

**PUUNJALOSTUSTEOLLISUUDEN BIOTUOTANNON
UUDET AVAUKSET**

Janne Puikko

Opinnäytetyö
Tekniikan ja liikenteen ala
Kone- ja tuotantotekniikka
Insinööri AMK

2015

Tekniikan ja liikenteen ala
Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä	Janne Puikko	Vuosi	2015
Ohjaaja	Leena Parkkila, Jani Sipola		
Toimeksiantaja	Aslak Siimes		
Työn nimi	Puunjalostusteollisuuden biotuotannon uudet avaukset		
Sivu- ja liitemäärä	37		

Opinnäytetyön aiheena olivat biotuotannon uudet avaukset puunjalostusteollisuudessa. Aihe tuli esille vieraillessani Lapin AMKin tutkimus, kehitys ja innovaatio puolella (TKI). Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä kirjallisuusselvitys biotuotannon nykytilanteesta ja eritoten tulevaisuudesta Suomen puunjalostusteollisuudessa. Selvitykseen sisältyy se, minkälaisia uusia puunjalostuksen prosesseja ja tuotteita tulee olemaan puun eri olomuodoilla. Tarkastelussa oli myös teollisuuden sivuvirrat.

Bioteollisuus on nopeasti kasvava ala ja varsinkin puiden jalostamiseen on alettu keskittymään Suomessa. Tiedonkeruussa on käytetty hyödyksi internetlähteitä. Tiedonkeruun ongelmana oli, että rakentamattomista laitoksista ei ole yksityiskohtaisia prosessiselvityksiä ja piirustuksia esillä. Kunnossapidon tarkastelussa oli Äänekosken biotuotetehtaan YVA-selvitys. Toivottavasti opinnäytetyöstä on hyötyä biotuotannon tulevaisuudesta kiinnostuneille.

Technology, communication and
transport
Mechanical and Production Engi-
neering

Author	Janne Puikko	Year	2015
Supervisor(s)	Leena Parkkila, Jani Sipola		
Commissioned by	Aslak Siimes		
Subject of thesis	New Openings of Wood Processing Industry's Bioproduction		
Number of pages	37		

The subject of the thesis was the new openings of bioproductions in wood refining industries. The subject of the thesis was brought up when visiting Research, Development and Innovations department at Lapland University of Applied Sciences. The goal of the thesis was to find out the current situation of bioproductions and especially the future situation in Finland's wood refining industry. The report contains what kinds of wood refining processes and products wood's different states will have. Industrial side streams were also under inspection.

Biotech industry is a rapidly growing field and especially wood refining has been focused on in Finland. Internet sources were utilized for data collection. The problem with the data collection was that there were no detailed process reports and drawings about the unbuilt facilities to be found. Hopefully thesis has some uses for those that are interested in the future of bioproductions.

Key words

bioenergy, biorefineries, wood industry, biofuels

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	8
2	BIOTUOTANNON NYKYTILA.....	9
2.1	Bioenergia.....	9
2.2	Tietoa puusta.....	10
2.3	Biojalostus.....	12
3	BIOTUOTANNON UUDET AVAUKSET.....	14
3.1	Bioenergia.....	14
3.1.1	Biohiili.....	14
3.1.2	Pyrolyysiöljy.....	15
3.1.3	Biodiesel.....	15
3.1.4	NEXBTL-diesel.....	17
3.1.5	Biokaasu.....	17
3.1.6	Koskenkorvan biovoimalaitos.....	18
3.2	Biojalostus.....	18
3.2.1	Puu-uute.....	18
3.2.2	Woodcast-puukipsi.....	19
3.2.3	Koivutisle.....	19
3.2.4	Biokomposiitti.....	20
3.2.5	Laminaattipaperi.....	21
3.2.6	Biopohjainen pakkauskalvo.....	21
3.2.7	Biohajoava viljelykate.....	21
3.2.8	FuBio Cellulose.....	22
4	BIOTUOTANNON TULEVAISUUS.....	23
4.1	Joutsenon biokaasujalostamo.....	23
4.2	Äänekosken biotuotetehdas.....	23
4.3	Kemijärven ja Kuopion hankkeet.....	25
5	BIOTUOTANNON ERITYISPIIRTEET KUNNOSSAPIDOSSA.....	26
5.1	Tuotekaasulaitos.....	26
5.2	Ligniini.....	28
5.3	Aktiivilietelaitos.....	30
5.3.1	Membraanibioreaktori.....	30
5.3.2	Mädättämö.....	31

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	32
LÄHTEET.....	34

ALKUSANAT

Haluan kiittää saamastani avusta sekä tuesta Lapin ammattikorkeakoulun TKI-yksikköä ja ohjaajia, Leena Parkkilaa ja Jani Sipolaa. Erityisesti haluan kiittää Aslak Siimestä, sillä ilman häntä en olisi koskaan saanut tätä opinnäytetyötä. Iso kiitos kuuluu myös kaikille heille, jotka ovat minua tukeneet ja kannustaneet tämän opinnäytetyön aikana.

Kemissä 27.4.2015

Janne Puikko

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

NEXBTL	Next Generation Biomass to Liquid
FAME	Fatty Acid Methyl Ester
MW	megawatti
MTT	Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus
VTT	Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy
TWh/a	terawattituntia vuodessa
t/a	tonnia vuodessa
VE	vaihtoehto
t/h	tonnia tunnissa
kg/s	kilogrammaa sekunnissa
t/d	tonnia päivässä
GWh/a	gigawattituntia vuodessa
MBBR	moving bed bioreactor

1 JOHDANTO

Bioenergia ja biojalostaminen ovat tulleet ajankohtaiseksi puheenaiheeksi. Tämä johtuu kokoajan nousevista öljyn hinnoista ja hupenevista luonnonvaroista. Siispä bioteollisuudella pyritään korvaamaan tai jopa syrjäyttämään uusiutumattomat fossiiliset polttoaineet. Suomen bioteollisuus on nopeasti kasvava ala, koska pyrimme Euroopan unionin säätämiin tavoitteisiin. Käyttämällä uusiutuvia polttoaineita, kuten puuta, päästöt vähenevät ja hiilijalanjälki pienenee.

Työn tavoitteena on selvittää biotuotannon nykytilanne ja varsinkin tulevaisuus. Selvitykseen sisältyy se, minkälaisia uusia puunjalostusprosesseja ja tuotteita tulee olemaan puun eri olomuodoilla. Tavoitteisiin kuuluu myös selvitystä bioenergiasta ja kunnossapidollista näkökulmaa. Kunnossapidollinen näkökulma tehtiin Äänekosken biotuotetehtaan YVA-selostuksen pohjalta.

Tutkimus rajattiin koskemaan enimmäkseen Suomen puun biotuotannosta eli biojalostuksen ja bioenergian prosesseista. Kemiaa yritetään välttää opinnäytetyössä, paitsi jos se on prosessin erityispiirre tai vaadittava kemikaali. Opinnäytetyössä sivutaan myös sellunkeittoa ja paperinvalmistusprosesseja, mutta ne eivät ole tarkastelun keskiössä.

2 BIOTUOTANNON NYKYTILA

Biotuotannolla ei ole mitään kiveen lyötyä määritelmää, mutta biotuotannoksi voi laskea muun muassa ne tuotteet ja energia, joita bioprosessista saadaan. Käsite on aika laaja, mutta pääkohteina tässä opinnäytetyössä on Suomen puutuotannon biotuotteet, -energia ja -jalostus.

2.1 Bioenergia

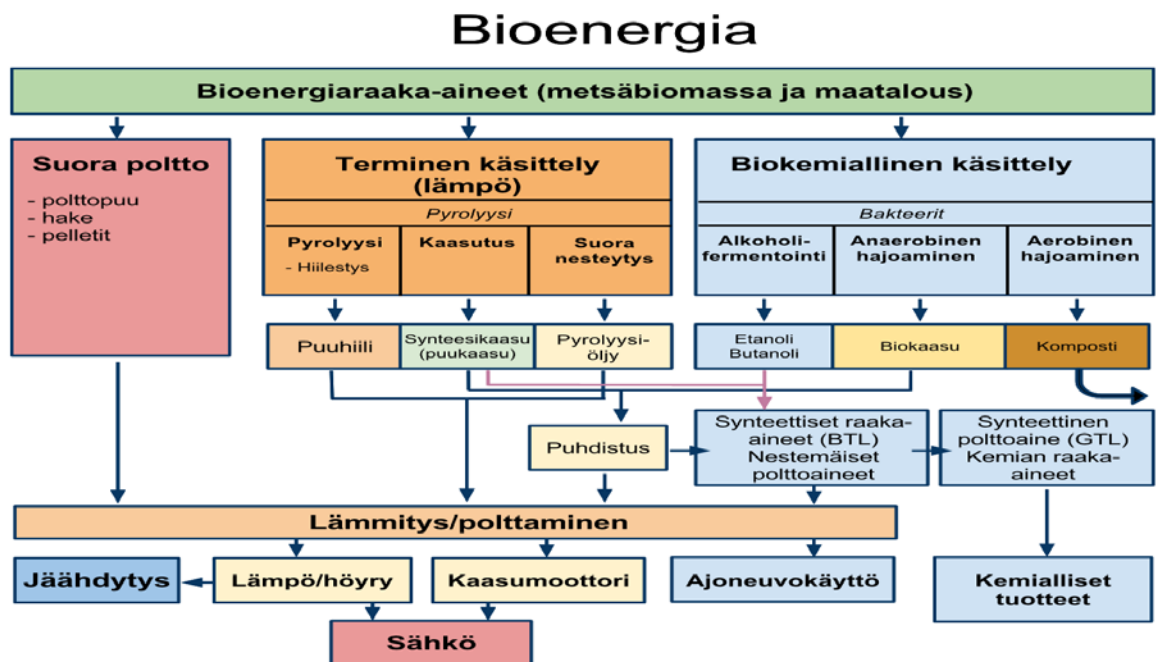
Bioenergia on uusiutuvaa biomassaa, jota käytetään biopolttoaineena. Biopolttoaineeksi lasketaan puuperäiset polttoaineet, peltobiomassat, biokaasut sekä yhdyskuntien, maatalouden ja teollisuuden energian tuotantoon soveltuvista orgaanisista jätteistä. Biomassa on ainoa uusiutuvan energian lähde, joka voidaan prosessoida kiinteään, nestemäiseen ja kaasumaiseen muotoon. Biomassojen poltossa vapautuu yhtä paljon hiilidioksidia, kuin vapautuisi vastaavan biomassan hajotessa luonnossa. (Bioenergia ry 2015a; Öljy & Biopolttoaineala ry 2015.)

