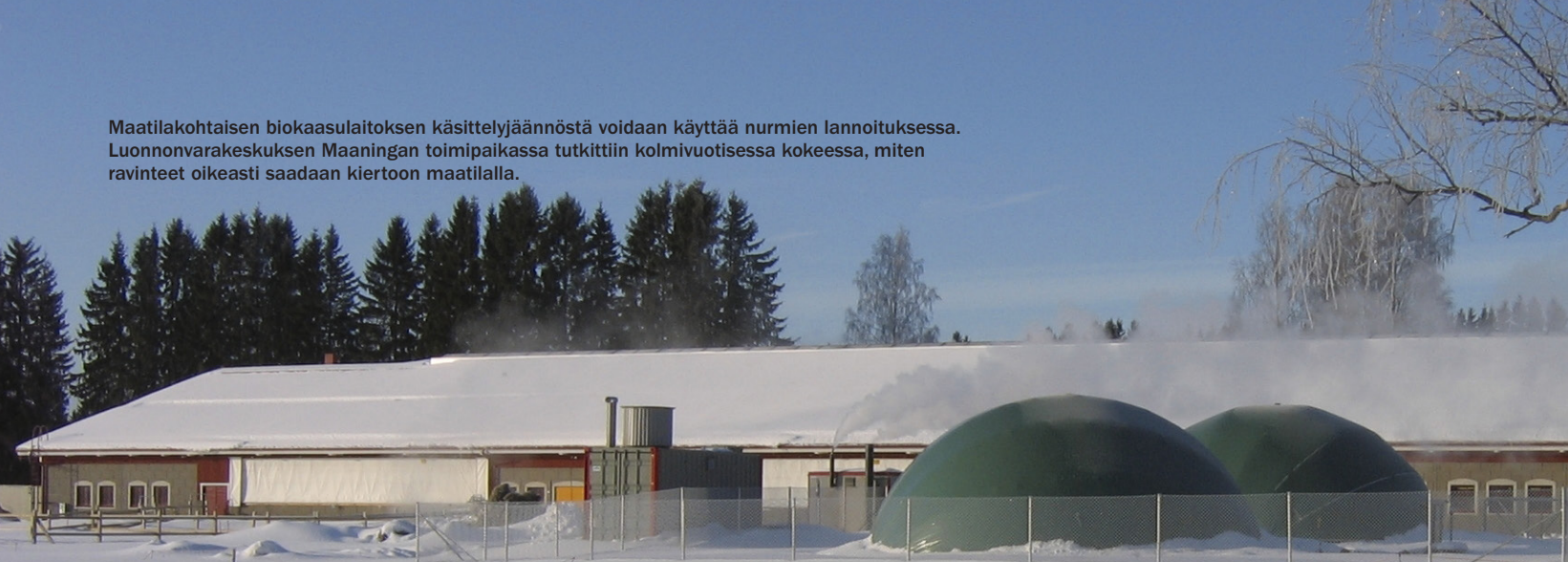


Maatilakohtaisen biokaasulaitoksen käsittelyjäännöstä voidaan käyttää nurmien lannoituksessa. Luonnonvarakeskuksen Maaningan toimipaikassa tutkittiin kolmivuotisessa kokeessa, miten ravinteet oikeasti saadaan kiertoon maatilalla.



# Biokaasulaitoksen käsittelyjäännöksellä lietelannan ravinteet tehokäyttöön

■ Teksti: Sanna Kykkänen, Maarit Hyrkäs  
 ■ Kuvat: Auvo Sairanen

Modernissa maataloudessa sivuvirrat hyödynnetään tehokkaasti niin viljelijän, ympäristön kuin yhteiskunnan kannalta. Tilatason biokaasulaitoksen tuottamat hyödyt perustuvat tilan energia- ja ravinneomavaraisuuden paranemiseen. Samalla hyötyy ympäristö, kun fossiilisia polttoaineita korvataan uusiutuvalla energialla ja ostoravinteita kierrätysravinteilla. Samalla maatalouden päästöjä voidaan vähentää uusin keinoin. Mutta kuinka tehokkaasti ravinteet todella kiertävät tilakohtaisessa biokaasuketjussa? Voidaanko ostolannoitteita vähentää?

