



**LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU**  
*Lahti University of Applied Sciences*

# PELETTITEHTAATAIDEN JA ENERGIALAITOSTEN LAITTEISTO JA RAAKA-AINEET

Case: Dieffenbacher Panelboard Oy

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Puutekniikan koulutusohjelma  
Puutekniikka  
Opinnäytetyö  
Kevät 2014  
Turo Lahdelma

Lahden ammattikorkeakoulu  
Puutekniikan koulutusohjelma

LAHDELMA TURO:

Pellettitehtaiden ja energialaitosten  
laitteisto ja raaka-aineet  
Case: Dieffenbacher Panelboard Oy

Puutekniikan opinnäytetyö, 39 sivua, 6 liitesivua

Kevät 2014

TIIVISTELMÄ

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, onko pellettitehtailla ja energialaitoksilla mahdollisuutta hyötyä Dieffenbacher Panelboard Oy:n valmistamista seuloista tai raaka-aineen puhdistimesta omassa tuotannossaan. Työ suunniteltiin toteutettavaksi kartoittamalla suurimpien kotimaisten ja ulkomaalaisten pellettitehtaiden ja energialaitosten laitteistoa sekä niiden käytössä olevia raaka-aineita.

Päämääränä oli vieraila lähialueen suurimmissa pellettitehtaissa sekä energialaitoksissa ja tehdä tutkimusta laitteistosta ja raaka-aineesta paikanpäällä sekä selvittää, onko niissä mahdollista käyttää Dieffenbacher Panelboard Oy:n laitteita. Ulkomailla sijaitseviin, kapasiteetiltaan merkittäviin tehtaisiin oltiin yhteydessä sähköpostitse tai web-kyselylomakkeella ja siten tutkittiin mahdollisuutta saada myyntiä näihin kohteisiin.

Energialaitoksista etsittiin yhteystietoja, lähinnä Suomessa, Saksassa ja Ruotsissa sijaitseviin bioenergalaitoksiin, jotka käyttivät osittain polttoprosessin raaka-aineena puuta. Pellettitehtaiden yhteystiedot kerättiin suurimmaksi osaksi Biomassmagazinen laatimasta kartasta, johon oli kerätty kaikki tiedossa olevat pellettitehtaat. Kerättyyn kohderyhmään oltiin yhteydessä Dieffenbacherin nimissä lähetetyllä web-kyselylomakkeella.

Työn tuloksena saatiin laadittua yhteystietolista bioenergalaitoksista ja pellettitehtaista, sekä selvitettyä web-kyselyyn vastanneiden yritysten käytössä olevat laitteet ja raaka-aineet. Lisäksi tehdasvierailut toimivat Dieffenbacherin laitteiden markkinointina.

Avainsanat: pelletti, pellettitehdas, energialaitos, raaka-aine, laitteisto

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Wood Technology

LAHDELMA TURO: Equipment and raw materials of pellet  
factories and energy plants  
Case: Dieffenbacher Panelboard Oy

Bachelor's Thesis in Wood Technology, 39 pages, 6 pages of appendices

Spring 2014

ABSTRACT

---

The objective of this thesis was to investigate the equipment and raw materials used in pellet factories and energy plants in Finland and abroad. The idea was to find out if these factories could use Dieffenbacher Panelboard's screening and cleaning systems in their production.

The purpose was to visit local pellet factories and a few energy factories nearby to study the equipment and raw materials on site and to determine if it is possible to use Dieffenbacher Panelboard's hardware.

The factories that are abroad and have notable capacity were contacted by e-mail or web-survey to find out if sales can expand to these destinations.

The contact list of energy plants included mostly factories that are located in the EU and a few in the US. They were factories that are using some woodbased fuel in the burning process. Pellet factories were collected mostly from Biomasmagazin because it has drawn a significant map that includes almost all of the pellet factories. E-mails that were found in the internet were contacted with web survey.

The results of this thesis were a contact list of energy factories and pellet plants and examination of the equipment and raw materials of those factories and plants that answered the web-survey. Also, excursions worked as marketing of Dieffenbacher Panelboard's equipment.

Key words: pellet, pellet factory, energy factory, raw-material, machinery

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Yritysesittely	1
1.2	ClassiCleaner	2
2	PELETTITEOLLISUUS	4
2.1	Puupelletti	4
2.1.1	Pölypoltteknologia	4
2.1.2	Biohiilipelletti	5
2.2	Historia	6
2.3	Valmistusprosessi	6
2.4	Laitteisto	8
2.5	Varastointi	9
2.6	Raaka-aineet	10
3	PELETTITEHTAAT	11
3.1	Pellettitehtaat Suomessa	11
3.2	Pellettitehtaat ulkomailla	12
4	ENERGIALAITOKSET	14
4.1	Prosessikuvaus	15
4.1.1	Arinapoltto	15
4.1.2	Kaasutuspoltto	15
4.1.3	Leijupoltto	16
4.2	Laitteisto	17
4.3	Raaka-aineet	18
5	KYSELYTUTKIMUS	20
5.1	Web-kyselyn rakenne	21
5.2	Tulokset	22
6	TEHDASVIERAILUT	26
6.1	Versowood	26
6.2	Vapo	26
6.3	Kymijärven voimalaitos	27
7	TULOSTEN ANALYSOINTI	28
7.1	Laitteiston sopivuus pellettitehtaille	28

7.2	Laitteiston sopivuus energialaitoksille	28
8	YHTEENVETO	30
	LÄHTEET	32
	LIITTEET	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>

# 1 JOHDANTO

Pellettitehtailla tuotannon alkuprosessit ovat hyvin samanlaisia levyteollisuuden kanssa. Pellettitehtaiden nykyiset raaka-aineet ovat puhdasta kuoretonta puutavaraa, koska pellettien poltosta saa jäädä epäpuhtauksia eli tuhkaa EN-standardin luokitteleva määrä. Tämä ja velvoittavat standardit ovat liitteissä 1 - 5. Tuhkan määrä riippuu raaka-aineen laadusta, joten eri valmistajilla ne ovat hieman eri arvoissa, kuitenkin noin 0,3 - 0,5% / poltettu massayksikkö. (Pellettienergia 2013c.)

Hyvällä raaka-aineen puhdistamisella tehtaot pystyisivät käyttämään tuotannossaan huomattavasti halvempaa jätepuutavaraa. Seulomalla raaka-aineista valmiiksi käyttöön sopivan kokoiset kappaleet erilleen esimerkiksi hakkuriin menevästä aineesta säästettäisiin hakkureiden teriä turhalta kulutukselta.

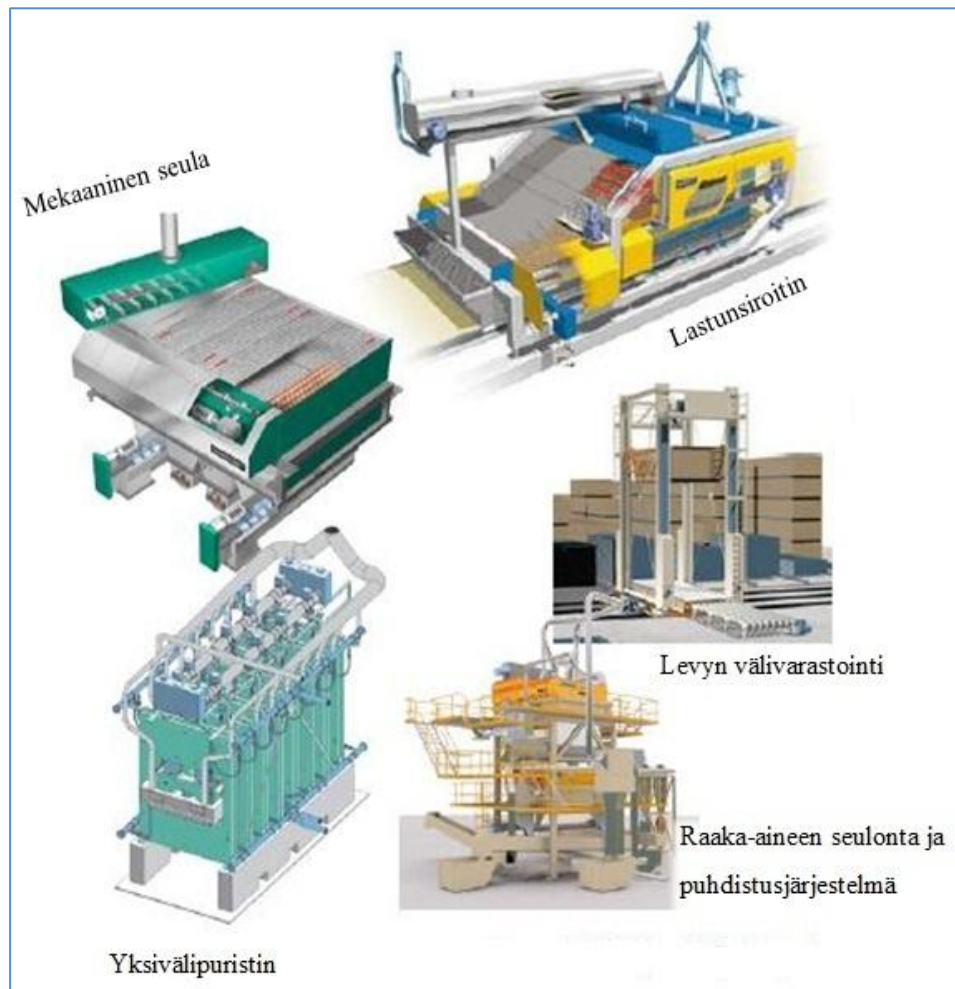
Tämän opinnäytetyön tarkoitus on tutkia mahdollisuutta laajentaa Dieffenbacher Panelboard Oy:n markkinoita pelletti- ja energialaitoksiin seulojen ja puhdistimien avulla. Työssä oltiin yhteydessä useisiin pellettitehtaisiin sekä energialaitoksiin webbikysellä.

Työ lähti liikkelle tutustumalla Dieffenbacher Panelboard Oy:n ClassiCleaner puhdistimeen ja ClassiScreen-seulaan sekä niiden toimintaperiaatteeseen. Laitteistoon käytiin tutustumassa myös Järvelässä, jossa Koskisen Oy:n lastulevytehtaalla on käytössä ClassiCleaner.

## 1.1 Yritysesittely

Tämä opinnäytetyö tehtiin Nastolassa sijaitsevan Dieffenbacher Panelboard Oy:n toimeksiantona. Aikaisemmin yritys toimi nimellä Metso Panelboard oy. Dieffenbacher Panelboard Oy suunnittelee, kehittää ja toimittaa korkealaatuisia laitteita, linjastoja, valmiita tehtaita ja huoltopalveluita levyteollisuudelle ympäri maailmaa. Laitteistoon kuuluvat muunmuassa raaka-aineen seulonta ja puhdistuslaitteet, lastunsirottimet, yksiväliapuristuslinjat sekä levynkäsittely- ja

viimeistelylinjat (KUVIO 1).

