



Matkaraportti: Oppia biohiilen tuotantoon – opintomatka Ruotsiin ja Suomeen 8.– 12.9.2025



Euroopan unionin
osarahoittama

LEADER

Pirityiset

Sisällys

Johdanto	3
Kohteet ja keskeiset havainnot tiivistetysti	3
Hamilton (Ruotsi) – maatilalähtöinen biohiilituotanto	3
Carbofex, Nokia (Suomi) – teollinen tuotanto ja markkinajohtajuus	3
ETC Katrineholm (Ruotsi) – pienimuotoinen jatkuvatoiminen pyrolyysi	4
NSR Helsingborg (Ruotsi) – jäteyhtiön integroitu biohiiliratkaisu	4
Pyreg– pioneeri ja laitevalmistaja	4
Australialainen laitteisto, Södertälje – teollinen mutta haasteellinen	4
Vertailu: maatilamittakaava vs. teollinen tuotanto	5
Maatilamittakaava:	5
Teollinen mittakaava:	5
Arvio Kaustisen seutukunnan näkökulmasta	5
Johtopäätökset	6
Liitteet: tutustumiskohteiden tarkempi esittely	7
Tiivistelmä: Vierailu biohiilikohteessa Katrineholmissa	7
Tiivistelmä Hamiltonin biohiilikohteen tutustumiskäynnistä	9
Tiivistelmä NSR:n biohiilikohteen tutustumiskäynnistä	11
Tiivistelmä: Pyregin biohiililaitteisto ja sen merkitys	14
Tiivistelmä: Australialainen biohiililaitteisto Södertäljessä	16
Tiivistelmä: Vierailu Carbofexin biohiilitehtaalla, Nokia	18

Johdanto

Syyskuussa 2025 toteutettiin Ruotsiin ja Suomeen nelipäiväinen opintomatka, jonka tavoitteena oli perehtyä biohiilen tuotantoon, eri teknologioihin ja liiketoimintamalleihin sekä pohtia sitä, miten biohiilen tuotantoa voitaisiin kehittää ja soveltaa suomalaisessa ja erityisesti Keski-Pohjanmaan kontekstissa. Matkan toteutti Kaustisen seutukunta osana Oppia biohiilen tuotantoon -hanketta ja osallistujina oli asiantuntija- ja yrittäjäryhmä, johon kuului biohiilen tutkimuksen, aluekehityksen, metsä- ja maatalouden sekä energiasektorin edustajia. Oppia biohiilen tuotantoon -hanketta rahoitti Pirityiset leader-ryhmä.

Matkan aikana vierailtiin kuudessa biohiiltä tuottavassa kohteessa: ETC Katrineholm, Hamiltonin maatila, NSR Helsingborg, Pyreg (tämä vierailu peruuntui laitoksella tapahtuneen onnettomuuden takia, mutta asiaan perehdyttiin muutoin), Södertäljen kierrätyskeskus sekä Carbofex Nokialla. Kohteet edustivat erilaisia biohiilituotannon mittakaavoja maatilakokoluokan ratkaisusta aina teollisen mittaluokan laitoksiin. Vierailujen aikana keskusteltiin laitteistojen teknisistä ratkaisuista, raaka-aineiden saatavuudesta, biohiilen käyttökohteista, hiilikrediittien merkityksestä sekä liiketoiminnallisista edellytyksistä.

Opintomatkan tuloksena syntyi kattava kuva alan kehitysvaiheesta, mahdollisuuksista ja haasteista. Erityinen painopiste oli arvioida, millaiset ratkaisut voisivat soveltua Kaustisen seutukunnan alueelle, jossa on ollut kiinnostusta käynnistää biohiilen tuotanto ja toisaalta hyödyntää biohiiltä eri toimialoilla.

Kohteet ja keskeiset havainnot tiivistetysti

Hamilton (Ruotsi) – maatilälähtöinen biohiilituotanto

Hamiltonin kohde perustuu viljelijän omaan aloitteeseen. Ensimmäinen laitos käynnistyi 2018, ja sen kapasiteetti on noin 400–500 m³ biohiiltä vuodessa; suurempi ja yrittäjän itsensä suunnittelema ja toteuttama versio ylittää jopa 2000 m³ tuotantoon. Raaka-aineena käytetään lähialueiden metsätähteitä ja sivuvirtoja. Tilalla on tehty pyrolysointia myös hampusta ja yhdyskuntajätteestä.

Laitos on rakennettu yksinkertaiseksi ja toimintavarmaksi, mikä tekee siitä soveltuvan pohjoisiin olosuhteisiin. Biohiiltä hyödynnetään sekä omilla pelloilla että myydään, esimerkiksi Tukholman viheralueille. Hiilikrediittit muodostavat yhden tulovirran. Investointikustannus pienemmässä kokoluokassa on noin 500 000 €. Hamiltonin ratkaisu on osoittanut, että maatilakokoluokan biohiilituotanto voi olla taloudellisesti kannattavaa, kun lämpöä hyödynnetään paikallisesti (mm. rakennusten ja prosessien lämmittämiseen sekä biohiilen raaka-aineiden kuivaukseen) ja hiiltä myydään lähimarkkinoille (mm. maanparannusaineeksi, viherrakentamiseen).

Carbofex, Nokia (Suomi) – teollinen tuotanto ja markkinajohtajuus

Carbofex on Euroopan suurimpia sertifioituja biohiilen tuottajia ja edelläkävijä hiilikrediittien myynnissä. Nokian tehtaalla käytetään pääasiassa kuusihaketta, ja tuotannossa syntyy biohiilen lisäksi pyrolyysiöljyä ja kaasuja. Biohiilen hiilipitoisuus (93 %) on markkinoiden huipputasoa, mikä mahdollistaa käytön myös erikoissovelluksissa.

Yritys on laajentanut/kohdentanut strategiassaan toimintaansa teknologian myyntiin ja tähtää teollisiin sovelluksiin, kuten metallurgiaan, betoniin ja akkumateriaaleihin. Taloudelliset haasteet liittyvät heidän mukaansa korkeisiin tuotantokustannuksiin (noin 500 €/t) ja sivutuotteiden hyödyntämättömyyteen (pyrolyysinesteet erityisesti). Carboflex osoittaa kuitenkin, että biohiili voi olla merkittävä teollisuuden raaka-aine ja hiilikrediittimarkkinoiden ajuri.