**L**uonnonvarakeskuksen Maaningan toimipaikassa testattiin maatilakohtaisen biokaasulaitoksen käsittelyjäännöksen lannoitusominaisuuksia kolmivuotisessa kokeessa. Nurmikasvustoina olivat timotei-nurminata-seosnurmi sekä ilmakehän tyyppiä hyödyntävä timotei-nurminata-puna-apila-seosnurmi.

Lannoituksessa käytettiin neljää eri strategiaa: 1) lannoittamatta jättäminen, 2) biokaasulaitoksen käsittelyjäännös sijoitetaan toiselle sadolle, 3) mineraalityppi 100 kg N/ha jaetuna tasan kahdelle sadolle plus käsittelyjäännös toiselle sadolle, sekä 4) mineraalityppi 100 kg N/ha ensimmäiselle sadolle plus mineraalityppi 50 kg/ha ja käsittelyjäännös toiselle

sadolle. Käsittelyjäännöstä käytettiin aina 30 tn/ha (kts. oikean taulukko).

## Käsittelyjäännös eroaa raakalannasta

Käsittelyjäännös sisältää enemmän liukoista tyyppiä kuin raakalietelanta. Muihin ravinteisiin prosessilla on vain vähän vaikutusta. Jäännöksen koostumukseen vaikuttavat ratkaisevasti biokaasuprosessin syötemassojen ominaisuudet, kuten kuiva-ainepitoisuus, nurmimassan sulavuus ja ravinnepitoisuudet.

Tutkimuksessa käytetty käsittelyjäännös oli peräisin Luke Maaningan biokaasulaitoksesta. Sen syötteenä on lypsylehmien lietelanta ja ajoittain pieni määrä nurmimassaa (enintään 10 % syötteen tuoremassasta).

**Kokeessa käytetyn käsittelyjäännöksen ravinnepitoisuudet (keskiarvo ± keskihajonta, n=12) verrattuna tyypilliseen Maaningan navetan lietelantaan (n=6).**

Ravinne	Yksikkö	Käsittelyjäännös	Raaka lietelanta
<b>Kok. N</b>	kg/t	3,0 ± 0,22	3,0 ± 0,8
<b>Liuk. N</b>	kg/t	2,1 ± 0,23	1,7 ± 0,3
<b>Liuk. N:Kok. N</b>		0,72 ± 0,119	0,57 ± 0,09
<b>Kuiva-aine</b>	%	5,2 ± 0,84	7,2 ± 2,7
<b>P</b>	kg/t	0,51 ± 0,067	0,50 ± 0,14
<b>K</b>	kg/t	3,7 ± 0,58	3,0 ± 0,7

## Heinänurmi hyöty apilanurmea enemmän

Heinänurmen ja apilanurmen niittoajat optimoitiin vastaamaan kummallekin tyypillistä säilörehuastetta.

Apilanurmi niitettiin heinänurmea myöhemmin sen hitaamman sulavuuden laskun vuoksi. Apilanurmi tuotti hei-

nänurmea selvästi suuremman kuiva-ainesadon kaikilla lannoitusstrategioilla. Odotetusti, mitä vähemmän lannoitetyppiä käytettiin, sitä suurempi etu apilasta oli.

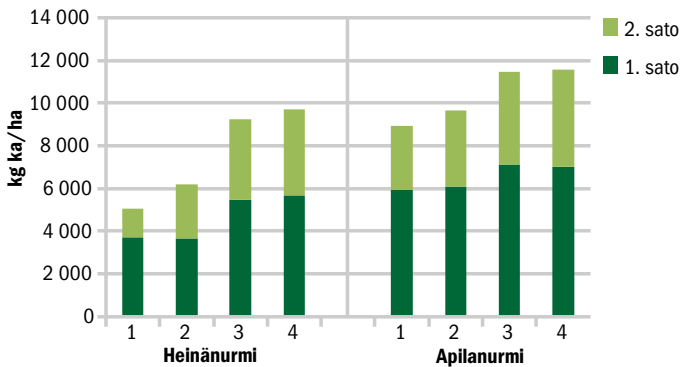
Pelkkään typen sidontaan perustuvalla strategialla saavutettiin apilanurmella lähes sama sato (8900 kuiva-ainekiloa heh-



