

Matkaraportti  
Opintomatka Tanskaan ja Ruotsiin  
Energiatehokkuudesta kilpailukykyä maaseudulla -hanke  
1-3.12. 2016





## 1. Energiatehokkuudesta kilpailukykyä maaseudulla-hanke

Energiatehokkuuden valtakunnallisen koordinaatiohankkeen tehtävänä on edistää energiatehokkuuspalvelujen käyttöä ja saatavuutta maatiloilla ja maaseudun yrityksissä. Hanke toteuttaa tiedonhankintaa ja tiedonvälistystä energiatehokkuuspalveluista, rahoitusmahdollisuuksista, energia- ja ilmastotavoitteista ja keinoista. Tavoitteena on yhteistyön ja verkottumisen lisääminen hanke- ja energiatoimijoiden, viranomaisten ja myös kansainvälisten toimijoiden kesken. Opintomatkan kohteeksi hanke valitsi Tanskan, jossa on menossa nopea siirtyminen fossiilisesta energiasta uusiutuvaan ja kunnianhimoiset tavoitteet energiatehokkuuden parantamiselle.

## 2. Matkan tarkoitus

Energiatehokkuuden koordinaatiohankkeen järjestämällä energiaopintomatalla Tanskaan ja Ruotsiin tutustuttiin uusiutuvan energian tuotantoon ja teknologioihin biokaasun tuotannossa, olki- ja hake-energian tuotantoon ja eri bioraaka-aineiden hyödyntämiseen uusiutuvan energian tuotannossa. Energiatehokkuuteen biomassojen hyödyntämisessä ja maatilan energian käytössä tutustuttiin kahdella biokaasulaitoksella ja yhdellä sikalavierailulla sekä Agromek-näyttelyssä EOptimo- energiakonsulttiyrityksen kanssa käydyissä keskusteluissa.

Matka oli suunnattu erityisesti energianeuvojille, energiahankkeissa työskenteleville, kansallisen energiatehokkuuden kehittäjille, energiainvestointien rahoittajille ja energia-alan yrityksille ja yrittäjille.

## 3. Matkan ajankohta ja yhteistyökumppani Suomessa ja Tanskassa

Matkan ajankohta 1.-3.12.2016, matkan järjestelyistä vastasi Maarit Kari/ProAgria keskusten liitto yhteistyössä tanskalaisten yhteistyökumppaneiden kanssa. Matkan teknisistä järjestelyistä vastasi Forssan Matkatoimisto. Matkaraportin laati Kyösti Turkia Suomen metsäkeskuksesta ja sitä tarkensi Maarit Kari. Antti Niemi PIKES:stä täydensi matkaraporttia biokaasulaitoskohteiden kuvauksen osalta. Tanskalaisena yhteyshenkilönä käytännön järjestelyissä toimi Viggo Nortoft.

## 4. Malmön liikennelaitoksen hybridibussit

Malmön hybridibusseja esittelivät Mikael Svensson ja Ole Beckman/Nobina. Hybridibussihanke on Skånetrafikenin, bussioperaattori Nobinan ja Malmön kaupungin bussiliikenteen kehittämishanketta, mihin hybridibussien hankinta ja vilkkaimman bussilinjan, korvaaminen ja osittain uudelleenrakentaminen Itä-Malmöstä (Stenkällan) keskustan kautta (via Centralstation) satamaan (Västra Hamnen) liittyy, linjana 5. Bussilinja oli alun perin välivaihe korvaamassa ratikkalinjaa, mutta tuonemmaksi aiottu ratikkahanke lykkääntyy vuosi vuodelta. Bussilinjan kokonaispituus 8,3 km. Linjalla tehdään 4 miljoonaa bussimatkaa vuodessa, busseja liikennöi 16 tunnissa vuorovälin ollessa vilkkaampina aikoina 3,75 minuuttia, rauhallisempina aikoina hieman harvemmin. Kaikki linjalla liikennöivät bussit ovat sähköbusseja, jotka toimivat ladatuilla akuilla, ottavat talteen mm jarrutusenergian ja voiman lisälähteenä on maakaasu.

Van Hoolilta hankitut hybridibussit aloittivat liikennöinnin Malmöexpressen linjalla kesäkuussa 2014. 24-metrisiä busseja on tilattu yhteensä 15 kappaletta. Busseissa on sähkömoottori ja akusto, jota ladataan seisakilla ja latausta täydennetään kaasumoottoriin yhdistetyllä generaattorilla. Kokemukset hybridibusseista ovat myönteisiä, niissä yhdistyy sähkömoottorin energiatehokkuus, bussiliikenteen joustavuus raitiolinjan tehokkuuteen. Yhden bussin hinta on 8-9 miljoonaa SEK. Bussiin mahtuu 65 matkustajaa ja se pystyy kuljettamaan 800 matkustajaa tunnissa. Bussit ladataan ja tankataan yöllä. Bussin lataus ja kaasutankki



riittävät 24 tunnin ajoon. Uuden bussilinjan avaamisen myötä matkat keskustalinjalla ovat kasvaneet +38 %. Teimme testimatkan hybridibussilla ajamalla linjan 5 edestakaisin. Totesimme bussikyydin miellyttäväksi ja hiljaiseksi. Pitkälti uusien hybridibussien ansiosta bussilinjan vaikutusalueen CO<sub>2</sub> -päästöt ovat vähentyneet -8 %. Kaiken Skånen alueen bussiliikenteen pitää olla fossiilipolttoaineesta vapaata vuoteen 2020 mennessä. Euroopan aluekehitysrahasto oli mukana rahoittamassa hybridibussien hankintaa.

## Mikael Svensson

### Gruppchef

Adress: Mölledalsgatan 1

212 28 MALMÖ

Telefon: 040-685 78 44

SMS: 0701-87 21 24

Växel: 040-685 78 00

E-post: [mikael.svensson@nobina.se](mailto:mikael.svensson@nobina.se)

<https://www.vanhool.be/ENG/actua/vanhoodeliversf.html>

[www.exquicity.be/](http://www.exquicity.be/)



Ryhmäkuva opintomatkan osallistujista hybridibussin koeajon päätteeksi.



