

RAVINNE- JA ENERGIATEHOKAS MAATILA

Ravinne- ja energiatehokas maatila -hankkeen julkaisu



Annika Michelson ja Piia Kekkonen (toim.)



Ravinne- ja energiatehokas maatila
Den närings- och energieffektiva lantgården

RAVINNE- JA ENERGIATEHOKAS MAATILA

Annika Michelson, Hämeen ammattikorkeakoulu
Piia Kekkonen, Savonia-ammattikorkeakoulu (toim.)

e-julkaisu

ISBN 978-951-784-809-1 (PDF)

ISSN 1795-424X

HAMKin e-julkaisu 9/2018

© Hämeen ammattikorkeakoulu ja kirjoittajat

JULKAISIJA – PUBLISHER

Hämeen ammattikorkeakoulu

PL 230

13101 HÄMEENLINNA

puh. (03) 6461

julkaisut@hamk.fi

www.hamk.fi/julkaisut

Ulkoasu ja taitto: HAMK Julkaisut ja Graafinen Idea

Taitto: Pirjo Järvelä, Graafinen Idea

Hämeenlinna 2018

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	5
2. BIOKAASU.....	8
2.1 Biokaasun tuotanto ja jalostus liikennepolttoaineeksi	9
2.2 Biometaanin käyttö liikennepolttoaineena	13
2.3 Biometaanin käyttö traktoreissa	16
2.4 Biokaasun syötteet ja lainsäädäntö	18
2.5 Biokaasun tuottaminen Tuorlan opetusmaatilalla	20
2.6 Sivutuoteluokat	23
2.7 Metaanintuottopotentialin mittaaminen AMPTS II -laitteistolla.....	28
3. ENERGIATEHOKKUUDEN MITTAAMINEN.....	31
3.1 Kokemukset ja haasteet energiatehokkuuden mittaamisessa.....	32
3.2 Tarvaalan opetusmaatilan energiasuunnitelma.....	34
3.3 Koivikon opetusmaatilan energiasuunnitelma	36
3.4 Peltosalmen opetusmaatilan energiasuunnitelma	38
3.5 Korven opetusmaatilan energiasuunnitelma.....	40
3.6 Mustialan opetusmaatilan energiasuunnitelma	42
3.7 Erkkilän opetusmaatilan energiasuunnitelma.....	47
3.8 Livian opetusmaatilan energiasuunnitelma	50
3.9 Alternativa lösningar då värmecentralen i Västankvarn förnyas.....	52
4. KIINTEÄT BIOPOLTTOAINEET.....	57
4.1 JA DÅ – Novia Västankvarn Gårdin kestävä energiätkäisut.....	58
4.2 JAMK Biotalousinstituutin kampuksen lämmitysjärjestelmät.....	61
4.3 Oljesta lämpöenergiaa maataloille	65
4.4 Rapsin olki lämmittää Kortesmäen tilan broilerihalleja	74
5. LANTALOGISTIIKKA.....	77
5.1 Separoinnin hyötynäkökohdat	78
5.2 Levitysmenetelmät ja etävarastot.....	81
5.3 Omalannoitteiden käyttö.....	83

6. VESIENSUOJELU	87
6.1 Maatalouden vaikutukset vesistöön ja ehkäisevät toimenpiteet.....	88
6.2 Tarvaalan mallikosteikko	92
6.3 Valkeisenjärven kunnostus	95
6.4 Salaojavesien veden laadun seuranta vuonna 2016.....	101
6.5 Salaojavesien veden laadun seuranta vuonna 2017	107
7. RAVINTEIDEN HALLINTA	116
7.1 Mustialan opetusmaatilán ravinteiden hallinta	117
7.2 Tarvaalan opetusmaatilán ravinnetaseet.....	119
7.3 Koivikon opetusmaatilán ravinnetaseet.....	121
7.4 Peltosalmen koulutilán ravinnetaseet	124
7.5 Korven koulutilán peltotaseet	126
7.6 Tuorlan opetusmaatilán ravinnetaseet	129
7.7 Erkkilán opetusmaatilán ravinnetaseet	134
8. VALKUAISOMAVARAISUUS	137
8.1 Kotimaisten valkuaiskasvien viljelyn kehitys	138
8.2 Valkuaisomavaraisuuden edistäminen Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilalla.....	140
9. KOHTI ENERGIA- JA RAVINNETEHOKKUUTTA.....	145
9.1 Uudet toimintatavat	146
9.2 Hankkeessa testatut laitteet.....	147
9.3 Virtuaalilohkokortit.....	149
9.4 Ratkaisumahdollisuudet	151



1. JOHDANTO

Kansallisen biotalousstrategian mukaan Suomi on matkalla kohti vähähiilistä ja resurssitehokasta yhteiskuntaa ja kestäväää taloutta. Kymmenen luonnonvara-alan ammattikorkeakoulua ja ammattiopistoa toteutti vuosina 2016–2017 kehittämis- ja yhteistyöhankkeen Ravinne- ja energiatehokas maatila. Hankkeen tavoitteena on ollut kehittää ravinne- ja energiatehokkaita ratkaisuja opetus- ja tutkimusmaatilojen, ammattikorkeakoulujen ja opistojen kanssa yhteistyössä. Hankkeen keskeinen tavoite on ollut tuottaa ja jakaa tietoa mm. projektisivuston kautta. Hankkeessa kirjoitettiin blogikirjoituksia sekä osallistuttiin erilaisiin tapahtumiin.

Kehittämistoimet jaettiin kahdeksaan osa-alueeseen: biokaasu, energiatehokkuuden mittaaminen, kiinteät biopolttoaineet, kompostointi ja kerääjäkasvit, lantalogistiikka, omalannoitteet, valkuaisomavaraisuus, vesien suojeleminen ja ravinteiden hallinta. Eri aihealueet on käsitelty julkaisun kappaleissa erikseen.

Hankkeessa on tehty erilaisia kokeiluja, otettu käyttöön uutta teknologiaa ja luotu uusia toimintatapoja. Hankkeen keskeiset päämäärät ovat ravinteiden käytön ja kierrätyksen edistäminen. Energiatehokkuutta on lisätty maatiloilla tarkentamalla energian käyttöä yleisesti ja vähentämällä riippuvuutta fossiilisista polttoaineista. Hankkeessa tuotettiin monimediaista oppimateriaalia eri teemoista. Ravinne- ja energiatehokas maatila -hankkeen toiminnot on kohdennettu oppilaitosympäristöihin, joissa tavoitamme kattavasti alan opiskelijoita. Jokaisella oppilaitoksella on myös jatkuvat ja luontaiset kontaktit lähialueensa maatiloihin ja maaseutuyrityksiin. Näin kokemuksia voidaan jakaa ja hyviä käytäntöjä levittää. Hanke teki yhteistyötä alan tutkimuksen, neuvonnan ja viljelijäjärjestöjen kanssa. Kehittämisessä olivat mukana seuraavat ammattikorkeakoulut ja ammattiopistot: Hämeen ammattikorkeakoulu (koordinaattori), Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Oulun ammattikorkeakoulu, Savonia-ammattikorkeakoulu, Seinäjoen ammattikorkeakoulu, Yrkeshögskolan Novia, Jorkilaaksojen koulutus kuntayhtymä / Haapajärven ammattiopisto, Hämeen ammatti-instituutti, Ammattiopisto Livia ja Oulun seudun ammattiopisto.

Toimintaympäristönä toimi kahdeksan opetus- ja tutkimusmaatilara eri puolilta Suomea. Kaikilla opetusmaatiloilla on sekä kotieläintuotantoa että kasvinviljelyä.



Kartta 1. Hankkeeseen osallistuneet opetusmaatilat

- Mustialan opetus- ja tutkimusmaatila, HAMK & HAMI
- Erkkiälän koulutila, JEDU & Haapajärvi
- Tarvaalan opetusmaatila, Poke & JAMK
- Tuorlan opetusmaatila, Livia
- Västankvarn gård, Novia
- Koivikon opetusmaatila, OSAO & Oamk
- Peltosalmen opetusmaatila, YSAO
- Korven opetusmaatila, Sedu & Seamk

Opiskelijat ovat osallistuneet materiaalin tuottamiseen. Hankkeessa on myös syntynyt useampia opinnäytetöitä ja lyhyempiä työraportteja. Opiskelijat ovat olleet mukana kokeilujen toteuttamisessa ja uuden teknologian käyttöönotossa. Hankkeessa kuvattiin opetusmaatilojen oppimisympäristöt.

Hankkeessa pidettiin yhteiset työkokoukset etätyöskentelymenetelmiä käyttäen. Tämä on mahdollistanut tehokkaan verkostoitumisen ja jaetun ammattiasiantuntijuuden, katso kuva 1. Yhteiset pohdinnat ovat auttaneet haasteiden kohtaamisessa ja myös rohkaissseet tekemään uusia kokeiluja ja ratkaisuja. Esimerkiksi eGauge-sähkömittarin hankkiminen tuntui helpommalta kun tiesi, että saa vertaistukea toiselta opetusmaatilalta.



Kuva 1. Yhteistyömalli.

Materiaali tuotettiin käytännön case-tapausten ja koemaatiloitoinnan kautta. Tulokset on julkaistu hankkeen omilla internetsivuilla <http://ravinnejaenergia.fi>. Ravinne- ja energiatehokas maatila -sivustoon on myös sijoitettu Järki-lannoite-hankkeen tuottamat oppimateriaalit koskien kierrätyslannoitteita. Opetusmaatilojen toimintaympäristöjä, kuten peltolohkoja, energian kulutusta ja mallikosteikkoja, on kuvattu. Peltolohkojen viljelytoimenpiteet, ravinnetaseet ja maanäytteet ovat julkisesti tarkasteltavissa internetissä.

Tämän hankkeen rahoitti Maa- ja metsätalousministeriö.



BIOKAASU

Biokaasua syntyy erilaisten mikrobin toiminnan tuotoksena biomasan anaerobisessa hajoamisprosessissa. Biokaasua tuotetaan kaasutiivissä säiliössä, jota kutsutaan biokaasureaktoriksi. Reaktorissa on anaerobiset olosuhteet, kaasun tuotannolle sopiva lämpötila ja reaktorityypistä riippuen myös prosessoitavan massan sekoitus. Biokaasun raaka-aineeksi soveltuvat parhaiten suhteellisen nopeasti hajoavat biomassat. Puutuneet biomassat eivät hitaan hajoamisensa takia käytännössä sovellu tässä kuvattavaan biokaasutuotantoon.

Reaktorissa osa biomasan sisältämästä kuiva-aineesta hajoaa ja siitä muodostuu useiden välivaiheiden kautta biokaasua. Raaka-aineena käytettävää biomassaa kutsutaan syötteeksi. Syöte viipyy maatilamittakavassa käytetyissä reaktoreissa yleisimmin käytettävässä jatkuvasekoitteisessa ja jatkuvasyöttöisessä mesofiilisessa märkäprosessissa syötteen hajoamisnopeudesta ja reaktorikoosta riippuen tyypillisesti noin kolmesta neljään viikkoa. Tällöin syöte koostuu tyypillisesti lähinnä lietelannasta, johon on sekoitettu jonkin verran hienonnettua kasvibiomassaa. Käytännössä suuri osa biokaasureaktoriin syötettävästä biomassasta ei ehdi prosessin aikana hajota, mutta se pehmenee ja sekoittuu reaktorin sisältämään veteen märkäprosessissa. Prosessin läpikäyneestä osittain hajonneesta biomassasta ja vedestä koostuvaa massaa kutsutaan käsittelyjäännökseksi. Siinä on tallella käytännössä kaikki ne ravinteet, jotka syötteesä oli ennen biokaasuprosessia. Käsittelyjäännös on tilalle arvokasta lannoitetta, jolla voidaan korvata kaupallista lannoitetta.

Biokaasu on kaasujen seos. Se koostuu lähinnä metaanista ja hiilidioksidista, mutta mukana on myös pieniä määriä muita kaasuja, kuten vesihöyryä, rikkivetyä ja typpeä. Biokaasun sisältämää metaania voidaan hyödyntää energiakäytössä eri tavoin. Tyypillisesti biokaasusta pyritään poistamaan ainakin korroosiota aiheuttava rikkivety ennen kaasun käyttöä. Myös vesihöyryn määrä pyritään yleensä minimoimaan, varsinkin, jos kaasua joudutaan siirtämään pidempiä matkoja putkessa käyttöpaikalle. Biokaasun puhdistuksen eli käytännössä rikkivedyn poiston jälkeen kaasua voidaan käyttää esim. lämmitykseen tai sähkön ja lämmön yhteistuotantoon. Kaasun vielä sisältämä hiilidioksidi ei tavallisesti haittaa em. käyttöä. Biokaasusta voidaan jalostaa myös liikennepolttoaineeksi soveltuvaa biometaania (CBG). Sen valmistuksessa biokaasusta poistetaan rikkivedyn ja vesihöyryn lisäksi myös hiilidioksidi.

Tässä kappaleessa kerrotaan biokaasun syötteistä, tuotannosta, käytöstä, puhdistuksesta ja lainsäädännöstä. Kerrotaan myös, miten biometaania käytetään liikennepolttoaineena. Tuorlan opetusmaatila kertoo, miten he käyttävät biokaasua opetusmaatilalla. Hankkeessa mitattiin myös metaanintuottopotentiaaleja. Lopussa on esimerkki broilerihallien lämmityksestä rapsioljella.

2.1 Biokaasun tuotanto ja jalostus liikennepolttoaineeksi

Timo Seppälä, Haapajärven ammattiopisto

Biokaasun tuotantoa voidaan parantaa käyttämällä erilaisia lisäsyötteitä perussyötteen, kuten lietelannan lisäksi. Lisäsyötteillä voidaan saada huomattavia kaasuntuoton lisäyksiä.

Taulukko 1. Kaasuntuotto eri syötteillä.

Syöte	Kaasutuotanto
Lietelanta	20 m ³ /m ³
Säilörehupaali	100 m ³ /m ³
Rypsiöljy	900m ³ /m ³

Taulukko 2. Energiaa biokaasusta. Yhdellä säilörehupaalilla ajaa autolla yli 940 km, jos auto kuluttaa 5 kg/100 km.

Syöte	Biokaasua	Vastaa energiana	Vastaten polttoöljyä
Yhdestä kuutiosta lietelantaa saadaan	20 m ³	128 kWh	12,8 l
Yhdestä säilörehupaalista saadaan	100 m ³	640 kWh	64l
1000 litrasta käytettyä rypsiöljyä saadaan	900 m ³	5760 kWh	576 l

Biokaasu on erinomainen polttoaine ajoneuvoihin. Se on uusiutuvaa, kotimaista, edullista ja sen käyttö aiheuttaa huomattavasti bensiiniä tai dieseliä pienemmät päästöt. Biokaasu on kotimaista energiaa. Raaka-aineina käytetään anaerobisesti hajoavia raaka-aineita, kuten lantaa, biojätettä, puhdistamolietteitä, peltobiomassoja jne. Biokaasun käyttö liikennepolttoaineena on edullista. Säästö normaaliin bensiini- tai dieselautoon on noin 30–50 %.

Tyypillisen biokaasuauton VW Golfin kulutus on 3,4 kg /100 km, vastaten noin 5 € / 100 km. Biokaasun ekvivalentti hinta on noin 0,93 €/l. Tämä on yli 30 prosenttia edullisempaa kuin tavallisilla autoilla.

Biokaasuauton hiilidioksidi- ja hiukkaspäästöt ovat huomattavasti pienemmät kuin bensiini- tai dieselautoilla. Hiilidioksidipäästöt ovat jopa vain 1/3 bensiinauton päästöistä. Vuoden 2013 CNG VW Passat hiilidioksidipäästöt olivat 38 g/100 km. Keskiarvo muilla autoilla on 140 g/100 km.

Raaka biokaasureaktorin biokaasu ei sellaisenaan kelpaa liikennepolttoaineeksi. Se on ennen käyttöä puhdistettava epäpuhtauksista ja paineistettava.

Taulukko 3. Biokaasussa esiintyvät pääkomponentit.

Biokaasun pääkomponentit	
CH ₄	55–70 %
CO ₂	30–45 %
H ₂ S	0–3000 ppm

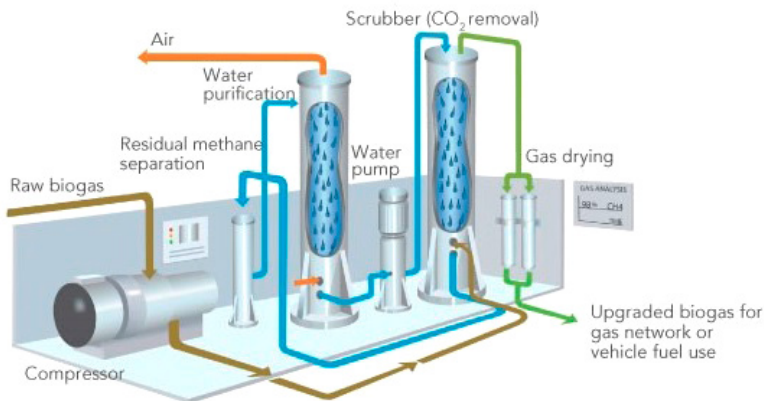
Taulukko 4. Ajoneuvokäytön vaatimukset.

Ajoneuvokäytön vaatimukset	
CH ₄	95–99 %
H ₂ O	<32 mg/Nm ³
CO ₂ + O ₂ + N ₂	<5 vol %
Rikkiä yht.	<23 mg/Nm ³

Liikennepolttoaineena käytettävästä biokaasusta on poistettava hiilidioksidi, rikkivety ja muut epäpuhtaudet kuten siloksaanit, joita esiintyy mm. lietemädättämöjen biokaasussa ja kaatopaikkakaasuissa. Puhdistusmenetelmiä on useita.

Yleisin puhdistusmenetelmä on vesiabsorptio, jossa hiilidioksidi ja muut epäpuhtaudet liukenevat virtaavaan paineistettuun veteen. Hiilidioksidi liukenee veteen huomattavasti paremmin kuin metaani, joten metaani rikastuu kaasuvirtaukseen. Käytetty vesi voidaan puhdistaa hiilidioksidista painetta alentamalla, jolloin kaasu vapautuu vedestä ja vesi voidaan käyttää uudelleen.

Greenlane Biogas - bio gas upgrading plant / Operating principle

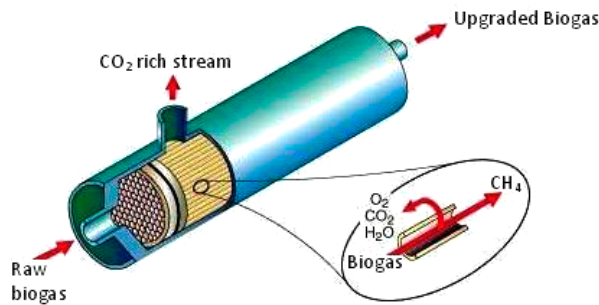


Kuva 2. Kaasun puhdistus vesiabsorptiolla (Sarlin 2017).

Veden asemesta voidaan käyttää myös muita nesteitä, kuten polyetyeeni-glykolia, joiden hiilidioksidin absorptiokyky on parempi kuin vedellä. Tällöin saavutetaan pienempi energiankulutus kuin vedellä.

PSA eli *paineenvaihteluadsorptio* on myös yleinen puhdistusmenetelmä. Tässä kaasu johdetaan korotetussa paineessa adsorptiomateriaalin, kuten aktiivihiilen tai molekyyliuseulan, läpi. Tällöin hiilidioksidi tarttuu aktiivihiileen ja metaani poistuu kaasuvirtauksen mukana. Puhdistusmateriaali voidaan aktivoida uudelleen alentamalla painetta, jolloin hiilidioksidi poistuu ja materiaali voidaan käyttää uudelleen.

Membraanipuhdistuksessa eli kalvopuhdistuksessa puhdistus perustuu kaasujen erilaiseen läpäisykykyyn kalvojen läpi. Hiilidioksidi läpäisee kalvon helpommin kuin metaani. Tällöin metaani rikastuu alkuperäiseen kaasuvirtaukseen ja hiilidioksidi toiseen. Yleensä kalvoja käytetään useita peräkkäin, jolloin päästään haluttuun puhdistusasteeseen.



Kuva 3. Membraanin toimintaperiaate (Heat and Power Services LTD 2017).

Kryotekniikassa puhdistettava kaasu jäädytetään korotetussa paineessa. Hiilidioksidi nesteytyy -78°C :ssa ja metaani vasta -160°C :ssa, jolloin nämä voidaan erottaa toisistaan. Menetelmällä voidaan poistaa myös typpi kaasusta. Menetelmä on kallis.

Yleisin biokaasun puhdistusjärjestelmä maataloilla on ollut vesiabsorptio. Tällaisia puhdistusjärjestelmiä on tarjolla kotimarkkinoillakin useilla valmistajilla. Laitteiston hintaluokka on noin 150 000–200 000 €. Membraanipuhdistuksen hintaluokka on noin 50 000–100 000 €. Ongelmana on ollut kotimaisten valmistajien puuttuminen ja membraanien vaikea saatavuus. Biokaasun paineistus- ja kotitankkauslaitteistojen hinnat alkavat noin 15 000 €. Kotimaista valmistusta ei ole ja kaikki markkinoilla olevat laitteet ovat tuontitavaraa.



Kuva 4. Tyypillinen kotitankkauslaitteisto pullopattereineen (Compressor technology 2017).

Haapajärven Ammattiopisto investoi biokaasureaktorin yhteyteen membraanipohjaisen biokaasun puhdistus-, paineistus- ja tankkauslaitteiston.

Lähteet

Compressor technology. (2017). Tarjousmateriaali. Haettu 9.6.2017 osoitteesta <http://www.comtecinland.com/1.php>

Heat and Power Services LTD. (2017). Biogas upgrading. Haettu 9.6.2016 osoitteesta <http://www.heatandpowerltd.co.uk/index.php?chp/products/biogas/>

Sarlin. (2017). Greenlane Biogas -järjestelmä puhdistaa/jalostaa biokaasun. Haettu 9.6.2017 osoitteesta <https://www.sarlin.com/tuotteet/greenlane-biogas-j%C3%A4rjestelm%C3%A4-puhdistaa-jalostaa-biokaasun>

2.2 Biometaanin käyttö liikennepolttoaineena

Mikko Aalto, Oulun ammattikorkeakoulu

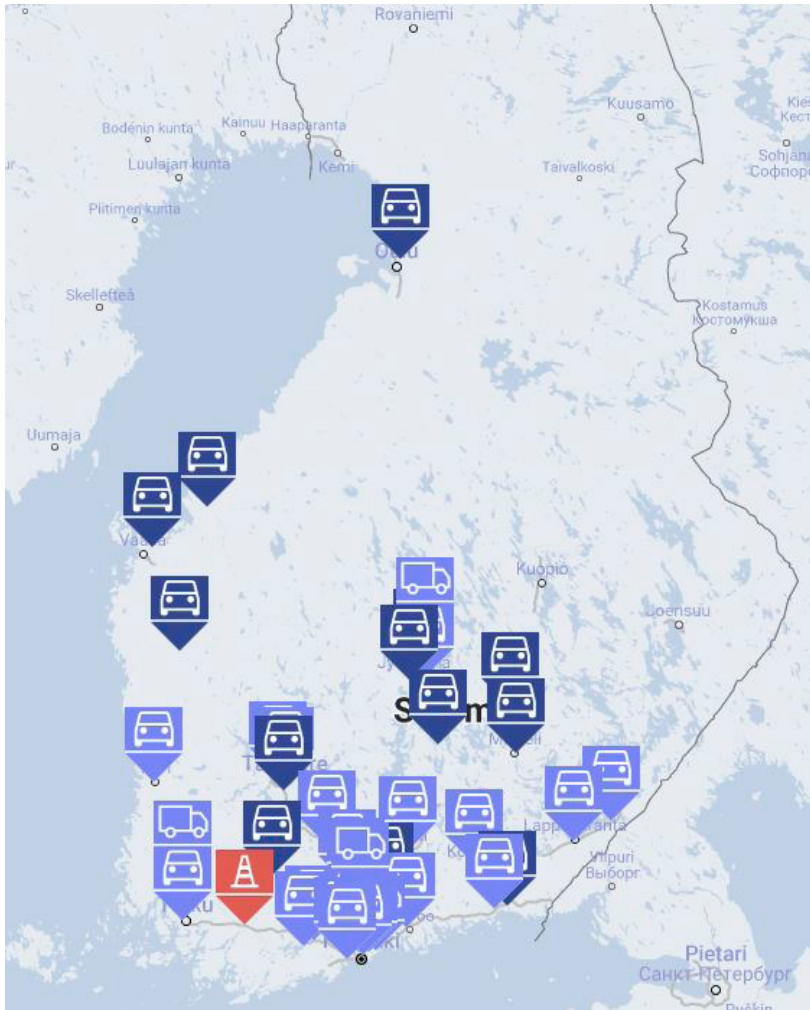
Biokaasusta voidaan puhdistaa ja jalostaa biometaania, joka soveltuu ajoneuvon polttoaineeksi, samalla tavalla kuin maakaasukin. Biometaania käyttävä ajoneuvo on joko alun perin rakennettu paineistetulla kaasulla toimivaksi tai konvertoitu käyttämään paineistettua kaasua nestemäisen polttoaineen lisäksi. Konvertointi voidaan tehdä joko alunperin bensiiniä tai dieseliä käyttävään ajoneuvoon. Tavallisesti paineistettua kaasua käyttävät autot ovat Bi-Fuel-autoja, eli niissä on kaksi erillistä polttoainejärjestelmää – toinen bensiinille ja toinen kaasulle. Bi-Fuel-ajoneuvo käynnistyy aina bensiinillä, mutta heti moottorin lämmettyä se vaihtaa automaattisesti käyttämään kaasua, jos sitä on saatavilla. Kaasun loppuessa moottori siirtyy automaattisesti käyttämään bensiiniä. Bi-Fuel-auton moottori käyttää siis kerrallaan vain yhtä polttoainetta.

Raskaammalla kalustolla paineistettua kaasua voidaan käyttää joko sellaisenaan vain kaasukäyttöisissä MonoFuel-ajoneuvoissa tai yleisemmin dieseliä ja kaasua yhdessä käyttävissä Dual Fuel -ajoneuvoissa. Dieseliä ja kaasua käyttävän Dual Fuel -ajoneuvon moottori käyttää polttoaineen syttymisen takia aina jonkin verran dieseliä kaasun lisäksi. Polttoaineita käytetään siinä siis yhtä aikaa. Useimmiten paineistetusta biometaanista käytetään lyhennettä CBG ja paineistetusta (fossiilisesta) maakaasusta lyhennettä CNG. Kemialliselta koostumukseltaan ja käytöltään CBG ja CNG vastaavat täysin toisiaan ja niitä voi käyttää ristiin.

Kaasukäyttöistä autoa hankkivan tulee huomioida, että varsinkin Keski-Euroopan markkinoilla on myös nestekaasua (LPG, autogas) käyttäviä ajoneuvoja, joihin ei saa polttoainetta Suomesta ja jotka eivät sovellu paineistetun kaasun käyttöön (eikä toisinpäin). Älä siis osta LPG-merkinnällä varustettua kaasuautoa, jos aiot käyttää sitä Suomessa. Uusia CNG/CBG-ajoneuvoja saa jo usealta valmistajalta ja useissa eri ajoneuvoluokissa. Muun muassa Valtra valmistaa osittain biometaanilla toimivia traktoreita (Dual Fuel), Man valmistaa kuorma-autoja ja lukuisat autonvalmistajat henkilöautoja (Bi-Fuel).

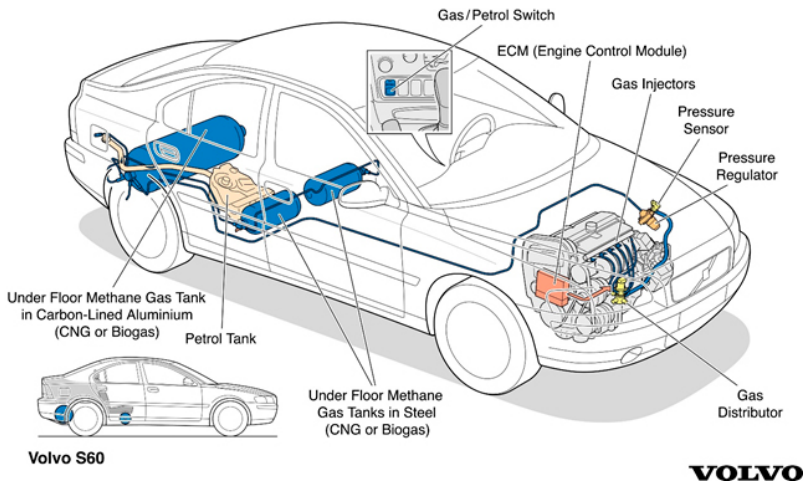
Suomessa kaasukäyttöiset ajoneuvot ovat vielä harvinaisia johtuen maamme harvasta kaasutankkausasemien verkosta, mutta kaasutankkausasemia rakennetaan koko ajan lisää. Suomessa on 26 kaasutankkausasemaa (kevät 2017), joista seitsemältä saa vain biometaania, ja lopuissa voi valita, tankkaako biometaania vai maakaasua. Seuraavan kymmenen vuoden tavoite on avata 35 uutta tankkausasemaa.

Alla olevasta kartasta näet Suomessa olevat kaasun tankkausasemat 4.5.2018 (Gasum 2018). Kaasun tankkausasemien tämän hetkisen tilanteen voit käydä tarkastamassa Gasumin sivuilta.



Kartta 2. 4.5.2018 käytössä olleet tankkausasemat. Tämän hetkisen tilanteen voit tarkastaa Gasumin sivuilta (Gasum 2018).

Bi-Fuel System for Methane Gas (Biogas or CNG)



Kuva 5. Volvo S60 kaasuvälikäyttö (Volvo Cars 2017).

Alla on kuvattu tehdastekoisien tai konvertoitujen bensiiniä tai paineistettua kaasua käyttävän Bi-Fuel-auton polttoainejärjestelmän tyypilliset muutokset normaaliin bensiiniautoon verrattuna (ks. myös kuva 5).

- Täyttöventtiili kaasulle ja bensiinitankin aukko (vierekkäin normaalilla paikalla). Kaasuntäyttöventtiili voi konvertoituissa autoissa sijaita muuallakin.
- Kaasusäiliöt (siniset), joissa kaasua on varastoituna n. 200 barin paineessa.
- Bensiinitankki (vaaleanruskea) on usein verotussyistä normaalia pienempi.
- Kaasuputkisto (siniset putket). Kaasulle ja bensiinille on erilliset putkistonsa.
- Kaasusuodatin (ei kuvassa) mahdollisten epäpuhtauksien varalta.
- Painealennin (oranssi, pressure regulator) alentaa paineen 200 barista kahteen bariin.
- Kaasu kulkee (mahdollisen) kaasunjakelijan kautta injektorille, jotka syöttävät kaasun imusarjojen kautta sylintereille (suoraruiskutus-koneet). Kaasutinmoottoreilla vastaavaa tehtävää hoitaa sekoitin.
- Kontrolliyksikkö (pieni tietokone, ECM) ohjaa syötettävän kaasun määrää ja katkaisee tai käynnistää bensiininsyötön magneettiventtiilin avulla. ECM säätää myös mm. molempien polttoaineiden seossuhdetta ilman kanssa sekä sytytyksen ajoitusta.
- Valintakytkin, jolla kuljettaja voi halutessaan valita, ajetaanko kaasulla vai bensiinillä. Normaalisti systeemi toimii automaattisesti.

Lähteet

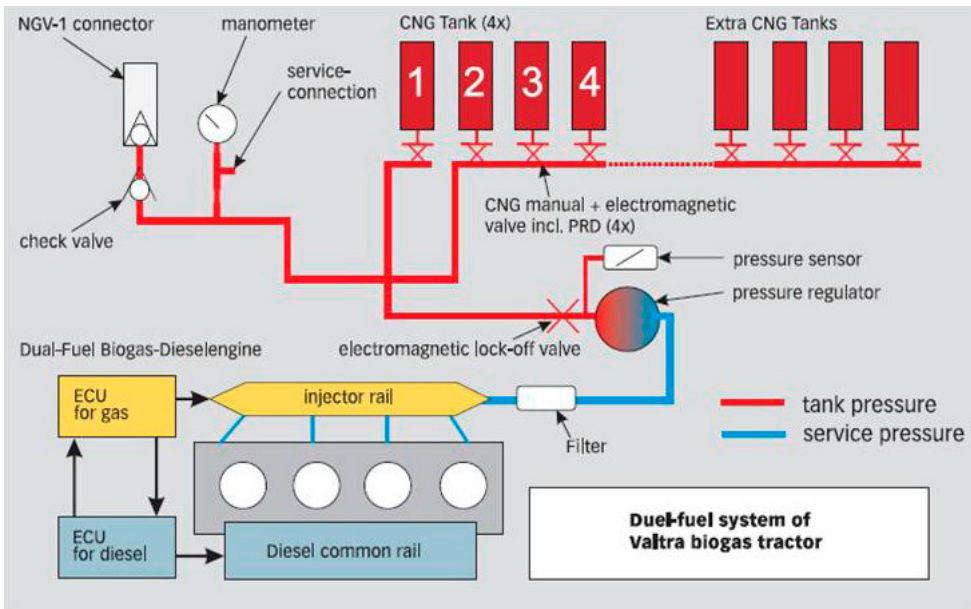
Volvo Cars (2017). Volvo S60 kaasuvälikäyttö. Haettu 9.6.2017 osoitteesta <http://www.media.volvocars.com>

Gasum (2018). Tankkausasemat. Haettu 4.5.2018 osoitteesta <https://www.gasum.com/yksityisille/tankkaa-kaasua/tankkausasemat/>

2.3 Biometaanin käyttö traktoreissa

Mikko Posio, Oulun ammattikorkeakoulu

Biokaasulla toimivia traktoreita saa tällä hetkellä ainakin Valtralta ja New Hollandilta. Niiden moottorit ovat perinteisiä, common rail -ruiskutuksella varustettuja moottoreita, joissa voi käyttää dieselin ja moottoripolttoaineen lisäksi kaasua. Moottorit ovat Dual Fuel -moottoreita. Dual Fuel -moottorissa sylinteriin syötetään sekä kaasua että diesel/moottoripolttoöljyä. Kaasu itsessään ei syty kovankaan paineen alla ilman sytytyskipinää, joten polttoaineen syttymiseen tarvitaan paineesta syttyvää polttoainetta esim. dieseliä. Henkilöautojen ja raskaanliikenteen Dual Fuel -moottorit toimivat samalla periaatteella.



Kuva 6. Osapiirros Valtran N101 kaasutraktorin kaasusyöttölaitteistosta (Niskanen 2018).

Moottorin, jota ei ole suunniteltu kaasulla toimivaksi, muuttaminen pelkästään kaasua käyttäväksi on teknisesti hankalaa. Muutostyötä helpottaa, jos moottori on suunniteltu alun perin toimimaan myös kaasulla, kuten yllä olevassa kuvassa oleva Valtran moottori. Moottoriin täytyy asentaa sytytystulpat ja muut kipinäsytytysjärjestelmän osat. Muutostyöt voivat olla hyvin kalliita. Siksi teknisesti ja taloudellisesti toimivampi ratkaisu on muuttaa traktorin moottori Dual Fuel -moottoriksi. Dual Fuel -moottorissa moottorin sylinteriin syötetään kaasun lisäksi myös muuta polttoainetta, joka syttyy moottorissa ilman sytytyskipinää. Syötettävä polttoaine voi olla diesel ja sitä syötetään n. 20 % käytetystä polttoaineesta.

Lisätietoja traktorin muuttamisesta biokaasutoimiseksi voi lukea Savonia ammattikorkeakoulun luonnonvara- ja ympäristöalan opiskelijan Jaakko Kemppaisen opinnäytetyöstä **Biokaasulla toimiva traktori**. Opinnäytetyössä on tehty myös kustannusvertailua eri polttoaineiden käytön suhteen. (Kemppainen 2014.)

Biokaasusta jalostettua biometaania käyttävän auton käytöstä maksetaan ajoneuvovero samoin kuin muistakin ajoneuvoista, joissa on käyttövoimana tai polttoaineena jokin muu moottoribensiini. Ajoneuvovero on kaksisosainen ja se muodostuu perusverosta ja käyttövoimaverosta. Ajoneuvoveron perusvero määräytyy ajoneuvon massan tai hiilidioksidipäästöjen mukaan. Jos ajoneuvon ensimmäinen käyttöönottoajankohta on ennen 31.12.2005, määräytyy vero ajoneuvon massan mukaan. Muissa tapauksissa vero määräytyy ajoneuvon hiilidioksidipäästöjen mukaan. Käyttövoimavero biokaasukäyttöisellä ajoneuvolla on 3,1 senttiä/päivä/ alkava 100 kg ajoneuvon kokonaismassa. Ajoneuvoveron voit käydä laskemassa Trafín sivuilta löytyvällä laskurilla. Lisätietoja biokaasuautoilusta, mm. verotuksesta, löytyy esim. täältä <http://www.biokaasuauto.fi/>.

Biokaasuauton tankkaus tapahtuu kuten tavallisellakin polttoaineella käytävän auton tankkaus. Automaattiin syötetään maksukortti, näppäillään tunnusluku ja liitetään tankkausliitin tankkausventtiiliin ja loppu hoituukin automaattisesti. Asennustyön saa suorittaa vain hyväksytty asentaja, kaasulaitteilla tulee olla E110- ja asennussarjalla E115-hyväksyntä. Asennustyön jälkeen ajoneuvo tulee muutoskatsastaa. Biokaasulaitteistojen asennustöihin erikoistuneita yrityksiä löytyy Suomesta muutamia, mm. Terragas ja Suomen bioauto. (VihreäKaista 2018.)

Lähteet

- Kemppainen, J. (2014). *Biokaasulla toimiva traktori*. Savonia-ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Haettu 4.5.2018 osoitteesta <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201405127343>
- Niskanen, H. (2018). Valtra. Haettu 4.5.2018 osoitteesta <https://www.slideserve.com/hogan/research-for-the-future-valtra-biogas-dual-fuel-tractor>
- VihreäKaista (2018). Kaasuton tankkaaminen. Vähäpäästöisen liikenteen uutis- ja tietopalvelu. Haettu 4.5.2018 osoitteesta <https://vihreakaista.fi/fi-fi/article/kaasu/kaasuauton-tankkaaminen/81/>

2.4 Biokaasun syötteen ja lainsäädäntö

Mikko Posio, Oulun ammattikorkeakoulu

Biokaasulaitoksen suunnittelun alkuvaiheessa kannattaa miettiä laitokseen tulevia syötteitä ja biokaasulaitoksen rejektin käyttövaihtoehtoja. Erilaiset syötteen voi vaikuttaa rakennettavan laitoksen prosesseihin ja laitoksen teknisiin ominaisuuksiin. Jos laitoksen syötteen ja rejektin loppukäyttö on oman tilan piirissä, laitoksen rakentaminen vaatii vähemmän byrokratiaa, laitos on teknisiltä ominaisuuksiltaan yksinkertaisempi sekä hygieniavaatimuksiltaan helpompi toteuttaa.

Mikäli laitos rakennetaan maatalan yhteyteen ja laitokseen käytetään syötteenä pelkästään tilan omaa lantaa ja kasvijätteitä ja rejekti käytetään omalla tilalla, laitoksen perustamiseen ei tarvita laitoshyväksyntää. Tällaisen laitoksen rejektin loppukäytön suhteen ei ole myöskään asetettu erityisiä hygienisointivaatimuksia. Tällaisella maatilalla sijaitsevalla biokaasulaitoksella ei kuitenkaan saa käsitellä teurasjätteitä tai yhdyskunta- ja ruokajätteitä tai muita sivutuoteluokkaan 3 kuuluvia sivutuotteita.

Laitoksissa, joissa syötteinä on muidenkin tilojen lantaa, kasvimassaa ja jättemateriaalia, joka voi sisältää kasvitauteja (esim. peruna ja muut juurukset) ja lopputuote saatetaan markkinoille, tulee laitokselle hakea laitoshyväksyntä. Laitoshyväksyntä on tuotantolaitos- tai tuotantolinjakohmainen ja se perustuu lannoitevalmistelakiin ja eläimistä saatavien syötteiden osalta sivutuoteasetukseen. Laitoshyväksyntää haetaan Eviralta ja hyväksyntä koskee orgaanisia lannoitteita, jotka kuuluvat seuraaviin tyyppinimiryhmiin:

- IB1 orgaaniset eläinperäiset lannoitteet
- IB2 orgaaniset ei-eläinperäiset lannoitteet
- 3A2 orgaaniset lähneet maanparannusaineet
- 3A5 maanparannusaineena sellaisenaan käytettävät sivutuotteet
- 5A2 seosmullat, jos valmistusprosessin osana on lantaa, orgaanisia jätteitä tai teollisuuden sivutuotteita.

Laitoshyväksyntää haetaan Eviralta lomakkeella ja lupaa haettaessa on hakijan osoitettava, että laitoksessa syntyy turvallista ja käyttötarkoitukseen sopivaa lannoitevalmistetta tai raaka-ainetta. Hakemuksessa on kuvattava seuraavat asiat:

- Hygienisoituminen (Hygienisoituminen vaatii massan tarpeeksi pitkän viipymisen riittävän korkeassa lämpötilassa)
- Raaka-aineen ja hygieenisen massan erillään pito
- Laitoksen puhtaanapito
- Omavalvonnan toteutus ja jäljitettävyys (Omavalvontasuunnitelmaan kuuluvat asiat)

Kun biokaasulaitoksen rejektiä käytetään maanparannusaineena tai lannoitteena, Evira on ohjeistanut seuraavaa: Luokan kolme eläimistä saatavat sivutuotteet on biokaasulaitoksessa hygienisoitava 70 °C lämpötilassa vähintään 60 minuutin ajan. Käsiteltävän aineksen palakoon on oltava alle 12 millimetriä. Kompostoinnissa vaatimukset ovat samat. Ruokajätteen ja lannan käsittelyyn hyväksytään myös termofilisellä lämpötila-alueella tapahtuva mädätys sekä kompostointi suljetussa laitoksessa, kun lämpötila on vähintään kahden viikon ajan yli 55 °C. Biokaasu- ja kompostointilaitoksissa voi käsitellä myös painesteriloituja luokan 2 sivutuotteita. Painesteriloinnissa syöte on pidettävä 20 minuuttia 3 barin paineessa ja 133 °C lämpötilassa.

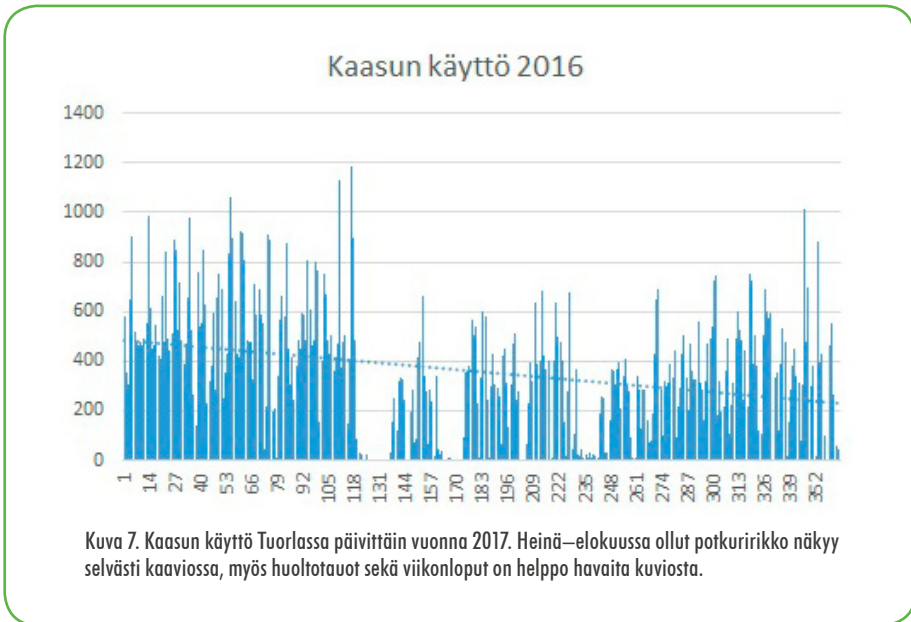
Syöttömateriaalin hygienisointi parantaa kaasusaantoa, koska se estää kilpailevien mikrobien toiminnan ja materiaali hajoaa eli hydrolysoituu pienemmiksi helpommin hyödynnettäviksi molekyyleiksi, joten hygienisoinnilla voi olla positiivisia vaikutuksia laitoksen toimintaan.

2.5 Biokaasun tuottaminen Tuorlan opetusmaatilalla

Timo Teinilä, Livia

Ammattiopisto Livian Tuorlan toimipaikan biokaasulaitos valmistui tavella 2012. Laitoksessa tuotettu kaasu käytetään lämmön- ja sähköntuotantoon. Kaasutus tapahtuu kahdessa 360 m³:n altaassa, biokaasureaktori- ja jälkikaasualtaassa. Kaasun varastointi tapahtuu altaiden päällä olevissa varastokuvuissa, joiden tilavuus on yhteensä 440 m³. Laitoksen laskennallinen maksimaalinen energiatuotto on yhteensä 1300 MWh vuodessa.

Laitoksessa käytetään opetusmaatilán sikalan lietalantaa syötteenä, jota syötetään joka päivä keskimäärin 3 m³ / vrk. Tämän lisäksi reaktoriin syötetään kuivajaetta, joka koostuu peltobiomassoista: mm. sokerijuuriakas, viljan lajittelujäte, tuhka, säilörehu maissista, nurmesta ja vihanta-rehusta. Yhteensä näitä kuivajakeita käytetään vuodessa reilu 820 tn, joka on keskimäärin 3 tn/ vrk. Laitokseen syötetään kuivajakeita vain viitenä päivänä viikossa.





Kuva 8. Maissin korjuuta kaasulaitoksen syötteenä vuonna 2016 yksirivisellä tarkkuussilppurilla.
(Kuva: Timo Teinilä)

Biokaasulaitos on yksi osa opetusmaatilaa, jossa tehdään erilaisia testejä yhdessä mm. Luken ja alan toimijoiden kanssa. Lisäksi tehdään omia kokeita ja testejä, joiden perusteella voidaan todeta seuraavia huomioita:

- Kokemukset Livian kaasulaitoksesta näyttävät, että kaasulaitoksen syötettä olisi hyvä vaihtaa riittävän usein, ehkä kerran viikossa. Kaasulaitoksen syötteiden vaihtaminen nostaa usein kaasun tuottoa hetkellisesti. Näin kaasuntuotanto pysyy koholla reaktorin virittymistilanteen johdosta. Tämä poikkeaa aiemmista ohjeista, jolloin kaasulaitoksen hoidossa ei saisi olla poikkeamia. Testeissä pienetkin määrät uutta syötettä nostavat kaasun tuotoksen kaksinkertaiseksi.
- Erityisen hyväksi syötteenä on koettu viljan jauho ja lajittelujäte, kipsi, glyseroli ja tuhka.

Tuorlassa valmistui myös insinööriyönä biokaasulla käyvä Valmet 502 sekä Tuorlan opiskelijoiden tekemänä päättötyönä biokaasulla käyvä Valmet 20 -traktori, joka on muunnettu biokaasukäyttöiseksi autoihin tarkoitetulla muunnossarjalla.



