



ravinteet  
kiertoon

INFO

# 1 | ELOKUU 2020

## Raportti biokaasun nykytilanteesta Merenkurkun alueella

Botnia ravinteet kiertoon -hankkeessa on tehty tilanteen läpikäynti sekä yleiskatsaus biokaasun tuotannosta ja mädätysjäämien käsittelystä Merenkurkun alueella. Tässä esitellään raportin osia. Raportti kokonaisuudessaan on ladattavissa hankkeen sivustosta.

■ Biokaasulaitokset tuottavat suuria määriä mädätysjäämiä, jotka sisältävä arvokkaita kasviraavinteita, kuten fosforia ja typpeä. Uuden tekniikan avulla jätteisiin perustuvien biokaasulaitosten mädätysjäämät voitaisiin kierrättää maatalouteen ja näin ottaa askel kohti kiertotaloutta.

Merkittävänä esteenä biokaasun tuotannon lisäämiseen on mädätysjäämien käsittely, joka ei ole kustannustehokasta. Tämä ongelma koskee yleisesti kaikkia biokaasulaitoksia. Toinen suuri haaste mädätysjäämien markkinoilla liittyy loppukäyttäjien asenteisiin sekä viranomaisten pelkoon saasteiden, kuten raskasmetallien, mikromuovien, antibioottien ja muiden lääkeaineiden sekä ei-toivottujen bakteerien leviämistä.

Nykyisin tuodaan suuria määriä keinolannoitteita, joita valmistetaan fossiilisista lähteistä. Mädätysjäämien parempi hyödyntäminen lannoitteeksi myötävaikuttaa kestävään kiertotalouteen.

Lannoitteiden liikevaihto EU:ssa:

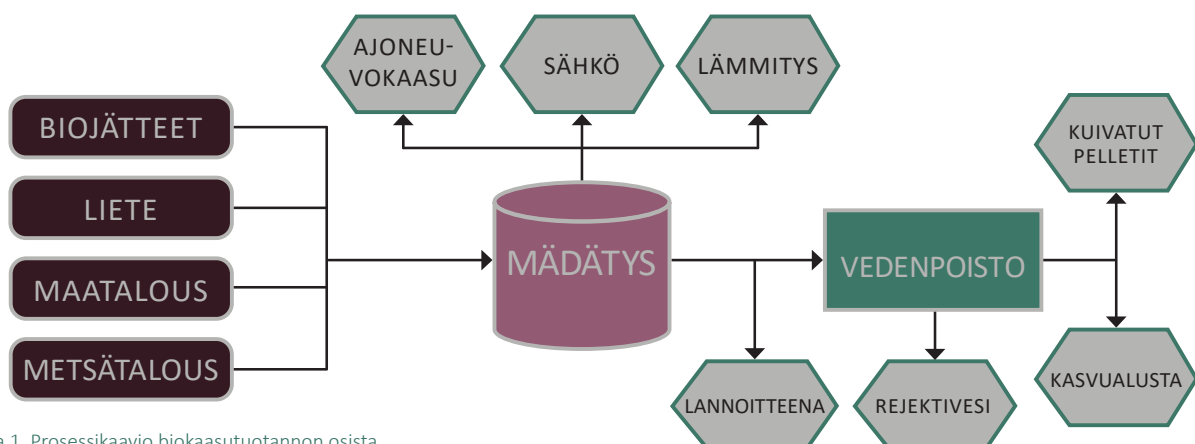
**10 000 000 000€**

**10 MILJARDIA EUROA**

Alueen 11 suuressa biokaasulaitoksessa tuotettiin vuonna 2019 200 GWh:n edestä biokaasua ja lisäksi pystyttiin kierrättämään 767 tonnia typpeä ja 462 tonnia fosforia.