Skånetrafikenilla on 15 hybridibussia. Kuvassa bussi latausasemalla.

## 5. Energiatohokkuusratkaisut sikalassa

Energian kulutus ja energian säästöpotentiaali maatilalla.  
Informaatio neuvontapalveluista energia kysymyksiin ja energian säästöihin.

Sven Agergaard, Nr. Vejervej 10, Lind, DK – 7400 Herning,

Tila sijaitsee 2 – 3 km etelään Agromek näyttely-alueesta, Herningissä.

Tilan isäntä Sven Agergaard kertoi Skjoldborgin tilan toiminnasta ja tuotannosta. Yhteensä 1100 emakon porsitussikala kasvattaa 35000 sikaa 30 kg:n painoon vuodessa. Porsaiden kasvatus 7 kg:n painosta 30 kg:n painoon kestää 7 viikkoa. Viljelypinta-alaa tilalla on 320 ha. Tilalla on hyväksyntä 40 000 porsaan tuotannolle 32 kg:n painoiseksi vuodessa. Rehuntuotanto alaa tämän porsasmäärän ruokkimiseen tarvitaan 340 ha. Rehuviljaa porsasmäärän ruokkimiseen tarvitaan 2500 tonnia vuodessa. Uusi porsaskasvattamo valmistui 2015 sisältäen rehutestiaseman, joka on ainoa laatuaan Tanskassa. Lämmitysjärjestelmänä sikalassa on lämpöenergian talteenotto lietteestä lämpöpumpun ja lämmönkeruuputkiston avulla. Huipputehon tarvetta varten on öljykattila. Aiemmin tilalla on käytetty puupellettiä 40 000 kg/v. Muuta energiatohokkuutta tilalla edustaa Led-valaistus ja energiatohokas ilmanvaihto. Porsitus ja porsaskarsinoissa on lattialämmitys ja isommilla porsailla katetussa osassa karsinaa. Lämpöteho ja lämmönjakelu on optimoitu eri ikäisten ja painoisten eläinten lämpöenergian kulutuksen mukaan.

Sikalan liettelannasta otetaan lämpöenergia talteen lämpöpumpun ja lämmönkeruuputkiston avulla. Lämpöenergian keruun avulla viilennetään lietteen lämpötilaa ja pienennetään liettelannan NH<sub>3</sub>- päästöjä. Keruukanavistoa on asennettu 1740 m<sup>2</sup>:n alalle. Lämpöpumpun mitoitusteho on 25,7 kW, mikä tuottaa 84,9



kW lämpöä tai 59,2 kW viilennystehoa. Suurin hetkellinen lämmitystehon tarve on 143 kW ja lämpöpumpun käyttötunnit 7455 tuntia vuodessa.



Kuvassa vasemmalla tilan isäntä Sven Agergaard ja keskellä Gunnar Schmidt.

### Byggeri & Teknik I/S

Birk Centerpark 24 | DK- 7400 Herning | T +45 9713 1211

**Gunnar Schmidt** | Extension officer, farm mechanization specialist Mobile: +45 2089 7800 | E-mail: [gus@byggeri-teknik.dk](mailto:gus@byggeri-teknik.dk)

Maatilojen energiaratkaisujen suunnittelusta, laskelmista ja neuvontapalveluista kertoi Gunnar Schmidt Byggeri & Teknik I/S yrityksestä. Byggeri och Teknik on Tanskan alueellisten ja paikallisten viljelijäyhdistysten omistama maatilojen tuotantorakennusten, tuotantoteknologian ja energiaratkaisujen suunnittelutoimisto. Byggeri och Teknik I/S kartoittaa maatilojen energiansäästömahdollisuuksia, tekee ehdotuksia ja talouslaskelmia sekä suunnittelee energiainvestointeja tiloille ja ohjaa tukirahoitusta maatilojen energiansäästöinvestointeihin. Gunnar Schmidt esitti hintavertailun maatilayrityksen energianhinnoista. Maalämpöpumpun sähkö maksaa 3,4 cnt/kWh, olki 2,5 cnt/kWh, hake 3,3 cnt/kWh, puupelletti 4,5 cnt/kWh ja lämmitysöljy 7,1 cnt/kWh.

energy savings adviser Christian Hvam, [EnergiMidt](#),

Energiatehokuustavoitteet on vastuutettu alueellisille energiayhtiöille niiden energijakeluvolyymiin suhteutettuna. Energiayhtiöt keräävät energiaveroja ja maksavat niitä palautuksina eri toimenpiteiden kWh-säästöön suhteutettuna korvauksena. Mikäli energiayhtiö ei täytä sille asetettua tavoitetta, se joutuu nostamaan sähkön hintaa. Energianeuvoja Christian Hvam esitteli Eniig energiayhtiön toimintaa ja roolia Tanskan energiatehokkuuspolitiikan toteuttamisessa ja energiatehokkuustoimenpiteiden toteuttamisessa.



Energiayhtiöllä on oma [web-portaali](#), joka opastaa asiakkaita energiansäästökohteiden löytämiseen ja investointien hakemiseen. Maatilakohteissa tärkeimmät säästökeinot liittyvät öljy- ja kaasukattiloiden korvaamisesta biokattiloilla tai lämpöpumpuilla. Valaistuksessa siirtymisestä LED-valoihin, energiatehokkaista ilmanvaihtojärjestelmistä ja uusien biokaasu- ja lämpölaitosten perustamisesta korvaamaan fossiilienergiaa. Energiayhtiöille on Tanskassa asetettu tiukat energiansäästötavoitteet. Energiayhtiölle asetettu tavoite on 200 GWh, mikä on osa Tanskan sähköyhtiöille asetetusta 1389 GWh:n (5 PJ) tavoitteesta.

