

LAADUN OPTIMOINTI

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Mekatroniikan suuntautumisvaihtoehto
Opinnäytetyö
Kevät 2011
Janne Kenttämaa

Lahden ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

KENTTÄMAA, JANNE:

Laadun optimointi

Mekatroniikan opinnäytetyö, 25 sivua, 2 liitesivua

Kevät 2011

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia Koskisen Oy:n Lastulevytehtaan pinnoituslinjalle tehtyjen pinnoitusaihioiden laatua. Tavoitteena oli selvittää hionta- sekä pinnoituslinjan lajittelukameroiden luotettavuutta ja niiden parametrejä muuttamalla pyrkiä mahdollisimman hyvään lajittelulaatuun.

Prosessia tutkittiin valmistamalla hiontalinjalla tarkasti valvottuja sarjoja, jotka pinnoitettiin pinnoituslinjalla. Hionnan sekä pinnoituksen aikana seurattiin jatkuvasti lajittelukameroiden toimintaa ja mahdolliset poikkeamat kirjattiin ylös työtä varten suunniteltuun taulukkoon.

Opinnäytetyön kirjallisessa osuudessa käydään läpi Koskisen Oy:n sekä Lastulevytehtaan toimintaa sekä historiaa. Työssä tutustutaan lastulevyyn, sen laatuun ja valmistusprosessiin sekä konenäkötekniikan toimintaan ja historiaan. Lisäksi käsitellään laatua yleisesti, laadunhallintajärjestelmää ja laatuksenkustannuksia.

Lopuksi analysoidaan työssä saavutetut tulokset sekä parannusehdotukset.

Avainsanat: lastulevy, pinnoitus, hionta, konenäkö, laatu

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

KENTTÄMAA, JANNE: Quality optimization

Bachelor's Thesis in Mechatronics, 25 pages, 2 appendices

Spring 2011

ABSTRACT

The objective of this thesis was to study the quality of the surface finishes made in the coating line at the plywood factory of Koskisen Oy. The goal was to examine the reliability of the grading cameras at the sanding and coating lines, and to find an optimal grading quality by changing the parameters of the cameras.

The process was studied by producing carefully monitored product series in the sanding line, and a surface finish was applied in the coating line. The performance of the grading cameras was monitored continually during sanding and finishing, and possible anomalies were recorded in a table designed for the purposes of this study.

This thesis starts by explaining the operations and the history of Koskisen Oy and its plywood factory. It then goes on to present issues pertaining to plywood, its quality and manufacturing process as well as issues concerning computer vision and its history.

In addition, the thesis examines quality in general, quality management systems and quality costs. It concludes in an analysis of the results of the study and in suggestions for development.

Key words: plywood, surface finish, sanding, computer vision, quality

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Työn tavoitteet	1
1.2	Työn suoritus	1
2	YRITYS	3
2.1	Koskisen Oy	3
2.1.1	Historia	3
2.1.2	Toiminta	3
2.2	Lastulevyteollisuus	4
2.2.1	Historia	4
2.2.2	Toiminta	5
3	LASTULEVY	6
3.1	Määritelmä	6
3.2	Historia	7
3.3	Levytyypit	7
3.4	Valmistus	8
3.4.1	Hionta	8
3.4.2	Pinnoitus	9
4	KONENÄKÖ	12
4.1	Määritelmä	12
4.2	Argos SIS (Surface inspector system)	14
4.3	Toiminta	14
4.4	Easy Vision surface inspector	16
4.4.1	Toiminta	16
4.4.2	Rakenne	17
5	LAATU	18
5.1	Laadun merkitys opinnäytetyössä	18
5.2	Koskisen laatu	18
5.3	Laadun määritelmä	19
5.4	Laadunhallintajärjestelmä (Quality management system)	20
5.5	ISO 9001	20
5.6	Laatutyökalut	21

5.7	Laatukustannukset	21
6	TYÖN TULOKSET JA HUOMIOT	22
6.1	Hiontalinjan huomiot	22
6.2	Pinnoituslinjan huomiot	23
6.3	Hiontalinjan tulokset	23
6.4	Pinnoituslinjan tulokset	24
7	YHTEENVETO	25
	LÄHTEET	26
	LIITTEET	28

1 JOHDANTO

1.1 Työn tavoitteet

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Koskisen lastulevytehtaan pinnoituslinjalla aiheutuvien hylättyjen levyjen syyt ja samalla pyrittiin lisäämään pinnoituslinjan kannattavuutta sekä tuottavuutta. Pinnoituslinjalta oli jatkuvasti tullut suuri määrä hylättyjä levyjä, minkä takia päätettiin selvittää, kuinka suuri määrä hylättyistä levyistä johtuu pinnoitusvirheistä ja levyssä olevista virheistä.

Työn suurimpana osa-alueena oli selvittää hiontalinjan Argos-lajittelukameran sekä pinnoituslinjan Easy Vision-lajittelukameran toimintavarmuus.

Havaittujen tulosten perusteella päätettiin jatkotoimenpiteistä kameroiden lajittelukriteereiden muuttamiseksi.

1.2 Työn suoritus

Työ tehtaalla suoritettiin siten, että hiontalinjalta otettiin sattumanvaraisesti useita noin 200 kappaleen levyeriä. Hiontalinjalla sarjoja hiottaessa otettiin vikaraportti kustakin erästä. Vikaraportissa kerrottiin, millaisia virheitä hionnan kameralajittelu oli lajitellut hylätyksi laaduksi. Raporttiin kirjattiin myös virheiden lukumäärä sekä niiden sijainti levyissä. Vikaraportti on liitteenä 1.

Hiotut erät sijoitettiin tuotantoon siten, että hiottiin kerran viikossa yksi tai useampi sarja seuratusti. Työn aloituspalaverissa sovittiin, että on parempi ottaa näytesarjoja sattumanvaraisesti eri ajankohdilta kuin yksi pitkä sarja jonakin tiettyinä päivinä. Lyhyillä sarjoilla sattumanvaraisesti otettuna saatiin huomioitua paremmin erilaisia virheitä, joita peruslevyn tuotannosta voi syntyä.

Testisarjat varastoitiin ja otettiin pinnoituslinjalle tuotantoon seuratusti tietyille ennalta sovituille tilauksille. Ennalta sovituisissa tilauksissa katsottiin parhaaksi käyttää valkoista pinnoitetta, koska tilauksien sarjat olivat pidempiä ja näin ollen sarjat saatiin tuotannon läpi nopeammin.

Sarjat pinnoitettiin siten, että pinnoituslinjan lajittelussa oli lajittelukameran lisäksi prosessinhoitaja. Kameraa apuna käyttäen prosessinhoitaja lajitteli pinnoitetut levyt ja merkitsi kaikki virheet ennalta laaditulle laatujaakauma-kaavakkeelle.

Laatujaakauma-kaavakkeelle tuli tutkia kaikki mahdolliset levystä johtuvat virheet eli painaumat, kohoumat sekä viiraviat ja selvittää niiden koko sekä sijainti levyssä. Laatujaakauma-kaavake on liitteenä 2.

Näiden sarjojen ja tulosten perusteella saatiin selville, kuinka paljon oli virheitä, jotka hiontalinjan lajittelukamera päästi läpi ja jotka näin ollen pinnoituslinjan lajittelussa jouduttiin tämän virheen vuoksi hylkäämään.

Hiontalinjan kameralajittelun läpi päässeiden virheiden määrästä tehtiin johtopäätökset siitä, tuliko hionnan kameralajittelun lajittelukriteerejä säätää.

Lajittelukriteerejä tuli säätää tiukemmiksi, jos pinnoituksessa huomattiin liikaa virheitä, jotka olisi tullut lajitella lankeavaksi laaduksi hionnan lajittelussa. Lajittelukriteerejä tuli säätää väljemmiksi, jos havaittiin, että hionnan lajittelu lajittelee lankeavaksi sellaisia levyjä, jotka pinnoituksen jälkeen olisi mahdollista lajitella prima-levyiksi.