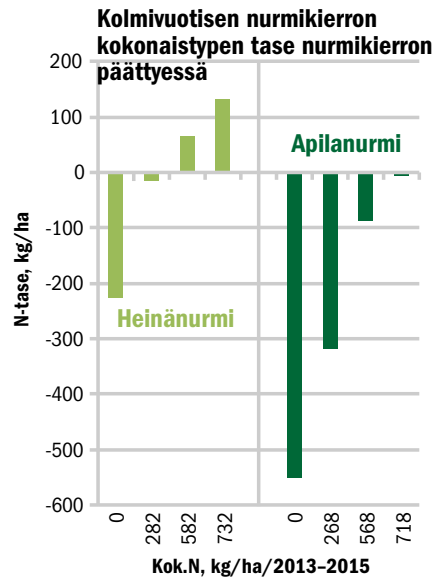
taarilta) kuin heinänurmella käsittelyjäännös ja mineraalilannoitus yhdistämällä (9 300 kg ka/ha).

Pelkän käsittelyjäännöksen käyttö nosti heinänurmen satoa 1 100 kg ka/ha/v ja apilaurmella 700 kg ka/ha/v. Hei-

**Heinä- ja apilaurmen vuotuinen kuiva-ainesato, kg ka/ha/v, lannoituskäsittelyillä 1–4**



Apilaurmi tuotti heinänurmea selvästi suuremman kuiva-ainesadon kaikilla lannoitusstrategioilla. Odotetusti, mitä vähemmän lannoitetyypeä käytettiin, sitä suurempi etu apilasta oli.



näurmi hyötyi myös enemmän mineraalilannoituksesta kuin pelkästä käsittelyjäännöksestä (sadonlisä +57 % vs. +23 %).

### Käsittelyjäännös sopi hyvin apilaurmelle

Typpilannoitus tuo yleensä heinäkasveille kilpailuetua ja heikentää typensitojabakteerien toimintaa. Apilan osuus kasvustosta siis laskee, mitä enemmän kasvustoa lannoitetaan typpellä.

Ilmiö havaittiin myös tässä tutkimuksessa. Keskimäärin apilan osuus putosi 60 prosentista 20 prosenttiin. Positiivista kyllä, pelkän käsittelyjäännöksen käyttö vähensi nurmen apilasatoa liukoista typpikiloa kohti vähemmän kuin käsittelyjäännöksen ja mineraalilannoitteiden yhdistäminen (-10 kg ka/N kg vs. -14 kg ka/N kg).

Koe toteutettiin peltolohkolla, jossa maan varastokaliumsekä viljavuusfosforipitoisuudet olivat hyvällä tasolla, eikä siten lannoitustarvetta ollut. Mikäli kaliumista ja fosforista on puutetta, käsittelyjäännös voi toimia hyvänä apilaurmen K- ja P-lannoitteena.

### Nurmi hyödynsi hyvin käsittelyjäännöksen tyyppiä

Lannoitetyypin hyväksikäyttöä voidaan tarkastella typpitaseen (annettu kokonaistypin määrä miinus sadon mukana poistunut typpi) ja typen hyväksikäyt-

Kaikki käytettävissä oleva typpi kannattaa hyödyntää. Apilaurmet käyttivät typen tehokkaammin kuin heinänurmet.

töprosentin (sadan mukana poistuneen typen suhde annettuun lannoitukseen) avulla. Hyödyntämätön typpi on paitsi ympäristöriski, myös rahallinen menetys. Orgaanisten lannoitteiden käyttö sekä biologinen typensidonta hankaloittavat typen hyväksikäytön tulkintaa, vaikka

typenkäytön tehokkuus kuvaakin yleisesti hyvin lannoitetyypin hyötykäyttöä.

Tutkimuksessa apilaurmen typenkäytön tehokkuus oli selvästi heinänurmea parempi. Tämä perustuu biologisella typensidonnalla saatuun satohyötyyn. Apilaurmella typpitase oli yleisesti negatiivinen, kun se heinänurmella oli keskimäärin positiivinen, koska biologista typensidontaa ei oteta laskelmissa huomioon. Apilaurmisaadossa siis poistui tyyppiä heinänurmea enemmän. Heinänurmella mineraalityypin käyttö nosti typpitaseen positiiviseksi, vaikkakin se pysyi huuhtoumariskin kannalta maltillisella tasolla (< 60 kg N/ha/v).

Sekä kokonais- että liukoisen typen hyväksikäyttöprosentti oli apilaurmella aina yli 100 %. Heinänurmella kokonaistypen hyväksikäyttöprosentti jäi väkylannoituslisällä alle sataan prosenttiin.

