



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

# INSTRUMENTOINTI KOKOONPANOPIIRUSTUKSISSA

Raute Oyj

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Mekatroniikka  
Opinnäytetyö  
Syksy 2013  
Eino Mikkola

Lahden ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka

MIKKOLA, EINO:

Instrumentointi  
kokoonpanopiirustuksissa  
Raute Oyj

Mekatroniikan opinnäytetyö, 26 sivua

Syksy 2013

TIIVISTELMÄ

---

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Raute Oyj. Raute on teknologia- ja palveluyritys, jonka tärkeimmät asiakkaat toimivat vaneri- ja LVL-teollisuudessa. Työn käytännön osuus toteutettiin Rauten pääkonttorilla, joka sijaitsee Nastolassa.

Opinnäytetyön aihetta suunniteltiin kesällä 2012 ollessani Rautella kesätöissä. Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää Rauten suunnittelukäytäntöjä suuntaan, jossa laitteiden instrumentointi otetaan huomioon aikaisempaa suuremmalla tarkkuudella. Nykyisellään kokoonpanokuvat ovat osittain puutteellisia anturoinnin osalta, ja tätä haluttiin kehittää parempaan suuntaan.

Työn toivotaan parantavan Rauten alihankintana valmistettavien laitteiden tarkkuutta anturoinnin osalta sekä helpottavan Rauten omien kokoonpanijoiden työtä tehtaalla. Työn tarkoituksena oli myös olla auttavana työkaluna sähkö- ja automaatio suunnittelussa.

Työn tuloksena valmistui anturipiirustus, jota voidaan käyttää pohjana antureiden sijoittelussa kokoonpanoihin. Anturipiirustusta on jo käytetty yksittäisissä projekteissa. Lisäksi anturipiirustuksen tekemisestä laadittiin ohje suunnittelijoille.

Työssä tutustutaan myös Rauten tärkeimpiin toimialoihin eli vaneri- ja LVL-teollisuuteen. Työ käsittelee pintapuolisesti vanerinvalmistuksen eri vaiheita ja vaihtoehtoja sekä yleisimpiä käyttökohteita.

Asiasanat: instrumentointi, vanerinvalmistus, LVL

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

MIKKOLA, EINO: Instrumentation in assembly drawings  
Raute Corporation

Bachelor's Thesis in Mechatronics 26 pages

Autumn 2013

ABSTRACT

---

This thesis was commissioned by Raute Corporation. Raute's main field is technology and service, and the most important clients are working in the plywood and LVL industries. The practical part of the thesis was carried out in Nastola, where the Raute headquarters are located.

The main goal of the work was to develop Raute's designing practices so that instrumentation is taken into account better. Currently the assembly drawings are inadequate, and that is something Raute wants to improve.

Raute often uses subcontractors in manufacturing, and wants to improve the quality of the work, by offering the subcontractors better assembly drawings. More precise drawings would also help the work of Raute's own personnel in manufacture and electric and automation planning.

The work was done in Raute's Nastola office starting in September 2012. The work started by interviewing designers and other Raute employees. The result of the interviews was that a separate sensor drawing is needed. After the interviews preliminary versions of the sensor drawing were made and presented to the designers. When the sensor drawing found its final form, adjustments were made to it and an instruction sheet was made for designers to use.

The final results of this thesis will be seen in the future when the sensor drawings are actively used, but the main goal was achieved and instrumentation is now taken into account better than before.

In the theoretic part, there is general information about plywood and LVL industries. The manufacturing process of both plywood and LVL is briefly described, and the main uses of both are also mentioned.

Key words: instrumentation, plywood manufacture, LVL, sensor drawing

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	RAUTE OYJ	2
2.1	Yritys	2
2.1.1	Historia	2
2.1.2	Rakenne	2
2.1.3	Talous	4
2.2	Tuotteet	4
3	TYÖN TAVOITTEET JA RAJAUS	5
4	VANERIN VALMISTUS	7
4.1	Viilunvalmistus	8
4.2	Vanerin ladonta ja levynkäsittely	10
4.3	Vanerin käyttökohteita	15
5	LVL-PALKIN VALMISTUS JA KÄYTTÖKOHTEET	16
6	ANTURUPIIRUKSEN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS	18
7	YHTEENVETO	21
	LÄHTEET	22
	LIITTEET	23

# 1 JOHDANTO

Raute on teknologia- ja palveluyritys, jonka tärkeimmät asiakkaat toimivat vaneri- ja LVL-teollisuudessa. Raute valmistaa kaikki tuotantoprosessissa vaadittavat koneet ja tarjoaa myös modernisointeja vanhoihin laitteisiin. Opinnäytetyön tarkoituksena on uudistaa Rauten suunnittelua laitteiden kokoonpanopiirustusten osalta. Kokoonpanopiirustusten on havaittu olevan osittain puutteellisia nykyisessä muodossaan, ja niihin on tarkoitus tehdä muutoksia.

Työn tarpeellisuus on tullut esille etenkin Rauten ulkopuolella toteutettavassa kokoonpanossa ja valmistuksessa. Nykyisin laitteiden kokoonpano tapahtuu ilman kunnollista instrumentointikuvaa, ja tämä on osoittautunut suureksi ongelmaksi antureiden sijoittelussa. Antureiden väärä sijainti aiheuttaa ongelmia linjojen käyttöönotossa ja viivästyttää linjojen valmistumista.

Työn tarkoituksena on kehittää suunnittelua suuntaan, jossa anturointi esitetään entistä selkeämmin kokoonpanopiirustuksissa, ja tällä tavalla helpottaa laitteiden kokoonpanoa. Työstä toivotaan olevan apua myös sähkö- ja automaatio suunnittelussa. Tarkemmalla anturipiirustuksella suunnittelu helpottuisi ja joitain nykyisin käsin tehtyjä mallipiirustuksia voitaisiin jättää tekemättä.

Työ aloitettiin Rautella syksyllä 2012 ja sitä jatkettiin kevääseen 2013. Uusi suunnittelukäytäntö otettiin käyttöön kesällä 2013 ja sen käyttöä pyritään laajentamaan syksyllä vielä enemmän.

Opinnäytetyön yhteyshenkilönä Rautella toimi Janne Kousa. Työn käytännön osuudessa suureksi avuksi oli Ari Heinonen. Työn aikana keskusteluja käytiin myös usean Rauten suunnittelijan kanssa. Työn ohjaavana opettajana toimi Teijo Lahtinen.

