

Stanssityökalujen optimointi ohjeistus

Case: Stora Enso Packaging

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotantopainotteinen mekatroniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2016
Jussi Ronkainen

Lahden ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

RONKAINEN, JUSSI:

Stanssityökalujen optimointi ohjeistus
Case: Stora Enso Packaging

Mekatroniikan opinnäytetyö, 22 sivua

Kevät 2016

TIIVISTELMÄ

Tämän Opinnäytetyön tarkoituksena oli parantaa aaltopahvin stanssityökalujen laatua ja asettaa laatustandardit ulkoimaisille alihankkijoille. Stanssaustyökalu leikkaa aaltopahviarkista halutun muotoisen laatikon. Opinnäytetyö tehtiin Stora Enso Packagingille.

Stora Enso Packaging jatkojalostaa aaltopahvia. Aaltopahviarkkien raaka-aineena käytetään kartonkia. Arkit leikataan stanssaus koneella asiakkaan mukaan suunnitelluksi laatikoksi tai pakkauksiksi. Jokaiselle pakkaukselle on oma työkalunsa.

Stanssityökalu koostuu vanerilevystä, kumista sekä leikkuuteristä. Työkalun optimaalinen muoto on erittäin tärkeä tuotteen valmistuksen kannalta.

Opinnäytetyössä haastateltiin Stora Enso Packaging Heinolan rotaatiostanssauskoneryhmiä ja tuotannon huolintaa tärkeiden mittojen selvittämiseksi. Opinnäytetyön lopputuloksena stanssaustyökalut saapuvat Stora Ensolle laadukkaina ja toimivampina. Opinnäytetyön ansiosta yhtiö saavuttaa pitkällä aikavälillä merkittävät säästöt.

Asiasanat: Stanssaustyökalu, Stora Enso, aaltopahvi

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

RONKAINEN, JUSSI: Rotary die-cutting tool optimization
instruction
Case: Stora Enso Packaging

Bachelor's Thesis in production oriented mechatronics, 22 pages

Spring 2016

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to improve the quality of the corrugated board die-cutting tools. Die-cutting tool cuts corrugated sheet to a desired shape of the box. The thesis has been made in Stora Enso Packaging.

Stora Enso Packaging produces corrugated cardboard further processing. A raw material of the corrugated sheet is a cardboard. The sheets are cutted in a rotary die cut machine according to the customer-engineered as a box or packaging. Each package has its own tool of choice.

The cutting tool consists of plywood, rubber, as well as the cutting rules. The optimal shape of the tool is very important for the manufacture of the product.

Stora Enso Packaging Heinolas rotary die-cutting machinery groups and the forwarding of the factory were interviewed to determine important measurements. The Final result of the thesis was improved quality and functionality of the die-cut tools.

Key words: Rotary cutting die, Stora Enso, Corrugated board

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Stora Enso Oyj	1
1.2	Stora Enso Packaging Oy	2
1.3	Opinnäytetyön tavoite	3
2	AALTOPAHVI	4
2.1	Aaltopahvin kulutus Euroopassa ja Suomessa	4
2.2	Perustyytit	4
2.3	Aallonkorkeudet	6
2.4	Raaka-aineet	7
2.5	Kartonkityypit	8
3	AALTOPAHVIARKKIEN VALMISTUS	10
3.1	Aaltopahvikone	10
3.2	Aaltopahvikoneen märkä pää	11
3.3	Aaltopahvikoneen kuiva pää	12
4	ROTAATIOSTANSSAUS	13
5	STANSSAUSTYÖKALU	15
5.1	Valmistusmateriaali	15
5.2	Teritys	16
5.3	Kumitus	17
5.4	Virheellisestä rakenteesta johtuvat ongelmat	18
5.5	Stanssaustyökalun valmistus	18
5.6	Rotaatiostanssaustyökalun kestoikä	20
5.7	Kumitusohjeen laatimiseen liittyviä syitä	20
5.8	Kumituksen tutkinta	20
5.9	Virhetoleranssien määrittäminen	21
5.10	Stanssityökalujen seurantakirja	21
6	YHTEENVETO	22

