



LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Lahti University of Applied Sciences

**BIOETANOLITUOTANNON
POTENTIAALIN KARTOITTAMINEN
PIENSAHOJEN SIVUVIRROISTA**

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Puutekniikan koulutusohjelma
Opinnäytetyö
Syksy 2012
Mikko Anttila

ALKUSANAT

Olen tehnyt tämän opinnäytetyön vuoden 2012 aikana Lahdessa. Opinnäytetyö on osa Lahden ammattikorkeakoulun puutekniikan koulutusohjelmaa.

Työni ohjaavana opettajana toimi lehtori Ilkka Tarvainen. St1 Biofuels Oy:n ohjaavana henkilönä toimi myynti- ja liiketoiminnan kehitysjohtaja Patrick Pitkänen.

Haluan kiittää ohjaavien henkilöiden lisäksi St1 Biofuels Oy:n myyntipäällikkö Mikael Knifiä ja Suomen Sahat ry:n toimitusjohtaja Kai Merivuorta ja projekti-päällikkö Kari Perttilää sekä muita, jotka ovat mahdollistaneet opinnäytetyöni valmistumisen.

Lahdessa 14.11.2012

Mikko Anttila

Lahden ammattikorkeakoulu
Puutekniikan koulutusohjelma

ANTTILA, MIKKO:

Bioetanolituotannon potentiaalın kartoittaminen piensahojen sivuvirroista

Puutekniikan opinnäytetyö, 52 sivua, 15 liitesivua

Syksy 2012

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä oli tarkoitus selvittää, minkälaiset mahdollisuudet bioetanolintuotannolla olisi Suomessa, jos etanolia valmistettaisiin sahojen sivuvirroista. Suomi on mukana Euroopan unionin säädöksessä, jolla pyritään lisäämään uusiutuvien luonnonvarojen käyttöä energiantuotossa. Euroopan unionilla on tavoite, jonka mukaan liikenteessä käytettävästä polttoaineen energiasisällöstä kymmenen prosenttia olisi uusiutuvista luonnonvaroista valmistettua vuoteen 2020 mennessä. Suomi on ottanut itselleen kovemman tavoitteen ja pyrkii siihen, että liikennekäytössä kuluvan polttoaineen bio-osuus olisi 20 prosenttia.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa selitetään, minkälainen puu on raaka-aineena. Suomessa eniten sahatuista lajeista, eli männystä, kuusesta ja koivusta, ovat erikseen lajikohtainen esittely. Lisäksi kerrotaan, miten puu kasvaa eri puolilla Suomea ja miten puuta kasvatetaan. Työssä kerrotaan myös, minkälaisen matkan puu tekee metsästä sahalle, ja avataan, minkälaisia sahaustapoja ja laitteistoja Suomessa tällä hetkellä on käytössä ja kuinka ne toimivat.

Opinnäytetyössä pohditaan hieman sitä, mitä sahojen sivuvirroissa saattaa muuttua eri sahoille mentäessä esimerkiksi säilytykseen liittyen. Suomen Sahat ry:ltä saadusta piensahojen listasta tarkastellaan absoluuttisilla arvoilla sahojen sivuvirtojen määriä ja päätellään, löytyisikö sieltä tarvittavia 80 000 kiintokuutiometrin eli noin 265 000 irtokuutiometrin purumääriä, jotta voitaisiin perustaa 10 miljoonan litran bioetanoliyksiköitä. Sahojen joukosta päätettiin kolme klusteria, joihin kuuluu yhdeksän sahaa, joita tarkasteltiin lähemmin. Misawa Homes of Finland, Vilkon Oy Kissakosken saha Oy, Kinnaskosken saha Oy, JPJ-wood Oy, HASA, FM-Timber Team Oy ja Keitele Group ovat sahat, joilta kerättiin tarkempia tietoja.

Sahoilta kerättiin tietoja esimerkiksi sivuvirtojen syntymisestä, määristä, koosta, säilytyksestä ja nykyisestä käytöstä. Tietoja vertailtiin absoluuttisilla arvoilla laskeutuksellisesti saatuihin tuloksiin ja analysoitiin, olisiko valituille klustereille kannattavaa perustaa bioetanolilaitosta. Lopussa on otettu selvää maakohtaisten volyymien avulla, olisiko bioetanolilaitosten perustaminen kannattavaa Ruotsiin tai muualle Eurooppaan.

Asiasanat: bioetanoli, sivuvirrat, saha, puru

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Wood Technology

ANTTILA, MIKKO:

Potential of bio-ethanol production from
the side-stream of the small sawmills

Bachelor's Thesis in Wood Technology, 52 pages, 15 pages of appendices

Autumn 2012

ABSTRACT

The aim of this thesis was to find out opportunities of producing bio-ethanol from the side-streams of sawmills in Finland. The European Union has a new act which aims to increase the use of renewable resources in energy generation. The target of the European Union is that ten percent of energy content of the fuel (which is) used in traffic would be produced from renewable resources by 2020. Finland has adopted a stricter target: 20 percent of energy content of fuel used in traffic would be produced from renewable resources.

The theoretical section explains what kind of raw material wood is. The most sawed species in Finland are pine, spruce and birch. There is a separate presentation of each species. There are also reports on how trees grow in different locations in Finland and how trees are grown. The thesis also tells what kind of journey the wood will make from the forest to the sawmill and explains what kind of cutting methods and equipment are used in Finland at the moment and how they work.

The thesis includes some discussion of how the side-streams of sawmills may vary in different sawmills, for example considering storage. Suomen Sahat ry gave the list of small Finnish sawmills. The list was checked with absolute values and it was concluded whether there are necessary amounts of sawdust. At least 265,000 loose cubic meters of sawdust is needed in order to set up a 10 million liter bio-ethanol unit. From the sawmills three clusters were formed. They consist of nine sawmills, which were then examined in detail. Misawa Homes of Finland, Vilkon Ltd., Kissakoski sawmill Ltd., Kinnaskoski sawmill Ltd., JPJ-wood Ltd., HASA, FM-Timber Team Ltd. and Keitele Group were the sawmills from which more detailed information was collected.

The quantity, size, storage and current use of side-streams were the data collected from the sawmills. The calculated results were compared to real-life results. Based on the results, it was analyzed whether it would be profitable to set up a bio-ethanol unit. The end of the thesis deals with whether the establishment of a bio-ethanol plant is profitable in Sweden or elsewhere in Europe.

Key words: bioethanol, side-streams, sawmill, sawdust

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	PUURAAKA-AINE	3
2.1	Yleisesti puusta	3
2.2	Mänty <i>Pinus sylvestris</i>	4
2.3	Kuusi <i>Picea abies</i>	6
2.4	Koivu <i>Betula</i>	7
3	PUUN KASVU SUOMESSA	9
3.1	Puun kasvusta yleisesti	9
3.2	Puiden kasvu Etelä-Suomessa	9
3.3	Puiden kasvu Pohjois-Suomessa	11
4	PUUN KULKU METSÄSTÄ SAHALLE	12
4.1	Istuttaminen	12
4.2	Taimikonhoito	13
4.3	Harvennushakkuut	14
4.4	Päätihakkuut	14
4.5	Sahaus	17
5	SAHAUSMENETELMÄT	18
5.1	Kehäsahaus	18
5.2	Vannesaha	18
5.3	Pyörösaha	19
5.3.1	Yksiteräinen pyörösaha	19
5.3.2	Moniteräpyörösaha	19
5.4	Pelkkahakkuri	21
5.5	Särmäys	23
5.6	Profilointi	23
5.7	Hakkurit	23
6	OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS	24
6.1	Laskennalliset arvot	24
6.2	Puruun vaikuttavia asioita sahoilla	25
6.3	Laskennallisten arvojen tarkastelu	25
6.4	Painopisteiksi päätetyt klusterit	26
6.5	Sahoilta selvitettävät asiat	26

7	MIKKELI-KLUSTERI	28
7.1	Misawa Homes of Finland	28
7.2	Etelä-Savon Energia Oy (ESE)	30
7.3	Vilkon Oy	30
7.4	Kissakosken saha, Veisto Oy	32
8	MÄNTTÄ-KLUSTERI	34
8.1	Kinnaskosken saha	34
8.2	JPJ-wood Oy	36
9	PIHTIPUDAS-KLUSTERI	38
9.1	HASA	38
9.2	Haapajärven Lämpö Oy	40
9.3	FM-Timber Team Oy	41
9.4	Keitele Group	43
9.5	Keitele Energy Oy	44
10	BIOETANOLI RUOTSISSA JA MUUALLA EUROOPASSA	45
11	YHTEENVETO	47
11.1	Materiaalin kokoaminen	47
11.2	Oma oppiminen	47
11.3	Opinnäytetyön arviointi ja kehitysehdotukset	48
	LÄHTEET	49
	LIITTEET	53

SANASTO JA LYHENTEET

Dimensio = koko, mitta

Furfuraali = orgaaninen yhdiste, joka on huoneenlämmössä nestemäistä

Hydrolyysi = kemiallinen reaktio, jossa yhdiste hajoaa vettä lisättäessä takaisin lähtöaineikseen

Konsentraatio = suure, joka ilmoittaa liuenneen aineen pitoisuuden liuoksessa

Kunnta = kangasturve

Kurso = särmäyksessä käytettävä hakettava terämalli

Kylkivällys = terän ja ohjainlaakerin väli

Ligniini = puun kuitujen sidosaine

Muha = energiayhtiöiden käyttämä termi poltettavasta sahanpurusta

Pankko = terän ja teräohjaimen kiinnitysosa muuttuva-asetteisessa pyörösahakoneessa

Pelkka = tukin osa, joka jää sahattaessa jäljelle, kun pyöreät reunat poistetaan sahaamalla tukista pintalaudat kahdelta syrjältä

Purilas = vaneriteollisuudessa viilutettavasta tukista ylijäävä keskiosa

Saanto = tukista saatava sahatavaramäärä

cm = senttimetri

i-m³ = irtokuutiometri

k-m³ = kiintokuutiometri

km = kilometri

mm = millimetri

MW = megawatti = 1 000 000 wattia

MWh = megawattitunti = 1 000 000 wattituntia

tkg/kk = tuhatta kilogrammaa per kuukausi

TWh = terawattitunti = 1 000 000 MWh

1 JOHDANTO

St1 Biofuels Oy on alun perin St1:sen ja Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen (VTT) perustama yhteistyöyritys. Vuodesta 2007 St1 Biofuels Oy on toiminut itsenäisesti lunastettuaan VTT:n osuuden itsellensä. Vuonna 2006 perustettu St1 Biofuels Oy pyrkii korvaamaan fossiilisia polttoaineita kannattavasti ja kestävästi. Korvaavana polttoaineena toimii etanoli, jota voidaan valmistaa lähes kaikista kasviperäisistä raaka-aineista. Etanolin käyttö kuormittaa ilmakehää vähemmän kuin fossiiliset polttoaineet, sillä luonto pystyy sitomaan etanolin palaessa syntyvät hiilidioksidit. Fossiilisten polttoaineiden palamisessa syntyy fossiilisia hiilidioksideja, joita luonto ei pysty sitomaan.

Tällä hetkellä St1 Biofuels Oy etsii uusia bioetanolituotannon mahdollisuuksia sahateollisuudesta. Suomi on mukana Euroopan unionin (EU) säädöksessä, jossa pyritään saavuttamaan 20 %:n energiantuotto uusiutuvista luonnonvaroista vuoteen 2020 mennessä. Liikenteelle EU:n säädös on 10 %. Suomi on ottanut tavoitteekseen vielä kovemman tuloksen, 38 % koko energiantuotannosta. Suomi tähtää siihen, että 20 % liikenteessä käytettävästä polttoaineen energiasisällöstä tehtäisiin uusiutuvista luonnonvaroista tai jätteistä.

St1:llä on jo kuusi etanolix-laitosta, jotka tekevät etanolia ruoka- ja juomateollisuuden jätteistä ja prosessitähteistä, sekä yksi bionolix-laitos, joka valmistaa bioetanolia yhdyskunnan biojätteistä. Jätteiden osuus on vähäinen, ja tällä hetkellä bioetanolin valmistukseen tarvittavat raaka-aineet ovat vähissä. Tavoitteisiin päästäkseen täytyy rakentaa noin kuusi kappaletta 10 miljoonan litran yksikköä. Saha-teollisuuden sivuvirroista puru ja hake olisivat hyviä etanolilähteitä, kunhan vain saadaan teknologia ja raaka-aine yhteen. Kukin 10 miljoonan litran yksikkö vaatii noin 265 000 irtokuutiometriä purua vuodessa bioetanolin valmistukseen.

Opinnäytetyön tarkoituksena on kerätä St1:lle tietoa Suomen sahoilla käytettävistä puista ja puun sahauksesta sekä kartoittaa etanolilaitoksille tarvittavat purumäärät. Lisäksi tarkoituksena on selvittää kattavasti pääpuulajit, puiden kasvu eri puolilla Suomea ja se, minkälaisen vaiheiden jälkeen puu päätyy sahalle. Sahoilla käytettävät sahaus- ja haketusmenetelmät selitetään tarkasti, sillä sahausvaiheessa puru ja hake syntyvät. Suomessa sijaitsevien sahojen lisäksi tarkastellaan mahdollisuut-

ta bioetanolilaitoksille Ruotsissa ja Euroopassa. Tarkastelu tapahtuu Suomen ja muiden maiden sahatuotannon ja -jalostuksien volyymeja vertaamalla.

Sahoissa keskitytään piensahoihin ja jätetään isommat sahat pois. Sahat, joita tutkitaan, on listattu (Liite 4), ja listoista selviää, paljonko vuonna 2011 on sahattu. Sahoille on laskettu absoluuttisilla arvoilla eri sivuvirtojen määrät. Määrät eivät ole tarkkoja vaan suuntaa-antavia. Näillä suuntaa-antavilla tuloksilla on päädytty valitsemaan paikkoja, joihin olisi mahdollista perustaa bioetanolilaitos. Paikoista valitaan otosperiaatteella noin kymmenen, jossa kesän aikana käydään keräämässä tarkat tiedot sivuvirtojen määristä sekä purun rakenteeseen vaikuttavista asioista, kuten säilytyksestä sekä nykykäytöstä.

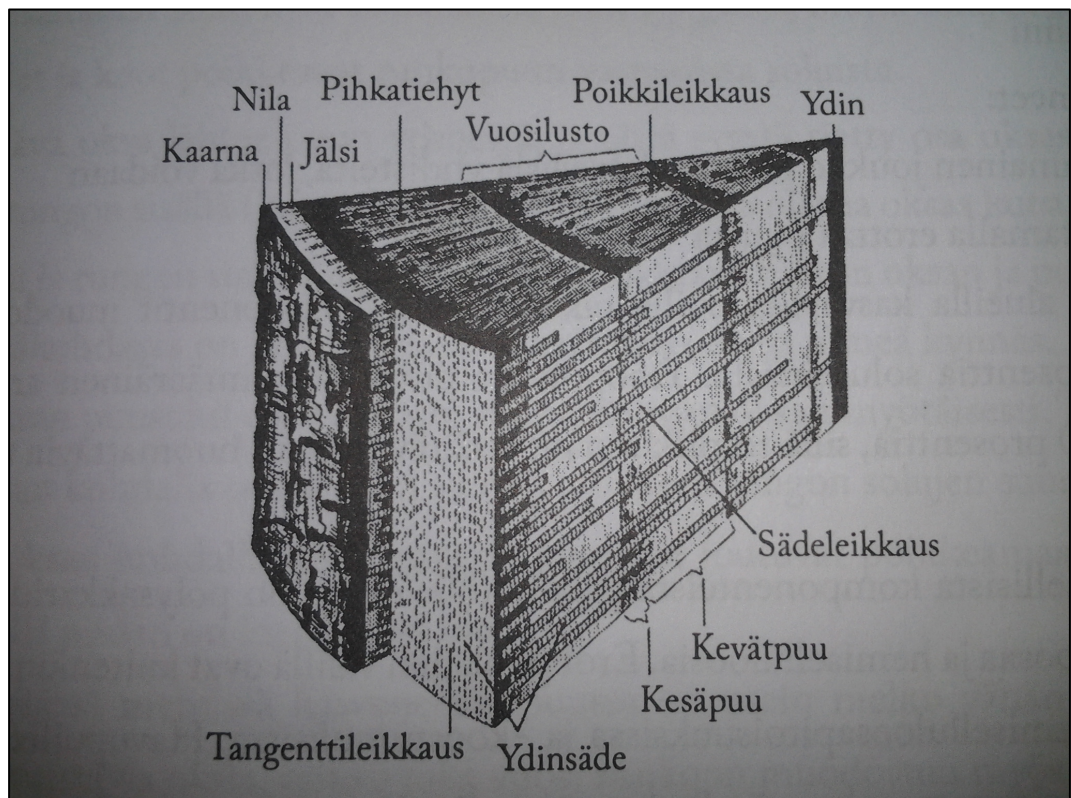
Aiheeseen liittyvää tietoa löytyi paljon Internetistä. Kirjallisuudessa tietoa on vähän, ja se on vanhaa, mutta edelleen paikkansa pitävää. Erilaisia tutkimustuloksia, joita pystyi käyttämään tässä työssä, on erityisesti Metsäntutkimuslaitoksella. Lisätietoa nykyaikaisista sahausmenetelmistä ja tehdaskalustosta sain Heinolan Sahakoneet Oy:ltä ja HewSaw Oy:ltä. Sahauksesta ja sivuvirtojen nykykäyttökohteista sain tietoa useilta eri henkilöiltä. (Liite 1)

2 PUURAAKA-AINE

Suomessa sahataan pääasiassa kolmea puulajia: mäntyä, kuusta ja koivua. Jokaisella puulajilla on omat erityispiirteensä, jotka mahdollisesti vaikuttavat bioetanolin tuottamiseen.

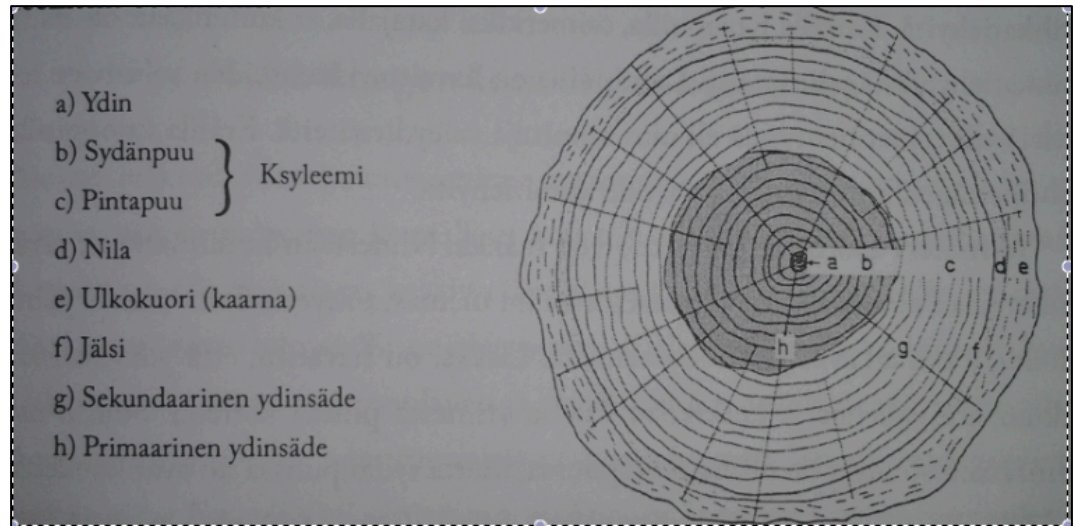
2.1 Yleisesti puusta

Puun runko (KUVIO 1.) koostuu viidestä eri osasta: ytimestä, nuorpuusta, sydänpuusta, pintapuusta ja kuoresta. Ydin on puun ravintovarasto seuraaville vuosikasvaimille ja oksille. Se koostuu pääosin tärkkelyksestä. Rungon alaosassa ydin on kuollutta solukkoa. Nuorpuun solurakenne on erilainen kuin myöhemmällä kasvulla. Se sisältää runsaasti oksia ja on herkkä halkeilemaan. Nuorpuu on heikoin osa puuta. (Jääskeläinen & Sundqvist 2007, 13 - 15.)



KUVIO 1. Puun sisäinen rakenne (Jääskeläinen & Sundqvist 2007, 15)

Puun rungon tukevimpana osana toimii sydänpuu (KUVIO 2.), joka on kuollutta solukkoa. Sydänpuu on useissa puulajeissa tummempaa kuin pintapuua. Puun kasvaessa sydänpuun osuus kasvaa. Pintapuuta, toiselta nimeltä Manto, on elävää solukkoa. Pintapuun tehtävänä on kuljettaa ravinteita ja vettä juurista latvuksiin. Rungon päällä on kuori, jonka tehtävänä on suojata puuta. (Jääskeläinen & Sundqvist 2007, 13 - 15.)



KUVIO 2. Rungon kerrokset (Jääskeläinen & Sundqvist 2007, 13)

Puun solut koostuvat soluontelosta ja neljästä eri soluseinästä. Soluseinän uloin kerros on välilamella ja sen alla primaariseinä. Sekundääriseinä pitää sisällään sisimmän kyhmykerroksen, joka peittää ohuella kalvolla soluontelon pintaa. Soluseinämät koostuvat pääasiallisesti selluloosasta, 40 - 50 %, joka vaikuttaa puun lujuuteen. Hemiselluloosaa on 20 - 25 % ja se myös vaikuttaa puun lujuuteen. Ligniiniä on 20 - 30 %. Ligniini toimii solukkojen liima-aineena ja pitää niitä kassassa. (Jääskeläinen & Sundqvist 2007, 15 - 16.)