2 YRITYS

2.1 Koskisen Oy

Koskisen Oy on vuonna 1909 aloittanut suomalainen, kansainvälisesti toimiva perheyritys. Koskisen konsernin ydin on Järvelässä toimiva Koskisen Oy. Konsernin emoyhtiönä toimii Koskitukki Oy, joka vastaa yhtiön puunhankinnasta. Hirvensalmella sijaitseva Vilkon Oy on erikoistunut koivusahaukseen ja viiluun. Vierumäellä sijaitsee Koskisen taloteollisuuden keskus. Lisäksi konserniin kuuluu kiinteistöyhtiö Kosava kiinteistöt Oy.

Koskisen konserni on perustanut Venäjälle tytäryhtiöt koivusahausta ja puunhankintaa varten. (Juselius 2009, 6.)

2.1.1 Historia

Vuonna 1931 perustettiin K. Koskisen puutavaraliike. Vuonna 1951 yhtiömuoto muuttui osakeyhtiöksi ja nimi muuttui K. Koskisen Saha Oy:ksi. Vuonna 1960 yhtiö muuttui perheyrietykseksi, kun Koskisen perhe hankki omistukseensa koko yhtiön osakekannan. Vuonna 1976 nimi lyhennettiin Koskisen Oy:ksi yhtiön toiminnan laajennettua sahaustoiminnan ohella levyteollisuuteen; 1960-luvun puolivälissä rakennettiin vaneritehdas ja 1970-luvulla rakennettiin lastulevytehdas Järvelään. Konsernin puunhankintayhtiö Koskitukki Oy:stä muodostettiin konsernin emoyhtiö 1990-luvulla ja Koskisen Oy:stä sen tytäryhtiö.

(Pekkinen 1998, 77.)

2.1.2 Toiminta

Konsernin kotimaan liikevaihto vuonna 2007 oli 229 miljoonaa euroa, josta Koskisen Oy:n osuus oli 201 miljoonaa euroa. Viennin osuus liikevaihdosta oli 59 % eli 135 miljoonaa euroa. Konsernissa vuonna 2007 oli henkilöstöä 1100.

Koskisen konsernin Järvelässä sijaitseva saha-, vaneri- ja lastulevyteollisuuden osaja Koskisen Oy on tuotannollisesti keskeisin konsernin tytäryhtiöistä. Järvelässä sijaitseva Koskisen sahateollisuus valmistaa vakio- ja määrämittaista saha- ja höylätavaraa sekä puuteollisuuden jatkojalosteita. Sahateollisuuden tuotantomäärä on noin 250 000 kuutiometriä vuodessa.

Koskisen vaneriteollisuuden toiminta perustuu asiakaslähtöisiin ratkaisuihin sekä tuotekehitykseen. Vaneriteollisuus on saanut nostettua kapasiteettiaan 2000-luvun uudistusten myötä 100 000 kuutiometriin vuodessa. Järvelässä sijaitsee myös lastulevyteollisuus, joka tuottaa lastulevyä huonekalu- ja rakennusteollisuuden tarpeisiin, sekä Koskisen konsernin emoyhtiö Koskitukki Oy, joka ostaa konsernin tarvitseman puuraaka-aineen, joka on noin miljoona kuutiometriä vuodessa. Hirvensalmella sijaitseva Vilkon oy tuottaa koivusahatavaraa, ohutviiluvaneria, koivuviilua sekä koivuliimalevyä. Konsernin taloteollisuus sijaitsee Vierumäellä, jonka tuotteita ovat Herrala Talot ja Klassikko Talot. (Juselius 2009, 6 – 7.)

2.2 Lastulevyteollisuus

Koskisen lastulevyteollisuus on perustettu vuonna 1975. Liikevaihtoa lastulevyteollisuudella oli 28 miljoonaa euroa ja tuotantoa 110 000 kuutiometriä vuonna 2008. Kotimaan osuus myynnistä oli 62 %. Henkilöstöä on noin 80. Koskisen lastulevyteollisuus tuottaa levyä huonekalu- sekä rakennusteollisuudelle. (Company presentation 2009.)

2.2.1 Historia

Koskisen saha Oy perusti vuonna 1975 Järvelään vaneritehtaan sekä sahan yhteyteen niiden jätteitä käyttävän 2-linjaisen lastulevytehtaan. Lastulevytehtaassa oli pienet yksivälipuristimet, joiden yhteistuotanto oli noin 100 kuutiometriä vuorokaudessa. Puristimista toinen oli vanha kunnostettu ja toisen puristimista toimitti Lahden rautateollisuus Oy. Tehdas uudistettiin 1995 ja sen tuotantokapasiteetti saatiin nostettua 300 kuutiometriin vuorokaudessa. (Company presentation 2009.)

2.2.2 Toiminta

Koskisen lastulevyteollisuus tuottaa levyä huonekalu- sekä rakennusteollisuuteen. Lastulevytehtaan tuotteita ovat Koskifloor pontattu lattialevy, KoskiKant melamiinipinnoitettu kalustelevy, KoskiMel melamiinipinnoitettu lastulevy, KoskiPan pinnoittamaton vakiolevy sekä KoskiWall sisäpintoihin tarkoitettu pinnoittamaton lastulevy. Lisäksi valmistetaan KoskiPro-levyjä, jotka ovat täsmälevyjä asiakkaiden toiveiden mukaan, ja Ultitherm lattialämmityslevyjä vesikiertoista lattialämmitystä varten. (Koskisen Oy 2011.)

3 LASTULEVY

3.1 Määritelmä

Lastulevyksi kutsutaan levyä, joka on valmistettu puusta tai puumaisista kasvinosista tehdyistä lastuista. Lastut on kiinnitetty toisiinsa niihin lisätyn sideaineen avulla painetta ja lämpöä hyväksi käyttäen. (Pekkinen 1998, 9.)

Suomessa raaka-aineena on sahatavaran sahauksessa syntyvä puru sekä lisäksi käytetään saha- ja vaneriteollisuuden sivutuotteina syntyviä muita pienikokoisia jakeita. Lastulevyn sideaineena käytetään pääasiassa ureaformaldehydihartsia, joten ne eivät kestä kosteutta. Suomessa ja Koskisen Oy:ssä valmistetaan myös kosteutta paremmin kestävä levyä, jonka valmistuksessa käytetään sideaineena ureamela-miini-formaldehydihartsia. (Pro Puu ry 2011.) Kuvassa 1 nähdään valmis lastulevy-aihi, josta erottuu harvempi keskilastu sekä hienompilastuinen pintakerros.



KUVA 1. Lastulevy

3.2 Historia

Ernst Hubbart esitti vuonna 1887 idean valmistaa puulevyä sahanpuruista ja alumiiniliimasta paineen ja lämmön avulla. Saksalainen H. Krammer sai patentin vuonna 1889 levyille, joka valmistetaan liimaamalla höylän lastuja kerroksittain pellavakankaalle.

Nykyaikaisen lastulevyn esikuvana voidaan kuitenkin pitää vuonna 1936 saksalaisen A. Pfohlin patentoimaa levyä, jossa hän määritteli lastujen edullisimman muodon ja esitti idean tehdä levyistä kolmikerroksisia käyttämällä pinnassa ohuempia lastuja. (Pekkinen 1998, 11.)

3.3 Levytyypit

Lastulevytyypit voidaan ryhmitellä monella eri tavalla esimerkiksi valmistusmenetelmän, levyn tiheyden tai käyttötarkoituksen mukaan. Lastulevyt eroavat toisistaan pääasiassa niiden liimatyyppin sekä tiheyden mukaan.

