



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

# PINNOITETUN VANERIJÄTTEEN HYÖDYNTÄMINEN

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Puutekniikan koulutusohjelma  
Opinnäytetyö  
Kevät 2014  
Jaakko Valo

## ALKUSANAT

Opinnäytetyö on tehty Koskisen Oy:lle 2012 - 2013. Opinnäytetyön ohjaajana Lahden ammattikorkeakoulun puolesta toimi lehtori Jari Suominen ja Koskisen Oy puolesta Riitta Ahokas.

Haluan kiittää opinnäytetyön ohjaamisesta Jari Suomista ja Riitta Ahokasta. Erityis kiitokset vielä Kuusakosken Pekka Virtaselle.

Lahdessa 22.3.2013

---

Jaakko Valo

Lahden ammattikorkeakoulu  
Puutekniikan koulutusohjelma

VALO, JAAKKO: Pinnoitetun vanerijätteen hyödyntäminen

Puutekniikan opinnäytetyö, 34 sivua, 2 liitesivua

Kevät 2014

TIIVISTELMÄ

---

Opinnäytetyössä tutkittiin pinnoitetun vanerijätteen hyödyntämistä Koskisen Oy:n toimesta. Tutkimus suoritettiin Koskisen Oy:n vaneritehtaalla Kärkölässä. Tutkimuksessa selvitettiin alumiinipinnoitteen vanerijätteen hyödyntämismahdollisuudet. Tuotantoprosessin suurimpia kustannuksia ovat raaka-ainekustannukset, minkä takia on tärkeää minimoida vanerijätteen aiheuttamia kuluja.

Teoriaosuudessa käydään läpi vanerin valmistusprosessi ja omassa osuudessa vanerin pinnoitus. Tutkimuksessa käydään läpi myös ympäristöön vaikuttavat tekijät. Työn viimeisessä osiossa selvitetään alumiinipinnoitteen vanerijätteen hyödyntämistä tutkimuksilla yritysten kanssa.

Tutkimuksilla selviää, että pinnoitetun vanerijätteen aiheuttamia kustannuksia voitaisiin laskea. Alumiinipinnoitteen vanerijätteen voisi kierrättää ja hyötykäyttää, jos vaneri ja pinnoite saadaan eroteltua toisistaan. Ongelmana on puuntyöstölaitteiden käyttö vanerin ja pinnoitteen erottelunsa. Puuteollisuudesta ei löydy konetta, jolla toimenpide voitaisiin suorittaa.

Asiasanat: vaneri, pinnoite, alumiini

Lahti University of Applied Sciences

Faculty of Technology

VALO, JAAKKO: Recovery of coated plywood waste

Bachelor's Thesis in wood technology  
appendices

34 pages, 2 pages of

Spring 2014

ABSTRACT

---

This thesis examines the recovery of coated plywood waste recovery at Koskinen Oy. The study was conducted at Koskinen's Kärkölä plywood mill. The study deals with recovery options of aluminum coated plywood waste.

Raw material costs make the largest share of production cost, which is why it is so important to minimize the costs of waste plywood. The theoretical part deals with of the plywood manufacturing process and in their own section of plywood coating. The thesis also analyzes the environmental factors. The last section explains the aluminum coated plywood waste recovery studies with companies.

The studies show that the coated plywood waste costs could be lowered. Aluminum coated plywood waste could be recycled and reused, if the plywood and the coating can be separated from each other. The problem is, that the wood industry does not have any machines, that are capable of separating the aluminum and plywood from each other.

Key words: plywood, coat, aluminum

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Työn tavoite	1
1.2	Työn toteutus	1
2	KOSKISEN OY	3
3	VANERI	4
3.1	Pinnoittamaton vaneri	4
3.1.1	Raaka-aineet	4
3.1.2	Valmistus	5
3.2	Pinnoitettu vaneri	6
4	KIERRÄTYS- JA YMPÄRISTÖLAINSÄÄDÄNTÖ	9
5	KIERRÄTYS	12
5.1	Vaneri	12
5.2	Puu	13
5.3	Liima	15
5.4	Alumiini	15
6	KIERRÄTYS YRITYKSISSÄ	17
6.1	Koskisen Oy	17
6.1.1	Puulevytehtaan energiahuolto	17
6.1.2	Sivutuotevirrat	18
6.2	Kuusakoski Oy	19
7	TULOKSET JA JATKOTOIMENPITEET	21
7.1	Alumiinin irrotus	21
7.2	Kierrätys	22
7.2.1	Alumiini	22
7.2.2	Vaneri	22
7.3	Säästöt	23
8	YHTEENVETO	25
	LÄHTEET	27
	LIITTEET	29

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö käsittelee Koskisen Oy:n alumiinipinnoitteista vaneria. Työn tavoitteena on luoda toimiva, kustannustehokas ja ympäristöystävällinen jätteen käsittely alumiinipinnoitteiselle vanerille. Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää eri vaihtoehtoja jätteen hyödyntämiseen ja selvittää niiden kustannukset.

## 1.1 Työn tavoite

### **Toimivuus ja kustannustehokkuus**

Tavoitteena on löytää toimiva ratkaisu nykyiselle pinnoitetulle vanerijätteelle. Tällä hetkellä jätettä syntyy 25–90 tonnia vuodessa. Sen kuljettaminen jalostuslaitokselle Ekokemille maksaa 83 euroa tonnia kohden. Vuodessa kyseisen määrä maksaa Koskisen Oy:lle 2075–7470 euroa. Yksi tavoitteista on saada kyseinen jätteestä syntyvä kustannus minimoitua tai poistettua kokonaan.

### **Ympäristöystävällisyys**

Tällä hetkellä vaneriin liimattua pinnoitetta ei eritellä mitenkään, joten se poltetaan Ekokem:llä polttouuneissa irti. Vanerin polttaminen irti pinnoitteesta aiheuttaa turhaa energian tuhlausta. Tavoitteena on saada pinnoite eriteltyä vanerista. Tämän avulla pinnoite saataisiin suoraan toimitettua sellaisenaan kierrätyslaitokselle ja se ei aiheuttaisi niin suuria energiakulutuksia. Vaneri jäisi tässä tapauksessa tehtaan omaan käyttöön. Tällä tavoin vanerista saadaan lämpöenergiaa poltamalla tehtaan omissa uuneissa. Se on tärkeää ekologisuuden kannalta.

## 1.2 Työn toteutus

### **Alumiinin irrotus**

Työn tarkoituksena oli saada irrotettua alumiini irti vanerista niin, että siihen jäisi mahdollisimman vähän vaneria kiinni. Testaus suoritettiin Lahden ammattikorkeakoulun tiloissa, puutekniikan laboratoriossa. Laboratoriossa koitetaan löytää mahdollisia irrotustapoja perinteisillä puuntyöstökoneilla tai

muilla mahdollisilla tavoilla. Tavoitteena oli saada alle yhden millimetrin kerros vaneria tai liimakerrosta kiinni alumiinissa.

### **Polttotesti**

Polttotestillä testataan, jääkö vaneria kiinni liikaa alumiiniin. Vaneria ei saa jäädä kiinni arviolta yli yhden millimetrin kerrosta, muuten poltossa käytettävä sulansaanto on liian pieni ja puhtausaste liian vähäinen.

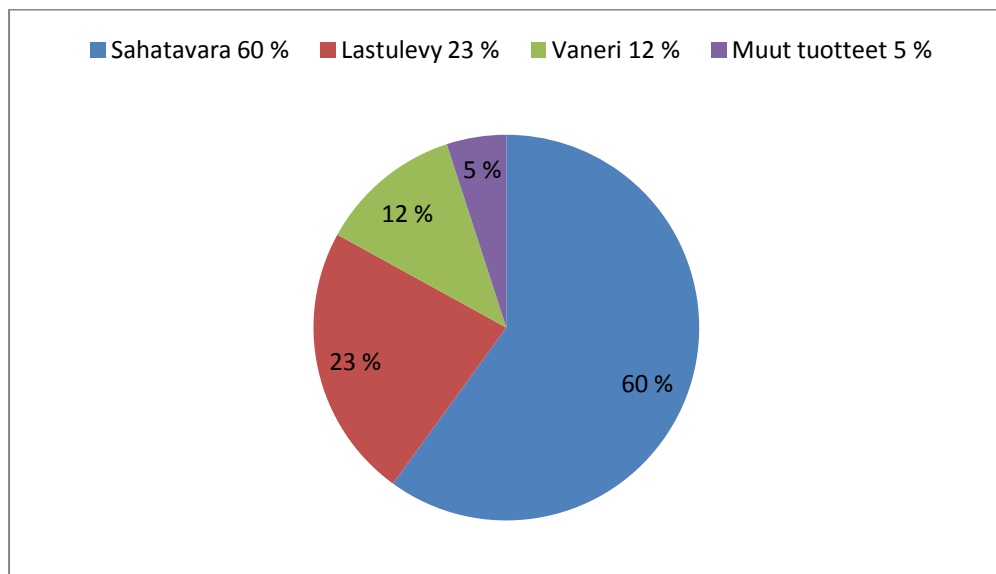
## 2 KOSKISEN OY

Koskisen Oy on vuonna 1906 perustettu suomalainen, kansainvälisesti toimiva perheyriitys. Koskisen valmistaa ja markkinoi puutuoteteollisuuden tuotteita rakennus-, huonekalu- ja kuljetusvälineiteollisuudelle. Koskisen toimialat ovat puunhankinta, sahateollisuus, vaneriteollisuus, lastulevyteollisuus, koivutuoteteollisuus ja taloteollisuus. (Koskisen Oy 2013b.)

