



Yhteenveto

Finrenes Oy tutki Tampereen Kaupungin ”Kaipaatko puhtia pilotointiin” -hankkeessa Ruskeiden pellettien ja puuperäisen mädätteen käyttöä biohiilen korvaamisessa hulevesien käsittelyssä ja puhdistamisessa.

Hankkeen osatavoitteina oli:

- A. Ruskeiden pellettien käyttö hulevesialueiden rakentamisessa
- B. Pellettien hulevesien sitomiskyky
- C. Ruskeiden pellettien käyttö lannoitteena
- D. Kuivatun digestaatin vedenpidätyskyky
- E. Kuivatun digestaatin suodatuskyky

Käytännön kokeiden tuloksena oli, että ruskeat pelletit ja puuperäinen mädäte toimivat hyvin:

- A. Hulevesialueiden rakentamisessa
- B. Hulevesien sitomiseen
- E. Hulevesien suodattaminen kuivatulla digestaatilla
- C. Ruskeiden pellettien käyttö lannoitteena toimii osaltaan. Ravinteiden NPK-arvo ei ole yhtä korkea kuin kemiallisilla lannoitteilla, mutta se on kilpailukykyinen muiden orgaanisten lannoitteiden kanssa.
- D. Kuivatun digestaatin vedenpidätyskyky on hyvä, yli kolme kertaa oman massansa verran, mutta tämän ominaisuuden hyödyntäminen ei osoittautunut merkitykselliseksi näissä kokeissa.

Finrenesin ratkaisu tämän hankkeen perusteella noudattaa kiertotalouden perusteita, prosessista ei jää merkittäviä jätteitä, vaan kaikki syöte käytetään energiantuotantoon sekä ravinnekierrätykseen.

Ruskeiden pellettien käyttö mahdollistaa hiilineutraaliuden kompensoimalla ne päästöt, joita ei voida korvata uusiutuvilla polttoaineilla tai energiamuodoilla, kuten sähkö ja kestävä biopolttoaineet.

Koejärjestelyt ja tulokset esitetään tässä dokumentissa.

1. Hanke

1.1. Hankkeen tavoitteet

Tämän hankkeen tarkoituksena on tutkia hulevesien käsittelyyn tarkoitettun biohiilen korvaamista edullisemmalla ruskealla pelletillä. Ruskeaa pellettiä syntyy biokaasuprosessin sivuvirtana käytettäessä puupohjaista syötettä. Kiertotalouden periaatteiden mukaan pyrimme hyödyntämään biokaasuprosessin jätteen mahdollisimman hyvin. Ruskea pelletti tarjoaa myös tavan sitoa hiiltä maaperään taloudellisesti kannattavalla tavalla.

Hanke pyrkii vastaamaan pilotointiohjelman kahteen ensimmäiseen haasteeseen:

1. Hulevesien koostumuksen analysointi ja/tai uudet ratkaisut niiden käsittelemiseksi
2. Biohiilen käyttömahdollisuudet

Kohtaan 1 pyrimme tuomaan kustannustehokkaamman ratkaisun hulevesien käsittelemiseksi.

Kohtaan 2 pyrimme kehittämään kustannustehokkaan vaihtoehdon biohiilelle hulevesien käsittelyyn.



1.2. Hankkeen osatavoitteet

- Ruskeiden pellettien käyttö hulevesialueiden rakentamisessa
- Pellettien hulevesien sitomiskyky
- Ruskeiden pellettien käyttö lannoitteena
- Kuivatun digestaatin vedenpidätyskyky
- Kuivatun digestaatin suodatuskyky

2. Biohiili

2.1. Biohiili

Biohiili on uusiutuvasta orgaanisesta materiaalista tehtyä ainetta. Biohiili saa nimensä korkeasta hiilipitoisuudesta, muita merkittäviä ominaisuuksia biohiilellä on mm. huokoinen rakenne, joka mahdollistaa useat erilaiset tekniset käyttötarkoitukset.

Biohiiltä tehdään pääasiassa pyrolyysi-prosessissa kuumentamalla puuperäistä biomassaa hapettomassa ympäristössä. Tällöin biomassan haihtuvat hiilivety-yhdisteet poistuvat biomassasta hapen kanssa, jättäen jäljelle lähinnä hiiltä sisältävän huokoisen rakenteen.