Yhteenvedona Sven Agergaardin sikatilalla energiatehokkuustoimilla saavutetusta ostoenergian korvaamisesta energianeuvoja Christian Hvam esitti seuraavat luvut:

Lämpöpumppu verrattuna saman energiamäärän tuottamiseen öljyllä yhteensä 252321 kWh, uusin lämpöpumppu investointi korvaa öljykattiloiden öljyn käyttöä 71 362 kWh. LED valaistus uudessa porsaskasvattamossa 50 599 kWh. LED valojen käyttöönotto vanhemmassa porsaiden kasvattamossa 45 990 kWh. Pelkästään LED valojen käyttöön siirtymisellä sähkölaskun aleneminen on 8400 € vuodessa.



Sikatilan energiatehokkuutta ja tuotantoteknisiä ratkaisuja esitteli Gunnar Chmidt Byggeri & Teknik suunnittelutoimistosta.

## 6. [Agromek](#)-maatalousnäyttely

Agromek maatalousnäyttelyn energiaosastojen tarjonta keskittyi mautilojen ja tuotantotilojen energiatuotannon ratkaisuihin. Esillä oli kattava valikoima hake-, pelletti- olki- ja puukattiloita.

Mielenkiintoisimmat uutuudet puukattilojen puolelta olivat omakotitalon CN –stokerin valmistama CHP-pellettikattila varustettuna mikroturbiinilla. Laitteen sähköntuotanto perustuu ORC-tekniikkaan, jossa palamisen lämpöenergia siirretään orgaaniseen nesteeseen, jonka kiehumispiste on vettä alhaisempi. Höyrystynyt neste johdetaan turbiiniin, joka pyörittää sähkögeneraattoria. Kattilan lämpöteho 13 kW ja sähköteho 1,5 kW. Hintaa laitteella on 27 000 €. Puukattiloiden energiatehokkaimmat ratkaisut esiteltiin Herz'in ja Frolingin kondenssi puukattilat, joiden lämpöenergian talteenoton hyötysuhde on 100 %. Kattiloiden korkea hyötysuhde perustuu savukaasujen poistokanavassa olevaan lämmönvaihtimeen, jonka kautta poltossa muodostuvat kondenssikaasut kierrätetään.

Messuilla oli esillä paljon ulkomitoitukseltaan suuria olkilämpölaitoksia. Esimerkiksi oheinen ”talon korkuinen” kattila on teholtaan 510 kW ja hinnaltaan 60 000 Eur.

Kaikkiaan 20 laitevalmistajan biokattiloita ja stokereita oli esillä näyttelyssä. Suomalaisia biolämmitystä edusti Ala-Talkkarin Veto – kattilat ja lämpökontti. Ala-Talkkarin edustaja kertoi heidän olevan neljättä kertaa Agromekissa ja suomalaisen biolämpötekniikan kiinnostavan ja pärjäävän kilpailussa tanskalaisten ja Keski-Euroopan laitevalmistajien kanssa. Ala-Talkkarilla on testivaiheessa yhteistyökumppanin kanssa ORC-tekniikalla varusteltu CHP-bioenergiakeskus. Energiayrittäjyys oli esillä Best Green energyn osastolla, joka tarjoaa eri uusiutuvilla energioilla tuotettuja lämpöpalveluja asiakkaiden käyttöön. Energianeuvontaa näyttelyssä tarjosi Dansk Energirådgivning ja energiatehokkuustoimisto Eoptimo. Kaikki neuvontamateriaali on tanskan kielistä.

<http://eoptimo.dk/>

<http://www.energisparesiden.dk/erhverv/find-samarbejdspartner/03d40fe286c34675a81edc1b9ad87467-33765940>

<http://bestgreen.dk/>

<http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/bioenergia/tanskassa-ei-pala-olkipukki-vaan-paali-1.172285>





Fröling T4 kondensoivan polton pelletti-  
hakekattila, hyötysuhde 105 %.

## 7. Biokaasun tuotanto ja jalostus Ammongas- tekniikalla,

### Madsen bioenergi

Madsen bioenergi on Spottrupissa sijaitseva kolmen veljeksien: Kim, Per ja Boe Madsenin omistama biokaasulaitos, joka tuottaa kaasunjakeluverkkoon liikennebiokaasua Ammongas –tekniikalla. Laitoksen sijainti on keskeinen veljesten maataloihin nähden. Tilojen yhteinen peltopinta-ala on 350 ha. Biokaasulaitoksen toimintaa esitteli Boe Madsen. Biokaasulaitos tekniikan toimittaja on



Lundsby Bioenergi ja se on otettu käyttöön 13.12.2014. Madsen bioenergi on ensimmäisiä laitoksia Tanskassa, joka jalostaa biomassaa biometaaniksi suoraan kaasun jakeluverkkoon. Kaasunjalostusyksikkö on investoitu yhteistyössä HMN kaasuyhtiön kanssa. Laitos käsittelee 100 000 tn lantaa ja 20 000 tn kiinteitä biomassoja vuodessa, mistä puolet maissia, lisäksi ruoho- ja heinäbiomassaa, viljan lajittelutähteitä ja kauranolkea. Raaka-aine laitokselle tulee pääosin 10 km:n säteeltä laitokselta.

Laitokselle tulevia eri kiinteitä raaka-ainejakeita varten on neljä 80 \* 87 metrin varastosiiiloa ja erikseen sekoitussäiliöt kiinteälle ja nestemäiselle syötteelle. Sekoitussäiliöistä kaikki syöte johdetaan 137 m<sup>3</sup>:n sekoitustankkiin, jossa siitä tehdään pumppauskelpoista. Syötteen kuiva-ainepitoisuus on 5 - 10 %. Sekoitussäiliöstä syöte pumpataan ”rotacut” leikkurin kautta lämmitettäviin tankkeihin, joissa syötettä hienonnetaan ja syötteen lämpötilaa nostetaan 60 asteen lämpötilaan.

