poistoilmasta poistui käytännössä myös kaikki hajut. Näin toimien saatiin myös kondenssivettä kertymään useampi litra käsittelyn ajalta. Kondenssivesi lähetettiin analyysiin ja analyysitulosten mukaan se sisälsi 110 000 mikrogrammaa/l ammoniumtyyppiä ja sen kemiallinen hapenkulutus oli 8400mg/l. Vesihöyry sisälsi runsaasti yhdisteitä, jotka aiheuttivat hajupäästöjä ja pelkkä vesihöyryn poisto ratkaisi hajuongelman. Käytännössä biosuodattimilta vaaditaan selkeästi vähemmän tehoa, jos poistoilmasta poistetaan kosteus tavalla tai toisella. Tällöin biosuodatin voi olla kevytrakenteisempi ja sen sijoittaminen poistoputkeen on helpompaa. Poistoilman sisältämä ammoniakkipäästö pehmeni suodattimissa käytettyä lampaanvillaa niin paljon, että villan rakenne haurastui ja se saatiin käsiteltyä muiden suodatinmateriaalien mukana noin 24h aikana maanparannusaineeksi. Tuloksen mukaan poistoilman ammoniakkipäästöjä voitaisiin siis myös hyödyntää hankalasti hajoavien orgaanisten materiaalien esikäsittelyssä. Paras teho kondenssiveden puhdistuksessa saatiin suodattimella, johon oli käytetty pajuhaketta, biohiiltä ja rahkasammalta. Näiden lisäksi suodattimen pohjaan laitettiin ohut huopasuodatin pysäyttämään karkeampaa orgaanista ainesta, jota irtosi suodatuksen alkuvaiheessa biomateriaaleista. Rakennetun biosuodattimen avulla poistovedestä saatiin vähennettyä muun muassa ammoniumtyyppiä sekä raskasmetalleja ja se paransi myös kemiallisen ja biokemiallisen hapenkulutuksen tuloksia. Negatiivinen vaikutus suodatuksella oli puolestaan kiintoaine-, kadmium- ja fosforipitoisuuteen. Kyseinen heikentyminen johtunee rahkasammaleen käytöstä. Sammaleella on kuitenkin merkittävä osa kondenssivedensuodatuksessa siinä mielessä, että se hidasti veden virtaamaa suodattimen läpi ja hitaampi virtaama edesauttaa puhdistumista.



Sama ilmiö oli havaittavissa myös poistokaasujen suodatuksessa: hitaampi virtaus edesauttoi puhdistumista.

4. Tulosten hyödyntäminen

Hankkeesta saatuja tuloksia on jo hyödynnetty, kun ison kokoluokan biosuodatinta on suunniteltu. Tavoite oli, että hankkeen aikana toteutettaisiin jo iso, teollisen mittakaavan biosuodatin, mutta koska poistoilman kosteuden poisto lauhduttimen avulla vaikutti niin radikaalisti poistoilman laatuun, todettiin että biosuodattimen rakennetta ja suodatinmassan tilavuutta on syytä pohtia vielä. Tuloksia hyödynnetään tästä eteenpäin ainakin poistoilman osalta. Tavoite on, että päästäisiin toteuttamaan käsittelylaitos, jossa käytettäisiin lampaanvillaa osana poistoilman käsittelyä. Lampaanvilla on suurimmaksi osaksi keratiinia ja siitä voidaan saada merkittäviä määriä typpeä lopputuotteeseen. Ongelma on ollut lampaanvillan hidas hajoaminen, johon hankkeessa saadun kokemuksen perusteella voitaisiin vaikuttaa poistoilman ammoniakkin avulla.

Yhteistyökumppanit ja niiden merkitys hankkeen toteuttamiselle

Vaikka hankkeen varsinaiseen toteutukseen ei osallistunutkaan muita tahoja, tehtiin alkuselvityksiin, kaasujen mittaukseen ja analytiikkaan liittyen runsaasti yhteistyötä. Biosuodatinmateriaalien valinnassa hyödynnettiin alalla jo toimivien yritysten ja asiantuntijoiden apua ja hankkeen alussa kontaktoitiinkin useita eri henkilöitä muun muassa biohiilisuodatukseseen, sekä rahkasammalen käyttöön liittyen. Biosuodattimia on nykyisin käytössä jo useissa eri tarkoituksissa ja näistä kohteista saatua kokemusta käytettiin taustatietona, kun suodattimen kokoa ja rakennetta suunniteltiin. Hankeaika oli vain vuoden ja ulkopuolisten asiantuntijoiden avulla päästiin nopeammin varsinaiseen päästöjen mittausvaiheeseen. Tärkeää oli myös se tietotaito, mitä saatiin kaasumittareiden toimittajilta ja maahantuojilta.

Raportin kirjoittaja
(nimi ja organisaatio)

Pirjo Niemelä/ DTS Finland Oy

Päiväys

Tampereella 28.8.2024