Lastulevyjen tiheys on noin 650 -750 kg/m³, ja näin ollen se on normaalia puuta painavampaa. Levyjen pinnat lajitellaan A- ja B-luokkiin, joista A-luokka edustaa virheetöntä pintaa ja B-luokka taas sallii pientä virhettä levyn pinnalla.

Levyt jaetaan seitsemään eri luokkaan, jotka merkitään P-kirjaimella.

Lastulevyjä ovat luokan P1 yleislastulevy, P2 kalustelevy, P4 kuormitusta kestävä levy, P5 kosteutta kestävä levy sekä P6 raskasta kuormitusta kestävä lattialevy.

(Pro Puu ry 2011.)

Koskisen lastulevyteollisuuden pinnoituslinjalla käytetään pääsääntöisesti P2- sekä P5-levyä, joita käytettiin myös tämän opinnäytetyön näytesarjoissa.

3.4 Valmistus

Lastulevyn valmistus alkaa seulonnalla ja puhdistuksella. Tämän jälkeen lastut kuivataan haluttuun kosteuteen ja näin estetään levyn halkeaminen puristusvaiheessa liian kosteuden vuoksi. Kuivauksessa lastuista voi myös tulla liian kuivia, jolloin lämpö ei siirry halutulla tavalla ja näin ollen levyn keskiosa ei liimaannu.

Kuivatut lastut liimoitetaan ja sirotellaan levyaihioiksi halutulla tavalla. Sirottelyn jälkeen ahiot puristetaan halutussa lämpötilassa sekä paineessa kasaan ja liima-aine sitoo lastut levyiksi. Valmiit ahiot sahataan haluttuihin mittoihin.

Koskisen lastulevytehtaan pinnoituslinjalla käytetään pelkästään kahta erilaista aihiomittaa, jotka molemmat ovat 1830 mm leveitä ja 2750 tai 2630 mm pitkiä. Tämän opinnäytetyön testisarjoissa käytettiin pelkästään eri paksuisia 1830 mm leveitä sekä 2750 mm pitkiä levyjä.

3.4.1 Hionta

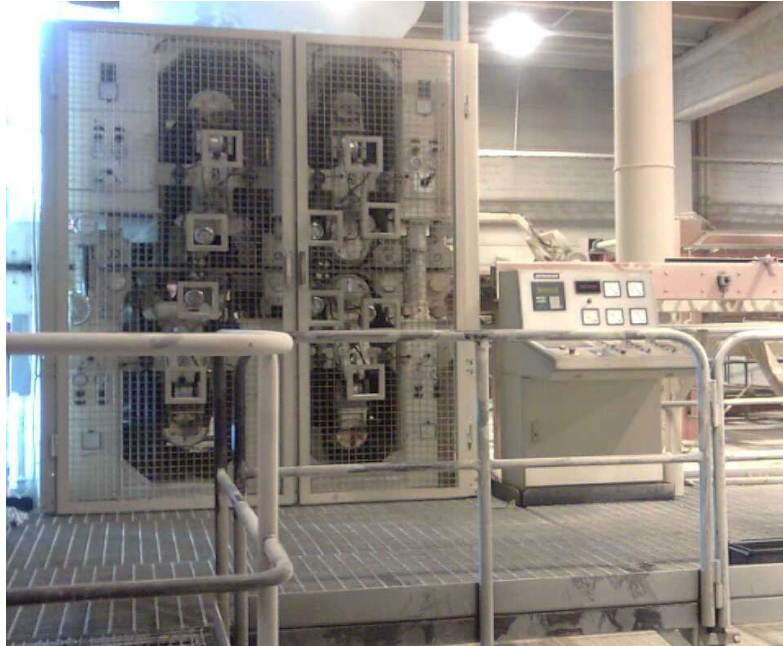
Valmiit ahiot hiotaan, jotta pinta saadaan tasaiseksi sekä paksuus halutuksi.

Hionnassa aihion pintakerroksesta hiotaan ohut kerros pois ja levyt lajitellaan.

Koskisen lastulevyn hiontalinjalla käytetään lajittelussa konenäköä. Lisäksi hioja seuraa aihioden laatua silmämääräisesti ja tarvittaessa voi lajitella levyt käsin.

Opinnäytetyössä seuratulla linjalla on käytössä Argosin konenäkötekniikka, jonka toimintaa seurattiin. Kameran toiminnasta seurattiin sen läpi päästämiä mahdollisia virheitä, jotka aiheuttavat pinnoituslinjalla levyn hylkäämisen ja näin ollen turhia lisäkustannuksia. Kuvassa 2 nähdään Koskisen lastulevytehtaan hiontalinjan koneisto.

Hionnassa keskityttiin virheisiin, jotka olivat levynpinnalla olevat painaumat sekä kohoumat, koska ne aiheuttivat selvästi eniten levystä johtuvia hylkäyksiä pinnoituslinjalla. Hiojat seurasivat ennalta sovitut testisarjat ja tutkivat lajittelukameran toimintaa.

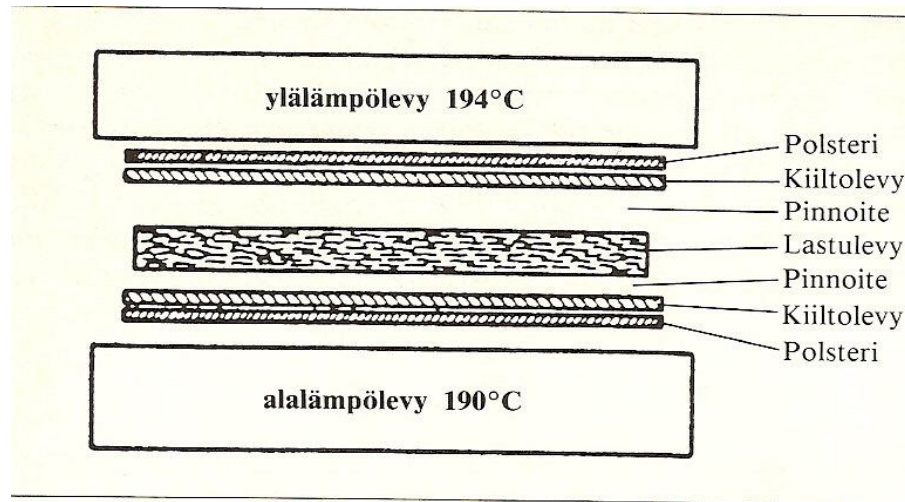


KUVA 2. Hionta

3.4.2 Pinnoitus

Koskisen Oy:n lastulevytehtaalla on käytössä vuonna 2007 valmistunut saksalaisen Hymmen-yhtiön valmistama pikatahtipuristin. Pinnoitus tapahtuu melamiinimuovikalvolla painetta ja lämpöä hyväksikäyttäen.

Pinnoittamalla melamiinifilmillä ehkäistään levyn kulumista ja parannetaan sen ulkonäköä. Pinnoitettava lastulevy on pinnaltaan parempaa kuin tavallinen lastulevy. Levyn pintakerros on hienolastuista ja homogeenistä sekä värin tulee olla tasainen, sillä isot ja karkeat lastut näkyvät pinnoituksen jälkeen pinnoitteen läpi. Pinnoituksessa saatava pintakuvio muodostetaan puristimeen kiinnitetyn manttelilevyn avulla. Mantteli toimii muottina, jolla voidaan puristaa erilaisia pintakuvioita, kuten kristalli-, soft-, puusyy- sekä sileää pintaa. Manttelilevyt valmistetaan messingistä tai haponkestävästä teräksestä, ja ne kestävät pitkään, ellei mekaanista vaurioitumista tapahdu. Puristimen lämpölevyn ja manttelin välissä käytetään synteettisestä kuidusta sekä messinki-, kupari- tai pronssilangasta kudottua mattoa eli polsteria tasaamaan puristuspainetta. (Juvonen & Pekkinen 1985, 169.) Kuvassa 3 nähdään pinnoituspuristimen rakennekuva.