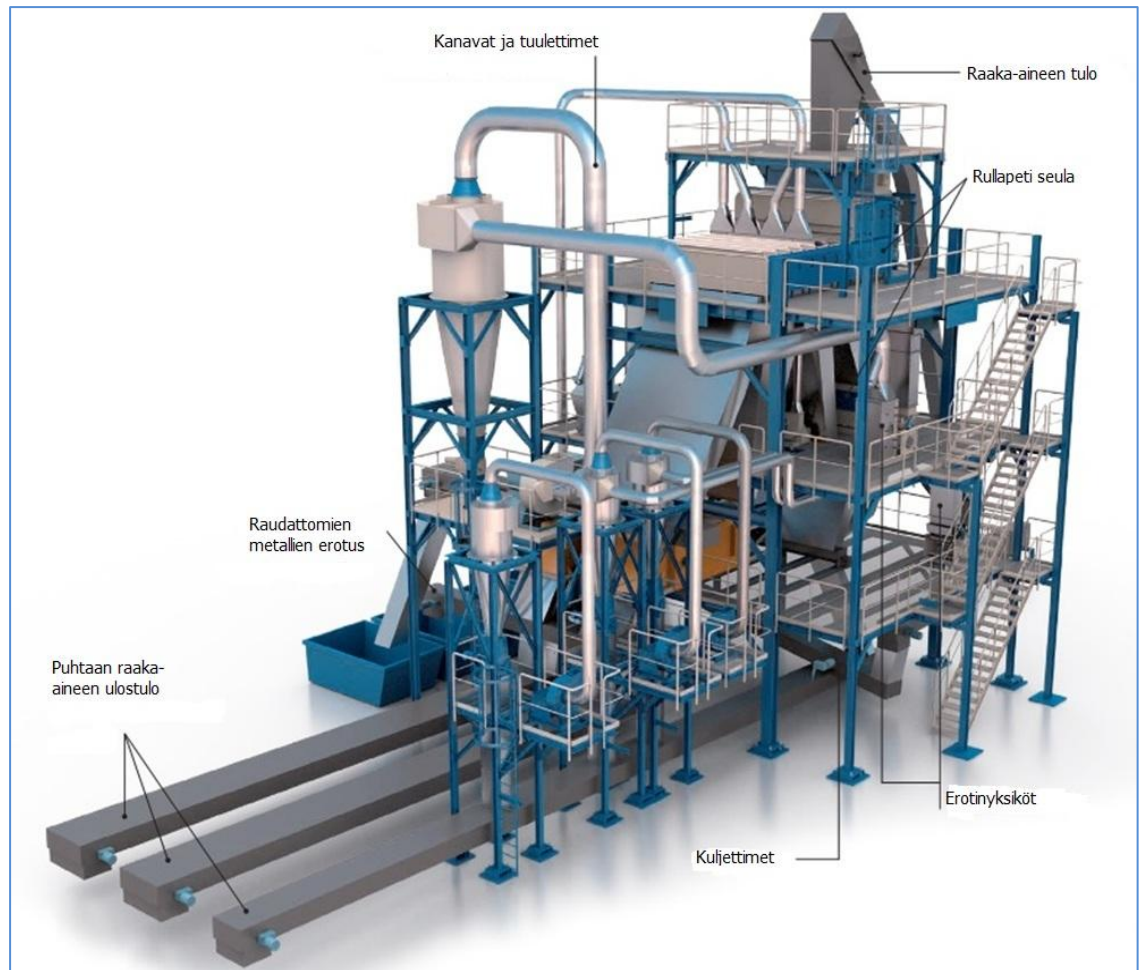


KUVIO 1. 3-D kuvia Dieffenbacherin valmistamista laitteista (Dieffenbacher 2013)

Dieffenbacher Panelboard oy:n toimipiste sijaitsee Nastolassa ja toiminta työllistää noin 60 henkilöä. Liikevaihto vuonna 2013 oli noin 26 miljoonaa euroa. (Levanen 2014)

## 1.2 ClassiCleaner

ClassiCleaner on Dieffenbacherin ratkaisu raaka-aineen seulontaan ja puhdistamiseen levy- ja pellettiteollisuudelle.



KUVIO 2. ClassiCleaner 3-D kuva (Dieffenbacher 2013)

ClassiCleaner yhdistää seulonnan ja puhdistamisen yhteen laitteeseen.

Kolmivaiheinen raaka-aineen puhdistus takaa korkealaatuisen puhdistustuloksen. Raaka-aine seulotaan erilaisten timattirullien muodostamalla pedillä tarvittaviin lajikkeisiin.

Jätepuusta voidaan seuloa korkealaatuista raaka-ainetta levy- ja pellettiteollisuudelle. ClassiCleaner erottelee kivet, hiekat, metallit, muovit, lasit sekä muut epäpuhtaudet. (Dieffenbacher 2013.)



## 2 PELLETTITEOLLISUUS

### 2.1 Puupelletti

Puupelletti on jalostettu puupolttoaine, joka soveltuu polttoaineeksi kotitalouksille sekä suurille laitoksille. Yhä useammin puupellettiä käytetään lämmityksessä öljyn korvikkeena, koska uusiutumattomien energioiden verotus kiristyy. Valtiot myös tukevat siirtymistä uusiutuviin luonnonvaroihin energiantuotannossa. Suomessa puupellettiä on valmistettu noin 1990-luvulta alkaen. Yleisesti tuotantolaitokset sijoittuvat joko integroidusti johonkin puuteollisuuslaitokseen, jolloin raaka-aine saadaan sitä kautta, tai puuteollisuuslaitoksen läheisyyteen, josta saadaan raaka-aineet pienellä kuljetuskustannuksella.

#### 2.1.1 Pölypoltteknologia

Muutamit energialaitokset ovat myös ottaneet pelletin käyttöönsä. Suomessa, Tampereen Sarankulmassa käynnistyi pellettilämpölaite, jossa polttotekniikka on niin sanottua pelletin pölypolttoa. Pellettipolttoaine murskataan jauhemyllyllä pölyksi, minkä jälkeen se käsitellään ja poltetaan pölypolttimella kattilassa. Pölypoltteknologialla saatuja parannuksia verrattuna tilanteeseen, jossa lämpölaite polttaisi tavallista pellettiä, ovat lähinnä säädeltävyys. Lämpölaite toimii yleisesti vain huippujen tasoittajana, eli ei toimi ympärivuorokauden. Pölypoltteknologiaa käytettäessä laite on nopeampi käynnistää, kun lämpötila laskee talven koville pakkasille. Laitosta voidaan myös ajaa pienemmällä teholla pölypolttona verrattuna tavalliseen pellettiin. (Kantti 2012.)



### KUVIO 3. Antti-Teollisuuden lämpölaite (Kantti 2012)

Kuviossa 3 Tampereella, Sarankulmassa sijaitseva pellettilämpölaite, jossa on käytössä pellettien pölypoltteknologia. Pelletin pölypolttoon perustuva lämpölaite on rakenteilla myös Raaheen.

#### 2.1.2 Biohiilipelletti

Biohiilipelletti on tällä hetkellä pellettiteollisuuden uusin tutkimus kivihiilen korvaajaksi energialaitoksissa.

*UPM, Metso, Helsingin Energia, ja PVO-Lämpövoima selvittävät maailman ensimmäisessä koko arvoketjun kattavassa tutkimushankkeessa biohiilen eli paahdetun biomassan mahdollisuuksia kivihiilen käytön korvaajana energiantuotannossa (Metso 2012).*

Biohiiltä valmistetaan paahdamalla puuhaketta 300 celsiusasteen lämpötilassa. Paahdettaessa puun kuiturakenne haurastuu, minkä jälkeen puuaines voidaan pelletöidä jatkokäyttöä varten. Biohiilen energiatiheys on noin 1,5 kertaa parempi verrattuna tavalliseen puupellettiin. Pellettiin verrattuna biohiili sietää hieman enemmän kosteutta ja on siten helpompi kuljettaa ja varastoida. (Metso 2012.)

*Biohiili-termi on hieman hämäävä. Ennemmin pitäisi puhua paahdetusta pelletistä. Se on niin kuin tavallinen pelletti, mutta se on lämpökäsitelty ja sen energiasisältö on puolitoistakertainen tavalliseen pellettiin nähden, valaisee Mika Muinonen. (Kontti 2012.)*



KUVIO 4. Biohiilipelletti näytteitä (Länsi-Savo 2012)

Kuvassa on pieni erä uutta biohiilipellettiä, jonka energiatiheys on noin 1,5 kertaa parempi verrattuna tavalliseen puupellettiin. Suomessa biohiilen valmistus on vasta koevaiheessa.

## 2.2 Historia

Pellettien valmistus alkoi Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa ensimmäisten öljykriisien johdosta vuonna 1973 ja 1979. Puupelletissä nähtiin mahdollisuus öljyn korvaajaksi, mutta öljyn hinnan palaututtua ennalleen, puupellettien käyttäjien määrä romahti.

Seuraavan kerran puupellettien tuotanto lisääntyi 1990-luvulla. Syynä tähän oli taas muutamien valtioiden poliittiset intressit puuttua ilmaston lämpenemiseen ja täten tukea pellettien käyttämistä. Myös öljyn hinta oli jatkuvassa nousussa mikä varmasti nosti kiinnostusta puupellettiä kohtaan. (Dunlop 2012.)

## 2.3 Valmistusprosessi

Puupelletti on kotimaista bioenergiaa, joka valmistetaan puristamalla puhtaasta puusta, jonka kosteus puristettaessa on oltava 10 - 15 %. Yleensä käytetään sahanpurua, pientä puulastua tai kutteripurua, joka tarpeen mukaan vielä murskataan pellettitehtaalla hakkurilla sopivaan kokoon. Pelletti saa muodon ja pinnan kovuuden puristuessaan kuumassa lämpötilassa. Puristus tapoja on levymatriisi, jossa puristus tapahtuu rei'itettyä levyä vasten, tai ympyrämatriisi, jossa puristus tehdään reijitettyyn sylinteriin. Valmistustavat eroavat laitoksittain. (Pellettienergia 2013a.)

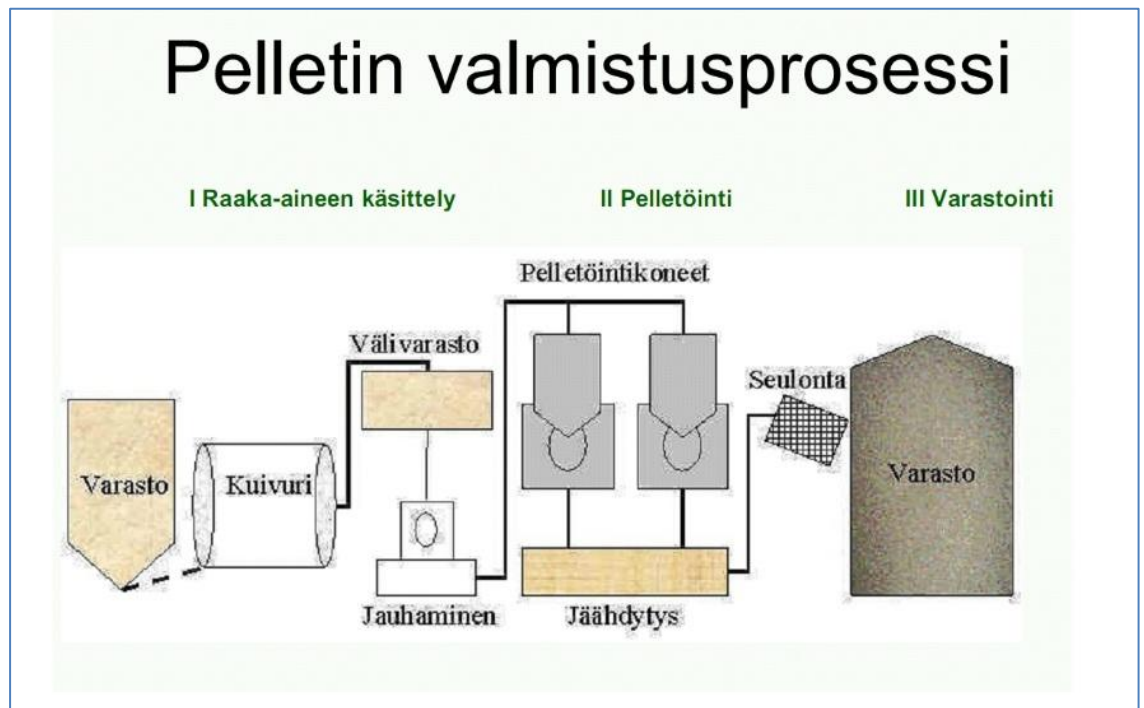
Raaka-aineen käsittely alkaa kuivauksella, jos kosteus on aluksi liian korkea.