ETC Katrineholm (Ruotsi) – pienimuotoinen jatkuvatoiminen pyrolyysi

ETC:n laitoksella on noin kuution päivittäinen biohiilituotanto jatkuvatoimisella pyrolyysiprosessilla. Tekninen ratkaisu on sama kuin edellä mainitulla Hamiltonin tilalla. Ratkaisun vahvuutena on monipuolinen sovellettavuus, mutta se vaatii tarkkaa huoltoa ja prosessin hallintaa. Tältä osin on todettava, että toimija näytti hyödyntävän biohiiltä hyvin maltillisesti ja raaka-aineen hankinnassa, sen laadun varmistamisessa ja prosessin hallinnassa oli silmin nähtäviä heikkouksia.

Biohiiltä myydään sekä sellaisenaan että ravinteilla ladattuna, ja käyttökohteina ovat maatalous, kotitaloudet, vedenpuhdistus ja pilaantuneiden maiden kunnostus. Taloudellisia haasteita ovat raaka-aineen hinta ja laatuvariaatiot. Tämä laitos soveltuisi siis samoin kuin Hamiltonin ratkaisu maatilalle tai pienyrittäjälle, mutta ei ole täysin ”avaimet käteen” -ratkaisu.

NSR Helsingborg (Ruotsi) – jäteyhtiön integroitu biohiiliratkaisu

NSR on kuuden kunnan omistama jäteyhtiö, joka on investoinut noin 5 miljoonaa euroa sähköllä lämmitettävään ruuvi-pyrolyysiin. Laitos tuottaa noin 1500 tonnia biohiiltä vuodessa ja 15 GWh lämpöä, josta osa myydään kaukolämpöverkkoon.

Raaka-aineena käytetään pääasiassa puutarha- ja puistobiomassaa, ja laitos toimii osana alueellista kiertotaloutta. Biohiiltä hyödynnetään teollisuudessa, viherkentä- ja maanrakentamisessa ja mahdollisesti turpeen korvaajana. NSR:n malli osoittaa, että biohiili voidaan integroida laajaan jätehuoltojärjestelmään, mutta mittakaava ja investoinnit tekevät siitä teollisen toimijan ratkaisun.

Pyreg– pioneeri ja laitevalmistaja

Pyregin laitteisto nousi esille jo 2010-luvulla Tukholmassa, jossa se toimi tärkeänä demonstraationa biohiilen hyödyistä. Laitteita on nykyisin käytössä maailmanlaajuisesti noin 60. Pyregin vahvuus on modulaarisuus ja soveltuvuus erilaisille raaka-aineille, mm. yhdyskuntalietteelle.

Haasteena on raaka-aineen laatu: kosteuden ja palakoon hallinta ovat kriittisiä. Toisaalta tämä tunnistettiin tärkeäksi tekijäksi kaikissa vierailukohteissa. Sertifiointi- ja hiilikrediittimarkkinat voivat avata mahdollisuuksia, mutta prosessit ovat raskaita pienille toimijoille. Pyreg edustaa pienten ja keskisuurten yksiköiden ratkaisua, jossa voidaan edetä vaiheittain.

Australialainen laitteisto, Södertälje – teollinen mutta haasteellinen

Södertäljessä on käytössä australialainen teollisen mittakaavan laitteisto, jonka tuotanto on noin 1000 m³ vuodessa. Laite vaatii paljon huoltoa ja soveltuu ilmeisen huonosti kylmään ilmastoon. Tuotantokustannukset (550–600 €/m³) ylittävät selvästi myyntihinnan (300 €/m³), joten toiminta on

tappiollista ilman poliittista tukea eli yhteisön halua toteuttaa tällaista hiilen sidontaa imagollisista syistä.

Toisaalta biohiiltä jalostetaan kannattaviksi tuotteiksi: ravinteilla ladattu hiili ja kuluttajapakkaukset myyvät verrattain korkeaan hintaan. Södertälje on esimerkki siitä, miten poliittinen tahto voi ylläpitää ilmastotekoihin perustuvaa tuotantoa, vaikka liiketoiminnallinen pohja olisi heikko.

Vertailu: maatilamittakaava vs. teollinen tuotanto

Maatilamittakaava:

- **Hamilton:** Käyttövarma, kohtuullinen investointi, soveltuu suomalaiselle maatilalle.
- **ETC Katrineholm:** Mahdollinen pienyrittäjälle, mutta teknisesti vaativa.
- **Pyreq:** Modulaarinen ja monipuolinen, mutta laadunhallinta keskeinen.

Teollinen mittakaava:

- **Carbofex:** Suurivolyymituotanto, korkea laatu ja sertifiointi, vaatii markkinoita ja pääomia.
- **NSR:** Jätehuollon integroitu ratkaisu, vahva teollinen profiili.
- **Södertälje:** Tekninen toteutus mahdollinen, mutta taloudellisesti kestämaton ilman poliittista tukea.

Arvio Kaustisen seutukunnan näkökulmasta

Kaustisen seutukunnassa on runsaasti mm. metsätähteitä ja maatalouden sivuvirtoja, jotka tarjoavat hyvät lähtökohdat biohiilen tuotannolle. Alueen biohiilen kysyntä liittyisi todennäköisesti maatalouteen, kasvihuoneisiin, (viher)rakentamiseen, betoniteollisuuteen ja kompostointiin. Alueen ulkopuolella kysyntä laajenee aina metallurgiateollisuuteen asti.

- **Käytön helppous ja toimintavarmuus:** Hamiltonin ratkaisu erottuu selkeänä vaihtoehtona, sillä se on yksinkertainen, paikallisiin oloihin sovitettu ja toimintavarma.
- **Tuotantomäärät:** Kaustisen alueen markkinat eivät todennäköisesti aluksi riitä teollisen mittakaavan laitoksille, mutta maatilakokoluokan laitos voisi tuottaa paikalliseen tarpeeseen riittävästi hiiltä ja toisaalta tuottaa riittävästi sivuvirtoja kuten lämpöenergiaa.
- **Laatu ja sertifiointi:** Sertifioitu biohiili avaa hiilikrediittimarkkinat, mutta aloitusvaiheessa käytännön sovellukset (pellot, komposti, viherrakentaminen) voivat olla keskeisempiä. Hiilikrediitit voivat olla tärkeitä esim. hiilijalanjäljen neutralisoimiseksi vaikkapa betoniteollisuudessa.
- **Taloudellinen toteutettavuus:** Investointi Hamiltonin kokoluokassa on realistinen yksittäiselle maatilalle tai pienelle yrittäjäryhmälle. Teolliset laitokset vaatisivat laajempaa alueellista ja kansainvälistä markkinaa ja toisaalta vahvaa väestöpohjaa, jolloin esimerkiksi jotkin kotitalous- tai yhdyskuntajätteet voitaisiin myös ottaa biohiilen raaka-aineeksi.