Kuva 9. Tuorlassa lopputöinä tehdyt biokaasulla toimivat traktorit. Vasemmalla Kasper Söderlundin insinööritö, jossa Valmet 502 muokattiin mekaaniseksi dual-fuel biokaasu-traktoriksi. Ja oikealla Tapani Salovaaran ja Samuli Lampon kunnostama Valmet 20, joka toimii bensiinillä ja kaasulla. (Kuva: Timo Teinilä)

2.6 Sivutuoteluokat

Mikko Posio, Oulun ammattikorkeakoulu

Eläimistä saatavat sivutuotteet, joita ei ole tarkoitettu syötäväksi, aiheuttavat mahdollisia riskejä ihmisten ja eläinten terveydelle. Sivutuotteiden vääränlaisella käytöllä voidaan aiheuttaa uhkaa ihmisten terveydelle sekä horjuttaa kuluttajien luottamusta elintarvike- ja rehuketjuun. Näitä riskejä pienentääkseen Euroopan Parlamentti ja Neuvosto on antanut asetuksen (EY) N:o 1069/2009. Asetus määrää miten eläimistä syntyviä sivutuotteita tulee käsitellä niiden jatkojalostamisen yhteydessä. Asetuksessa määritetään myös biokaasulaitosten hygienisointia koskevat sivutuoteluokat. Eläimistä saatavat sivutuotteet jaetaan kolmeen luokkaan niihin liittyvän riskin perusteella. Luokan 1 sivutuotteissa riski on suurin, ja ne on hävitettävä. Luokan 3 sivutuotteilla riski on matalin, ja käyttömahdollisuuksia on eniten. Seuraavien kappaleiden tekstit on otettu Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksesta (EY) N:o 1069/2009: Muiden kuin ihmisravinnoksi tarkoitettujen eläimistä saatavien sivutuotteiden ja niistä johdettujen tuotteiden terveyssäännöistä sekä asetuksen (EY) N:n 1774/2002 kumoamisesta (sivutuoteasetus).

Luokkaan 1 kuuluva aines

Luokkaan 1 kuuluva aines sisältää seuraavat eläimistä saatavat sivutuotteet:

a) seuraavien eläinten kokonaiset ruhot ja kaikki ruhonosat, mukaan lukien vuodat ja nahat:

- eläimet, joilla epäillään olevan jokin TSE-tartunta asetuksen (EY) N:o 999/2001 mukaisesti tai joissa TSE on virallisesti todettu;
- eläimet, jotka on lopetettu TSE:n hävittämistoimenpiteiden yhteydessä;
- muut eläimet kuin tuotantoeläimet ja luonnonvaraiset eläimet, mukaan lukien erityisesti lemmikkieläimet, eläintarhaeläimet ja sirkuseläimet;
- kokeissa käytettävät eläimet, sellaisina kuin ne on määritelty direktiivin 86/609/ETY 2 artiklan d kohdassa, sanotun kuitenkin rajoittamatta asetuksen (EY) N:o 1831/2003 3 artiklan 2 kohdan soveltamista;
- luonnonvaraiset eläimet, jos näiden epäillään sairastavan jotakin ihmisiin tai eläimiin tarttuvaa tautia;

b) seuraava aines:

- erikseen määritelty riskiaines;
- erikseen määriteltyä riskiaineesta hävittämishetkellä sisältävät kokonaiset ruhot tai ruhonosat;

c) eläimistä saatavat sivutuotteet, jotka on johdettu eläimistä, joita on käsitelty laittomalla tavalla, sellaisena kuin se määritellään direktiivin 96/22/EY 1 artiklan 2 kohdan d alakohdassa tai direktiivin 96/23/EY 2 artiklan b alakohdassa;

d) eläimistä saatavat sivutuotteet, jotka sisältävät neuvoston direktiivin 96/23/EY liitteessä I olevan B ryhmän 3 kohdassa lueteltujen ympäristölle ja ihmiselle vaarallisten aineiden ja muiden aineiden jäämiä, jos tällaiset jäämät ylittävät yhteisön lainsäädännössä sallitun tason tai, jos tällaista yhteisön lainsäädäntöä ei ole, kansallisessa lainsäädännössä sallitun tason;

e) eläimistä saatavat sivutuotteet, jotka on kerätty 27 artiklan ensimmäisen kohdan c alakohdan nojalla hyväksytyissä täytäntöönpanosäännöissä edellytetyn jäteveden käsittelyn aikana

- luokkaan 1 kuuluvaa ainesta käsittelevistä laitoksista; tai
- muista laitoksista, joihin erikseen määriteltyä riskiaineesta siirretään;

f) ruokajäte, joka on peräisin kansainvälisesti liikennöivistä liikennevälineistä;

g) luokkaan 1 kuuluvan aineksen seokset luokkaan 2 ja/tai luokkaan 3 kuuluvan aineksen kanssa. (Artikkeli 9)

Luokkaan 2 kuuluva aines

Luokkaan 2 kuuluva aines sisältää seuraavat eläimistä saatavat sivutuotteet:

a) lanta, mineralisoimaton guano ja ruuansulatuskanavan sisältö;

b) eläimistä saatavat sivutuotteet, jotka on kerätty 27 artiklan ensimmäisen kohdan c alakohdan nojalla hyväksytyissä täytäntöönpanosäännöissä edellytetyn jäteveden käsittelyn aikana

- luokkaan 2 kuuluvaa ainesta käsittelevistä laitoksista; tai
- muista kuin 8 artiklan e alakohdassa tarkoitetuista teurastamoista;

c) eläimistä saatavat sivutuotteet, jotka sisältävät sallittujen aineiden tai vierasaineiden jäämiä sellaisia määriä, jotka ylittävät direktiivin 96/23/EY 15 artiklan 3 kohdassa tarkoitettut sallitut arvot;

d) eläinperäiset tuotteet, jotka on ilmoitettu ihmisravinnoksi kelpaamattomiksi, koska niissä esiintyy epäpuhtauksia;

e) muut kuin luokkaan 1 kuuluvat eläinperäiset tuotteet:

- jotka on tuotu kolmannelta maasta ja jotka eivät täytä yhteisön tuontia koskevia yhteisön eläinlääkintälainsäädännön vaatimuksia, paitsi jos yhteisön lainsäädäntö sallii niiden tuonnin tai käytönoton tietyin rajoituksin tai niiden palauttamisen kyseiseen kolmanteen maahan; tai
- jotka on lähetetty toiseen jäsenvaltioon ja jotka eivät täytä yhteisön lainsäädännössä asetettuja tai sallittuja vaatimuksia, paitsi jos ne palautetaan alkuperäjäsenvaltion toimivaltaisen viranomaisen luvalla;

f) muut kuin 8 tai 10 artiklassa tarkoitetut eläimet ja ruhonosat, kun kyse on eläimistä,

- jotka ovat kuolleet muutoin kuin ihmisravinnoksi teurastamisen tai kaatamisen vuoksi, mukaan lukien taudintorjuntatarkoituksessa lopetetut eläimet,
- sikiöt;
- muuhun kuin siitostarkoitukseen käytettävät munasolut, alkiot ja siemenneste; sekä
- kuoriutumattomana kuollut siipikarja;

g) luokkaan 2 kuuluvan ja luokkaan 3 kuuluvan aineksen seokset;

h) muut eläimistä saatavat sivutuotteet kuin luokkaan 1 kuuluva aines tai luokkaan 3 kuuluva aines. (10 artikla)

Luokkaan 3 kuuluva aines

Luokkaan 3 kuuluva aines sisältää seuraavat eläimistä saatavat sivutuotteet:

a) teurastettujen eläinten ja kaadetun riistan ruhot ja ruhonosat, jotka on todettu ihmisravinnoksi kelpaaviksi yhteisön lainsäädännön mukaisesti, mutta joita ei ole kaupallisista syistä tarkoitettu ihmisravinnoksi;

b) eläinten ruhot tai seuraavat ruhonosat, jotka ovat peräisin joko teurastamossa teurastetuista eläimistä, jotka on ante mortem -tarkastuksessa todettu ihmisravinnoksi teurastuskelpoisiksi, tai yhteisön lainsäädännön mukaisesti ihmisravinnoksi kaadetun riistan ruhot ja seuraavat ruhonosat:

- eläinten ruhot tai ruhonosat, jotka on todettu yhteisön lainsäädännön mukaisesti ihmisravinnoksi kelpaamattomiksi, mutta joissa ei ole merkkejä ihmiseen tai eläimiin tarttuvista taudeista;

- siipikarjan päät;
- vuodat ja nahat, mukaan lukien niiden leikkuujätteet ja haljakset, sarvet ja jalat, mukaan lukien seuraavien eläinten falangit sekä karpus- ja metakarpusluut, kinnernivelen ja jalkapöydän luut: muut eläimet kuin märehitjät, joille on tehtävä TSE-testi, ja märehitjät, joille tehdystä testistä on saatu negatiivinen tulos asetuksen (EY) N:o 999/2001 6 artiklan 1 kohdan mukaisesti;
- sianharjakset;
- sulat ja höyhenet;

c) eläimistä saatavat sivutuotteet, jotka ovat peräisin asetuksen (EY) N:o 853/2004 1 artiklan 3 kohdan d alakohdan mukaisesti tilalla teurastetusta siipikarjasta tai tilalla teurastetuista jäniseläimistä, joissa ei ole ilmennyt merkkejä ihmiseen tai eläimiin tarttuvista taudeista;

d) veri, joka on peräisin eläimistä, joissa ei ole ilmennyt kliinisiä merkkejä veren välityksellä ihmisiin tai eläimiin tarttuvista taudeista, ja joka on saatu seuraavista eläimistä, jotka on teurastettu teurastamossa sen jälkeen, kun ne on ante mortem -tarkastuksessa todettu teurastuskelpoisiksi ihmisravintona käyttöä varten, tai yhteisön lainsäädännön mukaisesti:

- muut eläimet kuin märehitjät, joille on tehtävä TSE-testi; ja
- märehitjät, joille tehdystä testistä on saatu negatiivinen tulos asetuksen (EY) N:o 999/2001 6 artiklan 1 kohdan mukaisesti;

e) eläimistä saatavat sivutuotteet, jotka ovat peräisin ihmisravinnoksi tarkoitettujen tuotteiden tuotannosta, mukaan luettuina luut, joista on poistettu rasva, ja rasvan sulatuksessa syntyvä proteiinijäännös ja maidon jalostuksessa linkoihin tai separaattoreihin jäänyt aine;

f) eläinperäiset elintarvikkeet tai eläinperäisiä tuotteita sisältävät elintarvikkeet, joita ei enää ole tarkoitettu ihmisravinnoksi kaupallisista syistä tai sellaisten valmistuksessa tai pakkauksessa esiintyneiden ongelmien tai muiden vikojen vuoksi, jotka eivät aiheuta riskiä ihmisten tai eläinten terveydelle;

g) eläinperäinen lemmikkieläinten ruoka tai rehu tai eläimistä saatavia sivutuotteita ja niistä johdettuja tuotteita sisältävä rehu, joita ei enää ole tarkoitettu rehuksi kaupallisista syistä tai sellaisten valmistuksessa tai pakkauksessa esiintyneiden ongelmien tai muiden vikojen vuoksi, jotka eivät aiheuta riskiä ihmisten tai eläinten terveydelle;

h) veri, istukat, villa, höyhenet, sulat, karva, sarvet, kavion tai sorkan osat ja raakamaito, jotka ovat peräisin elävistä eläimistä, joissa ei ole ilmennyt merkkejä kyseisen tuotteen välityksellä ihmisiin tai eläimiin tarttuvista taudeista;

i) vesieläimet ja tällaisten eläinten osat, merinisäkkäitä lukuun ottamatta, joissa ei ole ilmennyt merkkejä kyseisen tuotteen välityksellä ihmisiin tai eläimiin tarttuvista taudeista;

j) vesieläimistä saatavat sivutuotteet, jotka ovat peräisin ihmisravinnoksi tarkoitettuja tuotteita valmistavista laitoksista;

k) seuraavat ainekset, jotka ovat peräisin sellaisista eläimistä, joissa ei ole ilmennyt merkkejä kyseisen aineksen välityksellä ihmisiin tai eläimiin tarttuvista taudeista:

- simpukoiden kuoret, joista on poistettu pehmytkudos tai liha;
- maaeläimistä peräisin olevat seuraavat tuotteet: hautomoiden sivutuotteet, munat ja munien sivutuotteet, mukaan lukien munankuoret;
- kaupallisista syistä tapetut untuvikot;

l) vedessä tai maalla elävät selkärangattomat, muut kuin eläimille tai ihmisille patogeeniset lajit;

m) eläimet ja niiden osat, jotka kuuluvat eläintieteellisesti Rodentia- tai Lagomorpha-lahkoihin, lukuun ottamatta 8 artiklan a kohdan iii, iv ja v alakohdassa tarkoitettua luokkaan 1 ja 9 artiklan a–g alakohdassa tarkoitettua luokkaan 2 kuuluvaa ainesta;

n) vuodat ja nahat, sorkat, kaviot, höyhenet, sulat, villa, sarvet, karva ja turkikset, jotka ovat peräisin muista kuin tämän artiklan b alakohdassa tarkoitetuista kuolleista eläimistä, joissa ei ole ilmennyt merkkejä kyseisen tuotteen välityksellä ihmisiin tai eläimiin tarttuvasta taudista;

o) rasvakudos, joka on peräisin eläimistä, joissa ei ole kliinisiä merkkejä kyseisen aineksen välityksellä ihmisiin tai eläimiin tarttuvista taudeista ja jotka on teurastettu teurastamossa sen jälkeen, kun ne on ante mortem-tarkastuksessa todettu teurastuskelpoisiksi ihmisravintona käyttöä varten yhteisön lainsäädännön mukaisesti;

p) muu kuin 8 artiklan f alakohdassa tarkoitettu ruokajäte.

Lähde

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1069/2009. Muiden kuin ihmisravinnoksi tarkoitettujen eläimistä saatavien sivutuotteiden ja niistä johdettujen tuotteiden terveyssäännöistä sekä asetuksen (EY) N:n 1774/2002 kumoamisesta (sivutuoteasetus). Haettu 9.6.2017 osoitteesta <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:300:0001:0033:FI:PDF>

2.7 Metaanintuottopotentialin mittaaminen AMPTS II -laitteistolla

Maritta Kymäläinen, Hämeen ammattikorkeakoulu

Mikko Aalto ja Mikko Posio, Oulun ammattikorkeakoulu

Biokaasulaitoksen syötteen tuottavat toisistaan poikkeavia määriä biokaasua. Myös biokaasun metaanipitoisuus vaihtelee syöttestä toiseen. AMPTS II -laitteistolla (AMPTS, Automatic methane potential test system; Bioprocess Control) voidaan tutkia mm. syötteen tuottaman metaanin määrää ja hajoamisprosessin nopeutta eri lämpötiloissa.

Metaanituottotesti on panosluonteinen. Tutkittava näyte ja aktiivinen mikrobiympy, joka voi olla esim. toimivan biokaasureaktorin poistetta, pidetään tietty aika (esim. 21 vrk) hallituissa olosuhteissa (hapeton, vakio lämpötila) ja seurataan kaasutuottoa. Testi alkaa, kun näyte laitetaan ympin hajotettavaksi reaktoripulloon, pullo tyytetään, suljetaan, laiteaan vesihäuteeseen valittuun lämpötilaan sekä kytketään sekoitinmootoreihin ja kaasuletkuihin. Muodostuva biokaasu johdetaan alkalista liuosta sisältävän pesupullon läpi hiilidioksidin (CO₂) poistamiseksi. Jäljelle jäänyt metaanikaasu johdetaan kaasun tilavuusmittauskennostoon, josta mittaustulokset kertyvät talteen automaattisesti. Laitteisto on esitetty kuvassa 12.

Testiä varten laaditaan koesuunnitelma perustuen näytteiden ja ympin TS- (total solids, kuiva-aine) ja VS- (volatile solids, orgaaninen kuiva-aine) pitoisuuksiin. Tärkeää on varmistaa, että mm. ympin aktiivisuus riittää testattavan materiaalin orgaanisen aineen hajottamiseen. Näytettä (+ympy) sisältävien reaktoripullojen lisäksi koesarjassa on aina mukana myös pelkkää ympy sisältävät reaktoripullot. Tuloksia laskettaessa näyte-ympypullon metaanituotosta vähennetään ympypullon tuotto, niin saadaan selville pelkän näytteen metaanituotto. Kun tiedetään testattavan näytteen määrä reaktoripullossa, voidaan kaasutuotto suhteuttaa näytemäärään, ja tästä edelleen laskea tuotto näytteen TS- ja VS-määrää kohti. Metaanituotot raportoidaan tyypillisesti yksiköissä [litraa/kg näyttää], [litraa/kgTS], [litraa/kgVS].

Kuvassa 13 on esimerkkinä metaanituottokäyrät HAMK Mustialan liete-lannalle, oljelle ja kahtena kesänä (2015, 2016) säilötylle kerääjäkasville (valkoapila). Kahden eri kesän kerääjäkasvisadon välillä oli merkittävä ero sadonkorjuun yhteydessä kasvin sekaan tulevan oljen määrässä. Tämä vaikutti merkittävästi sadon metaanituottoon: mitä suurempi oljen osuus, sitä hitaampi hajoaminen ja alempi sadon metaanituotto kuiva-ainetta kohti. Näytteet ja tulokset olivat osa Ravinneresurssi-hanketta (RaRe-hanke; YM:n Raki-ohjelma). Lisää kerääjäkasvien biokaasun tuotantoon liittyviä tutkimustuloksia on julkaistu [Ravinneresurssi-hankkeen](#) nettisivuilla.

Kokeellisia metaanituottotietoja tarvitaan arvioitaessa biomateriaalien potentiaalia biokaasulaitoksen syötteenä ja erityisesti biokaasulaitoksen suunnittelu- ja mitoitusvaiheessa. Kasvien metaanituottotuloksia käytetään lisäksi mm. arvioitaessa hehtaarikohtaista energiatuottoa, eli paljonko metaanienergiaa on saatavilla hehtaarilta [MWh/ha]. Kuvassa 14 on esimerkkinä RaRe-hankkeessa saadut tulokset kahdelta kesältä.

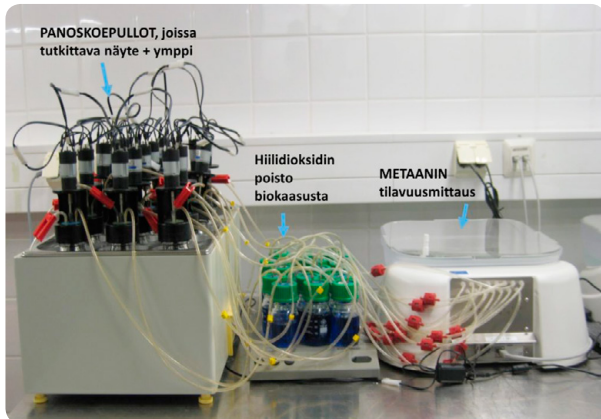
Ravinne- ja energiatehokas maatalous -hankkeessa Koivikon koulutilan lannan ja säilörehun metaanintuottopotentiaalia tutkittiin Oulun ammattikorkeakoulun laboratorion AMPTS II -laitteistolla. Valitettavasti koe epäonnistui eivätkä tulokset ole julkaisukelpoisia.



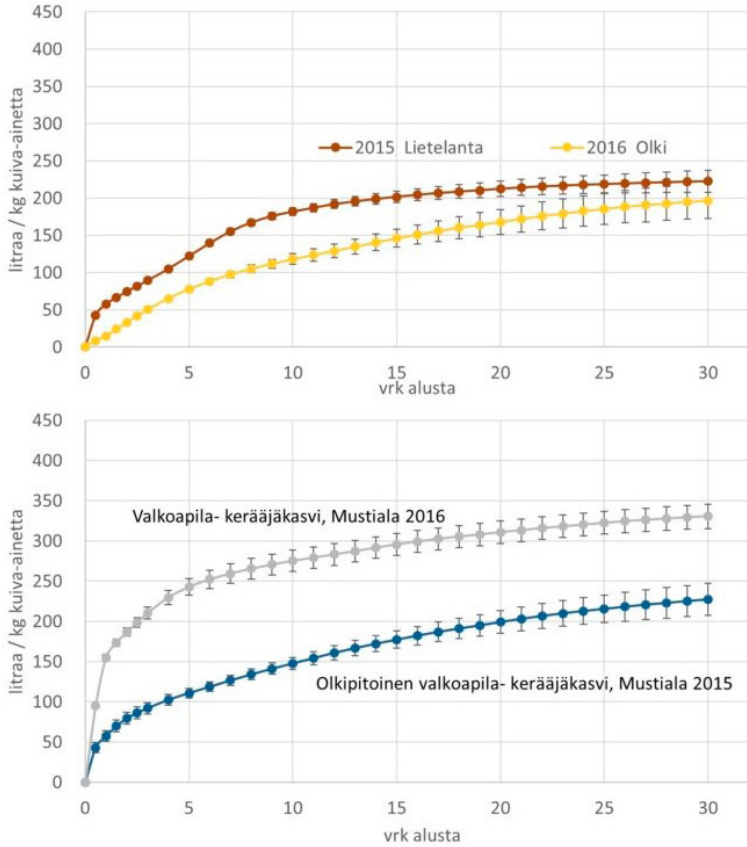
Kuva 10. Pieni, 500ml reaktoripullo, johon on laitettu tutkittavaa syötettä. AMPTS II -laitteistoon on hankittavissa myös suurempia kahden litran reaktoripulloja. (Kuva: Mikko Posio)



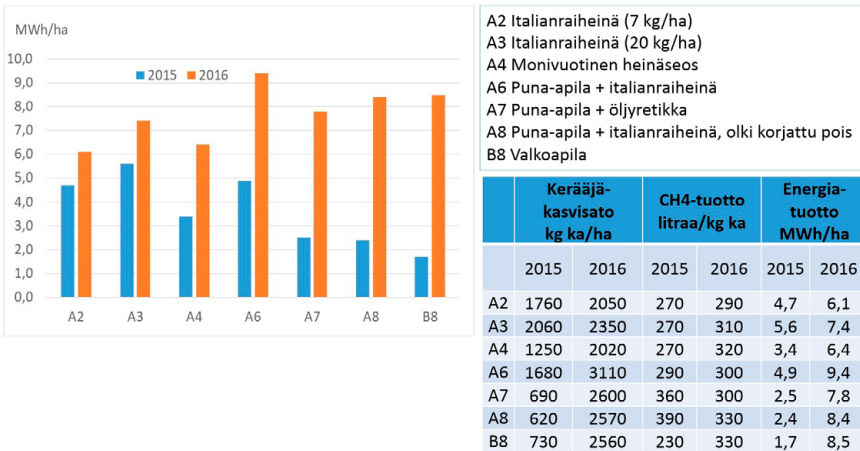
Kuva 11. Kokeen käynnistämistä Oamkin vanhemmalla AMPTS II -laitteistolla. Reaktoripullot ovat vesihauteessa (vas.) ja hiilidioksidin erottelu tapahtuu vihreäkorkkisissa pulloissa (kesk.) Vaa'alla (oik.) edellisen kuvan reaktoripullo. (Kuva: Mikko Posio)



Kuva 12. Reaktoripullojen (vas.) suulle tulevassa tulpassa on läpiviennit tyypitys- ja biokaasuletkuille sekä pienen sähkömoottorin pyörittämälle sekoitussauvalle (Kuva: Maritta Kymäläinen).



Kuva 13. AMPTS -testituloksena saadut metaanituottokäyrät Mustialan lietelannalle, oljelle ja kahtena kesänä (2015, 2016) säilötylle valkoopila-kerääjäkasville (Kuvio: Maritta Kymäläinen).



Kuva 14. Kerääjäkasvien metaanituottoloksista lasketut energiatuotot pellohehtaarilla [MWh/ha]. Taulukon sato ja metaanituottoarvot pyöristetty; Energiatuotot laskettu tarkemmilla arvoilla. (Kuva: Maritta Kymäläinen)



ENERGIATEHOKKUUDEN MITTAAMINEN

Maaseutuyritykset tarvitsevat paljon energiaa. Peltöjen muokkaukseen käytetään fossiilisia polttoaineita. Maaseutuyrityksissä käytetään runsaasti tekniikkaa. Energiankulutus riippuu koneiden iästä ja siitä miten hyvin niitä on huollettu. Koneiden käyttölogistiikka on oleellinen asia kun puhutaan energiatehokkuudesta. Navetoilla on ruokintarobotteja, lannanpoistojärjestelmiä, lypsytasemia ja maidon jäädytysjärjestelmiä. Kotieläinrakennusten valaistus on iso kustannuskohde. Tämän lisäksi käytetään myös paljon pienkoneita, jotka tarvitsevat energiaa.

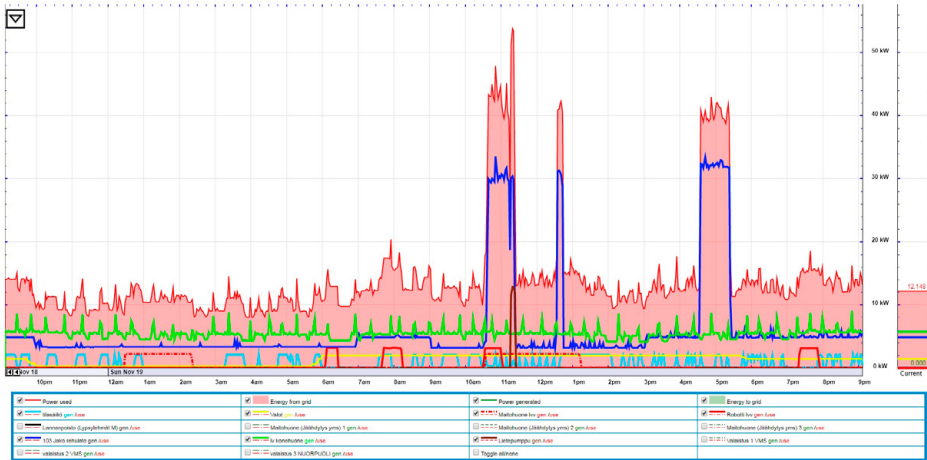
Erkkilän, Koivikon, Korven (Ilmajoen), Peltosalmen ja Tarvaalan opetusmaatilat sekä Väsankvarn gård ovat ottaneet käyttöön eGauge-mittarin. eGauge-energiamittarilla voidaan mitata esimerkiksi kotieläinrakenneksem kokonaisenergiakulutus ja yksittäisten laitteiden tai valaistuksen energiankulutus. Opetusmaatiloille on myös tehty energiasuunnitelmia. Energiasuunnitelmassa esitetään tiivistetyssä muodossa tilan energian käytön nykytila ja yhteisesti sovitut jatkotoimet energian hallinnan ja energiatehokkuuden sekä uusiutuvien energioiden käytön kehittämiseksi. Tila sitoutuu esitettyihin jatkotoimenpiteisiin ja toteuttaa ehdotettuja toimia resurssiensa mukaan. Tavoitteena on käynnistää maatilalla energiatehokkuuden jatkuva parantaminen. Energiasuunnitelmatyö on rahoitettu maaseudun kehittämisohjelmasta 2014–2020. Kenttätö toteutti Mavin Neuvo 2020 -maatilojen neuvontajärjestelmän hyväksymä energianeuvoja. Eri koulutilojen tiedot eivät ole olosuhteiden ja erilaisten mittaus- ja kirjaustapojen takia vertailukelpoisia.

3.1 Kokemukset ja haasteet energiatehokkuuden mittaamisessa

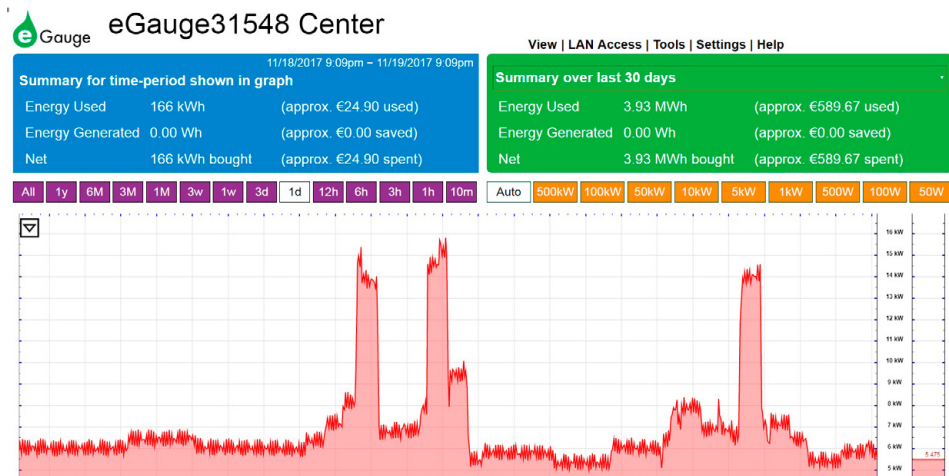
Jyrki Kataja, Jyväskylän ammattikorkeakoulu

Ravinne- ja energiatehokas maatila -hankkeessa on asennettu eGauge-sähkönkulutusmittareita Erkkilän, Koivikon, Korven (Ilmajoen), Tarvaalan ja Västankvarnin opetusnavetoihin. Mittarin avulla saadaan mitattua eri laitteiden sähkönkulutus ja sähkönkulutusta voidaan seurata myös reaaliaikaisesti. Haaste eGauge-mittauksissa on kotieläinrakennusten sähkönkulutuskohteiden tunnistaminen sähköjohdoista. eGauge-mittauksella saadaan hyvää mittaustietoa, jos ollaan varmoja siitä, että kohteista mitataan oikeita laitteita, esim. valaistus ja lisälämpölähteet. eGauge-laitteilla voidaan mitata suurimpia energiankuluttajia, joihin energiansäästötoimenpiteet kannattaa kohdentaa. eGauge-mittauksilla saadaan esimerkiksi hyvin selville kuinka paljon navetan loisteputkivalaistus kuluttaa energiaa.

Maitotilalla energiankulutus vaihtelee vuorokausirytmien mukaan. Kuvassa 15 on esimerkki 23.11.2017 päivän kulutuksesta Koivikon opetusmaatilalla.



Kuva 15. Koivikon opetusmaatilalla eGauge-mittarin mukainen yhden vuorokauden kulutus (Oulun seudun ammattipisto 2017).



Kuva 16. Korven (Ilmajoen) opetusmaatilán navetta 18.11.2017 (Seinäjoen ammattikorkeakoulu 2017).

Yleensä energiatehokkuuden mittausselvitykset perustuvat Top-Down tai Bottom-Up analyysiin. Top-Down-analyysissä selvitetään tuotantoon käytetyt energiamäärät ja tilán tuotantomäärät. Tarkastellaan pelkästään maatilalle ostettua energiaa ja sieltä myytyjä tuotteita. Kun verrataan tuotteesta saatua energiaa tuotantoon käytettyyn energiaan, saadaan tuotannon energiasuhde. Bottom-Up-analyysissä lähdetään selvittämään kunkin toiminnon tai työvaiheen kulutuksia. Selvittämällä eniten energiaa kuluttavat kohteet säästötoimet voidaan kohdistaa niihin asioihin, mistä saadaan eniten hyötyä.

Lähteet

Oulun seudun ammattiopisto (2017). Koivikon opetusmaatilán eGauge.

Seinäjoen ammattikorkeakoulu (2017). Korven opetusmaatilán eGauge.

Haettu 18.11.2017 osoitteesta <http://egauge31548.egaug.es/57A4C/>

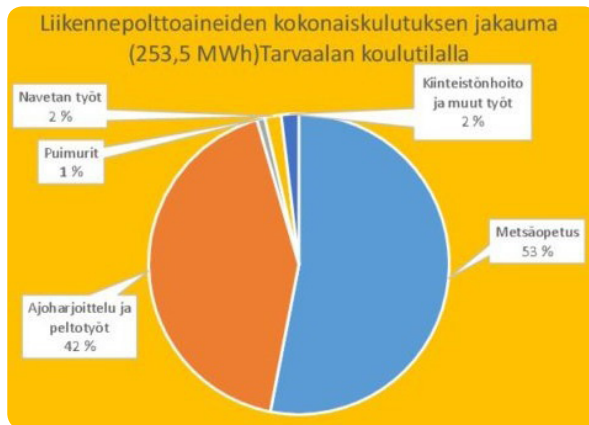
3.2 Tarvaalan opetusmaatilän energiasuunnitelma

Jyrki Kataja, Jyväskylän ammattikorkeakoulu

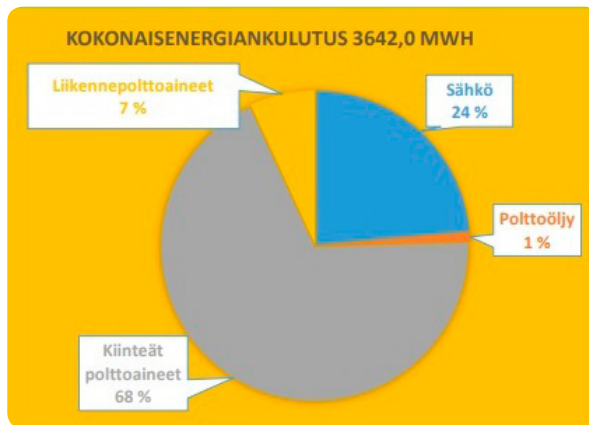
Energiatehokkuuden mittaamisen ensimmäiseksi kohteeksi Biotalouskampuksella valittiin Tarvaalan koulutilan liikennepolttoaineiden käyttö, vaikka se Biotalouskampuksen kokonaisenergiatarkastelussa muodostikin vain 6,9 % osuuden koko energiankulutuksesta. Tarvaalan Biotalouskampuksella on seuraavia metsäkoneita: harvesterit 2 kpl, yhdistelmäkoneet 1 kpl ja kuormatarktorit 4 kpl. Opetusmaatilalla on traktoreita 7 kpl ja puimureita 3 kpl. Tämän lisäksi on pientraktori, Avant ja ruohonleikkurit. Navetassa on rehunjako Avantilla ruokintapöydälle. Koulutilalla on käytössä ajoneuvojen, traktoreiden ja liikkuvien työkonien paikannusjärjestelmä, joka mahdollistaa sekä työturvallisuuden parantumisen että työ- ja energiatehokkuuden peltolohko- ja työvaihekohtaisen tarkastelun esim. kevättöissä pelloilla. Koneellisesti korjatun puun määrä on 35000–45000 m³/vuosi. Viljelyssä oleva peltopinta-ala on 102,5 ha.

Taulukko 5. Tarvaalan biokampuksen perustiedot

Perustiedot	
Opiskelijamäärä (koko kampus)	440 henk.
Henkilökunnan määrä (koko kampus)	79 henk.
Viljeltävä peltoala	102,5 ha
Käytettävissä oleva metsäala	800 ha
Eläinmäärä, lehmä	27 kpl.
Tuotantorakennukset:	
Navetta	790 m ²
Muut kotieläintilat / ja -opetustilat	1150 m ²
Kasvinviljelyn käsittely- ja varastointitilat	1180 m ²
Muut lämmitettävät tilat:	
Toimistot	1021 m ²
Korjaamo / huolto / tutkimus	2308 m ²
Opetustilat	2849 m ²
Muut tilat ja asunotilat	4011 m ²
Tilan oma energiatuotanto:	
Lämpölaite 1	700 kW
Lämpölaite 2	200 kW



Kuva 17. Tarvaalan energiasuunnitelman ensimmäinen vaihe, jossa muodostetaan käsitys koko Biotalouskampuksen energiakulutuksesta valmistui vuonna 2017.



Kuva 18. Energiasuunnitelma Tarvaala 2017.

Laskelmissa ei ole huomioitu uuden Forestori-rakennuksen tietoja. Rakennuskanta on rakennettu useissa eri vaiheissa vanhimpien rakennusten ollessa 1800-luvun puolelta. Nykyinen lypsyrobotinavetta on peruskorjattu vanhaan parsinavettaan opetuksellisista lähtökohdista. Biotalouskampuksen molemmat lämpölaitokset on kilpailutuksen kautta annettu ulkopuolisten yritysten operoitavaksi. Biotalouskampuksella toimii kaksi erillistä oppilaitosta – POKE ja JAMK.

Uuden Forestori-kiinteistön rakentaminen sekä 150-vuotisen toiminnan aikana aikaisemmin rakennettu rakennuskanta, peruskorjauksineen, asettavat energiasuunnitelman tarkentamiselle mielenkiintoisia haasteita. Niin lämmitys- kuin sähköenergiankin kulutukset ovat Biotalouskampuksen alueella niin merkittäviä tekijöitä, että tarkentavat mittauskohteet tullaan päättämään ennen seuraavan lämmityskauden alkua. Samalla näin saatava uusi tieto ohjaa tulevien investointien suunnittelua entistä paremmin.

3.3 Koivikon opetusmaatilán energiasuunnitelma

Ronja Kuorikoski ja Elsi Pellikainen, Oulun ammattikorkeakoulu

Tilan energiasuunnitelma on valmistunut syksyllä 2016. Suunnitelmasa on tiivistetty Koivikon opetusmaatilán energian käytön nykytila sekä suunnitellut jatkotoimenpiteet energian hallinnan, energiatehokkuuden ja uusiutuvan energian käytön kehittämiseksi. Suunnitelman tavoitteena on käynnistää maatilalla energiatehokkuuden jatkuva parantaminen.



Kuva 19. OSAO Koivikon maatala (OSAO 2017).

OSAOn opetusmaatala sijaitsee Muhoksen Matokorvessa. Tilalla on pihattonavetta. Navetan tiedot ovat seuraavat:

Rakennusvuosi: 2006

Pinta-ala: n. 2000 m²

Kaksi lämmintä kerrosta. Yläkerrassa sijaitsevat tauko- ja wc-tilat, pannuhuone sekä luokkahuone opetusta varten.

DeLaval-merkkinen lypsyrobotti, kiskoruokkija, juottoautomaatti sekä täyttöpöytä.

Navetalla on käytössä öljylämmitys. Lehmien juomavesi lämmitetään maidon jäähdytyksessä syntyvällä hukkalämmöllä. Sähkö ostetaan, eikä tilalla tuoteta itse energiaa.

Lisäksi navetan pihapiiriin kuuluu yksi puolilämmin konehalli, kylmä konehalli ja viljankuivaamo.

Koivikon opetusmaatilalla pääasiallinen tuotantosunta on maidontuotanto. Tilalla on noin 60 lypsylehmää, joiden rotuina ovat ayrshire, holstein sekä länsisuomenkarja. Tilalla ei kasvateta itse sonneja, vaan vasikat hakee paikallinen lihakarjankasvattaja. Vuonna 2015 tilalla tuotettiin 436 998 litraa maitoa. Keskituotos oli 8857 kg EKM. Vuoden 2016 keskituotos on ollut 10027 kg EKM. Koivikon opetusmaatilalla on yhteensä viljelyssä noin 120 hehtaaria peltomaata. Tuolla alalla viljellään kuivaheinää,

säilörehua, ohraa, kauraa sekä laidunnurmea. Säilörehua tehdään sekä siiloon että paalaamalla. Viljankuivaus tehdään kuivurilla, joka saa energiansa polttoöljystä. OSAO:n Muhoksen yksikössä on myös metsäalan opetusta, jolla on käytössä noin 500 hehtaaria metsämaata.

Tilan työkoneissa käytetään polttoaineena kevyttä polttoöljyä. Vuonna 2015 öljyä tilattiin pelkästään työkoneiden tarpeisiin noin 20 000 litraa. Vuonna 2016 polttoöljyä käytettiin työkoneisiin 21 000 litraa. Tästä noin puolet kului maatalouden ajoihin ja puolet metsäkoneiden tarpeisiin. Tarkkoja määriä näiden kahden välillä on vaikea arvioida, sillä tarkkaa polttoaineenkulutuksen kirjausta ei tehdä ympärivuotisesti. Kasvukausien 2016 ja 2017 ajalta on traktorikohtainen polttoaineen kulutuksen seuranta.

Tilalla uusittiin 8.8.–7.9.2016 navetan valaistus. Vanhat loisteputkilamput olivat navetan rakentamisvuodelta 2006. Vanhojen valaisimien kunto alkoikin olla jo heikko, sytyttimet olivat tummuneet ja kuumuus sulattanut muovikuoria. Osa lamputa ei enää toiminut tai valaisteho oli huono. Uusia LED-lamppuja asennettiin määrällisesti vähemmän, mutta niiden valaisteho on parempi. Lisäksi tilan lietepumppu on uusittu syyskuussa 2016. Tilan uudistukset ovat olleet tehokkaita ja se näkyy navetan energiankulutuksessa (taulukko 6).

Taulukko 6. Navetan energiankulutusvertailu 2015–2016.

Yhteensä kWh / kuukausi	2015	2016	Muutos (%)	Maksimi [kW]
Tammikuu	26 054	25 826	-0,9 %	75
Helmikuu	22 668	23 589	3,6 %	68
Maaliskuu	22 471	22 470	0,0 %	67
Huhtikuu	21 279	19 301	-9,3 %	55
Toukokuu	19 994	19 145	-4,2 %	58
Kesäkuu	16 672	15 714	-5,7 %	55
Heinäkuu	16 090	15 290	-5,0 %	50
Elokuu	18 129	15 217	-16,1 %	68
Syyskuu	19 106	16 090	-15,8 %	54
Lokakuu	21 584	18 037	-16,4 %	54
Marraskuu	22 790	20 329	-10,8 %	55
Joulukuu	22 888	21 983	-4,0 %	57
Yhteensä	249 724	232 892	-6,7 %	75
Ominaiskulutus (kWh / m ³)	21,0	19,6		

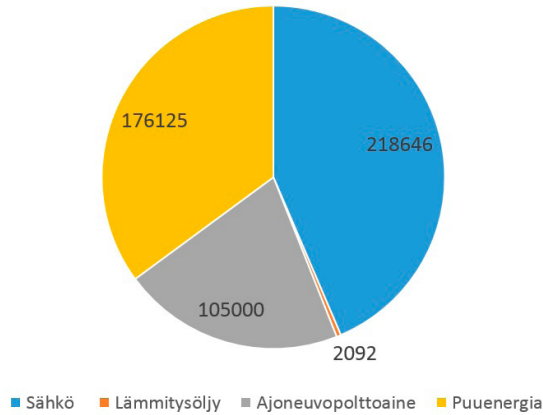
Taulukko 7. Kulutus. *Kuivurin kulutustiedot ovat arvioita

Kulutus	Vuosi 2015		Vuosi 2016	
	litraa	kWh	litraa	kWh
Sähkö	-	249 724	-	232 892
Lämmitysöljy	21 515	215 150	28 994	289 940
Ajoneuvopolttoöljy	n. 20 000	200 000	21 400	214 000
Kuivurin polttoöljy	n. 1200–1300*	12 000	n. 2000*	20 000

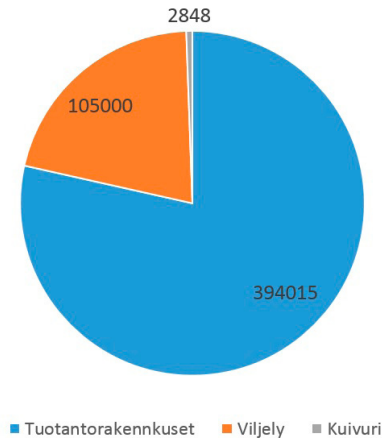
3.4 Peltosalmen opetusmaatilan energiasuunnitelma

Pasi Eskelinen, Savonia-ammattikorkeakoulu

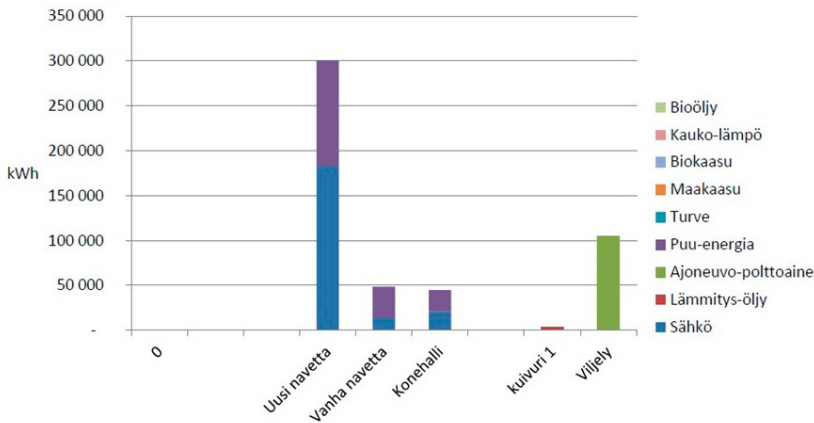
Peltosalmen opetusmaatila Iisalmessa on YSAO:n koulutila. Tilan päätuotantosuunta on maidontuotanto. Rehuomavaraisuus pyritään täyttämään oman tilan nurmi- ja rehuviljatuotannolla, nurmialaa on noin puolet tuotantoalasta. Tilan traktoreiden polttoaineenkäyttö on n. 150 litraa/ha. Maidontuotannossa on käytössä lypsyrobotti ja ruokinta toteutetaan pääsääntöisesti laakasiilosäilörehulla. Säilörehun jaossa on käytössä täytöpurkain ja kiskoruokkija. Väkirehulle on vapaa kioskiruokinta ja lanta käsitellään separoimalla. Tilan kokonaisenergian kulutus vuonna 2016 oli noin 511 904 kWh/vuosi.



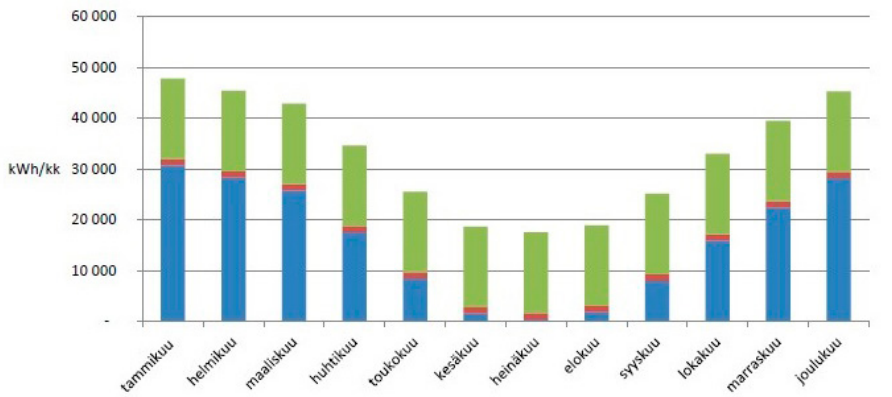
Kuva 20. Energiankulutus PEMO 2016 kWh/vuosi.