## 2 RAUTE OYJ

### 2.1 Yritys

#### 2.1.1 Historia

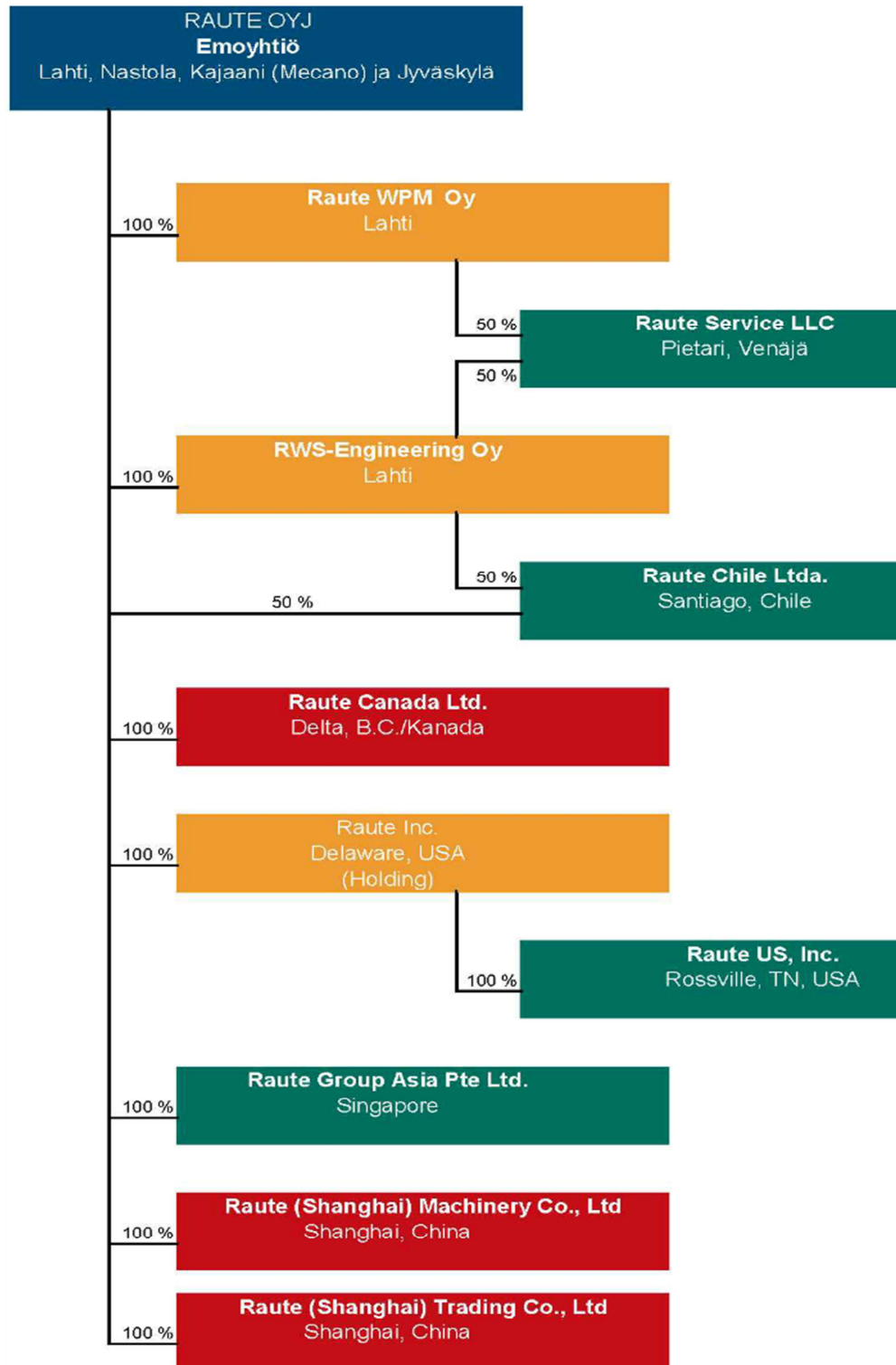
Lahden Rauta- ja Metalliteollisuustehdas OY perustettiin vuonna 1908. Sen alkuperäinen tuotanto kohdistui sisävesilaivoihin ja höyrykattiloihin ja –koneisiin. Vuonna 1931 yhtiö alkoi valmistaa vaneriteollisuuteen tarkoitettuja viilusorveja. Ensimmäinen kokonainen puutuotetehdas toimitettiin vuonna 1968 Ristiinaan, Pelloksen tehtaalle. Seuraavat kaupat tehtiin Bratskiin, Neuvostoliittoon, jonne tehdas valmistui vuonna 1970. (Raute 2012.)

1970-luvulla yhtiön toimintaa laajennettiin yhä enemmän ulkomaille. Myyntikonttoreita perustettiin mm. Yhdysvaltoihin ja Ecuadoriin. 1980-luvulla viennin osuus liikevaihdosta oli jo 80 %. Vuonna 1983 yhtiön viralliseksi nimeksi vaihdettiin Raute Oy. Vuonna 1994 yhtiön A-osake noteerattiin Helsingin Arvopaperipörssissä. (Raute 2012.)

2000-luvulla Raute laajensi toimintaansa hankkimalla konenäkölaitteita valmistavan Mecanon konserniinsa. Lisäksi Rauten kansainvälistyminen lisääntyi perustamalla Shanghaihin oma tuotantolaitos. (Raute 2012.)

#### 2.1.2 Rakenne

Raute Oyj on suomalainen julkinen pörssiyhtiö. Sen pääkonttori sijaitsee Nastolassa. Sen muut kotimaiset yksiköt sijaitsevat Lahdessa, Jyväskylässä ja Kajaanissa, jossa Mecano toimii. Rautella on omat tuotantolaitoksensa Kiinassa ja Kanadassa. Lisäksi Rautella on yksiköitä Venäjällä, Chilessä, Yhdysvalloissa ja Singaporessa (KUVIO 1). (Raute 2012.)



KUVIO 1. Raute-konsernin rakenne (Raute 2012)

### 2.1.3 Talous

Rauten liikevaihto vuonna 2011 oli noin 74 miljoonaa euroa, josta viennin osuus oli 88 prosenttia. Suurimman osan liikevaihdosta tuotti Venäjä, jonka osuus oli noin 35 prosenttia. Projektitoimitusten osuus liikevaihdosta oli 63 prosenttia ja teknologiapalveluiden osuus 37 prosenttia. Konsernin tulos oli noin 0,7 miljoonaa euroa tappiollinen. (Raute 2012.)