Biopolttoaineet voidaan jaotella nestemäisiin, kiinteisiin ja muihin biopolttoaineisiin. Biopolttoaineiden luokittelu tapahtuu yleensä sukupolvittain joko tuoteominaisuuksien, raaka-aineen tai valmistusprosessin mukaisesti. Raaka-aineen mukaan jaoteltuna ensimmäistä sukupolvea olevat biopolttoaineet ovat tavallisesti elintarviketuotantoon soveltuvat raaka-aineet. Toisen sukupolven biopolttoaineet käyttävät raaka-aineina suurimmaksi osaksi yhdyskuntajätteitä tai teollisuuden prosesseissa syntyviä jätteitä ja tähteitä. (Öljy & Biopolttoaineala ry 2015.)

Uusiutuvalla energialla tarkoitetaan bio-, tuuli-, aurinko- ja vesienergiaa, maalämpöä sekä aalloista ja vuoroveden liikkeistä saatavaa energiaa. Uusiutuva energia muodosti 32 prosenttia energian kokonaiskulutuksesta vuonna 2014. Suurin osa Suomen energiasta tuotetaan puuperäisillä polttoaineilla, ja vuonna 2014 puupolttoaineet kattoivat 25 prosenttia Suomen energian kokonaiskulutuksesta. (Bioenergia ry 2015a; Tilastokeskus 2015a.)

Tässä opinnäytetyössä keskitytään puuperäisiin polttoaineisiin. Puuperäisiä polttoaineita ovat hakkeet, sahanpuru, kutterinlastut, sahakkeet, kuori, puupelletit, puuöljy, pyrolyysiöljy, mustalipeä ja kotitalouden polttopuu pilke. (Bioenergia ry 2015b.)

Bioenergiaa tuotetaan biomassasta joko suorapoltona, termisellä käsittelyllä tai biokemiallisella käsittelyllä kuten, kuviossa 1 ilmenee. Energiatehokas tapa bioenergian tuotannossa on käyttää metsistä saatavaa puuainesta ja pelloilta saatavia energiakasveja. Tehokasta on myös käyttää biojätteitä, kuten olkea tai ruokohelpeä suoraan esimerkiksi yhdistetyssä sähkön ja lämmön tuotannossa. (Ilmasto-opas 2015.)



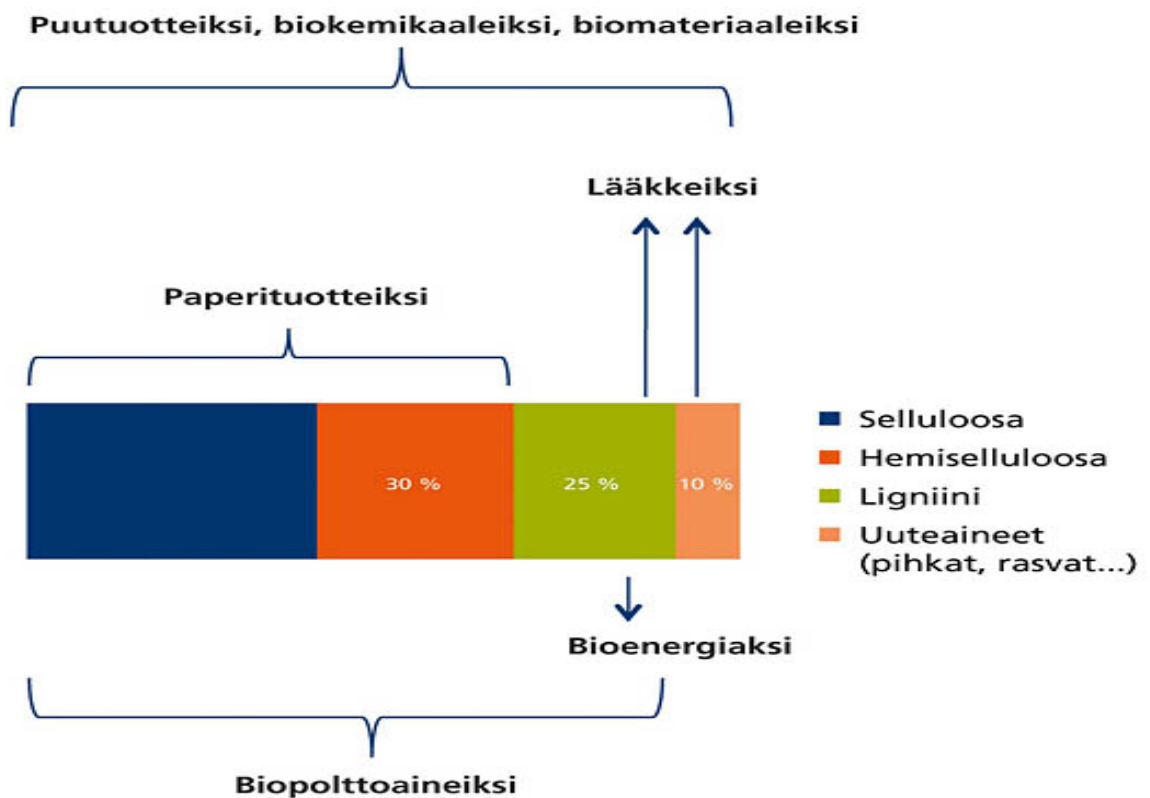
Kuvio 1. Metsästä ja maataloudesta saatavan raaka-aineen jalostus (Wikiwand 2015)

2.2 Tietoa puusta

Puu jaetaan kahteen ryhmään ainespuu ja energia puu. Ainespuu on puutavara, jolla on taloudellista käyttöarvoa esimerkiksi tukki ja kuitupuu eli pinotavara. Ener-

giapuu on ainespuuksi kelpaamaton puu. Energiapuuksi lasketaan harvennuspuu sekä avohakkuu alueiden oksat, latvat ja kannot, jotka toimitetaan lämmön ja sähkön tuotantoon. (Mäkinen 2010, 31)

Puukuidun tärkeimmät kemialliset komponentit ovat selluloosa, hemiselluloosa sekä ligniini, kuten kuviossa 2 tulee ilmi. Näiden ainesosasten pitoisuus kuidussa vaihtelee jonkin verran puulajeittain.



Kuvio 2. Puun monet käyttömahdollisuudet (Teknologiategollisuus 2015)

Puun kuivapainosta noin 30 prosenttia koostuu hemiselluloosasta. Hemiselluloosasta saatuja sokereita voidaan hyötykäyttää monipuolisesti raaka-aineena esimerkiksi kemikaalien sekä biopolttoaineiden valmistuksessa. Hemiselluloosasta tuotettavista kemikaaleista saadaan hyviä raaka-aineita esimerkiksi tekstiilien ja muovien valmistusprosesseihin. (Ollikainen 2013, 6)

Selluloosa on puukuidun pääkomponentti ja myös paperin pääraaka-aine. Selluloosaa on noin 35 prosenttia puun kuiva-aineksista, joka erotetaan puuaineksesta keittämällä tai kemikaaleilla. Ligniiniä puussa on noin 25 prosenttia kuivapainosta, ja se sitoo selluloosan ja hemiselluloosan toisiinsa. Yleensä ligniiniä poltetaan korkean lämpöarvonsa takia, mutta siitä valmistetaan myös liimoja, liuottimia, vanilliinia, etanolia ja ksylitolia. (Ollikainen 2013, 6, 7, 12.)