2.2 Mänty *Pinus sylvestris*

Mänty on Suomen yleisin puulaji. Männyn tuntomerkkeinä on solakka, suora ja oksaton runko, jonka alaosassa on paksua punaruskeaa kaarna. Puun yläosassa kuori on punertavaa, ohutta ja hilseilevää. Mänty on syväjuurinen puu, jonka levinneisyys ulottuu Suomessa kuusta pohjoisemmaksi aina Pohjois-Lappiin saak-

ka. Männyllä on useita neulasia ja vuosikasvaimia ravinnoksi käyttäviä hyönteisiä sekä kasvua heikentäviä sienitauteja, jotka vaikuttavat puunraaka-aineen laatuun heikentävästi. (Sipilä 2012b.)



KUVIO 3. Tiheäsyinen mänty (Rakennusperintö 2012)

Männyn puuaineen rakenne on suorasyistä ja karkeahkoa. Puuaine koostuu 93-prosenttisesti trakeideista, jotka ovat puutuneita, kuolleita soluja. Puutuneiden solujen pituus vaihtelee 1,4 ja 4,4 millimetrin välillä. Solujen paksuus on noin sadasosa solun pituudesta. Elävässä pintapuussa on lyhyempiä paremyymejä eli tylppysoluja. Puuaineksen ja kuoren välissä on nila ja jälsi. Nila luo puuainetta suojaavaa kuorta, ja jälsi kasvattaa puuta. Jälsin solut jakaantuvat pääasiallisesti sisäänpäin, kun puu kasvaa paksuutta. Puun kasvaessa sen tiheyteen vaikuttaa kasvuolosuhteet, joiden vuoksi eri mäntyjen rungoilla saattaa olla tiheydessä suuriakin eroja. (KUVIO 3.) Keskimääräinen kuivatuoretiheys on 390 - 420 kg/m³. (Huikari 1999, 31; Sipilä 2012b.)

Männyn pinta- ja sydänpuu erottuvat toisistaan selvästi. Pintapuuta on pihkaista ja vaaleaa. Sydänpuu tummuu valon vaikutuksesta vaaleasta punertavan ruskeaksi. Männyn puuaineen pihkatiehyet ovat suuria ja pihkaisuuden ansiosta, erityisesti sydänpuu, on melko kestävä. Vanhoilla puilla sydänpuun osuus on 50 - 60 %

rungon poikkileikkauksen pinta-alasta. Vuosilustot erottuvat poikkileikkauksessa tumman kesäpuun ansiosta. (Sipilä 2012b.)

Männyn puuaine ei ole yhtä lujaa ja taipuisaa, kuten esimerkiksi koivulla. Lujuusominaisuuteen ja kutistumiseen vaikuttaa puuaineen tiheys. Männyn kutistuvuus kuivussa on kohtalaista, pituussuunnassa 0,4 %, säteen suunnassa 4,0 % ja tangentin suunnassa 7,7 %. (Sipilä 2012b.)

2.3 Kuusi *Picea abies*

Kuusi on Suomen toiseksi yleisin puulaji. Kuusen parhaat tuntomerkit ovat neulasten tummanvihreä väri ja tasaisesti ylöspäin kapeneva latvus. Kuusi on rakenteeltaan solakka ja suorarunkoinen puu, jolla on maan pinnassa leviävät juuret. Kuusen runko on harmaanruskea, suomuileva ja ohuen, 5 - 10 millimetrin, kuoren peitossa. Kuusi on levinnyt Suomessa kaikkialle pohjoisinta Lappia lukuun ottamatta. Kuusi on tuhoaltis puulaji, sillä on monia sen neulasia, siemeniä ja puuainetta tuhoavia hyönteisiä, lahottajasieniä ja sienitauteja. Kuusi on myös hollanarka puulaji. Nämä useat ongelmat muuttavat puuaineen rakennetta ja täten mahdollisesti vaikeuttavat bioetanolin tuotantoa kuusesta. (Sipilä 2012a.)

Puuaine kuudessa on kevyttä, vaalean kellertävää tai valkeahkoa. Sydän- ja pintapuuta on vaikea erottaa, sillä ne ovat saman väriset ja niissä ei esiinny mitään kuviointia. Vuosilustot kuitenkin on selvästi erotettavissa ja pintapuun tunnistaa pihkavuodosta. Kuusen puuaines ei ole kuitenkaan kovin pihkaista ja tämän vuoksi ei hirvittävän kestävä, eikä erityisesti säänkestävää. Lujuusominaisuuksiin vaikuttaa myös tiheys. (Sipilä 2012a.)

Kuusen puuaine koostuu 95-prosenttisesti trakeideista, jotka ovat puutuneita, kuolleita putkisoluja. Suurisoluisempia trakeideja on kevätpuussa, ja ne muodostavat siellä kuusen veden johtoverkon. Kesäpuussa paksumpiseinäiset solut vahventavat kuusen runkoa mekaanisesti. Kuusen trakeidisolujen pituus on 3,5 - 4,0 mm. Kuusesta löytyy myös kolmenlaisia parenkyymi- eli tylppysoluja, jotka vastaavat puun kasvusta. (Sipilä 2012a.)

Kuusen kuivatuoretiheys on riippuvainen vuosiluston paksuudesta ja kesäpuun määrästä. Ohutlustoisuus ja kesäpuun prosentuaalinen kasvu nostattavat kuusen

tiheyttä. Kuusen puuaineksen keskimääräinen tiheys on alle 400 kg/m^3 . Keskimääräinen sydänpuun osuus on 15 - 20 %. Sydän- ja pintapuulla on suuri kosteusero. Pintapuun keskimääräinen kosteusprosentti on 144 ja sydänpuulla 33. Tiheys vaikuttaa myös kutistumiseen. Keskimääräisesti kuusen puuaine kutistuu kuivues- sa vähän, pituussuunnassa 0,3 %, säteen suunnassa 3,6 %, tangentin suunnassa 7,8 % ja tilavuudeltaan noin 12 %. (Sipilä 2012a.)

2.4 Koivu *Betula*

Suomessa koivuja on useita eri lajeja, mutta pääasiallisesti Suomessa sahataan raudus- ja hieskoivua, joiden osuus on huomattavasti muita suurempi. Raudus- ja hieskoivulla on ulkoisia eroja, mutta puuaineessa ei ole juurikaan eroja. (Huopala- lainen 2012; Koivusalo 2012.)

Hieskoivun tunnistaa lyhytkärkisistä, vain kertaalleen sahalaitaisista lehdistä sekä sileästä valkoisesta kaarnasta. Hieskoivulle on myös tyypillistä, että oksat eivät riipu ja se kasvaa symbioottisesti eli haarajatkoisesti. Haarajatkoinen puu ei kasva pituuskasvuun kärkisilmusta vaan alemmista oksanhaaroista pensasmaiseksi. (Alanko 1992, 108.)

Rauduskoivun lehdet ovat vuorottaisia eli toispuoleisia ja kolmiomaisia. Lehtien reunat ovat toissahaisia. Rauduskoivun runko on valkoinen, mutta puun vanhetes- sa siihen ilmestyy repeämiä, joista muodostuu mustaa rosokaarnaa. Erityistunto- merkkinä rauduskoivulla on alaspäin riippuvat oksat. (Alanko 1992, 108.)

Koivujen puuaines ei eroa paljoa toisistaan, ja koivut ovat myös keskimäärin yhtä tiheitä, kuivatiheys 640 kg/m^3 . Koivun tiheyden on havaittu kasvavan 30 vuotta, sillä alle 20 vuotta vanhoilla koivuilla tiheys on vain noin 460 kg/m^3 . Puuaine on vaaleaa, hajutonta, mautonta ja helppoa työstää. Koivun lujuusarvot ovat huomattavasti suuremmat kuin muilla puulajeilla Suomessa. Esimerkiksi koivun kovuus on 50 % ja taivutuslujuus 20 % suurempi kuin männyllä. Koivun rungossa ei ole varsinaisesti erikseen sydän- ja pintapuuta vaan puuaines on homogeenistä. Jois- sakin vanhoissa koivuissa saattaa esiintyä kovempia kuolleita parenkyymisoluja. Koivun runkoa hallitsee kuidut, joita on noin 65 % puuaineesta. Koivu soveltuu-

kin hyvin puoliselluloosan valmistukseen sen ligniinipitoisuuden ja kestävien hemiselluloosiensa ansiosta. (Huopalainen 2012.)

Koivun rungossa kosteusprosentti on noin 80 %, ja se on kasvava sekä ytimestä pintaan päin että tyvestä latvaan päin. Tiheys ja kosteus vaikuttavat kuivumiskutistumiseen vähentävästi. Koivu kutistuu pituussuunnassa 0,5 %, säteen suunnassa 5,3 % ja tangentin suunnassa 9,2 % (Huopalainen 2012).

3 PUUN KASVU SUOMESSA

Suomen metsät kasvavat vuosittain 100 miljoonaa kuutiometriä. Tämä kasvaminen tapahtuu noin kymmenen viikon aikana touko-elokuussa. (Metsäteollisuus ry 2012.) Puiden kasvuun vaikuttaa merkittävästi kesän sääolosuhteet. Lämpimänä ja kosteana kesänä puun kasvu saattaa olla 20 - 30 % parempi kuin normaalina kesänä. (Metsäntutkimuslaitos 2012b.) Alla esitetään puun kasvun eroavaisuuksia Pohjois- ja Etelä-Suomessa, sillä itä- ja länsisuunnassa puun kasvussa ei ole suuria vaihteluita.

3.1 Puun kasvusta yleisesti

Puun kasvaessa rungon sisäinen rakenne muuttuu. Puun kasvu tapahtuu pääosin keväällä, jolloin puu kasvaa nopeasti. Loppu kasvusta tapahtuu kesällä. Kasvu-kausi vaihtelee huhtikuusta lokakuuhun asti. Kevätkasvussa puuhun tulee harvastyistä kevätpuuta, joka on vaaleampaa kuin myöhemmin syntyvä kesäpuu. Kevätpuu on pääasiallisesti johtosolukkoa. Johtosolukko kuljettaa vettä ja ravinteita koko puuhun. Kasvukauden alussa puu kasvaa nopeasti, jolloin kevätpuuta syntyy enemmän kuin kesällä syntyvää kesäpuuta. Kesäpuu koostuu tukisolukosta, joka pitää rungon jyrkänä. Paljon kesäpuuta sisältävät puut ovat tiheäsyisiä sekä kovia ja soveltuvat näin paremmin puutöihin. (Metsän oppimispolku 2012.)

Puu kasvaa vuosittain, kun latvakasvain tuo lisää pituutta ja vuosilusto lisää rungon paksuutta. Kokonaisuudessa nämä muodostavat puulle uuden vaipan, joka tulee vanhan päälle. Vuosilusto ei ole kaikkialta yhtä paksu, joten puun rungosta ei tule täydellistä kartiota tai sylinteriä. Rungon muotoon vaikuttaa myös kasvupaikan tila. Ahtaassa paikassa paksuuskasvu tyrehtyy ja rungosta tulee hoikempi. (Jääskeläinen & Sundqvist 2012, 23 - 26.)

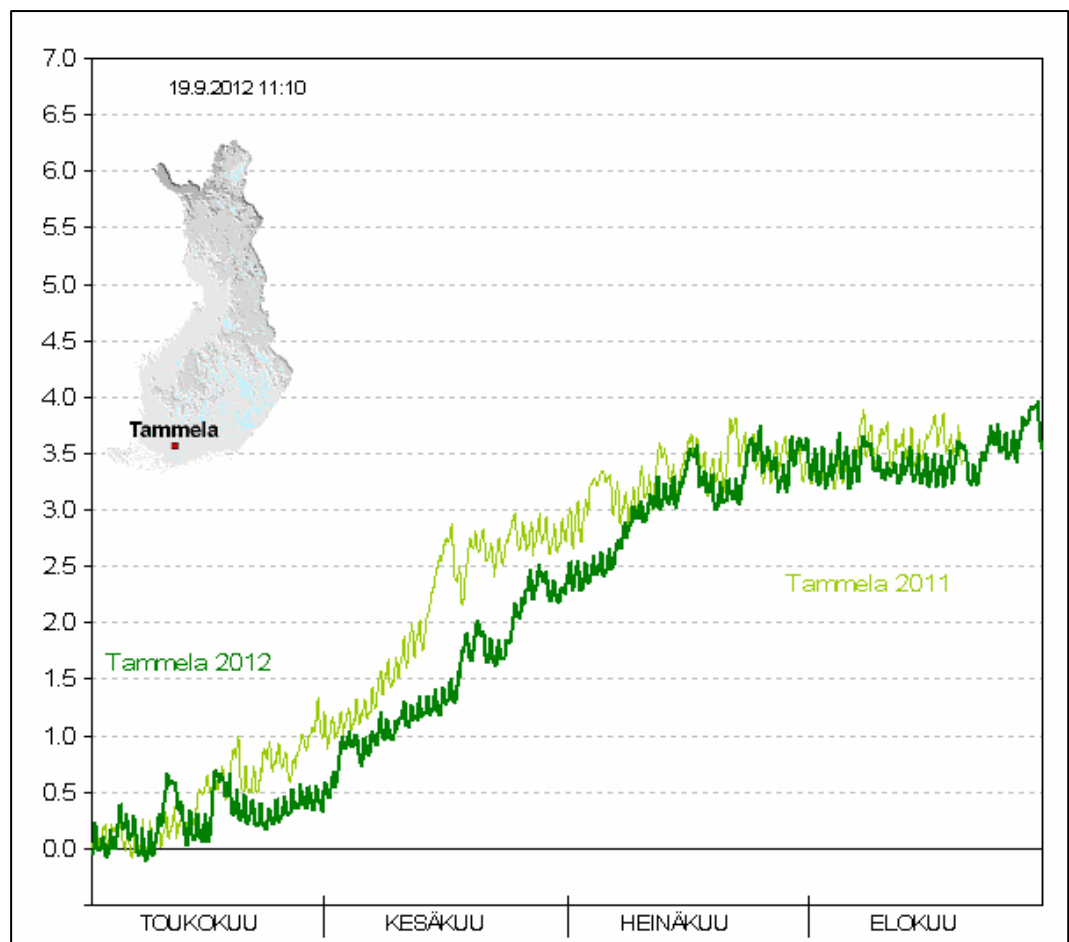
3.2 Puiden kasvu Etelä-Suomessa

Etelä-Suomessa havupuiden kasvu alkaa yleensä toukokuun lopussa ja kestää elokuun loppuun. Koivut aloittavat kasvukautensa vähän ennemmin, toukokuun puolivälissä. Koivujen kasvukausi myös jatkuu pitempään, syys-lokakuuhun. Nopein kasvaminen tapahtuu kesä- heinäkuun vaihteessa. Erityisesti pituuskasvu tulee

lyhyessä ajassa. Etelä-Suomessa kasvukausi alkaa aikaisemmin kuin Pohjois-Suomessa. Tämän takia puu kasvaa enemmän Etelä-Suomessa. (Metsäntutkimuslaitos 2012b.)

Metsäntutkimuslaitos on tehnyt tutkimusta puun kasvusta eri puolilla Suomea. Etelä-Suomessa koepuita on neljä kappaletta ja Pohjoisessa yksi. Tutkimuksessa on puun ympärille laitettu panta, joka on asetettu rinnankorkeudelle. Tarkoituksena on tutkia puiden kasvua millimetreissä. (Metsäntutkimuslaitos 2012c.)

Puun kasvaminen koostuu uusien solujen syntymisestä ja vanhojen solujen turpoamisesta. Sateisena ajanjaksona saattaa esiintyä hyppäyksiä, jotka johtuvat veden lisääntymisestä rungossa. (KUVIO 4.) (Metsän oppimispolku 2012c.)

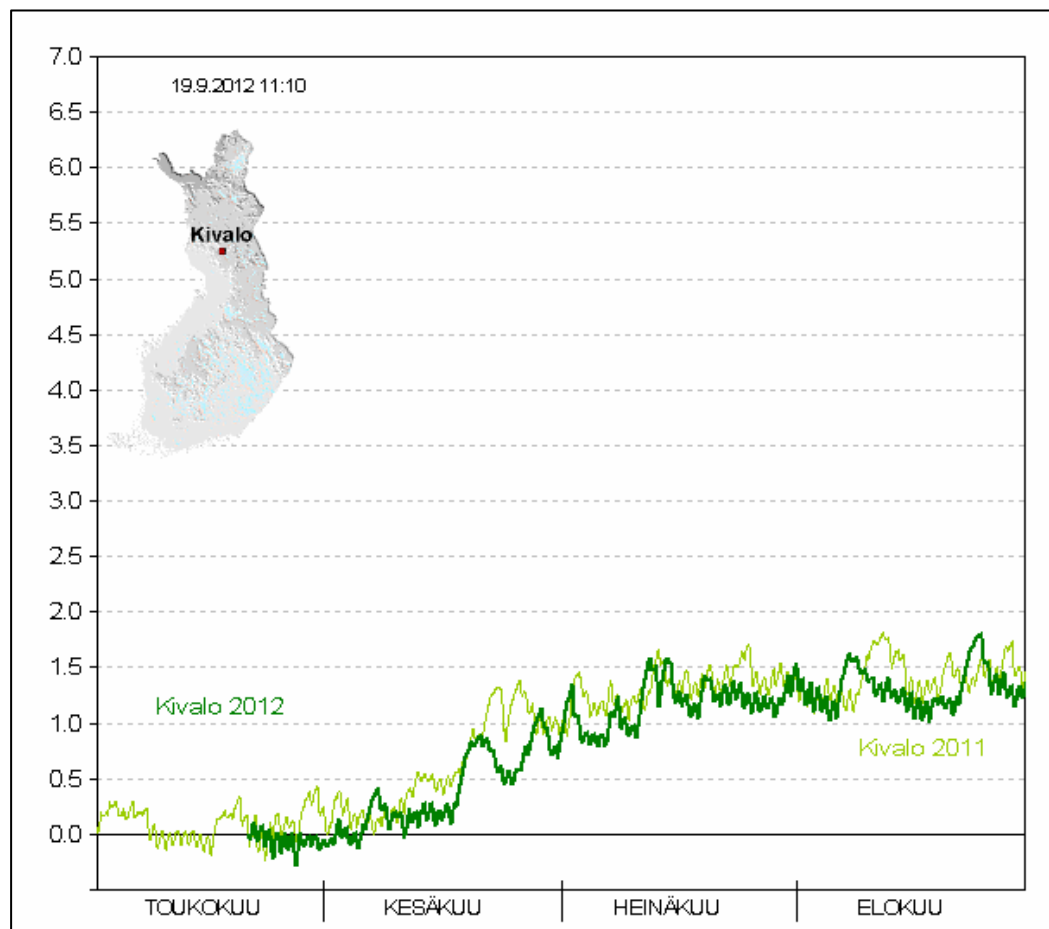


KUVIO 4. Kuusen kasvu Tammelassa (Metsäntutkimuslaitos 2012)

3.3 Puiden kasvu Pohjois-Suomessa

Pohjois-Suomessa havupuiden kasvukausi alkaa vasta kesäkuun alussa. Männyllä kasvukausi alkaa hieman aikaisemmin kuin kuusella. Ihan pohjoisimmassa osassa kasvukauden alku saattaa venyä kesäkuun loppuun asti. Pohjoisessa havupuiden kasvukausi päättyy ennen elokuun puoliväliä. Koivun kasvukausi alkaa Pohjois-Suomessa kesäkuun lopussa ja päättyy heinä-elokuun vaihteessa. (Metsän oppimispolku 2012.)

Puiden kasvu on hidasta olosuhteiden takia. Kylmä ilma ja myöhäinen kasvujakson alkamiskohta tekee puusta hidaskasvuisen. (KUVIO 5.) Puuhun tulee vuoden aikana vain vähän uutta solukkoa. Pohjois-Suomen puissa on kesäpuuainesta verrattuna kevätpuuhun enemmän kuin Etelä-Suomen puissa. Tämä tekee pohjoisen puista pienempiä, tiheäyisempiä ja kovempia. (Metsän oppimispolku 2012.)



KUVIO 5. Kuusen kasvu Kivalossa (Metsäntutkimuslaitos 2012c)

4 PUUN KULKU METSÄSTÄ SAHALLE

Ennen kuin tukki tulee sahalle, metsän hoidossa on monia eri vaiheita. Metsän hoidon vaiheista, kuten harvennushakkuusta, kertyy erilaisia hyödykkeitä energian ja sellun tuotantoon.

4.1 Istuttaminen

Istuttamisen aluksi on tehtävä valmistelevia töitä, kuten raivaus, maanmuokkaus ja vanhojen hakkuutähteiden korjaus. Raivauksessa pyritään raivaamaan kaikki ainespuuksi kelpaamaton pienmateriaali pois. Tämä tehdään, jotta istutuksen jälkeen kasvua estäviä tai häiritseviä tekijöitä ei olisi. Raivauksen tekemättä jättäminen hidastaa tai taannuttaa istutettujen taimien kasvun kokonaan. Raivauksessa pyritään kuitenkin jättämään säästöpuuryhmiä, jotka edistävät luonnon monimuotoisuutta. (Metsävastaa 2012.)