### **Vanerituotanto**

Koskisen Vaneri valmistetaan Koskisella ohuista ristiinliimatuista viiluista. Koivu- ja kuusiviilun nimellispaksuus on 1,5 mm. Paksuviiluisen havuvanerin viilunpaksuus on 2,0–3,2 mm. Ristiinliimatun vakiorakenteen lisäksi saatavana on useita suunnattuja erikoisrakenteita vaatimaan erityiskäyttöön. (Koskisen laatukäsikirja 2008.)

Tuotantomäärien jakauma vuonna 2010 on laskennallinen tulos käytetystä tukkipuusta (kuvio 1). Ostetusta tukkipuusta sahatavaraan on käytetty 60 %, lastulevyyn on käytetty 23 %, vaneriin on käytetty 12 % ja muihin tuotteisiin on käytetty 5 %. (Koskisen Oy 2013a.)



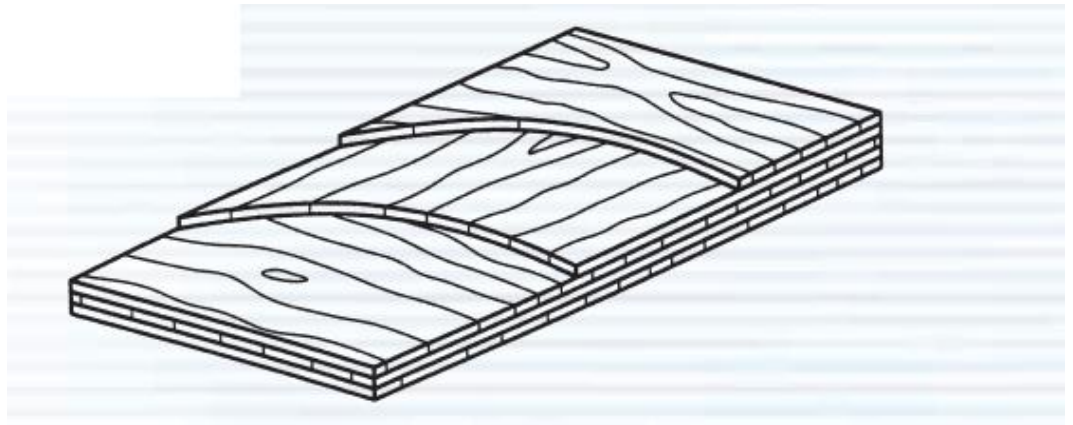
KUVIO 1 Tuotantomäärien jakauma (Koskisen Oy 2013.)



### 3 VANERI

#### 3.1 Pinnoittamaton vaneri

Kotimaisen vanerin pääraaka-aineita ovat koivu ja kuusi. Sorvatut viilut liimataan syysuunnaltaan ristikkäin koivu-, seka- tai havuvanereiksi. Ristiinliimaus estää kosteusvaihteluiden aiheuttamia mittojen muutoksia eli puun kosteuselämistä levyn tason suunnassa. Liimana käytetään usein fenoliformaldehydihartsia, joka kestää vaativiakin olosuhteita. Vanerituotteiden jaottelun perustana on tuotteen rakenne, pintaviilun laatu, liimauksen kosteiden- ja säänkestävyys sekä puuraaka-aine. Vaneri on vähintään kolmesta ohuesta puuviilusta ristiin yhteen liimaamalla valmistettu levymäinen puutuote (kuva 1). (Koponen 1995, 18-19.)



KUVA 1 Ristiinliimattu vanerirakenne (Metsäteollisuus 2013)

##### 3.1.1 Raaka-aineet

Suurimman ryhmän muodostavat erilaiset vanerit. Suomessa vanerit jaetaan puuraaka-aineen perusteella seuraavasti:

- Koivuvaneri on valmistettu pelkästään koivusta. Standardisoidussa koivuvanerissa käytetään 1,4 mm paksuisia viiluja ristiin liimattuna toisiinsa.
- Sekavavanerissa käytetään valmistuksessa koivun lisäksi havupuuta, erityisesti kuusta. Standardisoidussa sekavanerissa pinta ja pintaviiluun

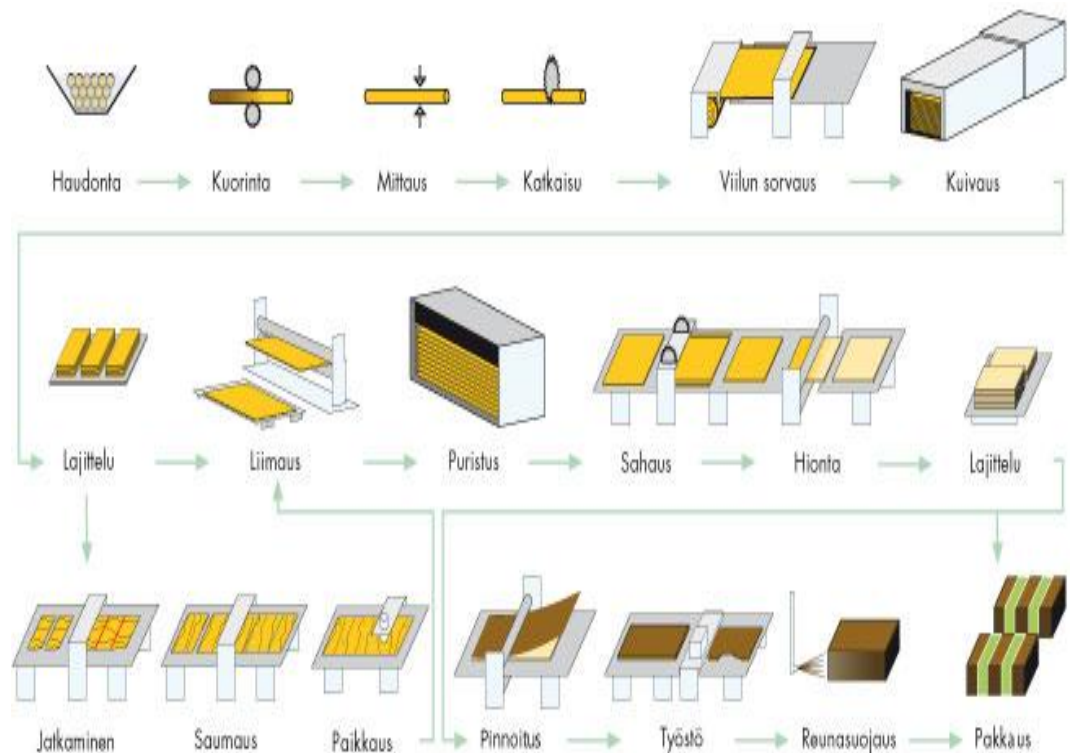
kohtisuorassa syysuuntaan olevat viilut ovat koivua ja muut pintaviilun suuntaiset viilut ovat havupuuta. Kokonaisviilumäärä on pariton sekavanerissa. Sekavaneri voidaan valmistaa myös ns.

peilikuvarakenteena, jossa koivu- ja havuvanerviilut vuorottelevat.

- Havupuuvanerissa käytetään vain havupuuta. Useimmiten käytetään kuusta.

### 3.1.2 Valmistus

Vanerin valmistusprosessin ensimmäinen vaihe on tukkien vastaanotto tehtaalle, josta tukit menevät tukkien katkaisuun pölleiksi (kuva 2). Tämän vaiheen jälkeen seuraa viilun valmistus joko sorvaamalla tai leikkaamalla. Viilun valmistuksen jälkeen viilut kuivataan ja leikataan arkeiksi. Kuivaus tapahtuu arkkien leikkauksen jälkeen. Viilujen jalostus sisältää pintaviilujen lajittelun, viilujen jatkamisen, saumauksen ja paikkauksen. Vanerilevyjen valmistus aloitetaan viilujen liimauksella ja ladonnalla. Puristusvaiheiden jälkeen levyt viimeistellään. Huomattava määrä vanereista jalostetaan. (Koskisen Oy laatukäsikirja 2008.)