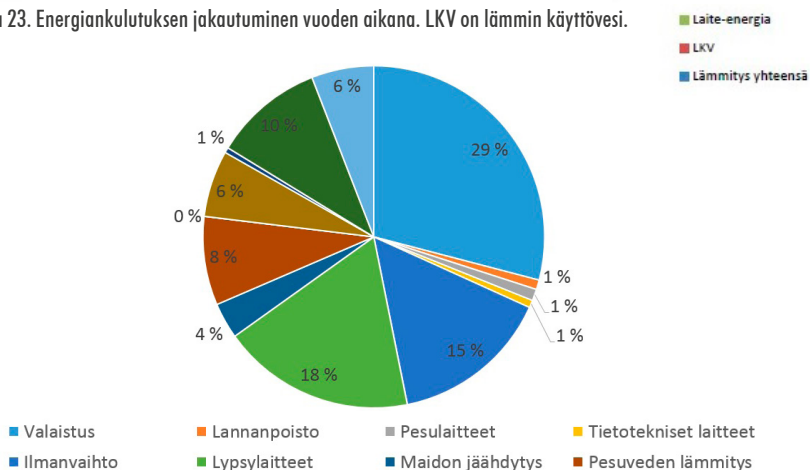
Kuva 21. Tilan energiankulutuksen jakautuminen kohteittain kWh/vuosi.



Kuva 22. Energiankulutuksen ja kustannusten jakautuminen PEMO:lla 2016.



Kuva 23. Energiankulutuksen jakautuminen vuoden aikana. LKV on lämmin käyttövesi.



Kuva 24. Maatalouden sähkön-kulutuksen jakauma PEMO:lla 2016. Tilan energiatehokkuutta voi tehostaa erityisesti valaistuksen osalta, sillä sen osuus kulutuksesta on lähes 30%. Yli 150 loisteputken vaihtaminen ledeiksi maksaa arviolta 7000–12000 euroa, jolloin takaisinmaksu-ajaksi tulisi 5–9 vuotta.

Maatilan laite-energia on varsin tasainen koko vuoden ajan. Kesäajalla aurinkoenergia olisi toteutuskelpoinen vaihtoehto, sillä lypsyrobotin ja maidonkäsittelylaitteiston energiankulutus on tasaista ja laitteiston mitoitus olisi helppo mitoittaa navetan tarpeen mukaan. Tarjousperusteisen laitteiston hinnan takaisinmaksuaika on helposti laskettavissa energiansäästön hinnalla. Tosin tulevaisuuden energian hintaa on lähes mahdoton ennustaa.

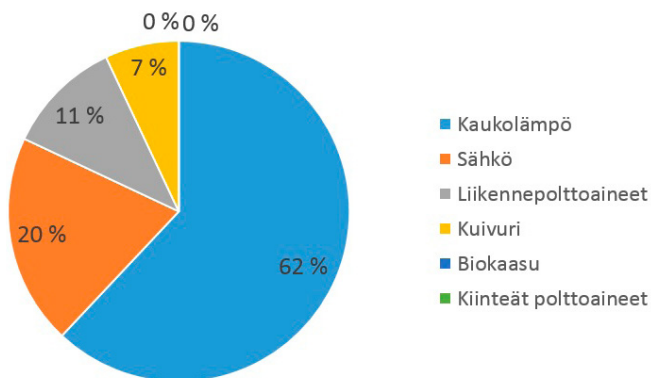
3.5 Korven opetusmaatilán energiasuunnitelma

Juha Tiainen, Seinäjoen ammattikorkeakoulu

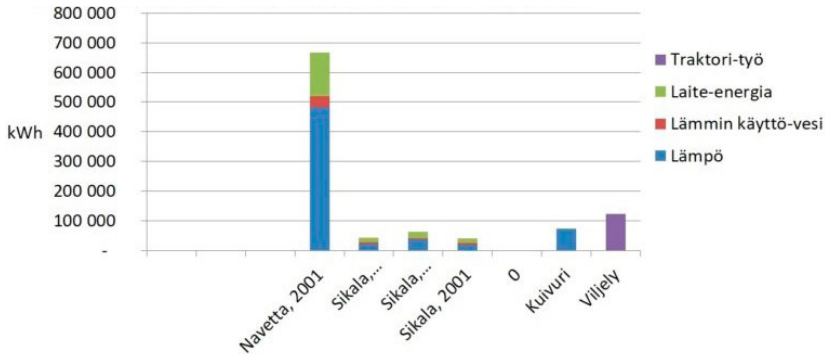
Energian kokonaiskulutus on 1070 MWh (2015–2016).

Taulukko 8. Perustietoa Korven opetusmaatilasta.

Perustiedot	
Opiskelijämäärä (koko kampus)	600 henk.
Henkilökunnan määrä (koko kampus)	40 henk.
Viljeltävä peltoala	147 ha
Eläinmäärä, lehmiä	40 kpl.
Eläinmäärä, sikoja	50
Tuotantorakennukset:	
Navetta ja sikala	2300 m ²
Viljakuivuri	300 m ²
Muut lämmitettävät tilat:	
Toimistot	30 m ²
Korjaamo/huolto	120 m ²
Opetustilat	40 m ²



Kuva 25. Energiakulutus 2015-2016, Seinäjoen koulutuskuntayhtymän omistama kampus ja koulutila kiinteistöineen (Mäenpää 2017).



Kuva 26. Korven koulutilan suurimmat lämmönkuluttajat. Ylivoimaisesti eniten lämpöenergiaa kuluu navettarakennuksessa etenkin talvisin. (Mäenpää 2017.)

Miten energiaa voitaisiin säästää?

- Sähkön osalta mm. valaistuksessa merkittävää säästöä tulisi valaisimien päivittämisessä LED-tekniikkaan.
- Liiketunnistimet oviin, hämäräkytkimet lamppuihin tms. varteenotettava vaihtoehto
- Navetassa voisi laskea lämpötilaa eläinpuolella
- Ajoneuvopolttoaineen osalta saataisiin vielä enemmän säästöä taloudellisella ajotavalla.
- Kuivurin lämpöeristämällä saataisiin jonkin verran säästöä polttoöljyn kulutukseen.

Sähkönkulutuksen pienentämiseen aurinkosähköpaneelit toisivat säästöä. Biokaasulaitos olisi myös tulevaisuuden kannalta varteenotettava vaihtoehto. Maatilan nykyisiin tarpeisiin lämpöteholtaan noin 300 kW voimalla olisi kokoluokaltaan sopiva. Laitoksessa hyödynnettäisiin lantaa ja pelto-biomassoja. Laitos tuottaisi 2/3 lämpöä ja 1/3 sähköä. Koko tilan ja kampuksen tarpeisiin ja mahdollista liikennepolttoainekäyttöä varten laitoksen pitäisi olla huomattavasti suurempi. TEM:n investointituki voisi olla 29 %. Maalämmöllä voitaisiin tuottaa esim. puolet lämpöenergiasta ja loput edelleen kaukolämmöllä. (ProAgria 2017).

Kuluvan vuoden 2018 aikana tehdään jo suunniteltuja kehittämistoimenpiteitä Vuoden 2018 alusta lähtien Korven koulutilan navetta ja osa pelloista on vuokrattu yksityiselle maatilalle, Vacca Oy:lle opetus-, oppimis- ja TKI-infraksi sekä koulutuskeskus SEDUn että Seinäjoen Ammattikorkeakoulun opiskelijoille. Vacca Oy investoi kuluvan vuoden aikana navetan perusrakennuksiin siten, että navetasta tulisi teknologisesti ajan tasalla oleva ja ekonomisesti maatalayrityksenä kannattavan kokoinen yksikkö. Navetan energiatalous paranee muun muassa patterilämmityksen poistamisella, maidon jäädytyksen lämmön hyödyntämisellä ja vaihtamalla LED-valaisimet navettaan.

Lähde

Mäenpää, M. (2017). Maatilan energiasuunnitelma. Korven opetusmaatila. Pro Agria Etelä-Pohjanmaa.

3.6 Mustialan opetusmaatilan energiasuunnitelma

Annika Michelson, Hämeen ammattikorkeakoulu

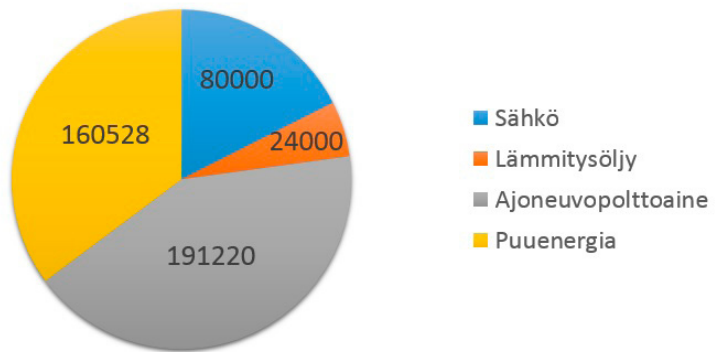
HAMK Mustialan opetus- ja tutkimusmaatila Tammelan kunnassa on erikoistunut maidontuotantoon. Lypsäviä lehmiä on 80 ja nuorkarjaa 67 eläintä. Vuonna 2015 valmistunut uusi opetusnavetta on eristämätön pihatto, jossa lypsävien lisäksi on tilat nuorkarjalle ja pikkuvasikoille. Nave-tassa on yksi lypsyrobotti sekä opetusta varten erillinen lypsyasema. Pel-toa on yhteensä 185 ha. Kaikki rakennukset lämpiävät hakkeella. Opetus-maatila on siirtymässä luomuun keväällä 2018, joten energiatehokkuuden mahdollisuudet kiinnostavat. Tässä energiasuunnitelmassa on tarkastel-tu vain opetusmaatilan ja tilan rakennusten energiankulutusta, kampus-alueen muut rakennukset on jätetty tarkastelun ulkopuolelle. Energian kulutusta seurataan tarkasti sähkö-, öljy- ja hakelaskuista. Kaikki energia-lähteet on kilpailutettu. Tilan kokonaisenergian kulutus vuonna 2016 oli noin 456 228 kWh/vuosi.



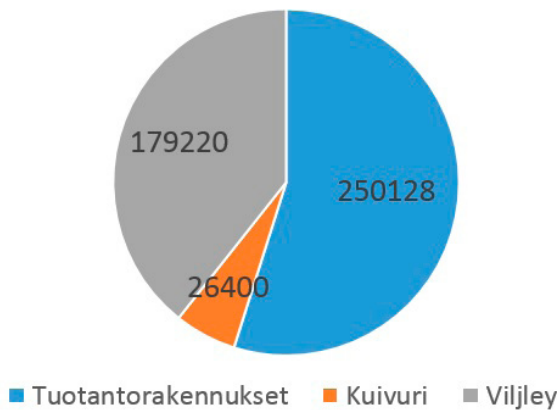
Kartta 3. Karttakuva talouskeskuksesta (Halme 2017).

Taulukko 9. Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan valittuja perustietoja.

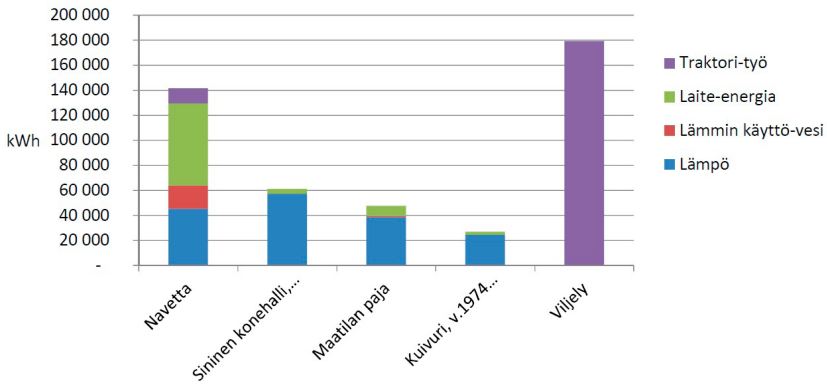
Perustiedot	
Opiskelijamäärä (koko kampus)	550 henk.
Henkilökunnan määrä (koko kampus)	45 henk.
Viljeltävä peltoala	185 ha
Käytettävissä oleva metsäala	907 ha
Eläinmäärä, lehmiä	80 kpl.
Eläinmäärä, nuorkarjaa	67 kpl.
Tuotantorakennukset:	
Navetta, kylmä	2158 m ²
Navetta, lämmin	342 m ²
Muut lämmitettävät tilat:	
Maatilan paja	200 m ²
Sininen konehalli	791 m ²



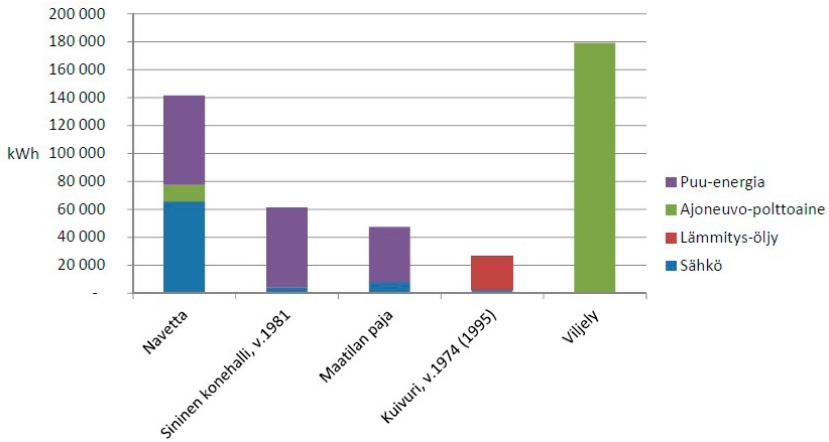
Kuva 27. Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan energiankulutuksen jakautuminen energialähteittäin kWh/vuosi vuonna 2016 (Halme 2017).



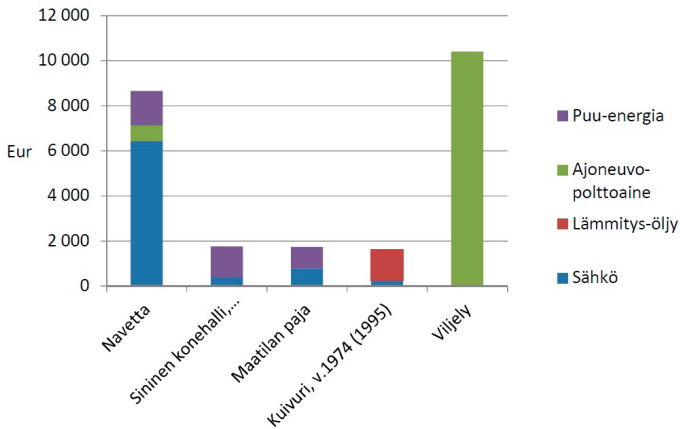
Kuva 28. Energian kulutuksen jakautuminen käyttökohteittäin kWh/v vuonna 2016 (Halme 2017).



Kuva 29. Energiankulutus vuodessa käyttövuodittain eri kohteissa vuonna 2016 (Halme 2017).



Kuva 30. Energian kulutus (kWh) vuodessa energialähteen mukaan eri kohteissa vuonna 2016 (Halme 2017).



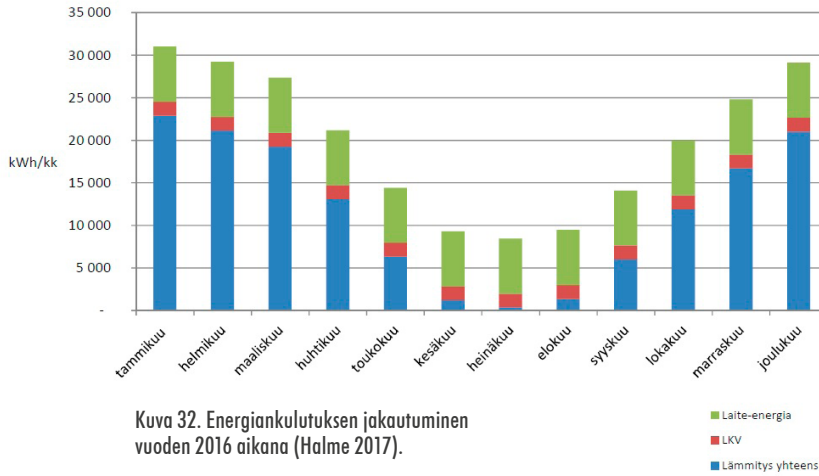
Kuva 31. Energiakustannukset vuodessa energialähteittäin eri kohteissa vuonna 2016 (Halme 2017).

Kaikki rakennukset lämpiävät hakkeella. Varalla on kolme öljykattilaa. Palahake on kuivaa ja erittäin hyvälaatuista. Kattilan nuohous tehdään 3–4 kertaa vuodessa. Uudessa navetassa energiatehokkuuteen on kiinnitetty erittäin hyvin huomiota, jo laitteita ja rakennusmateriaaleja valitessa. Käytössä on seosrehuruokinta ja automatisoitu rehunjako (Lely Vector). Lannanpoistojärjestelmänä on slalom ja lantakäytävien puhdistuksessa puhdistusrobotti. Myös kuivitus on automatisoitu erillisellä laitteella. Navetassa on kennolevyseinät, joita on helppo säätää sään mukaan. Navetalla on oma erillinen sähkömittari, josta kulutusta on helppo seurata. Lehmien juomaveden esilämmitys hoidetaan tilatankin jäähdytyslämmön talteenotolla. Maito huoneen ilman yllälämmöllä lämmitetään robottihuonetta.

Osittaiseen suorakylvöön siirryttiin vuonna 2005, mikä on vähentänyt tarvittavien ajokertojen määrää, käytössä on myös kevytluokan tarvikkeita. Traktoreiden osalta on ollut jo pitkään käytössä tankkauspäiväkirja, johon kirjataan käyttötunnit, työlaji ja litrat. Käytössä on myös ajoneuvovaaka pihalla, jolla jokainen kuorma voidaan punnita. Rehuvilja ja palkoviljat osin murskesäilötään, mikä on vähentänyt kuivurin käyttötarvetta. Kuivurissa on mobiilitoiminen ohjaus (GMS), joka ilmoittaa häiriöstä ja kuivatuksen päättymisestä. Kuivurissa on myös kätevät pölysuojamuovit ja pölynpoistopuhallin. Suojamuovit uusitaan syksyllä.

Taulukko 10. Tilan bioenergiapotentiaali yhteensä.

Asia	
Tilalla metsää ha	907 ha
Josta harvennuskelpoista 5 vuoden aikana yht.	50 ha
5 vuoden harvennuspuiden energiasäilytys	4000 MWh
Energiasaanto metsän harvennuksista	800 000 kWh /v
Tilalla lantaa	3680 m ³ /v
Lannan karkea biokaasupotentiaali	400 000 kWh/v
Oljen energiasato lämpönä	679 765 kWh/v
Kesantoalan biokaasupotentiaali /2 tn/ha)	64 503 kWh/v
Bioenergiapotentiaali yhteensä	1 944 269kWh/v



2,5 vuodessa hakelämpökeskus on tuottanut lämpöä 181 MWh. Tästä olisi ohjelmoinnilla saatavissa jatkossa myös eriteltynä rakennuskohtaisesti tuotetun lämmön määrä. Hakelämpökeskuksen ohjelmoinnilla tämä olisi todennäköisesti melko kätevästi toteutettavissa. Taloudellista ajotapaa on opastettu opiskelijoille peltotöiden yhteydessä ja tätä kannattaa ehdottomasti jatkaa myös tulevaisuudessa. Taloudellisella ajolla voi saavuttaa jopa 15 % säästön polttoaineen kulutuksessa. Konehallin ovien uusiminen ja eristäminen on tilalla jo mietinnässä. Tiedostettu on myös se, että ilmanvaihdosta on huolehdittava, jotta rakennus pääsee kuivumaan ja ilma vaihtuu riittävästi.

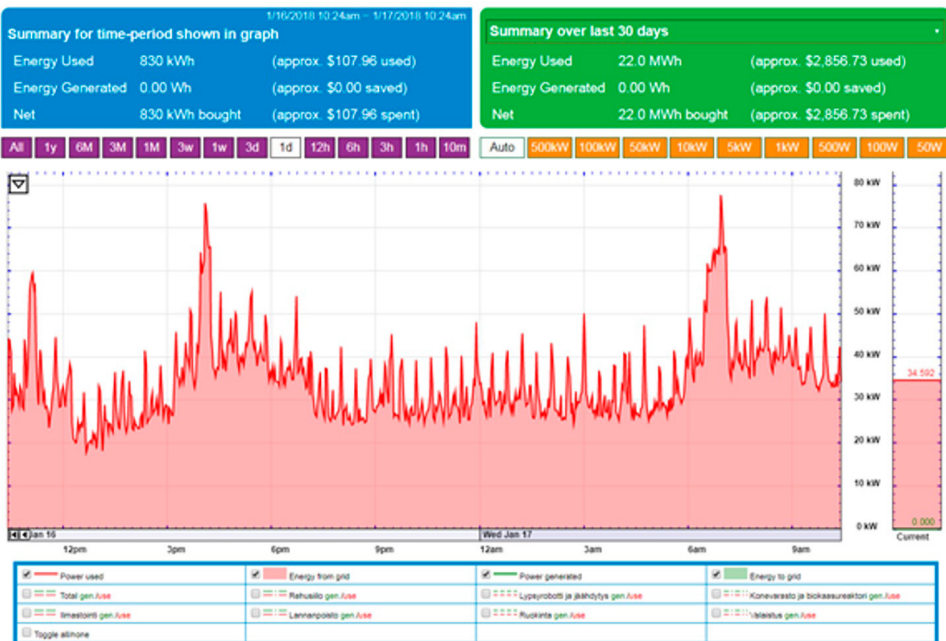
Lähde

Halme, K. (2017). Maatilan energiasuunnitelma, Mustialan opetus- ja tutkimusmaatila. ProAgria, Etelä-Suomi.

3.7 Erkkilän opetusmaatilán energiasuunnitelma

Juha Keski-Rauska, Haapajärven ammattiopisto

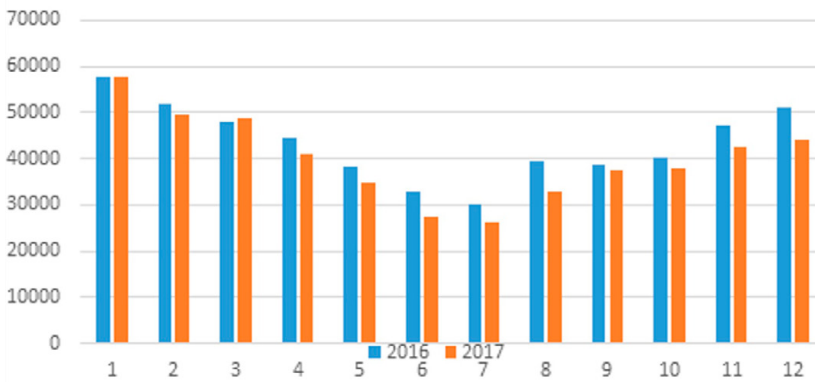
Erkkilán opetusmaatilán energiasuunnitelmaa aloitettiin työstämään ke-sällä 2017. Ensimmäisenä toimenpiteenä suunnitelman laatimisessa oli nykyisen energiankäytön kartoitus. Tarkempaa tietoa saatiin kesäkuus-ta 2017 lähtien navetan energiankulutuksesta. Tällöin asennettiin energi-ankulutusta seuraamaan eGauge-mittari. Energian kulutusta voi seurata osoitteesta <http://egauge31547.egaug.es/57A4C/>. Tällä hetkellä mit-tarissa on kiinni 7 anturia: valaistus, rehusiilo, lannanpoisto, lypsyroboti, ilmastointi, ruokinta sekä konevarasto/ biokaasureaktori.



Kuva 33. Sähkökulutuksen seuranta vuosina 2016 ja 2017 (Haapajärven ammattiopisto 2017).

Taulukko 11. Energiankulutusvertailu 2016–2017.

Yhteensä kWh / kuukausi	2016	2017	Muutos (%)
Tammikuu	57 568	57 833	0,5 %
Helmikuu	52 036	49 430	-5,0 %
Maaliskuu	48 093	48 762	1,4 %
Huhtikuu	44 351	41 153	-7,2 %
Toukokuu	38 454	34 965	-9,1 %
Kesäkuu	32 855	27 614	-16,0 %
Heinäkuu	30 146	26 141	-13,3 %
Elokuu	39 335	32 979	-16,2 %
Syyskuu	38 740	37 707	-2,7 %
Lokakuu	40 371	37 733	-6,5 %
Marraskuu	47 068	42 623	-9,4 %
Joulukuu	51 144	44 159	-13,7 %
Yhteensä	520 161	481 099	-7,5 %



Kuva 34. Energiankulutuksen jakautuminen 2016 ja 2017 (kWh / kuukausi).

Vuonna 2016 sähkön kokonaiskulutus oli 520161 kWh. Alustavien sähkön säästötoimenpiteiden ansiosta vuonna 2017 sähkön kulutus oli 481137 kWh, eli 7,5 % pienempi. Tämä siitäkkin huolimatta, että verkkoon on kytetty uusia laitteita, kuten syötteiden käsittelylaite. Suurimmat säästöt ovat tavoitettavissa, kun eGauge-mittarilla saatu tieto analysoidaan ja sen perusteella suunnitellaan tulevat toimenpiteet. Tässä vaiheessa dataa ei vielä ole koko vuodelta, joten analyysi ei ole täydellinen.

Polttoaineen kulutuksen seuraaminen on ollut hankalaa. Vuonna 2016 metsäopetuksen koneet tankattiin samasta säiliöstä kuin maatilan koneet. Lisäksi viljankuivuri ottaa polttoaineensa samasta öljysäiliöstä. Maatilan koneiden polttoaineen kulutuksen seuraamista hankaloittaa lisäksi se, että tankkausvihkojen käyttö on ollut joissakin tapauksissa vajavaista. Tankkausten seurantaan tulisikin olla helpompi tapa. Samoin kuivurin öljynpolttimen käyttämän polttoaineen määrää pitäisi pystyä seuraamaan. Polttoaineen kulutus vuonna 2016 oli 19252 litraa, kun taasen vuonna 2017 polttoaineen kulutus oli 17801 litraa. Erotusta on 1451 litraa. Suurin osa polttoaineen kulutuksen vähenemisestä voidaan katsoa johtuvan siitä, että metsäopetus on käyttänyt alkuvuodesta 2017 lähtien omia tankkauspisteitään. Kehittämistoimenpiteet ovatkin seurannan parantamista, jotta voitaisiin saada tarkka kuva siitä mihin polttoaine lopulta kuluu.

Datanomiopiskelijat ovat aloittaneet tankkauspäiväkirja-applikaation tekemisen. Kyseisellä applikaatiolla on helppo kirjata eri traktoreiden ja muiden työkonien polttoaineen tankkaukset sekä tehdyt työt tietokantaan, josta tiedot on helppo saada analysoitavaksi.

Lähde

Haapajärven ammattiopisto (2017). Erkkilän opetusmaatilan eGauge.

Haettu 16.1.2018 osoitteesta <http://egauge31547.egaug.es/57A4C/>

3.8 Livian opetusmaatilan energiasuunnitelma

Timo Teinilä, Livia

Livian maaseutuopisto käsittää Tuorlan ja Paimion toimipisteet. Tuorlasa sijaitsee maatalous- puutarha- ja luontotiimien opetusta ja Paimiossa annetaan opetusta metsä- ja eläintiimeissä (pl. tuotantoeläimet). Tuorlasa omaenergiaa tuotetaan biokaasulaitoksessa ja biodieselin valmistuksella ja Paimion toimipisteen lämmityksen hoitaa metsäopetus. Yhteensä koko Liviassa itsetuotetun energian määrä (lämpö ja sähkö) oli vuonna 2016 24 prosenttia.

Ammattiopisto Livian opetusmaatila sijaitsee Tuorlan toimipisteessä. Polttoaineita on vuonna 2017 kulutettu traktoreissa yhteensä 21 943 l ja biodieseliä 1420 l. Koko tilalla on polttoainetta kulutettu yhteensä 4,8 l/h kaikissa dieselkäyttöisissä työkoneissa. Määrä on varsin pieni, mikä johtuu ajoharjoittelun suuresta määrästä. Jos käytettyä polttoainetta verrataan peltoalaan, saadaan 152 l/ha. Tämä sisältää ajoharjoittelun, minkä vuoksi se on noin kolminkertainen verrattuna keskimääräiseen hehtaari-kohtaiseen kulutukseen.

Taulukko 12. Livian energian käyttö toimipisteittäin vuonna 2016 (kWh). Maaseutuopisto koostuu Paimion ja Tuorlan toimipisteiden sekä kuivurin luvuista. Ajoneuvo-kohdassa on myös opettajien työssäoppimispaikkoihin tehtyjen matkojen keskimääräiset polttoainemäärät.

Rakennus	Sähkö	Ajoneuvo-polttaine	Puu-energia	Biokaasu	Kauko-lämpö	Bioöljy	Yhteensä
Paimio	273 669	42 490	1 149 000	-	-	-	1 465 159
Tuorla	929 639	115 490	3 196 600	334 000	-	38 645	4 614 375
Kala	808 505	-	-	-	1 479 000	-	2 287 505
Sote	121 858	-	-	-	217 000	-	338 858
Kuivuri	1 680	-	100 000	-	-	-	101 680
Yhteensä	2 135 351	157 990	4 445 600	334 000	1 696 000	38 645	8 807 587

Taulukko 13. Livian energian käyttömuodot toimipisteittäin (kWh). Laite-energiassa on laskettu tuotantolaitosten (esim. sikala, kasvihuone, kalanviljelylaitos ja konehallit) energiamäärät.

Rakennus	Lämpö	Laite-energia	Traktoriyö	Yhteensä
Paimio	1 149 000	273 669	42 490	1 465 159
Tuorla	3 569 246	1 064 639	115 490	4 749 375
Kala	1 479 000	1 548 247	-	3 027 247
Sote	217 000	309 649	-	526 649
Kuivuri	100 000	1 680	-	101 680
Yhteensä	6 514 246	3 197 884	157 990	9 870 120

Energiasuunnitelman pohjalta Ammattiopisto Livian Tuorlan toimipisteesseen tullaan tekemään kevään 2018 aikana noin 70 kW:n aurinkovoimala. Kilpailutus hankkeesta toteutetaan helmi–maaliskuussa. Voimala on mitoitettu kesän ajan maksimaalisen kulutuksen mukaan. Energiaa ei tulla myymään, vaan kaikki kuluu opiston omaan käyttöön.

Lähde

Kontulainen, J. (2017). Maatilan energiasuunnitelma, Peimarin koulutuskuntayhtymä. ProAgria Länsi-Suomi.

3.9 Alternativa lösningar då värmecentralen i Västankvarn förnyas

Engelbert Engblom, Novia

Västankvarn Gård består av 250 ha åker och 340 ha växtlig skogsmark. Gården har fungerat som skogjordbruk i över 100 år. Den totala uppvärmda byggnadsytan är cirka 6800 m². Dessutom behövs det mycket energi till spannmålstorken under hösten. I mitten av 1990-talet beslöt man att bygga en värmecentral för att ersätta många separata små värmepannor i de enskilda husen. Den årliga förbrukningen av olja var då 200.000 liter och många pannor började bli gamla. Värmecentralen organiserades som ett aktieföretag, Bio-Väst, med understödsföreningen för Västankvarn som huvudägare. Den nya värmecentralen använder träflis som råvara och togs i bruk i december 1998. Den har en effekt på 700 kW. Från värmecentralen går det 3 linjer kulvertrör till 23 byggnader plus spannmålstorken. Hela fjärrvärmenetät är 1350 m långt.



Bild 35. Flisvärmecentralen i Västankvarn. (Foto: Engelbert Engblom)

Värmecentralen finns i en separat byggnad. Pannrummet är litet, bara 20 m², med en Laka PS-700 panna som har fasta roster. Dessutom finns det två 70 m³ stora silos för flis, och mellan dem ett utrymme för stångmatare och flistransport vidare till pannan. Flisförrådet behöver fyllas på med ca 100 flis-m³ en gång per vecka under vinterhalvåret. Cirkulationspumparna finns i ett äldre pannrum i en annan byggnad intill. I samma utrymme finns också två reservpannor med oljebrännare. De har en sammanlagd effekt på 370 kW. I medeltal har försäljningen av värme från värmecentralen varit 1900 MWh energi per år. Eftersom energimätningen sker vid de enskilda byggnaderna ingår inte fjärrvärmenetätets energiförluster i detta värde. Energiförsäljningen för januari har varit 200–340 MWh och för juni 45–100 MWh.

Som råvara används träflis från rötskadad gran och sådan lövved som inte kan säljas till ett bättre pris än värdet på alternativ energiråvara.

Totalförbrukningen är cirka 1000 m³, d.v.s. 2600 flis-m³, energived per år. En del av virket, i medeltal 250–300 m³, kommer från gårdens egen skog, resten köps in från utomstående skogsägare. Bio-Väst anlitar en entreprenör som flisar, transporterar flisen till värmecentralen samt ansvarar för driften och rutinunderhållet i panncentralen. Flisen transporterats med lantbrukstraktor och vagn från energivirkeslagret och kippas i flissilon. Från silon matas flisen vidare med stångmatare och skruvar till pannan.

Värmepannan har varit i kontinuerlig drift sedan december 1998, dvs över 18 år. Den tekniska livslängden på pannan varierar beroende på vilken typ av råvara som används som bränsle, pannans och returvattnets temperatur samt underhåll. Enligt tillverkaren Laka (Ilkka Sillanpää 16.2.2017) borde den tekniska livslängden för en panna av den här sorten vara ca 30 år, om man använder bra råvara som bränsle och sköter om servicen. Högre fukthalt i bränslet, låg förbränningstemperatur och låg temperatur på returvattnet sänker pannans livslängd. På samma sätt inverkar bränslen som har en speciellt stor korroderande effekt, såsom färska barr och bränslen från åker. Den viktigaste reparationsåtgärden för att förlänga pannans livslängd är att förnya den eldfasta murningen i förbränningsutrymmet. Den har förnyats en gång och är nu snart i behov att förnyas igen. Om pannan är i kontinuerlig drift håller plåtar och svetsfogar bättre än om man eldar satsvis och pannan kallnar emellan. Materialtjockleken i konvektionsdelen är också avgörande, eftersom det är här korrosionsskador främst uppstår. I den nuvarande pannan är materialtjockleken 6 mm. Korrosionsskador uppträder först i konvektionsdelens nedre del. Genom att se efter om det finns anfrätta platser, i samband med sotning, kan man uppskatta pannans återstående användningstid. Den nuvarande pannan har använts under ganska optimala förhållanden, kontinuerligt och huvudsakligen med rent träflis.

Panncentralen har i stort sett fungerat enligt de krav man ställde på den då den köptes. Det finns ett GSM-larm kopplat till pannan. Via det får entreprenören reda på störningar i systemet. Det har varit ca 12 larm per år. De flesta larmen har berott på att flisen tagit slut eller hängt upp sig i silon. Røkgasttemperaturen är 170 grader då pannan är nysotad, vilket betyder att pannans verkningsgrad då är drygt 80 %. Sotningen är inte automatisk, det går 1 timme arbetstid per gång för att sota pannan. Den utförs nu varannan vecka. Före sotningen stiger røkgasttemperaturen till 230 grader, vilket sänker verkningsgraden till långt under 80 %. Entreprenören som sköter anläggningen gör nästan varje dag en rutinkontroll av pannan på plats eftersom det inte går att göra det via nätet.

Den nuvarande värmecentralen borde ha drygt 10 år brukstid kvar, då man utgår från att den använts under goda förhållanden, men det kan också bli problem redan tidigare. På basen av erfarenheter från nuvarande anläggning och möjliga nya biobränslen som finns på gården bör man först besluta vilket biobränsle som skall vara huvudbränsle i den nya värmecentralen. Gården har spannmålsodling, men spannmålen används till stor del som foder åt mjölkkor, medan största delen av halmen blir kvar på åkarna. Från gårdens skog finns det också i framtiden möjlighet att använda mindre värdefulla sortiment till energi. De nuvarande förbrukningspunkterna är relativt nära varandra. För att kunna nå nya kunder skulle

man vara tvungen att avsevärt förlänga fjärrvärmelinjerna, med höjda fasta kostnader och värmespill som följd. Den nuvarande värmecentralens effekt har räckt till också under kalla dagar på vintern. En ny värmecentral kan därför ha samma effekt.

Eftersom en stor del av den egna spannmålsproduktionen går åt som foder till mjölkkor i den egna ladugården är det inte vettigt att använda spannmål av god kvalitet som bränsle. För att få en energimängd som motsvarar 200.000 liter olja behövs det 600 ton spannmål av bra kvalitet. Den nuvarande pannan klarar inte råvaror från jordbruket eftersom den har fasta rooster och är tillverkad av ett material som inte tål syror. I en ny värmecentral bör det gå att använda både sorteringsavfall och spannmål av låg kvalitet som en del av råvarumixen. Halm kunde utnyttjas som energiråvara i värmeverket. Med en medelskörd på 2 ton halm per hektar behövs det halmskörd från 200 hektar för att motsvara 200.000 liter olja. Med tanke på att man inte årligen kan ta halm från samma åkrar skulle den egna halmskörden täcka på sin höjd hälften av behovet, resten skulle man behöva köpa. Eftersom halm har ganska låg energitäthet per volymenhet skulle man vara beroende av att det finns gårdsbrukare på nära håll som är villiga att sälja halm. En satsad halmpanna kräver mera skötsel i form av daglig påfyllning under vintern eller dyr utrustning för att automatisera skötseln. Om man ändå vill använda halm kan den pelleteras. Efter det kan man använda den med samma utrustning som för träflis.

Den nuvarande värmecentralen använder träflis som råvara. Också här kommer bara en del av råvarubehovet från den egna gården. Trä innehåller ändå, jämfört med halm, betydligt mera energi per volymenhet vilket gör att transportkostnaderna blir rimliga också vid längre avstånd. Det finns god tillgång på rötskadat virke inom några kilometer från gården. Tack vare att man kan skaffa billig råvara lokalt blir råvarukostnaden i värmecentralen låg per producerad MWh. Det leder samtidigt till att det inte blir ekonomiskt lönsamt med pellets som bränsle. En av orsakerna till att man i tiden satsade på en flisvärmecentral var ju också att en så stor del som möjligt av allt man använder skulle gynna det lokala samhället.

Den nuvarande värmecentralen finns centralt i mitten av fjärrvärmenätet. Om man skulle flytta den till någon annan plats skulle all dimensionering av värmerör först behöva kontrolleras. En flytt till en annan plats skulle också leda till högre anslutningskostnader i form av ny anslutning för el-, vatten och avlopp och en ombyggnad av anslutningen för fjärrvärmerören. Men samtidigt kunde man eventuellt ha en reservpanna som skulle fungera med pellets eller spannmål i den gamla byggnaden. Då skulle de nuvarande reservpannorna, som fungerar med olja, kunna tas ur bruk.

Om man beslutar att hålla kvar värmecentralen på samma plats som tidigare finns det fortfarande två alternativ: bygga nytt eller placera in ny utrustning i det gamla huset. Det nuvarande huset är invändigt i relativt bra skick. Där finns också alla anslutningar färdiga. Men samtidigt är det ganska trångt runt pannan. Det är därför inte alls säkert att en ny panna, som fyller de krav man har, skulle rymmas in i det nuvarande utrymmet. Det är också lättare, det vill säga det går snabbare, att utföra service på pannan och hålla allt rent om det är lätt att röra sig runt den.



Bild 36. Utrymme att gå mellan panna och vägg. (Foto: Engelbert Engblom)

En kombination av alternativen kunde vara att bygga till en ny del för den nya pannan i den gamla panncentralen och utnyttja det gamla utrymmet för reservpanna. Den ena flissilon kunde då användas för sorteringsavfall och andra alternativa bränslen. Men man bör samtidigt komma ihåg att tex en eventuell brand i värmecentralen samtidigt kunde slå ut reservsystemet. Om man beslutar sig för att behålla den gamla flismatningsutrustningen och bara byta ut pannan måste bytet ske under sommaren då förbrukningen av värme är som lägst. För att kunna byta panna i den nuvarande byggnaden måste taket tillfälligt lyftas av vid bytet och alla anslutningar anpassas efter den nya pannan. Hela värmecentralen måste också uppdateras så att den och utrustningen fyller aktuella krav för brandskydd och säkerhet. Samtidigt måste också all teknik som blir kvar kontrolleras och slitna delar bytas ut. Det blir ett ganska långt avbrott och under det måste värmen produceras med hjälp av olja. Allt måste vara klart och systemet hinna testköras innan spannmålstorken börjar användas i början av augusti.

En ny panna skall fungera klanderfritt i minst 30 år och vid behov kunna anpassas till nya energiråvaror. Den skall med råge fylla miljökraven som

finns idag, men också vara planerad så att det finns utrymme att montera till extrautrustning då kraven skärps. För att minimera servicebehovet och optimera verkningsgraden bör styrningen av förbränningen vara automatiserad och kunna följas med i realtid via nätet. Då man vill kunna använda råvaror från åkern måste den nya pannan vara utrustad med rörliga roster och hålla för sura rökgaser. Det är svårt att kunna blanda flis och sorteringsavfall så att det blir en jämn blandning, på grund av att vikten per volymenhet är så olika. Det kan därför behövas en skild silo för specialråvaror så att man kan använda en råvarutyp i taget. Då kan råvaror med litet energiinnehåll användas under tider med liten förbrukning.

Alla nya pannor i den här storleksklassen har automatisk sotning men också all kringutrustning, såsom askskruvar, behöver anpassas för de större askmängder som kommer från åkergrödor. Trots att den råvara som man använder idag är billig är det viktigt att den nya pannan har en så hög verkningsgrad som möjligt. Att få ut mera värme av råvaran är vettigt både för miljön och ekonomin. Därför borde man utreda vilka möjligheter det finns att installera tillvaratagning av energi från rökgaserna genom kondensering av vattenångan. För närvarande används tekniken främst i större anläggningar men det finns lyckade försök också i små värmeverk. Samtidigt som verkningsgraden stiger blir rökgaserna tvättade och värmecentralens miljöpåverkan minskar.

För tillfället är det ett lågt pris på el medan överföringen hela tiden blir dyrare. Under en tidsperiod på 30 år hinner det här ändra många gånger. Förbrukningen av el är hög i Västankvarn på grund av ladugården med mjölkkor. Man har planer på att installera solpaneler för att täcka en del av det egna behovet. I samband med byte av värmecentral kunde det också vara motiverat att utreda möjligheten till samproduktion av el och värme. Under en stor del av hösten och vintern är värmekonsumtionen inte så stor att värmepannan behöver köras med full effekt. Under samma tidsperiod producerar solpanelerna väldigt lite el. Då kunde en del av pannans effekt omvandlas till el och på det sättet ytterligare öka andelen lokalt producerad energi. Om man vill genomföra detta ställer det ytterligare krav på utrymmet i panncentralen och på pannan.

En värmepanna har en begränsad brukstid. Efter det ökar risken för höga reparationskostnader och störningar i värmedistributionen. Om planeringen av pannbytet inleds först efter det att problemen uppstått blir sällan resultatet optimalt. Trots att den nuvarande panncentralen borde hålla ännu drygt 10 år är det redan nu dags att diskutera och fatta beslut om de stora riktlinjerna. Vilken är den optimala lösningen för att få maximal flexibilitet både vad gäller energiråvara och eventuella tilläggslösningar som ökar verkningsgraden? Vilka ekonomiska satsningar krävs? Kan man få stöd från samhället? Hur finansierar man den egna andelen av investeringen? Under planeringens gång kommer en del av förutsättningarna naturligtvis att förändras men med tillräckligt lång planeringstid blir slutresultatet en ny värmecentral där man på bästa tänkbara sätt kombinerar det man lärt sig av den gamla anläggningen med nytänkande och modern teknik. Utgångspunkten är och förblir den samma: Lokal produktion av värme med lokala råvaror och med hjälp av lokal arbetskraft.



4. KIINTEÄT BIOPOLTTOAINEET

Kiinteitä biopolttoaineita ovat mm. polttopuu, briketit, pelletit, puuhake ja -murske, kuori, sahanpuru, kutterinlastut, energiajyvät, oliivikivet jne. Bioenergia ei lisää hiilidioksidipäästöjä pitkän aikavälin tarkastelussa, sillä kiinteiden biopolttoaineiden poltossa vapautuva hiili sitoutuu uudelleen kasvavaan biomassaan. Yleisimpiä tiloilla käytettäviä kiinteitä puupolttoaineita ovat metsähake ja klapi/pilke. Puun osuutta on viime vuosina pyritty kasvattamaan ilmastotavoitteiden vuoksi. Puuhakkeen polttoa on lisännyt myös uusien polttotekniikoiden yleistyminen. Olki on merkittävin maatalouden sivutuotteista, jota voidaan käyttää energiantuotantoon. Oljen puristaminen pelleteiksi parantaa sen energiatehokkuutta ja helpottaa logistiikka. Paikallisesti esim. järviruoko, ruokohelpi ja kaislat voivat olla raaka-aineena rakeisessa biopolttoaineessa.

Tässä kappaleessa kerrotaan kolmen esimerkin avulla kestävästä energiaratkaisuista. Tutustutaan Västankvarn Gårdin energiaratkaisuihin, JAMK Biotalousinstituutin kampuksen lämmitysjärjestelmään sekä maatilojen oljen käyttöön lämmön energiantuotannossa.

4.1 JA DÅ – Novia Västankvarn Gårdin kestävät energiaratkaisut

Juha Tiainen, Seinäjoen ammattikorkeakoulu



Kuva 37. Koulutilan laajalla alueella on paljon lämmitettäviä kiinteistöjä. Kuvassa vasemmalla vuonna 2014 valmistunut tuore kahden lypsyrobotin pihattonavetta, jonka oikealla puolella vanhempi navetta. (Kuva: Juha Tiainen)

Energia- ja ravinnetehokas koulutila -hankkeessa yhtenä osaprojektina on vertailla ja kehittää energia- ja kustannustehokkaita kiinteitä biopolttoaineita käyttäviä lämmitysjärjestelmiä kahdeksan koulutilan verkostossa. Otannassa on tällä kertaa Novian Västankvarnin koulutilan ratkaisut. Elokuussa tutustuimme metsätalouden lehtori Engelbert Engblomin ja keväällä virkaan astuneen tuoreen toimitusjohtaja Mikael Jernin opastuksella Novian harjoittelutilaan ja sen energiaratkaisuihin Inkoossa. Tilalla on noin 200 ha peltoa ja 400 ha metsämaata. Tilaa käyttävät harjoittelussaan Novian agrologi- ja metsäinsinööriopiskelijat.



Kuva 38. Mikael Jern (vas.) ja Engelbert Engblom jo "hintansa hyvin tienanneen" lämpölaitoksen hakevaraston ovella. (Kuva: Juha Tiainen)

Novian opetusmaatilalla on käytössä 700 kW:n hakelämpölaitos, joka tuottaa noin 1 800 MWh lämpöä vuodessa. Lämpölaitoksen omistaa erillinen Bio- Väst AB- yhtiö, jonka koulutila omistaa. Osa lämpökeskuksen tuottamasta lämmöstä myydään tilan alueen kiinteistöihin, mutta suurin osa tuotoksesta menee koulutilan omaan käyttöön. Tilan alueella on 23 lämmitettävää rakennusta ja viljankuivuri, ja nämä kaikki ovat kytkettyjä tilan kaukolämpöverkkoon. Lämmitettävä pinta-ala on n. 6 800 m². Lähes kaikissa rakennuksissa on erillinen energiamittari, joista saadaan tarkkaa kulutustietoa. Hakelämpölaitos on tehty 1990-luvulla, ja se tuli korvaamaan Västankvarnin n. 200 000 öljylitran kulutusta. Seuraavassa esitellään kuvakavalkadina koulutilan energiaratkaisut.