Maanmuokkaus on uudistumisen onnistumisen edellytys. Se helpottaa istutuksen tekoa ja avustaa sen hyvään kasvuun, sillä maanmuokkaus vähentää kilpailua kasvutekijöistä. Maanmuokkaustapoja on laikutus, äestys, laikkumätästys ja mätästys. Karkeille maalajeille laikutus on paras maanmuokkaustapa. Laikutusta käytetään myös kuusimetsän pohjan muokkaamiseen. Laikutuksessa humusta poistetaan laikuittain, jolloin kivennäismaa tulee esiin. Äestys on järeämpi keino, jossa muokkaus ulottuu syvemmälle maahan. Äestystä käytetään useimmiten kangasmailla. Laikutus ja äestys sopivat luontaisen kasvun tai kylvön yhteyteen tehtäväksi. Istuttamista varten parhaita maanmuokkaustapoja ovat laikkumätästys ja mätästys. Laikkumätästyksessä laikku tehdään matalaksi ja siitä käännetään kunta ja kivennäismaa laikun reunalle. Reunalle syntyvään tiiviiseen mättäaseen tehdään istutus. Tämä menetelmä sopii parhaiten kuusen istutusaloille. Mätästyksessä muodostetaan mättäitä, jotka soveltuvat istutus- ja kasvualustoiksi veden vaivaimilla, heinittyvillä, kunnaisilla sekä kylmillä mailla. Maanmuokkauksessa pitää aina muistaa huomioida, että kivennäismaata ei mene vesistöihin ja säästöpuuryhmien maa-aluetta ei muokata. (Metsävastaa 2012.)

Hakkuutähteiden korjaus on tärkeää, sillä se vähentää juurikäävän riskiä sekä mahdollistaa täystiheiden taimikoiden syntymisen. Hakkuutähteet pääasiallisesti

kerätään hakkuuaukolla tienläheiselle paikalle, josta se haketetaan kuorma-auton päällä olevilla metsähakkureilla tai kuljetetaan suoraan sellaisenaan polttoon. Hakkuutähteisiin kuuluvat kaikki puusta jäävä oksa- ja kuoriaines sekä maassa olevat kannot. Hakkuutähteiden kerääminen on kannattavaa vasta, jos ainespuun kertymän on 200 m³/ha, jolloin hakkuutähteiden kertymä on 40 - 60 m³/ha. Tämä tarkoittaa haketettuna noin 180 - 250 i-m³/ha. 2000-luvulla kuitu- ja tukkipuun keskimääräinen hakkuumäärä on ollut 56 miljoonaa kuutiota vuodessa. Tämä tarkoittaa 11,2 - 16,8 miljoonan kuution hakkuutähteitä, eli noin 48 - 72 miljoonaa irtokuutiometriä vuodessa. (Bioenergiapörssi 2012.)

Metsä uusiutuu joko luontaisella kasvulla, kylvöllä tai istuttamisella. Luontaisessa kasvussa hakkuualueelle on jätetty siemenpuita, jotka luonnon määräämällä tavalla jatkavat metsän kasvua. Kylvössä siemenet kylvetään valmiiksi tehtyihin vakoihin ja peitellään noin yhden senttimetrin kivennäismaakerroksella. Siemeniä kylvetään huomattavasti tiheämpään kuin mitä taimia istutetaan. Siementen välillä on kilpailua ravinnosta ja elinvoimaisimmat selviävät. Siemeniä kylväessä pitää pohjatyöt olla tehtynä hyvin, sillä muuten siemenet häviävät elintilakilpailussa muille kasveille eivätkä kasva. Tämä vähentää taimikon taloudellista tuottoa. (Metsävastaa 2012.)

Istuttaminen on kylvämistä varmempi menetelmä, sillä taimet ovat kooltaan isompia ja pystyvät vastaamaan kilpailuun kasvupaikasta. Etelä-Suomessa istutuksella voitetaan aikaa kaksi vuotta verrattuna kylvämiseen. Männyn luontaiseen kasvuun verrattaessa aikaa voitetaan 3 - 5 vuotta ja kuusen luontaiseen kasvuun 5-15 vuotta. Istutukset sopivat paikoille, joissa luontaiseen uudistamiseen tai kylvämiseen ei ole riittäviä edellytyksiä. Sekä istuttamiseen että kylvämiseen on olemassa monenlaisia apuvälineitä ja ohjeita. Myös tiheyssuosituksia löytyy useita esimerkiksi Hyvän metsänhoidon suositukset -kirjoista. (Metsävastaa 2012.)

4.2 Taimikonhoito

Taimikon alkuvaiheessa huolehditaan varhaishoidolla siitä, että heinäkasvit ja nopeasti kasvavat vesakot eivät pääse valtaamaan kasvuympäristöä ja tukahduttamaan taimien kasvua. Heinäkasvit poistetaan mekaanisesti tai kemiallisesti. Taimikkoa kannattaa pitää silmällä hirvien, myyrrien ja sienien aiheuttamien tuho-

jen varalta. Taimikon varhaishoito on metsänomistajalle lakisääteinen velvollisuus. Kun taimet ovat kasvaneet 3 - 8 metriä korkeiksi, on aika suorittaa harvennus, joka on erittäin tärkeä osa taimikonhoitoa. Pohjoisessa Suomessa harvennetaan tätäkin lyhyempiä taimikoita. Harvennuksessa poistetaan liian tiheässä kasvavat ja huonokuntoiset puut ja annetaan näin lisää kasvutilaa vahvimmille yksilöille. Jos harvennus tehdään havutaimikossa, pyritään poistamaan vesasyntyinen lehtipuusto. Jos lehtipuita haluaa kuitenkin jättää, pitäisi niiden olla vähintään metrin havupuita lyhyempiä. Harvennuksen oikea aika kuitenkin riippuu puulajista, kasvupaikasta ja taimikon tiheydestä. Taimikon harvennuksessa poistetut taimet ja huonokuntoiset osat jätetään metsään tuottamaan lisäravinteita maaperälle. Taimikonhoidon tarkoituksena on saada tulevista harvennushakkuista kannattavia. (Metsänhoitoyhdistys 2012b.)

4.3 Harvennushakkuut

Harvennushakkuita tehdään puun 80 vuoden kasvuaikana yleensä kaksi kertaa. Ensimmäinen on nimeltään ensiharvennus ja toista kutsutaan toisharvennukseksi. Harvennuksissa poistetaan liian tiheässä kasvavia runkoja, jotta jokaiselle kasvavalle puulle on riittävästi kasvutilaa. Ensiharvennushakkuussa tulee runsaasti energiapuuta eikä juurikaan kuitupuuta, sillä puusto on vielä pienikokoista. Toisharvennuksessa harvennetaan jo uudistuskypsää metsää suurempien tukkien saamiseksi. Toisharvennuksesta saadaan runsaasti kuitupuuta ja osittain tukkipuuta. Tukkipuuhun verrattaessa energiapuun tuotto on kuudesosa ja kuitupuun tuotto kolmasosa. Tämä tekee harventamisesta kannattamatonta, joten valtio maksaa tukia harvennuksen tekijöille. (Metsäkeskus 2012.)

4.4 Päätehakkuut

Päätehakkuualueita eli leimikoita aletaan suunnitella heti kun puuston tilavuuskasvu on tyrehtynyt ja lisäkasvattaminen ei ole enää kannattavaa. Tilavuuskasvun tyrehtymisestä kertoo supistuva vihreä latvus sekä vuosikasvujen hiipuminen. (Metsäkeskus 2012.)

Hakkuuta tehdään suurimmaksi osaksi talvella maan hyvän kantokyvyn takia. Talvikuu-kausina, joului-, tammi- ja helmikuussa, hakataan melkein kolminkertainen

määrä puustoa kesäkuukausiin nähden. Talvella hakatut puut pysyvät pitkään hyvinä tienvarsisäilytyksessä ja täten puuta riittää tasaisesti läpi vuoden. (Metsäntutkimuslaitos 2012a.)

Metsälaki määrittää päätehakkuiden toteuttamisen ja uudistuskypsyyden rajat. Rajoihin vaikuttavat puuston läpimitta ja ikä, näistä keskiläpimitta on tärkein huomioitava asia. Lakisääteiseksi veloitteeksi katsotaan myös uuden metsän perustaminen päätehakkuun jälkeen. Etelä-Suomessa kasvavilla kuusimetsillä suositeltu uudistamisajankohta on 26 - 30 senttimetrin keskiläpimitassa tai 70 - 90 vuoden iässä. Hieskoivumetsä voidaan uudistaa jo 50 vuoden iässä. Kuivalla kankaalla kasvavat männiköt suositellaan uudistettavaksi 22 - 26 senttimetrin läpimitassa. Väli-Suomeen ja Pohjois-Suomeen on olemassa omat uudistamissuosituksensa. Puuston huonolaatuisuuden, puuston sairauden tai maankäytön muutoksen takia voi saada erityisluvan uudistamiselle. Tällöin puusto voidaan hakata pois ennen suositusrajoja. (Metsäkeskus 2012.)

Metsänomistajan omat tavoitteet, taloudelliset ja biologiset näkökohdat vaikuttavat uudistamispäätökseen. Viimeisten kasvatusvuosien on tarkoitus kasvattaa metsän tukkipuusuutta, mutta samalla se lisää, etenkin kuusella, tyvilahoriskiä ja tyvilahon osuutta. (Metsäkeskus 2012.)

Päätehakkuiden toteuttaminen tapahtuu osittain tai täysin koneellisesti. Osittain koneellisella päätehakkuulla tarkoitetaan puun kaatamista moottorisahalla. Suurimmaksi osaksi Suomessa tehdään täysin koneellisesti toteutettuja päätehakkuita, joissa moto (KUVIO 6.) eli monitoimikone/harvesteri kaataa, mittaa, karsii, lajittelee ja kerää tukit kasalle. Metsästä tukit ajetaan ajokoneilla tienvarsiin, joista tukkirekat pystyvät kuljettamaan ne sahoille tai muihin määränpäihin. Suomessa käytetään aroissa hakkuukohteissa, kuten puistoissa, luonnonsuojelualueilla ja vesistöjen saarilla, hevosten vetämiä rekiä tai vaunuja. Rekeä tai vaunuja käyttämällä maasto ei kärsi, ja niillä pääsee paremmin vaikeisiin paikkoihin, kuten kivikkoihin. Käyttö on kuitenkin vähäistä eikä juurikaan vaikuta sahoille tulevien puiden määrään. (Metsänhoitoyhdistys 2012a.)



KUVIO 6. Moto ja ajokone (Ponsse 2012)

Sahoille kuljetettavat tukit tulevat tukkikentälle rekkojen kuljettamana. Rekoista ne tyhjätyään tukkikentälle odottamaan tukkilajittelua. Tukkikentillä saattaa olla kastelujärjestelmä, joka sadettaa vesijohto- tai järvivettä tukkien päälle, jotta tukit pysyisivät tasaisen kosteina eikä halkeamisia syntyisi. Pienemmillä sahoilla tukkien liikkuvuus, eli kiertoaika, on niin lyhyt, että kastelua ei välttämättä tarvita. Kaikissa Suomessa olevilla piensahoilla ei ole kastelujärjestelmää. Tukit liikkuvat pienemmillä sahoilla keskiarvolta kahden viikon kierrolla, eli kun tukki tulee tukkikentälle, se on kahden viikon kuluttua valmista sahatavaraa. Sahattavien tukkien kosteus ei kuitenkaan piensahoilla muutu merkittävästi, oli kastelujärjestelmää tai ei, sillä kierto on niin nopeaa, ettei puuaines ehdi kuivua kuin pinnalta. Tukkien kosteuskeskiarvo on 55 %. Vaihteluväli pysyy 50 ja 60 kosteusprosentin välissä, mutta heittoja tietysti tulee, puustosta riippuen. Isoilla sahoilla kastelujärjestelmä on pakollinen, sillä puun kiertoaika saattaa venyä yli kuukaudeksi ja tällöin puuhun tulee halkeamia tai sinistymää, jotka vähentävät sahan tuottoa. (Nenonen 2012.)

Tukkikentältä tukki kulkeutuu tukkilajitteluun. Tukkilajittelija lajittelee tukit lokeroihin tukkien dimensioiden mukaan. Lokeroiden määrä vaihtelee sahoittain, sillä eri sahoilla sahataan eri kokoisia puita. Lokeroilta tukit kuljetetaan omiin tukki-kasoihin, joissa on samaa dimensiota. Lopulta tukki kulkeutuu sahan alkupäähän, jossa se kuoritaan. Joillain sahoilla on käytössä kamera- ja röntgenlaitteet, joilla nähdään tukissa olevat virheet ja voidaan täten saada puusta paras mahdollinen hyöty irti. Tietokone päättää vasta kameroiden jälkeen, mitä tukista sahataan. Sahoilla, joilla ei ole tällaisia järjestelmiä, sahausdimensiot on päätetty jo ennalta ja puunhukka on suurempi. (Nenonen 2012.)

4.5 Sahaus

Sahaus tapahtuu raami-, veisto-, pyörö- tai vannesahalla. Alussa tukista sahataan sivut pois, jolloin siitä tulee pelkka. Raami-, pyörö- ja vannesahauksessa purua syntyy sahauksen yhteydessä. Tukin sivuista tehdään pientä tai vajaakanttista sahatavaraa. Huonokuntoiset ja vialliset sivut menevät hakkuriin. Veistosahauksessa syntyy haketta. Mikäli pelkkahakkurissa on otsasaha, niin sieltä syntyy myös vähän purua. Suurin purumäärä syntyy jakosahauksessa, jossa pelkka sahataan sahatavaraksi. Jakosahoina toimivat pääasiallisesti pyörösahanterät. Jakosahan jälkeen laudat kulkeutuvat trimmerille, joka sahaa laudat oikeisiin dimensioihin. Sahaus tapahtuu pyörösahanterillä, ja tästä syntyy jonkin verran purua. Trimmeriltä laudat kulkeutuvat lajitteluun ja rimoitukseen. Lopuksi useilla sahoilla laudat kuivataan itse ja tämän jälkeen ladotaan nippuihin. (Miettinen 2012.)

5 SAHAUSMENETELMÄT

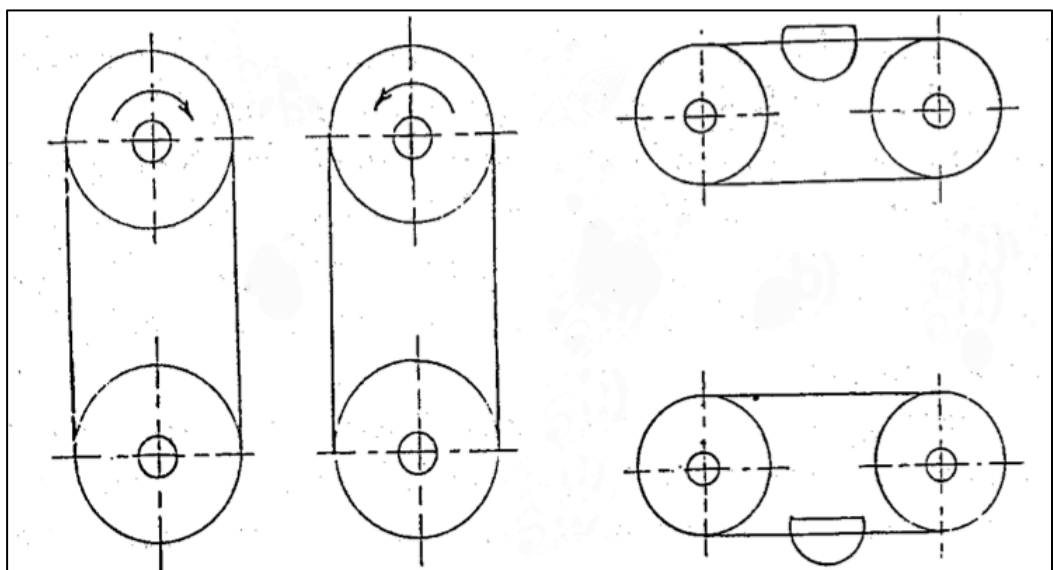
Sahausmenetelmiä on useita. Suomessa sahaukseen käytetään kehäsahausta, vannesahausta, pyörösahausta, pelkkahakkuria, profilointia ja särmäystä.

5.1 Kehäsahaus

Kehäsahaus eli raamisahaus on sahaamista, jossa sahanterät on jännitetty kehän sisään ja saha lastuaa puuta edestakaisella liikkeellä. Kehäsahoja ei ole Suomessa käytössä, muuta kuin todella pienillä ja vanhoilla sahoilla. Suomessa ei myöskään valmisteta enää uusia kehäsahoja. Kehäsahoihin saatiin lisättyä useampi saha samalle kehälle. Yleisin on ollut yhdeksänteräinen kehäsaha, jota on käytetty 1700-luvulla. Kehäsahojen terien paksuus on pääasiassa ollut 2,5 mm, mutta erikoissahaussessa terän paksuus saattoi olla alle yhden millin. (Sipi 1988, 73.)

5.2 Vannesaha

Vannesahassa on jatkettu terä, joka on jännitetty teräpyörien päälle. (KUVIO 7.) Terä kiertää teräpyöriä tasaisella nopeudella. Vannesaha leikkaa aina samaan suuntaan, samalla leikkauskulmalla. Tasaisen nopeuden ja jatkuvan leikkaamisen ansiosta vannesahan terästä voidaan tehdä hyvin ohut. (Sipi 1988, 77 - 80.)



KUVIO 7. Pysty- ja vaakasahaava vannesaha (Sipi 1998, 77)

Vannesahoja on pääasiallisesti kahta kokoa, teräpyörältä 1500 mm ja 1800 mm. 1500 mm:n teräpyörässä käytetään 1,47 mm paksua terää ja 1800 mm olevassa teräpyörässä 1,65 mm:istä terää. Pienempi terä jättää 2,6 - 2,8 mm sahausraon ja suurempi terä jättää 2,8 - 3,0 mm leveän sahausraon. Puru on molemmilla terillä hienorakeista; siitä tulee 0,7 - 1,5 mm leveitä palasia. Vannesahan terää kiristetään vetämällä teräpyöriä erilleen. Terää suunnataan teräpaloilla tai rullilla. Teriä voi olla useita peräkkäin, jolloin saadaan yhdellä kertaa sahattua enemmän. Talvella puita sahataan hitaampaa ja puru on hienojakoisempaa. Puru pyrkii tällöin pois terän ja puun välistä aiheuttaen mittatarkkuuden heikentymistä. Pienemmällä kylkivälilyksellä asiaa on saatu korjattua. Vannesaha on yleinen sahamuoto Suomessa. (Miettinen 2012.)

5.3 Pyörösaha

Pyörösahat voidaan jakaa yksi- ja moniteräisiin sahakoneisiin. Pyörösahojen terien paksuus on yleisesti 2,2 - 6,0 mm. Yleisimmät sahausraot tällä hetkellä ovat 4,6 mm, 4,2 mm ja 3,6 mm. Pyörösahoista tuleva puru on kooltaan 0,7 - 2,5 mm:n kokoisia palasia. (Miettinen 2012.)

5.3.1 Yksiteräinen pyörösaha

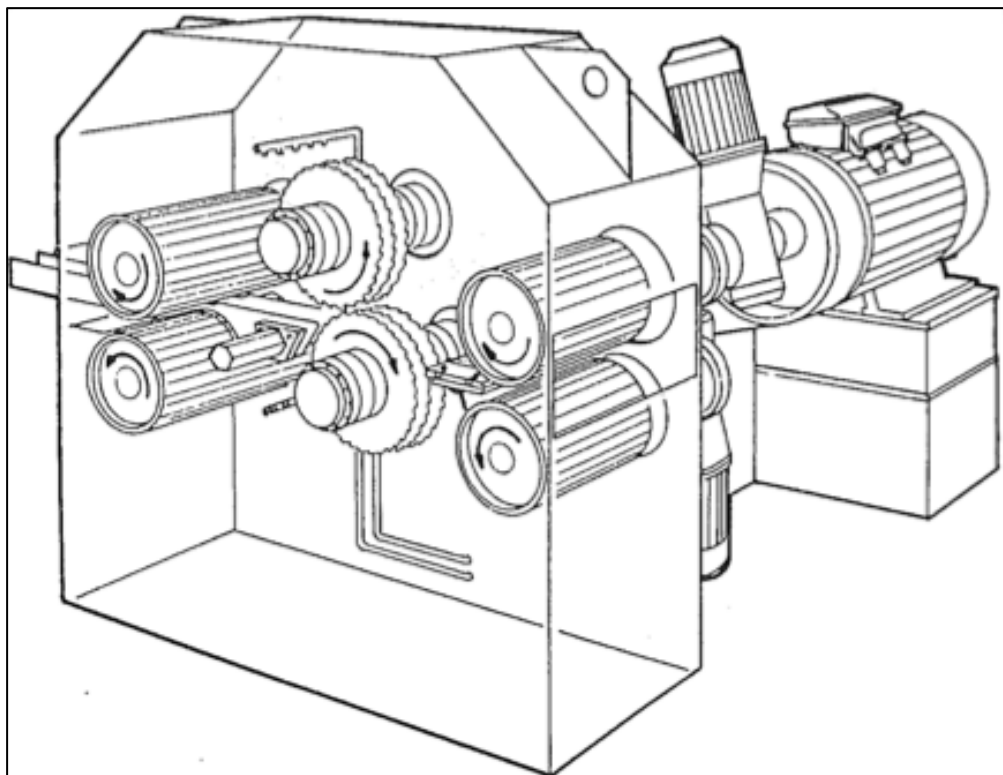
Yksiteräisessä pyörösahassa on vain yksi terä, joka muodostuu hammastetusta terälevystä. Yksiteräisessä pyörösahassa tukkia täytyy kuljettaa saman terän läpi useita kertoja saadakseen haluamansa sahatavaran. Terä asettaa tukille myös maksimihalkaisijan, joka riippuu terän halkaisijasta. Sahaaminen on hidasta puun edestakaisen liikkeen takia. Yksiteräisiä pyörösahoja on yleensä vain kiertävillä kenttäsaahoilla. (Sipi 1998, 74.)