LÄHTEET

1 JOHDANTO

1.1 Stora Enso Oyj

Stora Enso on yksi Euroopan johtavista sellun, paperin sekä kartongin tuottajista. Konsernin palveluksessa on noin 27 000 henkilöä yli 35 maassa. Suurin osa liikevaihdosta, tuotantokapasiteetista ja henkilöstöstä on Euroopasta. (Stora Enso 2016)

Yhtiön liikevaihto vuonna 2015 oli 10.0 miljardia euroa ja operatiivinen liikevoitto 915 miljoonaa euroa. Aasian nopeasti kasvavat paperi- ja kartonkimarkkinat lisäävät Stora Enson tuotteiden kysyntää. (Stora Enso 2016)

Enso-Gutseit Oy:n ja Veitsiluoto Oy:n fuusiolla 1996 luotiin metsäyhtiö Enso Oy. Vuonna 1998 Enso Oy ja STORA AB fuusioitiin ja syntyi paperiyhtiö Stora Enso Oyj (nykyinen logo kuvassa 1). (Stora Enso 2016)



KUVA 1. Stora Enso Oyj nykyinen logo (Stora Enso 2016)

1.2 Stora Enso Packaging Oy

Stora Enso Packaging Oy muodostettiin vuonna 1994 Enso-Gutzeit Oy:n ja Tampella Oy:n pakkausliiketoiminnot yhdistämällä. Aluksi nimi oli Pakenso, mutta vuoden 2000 alussa nimi muuttui. (Stora Enso Packaging 2016)

Ydinliiketoimintaan sisältyvät kuljetus- ja kuluttajapakkaukset, pakkauskoneet sekä pakkausjärjestelmät. Packaging Oy:n liikevaihto vuonna 2013 oli 512 miljoonaa euroa ja tuotanto 985 miljoonaa neliometriä aaltopahvia. (Stora Enso Packaging 2016)

Tuotantoon kuuluu 18 tehdasta, jotka sijaitsevat Latviassa, Liettuassa, Puolassa, Ruotsissa, Suomessa, Unkarissa, Venäjällä ja Virossa. Työntekijöitä 2013 vuoden lopussa oli 2 354 henkilöä. (Stora Enso Packaging 2016)

Suomessa on 3 tehdasta: Heinolassa (kuva 2), Lahdessa sekä Kristiinankaupungissa. Suomen tehtaiden tuotanto oli 121 miljoonaa neliometriä aaltopahvia sekä liikevaihto 100 miljoonaa euroa vuonna 2012. (Stora Enso Packaging 2016)



KUVA 2. Stora Enso Packaging Heinola (Stora Enso Packaging 2016)

1.3 Opinnäytetyön tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda Stora Enso Packagingin ulkomaisille alihankkijoille rotaatistanssityökalujen valmistusohjeistus. Ohjeistuksen tavoitteena oli vakioida työkalujen teritys- sekä kumitusarvot. Terityksen ja kumituksen mittojen sekä materiaalien vakioimisella pystyttiin alihankkijalta vaatimaan parempaa laatua, mikä aikaisemmin oli haastavaa koska varsinaiset ohjearvot puuttuivat kokonaan.

Stanssityökalun valmistajalta pitää saapua täydellisessä kunnossa oleva työkalu, jotta tuotanto olisi mahdollisimman sujuvaa. Tavoitteena oli minimoida väärin valmistetuista stanssityökaluista johtuvat pitkät ja kalliit koneseisokit.

2 AALTOPAHVI

Aaltopahvi on kerrosmainen tuote, jossa kahden tasomaisen kartongin välissä on kolmas, aaltomaiseksi taivutettu kartonki. Kartonkikerrokset on liimattu toisiinsa aallonharjojen ja pintakartonkien kosketuskohdista. Aallon muotoilemisella voidaan paljon vaikuttaa aaltopahvin lujuuteen sekä liimasauman kestävyteen. Aaltopahvi on rakenteeltaan kevyt suhteessa paksuuteensa, jäykkä, sekä sen suojausominaisuudet ovat erinomaiset.