Sekoitussäiliöstä syöte johdetaan mätätystankkeihin, joissa mädätysprosessi tapahtuu 46 asteen lämpötilassa. Laitoksella on kaksi 4 600 m<sup>3</sup>:n reaktoria ja kaksi 4 600 m<sup>3</sup>:n jälkikaasutusäiliötä sekä kolme 4 600 m<sup>3</sup>:n varastosäiliötä mädätteelle. Syötteen kuiva-ainepitoisuus määritetään ja mädänte palautetaan lannoitteena takaisin pelloille. Säiliöautot noutavat mädätysjäännöksen 137 m<sup>3</sup>:n poistotankista. Mädätteen lämpö otetaan talteen lämpöpumpulla ja ohjataan lämmittämään reaktoreihin syötettävää kylmää biomassaa. Prosessissa syntyvästä biokaasusta erotetaan vesi, minkä jälkeen se johdetaan Ammongas kaasunjalostusyksikköön. Ammongas tekniikalla tullaan toteuttamaan myös Vaasan Stormossenin biokaasulaitoksen puhdistustekniikka.

Ammongas menetelmässä biokaasusta poistetaan hiilidioksidi niin, että lopputuote on >99 % metaanikaasua. Systemin erikoisuus on siinä, että se toimii paineettomasti, mikä madaltaa investointikustannuksia ja



energiankulutusta. Puhdistusprosessi kuluttaa energiaa vain 0,5 % tuotetun metaanikaasun energiasisällöstä. Prosessissa hiilidioksidi ja rikkivety sidotaan amiiniliuokseen, josta se edelleen poistetaan lämmittämällä liuosta 140 asteeseen. 80 % käytetystä lämpöenergiasta voidaan kierrättää prosessilämmöksi biokaasulaitoksen muihin prosesseihin, joten puhdistuksen kokonaisenergiankulutus jää vähäiseksi. Käytetty amiiniliuos voidaan käyttää aina uuteen puhdistus-sykliin, joten systeemi ei kuluta lainkaan vettä.

Biokaasusta erotettu hiilidioksidi ja rikkivety-kaasu johdetaan suodattimeen, jossa rikkivety sitoutuu nesteeseen. Rikki on arvokas lannoite, joten rikkipitoinen neste johdetaan edelleen lannoitekäyttöön menevään mädätteeseen. Hiilidioksidi lasketaan vielä tällä hetkellä ilmaan, mutta tulevaisuudessa sitä voi olla mahdollista käyttää synteettisen dieselin valmistukseen. Lämpöenergia kaasun puhdistukseen ja muille prosesseille tuotetaan Lin-Ka:n 1 MW:n olkilämpökeskuksesta. Olkipaaleja lämmitykseen kuluu 2000 tn vuodessa. Varalla on lisäksi 1 MW:n kaasukattila, joka voi käyttää laitoksen tuottamaa biokaasua.

Madsenin biokaasulaitos on mitoitettu tuottamaan 4 miljoonaa m<sup>3</sup> korkeametaanista biokaasua vuodessa. Kaasun laatua ja määrää mitataan HMN kaasuyhtiön toimittamalla mittausasemalla. Käyttökokemukset laitoksesta ovat hyviä ja biokaasua on pystytty tuottamaan 4,5 miljoonaa m<sup>3</sup>/v. Myydystä metaanikaasusta Madsen saa 5 DKK/m<sup>3</sup>. Kaasu toimitetaan jakeluun yleisen maakaasuverkon kautta. Laitoksen kokonaisinvestointi oli noin 65 miljoonaa DKK ja takaisinmaksuajaksi on laskettu 5 vuotta.

[www.madsenbioenergi.dk/](http://www.madsenbioenergi.dk/)

[www.lundsbybiogas.dk/](http://www.lundsbybiogas.dk/)

[www.ammongas.dk/](http://www.ammongas.dk/)



Madsen bioenergin biokaasulaitos käynnistyi 13.12.2014



Boe Madsen toivottamassa ryhmäämme tervetulleeksi biokaasulaitokselle.



Syötteen tyhjennys esitankkiin käynnissä.



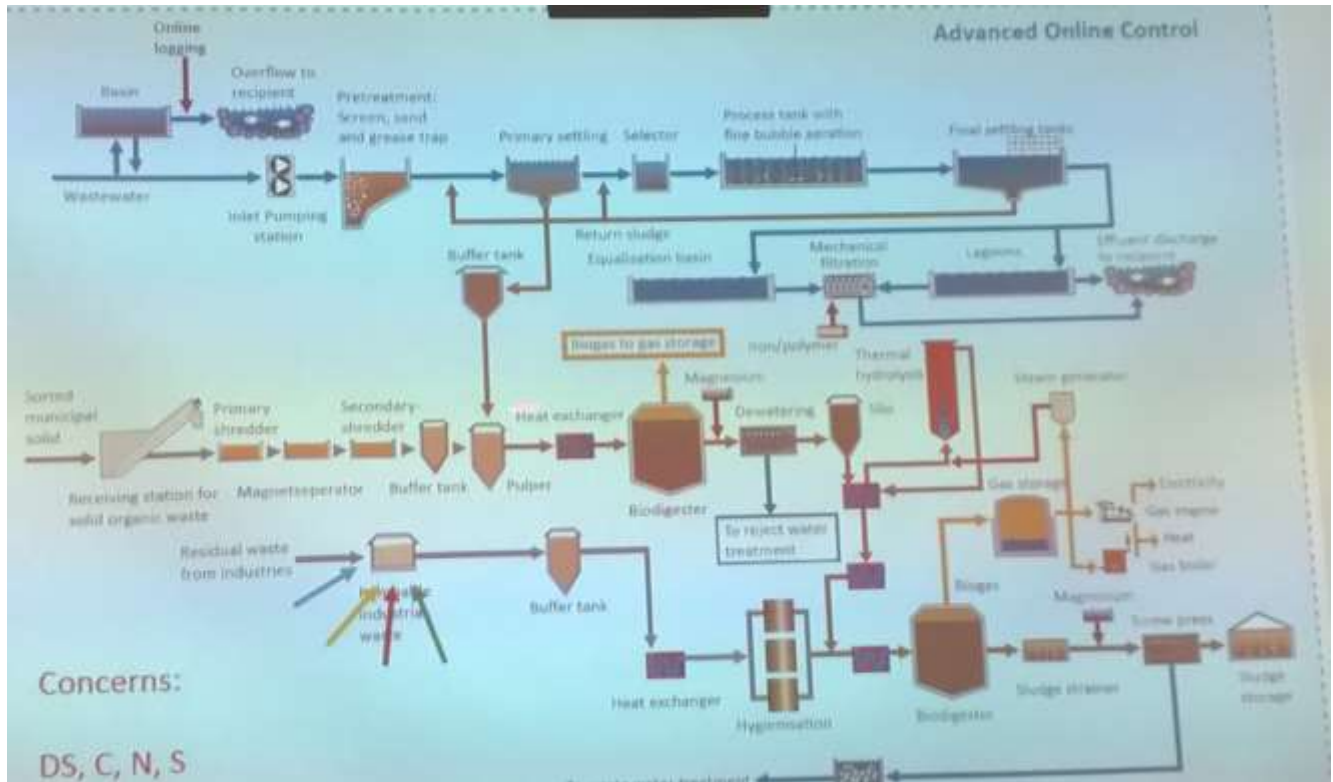
Kuvassa vasemmalla Ammongas kaasupesuri ja oikealla olkilämpökeskus ja varasto illan hämärässä.