5.3.2 Moniteräpyörösaha

Moniteräpyörösahaa käytetään, kun sahataan useampia kappaleita yhdellä kertaa. Niitä on niin yksi- kuin kaksiakselisia. Sahoja löytyy kiinteä- ja muuttuvasetteisina. (Sipi 1998, 74.)

Kiinteäasetteisia moniteräpyörösahoja (KUVIO 8.) on kahdenlaisia: sekä yksiakselisia että kaksiakselisia. Yksiakselisessa sahassa on yksi teräakseli, johon on kiinnitetty useita teriä. Terät pyörivät teräohjainten varassa, joita jäähdytetään vesi-öljy-ilmaseoksella, joka ruiskutetaan paineella terien sivuille. Teräohjaimet estävät terien taipumista ja vaimentavat värähtelyä sahaushetkellä. Teräohjaimien ansiosta koneissa voidaan käyttää ohuempia teriä pinnan laadun parantamiseksi. Terien asetteet tehdään kiinteillä välirenkailla, jotka asennetaan terien ja teräohjainten väliin. (Sipi 1998, 74 - 75.)

Kaksiakselisessa moniteräpyörösahassa on kaksi teräakselia: ylä- ja ala-akseli. Molemmille akseleille on asetettu yhtä paljon teriä, jotka ovat pienempiä kuin yksiakselisessa. Tarkoituksena on sahata ensimmäisellä akselilla kappale hieman yli puoleenväliin ja toisella akselilla loput. Terien koon kasvattaminen aiheuttaa mittatarkkuuden heikentymistä, koska terät taipuvat. Kappaleessa terien sauma-kohtaan saattaa syntyä porrastusta, jota vähennetään laittamalla terien pyörimissuunnat kummallakin akselilla syötön vastaiseksi. (Sipi 1998, 75.)



KUVIO 8. Kiinteäasetteinen kaksiakselinen moniteräpyörösaha (Sipi 1998, 76)

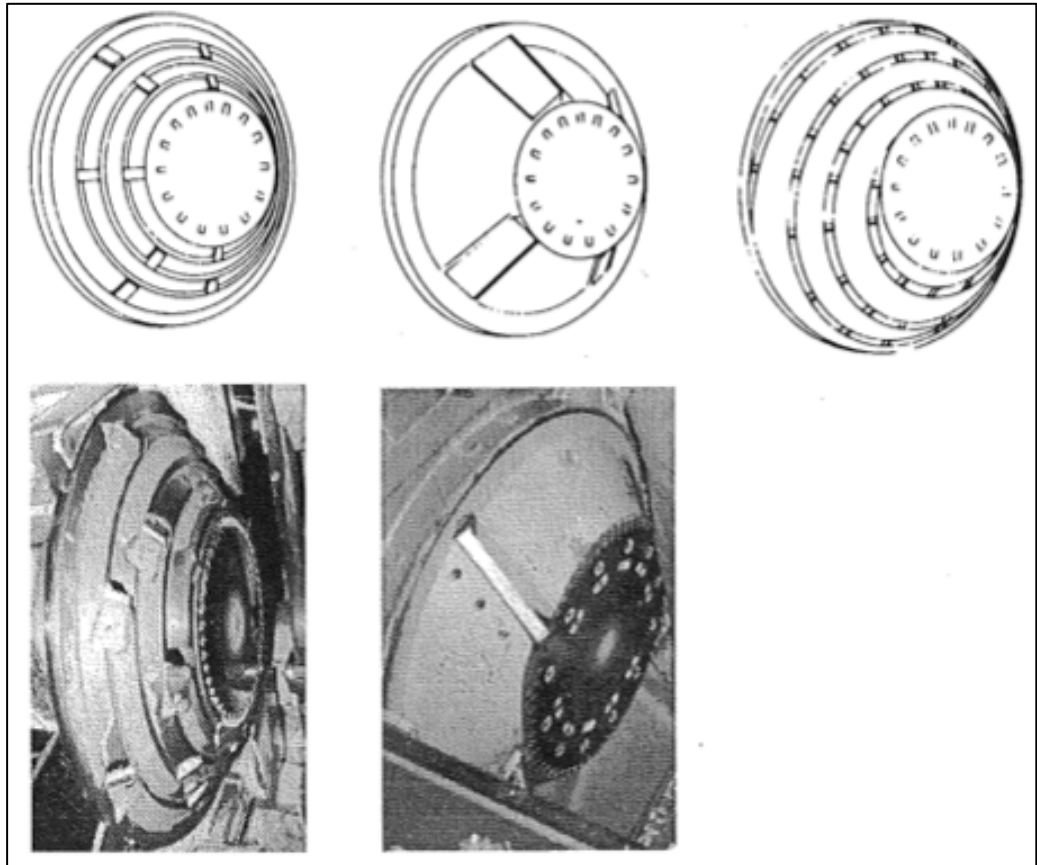
Muuttuva-asetteisessa yksiakselisessa sahasa teriä voidaan ohjata servo-ohjauksella akselilta ja kehältä. Terä on kiinnitettyä laippaan, joka on kiinni pankossa kolmella tangolla. Teräohjain on kiinni omissa tangoissa, jotka ovat kiinnitettyä samaan pankkoon kuin terä. Tällä tavoin terän ja teräasetteen yhtenäinen liike saadaan toteutettua. Akselin pinnassa on uurroksia ja laipoissa on reikiä, jotta tangot pääsevät kulkemaan vapaasti. Näin saadaan liitettyä useita teriä, joita voidaan liikuttaa samanaikaisesti. (Miettinen 2012.)

Kaksiakselinen muuttuva-asetteinen saha on käytännössä neljäakselinen: kaksi kaksiaskelista sahaa vastakkain, jolloin saadaan enemmän teriä ja paremmat asete-mahdollisuudet. Se on yleisin valmistettava sahamalli tänä päivänä. Nykytekniikalla on saatu sahoista teräohjaimet pois, sahauslaadun kärsimättä. (Miettinen 2012.)

5.4 Pelkkahakkuri

Pelkkahakkuria käytetään pelkan tekemiseen ja pelkan toistenkin sivujen haketaamiseen. Hakkurit auttavat selviämään pintojen käsittelystä ja pelkkahakkurien tekemä hake on myytävää sivutuotetta paperiteollisuudelle. Pelkkahakkurin toinen nimitys on veistosaha. (Miettinen 2012.)

Pelkkahakkureita (KUVIO 9.) on kolmenlaisia: porraslevyjä, pelkkalevyjä ja spiraalilevyjä. Porraslevyissä hakkuri on jaettu 4 - 5 portaaseen ja jokaisessa portaassa on omia haketusteriä yhteensä 3 - 6 kappaletta. Pelkkalevyissä on 1 - 6 terää, jotka ulottuvat keskiörenkaasta kartion reunalle asti. Porras- ja pelkkalevy leikkaavat molemmat puuta poikkipäin puun syysuuntaan nähden. Spiraalilevyssä haketusterät ovat kolmessa spiraalin muotoisessa rivissä. Terät leikkaavat puuta puun syysuunnassa ja hakkeen mitta on aina vakio. (Sipi 1998, 80 - 81.)



KUVIO 9. Pelkkahakkurimallit (Sipi 1998, 81)

Useissa malleissa pelkkahakkurin päähän on kiinnitetty terä, joka sahaa puutavaaraan hyvän pinnan. Teränä toimii usein pyörösaha, joka muodostaa sahausraon ennen haketusta. Sahaussessa syntyvä puru seulotaan hakkeen seasta pois. Myös hake seulotaan erilaatuisiksi. Tällä varmistetaan tietynlaisen hakkeen tasalaatuisuus. (Miettinen 2012.)

Hake on kooltaan 25 - 32 mm pitkää, 20 - 25 mm leveää ja 4 - 6 mm paksua. Haketta myydään kahdessa eri luokassa jatkokäsittelijöille. Ensimmäisessä luokassa hakkeen tulee olla alle 8 mm paksua; jos näin ei ole, siitä sakotetaan. Toisessa luokassa hakkeessa täytyy olla vähintään 18 % yli 8 mm paksuja hakelastuja. (Miettinen 2012.)

5.5 Särmäys

Sahauksessa syntyy sivulauta-aihoita, joissa on vajaa särmä. Särmasahan on tarkoitus tehdä näistä lauta-aihoista myyntituotteita. Särmasaha sahaa lautojen reunoista vajaan osuuden pois. Molemmat laudan reunat käsitellään yhtä aikaa. Särmasahana toimii kaksi pyörösahan terää tai kaksi kursoa. Pyörösahoilla sivutuotteeksi tulee purua ja rimat, jotka haketetaan. Kursoilla särmättäessä tulee suoraan haketta. (Sipi 1998, 84.)

5.6 Profilointi

Profiloinnissa sivulauta-aihiot muotoillaan ensin tukkiin ja sitten pelkkaan. Tukista laudat sahataan pois jakosahalla ennen pelkan kaatoa. (Sipi 1998, 92 - 93.) Profilointi tehdään pyörösahoilla, joiden sahausrako on keskimäärin 3,6 mm (Miettinen 2012).

5.7 Hakkurit

Hakkureita tehdään erilaisia eri käyttökohteita varten. Sahoilla on hakkurit, jotka on kehitetty pintojen, rimojen ja tasauspätkien hakettamiseksi. Vaneriteollisuuteen on kehitetty hakkurit, jotka valmistavat purilaista ja jäteviilusta korkealaatuista selluhaketta. Sellu- ja paperituotantoon on myös olemassa omat kuilutäyttöiset rumpuhakkurit. Hakkurit tekevät kappaleista korkealaatuista haketta, joka pääasiallisesti seulotaan erilaatuisiksi, mutta esimerkiksi Heinolan Sahakoneet Oy on kehittänyt hakkureita, joissa hakkeen laatu tehdään seulan sijaan hakkurilla. (Heinolan Sahakoneet Oy 2012.)

Rumpuhakkuri on teollisuudessa käytettävä hakkurimuoto. Rumpuhakkurissa on syöttöaukko, jossa on yleensä itse vetävät syöttörullat. Hakkurin sisällä on terillä varustettu lieriömäinen terärumpu. Teriä rummussa voi olla 2 - 10 kappaletta. Jos teriä on vähän, ne saattavat olla kaksiosaisia. Terien lukumäärällä ja koolla voidaan vaikuttaa syntyvän hakkeen kokoon. Pituusvaihtelua on 10 - 150 millimetriin ja paksuusvaihtelua 3 - 45 millimetriin. (Miettinen 2012; Laitilan Metallit Oy 2012.)

6 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

Varteenotettavia sahoja bioetanolin tuotantohankkeeseen löydettiin useita yhteistyössä Suomen Sahat ry:n henkilöiden Kari Perttilän ja Kai Merivuoren kanssa. Muutama saha löytyi Metsäteollisuus ry:n jäsenlistalta (Liite 3).

Bioetanolilaitoksista tehdään 10 miljoonaa litraa bioetanolia vuodessa valmistavia yksiköitä. Tämän määrän tekemiseen on laskettu tarvittavan 80 000 k-m³ eli noin 265 000 i-m³.purua. Pyritään löytämään yli kymmenen eri osoitetta, joihin tällainen laitos olisi mahdollista rakentaa. Toteutettaviksi valitaan noin kuusi. Laitokset voisivat tulla sahojen yhteyteen, jolloin voitaisiin osapuolten välillä toteuttaa vaihtokauppaa. Sahoilta saataisiin purut ongelmitta pois ja sahat saisivat energiaa tilalle.

6.1 Laskennalliset arvot

Suomen Sahat ry:n jäsenlistasta löytyy 34:n sahan tiedot ja yleiset tuotantomäärät. Sahojen tuotantoon ja aikaisempiin tietoihin perustuen Suomen Sahat ry osasi kertoa sahojen absoluuttiset arvot. Sahatavaraa tukista syntyy 45 %, haketta 30 %, purua 13 % ja kuorta 12 %.

Vierailu Heinolan Sahakone Oy:ssä tuotekehityspäällikkö Lauri Miettisen vieraina antoi hyvän kuvan sahausprosesseista ja sahojen tuotannon laskennallisista arvoista. Heinolan Sahakone Oy:n tuottamien koneiden absoluuttiset arvot ovat seuraavat: sahatavaraa 50 %, haketta 33 %, purua 7 % ja kuorta 10 %. Ero Suomen Sahat ry:n antamiin lukuihin on purun kohdalla kuusi prosenttiyksikköä. Arvioin tämän johtuvan Heinolan Sahakone Oy:n kehittyneistä laitteista ja sen vanhesahayksiköiden suuremmasta määrästä.

Laskennallisiin arvoihin päätettiin käyttää Suomen Sahat ry:n antamia absoluuttisia arvoja, koska suurin osa sahoista kuuluu yhdistykseen ja numerot ovat aikaisempien vuosien tuloksista saatuja.

6.2 Puruun vaikuttavia asioita sahoilla

Sahoilla puruun vaikuttavia tekijöitä on monia. Puruun vaikuttavat se, miten tuoretta puu on, millä sahaustavalla sahataan, minkä kokoisia teriä käytetään, käytetäänkö sahauksessa ilma-vesi-öljy seosta, mikä on sahatavaran kosteus, miten puru säilytetään ja mistä puusta on sahattu.

Tukin tuoreus vaikuttaa bioetanolin tuotantoon. Sahoilta selvitetään, kuinka kauan sahalle tullut tukki on ollut kaadettuna metsässä ja kuinka kauan se on ollut tukkikentällä. Tukki saattaa tulla saman tien kaadon jälkeen tukkikentälle, mutta on paljon tukkeja, joita saatetaan säilöä jopa vuoden, eli niin sanotusti ylivuotisiksi, metsässä.

Sahaustapoja on useita erilaisia. Eri tavoilla tulee erikokoista purua tai haketta. Vannesahoilla ja pyörösahoilla, joissa käytetään teräohjaimia, saatetaan käyttää emulsioaineena ilma-vesi-öljy seosta. Binol BioSafe Oy:n BioSafe BOEM-öljyt ovat esimerkki sahoilla käytettävistä öljyistä (Miettinen 2012).

Sahoilla purut menevät omaan varastoonsa, josta suurimmassa osassa sahoista ne haetaan pois kerran päivässä. Puruvarastoina toimii usein siilo tai katos, mutta joillakin paikoilla puru säilötään ulkosalle. Purun sekaan seulotaan hakkeista pienijakoisin osa ja loput hakkeet menevät omaan varastoon.

Opinnäytetyössä selvitetään purujen nykyinen käyttökohde, jotta saadaan tietoa, onko kyseisellä sahalla kiinnostusta etanolilaitosta kohtaan. Suomen Sahat ry:n Kari Perttilä ja Kai Merivuori olivat sitä mieltä, että listalta voitaisiin unohtaa Koskisen Oy, joka tekee purusta lastulevyä. Vapolla on omia sivuvirtojen käyttökohteita, samoin kuin Kotka millsillä ja Myllyahon Saha Oy:llä. Näiden sahojen tiedot huomioidaan vertailukohtina taulukoissa, mutta niistä ei kerätä tarkkoja tietoja.

6.3 Laskennallisten arvojen tarkastelu

Laskennallisia arvoja tarkasteltaessa havaittiin, että muutamat isoimmat sahat pystyvät yksistään tuottamaan 265 000 i-m³ purua vuodessa. HASA, Keitele Timber

Oy, Kuhmo Oy, Pölkky Oy ja Haminan veistosaha pääsevät kaikki yli 265 000 m³ purutuottoon vuodessa. Muutama muu saha pääsee myös lähelle tätä rajaa.

6.4 Painopisteiksi päätetyt klusterit

Tapaamisessa St1:sen Helsingin konttorissa päätimme yhdessä myynti- ja liiketoiminnan kehitysjohtaja Patrick Pitkäsen ja myyntipäällikkö Mikael Knifin kanssa, että työhön tulee kolme klusteria, jotka kukin sisältävät kaksi tai kolme sahaa. Klusterit tulivat eri puolilta Suomea, ja ne nimettiin paikkakuntien mukaan: Mikkelin, Mänttä ja Pihtipudas. Mikkelin klusteriin kuuluvat Misawa Homes of Finland Oy, Kissakosken saha ja Vilkon Oy. (Liite 3) Mäntän klusteriin kuuluvat Kinnaskoski Oy ja JPJ-wood Oy. Pihtiputaan klusteriin kuuluvat Keitele Timber Oy, HASA ja FM Timber Team Oy. Klustereiden päättämisen jälkeen olin yhteydessä Suomen Sahat ry:hyn, joka laittoi viestiä sahoille opinnäytetyöstä ja pyysivät suhtautumaan suopeasti tapaamisedotuksiin. Tapaamiset sahojen kanssa saatiin sovittua heinä- ja elokuulle.

St1:nen on jo ollut tekemisissä monien sahalistassa mainittujen sahojen kanssa. Kuhmo Oy, PRT-wood Oy, Junnikkala Oy ja Isojoen saha Oy ovat jo tietoisia St1:sen hankkeesta, ja näillä sahoilla on jo käyty tekemässä pohjakartoitusta. Isommista paikoista Stora Enson Kiteen saha ja entinen UPM-kymmenen Oyj:n nykyinen Pölkky Oy:n Kajaanin saha on myös kartoitettu St1:sen toimesta. Kiinnostavana paikkana kohdeklustereiden lisäksi on Iisveden metsän saha.

6.5 Sahoilta selvittävät asiat

Kohdeklustereiden sahoilta yritetään kartoittaa asioita, joista selviää, olisiko bioetanolitehtaalla mahdollisesti kannattavaa sijoituspaikkaa kyseisellä alueella. Sahoista selvitetään perustiedot, jotta saadaan yrityksen perusta selville. Lisäksi selvitetään sahoilla käytettävä sahatyyppi ja koneisto sekä se, minkälaiset hakkurit niillä on käytössä. Pyritään myös paikantamaan alueet, joilta tukit tulevat kyseiselle sahalle. Tukkien kiertoaika, kosteus, kastelujärjestelmä ja väli-/pakkasvarastointi ovat myös kiinnostavia asioita bioetanolin valmistuksen kannalta.

Sahauksessa syntyy aina sahatavaraa, kuorta, haketta ja purua. Sahoilta selvitetään tarkat määrät ja verrataan niitä absoluuttisiin arvoihin. Vertailusta näemme, onko absoluuttisten ja todellisten arvojen välillä suurta heittoa ja voidaanko täten pitää muiden sahojen absoluuttisia arvoja paikkaansa pitävinä. Sivuvirtojen säilöminen, poistoväli, mahdollinen kuivaus, palosuojaus ja nykyiset käyttökohteet pyritään selvittämään tarkasti. Myös sahatavaran käyttökohteet tiedustellaan.

Muut sahoilta selvittävät asiat liittyvät sahojen seisokkiin, seisokin syihin sekä sahan lämpökattilan kokoon ja käyttötarpeeseen. Selvitetään myös, onko ympäristössä niin kutsuttuja sirkkelimiehiä tai muita piensahureita ja onko heidän kanssaan yhteistyötä, esimerkiksi purunpoistoon liittyen. Muita mielenkiintoisia ja esille tulevia asioita kirjataan tarpeen mukaan. Tapaamisten ohessa käydään sahakierroksilla mahdollisuuksien mukaan.

7 MIKKELI-KLUSTERI

Mikkeli-klusteriksi nimettyyn alueeseen kuuluu kolme sahalaitosta. Sahat ovat Misawa Homes of Finland, Vilkon Oy ja Kissakosken saha.