### Tuotantokustannus ratkaisee

Kun tavoitellaan tilan ravinnekiertojen tehostamista (ja otetaan huomioon millainen nurmirehu on parasta biokaasulainnointiin), peltotasolla on huomioitava nurmen tuotantokustannus. Käytännössä tarvitaan keinoja, joilla tuottaa mahdollisimman paljon kuiva-ainekiloja mahdollisimman edullisin viljelytoimin.

Usein yksinkertaisin keino on sadon määrän lisääminen. Se onnistuu parhaiten korjuuta viivästyttämällä ja huolehtimalla riittävästä typensaannista. Tila-  
tasolla biokaasulaitoksen syö-  
teenä on lannan lisänä usein  
ylimäärärehua, eikä sen viljelyä  
siten suunnitella erityisesti bio-  
kaasulaitokseen, vaan märehiti-  
jän ruokintaan sopivaksi.

Apilanurmet vaikuttavat  
tulosten mukaan hyvältä vilje-  
lyratkaisulta biokaasutuotan-  
toon. Niiden sadot ovat vähin-  
tään yhtä hyviä kuin heinänur-  
milla ja typen hyväksikäyttöaste  
on korkeampi. Parhaimmillaan  
ostolannoitteita ei tarvita. Jos  
halutaan päätyä mahdollisim-  
man vähiin ostopanoksiin, kan-  
nattaa yhdistää sekä apilan vil-  
jelyä että käsittelyjäänöksen lan-  
noitekäyttöä.

Tässä tutkimuksessa pienin las-  
kennallinen tuotantokustannus  
oli apilanurmella noin 0,13 €/  
kg ka. Heinänurmella päästiin  
samaan, jos nurmi sai käsittely-  
jäänöksen lisäksi mineraalityp-  
peä, eli satoa saatiin enemmän.

Taloudellisuutta tulee tar-  
kastella myös metaanintuoton  
perusteella. Tulosten mukaan  
apilanurmi toimii biokaasulai-  
toksen syöteenä hyvin, mutta  
tietyin ehdoin. Mikäli laitoksen  
toiminta sallii syöttömäärän  
lisäämisen, nurmirehun BMP:tä  
oleellisempaa on kiinnittää hu-  
omiota nurmen tuotantokustan-  
nukseen.

Vaikka apila seoksessa alen-  
taa BMP:tä, edullisemmat lan-  
noituskustannukset ja yhtä run-  
sas sato heinänurmen kanssa  
tekevät apilapitoisesta rehusta  
varteenotettavan vaihtoehdon  
biokaasulaitoksen syötteeksi.  
Jos syötämäärä rajoittaa, rehun  
hyvä kuivaaminen on tärkeää.

Maitotilalla optimaalista olisi  
tuottaa apilapitoista (< 40 %)  
rehua käsittelyjäänöksellä lan-  
noittaen ja hyvin esikuivattaen.  
Jos nurmea tuotetaan pelkäs-  
tään biokaasulaitokselle, voi-  
daan korjuuaikaa viivästyttää ja  
maksimoida sadon määrä. □

*Kirjoittajat ovat tutkijoita Luke  
Maaningalla.*

# Millaista nurmirehua biokaasu- laitokseen?

Nurmirehu on Suomen olosuhteissa hyvä vaihtoehto lantapohjaisen  
biokaasulaitoksen lisäsyötteeksi. Märehtijöiden rehuksi viljeltävä  
säilörehu halutaan korjata sulavuudeltaan laadukkaana, mikä pitää  
urakoitsijat kiireisinä varsinkin kesän ensimmäisen rehunteon aikaan.  
Tuotantokustannusten kannalta ja työhuippujen tasaamiseksi olisikin  
eduksi, jos biokaasulaitokseen syötettävän nurmirehun voisi korjata selvästi  
eri aikaan. Puna-apilan tai muiden typensitojakasvien lisääminen seokseen  
alentaisi kustannuksia entisestään.

■ Luke Maaningalla tutkittiin timotei-nurminata-  
seoksen ja timotei-nurminata-puna-apilaseoksen  
metaanintuottoa erilaisilla korjuuajastrategioilla.  
Heinäseos sai 100 kg mineraalityppeä kummalle-  
kin sadolle ja apilapitoinen seos puolet vähemmän.  
Ensimmäinen sato niitettiin viitenä eri ajankohtana  
laidunasteelta aina erittäin myöhäiseen korjuuseen  
saakka.