Kuva 39. Västankvarnin noin 1000 kuutiometrin vuotuisesta energiapuun tarpeesta tässä varasto- ja haketuspaikalla osa. Haketuksen hoitaa ulkopuolinen urakoitsija, ja osa tarvittavasta hakepuusta ostetaan metsäyhtiöiltä. (Kuva: Juha Tiainen)



Kuva 40. Hakelämpölaitos, jonka katto on kokonaan avattavissa, joten purku hakeautosta tai -peräkärrystä on helppoa (kts. Kuva 49). (Kuva: Juha Tiainen)



Kuva 41. Hydraulisesti avattava katto ja hakevaraston päällä oleva ritilä. (Kuva: Juha Tiainen)



Kuva 42. Mikael Jern ja koulutilan varavoimalaitos sähkökatkosten varalta. Aggregaatti pystyy tuottamaan käyttösähköä useamman tunnin katkoksia varten muun muassa navetan ruokintalaitteille ja lypsyroboiteille. (Kuva: Juha Tiainen)



Kuva 43. Hakelämmöllä toimiva viljankuivuri.
(Kuva: Juha Tiainen)



Kuva 44. Viljankuivurin lämmönvaihdin, johon johdetaan lämpöenergia reilun puolen kilometrin päässä olevasta lämpökeskuksesta lämpökanaaleilla. (Kuva: Juha Tiainen)



Kuva 45. Vuonna 2014 valmistunut kahden robotin n. 120 lypsävän pihattonavetta. Suunnitelmassa on sijoittaa rakennuksen katolle aurinkopaneeleita, joilla tuotetaan varsinkin kesäaikaan käyttösähköä navettaan pienentämään sähkölaskua. (Kuva: Juha Tiainen)

lit.	Määrä stokkain	Tankkaus litra	Yks. Tyyppi	Huoneisto nro
0,4	116	120	DS	Gändi Kuning
0,5	2834	100	MS	3000
0,5	2849	99	HM	-
0,5	2847	82	MS	-
0,5	2855	95	MS	-
0,5	2869	97	HM	-
0,5	2870	139	TJ	-
0,5	2879	120	MS	-
0,5	2886	100	MS	-
0,5	2893	110	MS	-
0,5	2902	85	MS	-
0,5	2909	103	MS	-
0,5	2911	64	DS	-
0,6	2913	98	n	-
0,6	2930	63	MS	slättar
0,6	2934	55	DS	-
0,6	2939	108	DS	-

Kuva 46. Keep it simple! Novian tilan traktoreiden polttoaineen kulutuksen seurantalokimalli, jossa kirjataan päivämäärä, käyttötuntimittarin lukema, tankattu litramäärä, tankkaaja sekä työlaji. Näistä tiedoista voidaan laskea eri traktoreiden työajittainen polttoaineen kulutus vertailuja varten. (Kuva: Juha Tiainen)

Novialla Västänkvarnissa on pitkä ja positiivinen perinne kestävästä energiaratkaisuista. Puun lisäksi aurinkoenergian suora talteen otto ja hyödyntäminen kiinnostavat myös täällä niin kuin monilla muillakin maatiloilla. Ravinne- ja energiatehokas maatila -projektin puitteissa päästään seuraamaan ja testaamaan muun muassa maatilan eri kohteiden sähkökulutusta uudella nettiluettavalla mittarilla reaaliajassa.

4.2 JAMK Biotalousinstituutin kampuksen lämmitysjärjestelmät

Juha Tiainen, Seinäjoen ammattikorkeakoulu

Hankkeessa selvitetään mahdollisuutta lisätä tilan energiaomavaraisuutta kiinteiden biopolttoaineiden avulla. Teemoja, joihin haetaan tietoja ja käytännön esimerkkejä:

- Kartoitetaan keinoja, joilla edistetään tilan energiaomavaraisuutta
- Selvitetään yhteistyömahdollisuuksia
- Kootaan ja kehitetään hyviä käytänteitä
- Tilatason raaka-aineiden soveltuvuus raaka-aineeksi ja pelletöintiin

Kesän korvalla tutustuimme Jyväskylän ammattikorkeakoulun Saarijärven kampuksen lämmitysratkaisuihin. Isäntinä vierailulla olivat projekti-insinööri Hannu Vilkkilä ja projektipäällikkö Jaakko Tukia.



Kuva 47. Vilkkilän Hannu JAMKin lämpölaitoksen ovella. (Kuva: Juha Tiainen)

Tarvaalan kampus jakaantuu Pohjoisen Keski-Suomen Ammattiopistoon ja Jyväskylän ammattikorkeakoulun Biotalousinstituuttiin. Tutustuimme tässä vain Biotalousinstituutin lämmitysratkaisuihin. Lämmitysratkaisujen lähtökohdiana on samassa pihapiirissä olevat lämpökeskus ja Biotalousinstituutin päärakennus, jotka on yhdistetty toisiinsa erittäin lyhyellä lämpökanavalla. Lämpövoimala tuottaa energiaa talviaikana hakkeella ja kesällä tällä hetkellä polttoöljyllä. Hakevoimalan välittömässä yhteydessä on talvisaikaan noin viikon-parin lämmitystarpeen kattamiseen riittävä hakevarasto. Varastossa on muun muassa tutkimuskäyttöön varattu hakekuivain.



Kuva 48. Jaakko Tukia ja 200 kilowatin kattila hakkeelle. (Kuva: Juha Tiainen)



Kuva 49. Hakevarastossa ja -kuivaamossa on avattava katto hakeautojen vaivatonta purkua varten. (Kuva: Juha Tiainen)

Hakevoimalan teho on 200 Kw, ja kattilana Arimax Bio 200 sekä polttimena Arimax HakeJet.

Hakevaraston avattava katto helpottaa hakerekkojen purkua, sillä purettava kuorma voidaan peruuttaa osittain rakennuksen sisälle, jolloin varastoon saadaan suurempi täyttöaste. Suunnitelmissa on lisätä hakevaraston lämpöeristystä, jotta pakkasilla hakkeen syöttö toimisi vielä paremmin.



Kuva 50. Hakevaraston purku syöttöön tapahtuu alakautta tankopurkaimien avulla. (Kuva: Juha Tiainen)



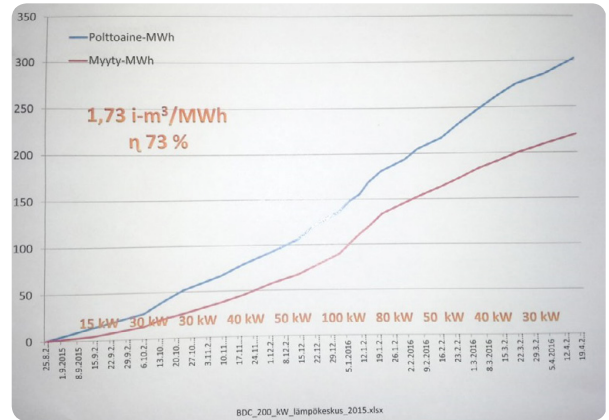
Kuva 51. Vielä kesän 2016 energiantuottajana kampuksella oli polttoöljy. (Kuva: Juha Tiainen)

Lämmitysenergian tarve on tunnetusti Suomessa suurinta sydäntalvella tammi–maaliskuussa. Biotalousinstituutin kokonaisenergiankulutus lämmitykseen on ollut noin 200–250 MWh vuodessa keleistä riippuen. Tämän energiamäärän tuottamiseen tarvitaan n. 100–150 irtokuutiometriä haketta (Kuva 52).

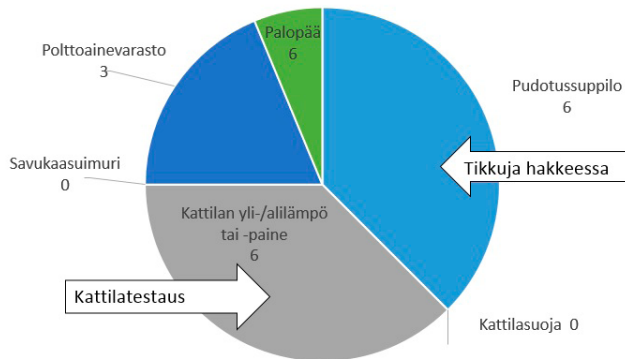
Biotalousinstituutissa on selvitelty nykyisen lämmitysjärjestelmän toimintaa muun muassa agrologiopiskelijoiden energiaopintojaksoilla opiskelijatyönä. Häiriöitä on ollut varsin vähän, lämmityskaudella 2014–2015 noin 2,3 hälytystä kuukaudessa ja kaudella 2015–2016 noin 3,9 hälytystä kuukaudessa. Yleisimmät syyt ovat olleet hakkeen pudotussuppilossa, jossa tikut hakkeessa ovat aiheuttaneet hälytyksen (Kuva 53).



Kuva 52. Kesäajan lämmitystehon tarve on varsin pieniä. Kuvan lukema 31.5.2016 keskipäivällä. (Kuva: Juha Tiainen)



Kuva 53. Lämpöenergian tuotto MWh:nä lämmityskaudella 2015–16. Hakkeella lämmön tuoton hyötysuhde oli n. 73 %. Minimiteho lämmityskaudella noin 10 kW ja maksimiteho keskitalvella noin 100 kW. (Kuva: Juha Tiainen)



Kuva 54. Biotalousinstituutin lämpökeskuksen häiriöloki lämmityskaudelta 29.9.2014–27.4.2015, 2,3 hälytystä/kk. (Kuva: Juha Tiainen)

Hannu Vilkkilän mukaan Biotalousinstituuttiin on tulossa kesäajan pientä tehontarvetta varten varaaja aurinkokennojärjestelmälle, joka korvaa öljyn. Varaajan suunniteltu teho on 60 kW.



Kuva 55. Tyhjiöputkikeräimillä tuotetaan kesäajan lämpöenergia. Lämpölaitokseen asennetaan 4 kpl 30-58/1800 Nova-tyhjiöputkikeräintä, joiden aktiivinen keräinpinta-ala yhteensä 17,6 m² ja maksimiteho 12 kW per keräin. Järjestelmään kuuluu myös SR982 automaatiikka- ja pumppuryhmä energianmittauksella. Järjestelmän varaaja on Akva Solar 2000. (Kuva: Hannu Vilkkilä)



Kuva 56. Aurinkokennojärjestelmään tulevia akkuja. Jännite 12 V ja kapasiteetti 720 Ah per akku. (Kuva: Juha Tiainen)

Aurinkokennoista saatu tasavirtasähkö muunnetaan invertterillä 220 V vaihtovirtasähköksi. Neljän 250 W aurinkokennon teho tuottaa energiaa akkuihin (kuva 56) varastoitavaksi. Aurinkopaneelit sijoitetaan kontti-lämpökeskuksen katolle.

Mielenkiintoisia ratkaisuja kestävään energiantuotantoon on tulossa lisääkin Jyväskylän ammattikorkeakoulusta. Hakelämmitys talvella ja aurinkopaneelilla pyörítettävä ilmastointi ja sähköntuotanto kesällä kuo-
lostaa toimivalta kombinaatiolta.

4.3 Oljesta lämpöenergiaa maataloille

Riina Lahtomäki, Seinäjoen ammattikorkeakoulu

Suomi kuuluu johtaviin maihin uusiutuvien energianlähteiden käytössä. Tärkeimpiä uusiutuvan energian muotoja Suomessa ovat bioenergia, vesivoima, tuulivoima, maalämpö ja aurinkoenergia. Eniten käytettyjä bioenergian lähteitä ovat puu ja puupohjaiset polttoaineet. (Työ- ja elinkeinoministeriö n.d.) Myös muita kuin puupohjaisia biopolttoaineita olisi maassamme hyödynnettäväksi. Oljen poltto maataloilla on yksi vaihtoehto uusiutuvaa energiaa tuottaessa. Myös kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa maatalouden biomassat tuodaan esille tulevaisuudessa lisääntyvänä polttoainetuotannon raaka-aineena. Strategiassa painotetaan muiden kuin ruuaksi käytettävien kasvien tai kasvinosien tuotantoa ja käyttöä. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2015.) Oljen poltto energiaksi sopii siis hyvin yhteen myös kansallisten tavoitteiden kanssa.

Lähiruoka on noussut kuluttajien keskuudessa trendiksi viime vuosina. Kuluttajilla on kasvava kiinnostus tietää syömänsä ruuan alkuperä ja ympäristövaikutukset. Samaan lähituotantoperheeseen lähiruuan kanssa kuuluu myös lähenergia. Olkea polttamalla saadaankin todellista lähenergiaa, kun se tuotetaan tilan omilla pelloilla viljantuotannon sivutuotteena. (Pesola 2012.)

Työ- ja elinkeinoministeriö (2015) on Selvitys energiapolitiikan vaihtoehtoista -julkaisussaan määritellyt pitkän aikavälin tavoitteeksi maatilojen ja maaseudun energiaomavaraisuuden. Tavoitteena on myös, että ne tuottaisivat energiaa myyntiin ja samalla maatilojen ja muun hajautetun tuotannon merkitys valtakunnallisen energiaverkon osana kasvaisi. Tuottamalla energiaa paikallisesti voidaan luoda maaseudulle uudenlaista yrittäjyyttä. Samalla voidaan hyödyntää paikallisia energiavaroja, kuten olkea ja muita peltobiomassoja.

Vuonna 2016 Suomessa viljeltiin viljaa noin 1,1 miljoonalla hehtaarilla. Eniten viljelyssä oli rehuohraa (noin 408 000 hehtaaria) ja kauraa (noin 330 000 hehtaaria). (Käytössä oleva maatalousmaa ELY-keskuksittain 2016) Olkea muodostuu suunnilleen saman verran kuin jyviäkin, eli noin 2000–4000 kg/ha (Laurila & Saarinen 2014). Viljojen olkien lisäksi polttoon sopivat myös rypsin ja rapsin varret. Niiden varsisato hehtaaria kohden on keskimäärin 1945 kg. (Alakangas ym. 2016.) Rypsin ja rapsin viljelyala Suomessa vuonna 2016 oli noin 62 000 hehtaaria (Käytössä oleva maatalousmaa ELY-keskuksittain 2016).

Korjattavissa olevaan satoon vaikuttaa kasvuston tiheys, viljeltävä kasvi ja kasvilajike, pellon pienilmasto ja kasvukauden sääolot, korjuukaluston tarkkuus ja merkittävässä määrin puintikorkeus (Pahkala & Keskitalo 2006). Puintikorkeuden ollessa 30 cm, jää olkea maahan 29–53 % oljen kokonaismäärästä. Pienentämällä puintikorkeus 10 cm:iin korjattavissa olevan oljen määrä lisääntyy 14–32 prosenttiyksikköä. Puintikapasiteettia nostettaessa puidaan pidempään sänkeen. Tällöin kuitenkin korjattavissa olevan oljen määrä pienenee. (Pahkala & Lötjönen 2015.) Viljoja

jalostettaessa suuntaus on ollut lyhytkortisemmissa ja myöhäisemmissä lajikkeissa. Tämä on kuitenkin haitaksi, jos olkea halutaan korjata energiaksi, koska lyhyt korsi laskee satoa ja myöhäinen puinti siirtää myös oljen korjuuta sääoloilta epävakaisempaan ajankohtaan. (Pahkala & Lötjönen 2015.) Olkea käytetään tiloilla myös kuivikkeena ja rehuna. Kuivikkeeksi tarvitaan oljen kokonaismäärästä noin 20 %. Tämä kuitenkin vaihtelee alueittain kotieläinten määrän mukaan. (Laurila & Saarinen 2014.)

Oljen jättämisellä peltoon on maan rakennetta ja biologista aktiivisuutta parantava vaikutus. Maan orgaaninen aines lisääntyy ja vesitalous paranee. Hyväkuntoinen maa on muokattavaa ja se pidättää hyvin ravinteita. Olkisatoa ei kannatakaan korjata joka vuosi. Maalaji ja maan orgaanisen aineksen määrä ja ravinnepitoisuus määrittelevät, miten usein olki voidaan korjata pois. (Laurila & Saarinen 2014.) Myös esimerkiksi maan eroosioherkkyys, viljelykierto ja satotasot vaikuttavat siihen, kuinka usein oljen korjuu on mahdollista aiheuttamatta ongelmia maan kasvukunnolle. Karjanlanta lannoitteena käytettäessä saadaan maahan orgaanista ainesta. Tällöin oljen korjaaminen pois pellolta saattaa olla mahdollista useammin kuin niillä tiloilla, joilla lantaa ei käytetä lannoitteena. Tarkkaa määritelmää oljen korjuutiheydestä ei siis voida antaa, mutta kirjallisuudessa on annettu arvioina esimerkiksi joka toinen tai joka kolmas vuosi. (Pahkala & Lötjönen 2015.) Suorakylvettävillä pelloilla oljen poistosta voi sen sijaan olla hyötyä. Oljen korjaaminen pois vähentää tautipainetta ja nopeuttaa pellon kuivumista keväällä kylvökuntoon. (Laurila & Saarinen 2014.)

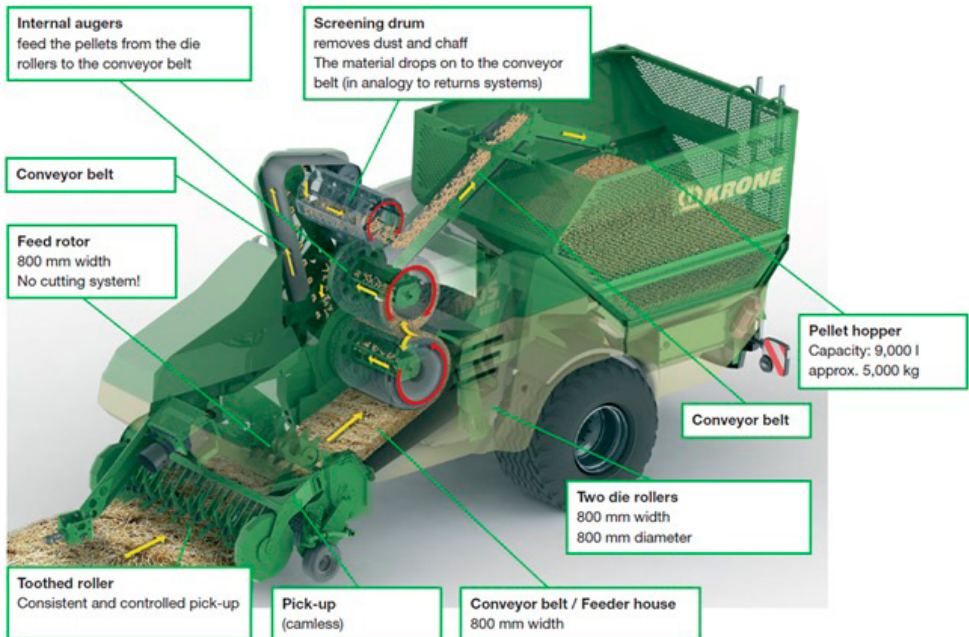
Keruuhetkellä poltettavaksi korjattavan oljen kosteus saisi olla enintään 25 %, jotta välttyttäisiin paalien homehtumiselta. Puintihetkellä oljen kosteus voi olla selvästi enemmän, joten muutaman päivän kuivatus pelloilla on yleensä tarpeen. (Pahkala & Lötjönen 2015.) Keskimääräisiä korjuupäiviä on sadetilastoista määritettynä 10–12 päivää vuodessa. Joka kymmenes vuosi korjuupäivät jäävät viiden ja seitsemän välille. (Pahkala & Keskitalo 2006.) Sateinen syksy voi estää oljen korjuun osalla tai jopa kaikilla lohkoilla kokonaan. Oljen keinokuivatus on tuskin taloudellisesti kannattavaa. Todennäköisimmin olki saadaan korjattua talteen aikaisin puidulta syysviljalohkoilta. (Äijäläinen 2016.) Oljen kevätkorjuu on myös mahdollista, jos pellon syyskynnölle ei ole tarvetta.

Oljen korjuussa niitto tapahtuu puidessa ja puinnin jälkeen olki on valmiina karhossa. Jos sää on kuivaa, ei olkea tarvitse erikseen pöyhiä. Karhoja voidaan joutua kuitenkin yhdistämään. Yleisin oljen korjuumenetelmä on sen paalaaminen. Suomessa käytössä olevat paalaimet ovat suurimmaksi osaksi pyöröpaalaimia. (Laurila & Saarinen 2014.) Paalien tiheys vaihtelee. Riippuen kuinka tiiviisti pyöröpaalaus on tehty, vaihtelee tiheys noin 80 kg/m³ ja 120 kg/m³ välillä. Kanttipaalainta käytettäessä päästään noin 150 kg/m³ tiheyteen. (Äijäläinen 2016.) Olki voidaan korjata myös ajo- tai tarkkuussilppurilla. Tällöin tarvitaan kuitenkin suuri määrä varastointitilaa, koska silputtuna säilytettävän oljen tiheys on varsin alhainen. Tuubiin kääriminen voisi olla yksi vaihtoehto silputun oljen varastoinnille. Sullojaa käyttämällä olkisilppu saadaan tuubiin melko tiiviisti. Muovikustannus jää pienemmäksi kuin yksittäisiä paaleja muovin käärittäessä. Olkisilppu voidaan säilöä myös aumaan. Tällöin auman paikan valinnassa on

oltava huolellinen, jotta pinta- ja sadevedet eivät pääse valumaan aumaan ja kastelemaan olkea. (Knuutila 2006.)

Varastointi tulisi tapahtua niin, ettei olki pääse kastumaan. Olkipaalit olisi hyvä säilyttää maasta irti nostettuina esimerkiksi kuormalavojen päällä, jotta maakosteus ei pääse niihin. Jos tilalla on katettua varastotilaa käytettävissä, on se aina paras säilytyspaikka. Myös olkipaalien peittäminen huolellisesti muoveilla voi olla toimiva säilytysratkaisu. Muoviin käärittyinä olki säilyy kuivana, mutta muovista tulee merkittäviä lisäkustannuksia. Kosteaa olki homehtuu ja lämpenee, jolloin oljen lämpöarvo pienenee. Homeisia olkipaaleja käsittelevät työntekijät altistuvat homepölylle. Kosteaa oljen poltto ei ole hyväksi siitäkään syystä, että sen poltossa syntyy kattilalle kuumakorroosiota aiheuttavia palamistuotteita. (Laurila & Saarinen 2014.)

Tiheyttä voidaan lisätä puristamalla olki briketeiksi tai pelleteiksi. Tällä tavalla oljen tiheys saadaan nostettua tasolle 500–600 kg/m³. Oljen käsittely lisää kuitenkin kustannuksia. (Laurila & Saarinen 2014.) Uusinta uutta pellettien tuotannossa edustaa Kronen valmistama mobiili pelletöintikone Premos 5000, joka on vasta tulossa markkinoille. Koneella voidaan valmistaa pellettiä suoraan karholta, jolloin paalausvaihe jää kokonaan pois. Näin valmistettua pellettiä voidaan käyttää sekä energiaksi että rehuksi tai kuivikkeeksi. Koneen käyttö on mahdollista myös paikallaan, jolloin pelletin valmistus on mahdollista ympäri vuoden. Tällöin olki tulee kuitenkin paalata. Pellolta suoraan pelletöitävän oljen kosteus saa olla enintään 16 %. (Krone UK 2016.)



Kuva 57. Mobiili pelletöintikone Premos 5000 (Krone UK 2016).

4.3.1 Oljen ominaisuudet

Kuivan oljen tehollinen lämpöarvo vaihtelee välillä 16,7–17,8 MJ/kg ka kasvista riippuen. Käytännössä olki sisältää aina kosteutta, mikä alentaa oljen lämpöarvoa. Alla olevassa taulukossa on esitetty eri kasvien olkien lämpöarvo. (Alakangas ym. 2016.)

Taulukko 14. Olkien tehollinen lämpöarvo kuiva-aineessa ja 20 % käyttökosteudessa (Alakangas ym. 2016).

Ominaisuus	Ruis	Vehnä	Ohra	Kaura	Rypsi
Tehollinen lämpöarvo kuiva-aineessa (MJ/kg)	17,0	17,8	17,4	16,7	18,4–18,9
Tehollinen lämpöarvo 20 % käyttökosteudessa (MJ/kg)	13,6	13,8	13,4	12,9	

Viljojen oljissa on tuhkaa 4,5–6,5 % ja rypsin varsissa 2,4–2,86 %. Vaihtelua aiheuttavat viljalaji, kasvupaikka ja lannoitus. Eniten tuhkaa on vehnän oljissa. Viljan olkien tuhkan sulamislämpötilat ovat alhaiset. Huonoimmat sulamisominaisuudet ovat kauran oljella. Tuhkan sulamispistettä voidaan nostaa esimerkiksi korjaamalla olki myöhään. (Alakangas ym. 2016.) Tuhka sulaa laajalla vaihteluvälillä sen sisältämistä yhdisteistä riippuen. Kattilassa tuhka voi muodostaa kerrostumia tarttumalla kattilan pintoihin. Tuhkapartikkelit voivat myös sintraantua. (Kuittinen 2012.) Tuhkan kemiallinen koostumus vaihtelee kasvin iän, sääolojen, maaperän ja lannoituksen mukaan. Oljen kloori- ja alkalipitoisuudet voivat olla varsin korkeat. Jos olki saa olla pellolla sateessa, laskevat kloori- ja alkalipitoisuudet huomattavasti. (Alakangas 2016.) Tällöin riski kattilan kuumakorroosiolle vähenee.

Olkituhkaa voidaan käyttää lannoitteena, mutta omalle pellollekin levitetäessä sen epäorgaanisten haitta-aineiden tulee alittaa lainsäädännössä asetetut raja-arvot. Tuhkan sisältämä kadmium on usein se alkuaine, joka estää tuhkan käytön lannoitteena pellolla. Myös tuhkan fosforipitoisuus voi rajoittaa sen levittämistä pelloille. (Lötjönen, Kouki & Vuorio 2011.)

Taulukko 15. Tuhkalannoitteen haitallisten aineiden enimmäispitoisuudet, kun tuhkaa käytetään lannoitteena pelloilla (Tuhkan käyttö lannoitteena 2016).

Alkuaine	Enimmäispitoisuus (mg/kg ka)
Arseeni (As)	25
Elohopea (Hg)	1,0
Kadmium (Cd)	2,5
Kromi (Cr)	300
Kupari (Cu)	600
Lyijy (Pb)	100
Nikkeli (Ni)	100
Sinkki (Zn)	1500

Olki syntyy viljan viljelyn sivutuotteena, jolloin erillisiä kuluja kasvuston perustamisesta ja lannoituksesta ei synny. Myöskään erillistä niittoa ei tarvita, vaan niitto tapahtuu leikkuupuimurilla. Vain olkeen kohdistuvat kustannukset muodostuvat siis korjuusta, varastoinnista ja kuljetuksista. Olki voidaan hinnoitella eri tavoin. Hinnoittelu voi perustua oljen lannoitearvoon tai polttoarvoon. (Äijäläinen 2016.) MTT:llä on arvioitu oljen korjuu- ja varastointikustannuksia pellon laidassa, kun korjuu tehdään omilla koneilla. Työtehoseura on tehnyt asiasta myös urakointikyselyn. Näiden mukaan yleisin korjuutapa, eli pyöröpaalaus ja paalien aumavarastointi, olisi myös edullisin. Omilla koneilla tehtynä hinnaksi muodostuisi hieman alle 30 euroa kuiva-ainetonnin kohden. Urakointina vastaavan korjuu- ja varastointitavan hinta olisi vajaat 50 euroa kuiva-ainetonnilta. (Lötjönen & Käsäsi.) ProAgrarian julkaisemassa Maatilayrityksen energiaopas -kirjassa olkitonnin hintana käytetään 40 euroa 20 % kosteudessa (alv 0 %) ja olkienergian nettohinnaksi saadaan 11 €/MWh. Käytännön Maamiehen 9/2011 artikkelissa Fredrik Ek kertoo oljen energiakustannukseksi 12 €/MWh hyötysuhde huomioiden ja sanoo oljen olevan Suomen halvin polttoaine (Ylhäinen 2011). Tilastokeskuksen julkaisussa on annettu energian hintoja lämmöntuotannossa kesäkuussa 2016. Kivihiilellä tuotetun energian hinta oli 32,21 €/MWh (alv 0 %), maakaasulla tuotetun 39,34 €/MWh (alv 0 %), metsähakkeella tuotetun 21,07 €/MWh (alv 0 %) ja jyrshinturpeella tuotetun 15,38 €/MWh (alv 0 %). Lämmitysenergian kuluttajahinnoiksi kesäkuussa 2016 on annettu kevyellä polttoöljyllä 81,3 €/MWh (alv 24 %), kotitalous-sähköllä 116,5 €/MWh (alv 24 %), puupelletillä 58 €/MWh (alv 24 %) ja kaukolämmöllä 77,15 €/MWh (alv 24 %). (Energian hinnat 2016.)

4.3.2 Teknologia

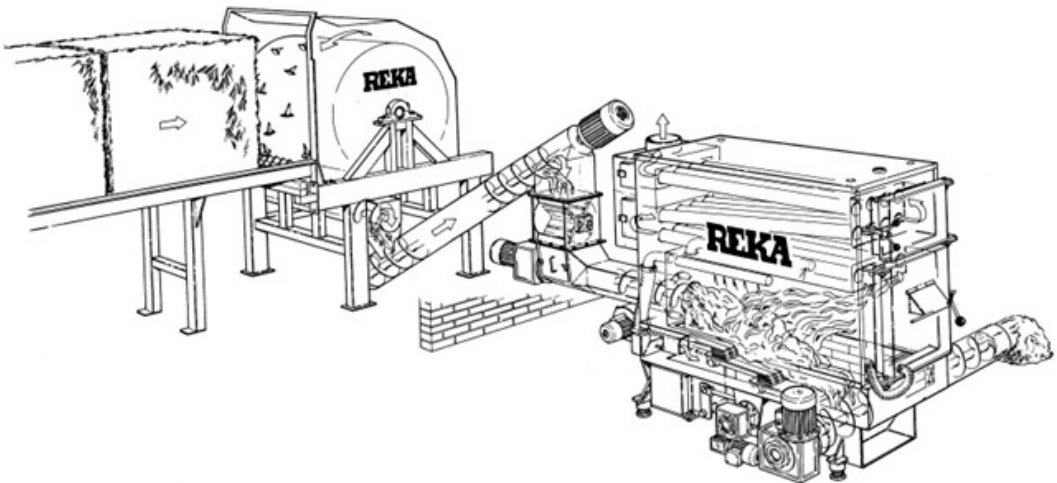
Oljen polttoon voidaan käyttää pansokattiloita tai jatkuvasyöttöisiä kattiloita. Pansokattila on näistä edullisempi ja yksinkertaisempi vaihtoehto, eikä tarvitse erillistä syöttölaitteistoa. (Boiler Plants for Farms 1998) Koneet paalien käsittelyyn löytyvät yleensä jo valmiiksi ja vaikka pansokattila vaatiikin läsnäoloa, ei se tilalla yleensä ole ongelma.



Kuva 58. Overdahlin valmistama kattilayksikkö (Kemiön Hake n.d.).



Kuva 59. Kokopaalikattila sisäpuolelta. (Kuva: Riina Lahtomäki)



Kuva 60. Automaattisyöttöllä ja paalien repijällä varustettu oljenpolttolaitteisto (Boiler plants for farms 1998).

Olki sopii hyvin poltettavaksi seoksena muiden polttoaineiden kanssa. Maatalolla on usein puuta, risuja, kantoja tai paperia poltettavaksi. Maatilalle kannattaakin valita kattila, jossa näiden kaikkien poltto on mahdollista. Puun lämpöarvo on olkea parempi, joten sen polttaminen on kannattavaa silloin, kun lämpöä tarvitaan paljon. Polttoaineesta toiseen siirtyminen tai seospoltto onnistuu, kun tilalle on valittu kattila, jossa voi polttaa monenlaisia polttoaineita. (Anttila-Lindeman 2014.) Olki voidaan polttaa myös silppuna samoilla laitteilla, joilla poltetaan esimerkiksi haketta tai turvetta (Knuutila 2006). Tällöin olki voidaan korjata pellolta esimerkiksi ajosilppurilla ja varastoida aumaan. Oljen polttoon soveltuvien lämpölaitosten rakennuskustannukset riippuvat valitusta kattilamallista ja siitä, poltetaanko paalit kokonaisina vai tarvitaanko erillinen repijä. Oljen käsittely briketiksi tai pelletiksi lisää myös kustannuksia.

4.3.3 Ruokohelpi, järviruoko ja suojavyyhykeheinä energiantuotannossa

Ruokohelpeä viljeltiin Suomessa vuonna 2016 4500 ha alalla. Ruokohelven korjuuaika on keväällä. Talvi huuhto kasvustosta pois haitallisia aineita, kuten klooria ja alkalimetalleja. Keväällä korjattu kasvusto on myös erittäin kuivaa. Ruokohelvestä saadaan satoa 3000–7000 kg ka/ha. (Lötjönen ym. 2011.) Kasvina ruokohelpi on monivuotinen ja kestää hyvin talvea. Se on myös pitkäikäinen, joten kasvuston uusimiselle ei ole tarvetta kovinkaan usein. Uusimisväli voi olla jopa 15 vuotta. Ruokohelpi sopii lähes kaikille maalajeille. Vastakylvetyt kasvustot ovat kuitenkin herkkiä kuivuudelle. Samoin maan tiivistyminen on haitallista kasvustolle. Ensimmäisen kerran ruokohelpisato korjataan kahden vuoden kuluttua kylvöstä ja parhaat sadot saadaan vasta yli kolmen vuoden ikäisistä nurmista. (Pahkala & Keskitalo 2006.)

Ruokohelven energiasisältö on 17,6 MJ/kg ka, eli hyvin samansuuntainen oljen kanssa. Kun ruokohelpi korjataan keväällä, on sen kosteus vain 10–15 % ja laatuominaisuudet energiakäyttöön hyvät. Ruokohelpi sopii poltettavaksi seoksena puuperäisten polttoaineiden kanssa. (Pahkala & Keskitalo 2006.) Ruokohelvestä odotettiin merkittävää peltoenergiakasvia Suomessa ja viljelypinta-alat kasvoivat nopeasti. Kiinnostus ruokohelven viljelyyn on kuitenkin laskenut ylitarjonnan ja alentuneen kysynnän takia. Polttolaitoksissa ruokohelven keveys on aiheuttanut ongelmia, kun se on liikkunut huonosti kuljettimissa. Polttolaitoksissa ruokohelpi tuleekin sekoittaa toiseen polttoaineeseen. (Laurila & Saarinen 2014.)

Etelä-Suomen merenrannoilla kasvaa järviruokoa noin 30000 ha alueella ja sen arvioitu vuosikasvu on keskimäärin 5000 kg ka/ha. Lötjösen ym. (2011) tekemässä tutkimuksessa sato jäi reilusti tätä pienemmäksi. Järviruo'on korjuu on jokseenkin haasteellista, koska se tehdään talvelta jään päältä. Vesien ollessa sulia joudutaan korjuutyö tekemään lautalta. (Lötjönen ym. 2011.)

Suojavyöhykeheinien rehuarvo on huono, mutta ne tulisi kuitenkin niittää kerran vuodessa ja sato tulee viedä pois. Yksi vaihtoehto olisi suojavyyhykeheinän käyttö energiantuotantoon. Suojavyöhykeheinä voidaan korjata kuivaheinän tapaan. Suojavyöhykkeet ovat usein kapeita, pieniä

ja kaltevia, mikä aiheuttaa omat ongelmansa korjuussa. Suuriin tuntisaa-
vutuksiin ei siis välttämättä päästä. (Lötjönen ym. 2011.)

Lähteet

- Alakangas, E., Hurskainen, M., Laatikainen-Luntama, J. & Korhonen, J. (2016).
Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Verkkojulkaisu.
Espoo: Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. Haettu 18.11.2016 osoitteesta
<https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2016/T258.pdf>
- Anttila-Lindeman, H. (2014). Olki lisää tilan omavaraisuutta. *Maatilan Pellervo*
12/2014.
- Boiler Plants for Farms (1998). Verkkojulkaisu. Centre for Biomass Technology.
Haettu 7.12.2016 osoitteesta [http://www.videncenter.dk/gule%20halm%20](http://www.videncenter.dk/gule%20halm%20haefte/Gul_Engelsk/halm-UK05.pdf)
[haefte/Gul_Engelsk/halm-UK05.pdf](http://www.videncenter.dk/gule%20halm%20haefte/Gul_Engelsk/halm-UK05.pdf)
- Elintarviketurvallisuusvirasto Evira (2016). Tuhkan käyttö lannoitteena.
Verkkosivu. Helsinki. Haettu 7.12.2016 osoitteesta
[https://www.evira.fi/kasvit/viljely-ja-tuotanto/lannoitevalmistet/](https://www.evira.fi/kasvit/viljely-ja-tuotanto/lannoitevalmistet/kierratysravinteet/tuhkan-kaytto-lannoitteena/)
[kierratysravinteet/tuhkan-kaytto-lannoitteena/](https://www.evira.fi/kasvit/viljely-ja-tuotanto/lannoitevalmistet/kierratysravinteet/tuhkan-kaytto-lannoitteena/)
- Knuutila, J. (2016). Täysosuma oljen polttokokeessa kotimaisilla laitteilla.
Maatilan Pellervo 5/2006.
- Kuittinen, T. (2012). *Biopolttoaineiden ominaisuudet*. Kandidaatintyö.
Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Teknillinen tiedekunta.
Haettu 27.11.2018 osoitteesta <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201303212585>
- Kemiön Hake Oy (n.d.). Olkikattilat. Verkkosivu. Kemiö. Haettu 14.12.2016
osoitteesta <http://www.kimito.fi/kimitoflis/suomeksi/olkipannut.htm>
- Krone UK (2016). Premos 5000. Mobile pellet harvester. Verkkosivu. Leeds.
Haettu 5.12.2016 osoitteesta [http://www.krone-uk.com/english/products/](http://www.krone-uk.com/english/products/pellet-harvester/premos-5000/)
[pellet-harvester/premos-5000/](http://www.krone-uk.com/english/products/pellet-harvester/premos-5000/)
- Laurila, J. & Saarinen, J. (2014). *Peltobiomassojen korjuu ja sen ympäristö-
vaikutukset – kohdealueena Varsinais-Suomi ja Satakunta*. Verkkojulkaisu.
Huittinen: Satafood Kehittämisyhdistys ry. Haettu 15.11.2016 osoitteesta
<http://docplayer.fi/4248792-Peltobiomassojen-korjuu-ja-sen-ymparistovai->
[kutukset-kohdealueena-varsinais-suomi-ja-satakunta.html](http://docplayer.fi/4248792-Peltobiomassojen-korjuu-ja-sen-ymparistovai-kutukset-kohdealueena-varsinais-suomi-ja-satakunta.html)
- Luonnonvarakeskus. (2016). Tilastopalvelut. Käytössä oleva maatalousmaa
Ely-keskuksittain. Verkkojulkaisu. Helsinki. Haettu 7.12.2016 osoit-
teesta [http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__02%20](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__02%20Maatalous__04%20Tuotanto__22%20Kaytossa%20oleva%20maa-)
[Maatalous__04%20Tuotanto__22%20Kaytossa%20oleva%20maa-](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__02%20Maatalous__04%20Tuotanto__22%20Kaytossa%20oleva%20maa-talou)
[talou](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__02%20Maatalous__04%20Tuotanto__22%20Kaytossa%20oleva%20maa-talou)
[smaa/01_Kaytossa_oleva_maatalousmaa_ELY.px/table/](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__02%20Maatalous__04%20Tuotanto__22%20Kaytossa%20oleva%20maa-talou)
[tableViewLayout1/?rxid=5390e74f-982c-4498-8448-e6db4f36b0c7](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__02%20Maatalous__04%20Tuotanto__22%20Kaytossa%20oleva%20maa-talou)

- Lötjönen, T., Kouki, J. & Vuorio, K. (2011). *Korsibiomassojen tuotantoketjut ja energiantuotanto kokopaalikattilalla*. MTT Raportti 119. Verkkojulkaisu. Jokioinen: MTT. Haettu 16.11.2016 osoitteesta <http://www.mtt.fi/mtrraportti/pdf/mtrraportti119.pdf>
- Lötjönen, T. & Kässi, P. (2013). *Oljen ja vihreän biomassan korjuuketjut ja kustannukset*. Verkkojulkaisu. Ruukki: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Haettu 18.11.2016 osoitteesta <http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/481473/Oljen%20ja%20vihreän%20biomassan%20korjuuketjut%20ja%20kustannukset.pdf>
- Pahkala, K. & Keskitalo, M. (2006). *Maatilyrityksen bioenergian tuotanto*. Keuruu: Kirjapaino Otava Oy.
- Pahkala, K. & Lötjönen, T. (2015). *Peltobiomassat tulevaisuuden energiasurssina*. 2. korjattu painos. Helsinki: Luonnonvarakeskus (Luke).
- Pesola, T. 2012. Bioenergiantuotanto tarjoaa uutta yrittäjyyttä maataloille. *Maaseudun uusi aika* 20(3), 42–44.
- SFS-EN ISO 16559 Kiinteät biopolttoaineet. Terminologia, määritelmät ja kuvaukset. 1. painos, 2014.
- Tilastokeskus (2016). *Energian hinnat*. 2. Neljännes. Verkkojulkaisu. Helsinki. Haettu 25.11.2016 osoitteesta http://www.stat.fi/til/ehi/2016/02/ehi_2016_02_2016-09-07_fi.pdf
- Työ- ja elinkeinoministeriö (2013). *Kansallinen energia- ja ilmastostrategia*. Verkkojulkaisu. Helsinki. Haettu 16.11.2016 osoitteesta http://tem.fi/documents/1410877/2626968/Energia-_ja_ilmastostrategia_2013.pdf/ce0e9b73-f907-454b-b52b-87fa9fa481d2
- Työ- ja elinkeinoministeriö (2015). *Selvitys energiapolitiikan vaihtoehtoista*. Verkkojulkaisu. Helsinki. Haettu 16.11.2016 osoitteesta http://tem.fi/documents/1410877/2717655/Selvitys_energiapolitiikan_vaihtoehtoista_2015.pdf/1734e852-b177-40d6-8a17-514515d30745
- Työ- ja elinkeinoministeriö (n.d.). *Uusiutuva energia Suomessa*. Verkkosivu. Helsinki. Haettu 16.11.2016 osoitteesta <http://tem.fi/uusiutuva-energia>
- Äijäläinen, T. (2016). *Oljen voimalaitospolton teknis-taloudellinen selvitys Suomessa*. Opinnäytetyö. Tampereen teknillinen yliopisto. Konetekniikan koulutusohjelma. Haettu 18.11.2016 osoitteesta <https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/24149/Aijalainen.pdf>

4.4 Rapsin olki lämmittää Kortesmäen tilan broilerihalleja

Riina Lahtomäki ja Juha Tiainen Seinäjoen ammattikorkeakoulu

Veljekset Jaakko ja Jussi Kortesmäki kasvattavat sikoja ja broilereita Ilmajoella ja Seinäjoella. Pelloilla viljellään ohraa, vehnää, rapsia ja tärkelysperunaa. Tutustuimme Seinäjoen tilalla käytettävään lämmitysjärjestelmään, jossa yhtenä polttoaineena käytetään silputtua rapsin olkea.

Ensimmäisen kerran tilalla kokeiltiin rapsin oljen polttamista kesällä 2016. Syksyllä 2015 puidun rapsin oljet jätettiin talveksi karholle. Talven yli pellolla olleesta oljesta on liuennut pois kattilalle kuumakorroosiota aiheuttavia aineita. Keväällä korjattu olki on myös erityisen kuivaa, joka on etu sitä poltettaessa. Myös rypsin olkea on testattu poltossa, mutta sen ongelmana on rapsia hennompi korsi, joka painuu maahan talven aikana. Tämä vaikeuttaa korjuuta keväällä.



Kuva 61. Rapsin olkea karholla joulukuussa 2016. (Kuva: Riina Lahtomäki)



Kuva 62. Karhojen yhdistäminen. (Kuva: Jaakko Kortesmäki)



Kuva 63. Oljen korjuu. (Kuva: Jaakko Korttesmäki)



Kuva 64. Olkisilppua aumataan. (Kuva: Jaakko Korttesmäki)

Olkea korjattiin noin 20 hehtaarin alalta. Tällä olkimäärällä saatiin tuotettua riittävästi lämpöä kahden broilerihallin lämmittämiseen kolmen kasvatuserän ajan kesällä 2016. Lämmitettävää tilavuutta näissä kahdessa hallissa on 6500–7000 m³. Aumasta olki tuotiin polttoon kurottajalla noin viikon tarvetta vastaavissa erissä. Tilan lämmityslaitteisto on teholtaan 300 kW. Ennen kuin rapsin oljen poltto aloitettiin, hankittiin laitteistoon takapalosuojia. Muita muutoksia laitteistolle ei tarvinnut tehdä. Oljen lisäksi poltetaan haketta, johon puu saadaan omista metsistä ja ostopuuna, sekä kaurankuoripellettiä, joka ostetaan Koskenkorvalla sijaitsevalta rehutehtaalta. Haketuksen hoitaa urakoitsija.



Kuva 65. Tilan lämmityslaitteisto.
(Kuva: Riina Lahtomäki)

Oljen korjuukustannus on noin 100 €/ha eli noin 6 €/MWh. Hakkeen hinnaksi Jaakko Kortesmäki arvioi 16 €/MWh ja kaurankuoripelletin hinnaksi hieman alle hakkeen hinnan. Olki onkin tilan polttoaineista selvästi edullisin. On kuitenkin muistettava, että silputtu olki toimii polttoaineena vain tilatasolla. Keveän materiaalin kuljettaminen kauemmas ei ole taloudellisesti kannattavaa.

Rapsin olki sopii hyvin polttoaineeksi kesäkäyttöön, kun energiantarve on pienempi. Olkea ei saada syötettyä kattilalle samoilla syöttölatteilla yhtä suuriiä kuin esimerkiksi haketta. Savukaasujen perusteella rapsin olki on kuitenkin luovuttanut tehoa hyvin. Rapsin oljen polttoon on tilalla oltu niin tyytyväisiä, että myös vuoden 2016 sadosta on jätetty talven yli peltoon olkia saman suuruiselta alalta kuin edellisenäkin vuonna. Tilan rapsisato oli erinomainen, 3400 kg/ha, ja olkisadon voidaan olettaa olevan samaa luokkaa. Toiveena on, että kesän 2017 broilerin kasvatuserien lämmit-

tystarve täytettäisiin jälleen rapsin olkea polttamalla. Erona tähän vuoteen auma aiotaan peittää. Tällöin sateet eivät pilaa olkea, vaan kaikki voidaan käyttää lämmöntuotantoon.

Rapsin oljen korjuun ei ole koettu haittaavan kevättöitä. Rapsin jälkeen pelto on hyvin muokkautuvaa ja ennen viljan kylvöä on tehty vain lautasmuokkaus. Suunnitelmissa on kokeilla myös kertaäestystä tai suorakylvöä. Olkien keräämistä ei nähdä ongelmana maan kasvukunnolle, koska karjanlannan mukana saadaan peltoon lisää orgaanista ainesta. Viljelykierrossa on rapsia vain joka viides vuosi, joten olkien keruu tapahtuu varsin harvoin samoilta lohkoilta. Oljen poltosta syntynyt tuhka käytetään lannoitteena pelloilla.