### 2.2 Tuotteet

Rauteen tuotteita ovat ohutviilun, viilun, vanerin, pinnoitettavan vanerin ja LVL-palkkien valmistukseen tarkoitettu teknologia. Raute tarjoaa kaikki tuotantoprosessissa tarvittavat koneet. Lisäksi Rauten palveluihin kuuluu modernisointeja, kunnossapitoa ja varaosatoimituksia. Mecanon siirryttyä Raute-konserniin tarjolla on ollut myös konenäkösovelluksia. Raute tarjoaa myös koulutusta asiakasyrityksilleen. (Raute 2012.)



### 3 TYÖN TAVOITTEET JA RAJAUS

Opinnäytetyön tavoitteena on uudistaa Rauten suunnittelukäytäntöjä kokoonpanopiirustusten osalta. Tarkoituksena on luoda laitteen kokoonpanopiirustuksiin anturointi-piirustus, jossa esitetään laitteeseen kuuluva anturointi. Anturipiirustus tulee liitettäväksi mukaan laitteen mekaanisiin kokoonpanopiirustuksiin. Sen on tarkoitus olla tarkentavana työkaluna laitteiden sähkösuunnittelussa, automaatio-suunnittelussa ja kokoonpanossa. Työstä on tarkoitus tehdä Rautelle suunnitteluohje, jonka mukaan jatkossa anturipiirustuksia tehtäisiin.

Kokoonpanossa anturipiirustuksen tarkoituksena on tarkentaa asentajille antureiden sijainti, tyyppi ja lukumäärä. Nykyisin anturoinnista ei ole selkeää piirustusta ja siksi niiden tarkka sijoittelu on tuottanut paljon vaikeuksia laitteiden kokoonpanossa Rauten omille asentajille ja etenkin Rauten ulkopuolella laitteiden valmistuksessa. Kohdemaissa laitteiden pystytykset suoritetaan suurimmaksi osaksi paikallisella työvoimalla Rauten työntekijöiden ollessa työnjohto- ja asennusvalvontatehtävissä. Anturipiirustuksesta toivotaan tulevan sellainen työkalu, jonka avulla myös ulkopuoliset asentajat pystyvät tekemään riittävän tarkkaa työtä antureiden asennuksessa.

Sähkösuunnittelussa suunnittelijoilla on ollut myös hankaluuksia piirustuksien epätarkkuuden kanssa. Jossain tapauksissa sähkösuunnittelijalla ei ole ollut minkäänlaista dokumenttia antureiden sijoittelusta valmiina, joten anturit on piirretty käsin tulostettuun piirustukseen. Tämä on ollut kovin työlästä ja mahdollisten muutosten päivittäminen kuviin hidasta. Uuden suunnittelutavan toivotaan helpottavan sähkösuunnittelijoiden työtä siinä määrin, että jatkossa heillä olisi valmis anturipiirustus, kun laitteen sähkösuunnittelua toteutettaisiin.

Opinnäytetyössäni tutustutaan yleisesti vanerin- ja LVL-palkin valmistusprosessiin. Valmistuksessa käytettävät laitteet ja valmistusprosessin yksityiskohdat vaihtelevat valmistajien välillä. Vaihtelevuutta prosessiin tuo myös käytettävä materiaali. Valmistusmenetelmät vaihtelevat paljon myös valmistusmaasta riippuen. Työssäni keskitytään kotimaiseen vaneri- ja LVL-teollisuuteen.

Rautella tekemääni suunnittelutyön tuloksia eli anturipiirustuksen suunnitteluohjetta tai kokoonpanoon liitettäviä anturipiirustuksia ei esitetä tässä kirjallisessa työssä.

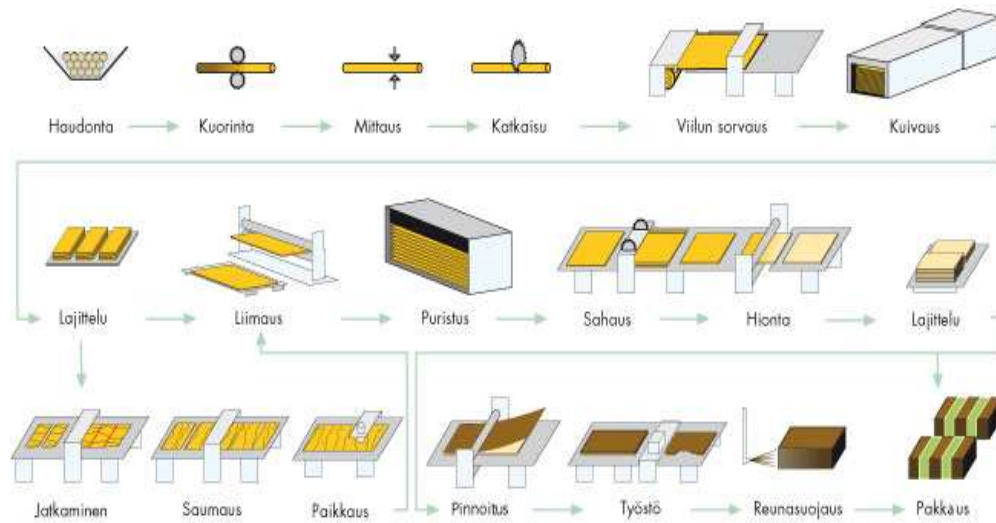
#### 4 VANERIN VALMISTUS

Vanerin valmistus alkoi Suomessa vuonna 1893, kun Karkkuun valmistui Wiikarin Oy:n tehdas. Oppi valmistukseen haettiin Baltiasta, Lutherin vaneritehtaalta Tallinnasta. Ensimmäisen merkittävän vaneritehtaan Suomeen rakennutti Wilhelm Schauman Jyväskylään vuonna 1912. Kehitystä noista päivistä on tapahtunut huimasti. Jyväskylän tehtaalla yhden vanerikuution valmistukseen kulutettiin noin sata työtuntia, kun nykyään yhden kuution valmistukseen kulutetaan yksi työtunti. (Metsäteollisuus 2012.)

Maailmanlaajuisesti vaneria valmistettiin vuonna 2010 yhteensä 81,5 miljoonaa kuutiota. Tästä suurin osa tuotettiin Kiinassa, noin 56 prosenttia. Suomessa vaneria tuotettiin noin miljoona kuutiota, mikä tekee Suomesta Euroopan suurimman vanerin tuottajan. (Raute 2012.)