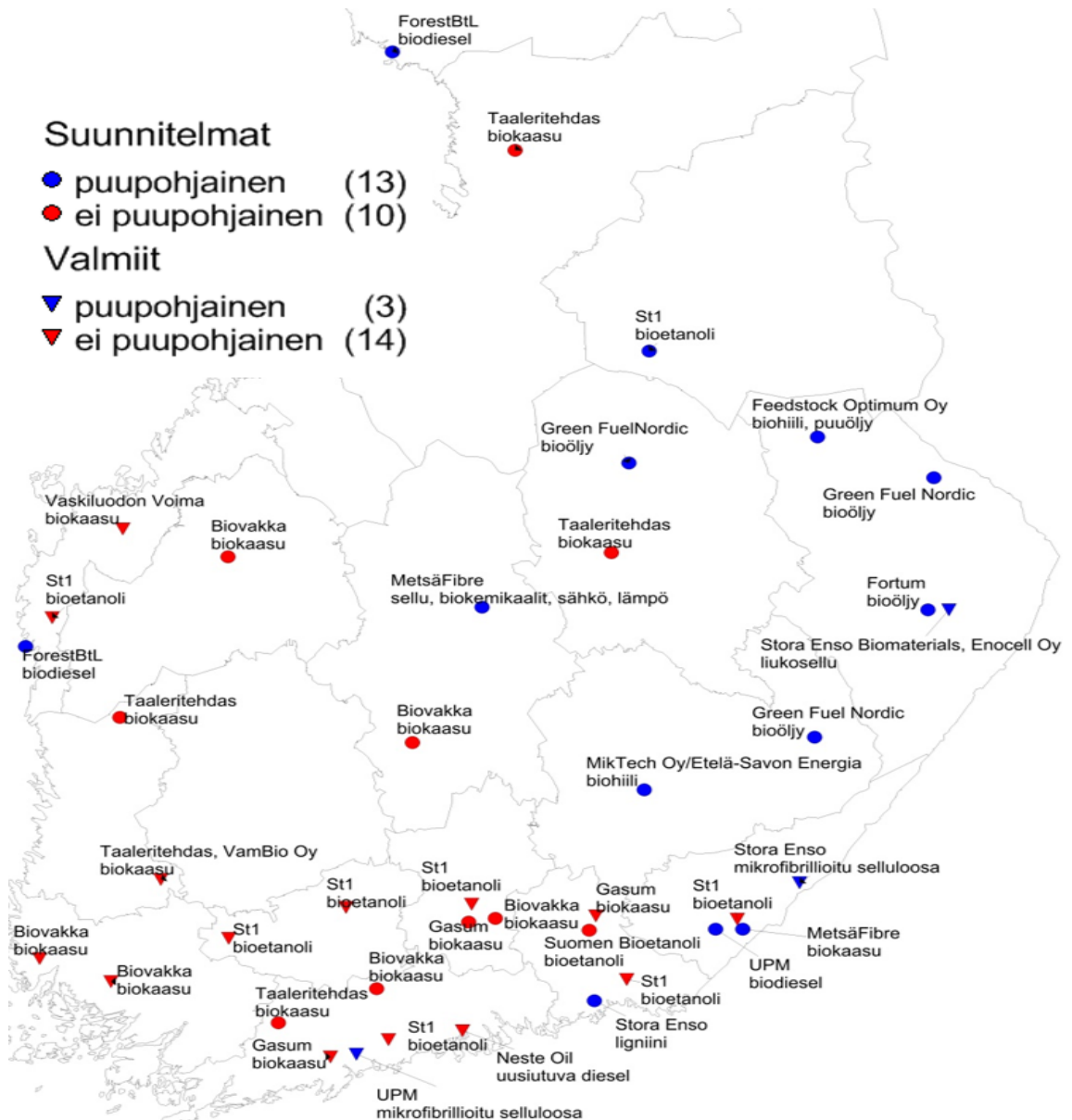
Bioenergiapörssin mukaan ”*puubiomassa on puista ja pensaista peräisin oleva biomassa. Määritelmä kattaa metsän ja viljelyspuun, puunjalostusteollisuuden sivutuotteet ja tähteet sekä käytöstä poistetun puun tai puutuotteen / kierrätyspuun*” (Bioenergiapörssi.fi 2015). Biomassa on eloperäistä, fotosynteesin kautta syntyneistä kasvimassoista, eli biologista alkuperää oleva aines. Biomassaa voidaan tuottaa kasvi-, hedelmä-, pelto- ja puubiomassasta sekä jätteestä. (Bioenergiapörssi 2015; Ilmasto-opas 2015.)

2.3 Biojalostus

Jeskanen mukaan ”*biojalostus tarkoittaa biomassan prosessointia kestäväen kehityksen mukaisesti kaupallisesti käyttökelpoisiksi tuotteiksi ja energiaksi. Biojalostamo on laitos tai niiden verkosto, mikä yhdistää biomassan muuntamisprosessin sekä välineistön tuottaakseen biopolttoainetta, energiaa ja kemikaaleja.*” (Jeskanen 2014, 3.)

Biomassan rakenneosia ovat proteiinit ja hiilihydraatit. Biojalostamoiden tehtävänä on muuntaa nämä hyödynnettävät rakenneosat korkeampiarvoisiksi jalostustuotteiksi kuten biopolttoaineiksi ja kemikaaleiksi. Biojalostamon tuotteet, kuten esimerkiksi biopolttoaine ovat joko nestemäistä, kiinteätä tai kaasumaista, ja niillä voidaan korvata fossiilisten polttoaineet. Jalostetut biotuotteet ovat rakenteeltaan erilaisia yhdisteitä kuin fossiiliset tuotteet, mutta toiminnaltaan vastaavia. Biojalostamot voivat myös korvata öljypohjaiset tuotteet biojalostamon biotuotteilla. (Jeskanen 2014, 1-2.)

Seuraava kuvio 3 esittelee Suomen biojalostamoiden määrän ja jakauman. Kuvioista 3 näkee myös selvästi, että nykyinen bioteollisuus on keskittynyt enemmän etelään. Suunnitelmasta voidaan myös päätellä, että tulevaisuudessa tullaan keskittymään enemmän puupohjaisiin biojalostamoihin.



Kuvio 3 Biojalostamot, toimivat ja suunnitelmat (Salo 2015.)

3 BIOTUOTANNON UUDET AVAUKSET

Tässä luvussa käsitellään bioenergian ja biojalostuksen kannalta uusia avauksia. Jaotus myös tapahtuu näiden mukaan. Kaikkea ei voi täysin jaotella vain yhden kategorian alle, mutta jako bioenergian ja biojalostuksen välillä on tapahtunut tärkeämmän osa-alueen mukaan.

3.1 Bioenergia

Seuraavissa luvuissa käsitellään uusia ja vähän vanhempiakin bioenergian avauksia. Vanhemmat avaukset ovat esimerkkinä tai ovat nousseet uudelleen käsiteltäviksi energian lähteiksi.

3.1.1 Biohiili

Biohiili on biomassaa kuumentamalla hapettomassa tilassa saatua polttoainetta, jota voidaan valmistaa lähes kaikista orgaanisista aineista. Tuloksena on joko puuhiiltä tai torrefioitua puuta riippuen lämpötilasta. Torrefioitua puuta ja puuhiiltä voidaan kutsua yhteisnimityksellä biohiili. Torrefiointi tulee ranskan sanasta paahtaminen, joka on mietoa pyrolyysia. Torrefioidessa lämpötila on 200 ja 300 celsiusasteen välissä, ja se parantaa puun lämpöarvoa, ks. taulukko 1. Biohiili on energiapitoisuudeltaan korkea ja vähäpäästöinen. Biohiili sopii myös kivihiiltä käyttäviin voimalaitoksiin, joissa esimerkiksi hake saattaa tuottaa hankaluuksia. Biohiili ei kuitenkaan yllä lämpöarvoltaan kivihiilen tasolle.

Torrefioitu biomassa eli biohiili sisältää vähän kosteutta. Se olisi semmoisenaan hyvin pölyttyvää ja haurasta, joten kuljetus olisi ongelmana. Ratkaisuna tähän on biohiilen pelletointi, jolloin kuljettaminen on paljon helpompaa, jopa pitkille matkoille. Tyypillisesti torrefiointiprosessissa biomassan alkuperäisestä painosta katoaa 30 prosenttia, mutta sen sisältämästä energiasta vain 10 prosenttia. Tämä tarkoittaa, että biomassan lämpöarvo eli energiasisältö painoyksikköä kohden,

kasvaa. Biohiilipelletit hylkivät jonkin verran vettä, mutta ei kestä sadetta, mikä pitää huomioida varastoinnissa. (Vuorinen 2014, 14, 15.)

Taulukko 1. Muutamien polttoaineiden lämpöarvot (Muokattu lähteistä BalBiC 2015; Tilastokeskus 2015b; Vuorinen 2014, 17.)

Materiaali	Käsittelylämpötila (°C)	Lämpöarvo (MJ/kg)
Kokopuu- tai rankahake		7 - 11
Metsätähdehake tai murske		8 - 13
Torrefioitu puu	230	18,5
Torrefioitu puu	250	19
Torrefioitu puu	280	22
Puuhiili	>300	28 - 33
Puupelletit		15 - 18
Biohiilipelletit	200 - 300	20 - 24
Kivihiili		24 - 33

3.1.2 Pyrolyysiöljy

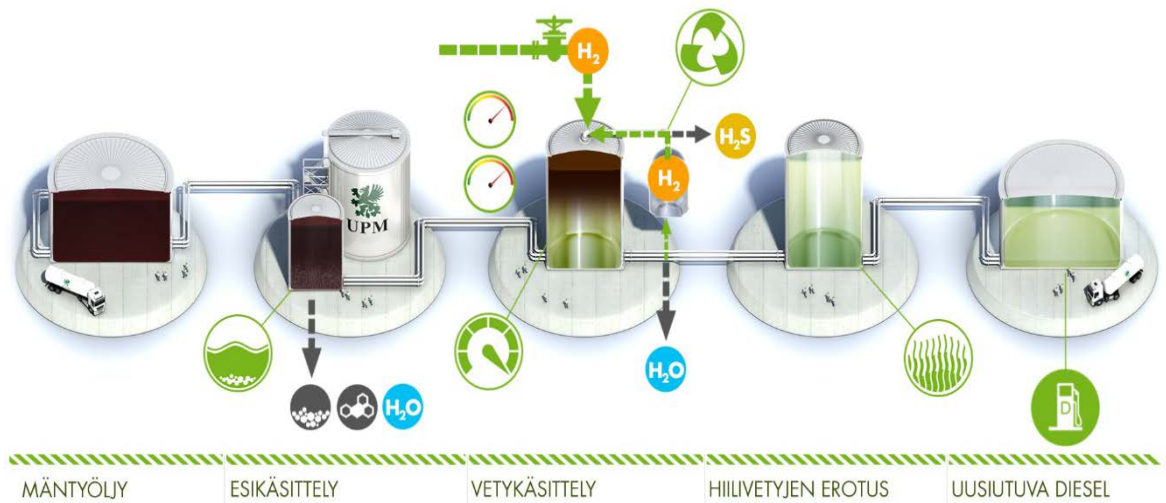
Pyrolyysiöljy on biomassasta, kuten metsähakkeesta, valmistettavaa öljyä. Pyrolyysiöljyä syntyy, kun biomassaa nopeasti kuumennetaan 500 ja 600 celsiusasteen väliin. Kuumennuksesta saatu kaasu sitten lauhduttimen kautta jäähdytetään, ja näin syntyy pyrolyysiöljyä. Sivutuotteena tällä tekniikalla syntyy myös biohiiltä. (Tenhunen 2014, 32, 33; Green Fuel Nordic Oy 2015.)