Tilalla on mietitty myös viljojen olkien polttoa rapsin olkien tapaan. Myös viljojen oljet voisivat olla talven yli pellolla ja korjuu tapahtuisi keväällä. Kiinnostusta on myös repijällä varustettuun polttolaitteistoon, johon syötetään kokonaisia paaleja. Suurkanttipaalit veisivät vähemmän tilaa varastoinnissa kuin olkisilppu.



LANTALOGISTIIKKA

Lannan siirto maataloilta pellolle on karjatalouden pakollinen ja merkittävä työprosessi. Lannan ravinteiden hyödyntäminen on myös merkittävä taloudellinen resurssi, jonka optimoinnilla voidaan saavuttaa merkittäviä tilakohtaisia hyötyjä. Kannattavuutta parantaa ostolannoitteiden korvaaminen, kustannuksia taas lannan siirto, sijoittaminen ja työajankäyttö. Uusina merkittävänä logistiikan kehityskohteina ovat nousseet lannan separointi ja lietelannan letkusiirto. Separoinnilla neste- ja kuivafraktioiden tehokkaampi hyödyntäminen voi tehostaa sekä lannoitusvaikutusta että logistiikkaa. Separoitua kuivajaetta on alettu käyttää myös karjan makuuparsien kuivikkeena.

Logistiikan parantamisella tavoitellaan pääasiassa kustannussäästöjä, mutta työajan säästö sekä lannankäsittelyn sovittaminen muiden töiden väliin on tärkeää. Muita hyötyjä ovat mm. tiestön kunnossapidon väheneminen, liikenneturvallisuuden lisääntyminen ja maan tiivistymisen väheneminen. Yhdellä kehitystoimenpiteellä voi olla vaikutus useaan kannattavuusnäkökohtaan ja siten investointikustannuksen takaisinmaksu nopeutuu. Tässä kappaleessa kerrotaan separoinnin hyötynäkökohdista, levitysmenetelmistä ja varastoista sekä omalannoitteiden käytöstä.

5.1 Separoinnin hyötynäkökohdat

Piia Kekkonen, Pasi Eskelinen ja Johanna Virtainen, Savonia-ammattikorkeakoulu

Lantalogistiikan parantamisessa kehitystoimet kohdistuvat ravinteiden tehokkaampaan erotteluun raakalannasta, lannan siirto-, levitys- ja sijoitusmenetelmiin, nurmenviljelyn tehostamiseen lannan ravinteilla ja lannan vaihtoehtoisiin käyttötapoihin. Separoinnissa lietelannasta muodostuu kaksi eri lantajaetta, kiinteä ja nestemäinen. Kiinteä lanta muistuttaa kuivalantaa, tosin se on erittäin tasalaatuista. Nestejake on erittäin juoksevaa, vesimäistä lietettä. Perusidea on erottaa kuivajakeeseen mahdollisimman paljon ravinteita ja tehdä nesteestä ravinneköyhempää. Erityisesti fosforin osalta se onnistuukin erinomaisesti ja sillä saavutetaan merkittäviä mahdollisuuksia lantalogistiikassa.

Video: Maatilaseparointi

<https://www.youtube.com/watch?v=ghSs-NKAhoo>

Kun fosforin määrä nestejakeessa pienenee, jaeetta voi levittää peltoon enemmän ylittämättä fosforirajaa. Nestejake mahdollistaa jopa koko tyypilannoituksen toteuttamisen, toisin kuin raakalietteellä on edes mahdollista. Nestejakeen kaliumtasoa on kuitenkin seurattava varsinkin nurmien lannoituksessa, jottei ruokinnassa käytettävän säilörehun kaliumtaso nouse eläimelle haitalliseksi. Viljan lannoitteena käytettäessä nestejakeen kaliumtaso ei ole merkittävä riski.

Ravinnepitoista kuivajaeetta riittää n. 50 % lietelannan määrästä fosforitarpeen saavuttamiseksi. Sitä kannattaa siirtää kauemmaksikin. Toisaalta fosforiköyhän nestejakeen voi käyttää suurempina hehtaariannoksina talouskeskuksen lähellä, jolloin sitä ei tarvitse siirtää kauas. Tämä tuottaa säästöä siirtomatkojen lyhentymisenä. (Taulukko 16).

Taulukko 16. Separoinnin keskimääräisiä muutoksia lietelannan ominaisuuksiin ja ravinnepitoisuuksiin kg/m³ ja kg/t. (YSAO, Peltosalmen tila, 2016. Ravinneanalyysin tarkkuus ±20%)

Lannan laatu	Kuiva-aines-%	Kokonais-typpi	Liukoinen typpi	Fosfori	Kalium
Naudan lietelanta	5,8	3,0	1,3	0,5	2,3
Separoitu nestejake	2,9	2,2	1,2	0,3	2,1
Separoitu kuivajake m ³ -vertailu (ravinteita kuutiossa 700 kg/m ³)	26,4	2,8	0,8	0,7	1,3
Separoitu kuivajake, kg-vertailu	26,4	4,0	1,1	1,0	1,8

Kun tiedetään lannan kuiva-ainepitoisuus, voidaan tilavuuspainon avulla laskea paljonko ravinteita on tonnissa karjanlanta (taulukko 17). Lantaa separoitaessa on varauduttava siihen, että kaikelle lopputuotteelle on riittävä varastokapasiteetti. Kuivalantaa voi tosin käsitellä pellon pinnalla siirtovaiheen välivarastoinnissa, kun varastointiaika on alle 1 kk.

Taulukko 17. Lannan kuiva-ainepitoisuus prosentteina ja lannan tilavuuspaino kg/m³. (MAVI, Viljavuuspalvelu, 2016)

Kuiva-ainepitoisuus %	Tilavuuspaino kg/m ³
>15	1000
18	910
20	850
22	790
25	700
28	610
30	550
35	400

Video: Kuivajae biokaasutuotannossa

https://www.youtube.com/watch?v=nr7vq5B77_A

Video: Separoidun lannan levitys

https://www.youtube.com/watch?v=QWa_Hu8Byo4

Video: Lietteen letkusiirto- ja levitys

<https://www.youtube.com/watch?v=ivykRtjFzF4>

Video: Naudanlietteen pintalevitys nurmeelle

<https://www.youtube.com/watch?v=6zLok6ktDQo>

Esitys: Virtanen, Johanna:

Separoidun neste- ja kuivajakeen levitys (ppt)

Separoinnin kannattavuus on aina tilakohtainen asia. Lietelannan separoinnin kannattavuutta laskettaessa korostuu kyky hyödyntää uusia lantajakeita. Lietelannan typpi-fosfori suhde muuttuu alkuperäisestä lietteestä kahdeksi eri tuotteeksi. Fosfori siirtyy yleensä runsaammin kuiva-aineen mukana. Siihen tosin vaikuttaa lietteen varastointiaika, pitkään varastoidusta lietteestä fosfori ehtii liueta enemmän nestejakeeseen. Kuivajakeen kuivikekäyttö vähentää kuivituskustannuksia, jolloin jakeen arvo nousee. Oman kiinteän separaattorin rakentamiseen on mahdollista saada investointitukea. Esitys: Virtanen, Johanna: **Lietelannan separoinnin taloudellinen merkitys** (ppt)

Lietelannan kuivaa separointijaetta voi hyödyntää kuivikkeena. Lantaa käytetään lypsykarjan kuivikkeena Keski-Euroopassa jossain määrin, vaikkei se olekaan yleisin kuivitusmenetelmä. Lannan käyttöä puoltaa sen edullisuus separoinnin sivutuotteena. Kuivituksen tarvittavan kuivajakeen tulisi olla normaalia kuivempaa. Normaali kuiva-ainepitoisuus vaihtelee 20 % molemmin puolin, mutta kuivituksen suositus on yli 30 % kuiva-ainetta. Yleistietoutta lannan käytöstä kuivituksessa Suomessa ja Euroopassa on Johanna Virtasen esityksessä Separoidun kuivajakeen käyttö kuivikkeena (ppt).

Keski-Euroopassa on yleisemmin käytössä syväparret ja kuivikkeet säilyvät parressa pidempään. Suomalaisissa navetoissa kuivike valuu parresta ja sitä on lisättävä useasti viikossa. Separoitu kuivajae on helposi käsiteltävää koneellisessa jaossa. Lannan käytöstä kuivikkeena valmistuu LUKE:n tutkimus 2018. Alla olevassa videossa lisätietoa koejärjestelyistä. Video. Partanen, Jarkko: Separoidun kuivajakeen käyttö lehmien makuuparsien kuivikkeena <https://www.youtube.com/watch?v=W8kUE7S3Gmw>

Separointiin on tarjolla useita laitteistoratkaisuja. Laitteiston valinnalla on merkitystä mm:

- työtehoon
- ravinteiden erotteluun
- kuiva-ainepitoisuuteen

Esitys: Virtanen, Johanna: **Separointilaitteistot** (ppt)

Separointi tehostaa lannan käsittelyä peltoviljelyssä. Ravinteiden erottelun lisäksi lannan ominaisuuksien muuttaminen tehostaa lannan käsittelyä varastossa ja kasvinviljelyssä. Kuivajae voi olla monelle tilalle uusi lannan muoto, jonka käsittelyyn tarvitaan urakoitsijaa. Separoinnin hyödyt ilmenevät Johanna Virtasen esityksestä **Separoinnin hyödyt** (ppt).

5.2 Levitysmenetelmät ja etävarastot

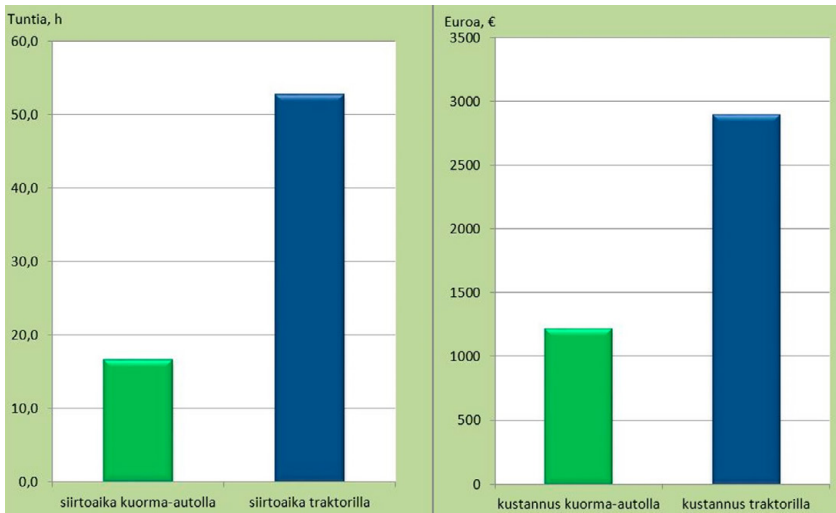
Pasi Eskelinen ja Jarkko Partanen, Savonia-ammattikorkeakoulu

Vetoletkulevityksen yksi merkittävimmistä eduista on pieni pintapaine pelolla levityksen aikana. Levicepyörät traktorissa eivät myöskään haittaa levitystä kuten hinattavan vaunun kanssa kääntyessä. Taka-akselille kohdistuu levittimen massa ja letkun vetämisestä aiheutuva vetovastus. Käytännössä täyden lietevaunun rasitus on suurempi ja vaunun renkaiden paine jää kokonaan pois. Kuvassa 66 käytetyssä traktorissa oli yli 300 hv. Kuljettajan mukaan laitteisto vaatii vähintään n. 250 hv traktorin maksimikuorituksen aikana. Vetoletkulevityksen maksimietäisyytenä lietevarastosta pidetään 2 km etäisyyttä.



Kuva 66. Vetoletkulevitys. Letkun pituus on yleensä alle 2 km. (Kuvat: Pasi Eskelinen, Jani Paukkonen)

Lietelannan siirto tilalta lähemmäs peltoja vähentää työmäärää kesäsesongilla. Siirron voi suorittaa omalla kalustolla tai tehokkaammalla urakoitsijan siirtokalustolla. Merkittävää on siirtolaitteen tilavuus, siirtonopeudella on pienempi merkitys. Tarkastelimme siirtoa etävarastoon 10 km etäisyydelle.



Kuva 67. Lannan siirtoaikojen ero (vasemmalla) ja siirron kustannusero (oikealla) traktorilla ja kuorma-autolla. Traktorin lietevaunu 11 m³, kuorma-auton säiliö 22 m³. Säiliön etäisyys 10 km, ajonopeus traktorilla 25 km/h, ajonopeus kuorma-auto 45 km/h. Yhteensä 600 m³.

Mikäli lannan etävarasto sijaitsee yli 6 km etäisyydellä, siirto kuorma-autolla on lähes aina kannattavampaa. Tilakohtaisesti siirto voi olla kannattavampaa kuorma-autolla jo lyhyemmilläkin matkoilla. Videolla on esillä 600 m³ lietteen siirtotyö kuorma-autolla 10 km etäisyydelle kevään viimeisillä talvikeleillä.

Video: Talviaikainen etävarastointi:

<https://www.youtube.com/watch?v=FgDECTyXYvI>

Tehokkaiden lietteenlevityslaitteiden työteho laskee siirtokuljetuksen aikana. Siirron voi tehdä kannattavammin edullisemmilla tai nopeammilla siirtolaitteilla. Siirtokontin tilavuus on yleensä 20–30 kuutiometriä ja sen täyttö ei vaadi siirtovaunulta odottelua (kuva 68).



Kuva 68. Siirrettävä välivarasto. (Kuva: Hanna Manninen)

Kontin siirtoon on kuitenkin varattava kone (traktori) ja sen siirto on organisoitava muiden töiden ohessa. Konttia voi täyttää myös letkulla tai putkistolla, kunhan järjestely estää kontin ylitäytön.

5.3 Omalannoitteiden käyttö

Timo Seppälä, Haapajärven ammattiopisto

Karjanlanta on monipuolinen lannoite. Sen käyttö oman maatalan lannoitteena vaatii käyttäjältä lannan ominaisuuksien tuntemista ja ravinneanalyysin tarkkaa tulkitsemista. Lannan tärkeimmät ravinteet ovat typpi, fosfori ja kalium. Suuri osa typestä on orgaanisessa muodossa ja liukoisen tyypin osuus vaikuttaa levitysvuoden satoon. Mutta miten orgaaninen typpi mineralisoituu ja miten typpi olisi paremmin käytettävissä? Entä miten ravinteiden haihduntaa voidaan ehkäistä?

5.3.1 Nurmen lannoituskoke kesällä 2016

Haapajärven ammattiopisto toteutti yhteistyössä Luonnonvarakeskuksen Ruukin kanssa lannoituskokeen Erkkilän koulutilan säilörehunurmella kesällä 2016. Nurmilohko (timotei, nurminata) on toisen vuoden nurmi. Kevätsato oli lannoitettu 100 kg N/ha ja ensimmäinen sato korjattiin 8.6.2016 Toisen säilörehusadon lannoitus tehtiin 20.6.2016. Edellisen viikon myrskyt ja viikonlopun sateet olivat alla noin 30 mm. Koejäsenenä olivat lietalanta, biokaasurejekti, väkilannoite ja 0-ruutu. Lannoitus toteutettiin n. 60 kg N/ ha pohjalta.

Taulukko 18. Nurmen lannoituskoke kesällä 2016.

Koeruutujen käsittely	Määrä	Liukoinen typpi kg N/ha
Lietelanta	35 tn/ha	60
Rejekti	35 tn/ha	60
Väkilannoite, Suomen salpietari	220 kg/ha	60
0-ruutu	Jätettiin lannoittamatta	



Kuva 69. Kuvassa koeruutujen jälki 1.7.2016. Vasemmalla liete, sitten rejekti, 0-ruutu (vaalea) ja väkilannoite. Lohkolla katsottaessa rejekti on tummempi kuin lietalanta. (Kuva: Timo Seppälä)



Kuva 70. Koerutujen korjuu tehtiin 5.8.2016. Satomäärityksessä käytettiin LUKE Ruuikin tutkimusaseman koerutupuimuria. (Kuva: Timo Seppälä)



Kuva 71. Koerutupuimurilla ajettiin jokaiselta koelohkolta kolme näytettä (6,5–8 m). Näytteistä (n. 30 kg) otettiin analyysinäytteet laboratorioon (ka, valkuainen, D-arvo). (Kuva: Timo Seppälä)

Video: Koerutupuimuri toiminnassa 5.8.2016

<https://www.youtube.com/watch?v=2gtbCMdoY8E>

Satotulokset (koekäsittelyittäin kolmen näytteen keskiarvot) on esitetty taulukossa 19. Liian myöhäinen korjuuaika ja sateet vaikuttivat ravinteiden huuhtoutumiseen. Lannoitustaso 60 kg N/ha on liian alhainen.

Taulukko 19. Nurmen lannoituskokeen tulokset (2016).

Koeruujujen käsittely	N-lannoitus kg/ha	Kuiva-ainesaato kg/ha	Kuiva-aineg/kg	Tuoesato kg/ha	Rehuka %	Rehu D-arvo	Rehu raaka-alkuainen g/kg ka
Väkilannoite	220 kg / 60 kg N	6573	200	32831	23	610	94
Rejekti	35 tn / 60 kg N	5583	205	27281	23	607	89
Liete	35 tn / 60 kg N	5311	213	24906	24	616	89
0-ruutu	0	4376	239	18480	25	635	91

5.3.2 Rehuohran lannoituskoee kesällä 2017

Haapajärven ammattiopisto toteutti yhteistyössä Luonnonvarakeskusken Ruukin kanssa lannoituskokeen rehuohralla 'Brage' kesällä 2017. Koelohkona oli 1,31 ha Kankaan pihapelto.

Taulukko 20. Koeruujujen lannoitukset kesällä 2017.

Koeruujujen käsittely	Määrä	Suomen salpietari	Kokonaistyyppi kg N/ha
Lietelanta	35 tn/ha	0	60
Rejekti	35 tn/ha	0	60
Väkilannoite, Suomen salpietari	220 kg/ha	0	60
0-ruutu	Jätettiin lannoittamatta		
Lietelanta	35 tn/ha	150	100
Rejekti	35 tn/ha	150	100
Väkilannoite, Suomen salpietari	370 kg/ha	0	100

Lietelanta ja rejekti levitettiin hajalevityksenä ja mullattiin 7.6.2017. Koeruujujen (leveys 6 m) kylvöt tehtiin 8.6.2017. Siemenmäärä 'Brage' ohralle oli 210 kg/ha.



Kuva 72. Kuvassa vasemmalla koelohko heinäkuun lopulla ja oikealla syyskuun alussa. 0-ruutu erottuu heikompana. Lämpösusma jäi vajaaksi ja runsas jälki-idäntä piti kasvuston vihantana. (Kuva: Timo Seppälä)

Kasvukauden 2017 sääolot vaikuttivat ohralannoituskokeeseen niin että koepuinnit jätettiin toteuttamatta lokakuulla 2017. Kasvukauden sääolot, syksyn sateet ja vähäinen lämpösusma, sekä runsas jälkiversonta aiheuttivat kasvustolle poikkeamia.



Kuva 73. Ohrapelto lokakuun alussa 2017. (Kuva: Timo Seppälä)



6. VESIENSUOJELU

Suomessa vesistöjen ekologinen ja kemiallinen tila luokitellaan järville, joille ja rannikkovesille. Ekologisen tilan arvioinnissa pintavedet luokitellaan joko erinomaisiksi, hyväksi, tyydyttäväksi, välttäviksi tai huonoiksi. Ekologisen tilan luokittelussa huomioidaan biologiset laatutekijät. Biologisessa laadussa levien, kasvien ja eläinten tilaa verrataan oloihin, joihin ihmistoiminta ei ole havaitusti vaikuttanut. Arvioinnissa otetaan huomioon myös veden kemiallisia laatutekijöitä, kuten kokonaisravinnepitoisuus, happamuus ja näkösyvyys sekä hydromorfologisia tekijöitä kuten talvialenema ja vaellusesteet.

Tässä kappaleessa pohditaan maatalouden vaikutuksia vesistöihin, mahdollisuuksia vesien suojelun rahoitukseen ja veden laadun seurantaan peltotaloudessa. Lisäksi tutustumme Tarvaalan mallikosteikkoon ja vesien suojeluun Valkeisjärven kunnostuksen kautta. Lopuksi perehdytään salaojavesien laadun seurantaan jatkuvatoimisten mittalaitteiden avulla.

6.1 Maatalouden vaikutukset vesistöön ja ehkäisevät toimenpiteet

Piia Kekkonen, Savonia-ammattikorkeakoulu

Suuri osa maamme pintavesistä – 65 prosenttia joista, 85 prosenttia järvistä ja 25 prosenttia rannikkovesistä – on ekologiselta tilaltaan erinomaisia tai hyviä. Hyvää heikommassa tilassa on 35 prosenttia jokipituudesta, 15 prosenttia järvipinta-alasta ja 75 prosenttia rannikkovesien kokonaispinta-alasta. Vesistöjen ekologista tilaa heikentäviä haitallisia vaikutuksia ovat mm. rehevöityminen, orgaanisen aineksen aiheuttama hapen kuluminen, haitallisten aineiden aiheuttama pilaantuminen ja hydrologismorfologisten muutosten aiheuttama elinympäristön muuttuminen.



Kuva 74. Levähaitoista kärsivä vesistö. Vesistö on luokiteltu ekologiselta tilaltaan tyydyttäväksi. (Pohjois-Savon Ely-keskus 2017).



Kuva 75. Järvi, joka on luokiteltu ekologiselta tilaltaan erinomaiseksi–hyväksi (Pohjois-Savon Ely-keskus 2017).

Vesikasvillisuus ilmentää rehevöitymistä ja reheville järville tyypillisiä lajeja ovat leveäosmankäämi, vesirutto ja sarvikarvalehti. Rehevöityvillä vesistöillä ulpukka- ja lummekasvustot tihenevät, ja kasvien yksittäisten lehtien koko kasvaa. Lisäksi vesikasvillisuusvyöhykkeet siirtyvät matalampaan veteen. Haitallisimmat levien massaesiintymät ovat leväkukinat, sillä sinileivistä noin puolet on myrkyllisiä (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010).

Maataloutta pidetään yhtenä tärkeimmistä ihmistoimintojen ravinteiden huuhtoutumista aiheuttavista tekijöistä. Pellolta huuhtoutuu ravinteita ja kiintoaineita etenkin sade- ja sulamisvesien mukana. Lisäksi kotieläintuotannossa muun muassa karjasuojista, lantaloista ja jaloittelualueilta voi aiheutua valumia vesistöön. Erityisesti kotieläintuotannon alueellinen keskittyminen ja suurenevat yksiköt luovat haasteita lannan ravinteiden järkevälle käytölle. Tärkeimmät maataloudesta huuhtoutuvat ravinteet ovat typpi ja fosfori. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2017.)

Hyvä sato voi vaatia kasvinsuojelun, jotta ravinteet saadaan sidottua satoon. Suomessa Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes valvoo kasvinsuojeluaineiden vaikutuksia ja voimme käyttää vain tarkastettuja kasvinsuojeluaineita. Lisäksi kasvinsuojeluaineiden parissa työskentelevien ja tuotteita ostavien henkilöiden tulee suorittaa kasvinsuojeluainetutkinto. Kasvinsuojeluaineiden ympäristövaikutuksia tutkitaan ja niiden perusteella on esimerkiksi laadittu suojavyöhykkeet torjuntaa varten. Kasvinsuojeluainejäämistä ei ole muodostunut laajoja ongelmia Suomen vesistöille. Paikallisia haitta-aineiden pisteuormia kuitenkin löytyy (Suomen ympäristökeskus 2017a, 2017b).



Kuva 76. Separoidun naudan lietteen kuivajakeen levitystä. (Kuva: Johanna Virtanen)

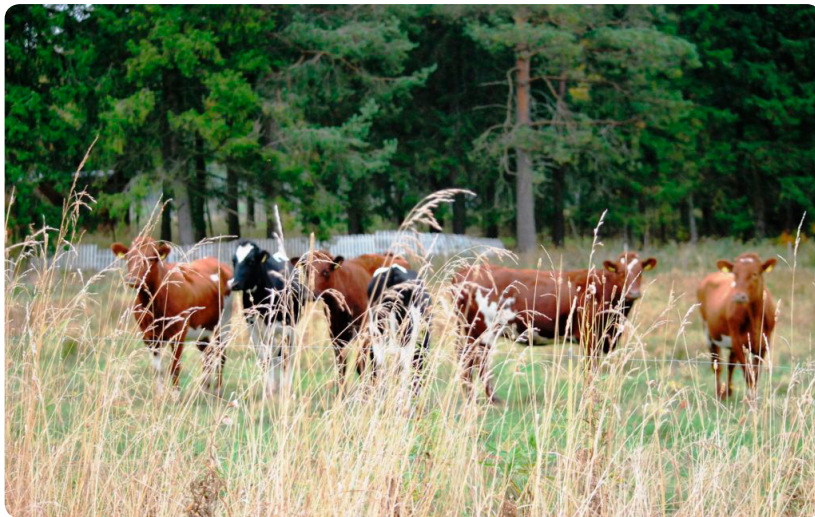
Karjanlannan levitystä säädetään muun muassa nitraattiasetuksella. Nitraattidirektiivin tavoitteena on estää vesistön pilaantuminen. Kuvassa 76 on separoidun karjanlannan levitystä Peltosalmen tilalla. Maatalouden vesiensuojelua on ohjattu muun muassa seuraavilla keinoilla:

- ympäristönsuojelulaki
- nitraattiasetus
- vesilaki
- lait ja asetukset mm. säädökset kasvinsuojelu- sekä muista haitallisista aineista

Euroopan unionin yhteinen maatalouspolitiikka säädöksineen ohjaa myös vesiensuojelua.

Tilakohtaisia vesiensuojelukeinoja pitäisi aina valita peltolohkokohtaisesti ja alueelliset olosuhteet ja riskit huomioiden. Peltoviljelyn ravinnekuormitusta voidaan vähentää mm. oikein mitoitettulla lannoituksella, eroosioherkkien peltojen talviaikaisella kasvipeitteisyydellä ja erilaisilla viljelytekniikoilla. Maatalouden ravinnekuormituksen ehkäisemiseen on ehdotettu seuraavia toimenpiteitä:

- Ravinnetaseiden seuraaminen
- Kasvipeitteisyys
- Lietelannan sijoittaminen/multaus, lannan prosessointi (separointi, biokaasutus)
- Kosteikot, suojavyöhykkeet
- Tilakohtainen neuvonta
- Kipsin levitys maatalousalueilla fosforin vähentämiseksi



Kuva 77. Tilakohtaisia vesiensuojelukeinoja kannattaa miettiä peltolohkokohtaisesti. Kuvassa rannalla laiduntavaa nuorkarjaa Peltosalmen tilalta. (Kuva: Johanna Virtanen)

Lähteet

- Pohjois-Savon Ely-keskus (2017). Sähköpostiviesti Veli-Matti Vallinkoski 22.3.2017
- Sarvilinna, A. & Sammalkorpi, Ilkka. (2010). Rehevöityneet järven kunnostus ja hoito. Ympäristöopas. Suomen ympäristökeskus. Haettu 22.3.2017 osoitteesta https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38819/YO_2010_Rehevoityneen_jarven_kunnostus_ja_hoito.pdf?sequence=1
- Savonia-ammattikorkeakoulu (2017). Rahaa ravinteiden kierrätykseen-seminaari. Haettu 23.2.2017 osoitteesta <http://ravinnerenki.savonia.fi/index.php/tapahtumat/rahaa-ravinteiden-kierratykseen-22-ja-23-2-2017>
- Suomen ympäristökeskus (2017a). Tuhansien vesien maa. Ympäristön tila – katsaus 1/2017. Haettu 23.3.2017 osoitteesta <http://hdl.handle.net/10138/177569>
- Suomen ympäristökeskus (2017b). Pintavesien ekologinen ja kemiallinen tila. Haettu 23.3.2017 osoitteesta http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pintavesien_tila

6.2 Tarvaalan mallikosteikko

Tarja Stenman, Jyväskylän ammattikorkeakoulu

Kosteikkojen perustaminen on maatalouden ympäristötukijärjestelmän mukainen keino vähentää maatalouden vesistökuormitusta. Kosteikko on vesistökuormituksen vähentämiseksi perustettu ojan, puron, joen tai muun vesistön osa ja sen ranta-alue, joka on suuren osan vuodesta veden peitossa ja pysyy kosteana myös muun ajan. Kosteikot pidättävät maa-alueilta valuvia ravinteita ja kiintoainesta. Kosteikot lisäävät myös luonnon monimuotoisuutta tarjoamalla elinympäristöjä kasveille ja eläimille. Sopiva kosteikon paikka on luontainen kostea alue pellolla, pellon reuna-alueella tai metsä- tai joutomaalla. Kosteikko voidaan perustaa patoamalla tai kaivamalla, jota ei suositella hienojakoisilla maalajeilla erityisesti silloin, kun valuma-alue on suuri ja virtaamat kovia. Kosteikon perustaminen vaatii huolellisen suunnittelun ja mitoituksen. (Hagelberg ym. 2012.)

Kosteikon perustamiseen on mahdollista hakea ei-tuotannollisten investointien korvausta paikallisesta ELY-keskuksesta. Hakijana voi olla aktiiviviljelijä, rekisteröity yhdistys tai vesioikeudellinen yhteisö. Korvausta voidaan myöntää enintään 11 669 €/ha. Jos kohde on kooltaan 0,3–0,5 ha, korvaus on enintään 3 225 €/kohde. Kosteikon yläpuolisella valuma-alueella tulee olla peltoa vähintään kymmenen prosenttia. Kosteikon pinta-alan tulee olla vähintään 0,5 prosenttia yläpuolisen valuma-alueen pinta-alasta, mutta vesiensuojelun tehon parantamiseksi kosteikon suositeltava koko tulisi olla vähintään yksi prosentti valuma-alueesta. Tukihakua varten tarvitaan liitteeksi suunnitelma kosteikon perustamisesta. (Maa-seutuvirasto 2016.)

Pohjoisen Keski-Suomen ammattiopiston opetusmaatilalle Saarijärvelle perustettiin kosteikko vuosina 2012–2013. Kosteikosta käytetään myös nimitystä Biotalouskampuksen mallikosteikko ja sitä hyödynnetään POKE:n ja JAMK:n opetuksessa sekä JAMK:n tutkimus- ja kehittämistoiminnan pilottikohteena. Kosteikko koostuu kahdesta erillisestä kosteikosta, joista eteläisen kosteikon valuma-alue on 139 ha ja kosteikon pinta-ala on 1,4 ha. Pohjoinen kosteikko on 1,34 ha ja sen valuma-alue on 29 ha. Biotalouskampuksen kosteikkoa sekä sen rakentamisvaiheita on esitelty julkaisussa ”Mallikosteikko: Tarvaalan mallikosteikon suunnittelu ja toteutus” (Lahtela 2013).



Kuva 78. Biotalouskampuksen mallikosteikko on kaksiosainen. (Kuva: Arto Ahonen)

Biotalouskampuksen mallikosteikon toimintaa seurataan vesinäytteiden ja automaattisen vedenlaadun mittauksen avulla. Kosteikon toiminta vaihtelee eri vuosina riippuen mm. sääoloista. Vuosina 2013–2014 eteläinen kosteikko pidätti kiintoainetta 28 prosenttia vuonna 2013 ja 69 prosenttia vuonna 2014. Fosforin poistumat kosteikolla olivat 10 prosenttia (2013) ja 55 prosenttia (2014). Typen poistuma kosteikolla oli negatiivinen vuonna 2013 ja 29 prosenttia vuonna 2014. (Koskiaho ym. 2015). Vuosina 2016–2017 RE-Maatila -hankkeessa seurattiin automaattimittauksen avulla pohjoiselle kosteikolle tulevan veden laatua. Mittausjaksot olivat 13.4.–13.10.2016 ja 7.4.–24.10.2017. Automaattimittaus suoritettiin optisella scan-anturilla, jonka mittausparametrit ovat: sameus, liukoinen orgaaninen hiili (DOC), nitraattityppi (NO₃N) ja lämpötila.

Kosteikko toimii myös tutkimus- ja kehittämistoiminnan pilotti-kohteena, jossa testataan uusia menetelmiä vesienpuhdistukseen sekä ravinteiden kierrätykseen. Pohjoisella kosteikolla testattiin myös jatkuvatoimista leväpitoisuuden mittausta klorofyllin ja fykosityniinin fluoresenssin avulla 19.5.–29.8.2016 (Siimekselä 2016). Tulevaisuudessa mallikosteikon toimintaa on tarkoitus laajentaa osaksi ravinteiden hallinnan oppimisympäristöä, jossa on mukana myös kosteikon yläpuolinen peltoalue ja sen viljelytoimenpiteiden seuranta ja mittaaminen. Kampusalueella sijaitsevalla sääasemalla saadaan tarkkaa tietoa vallitsevista sääoloista ja niiden vaikutuksesta ravinteiden hallintaan. Lisäksi drone-kuvaukset voivat tulevaisuudessa tarjota uusia mahdollisuuksia ravinteiden parempaan hallintaan ja viljelytoimenpiteiden suunnitteluun.



Kuva 79. Tiina Siimekselä ottamassa vesinäytettä Biotalouskampuksen mallikosteikolta elokuussa 2016. (Kuva: Tarja Stenman)

Lähteet

- Hagelberg, E., Karhunen, A., Kulmala, A., Larsson, R. & Lundström, E. (2012). *Käytännön kosteikkosuunnittelu*. TEHO -hankkeen julkaisuja 1/2012.
- Koskiaho, J., Siimekselä, T. & Puustinen, M. (2015). Maatalouden vesiensuojelukosteikkojen tehokkuusseuranta automaattilaitteistojen avulla. *Vesitalous* 4/2015. Haettu 27.11.2018 osoitteesta https://www.vesitalous.fi/wp-content/uploads/2015/09/VT1504_lowres.pdf
- Lahtela, S. (2013). *Mallikosteikko – Tarvaalan mallikosteikon suunnittelu ja toteutus*. Jyväskylän ammattikorkeakoulu 148. Haettu 27.11.2018 osoitteesta <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-830-266-0>
- Maaseutuvirasto (2016). Ei-tuotannolliset investoinnit täydentävät ympäristökorvausta. Haettu 25.6.2016 osoitteesta <http://www.mavi.fi/fi/tuet-ja-palvelut/viljelijä/ei-tuotannolliset-investoinnit/Sivut/default.aspx>
- Siimekselä, T. (2017). *Jatkuvatoiminen leväpitoisuuden mittaus kosteikkovedestä*. Ylempi AMK-opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Haettu 27.11.2018 osoitteesta <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2017060212037>

6.3 Valkeisenjärven kunnostus

Piia Kekkonen, Savonia-ammattikorkeakoulu

Kuopion Maaningan Kinnulanlahden ja Käärmelahden Valkeisenjärven kunnostushanke on saanut rahoitusta vuosille 2016–2018 Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselta ja talkootyörahaa vuodelle 2016 Kuopion kaupungilta. Valkeinen kuuluu Natura 2000 -verkostoon monipuolisen vesikasvillisuuden perusteella ja Valkeinen on pohjavesivaikutteinen ja monimuotoinen lintuvesi. Kimmokkeena järven kunnostamiseksi olivat havaittavat muutokset järven kunnossa. Vuonna 2014 särkikalojen määrä kasvoi voimakkaasti ja asukkaat havaitsivat, että vesistö alkoi kärsiä hapen puutteesta. Lisäksi vesikasvillisuus lisääntyi ja vedestä löytyi kelluslehtisiä entistä enemmän heinä–elokuussa. Järven kunnostamiseksi oli tehtävä jotain.

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus ilmoitti lehti-ilmoituksessa, että on haettavissa vesistön kunnostushankkeisiin harkinnan varaista avustusta vesien suojeluun. Lehti-ilmoituksen perusteella Tavinsalmen kalastusalue päätti hakea Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselta avustusta järven kunnostushankkeen aloittamiseen. Ohessa kerrotaan lyhyesti Valkeisenjärven kunnostushankkeen etenemisestä. Lisäksi ohessa on kirjattu hankkeen aikana havaittuja kokemuksia ja vinkkejä hankkeen toteuttamiseen. Hankkeen vaiheista kertoi kunnostushankkeen vastuuhenkilö Ari Poutiainen (18.3.2017).



Kuva 80. Kuvassa merkittynä keltaisilla viivoilla vesistön ongelmakohtia. Vesikasvillisuus muun muassa estää veden virtausta ja kasvimassaa suunniteltiin poistettavaksi vesistöstä (Poutiainen 2017).

6.3.1 Hankeprosessin vaiheet

1) Hankesuunnitelman laadinta käynnistettiin (hankekuvaus ja vastikkeettomien töiden arviointi): Hankkeen toteuttaminen vaatii pitkän tähtäimen suunnittelua ja sitoutumista, joten on tärkeää miettiä mihin ihmiset ovat valmiita sitoutumaan.

2) Osakaskuntien ja maanomistajien suostumukset toimenpiteille: Tehtiin sopimus ja sovittiin kenen mailla toimenpiteitä tehdään. Asian esittelyyn ja suunnitteluun kannattaa varata riittävästi aikaa, sillä on tärkeää, että saadaan hyvä talkoohenkilöstö ja -henki.

3) Hakemusten tekeminen: Hakemukset vesistöjen tilaa ja käyttöä parantaviin hankkeisiin valtiolta ja talkooraha-anomus Kuopion kaupungilta.

4) Myönteiset päätökset hakemuksista: Avustusten saamisen perusteluina oli muun muassa vesistön ja muiden pintavesien hyvän tilan edistäminen ja ylläpitäminen sekä kalan kulun ja kalakantojen luontaisen lisääntymisen edistäminen. Hankkeen avulla parannetaan luonnon monimuotoisuutta.

5) Urakkatarjouskyselyt, urakoitsijoiden valinta ja urakkasopimukset: Hankkeessa käytettävät urakoitsijat kilpailutetaan, jotta hankkeelle saadaan mahdollisimman sopivat työntekijät.

6) Talviniittotalkoot: Niitto tehtiin talkoovoimin siten, että niiton jälkeen ruokomassa haravoitiin aumoiksi ja poltettiin. Lupa ruokomassan polttamiseen on kysyttävä viranomaisilta.



Kuva 81. Ruokojen poistaminen järven jäältä. Massa poltettiin niiton jälkeen (Poutiainen 2017).

7) Puhdistuskalastus: Särkikaloja pyydystettiin ja petokalat vapautettiin takaisin vesistöön. Särkikaloja pyydystettiin talkootyöllä. Talkootyöt kannattaa kirjata heti töiden päättyessä.

8) Vesikasvillisuuden niitto: Toteutettiin vesikasvillisuuden kesäniitto, kuljetukset ja loppusijoituspaikat Luonnonvarakeskukselle Maaninkaam. Kesäniitto tehtiin niittokoneella. Kesäniitolla poistettiin kelluslehtisiä ja ruovikkoja. Biomassa vietiin Maaningan Luonnonvarakeskuksen biokaasulaitokselle kuorma-autolla sekä traktorin perävaunulla. Biokaasulaitos käsittelee toimitetun biomassan bioenergiaksi.

9) Avustuksen maksatukset ja valvonta: Maksatuksen hoitaa tukipäätöksessä mainittu viranomaisen hankkeen edistymisen ja asiakkaan tekemien tilitysten perusteella. Työvaiheiden alkaessa ja niiden jälkeen tehdään työkohteille katselmoinnit POSELY-keskuksen ja Kuopion kaupungin määräämien valvojien toimesta.



Kuva 82. Särkikalavaltainen kalasto on merkki rehevöityneestä järvestä. Särkikaloja kalastettiin rysillä talkootyönä ja kalastusvuorot jaettiin viikko-
vuoroihin talkoohenkilöstön kanssa (Poutiainen 2017).



Kuva 83. Vesistön vesikasvillisuutta niitettiin 4,2 hehtaarin alalta kesällä niittokoneella ja biomassa kuljetettiin Luonnonvarakeskukselle biokaasulaitokselle (Poutiainen 2017).

10) Vesistön, kala- ja lintukantojen ja järvikasvien tilojen seuraaminen: Vesistöön on lisätty siikoja, eli petokaloja, ja vesistön tilaa seurataan jatkuvasti. Samalla hankkeeseen osallistuneiden ympäristötietoisuus lisääntyy. Vesistön tilaa seurataan hankkeen aikana jatkuvasti ja esimerkiksi syksyllä 2016 kahdelta mittauspaikalta mitattiin vesistön tila. Ohessa ote Savo-Karjalan Ympäristötutkimuksen määrittämistä arviosta:

”Happitilanne oli molemmilla paikoilla heikko. Pohjanläheinen vesikerros oli hapeton ja voimakasta hapen kulumista esiintyi jo välivedessä. Pinnassa happea riitti hyvin. Heikentynyt happitilanne aiheutti molemmilla paikoilla sisäistä kuormitusta, joka kohotti pohjanläheisen vesikerroksen rauta-, mangaani- sekä typpipitoisuuksia. Paikat luokittoivat kokonaisfosforipitoisuuden perusteella lievästi reheviksi. Levätuotanto Valkeinen jär-
vessä oli voimakasta ja Mustalahdessa melko voimakasta. Mustalahden pälllys- ja alusvedestä mitatut bakteeripitoisuudet olivat alhaisia.”



Kuva 84. Vesistön kunnostus. Kuvan niittokone on varustettu vaihdettavalla haravalaitteella, jolla biomassat rantautetaan läjitysaiikka-alueille. Biomassan vähenemisen voi nähdä veden virtausten lisääntymisenä, pintaveden kirkastumisena ja järven näkösyvyshavaintojen kasvuna. (Valkeisenjärven kunnostushanke.)

Valkeisenjärvellä, Kuopiossa pidettiin Ruovikot Ruotuun tapahtuma 18.7.2017. Tapahtuman aikana käytiin läpi Kuopion Maaningan Kinnulanlahden ja Käärnelahden Valkeisenjärven kunnostushankkeen kulkua sekä pohdittiin vesiensuojeluun liittyviä asioita. Valkeisjärven kunnostushanke on saanut rahoitusta vuosille 2016–2017 Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselta (POSELY-keskus) ja talkootyörahaa vuodelle 2016–2017 Kuopion kaupungilta. Tapahtuma järjestettiin Savonia ammattikorkeakoulun RavinneRenki-hankkeen ja Tavinsalmen kalastusalueen osakaskuntien yhteistyönä.

Ari Poutiainen toimii Valkeisenjärven kunnostushankkeen vastuuhenkilönä ja hän kertoi tapahtumassa hankkeen eri vaiheista:

”Vesiensuojeluhankkeen on mahdollistanut hankerahoitukset, vapaaehtoiset talkootyöntekijät sekä yhteistyö urakoitsijoiden kanssa. Hankkeen suunnitelmallisuus ja töiden organisointi ovat tärkeitä, jotta työt sujuvat ja hankkeen tavoitteet saadaan täytettyä.

Kesän 2017 aikana on tehty tehokalastusta sekä rantoja on ylläpidonniitetty kasvibiomassasta. Niitoilla veden virtausta on saatu lisättyä ja tänä kesänä niittoa tehdään 3 hehtaarin alueelta. Biomassa kootaan vedestä ja rantautetaan rannalle niiton jälkeen. Järvestä saatua biomassaa ja kaloja on käytetty muun muassa maanparannusaineena. Käsittelyjäännöstä on tehty muun muassa karjanlannasta ja kalasta ja sitä voidaan levittää pelloille. Kokemukset käsittelyjäännöksen hyödyntämisestä osana maanparannusainetta ovat olleet hyviä. Tehokalastuksesta saatua kalaa on käytetty lisäksi kotitarvekäytössä, nuorten biologian perusopetusopeutuksessa, korkeakoulun tutkimuskäytössä, koirien lisäruokana ja virallisilla pienpetojen haaskoilla. Kalalannoitetut perunat ovat olleet rutottomia ja porkkanat kasvaneet suuriksi. Makuhaittoja ei ole esiintynyt juureksissa. Särkivaltainen kalakanta on alkanut muuttua ja järvessä on tavattu jo enemmän muun muassa ahvenia. Tehokalastus sekä petokalojen istutus näyttäisi vaikuttavan särkivaltaiseen kalakantaan.”

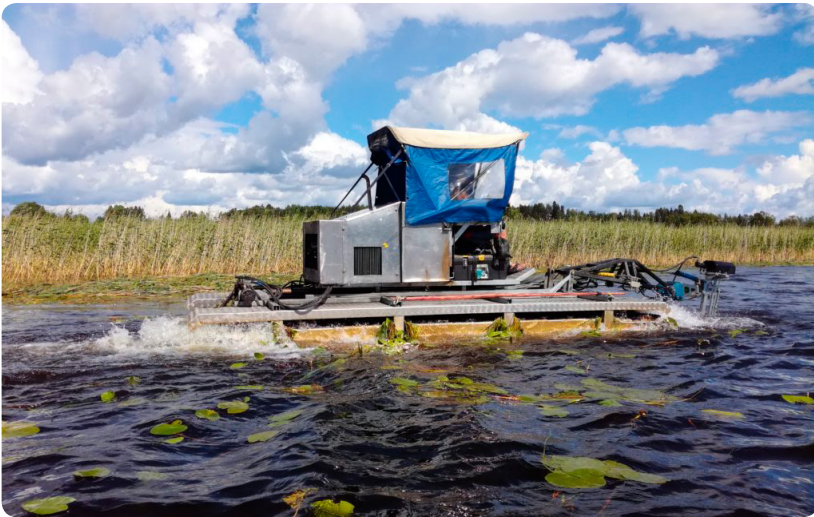
Syksyllä tehdään Lamposaaren väylällä pienimuotoinen alle 500 kiintokuutiometrin ruoppaus veden virtauksen lisäämiseksi. Siltasalmen ja Petäjäsaaren väylillä tehdään vesikasvillisuuden juuriston haraukset. Harauksella on pitkäaikainen vaikutus virtauspaikkojen umpeen kasvun estämiseksi. Hanketyö Valkeisenjärvellä jatkuu ainakin vuoden 2018 asti. Kalastus jatkuu vuoden 2018 jälkeen hoitokalastuksena.



Kuva 85. Valkeisenjärvellä osa vesistöstä on matalaa, mikä lisää vesistön riskiä rehevöityä.
(Kuva: Piia Kekkonen)



Kuva 86. Jani Paukkonen ja Miisa Tavaststjerna keräsivät näytteitä vesikasvillisuudesta. Näytteillä tutkitaan järvikasvillisuuden biokaasupotentiaalia. (Kuva: Piia Kekkonen)



Kuva 87. Vesikasvibiomassan niittoa. Niitolla saadaan poistettua biomassaa järvestä ja samalla maisema avartuu. (Kuva: Piia Kekkonen)

Lähteet

Poutiainen, A. (2017). Haastattelu Ari Poutiainen 18.7.2017.

Savonia-ammattikorkeakoulu RavinneRenki -hanke ja Tavinsalmen kalastusalueen osakaskunnat. (2017). Ruovikot Ruotuun tapahtuma Valkeisenjärvellä Kuopiossa 18.7.2017.