2.2. Biohiilen edut

Biohiilen hyötynä raaka-aineena on sen uusiutuva alkuperä. Biohiilen tuottaminen on ympäristölle ystävällistä, se ei tarvitse fossiilista energiaa tuotannossa. Biohiiltä voidaan tehdä ns. lyhyen kierron biologisista syötteistä, kuten paju ja metsähake. Tällöin tuotetta voidaan pitää hiilineutraalina, koska poltettaessa syntyvä hiilidioksidi palautuu takaisin nopeasti kasvavaan kasvustoon, kuten esim. pajuun joka kasvaa vuodessa hyödynnettävään kokoon.

2.3. Biohiilen käyttökohteita

Biohiilen käyttökohteita on mm. energiakäyttö fossiilisen hiilen korvaajana, sekä maanrakennus ja –parannuskäyttö. Maanparannuksessa biohiilen hiili sitoutuu maaperään pitkäksi aikaa, Etelä-Amerikan Terra Preta hiililannoitekerroksien iäksi arvioidaan 2500 vuotta, eikä ole nähtävissä että hiili vapautuisi ilmakehään todettavissa olevana ajanjaksona. Biohiilellä on hiilensidonnan lisäksi useita muita, myös teknisiä, käyttötarkoituksia. Biohiilen huokoinen rakenne mahdollistaa nestettä pidättelevän ja suodattavan käyttötarkoituksen. Tätä hyödynnetään mm. viherrakentamisessa. Esimerkkinä Tukholmassa hulevesialueet pitävät sisällään biohiiltä, joka sitoo vettä sekä suodattaa siitä pois epäpuhtauksia. Tämä helpottaa jätevedenkäsittelyä, viemärien toimintaa sekä viheralueiden rakentamista.

2.4. Biohiilen haasteet

Biohiilen suurimpana haasteena voidaan pitää saatavuutta sekä hintaa. Ympäristölliset ja tekniset edut mahdollistavat kuitenkin sen käytön useissa lupaavissa käyttökohteissa. Fossiilisen hiilen korvaaminen biohiilellä on ympäristöystävällistä ja kestävä.

Epävirallisten tietojen mukaan biohiilen hinta on alkaen 400 €/tonni, kuitenkin tietyissä käyttökohteissa biohiilen hintataso on noin 1000 €/tonni. Biohiilen hinta muodostuu sen käyttökohteen vaatiman puhtauden mukaan. On ymmärrettävää että tuottajat pyrkivät myymään rajoitetusta saatavilla olevan biohiilen niille markkinasegmenteille jossa tuotteesta saa parhaan hinnan. Biohiilen kysyntä mm. Tukholman viherrakentamisessa on kova ja liiketoiminta on ilmeisen kannattavaa.



3. Ruskeat pelletit

3.1. Ruskeat pelletit

Ruskeat pelletit ovat lignoselluloosapohjaisen jätesyötteen mädätyksen sivuvirta. Tampereella kehitetyn uuden teknologian avulla lignoselluloosapohjaisesta jättebiomassasta (esim. metsähake, puun kuori yms.) voidaan tuottaa biokaasua. Biokaasun kysyntä tulee nousemaan korvattaessa etenkin raskaan liikenteen polttoaineita uusivuilla ja puhtailla ratkaisuilla. Tätä tulevaisuuden tarvetta silmällä pitäen on kehitetty taloudellisesti kannattava menetelmä biokaasun tuottamiseksi.

Biokaasu käytetään ensisijaisesti liikennepolttoaineeksi korvaamaan fossiilista öljyä. Biokaasu jalostetaan biometaaniksi poistamalla siitä hiilidioksidi.



Kuva 1: Ruskeiden pellettien tuotantoprosessi/Finrenes Oy

Tämän tutkimuksen tuloksia käytetään hiilineutraaliuden mahdollistamiseksi hajautetun energiantuotannon mallissa.

Biokaasulla pyritään korvaamaan fossiiliset liikennepolttoaineet, kuten bensiini ja diesel. On huomattavaa, että liikenteen sähköistys tulee kattamaan suuren osan liikenteen käyttövoimasta.