Johtopäätökset

Opintomatka osoitti, että biohiilen tuotantoteknologiat ovat monipuolisia ja eritasoisia. Kaustisen seutukunnan kannalta soveltuvin ratkaisu olisi aloittaa **maatila- tai pienyrittäjävetoisella laitoksella Hamiltonin mallin mukaisesti**. Tämä mahdollistaisi paikallisten resurssien hyödyntämisen, maatalouden tuottavuuden parantamisen ja energian omavaraisuuden lisäämisen sekä hiilineutraalisuuden kehittämisen eri toimialoilla.

Teolliset esimerkit, kuten Carbofex ja NSR, tarjoavat arvokasta oppia markkinoiden kehityksestä ja sertifiointin merkityksestä, mutta ne eivät sellaisenaan ole realistisia ensimmäisessä vaiheessa. Södertäljen esimerkki puolestaan korostaa poliittisen tuen merkitystä, mikäli tavoitteena on ilmastopoliittinen näyttö.

Kaustisenseudulla biohiilen tuotannon aloittaminen voisi perustua pienempään, toimintavarmaan yksikköön, jota voidaan laajentaa markkinoiden ja käyttökohteiden kehittyessä.

Tämän raportin liitteenä on tarkemmat kohderaportit kaikista kohteista, joihin matkalla tutustuttiin.

Liitteet: tutustumiskohteiden tarkempi esittely

Tiivistelmä: Vierailu biohiilikohteessa Katrineholmissa

Johdanto

Vierailulla tutustuttiin biohiilen tuotantoon ja käyttöön liittyvään laitokseen Katrineholmissa. Keskusteluissa käsiteltiin niin teknisiä prosesseja, biohiilen käyttökohteita kuin markkina- ja sääntelykysymyksiä. Tilaisuudessa kuultiin näkemyksiä ruotsiksi, suomeksi ja englanniksi.

Keskeiset havainnot

1. Tuotantoprosessi ja teknologia

- Laitos hyödyntää pyrolyysiin perustuvaa jatkuvatoimista Biomacon -järjestelmää, jossa biomassasta tuotetaan biohiiltä ja energiaa.
- Prosessin haasteita ovat mm. raaka-aineen kosteus, tasaisen laadun varmistaminen ja tervan muodostuminen.
- Päivittäinen kapasiteetti on noin kolme kuutiota raaka-ainetta, josta saadaan kuutio biohiiltä.
- Kertoivat, että laite on ollut käytössä 10 vuotta – tämä jäi matkalaisia askarruttamaan?
- Laitoksen sivutuotteena syntyy myös lämpöä, jota voidaan hyödyntää esimerkiksi kasvihuoneissa.
- Biomaconin laitteistossa oli Siemensin logiikkaan perustuva seuranta- ja ohjausjärjestelmä, jolla voitiin ohjata prosessin eri vaiheita (Simatic HMI).
- Myöhemmin toimitettuna lisäosana oli laitteistossa höyrylaite, jolla höyrytettiin vettä ja höyryturbiinilla oli myös tuotettu sähköä (2013 vuosimallia, 1,4 MW, OsbyParca niminen)
- Merkittävä muutos oli se, että raaka-aineen kuivaamiseen rakennetaan kuivaamo ja höyrytys-energia kohdennetaan uudelleen raaka-aineen kuivaukseen.

2. Biohiilen käyttö ja hyödyt

- Biohiiltä myydään sellaisenaan sekä ravinteilla ladattuna versiona, jossa kompostointiprosessin ravinteet sitoutuvat hiileen.
- Käyttökohteita ovat mm. maaperän parantaminen, vedenpuhdistus ja saastuneiden maiden kunnostus.
- Biohiilen avulla voidaan vähentää ravinteiden huuhtoutumista, sitoa haitallisia aineita ja parantaa hiilen sidontaa maaperässä.
- Biohiiltä myytiin myös kuluttajapakkauksissa 27€/10 l, 18€/3 l.

3. Taloudelliset ja markkinakysymykset

- Raaka-aineen saatavuus ja hinta vaikuttavat tuotannon kannattavuuteen; esimerkiksi hakkeen hinta mainittiin noin 45–50 €/m³.
- Tuotteiden hyväksyttäminen virallisiksi lannoitteiksi on byrokraattisesti haastavaa, mutta markkinoilla on kasvava kysyntä ekologisille tuotteille.

- Biohiilen varastointi ja pakkaaminen vaativat ratkaisuja, esimerkiksi paperipakkaukset eivät aina ole käytännöllisiä.
- Isoissa erissä hinta voi olla 2000-5000kr/kuutio.

4. Sääntely ja laadunvalvonta

- EU- ja kansalliset säädökset vaikuttavat biohiilen hyväksyntään lannoitekäyttöön.
- Ruotsissa biohiiltä valvotaan EPC-standardien mukaisesti, ja laadunvalvonta edellyttää säännöllisiä näytteenottoja ja laboratoriotestejä.
- Suomessa hyväksyntäprosessit koetaan usein raskaiksi, mikä hidastaa biohiilen käyttöönottoa.

5. Käytännön kokemuksia laitoksesta

- Laitos tarvitsee säännöllistä huoltoa, kuten viikoittaisia tarkastuksia ja jäähdytyksiä.
- Prosessin käynnistäminen ja pysäyttäminen vaatii osaamista; esimerkiksi kylmäkäynnistys voi kestää päivän ja vaatii kaasun käyttöä.
- Yksi keskeinen haaste on varmistaa biohiilen tasainen laatu ilman kattavaa automaattista valvontajärjestelmää.