KUVA 3. Pikatahtipuristimen latomus

(Juvonen & Pekkinen 1985, 170)

Lastulevyn pinnoittamisessa käytetään moniaukkoisia sekä yksiaukkoisia puristimia. Moniaukkoisilla puristimilla aikaansaadaan kiiltävämpi pinta siihen rakennetun lämmitysjärjestelmän ansiosta, jolla pinnoitettu levy voidaan jäähdyttää paineen alaisena. Lastulevyn pinnoittamisessa kuitenkin käytetään pääsääntöisesti yksiaukkoisia puristimia.

Puristimet on varustettu yläpuolisilla puristusmännillä ja öljyhydrauliikalla, sillä puristimen nopea sulkeutuminen ja paineen nosto ovat erityisen tärkeitä pinnoituksen onnistumisen kannalta. Lastulevyn pinnoituksessa tärkeä on aika, jonka pinnoite joutuu koskemaan manttelia paineettomana, ja tästä syystä puristimen sulkeutumisajaa on lyhennetty monin tavoin. Puristimen sulkeutumisesta on nopeutettu esimerkiksi käyttämällä matalapaineakkuja tai pumppuja.

Pinnoituksessa puristusaine voidaan asettaa korkeaksi, koska puristusaika on lyhyt ja tällöin lastulevy ei paineen ja lämmön vaikutuksesta painu kokoon. Puristusaine riippuu hartsin kovettumisajasta, puristimen sekä puristimen eri laitteiden nopeudesta. Pinnoitus tapahtuu konelinjassa, ja puristin on sen tärkein osa. Ladelman siirto puristimeen tapahtuu vaunulla, jonka avulla ladelman alapinta saadaan koskettamaan puristimen manttelia lähes samanaikaisesti koko alueelta.

Vaunu kannattelee ladelman reunoista lähes puristimen sulkeutumiseen saakka ja näin ollen pinnoitteen alapinnankosketus mantteliin paineettomana jää mahdollisimman lyhyeksi.

Eri valmistajien pinnoituslinjat ovat periaatteeltaan pitkälti samanlaisia ja suurimmat erot ovat ladontavaiheessa ja tavoissa kuljettaa ladelman puristimeen. Kuvassa 4 nähdään Hymmenin pikatahtipuristimen siirtovaunu sekä puristinosa.

(Juvonen & Pekkinen 1985, 170 – 171.)



KUVA 4. Hymmenin pinnoituspuristin

4 KONENÄKÖ

4.1 Määritelmä

Konenäöllä tarkoitetaan järjestelmää, jossa tietokonenäköä sovelletaan teolliseen tarkoitukseen. Koskisen Oy:n lastulevyteollisuudessa on hiontalinjalla käytössä Argos-järjestelmä sekä pinnoituslinjalla käytössä on Easy Vision -järjestelmä, joiden toimintaa opinnäytetyössä seurattiin.

Konenäköjärjestelmä koostuu eri komponenteista, jotka ovat kamera, valaistus, mittausohjelmisto, ohjausjärjestelmä sekä käyttöliittymä. Koskisen lastulevyteollisuudessa järjestelmiin on asetettu parametrit, jotka on todettu testatusti toimiviksi sekä hionta- että pinnoituslinjalla.

Kamera

Kameran tehtävänä on kuvata tuotetta. Kamerassa olevan optiikan avulla valo siirretään valoherkälle kennolle. Kenno muodostuu varaussyksiköistä, joita kutsutaan pikseleiksi ja niiden määrän perusteella määräytyy kameran tarkkuus. Kenno varautuu sähköisesti siihen tulevan valon kirkkauden perusteella.

Pikselit voivat olla kennossa yhdessä rivissä eli viivana tai useassa rivissä eli matriisina. (Opetushallitus 2004.)

Kuvankäsittely

Kameralta kuva siirtyy muistiin ja sieltä sitä voidaan hyödyntää kuvankäsittelyä apunakäyttäen. Kuvankäsittely tuottaa kuvasta tietoa mittausohjelmistolle mittaus-ten suorittamista varten. Kuvankäsittely poistaa kuvasta turhan informaation ja näin nopeuttaa mittausohjelmiston ja tiedonsiirron toimintaa. (Opetushallitus 2004.)

Valaistus

Valaistuksen avulla luodaan kuvaamiseen vaadittavat olosuhteet. Hyvien olosuhteiden avulla voidaan saada aikaan tarkka kuva sekä virheettömät mittaustulokset. Muutokset valaistuksessa aiheuttavat virheitä mittaustuloksiin. Tästä syystä esimerkiksi kameran lamppujen vaihdossa on syytä vaihtaa kaikki lamput oikean valaistuksen aikaansaamiseksi. (Opetushallitus 2004.)

Mittausohjelmisto

Kuvankäsittelyltä saamien tietojen perusteella mittausohjelmisto suorittaa tarvittavat laskutoimitukset, joiden tuloksena saadaan vastaus tuotteen laadusta. Tuloksena voidaan saada esimerkiksi painauma levyn pinnalla, joka on riittävä syy pinnoitusaihion hylkäämiseksi. (Opetushallitus 2004.)

Ohjausjärjestelmä

Ohjausjärjestelmä hyödyntää mittaustuloksia, ja niiden avulla se tekee päätökset tuotteen laadusta ja sen lajittelupaikasta.

Ohjausjärjestelmä toimii logiikassa tai tietokoneessa, ja se voidaan liittää suoraan toimilaitteeseen tai toiseen ohjausjärjestelmään. (Opetushallitus 2004.)

Käyttöliittymä

Konenäköjärjestelmässä on aina käyttöliittymä, jolla voidaan hallita laitteiston toimintaa. Käyttöliittymänä toimii joko logiikka tai tietokone.

Käyttöliittymän ohjelmisto sisältää mahdollisuudet laitteiston toiminnan seuraamiseen, säätämiseen sekä raportointiin. Raporttien avulla voidaan seurata tuotantoa sekä laitteiston huoltoajankohtia. (Opetushallitus 2004.)

4.2 Argos SIS (Surface inspector system)

Argosin konenäköjärjestelmä on käytössä hiontalinjalla, jota opinnäytetyössä seurattiin. Järjestelmä on tarkoitettu lastulevyjen, laminaattilevyjen ja muidenkin levytyyppien automaattiseen laadunvalvontaan ja lajitteluun. Toiminta perustuu höylättyjen- tai hiottujen pintojen tarkasteluun.

Järjestelmä koostuu seuraavanlaisista laitteista: digitaaliset kamerat, valaistus, kameroiden ja elektroniikan mekaaninen rakenne, PC -näyttöpäätteinen, liitännät kameroihin ja PLC:hen. (Argos Control AS 2000.). Kuvassa 5 nähdään Argos-järjestelmä toiminnassa.