## 8. [Billund bioenergi](#), biokaasulaitos

Billund Vand:n biokaasulaitos sijaitsee Grindstedin taajamassa, lähellä jäteveden puhdistuslaitosta. Biokaasulaitos on osa Billund Vandin, kunnallisen vesi-, jäte- ja energiayhtiön toimintaa. Billundin kunta on edelläkävijä Tanskassa kotitalouksien ja elintarviketeollisuuden biojätteiden keräyksessä ja biokaasun tuotannossa. Biokaasua on tuotettu vuodesta 1997 lähtien. Biokaasulaitoksen tuottama lämpö johdetaan Grindstedin aluelämpöverkkoon ja sähkö myydään jakeluverkkoon. Vuonna 2012 biokaasulaitos tuotti sähköä 700 omakotitalon vuosikulutuksen verran ja aluelämpöä 190 omakotitalon vuotuisen lämmitysenergian tarpeen verran. Billundin biokaasulaitoksella on kapasiteetti ottaa vastaan 1700 tn kotitalouksien biojätteitä vuodessa ja 7000 tn elintarviketeollisuuden biojätteitä vuodessa.

Vuonna 2014 Billundissa käynnistettiin Billund Biorefinery uuden sukupolven jätevesilaitoksen ja biokaasulaitoksen kehittämisprojekti. Projektin esitteli johtava projektipäällikkö Bjarne Bro. Kyseessä on moniulotteinen ja laaja kehittämisshanke jätevesien ja biojätteiden jalostuksen ja ravinteiden kierrätyksen tehostamiseen. Billundin biokaasulaitos on pilotti uuden jäteveden ja biomassan käsittelyteknologian synergiasta. Laitos on kaikin puolin moderni ja kaikki tilat on alipaineistettu hajuhaittojen ehkäisemiseksi. Laitoksen erikoisuutena on lisäksi kaksivaiheinen mädätys; meso- ja termofiiliset prosessit (+35 ja + 55 astetta), minkä ansiosta eri syötteiden käsittely on taloudellisesti optimoitua ja tavoittaa hygienisointisäädökset. Mm puhdistamoliete ja biojäte johdetaan termofiiliseen prosessiin ja sen jälkeen mesofiiliseen, minne suoraan johdetaan hygienisoinnin kautta ilman termofiilistä prosessia teollisia sivuvirtoja.

Syötteen murskataan ja seulotaan ennen biokaasureaktoria, minkä lisäksi syötteen esikäsittelyyn käytetään termistä hydrolyysiä. Terminen hydrolyysi tehostaa biokaasuntuotantoa ja mahdollistaa vaikeidenkin syötteen mädättämisen. Terminen hydrolyysi kasvattaa biokaasuntuotantoa 50 % ja vähentää mädätteen määrää 30 % sekä hygienisoi syötteen.