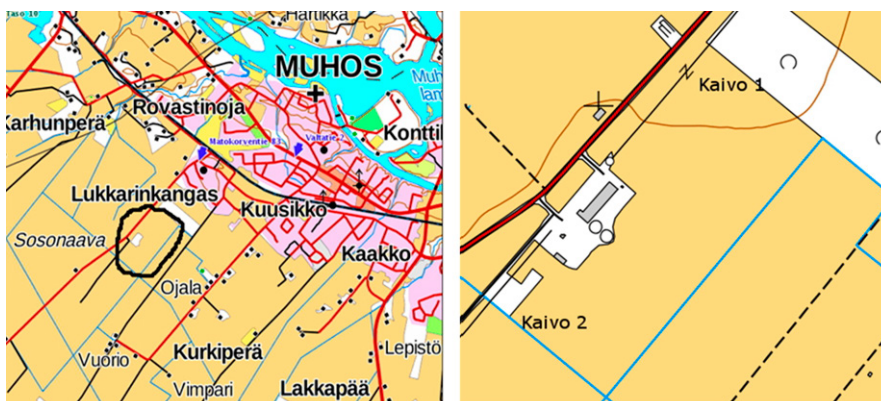
Valkeisenjärven kunnostushanke (2017). Ari Poutiainen sähköpostiviesti tekijälle 18.7.2017.

6.4 Salaojavesien veden laadun seuranta vuonna 2016

Kaija Karhunen, Joni Kosamo ja Ronja Kuorikoski, Oulun ammattikorkeakoulu

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää säätösalaojakaivoihin asennettujen jatkuvatoimisten mittalaitteiden soveltuvuus veden laadun muutosten seuraamiseen säätösalaojitetulla peltolohkolla. Mitattavat parametrit olivat veden pH, lämpötila, johtokyky, kiintoaine, sameus sekä nitraatti- ja ammoniumtyppi. Pääasiallinen mittausjakso oli 16.6.–31.9.2016.

Mittauslaitteet sijoitettiin kahteen säätösalaojakaivoon Oulun seudun ammattiopiston (OSAO) Muhoksen yksikön opetusmaatilalla. ”Pohjoinen kaivo” (kaivo1) kokoa 10,56 ha:n lohkolta tulevat valumavedet ja ”Eteläinen kaivo” (kaivo 2) kokoa 8,93 ha:n lohkolta tulevat valumavedet. Koko alueelle on asennettu säätösalaojitus syksyllä 2015 (kartta 4). Viljelykasveina alueella olivat ohra (kaivon 1 ympäristö) ja laidun (kaivon 2 ympäristö). Maalaji koko alueella on KHT.



Kartta 4. Tutkimuslohkojen ja säätösalaojakaivojen sijainti OSAO:n Muhoksen yksikön peltolohkoilla (Maanmittauslaitos 2017).

6.4.1 Automaattisten vedenlaadun mittausjärjestelmien kokoonpanot

Kohteessa on käytetty kahta automaattista vedenlaadun mittausjärjestelmää. OAMK2-mittausjärjestelmä (= eteläinen kaivo, kaivo 2) koostuu anturimoduulista, neljästä anturista, kahdesta akusta, dataloggerista, regulaattorista ja aurinkopaneelista (kuva 88). Automaattisen vedenlaadun mittausjärjestelmän mittaamat parametrit eteläisellä kaivolla ovat veden pH, lämpötila, sähkönjohtavuus eli johtokyky, sameus sekä kiintoaine.



Kuva 88. Eteläisen kaivon mittausanturit. (Kuva: Kaija Karhunen)

OAMK (”labrakäytössä”) -mittausjärjestelmä (pohjoinen kaivo, kuva 89) koostuu anturimoduulista, neljästä anturista, kahdesta akusta, dataloggerista ja aurinkopaneelista (kuva 89 ja 90). Automaattisen vedenlaadun mittausjärjestelmän mittaamat parametrit pohjoisella kaivolla ovat veden pH, lämpötila, johtokyky, sameus ja ammonium- ja nitraattityppi (samassa anturissa molemmat).

Anturimoduulin, näyttömoduulin ja anturit on valmistanut Hach Lange ja toimittanut Hyxo Oy. Dataloggerin, suojakotelot, datapalvelun sekä virtalähteet on toimittanut EHP-tekniikka Ltd.



Kuva 89. Mittausantureiden asennus pohjoiseen kaivoon kesäkuussa 2016. (Kuva: Kaija Karhunen)



Kuva 90. Pohjoisen kaivon mittausjärjestelmä. (Kuva: Kaija Karhunen)

EHP-tekniikka Ltd:n tuottaman datapalvelun kautta voidaan seurata mitaustuloksia esimerkiksi päivittäin tai viikoittain. Palvelusta näkee myös akkujen virtamäärät. Jos akkujen virtamäärät menevät liian alas (alle 12 V), palvelusta tulee hälytys puhelimeen tai sähköpostiin, jolloin asia pysytään korjaamaan. Palvelun kautta voidaan myös muokata mittaustiheyttä. Lisäksi datapalvelussa voidaan syöttää raja-arvot tuloksille.

6.4.2 Vesinäytteiden otto ja laboratorioanalyysit

Huoltokäyntien yhteydessä otettiin kaivoista manuaalisesti vertailunäytteet, jotka analysoitiin OSAO:n Muhoksen yksikön tiloissa Oulun ammattikorkeakoulun (Oamk) kemian laboratorioden laitteilla. Mittausjakson aikana muutaman viikon välein tehtyjä analyysejä olivat pH:n ja johtokyvyn sekä sameuden mittaaminen vesinäytteestä. Näytteet otettiin pestyihin muovipulloihin ja analysoitiin mahdollisimman pian.

Suorittamalla laboratoriomittauksia voitiin seurata automaattisten antureiden tulosten oikeellisuutta. Oamkin laboratorion tuloksia verrattiin Ahmat ympäristö Oy:n ympäristölaboratorion tuloksiin mittausjakson alussa ja lopussa. Lisäksi 19.9.2016 otetuista näytteistä analysoitiin Oamkin kemian laboratorioissa ammonium- ja nitraattityppi opiskelijoiden kemiin kurssilla.

6.4.3 Automaattisen vedenlaadun mittausjärjestelmän anturien huolto

Mittausjärjestelmän automaattiantureiden huolto suoritettiin keskimäärin pari kertaa kuukaudessa mittausjakson aikana. Käytännön huoltotoimenpiteisiin kuuluivat antureiden puhdistus, niiden toiminnan tarkkailu

näyttömoduulin kautta, sekä mahdollinen kalibrointi. Pohjoisen kaivon antureista vain pH- ja johtokykyanturia sekä sameusanturia pystyttiin huoltamaan, mutta ammonium- ja nitraattityypiananturia ei huollettu kertaakaan kesän aikana. Huolto päätettiin olla tekemättä laitevalmistajan anturin toimintaperiaatteen vuoksi, koska valmistajan ja EHP Ltd:n käyttökokeusten perusteella anturi ei tarvitse juurikaan huoltoa mittauksien aikana.

Antureiden puhdistus suoritettiin nostamalla ne ensin vedestä ylös, minkä jälkeen niiden mittauspääät puhdistettiin kevyesti pehmeällä siveltimellä ja laimennetulla kloriitilla. Antureiden varret pyyhittiin pehmeällä liinalla. Huoltoväli oli hieman liian pitkä kohteessa ja osa antureista pääsi likaantumaan liian paljon, jolloin tuloksissa oli havaittavissa selkeästi ”ryömintää”. Lisäksi havaittiin varsinkin sameus- ja kiintoaineantureissa mittaustulosten menevän useinkin maksimitasolle, jolloin laite ei mittaa luotettavasti tuloksia.

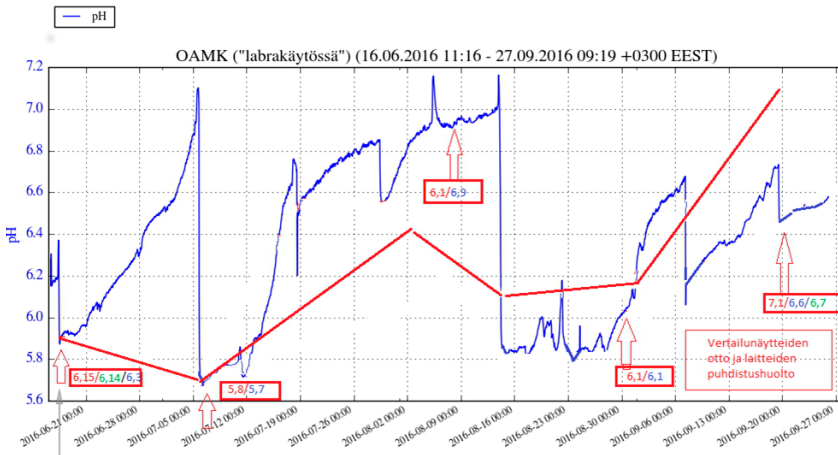
6.4.4 Esimerkkejä tuloksista ja niiden tarkastelua

Veden laadun mittaustuloksia saatiin mittausjakson aikana kesällä 2016 jatkuvatoimisilla automaattisilla vedenlaadun mittauslaitteistoilla sekä laboratorioanalyysillä. Tuloksista on piirretty seuranta-jakson ajalta 16.6.–31.9. kuviot graafeina, joissa näkyy sinisellä mittausaseman antama tulos. Punaisella merkitty tulos vastaa laboratorioanalyysien tulosta. Joissakin kuvioissa punainen viiva on vedetty mittausajankohdasta toiseen osoittamaan trendin kehitystä. Lisäksi kuvaajissa on punaiseen laatikkoon merkitty sinisellä mittausaseman tulos, vihreällä Ahmat Ympäristö Oy:n tulos sekä Oamkin laboratorion tulos punaisella. Taulukon yläreunassa lukee, joko Oamk (”labrakäytössä”) -merkintä, mikä tarkoittaa pohjoista kaivoa (kaivo 1) ja merkintä OAMK2 tarkoittaa eteläistä kaivoa (kaivo 2).

Vertailumittauksia ja puhdistuksia tehtiin seuraavissa ajankohdissa: 6.7., 29.7., 16.–17.8., 23.–24.8., 7.9. sekä 19.9.2016. Kuvaajissa nämä ajankohdat on merkitty punaisin nuolin ja tulokset niiden vieressä punaisella kehyksellä olevassa laatikossa. Antureiden tulos on kyseisen päivän keskiarvotulos (poikkeamat huomioitu ja tarvittaessa poistettu).

Esimerkkeinä tulosten graafisista esityksistä seuraavassa on veden pH-arvon sekä ammonium- ja nitraattityypen -mittaustulokset pohjoisella kaivolla. Kaikki mittaustulokset ja niiden tarkastelu julkaistaan myöhemmin.

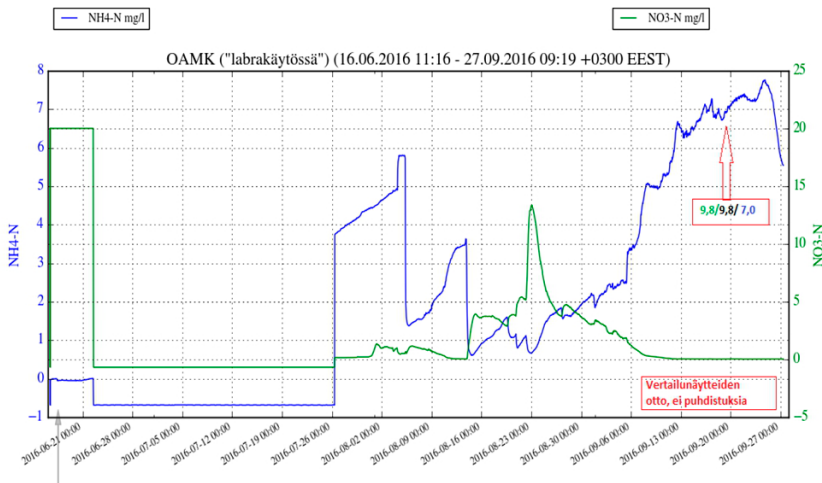
Kuvassa 91 nähdään huoltopuhdistusten jälkeen pH-tulosten tason muuttuvan kahdessa ensimmäisessä ja kahdessa viimeisessä puhdistushuoltokohdassa, mutta keskivälissä mittausjaksoa ei tätä havaita. Tulokset ovat kaikilta osin hyviä anturin tulosten osalta. Keskivälillä mittausjaksoa mittaustuloksissa on iso ero. Eroa ei ole vertailumittaustuloksissa eikä antureiden tuloksissa juurikaan vertailumittauksiin nähden.



Kuva 91. pH-tulokset pohjoiselta kaivolta.

Ammoniumtypen osalta vertailumittaukset ovat keskenään lähes samoja (kuva 92). Ahmat ympäristö Oy:n kokonaistyyppitulos on sama kuin ammoniumin, jolloin voidaan päätellä, että vedessä ei ole juurikaan nitraattia eli ollaan lähellä nollatasoa, niin kuin graafista nähdään. Anturin tulos hieman poikkeaa, mutta ei paljon. Yhden vertailumittauksen perusteella ei voi vahvistaa automaattimittauksen toimivuutta.

Anturi on aloittanut mittaukset vasta 26.7.2016 ja anturin mittapää oli uusi, vasta hankittu. EHP ja laitevalmistaja ohjeistivat, että anturi on huoltovapaa ja toimii pitkänkin ajan ilman puhdistustarpeita. Lisäksi anturi olisi ollut hankala irrottaa kaivon seinämästä. Siksi anturia ei huoltopuhdistettu kertaakaan kesän aikana.



Kuva 92. Ammonium- ja nitraattitypen tulokset pohjoiselta kaivolta.

6.4.5 Johtopäätökset

Automaattisten vedenlaadun mittausjärjestelmien toimintakuntoa seurattiin kesällä 2016 OSAO:n Muhoksen yksikön opetusmaatilalla. Lisäksi toteutettiin säätösalaajakaivoissa olevien mittausantureiden huoltotoimenpiteitä ja vertailumittauksia analysoimalla vesinäytteitä laboratoriossa. Mittausjaksolla saatiin runsaasti kokemusta jatkuvatoimisen mittausjärjestelmän toimintaan vaikuttavista tekijöistä, mittaustiedon käsittelystä sekä huoltoja seurantarapeista uudessa, vaativassa kohteessa.

Tuloksissa havaittiin paljon poikkeavuuksia vertailumittauksiin nähden ja selvää ”ryömintää” sekä joidenkin mittausten osalta soveltumattomuutta kohteeseen.

Ammonium- ja nitraattityypianturi saatiin toimintaan mittausjakson puolivälissä. Tuolta ajalta tehtiin vain yksi vertailumittaus ja sen tulos ammoniumin osalta oli hyvä. Nitraattitypen osaltakin tulos vaikutti olevan sitä, mitä voitiin vertailumittauksesta päätellä. Vertailumittausten vähäisyyden vuoksi ei voida olla kuitenkaan täysin varmoja anturin mittausjakson tuloksista. Vaikuttaa siltä, että mittari ei juurikaan tarvitse puhdistushuoltoa ja se saattaisi toimia hyvin tässä kohteessa.

pH-tuloksissa on havaittavissa selvää ”ryömintää” puhdistuskertojen välissä. Ryömintä alkaa välittömästi ja noin kahden viikonkin puhdistusväli on liian pitkä. Lyhyemmällä puhdistusvälillä ryömintää voitaisiin hallita paremmin. Tulokset olivat molemmissa kaivoissa pH:n osalta kuitenkin kohdullisella tasolla vertailumittauksiin nähden, joitakin lyhyitä ajankohtia lukuun ottamatta.

Johtokykytulokset vaihtelivat vertailumittauksiin nähden välillä huomattavastikin. Tulokset eivät ole tarkkoja oikeastaan missään kohdassa mittausjaksoa paitsi eteläisen kaivon mittausjakson aloituspäivänä. Jokin tekijä tai tekijät ilmeisesti häiritsevät johtokykymittausta huomattavasti kaivossa. Voisiko johtokykymittauksia häiritä esimerkiksi kaivon pieni koko ja toisten antureiden läheisyys?

Sameuden ja kiintoaineen osalta vaikuttaa siltä, että kohteessa on häiriötekijöitä, jotka vaikuttavat paljon antureiden toimintaan. Puhdistustiheyden lisääminenäkään ei selittänyt tulosten poikkeavuutta. Tulokset eivät vertailumittausten ja havaintojen perusteella olleet luotettavia. Sameuden ja kiintoaineen osalta antureiden mittaustekniikka perustuu erilaiseen menetelmään kuin laboratoriossa käytetyt vertailumenetelmät (viralliset referenssimenetelmät). Tämä tuo omat haasteensa tulosten oikeellisuuden tulkintaan.

Mittausanturit olivat säätösalaajakaivoissa, jotka oli rakennettu edellisellä syksynä. Kaivojen vedenpinnan säätely aiheutti opetusmaatilalle uusia haasteita, koska säätösalaajitus ja säätökaivot olivat siis toiminnassa vasta ensimmäistä kesää. Vedenpinnan korkeuden vaihtelut sekä maaperän ja veden huomattava rautapitoisuus saattoivat osaltaan häiritä mittausantureiden toimintaa. Monista haasteista huolimatta automaattisella mittaustoiminnalla on mahdollista saada käyttökelpoista tietoa veden laadusta ja siinä tapahtuvista muutoksista, ja siten mittaustoiminnan kehittämistä kannattaa jatkaa.

6.5 Salaojavesien veden laadun seuranta vuonna 2017

Mittauksia jatkettiin samoissa salaojakaivossa kuin kesällä 2016. Viljelykasveina alueella olivat vuonna 2017 laidun (pohjoisen kaivon ympäristö) ja kaura (eteläisen kaivon ympäristö). Valuma-alueiden pinta-alat ovat: Pohjoiseen kaivoon tulevat vedet lohkolta Korpi 4A eli 10,63 ha (vuonna 2017 s-rehu ja laidun) ja eteläiseen kaivoon lohkolta Korpi 4B eli 8,93 ha (vuonna 2017 kaura). Tämän perusteella voitiin määrittää valunnat kaivon 1 ja 2 osalta.

Vuonna 2017 mitattavia parametreja olivat veden pH, johtokyky, happipitoisuus, ammonium- ja nitraattityppi, sameus, virtaama ja valunta. Virtaaman mittauskaivot asennettiin salaojakaivojen viereen. Mittausjakso vuonna 2017 alkoi 1.6. ja päättyi 27.11. Mittausantureita tarkastettiin ja puhdistettiin kahden viikon välein. Salaojakaivoista otettiin vesinäytteet 31.5.2017 ja 5.10.2017 ja ne analysoitiin Ahma ympäristö Oy:ssä. Alla olevaan taulukkoon on koottu analyysitulokset vuodelta 2016 ja 2017.

Taulukko 21. Salaojakaivoista otetuista vesinäytteistä määritetyt analyysitulokset 2016 ja 2017.

Paikka ja pvm	pH	Sähkön - johtavuus		Kiintoaine GF/C	Sameus	Typpi	Typpi liuk.	Fosfori, liuk.	Rauta
		mS/m	µS/cm	mg/l	FTU	mg/l	mg/l	µg/l	mg/l
Pohjoinen kaivo									
16.6.2016	6,14	72		71	65	8,9	8,4	370	
19.9.2016	6,68	73		19	42	9,8	9,8	110	22,3
31.5.2017	6,3	58		4	8	8,8	8,9	120	9,46
5.10.2017	6,5		580	16	34	6,5	6,4	56	8,65
Eteläinen kaivo									
16.6.2016	6,38	110		170	130	24	23	200	
19.9.2016	6,74	92		130	560	20	18	230	99,6
31.5.2017	6,3	59		4,7	27	11	11	350	30,2
5.10.2017	6,7		540	39	100	8,5	8,4	220	32,6

6.5.1 Analyysitulokset

Eteläisestä kaivosta otetuissa näytteissä ovat kiintoaine, sameus, typpi, fosfori ja rauta selvästi korkeammalla tasolla kuin pohjoisen kaivon näytteissä. Syytä tähän on vaikeaa löytää, sillä alueet ovat maalajiltaan ja fosforiarvoiltaan hyvin tasalaatuisia. Viljelykierto ja lannoitus ovat lohkoilla myös hyvin samantapaisia. Lohkoilla on viljelty viljaa tai ne ovat olleet laitumina. Vesinäytteiden korkea rautapitoisuus kertoo maaperän korkeasta rautapitoisuudesta, mikä on yleinen ilmiö Pohjois-Pohjanmaan rannikko-seuduilla. Rautapitoisuuksien osalta korkeimmat pitoisuudet molemmilla kaivoilla olivat syksyllä 2016.



Kuva 93. Vasen kuva: Pohjoisen kaivon mittauslaitteisto. Oikea kuva: Eteläisen kaivon mittauslaitteisto ja säähavaintoasema. (Kuva: Kaija Karhunen)



Kuva 94. Vasen kuva: Raudan värjäämät pohjoisen kaivon mittausanturit marraskuussa 2017. Oikea kuva: Eteläisen kaivon vesinäyte lokakuussa 2017. (Kuva: Kaija Karhunen)

6.5.2 Veden ammonium- ja nitraattitypen mittauksissa käytetty anturi

Ioniselektiivisissä elektrodeissa käytetään erikoiskalvoa, johon vain tiettytyyppinen ioni voi kiinnittyä. Tämän seurauksena kalvon pinnalle muodostuu ionispesifinen jännite. Jännite-eron mittaamista varten tarvitaan referenssijärjestelmä, johon mitattava näyte ei vaikuta.

CARTICALTM-tekniikka vähentää ristiherkkyyttä kalibroimalla yksittäiset elektrodit ja mitta-elektrodit yhdessä kompensatioelektrodien ja referenssin kanssa. Tämä tehdään jo tehtaalla. Referenssijärjestelmä on suunniteltu differentiaalista PHD-tekniikkaa hyödyntäväksi, ja siksi se on erityisen vakaa, mitä tulee siirtymään ja kontaminaatioon.

AN-ISE sc -anturissa käytetään ioniselektiivistä elektrodia ammonium- (NH_4^+) ja nitraatti-ionien (NO_3^-) mittaamiseen jätevesinäytteistä.

Kaliumin (ammoniumia mitattaessa), kloridin (nitraattia mitattaessa) ja lämpötilan aiheuttamat häiriöt kompensoidaan soveltuvilla kiinteillä elektrodeilla. (Hach Lange, Käyttöopas, DOC023.63.90137, AN-ISE sc -anturi, 10/2012, painos 4A). Toisen kaivon anturit on hankittu 2017 ja toisen kaivon anturit hankittu 2013 ja otettu käyttöön 2016 (ioniselektiivinen pää on uusittu).

6.5.3 Veden liuennan happipitoisuuden mittauksissa käytetty anturi

LDO sc on optinen luminesenssi happianturi liuennan hapen mittaukseen. Anturi on yhdistetty mitta-asemaan. Anturi on hankittu 2017. Liuennan hapen luminesenssimittaus perustuu optiseen tekniikkaan ja siinä mitataan valonsäteen kulku-aikaa valonlähteestä luminesenssikalvolle ja takaisin. Valonsäteen matkaan käyttämä aika riippuu mitattavan nesteen liuennan hapen määrästä. Optinen mittaus eliminoi kaikkien ulkoisten häiriötekijöiden vaikutuksen mittaukseen, joten se toimii luotettavammin kuin elektrokemialliset mittaukset. (Hyxo 2017).



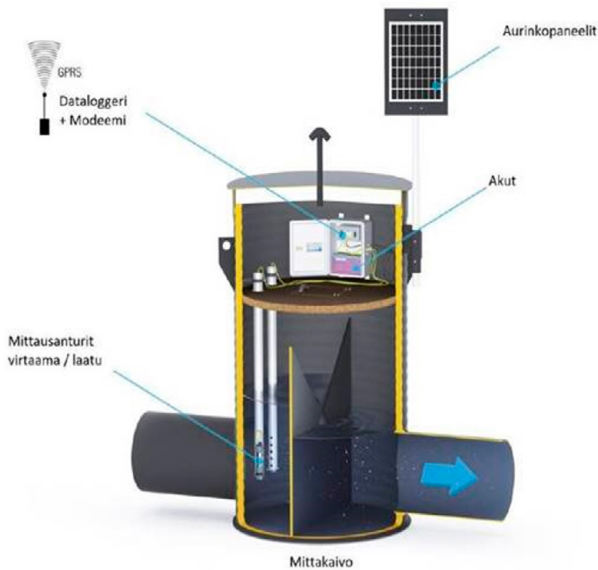
Kuva 95. Optinen hapenmittausanturi (Hyxo 2017).

Optinen mittaustekniikka takaa erittäin tarkan ja luotettavan mittaustuloksen pitkälläkin aikavälillä. LDO-anturi ei tarvitse kalibrointia eikä aikaa vieviä huoltotoimenpiteitä. Ainoa vaihdettava osa on anturin luminesenssikalvo, jonka vaihtaminen on helppoa ja nopeaa. (Hyxo 2017)

6.5.4 Veden virtaaman mittauksissa käytetty mittauslaitteisto

Molempien kaivojen yhteyteen rakennettiin keväällä 2017 virtaamamittauskaivo. EHP-600MS -mittakaivo jatkuvatoimiseen virtaaman mittaukseen. Laitteisto sisältää EHP-600M mittakaivon, joka on PE-muovia ja sillä on tuplaseinäjätkä rakenne. Laitteiston korkeus on 2000 mm ja sisähalkaisija on 600 mm. Laitteisto mittakaivon sisällä, jonka avulla mittaaminen tapahtuu, koostuu Thompsonin mittapadosta (45° kärkikulma, V-patolevy on PE-muovia, jäykistetty ja purkautumiskynnys on viistetty 60 asteen kulmaan). Ratkaisu soveltuu pienten virtaamien mittaukseen (0,01 l/s alkaen).

Pinnankorkeusanturi mittaa V-aukon pinnankorkeuden vaihteluita. Veden pinnankorkeuden mittausanturi on STS PTM/N, mittausalue 0-1 mVp. Anturi soveltuu asennettavaksi v-patoihin tai v-padollisiin mittakaivoihin. Tarkkuus $\leq 0,25\%$ mittausalueesta. Pinnankorkeustieto yhdistetään v-patokaavaan EHP-Datapalvelussa, jolloin asiakas näkee kohteen virtaamati-
 tion (esim. l/s) ja tarvittaessa valunnan (l/s/km²), mikäli ilmoittaa kohteen pinta-alan EHP-tekniikalle. Anturin kalibrointi tapahtuu EHP-Datapalvelussa EHP-tekniikan toimesta asiakkaan ilmoittaman aikaan sidotun pinnankorkeustiedon mukaan tai automaattisesti EHP-tekniikan tekemän asennuksen tai huollon yhteydessä. Suositellaan anturin kalibrointia kahdesti vuodessa. Anturi huolletaan huuhtelemalla sitä puhtaalla vedellä. Paineikalvoon ei saa koskea ja pinta pyyhitään paperilla. Anturi on yhdistetty EHP-tekniikan dataloggeriin.



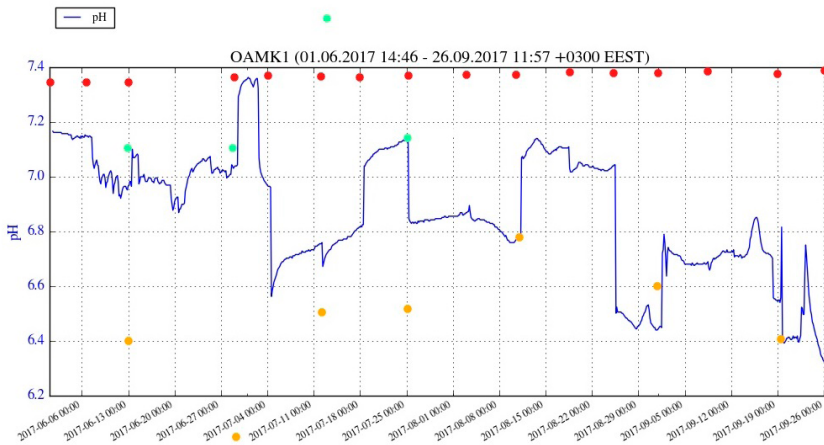
Kuva 96. Veden virtaama- ja valuntamittauksessa käytetty laitteisto (EHP-tekniikka 2017).

Kuviossa olevat dataloggeri ja modeemi eivät sijaitse tuossa virtaamamittausasemassa vaan ne on kytketty samaan dataloggeri-modeemi-aurinkopaneelilaitteistoon kuin muutkin mittaavat anturit. (EHP-tekniikka 2017.)

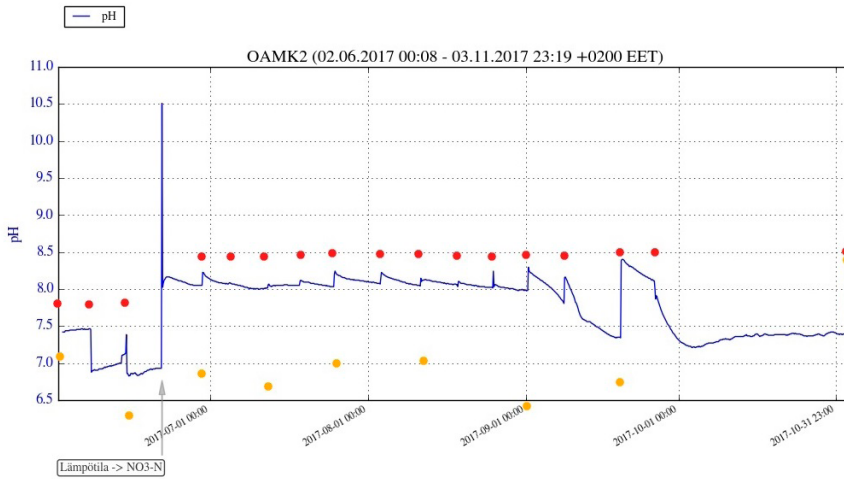
Kaivossa on lisäksi lämpöeristetty kansi, nostorivat, ilmastointiputki ja välikansi huoltoluukkuineen. Välikansi on 500 mm kannen alapuolella. Mittakaivo aiheuttaa n. 20–30 cm padotuksen. Välikannessa on 300 x 300 mm tarkastusluukku, joka soveltuu mm. Vesinäytteen ottoon. Kai-von sisälle on asennettu mitta-asteikko käsin tehtävää pinnankorkeusmit-tausta varten. Paineanturin alaslaskuputki on kiinteästi asennettuna kai-voon. Mittakaivo on kevyt, joten se on suhteellisen helposti siirrettävissä pois kohteesta (vaatii toki kaivinkoneen). Mittakaivo on lämpötaloudelli-nen ja suunniteltu ympärivuotiseen virtaaman mittaukseen. Sen välikan-si on EHP-Tekniikan patentoima. EHP-tekniikan asentamana mittakaivo toimii talvisinkin niin, ettei vesi kaivossa pääse helposti jäätymään ja mi-käli ääriolosuhteissa jäätyy (virtaus tuolloin 0 l/s), on anturit sijoitettu niin, että ne pysyvät sulassa vedessä ja toimintakykyisinä.

6.5.5 Antureiden mittaustulokset vuodelta 2017

pH-tulokset eroavat anturimittausten osalta vertailumittauksista. Syys-kuussa ja siitä eteenpäin lukemat ovat paremmin antureiden tulosten kanssa yhteneväisiä. Purkuputken suun tulokset ovat samoja kuin antu-reidenkin mittaamat tulokset.

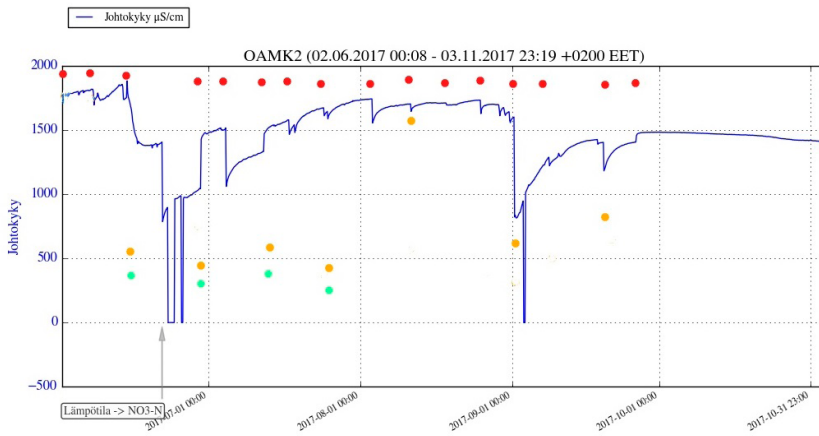


Kuva 97. pH-tulokset pohjoiselta kaivolta. Punaiset täplät huoltoajankohtia. Oranssit täplät Oamk:n vertailumittaukset kaivonäytteestä. Vaalean vihreät täplät kaivon ulkopuolelta purkuputkesta otettuja Oamk:n vertailunäytteitä.



Kuva 98. pH-tulokset eteläiseltä kaivolta. Punaiset pallot anturien huoltoajankohtia. Oranssit pallot Oamk:n Laboratorion vertailumittauksia.

pH-tulokset eroavat anturimittausten osalta vertailumittauksista. Syyskuussa ja siitä eteenpäin lukemat ovat paremmin antureiden tulosten kanssa yhteneväisiä.

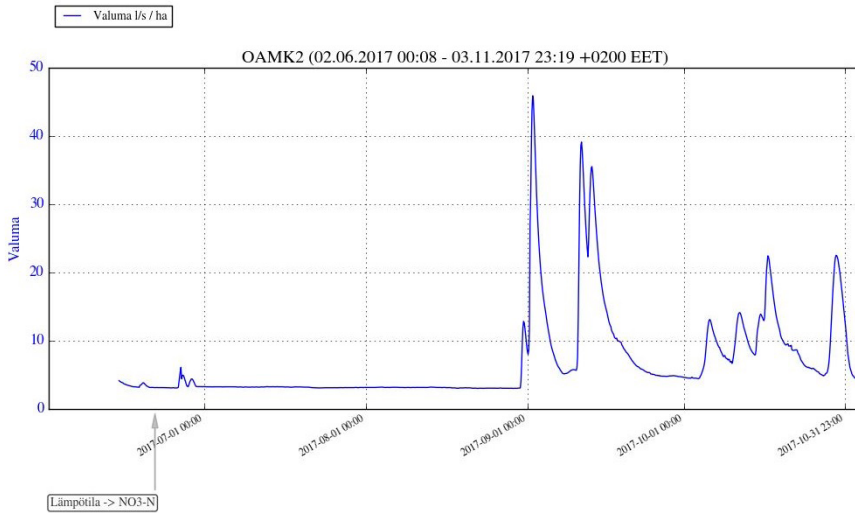


Kuva 99. Johtokyvyn tulokset eteläiseltä kaivolta. Punaiset täplät huoltoajankohtia. Oranssit täplät Oamk:n vertailumittaukset kaivonäytteestä. Vaalean vihreät täplät kaivon ulkopuolelta purkuputkesta otettuja Oamk:n vertailunäytteitä.

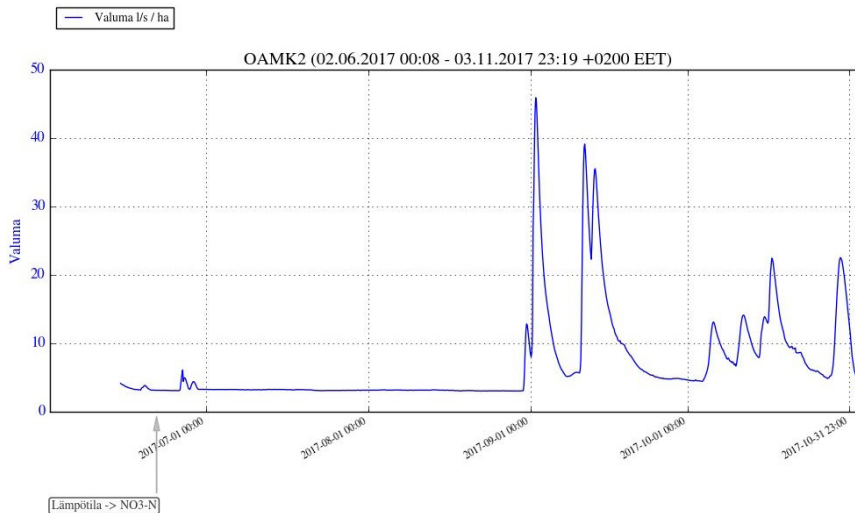
Suurin osa kauden vertailumittauksista eroaa antureiden mittaamista tuloksista. Syksyä kohden (elokuusta) tulokset näyttävät antureiden tulosten osalta olevan lähempänä vertailumittauksia. Purkuputken päästä mitatut tulokset poikkeavat huomattavasti antureiden mittaamista tuloksista.

6.5.6 Valuma- ja virtaamamittaukset ja sadanta

Valumat ja virtaamat mittausasemilla (esim. OAMK2:lla) olivat syksyllä lähes jatkuvasti yli mittauskapasiteetin. Sadantaa seurattiin eteläisen kaivon vieressä olevalla sääasemalla (EHP:n toimittama sääasema).



Kuva 100. Valuma eteläisellä kaivolla (OAMK2:lla).



Kuva 101. Virtaama eteläisellä kaivolla.

Taulukko 22. Sadanta (mm) kesä-lokakuussa 2017 Muhoksella, mittausasemien alueella.

Kuukausi	Sadanta (Ka)	Sadanta (Summa)	Sadanta (Kertymiä)	Mittaus päiviä
2017-06	0,027	38,200	19,105	30
2017-07	0,030	45,200	22,515	31
2017-08	0,054	81,000	40,547	31
2017-09	0,035	50,400	25,259	30
2017-10	0,018	26,600	13,301	30

Taulukon selitykset:

Keskiarvo (Ka) – Mittausaikavälillä painotettu keskiarvo

Summa – Mittaukset, joissa ei ole aikayksikköä, esim. sadanta (mm).

Kertymä – Mittaukset, joissa on aikayksikkö, esim. virtaus (l/s).

6.5.7 Johtopäätökset

pH:n ja johtokyvyn osalta on selkeästi nähtävissä huoltopuhdistusten vaikutus anturin toimintaan. Aina kun puhdistus on tehty, tulokset asettuvat uudelle tasolle. Ne alkavat välittömästi ryömimään pH:ssa laskevasti ja johtokyvyyssä nousevasti joskin ryömintä pH:n osalta on pientä. Jos huoltoväli olisi pidempi pH:n ja johtokyvyn osalta, niin ryömintä olisi ongelma.

Antureiden johtokyvyn tulokset ovat jo heti lähtötilanteessa varsin korkeat verrattuna vertailumittauksiin. Jostakin syystä elokuun jälkeen mitattavat tulokset ovat lähellä vertailumittauksia. pH:n tuloksissa vastaavasti lähtötilanne on hyvä vertailumittausten tuloksiin nähden eli ne ovat kutakuinkin lähellä toisiaan, mutta kuitenkin heti sen jälkeen ero kasvaa. Syyskuun puolivälissä lukemat alkavat olla lähellä toisiaan ja viimeisessä pisteessä 3.10.2017 ne ovat samat.

Jostain syystä näiden kahden anturin tulokset vertailumittauksiin nähden ovat syksyllä paremmat. Mikä muutos vedessä tapahtuu? Lokakuussa antureita ei ole huollettu kertaakaan mikä näkyy varsinkin pH:n tuloksissa selvästi (ei tasomuutosta kuvioissa), mutta tulos asettuu lähelle vertailumittausta, mitä kesällä olevissa mittauksissa ei tapahdu. Syksyllä myös johtokyvyn tulokset ovat lähes samat kuin vertailumittauksissa.

Nitraatti- ja ammoniumtyypen osalta ei voida varmasti sanoa antureiden toimivuutta kohteessa, koska vertailumittaukset olivat puutteellisia eli ulkopuoliseen laboratorioon lähetetyt näytteet ja antureiden mittausaika eivät kohdanneet. Lisäksi vertailulaboratorion tulokset eivät olleet vertailukelpoisia antureiden tuloksiin, koska ne mittasivat hieman eri asiaa. Tarkoituksena oli syksyllä mitata myös opiskelijoiden kurssilla kaivoista vertailumittaukset, mutta mittaukset eivät onnistuneet laiteteknisistä ongelmista johtuen.

Veden virtaamisissa ja valunnoissa oli syksyn osalta ongelmia eli siellä oli ylivaluntaa eli v-padon kapasiteetti ei pystynyt mittaamaan näitä

vesimääriä. Kesä näyttäisi menneen hyvin ja valunnat ovat sillä tasolla, että tuloksia voisi hyödyntää. Jatkossa virtaamakaivoja tulee seurata ylivirtauksen vuoksi, jolloin varmistutaan, että v-padossa on riittävä veden putoama aukossa, kun se nyt syksyllä oli kadonnut eli ”sukelluksissa”. Ojia kaivettiin kesän alussa, jotta veden virtaaminen parantuisi, mutta sitä ei saatu parannettua tarpeeksi Osasy on käytettävillä maa-alueilla, koska tasaisen maaston vuoksi ojia olisi pitänyt kaivaa syvemmiksi myös naapureiden puolelta.

Sadannassa kesäkuun ja heinäkuun jälkeen elokuussa tapahtuu huomattava kasvu. Sademäärillä voi olla vaikutusta kaivoissa olevien antureiden toimintaan. Lisääntyvä vedenvirtaus on voinut vaikuttaa ilmiöön, jossa anturit alkavat syksyllä (elokuusta lähtien) olla tulosten osalta yhteneväisempiä vertailumittausten osalta.

Happipitoisuudet koko mittausajanjaksona olivat nollassa. Vertailumittauksia ei tehty hapen osalta, mutta tulos on looginen, koska maaperän mikrobit toiminta todennäköisesti kuluttaa hapen vedestä.

Vertailumittauksia tällaisessa kohteessa olisi syytä tehdä riittävästi. Vertailumittausten osalta Ahmat ympäristö Oy:n tuloksia ei pystytty ihan täysimääräisesti tällä kaudella hyödyntämään ajoitusongelmien vuoksi, mutta Oamk:n tekemät vertailumittaukset sen sijaan olivat pääosin riittäviä seurannan kannalta.



Kuva 102. Heikki Leppävuori, Elsi Pellikainen ja Joni Kosamo mittausaseman huoltotöissä toukokuussa 2017. (Kuva: Kaija Karhunen)

Lähteet

Ahma ympäristö Oy (2017). Analysointituloksia.

EHP-tekniikka (2017). EHP-tekniikan tarjous tuotteista Oamk Oy:lle.

Hyxo Oy (2017). Haettu osoitteesta <http://hyxo.fi>

Maanmittauslaitos (2017). Kartta Muhos.



7. RAVINTEIDEN HALLINTA

Ravinnetaseiden avulla voidaan arvioida myytyjen ravinteiden korvaamisen tarve, lannoituksen määrä, viljelykasvien valikoima, viherlannoituksen tarve, ravinteiden hyötysuhde viljelyksessä, ruokinnassa ja koko tilalla, ravinneylijäämät ja ravinnehävikit. On olemassa erilaisia ravinnetaseita:

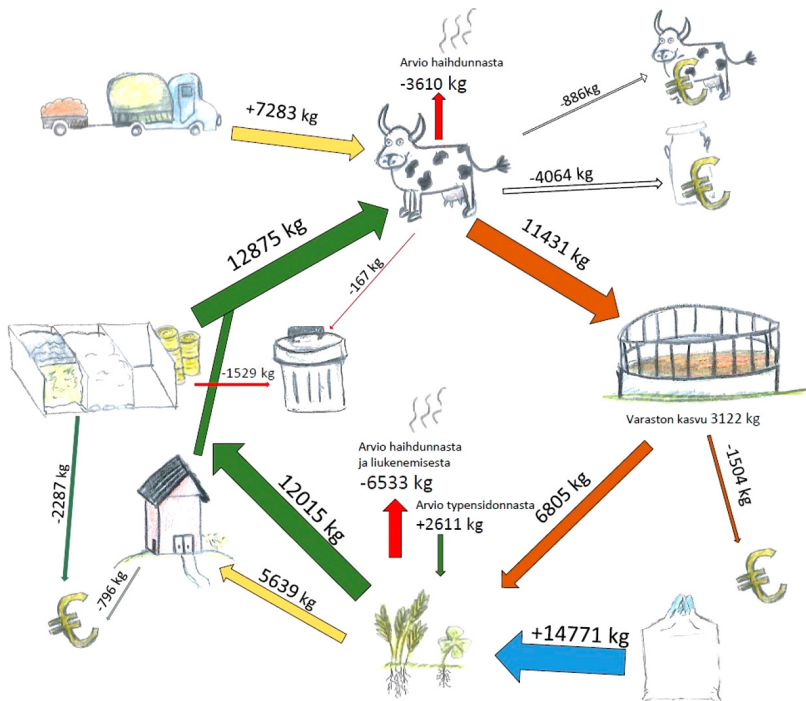
- Tilan **porttitase** (farm gate balance) tarkoittaa tilalle tulevat ja tilalta lähtevät ravinteet.
- **Karja(n) tase, ruokintatase** (feeding balance) tarkoittaa karjalle syötetyt rehut ja karjataloustuotteet.
- **Peltotase** (field balance) tarkoittaa pellolle lisätyt ravinteet ja sieltä poistetut (sato) ravinteet.
- **Lantatase** on eläimistä lantaan kulkeutuvien ja lannassa peltoon levitettyjen ravinteiden erotus.
- **Primääriravinnetase** (primary nutrient balance) on systeemin ulkopuolelta lisätyt ravinteet ja tuotettu sato.

Ravinnetaseilla lasketaan pelloille lannoitteissa annettujen ja sieltä sadon mukana poistuneiden ravinteiden erotus. Tavallisesti tulos jaetaan pinta-alalla ja ilmoitetaan hehtaaria kohden. Negatiivinen ravinnetase kertoo sen, että sadon mukana poistui enemmän ravinteita kuin sinne laitettiin. Positiivinen ravinnetase vuorostaan saadaan silloin, kun ravinteita laitettiin enemmän kuin sieltä poistui. Tämä kappale sisältää tietoa Mustialan, Tarvaalan, Koivikon, Peltosalmen, Korven ja Tuorlan opetusmaatilojen ravinteiden hallinnasta ja ravinnetaseista.

7.1 Mustialan opetusmaatilán ravinteiden hallinta

Riitta Lehtinen, Susanna Valtonen ja Teemu Rekola, Hämeen ammattikorkeakoulu

HAMK Mustialan tutkimus- ja opetusmaatilán keskeisenä tavoitteena on valkuaisomavaraisuuden nostaminen ja ravinnehävikkien vähentäminen. Päätuotantosuuntana on maidontuotanto. Lypsylehmiä on 80 ja nuorkarjaa 65. Peltoa on viljelyksessä 185 ha. Myytävää maitoa tila tuotti kahdenktoista kuukauden aikana 750 000 kg. Ravinne- ja energiatehokas maati-la -hankkeessa laskettiin typen ja fosforin kierto koko tilalla vuonna 2016, sisältäen niin peltoviljelyn kuin maidontuotannon ravinnevirrat. Tulokset esitetään kiertokaavioina sekä ravinnetaseina. Ravinnetaselaskelmien haasteena oli erityisesti monien lukujen pohjautuminen arvioihin. Arviot perustuivat aikaisempiin tutkimuksiin sekä yleisiin viitearvoihin. Kasvinviljelyn typpitaselaskelmissa pystyttiin mittaamaan satomäärät ja sadon raakavalkuaispitoisuudet. Lisäksi tiedettiin lannoitteiden ja lannan mukana peltoon tulleet typpimäärät. Kuitenkin lähes täysin arvioitavaksi jäi biologinen typensidonta, maaperästä kasvin käyttöön mineralisoitu- nut typpi sekä maaperästä haihtunut ja liuennut typpi.