KUVA 5. Argos-järjestelmä

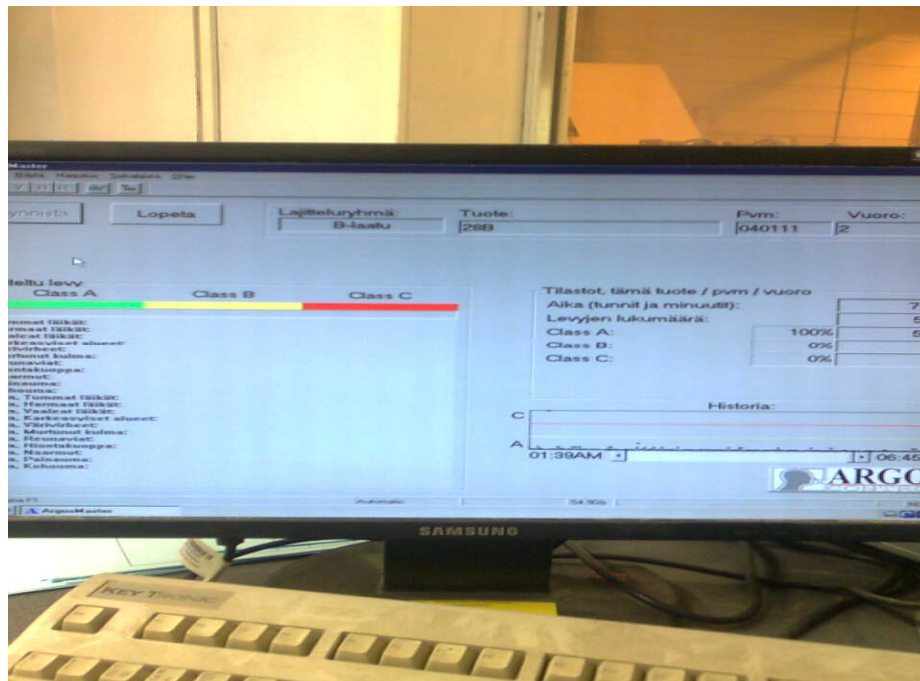
4.3 Toiminta

Järjestelmässä käytetyt kamerat ovat linjatutkakameroita. Kun levyt kulkevat kameroiden ali, otetaan kuva yhdestä linjasta kerrallaan, sitä mukaan kun levyt kulkevat eteenpäin. Levyn nopeus mitataan takomittarilla, joka määrää, millä taajuudella kamerat ottavat kuvia levystä.

Järjestelmän kamerat on liitetty PC:hen, joka lukee linjat ja rakentaa niistä kuvan. Järjestelmät tekevät laskelmia kuvatiedoista löytääkseen ominaisuuksia, joita käytetään lastulevyjen luokittelussa.

PC on kytketty ohjauspaneeliin niin, että sen avulla voidaan rekisteröidä sekä levyjen ominaisuudet että käyttäjän tekemät luokittelut. Käyttäjä valitsee ajettavat tuotteet kirjoittamalla sarjanumerot ja vuorot ennen tuotannon aloittamista. Näiden toimintojen jälkeen järjestelmä on valmis ottamaan ja käsittelemään automaattisesti kuvia sekä lajittelemaan levyt tehdyn luokittelun mukaisesti. Luokituksen tuloksiin perustuen järjestelmä lähettää lajittelusignaaleja PLC:lle ja näyttöpäätteelle ilmestyy kuva, joka näyttää käyttäjälle tietoja levystä ja sen laadusta. Näyttöpäate näkyy kuvassa 6. Järjestelmästä on mahdollisuus saada raportti esimerkiksi vuoron päätteeksi, josta nähdään tilasto- tai muita tietoja. (Argos Control AS 2000.)

Näiden käyttäjän tekemien luokitteluiden toimivuutta opinnäytetyössä pyrittiin selvittämään hiontalinjalla ja tarvittaessa säätämään niitä saatujen tulosten perusteella, vastaamaan tämän hetken vaatimuksia.



KUVA 6. Argos-konenäköjärjestelmän näyttöpäate

4.4 Easy Vision surface inspector

Pinnoituslinjalla on käytössä Easy Visionin konenäköjärjestelmä, jonka toimintaa opinnäytetyössä selvitettiin hiontalinjan Argos-järjestelmän lisäksi. Kyseisen järjestelmän tutkiminen oli hieman helpompaa, koska itse olin kyseisellä linjalla työskennellyt ja järjestelmän toiminnat olivat näin ollen tuttuja.

Omat kokemukset kameran toiminnasta olivat olleet hyvin vaihtelevia, ja minkä takia oli hyvin toivottavaa ottaa järjestelmän toiminnan seuraaminen osaksi opinnäytetyötä.

4.4.1 Toiminta

Easy Vision surface inspector on pinnoitettujen levyjen tarkastuslaitteisto.

Laitteistolla tunnistetaan pinnoitteiden laadulliset poikkeamat, jotka eritellään yksilöllisiksi vikatyypeiksi. Järjestelmässä käytetään matriisikameroita.

Järjestelmä pystyy tunnistamaan pinnoitetuista levyistä eri vikatyyppejä, kuten väripoikkeamat, naarmut, reiät, montut, kohoumat, pinnoitteen halkeilun, vajaan peittävyden, reunamurtumat sekä pigmentin haalistumat.

Järjestelmän kamerat voivat erottaa kuvausalueeltaan 300 000 pistettä. Kameroita on tuotannossa kahdeksan yhtä leveysmetriä kohden. Kameroiden kuvausalueelle muodostetaan kuvausmatriisi ja jokaisessa mittausikkunassa suoritetaan itsenäinen pinnan analysointi. Menetelmällä voidaan mitata laajoilta alueilta, koska mittausalueet toimivat itsenäisesti ja niitä voidaan säätää yksilöllisesti esimerkiksi valaistuksen osalta.

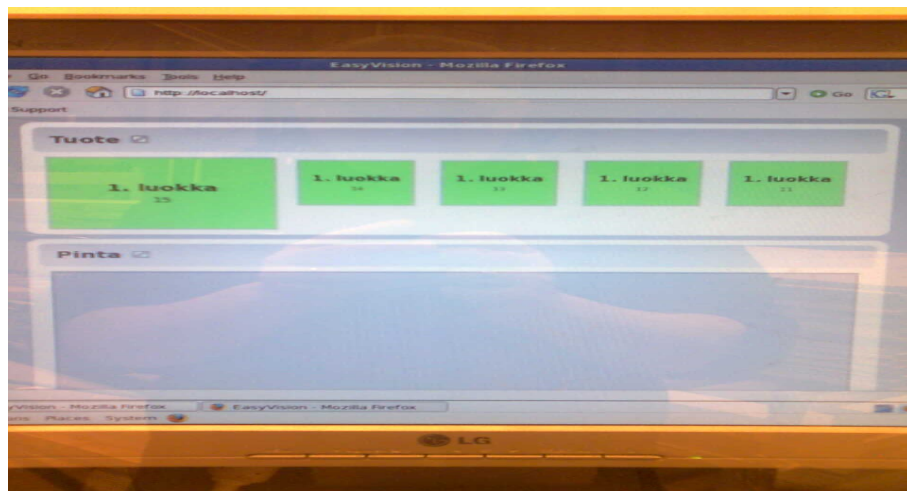
Järjestelmässä käytetään olosuhteiden analysointia, joka reagoi muutoksiin ja suorittaa automaattisesti kameralaitteiston säätämisen. Laite lajittelee levyt sille annettujen laatumäärittysten mukaisesti. Laitteisto nähdään kuvasta 7. (Easy Vision 2009.)



KUVA 7. Easy Vision-lajittelukamera

4.4.2 Rakenne

Easy Vision -järjestelmä perustuu ohjelmoitavaan logiikkaan. Konenäkökamerat (CAM) lähettävät mittaustuloksia ohjelmoitavalle logiikalle (PLC), joka käsittelee mittaustulokset ja suorittaa vertaamisen laatumäärittäisiin sekä tekee päätöksen levyn lajittelulaadusta. Ohjelmoitava logiikka ohjaa myös samalla kappaleenkäsittelyn toimilaitteita (conveyor). Tarkastusjärjestelmän käyttäjäpääteessä (PC) ovat toiminnot, kuten tilastollinen seuranta, vikatyypin kuvien tallentaminen sekä muut järjestelmän työkalut. Kuvassa 8 on Easy Vision-järjestelmän käyttäjäpääte. (Easy Vision 2009.)