Vanerin valmistuksessa on useita eri valmistusvaiheita (KUVIO 2). Valmistuksen vaiheet ja tavat vaihtelevat käyttötarkoituksen, materiaalin ja valmistajan mukaan.

Kotimaisia vakiovanereita ovat koivuvaneri, jonka valmistuksessa käytetään ainoastaan koivuviilua, kuusesta tai männystä valmistettu havuvaneri ja combivanerit, joissa pintaviilut ovat koivua ja sisäviilut vuorotellen koivu- ja havuviilua. Suurin kotimainen vaneritehdas on UPM Pelloksen tehdas Ristiinassa. Tehtaan vanerinvalmistuskapasiteetti on 480 000 m<sup>3</sup> vuodessa. (Metsäteollisuus 2012.)



KUVIO 2. Vanerin valmistusprosessi (UPM 2012)

#### 4.1 Viilunvalmistus

Prosessin ensimmäisessä vaiheessa tukkeja haudutetaan lämpimässä vedessä tai höyrytetään, jotta puuaineesaadaan pehmenemään. Lämpötila vaihtelee puulajista riippuen. Haudonta-aika vaihtelee yhdestä vuorokaudesta viikkoon. Talviaikaan jäätyneiden tukkien sulatus tapahtuu aluksi huomattavasti alhaisemmassa lämpötilassa, jotta tukit eivät halkeilisi nopean lämpötilan muutoksen takia. (Puuproffa 2008.) Haudonnan jälkeen tukit kuoritaan ja katkaistaan halutun mittaisiksi. Yleisimmät Suomessa käytetyt mitat ovat 1300 mm, 1600 mm ja 2600 mm.

Teollisessa viilunvalmistuksessa käytetään kahta tapaa materiaalin saamiseksi. Materiaalin laadusta riippuen käytetään joko sorvaamista tai leikkaamista. Leikkaamisesta voidaan puhua myös höyläämisenä. Yksittäisiä pieniä viiluja voidaan valmistaa myös sahaamalla. Leikattua viilua ei yleensä käytetä vanerin valmistukseen, vaan sen käyttökohteita ovat eri pintamateriaalit huonekaluissa ja sisustuksessa. (Puuproffa 2008.)

Sorvausta käytetään yleensä halvemmille puulajeille. Sorvaamalla puusta saadaan pitkää viilumattoa, jota yleensä käytetään vanerin tai LVL:n valmistukseen. Suomessa parhaat koivuraaka-aineet käytetään ohutviiluna viilutukseen. Viilutuksen kohteita ovat huonekaluteollisuus, ovet ja paneelit.

Sorvausvaiheessa tukki kiinnitetään viilusorviin. Sorvi alkaa pyöriä, jolloin terä alka leikata tukista pitkää viilumattoa (KUVIO 3). Kun tukista on sorvattu kaikki saatava puuaines, ei jäljelle jää kuin noin viidestä kymmeneen senttimetriä halkaisijaltaan oleva pyöreä purilas. Vanerin ja LVL:n valmistuksessa viilun tavallisimmat paksuudet ovat koivuviilulle 1,4 mm ja havuviilulle 2,0 – 3,2 mm. Ohutviiluvanerissa valmiin vanerin paksuus on 0,4 mm – 2,0 mm. (Puuproffa 2008.)



KUVIO 3. Viilumaton sorvauksen periaate (Puuproffa 2008)

Kuivausvaiheessa viilut ajetaan kuivauslinjan läpi. Kuivauslinjan jälkeen viilut lajitellaan. Lajitteluperusteita ovat koko, tekninen laatu, visuaalinen laatu, kosteus ja lujuus. Osa viiluista kulkee suoraan eteenpäin prosessissa, mutta suuri osa viiluista vaatii jatkokäsittelyä.

Saumauslinjalla kapeat tai virheitä sisältävät viilut saumataan isoiksi arkeiksi sillä hetkellä valmistettavan vanerin koon mukaan. Paikkauslinjalla muuten ehjiä, mutta oksanreikiä sisältäviä viiluja voidaan paikata. Lyhyitä viiluja voidaan myös jatkaa oikean mittaisiksi arkeiksi.

Saumaus tapahtuu liimalangalla. Lanka koostuu polyesterista, jonka päällä on kerros EVA-sulateliimaa. EVA tarkoittaa eteenivinyliasetatisekapolymeria. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää lasikuitulankaa, jonka pinnalla on kerros polyamidi- tai polyesteripohjaista sulateliimaa. (Emport Oy 2013.)

## 4.2 Vanerin ladonta ja levynkäsittely

Kuivauksen ja jälkikäsittelyn jälkeen viilut tuodaan ladontalinjalle.

Ladontalinjalla viilut ajetaan liimoittimen läpi vanerin rakenteen mukaisessa järjestyksessä. Vaneri "rakennetaan" niin, että viilujen syysuunnat ovat ristikkäisiä päällekkäin olevissa viiluissa (KUVIO 4). Näin vanerista saadaan vahvempaa. Pintaviilu tuodaan ladelman päällimmäiseksi liimoittimen jälkeen. Ladontasemia on kahdenlaisia: automaattisia ja manuaalisia, joissa lademat tehdään käsin.



KUVIO 4. Syysuunnaltaan ristiinladottuja viiluja

Kotimaisessa vanerissa käytetään nykyään suurimmaksi osaksi fenoliformaldehydiliimaa. Se on hyvin märätkin sääolosuhteet kestävä, väriltään ruskeaa liimaa. Vanerinvalmistuksessa käytetään myös ureaformaldehydiliimoja, mutta sen säänkesto-ominaisuuksien takia sen käyttöä suositellaan vain kuivissa tai kosteissa tiloissa, ei ulkokäytössä. Formaldehydi on myrkyllinen aine, mutta suomalaisen vanerin formaldehydipäästöt ovat erittäin pieniä ja ne alittavat EN-standardeissa asetetut vaatimukset helposti. (Metsäteollisuus 2005.) Liimauksessa