Energiapelleteillä pyritään korvaamaan fossiiliset polttoaineet, kuten turve ja maakaasu.

Lannoitepelleteillä pyritään hulevesien käsittelyn ja lannoitevaikutuksen lisäksi mahdollistamaan liiketaloudellisesti kannattava hiilensidonta, jolloin ne päästöt, joita ei voi korvata biokaasulla tai energiapelleteillä voidaan kompensoida ruskeiden pellettien avulla tapahtuvalla hiilensidonnalla.



3.2. Ruskeiden pellettien tuotanto

Esikäsittelyssä Biomassa höyryräjätetään, jolloin sen rakenne säröytyy ja muuttuu huokoiseksi. Tällöin biokaasubakteerit pääsevät hyödyntämään biomassan selluloosaa ja hemiselluloosaa ja tuottamaan biokaasua. Biokaasuprosessi vähentää happipitoisuutta biomassassa, jolloin sen lämpöarvo kasvaa.

Biokaasuprosessista syntyvä digestaatti eli mädätysjäännös omaa korkean nesteen absorbointikyvyn huokoisen rakenteensa ansiosta, tällöin se pystyy pidättämään noin nelinkertaisen vesimassan.



Kuva 2: Puupohjaista digestaattia

Digestaatti voidaan myös kuivata ja pelletöidä, jolloin digestaatin ligniini sulaa ja muodostaa hitaasti hajoavan ulkokuoren. Tällöin digestaatista tuotettu pelletti toimii pitkäaikaisena lannoitteena. Olemme testanneet ruskeiden pellettien hajoamista vedessä. Testi on nyt jatkunut jo kohta lähes kaksi vuotta, ja pelletit ovat muodoltaan edelleen pellettejä, likovesi on muuttunut kirkkaasta mustaksi liuenneen pelletin johdosta.



Kuva 3: Ruskeiden pellettien liuotuskoe 07/17 - 02/2019 (jatkuu)



3.3. Ruskeiden pellettien käyttö

3.3.1. Energiakäyttö tällä hetkellä

Ruskeilla pelleteillä voidaan korvata mm. fossiilista hiiltä energiantuotannossa. Ruskeiden pellettien käyttö energianlähteenä on väliaikainen tavoite korvata fossiiliset polttoaineet. Pidemmän aikavälin tavoitteena energiantuotannossa on päästä eroon polttamisesta. On kuitenkin todennäköistä, että nykyiset hiiltä polttavat energiantuotantolaitokset tullaan hyödyntämään teknistaloudellisen ikänsä loppuun saakka. Tämän jälkeen tavoitteenamme on siirtää ruskeat pelletit lannoitukseen sekä hiilensitomiseen, osana kannattavaa liiketoimintaa. Energiakäytössä ruskeiden pellettien hinta on kilpailukykyinen valkoisten pellettien kanssa. Valkoisen pelletin hinta on noin 180 €/tonni, joten ruskeiden pellettien pitäisi olla hyvin hintakilpailukykyisiä verrattuna puhtaaseen biohiileen, jonka hinnat ymmärtääksemme alkavat hintaluokasta 400 €/tonni.

3.3.2. Lannoite ja hiilensidonta

Tuotimme puuhakkeesta sekä naudanlannasta ruskeita pellettejä. Mädätyskokeet vievät lomakauden johdosta enemmän aikaa kuin oli suunniteltu, joten emme ehtineet tuottamaan mädätteestä pellettejä. Saimme tehtyä ravinneanalyysin mädätteestä, ja on odotettavaa, että ravinnepitoisuus ei merkittävästi muutu pelletöinnissä. Mädäte vaikuttaa sinänsä sopivalta jo sellaisenaan kasvualustaksi.

4. Hankkeen kulku ja tulokset

4.1. Hulevesien käsittely

Käytimme tuottamiamme ruskeita pellettejä hulevesien käsittelykokeisiin. Kävimme läpi mm. Rambollin viherrakentamisen asiantuntijoiden kanssa käyttömahdollisuuksia viherrakentamisessa sekä hulevesien käsittelyssä. Teimme pienimuotoisen veden absorbointikokeen yksittäisellä kasvilla. Suuren mittakaavan testit voidaan tehdä, kun saadaan tuotettua riittävä määrä pellettejä ja kun niiden koostumus tunnetaan.