3.1.3 Biodiesel

UPM on avannut vuoden 2015 alussa biodiesel-laitoksen, joka on ensimmäinen laatuaan. Biodiesel-tehdas on rakennettu Lappeenrantaan ja tuottaa noin 120 miljoonaa litraa uusiutuvaa UPM BioVerno -dieseliä vuodessa. Biodiesel-laitos on ensimmäinen laatuaan, koska se tuottaa maailman ensimmäistä puupohjaista uusiutuvaa biodieseliä. Kyseinen biopolttoaine sopii kaikkiin dieselmoottoreihin.

UPM BioVerno -dieseliä valmistetaan puupohjaisesta mäntyöljystä kehittyneiden biopolttoaineiden vetykäsittelyprosessilla. Innovaatiivinen tuotantoprosessi on kehittänyt UPM itse Lappeenrannan biojalostamokehityskeskuksessa. BioVerno-diesel ei käytä syötäväksi tarkoitettuja tuotteita valmistukseen.

Mäntyöljy on puun luonnollinen uuteaine, jota saadaan pääasiassa havupuista. Tuotantoprosessi on esitetty kuviossa 4. Uusiutuva raaka-aine on peräisin hyvin hoidetuista metsistä. Mäntyöljyä saadaan erotusprosessissa, jossa puun kuidut erotetaan uuteaineista. Se on myös sellun tuotantoprosessin tähde.



Kuvio 4. UPM:n BioVerno-dieselin tuotantoprosessi (Upmbiopolttoaineet 2015_a.)

Esikäsittelevaiheessa kuviossa 4 puhdistetaan mäntyöljystä suolat, epäpuhtaudet, kiinteät partikkelit sekä poistetaan vesi. Seuraavassa vetykäsittelyvaiheessa esikäsitelty mäntyöljy syötetään yhdessä tuorevedyn ja kiertovedyn kanssa reaktoriin, jossa sen kemiallista rakennetta muokataan. Reaktiovesi erotetaan ja ohjataan jätevedenkäsittelyyn. Lopuksi hiilivetyjen erotusvaiheessa kaikki loput rikkivedystä ja lauhtumattomasta kaasuista poistetaan. Jäljelle jäävä neste tislataan uusiutuvan dieselin erottamiseksi. Näin saadaan edistyksellinen ja korkealaatuinen biopolttoaine, joka sopii kaikkiin dieselmootoreihin. (Upmbiopolttoaineet 2015a; Upmbiopolttoaineet 2015b.)

3.1.4 NEXBTL-diesel

NEXBTL eli (Next Generation Biomass to Liquid) on Neste Oilin tekemä ja patentoima uusiutuva diesel, josta ei käytetä nimitystä biodiesel. Biodiesel on niin sanottua perinteistä biopolttoainetta, joka eroaa kemialliselta koostumukseltaan fossiilisesta ja uusiutuvasta dieselistä. Biodiesel-nimitystä käytetään lähinnä kasviöljystä valmistetusta esteristä, kuten FAME eli (Fatty Acid Methyl Ester) ja esimerkiksi NEXBTL-dieselistä uusiutuva diesel-nimitystä. NEXBTL-dieseliä voi valmistaa orgaanisista biomassoista, kuten kasviöljyistä tai erilaisista jätteistä ja tähteistä. (Neste Oil Oyj 2014.)

NEXBTL on vetykäsiteltyä kasviöljyä, jonka lopputuote on aina sama laadultaan. Laatuun ei vaikuta valmistuksessa käytetyt raaka-aineet. Ensin prosessissa poistetaan epäpuhtaudet raaka-aineista ja sitten ne vetykäsitellään korkeassa lämpötilassa. Siitä seuraa, että erilaisista raaka-aineista saadaan hiilivetyä, joka vastaa fossiilista dieseliä kemialliselta koostumukseltaan. (Neste Oil Oyj 2014.)

3.1.5 Biokaasu

Biokaasu on kaasuseos ja uusiutuva energialähde. Biokaasua käytetään lämmön- ja sähköntuotannossa energian lähteenä ja siitä voidaan jatkojalostaa polttoainetta. Biokaasua syntyy, kun anaerobiset mikrobit hajottavat eloperäistä ainetta anaerobisissa eli hapettomissa olosuhteissa. Tämän hajotuksen tuloksena syntyy biokaasua, joka sisältää metaania ja lannoitukseen soveltuvaa biologista mädätysjäännöstä. Mädätys säilyttää biomassan ravinteita kompostointia paremmin. Mädätejäännöstä voidaan käyttää lannoituksessa ja sitä kautta uudelleen biokaasuprosessissa. (Tenhunen 2014, 22)

Biokaasut voidaan luokitella kolmeen ryhmään raaka-aineiden mukaan: jättepohjainen biokaasu, peltopohjainen biokaasu ja puupohjainen biokaasu. Raaka-aineet kerätään yleisimmin jätevedenpuhdistamoiden lietteistä, maatalouden tuotteista ja kaatopaikoilta. Biokaasu on kaasuyhdiste, joka sisältää 60–70 prosenttia metaania ja 30–40 prosenttia hiilidioksidia. Jotta biokaasua voidaan käyttää polt-

tomootoreissa, siitä on poistettava rikki ja vesi. Biokaasua voidaan käyttää liikennepolttoaineena tai syöttää maakaasuverkkoon lisäpuhdistuksella. (Tenhunen 2014, 22, 23; Motiva 2014.)

3.1.6 Koskenkorvan biovoimalaitos

Koskenkorvan tehtaan biovoimalaitos on ensimmäinen polttoainesovellukseltaan ja tekniikaltaan Suomessa. Se käyttää polttoaineenaan ohran kuorta, joka on viljaviina- ja tärkkelysprosessien sivutuote. Altian Koskenkorvan tehtaan 10 MW:n höyryvoimalaitos on rakennettu täysin peltobiomassojen käyttöön soveltuvaksi ja otettiin käyttöön 24.11.2014. Voimalaitos on Suomen ensimmäinen teollisen mitakaavan oljenpolttolaitos. Voimalaitoksessa on tulevaisuudessa tarkoitus myös polttaa olkea ja muita uusiutuvia polttoaineita. (Mynewsdesk 2014.)

3.2 Biojalostus

Biojalostuksen uudet avaukset ovat samalla tavalla, kuin bioenergiassakin vaikeasti kategorioitavaksi vain toisen alle. Kuten edeltävissäkin luvuissa seuraavat luvut ei sisällä pelkästään uusia avauksia, vaan vähän vanhempia ja uudelleen esille otettuja tutkimuksia.

3.2.1 Puu-uute

Uuteaineet ovat puun pienimolekyylisiä komponentteja, joiden pitoisuus puubiomassasta on alle 10 prosenttia. Lisäksi ne suojaavat puuta sekä varastoivat ravintoa. Suurimmat uuteainepitoisuudet saadaan puun kuoresta, joka voidaan myös laskea sivutuotteeksi metsäteollisuudessa. Uuteaineiden määrä vaihtelee puusta riippuen. Ongelmana on myös se, että kun puu kaadetaan, alkaa uuteainepitoisuus laskea. (Lappi 2013, 14; Metla 2014)

Tutkimalla on selvitetty, että puu-uuteaineelle on monia potentiaalisia käyttökohteita esimerkiksi maali-, liima-, puunsuojaus- ja pesuaineteollisuudessa sekä osin

elintarvike-, farmasia- ja kosmetiikka-alalla. Käyttämällä puun uuteaineita voidaan jälleen vähentää hiilijalanjälkeä ja fossiilisten tuotteiden käyttöä. (Lappi 2013, 14; Metla 2014.)

3.2.2 Woodcast-puukipsi

Woodcast-puukipsi on lanseerattu vuonna 2010 ja se on käytössä eripuolilla maailmaa sekä hyvin monissa Suomen sairaaloissa. Puukipsi on valmistettu puhtaasta puuhakkeesta ja biohajoavasta muovista. Se on lämmitettynä taipuisaa ja itseensä tarttuvaa, mutta huoneenlämmössä puumaisen kovaa ja kestävä. Kalkki- tai lasikuitukipsit eivät ole röntgenläpäiseviä, mutta Woodcastista valmistetut tuet ovat. Siispä sitä ei tarvitse poistaa kuvauksen ajaksi ja se myös soveltuu kaikkeen kipsaukseen. (Uusipuu 2015d.)

Perinteisissä kalkkikipseissä tarvitaan vettä muovaamiseen, toisin kuin puukipsissä. Puumuovikomposiitti lämmitetään ja muotoillaan murtuman päälle paljain käsin ja se on myrkytön. Puumuovikomposiittia käsitellessä ei tarvita suojakäsineitä, hengityssuojaimia tai kohdeimureita, kuten muovi- ja lasikuitukipsauksessa. Woodcast on biohajoavaa, ja se on mahdollista hävittää energia- tai biojätteenä, näin vähentäen erikoiskäsiteltävää jätettä. Muotoillun kipsin voi pestä ja asetella uudelleen, kun esimerkiksi raajan turvotus on laskenut. Kipsauksessa käyttämättömät palat voi myös säästää ja käyttää seuraavalla kerralla. (Uusipuu 2015d.)

3.2.3 Koivutisle

Koivusta saadaan pyrolyysitekniikalla koivutislettä, jota on viimeaikoina tutkittu enemmän, vaikka ei olekaan uusi avaus. Charcoal Finland on tutkinut, että koivutisleellä voidaan suojella kasveja tuhoeläimiltä ja taudeilta, estää rikkakasvien leviämistä ja vähentää hajua aiheuttavia bakteereja esimerkiksi navetoissa. Tisle ei ole tutkimuksen mukaan haitallista maaperän hyötyeliöille eikä useimmille vesieliöille. (Uusipuu 2015e.)