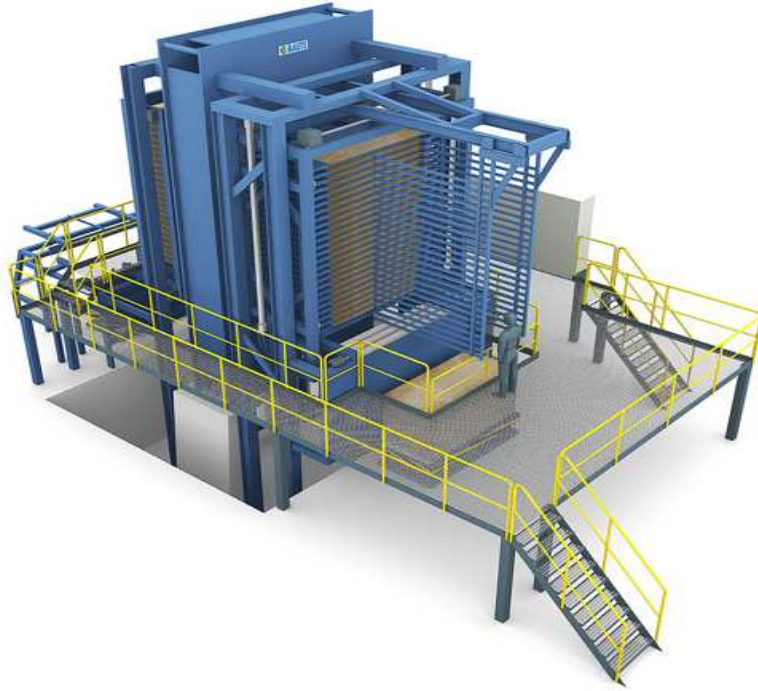
on tärkeää, että liima levittyy koko viilun alueelle tasaisesti ja sitä on riittävästi. Uusimpana tekniikkana on kehitetty juovaliimaus-tekniikka (KUVIO 5). Muita liimanlevitystekniikoita ovat levittäminen telalevittimellä, ruiskulevitys ja valukonelevitys. (Raute 2012.)



KUVIO 5. Juovaliimaus (Raute 2012)

Ladontalinjan jälkeen ladelmat kulkevat esipuristimeen, jossa ne yksitellen kylmäpuristetaan levyaihioksi. Esipuristuksessa aihioita puristetaan 0,5–1,0 Mpa:n paineella viidestä kymmeneen minuuttia. Esipuristuksessa aihoiden kosteus tasaantuu ja se mahdollistaa aihoiden välivarastoinnin tunniksi tai kahdeksi. (Raute 2012.)

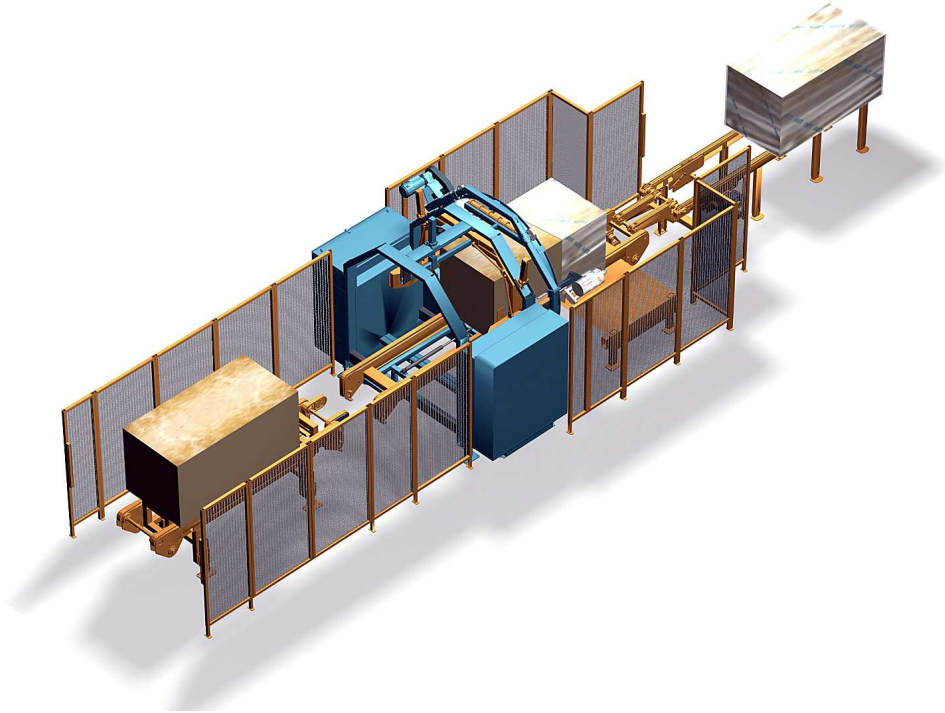
Esipuristimen jälkeen levyaihiot ajetaan kuumapuristimeen. Kuumapuristin on monivälinen, jossa yksi aihio sijoitetaan yhteen väliin (KUVIO 6). Tämän jälkeen aihiot puristetaan kovassa paineessa ja korkeassa lämpötilassa vanerilevyiksi. Korkealla lämpötilalla liima saadaan kuivumaan kunnolla. Puristusaikaan vaikuttaa viilujen paksuus ja käytettävä liimatyyppe. Fenoliliimalla puristusaika on pidempi kuin urealiimoilla. (Raute 2012.)



KUVIO 6. Puristin (Raute 2012)

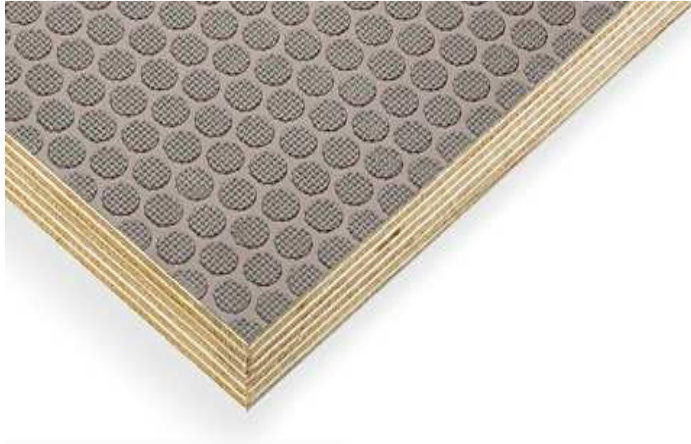
Puristimen jälkeen vanerilevyt viimeistellään kittaamalla levyihin tulleet mahdolliset viat ja sahaamalla levyjen reunat suoriksi haluttuihin mittoihin. Valmiiden levyjen pinnat hiotaan sileiksi. Tämän jälkeen levyt menevät joko pinnoitettaviksi tai pakattaviksi (KUVIO 7).