### BIOKAASUN PROSESSI

Mädätys eli käsittely hapettomassa ympäristössä 37-55 °C lämpötilassa edellyttää materiaalia, jota voidaan mädättää, niin kutsuttua substraattia. Substraatti voi olla orgaanista materiaalia, lietettä, maa- ja metsätalouden jätteitä tai näiden sekoituksia. Mädätyksessä muodostuu biokaasua, joka sisältää lähinnä metaania ja hiilidioksidia. Biokaasulla voi tuottaa energiaa sähkön ja lämmön muodossa. Kun biokaasua jalostetaan eli hiilidioksidi poistetaan, saadaan ajoneuvokaasua. Mädätyksessä syntyy jäännös, jota voidaan käyttää sellaisenaan lannoitteena tai siitä voidaan poistaa vesi, jolloin saadaan myös rejektivesiä. Vedenpoiston jälkeen kiintoaineesta voidaan tuottaa kuivattuja pellettejä tai kasvualustaa. Katso kaaviokuva eri prosesseista kuvassa 1.



Kuva 1. Prosessikaavio biokaasutuotannon osista. .

## MÄDÄTYSJÄÄMÄT

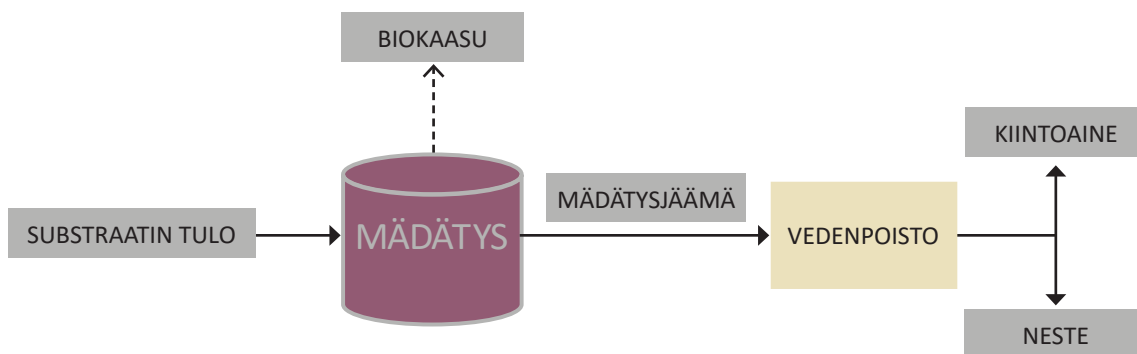
Jätteiden ja lietteen mädätyksessä saadaan suuria pitoisuuksia sekä fosforia että typpeä mädätysjäämään. Tavallisin tapa palauttaa ravinteet pelloille on levittää mädätysjäämät sellaisenaan, varsinkin maatalouteen pohjautuvissa biokaasulaitoksissa. Jätteisiin pohjautuvissa biokaasulaitoksissa on periaatteessa kolme mahdollista virtaa: mädätysjäämät otetaan sellaisenaan reaktorista, kiintoaineet vedenpoiston jälkeen tai neste vedenpoistosta, katso kuva 2.

## TILANNE ALUEEN LAITOKSISSA

Alueen biokaasulaitoksissa ollaan yhtenäisesti sitä mieltä, että alan kehityksen tiellä on useita esteitä. Monissa laitoksissa aiotaan tai suunnitellaan laajentumista, jolloin mädätysjäämät ovat usein ongelma, joka pitää ratkaista, jotta asiassa voidaan edetä ja suunnitelmat toteuttaa. Useimmat laitokset ovat löytäneet

lietteeseen. Liette vuorostaan viedään usein biokaasulaitokseen käsiteltäväksi ja siellä mikromuovien osuus nousee, koska osa lietteen hiilestä muuttuu biokaasuksi. Tämän johdosta mikromuovihiukkasia voi päätyä viljelymaahan ja runsaiden sateiden yhteydessä huuhtoutua edelleen vesistöön. Vedenpoiston yhteydessä osa mikromuoveista erottuu rejektiveteeen ja palaa kierrossa jätevedenpuhdistamon lietteeseen ja biokaasulaitokseen. Maatalouteen perustuvissa laitoksissa tämä ongelma vältetään, koska laitokset eivät vastaanota muovituotteita. Mädätysprosessi ei itsessään juurikaan hajota mikromuovia, vaan muovit hajoavat prosesseissa, joissa lämpötila on yli 75 °C, esimerkiksi kompostointi tai mädätysjäämien hygienisointi.