KUVA 8. Easy Vision -käyttäjäpääte

5 LAATU

5.1 Laadun merkitys opinnäytetyössä

Opinnäytetyössä keskityttiin pinnoitusaihioiden laadun parantamiseen. Pinnoitusaihion hyvä laatu on oleellisen tärkeä tuottavuuden ja ylimääräisten kustannusten pienentämisen kannalta. Lastulevyn pinnoittamisessa hyvän laadun aikaansaamiseksi on tärkeää pinnoitusaihion virheetön laatu. Siihen vaikuttavat aihion pinnanlaatu, lujuusominaisuudet, reunasortumat sekä materiaalin virheellisestä kosteusarvosta johtuvat levyn halkeamiset. Hyvän laadun tekeminen lähtee jo peruslevyn valmistuksessa tapahtuvista toiminnoista. Virheiden syntyyn ei tässä työssä perehdytä syvemmin vaan pyritään estämään niiden pääsy pidemmälle jatkojalostukseen ja näin pienentämään niiden aiheuttamia lisäkustannuksia.

Hiontalinjan kameralajittelussa voidaan lajitella kaikki pinnanlaadun virheet esimerkiksi painaumat, kohoumat, reunasortumat lähes kokonaan pois. Lajittelukameraan on asetettu parametrit, joten kameran tulisi lajitella aihiot oikein. Pinnoituslinjalla on kuitenkin havaittu, että osa hylkäämisen aiheuttavista virheistä on levystä johtuvia virheitä. Työssä käytetyillä testisarjoilla kartoitettiin hiontalinjan lajittelusta läpi päässeiden virhelisten levyjen määrä ja näillä tiedoilla päätettiin jatkotoimista lajittelukameroiden säätämiseksi tai mahdollisten muiden toimenpiteiden osalta.

5.2 Koskisen laatu

Koskisen Oy:ssä noudatetaan ISO 9001 -laatujärjestelmää sovitujen laatuvaatimusten täyttämisen varmistamiseksi. Toiminnan lähtökohtana ovat asiakkaiden tarpeet. Tarpeet muunnetaan asiakkaiden kanssa tuotteiden laatuvaatimuksiksi eli ulkoiseksi laaduksi ja eri toimintovaiheiden laatuvaatimuksiksi eli sisäiseksi laaduksi. Sisäisen laadun tarkoituksena on määritellä jokaisen työvaiheen tulokselle hyväksyttävä laatu.

Ulkoinen laatu on toimintojen, tuotteiden tai palvelujen laatu. Yrityksen toiminnassa pyritään järjestelmällisesti laadun parantamiseen ja laatuksustannusten pienentämiseen.

5.3 Laadun määritelmä

Laadusta ei ole yksiselitteistä määritelmää, ja jokaisella ihmisellä on oma käsitys laadusta ja sen vaikutuksista. Laadun määritelmäksi sopii esimerkiksi Herkko Pesosen Laatua! -kirjassa oleva määritelmä: ” Laatu on kaikki ne ominaisuudet ja piirteet, jotka tuotteella tai palvelulla on ja joilla se täyttää asiakkaan odotuksia, vaatimuksia tai tottumuksia, olivatpa ne ilmaistuja tai piilossa olevia.”

Laadun käsite on muuttunut jonkun tuotteen laatua tarkoittavasta käsitteestä kokonaisvaltaiseksi liikkeenjohdon käsitteeksi, eli laatu käsitetään yrityksen kehittämiseksi ja johtamiseksi. Laadun tavoitteena on asiakkaiden tyytyväisyys, kannattava liiketoiminta sekä kilpailukyvyn säilyttäminen ja kasvattaminen. Laatu tarkoittaa kaikkea yrityksen toimintaa tuotteen laadusta aina toimintaprosessien ja asiakasyhteyksien parantamiseen. Laatu on siis kyky täyttää asiakkaan tarpeet ja vaatimukset.

Laatu voidaan jakaa tuotteen ja toiminnan laatuun. Tuotteen laadulla tarkoitetaan asiakkaan käsitystä yrityksestä ja tuotteiden laadusta sekä miten asiakas kokee tuotteet kilpailijoihin verrattuna. Toiminnan laadulla tarkoitetaan yrityksen kyky saavuttaa tavoiteltu laatu ja laaduntuottokyky yrityksen eri toimintojen sekä prosessien osalta. Hyvin toimivassa yrityksessä laatu otetaan huomioon kaikessa toiminnassa. (Silèn 2001, 15 – 17.)

5.4 Laadunhallintajärjestelmä (Quality management system)

Laadunhallintajärjestelmän avulla ohjataan toimintaa siten, että kohteena oleva asiakas on tyytyväinen saamaansa tavarahan tai palveluun. Toisin sanoen laadunhallintajärjestelmän avulla johdon tahtotila viedään systemaattisesti läpi koko organisaation.

Järjestelmän tarkoitus on tuottaa tietoa, jonka avulla asianosaiset henkilöt tekevät johtopäätökset sekä mahdollisesti reagoivat saatuun tietoon. Järjestelmässä on myös tärkeää olla mukana toiminnan parantamiseen liittyvä silmukka, johon kuuluu toiminnan tiedon keruu, kerätyn tiedon analysointi ja analysoinnista tehtävät johtopäätökset. Johtopäätöksistä siirrytään päätöksiin eli siihen tehdäänkö toimenpiteitä vai ei. Lopuksi päätökset toteutetaan. Lyhyesti sanottuna laadunhallintajärjestelmä on työkalu laadun hallitsemiseksi. (Pesonen 2007, 50 – 53.)

5.5 ISO 9001

ISO on järjestö, joka maailmanlaajuisesti kehittää ja markkinoi tuotteille, palveluille ja toiminnalle käytössä olevia standardeja. Laadunhallintajärjestelmän ISO 9001, ISO lyhenne tulee sanoista Organisation for Standardization. Numerosarja 9001 on standardin järjestysnumero eli järjestelmän koko nimi on ISO 9001:2000, jossa luku 2000 viittaa vuoden 2000 versioon. ISO 9001 on standardi, jossa on selkeät vaatimukset toiminnalle, eli se avaa vaatimuksia ja kertoo, mitä voisi olla ja mitä voitaisiin tehdä.

ISO 9001:2000 koostuu viidestä pääotsikosta ja niiden 50 eri alaotsikosta. Tavaltaan kyseessä on luettelo asioista, joiden tulee olla kunnossa. Järjestelmän vaatimukset kattavat lähes kaikki toiminnan alueet. Järjestelmässä on vaatimukset suunnittelulle, myynnille, viestinnälle, hankinnoille sekä tavaran tai palvelun tekemiseen. Lisäksi on vaatimukset hallinnollisille asioille, kuten organisaatio, vastuut, valtuudet sekä tavoitteet. ISO 9001:2000 -standardissa asiakkaan vaatimukset ovat keskeisiä eli asiakas saa sen, mitä haluaa. ISO 9001:2000 soveltuu kaiken kokoisiin yrityksiin ja se kannustaa omaksumaan prosessimaisen toimintamallin. (Pesonen 2007, 74 – 75.)

5.6 Laatumetallat

Laadunhallinnan työkaluja on paljon, ja niistä vanhimmat keskittyvät ongelman ratkaisuun, eli niissä etsitään ongelman syy ja siihen ratkaisu. Uusimmat työkalut keskittyvät taas ongelmien ennakointiin, eli pyritään estämään ongelmat ennen kuin niitä edes ilmaantuu. Tällä hetkellä useat käytössä olevat työkalut keskittyvät koko organisaation johtamiseen. Työkaluja ovat myös yksilöiden ja ryhmien käyttämät menetelmät, esimerkiksi aivoriihi. (Suomen Kuntaliitto 1998, 2.)