Yhteenveto

Vierailu Katrineholmin biohiililaitoksella tarjosi kattavan katsauksen biohiilen tuotantoon ja sovelluksiin. Keskusteluissa nousivat esiin biohiilen potentiaali maataloudessa ja ympäristönsuojelussa sekä toisaalta tuotantoteknologian haasteet ja sääntelyyn liittyvät esteet. Biohiilen rooli kestävä kehityksen edistämässä tunnistettiin merkittäväksi, mutta sen laajamittainen hyödyntäminen edellyttää edelleen teknologian kehittämistä, kustannustehokkaita ratkaisuja ja selkeämpiä hyväksyntäprosesseja.

Kuvat: ETC Katrineholmissa on energiapuisto aurinkopaneeleineen ja pienine tuulimyllyineen. Pyrolyysin tuottamaa lämpöä ohjataan myös höyryturbiiniin. Automaatiikka seuraa prosessin etenemistä.



Tiivistelmä Hamiltonin biohiilikohteen tutustumiskäynnistä

Tausta ja lähtökohdat

Hamiltonin biohiilituotannon taustalla on maatilallinen, joka lähti etsimään tapoja parantaa maaperän laatua ja tuottaa samalla kustannustehokasta energiaa. Hän törmäsi biohiileen jo 2010-luvun puolivälissä ja päätyi lopulta rakentamaan itse oman laitoksen, koska markkinoilta ei löytynyt sopivaa tarjontaa. Alkuvaiheessa biohiiltä jouduttiin jopa tuomaan Saksasta, mikä osoittautui kestävämmäksi ratkaisuksi. Tästä syntyi päätös kehittää oma tuotanto.

Teknologian kehitys ja laitoksen toiminta

- Ensimmäinen laitos käynnistyi vuonna 2018.
- Teknologia on kehittynyt vahvasti: kapasiteettia on kolminkertaistettu alkuperäisestä, ja prosessin hallinta perustuu omaan ohjelmistoon, insinööriosaamiseen ja jatkuvaan testaukseen.
- Laitteisto toimii R&D-demona, jossa kehitetään jatkuvasti uusia ratkaisuja mm. energiatehokkuuden, kulutuskestävyyden ja automaation parantamiseksi.
- Kone toimii ympäri vuoden lähes keskeytyksettä, ja sen mekaaninen käyttöikä on jo kymmeniä tuhansia tunteja.
- Lämmön ja biohiilen tuotantoa säädellään raaka-aineen kosteuden ja kysynnän mukaan: esimerkiksi kesäisin ylimääräinen lämpö ohjataan hakkeen kuivaukseen. Kuivaus toimii ”energiavarastona”, joka tasaa kulutusta.

Raaka-aineet ja resurssit

- Pääasiallisena raaka-aineena käytetään oman ja naapurien metsien hakkuutähteitä, oksia ja latvuksia.
- Tavoitteena on minimoida kuljetukset ja hyödyntää paikallisia resursseja.
- Talvella käytetään kuivempaa, pitkään varastoitua puuta.
- Myös vaihtoehtoisia raaka-aineita on kokeiltu, kuten hamppua, joka tuotti lupaavaa biohiiltä.
- Elintarviketeollisuuden sivuvirrat, yhdyskuntajätteet ja kierrätyspaperikin oli testattu raaka-aineena

Tuotteen käyttö ja markkinat

- Biohiiltä hyödynnetään sekä omilla pelloilla että myydään eteenpäin.
- Ensimmäiset kokeilut maataloudessa osoittivat selviä satohyötyjä erityisesti kuivina vuosina (+30 %). Hyvinä kasvukausina vaikutus ei ollut merkittävä.
- Suurin osa biohiilestä päätyy kuitenkin myyntiin, erityisesti kaupunkeihin kuten Tukholmaan, missä sitä käytetään viheralueilla, vesien suodatuksessa ja kaupunkipuissa.
- Biohiili toimii myös pysyvänä hiilensidontakeinona, ja Hamiltonin laitos sai ensimmäisenä maailmassa 1000 vuoden hiilensidontakrediitin. Tämä erottaa sen useimmista muista toimijoista, jotka toimivat 100 vuoden aikajänteellä.

Hiilikrediitit ja sertifiointi

- Toimija on ollut aktiivinen hiilikrediittien hakemisessa ja onnistunut todentamaan pitkäaikaisen hiilen varastoitumisen.
- Sertifiointiprosessit (esim. EBC) ovat kuitenkin haastavia, ja toimija on pyrkinyt luomaan riippumattomampaa asemaa ilman kytköksiä saksalaisten toimijoiden hallitsemiin järjestelmiin.

Kustannukset ja kannattavuus

- Investointikustannukset ovat merkittävät (noin 500 000 € pienemmästä laitoksesta), mutta käyttökustannukset suhteellisen alhaiset (sähkönkulutus alle 8 kW/h).
- Raaka-aineen hallinta ja materiaalin tasainen laatu ovat kriittisiä onnistuneelle toiminnalle.
- Yksikkö tuottaa sekä lämpöä paikallisiin tarpeisiin että biohiiltä myyntiin, jolloin kokonaisuus muodostaa taloudellisesti toimivan mallin.

Kokemuksia ja oppeja

- Prosessin yksinkertaisuus ja toimintavarmuus ovat olleet keskeisiä vahvuuksia verrattuna monimutkaisempiin pyrolyysiteknologioihin.
- Tämä pienempi toiminnassa nähty laitos tuottaa hyvin prosessoituna n. 4-500 kuutiota biohiiltä vuodessa.
- Laitos on muokattu vastaamaan pohjoisia olosuhteita: se kestää talven pakkaset ja tuottaa samalla lämpöä kylmäkaudella.
- Sertifiointien ja standardien haasteet korostavat tarvetta läpinäkyville ja reiluille pelisäännöille biohiilimarkkinoilla.
- Kehittäjä korosti, että biohiilen tuotanto ei ole vain teknologiahanke vaan myös osa maatalouden tulevaisuutta, jossa maaperän parantaminen, energian omavaraisuus ja hiilensidonta kulkevat käsi kädessä.
- Tutustuimme myös heidän laitetehtaaseen ja isompaan laitteeseen, joka voi tuottaa noin 2000 kuutiota vuodessa. Tällaisen laitteiston toimitusaika on noin kuukausi.

Kuvat: Hamiltonin tilan pyrolyysilaitteisto on jatkuvatoiminen Biomaconin laitteistosta modifioitu ("paranneltu") versio, jossa on parannettu erityisesti automatiikkaa, pyrolyysikaasujen palamista ja prosessin hallintaa. Hukkalämpöä voi käyttää raaka-aineen kuivauksen lisäksi kaikenlaisten rakennusten lämmittämiseen. Vierailimme myös heidän tehtaallaan, jossa on mahdollisuus valmistaa noin 2-kertaa nykyisen laitteiston kokoluokan kapasiteetin laitteita.