2.1 Aaltopahvin kulutus Euroopassa ja Suomessa

Fefcon(The European Federation of Corrugated Board Manufacturers) tilastojen mukaan aaltopahvia Euroopassa valmistettiin 42185 milj.m2 vuonna 2012. Tässä on kasvua 14,3 % vuodesta 2002. Suomessa aaltopahvia valmistettiin 272 milj.m2 vuonna 2012 ja tuotanto väheni 6,2 % vrt 2002. Vuosien 2013 ja 14 tilastoissa ei jostain syystä Suomea ole, mutta aaltopahvin kulutus ei ole ainakaan kasvanut, koska Suomen teollisuuden tavaratuotanto on ollut viime vuodet alamaissa. Lisäksi Suomesta on poistunut paljon teollista valmistusta, josta näkyvimpänä esimerkkinä Nokia, jotka olivat merkittäviä pakkausten käyttäjiä.(FEFCO 2014)

Euroopassa valmistettiin 43 445 milj.m2 vuonna 2014, jossa on 3 % kasvua vuodesta 2012. Tässäkin näkyy se, että Euroopassa on kasvua ollut myös näinä huonoina vuosina, koska aaltopahvin käyttö seuraa melko suoraviivaisesti teollisuustuotannon trendejä. Kasvava nettikauppa lisää myös laatikoiden ja pakkausten kulutusta.(FEFCO 2014)

2.2 Perustyytit

Yksipuolinen aaltopahvi kuvassa 3 koostuu kahdesta kerroksesta, pintakartonkikerroksesta ja aallotuskartonkikerroksesta. Ne on liimattu toisiinsa aallonharjojen kohdalta.



KUVA 3. Yksipuolinen aaltopahvi (Suomen Aaltopahviyhdistys RY 2015)

Kaksipuolinen yksiaaltoinen aaltopahvi kuvassa 4 koostuu kolmesta kerroksesta, kahdesta pintakartongista ja niiden välissä olevasta aallotuskartongista. Kartongit on liimattu toisiinsa aallonharjojen kohdalta. Yksiaaltoisista pahvilaaduista 14B RR on Stora Packaging Heinolan eniten valmistettu laatu. Keskimäärin kyseistä pahvilaatua tuotetaan vuodessa 3,5 milj. m². (Jäkälä 2016)



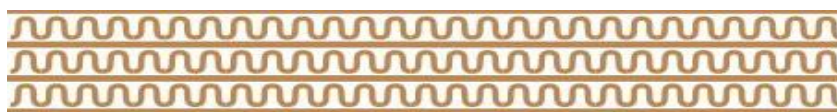
KUVA 4. Kaksipuolinen yksiaaltoinen aaltopahvi (Suomen Aaltopahviyhdistys RY 2015)

Kaksipuolinen kaksiaaltoinen aaltopahvi kuvassa 5 koostuu viidestä kerroksesta, kahdesta pintakartongista, näiden sisäpuolella olevista kahdesta aallotuskartonkikerroksesta ja niiden välissä olevasta suorasta kartonkikerroksesta. Kaksiaaltoisista tuotetuista laatu Stora Enso Packaging Heinolassa on 25 EB VR. Sitä tuotetaan vuosittain keskimäärin 2,5 milj. m². (Jäkälä 2016)



KUVA 5. Kaksipuolinen kaksiaaltoinen aaltopahvi (Suomen Aaltopahviyhdistys RY 2015)

Kaksipuolinen kolmiaaltoinen aaltopahvi kuvassa 6 koostuu seitsemästä kerroksesta: kahdesta pintakartonkikerroksesta, joiden välissä on kolme aallotuskartonkikerrosta. Aallotuskartonkien välissä on suorat kartonkikerrokset.



KUVA 6. Kaksipuolinen kolmiaaltoinen aaltopahvi (Suomen Aaltopahviyhdistys RY 2015)

Kaksi- tai kolmiaaltoisen pahvin valmistamisella saavutetaan huomattavasti lujempi, jäykempi ja suojaavampi rakenne kuin yksiaaltoisesta, mutta ne ovat hitaampia valmistaa kuin yksiaaltoinen aaltopahvi.

2.3 Aallonkorkeudet

Aaltopahvituotteen paksuuteen vaikuttaa käytetyn aaltoprofiilin aallonkorkeus ja käytettyjen kartonkien paksuudet. Aallotusprofiilit esitetään korkeusjärjestyksessä. Valmiin aaltopahvituotteen paksuus on teoreettisesti aallonkorkeuden, aallotuskartongin paksuuden ja pintakartonkien paksuuksien summa.