KUVA 2 Vanerin valmistusprosessi (Wisaplywood 2013)

### 3.2 Pinnoitettu vaneri

Puulevytuotteiden pinnoituksen tarve johtuu puun biologisista ominaisuuksista. Puunpinta on arka kolhuille, likaantumiselle, kulutukselle ja kosteiden tilojen ja sään aiheuttamille vahingoille. Päälyste kiinnitetään erillisessä työvaiheessa. Puu pinnoitetaan, jotta seuraavat ominaisuudet paranisivat:

- mekaanisten ominaisuuksien parantaminen
- pinnan suojaaminen auringonvalon vaikutusta ja likaantumista vastaan
- suojaaminen kemiallisia aineita vastaan
- pinnan ulkonäön parantaminen.

Koivu-, combi-, peilikuvacombi- ja havuvanerit voidaan päällystää erityyppisillä pinnoitteilla teknisten ominaisuuksien parantamiseksi. Suomen vaneriteollisuuden valmistamien pinnoitettujen vanerien päätyypit ovat seuraavat:

- fenolifilmipintaiset, sileät
- fenolifilmipintaiset, liukuestekuvioidut
- maalauskalvopintaiset
- melamiinifilmipintaiset
- erikoistuotteet.



KUVA 3 Erinlaisia vaneripinnoitteita.

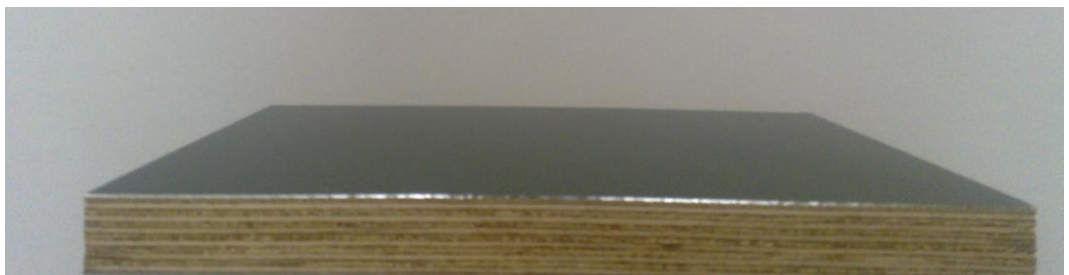
Näiden kaikkein yleisimpien pinnoitettujen vanerien lisäksi Suomen vaneriteollisuuden jotkut yritykset valmistavat lukuisia erikoistuotteita. Näihin tuotteisiin kuuluvat maalatut ja värjätyt vanerit, viilutetut vanerit, laminaattipintaisten vanerit, polypropeenikalvolla pinnoitetut vanerit, lasikuituvahvisteisella pinnoitteella päällystetyt vanerit, metalli- ja mineraalijyhdisteillä päällystetyt vanerit sekä äänieristysvaneri. (Koponen 1995, s.153-160,173.)

### **Alumiinipinnoitteinen vaneri**

Alumiinipinnoitettu vaneria käytetään kovaa käyttöä ja kulutusta vaativissa kohteissa. Yleisin käyttökohde on hevostrailereissa, koska alumiini on kestävä ja erittäin helppo pitää puhtaana. Vanerin paksuuksina käytetään 12 ja 18 mm:n vanereita. (Kuva 4,5.)



KUVA 4 Pinnoitettu vaneri



KUVA 5 Pinnoitettu vaneri (pääty)

Seuraavaksi esitellään työvaiheet levystä, jossa toinen puoli kuumapinnoitetaan ja toinen liimataan:

- ladonta
- esipuristus
- kuumapuristus
- aihiosahaus
- kittaus ja lajittelu
- hionta
- taustapuolen pinnoitus kuumapuristimella
- tarvittaessa aihiosauhaus työvaramittaan
- lajittelu
- yläpuolen pinnoitus lamelinjalla
- sahaus valmismittaan
- lajittelu
- reunasuojaus
- pakkaus.

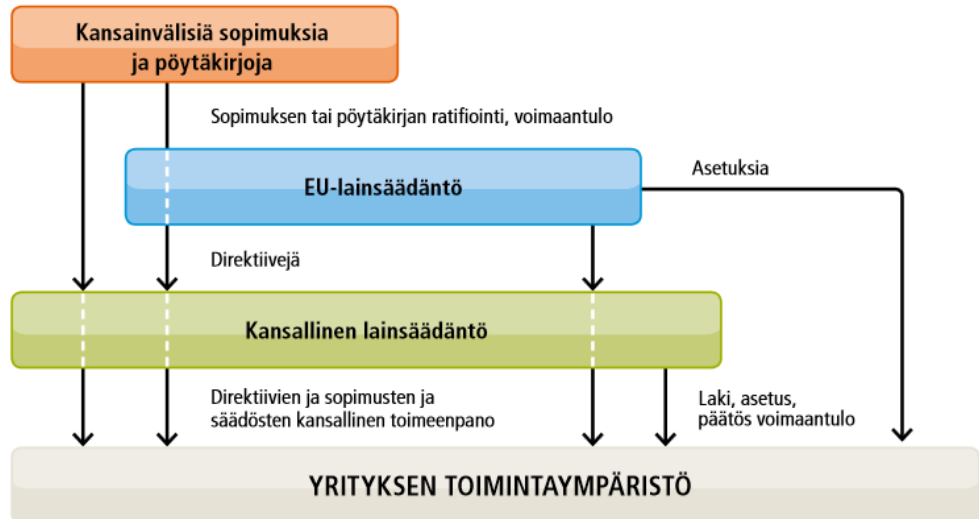
#### 4 KIERRÄTYS- JA YMPÄRISTÖLAINSÄÄDÄNTÖ

Ympäristösäätely ja lainsäädäntöhankkeet ovat lisääntyneet voimakkaasti EU:ssa lähivuosien aikana. Tämä on tuonut uusia haasteita tahoille, mitkä ovat mukana lainsäädäntö työssä, kuten viranomaisille, järjestöille, yrityksille ja tutkimuslaitoksille – ja tahojen muodostamalle yhteistyöverkostolle.

Euroopan unionin lainsäädäntö perustuu perussopimukseen. Euroopan unionilla on ympäristön-suojelujärjestelmä, joka perustuu toimintaohjelmiin ja ympäristönormeihin. Suojelun taso on jokseenkin sama koko EU:n alueella, jota pyritään pitämään yllä Euroopan unionin yhteisillä säännöillä. Unionin ympäristöpolitiikassa pyritään kuitenkin ottamaan huomioon myös paikalliset olosuhteet ja politiikkaa tarkistetaan säännöllisesti.

Toiminta Euroopan unionin ympäristöasioissa pohjautuvat ympäristöohjelmiin, joilla luodaan suuntaviivat aihekohtaiselle ympäristölainsäädäntötyölle. Kaikkia jäsenvaltioita sitoo asetus ja päätös sellaisenaan, joille se on osoitettu. Direktiivit puolestaan sitovat jäsenvaltioita niissä asetettujen tavoitteiden osalta, mutta jäsenvaltiot voivat itse valita keinot, joilla tavoitteet toteutetaan kansallisessa oikeusjärjestyksessä (kuva 6).

EU:n perussopimuksissa lausunnot ja suositukset määritellään ei sitoviksi lainsäädäntövälineiksi. Ympäristösäätelyn kannalta EU:n keskeisin päätöksenteko menettely on yhteispäätös menettely eli tavallinen lainsäätämisen järjestys. Yhteispäätös menettely käynnistyy kun komissio laatii ehdotuksen säädökseksi. (Teknologia Info 2014.)



KUVA 6 Yrityksen toimintaympäristö (Teknologia Info 2014.)

Yrityksen pitäisi hallita oman toimintansa koskeva lainsäädäntö. Yrityksen ympäristötoiminnalle asettavat vähimmäistason ympäristölait, ja kaikki ympäristön eduksi tehty toiminta lakien lisäksi on vapaaehtoista. Yrityksiä velvoittavat myös muut tahot lainsäädännön vaatimusten ja rajoitusten lisäksi. Esimerkiksi erinlaiset luvat, kuten rakennuslupa ja ympäristölupa, ohjeistavat yrityksiä. Euroopan unionin ympäristölainsäädännön ja kansainvälisten sopimusten lisääntyminen viime vuosina on johtanut ympäristölainsäädännön tiukentumiseen myös Suomessa. EU:n säädösmuotoja ovat direktiivit, asetukset ja päätökset. EU-direktiivit eivät velvoita suomalaisia yrityksiä, ennenkuin direktiivit on siirretty kansalliseen lainsäädäntöön, jonka jälkeen yritykset on velvoitettu noudattamaan niitä. Direktiivi toimii työkaluna lainsäädännön yhdenmukaistamiseen eri EU-maissa. Kun on kyseessä asetus, se tulee sellaisenaan voimaan kaikissa EU:n jäsenmaissa. Päätökset velvoittavat niitä, joille päätös on osoitettu. (Teknologia Info 2014.)