Kuivauksen jälkeen kosteuden on oltava noin 10 %. Kuivauksen jälkeen karkeammat kappaleet jauhetaan sopivaksi pelletöintikoneelle, jossa materiaali puristetaan matriisissa olevien reikien lävitse. Tämä nostaa puumateriaalin lämpötilaa, josta johtuu sideaineiden väliaikainen pehmentyminen.

Puristusvaiheen jälkeen leikkurit katkaisevat pelletin sopivan mittaiseksi.

Puristetut pelletit täytyy katkaisun jälkeen jäähdyttää, jolloin jäähtynyt sideaine saa aikaan pelletin pinnalle kiiltävän ja kovan pinnan. Jäähdytetyt pelletit ohjataan

vielä seulonnan kautta varastoon. Seulonnassa erotellaan pelletin päistä tärinässä irtoava puuaines, joka ohjataan takaisin pelletöintikoneelle. (Pellettienergia 2013a.)



KUVIO 5. Pelletin valmistusprosessi (Pellettienergia 2013a)

Yksinkertaisuudessaan pelletin valmistus on näytetty kuviossa 5, jossa puupartikkelit, yleensä puru, cutteri ja hake on tuotu raaka-aine varastoon. Varastosta partikkelit siirtyvät rumpukuivuriin tai hihnakuivuriin, jossa ulos tullessa kosteuden tulisi olla alle 10 %. Tässä tapauksessa kuivurissa on erikokoisia kappaleita, joten kosteus ei ole välttämättä kovin tasainen erikokoisilla partikkeleilla. Kuivurista kuivat partikkelit kuljetetaan välivaraston kautta jauhatukseen, yleensä käytössä on jonkinlainen vasaramylly. Kuviossa 5 on havainnollistettu, että välivarastosta kulkee kaikki vasaramyllyn läpi pelletöintikoneelle, mutta hyvin todennäköisesti välivarastossa osa partikkeleista on jo valmiiksi sen kokoisia, että voisivat ohittaa vasaramyllyn ja päätyä suoraan pelletöintikoneelle. Kun raaka-aine on saatu samaan kokoluokkaan se siirtyy pelletöintikoneille, yleensä pellettipuristimia on kaksi tai kolme yhtä vasaramyllyä kohden. Pelletit puristuvat matriisireikien läpi optimaalisella nopeudella, jolloin saavutetaan riittävä lämpö puuaineeseen jolloin ligniitti notkistuu ja toimii sidosaineena pelletille. Pelletti on ehdottomasti jäähdytettävä heti puristuksen

jälkeen; näin ligniitti jäähtyy ja saa pelletin pintaan kovan ja hieman kiiltävän pinnan. Jäähdytyksen jälkeen pelletit seulotaan; näin saadaan irtoava hieno aines irti pelletistä, joten se ei päädy kuljetuksessa säiliön pohjalle, eikä asiakkaan syöttölaitteeseen. Seulotut pelletit varastoidaan pellettisiiloihin tai säkitetään ja siirretään säkkivarastoon. Yleisesti asiakkaille toimitettavat pellettisäkit ovat 20 - 40 kg:n piensäkkejä ja suursäkit ovat kokoa 500 - 1000 kg. Puhalluskuljetukset tapahtuvat lähinnä rehunkuljetukseen soveltuvilla autoilla. (Tuomi & Kouki 2001, 15.)

#### 2.4 Laitteisto

Jokaisessa pellettitehtaassa on hieman erilainen tehtaalle saapuva raaka-aine, josta tehdas rupeaa valmistamaan omia pellettejään. Se, minkälaista raaka-ainetta on kullakin tehtaalla, vaikuttaa alkupään prosessin laitteisiin. Yleensä pellettitehtailla on saatavana vähintään valmiiksi hakettua puhdasta puuhaketta. Joissain tapauksissa, esimerkiksi Versowoodin pellettitehtaalla, saapuva raaka-aine on jo oikeassa kosteudessa, jolloin kallista kuivausta ei tarvitse enää tehdä. Todella isoissa tehtaissa puutavara voi tulla tukkipuuna. Tässä tapauksessa tehtaan alkupäästä löytyy puun kuorintakone sekä vasaramylly tai vastaava hakkuri kuoritun tukkipuun pienennykseen.

Kun puuaines on saatu riittävän homogeenisiin mittoihin, se tarvitsee kuivata. Kuivuri on useassa tapauksessa tehtaan kallein kone hankintahinnaltaan ja myös käyttökustannuksiltaan. Tästä syystä on kannattavaa rakentaa tuotanto linja siten, että kuivuri jää tuotantoprosessissa niin sanotuksi pullonkaulaksi ja on aina silloin toiminnassa, kun tehtaassa on tuotanto käynnissä.

Kuivurin jälkeen raaka-aine tarvittaessa jauhetaan sopivan pieniin mittoihin. Yleensä näin on hyvä tehdä, jotta varmistetaan, että lopputuloksesta tulee tasalaatuista. Jauhettu raaka-aine syötetään pelletöintikoneelle, joka puristaa sopivan kuivan raaka-aineen puristimessa olevien reikien lävitse. Tässä pelletti saa muotonsa ja pintakovuuden.

Puristimesta ulos tulleet pelletit jäähdytetään ilmalla ja seulotaan esimerkiksi tärinäseulalla, jolloin pelletin päistä irtoava puuaines ohjataan takaisin

tuotantolinjalle. Tällä varmistutaan siitä, että asiakas saa tilaamiaan pellettejä, jotka täyttävät vaadittavat normit, eikä pelletistä enää irtoa liikaa puujauhetta, jos asiakkaan säiliötä täytetään rekasta esimerkiksi pitkällä puhallusputkella.

## 2.5 Varastointi

Seulotut pelletit ovat valmiita varastoitavaksi välivarastoon, säkitettäväksi tai kuljetettavaksi käyttökohteen pellettisiiloon. Varastointiin ja kuljetukseen on pelletintuotannossa kiinnitetty yhä enemmän huomiota. Kosteus ei saa nousta liian korkeaksi tai pelletti hajoaa murskaksi ja menettää ominaisuutensa. Myös säilytys-siiloihin on tehty rakennusteknisiä säädöksiä muunmuassa pohjan kaltevuuden suhteen. Varastointi- ja palomääräykset säätelevät myös sen, että kattilahuoneessa saa olla vain puoli kuutiota kiinteää polttoainetta. Yli kahden kuution määrät on sijoitettava omaan palo-osastoituun tilaan. (Motiva 2013.)



KUVIO 6. Puupellettivarasto (Imexwood 2013)

Kuviossa 6 näkyy Imex Wood Oy:n varastosta kuva, jossa varasto on täynnä pellettien suursäkkejä. Ennen säkitystä Imexillä pelletit seulotaan kahteen kertaan; näin minimoidaan mahdollinen pöly lopputuotteessa ja varmistetaan pellettien

vastaavan standardien määräyksiä, koskien irtoavaa ainetta lastauksessa ja kuorman purussa. Standardi on liitteessä 3.

## 2.6 Raaka-aineet

Suomessa pellettitehtaiden käytössä oleva raaka-aine on yleisesti jonkin puunjalostustehtaan puhdas sivutuote, pääasiassa puutavara on mäntyä tai kuusta. Maailmalla pellettejä valmistetaan muunmuassa oljesta, puun kuoresta sekä muista heinäkasveista tai näiden sekoituksista. Erityisesti suuret olkiviljelmät tehtaan vieressä takaavat nopealla, lähes ympärivuotisella kasvulla suhteellisen varman raaka-aineen saannin tehtaalle. Puun kuori, oljet ja muut heinäkasvit käyttäytyvät puristusvaiheessa ja palaessaan eri tavalla kuin puhdas sahanpuru. Pellettien käyttö nykypäivänä yleistyy nimenomaan teollisessa käytössä voimalaitoksen raaka-aineena, jossa palamisen puhtaudella tai siitä jäävällä tuhkalla ei välttämättä ole niin suurta funktiota kuin pientalo lämmittäjällä. (Pellettienergia 2013b.) Siispä uskoisin että pellettiteollisuuden kannattaa suunnata tuotannossa myös muuhun pelletointiin kuin pelkästään puhtaan ja arvokkaan puun käyttöön.

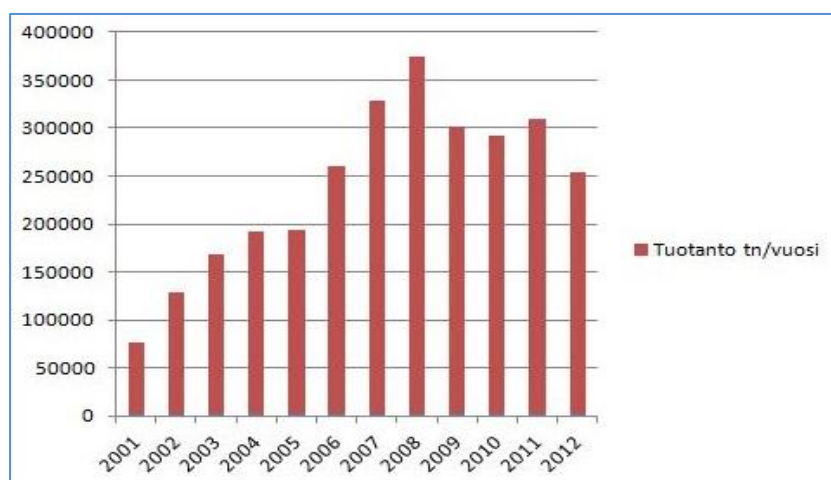
### 3 PELLETTITEHTAAT

#### 3.1 Pellettitehtaat Suomessa

Suomessa pellettituotanto pieneni viime vuonna hieman. Metsälehdessä julkaisun mukaan pellettejä tuotettiin kotimaassa 252 000 tonnia vuonna 2012. Vuotena 2011 luku oli noin viidenneksen enemmän. Kotimainen kulutus on kuitenkin pienessä kasvussa, joka johtuu pellettien käytön yleistymisessä voimalaitoksissa, joissa kulutuksen kasvu lisääntyi viime vuonna 16 %. Pellettituotannon lasku näkyy viennissä; viimevuonna pellettien vienti puolittui edellisestä. Vientiä tapahtuu lähinnä Ruotsiin ja Tanskaan. Tuontimaana Venäjä on merkittävin pellettien tuoja Suomelle, viime vuoden tuontimäärä oli noin 28 000 tonnia, josta suurin osa tuli Venäjältä. (Metsälehti 2013.)

Yksi suomen suurimmista pellettivalmistajista on bioenergia- ja sahakonserni Vapo. Suurimman tuloksen konserni tuottaa turpeen avulla ja puupolttoaineiden liikevoitto tämän vuoden tammi-maaliskuulta on vain noin 200 000 euroa.