Kuva 103. Typenkierto Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilalla vuonna 2016. (Piirosokuva: Susanna Valtonen)

Laskelmien mukaan Mustialan vuoden mittaisen kasvukauden 2016–2017 koko maatilan porttitaseessa (ravinneostot – ravinnemyynnit) fosforia ostettiin 2172 kiloa ja myytiin 2268 kiloa, joilloin porttitaseeksi saatiin -86 kiloa. Näistä laskettu fosforin hyväksikäyttö oli 104 %. Peltojen osalta peltotaseessa fosforia käytettiin lannan mukana 1188 kiloa sekä ostolannoitteen mukana 496 kiloa, yhteensä 1684 kiloa fosforia. Sadossa poistui 2589 kiloa tehden peltotaseeksi -905 kiloa, hyväksikäyttöprosentiksi 154 %. Hehtaaria kohti muutettuna annettiin lannan ja lannoitteen mukana keskimäärin 9 kiloa ja sadossa poistui 14 kiloa fosforia hehtaarilta. Koska lannoitus ei kata koko sadon mukana poistunutta fosforia, maaperästä arvioitiin vapautuneen loput sadossa olevasta fosforista. Tämä tarkoittaa, että maaperästä on vapautunut vähintään viisi kiloa fosforia per hehtaari kasvin käyttöön.

Karja sai rehuissa ja kuivikkeissa 3612 kiloa fosforia. Maidon ja eläinten mukana arvioitiin poistuneen 1575 kiloa fosforia, tehden karjataseeksi 2036 kiloa ja hyväksikäyttöprosentiksi 44 prosenttia. Ylijäämäinen fosfori siirtyy lantaan ja sieltä takaisin peltoon. Mustialasta myytiin lannan mukana fosforia 269 kiloa, sekä lantavaraston arvioitiin kasvaneen noin 560 kilolla. Taselaskelmia sekä tarkempaa fosforin kiertokaaviota voidaan hyödyntää ruokinnan ja peltoviljelyn suunnittelussa, kun halutaan vähentää ravinnehävikkejä ja ravinnehävikkeistä johtuvaa rahallista tappiota. Laskelmia käytetään opetuksessa havainnollistamaan fosforin kiertoa ja verrokkina muille maataloille.

7.2 Tarvaalan opetusmaatilan ravinnetaseet

Ilkka Minkkinen, Jyväskylän ammattikorkeakoulu

Tarvaalan opetusmaatila tukee Pohjoisen Keski-Suomen ammattiopiston (POKE) sekä samalla biotalouskampuksella toimivan Jyväskylän ammattikorkeakoulun (JAMK) biotalousinstituutin perusopetusta ja hanketointia. Maatilan päätuotantosuunta on maidontuotanto. Sen lisäksi tilalla harjoitetaan lammastaloutta ja monipuolista seura- ja lemmikkieläin-toimintaa. Tilan peltopinta-ala on 102,55 ha ja lisäksi kosteikot 3,94 ha. Pellogat jakaantuvat 24 peruslohkoon ja vuonna 2016 edelleen 34 kasvulohkoon. Peltojen maalajit ovat hiesu (n. 80 %) ja multamaa (n. 20 %). Viljelytyöiden optimaalisesta ajoituksesta ja keveydestä joudutaan usein tinkimään riittävän käytännön perusopetuksen järjestämiseksi. Viitteitä siitä näkyy esim. maan tiivistymisenä ja heikompana kasvuna varsinkin peltoillettymien läheisyydessä, mikä on omiaan heikentämään ravinnetaseita. Peruslohko- ja kasvilajikohtaisia ravinnetasetuloksia on saatavilla viljelysuunnitteluohjelmasta (WebWisu). Tulokset perustuvat satomäärien arviointiin tilavuuden ja tilavuuspainon perusteella. Ohjelman tulosteiden mukaisia ravinnetaseita on esitetty seuraavissa taulukoissa.

Taulukko 23. Koko peltoalan ravinnetaseet (kg/ha).

Ravinnetaseet	N	P	K
Vuonna 2016 keskimäärin	4	-9	-47
Vuonna 2012–2016 keskimäärin	13	-4	-24

Taulukko 24. Suurimpien peruslohkojen taseet v. 2012–2016, keskimäärin (kg/ha).

Peruslohko	Maalaji	N	P	K
Satosuo	Mm	20	2,4	-20,4
Kolkanniemi	Hs	46,6	-1,2	-39,4
Huipuri	Hs	49,4	1,6	22,2
Maatalo	Hs/Mm	-3,6	-4,8	-61,2
Lemmenotko	Hs	10,4	-3,6	-14,6
Saaripelto	Hs	14,4	-6,0	-13,8
Hakapelto	Hs	32,4	-10,4	-3,2
Niemipelto	Hs	-21,6	-9,4	-83,0
Pakanpelto	Hs	-11,8	-9,8	-63,8

Taulukko 25. Eräiden viljelykasvien taseet v. 2012–2016 keskimäärin (pinta-alavaihtelua ei huomioitu) (kg/ha).

Viljelykasvi	N	P	K
Ohra	30,6	-7,0	8,8
Kaura	29,2	-4,8	22,0
Kevätvehnä	42,2	-3,8	10,3
Säiliörehu	-49,6	-9,8	-120,0

Tuloksia on syytä pitää tässä vaiheessa vasta suuntaa antavina ja ajatuksia herättävinä. Niihin vaikuttavat niin vuosittaiset vaihtelut kasvuoloissa kuin satotulosten arvioinnin onnistuminen. Punnituksesta ja satomittareiden yleistymisestä voi odottaa apua tulevaisuudessa. Käyttöön jo hankittu kopteri antaa uuden näkökulman opetusmaatilan peltoviljelyn havainnointiin. Ravinnetaseiden laskenta ja analysointi on tärkeä työkalu viljelysuunnittelun pohjaksi ja edelleen arvokkaiden kasvinravinteiden hyötykäytön tehostamiseksi.

7.3 Koivikon opetusmaatilán ravinnetaseet

Kaija Karhunen ja Elsi Pellikainen, Oulun ammattikorkeakoulu



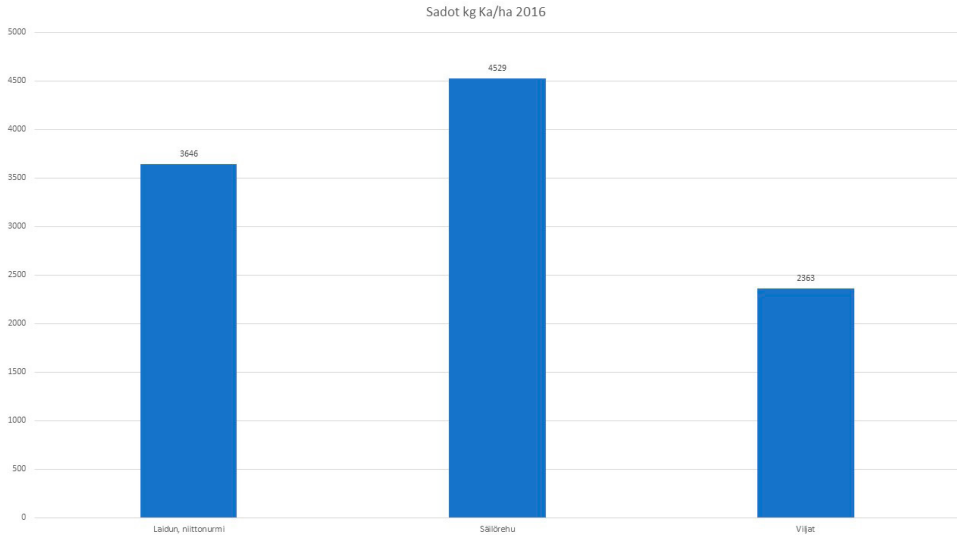
Kuva 105. Koivikon opetusmaatala (Oulun ammattikorkeakoulu).

Vuonna 2016 OSAO Koivikon opetusmaatilalla oli viljelyksessä 118,6 hehtaaria peltoa. Tilán päätuotantosuunta on maidontuotanto ja viljelyn tavoitteena on omavarainen rehuntuotanto.

Taulukko 26. Opetusmaatilán pellon käyttö vuonna 2016.

Viljelykasvi	Pinta-ala (ha)
Säiliörehu	50,0
Vilja	44,7
Laidun ja niitonurmi	23,9
Yhteensä	118,6

Koulutilan peltolohkot sijaitsevat navetan läheisyydessä Muhoksen Ma-
torakorvessa. Peltotaselaskennassa on ollut mukana tilan 14 lohkoa. Vilje-
lykierrossa on ollut vuonna 2016 viljat (Marika-kaura ja Bragge-ohra) ja
nurmi. Koulutilan peltolohkojen maalajit ovat pääasiassa rm HHT ja KHT.
Satoa on vuonna 2016 saatu seuraavasti.

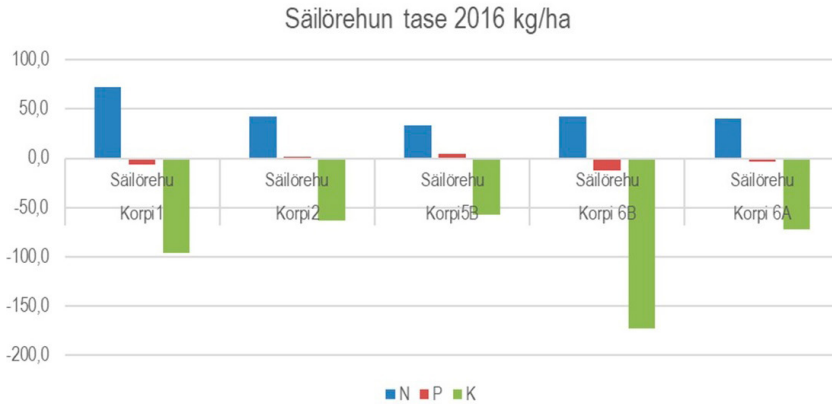


Kuva 106. OSAO Muhoksen opetusmaatilan sadot vuonna 2016 (kg Ka/ha).

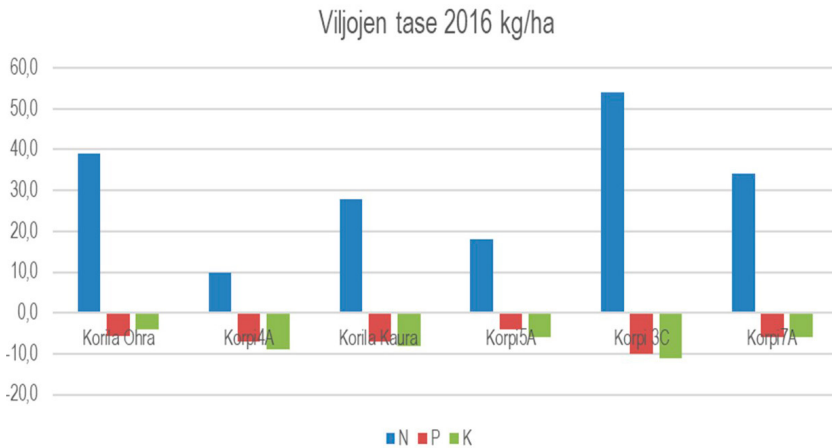


Kuva 107. OSAO Muhoksen opetusmaatilan lohkoittaiset peltotaseet vuonna 2016.

Typitaseet olivat pääasiassa positiivisia ja vaihtelivat maksimi 72 ja minimi -0,1 kg/ha välillä. Fosforitaseet olivat maltillisia ja vaihtelivat maksimi 5 kg/ha ja -23 kg/ha välillä. Keskimäärin peltomaan fosforiluvut ovat tyydyttävällä tai hyvällä tasolla, johtuen säännöllisestä karjanlannan käytöstä. Kaliumtaseet olivat negatiivisia. Ne vaihtelivat maksimin -6 kg/ha ja minimin -173 kg/ha välillä.



Kuva 108. OSAO Muhoksen opetusmaatilan säilörehulohkojen peltotaseet vuonna 2016.



Kuva 109. OSAO Muhoksen opetusmaatilan viljalohkojen peltotaseet vuonna 2016.

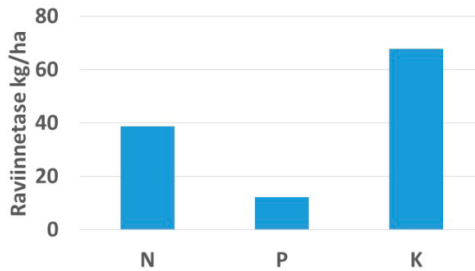
Tuloksiin vaikuttavat monet tekijät. Viljojen satotaso vuonna 2016 oli alhainen mm. sääolosuhteista ja muutamien vaihtomaiden heikosta peruskunnosta johtuen. Koivikossa viljoja käytetään nurmien perustamisessa suoja- kasveina. Säilörehunurmien ja laitumien satotaso, ravinteiden vapautuminen karjanlannasta sekä ravinteiden pidättyminen runsasmultaiseen maahan ovat tekijöitä, joiden arviointi on haasteellista. Annettujen ravinteiden ja poistuneiden ravinteiden erotukseen vaikuttavat monet tekijät, joten laskentatuloksia ei voida pitää tarkkoina vaan lähinnä suuntaa antavina. Ravinnetaseiden seuraaminen tila- ja lohko kohtaisesti useampana peräkkäisenä vuonna antaa paremmat mahdollisuudet peltojen ravinnetalouden suunnitteluun.

7.4 Peltosalmen koulutilan ravinnetaseet

Pasi Eskelinen ja Piia Kekkonen, Savonia-ammattikorkeakoulu

Savonia ammattikorkeakoulun yhteistyömaatila on YSAO:n Peltosalmen koulutila, jonka päätuotantosuunta on maidontuotanto. Tilalla on peltoa noin 68 hehtaaria. Maidontuotannon vuoksi nurmentuotannolla on suuri merkitys tilan kasvintuotannossa ja samalla oman karjanlannan käytöllä on suuri merkitys tilan ravinnetaseisiin.

Vuosi 2016 oli Pohjois-Savossa erittäin sateinen ja varsinkin viljasato jäi alhaiseksi. Osa koulutilan pelloista jouduttiin jättämään korjaamatta sadon vuoksi ja osa viljasta korjattiin kokoviljasäilörehuna. Säilörehusato korjattiin kahdesti ja sen lannoituksessa käytettiin voimaperäisesti muun muassa koulutilan lannan nestemäistä separointijaetta. Alhaisen sadon vuoksi typpitase jäi korkeaksi. Fosforitase jäi kohtuulliseksi. Mikäli rehusato olisi ollut normaali, kalium ja fosforitaseet olisivat olleet selkeästi negatiiviset. Tavoitesatotaso nurmirehujen osalta on lähes kaksinkertainen (7500 kg ka/ha).



Kuva 111. Viljojen ravinnetaseet, PEMO, 2016 (kg/ha).

Koulutilalla on suojavyyhykenurmea ja luonnonhoitopeltoa n. 3,5 hehtaaria ja tila rajautuu jokeen. Vuonna 2017 koulutilalla tutkitaan rantalaidunusta ja ravinteiden kulkeutumista mm. Ravinnerenki-hankkeen toimesta.

Maatilan Ympäristötesti on MTK:n TEHO Plus -hankkeen laatima testi, jolla saa palautetta ja vinkkejä tilan ympäristöasioihin liittyen. Saatujen parannusehdotusten avulla ja tehostamalla ympäristötoimia voi parantaa tilan taloutta, kaunistaa lähiympäristöä ja lisätä maalla asuvien ihmisten ja eläinten hyvinvointia. Syksyllä 2016 tehtiin Peltosalmen koulutilalle ympäristötesti. Peltosalmen tilan ympäristötestin tulos oli hyvä, mutta löysi parannettavaa muun muassa sadon määrän lisäämiseksi. Talviaikaisen kasvipeitteisyyden lisääminen, huonokuntoisten peltolohkojen kunnon parantaminen sekä huonokuntoisten lohkojen muuttaminen muuhun

käyttöön voisivat edesauttaa ympäristön tilaa. Koulutilan erityispiirteitä ovat pitkähkö ranta matalan vesistön varrella sekä tilan halkaiseva vilkasliikenteinen tie. Rantaa käytetään hiehojen laidunalueena rantamaiseman ja ympäristön ylläpitämiseksi. Maantie on huomioitava liikenneturvallisuuden vuoksi, koska opiskelijat liikkuvat sen yli harjoitteluajossa. Myös peltojen siivous vaarallisesta tölkkijätteestä on pakollinen vuosittainen toimenpide.

Iisalmen PEMOn oppilaitoksen maatilalla ranta laidunnetaan. Rantalaidun rajoittuu viereiseen vesistöön. Vesakoituminen pysyy kurissa ja samalla laidun toimii suojavyöhykkeenä. Rantalaidunnus avartaa maisemaa ja lisää luonnon monimuotoisuutta. Kasvusto- ja hyönteispopulaatio monipuolistuvat ja lisääntyvät kun samalla perinnemaisema avartuu. Rantalaidunnuksessa karjan tulee saada ravinto laitumelta, eli laitumelle ei saa viedä muuta ruokaa kuin kivennäisiä. Rantalaidunnus soveltuukin nuorkarjalle, umpilehmille ja lihakarjalle.



Kuva 112. Iisalmen PEMOn oppilaitoksen rantalaidun rajoittuu viereiseen vesistöön. Vesakoituminen pysyy kurissa ja samalla laidun toimii suojavyöhykkeenä. (Kuva: Piia Kekkonen)

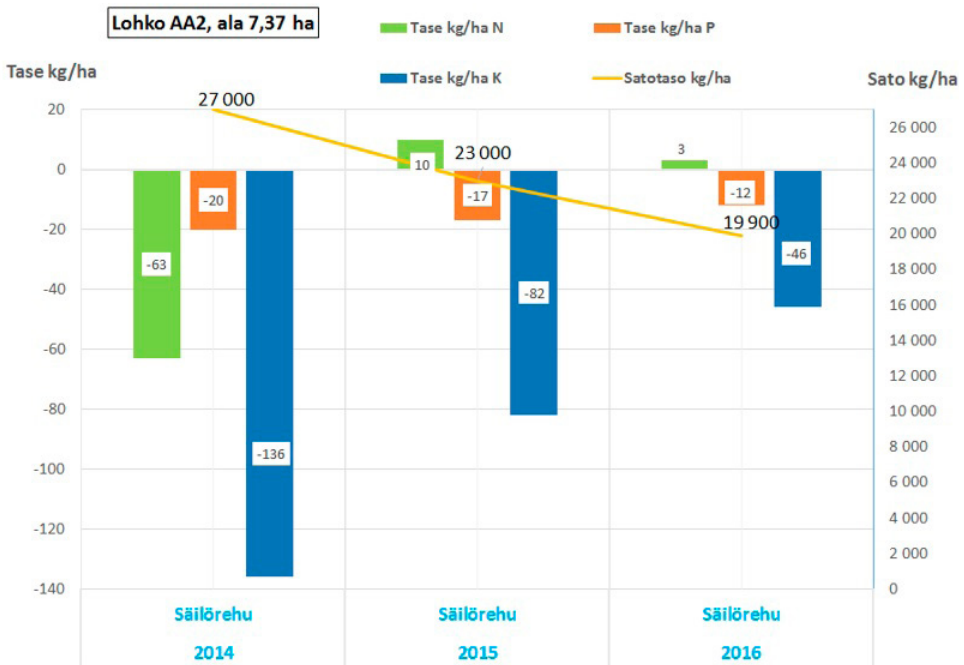
Rantalaidunnusta mietittäessä sopiva kohde on mietittävä aina tapauskohtaisesti. Rantalaidunnusta suunniteltaessa on huomattava, että veden laatu laidunnusalueella tulee olla hyvä. Alueella ei saa olla myrkyllisiä kasveja ja mahdolliset eläimiin tarttuvat taudit tulee huomioida. Maaperän kantavuuden tulee olla riittävä. Rantalaitumia on myös yhdistetty naapuritilojen kanssa.

7.5 Korven koulutilan peltotaseet

Leena Riikonen, Veera Timo ja Kirsi Lähderanta, Seinäjoen ammattikorkeakoulu

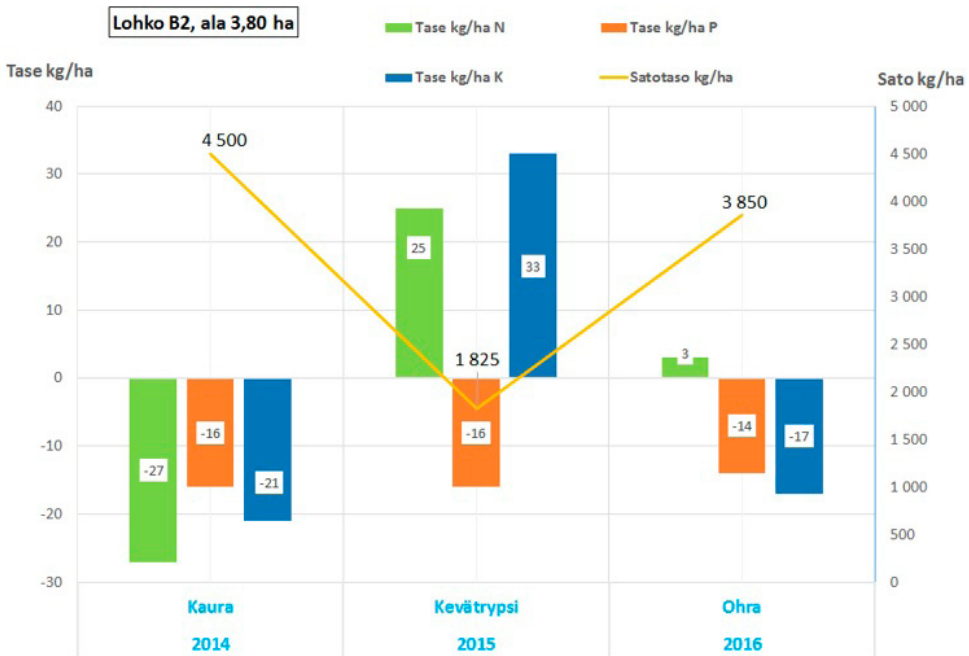
Seinäjoen koulutuskuntayhtymän Korven koulutilan peltolohkojen taseet laskettiin vuosilta 2014, 2015 ja 2016. Koulutilalla viljellään rypsiä, ohraa, kauraa, ruista, kuminaa, härkäpapua ja nurmea. Nurmilta korjataan säilörehua, kuivaheinää ja osaa laidunnetaan. Peltoja viljellään tavanomaisesti. Omia peltoja on 141,04 ha ja vuokrattuja 6,30 ha.

Laskelmissa mukana olleiden viljelykasvien tyypitase oli pääsääntöisesti positiivinen ja fosforitase negatiivinen. Kaliumin tase vaihteli, mutta oli yleensä nurmilohkoilla negatiivinen (kuva 113). Onkin syytä miettiä, onko nurmien kaliumlannoitus riittävää.



Kuva 113. Kaliumin tase oli nurmilohkoilla yleensä negatiivinen.

Lohkojen negatiivinen fosforitase selittyy sillä, että koulutilalla käytetään lannoituksessa vain vähän fosforia, sillä pääsääntöisesti koulutilan lohkoilla fosforin viljavuusluokka on hyvä tai tyydyttävä. Maan fosforivaroja ”syödään”, joten jatkossa on mietittävä, onko fosforilannoitusta syytä lisätä. Liian niukalla fosforilannoituksella voi olla vaikutusta satotasoon. (Kuva 114.)



Kuva 114. Lannoituksessa ei ole tällä loholla käytetty fosforia vuosina 2014–2016, joten fosforin tase on negatiivinen joka vuosi.

Seuraavia toimenpiteitä koulutilalla kannattaa harkita ravinnetaselaskelmien perusteella: liukoisen typen mittaaminen typensitojakasvin jälkeen, viljavuustutkimus syksyllä 2017, varastokaliumin tutkiminen, kerääjäkasvien käyttö, maan kasvukunnon parantaminen, kalkitus, satotasojen nosto, satomittareiden käyttö.

Koulutilalla on käytössä typpisalkku, joten liukoisen typen mittaaminen keväällä ennen kylvöä typensitojakasvin jälkeen olisi helposti toteutettavissa. Näin voitaisiin tarkentaa typpilannoituksen määrää. Viljavuustutkimus on ajankohtainen syksyllä 2017, koska edellinen tutkimus on vuodelta 2012. Samalla voitaisiin ottaa varastokaliumnäyte lohkoilta, joilla viljellään pääasiassa nurmea. Tulosten perusteella voitaisiin arvioida, onko maassa riittävästi kaliumia varastossa vai onko nurmien kaliumlannoitusta syytä lisätä.

Vuosina 2014–2016 fosforilannoitus on ollut melko vähäistä ja fosforitaseet siten negatiivisia. Luokassa tyydyttävä olevia peltoja tulisi lannoittaa

fosforilla joka vuosi, jotta turvattaisiin hyvä satotaso vuodesta toiseen. Koulutilalla on lohkoja, joilla fosforin viljavuusluokka on tyydyttävä, mutta niille ei ole annettu fosforilannoitetta. Seurauksena voi olla fosforiluokan putoaminen viljavuusluokkaan välttävä.

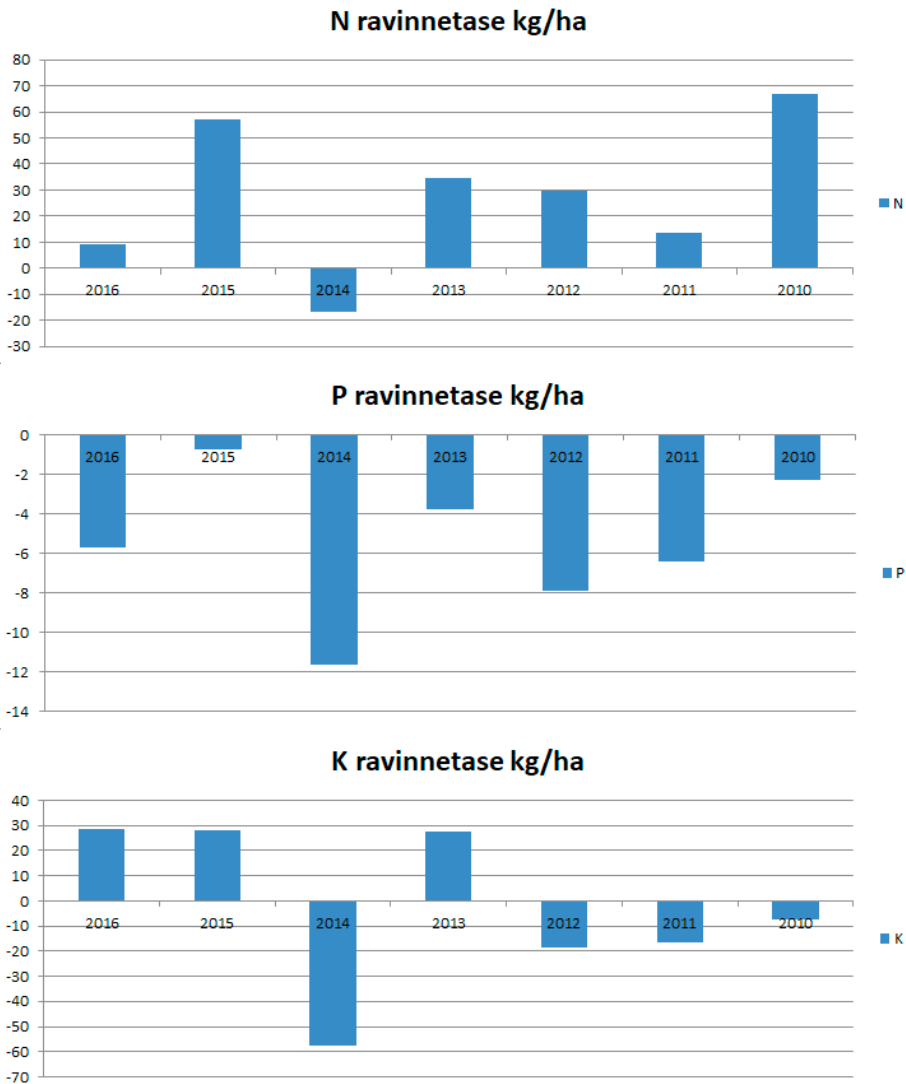
Kerääjäkasvien avulla voidaan kerätä maasta ravinteita, joita sinne on jäänyt pääviljelykasvin sadonkorjuun jälkeen. Näin voidaan ehkäistä ravinnehuuhtoumia. Maan kasvukuntoa parantamalla voidaan nostaa satotaso. Toimenpiteitä voivat olla esimerkiksi salaojituksen tehostaminen ongelmaloikoilla ja ajourien suosiminen sekä kalkitus.

Tehokkuutta voidaan mitata taseiden pienentämisellä. Voidaan siis saada sama sato pienemmillä panoksilla tai parempi sato nykyisillä panoksilla. Varsinkin laitumien satotasojen arviointia olisi syytä parantaa ja säilörehunurmilla olisi syytä käyttää vaaka todellisen sadon määrittämiseen.

7.6 Tuorlan opetusmaatilan ravinnetaseet

Timo Teinilä, Livia

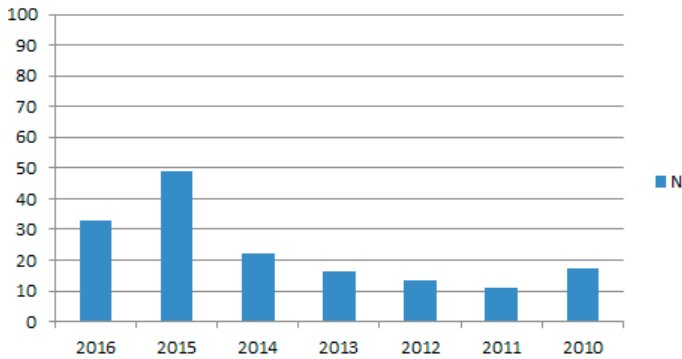
Tuorlassa on peltoa noin 150 ha, jotka sijaitsevat kaikki yhdellä aukealla. Peruslohkoja on 18, mutta kasvulohkoja 46. Peltopinta-alasta puolet käytetään rehun tuotantoon eläimille ja syötteeksi biokaasulaitokselle, ja toinen puoli myyntiin teollisuuteen. Ravinnetaseet on laskettu Livian maatalouden perustutkinto-opiskelijoiden toimesta kasvilajeittain Tuorlassa kasvukaudella 2016 ja porttitaseet koko tilalle vuosina 2012–2016.



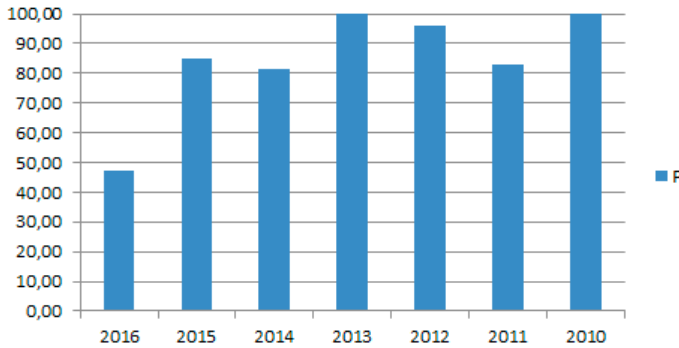
Kuva 115. Tuorlan maatilan porttitaseet ravinteittain vuosina 2010–2016. Typpi ja kalium vaihtelee melko paljon vuosittain. Fosforin käyttötase on ollut miinusmerkeillä joka vuosi.

Ravinnetaseita ja omaravinteiden määrää olemme seuranneet jo useamman vuoden ajan, osana Baltic Sea Action Group:in Itämerisitoumusta. Ongelmaksi tuli kuitenkin vuosittain vaihtuvat viljelykasvit, joka vaikutti taseisiin merkittävästi.

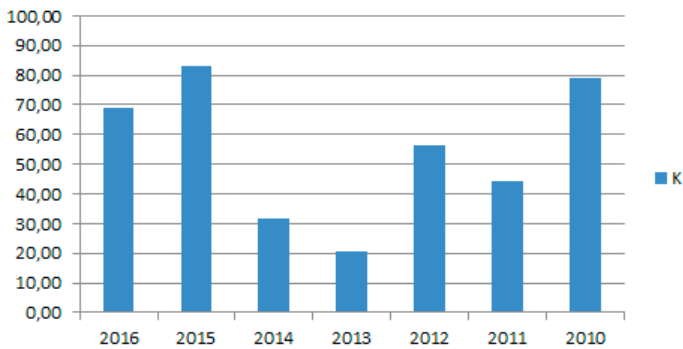
N omaravinteiden määrä %



P omaravinteiden määrä %

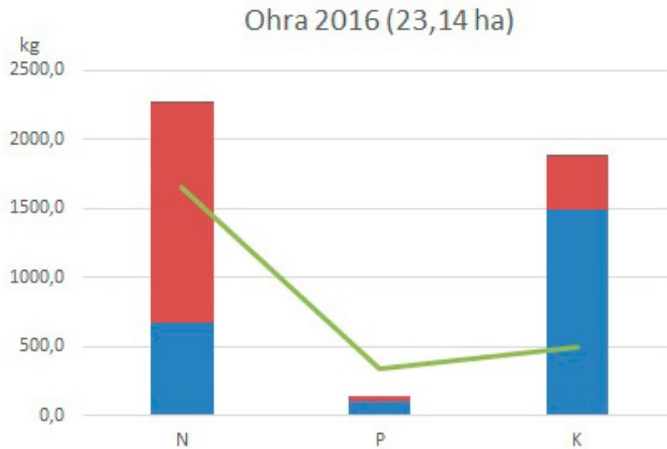


K omaravinteiden määrä %

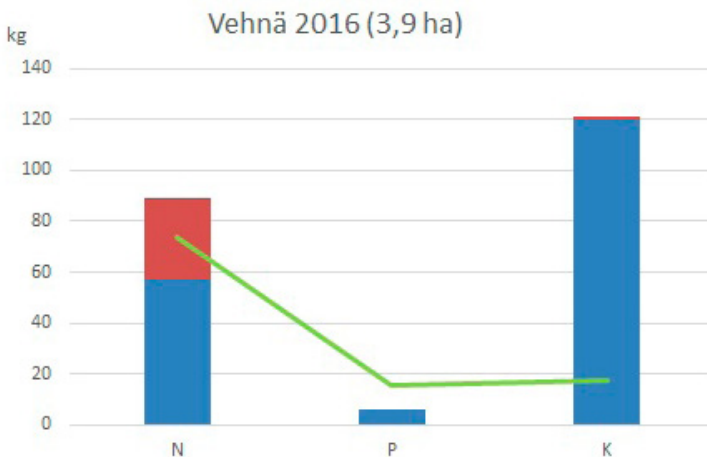


Kuva 116. Tuorlan opetusmaatilalla tuotettu ravinteiden määrä vuosina 2010–2016. Typen osalta ollaan turvautunut pääosin ostaravinteisiin, kun fosforin ja kaliumin osalta ollaan lähes omaravaisia.

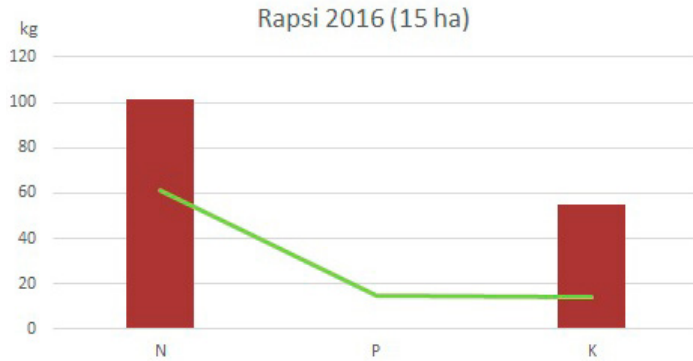
Kuvista 117–123 näkee kasvilajikohtaiset ravinnetaseet vuodelta 2016 Tuorlan opetusmaatilalla. Punainen pylväs kuvaa ostaravinteita, sininen pylväs tilalla tuotettuja omaravinteita ja vihreä viiva sadon mukana lähteineitä ravinteita. Yhteensä opetusmaatilalla käytettiin vuonna 2016 ravinteita tyypeä yhteensä 10 300 kg, josta omaravinteiden osuus oli 27 %, fosforia oli yhteensä 920 kg (35 %) ja kalin määrä oli 9 700 kg (61 %).



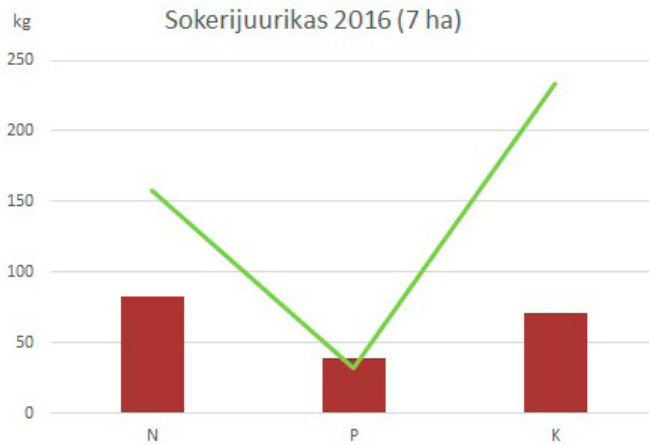
Kuva 117. Ohraa viljeltiin yhteensä neljällä loholla, näistä kahdelle levitettiin omaravinteita. Fosforin osalta sadon mukana poistui reilusti enemmän kuin lannoituksessa annettiin. Kaliumilla tapahtui selvästi yllannoitusta satoon nähden. Typen osalta lannoitus ja sato olivat hyvällä tasolla satopotentiaaliin nähden.



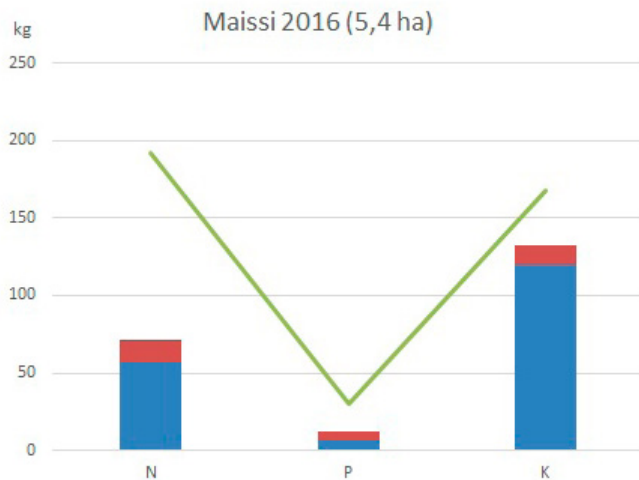
Kuva 118. Vehnää kasvoi vain yhdellä loholla, joka oli maissimaan reunalla. Tämä osaltaan vaikutti varmasti satotasoon. Kalin osalta tapahtui merkittävää yllannoitusta, johtuen omaravinteiden sisällöstä.



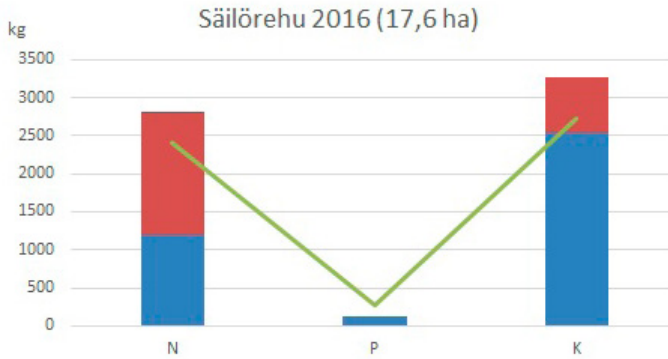
Kuva 119. Vuonna rapsisato jäi pieneksi: 1750 kg/ha, mikä näkyy taseessa ylijäämäisenä typpimääränä.



Kuva 120. Selvästi keskimääräistä suurempi sato (40 000 kg/ha) nosti taseet heti reilusti miinuksille, pl fosfori, jonka lannoitus oli varsin hyvällä tasolla. Tämän kaltainen tase tulee ottaa huomioon seuraavien vuosien lannoitusta suunniteltaessa.

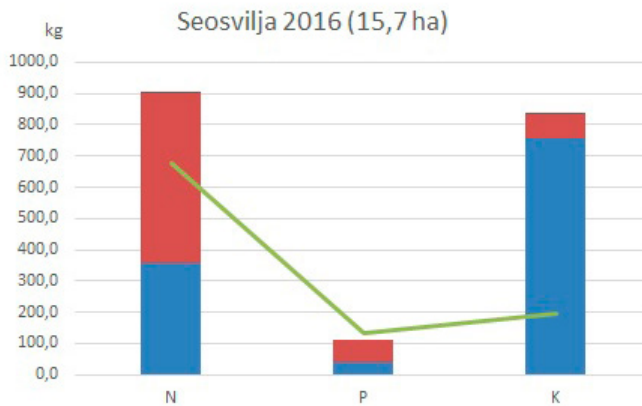


Kuva 121. Maissi käytetään kaikki biokaasulaitoksen syötteeksi. Tämä lohko oli toisen kerran samassa paikassa. Lannoitus oli selvästi satoa pienempi. Omaravinteina levitettiin separoitua kuivaajetta ennen kylvää.



Kuva 122. Tuorlan opetusmaatilan säilörehulohkojen (4 kpl) ravinnetase on varsin hyvällä tasolla.

Osaksi tästä alasta on korjattu myös biokaasulaitoksen syötteenä, joten osa tästä sadosta kiertää takaisin omaravinteiksi ja peltoon taas.



Kuva 123. Seosvilja viljeltiin myös biokaasulaitoksen syötteenä. Satopotentiaalia olisi ollut maassa enemmänkin, mutta jostain syystä sato jäi pieneksi. Ravinteita saatiin käyttöön suhteellisen hyvin, fosforin osalta hyvinkin optimaalisesti.

7.7 Erkkilän opetusmaatilan ravinnetaseet

Timo Seppälä, Jokilaaksojen koulutuskuntayhtymä JEDU, Haapajärvi



Kuva 124. Erkkilän opetusmaatila (Jokilaaksojen koulutuskuntayhtymä JEDU).

Erkkilän tilan rakennukset ja kotipellot rajoittuvat Kalajokeen. Koulu sijaitsee lähellä keskustaa ja lähinnä koulua on jatkuvasti laajeneva Haapajärven saha, joka vuosien saatossa on tarvinnut laajentamiseen koulun pelloja. Koulun kotipellot rakennusten ympärillä ovat multavia hietamooreenimaita. Kotipelloilla on pitkään ollut fosforitilanne korkea tai arvelettavan korkea, joten fosforilannoitusta ei ole saanut käyttää. Viimeisimmässä maanäytteessä yhdellä loholla saa jo käyttää fosforilannoitusta.

Koululla on peltoa viljelyssä yhteensä 100 hehtaaria, josta nurmella on 56 hehtaaria. Kesällä 2016 ohralla oli 18 ha, Brage-lajiketta, keskimääräinen tuotto 4357 kg / ha. Kaurasta on viljelty Ringsaker-lajiketta, satotaso oli vuonna 2016 keskimäärin 3600 kg / ha, parhaina vuosina parhailla lohkoilla on päästy yli 5000 kg / ha. Maalajit vaihtelevat hiesaven, hiesun ja turpeen välillä. Lypsylehmiä on 48 kpl ja nuorkarja päälle. Keskituotos on ollut useamman vuoden 10200 kg Rkg 409, R-% 4,02, Vkg 345, V-% 3,38.

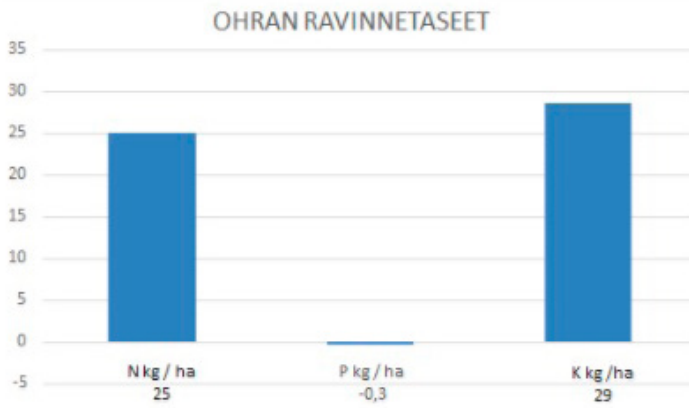
Karjanlanta menee biokaasulaitokseen, jonka rejektiä käytetään koulutilalla ja lisäksi karjanlantaa menee kahdelle ulkopuoliselle tilalle, piha-alueen pelloille ei ole voitu levittää karjanlantaa korkean fosforin vuoksi. Keväällä levitetään rejekti omille pelloille VEPI-vaunulla ja ensimmäisen rehunteon jälkeen Fredolla.



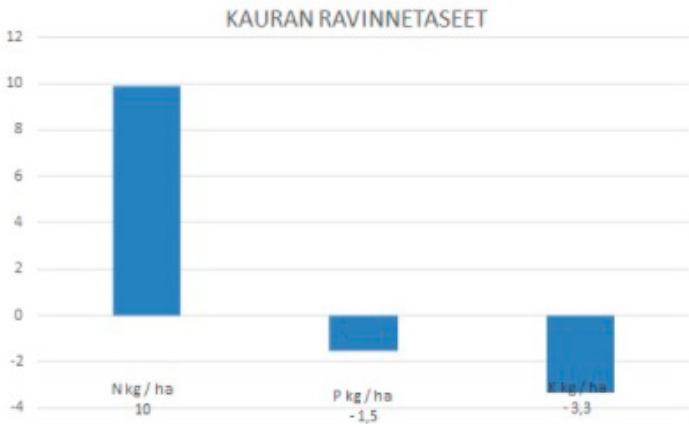
Kuva 125. Ravinnetaseita laskettaessa haasteena on satojen kirjaaminen. Koululla opiskelijat osallistuvat aktiivisesti peltoviljelytyöhön ja vaihtuvuus on huomattava kiireiseen rehun tekoaikaan, erityisesti säilörehun satojen kirjaamisessa on parannettavaa. (Jokilaaksojen koulutuskuntayhtymä JEDU.)



Kuva 126. Koko tilalla laskettu peltotase vuonna 2016 oli keskimäärin N 17,8, kg / ha, P oli -1,9 kg / ha ja K -5,6 kg / ha.



Kuva 127. Ohran ravinnetaseet keskimääräisellä 4357 kg hehtaarisadolla olivat N 25 kg / ha, P -0,3 kg / ha ja K 29 kg / ha.



Kuva 128. Kauran ravinnetaseet olivat N 10 kg / ha, P -1,5 kg / ha ja K -3,3 kg / ha.