### **Lainsäädännön seuraaminen**

Ympäristövastuu on nopeasti kasvanut ja kasvaminen jatkuu edelleen. Lainsäädännön muuttuessa kokoajan tulee yritysten olla ajantasalla. Monille eri tahoille lainsäädännön seuraaminen voi olla ylivoimaista resurssien puuttuessa tai yksinkertaisesti osaamattomuuden vuoksi. Suurimmilla yrityksillä voi olla omat juristinsa lakitekstien tulkitsemiseen, tai ne käyttävät apuna lakiasiantoimistoja tai konsultteja. Pienemmillä yrityksillä tähän ei usein ole mahdollisuutta ja ne pyrkivät selviämään lakiviidakosta omin avuin. (Teknologia Info 2014.)



## 5 KIERRÄTYS

### 5.1 Vaneri

Vanerin hävittämiseksi suositellaan kierrätystä. Käytettyä vaneria on mahdollista käyttää uudelleen useissa eri käyttökohteissa. Kierrätys ei saa rasittaa ympäristöä enempää kuin muut hävitysmuodot, eikä se saa olla kustannuksiltaan korkeampi kuin uuden tuotteen käyttöönotto. (Metsäteollisuus 2013, 64)

Mikäli vanerin polttoarvoa voidaan hyödyntää vastaa vanerin polttaminen sen kierrätystä. Vaneria poltettaessa lämpötilan ollessa vähintään +700 °C eivät pinnoittamattomat (kuva 7.), fenoli- tai melamiinifilmipintaiset tai tavallisilla maaleilla maalatut vanerit tuota haitallisia palokaasuja sen enempää kuin tavallisen puun polttaminen tuottaa. Avotulella vanerin polttaminen ei ole kannattavaa, koska alhaisissa lämpötiloissa vaneri tuottaa enemmän haitallisia palokaasuja. Vanerin tiheyden vuoksi sen polttoarvo on massiivipuuta korkeampi. Vanerituotteista melkein kaikki voidaan kompostoida. Vanerit haketetaan ennen kompostointia. (Metsäteollisuus 2013, 64)

Vaneri tuotteista suurin osa kelpaavat kaatopaikalle. Vanerin käsittelyyn tai pinnoitteisiin käytettävien aineiden kelpoisuudesta kaatopaikalle tulee kuitenkin varmistua. Vanerituotteet lahoavat hyvin hitaasti. Suomalainen vakiovaneri ei sisällä mitään haitalliseksi luokiteltavaa materiaalia. (Metsäteollisuus 2013, 64)



KUVA 7 Pinnoittamaton vaneri

## 5.2 Puu

Suomessa on 23 miljoonaa hehtaaria metsää, joka peittää suurimman osan maan pinta-alasta. Metsä katsotaan Suomen tärkeimmäksi raaka-ainelähteeksi. Aktiivinen ja suunnitelmallinen metsänhoito alkoi Suomessa 1800-luvulla, jolla luotiin pohja menestyksekkäälle metsäteollisuudelle. Suomen puuston vuotuinen kasvu ylittää kaadetun puun määrän, mikä on saavutettu kestävästä kehitystä painottavan metsätalouden ansiosta. Kasvavissa talousmetsissä kokonaispuumäärä on noin 1,9 miljardia kuutiometriä. Suomen nykyisen aseman yhtenä maailman johtavista metsäteollisuusmaista pohjautuu tehokkaaseen metsätalouteen yhdistettynä aikaiseen pioneerityöhön puu- ja paperiteollisuudessa. Metsäteollisuuden osuus Suomen viennistä on noin yksi kolmasosa. Merkittävä asema suomalaisessa metsätaloudessa on perheiden omistamat yksityismetsät, joista tulee kolme neljäsosaa metsäteollisuuden käyttämästä puusta tulee yksityismetsistä. Joka viides suomalaisperhe omistaa metsää. Pysyvän raaka-ainelähteen turvaamiseksi on metsänhoidolle asetettu toinenkin tavoite: metsien säilyttäminen pysyvänä kasvupaikkana monimuotoiselle eläin- ja kasvikunnalle. Suomalaisen metsänhoidon tuloksenametsien kyky sitoa itseensä hiilidioksidia on parantunut koko ajan estäen näin osaltaan kasvihuoneilmiön etenemistä. (Metsäteollisuus 2013, 7.)

### **Metsien sertifiointi**

Kansallinen metsäsertifiointijärjestelmä FFCS (The Finnish Forest Certification System)(kuva 9) on parhaiten suomalaiseseen metsätalouteen soveltuva metsien sertifiointijärjestelmä. Puolueettoman kolmannen osapuolen myöntämä sertifikaatti kertoo luotettavasti, että metsiä hoidetaan kestävästä kehityksen periaatteiden mukaisesti. FFCS ei ole yksistään tuotteeseen liitettävä ympäristömerkki, vaan se voi toimia myös osana kansainvälistä ympäristömerkkijärjestelmää. Suomalaisella FFCS-metsäsertifiointijärjestelmällä on yleiseurooppalaisen PEFC-järjestelmän (The Pan European Forest Certification)(kuva 8) hyväksyntä. Tuotteeseen tai sen pakkaukseen leimattava ympäristömerkki PEFC kertoo, että tuotteen valmistamiseen käytetyn puuraaka-aineen alkuperä on selvillä ja se tulee FFCS-sertifioidusta metsästä. (Metsäteollisuus 2013, s.8)



**Kuva 8 PEFC merkki (PEFC 2013)**



**Kuva 9 FFCS merkki (FSC 2013)**

### 5.3 Liima

Suomalaisista ristiinliimatuista vanerituotteista suurin osa on tehty käyttäen fenoliformaldehydiliimaa. Fenoliformaldehydiliimausmenetelmä mahdollistaa vanerien käyttämisen märissäkin ulko-olosuhteissa. Vanerilevyjen pitää olla kuitenkin tarkasti pinnoitetut ja reunasuojatut. Pieni osa vanerituotannosta tehdään ureaformaldehydiliimoja käyttäen. Nämä tuotteet soveltuvat käyttäväksi vain kuivissa tai kosteissa olosuhteissa. Fenoliformaldehydiliimaa sisältävä vaneri täyttää eurooppalaisen standardin EN-314-2: luokka 3 (exterior) vaatimukset. Suomalaisesta fenoliformaldehydiliimatusta vanerista erittyy vähäinen määrä formaldehydiä ympäristöön. Urea-formaldehydiliimatun vanerin emissiot ovat hieman suurempia, mutta edelleenkin selvästi alle EN-standardeissa formaldehydipäästöille ja -pitoisuuksille asetettujen tiukimpienkin vaatimusten. (Metsäteollisuus 2013, s.5)

### 5.4 Alumiini

Hapen ja piin jälkeen alumiini on kolmanneksi yleisin alkuaine maankuoressa ja sen osuus maankuoressa on noin 8 %. Alumiinia on oksidina kaikkialla ja Suomessakin normaali tonttimaalla sisältää noin 7 % alumiinia. Alumiinia on liuennut hyvin vähän vesistöihin, mutta happamuus kasvattaa liukoisuutta. Alumiini rikastuu useisiin veden eliöihin ja liuennut alumiini on haitallista erityisesti kaloille. Alumiinituotteet eivät nykyolosuhteissa käytännöllisesti katsoen hajoa luontoon. (Teknologia teollisuus 2013.)

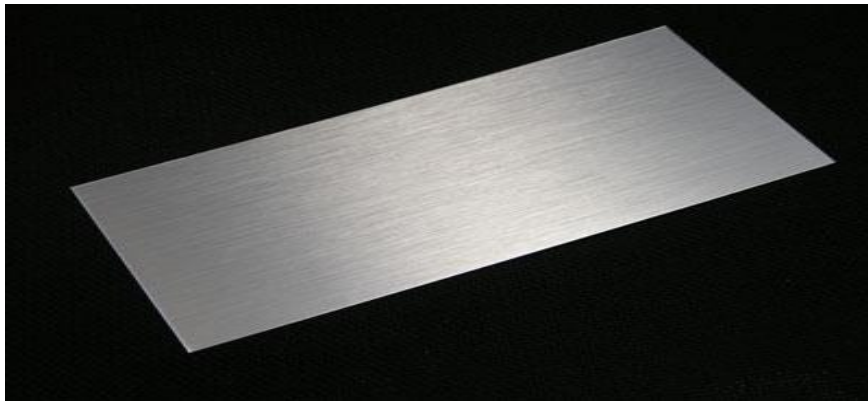
#### **Alumiinin hyödyntäminen**

Alumiinin hyödyntäminen alkaa bauksiitin louhinnassa. Maapallon bauksiittivarannot ovat jakautuneet leveälle vyöhykkeelle päiväntasaajan molemmin puolin. Bauksiitti sisältää alumiinia keskimäärin 25 %. Bauksiitti rikastetaan alumiinioksidiksi, josta valmistetaan primaarialumiinia. Bauksiittia louhitaan avolouhoksista, jolloin alueelta joudutaan poistamaan alkuperäinen kasvillisuus. Nykyisin suurin osa kaivosalueista pyritään maisemoimaan ennalleen niin, että aluetta voidaan hyödyntää uudelleen esim. virkistyskäytössä. (Teknologia teollisuus 2013.)