*Pellettimarkkinoilla alkaa näkyä pientä valoa. Vientituotteeksi pelletistä ei ole, mutta paikallisesti se on erittäin hyvä uusiutuva polttoaine, jolla on mahdollista tehdä kannattavaa liiketoimintaa, Yli-Kyyny arvioi. (Metsälehti 2013b.)*



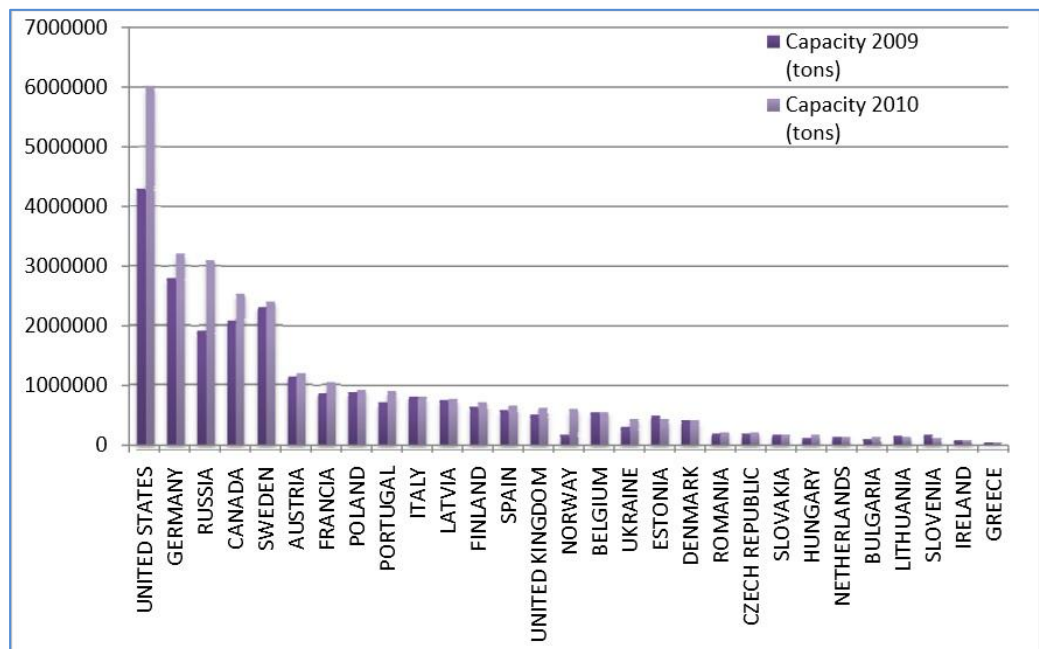
KUVIO7. Pelletin tilastotietoja (Pellettienergia 2013d)



Suomessa pellettien tuotannon huippuvuosi osuu vuodelle 2008. Vaikka pellettien tuotanto on Suomessa hiipunut vuodesta 2008, on pelletin kulutus kasvanut tasaisesti.

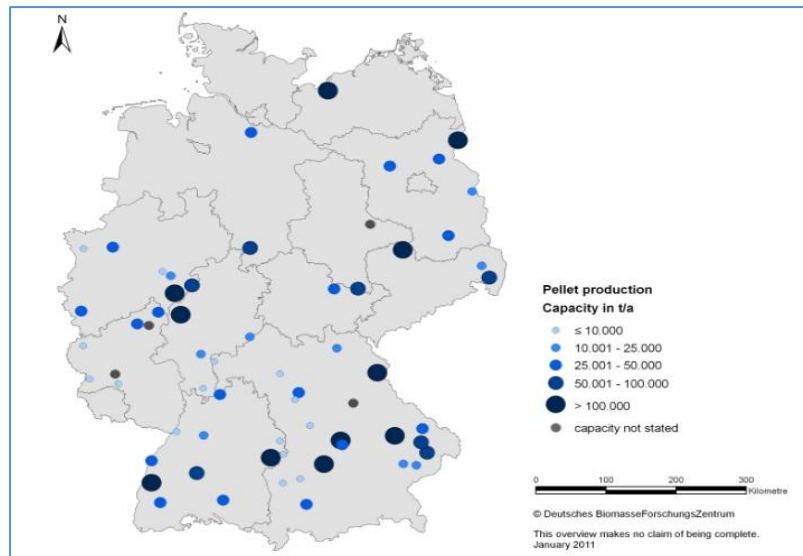
### 3.2 Pellettitehtaat ulkomailla

Maailmanlaajuisesti pellettien tuotantokapasiteetti on lisääntynyt vuosina 2009-2010 rajusti, samalla tehtaiden keskimääräinen koko on kasvanut. Suurinta tuotannon kasvu on ollut Yhdysvalloissa, Kanadassa ja Venäjällä. Euroopassa suurin tuotantokapasiteetin kasvu on ollut Saksassa, Ruotsissa ja Itävallassa.



KUVIO 8. Pellettien tuotantomäärä kapasiteettina vuosilta 2009 ja 2010 (IEA Bioenergy 2013)

Tällä hetkellä Eurooppa on suurin markkina-alue pellettivalmistajille. Vuosien 2008 ja 2010 aikana Euroopassa pellettien valmistusmäärä kasvoi noin 20 %, saavuttaen 9,2 miljoonaa tonnia, joka vastaa noin 60 % koko maapallon tuotantomäärästä. Samassa ajassa pellettien kulutus kasvoi Euroopassa noin 44 %, saavuttaen 11,4 miljoonaa tonnia.



KUVIO 9. Saksan pellettitehtaat (IEA Bioenergy 2013)

Euroopassa suurimmasta tuotantomäärästä ja tuotantokapasiteetista vastaa Saksa. Maassa oli vuonna 2010 yli 60 pellettitehdasta.

#### 4 ENERGIALAITOKSET

Energialaitokset rajattiin tutkimuksen kannalta oleellisiin, eli niin sanottuihin bioenergialaitoksiin, ja bioenergialaitoksista niihin yksikköihin, jotka tuottavat energiaa käyttämällä puupohjaisia raaka-aineita polttoaineena. Monet energialaitokset, jotka näin tekevät, tuottavat polttamalla saadun energian sähkön lisäksi myös lämmöksi lähialueelle, eli tuottavat näin kaukolämpöä lähialueen asukkaille.

Metsäteollisuudessa puun käytöstä ja tuotannosta syntyy sivutuotteita, kuten mustalipeää, sahanpurua sekä puun kuorta. Nämä ovat hyvin hyödynnettyjä energialähteitä niissä laitoksissa, joissa niitä syntyy sivutuotteina. Metsästä raivatus metsähakkeen käyttö on suuressa kasvussa, vaikka nykyisinkin sitä maaseudulla useat maatilat käyttävät omaan lämmöntarpeeseensa. Metsähaketta saadaan omien maiden hakkuutyömaasta sivutuotteina latvuksista, sekä varsinkin arvometsien metsänhoidon kannalta tärkeän harvennushakkuun yhteydessä pienpuuna. Hakkeen poltto ei eroa pellettien polttamisesta juurikaan, monissa hakkeenpoltto kattiloissa pystytään käyttämään myös pellettejä. Suomessa pellettien käyttö ei vielä ole noussut toivotulle tasolle isoissa voimaloissa jotka tuottavat sähköä tai kaukolämpöä. (Energiateollisuus 2013.)

Biomassaa käyttävät energialaitokset ovat lisääntymässä voimakkaasti, koska fossiilisten polttoaineiden hinnat oususta. Myöskin valtiot yleisesti tukevat laitoksia, jotka suosivat uusiutuvia energialähteitä. Bioenergialaitokset toimivat aikaisemmin kapasiteetilla 20 - 50 MW, mutta teknologian kehittyttyä yleistyvät myös yli 100 MW kapasiteetin tehtailla. Suomessakin tämän kokoluokan tehtailla on jo muutamia, esimerkiksi Wisapower 125 MW. Suurissa tehtaissa ongelmana on varmistaa raaka-aineiden saatavuus ja jatkuva syöttö tehtaalle. (Abhishek Shah 2011.)

## 4.1 Prosessikuvaus

Polttotapoja on erilaisia, eri tehtailla on myös omat erikoispiirteensä. Uusia ja parempia tehtaita kehitellään jatkuvasti. Tästä hyvänä esimerkkinä Lahteen valmistunut Kymijärven II -kaasutusvoimalaitos, joka käyttää pelkästään kierrätyspolttoainetta. (Lahti Energia 2013.)

### 4.1.1 Arinapoltto

Lähinnä pienissä laitoksissa, kapasiteetiltaan alle 15 MW, Arinapoltto on yleinen menetelmä. Arinakattilat jaetaan alapalo- ja yläpalokattiloihin. Yläpalokattiloissa syötetään polttoaine yhdellä kertaa arinakattilan tulipesään, esimerkkinä vaikka takka tai saunan kiuas. Palaminen vaihtelee kattilassa palamisvaiheen mukaan, eikä ilma pääse sekoittumaan palamisessa syntyviin kaasuihin hyvin. Päästöt ovat yleisesti suurempia kuin alapalokattiloissa, joissa palaminen on jatkuvatoimista ja tasaisempaa. (Bioenergia Suomessa 2013.)

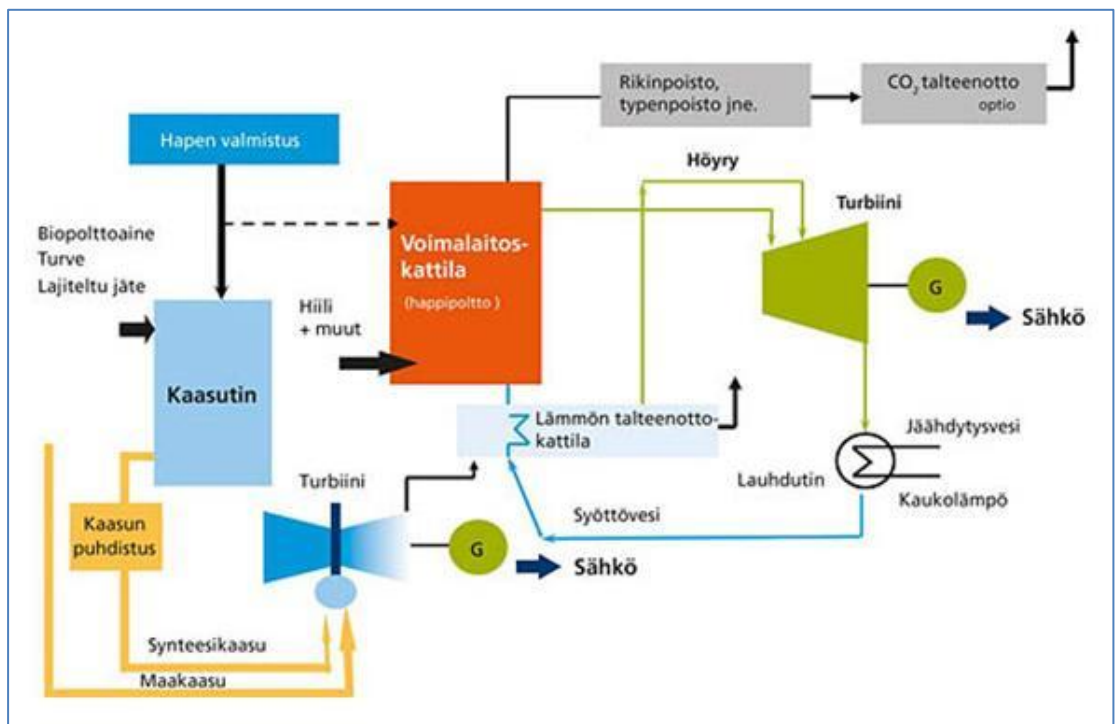
### 4.1.2 Kaasutuspoltto

Kaasutuksessa periaatteena on korkeassa lämpötilassa polttoaineen polttaminen, siten että sille syötettävä ilma ei riitä sen täydelliseen palamiseen. Kaasutuksessa poltettava aines kuivuu ja hajoaa pyrolyysissä ja jäännöshiili kaasuuntuu sekä palaa. Jäännöshiilen palamisella saadaan suuri osa kaasutuksessa tarvittavasta lämpötilasta. (Puhakka 2013.)

Kaasutusta tutkitaan nykypäivänä paljon, koska sillä pystytään saavuttamaan tehokkaita energiatuotantoporsesseja sekä alhaisia päästöjä. Yhdistämällä kaasutus kaasuhöyryturbiinivoimalaitokseen pystytään sähköntuoton hyötysuhdetta nostamaan hyvin paljon. (Puhakka 2013.)