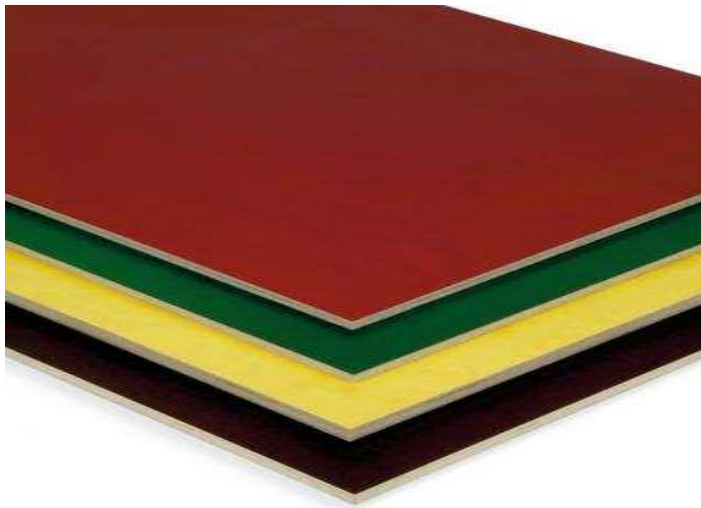


KUVIO 7. Vanerin pakkauslinja (Raute 2012)

Vanerin ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa pinnoittamalla vanerilevyt. Hyvin yleisiä ovat fenolifilmipintaiset vanerit. Fenolihartsilla impregnoitu filmi puristetaan vanerin pintaan, jolloin vaneri saa paremmin kulutusta, kosteutta ja kemikaaleja kestävä pinnan (KUVIO 9). Filmin vakioväri on tumman ruskea, mutta värejä on saatavilla myös muita. Filmillä pinnoitettuun vaneriin voidaan puristettaessa tehdä myös kohokuvioita liukueston parantamiseksi (KUVIO 8). Fenolihartsilla voidaan vanerin pintaan muodostaa myös maalauskalvo. Pinnoite vähentää maalinkulutusta ja ehkäisee maalipinnan hiushalkeilua. (Metsäteollisuus 2005.)



KUVIO 8. Liukuestepinnoitettu vaneri (Koskisen 2013)

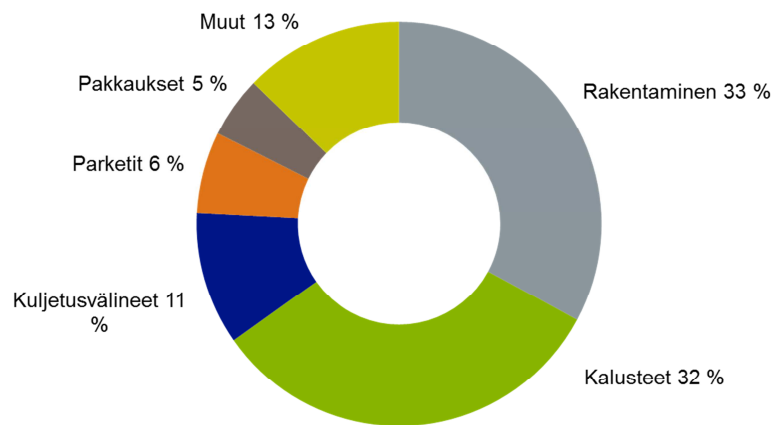


KUVIO 9. Fenolihartsilla pinnoitettuja vanerilevyjä (Koskisen 2013)

Melamiinihartsilla impregnoitunut vaneri sopivat hyvin elintarviketeollisuuden käyttöön siistin ulkonäönsä ja hygieenisyytensä ansiosta. Yleisimmät melamiinifilmin värit ovat valkoinen ja vaaleanharmaa. (Metsäteollisuus 2005.)

### 4.3 Vanerin käyttökohteita

Vaneria käytetään monipuolisesti rakennus-, kuljetus- ja huonekaluteollisuudessa (KUVIO 10). Rakennuksissa vaneria käytetään mm. katoissa, lattioissa, seinissä ja alkuvaiheessa betonimuoteissa. Lisäksi vaneria käytetään suojina ja aitatarvikkeina. Kuljetusalalla vaneria käytetään pakkauksissa ja laatikoissa, kuljetusvälineiden ja konttien lattioina ja ajoneuvojen piiloon jäävissä osissa. Huonekaluteollisuudessa käytetään yleensä koivuvaneria sen paremman ulkonäön takia. Vaneria käytetään myös liikennemerkkeissä. Ohutviiluvanerilla käyttökohteina on mm. pienoismallit ja design-tuotteet.

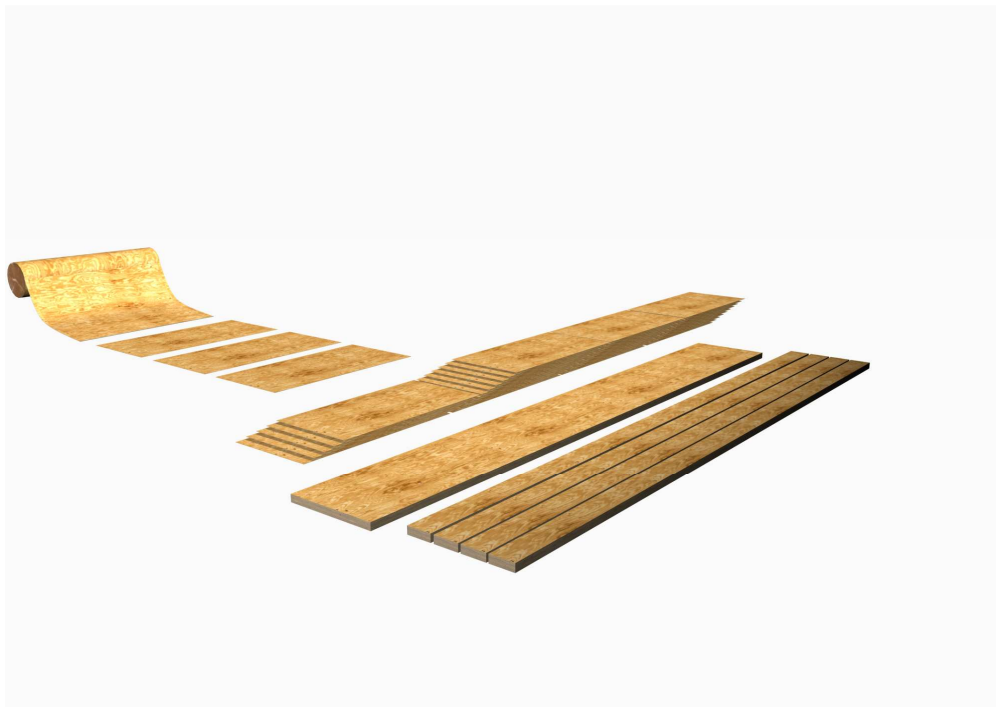


KUVIO 10. Vanerin käyttökohteet Euroopassa (Metsäteollisuus 2011)