4.1.1. Hulevesien imeyttäminen

Kokeet suoritettiin pienimuotoisissa imeytyskokeissa, kasvi istutettiin 10 litran ämpäriin, jossa kasvin mukana oleva multapaakku oli noin 3 litraa ja ruskeiden pellettien määrä oli noin 7 litraa. Laskennallisesti astiaan pitäisi mahtua noin 3 litraa vettä. <https://youtu.be/H6lj9yylq0o>



VID-20190523-WA0
000.mp4

Kolme litraa vettä kaadettiin suoraan astiaan ja todettiin että vesi imeytyi välittömästi ruskeiden pellettien väliin. <https://youtu.be/DMipOQ-j4Dg> Hulevesien imeyttämisessä ruskeat pelletit eivät ole pullonkaula.



VID-20190521-WA0
024.mp4



4.1.2. Tulokset

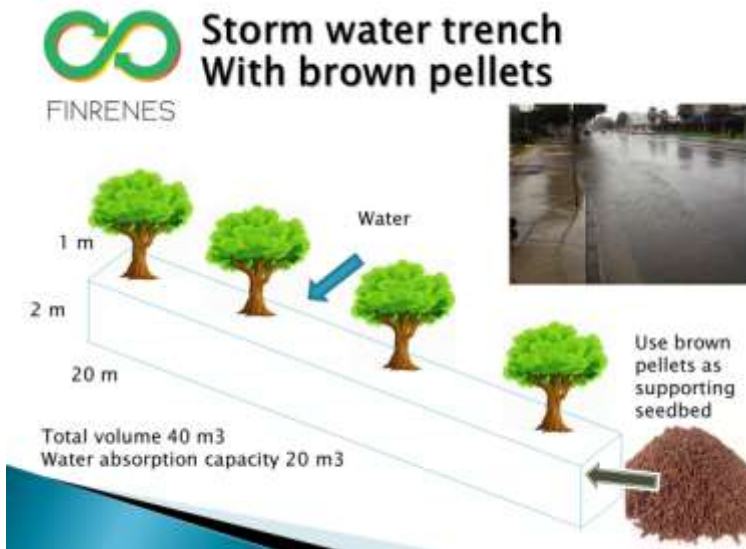
Hulevedet imeytyivät odotetusti kasvualustaan, eli mekaanisesti ruskeat pelletit toimivat kuten odotettiin. Projektin aikana kasvualustan kestävyys eli pelletien kantavuus tuli käsiteltäväksi. Olemme tehneet pitkän ajan liuotuskokeita pelleteillä, vanhimmat ruskeat pelletit ovat olleet likovedessä elokuusta 2017 ja pitävät vielä sylinterimäisen muotonsa. Taivutuskestävyys on aistinvaraisesti heikentynyt mutta painonkestossa ei ole tullut muutoksia. Ohessa kuva likovedessä olevista pelleteistä ajanjaksolta 08/2017-08/2019 eli yli kaksi vuotta lionneet pelletit.





4.1.3. Käytännön sovellukset

Ruskeita pellettejä voidaan käyttää mekaaniseen hulevesien imeyttämiseen osana kantavaa kasvualustaa. Puiden ympärillä oleva alue voidaan täyttää ruskeilla pelleteillä, jolloin ne tukevat kasveja ja imeyttävät veden tehokkaasti oheisen kuvan mukaisesti.



Puiden kasvuaukot ja hulevesien imeytysaukot näyttäisivät samalta kuin nykyiset katupuiden istutusaukukset.





4.2. Suodatuskäyttö

4.2.1. Koejärjestely

4.2.1.1. Suodatuskokeet

Puupohjaisen digestaatin eli mädätteen käyttöä tutkittiin suodatuskokeiden avulla. Höyryräjätetty ja mädätetty puuainees omaa suuren aktiivisen suodattavan pinta-alan. Aineesta voitaisiin käyttää biohiilen asemasta ainakin karkeamman suodatettavan materiaalin poistamiseksi.