### 4.1.3 Leijupoltto

Kun halutaan polttaa kiinteää ainetta ympäristöystävällisesti, on yksi parhaimmista keinoista niin sanottu leijupoltto. Leijupoltto on syrjäyttänyt yli 10 MW:n yksiköissä arinapolton. Leijupolttokattilassa polttoaine saadaan leijumaan osittain ilmaan puhaltamalla alhaalta ylös ilmaa riittävällä nopeudella. Kun polttoaine leijuu, se kuivuu nopeasti ja hajoaa tuhkaksi ja hiileksi. Hiili myös palaa kokonaan tässä tilassa. Leijupolttokattilat on jaettu erikseen kierto-leiju- ja kerrosleijukattiloihin. (Bioenergia Suomessa 2013.)

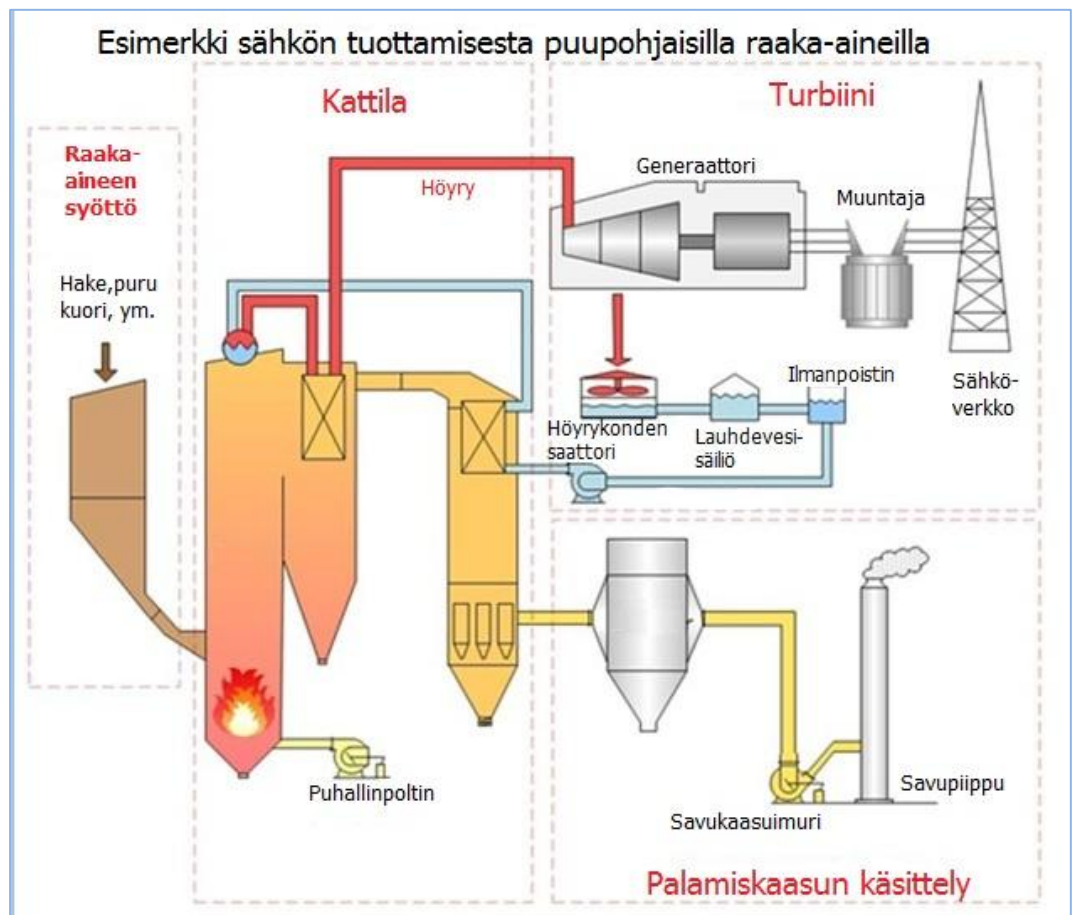


KUVIO 10. Poltto- ja kattilateknologia (Teknologiateollisuus 2013)

## 4.2 Laitteisto

Kokonaisen energialaitoksen laitteisto on aina yksilöllinen, riippuen laitoksen koosta, siitä mitä raaka-aineita se käyttää ja minkälainen polttoprosessi on kyseessä. Nykyisin uudet energialaitokset suosivat monipolttoainekattiloita, joissa voidaan polttaa samanaikaisesti eri lämpöarvoisia kiinteitä aineita.

Monipolttoainekattilaa ollaan myös suunnittelemassa Lahdessa sijaitsevan Kymijärvi I -voimalaitoksen tilalle.



KUVIO 11. Biovoimalaitoksen toimintakuviot (Yokogawa 2013)

Kuviossa 11 on esimerkki energialaitoksen laitteista. Laitteet jaoteltu neljään osaan. Ensimmäisessä osassa on raaka-aineen syöttö josta voidaan ajaa kaikki boileriin sopivat aineet sisään. Toisessa osassa sijaitsee boileri, jossa raaka-aineet poltetaan kattilatyypin soveltuvalla tavalla. Kolmannessa osassa turbiinille

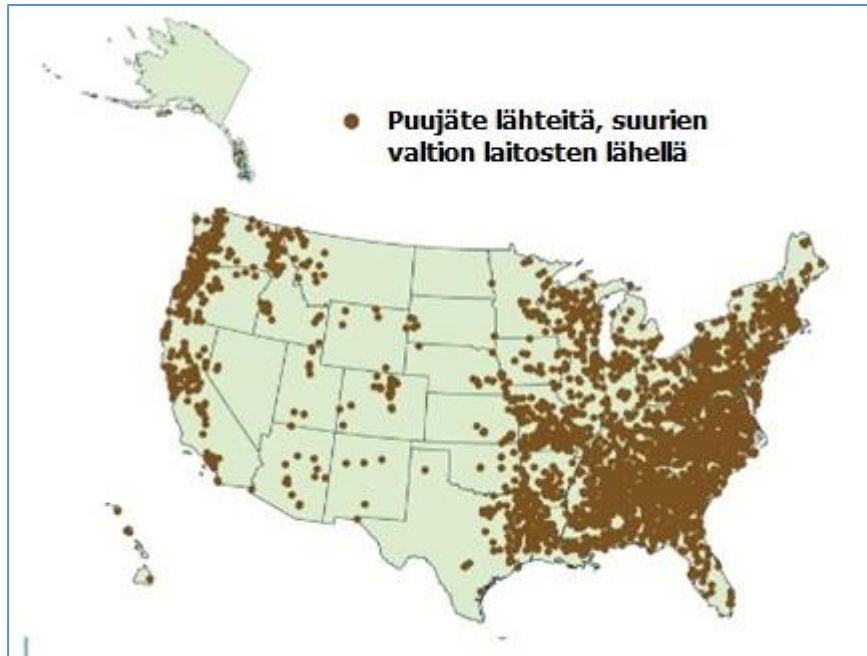
ajettu höyry pyörittää generaattoria joka muuttaa liikkeen sähköksi ja syöttää sen sähköverkkoon. Myös jäähdytyksessä käytettyä lämmennyt vettä voidaan hyödyntää kaukolämpönä. Neljäs osio käsittelee päästöjen vähentämiseen liittyviä laitteita, joita ovat lähinnä savukaasun puhdistus, joka minimoi tehtaan ympäristövaikutukset.

### 4.3 Raaka-aineet

Bioenergian raaka-aineet ovat aikaisempina vuosikymmeninä rajoittuneet metsäbiomassaan, josta on saatu energiapuuta lämmittämiseen. Halko on kaikille se energiapuu, jonka polttamisella saatu lämpö hyödynnetään vielä nykypäivänä monissa omakotitaloissa. Hake ja puumurske toimivat maatilojen lämmityksessä lämpökeskuksissa, joissa hakkeen syöttö toteutetaan kattilaan usen kierrerruuvisyötöllä, kuten monissa pellettiä käyttävissä lämmitysjärjestelmissä. Vaikka metsiä on Suomessa runsaasti ja sitä kautta metsäbiomassaa voitaisiin käyttää huomattavasti nykyistä enemmän. Lämpimissä maissa ollaan siirrytty peltobiomassan käyttöön. Peltojen viljely energiatuotantoon on sikäli järkevää niillä alueilla, joissa kasvu on nopeaa ja kestää lähes ympäri vuoden. Näin pystytään varmistamaan polttoaineen jatkuva syöttö sitä käyttävälle laitokselle, joka sijaitsee peltoviljelmän läheisyydessä. Viljelyssä korjuu tapahtuu nopealla syklillä, joten siihen sisältyy myös paljon työvoiman käyttöä ja näin ollen sen hinta myös nousee. Nopean ja varman kasvun varmistamiseksi joudutaan käyttämään myös torjunta-aineita sekä lannoitteita, jotka myös nostavat hintaa. Suomessa ei lyhyestä kesästä johtuen ole järkevää käyttää viljelyksiä energiatuotantoon pelkästään. Joissain suurissa viljelytiloissa sitä voisi harkita viljelyn sivutuotteena esimerkiksi puinnin jälkeen olkien käyttämistä energiantuotantona.

Jätepuun käyttö energiatuotannossa on nyt ajankohtaista ympäri maailmaa. Keski-Euroopassa teollisuudella ei ole käytössä enää niin laajaa puukantaa kuin esimerkiksi Suomessa, joten jätetuusta on opittu valmistamaan myös levyteollisuudessa lastulevyä. Energialaitokset ovat myös avoimia kaikelle jätteelle, jolla on jonkinlainen polttoarvo.

Yhdysvalloissa jätepuun käytölle on erinomaiset edellytykset koska jätepuuta on saatavilla kaikkiaan yli 1 200:sta eri lähteestä ympäri maata (kuvio 12). Useissa kouluissa, tehtaissa ja armeijan tukikohdissa on siirrytty käyttämään jätepuuta lämmitykseen ja sähköntuotantoon. (Biomass Energy 2004.)



KUVIO 12. Yhdysvalloissa jätepuun saatavuutta (Oak Ridge National Laboratory 2004)

Kuviossa 12 on esitetty jätepuun saatavuutta Yhdysvalloissa. Kuvio on vuodelta 2004 ja kertoo jätepuun suuresta saatavuudesta isojen kaupunkikeskittymien läheisyydessä. Puutavaraa jalostetaan ja valmistetaan jatkuvasti enemmän, mikä tarkoittaa, että myös jätepuutavaraa esiintyy yhä enemmän.



## 5 KYSELYTUTKIMUS

Kyselytutkimus suoritettiin Dieffenbacherin nimissä lähetetyllä web-kyselyllä isoimille pellettitehtaille ja niihin energialaitoksiin, joiden yhteystiedot olivat kohtalaisen helposti saatavilla ja jotka ilmoittivat käyttävänsä puupohjaista raaka-ainetta tuotannossaan. Pellettitehtaiden yhteystietoja haettiin bioenergy-internationalin laatimasta kartasta, johon oli kerätty maailmalta löytyvät pellettitehtaat. Kartta liitteessä 6.

Web-kyselyn osoite lähetettiin sähköpostitse, joten tärkeänä osana oli laatia riittävän houkutteleva otsikko ja saateteksti, jolla saatetaan vastaanottaja vastaamaan kyselyyn. Itse kysely pidettiin mahdollisimman lyhyenä; kaikki kysymykset mahtuivat yhteen sivuun ja vastaamiseen kuluva aika oli noin 2 minuuttia. Kysely toteutettiin SurveyMonkey-työkalun avulla suomeksi ja englanniksi.