## **Alumiinin kierrätys**

Kaikki alumiinituotteet ovat kierrätettävissä käytön jälkeen. Alumiinin sulatukseen tarvitaan vain 5 % energiamäärästä, joka tarvitaan vastaavan alumiinimäärän valmistamiseen bauksiitista. Alumiinin hävikki sulatuksessa on hyvin pieni, vain 3 %, eli alumiinituotetta voidaan kierrättää lähes loputtomasti. Samalla vähenevät primaarituotannon päästöt, jätemäärät ja maasta louhittavien mineraalien tarve. Käytöstä poistetut alumiinituotteet muodostavat sekundaarikaivoksen, jota voidaan hyödyntää tehokkaasti, taloudellisesti ja ekologisesti. (Teknologia teollisuus 2013.)

Sekundaarialumiiniteollisuudessa käytetään raaka-aineena mm. romuttuneet ja käytöstä poistetut kuluttajatuotteet, esimerkiksi autot, kodinkoneet, juomatölkit ja puutarhakalusteet komponenttiteollisuuden leikkaus-, sorvaus- ja porausjäännökset kuluttajatuotteiden valmistuksen jätteet sekä profiilien ja levyjen leikkausjäännökset yhdyskuntien ja teollisuuden käytöstä poistetut rakenteet jamateriaalit, liikennemerkit ym. kyltit, kaapelikourut ja työskentelytasot primaari- ja valimoteollisuuden alumiinikuonat. (Kuusakoski 2013.)



KUVA 10 Alumiinilevy

## 6 KIERRÄTYS YRITYKSISSÄ

### 6.1 Koskisen Oy

Koskisen tuotteet on tehty uusiutuvasta materiaalista, puusta. Puu itsessään on uudistuva, kierrätettävä ja luonnollisesti hajoava orgaaninen aine. Koskiselle on myönnetty puun alkuperän todentamisen sertifiikaatti PEFC. Se tarkoittaa sitä, että Koskisen pitää huolen, että käytetty puu korjataan kestävän kehityksen mukaisesti hoidetuista metsistä. Kaikki puun materiaalit käytetään hyödyksi: tukit käytetään esimerkiksi vanerin valmistamiseen ja korjuujäte, kuten risut ja kannot, käytetään mahdollisuuksien mukaan biopolttoaineena. Jalostusprosessin sivutuotteet hyödynnetään Koskisen Oy:n omassa lämpövoimalaitoksessa. (Koskisen Oy 2013)

#### 6.1.1 Puulevytehtaan energiahuolto

Puulevyjen valmistuksessa käytetään sähkö- ja lämpöenergiaa. Energian käytössä pyritään taloudellisuuteen ja energian häiriöttömään saantiin. Tällöin valmistuksessa tulleet sivutuotteet hyödynnetään soveltuvin osin lähinnä lämpöenergian tuottamisessa. Puulevytehtaissa on oman sähköenergian kehittäminen on harvinaista. Vanerin ja lastulevyn valmistuksessa käytetään lämpöenergiasta tavallisesti yli puolet tavallisimmin höyrynä puuaineksen kuivaukseen. Seuraavaksi suurin kulutuskohde on levyjen kuumapuristus. Myös tehdastilojen lämmitys on suuri lämpöenergian kuluttaja. (Koponen 1995)

### 6.1.2 Sivutuotevirrat

Tehdas käyttää raaka-aineenaan koivutukkia, jonka halkaisija voi vaihdella 160 ja 600mm:n välillä. Keskimääräinen tukkien järeys on 220 mm, minkä perusteella valmistuksen sivutuotevirrat on laskettu. Seuraavassa on esitetty vanerista syntyvät sivutuotteet.

Vanerin sivutuotteena saadaan kuivaa vanerijätettä (vanerimurskettä), jolla on hyvä lämpöarvo. Vanerijätteen osuus sivutuotevirrasta on noin 8,5 % (taulukko 2). Sivutuote sisältää myös fenolihartsiliimaa, jonka pitoisuus on 5—10 % sivutuotteesta. Liimaa ei ole huomioitu sivutuotteen energiasisällössä, mutta jatkeen liimasisältö tulee huomioida, mikäli sivutuote poltetaan. Sivutuotteen sekaan ohjautuu myös sahauksessa syntyvää sahanpurua. Purun määrä sivutuotteessa ei ole merkittävä, joten sitä ei ole huomioitu erikseen.

Purun osuus sivutuotevirrasta on todella pieni. Määrä on vain noin 1,5 % koko sivutuotevirrasta, eli polttoainepotentiaali kyseisellä sivutuotteella on lähes merkityksetön. Sivutuote on kuitenkin ainutlaatuinen palakokonsa ja kosteutensa suhteen, sillä vanerinvalmistusprosessissa ainoastaan sahauksessa syntyy kosteaa palakooltaan pientä purua. Palakokonsa ansiosta puru soveltuu poltettavaksi esimerkiksi kiinteän polttoaineen polttimissa.

TAULUKKO 1 Puulevyteollisuuden sähkö- ja lämpöenergia kulutus (Koponen 1995)

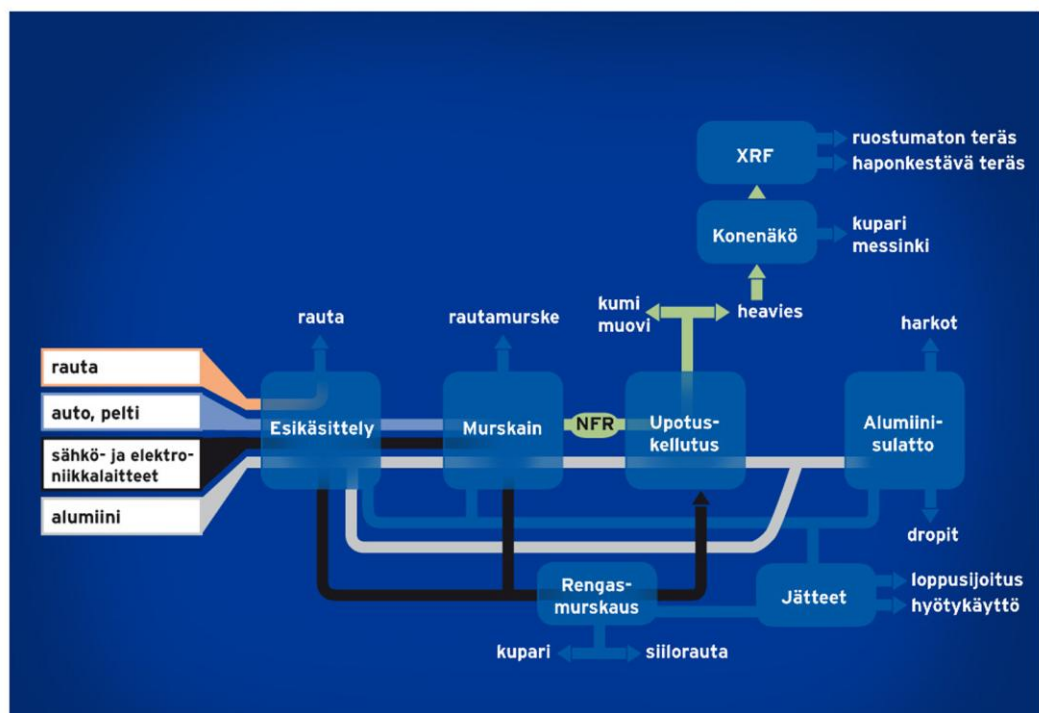
	Lämpöenergia (Gj/m <sup>3</sup> )	Sähköenergia (kWh/m <sup>3</sup> )
Vaneri	4-5	250
Lastulevy	2.7	150
Kova kuitulevy	6,5-8,0	600-700
Huokoinen kuitulevy	9,5-11,0	1100-1300

## 6.2 Kuusakoski Oy

Kuusakoski Oy on pohjoisen Euroopan johtava teollinen kierrättäjä ja kierrätysmetallien jalostaja ja toimittaja. Maailmanlaajuisesti yrityksellä on yli 100 toimipistettä, joista noin 20 sijaitsee Suomessa. Kuusakoski toimii lisäksi Venäjällä, Virossa, Latviassa, Liettuaassa, Puolassa, Ruotsissa, Englannissa, Kiinassa, Taiwanissa, Tanskassa ja USA:ssa.