Kokeelta mitattiin kahtena vuonna kuiva-ainesato,  
nurmikasvuston metaanintuottopotentiaalia  
sekä hehtaarikohtaista metaanisaantoa.

## Lämpösomma ja D-arvo ennustavat metaanintuottoa

Biokaasulaitoksen syötteiden maksimaalinen metaanintuottopotentiaali (BMP) määritetään perinteisesti suhteellisen pitkäkestoisilla laboratorioskokeilla, mutta sitä olisi hyödyllistä pystyä arvioimaan yksinkertaisemmalla menetelmällä. Kokeessa etsittiin yhteyksiä BMP:n ja sadon muiden ominaisuuksien välillä.

Parhaimmiksi ennustajiksi osoittautuivat lämpösommakertymä ja D-arvo. BMP laskee kasvuston vanhetessa ja sen sulavuuden alentuessa. Erittäin myöhään korjatun rehun BMP oli kuitenkin keskimäärin vain 5 prosenttia pienempi kuin laidunasteella korjatun. Apilaseoksen BMP puolestaan oli ensimmäisessä sadossa keskimäärin 6 prosenttia pienempi kuin heinäseoksen. Tämä selittyy apilapitoisen rehun korkeammalla raakavalkuaisen määrällä. Alempi hiili/typpi-suhde tekee siitä vähemmän optimaalisen biokaasuprosessille.

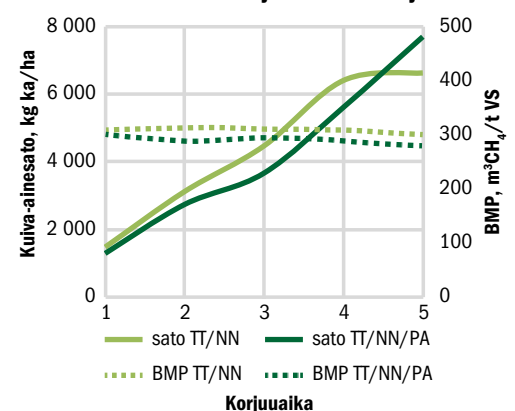
## Vesi ei tuota metaania

Biokaasulaitoksen metaanintuottoon vaikuttaa syöteen BMP:n lisäksi syöteen määrä. Koska vedestä ei synny metaania, oleellista on kuiva-aineen tai vielä tarkemmin orgaanisen aineen määrä.

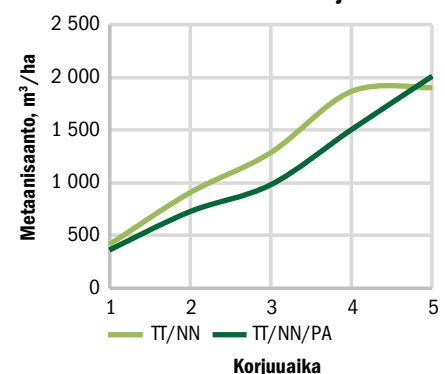
Laitokseen syötettävän nurmirehun kuiva-ainepitoisuus voi vaihdella välillä 15–40 % riippuen esikuivatuksen onnistumisesta ja kasvilajeista. Apilapitoinen rehu on yleensä heinäseosta märempää.

Käytännössä metaanintuottoa pystytään lisäämään syötön kuiva-ainemäärää kasvattamalla, jos rehu on märkää tai sen BMP on matalampi. Riippuu kuitenkin laitostekniikasta, kuinka korkeaa kuiva-ainepitoisuutta syötteessä voi käyttää ja kuinka paljon rehua voi syöttää. □

**Kuiva-ainesato ja BMP eri korjuuaikoina**



**Metaanisaanto eri korjuuaikoina**



Sadon määrä lisääntyy selvästi niitto myöhästytyksessä, mutta vaikutus metaanintuottopotentiaaliin (BMP, metaanikuutiota tonnista orgaanista ainetta) on vähäinen. Hehtaarikohtainen metaanisaanto riippuu kuitenkin lähes täysin sadon määrästä. TT/NN = timotei-nurminataseos, TT/NN/PA = timotei-nurminata-puna-apilaseos.