Sähköpostin houkuttelevuutta pyrittiin herättämään otsikolla ”New ideas for improving your production – DIEFFENBACHER” Saateteksti kyselyyn johtavaan linkkiin oli seuraavanlainen:

“ The Dieffenbacher Group is one of leading suppliers for complete wood based panel plants in the world. Some machinery used for wood based panel plants (for example screening and raw material cleaning equipment) fit well also to pellet and energy sector. Therefore we would like to get Your valuable opinion to some points in form of short (max. 2 min.) survey attached.

Kindly open the survey by clicking next link.

We thank you in advance for participation the survey. All the best to you in your business!

Best regards”

## 5.1 Web-kyselyn rakenne

Web-kyselyyn kartoitettiin viisi eri kysymystä, jotka laadittiin mahdollisimman lyhyeksi, mutta vastausvaihtoehdot riittävän tarkasti. Näin vastaajilta voitiin kerätä olennaisimmat tiedot, joita voidaan käyttää mahdollisiin uusiin asiakassuhteisiin.

**DIEFFENBACHER**

short survey

**\*1. Your business area**

Pellet production  Energy

**2. Raw material base**

percentage 0-100 %

Fresh wood chip	▼
Saw dust	▼
Shavings	▼
Recycled wood chips	▼
Bark	▼

Something else?

**3. Existing machinery**

Raw material screening before downsizing (Wet side)  
 Raw material cleaning before downsizing (Wet side)  
 Downsizing (Wet side)  
 Dryer  
 Raw material screening before downsizing (Dry side)  
 Raw material cleaning before downsizing (Dry side)  
 Downsizing (Dry side)

**4. I would like to receive information of Dieffenbacher machines**

Yes  No

**5. Contacts**

Name   
Company   
email

### KUVIO 13. Kyselyn ulkoasu englanninkielisenä

Samaa kyselyä käytettiin pellettitehtaille sekä energialaitoksille, joten ensinmäinen kysymys erottelee vastaajista sen alueen, johon se kuuluu.

Vastausvaihtoehtoina ovat pellettin valmistus tai energia.

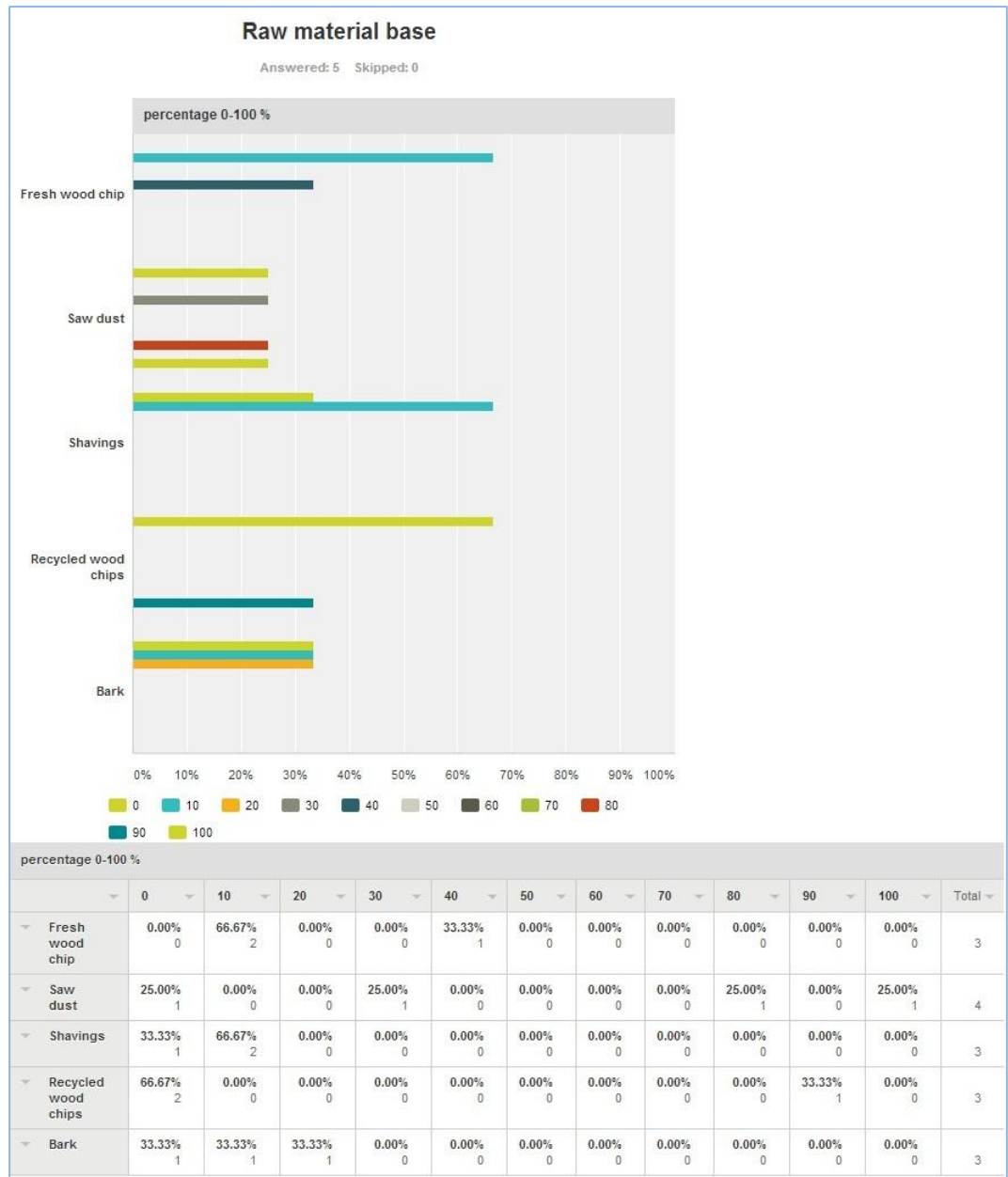
Toinen kysymys käsittelee käytettyjä raaka-aineita sekä niiden prosenttiosuutta kaikista käytettävistä aineista. Vastausvaihtoehtoina hake, sahanpuru, cutterinpuru, kierrätyspuu, kuori tai jokin muu.

Neljäs kysymys on jatkon kannalta olennainen, haluaako vastaaja saada lisää tietoa Dieffenbacherin laitteista. Vastausvaihtoehtona kyllä tai ei.

Viides ja viimeinen kysymys on omien yhteystietojen jättäminen. Näin voidaan jatkossa olla yhteydessä niihin yrityksiin, joissa kyselyn pohjalta on mahdollista hyötyä Dieffenbacherin laitteista omassa tuotannossa.

## 5.2 Tulokset

Web-kyselyyn vastanneiden määrä jäi tässä kyselytutkimuksessa hyvin vähäiseksi. Kaikkiaan vastaus saatiin viideltä eri pellettiyritykseltä. Web-kysely osoittautui haastavaksi menetelmäksi saada vastauksia yritysten käyttämistä laitteistoista sekä raaka-aineista. Vastauksista merkittävä osa saatiin Puolasta.

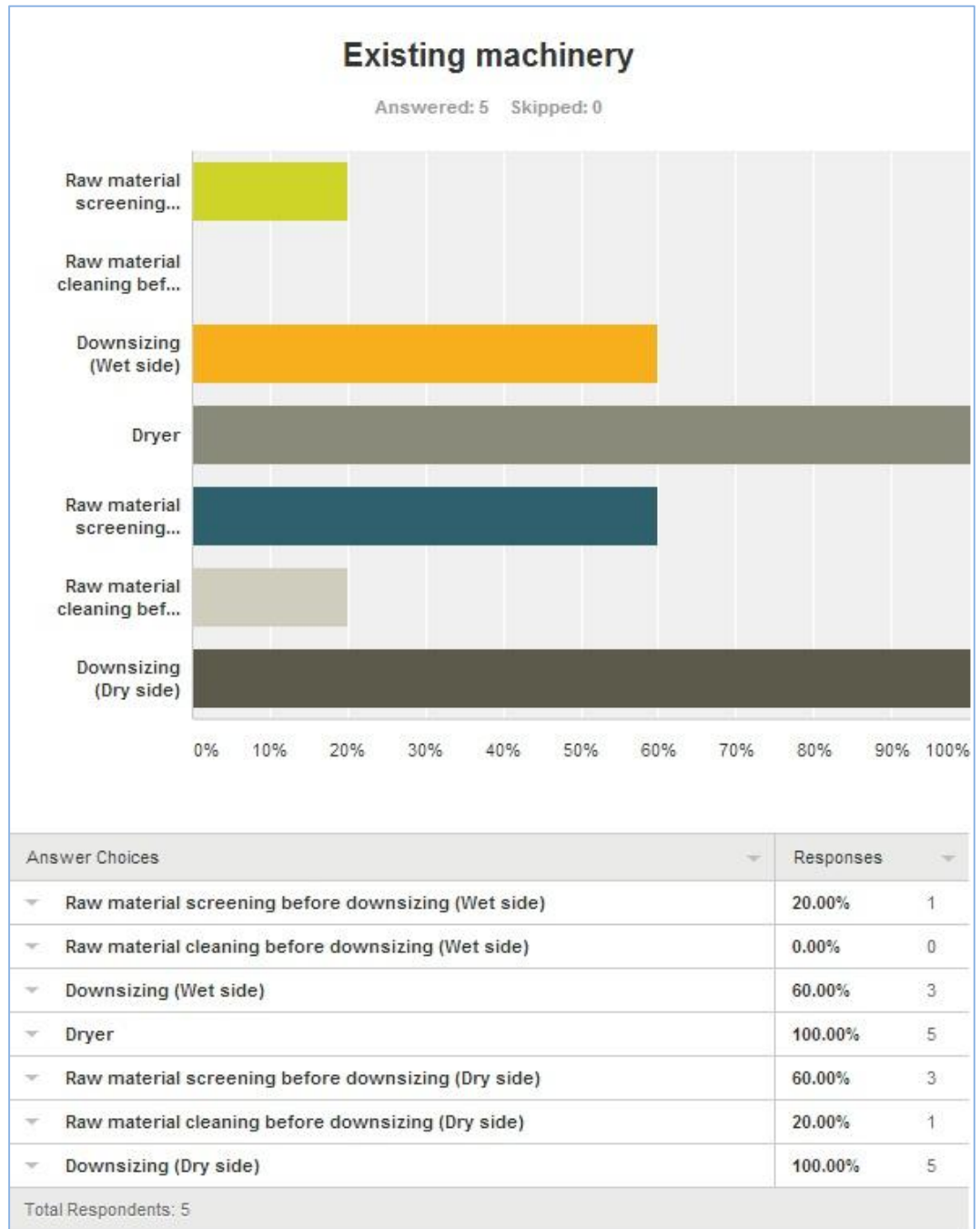


KUVIO 14. Vastausten jakautuminen käytettävän raaka-aineen mukaan

Vastanneilla käytettävien materiaalin määrä jakautui seuraavasti vastausvaihtoehtojen kesken.

Haketta käyttää vastanneista kolme yritystä, joista kaksi ilmoittaa sitä olevan 10 % raaka-aineista ja kolmannen yrityksessä sitä on kaikista raaka-aineista 40 %. Sahanpurua on myös kolmella yrityksellä siten, että yhdellä kaikki raaka-aine on sahanpurua, toisella 30 % ja viimeisellä 80 % käytettävästä raaka-aineesta. Kaksi ilmoitti 10 % raaka-aineesta olevan cutterinpurua. Kierrätyspuuta käytti yksi vastaajista, mutta kuitenkin 90 % yrityksen raaka-aineesta oli kierrätyspuuta.

Puunkuorta käytetään kahdessa yrityksessä; toisessa 10 % ja toisessa 20 % raaka-aineesta.