4.2.1.1.1. Koejärjestely

Koejärjestely toteutettiin suodatuslaitteistolla, joka koostui seuraavista osista:

- Läpinäkyvä akryylisuodatinputki
- Suodatinpanoksen pidätinkangas
- Suodinmateriaali/höyryräjätetty hienojakoinen puuaines

Akryylisuodatinputki





FINRENES

Kaipaatko puhtia pilotointiin – hanke
Loppuraportti

24.9.2019

Suodinkangas /"sukka" suodinputken sisälle



Suodinmateriaali





FINRENES

Kaipaatko puhtia pilotointiin – hanke
Loppuraportti

24.9.2019

4.2.1.1.2. Kokeet

Suodatettava neste pumpattiin putkeen, jolloin se valui painovoimaisesti suodinmateriaalin läpi vastaanottoastiaan



Koenesteenä käytettiin veden ja kivituhkan sekoitusta, 6 dl kivituhkaa kymmeneen litraan vettä. Alkuperäisiä suodatettavaa vettä otettiin pieneen näytepulloon, jotta suodatustulos voitaisiin määrittää visuaalisesti.





FINRENES

Kaipaatko puhtia pilotointiin – hanke
Loppuraportti

24.9.2019

Arviointimenetelmänä päätettiin käyttää optista tarkastelua, referenssinä Tampereen kaupungin työmaaohje, jossa suodatetun veden kriteerinä (RT-kortti 89-11230) käytetään Kiintoaine < 300 mg/l.

Suodinkerrokseksi asetettiin 10 cm puuainetta. Koeneste ajettiin suotimen läpi useamman kerran, jotta nähtiin kuinka suodatus edistyy ja voidaan määritellä tarvittava suodinaineen määrä.

Ensimmäinen suodatus





FINRENES

Kaipaatko puhtia pilotointiin – hanke
Loppuraportti

24.9.2019

Ensimmäinen suodatus

Oikealla yhden kerran suodatettu neste vs. vasemmanpuolinen alkuperäinen neste – ei huomattavaa eroa.



Toinen suodatus

Oikealla kaksi kertaa suodatettu neste vs. vasemmanpuolinen alkuperäinen neste – ero huomattavissa.





FINRENES

Kaipaatko puhtia pilotointiin – hanke
Loppuraportti

24.9.2019

Kolmas suodatus

Oikealla kolme kertaa suodatettu neste vs. vasemmanpuolinen alkuperäinen neste – ero on selkeä.



Neljäs suodatus

Oikealla neljä kertaa suodatettu neste vs. vasemmanpuolinen alkuperäinen neste – ero on selkeä. Ero kolme kertaa suodatettuun alkaa olemaan pieni.





Viides suodatus

Oikealla viisi kertaa suodatettu neste vs. vasemmanpuolinen alkuperäinen neste – ero on selkeä. Suodatettu vesi alkaa näyttämään yhtä kirkkaalta kuin puhdas vesi. Ero neljä kertaa suodatettuun alkaa olemaan marginaalinen.



4.3. Lannoitekäyttö

4.3.1. Koejärjestely

Teimme mädätyskokeen puuperäisen syötteen ja eläinten lannan kanssa ja määrittelimme digestaatin ravinnearvot NPK-arvoina tai vastaavana lukuna. Mittaukset suoritettiin Eurofins Agro tutkimuslaitos Mikkelissä.

4.3.2. Tulokset

Teetimme ravinneanalyysin, jossa todetaan mädätteen käytettävyys lannoitteena tai kasvualustana. Lannoitteen NPK (Typpi, Fosfori ja Kalium) arvo on 3,1 (1,1 - 0,1 - 1,9). Arvot eivät ole yhtä korkeat kuin teollisilla lannoitteilla, luomulannoitteeksi arvot ovat tyydyttävät. Biokaasuprosessin analyysistä kävi selville, että lannan osuutta voi nostaa syötteen määrässä, jolloin fosfori- ja typpipitoisuudet paranevat



5. Vaikuttavuusarvio

Hankkeen tehtävänannossa oli määritelty seuraavat kriteerit:

- Miten tarjoamasi ratkaisu tukee kiertotalouden periaatteita ja vähentää ilmastokuormitusta?
- Miten ratkaisu on skaalattavissa myös isovolyymiseen tuotantoon ja/tai laajamittaiseen käyttöön