Koivutislettä valmistaessa syntyy sivutuotteena biohiiltä. Kemiallisten lannoitteiden tarve vähenee, jos käytetään koivusta saatavaa biohiiltä. Sillä on mahdollista lisätä kasvua, jopa 40 prosenttia happamalla maalla. Biohiili ilmavoittaa maaperää, tasapainottaa maan kosteutta, hajottaa metaania ilmakehässä ja edistää maaperän mikrobitoimintaa. (Uusipuu 2015e.)

3.2.4 Biokomposiitti

Esimerkkinä biokomposiitille on UPM:n kehittämä UPM Formi. Kyseinen materiaali on puun sellukuidusta ja muovista kehitetty biokomposiitti. Tämä biokomposiitti toimii erinomaisesti muun muassa huonekaluihin, kaiuttimiin ja auton osiin. UPM Formin ansiosta voidaan tehdä jäykemmät ja lujemmat rakenteet vaikkakin kevyemmät ja ohuimmat, näin vähentäen raaka-aineen kulutusta. (Biotalous 2015.)

Materiaalina UPM Formi on biopohjaista, jolla on mahdollista korvata uusiutumattomia öljypohjaisia raaka-aineita. UPM Formi voidaan kierrättää tai jopa polttaa, koska se palaa hyvin ja muodostaa hyvin vähän tuhkaa. Uusiutuvaa kuitua on tuotteessa 20–50 prosenttia ja sen käyttö vähentää hiilidioksidipäästöjä perinteiseen öljypohjaiseen muoviin verrattuna. (Biotalous 2015.)

UPM Formista on mahdollista suunnitella minkä tahansa muotoisia esineitä ruiskupaluprosessia hyödyntäen. Biokomposiitilla on jo korvattu perinteisiä raaka-aineita muoveista lastulevyihin. Tähän mennessä sitä on käytetty raaka-aineena muun muassa huonekaluille, ruokailu- ja keittiötarvikkeille, kovaäänisille, pienelektronikalle ja keittiörakenteille. (Biotalous 2015.)

Kaiutinvalmistajille, kuten Genelecille, UPM Formi on ehdoton valinta. Se on sekä tuotantotaloudellisesti, ekologisesti, että akustisesti johtava materiaali. UPM Formi mahdollistaa erittäin suuret seinämien paksuusvaihtelut, toisin kuin perinteiset muovit. Lisäksi biokomposiitin jäykkyys ja värähtelyn vaimennusominaisuudet ovat ylivoimaiset muoveihin verrattuna. (Biotalous 2015.)

UPM on myös kehittänyt toisen biokomposiitin UPM ProFin. UPM ProFi on valmistettu lähinnä kierrätys materiaalista ja on osoittautunut lujaksi sekä hyvin kosteutta kestäväksi materiaaliksi. Tästä syystä tuote sopii hyvin ulkokäyttöön ja on ympäristöystävällinen kestävä tuote. (UPM-Kymmene Oyj 2015.)

3.2.5 Laminaattipaperi

Absorbex® Eco -laminaattipaperi valmistetaan yhdistämällä sahanpurusellua ja kierrätetyistä pakkauksista saatava kierrätyskuitumassaa. Sitä käytetään korkeapainelaminaattien valmistuksessa ja myös puulevyjen pintakerroksena. Paperista tehdään kova ja kestävä puristamalla useita hartsilla kyllästettyä paperikerrosta yhteen kovassa paineessa levyksi. Käyttämällä laminaattipaperia puulevyjen pintakerroksena saadaan niistä sään, kulutuksen ja kosteuden kestävä materiaalia. (Uusipuu 2015c.)

3.2.6 Biopohjainen pakkauskalvo

VTT:llä kehitetyn yli 95 prosenttia uusiutuvista raaka-aineista valmistetun kolmi-kerroskalvon jokaisella kerroksella on oma huolellisesti harkittu toiminto. Sisä- ja ulkokerrokset on valmistettu sokeriruokosta ja ne estävät kosteuden pääsemisen pakkaukseen. Sisäkerros on mahdollista myös kuumasaumata, jotta pakkauksesta tulee tiivis. Keskikerros on valmistettu koivusellun nanoselluloosasta, jonka ansiosta kaasujen ja erityisesti hapen läpäisy on vaikeaa. Pakkauskalvo on täysin biopohjainen ja läpinäkyvä. (Uusipuu 2015b.)

3.2.7 Biohajoava viljelykate

Tähän asti on vihannestuotanto ollut hajoamattoman katemuovin varassa. Stora Enson, MTT:n, VTT:n ja Helsingin yliopiston yhteistyönä kehittämä biohajoava kate on uusiutuvasta raaka-aineesta valmistettua paperia. Riittävän vahva kate saadaan, kun paperi käsitellään kuivatislauksesta saatavalla koivutisleellä. Biohajoava viljelykate estää rikkakasvien esimerkiksi juolavehnan kasvun ja sen avulla on helpompi hallita maan vesitaloutta. Kasvien kaasuaineenvaihdunnan

kannalta biohajoava paperi kate on parempivaihtoehto entisen muovin sijaan. (Uusipuu 2015a.)

3.2.8 FuBio Cellulose

FIBICin (Finnish Bioeconomy Cluster) FuBio Cellulose -ohjelmassa on kehitetty yksinkertainen, ekologinen ja turvallinen tekstiilikuidun valmistusmenetelmä. Koivun puuselluloosasta valmistettava korkealaatuinen loncell-tekstiilikuitu on vahvempaa kuin puuvilla- tai viskoosikuidut.

Tekstiilikuitu valmistetaan koivuselluloosasta liottamalla sitä ensiksi ionisessa nesteessä, minkä jälkeen se puristetaan pienten reikien läpi. Tästä syntyy kuitusäikeitä, jotka venytetään hetken ilmassa ennen veteen laskeutumista. Vedessä selluloosa kiteytyy muodostaen kuituja ja samalla ioninen liuotin peseytyy pois. Tämän jälkeen kuidut voidaan vielä jatkotyöstää katkomalla, erottelemalla, pesemällä, kuivaamalla, karstaamalla ja kehräämällä. (Fibic Oy 2014.)

4 BIOTUOTANNON TULEVAISUUS

Suomen biotuotannosta ei voi puhua ilman 20–20–20 tavoitetta. Työ- ja elinkeinoministeriön mukaan ”*Euroopan unionin ilmasto- ja energiapolitiikasta annettiin merkittävä lainsäädäntöpaketti huhtikuussa 2009. Tämä niin kutsuttu 20 -20 -20 tavoite tarkoittaa, että vuoteen 2020 mennessä tulisi EU:n energiankulutuksesta 20 % saada uusiutuvista energialähteistä, EU:n kasvihuonekaasupäästöjä tulisi vähentää 20 % sekä energiatehokkuutta lisätä 20 %. Suomi sai uusiutuvan energian käytön tavoitteekseen 38 % vuoteen 2020 mennessä.*” (Työ- ja elinkeinoministeriö 2015.)

Seuraavissa luvuissa kerrotaan muutamista tehdasprojekteista, joista osa on maailmallakin edistyksellisiä. Seuraavia tehtaita ei vielä ole avattu vaan ne ovat suunnittelu vaiheessa ja hyvinkin toteuttamiskelpoisia hankkeita. Tehtaiden pääraaka-aineena on puu.

4.1 Joutsenon biokaasujalostamo

Gasum Oy, Helsingin Energia ja Metsä Fibre Oy ovat suunnitelleet biojalostamon rakentamista Lappeenrannan Joutsenoon. Biojalostamo siirtäisi kaasuverkon avulla uusiutuvasta puuraaka-aineesta tuotettavaa biokaasua käyttökohteisiin. Suunniteltu biokaasujalostamo tuottaisi 1,6 TWh/a kaasua ja tuotantoteho olisi noin 200 MW. Pääraaka-aineena biokaasun tuotannossa käytettäisiin sellutehtaan puunhankinnan sivuvirroista syntyvää metsähaketta ja kuorta. Hake kaasutettaisiin ja jalostettaisiin vähintään 95 prosenttia metaaniksi, ja se vastaisi koostumukseltaan maakaasua. (Gasum Oy 2015.)

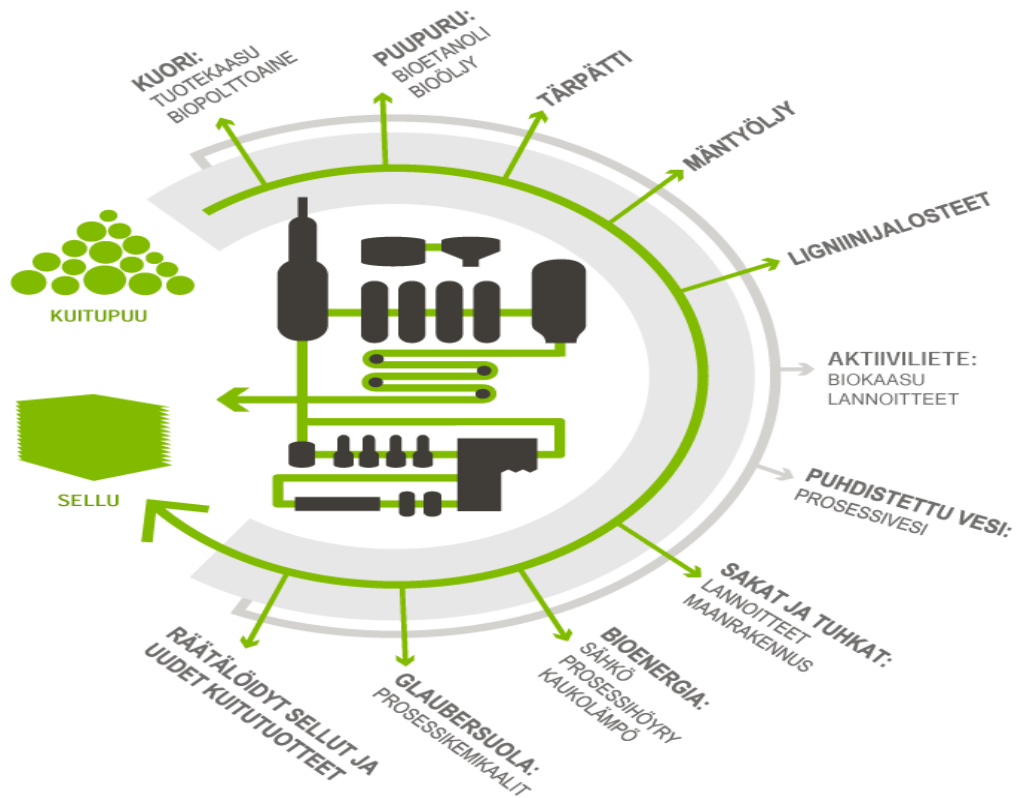
4.2 Äänekosken biotuotetehdas

Äänekosken biotuotetehtaan ytimenä toimii uuden sukupolven energiatehokas sellutehdas. Biotuotetehdas on eri tuotantolinjojen kanssa symbioosissa toimiva