### Alumiinin kierrätys

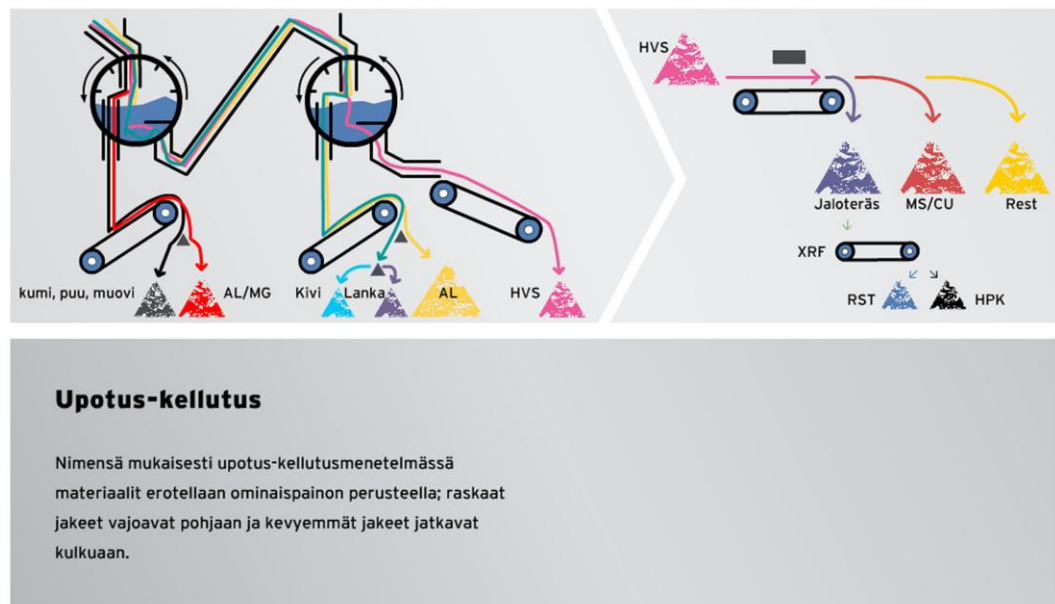
Tärkeä osa alumiinin kierrätystä on alumiini- ja sitä sisältävien tuotteiden keräys ja lajittelu. Käsittelylaitoksessa käytöstä poistetut monimetallituotteet murskataan, seulotaan ja lajitellaan (kuva 11). Epämetallit ja eri metallit erotellaan menetelmillä, jotka perustuvat aineiden erilaisiin fysikaalisiin ominaisuuksiin, esimerkiksi ominaispainoihin. (LIITE 1.)



KUVA 11 Alumiinin kierrätys



Alumiinisulan valmistus kostuu kahdesta vaiheesta (kuva 11). Ensimmäisessä vaiheessa esikäsitelty alumiiniromu sulatetaan sulatusuunissa. Nykyaikaisissa sulatusuuneissa käytettävät happipolttimet ovat tehokkaita ja matala päästöisiä. Sulatuksessa syntyvä savukaasu sisältää suolahappoa, joka neutraloidaan kalkituksella. Näin saadaan minimoitua ympäristöhaitat. Toisessa vaiheessa sulaa alumiini johdetaan konvertteriin. Konvertterissa lisätään lisä- ja seosaineet, poistetaan kaasu ( $H_2$ ) ja epäpuhtaudet. Tämän jälkeen sulaa alumiini valetaan harkoiksi ja voidaan toimittaa vaikka samanlaisen esineen raakaaineeksi, josta se oli peräisin.

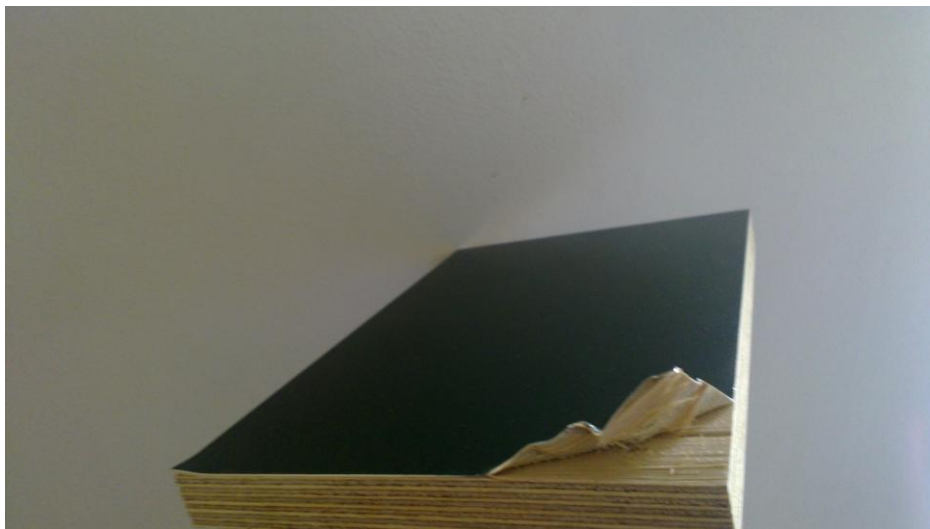


**Kuva 12 Upotus-kellutus (Liite 2.)**

## 7 TULOKSET JA JATKOTOIMENPITEET

### 7.1 Alumiinin irrotus

Testaus suoritettiin Lahden ammattikorkeakoulun Puulaboratoriossa. Työn alkuvaiheessa sain Koskisen Oy:ltä näytepaloja testausta varten. Testin alkuvaiheessa pyrin käyttämään erilaisia puuntyöstökoneita. Aloitin testauksen perinteisillä puuntyöstökoneilla, kuten pyörösahalla, vannesahalla, tasohöylällä. Testauskappaleet olivat noin 100 x 100 mm. Paksuudeltaan kappaleet olivat joko 12 tai 18 mm. Vaneri pinnoitetaan alumiinilevyllä, joka aiheuttaa ongelmia ohkaisuudellaan käytettäessä perinteisiä puuntyöstökoneita. Ohut alumiinilevy on hankala irroittaa vanerista, koska pelkästään koneiden terät ovat suurimmaksi osaksi suurempia. Koneiden epätarkkuus tarkassa irrotuksessa ei ole riittävä, että alumiiniin jäisi alle yhden millimetrin kerros vaneria kiinni. Tämän lisäksi koneet eivät ole automaattisia, mikä suurentaa huomattavasti työturvallisuuden riskiä. Alumiiniin irrotus suoritettiin lopulta manuaalisesti, jotta alumiini saataisiin testaukseen. Irrotus toteutettiin irrottamalla alumiinin kulma vanerista puukolla ja lopuksi repimällä pihdeillä. (Kuva 13)



**Kuva 13 Revitty alumiinipinnoite**

Alumiinipinnoitteen irrotuksen johdosta olin myös yhteydessä lukuisiin puuntyöstökoneiden valmistajiin puhelimitse ja sähköpostilla. Kysymyksenä oli jokaiselle aina sama, että onko kyseiseen toimenpiteeseen valmista laitetta tai

voitaisiinko sellainen toteuttaa. Vastaus oli yksiselitteinen, että ei voitaisi ja se menisi metalliteollisuuden alalle.

## 7.2 Kierrätys

### 7.2.1 Alumiini

Alumiinin irrotuksen jälkeen toimitin Kuusakoskelle kolmen kappaleen näyteerän. Alumiini näytepaloissa on kiinni maksimissaan millimetrin verran vaneria ja liimaseosta. Seuraavaa tulos on suoraan Kuusakosken yhteyshenkilöltä Pekka Virtaselta 2013.

*Tavara on matalaseosteista alumiinia ja sulasaanto ko. koe-erästä oli 73,5%. Tarkoittaa siis toisinsanoen että puun ja liima-aineen osuus painoprosentteina oli 26,5%. Mikäli jatkossakin vastaavaan puhtausasteeseen päästään, niin pystymme hyödyntämään materiaalin uusioalumiinin valmistuksessa.*

Koe on onnistunut, jos vaneri ja liima-ainetta on maksimissaan yhden millimetrin verran kiinni alumiinissa. Mikäli alumiini saataisiin kyseisellä tavalla irrotettua niin siitä olisi suuri ekologinen hyöty, koska vanerin poistoon alumiinista ei tarvittaisi niin suurta energiamäärää.