5.1. Kiertotalous

Hanke edistää kiertotaloutta, prosessista ei jää käsiteltävää jätettä vaan kaikki materiaali tulee hyödynnettyä prosessissa. Käytettävä syöte on metsänhoidon ja maatalouden sivuvirtaa, joka käytetään ensin biokaasun tuottamiseksi. Biokaasuprosessin jäte, eli digestaatti, jalostetaan pelleteiksi. Tällöin pelletit ovat kahdesti hyödynnettyä lisäarvoa tuottavien prosessien jätettä.

Syöte on pientä metsätähdettä, jota syntyy kestävästä metsänhoidosta. Me emme käytä runko- tai sellupuuta. Taloudellisessa mielessä näiden syötteiden käyttö vaatisi liian paljon kallista mekaanista pienentämistä eikä ratkaisu olisi tällöin yhtä kilpailukykyinen kuin kehittämämme prosessi.

Prosessista vapautuva pieni hiilidioksidimäärä on lyhyen kierron uusiutuvaa hiiltä, joka palautuu takaisin prosessia ylläpitäviin kasveihin.

5.2. Ilmastokuormitus

Hanke vähentää ilmastokuormitusta ruskeiden pellettien hiilensidonnan kautta. Yhdessä konseptiin kuuluvan uusiutuvan liikenne- ja energiapolttoaineen tuotannon kanssa hiilineutraalius on mahdollista bioperäisillä syötteillä.

5.2.1. Hiilineutraalisuus

Hanke on osa hiilineutraaliuden kokonaisuutta. Finrenesin teknologian avulla hiilineutraaliuteen pyritään kolmella alueella:

- Liikennepolttoaineet
- Energiantuotanto
- Hiilensidonnalla kompensoitavat muut päästöt

5.2.1.1. Liikennepolttoaine

Tuottamalla biokaasua liikennepolttoaineeksi, voidaan korvata suuri määrä fossiilista bensiiniä ja dieseliä. Biokaasu ei kokonaan riitä korvaamaan Suomen noin 8 miljoonan litran kulutusta, mutta on huomattava, että mm. sähköinen liikenne tulee korvaamaan pienempiä kulkuvälineitä kuten:

- Mopoja
- Moottoripyöriä
- Henkilöautoja
- Jakeluautoja

Biokaasu sopii hyvin raskaampien ajoneuvojen polttoaineeksi joko paineistettuna tai nesteytettynä. Biokaasulla voi korvata seuraavien kulkuvälineiden polttoaineita:



- Laivat (Esim. Viking Grace)
- Rekat
- Bussit
- Henkilöautot (Maakaasukäyttöiset)

5.2.1.2. Energiantuotanto

Energiantuotannossa ruskeilla pelleteillä voidaan korvata fossiilisia polttoaineita kuten:

- Kivihiiltä
- Turvetta

Pelletit sopivat suoraan kivihiilen korvaajaksi jopa pölypolttokattiloihin. Turvetta voidaan korvata nykyisissä turpeen polttolaitoksissa arina poltossa ja pelletöimätön kuivattu mädäte muistuttaa turvetta kemiallisesti sekä fysikaalisesti ja voidaan käyttää suoraan turpeen käyttökohteissa.

5.2.1.3. Hiilensidonta

Lannoitepelletit sisältävät yli 50% hiiltä. Biohajoava hiili on käytetty biokaasun tuottamiseen, joten jäljellejäävä hiili on hyvin pysyvässä muodossa ja soveltuu hiilensidontaan. Yksi tonni ruskeita pellettejä sitoo noin 1,8 tonnia hiilidioksidia (CO₂) vastaavan määrän hiiltä.

Ajatuksena on korvata ensin korvattavissa olevat liikenteen ja energiantuotannon polttoaineet biokaasulla ja energiapelleteillä. Ne päästöt mitä ei voida korvata, kompensoidaan lannoitepellettien hiilensidonnalla.

5.2.1.4. Malli hiilineutraalisuudesta

Malli hiilineutraalista Tampereesta, katso liite 1.