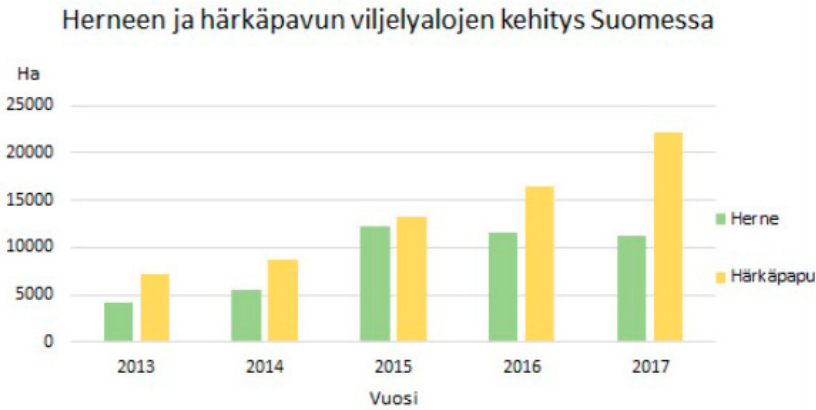
VALKUAISOMAVARAISUUS

Valkuaisomavaraisuuden lisäämisestä saatavat hyödyt ovat moninaiset ja niiden vaikutukset ovat merkityksellisiä niin valtakunnallisesti, alueellisesti kuin yksittäisillä maatiloillakin. Valkuaiskasvien viljelyä lisäämällä voidaan mm. pienentää tuontirehuihin liittyviä riskejä, lisätä ruokaturvaa, parantaa huoltovarmuutta, kääntää rahavirtoja kotimaiseen tuotantoon ja kulutukseen sekä lisätä lopputuotteiden kotimaisuusastetta.

8.1 Kotimaisten valkuaiskasvien viljelyn kehitys

Katariina Manni, Hämeen ammattikorkeakoulu

Kotimaisten valkuaiskasvien, erityisen herneen ja härkäpavun, viljely ja käyttö on lisääntynyt viime vuosien aikana (kuva 129). Markkinoille on tullut uusia palkoviljalajikkeita, uusia innovatiivisia tuotteita, uutta yrittäjyyttä ja kasvavaa kysyntää, jotka kaikki osaltaan edistävät kotimaisen kasvivalkuaisen tuotantoa ja käyttöä. Myös kotieläinten ruokinnassa kotimaisten valkuaiskasvien käyttö on lisääntynyt, mikä osaltaan edistää valkuaisomavaraisuutta.



Kuva 129. Herneen ja härkäpavun viljelyalojen kehitys Suomessa vuosina 2013–2017 (Luke 2017).

Tilatasolla tarkasteltuna valkuaiskasvien viljelyn hyödyt ovat moninaiset. Ne monipuolistavat peltojen käyttöä ja viljelykiertoa, parantavat maan viljelyominaisuuksia ja pienentävät viljakasvien tautipainetta. Lisäksi ne tuovat joustoa rehujen korjuu-aikoihin. Typpiomavaraisina kasveina ne vähentävät ostolannoitteiden tarvetta. Ostorehujen tarve vähenee, mikäli kotieläintilalla pystytään viljelemään valkuaiskasveja ja käyttämään niitä ruokinnassa.

Suomessa viljeltävissä valkuaiskasveissa on paljon mahdollisuuksia valkuaisomavaraisuuden lisäämiseksi. Valinnanvaraa löytyy niin kasvivalikoimasta kuin korjuumenetelmistäkin. Hyviä valkuaisen lähteitä ovat muun muassa palkoviljoista herne, härkäpapu ja lupiinit sekä nurmipalkokasveista apilat, mailaset ja virnat. Lisäksi öljykasveista rypsi ja rapsi ovat merkittäviä valkuaisrehujen raaka-aineita. Osa näistä voidaan korjata puimalla, osa säilörehuksi ja osa kummalla menetelmällä tahansa.

Suurin osa lypsylehmien tarvitsemasta valkuaisesta on peräisin perusrehuista eli säilörehusta ja viljasta. Lypsylehmät kuitenkin hyötyvät täydennysvalkuaisesta. Lisättäessä lehmien valkuaisen saantia valkuaispitoisilla rehuilla maitotuotos yleensä lisääntyy. Erityisesti rypsillä on saatu hyviä tuotosvasteita. Haittapuolena lisävalkuaisen käytössä kuitenkin on se, että valkuaisen määrän lisääntyessä sen hyväksikäyttö heikkenee. Seurauksena eläimen elimistö ja ympäristö kuormittuvat.

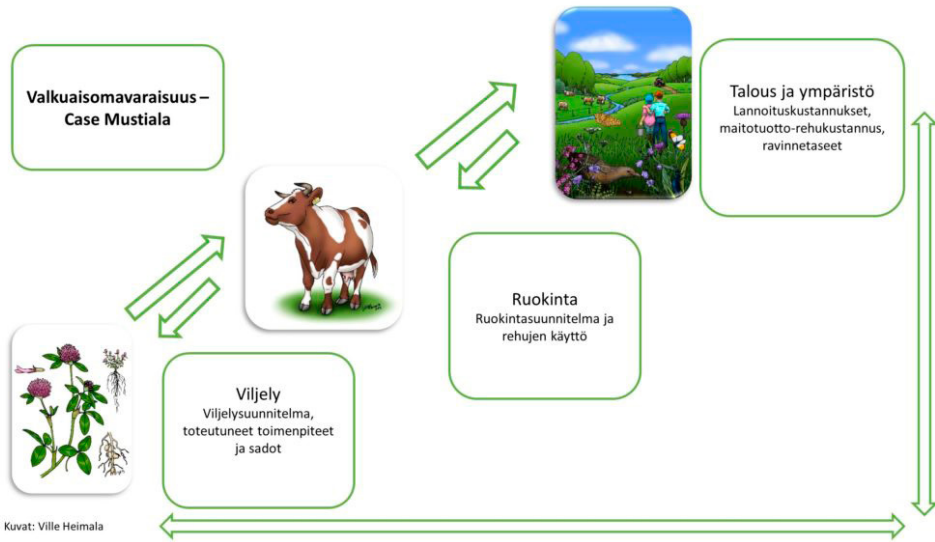
Luomuviljelyssä valkuaiskasvien viljely ja sitä kautta biologinen typensidonta on oleellinen osa toimivaa viljelykiertoa. Luomuvalkuaisrehujen saatavuus on erittäin kriittinen asia luomutuotannossa.

Tilojen välinen yhteistyö on yksi keino edistää valkuaisomavaraisuutta. Suomessa viljeltävät valkuaiskasvit tarjoavat tähän monia mahdollisuuksia. Kaikki karjatilalliset eivät viljele valkuaiskasveja omalla tilallaan tai viljely on riittämätöntä. Kasvinviljelytiloilla puolestaan valkuaiskasvit ovat hyviä viljojen välikasveja. Tilojen välisellä yhteistyöllä hyötyjä saadaan jaettua ja samalla edistettyä kotimaisen valkuaisen saatavuutta ja käyttöä.

8.2 Valkuaisomavaraisuuden edistäminen Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilalla

Katariina Manni ja Riitta Lehtinen, Hämeen ammattikorkeakoulu

Valkuaisomavaraisuuden edistäminen on Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilalla yksi keskeinen tavoite (kuva 130). Tämän tavoitteen eteen on tehty monia toimenpiteitä, jotka näkyvät niin peltoviljelyssä kuin lypsykarjan ruokinnassa.



Kuvat: Ville Heimala

Kuva 130. Valkuaisomavaraisuuden edistäminen on Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilalla keskeinen tavoite. (Piiroskuvat: Ville Heimala)

Mustialan karjan ruokinnasta on pyritty tekemään mahdollisimman oma-varainen. Tavoitteena on tuottaa mahdollisimman suuri osa tarvittavista rehuista koulutilalla ja näin pienentää ostorehukustannusta. Samalla manipuloidaan viljelykiertoa ja palkokasveja viljelemällä saadaan niiden hyödyt jäämään koulutilan pelloille.

Nurmipalkokasvit ovat tärkeä osa nurmenviljelyä Mustialassa. Osassa nurmisiemenseoksia on mukana apiloita ja sinimailasta. Kokemuksia on myös härkäpapusäilörehun käytöstä lypsylehmien rehuna. Sillä korvattiin osa nurmiheinäkasveista tehdystä säilörehusta ruokinnassa. Härkäpapusäilörehu säilyi hyvin ja maittoi lehmille.

Säilörehun sisältämä valkuainen ei kuitenkaan yksinomaan riitä täyttämään korkeatuottoisten lehmien valkuaisen tarvetta, vaan ruokintaa pitää täydentää valkuaisrehuilla. Mustialan karjassa valkuaisrehuina on käytetty rypsirouheen lisäksi hernettä ja härkäpapua, joista herne on ollut viimeisimpänä käytössä. Käyttömäärät ovat olleet keskimäärin puolet hernettä ja puolet rypsirouhetta. Kotoisia rehuja käytettäessä tulee huolehtia

myös riittävästä kivennäisten saannista. Koulutilalla tuotettujen rehujen lisäksi Mustialan lehmät saavat kivennäisrehuja ja lypsyröbotilta teollista täysrehua. Taulukossa 27 on esimerkki Mustialan karjan lypsylehmien ruokintasuunnitelmasta, jossa on herne mukana.

Taulukko 27. Esimerkki Mustialan karjan lypsylehmien ruokinnasta, jossa herne mukana.

Lehmät		Osajakso 15.11.2016 - 31.01.2017				Tuotoksen mukainen ruokinta		
Ruokintatasot								
		Tuotos kg/pv						
		Yks.	47	41	34	28	Tunn.	Keskim.
ApilanurmiSR, kevätsato	kg	53	47	41	35	23	22	
Herne	kg	2,4	2,1	1,9	1,6	1,1	1,8	
Tuoresäilötty vilja	kg	7,8	6,9	6,1	5,2	3,5	5,9	
Auto-Krossi 3	kg	4,2	3,7	3,3	2,8	1,0	3,0	
Farm Rypsi Mixer	kg	2,7	2,4	2,1	1,8	1,2	2,0	
Fosforikivennäinen	g	0	0	0	0	0	0	
Lypsykivennäinen	g	19	17	15	13	8	14	
Ruokasuola (natriumkloridi)	g	55	49	43	37	25	42	
ka-syönti	kg	29,2	25,9	22,7	19,4	12,2	21,9	

Herne on hyvä valkuais- ja energiarehu lypsylehmille. Tosin ihan rypsin veroista se ei ole, johtuen erityisesti herneen rypsiä suuremmasta valkuaisen pötsihajoavuudesta. Hernettä kannattaakin syöttää esimerkiksi rypsin kanssa, jolloin ruokintaan saadaan enemmän ohitusvalkuaista kuin hernettä yksinomaaisena valkuaisäydennysrehuna käytettäessä.

Valkuaisen lisäksi herneen sisältämästä tärkkelyksestä saadaan lisäenergiaa ruokintaan. Tärkkelyspitoisuus tulee huomioida ruokinnan suunnittelussa viljan käyttömääriä ja tärkkelyksen saantia optimoitaessa.

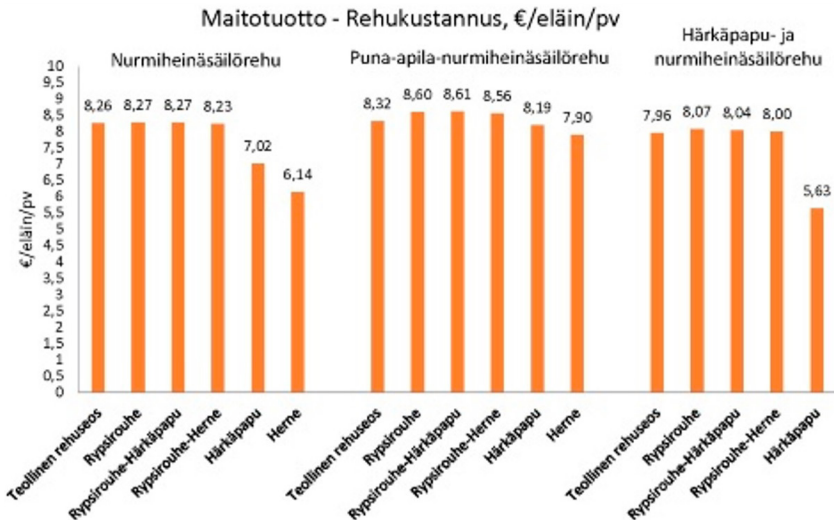
Omalla tilalla tuotetulla rehuherneellä on voitu vähentää ostovalkuaisrehujen tarvetta ja saada säästöjä ostorehukustannuksiin. Taulukossa 25 on laskettu esimerkinomaisesti herneen vaikutus rehukustannukseen ja ostorehukustannukseen. Laskelmasta puuttuu kivennäiset. Laskelma on tehty 65 lypsylehmälle ja aikajaksona on käytetty yhtä vuotta. Ostorehujä laskelmassa olivat täysrehu ja rypsirouhe. Kun osa rypsirouheesta korvattiin herneellä, pieneni vuotuinen rehukustannus 1338 € ja ostorehukustannus 4722 €.

Taulukko 28. Herneen keskimääräinen vaikutus rehukustannukseen ja ostorehukustannukseen 65 lehmän karjassa vuositasona.

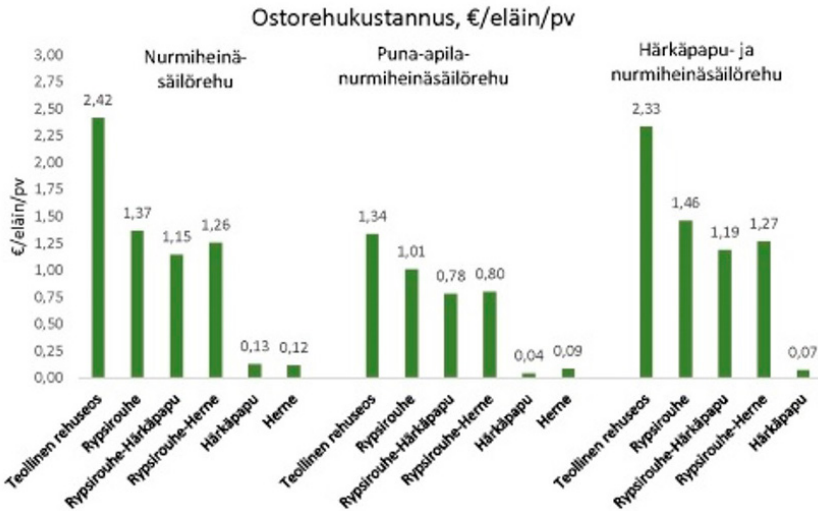
Rehu	Syönti kg/ka/pv	Rv-saanti g/pv	Osuus rv:sta %	Hinta snt/kg ka	Kulutus kg ka/karja/v	Rehukustannus €/ karja/v
Apilapitoinen säilörehu	12,5	1656	42,7	11,20	297654	33337
Tuoresäilötty vilja	4,2	521	13,4	14,95	100437	15015
Herne	1,6	363	9,4	18,10	37730	6829
Rypsirouhe	1,9	721	18,6	28,88	44342	12662
Täysrehu	2,9	617	15,9	39,43	69680	27166
Yhteensä	23,2	3878	100,0			95010

Rehu	Syönti kg/ka/pv	Rv-saanti g/pv	Osuus rv:sta %	Hinta snt/kg ka	Kulutus kg ka/karja/v	Rehukustannus €/ karja/v
Apilapitoinen säilörehu	12,5	1656	42,7	11,20	297654	33337
Tuoresäilötty vilja	5,2	640	16,5	14,95	123489	18462
Herne	0,0	0	0,0	18,10	0	0
Rypsirouhe	2,5	962	24,8	28,88	59123	17075
Täysrehu	2,9	617	15,9	39,43	69680	27475
Yhteensä	23,2	3875	100,0			96348

Ruokinnan suunnittelussa on hyvä huomioida myös ruokinnan vaikutukset maitomääriin ja maidon pitoisuuksiin ja sitä kautta maidosta maksettavaan hintaan. HAMK Mustialan vetämässä Valkuaisfoorumi-hankkeessa tehtiin ProAgrian Karjakompassi-ohjelmalla laskelmia valkuaisrehujen käytön kannattavuudesta lypsylehmien ruokinnassa. Laskelmissa käytettiin Mustialan karjan tietoja. Parhaat taloudelliset tulokset saatiin puna-apilasäilörehuun perustuvilla ruokinnoilla, kun valkuaisruokinta tehtiin pelkällä rypsirouheella tai korvaamalla osa rypsirouheesta herneellä tai härkäpapulla (Kuva 131). Lisäksi kotoisia valkuaisrehuja käytettäessä ostorehukustannus pieneni (Kuva 132). Lisätietoja laskelmista www.hamk.fi/valkuaisfoorumi > Asiantuntijatreffit.



Kuva 131. Lehmä- ja päiväkohtainen maitotuotto ja rehukustannuksen välinen erotus eri ruokinnoilla Karjakompassilla laskettuna (Valkuaisfoorumi n.d.).



Kuva 132. Lehmä- ja päiväkohtainen ostorehukustannus eri ruokinnoilla Karjakompassilla laskettuna (Valkuaisfoorumi n.d.).

Laskelmien teossa ja vertailuissa on syytä huomioida, että pienetkin hintavaihtelut kertaantuvat helposti. Laskelmien hintoina kannattaa aina käyttää todellisia rehujen hintoja, ovat ne sitten ostorehujia tai tilalla tuotettuja, sillä ne luovat pohjan laskelmille ja niiden luotettavuudelle. Tämän edellytyksenä on, että myös kotoisten rehujen tuotantokustannukset ovat tiedossa. Myös tukien ja eri viljelykasvien vaikutukset viljelyn kannattavuuteen on syytä huomioida. Ne vaikuttavat osaltaan siihen, mitä kasveja tilalla kannattaa viljellä.

Mustialassa korjattiin nurmisäilörehua 65 hehtaarilta keskimäärin 8081 kuiva-ainekiloa hehtaarilta. Ensimmäiset kaksi satoa korjattiin kaikilta 65 hehtaarilta, ja kolmas sato korjattiin 27 hehtaarilta. Sato määrät jakautuivat:

- 1 Sato 3361 ka kg/ha
- 2 Sato 3923 ka kg/ha
- 3 Sato 1558 ka kg/ha

Parhaalta lohkolta saatiin noin 10500 kilon kuiva-ainesato, heikoimmalta lohkolta 5500 kilon sato. Satomäärät punnittiin ajamalla jokainen kuorma ennen purkua ajoneuvovaa'an päältä. Myöskin lähes jokaisesta lohokosta kerättiin raaka-ainenäytteet. Raaka-ainenäytteestä selviää kuiva-ainepitoisuus, ravinnepitoisuudet sekä ruokinnallinen laatu. Uudet säilörehunäytteet on otettava ennen ruokintaa, koska säilörehu muuttuu hie-man säilönnän aikana.



Kuva 133. Jokainen kuorma punnittiin ja jokaiselta lohkolta otettiin raaka-ainenäytteet.

Lähteitä

- Antikainen R. ym. (2005). Stocks and flows of nitrogen and phosphorus in the Finnish food production and consumption system. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880904003299>
- Luke (2017). Suomen ruoka- ja luonnonvaratilastot. Haettu 14.12.2017 osoitteesta <https://www.luke.fi/avoin-tieto/tilastopalvelu/>
- Rajala J. (2005). Luomuviljelyn suunnittelu. Ravinnetaseet. Helsingin Yliopisto. http://luomu.fi/tietoverkko/wp-content/uploads/sites/5/2014/12/5.3_Ravinnetaseet_190405.pdf
- Valkuaisfoorumi (n.d.). Valkuaisfoorumi. Haettu 27.11.2018 osoitteesta <http://www.hamk.fi/valkuisfoorumi>
- Ympäristöministeriö.(2010). Kotieläintalouden ympäristönsuojeluohje. Ympäristöhallinnon ohjeita. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41550/OH1_2010_Kotieläintalouden_ymparistonsuojeluohje.pdf?sequence=1



9. KOHTI ENERGIA- JA RAVINNETEHOKKUUTTA

Ravinne- ja energiatehokas maatila hanke on esimerkki digitalisaation tuomasta mahdollisuudesta tehdä yhteistyötä ympäri Suomen sekä tuottaa oppimateriaalia ja tietoa yhteisille verkkosivuille. Hankkeen avulla eri oppilaitosten osaamisalueet on koottu yhteiselle verkkoalustalle ja näin oppimiskokeilu on lisännyt oppilaitosten osaamista sekä yhteistyötä. Tässä kappaleessa kerrotaan, millaisia energia- ja ravinnetehokkuutta parantavia ratkaisuja voi tehdä mautiloilla.

9.1 Uudet toimintatavat

Uusien toimintatapojen jalkauttaminen vaatii aina oman toimintatavan muuttamista. Kun työskentely tapahtuu opetus- ja tutkimusmaatiloilla vaaditaan muutosta ei ainoastaan opetushenkilöstössä vaan myös koko maatilan henkilöstössä. Muutos lähtee ihmisistä ja heidän valmiudestaan ottaa vastaan uutta tietoa. Uuden tiedon soveltaminen käytäntöön tai uusien laitteiden käyttöönotto tuo myös mukanaan teknisiä haasteita. Saman laitteen käyttöönotto eri maatiloilla voi tuoda mukanaan hyvin erilaisia ongelmia. Rakennukset ja koneet ovat myös erilaisia, niiden ikä ja valmistajat vaihtelevat. Kokeilujen toteuttaminen luonnonvara-alalla on aina riippuvaista ilmastosta. Sateinen kesä voi tuhota kokeilun täysin. Opetus- ja tutkimusmaatilat sijaitsevat eri viljelyvyöhykkeillä, mikä takia tuloksia ei voi verrata suoraan toistensa kanssa. Jokainen joutuu itse pohtimaan syyt ja seuraukset tapauskohtaisesti. Monessa tilanteessa on vaikeaa tehdä yleistyksiä. Ravinne- ja energiatehokas maatila -hanke mahdollisti tehokkaan verkostoitumisen ja jaetun ammattiasiantuntijuuden. Yhteiset pohdinnat auttoivat haasteiden kohtaamisessa ja rohkaisivat tekemään uusia kokeiluja ja ratkaisuja.

9.2 Hankkeessa testatut laitteet

Hankkeessa hankittiin ja testattiin useampi uusi laite. Kuvasta 134 näkee, millaisia teknisiä työkaluja ja laitteita on otettu käyttöön ravinne- ja energiatehokkuuden parantamiseksi.



Kuva 134. Hankkeessa kokeiltiin erilaisia laitteita ravinne- ja energiatehokkuuden parantamiseksi. Laitteita kokeillut opetusmaatila tai oppilaitos mainittu mittauskohteen jälkeen.

1. 360-asteen kameralla voi kuvata isoja aloja, esim. peltolohkoja. Tätä tekniikka käytettiin Mustialan opetusmaatilan peltolohkojen kuvauksessa.
2. eGauge-järjestelmän avulla saa tietoa eri laitteiden sähkönkulutuksesta. Järjestelmä sopii esimerkiksi navettaan, sikalaan ja kanalaan. Järjestelmä on käytössä Koivikon, Ilmajoen, Erkkilän, Tarvaalan ja Västankvarnin opetusmautiloilla.
3. Lehtivihreämittari HAD-YL6 Chlorophyl-meter mittaa typpi-pitoisuutta, lämpötilaa ja lehtivihreäpitoisuutta. Sen avulla voi selvittää lannoituksen hyötysuhdetta. Mittalaitetta käytettiin Peltosalmen opetusmautilalla.
4. Grainsense mittaa viljan valkuaispitoisuuden, kosteuden, hiili- ja öljypitoisuuden. Laitteella voi mitata omien rehujen ravinnearvot. Se sopii kaikille viljaa viljeleville tiloille. Mittaria koekäytetään Tuorlan, Ilmajoen, Koivikon ja Mustialan opetusmautiloilla.

5. DJI Phantom 4 Pro-drone NIR-kameralla voi tehdä ilmakuvia peltolohkoista. Ilmakuvien avulla voi esimerkiksi ennustaa tulevaa satoa. Dronen käyttötestauksia on tehty Ilmajoen ja Mustialan opetusmaatiloilla.
6. Ajoneuvovaaka HT9800-HD7P. Saadaan tietoa peltojen satomääristä, esim. rehumäärät. Vaaka on käytössä Mustialan ja Tarvaalan opetusmaatiloilla.
7. Veden laadun mittauslaitteista saadaan tietoa mm. salaojavesien määrästä ja laadusta. Anturit asennetaan maastoon. Vedenlaatumittauksia on tehty Koivikon ja Mustialan opetusmaatiloilla.
8. Automaattinen vedenlaadun mittausjärjestelmä on Tarvaalan opetusmaatilan kosteikolla. Sillä saadaan tietoa kosteikolle tulevan veden laadusta ja määrästä. Anturit asennetaan maastoon.

9.3 Virtuaalilohkokortit

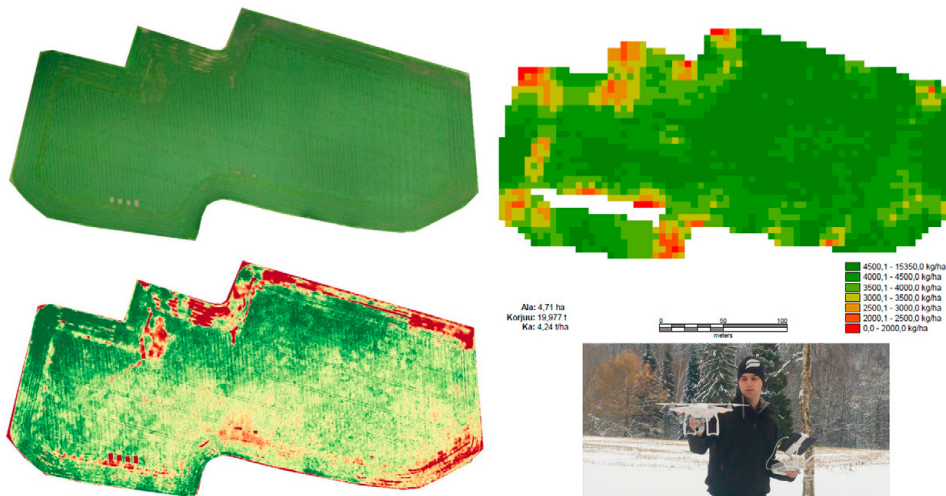
Hankkeessa kuvattiin ja seurattiin Hämeen ammattikorkeakoulu Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilän peltoympäristö. Ympäristö on tarkoitettu maatalousalan opetuksen työkaluksi, mutta soveltuu kaikkien kiinnostuneiden käytettäväksi. Ympäristö laajenee koko ajan uusien ideoiden ja syventämistarpeiden mukaan.

Virtuaalilohkokortit helpottavat maataloustoiminnan johtamista, maatilatöiden suunnittelua ja havaintojen analysointia. Virtuaalilohkokorteista saa paremman kokonaiskuvan lohkoista ja niihin kohdistuvista toimenpiteistä. Peltolohkot kuvattiin säännöllisesti kasvukauden aikana niin tavallisella kameralla kun 360° kameralla. Jokaisesta lohkoista kirjoitettiin perustiedot kuten lohkon koko, maalaji, peruslohkon kasvulohkot, eri vuosien viljelykasvit, maanäytteen, vuosittaiset viljelytoimeenpiteet, ravinnetaselaskelmat, samentkartat, kasvukauden aikaiset havainnot ja muita lohkoikohtaisia kommentteja. Kaikki peltolohkot eivät ole yhtä tarkasti kuvattuja.



Kuva 135. HAMK Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilalla on 40 peruslohkoa ja noin 80 kasvulohkoa vuodessa. (Kuva: HAMK)

DJI Phantom 4 Pro-drone NIR -kameralla pystyy seuramaan peltolohkoja. Saatujen valokuvien avulla voidaan oppia ymmärtämään miten koneetyöt ja eri tuotantopanokset vaikuttavat kasvustoon. Lielelanta tulisi esimerkiksi sekoittaa tarpeeksi perusteellisesti, jotta lietalanta levittyvä tasaisesti peltoon. Ravinteiden eri määrä lohkon eri kohdissa näkyy selvästi dronekuvalla. 360° kameralla saa kokonaiskäsityksen lohkon muodosta, sijainnista ja topografiasta.



Kuva 136. Hankkeessa on testattu drone-pienoishelikopterin käyttämällisyyksiä kasvinviljelyssä. Hämeen ammattikorkeakoulun opiskelija Teemu Rekola kehitti hankkeen aikana drone-menetelmää Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan peltolohkojen seurannassa. Kuvassa hän demonstroi dronen käyttöä "Keinoja ravinnetehokkuuden parantamiseen" -työpaja ja webinarissa 27.10.2017. Pienoishelikopterin kartoituslennon avulla voidaan löytää vaihteluja lohkoista, minkä perusteella suoritetaan tarkempi lohkoilla kävellen tehtävä havainnointi. Ortoilmakuva sekä PlantHealth kuva Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan Museo lohkoista 1 (1,64 ha) 29.6.2017. Päästeet näkyvät selkeästi, kylvösuuntainen vaihtelu johtuu kylvökoneen asetuksista. Lohkossa punaisella näkyvät alueet ovat lähinnä jauhosavikkaa. (Kuva: HAMK)

Virtuaalilohkokortit ovat hyvin visuaaliset, ne palvelevat hyvin opetusmaatiloja, missä työskentelee ja liikkuu paljon ihmisiä. Virtuaalilohkokortit toimivat myös hyvin perustietojen antajina kun luodaan erilaisia oppimistilanteita ja tehtäviä. Avoin peltoympäristö on helppo käyttää ja tietoa voi jakaa nopeasti. Sen kautta pystyy nopeasti perehdyttämään uusia toimijoita opetusmaatilalla.

9.4 Ratkaisumahdollisuudet

Muuttamalla toimintatapoja maatala voi olla mukana edistämässä FAO:n ympäristötavoitteita. Tekemällä pieniä muutoksia ja lisäämällä energia- ja ravinnetehokkuuden seurantaan maatilayrityksessä voi sekä saada aikaan niin säästöjä että nostaa tuotannon kestävyyttä. Seuraavaksi kerromme joitakin mahdollisuuksia toiminnan kehittämiseksi.

Biokaasua voidaan maatilalla tuottaa hyödyntämällä syötteenä tilan sivuvirtoja, kuten lantaa ja kasvijätteitä tai hyödyntämällä biokaasutuotannon syötteeksi viljeltyjä energiakasveja. Biokaasulla voidaan maatilalla tuottaa esimerkiksi lämpöä tai lämpöä ja sähköä (CHP -tuotanto). Kaasua voidaan myös myydä sellaisenaan lähellä sijaitseville asiakkaille tai siitä voidaan jalostaa liikennepolttoainetta (biometaania, CBG). Biokaasun lisäksi tuotantoprosessissa syntyy mädätysjäännöstä eli rejektiä, jota voidaan tavallisesti hyödyntää lannoitteena. Osa mahdollisista biokaasulaitoksen syötteistä kuitenkin vaatii hygienisointia, joka nostaa tuotantokustannuksia. Tyypillisimmät maatalojen biokaasulaitosten syötteet (lanta ja oman tilan kasvijätteet tai energiakasvit) eivät kuitenkaan vaadi hygienisointia.

Energiatohokkuutta voidaan lisätä mittaamalla ja seuraamalla energiankulutusta. Opetus- ja tutkimusmaatiloille tehtiin energiasuunnitelmia ja niiden perusteella pohditaan uusia toimenpiteitä. Energia- ja ravinnetehokkuuden seurannan tehostamiseksi hankittiin uusia laitteita. Ajoneuvova’an käyttöönotto antaa satomäärät ja niitä tarvitaan ravinnetaselaskelmien laskemiseksi. Esimerkiksi rehusadot ovat tähän mennessä olleet arvioita. eGauge järjestelmä mittaa eri laitteiden sähkönkulutusta kotieläinrakennuksessa. Laite sopii esimerkiksi navetoihin, sikaloihin ja kanaloihin. Lampoloissa on vähemmän sähköä kuluttavia laitteita. Helppo toimenpide kotieläinrakennuksissa on vanhojen loisteputkien poisto ja LED-valaisimien käyttöönotto. Näin pystytään säästämään paljon energiaa.

Kiinteiden biopolttoaineiden käyttöä kannattaa lisätä. Maataloudessa käytetään runsaasti energiaa tuotantoon sähkönä, biokaasuna, nestemäisinä polttoaineina ja kiinteinä polttoaineina. Varsinkin intensiivisessä siipikarjatuotannossa käytetään paljon lämpöenergiaa. Perinteisen metsähakkeen rinnalle moni yrittäjä miettii maatalouden sivuvirtojen hyödyntämistä. Parhaimmat sivuvirrat löytyvät kasvinviljelyn sivutuotteina olkina. Varsinkin rapsin olkien hyödyntämisessä on paljon kustannustehokasta energiapotentiaalia. Toinen potentiaali liittyy suoran aurinkoenergian liittämiseen esimerkiksi hakelämpölaitosten yhteyteen käyttämällä aurinkokeräimiä tai -paneeleja.

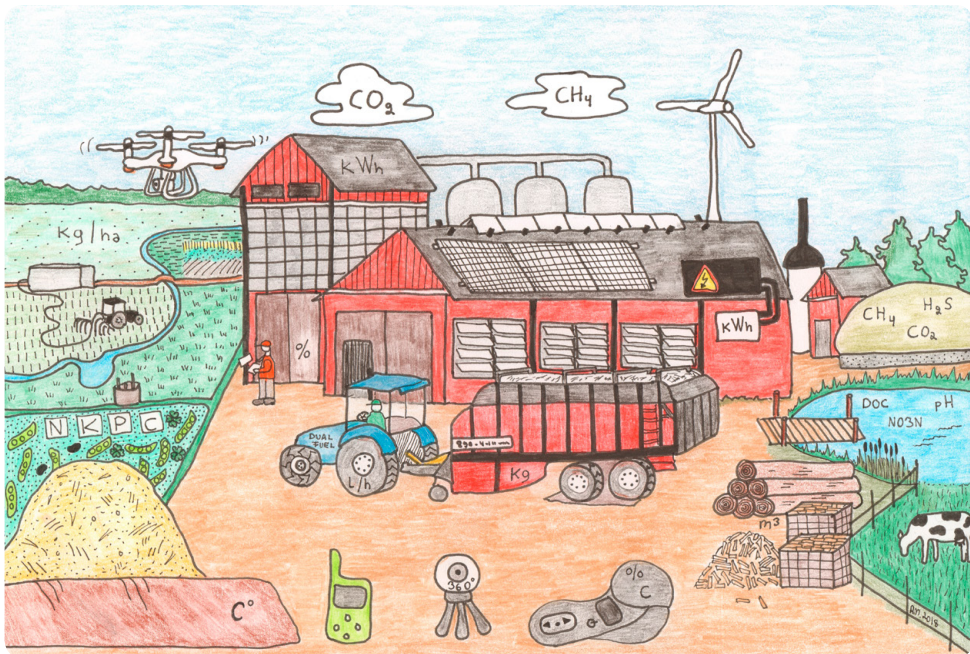
Lantalogistiikan parantamisessa kehitystoimet voidaan kohdistua ravinteiden tehokkaampaan erotteluun raakalannasta, lannan siirto-, levitys- ja sijoitusmenetelmiin, nurmenviljelyn tehostamiseen lannan ravinteilla ja lannan vaihtoehtoihin käyttötapoihin. Lannan käytön tehostamisella voidaan vähentää työkustannuksia, levittää ravinteet tarkemmin sekä kasvin tarpeiden mukaisesti. Hankkeen aikana kokeiltiin muun muassa lannan separointia, laskettiin levitysmenetelmien taloudellisuutta sekä separoinnin vaikutusta ravinteisiin karjan lannassa.

Omalannoitteiden käyttöä tulisi edistää maatilayrityksissä. Hankkeessa tuotettiin materiaalia erilaisista omalannoitteista ja selvitettiin niiden koostumus- ja ravinnesisältötietoja. Karjanlanta / kompostoitu lanta toimii parhaiten puutarhalannoitteena. Suurilla kotieläintiloilla käsitellään vuosittain isoja määriä karjanlantaa (liete). Ravinteiden kierrätyksessä olisi hyvä saada hyödynnettyä kaikki karjanlanta. Osittain säädökset typen ja fosforin osalta rajoittavat karjanlannan käyttöä lannoitteena. Tällöin paras ratkaisu olisi tehdä yhteistyötä kotieläintilojen ja kasvinviljelytilojen välillä. Karjanlanta toimii lannoitteena vähintään yhtä hyvin kuin väkilannoitteet. Lisäksi saadaan maahan orgaanista ainesta lisää. Ravinne- ja energiatehokas maatila -hankkeessa tutkittiin biokaasurejektin lannoitusvaikutuksia nurmella ja ohralla. Nurmikokeen perusteella rejekti sopii hyvin nurmen lannoitukseen.

Valkuaiskasviomavaraisuuden edistämisessä on tärkeää edistää valkuaiskasvien viljelyä ja käyttöä. Ratkaisuja tähän voidaan saada käyttämällä ja viljelemällä nykyistä laajemmin nurmikasveja, nostamalla viljojen valkuaispitoisuutta sekä huomioimalla oikeat lajikkeet ja kasvuolosuhteet. Valkuaisomavaraisuuden hyödyt ovat niin valtakunnallisia, alueellisia kuin tilakohtaisia. Tuontirehuihin liittyvät riskit pienenevät, ruokaturva ja huoltovarmuus lisääntyy ja lopputuotteiden kotimaisuusaste nousee. Tämä taas edistää lähiruoka- ja lähirehuajattelua sekä monipuolistaa peltojen käyttöä ja viljelykiertoa. Valkuaisomavaraisuutta voi lisätä viljelemällä esimerkiksi herneitä, härkäpapuja, valkolupiinia tai ruisvirnaa. Lypsykarjaruokinnassa voi kokeilla härkäpavun ja herneen murskesäilöntää. Valkuaisomavaraisuudesta voi myös löytää uusia käyttömahdollisuuksia, esim. ihmisten ravintona.

Vesiensuojelun tavoitteena on pinta- ja pohjavesien vähintään hyvä tila. Tavoitteet on määritelty EU:n vesipolitiikan puitedirektiivissä, joka on Suomessa pantu toimeen lailla vesienhoidon järjestämisestä ja siihen liittyvillä asetuksilla. Maatalouden vesistökuormitusta voidaan vähentää esimerkiksi perustamalla kosteikkoja ja suojavyöhykkeitä. Seuraamalla salaojitusvesien, valtaojien ja muiden vesistöjen laatua ja määrää saadaan tietoa pelloilta huuhtoutuvien ravinteiden määristä. Tarvaalan kosteikkoon on perustettu automaattinen vedenlaadun mittausjärjestelmä, jonka avulla seurataan kosteikon tehoa ravinteiden ja kiintoaineen pidätyksessä. Tulevaisuudessa Tarvaalassa on tarkoitus laajentaa mittauksia ja seuranta myös kosteikon yläpuolisen peltoalueen viljelytoimenpiteisiin. Pitkäaikainen ja automaattinen veden laadun ja määrän mittaus sekä samanaikainen peltojen seuranta auttaa viljelijää ymmärtämään miten viljelytoimenpiteet ja viljelykierto vaikuttavat ravinteiden määrään vesistöissä ja miten ravinteet saadaan pysymään pellolla mahdollisimman tehokkaasti. Automaattisten vedenlaadun mittauslaitteiden hinnat ovat korkeat, joten yksittäisellä maatilalla niiden hankkiminen ei ole kannattavaa. Tarvaalan opetusmaatilalla automaattimittausten avulla on tarkoitus auttaa viljelijää tekemään oikeita päätöksiä viljelytoimenpiteissä. Tulevaisuudessa olisi hyvä saada veden laadun mittaukseen halvempia ja kevyempiä järjestelmiä, joiden avulla voidaan kehittää maatalouden vesiensuojelutoimia.

Ravinteiden hallinnassa lohko-kohtaiset ravinnetaselaskelmat ovat tärkeitä. Ravinnetaselaskelmat tuottavat uusia seurannan indikaattoreita pelto-lohkoille. Ravinnetaselaskelmissa käytettävät tuotantopanokset vaihtelevat erittäin paljon lohkoista lohkoon ja tästä syystä eri lohkoja tai eri maataloja ei voi verrata keskenään, ainoastaan saman lohkon tiedot eri vuosina. Typpilannoituksen tarkentamiseksi sekä kasvuston kunnon mittaamisen avuksi voidaan käyttää lehtivihreämittaria esim. HAD-YL6 Chlorophyl-meter. Laitteella voi mitata typpipitoisuutta, lämpötilaa ja lehtivihreäpitoisuutta. Valkuaismittari Grainsense mittaa proteiineja, kosteutta, öljyjä ja hiilipitoisuutta. Mittaria voidaan käyttää hyväksi oman rehun tuotannossa. Tunnistamalla maatilan peltojen ongelmat ja haasteet voi miettiä keinoja sadon määrän, laadun sekä ympäristökuormituksen määrittämiseksi. Voi myös kehittää peltojen havainnointia, jotta saa lisää tietoa peltojen tilasta. Mittarit ja laskelmat tuovat lisäarvoa ravinteiden ja energiankäytön tehostamiseksi.



Kuva 137. Ravinne- ja energiatehokas maatila. (Piirroskuva: Annika Michelson)

Kuvalla 137 on kuvattu mahdollisia maatilan ravinne- ja energiatehokkuuden toimenpidekohteita kuten biokaasun tuottaminen, energian mittaaminen ja tarkka seuranta, energiasuunnitelman tekeminen, kiinteiden biopolttoaineiden käyttö (puu, klapi, hake), omalannoitteiden käyttö (esim. sivuvirtojen käyttö, olki), kompostointi, säätösalojitus, lannoitekokeilujen tekeminen, valkuaiskasvien viljeleminen, ravinnetaselaskelmien tekeminen ja vesistöjen tilan seuranta. Energia- ja ravinnetehokkuuden parantamiseksi löytyy paljon erilaisia pieniä laitteita. Taulukkoon 29 on kerätty tavallisia ongelmia ja haasteita maataloilla, millaisiin toimenpiteisiin voi ryhtyä, havainnot ja johtopäätöksiä.

Taulukko 29. Ravinne- ja energiatehokkuuden edistämisen menetelmiä.

Teema	Nykytila, ongelma tai tavoite	Toimenpide	Mitä havaittiin	Johtopäätöksiä
Biokaasu	Biokaasun käyttö kesällä haastavaa.	Käyttömahdollisuuksien kartoitus.	Liikennepolttoaine on kannattavinta.	Tehtiin investointi liikennepolttoainelaitteisiin.
Biokaasu	Biokaasurejektin lannoitusvaikutusta ei tiedetä.	Lannoituskoje: liete, rejekti, väkilanta, O-ruutu.	Rejektin lannoitusvaikutus vähintään yhtä hyvä kuin lietalannan.	Maatilat voivat hyödyntää lannan energiaa biokaasulaitoksen kautta.
Energiatehokkuus	Maatilalle ei ole tehty energiasuunnitelmaa.	Tilattiin energia-suunnitelma maatilalle. Käytettiin Neuvo 2000-ohjelmaa.	Saatiin kokonaistieto maatilan energiankäytöstä sekä neuvoja miten voimme tehostaa energiankäyttöä.	Ryhdyttiin energiansäästö-toimenpiteisiin. Päivitetään säännöllisesti (esim. joka 5. vuosi) energiasuunnitelmaa, jotta voidaan seurata tapahtuuko muutoksia.
Energiatehokkuus	Maatilalla ei hyödynnetä bioenergiaa.	Tutkitaan bioenergian mahdollisuudet.	Maataloudessa käytetään runsaasti energiaa tuotantoon sähkönä, biokaasuna, nestemäisinä polttoaineina ja kiinteinä polttoaineina.	Mietitään vaihtoehtoisten bioenergiamahdollisuuksien käyttöä, kuten tuuli, aurinko, hake, pilke sekä maatalouden sivuvirtojen hyödyntäminen.
Energiatehokkuus	Navetassa tai sikalassa ei ole sähkön täsmämittari.	Ostettiin eGauge-laite ja asennettiin se.	eGauge-laitteen avulla saamme tietoa mikä laite käyttää sähköä mihin aikaan ja kuinka paljon. Tiedetään tarkasti sähkönkulutuksen piikit. Suomessa ei ole laitteen käyttötukea, mutta opetusmaatiolla on osaamista laitteiden käytöstä ja sieltä voi saada vertaistukea.	Täsmennetty ja kohdennettu sähkönkulutusmittaus eläinsuojissa mahdollistaa parannustoimenpiteiden suuntamisen laitteille.
Energiatehokkuus	Käytämme loisteputkia eläinsuojassa.	Vaihdetaan loisteputket LED- valaisimiin.	Sähkönkulutus on paljon pienempi sekä pystyy kohdentamaan valaistusta sinne minne sitä tarvitaan.	Raha säästyy.
Kiinteät biopolttoaineet	Maatilalla käytetään sähköä lämmityksessä, vaikka on oma metsä.	Otetaan käyttöön kiinteät biopolttoaineet lämmöntuotannossa (hake, klapit tai sivuvirrat).	Lämmitysenergian omavaraisuusaste paranee. Havaittiin, että tuoreen puun polttaminen antaa enemmän lämpöenergiaa.	Jatketaan kiinteiden biopolttoaineiden käyttöä lämmöntuotannossa.
Omalannoitteet ja lantalogistiikka	Maatilalla ei ole mietitty lantalogistiikkaa.	Ajankäytön ja siirtovolyymien laskenta.	Kokonaisajankäytön suunnittelu on tehontonta, tehokkaampia ja edullisempia siirtomenetelmiä saatavilla.	Lantalogistiikkasuunnitelman avulla voi vähentää syntyviä kustannuksia ja tehostaa työajankäyttöä. Voidaan myös käyttää etävarastoja, siirtokontit ja letkulevitystä.
Omalannoitteet ja lantalogistiikka	Sivuvirtoja syntyy maatilalla.	Tehtiin kompostointikokeilu.	Kompostointi johtaa suuriin ravinneaine- ja hiilipappioihin. Maaperän hedelmällisyys hyötyy eniten, jos lisätään ei-kompostoitua orgaanista ainesta. Kompostointi sopii sellaisten orgaanisten jätteiden käsittelyksi, joita tulisi homogenisoida tai hygienisoida, tai niiden kuljettamisen helpottamiseksi.	Kompostoidaan määrällisesti isot sivuvirrat joita tarvitsee kuljettaa paikasta toiseen.
Omalannoitteet ja lantalogistiikka	Rapsin oljet kynnetään maahan.	Kokeiltiin polttaa rapsin olkia.	20 hehtaarin olkimäärällä saatiin tuotettua riittävästi lämpöä kahden broilerihallin (6500–7000 m ²) lämmittämiseen kolmen kasvatuserän ajan kesällä 2016. Olkien keräämistä ei nähdä ongelmana maan kasvukunnolle -> karjanlannan mukana saadaan peltoon lisää orgaanista ainesta. Viljelykierrossa on rapsia vain joka viides vuosi, joten olkien keruu tapahtuu varsin harvoin samoilta lohkoilta.	Silputtu olki toimii polttoaineena vain tilatasolla. Keveän materiaalin kuljettaminen kauemmas ei ole taloudellisesti kannattavaa. Oljen poltosta syntynyt tuhka käytetään lannoitteena pelloilla.
Biokaasu	Biokaasun käyttö kesällä haastavaa.	Käyttömahdollisuuksien kartoitus.	Liikennepolttoaine on kannattavinta.	Tehtiin investointi liikennepolttoainelaitteisiin.