KUVIO 15. Vastausten jakautuminen laitteiston mukaan

Käytössä olevat laitteet jakautuivat vastaajilla seuraavasti. Jokainen yritys ilmoitti käytössään olevan kuivain sekä kuivapuolella jonkinlainen vasaramylly tai

vastaava raaka-aineen murskain. Kolmella vastanneista mylly löytyy myös märkäpuolella, eli ennen kuivainta. Yhdellä on raaka-aineen seulonta ennen kuivainta märkäpuolella ja kolmella kuivaajan jälkeen kuivapuolella. Yhdellä vastanneista oli tuotantolinjassa raaka-aineen puhdistuslaite, joka sijaitsee kuivapuolella seulonnan jälkeen, ennen vasaramyllyä.

## 6 TEHDASVIERAILUT

Yksi opinnäytetyön käytännön osuudesta oli vierailut lähialueen tehtailla, kaikkiaan vierailuja kertyi kolmeen eri tehtaaseen, joista kaksi oli pellettitehtaita ja kolmas Kymijärvi I- ja Kymijärvi II -voimalaitokset. Pellettitehtaista Versowoodin tehtaassa kävin itsenäisesti ja Vapon Turengin tehtaassa yhdessä Markku Levasen kanssa.

### 6.1 Versowood

Versowoodin hotti-pellettiä valmistetaan Versowoodin tehtaalla Vierumäellä. Kävin tutustumassa tehtaan tuotantoon, jota paikan päällä minulle esitteli Taru Laaksonen.

Versowoodin pelletin valmistus eroaa monista muista valmistajista siinä, että he pystyvät käyttämään tuotannossaan valmiiksi kuivaa raaka-ainetta joka tulee pääsääntöisesti Versowoodin muista tehtaista. Versowoodilla ei siis ole omaa kuivuria, ja raaka-aineen saanti on hyvin turvattu Versowoodin muista puunjalostustehtaista. Kyseisellä tehtaalla voisi olla mahdollista hyötyä ylimääräisestä seulasta, jolla raaka-aineista seulotaan jo valmiiksi riittävän pienet kappaleet suoraan pellettipuristimelle. Näin vasaramyllyyn menevän raaka-aineen määrä pienenee ja sitä kautta myllyn terien kulutus voisi pienentyä.

### 6.2 Vapo

Toinen vierailu yritykseen oli Vapon Turengin pellettitehdas, jossa kävin yhdessä Dieffenbacherin myyntivastaavan Markku Levasen kanssa, joka oli opinnäytetyössäni ohjaava henkilö. Turengissa Markku esitteli Dieffenbacherin konseptia lyhyesti ja mahdolliset laitteet, jotka sopivat pellettiteollisuudelle. Tapaamisen yksi tarkoitus oli esitellä Vapon henkilöille, minkälaisia laitteita pelletin valmistuksessa voidaan käyttää, ja minkälainen on Dieffenbacherin näkemys uusista pellettitehtaista. Erityisesti ClassicCleaner oli laite, joka haluttiin esittää Vapon tuotantovastaavalle. Jos Vapon pellettien valmistus tulevaisuudessa kasvaa, ja raaka-aineiden saanti tulee hankaloitumaan voi ClassicCleaner tarjota mahdollisuuden laajentaa käytettäviä raaka-aineita.

### 6.3 Kymijärven voimalaitos

Uusi Kymijärvi I käyttää lähialueen kierrätysjätettä polttoaineena edistyksekkäällä kaasutusmenetelmällä. Vastaavanlaisia voimalaitoksia on valmisteilla myös muualla. Dieffenbacherin laitteiston kannalta Kymijärven voimalaitoksen raaka-aineet ovat puun käytön osalta hyvin vähäiset. Kymijärvi I ei tällä hetkellä sovellu puujätteen käyttöön vaan puupohjaisten raaka-aineiden poltto tapahtuu Kymijärvi II:ssa, jota käytetään tällä hetkellä vain keskitalvella kompensoimaan sähkönkulutushuippuja. Yleinen suunta on ollut, että Kymijärvi II -voimalaitoksen käyttöaika pienenee vuosivuodelta. Toisaalta uudistukset ovat jo vireillä Kymijärvi I:sen osalta. Jo lähitulevaisuudessa Kymijärvi I:n tilalle ollaan rakentamassa uudempaa monipolttoainekattilaa, jossa pystytään sujuvasti käyttämään eri lämpöarvolla olevia kiinteitä polttoaineita, joten myös puunkäyttö lienee tulevaisuudessa mahdollista.



## 7 TULOSTEN ANALYSOINTI

Tutkimuksissa pyrittiin selvittämään Dieffenbacherilla jo olemassa olevien levyteollisuuteen kehiteltyjen laitteiden käyttöä ja sopivuutta pellettitehtassa sekä energialaitoksissa. Laitteiston sopivuuteen vaikuttavat huomattavassa määrin tehtaan tuotantokapasiteetti sekä käytössä olevat raaka-aineet.

### 7.1 Laitteiston sopivuus pellettitehtaille

Suomessa pellettitehtaiden kapasiteetit ovat kohtalaisen pieniä, jos vertaillaan tehtaita kaikkialta maailmasta. Tämän takia Dieffenbacherin käyttämä raaka-aineen puhdistin, ClassiCleaner ei sovellu tämän tuotantomäärän tehtaisiin. Suomessa pellettitehtailla on sikäli vielä paljon puhdasta ja jopa kuivaa raaka-ainetta, jota ei tarvitse puhdistaa ennen pelletöintiä. Ehkä merkittävin laitte Suomessa oleville tehtaalle olisi erilaiset seulat.

Isoissa tehtaissa esimerkiksi Venäjällä, Yhdysvalloissa ja Saksassa pystytään kapasiteetin puolesta järkevästi käyttämään ClassiCleaneria. Myös puhtaan raaka-aineen saatavuus tulee isojen tehtaiden lähialueelta ajan myötä hankalammaksi, joten puhdistinta käyttämällä voi tulevaisuudessa saada raaka-aineet myös paljon lähempää tehtaalle.

### 7.2 Laitteiston sopivuus energialaitoksille

Energialaitokset elävät murtokautta kätettävän polttoaineen osalta. Käytettävien raaka-aineiden määrää pyritään laajentamaan kaikkeen, jota saadaan edullisesti ja jolla on lämpöarvoa. Kivihiilen käytöstä yritetään siirtyä uusiutuviin energialähteisiin. Energialaitokset pysyvät myös kiinni puupohjaisten polttoaineiden käytössä, joten murskaimet ja puhdistimet sopivat myös näihin laitoksiin. Energialaitoksilla on usein raaka-aineen toimitussopimuksia muiden yritysten kanssa, jotka ovat valmiiksi murskanneet ja erotelleet metallit ym. ylimääräiset partikkelit pois. Laitteistoa jolla voidaan energijättettä silppua ja puhdistaa metalleista sekä muista polttoon sopimattomista kappaleista on uusissa energialaitoksissa tai sinne biojätettä toimittavalle taholle hyvä sijoitus. Energialaitokset yleensä laskuttavat jätettä toimittavaa tahoa, jos poltossa

havaitaan liiallinen määrä sinne kuulumattomia kappaleita. Dieffenbacherin ClassiCleaner'in toimintaperiaatetta voisi mahdollisesti soveltaa kyseiseksi laitteeksi.

## 8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutustua pellettitehtaiden ja energialaitosten käytössä oleviin raaka-aineisiin sekä laitteistoon. Tavoitteena oli saada Dieffenbacherin levyteollisuuden laitteiden myyntiä laajennettua myös näihin toimialoihin.

Opinnäytetyön teoriaosassa tutustuttiin Dieffenbacherin levyteollisuuden laitteisiin, pellettitehtaiden sekä energialaitosten raaka-aineisiin, laitteistoon ja niiden toimintaan. Käytiin tutustumassa Järvelässä sijaitsevaan Koskisen Oy:n lastulevytehtaaseen, jossa oli käytössä Dieffenbacherin laitteistoa. Tästä muodostui näkemys Dieffenbacherin laitteiden sovittamisesta pellettitehtaisiin ja energialaitoksiin. Pellettitehtaiden perus periaate oli hyvin tiedossa jo ennen opinnäytetyön aloittamista, mutta energialaitokset olivat itselle hyvin tuntematon alue, mikä osoittautui mielenkiintoiseksi haasteeksi.

Työn käytännön osuudessa kerättiin yhteystietoja pellettitehtaista sekä puupohjaista polttoainetta käyttävistä energialaitoksista, käytiin tutustumassa Versowoodin pellettitehtaaseen Vierumäellä, Turengissa sijaitsevaan Vapon pellettitehtaaseen, sekä Kymijärven I ja II -voimalaitoksiin. Kerättyjen yhteystietojen pohjalta oltiin yhteydessä kohderyhmään webbikyselyllä, johon saimme hyvin pienen vastausprosentin. Vastanneista suurin osa halusi tutustua Dieffenbacherin laitteisiin.

Tehdasvierailut olivat pääsääntöisesti helposti sovittavissa. Vaikka vierailukohteissa ei sillä hetkellä ollut tarvetta uusille laitteille, tulee muistaa, että teknologia kehittyy kokoajan, ja uusia investointeja tarvitaan tehtaissa, jos tarkoituksena on pysyä kehityksessä mukana.

Yhteenvedona voidaan todeta, että Dieffenbacherin ClassiCleanerin käytön mahdollisuudet kasvavat kokoajan kun puhdistettavaa jätepuuta on yhä enemmän tarjolla ja yritykset kilpailevat keskenään raaka-aineista. Myös energialaitosten osalta raaka-aineita puhdistetaan epäpuhtauksista ja tähän voisi ClassiCleanerin toimintaperiaatteella toimiva laite olla käytännön- ja käyttökustannusten kannalta toimiva.



## LÄHTEET

### **Painettu lähde**

Tuomi, S. & Kouki, J. 2001. Puupellettien käyttö kiinteistöjen lämmityksessä. Helsinki: Tummavuoren kirjapaino Oy.

### **Elektroniset lähteet**

Abhishek Shah. 2011. List of Major Biomass Power Plants in the World – Scale Increasing. Green World Investor. [Viitattu 16.4.2013] Saatavissa:

<http://www.greenworldinvestor.com/2011/03/09/list-of-major-biomass-power-plants-in-the-world-scale-increasing/>

Bioenergia Suomessa 2013. Polttotavat. [Viitattu 16.2.2013] Saatavissa:

<http://www.finbioenergy.fi/default.asp?SivuID=9174>

Dieffenbacher 2013. Flyer ClassiCleaner. [Viitattu 19.5.2013] Saatavissa:

[http://www.dieffenbacher.de/fileadmin/bilder/Sonstiges/Broschueren\\_PDFs/Holzplattentechnik/LIGNA\\_Brochures\\_04\\_2013/Flyer\\_ClassiCleaner\\_04.2013\\_ENG\\_lowres.pdf](http://www.dieffenbacher.de/fileadmin/bilder/Sonstiges/Broschueren_PDFs/Holzplattentechnik/LIGNA_Brochures_04_2013/Flyer_ClassiCleaner_04.2013_ENG_lowres.pdf)

Energiäteollisuus 2013. Metsäenergia [viitattu 16.4.2013] Saatavissa:

<http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/energialahteet/metsaenergia>

IEA Bioenergy 2013. Global Wood Pellet Industry. [Viitattu 9.12.2013]

Saatavissa: [http://www.bioenergytrade.org/downloads/t40-global-wood-pellet-market-study\\_final.pdf](http://www.bioenergytrade.org/downloads/t40-global-wood-pellet-market-study_final.pdf)

Imexwood 2013.[Viitattu 14.5.2013] Saatavissa:

<http://www.imexwood.fi/pelletti/puupelletti.php>

Dunlop J. 2012. History of Wood Pellets. [Viitattu 14.5.2013] Saatavissa: <http://woodpelletsolutions.co.uk/tag/history-of-wood-pellets/>