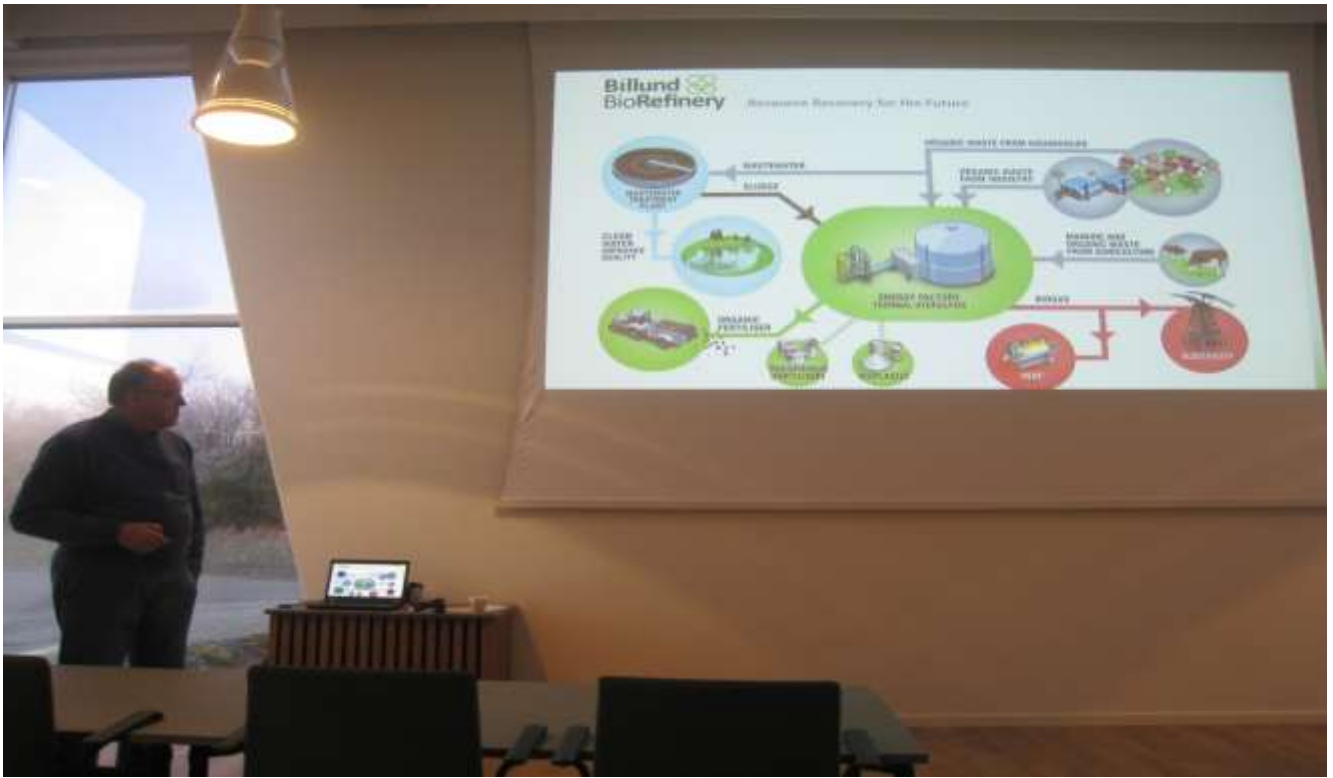


Lannoitteen tuotanto mädätteestä ja ravinteiden kierrätyksen tehostaminen on tärkeä osa prosessia. Orgaanista lannoitetta biokaasulaitos tuottaa 350 ha:n alalle vuodessa. Biokaasulaitoksen syötteenä käytettävästä lietalannasta maksetaan viljelijöille 90 DKK/tn. Mädätteen ravinteiden laskennallinen lannoitearvo on 200 DKK/tonni, mutta se luovutetaan viljelijöille ilmaiseksi.

Biokaasulaitoksella on omat käsittelylinjat erikseen jätevesille ja biojätteille. Jätevesilinjalta tuleva mädäte sekoitetaan osasyötteenä kaasutukseen menevään biomassaan. Jätevesiliete mädätetään siis kahteen kertaan biokaasun saannon tehostamiseksi. Biokaasulaitoksen jäteveden ja biojätteen käsittely kapasiteetti on mitoitettu 70 000 asukkaan tarpeisiin ja käsittelemään 4200 tn kotitalouksien ja teollisuuden biojätettä vuodessa. Vuonna 2017 laitoksen on suunniteltu vastaanottavan syötettä seuraavasti: jätevesilietettä 950 tn, kotitalouksien biojätettä 1750 tn ja teollisuuden elintarvikejätettä 2450 tn. Tästä määrästä syntyy 3 miljoonaa M3 biokaasua ja 5000 tn orgaanista peltolannoitetta. Biokaasusta tuotettavan sähkön määrä vuonna 2017 on 6,8 GWh ja tuotettavan lämmön määrä 3,6 GWh. Sähkön ulosmyyntihinta on 1,23 DKK/kWh (16 cnt/kWh). Sähkö tuotetaan 1,2 MW Jennbacher kaasumoottorilla.

Billund Vand A/S on kunnallinen jäteyhtiö, joka on organisoinut tehokkaan kotitalouksien ja teollisuuden biojätteen keräyksen ja biokaasun tuotannon. Kruger A/S on vedenkäsittely ja puhdistusjärjestelmien ja vedenkäsittely laitosten teknisiin järjestelmiin keskittynyt yritys.

[www.billundbiorefinery.dk/](http://www.billundbiorefinery.dk/)



Billundin biokaasulaitoksen johtava projektipäällikkö Bjarne Bro esitteli biojalostamohankkeen.



Biojätteiden vastaanottoasema. Taustalla jäteveden puhdistamon altaita.



Biokaasulaitos tuottaa sähköä ja lämpöä Jennbacher kaasumoottorilla.

## 9. Billundin lämpölaitos, [Billund värme](#)

Kim Selch

75 33 12 89 / 40 86 12 92

[kim@billund-varme.dk](mailto:kim@billund-varme.dk)

Billundin lämpölaitoksella on 2750 aluelämpöasiakasta. Lämmöntuotannon polttoaineista maakaasun osuus on 50 % biopolttoaineiden, oljen ja hakkeen osuus 50 %. Tavoitteena on nostaa hiilidioksidi neutraalin lämmöntuotannon osuus nykyisestä 75 %:sta 90 %:iin vuoteen 2020 mennessä.

Billundin lämpölaitoksella on 3 aluelämpökeskusta: Møllevøj centrum: 8,6 MW kaasumoottori/generaattori ja 7 MW hakekattila, Højmarksvej centrum 2,3 MW el ja 3,2 MW lämpö kaasukattilat ja Rugmarkenin keskustassa v. 2015 käyttöön otettu olkea polttoaineena käyttävä 12 MW aluelämpökeskus. Lämpökeskuksessa on olkikattilan varatehona 10 MW maakaasukattila.