## 5 LVL-PALKIN VALMISTUS JA KÄYTTÖKOHTEET

LVL:n (laminated veneer lumber) valmistusprosessi muistuttaa suuresti vanerin valmistusprosessia. Yleensä LVL valmistetaan 3,2 mm:n paksuisista havupuuviiluista. Viilut ovat kotimaisessa tuotannossa yleensä 1,8 tai 2,5 metriä leveitä. Prosessin alkuvaiheet eivät eroa vanerin valmistuksesta: tukit haudotaan, kuoritaan ja katkaistaan ennen sorvausta. Sorvauksen jälkeen viilut kuivataan, ladotaan ja puristetaan palkeiksi.

Ladontavaihe on poikkeava verrattuna vanerinvalmistukseen. Vaneria valmistettaessa liimoittimen läpi kulkeneet viilut ladotaan päällekkäin siisteiksi pinkoiksi. LVL-palkin valmistuksessa viilut ladotaan limittäin jopa 25 metriä pitkiksi aihioiksi (KUVIO 11). Vaneri valmistetaan yleensä syysuunnaltaan ristikkäisistä viiluista, kun taas LVL yleensä syysuunnaltaan samoin päin. Joissain tapauksissa osa viiluista voidaan latoa myös ristikkäin tuomaan lisää lujuutta tai muita haluttuja ominaisuuksia. Liimana käytetään yleensä samaa fenoliformaldehydiliimaa kuin vanerissakin. Pitkät aihiot kuumapuristetaan, minkä jälkeen ne sahataan halutun mittaisiksi.



KUVIO 11. LVL-palkki

LVL-palkkien Tärkeimmät käyttökohteet ovat rakennusalalla (KUVIO 12). Palkkeja käytetään ylä-, väli- ja alapohjien kantavina rakenteina sekä ulko- ja väliseinien runkotolppina. Levyinä LVL:ää voidaan käyttää katto-, seinä- tai lattiarakenteiden jäykistävinä osina.



KUVIO 12. LVL-palkin käyttö kattorakenteissa Metsä Wood.

## 6 ANTURIPIIRUKSEN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Työ aloitettiin tutustumalla Rauten suunnittelussa käytettäviin ohjelmiin ja suunnittelun yleiskäytäntöihin. Tärkeimmät mekaniikkasuunnittelussa käytettävät ohjelmat on PTC:n ProEngineer ja talvella 2013 käyttöön otettu hallintaohjelmisto Windchill. Näiden lisäksi käytetään myös jonkin verran AutoCad-ohjelmaa.

Tutustuttuani ohjelmiin ja käytäntöihin aloin kartoittaa mielipiteitä ja toiveita tulevaa työtäni varten. Haastattelin kaikkia suunnittelun eri osa-alueita: mekaniikka-, automaatio- ja sähkösuunnittelijoita. Kaikilla osapuolilla oli hieman toisistaan poikkeavat ajatukset työn kannalta, mutta kaikki kuitenkin näkivät anturipiirustukset tarpeellisiksi työkaluiksi suunnittelun kehittämisessä. Uuden anturipiirustuksen toivottiin olevan ratkaisu Rauten tuotannossa havaittuihin ongelmiin. Valmistuksessa käytettävissä kokoonpanokuvissa instrumentointi on esitetty joissain tapauksissa hyvin heikosti, ja tästä syystä laitteiden kokoonpano on ollut hankalaa antureiden osalta.

Työn seuraavassa vaiheessa aloin suunnitella anturikuvan toteutustapaa. Ensimmäisenä vaihtoehtona suunnittelin antureiden esittämistä varsinaisissa kokoonpanopiirustuksissa, mutta tällä tavalla antureita ei saatu esille riittävän selkeästi. Tämä kävi selväksi ensimmäisissä testiversioissa, joita aloin tehdä ensimmäisten haastattelujen jälkeen. Kokoonpanokuvissa on alun perinkin paljon tietoa, ja antureiden erittely samoihin piirustuksiin ei onnistunut halutulla tavalla. Leikkausten ja detaljiekuvien lisääminenkin ei ollut mahdollista, koska piirustusalue täyttyi nopeasti ja piirustuksista tuli vaikeasti luettavia. Työn aikana syntyneitä testiversioita ei voida tässä työssä esittää, koska ne on tehty Rauten käytössä oleviin kokoonpanopiirustuksiin.

Lisäksi ongelmaksi muodostui piirustuksen jatkokäytettävyys. Merkitsemällä anturit vain projektikohtaiseen piirustukseen sama työ pitäisi toistaa jokaisessa uudessa projektissa, jossa kyseistä mallia käytettäisiin. Uusissa projekteissa käytetään usein valmiita malleja, ja tästä syystä mietittiin vaihtoehtoa, jossa anturipiirustusta ei tarvitsisi aina luoda uudestaan.

Ensimmäinen ongelma ratkaistiin tekemällä anturipiirustuksesta kokoonpanopiirustuksesta erossa oleva piirustus, vaikka piirustukset olisivatkin

päällisin puolin samannäköisiä. Uudessa piirustuksessa malliin merkittäisiin vain anturit ja niiden oikeaan asennukseen vaadittavat mitoitus- ja erillisessä piirustuksessa tilaa jäisi myös leikkaus- ja detaljikuville, joita riittävän tarkan piirustuksen tekemisessä tarvitsisi. Lisäksi piirustuksen osaluettelosta kävisi selväksi antureiden tyyppi ja lukumäärä. Tällä tavalla piirustuksesta saataisiin selkeä, mutta riittävän informatiivinen. Anturipiirustukselle kehitettiin täysin oma osaluettelo, joka osaisi suodattaa anturit mallin rakenteesta. Kokoonpanon rakenne syntyy pääkokoonpanon alla olevista osakokoonpanoista ja osista. Uusi osaluettelo kuitenkin vaati, että anturiosille luotaisiin jokin uusi attribuutti, jonka mukaan osaluettelo osaisi eritellä halutut osat rakenteesta. Tällä tavalla piirustuksen tekeminen helpottui ja nopeutui, koska suunnittelijan ei enää itse tarvitsisi etsiä antureita mallin rakenteesta. Lisäksi piirustukseen lisättiin valmit merkinnät antureiden tunnuksia varten. Tunnukset tulitaisiin lisäämään piirustuksiin sähkösuunnittelun yhteydessä.