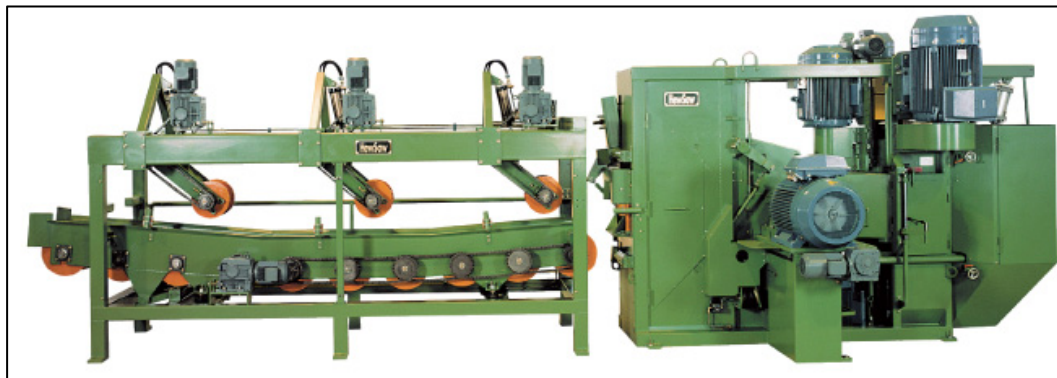
7.1 Misawa Homes of Finland

Misawa Homes of Finland on vuonna 1994 perustettu saha Mikkelissä. Saha on japanilaisten omistama, ja Misawa-yhtiön toimitusjohtajana toimii Hitoshi Hayashi. Misawan Mikkelin-sahan toimitusjohtajana toimii Kirsti Mansikkala. Misawa sahaa tukkeja noin 200 000 m³ vuodessa, joista valmista sahatavaraa saadaan noin 80 000 m³ ja se kuivataan omissa kuivaamoissa. Saha pyörii kahdessa vuorossa ja se työllistää 34 henkilöä, joista 28 on tuotannon ja kuusi hallinnon työntekijöitä. (Mansikkala 2012.)

Misawalla sahataan pelkästään kuusipuuta, joka tulee sahalle Pohjoismaista ja mahdollisuuksien mukaan muista EU-maista. Valmis sahatavara kuljetetaan Japaniin, jossa sitä käytetään taloelementtien runkojen valmistukseen. Erikoisuutena sahalla on, että siellä ei tehdä lainkaan vajasärmäistä sahatavaraa. Kaikki sahatavara, joka valmistetaan, on täyssärmättyä. Sahaus suoritetaan ilman muuttuvia asetteita, tietty dimensio kerrallaan. Tukista jäävät loput osat haketetaan. Tästä syystä hakkeen osuus on suuri. Hakkeen määrään vaikuttaa myös se, että sahalla ei ole tietokonetta, joka määritteli kannattavimman tukin asennon sahauksessa. Tukkikentällä on kastelujärjestelmä, joka sadettaa tukkeja järvivedellä. Tukkien kiertoaika sahalla on noin kolme päivää pienen tukkikentän takia. Sahattavien tukkien pienin läpimitta on 16 senttimetriä ja suurin läpimitta 23 senttimetriä. Tukkien kosteus vaihtelee 40 ja 60 kosteusprosentin välillä. Sahausten jälkeen sama kosteusprosentti säilyy sivuvirroissa. (Mansikkala 2012.)

Misawan Mikkelin sahalla sahalinjana toimii Veiston Hew Saw R200SE-veistosaha. (KUVIO 10.) Sahalinja on noin kymmenen vuotta vanha ja edelleenkin toimiva ja tarkoitukseen riittävä malli. Sahassa on tukin suuntaus ja keskitys. Tukin suuntaus kääntää tukkia hieman sen kaarevuuden mukaan parempaan asentoon ja keskittäjä asettelee tukin sahausta varten. Pelkkahakkuri ja pelkkasaha

valmistelevat tukista pelkan, joka sahataan jakosahalla ja viimeistellään pinta-
laudan särmäyksiköllä valmiiksi sahatavaraksi. (Mansikkala 2012.)



KUVIO 10. HewSaw R200SE (Veisto 2012)

Sahatavara katkotaan vielä oikeisiin mittoihin trimmerillä. Pienet hukkapätkät ja muut palaset haketetaan hakkurilla ja lisätään hakkeen sekaan. Sahalla syntyy haketta noin 30 000 märkä kilogrammaa vuodessa. Hake myydään Metsä-Botnian Joutsenon-sellutehtaalle. Haketta kuljetetaan pois joka päivä, sillä varastotilaa syntyvälle hakkeelle on vain rajallisesti. Purun määrää ei ole mitattu, sillä se menee jo aiemmin kuorimakoneessa syntyneen kuoren kanssa putkea pitkin suoraan Etelä-Savon Energia Oy:lle. Misawa on Etelä-Savon Energia Oy:n osakkeenomistaja. Puru on pyörösahanterän purua eli kooltaan noin 0,7 - 2,5 mm. Hakkeesta 1 % on yli 45 mm, 60 % yli 13 mm ja loput alle 13 mm:n kokoisia palasia. (Mansikkala 2012.)

Saha seisoo kesäisin 2 - 3 viikkoa, yleisimmin kaksi viikkoa. Syy seisokkiin on huolto. Työntekijöiden lomat pidetään liukuvasti kesän aikana, jolloin se ei aiheuta pidempää seisokkia. Talvella sahalla pidetään yhden viikon huoltotauko. Sahalle ei ole tulossa tuotantoon vaikuttavia investointeja, sillä tämänhetkinen kapasiteetti on riittävä. Sahalla ei ole yhteistyötä pienempien ns. sirkkelimiesten kanssa. Ainoa sahaaja, joka tunnetaan, on Veijo Sipilä Lusista. Sipilä myy purun maatalouteen karjan kuivikkeeksi. (Mansikkala 2012.)

7.2 Etelä-Savon Energia Oy (ESE)

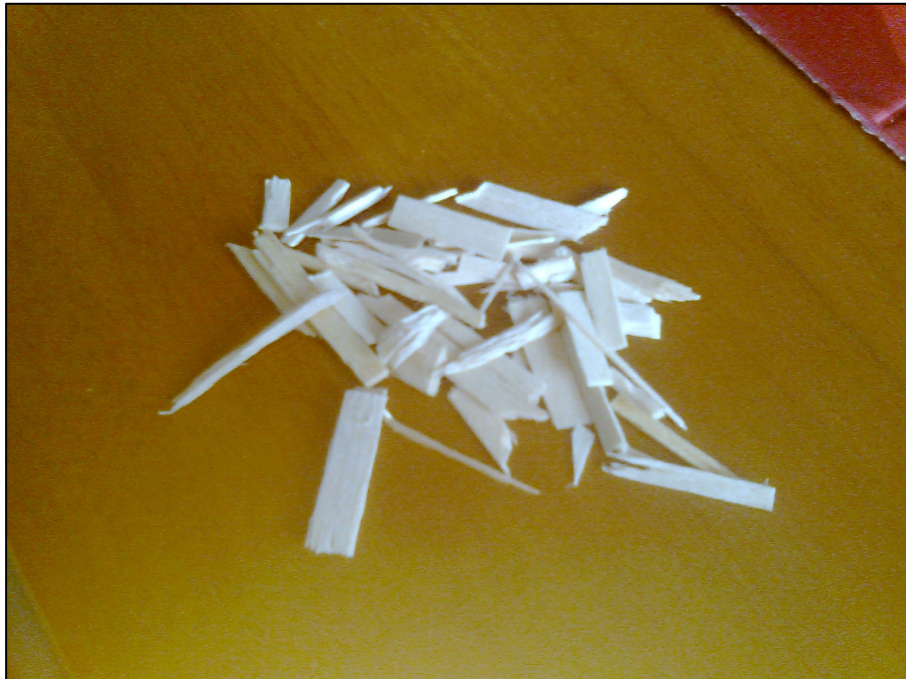
Vuonna 1900 perustettu, entinen Mikelin Sähkölaitos, Etelä-Savon Energia Oy on Mikkelin kaupungin omistama. ESE käyttää 100 % kotimaista polttoainetta, josta yli 60 % on puuta. Mikkelin Pursialassa tuotetaan sähköä vastapainevoimalaitoksella yhteistuotannossa kaukolämmön kanssa. Sähköntuotannossa syntyvä hukkalämpö johdetaan kaukolämpöverkkoon. Voimalaitoksella käytetään polttoainetta noin 1,5 TWh, josta 60 % on puuta ja 40 % turvetta. Puu tulee lähialueiden metsänhoidon ja puunjalostusteollisuuden sivutuotteista ja turve Mikkelin suoalueilta. (Etelä-Savon energia Oy 2012.)

7.3 Vilkon Oy

Koskisen konserniin kuuluva Vilkon Oy on koivun sahaukseen ja viilukomponenttien tuotantoon erikoistunut yksikkö, joka sijaitsee Hirvensalmella. Sahalla sahataan vuosittain noin 19 000 m³ puuta. Sahan kapasiteetti on 30 000 m³, mutta tällä hetkellä ei ole kannattavaa käyttää täyttä kapasiteettia. Valmista sahatavaraa syntyy 7 500 m³, joka kuivataan itse. Sahatavarassa on vain vähän vajaasärmäistä, 30 - 40 %, sillä sahatavaran pääasiallinen käyttökohde on huonekalut. (Joensuu 2012.)

Vilkon Oy:llä sahataan ja sorvataan vain koivupuuta. Vilkon Oy:n sahana toimii raamisaha, joka on nykypäivänä hyvin harvinainen Suomessa. Sahalinjassa on kaksiteräinen raamisaha, joka sahaa pelkan ja jakosahoina toimivat EWD:n pyörösahat. Raamisahan paksut terät muodostavat purua, joka on kooltaan jonkin verran isompaa kuin pyörösahojen tuottama puru. Sahaamisessa ei käytetä vesi-, eikä öljyjäähdytystä. Sahattavien tukkien kiertoaika on sahalla viikosta kuukauteen. Kesällä tukkeja kastellaan halkeamisten estämiseksi. Tukkien kosteus pysyttelee 50 ja 55 kosteusprosentin välissä. Tukkipenkille on tehty 1 000 - 2 000 m³ pakkasvarastoja viilutehdasta varten. Tämä vastaa noin 10 % viilutehtaan käyttämästä puumäärästä vuoden aikana. Vilkonilla sahataan läpimitaltaan minimissä 20 senttimetristä ja maksimissaan 60 senttimetristä tukkia. Kaikki tukit hankitaan Koskisen Oy:n oman puunhankintayrityksen Koskitukki Oy:n kautta. Koskitukki Oy hoitaa myös Vilkon Oy:n sivuvirtojen myynnin. (Joensuu 2012.)

Sahalla tuotetaan vain vähän vajaasärmäistä sahatavaraa, jolloin haketta syntyy runsaasti. Haketta syntyy erityisesti pintapuista ja trimmeriltä syntyvistä hukkapätkistä. Sahalla syntyy kuorta vuodessa noin 4 000 i-m³ ja haketta 10 000 i-m³. Kuori poltetaan omassa 5 MW:n lämpökattilassa polttomurskeen kanssa. Polttomurskettä syntyy 18 000 i-m³, ja siihen sisältyy purua, haketta, kuorta ja puujätettä. Sahauksesta ja murskalta syntyvä hake seulotaan sellunvalmistajan silloisen kokovaatimuksen mukaiseksi ja myydään sellun tuottajille. Kaikki sivuvirtamäärät eivät tule sahouksesta, vaan osa tulee viilun ja koivukomponenttien valmistuksesta. Purua Vilkonin tehtaalla syntyy 1 000 i-m³. Purua käytetään oman lämpökattilan polttoaineena, tarvittaessa lastulevyn valmistukseen ja loput myydään energiatuotantoon. Erikoisuutena Vilkonilla on niin kutsuttu minihake (KUVIO 11.), joka syntyy viilutehtaalta. Minihaketta tulee 3500 i-m³. Pituudelta minihake on 10 - 45 millimetristä ja paksuudeltaan 2 - 3 millimetristä pientä haketa. Minihaketta käytetään tällä hetkellä sellutehtaille. Minihaketta on vaikea saada jatkojalostukseen, sillä sen koko aiheuttaa haasteita. Kaikki sivuvirtana tulevat tuotteet säilytetään ulkona ilman katosta. Sivuvirtoja säilytetään ulkosalla kahdesta seitsemään päivää, jonka jälkeen ne kuljetetaan lopulliseen määränpäähensä. (Joensuu 2012.)



KUVIO 11. Vilkon Oy:n koivuviilusta valmistettua minihaketta

Vilkon Oy:n saha seisoo kesällä 3 - 8 viikkoa, pääasiallisesti kuukauden. Seisokki pidetään kesä-elokuussa, ja sen pituus riippuu markkinatilanteesta ja huoltojen tarpeesta. Seisokin aikana pidetään myös työntekijöiden lomat. Talvisin ei ole ollut tarvetta huoltotauolle. Tuotantoon vaikuttavia investointeja ei ole tulossa, sillä saha ei tälläkään hetkellä tuota täydellä teholla markkinatilanteen takia. Pien-sahaajien kanssa ei ole yhteistyötä. Alueelta tunnetaan Pellisen saha, joka myy purut maatiloille karjan kuivikkeeksi. (Joensuu 2012.)

7.4 Kissakosken saha, Veisto Oy

Kissakosken saha kuuluu sahakonevalmistaja Veisto Oy:n omistukseen. Saha toimii normaalin sahatuotannon lisäksi Veisto Oy:n koesahana. Saha on perustettu vuonna 1978 Hirvensalmelle, ja se on aiemmin toiminut nimellä Veisto-Rakenne Rautio Oy, kunnes 2001 vaihtoi nimensä Kissakosken sahaksi. Sahanjohtajana toimii Uolevi Rautio ja tuotantopäällikkönä Jani Nypelö. Veisto Oy on perheyri-tytys, ja sen johdossa toimii toimitusjohtaja Markku Rautio. Kissakosken saha työllistää 13 henkilöä, jotka toimivat yhdessä vuorossa, ja siellä sahataan noin 60 000 m³ tukkeja vuodessa. Sahatavaraa tukeista tulee noin 25 000 m³, joka kuivataan sahan omissa kuivaamoissa. Sahatavara menee teolliseen jatkojalostukseen, pääasiassa puupakkaukseen, oviin, huonekaluihin ja puutarhaan. Vientiin sahatavaraa menee noin 70 %. Vienti sijoittuu pääasiassa Eurooppaan, mutta esimerkiksi Egypti on yksi suuri vientimaa. (Rautio 2012.)

Kissakosken sahalla sahataan pientä mäntytukkia. Tukit hankitaan lähiympäristös-tä noin 100 kilometrin säteellä. Tukkikentällä ei ole kastelua ja kiertoaika pyritään pitämään mahdollisimman lyhyenä. Talvella kuitenkin saatetaan tehdä välivaras-toja, mahdollisuuksien niin salliessa. Tukkien kiertoaika sahalla on keskimäärin vähän alle kaksi viikkoa. Tukkien kosteus vaihtelee sahaukseen mentäessä 45 - 60 kosteusprosentin välillä. Tukkien kuorimakoneella syntyy kuorta vähän vajaa 16 500 i-m³ vuodessa. Tästä 16 000 i-m³ poltetaan sahan omassa 2 MW:n lämpökä-ttilassa ja vähän alle 500 i-m³ myydään piharakentamiseen. Sahauslinjana toimii Veisto R200SE, eli sama saha kuin Misawa Homes of Finlandillakin. Sahalinjas-toon kuuluvan pelkkahakkurin otsassa on pyörösahanterä, kuten Misawallakin, jotta sahausjäljestä saadaan tasaisempi. Sahauksessa ei käytetä vesijäähdytystä.

Sahalinjalla purua syntyy noin 20 000 i-m³, josta levyteollisuudelle ja maataloudelle myydään noin 7 400 i-m³. Loput purusta myydään energiateollisuudelle. Haketta KISSAKOSKELLA syntyy noin 58 000 i-m³ vuodessa. Kaikki hake myydään sellun ja paperin tuotantoon. (Rautio 2012.)

KISSAKOSKEN SAHA ON SEISOKISSA neljä viikkoa heinäkuussa. Syy seisokkiin on lomien pitäminen. Huollot järjestetään liukuvasti, eikä virallista huoltojaksoa ole. Tuotantoon vaikuttavia investointeja ei ole tulossa. VEISTO OY:n testisahana toimimisesta ei saatu tarkempaa tietoa. KISSAKOSKEN SAHAN lähistöllä olevista piensahoista ei yhtiöllä ole tietoja, eikä näin ollen minkäänlaista yhteistyötä. (Rautio 2012.)

8 MÄNTTÄ-KLUSTERI

Mänttä-klusteriin kuuluu kaksi sahaa. Kinnaskosken saha sijaitsee Vilppulassa ja JPJ-wood Oy Juupajoen kunnassa Pirkanmaalla.

8.1 Kinnaskosken saha

Kinnaskosken saha on 41-vuotias perheyrittys, jonka johdossa toimii toimitusjohtaja Jyri Nenonen. Sahalaitos on perustettu vuonna 1971, ja se työllistää 26 henkilöä, mukaan lukien metsäosasto. Kinnaskosken sahalla sahataan ainoastaan kuusitukkia, jonka minimiläpimitta on 13 senttimetriä ja maksimi 37 senttimetriä. Sahalla pyritään keskimääräisesti sahaamaan mahdollisimman isoa puuta. (KUVIO 12.) Sahaus ja tukkilajittelu tapahtuvat yhdessä vuorossa, mutta tuorelajittelu, riimoitus ja kuivauksenjälkeiset tehtävät pyörivät kahdessa vuorossa. Sahalla käytetään vuodessa noin 110 000 m³ tukkipuuta, joka ostetaan ympäristökunnista noin 40 kilometrin säteeltä. Tukkimäärästä saadaan 55 000 m³ sahatavaraa, josta 80 % menee vientiin. Pääasiallinen käyttökohde on jatkojalostus. Sahatavaran kuivaus hoidetaan sahalla omissa kuivaamoissa. (Nenonen 2012.)



KUVIO 12. Kinnaskosken sahalla syntyviä pelkkoja

Kinnaskosken sahan tukkikentällä ei ole kastelujärjestelmää, sillä asiakkaat eivät halua, että tukkeja kastellaan. Sahatavarasta osa on menossa jatkojalostuksessa värjäyskäsittelyyn, jossa kasteltu puu hankaloittaa toimenpidettä. Kasteluluvan saamiseen vaikuttaa myös se, että saha sijaitsee pohjavesialueella, minne ei yleensä myönnetä kastelulupaa. Tukkien kiertoaika on noin kaksi viikkoa, ja kentällä ei ole pitkäaikaisvarastointia. Tukit saattavat olla hetken aikaa metsässä kasoilla, mutta tukkien kuljetus sahalle pyritään hoitamaan todella nopeasti. Sahalle menevien tukkien kosteus vaihtelee 50 ja 55 kosteusprosentin välillä. Kosteus pysyy samana sahauksen jälkeen, eli myös puru ja hake on 50 ja 55 kosteusprosentin välissä. (Nenonen 2012.)

Kinnaskosken sahalla on käytössä tietokoneohjattu ARI pelkkahakkuri-pyörösahalinja. Tietokoneohjaus mahdollistaa erikoisdimensioiden sahaamisen, se myös lisää tukin saannon määrää. Sahassa on teräjähdytys, joka käyttää vettä ja hieman sahaöljyä. Sahan alkupäässä tukinkuorimolla syntyvä kuori poltetaan osittain omassa lämpölaitoksessa. Loput kuoresta myydään purun mukana Jämsänkoscalle. Sahan lämpölaitoksen kattilan koko on 4 MW, josta tällä hetkellä käytetään 2,5 MW. Purua sahalla kertyy 500 kuiva-aine tkg/kk, eli noin 43 000 i-m³ vuodessa. Puru säilytetään katoksellisissa avosiiloissa, joista se kuljetetaan rekalla UPM-kymmenen Kaipolan-paperitehtaalle ja Jämsänkoscalle Jämsän Aluelämpö Oy:lle polttoaineeksi. Kinnaskosken sahalla on koko ajan yksi rekka ajamassa sivutuotteita pois. Päivän aikana pyritään ajamaan pois se, mitä syntyykin. Haketta sahalla syntyy pelkkahakkureista ja kahdesta murskasta, joissa haketetaan pintoja ja trimmeriltä jääviä pätkiä. Haketta tulee noin 1 100 kuiva-aine tkg/kk, eli noin 81 000 i-m³ vuodessa. Säilytys tapahtuu muiden sivuvirtojen tapaan katoksellisissa avosiiloissa. Hakkeen koko määräytyy sellumatriisien mukaan, jotka määrätään UPM-kymmenen Kaipolan-paperitehtaalta. Yleisesti hakkeen paksuus ei saa ylittää 8:aa millimetriä ja pituus pitäisi saada pysymään 13 ja 20 millimetrin välissä. Liian pieni tai liian suuri pituus muuttaa hakkeen luokkaa huonommaksi, jolloin hakkeen myyntihinta laskee. (Nenonen 2012.)

Kinnaskosken sahalla on tukkien hankinnassa omat aliurakoitsijat metsänkorjuussa. Metsään jäävät kannot ja hakkuutähteet myydään myös energiaksi Jämsänkoscalle. Kantoja tulee vuodessa 5 000 MWh:n ja hakkuutähteitä 6 000 MWh:n verran. Sahalla on seisokki heinäkuun kolme viimeistä viikkoa, jolloin vietetään lo-

mat ja samalla on sahan huolto. Talvella pidetään yksi viikko seisokkia huollon ja joululomien takia. Ympäristöstä piensahamiehiä tunnettiin Kullervo Peltola Vilpupulasta. Yhteistyötä ei silti sirkkelimiesten kanssa ole. (Nenonen 2012.)