5.7 Laatumetallukset

Laadulla on suuri merkitys yrityksen talouteen. Väärin tehdyt, virheelliset ja takuu-tuotteet ovat merkittäviä laadun virhekustannuksia, mutta myös hyvä laatu maksaa tekemisen ja kehittämisen osalta. Kilpailutekijänä laatu on hyvä, sillä siitä ollaan valmiita maksamaan ja se luo yrityksen julkiskuvaa. Laadun kustannustietoja käytetään laadunohjauksen, sekä optimoinnin välineenä. Niiden avulla ohjataan laatua ja sen kustannuksia oikeaan suuntaan. Laatumetalluksia verrataan yrityksissä yleensä liikevaihtoon ja ne ilmaistaan prosentuaalisena osuutena myynnistä.

Laatumetalluksia aiheuttavat esimerkiksi ennaltaehkäisevät toiminnot, valvonta sekä sisäiset ja ulkoiset virhekustannukset. Ennaltaehkäisevät laatumetallukset syntyvät kaikkien niiden toimien aiheuttamista kustannuksista, joilla pyritään ennaltaehkäisemään vikojen ja virheiden synty jalostusketjussa. Valvontakustannukset muodostuvat tarkastuksista, testeistä ja muista arvioinneista siitä, vastaako tuote sille asetettuja vaatimuksia. Sisäiset virhekustannukset muodostuvat kaikista niistä kustannuksista, jotka aiheutuvat jo ennen tuotteen toimittamista asiakkaalle eli jäte, hylky ja tuotteen uudelleen tekemisestä aiheutuvat kustannukset. Ulkoiset kustannukset taas ovat asiakkaan havaitsemia virheitä tuotteessa, ja siitä aiheutuvat takuukorjaukset ja virheen vaikutus myyntiin.

(Laatuakatemia 2010.)

6 TYÖN TULOKSET JA HUOMIOT

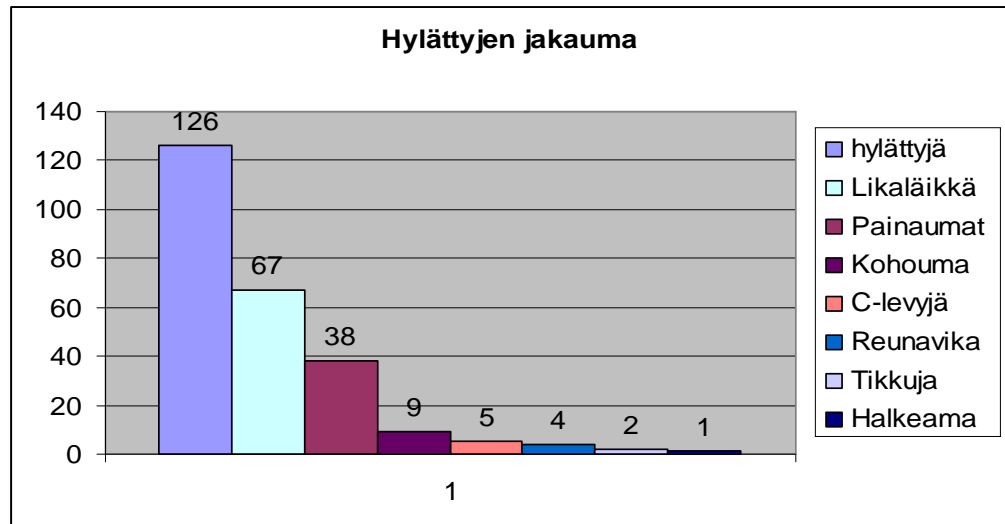
6.1 Hiontalinjan huomiot

Hiontalinjalla hiottiin 3236 kappaletta 15 - 22 millimetriä paksuja levyjä, jolloin hiontalinjan lajittelukameran mukaan laatu oli 96,11 %. Pinnoituksen jälkeen laatu oli 95,49 % eli kokonaisuudessaan hiontalinjan laatu heikkeni 0,62 %. Hiontalinjalla havaittujen painaumien osuus oli 43,18 % kaikista hionnassa havaituista virheistä eli 126 hylätystä, painaumia oli 38 kappaletta. Hiontalinjalla hylättyjen levyjen jakauma selventyy kuviosta 1.

LB-levyjä eli hiontalinjalla hylättyjä levyjä pinnoitettiin testiksi 104 kappaletta, jotka olivat paksuudeltaan 15, 16, 18 sekä 22 millimetriä. Pinnoituksen jälkeen huomattiin, että näistä levystä olisi silmämääräisesti sekä lajittelukameran mukaan menneet priimalevyiksi 66 kappaletta eli 66,46 %. Huomioitiin siis, että yli puolet hiontalinjan lajittelukameran hylkäämistä levystä olisi mahdollista pinnoittaa priimalevyiksi. Tämä johtui mahdollisesti hionnan hylkäämistä värivirheellisistä levystä. Hionnan hylkäämistä 67 värivirheellisestä levystä ei yksikään levy mennyt pinnoituksessa hylkyyn sen vuoksi, että virheet olisivat näkyneet pinnoitteen läpi.

Tämän huomion vuoksi päätettiin tehdä uusi testi, jossa hiontalinjalla otettiin kameran hylkäämiä värivirheellisiä levyjä talteen. Tässä tapauksessa hionnasta saatiin talteen neljä kappaletta 12 mm P2-levyjä, joissa oli selkeät värivirheet levyn alapuolella. Levyt tutkittiin ennen pinnoitusta ja virheiden sijainti levyssä merkittiin ylös. Levyt pinnoitettiin SM mantteleilla ja valkoisella 1612-pinnoitteella, josta värivirheiden oletettiin näkyvän todennäköisimmin läpi.

Pinnoituksen jälkeen levyt tutkittiin uudelleen ja huomattiin, että virheet eivät näy pinnoitteen läpi. Tässä on kuitenkin huomioitava se, ettei värivirheen kohdalla ollut kohoumaa eikä myöskään painaamaa.



KUVIO 1. Levyjen jakauma

6.2 Pinnoituslinjan huomiot

Pinnoituslinjalla havaittiin 122 virhettä, joista 20 kappaletta oli levystä johtuvia virheitä ja niistä 17 kappaletta oli painaumia. Kaikista 122 virheestä kamera havaitsi 83 kappaletta, joten havaitsemattomien virheiden osuus oli 31,97 %. Näin ollen kameran luotettavuudeksi muodostui 68,03 %. Kuitenkin on huomioitava, että kaikki pinnoitetut levyt olivat valkoisella kalvolla pinnoitettuja, mikä alentaa kameran kykyä nähdä luotettavasti. Pinnoituslinjalla huomioitaessa tässä tapauksessa pelkästään levystä johtuvat virheet nousisi laatuosuus 99,36 %:iin. Pinnoituksen virheistä 93 kpl oli levyn alapuolella ja 29 kpl yläpuolella.

6.3 Hiontalinjan tulokset

Tutkimuksen tulosten perusteella todettiin, että lajittelukriteerit ovat suhteellisen oikealla tasolla, paitsi värvikojen osalta. Värvikojen kohdalla olisi mahdollista muuttaa hionnan kameran lajittelukriteerejä siten, ettei se hylkäisi pinnoitusaihoissa sellaisia värvivirheellisiä levyjä, joissa värvivirheen kohdalla ei ole painaumaa eikä kohoumaa. Tällä muutoksella voitaisiin saada jossain tapauksessa huomattavia säästöjä ja lb-levyjen osuutta huomattavasti pienennettyä.

6.4 Pinnoituslinjan tulokset

Pinnoituslinjalla suurin osa virheistä johtuu pinnoituksesta tulleista virheistä. Pinnoituksesta johtuvia virheitä voidaan pienentää huomattavasti panostamalla pinnoitushallin olosuhteisiin, eli lämpötilan sekä kosteuden säätämiseksi sellaiselle tasolle, jossa pinnoitteet ovat valmistajan mukaan tarkoitettu säilytettäväksi.

Tällöin saadaan pienennettyä pinnoitteista johtuvien virheiden osuus eli kalvojen käpristymisestä johtuvat rikkoutumiset ja halkeamiset.