### 7.2.2 Vaneri

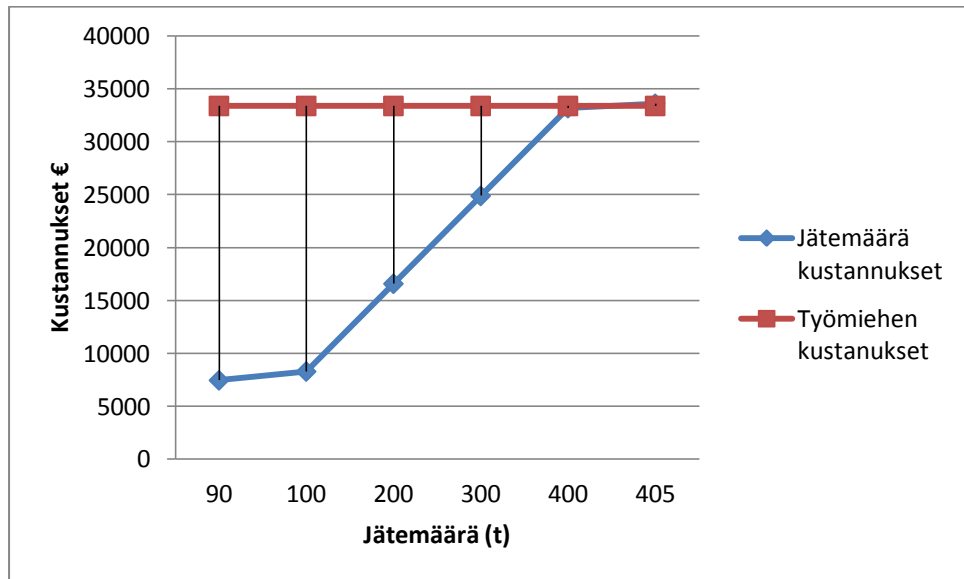
Mikäli alumiini saataisiin irrotettua vanerista, olisi vanerin hyötysuhde paljon korkeampi. Tällä hetkellä vaneri joudutaan polttamaan irti alumiinista, mikä on selvää energian tuhlausta. Vaneri irroitettuna alumiinista saataisiin tehtaan omaan hyötykäyttöön lämpöenergian muodossa. Tällä toimenpiteellä säästettäisiin ympäristöä ja pienennettäisiin hiilijalanjälkeä.

### 7.3 Säästöt

Suurimmat säästöt vuositasolla syntyisivät jätekustannusten pienennettyä. Tällä hetkellä jätettä syntyy vuodessa 25—90 tonnia, jonka kuljettaminen ja hävitys maksaa 83 euroa tonnia kohden. Tämä tekee vuosi tasolla kuluja 2075—7470 euroa. Mikäli alumiini saataisiin eroteltua vanerista tehtaalla paikan päällä, olisi esimerkiksi Kuusakoski valmis hakemaan alumiiniin veloitusetta. Lisäksi vaneri saadan hyötykäyttöön tehtaalla ja jätemäärän kuljetus pienenee. Päätelmänä tästä jätekustannukset voitaisiin laskea mahdollisesti ainakin pienempään tai poistaa kokonaan.

Tuotantomäärien kohotessa tulevaisuudessa myös jätemäärät kasvavat, jolloin alumiinin erotuslaitteelle tulisi käyttöä. Tällä hetkellä investointi laitteeseen, jota ei ole vielä keksitty, tulisi todella kalliiksi, koska laite tulisi suunnitella ja sen lisäksi vielä rakentaa. Työstökoneet maksavat uusina vähintään kymmeniä tuhansia euroa. Erikoiskone tulisi siis maksamaan huomattavasti enemmän. Myös koneella tulisi olla käyttäjä, jonka kustannukset tulisivat maksamaan vuodessa huomattavasti enemmän kuin siitä tulevat säästöt. Tällä hetkellä ei siis ole järkevää investoida laitteeseen.

Seuraavaksi on esitetty taulukossa (taulukko 3) jätteen määrä, jolloin investointi olisi hyödyllinen. Pohjana käytetään teollisuustyöntekijän keskiarvoansioita vuodessa (26 555 €). (Tilastokeskus 2013.)

**Taulukko 2 Kannattavuus laskelmat**

Taulukosta voidaan todeta, että jätelmäaraan ylittyessä 400 tonnia vuodessa saadaan vasta peitettyä laitetta käyttävän työmiehen kustannukset.

## 8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia pinnoitetun vanerijätteen hyödyntämistä. Tässä tapauksessa tutkittavana tuotteena oli alumiinipinnoitteinen vaneri. Tavoitteena oli laskea pinnoitetusta vanerijätteestä aiheutuvia kuluja ja hiilijalanjälkeä.

Kuluttajat ostavat edelleen tuotteensa yritykseltä, joka tarjoaa halvimmallalla. Kuluttajat vaativat kuitenkin yrityksiltä ympäristöystävällisyyttä, joka automaattisesti lisää yrityksen lisäkustannuksia. Lisäkustannuksien lisääntyessä yritysten on tutkittava halvempia vaihtoehtoja ja löydettävä uusia ratkaisuja.

Kuluttajat haluavat nykyään tietää tuotteiden alkuperän ja koko tuotteen valmistuksen toimintaketjun ympäristöystävällisyyden. Yrityksillä on vastuu omista tuotteistaan ja niiden ympäristöystävällisyydestä. Kuluttajia kiinnostaa myös yrityksen ekologisuus. Yritykset koittavat tuoda ympäristöystävällisyydellä näkyvyyttä yritystoimintaansa. Hyvin hoidettu ympäristötoiminta luo yritykselle positiivisen ja näkyvän kuvan, joka vaikuttaa kuluttajien valintaan tuotteissa. Yrityksen hoitaessa huonosti ympäristötoiminnan, se tuo negatiivisen kuvan yrityksestä ja useimmiten antaa huonon kuvan yrityksen tuotteista.

Yrityksiä koskevat myös monet erilaiset ympäristömerkit ja -sertifikaatit, joista työssä esiteltiin muutamia. Käytettävät ympäristömerkit ovat hyödyllisiä niin yritykselle itselleen, kuin myös kuluttajille. Niiden avulla yritys voi varmistaa tuotteidensa ekologisuuden ja lisätä luotettavuutta kuluttajien parissa.

Tämän vuoksi työn yksi tarkoitus oli löytää ekologien kierrätysvaihtoehto alumiinille. Testitulosten ansiosta voidaan todeta, että mikäli irroitus voitaisiin suorittaa, niin se parantaisi ekologisuutta ja pienentäisi jätteestä aiheutuvia kustannuksia. Alumiinin kierrätykseen saadut luotettavat testitulokset Kuusakoski Oy:ltä osoittavat, että alumiini pystyttäisiin kierrättämään ilman kustannuksia Koskisen Oy:lle. Tämä vaatisi, että alumiiniin ei jäisi yli yhden millimetrin kerrosta liima tai puuaine seosta. Ekologisuus paranisi, koska ei tarvitse erikseen polttaa vaneria pois alumiinista, joka kuluttaa turhaa energiaa. Vaneri saataisiin myös hyötykäyttöön tehtaalla, jossa se voitaisiin muuttaa lämpöenergiaksi.

Seuraavassa osassa käsitellään opinnäytetyön testausvaihetta.

Testausvaiheessa oli tarkoitus löytää ratkaisu alumiinin irrotukseen vanerista. Tämän tarkoituksena oli hyötykäyttää vaneri ja alumiini erikseen. Alumiinin irroitus osottautui heti alussa hankalaksi puuntyöstölaitteita käytettäessä. Ongelmat aiheutuivat perinteisten koneiden epätarkkuudesta ja työturvallisuusriskeistä. Puuntyöstölaitteiden valmistajilta selvisi, ettei kyseiseen tarkoitukseen sopivaa laitetta ei löytyisi ja sellaista ei voitaisi toteuttaa. Ratkaisua tulisi etsiä metalliteollisuus laitevalmistajien puolelta. Päätelmänä tästä olisi, ettei kyseistä toimenpidettä voida suorittaa puuntyöstölaitteilla. Koetta jatkoin tästä huolimatta testitulosten saamiseksi. Operaatio suoritettiin manuaalisesti repimällä alumiini irti vanerista.

Säästöpotentiaalia ajatellen kyseisen laitteen valmistaminen nykyisillä tuotantomäärillä ei olisi kannattavaa. Pelkästään laitetta käyttävän työntekijän palkka laskettuna laskettuna suomalaisen perustuloihin verrattuna, ylittäisi laitteesta saadun hyödyn. Investointi tulevaisuudessa tuotantomäärien kasvaessa tulisi olemaan kannattava, silloin kun työntekijän ja muut kustannukset alittavat laitteesta saadun tuoton.

## LÄHTEET

### Painetut lähteet:

Juvonen, R. & Kariniemi, J. 1984. Mekaaninen metsäteollisuus 1, vaneriteollisuus. Helsinki: Valtion painatuskeskus.

Koskisen Oy laatukäsikirja. 2008.

Koponen, H. 1995. Puulevytuotanto. Saarijärvi: Gummerus.

Kuusakoski tilinpäätös. 2010. Lahti.