TAULUKKO 1. Stora Enson tietokanta aallonkorkeuksista (Stora Enso Packaging 2016)

Aaltopahvilaatuja				Lähde: Jaakko Pöyry				
Aalto	korkeus (mm)	aallotuskerroin	aaltoja metrillä	Flute	Pitch in mm	Height in mm	aallotus kerroin	Flutes per meter
K/S	6.6-7.0	1,55	82-85	D	14,9	7,5	1,50	67
L	5,4	1,5	103	K	11,7	6	1,51	85
A	4.0-5.6	1.42-1.55	98-150	L	10	5,4	1,54	103
C	3.6-3.9	1.37-1.48	125-135	A	8,9	4,6	1,49	112
B	2.4-3.1	1.32-1.42	151-164	C	7,95	3,5	1,40	126
D (suora)	1.8-2.3	1.26-1.36	203	B	6,5	2,5	1,33	154
D (aalto)	1,7	1,24	226	E	3,2	1,22	1,27	313
E	1.1-1.6	1.20-1.30	200-312	F	2,4	0,75	1,19	417
F	.7-8	1.15-1.25	348-420	G	1,8	0,5	1,18	556
G	0,6	1,19	480	O	1,2	0,3	1,20	833
N	0,5	1,23	558					

Flute	Pitch in mm	Height in mm
D	14.9	7.5
K	11.7	6.0
A	8.9	4.6
C	7.95	3.5
B	6.5	2.5
E	3.2	1.22
F	2.4	0.75
G	1.8	0.50
O	1.2	0.30

BHS - KEMIART CD-esitteestä v. 2003
Anton Lesscher Lighter, Brighter, Whiter and Wider

Kuten yllä olevasta taulukosta 1 huomataan, esiintyy pientä vaihtelua aallonkorkeuden suhteen, vaikka kyseessä on sama kirjaintunnus. Tämä on seurausta siitä, että aallonkorkeuksia ei ole täysin standardisoitu kansainvälisesti. Vaihtelua esiintyy sekä konevalmistajien kesken että myös käyttäjien kesken. Aallotustelojen valmistajat tekevät sitä, mitä asiakkaat (aaltopahvin valmistajat) haluavat. Sama asia pätee aallotuskertoimeen, joka ilmaisee, kuinka paljon tarvitaan aallotuskartonkia

yhtä pintakartonkimetriä varten. Jos painotetaan aaltopahvin suurta jäykkyyttä ja litistyslujuutta (FCT flat crush test), laitetaan aallotustelaan paljon aaltoja metriä kohden, jolloin kuluu myös enemmän aallotuskartonkia kohden metri valmista pahvia. Jos taas painotetaan pahvin halpaa hintaa, niin laitetaan vähemmän aaltoja metrille, jolloin myös aallotuskartonkia kuluu vähemmän metrille pahvia.

Lisäksi taulukosta 1 näkyy se, että aallonkorkeudet eivät seuraa aakkosjärjestystä matalammasta korkeaan tai päinvastoin. Tämä johtuu siitä, että yli sata vuotta sitten, kun aaltopahvi keksittiin, valittiin kirjain A aaltopahviprofiilin ensimmäiseksi tunnukseksi. Sitten hieman matalammalle B. Sen jälkeen tarvittiin taas uusia aallonkorkeuksia (C, E), minkä jälkeen järjestys meni sekaisin. Se mitä kukin aaltopahvinvalmistaja käyttää, riippuu paljon heidän tuotevalikoimastaan. (Ronkainen 2016)

2.4 Raaka-aineet

Suomessa paperin valmistuksessa tärkein raaka-aine on puukuitu. Maailmalla valmistuksessa käytetään puun lisäksi muun muassa olki- ja eukalyptuskuitua. Lainerikartongin tärkeintä raaka-ainetta ovat kuusi- ja mäntykuidut. Lehtipuukuidut, kuten koivu ja haapa ovat aallotuskartonin eli flutingin parasta valmistusraaka-ainetta. (Ronkainen 2016)