Pinnoitushallin siisteydellä on merkitys myös laatuun, sillä lajittelussa joudutaan hylkäämään linjasta irronneen lian vuoksi levyjä. Suuri merkitys pinnoituksen laatuun on myös sarjojen koolla. Sarjojen pieni koko aiheuttaa enemmän sarjojen vaihtoja ja sen vuoksi aiheutuu enemmän kohdistusvirheistä johtuvia hylkyjä.

Kameran toiminta ei näiden tulosten perusteella ollut hyvällä tasolla valkoisten osalta, eli luotettavuus oli 68,03 %. Tämä olisi syytä huomioida ja asiaan olisi jonkinlainen parannus tehtävä mahdollisesti valmistajan osalta. Kameran huomioimat virheet olivat kaikki painaumia, kalvonpaloja, reunavajaita sekä liasta johtuvia virheitä. Näiden virheiden värisävyn ero verrattuna priimalevyn pinnan sävyyn oli hyvin pieni, joten kameran säätäminen huomaamaan kaikki virheet on haastavaa.

7 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Koskisen lastulevytehtaan pinnoituslinjalla aiheutuvien hylättyjen levyjen syyt. Työn suurimpana osa-alueena oli selvittää hiontalinjan Argos-lajittelukameran sekä pinnoituslinjan EasyVision-lajittelukameran toimintavarmuus. Havaittujen tulosten perusteella päätettiin mahdollisista jatkotoimenpiteistä kameroiden lajittelukriteereiden muuttamiseksi.

Tutkimukset suoritettiin hiomalla noin 200 levyn sarjoja, jotka pinnoitettiin ja lajiteltiin tarkasti. Tutkimuksessa selvitettiin pinnoitusaihioiden yleisimmät virheet sekä niiden vaikutus pinnoituksen lopputulokseen. Tutkimukset kestivät noin kuusi kuukautta, jonka aikana hiottiin ja pinnoitettiin 3236 levyä. Kaikki levyt pinnoitettiin valkoisella kalvolla, jolloin kalvon vaikutus tuloksiin saatiin mahdollisimman pieneksi.

Opinnäytetyössä todettiin hiontalinjan lajittelukameran parametrien olevan värivirheiden lajittelua lukuun ottamatta oikealla tasolla. Värivirheellisten levyjen lajittelun optimoimisella voidaan saada aikaan suuria säästöjä.

Pinnoituslinjan lajittelukameran toiminnassa huomattiin suuria puutteita ja todettiin sen toiminnan kehittämisen olevan tärkeää jatkossa.

Opinnäytetyössä saavutettiin toimeksiantajan toivomat tulokset ja niiden perusteella toimintaa voidaan kehittää ja kustannussäästöjä saavuttaa.

LÄHTEET

Argos Control AS. 2000. Argos – SIS, Käyttäjän käsikirja – levyjen laatuluokitus. 4. painos Koskisen Oy:n omassa käytössä.

Company presentation 2009. Power Point- tiedosto. Yrityksen omassa käytössä.

Easy Vision. 2009. Easy Vision esitelehtiö. PDF-tiedosto. Koskisen Oy:n omassa käytössä.

Juselius, J. 2009. Puun taitajat. Markprint Oy.

Juvonen, R & Pekkinen, P. 1985. Mekaaninen metsäteollisuus 3: Lastulevyteollisuus. Helsinki: Valtion painatuskeskus.

Koskisen Oy. 2011. Lastulevytuotteet [viitattu 1.2.2011]. Saatavissa:
<http://www.koskisen.fi/tuotteet/lastulevytuotteet>

Laatuakatemia. 2010. Laatukustannukset [viitattu 5.2.2011]. Saatavissa:
<http://www.kotiposti.net/tuurala/Laatukustannukset.htm>

Opetushallitus. 2004. Konenäkö [viitattu 2.2.2011]. Saatavissa:
<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/puutuoteteollisuus/automaatio/konenako/index.html>

Pekkinen, P. 1998. Levyä lastuista. Jyväskylä: Gummerus.

Pesonen, H. 2007. Laatu!. Juva: WS Bookwell Oy.

Pro Puu ry. 2011. Lastulevyt [viitattu 1.2.2011]. Saatavissa:
<http://www.puuproffa.fi/arkisto/lastulevyt.php>

Silèn, T. 2001. Laatu, Brandi ja Kilpailukyky. Porvoo: WS Bookwell Oy.

Suomen Kuntaliitto. 1998. Laatutyökalut: Julkisten palvelujen laatustrategia. Helsinki: Erikoispaino Oy.

LIITTEET

Liite 1. Hiontalinjan vikaraportti

Sarja	Levy	Jakauma	Alapinta	Yläpinta
1.	16mm P5	A-laatu 790 kpl B-laatu 9 kpl	Painauma 3 kpl Tikkuja 2kpl Tummaläikkä 2kpl	Pölyläikkä 2kpl
2.	16mm P2	A-laatu 198 kpl B-laatu 6 kpl C-laatu 3 Kpl	Painauma 1 kpl Harmaa läikkä 5 kpl liidutettu 1kpl (c-laatu)	Poikkeama kalibrointiin 2kpl (c-laatu)
3.	16mm P2	A-laatu 264 kpl B-laatu 2 kpl	Painauma 2 kpl	
4.	16mm P2	A-laatu 198 kpl B-laatu 15 kpl	Painauma / viira 4 kpl Tummat läikät 9 kpl Kohouma 2 kpl	
5.	15mmP2	A-laatu 210 kpl B -laatu 9 kpl C-laatu 1 kpl		Liimaläikkä 9 kpl Liidutettu 1 kpl (c-laatu)
6.	18mmP2	A-laatu 232 kpl B-laatu 2 kpl		Pölyläikkä 2kpl
7.	16mm P2	A-laatu 198kpl B-laatu 12kpl	Painauma 2kpl Tumma läikkä 2kpl Harmaa läikkä 2kpl	Painauma 3kpl Kohouma 3kpl
8.	16mm P2	A-laatu 198kpl B-laatu 10kpl	Tumma läikkä 4kpl Painauma 3kpl Reunarikko 3kpl	
9.	15mm P2	A-laatu 210kpl B-laatu 35kpl	Painauma 12kpl	Kohouma 4kpl Tumma läikkä 17kpl Harmaa läikkä 2kpl
10.	22mm P2	A-laatu 138kpl B-laatu 4kpl	Läikkä 2kpl Painauma 2kpl	
11.	16mm P2	A-laatu 264kpl B-laatu 6kpl		Tumma läikkä 5kpl Halkeama 1kpl
12.	18mm P2	A-laatu 232kpl B-laatu 12kpl	Painauma 6kpl	Reunavika 1kpl Tumma läikkä 4kpl Halkinainen (c-levy) 1kpl

Liite 2. Laatujaakauma-kaavake

Laatujaakauma

LB

Pvm: 15 / 11 2009 vuoro: / tiimi:

Levyn paksuus: 22 (P2)

Levyn koko:

Kalvon valmistaja: Funder

MDF-levy: oma = 89 asiakkaan = 88

Pinnon koodi: 1612

Väri: valk.

Puristusaika: 16

Pintamuoto: S4

Ylälevyn lämpötila: 205

Alalevyn lämpötila: 204

Virhetyyppi	II-LAATU		C-LAATU	
	YLÄ	ALA	YLÄ	ALA
Lämpöraita				
Hartsiläikkä				
Levyn pää kylmässä				
Pinnoite vajaa päistä				
Pinnoite vajaa reunoista				
Pinnoite rikki				
Kalvon pala				
Likaläikkä				
Roska				
Hiontavirhe				
Painauma				
Rosoinen pinta				
Levy halki tai rikki		1		
Muut virheet				

YHT: 4 I = 3

II = 1

C = —

I =

II =