Kuusakoski yleisesite. 2010. Lahti

### Elektroniset lähteet:

FSC 2013. FSC Suomi [viitattu 14.4.2014]. Saatavissa: <http://fi.fsc.org/>

Koskisen Oy 2013a. Vanerituotteet [viitattu 15.5.2013]. Saatavissa: <http://www.koskisen.fi/tuotteet/vanerituotteet>

Koskisen Oy 2013b. Yritys [viitattu 15.5.2013]. Saatavissa: <http://www.koskisen.fi/yritys>

Kuusakoski 2013. [viitattu 15.5.2013]. Saatavissa: [http://www.kuusakoski.fi/inet/Kuusakoski/FI4/AKPMedia.nsf/Resources/kuusakoski\\_yleisesite.pdf/\\$file/kuusakoski\\_yleisesite.pdf](http://www.kuusakoski.fi/inet/Kuusakoski/FI4/AKPMedia.nsf/Resources/kuusakoski_yleisesite.pdf/$file/kuusakoski_yleisesite.pdf)

Metsäteollisuus 2013. Vaneri [viitattu 14.4.2014]. Saatavissa: <http://www.metsateollisuus.fi/mediabank/479.pdf>

PEFC 2013. PEFC Suomi [viitattu 14.4.2014]. Saatavissa: <http://www.pefc.fi>

Pro Puu Ry. 2011. Vanerit [viitattu 15.5.2013]. Saatavissa: <http://www.puuproffa.fi/arkisto/vanerit.php>

Teknologia Info. [viitattu 13.3.2014]. Saatavissa: [http://www.teknologiainfo.net/content/kirjat/pdf-tiedostot/Ymparistoasiat/ymparistolainsaadanto\\_verkkoversio\\_20092010.pdf](http://www.teknologiainfo.net/content/kirjat/pdf-tiedostot/Ymparistoasiat/ymparistolainsaadanto_verkkoversio_20092010.pdf)



Teknologia teollisuus 2013. [viitattu 15.5.2013]. Saatavissa:

<http://www.teknologiateollisuus.fi/fi/ryhmat-ja-yhdistykset/ymp-rist-ja-kierr-tys.html>

Tilastokeskus 2013. [viitattu 15.5.2013]. Saatavissa:

[http://www.stat.fi/tup/suoluk/suoluk\\_tulot.html](http://www.stat.fi/tup/suoluk/suoluk_tulot.html)

Wisaplywood 2013. [viitattu 25.3.2014]. Saatavissa:

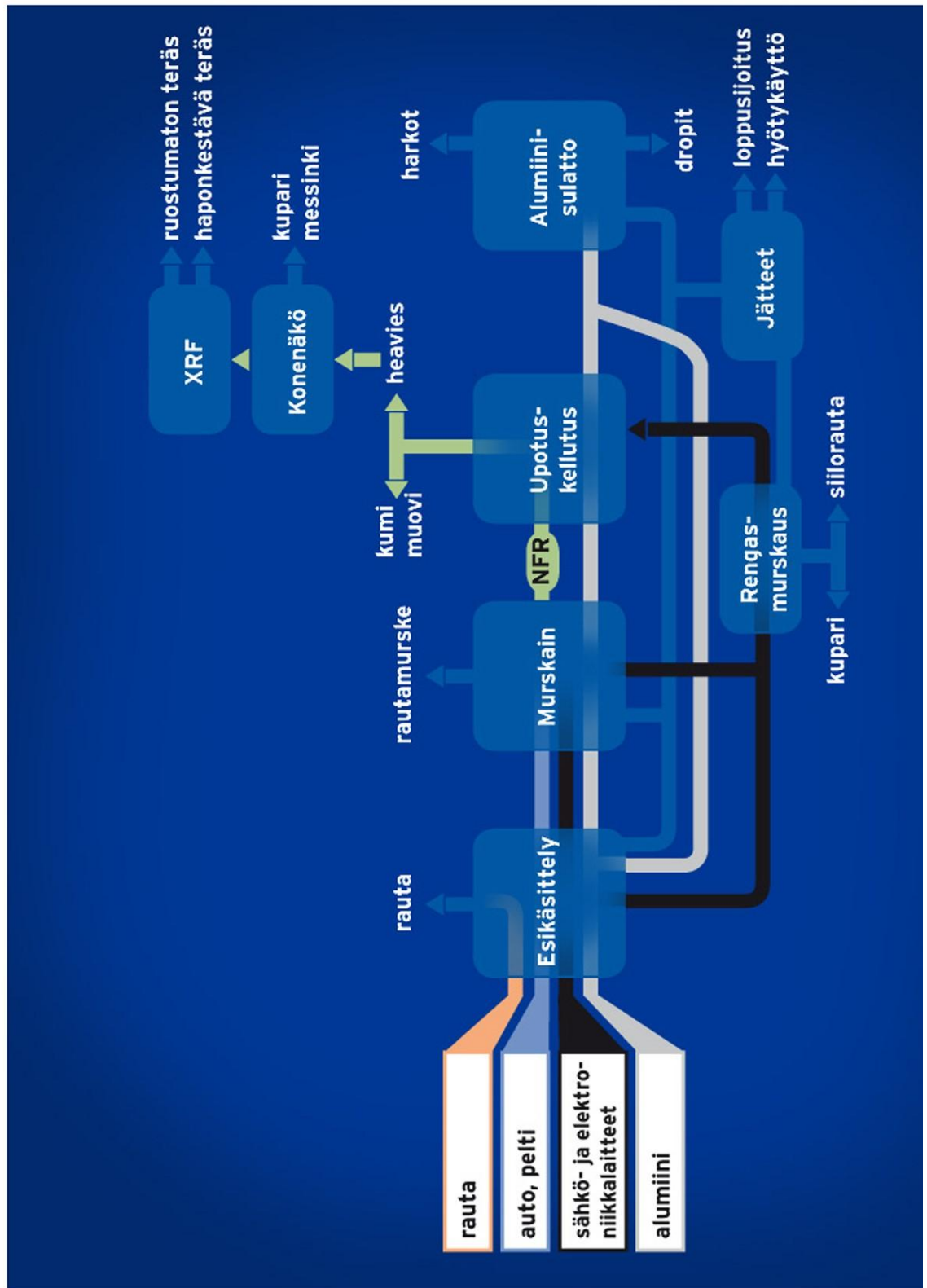
<http://www.wisaplywood.com/fi/vaneri-ja-viilu/vaneri/vanerin-tuotantoprosessi/Pages/default.aspx>

Henkilöt:

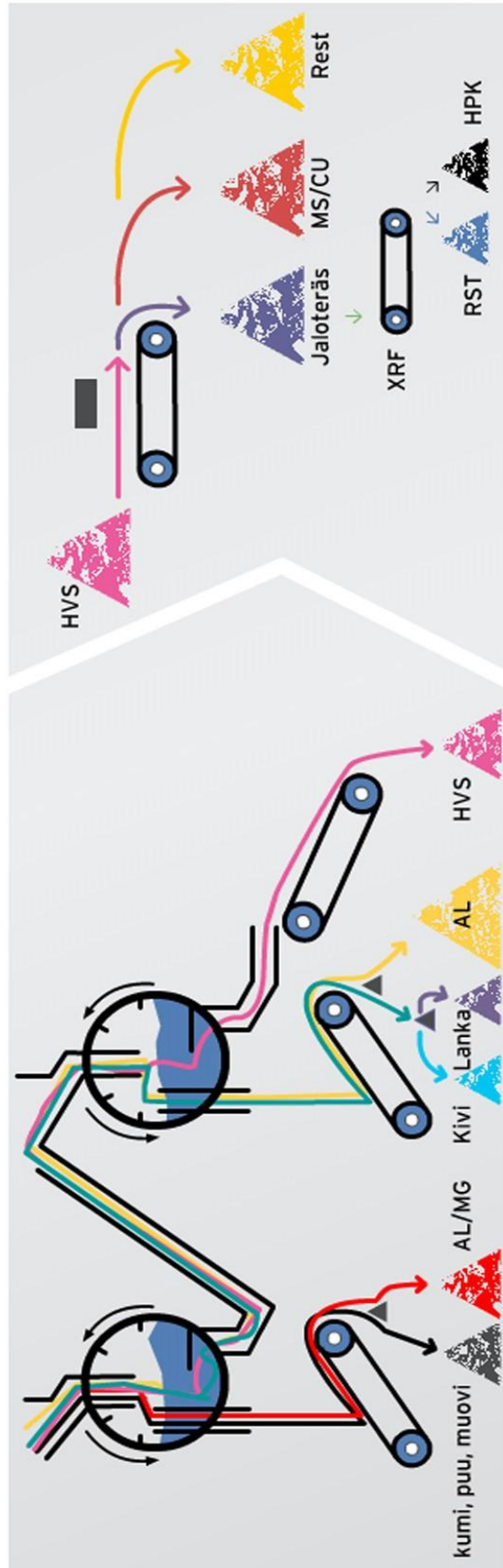
Virtanen, P 2013 Kuusakoski.

## LIITTEET

## LIITE 1 Alumiinin kierrätys



## LIITE 2 Upotus-kellutus



## Upotus-kellutus

Nimensä mukaisesti upotus-kellutusmenetelmässä materiaalit erotellaan ominaispainon perusteella; raskaat jakeet vajoavat pohjaan ja kevyemmät jakeet jatkavat kulkuaan.