Mikromuoveille ei nykyään ole standardoitua analysointimenetelmää, joten nopean analyysitavan löytäminen olisi suotavaa. Hankkeessa pyritään kehittämään tällainen menetelmä.



Kuva 2 Prosessikaavio mädätysjäämän kulusta biokaasun tuotannossa.

jonkun tyydyttävän ratkaisun, joka mahdollistaa mädätysjäämien myynnin tavalla tai toisella, mutta millään laitoksella ei ole tekniikkaa, joka mahdollistaa jonkinlaisen konsentroidun lannoitetuotteen tuotannon.

Noin 25 % alueen laitoksissa käsiteltävien mädätysjäämien ravinteista palautetaan maatalouden käyttöön. Suomessa palautetaan mädätysjäämiä maatalouteen pohjautuvista biokaasulaitoksista ja pellettituotteita jätteisiin pohjautuvista biokaasulaitoksista. Ruotsissa maatalouteen palautuu mädätysjäämiä biojätteisiin pohjautuvista biokaasulaitoksista. Mädätysjäämiä käytetään usein myös kasvualustana. Lietteeseen perustuvissa laitoksista ei periaatteessa mitään käytetä viljelyyn vaan muihin käyttökohteisiin.

## MIKROMUOVIT MÄDÄTYSJÄÄMISSÄ

Mädätysjäämässä on mikromuoveja. Mikromuovit voidaan erottaa tulevasta jätevedestä hyvin puhdistuslaitoksessa, jolloin muovit päätyvät suurelta osin

## LÄÄKEAINEJÄÄMÄT MÄDÄTYSJÄÄMISSÄ

Tiedot lääkeainejäämien pitoisuuksista ja vaikutuksesta ympäristöön ovat edelleen rajoitetut. Eriyisen huolestuttavia ovat laajakirjoisten antibioottien päästöt luontoon, koska seurauksena voi olla antibioottiresistenttejä bakteereja. Myös hormonien esiintyminen luonnossa herättää huolta ja voi pitkällä aikavälillä vaikuttaa sekä eläinten että ihmisten hedelmällisyyteen. Lääkeaineiden hajoamisaste vaihtelee eri jätevedenpuhdistamoissa käytetystä tekniikoista riippuen.

Monet tutkimukset osoittavat, että mädätyksen vaikutuksesta lääkeainejäämiin on vaikeaa tehdä yleisiä arvioita. Eri lääkeaineet käyttäytyvät erilaisesti mädätyksessä mesofilisisissä (35 °C) ja termofiilisisissä (55 °C) lämpötiloissa. Lisäksi pienten lääkeainepitoisuuksien havaitsemisessa mädätysjäämässä on rajoitteita. Eräs tämän hankkeen tavoite on kerätä lisää tietoja eri lääkeaineiden hajoamisasteista mädätysprosessissa.

## KIERRÄTYSKIIKAT

Tässä hankkeessa tarkastellaan kolmen komponentin kierrätyspotentiaalia mädätysjäämistä. Nämä ovat fosfori, typpi ja hiili. Muutkin yhdisteet olisivat suurina pitoisuuksina kiinnostavia, mutta ne eivät sisälly tämän hankkeen laajuuteen.

Fosforin kierrätys voidaan periaatteessa tehdä kahdella tavalla: Joko saostamalla struviittia nesteestä tai polttoprosessilla ja saostamisella kemikaalien tai lämmön avulla.

Typen kierrätykseen on neljä pääasiallista menetelmää: Ammoniakin strippaus ilman tai höyryn avulla; saostus struviittina fosforin kanssa; adsorptio sorption tai ioninvaihdon avulla sekä kalvosuodatus ja käänteisosmoosi.