tehdas, jossa päätuotannossa syntyvät jätteet kierrätetään ja kaatopaikka jätettä ei synny juuri lainkaan. Uusien prosessien liittyminen biotuotetehtaaseen luo synergiaetuja koko systeemiin tehden siitä ainutlaatuisen koko maailmassa. (Biotuotetehdas 2015.)

Biotuotetehtaan ydin muodostuu tuotteista, joita valmistetaan jo nykyisillä tehtailla esimerkiksi sellu, mäntyöljy ja biosähkö. Tavoitetaan pääseminen vie kuitenkin aikaa projektin ensivaiheen ja uuden sellutehtaan käynnistymisen jälkeen. Tehdas mahdollistaisi uusien biotuotteiden integroidun valmistamisen ja teollisuusprosessien sivuvirtojen resurssitehokkaan hyödyntämisen. Biotuotetehdas ei myöskään käyttäisi ollenkaan fossiilisia polttoaineita, vaan kaikki energia tuotettaisiin puusta. (Biotuotetehdas 2015.)

Sivuvirraksi kutsutaan prosessissa syntyvää ylijäämää, joka sitten hyötykäytetään toisessa prosessissa. Normaalisti tuotetta tehdessä syntyy sivutuotetta, jolle ei ole keksitty muuta käyttötarkoitusta kuin myyminen, polttaminen tai kaatopaikalle vienti. Tätä kuitenkin voi jokin toinen prosessi käyttää raaka-aineena, jolloin uusiokäyttönä tämä on hyödyllinen sivuvirta. Hyvänä esimerkkinä sivuvirtojen käytölle on Äänekoskelle suunniteltu biotuotetehdas, jonka tarkoituksena on tulevaisuudessa hyötykäyttää kaikki raaka-aineet. Biotuotetehdas käyttää kuvion 5 mukaista rakennetta, jolloin ihannetilassa kaatopaikkajätettä ei synny lainkaan. (Biotuotetehdas 2015.)



Kuvio 5. Äänekosken biotuotetehdas (Biotuotetehdas 2015a)

4.3 Kemijärven ja Kuopion hankkeet

Äänekosken biotuotetehdas ei ole ainoa jalostamohanke. Suunnitteilla on biojalostamo myös Kuopioon ja Kemijärvelle. Kuopion biojalostamo olisi Äänekosken jälkeen Suomen toiseksi suurin sellun tuottaja 1,1 miljoonalla tonnilla vuodessa. Biojalostamo tuottaisi sellun lisäksi mäntyöljyä ja sähköä. Kuopion kaupunki on suunnitellut biojalostamon sijoittamista Sorsasaloon. (Hämeensanomat 2015a)

Suomen kolmas merkittävä biojalostamohanke on suunnitteilla Kemijärvelle. Tämä kyseinen biojalostamo tuottaisi sellua merkittävästi vähemmän kuin Äänekosken ja Kuopion tehtailla. Kemijärvelle suunniteltu tehdas tuottaisi 400 000 t/a sellua. Tuotto olisi kuitenkin suurempi kuin vuonna 2008 lakkautettu Stora Enson Kemijärven tehtaalla, joka tuotti sellua 250 000 t/a. Heikki Nivala Metsäkeskuksesta kertoo, että uusi tehdas hyötyisi Keitele Forestin Kemijärven sahasta, jolta saataisiin raaka-ainetta biojalostamolle. (Hämeensanomat 2015b)

5 BIOTUOTANNON ERITYISPIIRTEET KUNNOSSAPIDOSSA

Tämä luku on tehty Äänekosken biotuotetehtaan ympäristövaikutusten arviointimenettelyn pohjalta, eli YVA-selostuksen pohjalta. YVA-selostuksessa on kolme vaihtoehtoa, jotka on lyhennetty VE0, VE1 ja VE2. Vaihtoehtoja tarkastellaan kunnossapidollisesta näkökulmasta mahdollisuuksien mukaan.

Äänekosken biotuotetehdas on määrä valmistua vuonna 2017. Opinnäytetyössä keskitytään kuitenkin enemmän YVA-selostukseen. YVA-selostuksen vaihtoehtoihin kuuluu VE0, jolloin mitään ei rakenneta vaan pysytään nykyisessä sellutehtaassa. VE2 tehdas on pelkkä uusittu sellutehdas ja VE1 on se, jota tarkastellaan lähemmin. Vaihtoehto 1 on se, jossa rakennetaan sellun lisäksi tuotekaasulaitos ja mädättämö. Lisäksi sellutehtaan prosesseihin sisältyy puusta liuotetun ligniinin erotus syntyvästä jäteliemestä. (Metsä Fibre Oy 2014, 6.)

5.1 Tuotekaasulaitos

Äänekosken biotuotetehtaan tuotekaasulaitoksessa muutetaan kiinteä polttoaine kaasuttamalla kaasumaiseksi polttoaineeksi eli tuotekaasuksi. Tuotekaasun valmistamiseksi käytetään pääsääntöisenä raaka-aineina sellutehtaan tuottamaa puuta ja purua, eli kuvion 6 puubiomassa. Myös jätevedenpuhdistamon kuitulietettä ja kemiallisen käsittelyn lietettä on mahdollista käyttää. (Metsä Fibre Oy 2014, 66, 67.)

Biomassa on 58 % kosteaa, kun se syötetään polttoaineen vastaanotolta kuvion 6 mukaisesti viirakuivurille 22 t/h syöttönopeudella. Viirakuivuri tunnetaan myös nimillä hihna- tai kerroskuivuri. Viirakuivurille tuleva biomassa vastaanottaa ensiksi annosteluruuvi, jonka jälkeen raaka-aine levitetään tasaisesti koko viiran leveydelle. Tämän jälkeen viiranpäältä tuleva kuivausilma johdetaan tuotekerroksen läpi höyrystäen nesteet, jotta biomassa kuivuu. Viirakuivurin maksimi höyrystysnopeus on 12 t/tunti. Vain 15 prosenttia kostea aines sitten johdetaan seuraavaan prosessiin. Liian kostea materiaali kuivataan uudestaan. (Metsä Fibre Oy 2014, 67.)

Syklonin läpäisemätön materiaali johdetaan takaisin reaktoriin palautusputken kautta. (Lahtienergia Oy 2015.)

Palanut petimateriaali, eli tuhka ja kalkki johdetaan pois kaasuttimen pohjassa olevasta ulosottoreiästä. Niin sanottu pohjatuhka koostuu suurimmaksi osaksi kalkista, ja siihen on jonkin verran sekoittunut tuhkaa. Suurin osa tuhkasta ajautuu tuotekaasun kanssa meesauuniin. Pohjatuhkaa voidaan käyttää joko lannoitteena tai sijoittaa kaatopaikalle. (Lahtienergia Oy 2015.)

Tuotekaasu johdetaan meesauunin polttimelle sen jäähtyttyä 500–600 °C asteiseksi. Suunnitellun kaasutusprosessin korkein polttoaineteho on noin 100 MW, ja se vastaa meesauunin suurinta kulutusta. Tuotekaasu koostuu pääosin vedystä, hiilimonoksidista (häkä), hiilidioksidista ja typestä. Kaasun palava komponentti on pääosin hiilimonoksidi. Tuotekaasussa ei ole happea, koska kiinteän polttoaineen kaasutus tapahtuu ali-ilmassa ja korkeassa lämpötilassa. (Metsä Fibre Oy 2014, 66–68.)

Tuotekaasun käyttö parantaa tehtaan materiaalitehokkuutta. Käyttämällä tuotekaasua sellun kuorimäärästä noin 60 prosenttia tulee vuodessa hyötykäyttöön, ja sitä tuottamalla korvataan pikiöljy. Tuotekaasulaitoksella tapahtuu peruskulumista johtuen materiaalivirroista ja lämpötiloista. Myös tuotekaasun mukana kulkeutuva tuhka voi aiheuttaa kulumista sekä tukkeumia meesauunin polttimessa. Kuviota 6 seuraamalla voidaan päätellä, että viirakuivurissa biomassan painosta häviää noin 50 prosenttia. Biomassa koostuu suurimmaksi osaksi vedestä, ja poistettu vesi siirretään jäteveden puhdistamolle.

5.2 Ligniini

Sellunkeiton aikana keittolipeään liukeneva ligniini poltetaan normaalisti sellutehtaan soodakattilassa sähkön ja höyryn tuottamiseksi. Vaihtoehdossa VE1 -ligniiniä on mahdollista myös erottaa mustalipeästä haihuttamon yhteydessä. Ligniini

voidaan käyttää biopolttoaineena meesauunilla korvaamaan fossiilisia polttoaineita tai myydä biomassana jatkojalostusta varten. (Metsä Fibre Oy 2014, 31, 46.)