8.2 JPJ-wood Oy

JPJ-wood Oy on yksityinen perheyrittys, joka on perustettu vuonna 1994. Saha sijaitsee Juupajoella Pirkanmaalla. Toimitusjohtajana sahalla toimii Markus Luodelahti. Saha työllistää 25 henkilöä, sisältäen metsäosaston ja omistajat. JPJ-wood Oy sahaa sekä kuusta että mäntyä. Sahaus tapahtuu yhdessä vuorossa, mutta sahatavaranlajittelulaitos pyörii kahdessa vuorossa 11 kuukautta vuodesta. Kuusta sahataan noin 70 % ja mäntyä 30 %. Minimikoko puun läpimitalle on 10 senttimetriä ja maksimi 42 senttimetriä. Tukkeja käytetään vuodessa noin 200 000 m³, jotka hankitaan lähikunnilta noin 100 kilometrin säteeltä tai vaihtopuuna UPM:ltä tai Metsähallitukselta. Puunkorjuusta 80 % on JJ-wood Oy:n omaa aliurakointia. Valmista sahatavaraa tukeista saadaan noin 80 000 - 90 000 m³. Valmiista sahatavaraista 70 % menee vientiin ja loput jää kotimaan markkinoille. Pääasialliset käyttökohteet ovat rakentaminen, erityisesti laudat, sekä erilaiset jatkojalosteet. Sahatavara pääasiallisesti kuivataan itse, mutta pieni osa, 5 %, myydään tuoreena asiakkaan pyynnöstä. (Luodelahti 2012.)

JPJ-wood Oy:n tukkikentällä ei ole kastelujärjestelmää, sillä siihen ei ole saatu lupaa. Ympäristölakiasiat ovat kiristyneet vuosien saatossa sen verran, että nuoret sahat eivät enää saa kastelulupaa yhtä helposti kuin aikaisemmin perustetut sahat. Kastelu auttaisi vähentämään erityisesti männyn sinistymistä. Tämä on aiheuttanut sen, että JPJ-wood Oy:llä sahataan kesäisin enemmän kuusta, männyn herkan sinistymisen takia. Tukkien kiertoaika pyritään pitämään sahalla lyhyenä, etenkin kesäisin. Kiertoaika on keskimäärin kahdesta kolmeen viikkoa, jolloin tukkien kosteus pysyy keskimäärin 55 kosteusprosentissa. Tukkien nopean kiertoajan vuoksi sahalla ei tarvitse tehdä välivarastoja. (Luodelahti 2012.)

Tukin kuorimolla kuorta tulee 11 %, eli noin 22 000 k-m³. Irtokuutioina se on noin 62 000 i-m³. Kuoret menevät kuorenrepijän lävitse, josta ne päätyvät säilytettäväksi tukkikentälle. Kuorta käytetään polttoaineena JPJ-wood Oy:n ja Juupajoen kunnan yhteisessä lämpölaitoksessa. Lämpölaitoksen kattilan koko on 5MW ja

JPJ-wood Oy käyttää siitä $\frac{3}{4}$. Loppu menee Juupajoen kunnan kaukolämpöverkon lämmittämiseen. Tukkikentälle irtoava hake myydään Vapolle Vilppulaan polttoaineeksi. (Luodelahti 2012.)

JPJ-wood Oy:n sahalinjastona toimii Veiston SL250 DUO plus. Sahalinjastolla on alussa tukinmittauslaite, joka määrittelee tukista lenkouden ja sen mitä sahatavaa tukista kannattaa sahata. Tukki kulkee pelkkasahan, tukin suuntaus- ja keskityslaitteen kautta. Pelkkasahassa pelkkahakkurit ja pyörösahanterät valmistavat tukista pelkan ja sahaavat sivulaudat irti. Sivulaudat menevät eri kuljettimia pitkin lajitteluun ja pelkka kulkee pelkan mittauspisteen kautta kääntäjälle. Pelkan käännön jälkeen se sahataan jakosahalla tietokoneen hyväksi laskemiin kokoluokkiin. Sahalla käytetään kesäisin terien jäähdyttämiseen vettä, mutta talvella jäähdytystä ei tarvita. Haketta sahalla syntyy 25 %, eli noin $50\,000\text{ k-m}^3$, joka on noin $125\,000\text{ i-m}^3$. Hakkeet seulotaan sellutehtaiden määräämien matriisien mukaan ja niistä mäntyhake myydään Metsä Fibren sellutehtaalle Raumalle ja kuusihake myydään UPM:n Jämsänkosken sellutehtaalle. Hakkeiden poistoväli on kolmesta neljään päivää. Haketta syntyy yhdessä vuorossa noin 350 m^3 , joka säilötään katoksellisessa avosiilossa, samoin kuin puru. Purua sahalla syntyy vuodessa 15 %, eli noin $30\,000\text{ k-m}^3$. Tämä on noin $100\,000\text{ i-m}^3$. Purua poltetaan tarvittaessa kuoren mukana omalla lämpölaitoksella, mutta suurin osa myydään Vapon pellettitehtaalte Vilppulaan. Joitain vähäisiä purumääriä saatetaan silloin tällöin myydä myös Koskisen Oy:lle. Purut ajetaan pois siilosta päivittäin. (Luodelahti 2012.)

JPJ-wood Oy:ssä on sahan kesäseisokki kolme viikkoa heinäkuussa. Syynä ovat huollot ja työntekijöiden lomat. Talvella ei ole pidetty seisokkia, vaan tarvittavat huollot on tehty liukuvasti sahauksen lomassa. Sahalle on tulossa uutena investointina entisen Visuveden sahan lajittelulaitos, mutta tämä ei vaikuta tuotannon määrään. Muita investointeja ei ole tulossa, sillä saha koki suuren uudistamisen vuosina 2008 - 2009. Ympäristössä toimivia pienempiä sahoja tunnettiin Veljekset Järvinen Orivedeltä ja Tamminiemen saha ja höylä Vilppulasta. Tamminiemen saha ja höylä myyvät sirkkeliltä tulevan purun maatalouteen eläimille kuivikkeiksi tai rakennusten lämmöneristeeksi. (Luodelahti 2012.)

9 PIHTIPUDAS-KLUSTERI

Pihtiputaan klusteriin kuuluu kolme sahalaitosta. HASA:lla on sahoja sekä Haapajärvellä että Haapavedellä, FM-Timber Teamin Pihtiputaan yksikkö ja Keitele Group Keiteleellä.

9.1 HASA

HASA:n kotipaikkakunnalla Haapajärvellä ja Haapavedelle puuta on sahattu yli 70 vuotta. HASA on tällä hetkellä nykyaikainen saha, jolla on tuotantolaitokset sekä Haapavedellä että Haapajärvellä. Toimitusjohtajana sahoilla toimii Kalle Kantola. HASA sahaa mäntyttukkia noin 65 % ja kuusitukkia noin 35 %. Sahat pyörivät 150 työntekijän voimin, ja niissä käytetään tukkipuuta yhteensä noin 650 000 m³ vuodessa. Puut hankitaan 60-prosenttisesti yksityisiltä, ja HASA:n omat kaatoaliurakoitsijat hoitavat puunkorjuun. 40 % puista ostetaan isommilta metsäalan yrityksiltä. Valmista sahatavaraa saadaan noin 300 000 m³ vuodessa. Sahatavaraa menee vientiin noin 50 %, josta suurin osa menee Pohjois-Afrikkaan. Käyttökohteena niin kotimaassa kuin ulkomailla on rakennuspuutavara. (Kantola 2012.)

Haapajärvellä on pienpuusahaukseen erikoistunut veistämö, joka käyttää latvahalkaisijaltaan 9 - 15 senttimetristä puuta. Sahalla toimitaan kolmessa vuorossa, ja se on tässä markkinatilanteessa HASA:n kantava voima. Sahalinjana toimii pelkkahakkurilinja, jolla valmistetaan sahatavaraa huonekaluteollisuuteen, infrarakentamiseen ja pakkausteollisuuteen. Veistämöllä tuotetaan myös erikoisparruja rakentamiseen, esimerkiksi ”egyptinparrua”. Se on sahatavaraa, joka on sahattu toisesta päästä kapeammaksi. (Kantola 2012.)

Haapajärven uudella vuonna 2008 valmistuneella sahalla on käytössä nykyaikaisinta teknologiaa. Sahalla toimitaan tällä hetkellä 1,5 vuorossa. Sahalinjana toimii pelkkahakkuri-pyörösahalinja, jossa on mahdollista tuottaa jopa 275 mm:n kokoinen pelkka. Tämä mahdollistaa järeänkin puun sahauksen. Sahalla tuotettava sahatavara menee erilaisiin teollisuuden ja rakentamisen käyttötarkoituksiin. Sahatavara on erittäin laadukasta, sillä käytössä on jatkuva laadunvalvonta, täysautomaattiset trimmerit ja automaattinen kameralajittelu. (Kantola 2012.)

Haapavedellä noin 55 kilometrin päässä Haapajärven sahalta sijaitsee Haapaveden sahan pelkkahakkuri-pyörösahalinja. Saha toimii kahdessa vuorossa läpi vuoden. Haapavedellä on erikoistuttu keskikokoisen puun sahaamiseen. Sahalta tuotetaan puuta huonekalu- ja rakennusteollisuudelle sekä liimapuuteollisuudelle. Kaikilla HASA:n sahoilla käytetään vettä terien jäähdyttämiseen. Haapaveden sahan osuus koko HASA:n tuotannosta on noin 1/3. (Kantola 2012.)

HASA:n tukkikentillä ei ole kastelulaitteistoa, sillä asiakkaat eivät halua, että puuta kasteltaisiin. Kastelu aiheuttaa jatkokäsittelyssä asiakkaalle ongelmia. Kiertoai-
ka pidetään lyhyenä, se on noin kaksi viikkoa. Välivarastoja tai pakkasvarastoja ei ole tarvetta pitää. Puun kosteus on keskiarvoltaan 55 kosteusprosenttia. (Kantola 2012.)



KUVIO 13. HASA:n hakesiilo vasemmalla ja purusiilo oikealla

Sahoilla syntyvät sivutuotteet säilötään Haapavedellä ja Haapajärven uudella sahalla katoksellisissa avosiiloissa (KUVIO 13.), mutta pienemmällä veistosahalla säilytys tapahtuu taivasalla. Sahoilla syntyy kuorta 170 000 i-m³ vuodessa. Kaikki kuori menee polttoon. Haapavedellä kuori menee omaan lämpölaitokseen, joka on

kooltaan 3 MW. Haapajärvellä syntyvät kuoret myydään Haapajärven Lämpö Oy:lle, jossa HASA on 26 %:n osakkaana. Tuotetusta lämmöstä HASA käyttää 55 % itselle. Sahoilla syntyy pelkkahakkureista ja murskilta haketta yhteensä 400 000 i-m³ vuodessa. Se myydään UPM:n sellutehtaalle Pietarsaareen, Metsä Fibren Äänekosken sellutehtaaseen ja Stora Enson Oulun sellutehtaaseen. Sellutehtaat määrittelevät hakkeeseen sellumatriisin, jonka mukaan hakkeet seulotaan oikean kokoisiksi ennen myyntiä. Purua sahoilta tulee noin 270 000 i-m³. Puru myydään paikallisille lämpöyhtiöille, Kanteleen Voima Oy:lle ja Oulun voimalaitokselle. Sivuvirtoja pyritään ajamaan pois sitä mukaa kun niitä syntyykin. Päivittäin 30 rekkalastillista sivutuotteita viedään sahoilta uusiin määränpäihinsä. Pihassa olevalle hakkeelle hinta on 110 euroa/kuiva-ainetonni. Puru ja kuori pihassa kustantaa 14 euroa/MW. (Kantola 2012.)

HASA:lla pidetään sahan seisokki heinäkuussa. Se kestää kolmesta neljään viikkoa, ja sillä ajalla saha huolletaan ja työntekijät pitävät kesäloman. Uusia investointeja ei ole tulossa, sillä markkinatilanne ei ole tällä hetkellä suotuisa. Bioetanolilaitoksesta ollaan HASA:lla erittäin kiinnostuneita ja tontilla olisi runsaasti tilaa lämpökeskuksen vieressä. Piensahaajia ei ympäristöstä tunnettu ja näin ollen minkäänlaista yhteistyötä heidän kanssaan ei ole. (Kantola 2012.)

9.2 Haapajärven Lämpö Oy

Haapajärven Lämpö Oy on toiminut vuodesta 1979 lähtien. Yritys tuottaa kaukolämpöä taajama-alueelle. Yrityksellä on neljä osakkeen omistajaa. Haapajärven kaupunki omistaa 64 %, HASA 26 %, MN 16 Holding Oy 10 %. (Haapajärven Lämpö Oy 2012.)

Haapajärven Lämpö Oy:llä on kaksi lämpölaitosta. Viikatetien lämpölaitos on rakennettu vuonna 1992 ja se tuottaa yhteensä 17 MW. Laitoksella on viisi eri kattilaa. Yksi kiinteän polttoaineenkattila (KPA) sekä neljä raskaspolttoöljykattilaa (POR). Polttoaineina laitos käyttää muhaa, kuorta, kutteria, palaturvetta ja haketta. (Haapajärven Lämpö Oy 2012.)

Toinen lämpölaitos on HASA:n uuden sahan vieressä Rantakadulla Haapajärvellä. Laitos on rakennettu vuonna 2008 ja se on juuri uudistettu tuottamaan 14 MW.

Laitoksessa on yksi kiinteän polttoaineenkattila ja yksi raskaspolttoöljykattila. Polttoaineena lämpölaitos käyttää muhaa, kuorta, kutteria, palaturvetta ja haketta. (Haapajärven Lämpö Oy 2012.)

9.3 FM-Timber Team Oy

FM-Timber Team Oy on perheyhtiö, joka on perustettu vuonna 1997 Pihtiputaalle. Tällä hetkellä FM-Timberillä on saha myös Värtsilässä ja jatkokäsittelylaitos Kihtelysvaaralla. FM-Timber Team Oy:n toimitusjohtajana toimii Petri Säteri ja Pihtiputaan sekä Värtsilän tuotantolaitoksesta vastaa Jarmo Rasi. Sivuvirtojen osalta asioita hallinnoi Keijo Mikkonen, joka toimii Metsäkolmio Oy:n hallituksen puheenjohtajana. Pihtiputaan sahayksikössä sahataan 60 % mäntytukkia ja 40% kuusitukkia. Värtsilässä lukemat ovat toisinpäin. Tukkiensa minimiläpimittana Pihtiputaan sahalalla on 10 senttimetriä ja maksimi 28 senttimetriä. Värtsilän sahalalla pystytään sahaamaan 12 senttimetristä 40 senttimetriin läpimitaltaan olevaa puuta. Kaikki puu on toimituspuuta Metsäkolmiolta, UPM:ltä tai joltain muulta lähistön yhteistyökumppanilta. Valmista sahatavaraa Pihtiputaalla saadaan noin 60 000 m³ vuodessa ja Värtsilässä saman verran. Siitä menee vientiin 60 %, enimmäkseen Pohjois-Afrikkaan ja Aasiaan. Asiakkaista 90 % on teollisia jatkojalostajia. (Säteri 2012; Mikkonen 2012.)

FM-Timberin tukkikentällä ei ole tukkien kastelujärjestelmää. Kasteluun ei ole nähty tarvetta. Kosteus pysyy keskimäärin 55 kosteusprosentissa ja puun kiertoaika pidetään kahdesta kolmeen viikkoa. Sahatessa syntyvissä sivuvirroissa kosteus pysyy samana. Kesällä kiertoaikaa lyhennetään sinistymisen vähentämiseksi. Väli- tai pakkasvarastoja ei ole nähty tarpeellisiksi. (Säteri 2012; Mikkonen 2012.)

Pihtiputaalla sahalinjana toimii Veiston R200 pelkkahakkuri-pyörösaahalinjasto. Samaa sahalinjastoa käytetään Kissakosken sahalalla ja Misawa Homes of Finlandillakin. Sahauksessa Pihtiputaalla käytetään vettä terien jäähdyttämiseen. Ennen sahausta tapahtuvassa kuorinnassa syntyvä kuori käytetään omaan polttoon. Värtsilän sahalalla myyntiin jäävää kuorta tulee 50 000 - 60 000 m³ vuodessa. Pihtiputaan sahayksiköllä on oma lämpölaitos, jossa on 2 MW ja 5 MW kattilat. Sekä Pihtiputaalla että Värtsilässä syntyvä hake myydään sellun valmistukseen UPM:lle ja Metsä Fibrelle. Hakkeet seulotaan sellunvalmistajien antaman matrii-

sin mukaisesti kulloinkin oikean kokoiseksi palasiksi. Purua Pihtiputaalla syntyy 20 000 - 30 000 i-m³, josta myyntiin päätyy 10 000 - 15 000 i-m³ vuodessa. Loppu puru poltetaan omassa lämpölaitoksessa kuoren mukana. Karjalassa Värtsilän sahan ja Kihntelysvaaran jatkojalostetehtaalla syntyvistä puruista myyntiin tulee 80 000 i-m³ vuodessa. Tällä hetkellä myytäväksi tullut puru on mennyt pellettitehtaille. Sivuvirtojen säilöntä tapahtuu ulkosalla (KUVIO 14.), ilman katoksia. Sivuvirtoina syntyvät puru ja hake poistetaan sahoilta jatkokäyttöpaikkoihin päivittäin aina päivässä syntyvän määrän verran. (Säteri 2012; Mikkonen 2012.)



KUVIO 14. Purua odottamassa lastausta FM-Timberin kentällä

Kesäseisokkia FM-Timberillä pidetään neljä viikkoa heinäkuussa. Seisokin aikana sahalta tehdään huoltotoimenpiteet ja työntekijät viettävät lomansa. Tuotantoon vaikuttavia investointeja ei olla tekemässä, sillä markkinatilanteen kannalta se ei olisi kannattavaa. Ympäristöstä ei tunneta ketään sirkkelimiehiä eikä piensahaajia. (Säteri 2012; Mikkonen 2012.)

9.4 Keitele Group

Keitele Group eli Keitele Forest on perheyrittäjä, joka on perustettu vuonna 1981. Vuosien saatossa siitä on kasvanut yksi Suomen suurimmista mekaanisen puunjalostuksen toimijoista. Keitele Forest on emoyhtiö, jonka lisäksi Keitele-yhtiöihin kuuluvat sahayhtiö Keitele Timber Oy, jatkojalostusyksikkö Keitele Forest Wood Production, liimapuuta valmistava Keitele Engineered Wood Oy ja sahausken sivutuotteista energiaa tuottava Keitele Energy Oy. Konsernilla on 100 miljoonan euron liikevaihto, ja se työllistää noin 300 henkilöä. Toimitusjohtajana Keitele Groupilla toimii teollisuusneuvos Ilkka Kylävainio. Keitele Timber Oy:llä sahaetaan tukkeja noin 860 000 m³ vuodessa. Valmistusta sahatavaraa saadaan 400 000 m³, josta 58 % on kuusipuuta ja 42 % mäntyä. (Kylävainio 2012.)

Tukit hankitaan 75 % omahankintana ja hankintasäde on 150 kilometriä. Sahattavien tukkien läpimitta vaihtelee 10 senttimetrinä 54 senttimetriin. Tukkikentällä ei ole kastelujärjestelmää, jolloin tukkien kiertoaika on lyhyt, 15 vuorokautta. Väli- ja lumivarastoja ei tehdä. Tukkiin keskimääräiset kosteudet ovat kesällä 53 kosteusprosenttia ja talvella 57 kosteusprosenttia. Tuoreen purun ja hakkeen kosteusprosentti on sama kuin sahalle menevän tukin kosteusprosentti. (Kylävainio 2012.)

Keitele Timber Oy:llä on nykyaikaiset sahalinjat isolle ja pienelle puulle. Pääsahan mittavat investoinnit on tehty vuosien 2008 - 2011 aikana. Isoille puille oleva sahalinja on täysin tietokoneohjattu, jossa elektroniikka ohjaa tukit optimaalisesti oikeassa asennossa muuttuva-asetteisen pelkkahakkuri-vannesahalinjan läpi. Vannesahan terää jäähdytetään vedellä ja pienellä määrällä mäntyöljyä. Piensaha, joka on rakennettu vuonna 2001 on myös todella nykyaikainen saha. Tukit mitataan tukkimittareilla, joista tietokone laskee tukin parhaimman profiloititavan ja näin saadaan maksimaalinen tuotto. Ennen sahausta tapahtuvassa tukkien kuorinnassa syntyvä kuori poltetaan itse Keitele Energy Oy:ssä ja mahdollinen ylijäämä myydään. Sahanpurua syntyy 350 000 i-m³ vuodessa. Purusta 1/3 poltetaan itse ja loput myydään lämpö- ja voimalaitoksille. Haketta sahalla syntyy 240 000 k-m³ vuodessa, eli noin 600 000 i-m³. Hake myydään sellun ja paperin valmistukseen. Kuivaa kutteria ja haketta syntyy tasauspätkistä ja höyläystoiminnasta 20 000 kuiva-ainetonna vuodessa. Hakkeiden ja purujen varastona toimii osittain katetut

siilot. Kuori varastoidaan tukkikentälle. Sivuvirtavarastoja tyhjätyään päivittäin kuutena päivänä viikossa. Polttoaineiksi käytettävien purujen ja kuorien kuivaamisesta on mietitty toteutettavaksi savukaasuilla, mutta todettu kannattamattomaksi nykyhinnoilla. (Kylävainio 2012.)