Hiilen ja samalla ravinteiden palauttamiseksi maa-

talouteen on viisi yleisintä tapaa: kuivatus lämmön tai kemikaalien avulla; haihdutus/haihtuminen biohiili pyrolyysin avulla; hydroterminen karbonointi; sekä kompostointi.

## TUOTTEET

Mädätysjäämistä tuotetaan nykyisin täytemaata/kasvualustaa, maanparannusainetta, pellettejä maatalouteen, lannoitteita maanviljelijöille, katteita ja energiaa. Useimmat laitokset hygienisoivat mädätysjäämät ja poistavat niistä veden sekä kierrättävät rejektiveden. Joissakin tapauksissa rejektivesi ohjataan jätevedenpuhdistamoon.

Typen, fosforin ja hiilen kierrätystekniikoilla saadaan erilaisia tuotteita, joita voidaan käyttää lannoitteina. Alla olevassa taulukossa on lyhyesti kuvattu eri tuotteet.

TUOTE	LANNOITELAATU
<b>Struviitti</b>	<b>Struviitin (ammoniummagnesiumfosfaatti) ja vastaavien suolojen saatavuus saostettuna nesteestä on suunnilleen yhtä suuri kuin fosforilannoitteilla fossiilisista lähteistä. Ammoniumtypen saatavuus vastaa ureatyyppiä.</b>
<b>Kalsiumfosfaatti</b>	<b>Fosforin saatavuus tuhkatuotteista on yleensä hieman vähäisempi kuin kaupallisista kivennäislannoitteista. Kalsiumfosfaattia käytetään lannoitteissa ja elintarviketeollisuudessa.</b>
<b>Ammoniumsulfaatti</b>	<b>Lopputuote ammoniakin strippauksesta/pesusta. Saatavuus vastaa kaupallista, synteettistä ammoniumsulfaattia.</b>
<b>Ammoniumnitraatti</b>	<b>Lopputuote ammoniakin strippauksesta/pesusta. Ei suuria eroja kierrätetyn typen käytössä synteettisesti tuotettuun verrattuna.</b>
<b>Mineraalirikasteet</b>	<b>Lopputuote on konsentroitunut neste, jonka typpi- ja kaliumpitoisuudet ovat suuret, kun taas fosforipitoisuutta on laskettu. Lannoitearvo on suurempi kuin lähdemateriaalissa, mutta alempi kuin kivennäislannoitteissa.</b>
<b>Ammoniumvesi</b>	<b>Neste on emäksistä ja lannoitearvo vastaa synteettistä ammoniumia.</b>
<b>Kuivattu mädätysjäämä</b>	<b>Puhdistamolietteestä kuivatussa ja granuloidussa/pelletoidussa mädätysjäämässä ei ole optimaalinen typen ja fosforin suhde.</b>
<b>Kuivattu mädätysjäämä kemikaaleilla</b>	<b>Toimii hyvin pitkävaikutteisena lannoitteena nurmelle, vehnälle ja riisille.</b>
<b>Biohiili</b>	<b>Ennen kaikkea maanparannusaine, lietteestä saatava biohiili on myös fosforilannoite. Hyvät sadot edellyttävät täydennystä typpilannoitteella.</b>
<b>Kompostoitu mädätysjäämä</b>	<b>Eri tuotteiden saatavuus mädätysjäämistä on alin kompostoinnissa. Suurempia typpipitoisuuksia ja parempi typen saatavuus voidaan saavuttaa lisäämällä 5–10 % (tuorepaino) biohiiltä ennen kompostointia.</b>



Koeviljelmiä toteutetaan yhteistyössä alueen luonnonvara-alan koulujen kanssa sen osoittamiseksi, miten osaa lannoitetuotteista käytetään käytännössä.