Tutustumiskohteemme oli Rugmarkenin 12 MW olkea polttoaineena käyttävä aluelämpölaitos, jonka toimintaa esitteli Kim Selch Billundin lämpölaitokselta. Kim on työskennellyt aluelämpölaitoksen palveluksessa vuodesta 1993 ja johtaa sekä vastaa Billund värmen lämpölaitosten toiminnasta ja hallinnosta. Billundin

aluelämpölaitos kuluttaa olkea 14 000 tn vuodessa, noin 28 000 kanttipaalin verran. Olkivarasto on mitoitettu riittämään viideksi päiväksi ja se vetää 850 paalia. Olkikattilan lisäksi Rukmarkenin lämpölaitoksella on varalla 10 MW:n kaasukattila, jota käytetään silloin, kun olkikattilassa on häiriöitä. Vuositasolla 98 % lämmöstä tuotetaan kuitenkin oljella.

Paikalliset viljelijät toimittavat oljen 40 km:n säteeltä laitoksesta. Olki on saatava kuivana laitokselle, kosteus saapumistilassa 10 -12 %. Oljen lämpöarvo on 3,8 kWh/kg, yksi reilun 500 kg:n olkipaalin lämpöarvo on noin 2 MWh. Kosteudeltaan > 22 % paaleja ei vastaanoteta. Oljen hinta laitokselle toimitettuna on 0,6 DKK/kg, 600 DKK/ka-tn (21 €/MWh). Oljen kulutus on poltossa 3,5 tn/tunnissa. Biokattilan ja oljen syöttölinjan toimittaja on Weiss. Oljen poltossa tuhkaa muodostuu enemmän kuin puulla, 1- 5 %. Poltetun oljen tuhka palautetaan viljelijöille lannoitteeksi.

Billund värmen verkkosivujen hinnastosta: lämmön kulutusmaksu perustapauksessa on 416 DKK/MWh (55 €/MWh) ilman veroa ja verollisena 520 DKK/MWh (69 €/MWh). Olkea käytetään Tanskassa alue- ja kaukolämpölaitoksilla kaikkiaan 23 PJ, 6 TWh vuodessa, joten se on tärkeä bioenergian lähde.

[www.billund-varme.dk/](http://www.billund-varme.dk/)



Olkipaaleja annostellaan syöttölinjalle.



Aluelämpölaitos on otettu käyttöön 2015. Olkea kuluu 14 000 tn/v, 28000 suurkanttipaalia.

## 10. Given lämpölaitos, [Give Fjernvarme](#)

- Olav Lage
  - Tlf. 4045 4222
- Mail: [olav@give-fjernvarme.dk](mailto:olav@give-fjernvarme.dk)

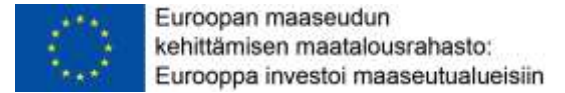
Give on 4500 asukkaan pikkukaupunki lähellä Vejleä, missä vierailimme vuonna 2011 käyttöönotetulla aluelämpölaitoksella. Laitoksen toimintaa esitteli Give Fjernvarmen johtaja Olav Lage. Give Fjernvarmella on hakelämpölaitoksen lisäksi kolme öljy/kaasukattilaa, 3,15 MW, 5,0 MW ja 6 Gcal sekä kaksi kaasumoottoria Wärtsilä 3,1 el/4 MWh ja Jenbacher 1,8 el/2,3 MWh.

Hakelämpölaitoksella on nimellistehoaltaan 5,6 MW Danstokerin hakekattila. Laitos on varustettu 1,6 MW savukaasupesurilla. Hakevaraston koko on 2500 m<sup>3</sup> ja se on varustettu hakekahmarilla, joka täyttää hakkeen syöttösiiloa. Lämpöenergiaa laitokselta tuotetaan 44 000 GJ (n 12 000 MWh) vuodessa. Laitoksen käyttämästä hakkeesta 40 % on tuontitavaraa Latviasta. Haketta kuluu 2350 tn vuodessa ja hakkeen kosteus vaihtelee 25 – 55 %:n välillä. Kotimaisen hakkeen saatavuus on rajallinen ja varsinkin talvella riittävän kuivaa paikallista haketta ei ole saatavilla. Haketta Tanskassa käytetään alue- ja kaukolämmön tuotantoon kaikkiaan 4,4 TWh vuodessa.

Given aluelämpölaitos on Tanskan edullisin kaukolämmön tuottaja tilaston mukaan, johon kuuluu yhteensä 411 aluelämpölaitosta. Givessä 130 m<sup>2</sup>:n omakotitalon lämmitys (18 MWh) energia- ja perusmaksuineen maksoi v. 2016 yhteensä 7579 DKK (1018 €). Aluelämpöä toimitetaan noin 1500 asiakkaalle. Aluelämpölaitos on kuluttajien omistama osuuskunta, joka tuottaa aluelämmön omakustannushintaan. Aluelämmön energiamaksu on 220 DKK/MWh (29 €/MWh) ja verollisena 275 DKK/MWh (36 €/MWh). Lisäksi tulee kiinteä



## Energiatehokkuusta kilpailukykyä maaseudulla-hanke



perusmaksu 16 DKK/M2. Given hakelämmön hinta asiakkaille on lämpölaitoksen hallinnon päättämä. Iso osa Tanskan kaukolämpöyhtiöistä on kunnan omistamia yhtiöitä tai osuuskuntia. Kuntien omistamien energiaosuuskuntien tärkein tavoite on energian saatavuuden varmistaminen ja asiakkaiden energialaskujen alentaminen pitkällä tähtäimellä. Edullinen energian hinta johtuu osittain edellisen vuoden voitosta, jolla energian hinta tulee tasoittaa.