Tiivistelmä NSR:n biohiilikohteen tutustumiskäynnistä

Johdanto ja osallistujat

Tutustumiskäynnin alussa esittäytyivät sekä NSR:n että suomalaisen vierailijaryhmän edustajat.

- **NSR** (Nordvästra Skånes Renhållnings AB) on kuuden kunnan omistama jäteyhtiö, joka vastaa 274 000 asukkaan ja yli 59 000 asiakkaan jätehuollosta. Yhtiön liikevaihto on lähes 600 miljoonaa kruunua, ja sillä on kahdeksan kierrätyskeskusta ja käsittelylaitosta.
- NSR on tunnettu rohkeasta kokeilukulttuuristaan: se on valmis testaamaan uusia ratkaisuja myös riskillä, ettei kaikki aina onnistu. Yhtiön visio on *”ikuisen elämän mahdollistaminen materiaaleille ja planeetalle”*.

Vierailijaryhmä koostui suomalaisista tutkimuksen, aluekehityksen, metsä- ja maatalouden sekä biohiilitoiminnan parissa työskentelevistä asiantuntijoista. Keskustelussa korostui kiinnostus biohiilen liiketoimintamalleihin, maatalouskäyttöön sekä yhteisiin suomalais-ruotsalaisiin kehityshankkeisiin.

NSR:n jätehuollon toimintamalli

Jätehierarkia ja lajittelu

- NSR painottaa jätteen synnyn ehkäisyä ja materiaalien kierrätystä. Vain alle 1 % jätteestä päätyy kaatopaikalle, suurin osa kierrätetään tai hyödynnetään energiaksi.
- Kotitalouksissa käytössä on monilokeroratkaisu: 4-osaiset jäteastiat ja keräysautot, jotka helpottavat lajittelua. Residuaalijätteen keräysmaksut on pidetty korkeina, mikä motivoi asukkaita kierrättämään enemmän.
- Vuonna 2024 alueen asukas tuotti keskimäärin 145 kg sekajätettä vuodessa. Kierrätyskeskuksissa käy noin 375 000 asiakasta vuosittain – niitä kutsutaan alueen ”suurimmaksi matkailukohteeksi”.

Yhteistyö yksityisen sektorin kanssa

- NSR on avannut porttinsa yksityisille toimijoille, jotka voivat operoida sen alueella. Näin biojätteestä tuotetaan biokaasua, metallit kierrätetään ja pakkausmateriaalit jalostetaan uusiksi tuotteiksi.
- Biohiilen tuotanto on toistaiseksi yhtiön omaa toimintaa.

Biohiilen tuotanto ja teknologia

Tausta ja investoinnit

- Vuonna 2018 NSR päätti siirtää noin 7 000 tonnia haketta, joka aiemmin poltettiin energiaksi, biohiilen tuotantoon.
- Hankkeeseen investoitiin noin 5 miljoonaa euroa (osittain valtion tuella, noin 50 %).
- Biohiililaitos perustuu sähköllä lämmitettävään ruuvipyrolyysiin, joka mahdollistaa tarkan lämpötilan hallinnan. Tämä poikkeaa perinteisistä kaasulla lämmitettävistä pyrolyysiratkaisuista.

Tuotantokapasiteetti ja energia

- Laitos tuottaa noin 1 500 tonnia biohiiltä vuodessa ja toimii ympäri vuorokauden kolmessa vuorossa. Mutta nyt toiminta oli yhdessä vuorossa, siilon täyttö.
- Prosessin sivutuotteena syntyy 15 GWh lämpöä, josta 11 GWh myydään kaukolämpöverkkoon ja noin 4 GWh käytetään omaan toimintaan.
- Laitos hyödyntää kaatopaikkakaasua sähköntuotannossa, mikä tekee toiminnasta energiaomavaraista.
- Ruuvipyrolyysitekniikkaan kuuluu puhdistukseen tarvittava typpi, jonka tarve on varsin olematon jatkuvan käytön tilanteessa, mutta kun laite käynnistetään uudestaan on prosessi puhdistettava tyypellä.

Raaka-aine ja esikäsittely

- Raaka-aineena käytetään pääasiassa puutarha- ja puistobiomassaa.
- Esikäsittely on kriittinen vaihe: biomassa murskataan ja kuivataan ennen pyrolyysiä. NSR:n kokemuksen mukaan kosteuden ja partikkelikoon hallinta ratkaisee tuotannon tasalaatuisuuden.
- Laitoksella on myös testauslinja, jossa yritykset voivat kokeuttaa erilaisia biomassoja (esim. meriruoko, levä, hamppu). Tämä tukee tutkimusta ja uusien markkinoiden avaamista.

Biohiilen sovellukset ja markkinat

Maatalous ja metsätalous

- Alkuperäinen tavoite oli maaperän parantaminen, mutta viljelijöiden kiinnostus on ollut toistaiseksi rajallista kustannusten vuoksi.

- Biohiilen vaikutukset näkyvät erityisesti haastavissa kasvuolosuhteissa (kuivuus, ravinnehuuhtoumat).

Rakentaminen ja teollisuus

- Betonissa ja sementissä biohiili voi korvata osan raaka-aineista ja pienentää hiilijalanjälkeä.
- Metallurgiassa biohiili voi osittain korvata fossiilista hiiltä teräs- ja metallijauheteollisuudessa. Outokummun ja ruotsalaisten metalliyhtiöiden kiinnostus on kasvanut.

Turpeen korvaaminen

- Erityisen ajankohtainen keskustelu käytiin turpeen käytön loppumisesta Suomessa ja sen korvaamisesta biohiilellä. NSR tutkii myös puukuidun ja muiden materiaalien käyttöä kompostiseoksissa turpeen sijaan.

Kaupunkien viherrakentaminen

- Tukholma ja muut kaupungit ovat jo käyttäneet biohiiltä viheralueilla ja hulevesien hallinnassa.
- Biohiilen kyky sitoa ravinteita ja raskasmetalleja avaa käyttömahdollisuuksia myös pilaantuneiden maiden kunnostuksessa.