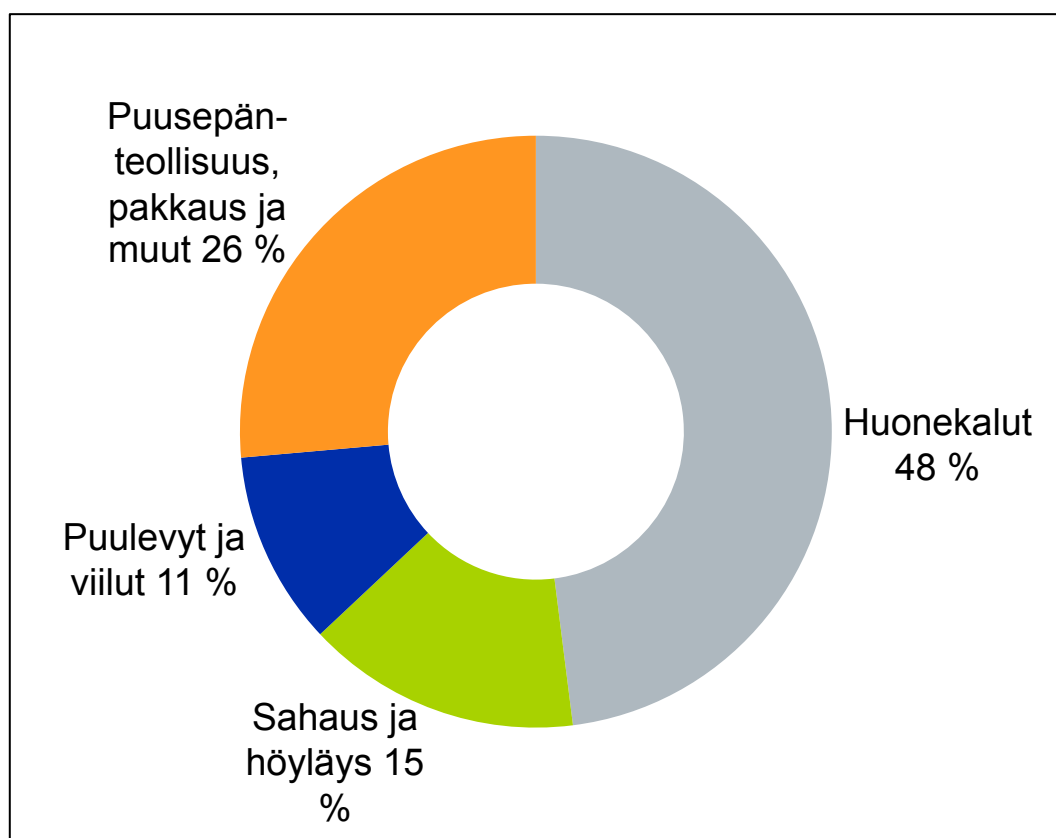
Keitele Timber Oy:llä pidetään vuosihuoltoa kahdesta kolmeen viikkoa heinäkuussa. Samalla työntekijät pitävät lomiansa. Talvella ei ole seisokkia vaan talvilomat tuurataan. Ympäristöstä ei tiedetä pieniä sahoja. (Kylävainio 2012.)

9.5 Keitele Energy Oy

Keitele Energy Oy tuottaa sahauksen sivuvirroista syntyvistä materiaaleista koko konsernin tarvitseman energiatarpeen. Lämpölaitoksella on kolme kattilaa, joissa se polttaa kuorta ja purua. Kaksi kattiloista polttaa märkää polttoainetta ja yksi kuivaa polttoainetta. Märkää polttoainetta polttavien kattiloiden koot ovat 7,5 MW ja 10,0 MW. Kuivapolttoainekattila on kooltaan 7,0 MW. Kattilakapasiteettia on vapaana kesäisin 10,0 MW ja talvisin 4,0 MW. (Kylävainio 2012.)

10 BIOETANOLI RUOTSISSA JA MUUALLA EUROOPASSA

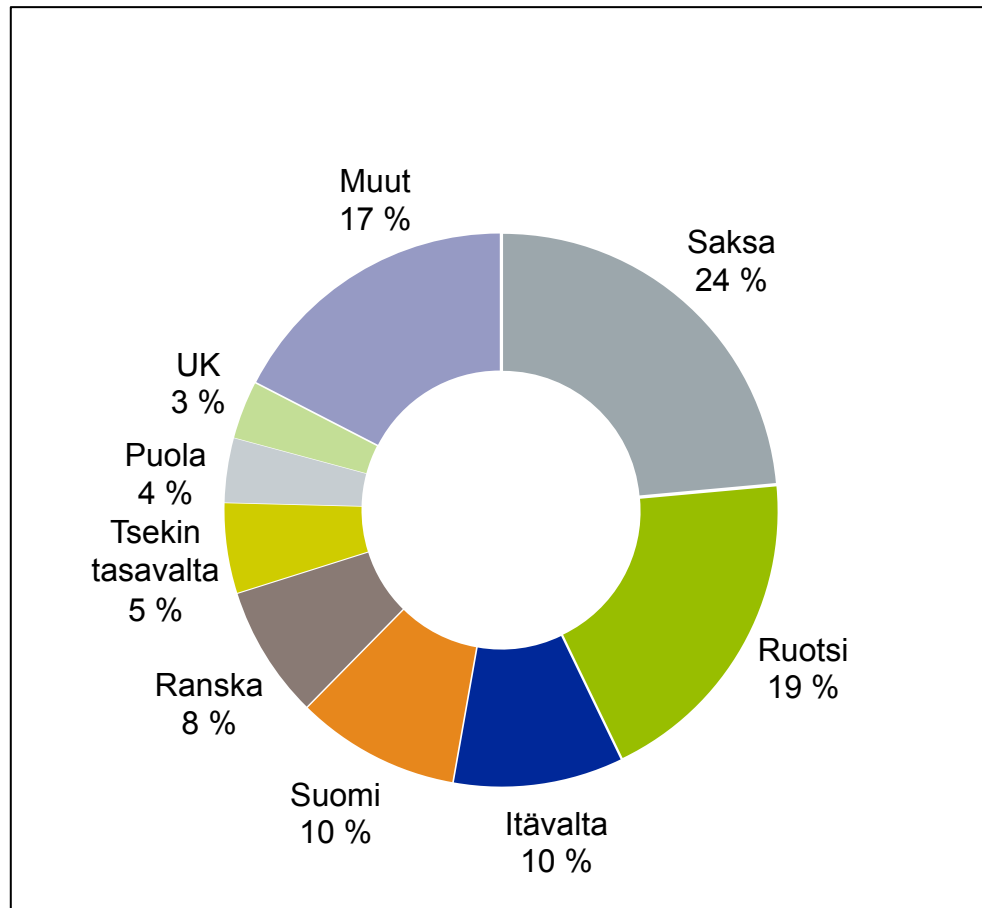
Euroopassa puutuoteala on jakautunut neljään pääryhmään. (KUVIO 15.) Huonekaluteollisuus käsittää 48 % puuteollisuudesta. Puusepänteollisuus ja pakkaus käsittävät 26 %. Sahaus ja höyläys käsittävät 15 % Euroopan puuteollisuudesta. Viilut ja puulevyt ovat pienin osa, ja ne käsittävät 11 % puuteollisuudesta. (Metsäteollisuus ry 2012.)



KUVIO 15. Puutuoteteollisuus Euroopassa (Metsäteollisuus ry 2012.)

Sahateollisuudessa Suomi on yksi Euroopan johtavimpia maita. Koko maailman havusahatavaratuotannosta melkein puolet sahataan Euroopassa. Vuonna 2009 koko maailmassa tuotettiin havusahatavaraa 252 milj.m³ ja siitä 43 % tuotettiin Euroopassa. Vuoden 2009 sahaukset ovat huomattavasti vähäisempiä kuin sitä aiemmin ja sen jälkeen tuotetut sahatavaramäärät. Tämä johtuu huonosta taloustilanteesta, joka oli pahimmillaan juuri vuonna 2009. Suomessa sahattiin vuonna 2009 noin 8 milj.m³ havusahatavaraa. Tällä tuloksella Suomi oli yhdenneksitoista

suurin sahatavaran tuottaja maailmassa ja kolmanneksi suurin Euroopassa. Euroopassa tuotettiin vuonna 2009 yhteensä 83 miljoonaa kuutiometriä havusahatavaraa. Suomi tuotti koko Euroopan havusahatavaramäärästä 10 %. (KUVIO 16.) Havusahatavaran tuottajista Ruotsi oli Euroopan toiseksi suurin 19 prosentin osuudella ja Saksa tuotti eniten, noin 24 prosenttia koko Euroopan havusahatavarasta. (Metsäteollisuus ry 2012.)



KUVIO 16. Euroopan havusahatavaratuottajat (Metsäteollisuus ry 2012.)

Lukujen valossa voitaisiin lähteä tekemään kartoitusta bioetanolilaitoksien perustamista varten sekä Ruotsissa että muualla Euroopassa. Ruotsi on tuotannoltaan sahaamisessa melkein kaksi kertaa niin tuottava maa kuin Suomi ja Saksa on yli kaksi kertaa tuottavampi kuin Suomi. Saksa olisi Keski-Euroopassa iso sahateollisuusmaa, josta varmasti löytyisi potentiaalisia sivutuotelähteitä. Saksan lisäksi Euroopasta kannattaa kartoittaa myös Itävallan ja Ranskan sahojen sivuvirtojen määrät. (Metsäteollisuus ry 2012.)

11 YHTEENVETO

Opinnäytetyöni tarkoituksena oli selvittää puulajien, puuaineksen ja sahausmenetelmien tärkeät kohdat. Samassa kartoitettiin piensahojen sivuvirtoja ja arvioitiin niiden mahdollisuuksia bioetanolintuotannossa.

11.1 Materiaalin kokoaminen

Materiaalin kokoaminen oli osittain haastavaa. Puulajeista ja puuaineesta löytyy tietoa kirjallisuudesta ja Internetistä runsaasti, mutta sahausmenetelmistä ei ole kovinkaan tarkkoja tietoja tarjolla. Kirjallisuudesta löytyy yksi kirja, johon on kerätty sahausmenetelmät yhteen. Kirjan tieto on osittain vanhaa, sillä konekanta on uusiutunut huomattavasti. Sahausmenetelmistä kerätty tieto onkin suurilta osin suullisesti tai sähköisesti haastateltujen ammattilaisten kertomaa. Tutustumiskäynneillä suurilla sahavalmistajilla sain uutta tietoa, jota yhdistelemällä vanhojen tietojen kanssa sain aikaiseksi tarkan ja päivitetyn tietopaketin.

Sivuvirtojen kartoittamisessa haaste oli löytää sahat ja saada niiden sivuvirroista jonkinlainen kuva, jotta pystyttäisiin valitsemaan potentiaalisimmat sahat tarkempaan tarkasteluun. Tässä apua tuli Suomen sahat ry:ltä, josta sain tietooni suurimman osan sahoista ja arvioidut määrät sivuvirroista. Tarkempi sahojen tarkastelu tapahtui paikan päällä haastatteleamalla sahojen johtavia henkilöitä ja tutustumalla sahoihin. Osa sahoista oli erittäin kiinnostuneesti mukana, mutta oli myös sahoja, joiden kanssa joutui tekemään enemmän töitä saadakseen yhteistyön toimimaan.

11.2 Oma oppiminen

Opinnäytetyöni oli mielestäni haastava, sillä kaikkea tietoa ei löytynyt kirjallisuudesta tai Internetistä, vaan suurin osa tiedoista tuli kerätä haastatteleamalla alansa ammattilaisia. Tämä on opettanut toimimaan järjestelmällisesti ja useiden eri toimenkuvaa harjoittavien henkilöiden kanssa. Sahaustekniikkojen menetelmät ovat nyt tarkemmin hallussa ja olen saanut Suomen sahateollisuudesta hyödyllistä tietoa.

Opinnäytetyöprosessi tapahtui kahdessa vaiheessa. Alussa oli helppoa kirjoittaa kirjallista osuutta saatavissa olevaa lähdekirjallisuutta apuna käyttäen ja tekstiä tuli nopeasti. Puolivälissä kirjoittaminen hidastui, sillä tietoa piti hankkia asiantuntijoilta ja sitä tuli hitaasti. Sahoilla oli myös seisokit, jolloin en saanut tapaamisia sovituiksi. Lopussa kun kaikki tieto oli kerätty, loput tekstistä syntyi helposti yhdistelemällä kerättyjä tietoja.

11.3 Opinnäytetyön arviointi ja kehitysehdotukset

Mielestäni sain koottua kattavan ja ajankohtaisen tietopaketin puusta ja sahausmenetelmistä. Onnistuin mielestäni myös keräämään halutut tiedot ja esittämään ne selkeästi tekstillä, kuvilla ja taulukoilla. Koen saaneeni valmiiksi ensimmäisen osion suuresta kokonaisuudesta, jossa on paljon mahdollisuuksia jatkotutkimuksille.

Jatkossa mielestäni voisi valita sahat tai paikat, minne bioetanolilaitokset rakennettaisiin, ja lähteä tarkentamaan tietoja sahoille ja tutkimaan tarkempia mahdollisuuksia investoinneille. Jos teknologia vain on saatu toimivaksi, voisi lähteä suorittamaan kartoitusta Ruotsiin. Kannattavuuden varmistuttua kartoitusta voisi laajentaa Saksaan, joka on Euroopan suurin sahatöiden maa.

Erittäin hyvä jatkotutkimusmahdollisuus olisi myös vaneritehtailla syntyvä ”minihake”. Se on monille vaneritehtaille ongelma, sillä se ei sovellu sellutehtaiden käyttötarkoituksiin. Pääasiallisesti sitä käytetään polttoaineena tehtailla, koska muuta sijoituspaikkaa ei ole.

Metsähakkeen ja kierrätettävän puutavaran mahdollisuudet etanolin tuotantoon kannattaisi myös tutkia. Metsähaketta syntyy Suomessa suuria määriä ja kaikkea ei kerätä talteen. Metsähaketta käytetään polttoaineena lämpökeskuksissa. Metsähakkeessa ja kierrätettävässä puumateriaalissa on paljon epäpuhtauksia. Tästä syystä bioetanolin tuotantoprosessiin täytyisi kehittää tapa poistaa ne.

LÄHTEET

Alanko, P. 1992. Euroopan puut. Hämeenlinna: Karisto Oy.

Bioenergiapörssi. 2012. Hakkeen tuottaminen [viitattu 23.8.2012]. Saatavissa: <http://www.bioenergiaporssi.fi/käsitteet-ja-laskurit/metsäenergia/metsähakkeen-tuottaminen>

Etelä-Savon energia Oy. 2012. Etelä-Savon energia Oy [viitattu 23.8.2012]. Saatavissa: http://www.esse.fi/Etela-Savon_Energia_Oy

Heinolan Sahakoneet Oy. 2012. Kiinteät hakkurit [viitattu 25.5.2012]. Saatavissa: <http://www.heinolasm.fi/fi/tuotteet/hakkurit/kiinteat-hakkurit>

Huikari, O. 1999. Puun ihme. Helsinki: Terra Cognita.

Huopalainen, M. 2012. Betula pubescens – hieskoivu. Helsingin yliopisto [viitattu 22.5.2012]. Saatavissa: http://www.helsinki.fi/metsatieteet/arboretum/puulajit/betula_pubescens.html

Joensuu, J. 2012. Metsäpäällikkö. Koskitukki Oy. Haastattelu 7.8.2012.

Jääskeläinen, A-S. & Sundqvist, H. 2007. Puun rakenne ja kemia. Helsinki: Hakapaino Oy.

Kantola, K. 2012. Toimitusjohtaja. HASA. Haastattelu 21.8.2012.

Koivusalo, J-P. 2012. Betula Pendula - Rauduskoivu. Helsingin yliopisto [viitattu 22.5.2012]. Saatavissa: http://www.helsinki.fi/metsatieteet/arboretum/puulajit/betula_pendula.html

Kylävainio, I. 2012. Teollisuusneuvos. Keitele Group. Haastattelu 3.9.2012.

Laitilan Metallit Laine Oy. 2012. Hakkurit - Tekniset tiedot [viitattu 25.5.2012]. Saatavissa: <http://www.laimet.com/index.html?n=4323>

Luodelahti, M. 2012. Toimitusjohtaja. JPJ-wood Oy. Haastattelu 8.8.2012.

Mansikkala, K. 2012. Toimitusjohtaja. Misawa Homes of Finland. Haastattelu 3.7.2012.

Metsäkeskus. 2012. Harvennushakkuu [viitattu 23.8.2012]. Saatavissa:
<http://www.metsakeskus.fi/harvennushakkuu>

Metsänhoitoyhdistys. 2012a. Energiapuun koneellista korjuuta [viitattu 23.5.2012]. Saatavissa:
http://www.mhy.fi/kalajokilaakso/energiahanke/fi_FI/energiankorjuu/

Metsänhoitoyhdistys. 2012b. Taimikonhoito [viitattu 22.8.2012]. Saatavissa:
http://www.mhy.fi/mhy/metsanhoito/fi_FI/taimikonhoito/

Metsän oppimispolku. 2012. Kevät saa mahlan liikkeelle [viitattu 23.5.2012]. Saatavissa:
http://www.oppimispolku.fi/metsa_suomi/polku.nsf/allbyid/AAB711A22A47CF17C225730500358A65

Metsäntutkimuslaitos. 2012a. Hakkuut ja poistuma [viitattu 7.11.2012]. Saatavissa:
http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/hakkuut/hakkuut_kuukausittain_t.html?omistajaryhma=&puutavaralaji=&alkuvuosi=2010&alkukv=9&loppuvuosi=2012&loppukv=9&submits=Hae+tiedot&.cgifields=summaa

Metsäntutkimuslaitos. 2012b. Puiden kasvusta Suomessa [viitattu 23.5.2012]. Saatavissa: <http://www.metla.fi/metinfo/kasvu/paivittainen/panta-kasvusta.htm>

Metsäntutkimuslaitos. 2012c. Puiden päivittäinen kasvu [viitattu 23.5.2012]. Saatavissa: <http://www.metla.fi/metinfo/kasvu/paivittainen/index.htm>

Metsäntutkimuslaitos. 2012d. Puun energiakäyttö [viitattu 31.8.2012]. Saatavissa:
<http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/laatu/puupolttoaine.htm#k6>

Metsäteollisuus ry. 2012. Perustietoa metsäteollisuudesta [viitattu 19.9.2012]. Saatavissa:
<http://www.metsateollisuus.fi/tilastopalvelu2/Tilastokuviot/Perustietoa/Forms/AllItems.aspx>

Metsävastaa. 2012. Metsä ja luonnon hoito [viitattu 22.8.2012]. Saatavissa:
http://www.metsavastaa.net/nuori_metsa

Miettinen, L. 2012. Tuotekehityspäällikkö. Heinolan Sahakoneet Oy. Haastattelu 10.5.2012.

Mikkonen, K. 2012. Hallituksen puheenjohtaja. Metsäkolmio Oy. Haastattelu 21.8.2012.

Nenonen, J. 2012. Toimitusjohtaja. Kinnaskosken saha Oy. Haastattelu 8.8.2012.

Pitkänen, P. 2012. Re: Opparista [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Anttila, M. Lähetetty 1.11.2012.

Ponsse. 2012. Ponsse Buffalodual kuva [viitattu 30.9.2012]. Saatavissa:
<http://www.ponsse.com/fi/tuotteet/dual-yhdistelmakoneet/buffalodual>

Rakennusperintö. 2012. Soile Tirilän kuva [viitattu 28.5.2012]. Saatavissa:
http://www.rakennusperinto.fi/Hoito/Korjaus_artikkelit/fi_FI/metsa/

Rautio, U. 2012. Toimitusjohtaja. Kissakosken saha Oy. Haastattelu 21.5.2012.

Sipilä, A. 2012a. Picela abies – Metsäkuusi, kuusi. Helsingin yliopisto [viitattu 22.5.2012]. Saatavissa:
http://www.helsinki.fi/metsatieteet/arboretum/puulajit/picea_abies.html

Sipilä, A. 2012b. Pinus Sylvestris – Metsämänty, mänty. Helsingin yliopisto [viitattu 22.5.2012]. Saatavissa:
http://www.helsinki.fi/metsatieteet/arboretum/puulajit/pinus_sylvestris.html

Sipi, M. 1998. Sahatavaratuotanto. Helsinki: Hakapaino Oy

Säteri, P. 2012. Toimitusjohtaja. FM-Timber Team Oy. Haastattelu 21.8.2012.