Ligniinin erotus tapahtuu saostamalla, jossa happamuuslukua lasketaan hapolla tai mieluummin hiilidioksidilla, joka ei vaikuta talteenoton kemikaalitaseeseen. Saostunut ligniini suodatetaan ja pestään hapolla natriumhäviöiden vähentämiseksi. Yleisesti saostamisessa käytetty happo on rikkihappo. Ligniinin erotus muuttaa polttoon menevän mustalipeän ominaisuuksia, esimerkiksi mustalipeän lämpöarvo laskee, jolloin höyryn- ja sähköntuotanto alenevat. (Metsä Fibre Oy 2014, 31, 46.)

Vaihtoehdossa VE1 häviää merkittävä määrä sähköä ligniinin erotukseen. Myytäväksi jäävän sähkön määrä riippuu siitä, kuinka paljon ligniiniä erotetaan. Alustavasti on arvioitu, että tehdas erottaisi ligniiniä 150 - 200 t/d. Tästä seuraa, että sähköä tuotettaisiin yhteensä noin 1500 GWh/a, josta myyntiin riittäisi noin 750 GWh/a.

Myöhemmin avattavaksi on myös suunniteltu ligniinin ja muiden ylijäämien jatkojalostus laitos. Uusien biokemikaalien ja biomateriaalien tuottamista sellusta ja ligniinistä tutkitaan, jotta öljypohjaisia tuotteita pystytään korvaamaan tulevaisuudessa. (Metsä Fibre Oy 2014, 31, 46.)

Vaihtoehto 2 saattaa olla parempi vaihtoehto ligniinin osalta, koska silloin myytäväksi menevää sähköä on enemmän. Toisaalta VE1 on ympäristöystävällisempi vaihtoehto. Kuitenkaan VE1:tä en alkaisi toteuttamaan, ennen kuin olisin varma rahallisesta tuotosta, kun ligniini jatkojalostetaan.

Ligniinin erottamisessa yleisesti käytetään rikkihappoa, joka on voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa. Tämä tuottaa siten paljon varovaisuutta vaativia tekijöitä käsittelemiseen. Koska saostusprosessissa on mahdollista käyttää hiilidioksidia, niin sen käyttö olisi suotavaa. Hiilidioksidi on myös vaarallista, mutta se ei tuota samalla lailla välitöntä vaaraa kuin rikkihappo.

5.3 Aktiivilietelaitos

Aktiivilietelaitos on osa biotuotetehtaan jäteveden puhdistusprosessia. Puhtaan veden saamiseksi aktiivilietelaitos ei yksin pysty suodattamaan kaikkea tehtaan jätevettä. Tavoitteeseen pääsemiseksi tehdään yhdistelmä MBBR (Moving Bed Bioreactor), aktiivilietelaitos sekä kemiallinen käsittely. (Metsä Fibre Oy 2014, 35, 48–50.)

Metsä Fibren mukaan ”*Aktiivilietelaitos on jätevesien puhdistuslaitos, jossa ylläpidetään suurta aktiivista mikrobimäärää liuenneiden epäpuhtauksien hajottamiseksi ja sitomiseksi kiinteään muotoon*” (Metsä Fibre Oy 2015). Suuren mikrobimäärän ylläpitämiseksi johdetaan mädätysaltaan pohjasta ilmaa. Kiinteään muotoon syntynyt liete laskeutuu ja se on helppo kerätä talteen. (Metsä Fibre Oy 2015.)

Biotuotetehtaan aktiivilietelaitoksella syntyvä bioliete on mahdollista polttaa soodakattilassa, käsitellä mädättämössä tai sekoittaa kuitupitoisten lietteiden joukkoon, joka sitten poltetaan voimakattilassa. Kuitupitoinen liete ja bioliete voidaan myös kaasuttaa. Jos bioliete aiotaan polttaa soodakattilassa, se pumpataan biolietteen käsittelystä haihduttamolle sekä sekoitetaan mustalipeään. (Metsä Fibre Oy 2014, 35, 48–50.)

5.3.1 Membraanibioreaktori

Jätevesi kierrätetään ensin membraanibioreaktorin läpi ja siitä sitten aktiivilietelaitokselle. Membraanibioreaktorissa jätevesi työstetään aerobisesti, niin kuin aktiivilietelaitoksessakin. Membraanisuojaus tapahtuu membraanikalvon läpi, se erottaa syntyvän biolietteen käsittelystä vedestä ja antaa näin mahdollisuuden veden uudelleen käyttämiseksi prosessissa. Membraanibioreaktorissa ja aktiivilietelaitoksella syntyvät biolietteet siirretään mädättämölle. (Metsä Fibre Oy 2014, 49.)

5.3.2 Määdättämö

Mädätys on anaerobista lietteenkäsittelyä ja yleisesti mädätysprosessi tapahtuu noin 30–38 °C lämpötilassa. Puhdistamolietteen mädätyksessä syntyy biokaasua, joka on pääasiassa metaania ja hiilidioksidia, fosforipitoista humusta sekä typpipitoista rejektivettä. Mädätyksen ansiosta voidaan hyödyntää jätevesilaitoksen bioliete valmistamalla siitä biokaasua ja humuslannoitteita. Mädätettävän lietteen määrä on noin 30–40 t/d kuiva-ainetta. (Metsä Fibre Oy 2014, 64, 65.)

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, mitä on biotuotanto ja minkälainen on sen tulevaisuus. Päätehtävinä olivat Suomen puunjalostuksen nykytilanne ja painopiste tulevaisuudessa.

Tavoitteena työssä oli tutkia puunjalostustehtaiden prosesseja Suomessa sekä selvittää biotuotannon uudet avaukset. Tehtävänä oli myös selvittää puun olomuotojen ja uusien materiaalien hyötykäytöt biotuotannon kannalta. Tarkastelin työssäni biotuotannon nykytilannetta, tulevaisuuden uusia tuotoksia sekä tulevaisuuden suuntaa. Lisäksi selvitin puunjalostusteollisuuden sivuvirtojen hyötykäyttöä.

Tutkimustyön menetelmänä olivat suurimmaksi osaksi internetlähteet ja niiden ristiin vertailu. Lopputulokseksi tulivat luotettavimmilta kuulostavat tulokset. Internetlähteitä käytettiin, koska sillä tavalla saatiin laajimmat ja päivittyneimmät tiedot.

Tuloksena tutkimukselle on opinnäytetyö ja sen sisältö. Sisältöön kuuluu biotuotantoon sisältyvät biojalostus ja bioenergia sekä puu niiden raaka-aineena. Biojalostaminen on prosessi, jossa uusiutuva raaka-aine muutetaan korkeamman käyttöasteen tuotteeksi. Esimerkkinä biojalostamiselle on koivusellun muuttaminen tekstiilikuiduksi. Biojalostamisen tulevaisuuden suunnitelmiin kuuluu muun muassa Kemijärvelle ja Kuopioon suunnitellut sellutehtaat.

Bioenergiaa ovat uusiutuvat polttoaineet, joita on mahdollista käyttää energianlähteenä. Tunnetuimpana avauksena bioenergian saralta oli Lappeenrantaan jo rakennettu biodiesel laitos, joka valmistaa uusiutuvasta mäntyöljystä biodieseliä.

Opinnäytetyössä on kerrottu muutamasta suunnitteilla olevasta tehtaasta. Tarkemmin on kerrottu Äänekosken biotuotetehtaasta ja sen prosesseista. Biotuotetehtas on saanut rakentamispäätöksen ja valmistuu vuonna 2017. Valitettavasti

biotuotetehtaan ympäristövaikutusten arviointiselostuksen rajallisen materiaalinvuoksi kunnossapidollinen näkökulma on työssä varsin vähäinen. Ongelmana tiedon keruussa oli myös, että rakentamattomista laitoksista ei ole yksityiskohtaisia prosessiselvityksiä ja piirustuksia esillä.

Biotekniikka ja biotuotanto ovat hyvässä nousussa sekä ihmiset ovat enemmän tietoisia päästöjen aiheuttamista haitoista. Koska biotuotanto on noussut ajankohtaiseksi, pitäisi sitä enemmän tutkia ja toteuttaa. Suomen täytyy pyrkiä toteuttamaan parhaat teollisuutta hyödyntävät mahdollisuudet, jotta kotimaan omavaraisuus ja kilpailukyky paranisivat. Uudet tuotantomahdollisuudet myös parantaisivat ihmisten elinoloja.

Suomen valtion tulisi ensin tukea yksityisiä metsänomistajia ja kannustaa heitä myymään metsänsä. Tällä tavalla myös tuontipuiden tarve vähentyisi. Samalla uudistettaisiin sellutehtaat niin, että sivuvirrat otettaisiin paremmin talteen ja näin jätteiden määrää saataisiin vähennettyä. Hyödynnettävät sivuvirrat muunnetaan tämän jälkeen lämmöksi ja sähköksi. Ylijäämä sähkö ja lämpö myydään eteenpäin ja suunnataan asukkaille.

Suomen pitäisi myös pyrkiä vähentämään kivihiilen käyttöä tai lopettamaan sen käyttö kokonaan. Sen sijaan käytettäisiin biohiiltä tai jotain vastaavaa uusiutuvaa energianlähdettä. Tällöin meidän päästömme vähenisivät ja pääsisimme lähemmäksi tulevaisuuden 20–20–20 tavoitettamme. Havupuiden tuotteita voisi myös suunnitella lisää, koska niitä on Suomessa paljon enemmän. Kuitenkaan mäntyöljyn jalostaminen biodieseliksi ei ole huono valinta, mutta tätä voisi kehittää suurempaan mittakaavaan ja myytäväksi.