Sertifiointi ja hiilikrediitit

- NSR tähtää **EBC-sertifiointiin** biohiilelleen ja sen jälkeen hiilensidontahyvitysten (carbon sink credits) kaupallistamiseen.
- Euroopan unionissa on valmisteilla vapaaehtoinen hiilenpoiston sääntelykehys, jonka odotetaan tulevan voimaan 2026.
- NSR ja sen perustama **biohiiliyhdistys** toimivat aktiivisesti poliittisessa vaikuttamisessa, jotta biohiili huomioidaan tasaveroisena teknologiana hiilidioksidin talteenoton (CCS) rinnalla.
- Tavoitteena on, että biohiili tunnistetaan virallisena, pysyvänä hiilen varastointimenetelmänä.

Johtopäätökset ja opit vierailusta

1. **Kokonaisvaltainen kierrätysratkaisu** – NSR on integroinut biohiilen osaksi jätehuoltojärjestelmää: biomassaa kiertää, energia hyödynnetään ja biohiilellä on useita loppukäyttökohteita.
2. **Esikäsitteily on avainasemassa** – kosteuden ja partikkelikoon hallinta ratkaisee prosessin onnistumisen ja biohiilen laadun.
3. **Monipuoliset markkinat** – maatalous ei yksin riitä, vaan rakentaminen, teollisuus ja viherrakentaminen tarjoavat kasvavia käyttöalueita.
4. **Poliittinen vaikuttaminen on kriittistä** – biohiilen on saatava virallinen asema EU:n hiilenpoistopolitiikassa, jotta markkinat voivat kasvaa.
5. **Alueellinen yhteistyö** – Pohjoismailla on yhteiset intressit ja vahvat biomassaresurssit, joten yhteistyö voisi vauhdittaa alan kehitystä.

NSR:n vov asan laitteiston biohiilen jäähdytys tapahtuu lauhduttimessa, jossa lämpötila lasketaan enintään 30 asteeseen ja säkityksessä lisätään vettä niin, että biohiilen vesipitoisuus on 20% turvallisuussyistä. Ulkona säkit säilytetään noin kuukauden ennen niiden kuljetusta turvallisuussyistä. Säkeissä on tuplakerrokset, joilla pyritään turvaamaan että kivet tms. eivät päästä säkkeihin happea.

Kuvat: VovAsan laitteisto NSR:n jäte- ja kierrätyskeskuksessa esikäsittelee (murskaa, poistaa sopimattomat aineet), pyrolysoi sähkölämmitteisellä ruuvipyrolysaattorilla ja säkittää valmiin biohiilen automaattisesti. Laitokselle on varattu noin ½ hehtaarin asfalttikenttä, joka mahdollistaa myös valmiin biohiilen säilytyksen.



Tiivistelmä: Pyregin biohiililaitteisto ja sen merkitys

Tausta ja kehitysvaiheet

Pyregin laitteistoon tutustuminen paikanpäällä kävi mahdottomaksi, sillä toimija ilmoitti ennen matkaa laitoksella olleen ”tapahtuman” ja vierailu ei ollut mahdollista. Tämän ”tapahtuman” luonne ei tullut selväksi, mutta mahdollisesti kyseessä on ollut jonkinlainen tulipalo. Tämän takia Pyregin laitteistoon tutustuttiin emer.prof. Kari Tiilikalan esittelystä.

Pyregin laitteisto tuli ensimmäistä kertaa esille Itämeren alueen yhteistyöhankeessa vuonna 2013, jolloin Tukholman päättäjät näkivät käytännössä, miten risuista tuotettiin biohiiltä. Tämän konkreettinen demonstraatio oli ratkaiseva, sillä se vakuutti kaupungin päättäjät biohiilen hyödyistä kaupunkipuiden kasvussa ja avasi tietä Climate-rahoitukselle. Pyreg sai pioneerinä etulyöntiaseman alalla, vaikka laitteiston perusperiaatteet eivät eronneet olennaisesti muista pyrolyysilaitteista.

Teknologian ominaisuudet ja haasteet

- **Prosessi:** Biomassa murskataan, kuivataan ja syötetään ruuvilla reaktoriin. Laitteen lämmönlähteenä toimii oma pyrolyysikaasu.
- **Haasteet:** Varhaisvaiheessa ongelmia aiheuttivat polttoaineen kosteuspitoisuus ja epätasainen palakoko, mikä johti tukoksiin ja prosessin pysähtymisiin. Myös materiaalien kulutuskestävyys oli heikkoa. Tämä osoitti kuivauksen ja standardoidun raaka-aineen tärkeyden.
- **Nykytila:** Pyregin mukaan laitteita on käytössä maailmanlaajuisesti noin 60 kappaletta. Uusia sovelluksia on kehitteillä, mm. yhdyskuntalietteiden pyrolysointi Australiassa. Fosforin talteenotto jätevesilietteestä nähdään tulevaisuudessa merkittävänä, mutta Suomessa ongelmaksi muodostui raudan käyttö fosforin sitomiseen, mikä esti sen vapautumisen kasveille pyrolyysin jälkeen.

Biohiilen käyttökohteet ja laatuvaatimukset

- **Maanparannus ja lannoite:** Suomessa biohiili hyväksyttiin virallisesti maanparannusaineeksi Helsingin seudun vesilaitoksen pilotin kautta. Rajoituksia kuitenkin asettavat raskasmetallipitoisuudet.
- **Metsäsektori:** Fosforin hidas vapautuminen voisi olla hyödyksi metsänkasvatuksessa, mutta tämä näkökulma on jäänyt vähälle huomiolle.
- **Laatu ja markkinat:** Hiilen tasalaatuisuus ja analytiikka ovat keskeisiä etenkin, jos hiiltä käytetään erikoissovelluksissa kuten rehussa, betoniteollisuudessa tai hiilikrediittimarkkinoilla. Epätasainen palaminen ja huonosti hiiltyneet osat heikentävät laatua.

Hiilikrediitit ja markkinoiden dynamiikka

- **Krediittien arvo:** Nykyinen hinta vaihtelee noin 100–175 €/tonni, keskiarvon ollessa 123 €/tonni. Microsoftin kaltaiset toimijat ovat tehneet pitkäaikaisia sopimuksia tuottajien kanssa.
- **Kysymys oikeuksista:** Keskustelussa nousi esille, kuka lopulta saa hyvityksen hiilen sidonnasta – metsänomistaja, biohiilen tuottaja vai loppukäyttäjä.
- **Riskit:** Koska EU:n lopulliset säännöt ovat vielä muotoutumassa, hiilikrediittituloja ei voida pitää liiketoiminnan kannattavuuden varmana perustana. Pienille toimijoille sertifiointiprosessit voivat olla liian kalliita.