[www.give-fjernvarme.dk/](http://www.give-fjernvarme.dk/)



Given hakelämpölaitoksen kattila on Danstoker 5,6 MW

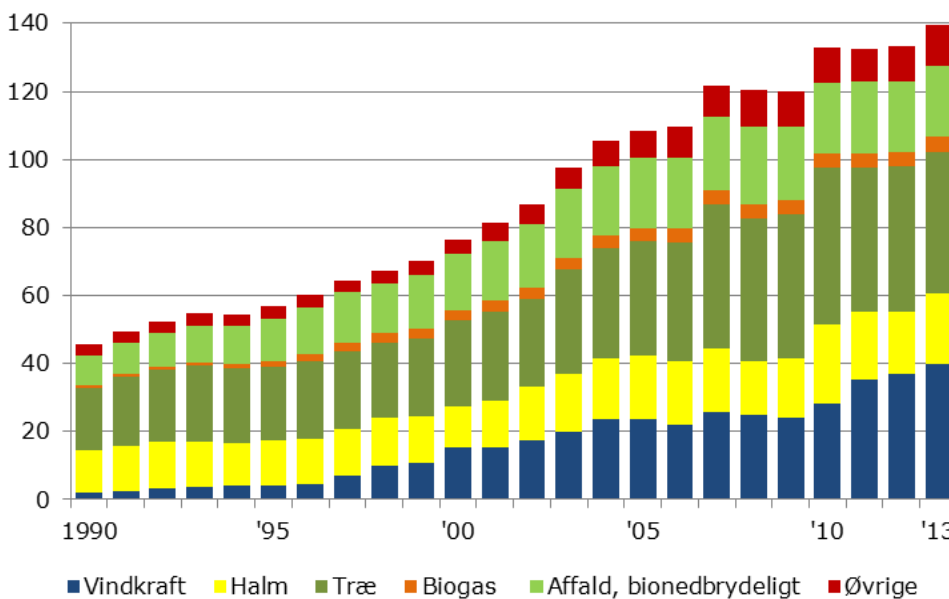


Hakelämpölaitoksen valvomo.

## 11. Yhteenveto

Tanskan sähköstä yli 40 % on uusiutuvaa ja tavoitteena on nostaa tuulisähkön osuus 50 %:in vuonna 2020. Bioenergian osuus uusiutuvasta energiasta on 60 %. Uusiutuvan energian tuotanto oli 140 PJ, 38 TWh vuonna 2014. Puuenergian vuotuinen käyttö koostuu perinteisestä polttopuusta 26,7 Pj, pelletistä 30,1 Pj, puutähteistä 7,6 Pj ja polttohakkeesta 16 Pj (luvut v. 2010). Tanska on suuri pelletin tuoja (2,1 miljoonaa tonnia v. 2014) ja isojen käyttäjien puupelletin ja hakkeen kulutus on nopeassa kasvussa, kun kivihillen käyttöä korvataan bioenergialla.

Uusiutuvan energian tuotanto Tanskassa



Tanskan ilmastopolitiikan tavoitteena on 35 % uusiutuvan energian osuus v. 2020. Energiakulutusta on vähennettävä 7,6 % vuoteen 2020 (vertailuvuosi 2010). CO<sub>2</sub> päästöjen vähennystavoite on -34 % vuoteen 2020 (vertailuvuosi 1990). Tanskan tavoitteena on lopettaa fossiilisten polttoaineiden käyttö sähkön- ja lämmöntuotannossa vuoteen 2035 mennessä. Tanskan kauko- ja aluelämpöverkkoihin rakennetaan uusiutuvan energian hybridilämpölaitoksia. Hybridivoimaloiden energialähteinä käytetään puuhaketta tai pellettejä, aurinkolämpöä, maalämpöä, lämpöakkuja sekä olemassa olevia kaasu- ja biokaasulaitoksia.

Energiatehokkuuden parantamisessa Tanskassa on saatu hyviä tuloksia ja käytikohteillamme, etenkin biokaasun tuotantolaitoksilla teki vaikutuksen toimijoiden asenne ja pitkälle viety teknisten prosessien hallinta syötteen käsittelyssä, biokaasutusprosessin hallinnassa ja ravinteiden kierrätyksessä. Päästöjen vähentämisessä ja kestävästi kiertotalouden toteuttamisessa yhdyskunta- ja biojätteiden sekä maatalouden biomassojen käsittelyssä Tanskassa ollaan pitkällä.



Opintomatkalalle Tanska 1. – 3.12.2016 osallistuneet:

Alpua Janne, Haapajärven Lämpö Oy

Fager Timo, Pirkanmaan ELY-keskus

Haapanen Ari, Vaasan yliopisto/Levon instituutti

Heinsola Arjo, Jyväskylän Seudun Puhdistamo Oy

Kari Maarit, ProAgria Keskusten liitto, 05450 Nukari

Ketomäki Riitta, KI-yksikkö/Pirkanmaan ELY-keskus, 60101 Seinäjoki

Laasasenaho Kari, Seinäjoen amk, 63700 Ähtäri

Lahtinen Aarno, Jyväskylän seudun puhdistamo Oy, 40520 Jyväskylä

Lindqvist Esa, ELY-keskus/Tekes, 20101 Turku

Mattila Ari-Matti, Kauhavan kaukolämpö Oy, 62200 Kauhava

Myllylä Pekka, ProAgria Lappi ry, 96100 Rovaniemi

Niemi Antti, PIKES Oy, 75500 Nurmes

Niskanen Jouni, Eneferm Oy, 87100 Kajaani

Rusanen Antti, ProAgria Etelä-Suomi ry, 13110 Hämeenlinna

Saarenpää Tapani, ELY/Tekes, 60510 Hyllykallio

Siitonen Keijo, ProAgria Lappi ry, 96100 Rovaniemi

Tapojärvi Mikko, Pirkanmaan ELY-keskus, 90130 Oulu

Tuominen Petri, Jyväskylän Seudun puhdistamo Oy, 40520 Jyväskylä

Turkia Kyösti, Suomen Metsäkeskus, 57100 Savonlinna

Viander Tero, Asikkalan kunta, 17200 Vääksy

Väisänen Erkki, Tekes, 00520 Helsinki

Vänskä Ville, Suunnitteluryhmä Karrak Oy, 81720 Lieksa

Karjalainen Henri, Envitechpolis Oy