Toisena ongelmana havaittiin suunnittelun aikana tulevat muutokset kokoonpanoon. Jos suunnittelun aikana malliin tulisi muutoksia, muutokset eivät päivittyisi anturipiirustukseen, koska sitä ei ollut sidottu varsinaiseen kokoonpanoon mitenkään.

Toinen ongelma saatiin ratkaistuksi sillä, että anturipiirustus sisällytettäisiin tyhjänä osana kokoonpanoon. Tyhjä osa olisi osa kokoonpanoa, ja anturipiirustus kulkisi varsinaisen kokoonpanon mukana. Tällä tavalla anturipiirustus ja kokoonpanossa käytettävä malli saataisiin sidottua yhteen. Anturipiirustus tehtäisiin osalle, joka sijoitettaisiin suoraan pääkokoonpanon rakenteeseen. Anturipiirustuksen mallina käytettäisiin kuitenkin varsinaista kokoonpanoa. Tällöin varsinaiseen kokoonpanoon tehdyt muutokset näkyisivät myös anturipiirustuksessa.

Työn edetessä oli myös mietittävä, missä vaiheessa suunnittelua anturipiirustus luotaisiin. Anturipiirustuksen tulisi jatkossa luomaan kyseisen laitteen kokoonpanopiirustuksen suunnittelija. Anturipiirustus olisi tällöin valmiina suunnittelun edetessä mekaniikkasuunnittelijalta sähkö- ja automaatio-suunnittelijoille.

Anturipiirustus on myös tarkoitus lisätä vanhoihin malleihin, koska niitä käytetään usein pohjana myös uusissa projekteissa. Näin ollen uutta projektia aloitettaessa kokoonpanosta on jo valmiina anturipiirustus, joka päivittyisi automaattisesti, jos malliin tulisi jotain muutoksia. Suunnittelijan tehtäväksi jää anturipiirustuksen tietojen päivittäminen kysessä olevan kokoonpanon mukaisiksi.

Suunnittelun ja piirustusten teon aikana tarkoituksena oli myös kehittää anturipiirustuksen teosta ohje Rauten suunnittelijoille. Suunnitteluohjeen tekemisen aloitin työn loppuvaiheessa, kun piirustuksen pääpiirteet alkoivat hahmottua. Ohjeen tehtävänä olisi ohjata suunnittelijoita alkuvaiheessa. Anturipiirustuksen muodon valmistuttua aloin tehdä piirustuksia projekteille ja samalla kehittämään ohjetta. Ohjeen lopullinen muoto tulisi valmistumaan vasta myöhemmin, kun piirustuksia alettaisiin tuottaa enemmän. Tässä vaiheessa ohjeeseen kirjattiin kohta kohdalta piirustuksen teon vaiheet. Suurin huomio kohdistui sellaisiin vaiheisiin, joita ei tavallisen kokoonpanopiirustuksen teossa olisi.



## 7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella suunnittelukäytäntö, jossa instrumentointi sisällytettäisiin mekaanisiin kokoonpanopiirustuksiin. Tähän tarkoitukseen luotiin anturipiirustus, joka tulisi nykyisen kokoonpanopiirustuksen rinnalle esittämään kokoonpanossa olevien antureiden sijainti, tyyppi ja lukumäärä. Jatkossa piirustusta on mahdollisuus kehittää esittämään myös muita komponentteja, mutta aluksi piirustusta testataan vain antureilla.

Piirustuksen tarkoitus olisi helpottaa laitteiden kokoonpanoa ja valmistusta ja olla auttavana työkaluna sähkö- ja automaatio suunnittelussa. Anturipiirustuksen luomisesta on tehty ohjeet, jotka ovat Rauten suunnittelijoiden käytettävissä.

Työn alkuperäiset tavoitteet saavutettiin, mutta työn todellisesta onnistumisesta saadaan selvyys vasta tulevaisuudessa, kun anturipiirustuksen käyttöä laajennetaan. Toistaiseksi anturipiirustuksia on luotu vain muutamasta kokoonpanosta ja piirustuksia ei vielä ole käytetty käytännössä.

## LÄHTEET

Emport OY. 2013. Liimalangat ja –teipit vaneri- ja huonekaluteollisuuteen [viitattu 24.3.2013]. Saatavissa:

<http://www.emport.fi/fi/tuotteet/vaneriteollisuuden-tuotteet.html>

Koskisen. 2013. Vanerituotteet [viitattu 17.3.2013]. Saatavissa:

<http://www.koskisen.fi/tuotteet/vanerituotteet>

Metsäteollisuus. 2012. Metsäteollisuuden tietopalvelu [viitattu 22.3.2013].

Saatavissa:

<http://www.metsateollisuus.fi/Infokortit/vaneritjामuutpuulevyt03/Sivut/default.aspx>

Metsäteollisuus. 2012. Metsätilastollinen vuosikirja 2011. [viitattu 22.3.2013].

Saatavissa: [http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2011/vsk11\\_10.pdf](http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2011/vsk11_10.pdf)

Metsäteollisuus. 2005. Vanerikäsikirja [viitattu 24.3.2013]. Saatavissa:

<http://www.metsateollisuus.fi/Infokortit/vanerikasikirja/Documents/Vanerikasikirja.pdf>

Puuproffa. 2008. Puujalosteet [viitattu 24.3.2013]. Saatavissa:

[http://www.puuproffa.fi/proffin/index.php?option=com\\_content&task=view&id=82&Itemid=106](http://www.puuproffa.fi/proffin/index.php?option=com_content&task=view&id=82&Itemid=106)

Raute. 2012. Vuosikertomus 2011 [viitattu 15.2.2013]. Saatavissa:

[http://www.raute.fi/c/document\\_library/get\\_file?uuid=b85a85be-b9c9-4788-809b-2a7168eec862&groupId=24746](http://www.raute.fi/c/document_library/get_file?uuid=b85a85be-b9c9-4788-809b-2a7168eec862&groupId=24746)

UPM. 2012. Vanerin tuotantoprosessi [viitattu 24.3.2013]. Saatavissa:

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

## LITTEET