5.2.2. Skaalattavuus ja laajamittainen tuotanto

Ruskeiden pellettien tuotanto on helposti skaalattavissa, koska sitä on saatavissa biokaasuprosessin sivutuotteena. Biokaasun kysynnän kasvaessa tulevaisuudessa puupohjaisen syötteen käyttöä tullaan lisäämään ja prosessin digestaatin saatavuus tulee paranemaan. Ruskeita pellettejä tuottavan laitoksen kokoluokka alkaa noin 10 000 tonnin vuotuisesta syötemäärästä. Tämä on yhteisö/isojen maatilojen kokoluokan laitos tai esimerkiksi kuljetusyritykselle sopiva koko polttoaineen tuottamiseen. Tämän kokoluokan laitoksen etuna on se, että se palvelee paikallista kulutusta hyödyntäen paikallisia syötteitä, jolloin saavutetaan hajautetun energiantuotannon tavoitteita sekä huomattavaa energiaomavaraisuutta ja huoltovarmuutta.

Puupohjaisen syötteen käyttö mahdollistaa hyvän saatavuutensa ja edullisen kustannustasonsa kautta suuren kokoluokan teolliset laitteistot, joilla voidaan käyttää esimerkiksi 100 000 tonnia puupohjaista syötettä ja tuottaa 50 – 60 k tonnia ruskeita pellettejä. Tällainen laitteisto käyttää selluteollisuuden teknologisia ratkaisuja.

Syötteiden puolesta Suomessa on paljon hyödyntämätöntä potentiaalia eläinten lannassa sekä muissa maa- ja metsätalouden sivuvirroissa.



Liite 1. Hiilineutraali Tampere

Esimerkkinä Hiilineutraali Tampere. Tarkoituksena on määritellä millaisilla Finrenesin teknologiaan perustuvilla polttoaineilla sekä hiilensidonnalla Tampereen päästöt voitaisiin korvata. Tiedot perustuvat Tampereen kaupungin päästöraportissa määriteltyihin päästöihin.

https://www.tampere.fi/material/attachments/uutiskeskus/tampere/c/sFLezCjLJ/CO2-raportti_Tampere_21032018.pdf

Kaupunki	Tampere		
Maakunta	Pirkanmaa		
Asukasluku	228274		
Asukastiheys (as./km ²)	435	%	Kum %
Rakennusten lämmityksen päästöt (kt CO ₂ -ekv)	373,9	36,98 %	36,98 %
Tieliikenteen päästöt (kt CO ₂ -ekv)	292,7	28,95 %	65,92 %
Kuluttajien sähkönkulutuksen päästöt (kt CO ₂ -ekv)	128,8	12,74 %	78,66 %
Teollisuuden ja työkoneiden päästöt (kt CO ₂ -ekv)	113,6	11,23 %	89,89 %
Jätehuollon päästöt (kt CO ₂ -ekv)	69,0	6,82 %	96,72 %
Teollisuuden sähkönkulutuksen päästöt (kt CO ₂ -ekv)	26,3	2,60 %	99,32 %
Maatalouden päästöt (kt CO ₂ -ekv)	7,0	0,69 %	100,01 %
Päästöt yhteensä (kt CO ₂ -ekv)	1 011,2	100,00 %	
Päästöt asukasta kohden (t CO ₂ -ekv/asukas)	4,4		

Tampereen päästöt ovat valtakunnallisesti hyvällä tasolla 4,4 (t CO₂-ekv/asukas/Tampere) vs. 10 (t CO₂-ekv/asukas/Tampere). On huomattavaa, että Tampereen luvuista puuttuu ruuantuotanto sekä lentomatkestäminen. Kokonaispäästöt Pirkanmaalla ovat noin 6,25 (t CO₂-ekv/asukas) (Lähde: <https://www.talouselama.fi/uutiset/suomen-hiilidioksidipaastot-lahtivat-taas-selvaan-kasvuun-pirkanmaalla-suomen-pienimmat-co2-paastot-asukasta-kohti-6-25-tonnia-suurimmalla-ne-ovat-aivan-jotain-muuta/f6ca1937-5ded-4bb1-8ab9-6b0888344b4d>)

Mallimme mukaan päästöt korvattaisiin seuraavilla polttoaineilla ja keinoilla:

Lähde	Osuus (k ton/a)	Kumulatiivinen osuus	Korvaava
Rakennusten lämmityksen päästöt (kt CO ₂ -ekv)	373,9	36,98 %	Energiapelletti
Tieliikenteen päästöt (kt CO ₂ -ekv)	292,7	65,92 %	Biokaasu
Kuluttajien sähkönkulutuksen päästöt (kt CO ₂ -ekv)	128,8	78,66 %	Energiapelletti
Teollisuuden ja työkoneiden päästöt (kt CO ₂ -ekv)	113,6	89,89 %	Hiilensidonta
Jätehuollon päästöt (kt CO ₂ -ekv)	69,0	96,72 %	Hiilensidonta
Teollisuuden sähkönkulutuksen päästöt (kt CO ₂ -ekv)	26,3	99,32 %	Energiapelletti
Maatalouden päästöt (kt CO ₂ -ekv)	7,0	100,00 %	Hiilensidonta
Päästöt yhteensä (kt CO ₂ -ekv)	1011,2		



FINRENES

Kaipaatko puhtia pilotointiin – hanke
Loppuraportti

24.9.2019

Korvattavia fossiilisia energiantuotannon polttoaineita ovat:

Turve	711,9	GWh/a
Maakaasu	560,6	GWh/a
Öljy	108,3	GWh/a

Korvaaviksi polttoaineiksi ja keinoiksi energiapellettiä tarvittaisiin tällöin:

Energiapellettiä 237,90 k ton/a

Liikenteen polttoaineiden jaoksi sähkö/biokaasu oli määritelty:

Raskas liikenne CH4	<u>32,66</u> k ton CH4	70 % kaasu/ 30% Sähkö
Henkilöliikenne CH4	<u>13,36</u> k ton CH4	35 % kaasu/ 65% Sähkö

Biokaasulla korvattaisiin myös 20% maakaasulla tuotettavasta säätövoimasta, ns. nopea säätö kaasuturbiinilla, eli noin 11 k ton CH4/a.

Biokaasun tarve on yhteensä 57,02 k ton CH4/a.

Hiilensidonnalla korvattaisiin yhteensä 215, 9 k ton/a CO2 päästöjä:

Hiilensidonnalla korvattavat

Teollisuuden ja työkoneiden päästöt (kt CO2-ekv)	113,6
Jätehuollon päästöt (kt CO2-ekv)	69,0
Teollisuuden sähkönkulutuksen päästöt (kt CO2-ekv)	26,3
Maatalouden päästöt (kt CO2-ekv)	7,0
	215,9 k ton CO2/a =>
	<u>115,3</u> k ton ruskeaa lannoitepellettiä

Tällöin tarpeet eri pelleteille ja biokaasulle olisivat:

Energiapellettiä	237,90	k ton/a
Lannoitepellettiä	115,33	k ton/a
Biokaasua	57,02	k ton/a

Näille polttoaineille tarvitaan syötteenä:

Puuta, puuhaketta	475,80	k ton/a
Olkea ja nurmea	184,53	k ton/a
Lantaa	46,13	k ton/a

Puuhakkeen lisäys koostuisi nykyisten haketoimittajien lisätoimituksista, ja lisätyistä koivikkojen, vesakkojen ja harvennushakkuiden tuotannosta. Oljen ja nurmen käyttö energiantuotannossa on marginaalista. Lantaa ei käytetä merkittävässä määrin lainkaan.



FINRENES

Kaipaatko puhtia pilotointiin – hanke
Loppuraportti

24.9.2019

Oheinen malli ei sisältänyt ruuantuotannon ja lentoliikenteen päästöjä.

Ruuantuotanto Suomessa voidaan tuottaa pienillä päästöillä ja se voidaan kompensoida maatalouden sivuvirtojen hyödyntämisellä polttoaineiksi ja hiilensidontaan, vesakkojen, olkien, nurmen ja lannan käytön lisäämisellä oheisen mallin määristä.

Lentoliikenteen päästöjen korvaaminen tapahtuisi hiilensidonnalla tehdyllä päästökompensaatiolla sekä vähäisissä määrin uusituilla lentopolttoaineilla.