Aihealue oli minulle aluksi hyvinkin uusi, ja tätä työtä tekemällä opin paljon uutta. Tämän työn lopputuote on minusta hyvä pohja biotuotannon havainnollistamiseen ja erilaisten vaihtoehtojen oppimiseen. Materiaalin työhöni poimin monesta eri lähteestä ja huomasin paljon eriävaihtoehtoja tutkimustuloksissa, esimerkiksi puun palamistehokkuudessa.

LÄHTEET

- BalBiC 2015. Mitä biohiili on. Viitattu 2.4.2015.
http://www.balbic.eu/fi/mita_biohiili_on/fi_FI/mita_biohiili_on/
- Bioenergia ry 2015a. Tietoa bioenergiasta ja turpeesta. Viitattu 1.4.2015.
<http://www.bioenergia.fi/default.asp?sivulD=28970>
- Bioenergia ry 2015b. Tietoa puuenergiasta. Viitattu 28.1.2015.
http://www.bioenergia.fi/Tietoa_puuenergiasta
- Bioenergiaporssi 2015. Terminologiaa. Viitattu 25.2.2015.
<http://www.bioenergiaporssi.fi/k%C3%A4sitteet-ja-laskurit/terminologiaa>
- Biotalous 2015. Biokomposiitti sellukuidusta ja muovista. Viitattu 10.2.2015.
<http://www.biotalous.fi/komposiitti-upm-formi/>
- Biotuotetehdas 2015. Biotuotteet. Viitattu 25.2.2015.
<http://biotuotetehdas.fi/biotuotteet>
- Fibic Oy 2014. Koivukuitua kehrätään vaatteeksi yksi merkittävimmistä innovaatioista pitkään aikaan. 4.3.2014. Viitattu 10.2.2015.
<http://fibic.fi/fi/success-stories/koivukuitua-kehrataan-vaatteeksi-yksi-merkittavimmista-innovaatioista-pitkaan-aikaan>
- Gasum Oy 2015. Biojalostamo Joutsenoon. Viitattu 26.2.2015.
http://www.gasum.fi/Tietoa_Gasumista/Investoinnit/Biojalostamo-Joutsenoon/
- Green Fuel Nordic Oy 2015. Tuotantoteknologia. Viitattu 26.2.2015.
<http://www.greenfuelnordic.fi/tuotantoteknologia>
- Hämeensanomat 2015a. Kuopioon suunnitteilla jättiläismäinen sellutehdas. Hämeen sanomien lehtijulkaisu 2.2.2015. Viitattu 9.3.2015.
<http://www.hameensanomat.fi/uutiset/talous/279405-kuopioon-suunnitteilla-jattilaismainen-sellutehdas>
- Hämeensanomat 2015b. Jälleen suuri selluinvestointiaie - nyt Kemijärvelle. Hämeen sanomien lehtijulkaisu 24.2.2015. Viitattu 9.3.2015.
<http://www.hameensanomat.fi/uutiset/talous/280949-jalleen-suuri-selluinvestointiaie-nyt-kemijarvelle>
- Ilmasto-opas 2015. Biomassan tuotanto ja polttoaineen käyttö ratkaisevassa roolissa bioenergian ilmastohyötyjä arvioitaessa. Viitattu 25.2.2015.
<https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/c14a79cd-d384-41f4-a422-32338ecb35ca/bioenergia.html>
- Jeskanen, E. 2014. Biojalostamo puuperäisen biomateriaalin tuottajana. Helsingin yliopisto. Kemian laitos. Kandidaatintutkielma.

- Kiianmies, M. 2014. Sahan sivutuotteiden jalostusarvon lisääminen kuivamalla. Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu. Puutekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö 2014.
- Lahtienergia Oy 2015. Kiertopetikaasutin. Viitattu 26.3.2015.
<http://www.lahtienergia.fi/lahti-energia/energian-tuotanto/50/kaasutinprosessi>
- Lappi, H. 2013 Uuteaineet biojalostuksen raaka-aineina. Viitattu 10.2.2015.
<http://www.biofuelregion.se/UserFiles/file/Forest%20Refine/Hanna%20Lappi%2014052013.pdf>
- Metla 2014. Puun korjuu ja käyttö. Uutiskirje 17.12.2014 Viitattu 10.2.2015.
<http://www.metla.fi/uutiskirje/puu/2014-02/uutinen-4b.html>
- Metsä Fibre Oy 2014. Äänekosken biotuotetehtaan ympäristövaikutusten arviointiselostus. Julkaistu 20.8.2014.
<http://biotuotetehdas.fi/yva#contents-0>
- Metsä Fibre Oy 2015. Sanasto. Viitattu 9.4.2015.
<http://www.metsafibre.fi/Yritys/MitaSelluOn/Pages/Sanasto.aspx>
- Motiva 2014. Biokaasu. Viitattu 12.2.2015.
http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_peltoilta/biokaasu
- Mynewsdesk 2014. Altian uusi biovoimalaitos puolittaa Koskenkorvan tehtaan hiilidioksidipäästöt. Viitattu 16.2.2015.
<http://www.mynewsdesk.com/fi/altia/pressreleases/altian-uusi-biovoimalaitos-puolittaa-koskenkorvan-tehtaan-hiilidioksidipaeaestoet-1087416>
- Mäkinen, H 2010. Uuden metsänhoitajan perehdyttäminen metsänhoitoon. Laurea-ammattikorkeakoulu. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Opinnäytetyö.
- Neste Oil Oyj 2014. Miten NEXBTL eroaa biodieselistä? Artikkelit 24.6.2014. Viitattu 26.2.2015.
<http://nesteoil.fi/default.asp?path=35,52,88,17746,7849,23856>
- Ollikainen, I. 2013. Hemiselluloosan erotus sulfaattisellutehtaalla. Lappeenrantaan teknillinen yliopisto. Kuitu- ja paperiteknikan laboratorio. Kandidaatintyö.
https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/94330/KANDI_OLLIKAINEN.pdf?sequence=2
- Salo, R. 2015. Biojalostamot. Viitattu 1.4.2015.
<http://www.metsateollisuus.fi/tilastot/55-Energia/Julkinen-FI/d60Biojalostamot.pptx>
- Teknologiateollisuus 2015. Biojalostamot ja toisen sukupolven polttonesteet. Viitattu 25.2.2015.

<http://www2.teknologiateollisuus.fi/fi/palvelut/biojalostamot-ja-toisen-sukupolven-polttonesteet.html>

Tenhunen, K. 2014. Biopolttoaineet valmistus ja lämpöarvot. Tampereen Ammattikorkeakoulu. Kemiantekniikka. Opinnäytetyö.

Tilastokeskus 2015a. Energian kokonaiskulutus laski 2 prosenttia viime vuonna. Viitattu 1.4.2015.

http://www.stat.fi/til/ehk/2014/04/ehk_2014_04_2015-03-23_tie_001_fi.html

Tilastokeskus 2015b. Polttoainemäärien ja muiden energialähteiden määritelmät 2015. Viitattu 2.4.2015.

http://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus_maaritelmat_2015.pdf

Työ- ja elinkeinoministeriö 2015. EU:n energiayhteistyö. Viitattu 26.2.2015.

https://www.tem.fi/energia/eu_n_energiayhteistyö

UPM-kymmene Oyj 2015. UPM Profi. Viitattu 10.2.2015.

<http://www.upm.com/FI/TUOTTEET/komposiitit/upm-profi/Pages/default.aspx>

Upmbiopolttoaineet 2015a. Prosessit – Uusiutuvaa biopolttoainetta tähteistä. Viitattu 26.2.2015.

<http://www.upmbiopolttoaineet.fi/biopolttoaineen-valmistus/prosessit-uusiutuvaa-biopolttoainetta-tahteista/Pages/Default.aspx>

Upmbiopolttoaineet 2015b. Biojalostamo – Lappeenrannan uusi laitos. Viitattu 26.2.2015.

<http://www.upmbiopolttoaineet.fi/biopolttoaineen-valmistus/biojalostamo-lappeenrannan-uusi-laitos/Pages/Default.aspx>

Uusipuu 2015a. Ratkaisut. Viitattu 10.2.2015.

<http://www.uusipuu.fi/ratkaisu/biohajoava-viljelykate-on-ymparistoystavallisen-vaihtoehto-muovi>

Uusipuu 2015b. Ratkaisut. Viitattu 10.2.2015.

<http://www.uusipuu.fi/ratkaisu/biopohjainen-pakkaus-sailyttää-terveelliset-evaatt-arjen-kiireess>

Uusipuu 2015c. Ratkaisut. Viitattu 10.2.2015.

<http://www.uusipuu.fi/ratkaisu/kasvava-verkkokauppa-suoltaa-raaka-ainetta-kulutusta-ja-saata-ke>

Uusipuu 2015d. Ratkaisut. Viitattu 10.2.2015.

<http://www.uusipuu.fi/ratkaisu/puusta-valmistettu-kipsi-on-myrkyton-ekologisen-ja-helposti-muot>

Uusipuu 2015e. Ratkaisut. Viitattu 11.2.2015.

<http://www.uusipuu.fi/ratkaisu/koivutisleella-myrkytonta-kasvinsuojelua>

Vuorinen, L. 2014. Biohiilen teknistaloudelliset käyttömahdollisuudet. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Tekniikan ja liikenteen ala. Opinnäytetyö.
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/78955/Vuorinen_Laura.pdf?sequence=1

Wikiwand 2015. Metsästä ja maataloudesta saatavan raaka-aineen jalostus. Viitattu 3.2.2015.
<http://www.wikiwand.com/fi/Biopolttoaine>

Öljy & Biopolttoaineala ry 2015. Biopolttoaineet. Viitattu 28.1.2015.
<http://www.oil.fi/fi/ymparisto/biopolttoaineet>