Kantti 2012. Antti-Teollisuus [Viitattu 12.5.2013] Saatavissa: [www.antti-teollisuus.fi/uploads/materiaalipankki/materiaali/Kantti%20-asiakaslehdet/Kantti\\_5\\_12.pdf](http://www.antti-teollisuus.fi/uploads/materiaalipankki/materiaali/Kantti%20-asiakaslehdet/Kantti_5_12.pdf)

Lahti Energia. 2013. Kymijärvi II –voimalaitoksen tekniikka. [Viitattu 16.4.2013] Saatavissa: <http://www.lahtienergia.fi/lahti-energia/energian-tuotanto/kymijaarvi-ii-voimalaitos/tekniikka>

Kontti M. Länsi-Savo. 2012. Uusi pellettitehdas voi syntyä Ristiinaan. [Viitattu 14.5.2012] Saatavissa: <http://www.lansi-savo.fi/uutiset/1%C3%A4hell%C3%A4/uusi-pellettitehdas-voi-synty%C3%A4-ristiinaan-0>

Martti Puhakka 2012. Polttoteknologiat.2.3 Biomassan kaasutus (2-200MW) [Viitattu 16.2. 2013] Saatavissa: [http://elearn.ncp.fi/materiaali/kainulainens/bioenergiamateriaali04/pdf\\_materiaali/Polttoteknologiat.htm#Kaasutus](http://elearn.ncp.fi/materiaali/kainulainens/bioenergiamateriaali04/pdf_materiaali/Polttoteknologiat.htm#Kaasutus)

Metso. Biohiiltä kivihiilen korvaajana tutkitaan ensimmäistä kertaa Suomessa teollisessa mittakaavassa 2012. [Viitattu 14.5.2013] Saatavissa: [http://www.metso.com/fi/corporation/articles\\_fin.nsf/WebWID/WTB-121109-2256F-6CA04?OpenDocument](http://www.metso.com/fi/corporation/articles_fin.nsf/WebWID/WTB-121109-2256F-6CA04?OpenDocument)

Metsälehti 2013a. Pellettien käyttö listäänty voimalaitoksissa. [Viitattu 17.4.2013] Saatavissa: <http://www.metsalehti.fi/Metsalehti/Metsauutiset/2013/3/Pelletin-kaytto-lisaantyi-voimalaitoksissa/>

Metsälehti 2013b. Vapo tekee tulosta turpeella. [Viitattu 4.5.2013] Saatavissa: <http://www.metsalehti.fi/Metsalehti/Metsauutiset/2013/5/Vapo-tekee-tulosta-turpeella/>

Motiva 2013. Lämpöä puusta puhtaasti ja uusiutuvasti. [Viitattu 5.4.2013] Saatavissa: [http://www.motiva.fi/files/1375/Lampoa\\_puusta\\_puhtaasti\\_ja\\_uusiutu\\_vasti\\_-\\_pellettilammitys.pdf](http://www.motiva.fi/files/1375/Lampoa_puusta_puhtaasti_ja_uusiutu_vasti_-_pellettilammitys.pdf)

Oak Ridge National Laboratory. 2004 Biomass Energy – Focus on Wood Waste  
[Viitattu 16.4.2013] Saatavissa:

[http://www1.eere.energy.gov/femp/pdfs/bamf\\_woodwaste.pdf](http://www1.eere.energy.gov/femp/pdfs/bamf_woodwaste.pdf)

Pellettienergia 2013a. Pelletin tuotanto[viitattu 16.2.2013] Saatavissa:

<http://pellettienergia.fi/Pelletin%20tuotanto>

Pellettienergia 2013b. Raaka-aineet. [Viitattu 4.5.2013] Saatavissa:

<http://www.pellettienergia.fi/Raaka-aineet>

Pellettienergia 2013c. Tuhka [viitattu 16.4.2013] Saatavissa:

<http://www.pellettienergia.fi/tuhka>

Pellettienergia 2013d. Tilastotietoja [viitattu 10.2.2014] Saatavissa:

<http://pellettienergia.fi/Pelletin%20hinta-%20ja%20tilastotietoja>

Teknolomiteollisuus 2013. Poltto- ja kattilateknologia. [Viitattu 6.5.2013]

Saatavissa: <http://www.teknolomiteollisuus.fi/fi/palvelut/poltto--ja-kattilateknologia.html>

Yle.Etelä-Savo. Suomen ensimmäistä biohiilipellettitehdasta suunnitellaan

Ristiinaan 9.6.2012. [Viitattu 14.5.2013] Saatavissa:

[http://yle.fi/uutiset/suomen\\_ensimmaista\\_biohiilipellettitehdasta\\_suunnitellaan\\_riistiinaan/5065269](http://yle.fi/uutiset/suomen_ensimmaista_biohiilipellettitehdasta_suunnitellaan_riistiinaan/5065269)

Yokogawa 2013. Biomass Power [Viitattu 6.5.2013] Saatavissa:

[http://www.yokogawa.com/iab/newenergy/biomass\\_power/index.htm](http://www.yokogawa.com/iab/newenergy/biomass_power/index.htm)

## **Haastattelu**

Levanen, M. 2014. Myyntipäällikkö. Dieffenbacher Panelboard Oy.

Sähköpostihaastattelu 11.04.2014.

## LIITTEET

### LIITE 1. Esimerkki puupelletin tuoteselosteesta

## Esimerkki puupelletin tuoteselosteesta - osa 1 – pakkaus

**PHYDADES**  
Intelligent Energy  Europe



**Puupelletti**

<b>Tuottaja</b>	EAA Biofuels PL 1603 40101 Jyväskylä Puh. 020 722 2550 E-mail: info@eaabiofuels.com
<b>Alkuperä</b>	1.2.1.2 Kuoreton havupuu (sahanpuru)
<b>Kauppanimike</b>	Pelletti
<b>Valmistusmaa ja paikkakunta</b>	Jyväskylä, Suomi
<b>Velvoittavat (EN 14961-1)</b>	
<b>Mitat (mm)</b> Halkaisija (D) ja pituus (L)	D08 (8 mm +1mm, ja 3,15 <L <40 (95%), kaikki <45 mm)
<b>Kosteus</b> (p-% saapumistilassa)	M10 (≤ 10 p-%)
<b>Tuhkapitoisuus</b> (p-% kuiva-aineesta)	A0.7 (≤ 0,7 p-%)
<b>Mekaaninen kestävyys</b> (p-% pellettejä testauksen jälkeen)	DU97.5
<b>Hienoinen määrä</b> (p-%, < 3.15 mm)	F1.0 (tehtaan portilla korkeintaan 1 p-% hienoinesta)
<b>Lisäaineet</b> (p-% raaka-aineesta)	< 1 p-% (tärkkelys)
<b>Opastavat (EN 14961-1)</b>	
<b>Irtotiheys (kg/m<sup>3</sup>)</b>	D600 (≥ 600 kg/m <sup>3</sup> )
<b>Lämpöarvo saapumistilassa</b>	Q4.7 [kWh/kg]



## Pelletit – Normative (osa 1)

PHYDADES

Intelligent Energy



Europe

### Kosteus (M)

- ◆ M10 ≤ 10 % saapumistilassa
- ◆ M15 ≤ 15 % saapumistilassa

### Tuhkapitoisuus (A)

- ◆ A0.5 ≤ 0,5 % kuiva-aineesta
- ◆ A0.7 ≤ 0,7 % kuiva-aineesta
- ◆ A1.0 ≤ 1,0 % kuiva-aineesta
- ◆ A1.5 ≤ 1,5 % kuiva-aineesta
- ◆ A3.0 ≤ 3,0 % kuiva-aineesta
- ◆ A5.0 ≤ 5,0 % kuiva-aineesta
- ◆ A7.0 ≤ 7,0 % kuiva-aineesta
- ◆ A10.0 ≤ 10,0 % kuiva-aineesta
- ◆ A10.0+ > 10,0 % kuiva-aineesta, minimiarvo on ilmoitettava



*Kosteuspitoisuuden määrittäminen prEN 14774-1 – 3*



*Tuhkapitoisuuden määrittäminen prEN 14775*

### Irtotiheys (BD) (kg/m<sup>3</sup>)

- ◆ Ilmoitettava seuraavissa luokissa BD550, BD600, BD650, BD700 ja BD700+ (minimiarvo on ilmoitettava)

## Pellettit - Velvoittavat (osa 1)

PHYDADES

Intelligent Energy  Europe

### Hienoaines (F)

Lastauksessa tai purussa

Hienoaines < 3,15 mm

- ◆ F1.0 ≤ 1,0 p-%
- ◆ F2.0 ≤ 2,0 p-%
- ◆ F3.0 ≤ 3,0 p-%
- ◆ F5.0 ≤ 5,0 p-%
- ◆ F5.0+ > 5,0 p-%, maksimi-arvo ilmoitettava




3,15 mm seula ISO 3310 mukaan ja hienoaineksen määrä menetelmällä prEN 15210-1

### Lisäaineet

- ◆ Sidosaineen, kuonaantumisenestoaineen tai muun lisäaineen käyttö ilmoitettava
- ◆ Lisäaineen määrä saa olla korkeintaan 20 p-% puristettavasta massasta. Jos lisäaineen määrä on yli 20 p-% puristettavasta massasta, ovat pelletit seospellettejä.

## Pelletit – Velvoittavat (Osa 1)

PHYDADES

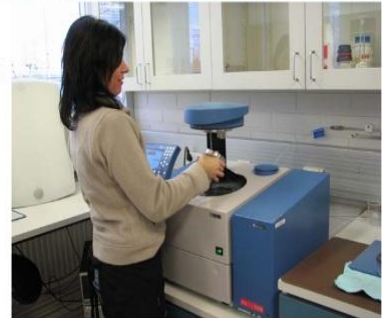
Intelligent Energy  Europe

### Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa (Q)

- ♦ minimiarvo on ilmoitettava (laskenta polttoaineen kosteuden ja kuiva-aineen tehollisen lämpöarvon (vakiopaineessa) avulla)

$$q_{p,net,ar} = q_{p,net,d} \times \left( \frac{100 - M_{ar}}{100} \right) - 0,02443 \times M_{ar}$$

- ♦  $q_{p,net,ar}$  tehollinen lämpöarvo saapumistilassa, (MJ/kg)
- ♦  $q_{p,net,d}$  kuiva-aineen tehollinen lämpöarvo vakioaineessa (MJ/kg)
- ♦  $M_{ar}$  kosteus (p-%)
- ♦ 0,02443 veden (kosteuden) höyrystymisentalpian korjaustekijä (vakiopaineessa) 25 °C:ssa [MJ/kg 1 p-% kosteutta kohti]
- ♦ 1 MJ/kg = 0,2778 kWh/kg ja 1 kWh/kg = 1 MWh/t  
1 MWh/t = 3,6 MJ/kg).
- ♦ Tarkkuus 0,1 MJ/kg



*Kalorimetripom-missa määritetään kalorimetrinen lämpöarvo menetelmällä prEN 14918 ja kuiva-aineen tehollinen lämpöarvo lasketaan.*

## Pelletit – Velvoittavat (Osa 1)

PHYDADES

Intelligent Energy



Europe

### Mekaaninen kestävyys (DU)

- ◆ DU97.5  $\geq 97.5$  % pellettejä testauksen jälkeen
- ◆ DU96.5  $\geq 96.5$  % pellettejä testauksen jälkeen
- ◆ DU95.0  $\geq 95.0$  % pellettejä testauksen jälkeen
- ◆ DU95.0-  $< 95.0$  %, pellettejä testauksen jälkeen minimiarvo on ilmoitettava

Näyte  $500 \pm 10$  g  
 $50 \pm 2$  rpm 500  
kierrosta

Mekaanisen kestävyuden testauslaitte  
Menetelmä prEN 15210-1