### FOSFORI- JA TYPPILANNOITTEIDEN MYYNTI VUONNA 2017.

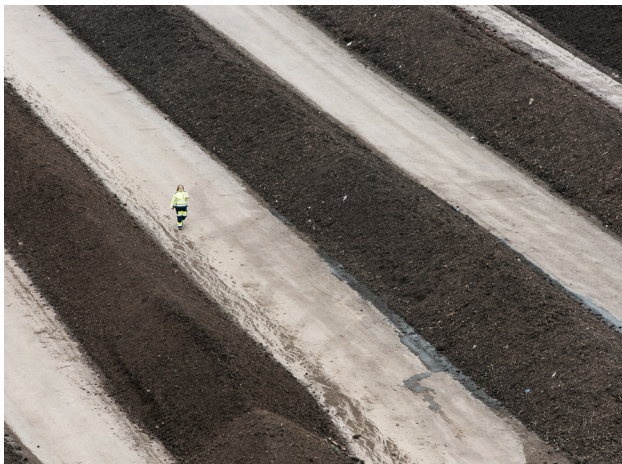
	Fosfori, tonnia P	Typpi, tonnia N
<b>Suomi</b>	<b>10 000</b>	<b>147 000</b>
<b>Ruotsi</b>	<b>14 000</b>	<b>147 000</b>
<b>EU</b>	<b>1 164 000</b>	<b>11 311 000</b>

Hankkeessa tutkitaan myös edellytyksiä lopputuotteiden markkinoille tuomisessa.

### HAASTEET

Yhteiskunnan ja alueen haasteena on fossiilisista lähteistä valmistettujen keinolannoitteiden tuonnin vähentäminen, koska fosfori on rajallinen luonnonvara.

Mädätysjäämien käsittely ja palautus kiertoon on toistuva haaste laitoksille. Keskiössä on ongelmat mädätysjäämien vedenpoistossa, jotta jäämistä tulee tiivistetympiä ja helpompia kuljettaa. Jos tämä voidaan ratkaista tehokkaalla tavalla, voidaan mädätysjäämät myös muuttaa tulolähteeksi kustannuksen sijasta.



Kompostiaumoja Stormossenin laitoksella Kuva: Mikko Lehtimäki.

Muita laitokohtaisia haasteita ovat esimerkiksi ongelma muovin liian suuresta määrästä kuivajakeessa, mahdollisuudet mädätysjäämän KRAV-sertifiointiin sekä tarve parempaan talteenottoon lietteen lämmityksessä.

Jotta vältetään raskasmetalleilla, mikromuovilla ja lääkeaineilla saastuneiden mädätysjäämien päätyminen viljelysmaahan tai muualle, on varsinkin jätettiin

ja lietteeseen pohjautuvien biokaasulaitosten löydettyä laadukkaita lopputuotteita, joita käyttäjät haluavat. Maatalouteen pohjautuvien biokaasulaitosten osalta kyse on siitä, miten ravinteet voidaan kuljettaa pitkiä matkoja alueille, joilla on pulaa fosforista tai typestä.

## VOIDAAN KIERRÄTTÄÄ MÄDÄTYSJÄÄMISTÄ

### Fosfori – Hiili - Typpi

Alueen 200 GWh:n biokaasutuotannosta voidaan ottaa talteen 767 tonnia typeä ja 462 tonnia fosforia.

### JOHTOPÄÄTÖKSET

Mädätysjäämät ovat se osa biokaasun tuotantoketjussa, joka voidaan helpoimmin muuntaa tulolähteeksi, mutta joka on jäänyt vähälle huomiolle. Laitosten mädätysjäämissä on kuitenkin suuri hyödyntämätön potentiaali. Ottamalla mädätysjäämien ravinteet talteen ja palauttamalla ne kiertoon jalostetun mädätysjäämätuotteen avulla biokaasulaitokset voisivat merkittävästi myötävaikuttaa kiertotalouden saavuttamisessa.



Raportti on ladattavissa osoitteessa:

[biofuelregion.se/botnia-naring-i-kretslopp](http://biofuelregion.se/botnia-naring-i-kretslopp)

### YHTEYSTIEDOT

Johan Saarela, projektipäällikkö  
johan.saarela@stormossen.fi

Simon Oja, tiedottaja  
simon.oja@biofuelregion.se

[biofuelregion.se/botnia-naring-i-kretslopp](http://biofuelregion.se/botnia-naring-i-kretslopp)