Veisto Oy. 2012. HewSaw R200. Veisto Oy [viitattu 10.5.2012]. Saatavissa:
http://www.hewsaw.com/tuotteet/sahalinjat/fi_FI/R200/

Väkevä, J. 2012. Suomen metsävarat kasvavat jatkuvasti. Metsäteollisuus [viitattu 23.5.2012]. Saatavissa:

<http://www.metsateollisuus.fi/Infokortit/suomen%20metsavaratkasvavat/Sivut/default.aspx>

LIITTEET

LIITE 1/1 Yhteistyöhenkilöt

Jussi Joensuu jussi.joensuu@koskitukki.fi	Metsäpäällikkö	Koskitukki Oy /Vilkon Oy
Kalle Kantola kalle.kantola@hasa.fi	Toimitusjohtaja	HASA
Saija Korpijaakko saija.korpijaakko@forestindustries.fi	Puutuoteteollisuusasiantuntija	Metsäteollisuus ry
Ilkka Kylävainio ilkka.kylavainio@keitelegroup.fi	Teollisuusneuvos	Keitele Group
Tommy Lindström tommy.lindstrom@iisveden.fi	Toimitusjohtaja	Iisveden metsä Oy
Markus Luodelahti markus.luodelahti@jppj-wood.fi	Toimitusjohtaja	JPJ-wood Oy
Kirsti Mansikkala kirsti.mansikkala@misawa-homes.com	Toimitusjohtaja	Misawa Homes of Finland
Kai Merivuori kai.merivuori@suomensahat.fi	Toimitusjohtaja	Suomen Sahat ry
Lauri Miettinen lauri.miettinen@heinolasm.fi	Tuotekehityspäällikkö	Heinolan Sahakoneet Oy
Keijo Mikkonen keijo.mikkonen@metsakolmio.fi	Hallituksen puheenjohtaja	Metsäkolmio Oy/ FM-Timber Team Oy
Jyri Nenonen jyri.nenonen@kinnaskoski.fi	Toimitusjohtaja	Kinnaskosken saha Oy
Kari Perttilä kari.perttila@suomensahat.fi	Projektipäällikkö	Suomen Sahat ry
Uolevi Rautio uolevi.rautio@veisto.com	Toimitusjohtaja	Kissakosken saha Oy/ Veisto Oy

LIITE 1/2

Petri Säteri petri.sateri@fmtimberteam.fi	Toimitusjohtaja	FM-Timber Team Oy
--	-----------------	----------------------

LIITE 2 Yleinen muuntotaulukko

Puupolttoainelaji	Energiatiheys, MWh/i-m³	Tiiviys, m³/i-m³
Metsähake	0,8	0,4
Teollisuuden puutähdehake	0,8	0,4
Sahanpuru	0,6	0,3
Kutterinlastu	0,5	0,3
Kuori, havupuu	0,6	0,35
Kuori, lehtipuu	0,75	0,35
Kierrätyspuu	0,7	0,4
Puupelletit ja -brikitit	4,70 MWh/tn	0,575 tn/i-m ³ , 1,15 tn/m ³

Lähde: Metsäntutkimuslaitos 2012

LIITE 3/1 Saha-, sellu- ja paperitehdaskartat



- 37 Haminan Saha Hamina 72,2 tm³
- 3 FM Timber Team Oy Värtsilä (Venäjä) 17tm³
- 5 Herralan Saha Oy Herrala 8,7 tm³
- 11 Kausalan Wood Oy Ab Iitti 5,8 tm³
- 14 Koskisen Oy Järvelä 72,2 tm³ (Lastulevytehdas)
- 15 Kotkamills Oy Kotka 57,8 tm³ (korkeapainelaminaatti)
- 16 Kouvolan Saha Oy Kouvola 2,9 tm³
- 20 Märtsälän Saha Oy
- 21 Misawa Homes of Finland Oy Mikkeli 23,1 tm³
- 29 Sahakuutio Oy Kerimäki 14,4 tm³
- 30 Tiaisen Saha Oy Heituinlahti 7,2 tm³
- 32 Kissakosken Saha Oy Hirvensalmi 7,2 tm³
- 35 Vilkon Oy Hirvensalmi 2,9tm³
- 38 Iisveden Saha Iisvesi
- Versowood Vierumäki
- Vapo Timber Hankasalmi
- Metsä Wood Lappeenranta
- UPM Timber Kaukaan Saha Lappeenranta
- Stora Enso Timber Honkalahden Saha Joutseno
- Stora Enso Timber Kiteen Saha Puhos
- Stora Enso Timber Varkauden Saha

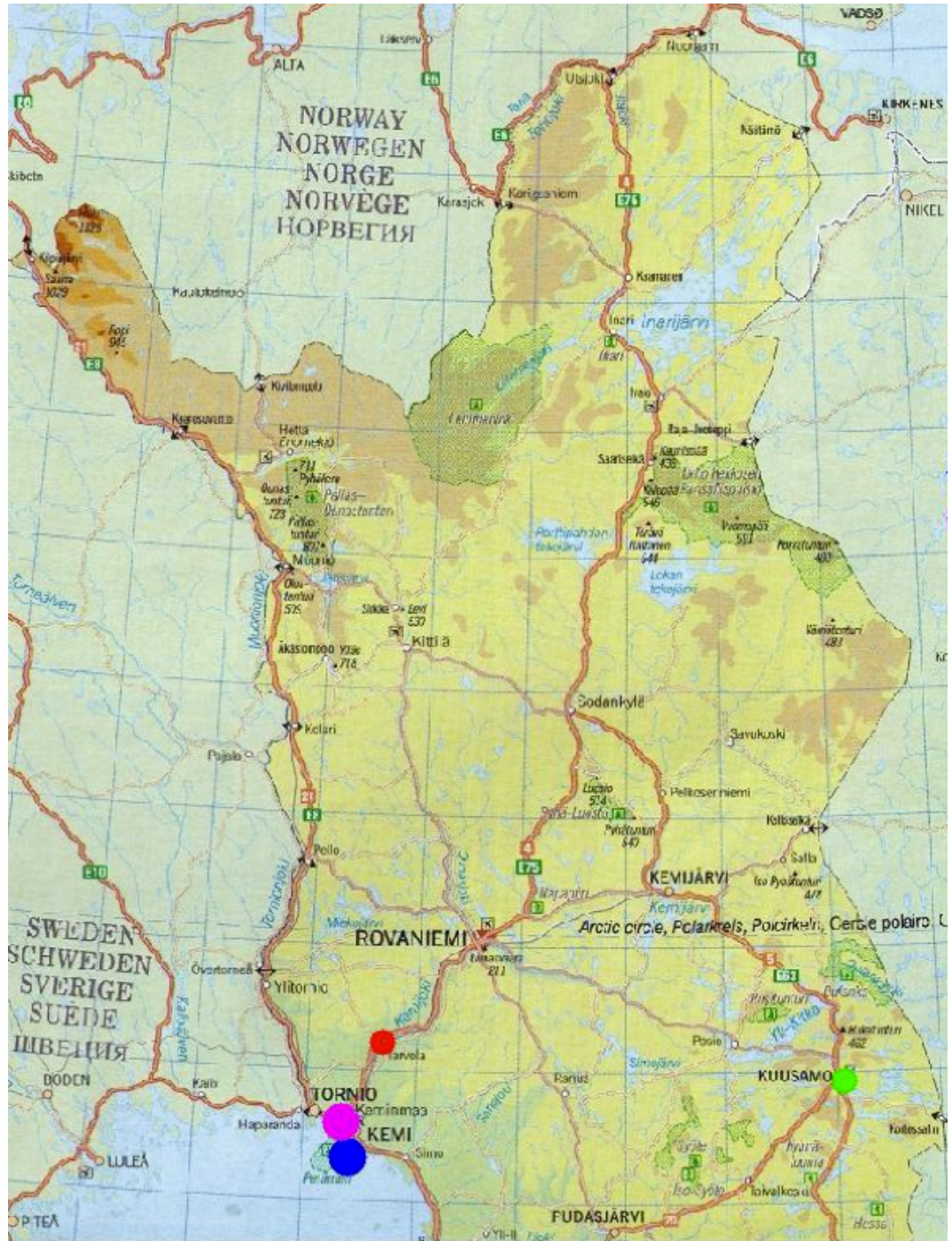


- 2 Akonkosken Saha Oy Toysä 5,8 tm³
- 19 Luopajarven Saha Oy Luopajarvi 5,8 tm³
- 34 Viitalan Saha Oy Peräseinäjoki 2,9 tm³
- 22 Multian Saha Oy Multia 14,4 tm³
- 13 Kinnaskoski Oy Vilppula 14,4 tm³
- 8 JPJ-Wood Oy Korkeakoski 28,9 tm³
- 6 Isojoen Saha Oy Isojoki 28,9 tm³
- 24 Pihlavan Saha Oy Pori 28,9 tm³ (kuitulevytehdas)
- 10 Kampin Saha Oy Lavia 2,9 tm³
- 39 Veljet Kuusisto Oy Laitila 46,2 tm³
- 28 Raunion Saha Oy Koski TL 57,0 tm³

- Metso Wood Merikarvia
- Metso Wood Renko
- Metso Wood Vilppula
- UPM Timber Koskeakosken Saha Korkeakoski
- UPM Timber Seikun Saha Pori
- Versowood Oy Riihimäki



- 9 Junnikkala Oy Kalajoki 72,2 tm³
 - 25 PRT-Wood Oy Pyhäntä 28,9 tm³
 - 4 HASA Haapajärvi 86,7 tm³
 - 3 FM TimberTeam Oy Pihliperä 14,4tm³
 - 7 Jet-Puu Oy Mättönen 5,8 tm³
 - 18 Kyyjärven Saha Oy Kyyjärvi
 - 23 Myllyahon Saha Oy Kurejoki 28,9 tm³
 - 26 Päräs Oy Kruunupyy
(pylväitä/kyllästämistä)
 - 12 Keitele Timber Oy Keitele 101,1 tm³
 - 17 Kuhmo Oy Kuhmo 101,1 tm³
-
- Metsä Wood Eskola/Kannus
 - Metsä Wood Kyrö
 - Stora Enso Timber Oy
Uimaharjun Saha Uimaharju
 - UPM Timber Alholman Saha
Pietarsaari
 - UPM Timber Kajaanin Saha Kajaani
 - Vapo Timber Oy Keväntiemen Saha
Lieksa
 - Vapo Timber Oy Nurmeksen Saha
Nurmes



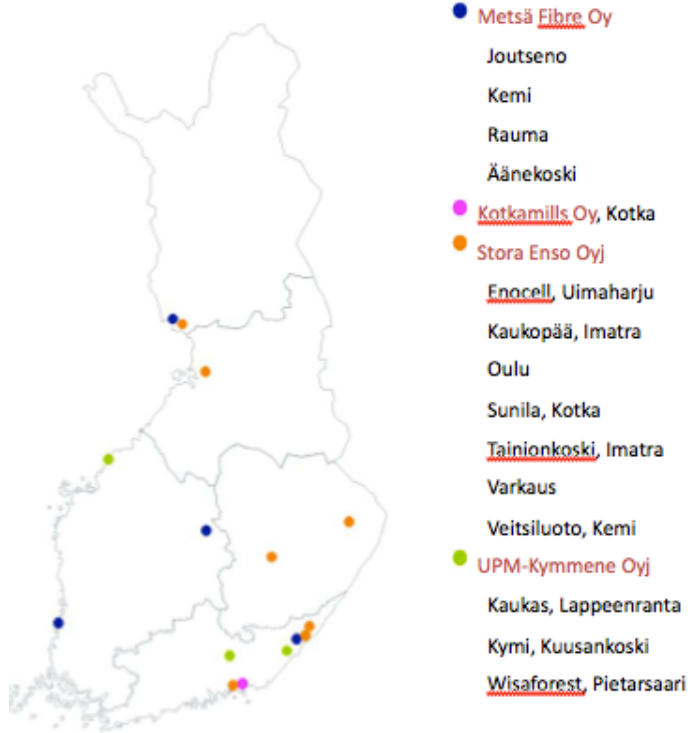
● 33 Veljekset Vaara Oy Tervola 14,7 t_m3

● 27 Pölkky Oy Kuusamo 115,6 t_m3

● Metsä Wood Karihaara/Kemi

● Stora Enso Timber Oy
Veitsiluodon Saha Kemi

Suomen sellutehtaat



Suomen paperitehtaat



- Georgia-Pacific Nordic Oy, Nokia
- Juijo Thermal Oy, Kauttua
- Kotkamills Oy
Kotka
Tainionkoski
- Mondi Lohja Oy, Lohja
- Metsä Tissue Oy, Mänttä
- Metsä Board Oy
Kviro, Kyröskoski
- Sappi Finland Oy
Kirkniemi, Lohja
- Stora Enso Oy
Anjala, Anjalankoski
Imatra
Oulu
Varkaus
Veitsiluoto
- Tervakoski Oy, Tervakoski
- UPM-Kymmene Oy
Jämsänkoski
Kaipola, Jämsä
Kaukas, Lappeenranta
Kymi, Kuusankoski
Rauma
Tervasaari, Valkeakoski
Wisapaper, Pietarsaari

LIITE 4/1 Sahataulukko

yhtys	paikka	puh	fax	luokka	www
Akonkosken Saha Oy	TÖYSÄ	+358 207 738585	+358 6 5261393	10 000-60 000	www.akonkoskensaha.fi
FM Timber Team Oy	PIHTIPUDAS	+358 14 561801	+358 14 561074	60 000-150 000	www.fmtimberteam.fi
HASA	HAAPAJÄRVI	+358 8 769 4111	+358 8 769 4101	150 000-	www.hasa.fi
Herralan Saha Oy	HERRALA	+358 3 872 850	+358 3 8728510	10 000-60 000	www.herralansaha.fi
Isojoen Saha Oy	ISOJOKI	+358 6 220 4400	+358 6 263 1455	60 000-150 000	www.isojoensaha.fi
Jet-Puu Oy	MÖTTÖNEN	+358 207 866500	+358 207 866584	10 000-60 000	www.jet-puu.fi
JPJ-Wood Oy	KORKEAKOSKI	+358 3 3572200	+358 3 3572240	60 000-150 000	www.jpj-wood.fi
Junnikkala Oy	KALAJOKI	+358 8 4639300	+358 8 462016	150 000-	www.junnikkala.com
Kampin Saha Ky	LAVIA	+358 2 5571100	+358 2 5571662	10 000-60 000	www.kampinsaha.fi
Kausala Wood Oy Ab	ITTTI	+358 40 188500	+358 5 3260083	10 000-60 000	www.kausalawood.fi
Keitele Timber Oy	KEITELE	+358 207 469200	+358 207 469219	150 000-	www.keitelegroup.fi
Kinnaskoski Oy	VILPPULA	+358 3 4761600	+358 3 4716555	10 000-60 000	www.kinnaskoski.fi
Koskisen Oy	JÄRVELÄ	+358 20 55341	+358 205 534294	150 000-	www.koskisen.fi
Kotkamills Oy	KOTKA	+358 2046112	+358 204625505	150000-	www.kotkamills.com
Kouvolan Saha Oy	KOUVOLA	+358 5 3212103	+358 5 3212105	10 000-60 000	www.kouvolansaha.fi
Kuhmo Oy	KUHMO	+358 8 632 800	+358 8 632 8080	150 000-	www.kuhmo.eu
Kyyjärven Saha Oy	KYYJÄRVI	+358 14 4692600	+358 14 471486	0-10 000	www.ponttiset.com
Luopajarven Saha Oy	LUOPAJÄRVI	+358 6 4567000	+358 6 4567001	10 000-60 000	www.luopajarvensaha.fi
Mäntsälän Saha Oy	MÄNTSÄLÄ	+358 207 2907 20	+358 207 2907 21	10 000-60 000	www.mantsalan-saha.fi
Misawa Homes of Finland Oy	MIKKELI	+358 15 320330	+358 15 164330	60 000-150 000	
Multian Saha Oy	MULTIA	+358 207 479420	+358 14 752110	10 000-60 000	www.multiansaha.fi
Myllyahon Saha Oy	KUREJOKI	+358 6 5572950	+358 6 5573803	60 000-150 000	www.myllyahonsaha.fi
Pihlavan Saha Oy	PORI	+358 29 123 0900	+358 29 123 0925	60 000-150 000	www.pihlavansaha.fi
PRT-Wood Oy	PYHÄNTÄ	+358 20 770 7300	+358 20 770 7339	60 000-150 000	www.prt-wood.fi
Paras Oy Ab	KRUUNUPYÄ	+358 6 8231400	+358 6 8231444	0-10 000	www.paras.fi
Pölkky Oy	KUUSAMO	+358 8 8599111	+358 8 8599211	150 000-	www.polkky.fi
Raunio Saha Oy	KOSKI TL	+358 2 484400	+358 2 48440101	150 000-	www.raunio.fi
Sahakuutio Oy	KERIMÄKI	+358 15 51110	+358 15 5111151	60 000-150 000	www.sahakuutio.fi
Talsen Saha Oy	HEITUNLAHTI	+358 5 6153500	+358 5 6153555	10 000-60 000	
Vapo Timber Oy	HANKASALMI	+358 20 7905500	+358 20 7905591	150 000-	www.vapo.fi
Veisto Oy /Kissakosken saha	HIRVENSALMI	+358 15 652616	+358 15 652618	10 000-60 000	www.newsaw.com
Veljekset Vaara Oy	TERVOLA	+358 16 435800	+358 16 435801	10 000-60 000	www.veljeksetvaara.fi
Vitjalan Saha Talvaimäet Oy	PERÄSEINÄJOKI	+358 6 4298000	+358 6 4298032	10 000-60 000	

LIITE 4/2

kuusi	männi	koivu	Sahoja	Sahattu 2011 tm ³	Männiä %	Kuusta %	Koivua %	kuori lrtto	Kuorta tm ³
Kyllä	Kyllä		1	20				15,24	5,3
Kyllä	Kyllä		2	50				38,10	13,3
Kyllä	Kyllä		2	300				228,57	80,0
Kyllä			1	30				22,86	8,0
Kyllä	Kyllä		1	100	45 %	55 %		76,19	26,7
Kyllä	Kyllä		1	20	60 %	40 %		15,24	5,3
Kyllä	Kyllä		1	100	30 %	70 %		76,19	26,7
Kyllä	Kyllä		2	250				190,48	66,7
Kyllä	Kyllä		1	10				7,62	2,7
Kyllä	Kyllä		1	20				15,24	5,3
Kyllä	Kyllä		1	350	40 %	60 %		266,67	93,3
Kyllä			1	50		100 %		38,10	13,3
Kyllä	Kyllä		1	250				190,48	66,7
Kyllä	Kyllä		1	200				152,38	53,3
Kyllä	Kyllä		1	10				7,62	2,7
Kyllä	Kyllä		1	350	80 %			266,67	93,3
Kyllä	Kyllä	Kyllä	1	20	50 %	50 %		0,00	0,0
Kyllä		Kyllä	1	80				0,00	0,0
Kyllä			1	50		100 %		60,95	21,3
Kyllä	Kyllä		2	100				38,10	13,3
Kyllä	Kyllä		1	100				76,19	26,7
Kyllä	Kyllä		2	100				76,19	26,7
								0,00	0,0
Kyllä	Kyllä		3	400				304,76	106,7
Kyllä	Kyllä		1	200	25 %	75 %		152,38	53,3
Kyllä	Kyllä		2	50				38,10	13,3
Kyllä	Kyllä		1	25				19,05	6,7
Kyllä	Kyllä		2	500				380,95	133,3
Kyllä	Kyllä		1	25				19,05	6,7
Kyllä	Kyllä		1	50				38,10	13,3
Kyllä	Kyllä		1	10				7,62	2,7

Sahatavaraa tm ³	Irto hake	Haketta tm ³	Puru Irto	Purua tm ³	Mäntypurua tm ³	Kuusiipurua tm ³	Kolviipurua tm ³
20	33,33	13,3	19,3	5,8	0,00	0,00	0,00
50	83,33	33,3	48,1	14,4	0,00	0,00	0,00
300	500,00	200,0	288,9	86,7	0,00	0,00	0,00
30	50,00	20,0	28,9	8,7	0,00	0,00	0,00
100	166,67	66,7	96,3	28,9	13,00	15,89	0,00
20	33,33	13,3	19,3	5,8	3,47	2,31	0,00
100	166,67	66,7	96,3	28,9	8,67	20,22	0,00
250	416,67	166,7	240,7	72,2	0,00	0,00	0,00
10	16,67	6,7	9,6	2,9	0,00	0,00	0,00
20	33,33	13,3	19,3	5,8	0,00	0,00	0,00
350	583,33	233,3	337,0	101,1	40,44	60,67	0,00
50	83,33	33,3	48,1	14,4	0,00	14,44	0,00
250	416,67	166,7	240,7	72,2	0,00	0,00	0,00
200	333,33	133,3	192,6	57,8	0,00	0,00	0,00
10	16,67	6,7	9,6	2,9	0,00	0,00	0,00
350	583,33	233,3	337,0	101,1	80,89	0,00	0,00
	0,00	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
20	33,33	13,3	19,3	5,8	2,89	2,89	0,00
	0,00	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
80	133,33	53,3	77,0	23,1	0,00	0,00	0,00
50	83,33	33,3	48,1	14,4	0,00	14,44	0,00
100	166,67	66,7	96,3	28,9	0,00	0,00	0,00
100	166,67	66,7	96,3	28,9	0,00	0,00	0,00
100	166,67	66,7	96,3	28,9	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
400	666,67	266,7	385,2	115,6	0,00	0,00	0,00
200	333,33	133,3	192,6	57,8	14,44	43,33	0,00
50	83,33	33,3	48,1	14,4	0,00	0,00	0,00
25	41,67	16,7	24,1	7,2	0,00	0,00	0,00
500	833,33	333,3	481,5	144,4	0,00	0,00	0,00
25	41,67	16,7	24,1	7,2	0,00	0,00	0,00
50	83,33	33,3	48,1	14,4	0,00	0,00	0,00
10	16,67	6,7	9,6	2,9	0,00	0,00	0,00