Nesteet ja sivutuotteet

Pyrolyysinesteissä on suuri osa biomassan hiiliatomeista, mutta niiden hyödyntäminen on jäänyt vähäiseksi. Osa toimijoista on kokeillut tervan, etikkahapon ja muiden nesteiden erottelua, mutta markkinat ovat olleet epävarmoja ja usein epävirallisia. Toisaalta paikallisesti, kuten Lapissa, tervalle löytyy perinteistä käyttöä.

Yhteenveto

Pyregin merkitys on ollut ennen kaikkea konkreettisen biohiilen tuotantoteknologian esittely, joka auttoi luomaan pohjan nykyiselle kehitykselle. Tekniset ongelmat ovat osoittaneet kuivauksen, palakoon ja prosessin hallinnan kriittisen roolin. Laitteistoja on levitetty globaalisti, mutta niiden menestys riippuu sovelluskohteista, markkinoiden säännöistä ja sertifiointin kustannuksista. Hiilikrediittimarkkinoiden kehittyminen tuo mahdollisuuksia, mutta myös epävarmuutta. Nesteiden hyödyntämisen ratkaisut voisivat tuoda uusia lisäarvomahdollisuuksia.

Lisätietoja: <https://pyreg.com/our-technology/>

Tiivistelmä: Australialainen biohiililaitteisto Södertäljessä

Laitteiston toiminta ja teknologia

Södertäljessä käytössä oleva laitteisto on hankittu Australiasta, jossa vastaavia laitteita on kehitetty kuivemmissa ja lämpimämmissä oloissa. Tämä on aiheuttanut haasteita pohjoisissa olosuhteissa.

- **Prosessi:** Pyrolyysi etenee neljässä vaiheessa. Käynnistys tapahtuu 400–510 °C:ssa, jonka jälkeen uunin polttimet sammuvat ja prosessi etenee omalla kaasuntuotannolla. Jälkipoltossa (afterburner) lämpötila on 1000–1200 °C, mikä varmistaa kaasujen ja öljyjen täydellisen palamisen.
- **Kosteus:** Puut kuivataan kesällä etukäteen, jolloin kosteuspitoisuus on 12–13 %. Jos syöttömateriaali on liian märkää tai pakkaskautena jäätynyttä, prosessi häiriintyy ja energiankulutus kasvaa.
- **Kapasiteetti:** Yksi erä kestää n. 8 tuntia, ja viikossa ajetaan neljä erää. Vuotuinen tuotanto on ollut noin 1000 m³ biohiiltä.

Käytön haasteet

- **Kylmä ilmasto:** Talvella laitteiston toiminta vaikeutuu – kondensoituva vesi jäätyy, polttimet ja tuulettimet jumittuvat, mikä lisää huollon tarvetta.
- **Käyttö ja huolto:** Laitteisto ei ole ”push start” -tyyppinen, vaan vaatii jatkuvaa valvontaa. Ylläpitoon kuuluu viikoittainen puhdistus ja tarkastus, mikä varmistaa tasaiset lämpötilat ja vähentää ongelmia.
- **Turvallisuus:** Kuivaimen lämpötilan on pysyttävä alle 165 °C, muuten on palovaara. Prosessi sisältää riskin myös lähiympäristölle, kuten havaittiin laitoksen toimintahäiriöissä.

Sertifiointi ja laatu

- Tuotanto on **EBC-sertifioitua** (European Biochar Certificate), mikä edellyttää säännöllisiä laboratoriotestejä PAH-yhdisteiden ja muiden haitta-aineiden varalta.
- Jokaisesta erästä otetaan näyte, jota säilytetään myöhempää tarkastusta varten. Tämä on tärkeää, koska hiiltä myydään suurissa erissä (40–70 tonnia), eikä tuottaja voi hallita kuljetusten laatua.
- Hiili murskataan eri kokoluokkiin. Liian hienojakoinen hiili aiheutti aluksi hävikkiä tuulen mukana, joten nykyisin valmistetaan suurempikokoista materiaalia, mikä myös kasvattaa myytävää tilavuutta.

Talous ja markkinat

- **Kustannukset:** Yhden kuution tuotantokustannus on noin 550–600 €, mutta myyntihinta vain noin 300 €. Tämä tekee toiminnasta tappiollista.
- **Poliittinen tuki:** Södertäljen kunta perustelee laitoksen toimintaa ympäristöimagoilla ja halulla olla Ruotsin kärkikuntia ilmastotyössä – kustannuksia ei ole pidetty esteenä.
- **Myynti:** Biohiiltä myydään eri muodoissa:
 - **Kuormittamattomana** (unloaded) suurissa erissä.

- **Kuormitettuna** (loaded), jossa hiili on sekoitettu ravinteisiin ja esikäsitelty. Tämä moninkertaistaa hinnan (jopa yli 1000 €/m³).
- **Kuluttajapakkauksissa** (5–10 litraa), joissa hinnat nousevat jopa 2000 €/m³.

Käyttökohteet ja kokemukset

- **Kasvualustat:** Esikäsitelty biohiili parantaa satoa merkittävästi. Esimerkkinä kurkun- ja mansikankasvatuksessa sato on moninkertaistunut.
- **Kompostointi:** Biohiilen lisääminen lyhentää kompostin kypsymisaikaa kahdesta vuodesta 1,5 vuoteen ja parantaa mullan laatua.
- **Paikalliset sovellukset:** Tuotteita myydään sekä yksityisille että kunnallisille toimijoille, mutta tuotannon taloudellinen pohja nojaa vahvasti poliittiseen tukeen.

Johtopäätökset

Australialainen laitteisto on osoittanut, että teollisen mittakaavan biohiilen tuotanto on teknisesti mahdollista tällaisella ratkaisulla myös Pohjolassa. Käytännössä laite vaatii kuitenkin paljon ylläpitoa ja soveltuu huonommin kylmiin oloihin, mikä nostaa erityisesti käyttökustannuksia. Biohiilen kysyntä kasvaa erityisesti ravinnekuormitettuna ja kuluttajapakkauksissa, mutta tuotannon taloudellinen kestävyys ilman poliittista tukea on kyseenalainen. Sertifiointin kautta on varmistettu tuotteen laatu ja ympäristöhyödyt, mikä luo edellytyksiä pidemmälle kehitykselle.

Kuvat: Södertäljen laitteisto on ns. panostoiminen eli raakamateriaalit ladataan merikonttikokoiseen kuivaajaan ja myöhemmin pyrolysaattoriin häkeissä. Materiaalin tasalaatuisuudella ei ollut merkitystä, vaan kannot, perkausjätteet jne. saattoivat mennä prosessiin samassa erässä. Korkean kuumuuden kestävyys on keskeistä ja halpa on harvoin hyvää, kuten oikean puoleinen kuva osoittaa.



Tiivistelmä: Vierailu Carbofexin biohiilitehtaalla, Nokia

Yrityksen tausta ja kehitys

- **Historia:** Carbofex perustettiin 2016, mutta toiminnan juuret ovat aiemmissa pyrolyysikokeiluissa 2000-luvun alusta. Ensimmäinen tuotantolinja rakennettiin jo 2009.
- **Nykytila:** Yritys on ollut Euroopan suurimpia EBC-sertifioituja biohiilen tuottajia ja ensimmäinen Puro.earth-rekisteröity sertifikaattien myyjä. Nokialle siirryttiin 2022, jolloin avattiin toinen tuotantolinja.
- **Liiketoiminta:** Aluksi keskityttiin omaan tuotantoon, mutta viime vuosina painopiste on siirtynyt myös teknologian myyntiin. Yhtiöllä on toimintaa myös Norjassa.

Tuotantoprosessi ja teknologia

- **Syöte:** Käytetään pääosin kuusta, ei tukkipuuta vaan energiapuuta. Kuivataan n. 10 % kosteuteen.
- **Prosessi:** Biomassa syötetään pyrolyysiin, jossa muodostuu biohiiltä, kaasuja ja pyrolyysiöljyä.
 - Kaasuja käytetään prosessin ylläpitoon ja kuumavesikattilassa.
 - Öljyä voidaan joko kerätä talteen tai polttaa energiaksi, tyypillinen saanto 30–50 litraa/m³ puuta.
- **Tuotteet:** Biohiili (EBC-sertifioitua, hiilipitoisuus n. 93 %), pyrolyysiöljy, sekä vähäisessä määrin lämpöenergiaa kaukolämpöverkkoon.
- **Turvallisuus:** Järjestelmässä on useita räjähdyskalvoja ja prosessi on suunniteltu paloturvalliseksi.

Käyttökohteet ja markkinat

- **Biohiili:**
 - Pääosin maanrakennukseen ja maanparannukseen.
 - Koe-eriä toimitettu metallurgian, betoniteollisuuden, akkumateriaalien ja polymeerien täyteainekäyttöön.
 - Käyttö kasvaa Euroopassa erityisesti betoniteollisuudessa (esim. Norjassa ja Ruotsissa jo kaupallisessa käytössä).
- **Öljy ja nesteet:** Pyrolyysiöljy sisältää fenoleita, happoja ja tervaa. Käyttöä tutkitaan, mutta kaupalliset sovellukset ovat vielä vähäisiä.
- **Hiilikrediitit:** Carbofex on merkittävä vapaaehtoisten hiilensidontamarkkinoiden toimija. Noin 16 700 hiilikorttia on myyty 20 000 m³ tuotannosta. Kysyntä ylittää tarjonnan, mutta hinnat vaihtelevat suuresti.

Haasteet ja kehitysnäkymät

- **Taloudellinen kannattavuus:** Tuotantokustannukset noin 500 €/t, joten kilpailukyky riippuu sertifikaattien ja lisätuotteiden myynnistä.
- **Syötteiden moninaisuus:** Tehdään kokeiluja erilaisten raaka-aineiden, kuten jätevesilietteiden, käsittelyyn. Tämä vaatii lisäesikäsittelyä ja savukaasun puhdistusta.
- **Markkinoiden kehitys:** Fossiilisia hiilipohjaisia materiaaleja ei korvata ilman sääntelyä. EU:n pakotteet ja hiilen hinnoittelu nähdään biohiilimarkkinan ajureina.
- **Tuotantomäärät:** Kapasiteettia olisi kasvattaa tuotantoa huomattavasti, mutta markkinakysyntä ja sopimukset rajoittavat. Kyselyitä on tullut sadoista tonneista jopa tuhansiin tonneihin vuodessa.

Erityishuomiot

- **Tuotteen laatu:** Carbofexin biohiilen korkea hiilipitoisuus (93 %) tekee siitä markkinoiden kärkitasoa. Laatu soveltuu jopa rehukäyttöön (feed quality), mutta Suomessa hyväksyntää ei ole.
- **Kilpailu ja teknologiat:** Euroopassa kehitetään useita erilaisia pyrolyysiprosesseja, kuten pyöriviä uuneja suurivolyymiseen tuotantoon. Carbofex korostaa omaa keskinopeaa, korkean lämpötilan prosessiaan, jolla saavutetaan tasalaatuinen hiili.
- **Sääntely:** Sertifikaattivaatimukset ja EU:n eri maiden erilaiset linjaukset vaikuttavat käyttöön. Esim. Ruotsissa biohiiltä saa käyttää rehussa, Suomessa ei.

Yhteenveto

Carbofexin Nokian tehdas on Pohjoismaiden edelläkävijä biohiilen tuotannossa ja hiilikrediittien myynnissä. Laitoksen vahvuuksia ovat korkean hiilipitoisuuden biohiili, joustava prosessi ja vankka asema sertifioituilla markkinoilla. Haasteita luovat korkeat kustannukset, pyrolyysiöljyn hyödyntämättömyys ja sääntelyn hajanaisuus. Tulevaisuuden kasvun avaimia ovat teolliset sovellukset (metallurgia, betoni, akkumateriaalit) ja hiilikrediittien vakaampi asema EU:n sääntelyssä.

Kuvat: Carbofexin tehdas Nokiassa tuottaa pääosan biohiilestä käyttäen energiakuusta, joka kuivataan prosessin sivulämmöllä n. 10% kosteuteen. Puro.earthin hiilikrediittimarkkinalla tuotettua biohiiltä myydään globaaleille yrityksille.



Euroopan unionin
osarahoittama

LEADER

Pirityiset