Paperin valmistuksessa puun kuidut on erotettava toisistaan eli kuidutettava. Kuidutukseen on kaksi päämenetelmää: mekaaninen ja kemiallinen. Mekaanisen massan valmistuksessa käytetään hioma- tai hierttämismenetelmää. Hionnassa painetaan paljaat puupölliit märkää hiomakiveä vasten, jolloin kuidut alkavat vähitellen irtoamaan puusta. Hiertomenetelmässä puuhaketta syötetään hierrejauheuttimeen, jossa hake hiertyy erillisiksi kuiduiksi. Mekaanisen massan valmistuksessa tulee vähän puuhäviöitä, minkä vuoksi se on edullisempaa kuin kemiallinen valmistus. (Laakso & Rintamäki 2003) Mekaanisesta massasta valmistettuja

kartonkeja ei käytetä aaltopahvin valmistuksessa, koska ne ovat liian hauraita jalostuksessa.(Ronkainen 2016)

Kemiallisessa menetelmässä puuhake kuumennetaan säiliössä tai keittotornissa kemikaalien kanssa. Puukuitujen välinen sideaine liukenee keittoliuokseen, jolloin syntyy kemiallinen massa eli sellu. Keittoliuos sisältää natriumsulfidia ja natriumhydroksidia. Mekaaninen ja kemiallinen menetelmä voidaan myös yhdistää. Tällä menetelmällä valmistetaan puolikemiallista massaa. (Laakso & Rintamäki 2003)

2.5 Kartonkityypit

Kartonkivaihtoehtoja on suuri määrä. Kartongin ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa raaka-aineilla, lisäaineilla tai käsittelyllä prosessin aikana. Aaltopahvin valmistuksessa käytetään kahta erilaista kartonkityyppiä: pintakartonkia ja aallotuskartonkia.

Käytetyimmät pintakartongit ovat kraftlaineri ja testlaineri. Kraftlainerin rakenne koostuu yleisesti kaksikerroksisesta sulfaattikartongista. Tämän materiaalin avulla saavutetaan paras mahdollinen veto-, puhkaisu- ja repeytymislujuus. Kartongin ominaisuuksia pystytään muokkaamaan eri massatyypeillä. Kraftlaineria valmistetaan ruskeana, valkoisena ja valkopintaisena. Kartonkikerrosten täytyy olla lujasti sidottuna toisiinsa, ettei pintakerroksen palstautumista tapahdu jatkojalostuksessa.(Laakso & Rintamäki 2003) Kraftlainerin etuna aaltopahvin valmistuksessa on se, että kuitu on ensiökuitua, jolla on hyvät vetolujuus- ja sitkeysominaisuudet. Haittapuolena on lähinnä kalliimpi hinta.(Ronkainen 2016)

Testlaineri on monikerroskartonki, joka valmistetaan kiertokuidusta. Väri vaihtoehdot ovat ruskea, pilvipintainen, valkopintainen ja päällystetty valkopintainen. Lujuusominaisuuksiltaan testlaineri on heikompaa kuin kraftlaineri, mutta hinnaltaan halvempaa. Nykyisin yhtä suurempi osuus käytetyistä kartongeista on kierrätyskuitua ja ensiökuitua käytetään vain vaativampiin tuotteisiin. (Laakso & Rintamäki 2003)

Aallotuskartonkeja on kaksi tärkeää tyyppiä: fluting eli puolikemiallinen massa sekä kiertokuitukartonki eli uusiomassa. Flutingilla on huomattavasti korkeammat lujuus- ja jäykkyysominaisuudet kuin uusiomassalla kuitujen koosta johtuen. Stora Enso käyttää uusiomassaa ohuissa B- ja E-pahveista valmistettavissa laatikoissa. Ympäristöystävällisyyden ansiosta paperiteollisuus panostaa kiertokuitukartongin käyttöön maailmalla.

3 AALTOPAHVIARKKIEN VALMISTUS

Aaltopahviarkkien valmistuksessa kartonkirullista tehdään jatkojalostuskelpoista aaltopahvia. Arkit valmistetaan aaltopahvikoneella aallottamalla, liimaamalla ja leikkaamalla raaka kartonki haluttuun muotoon. Arkkien valmistus vaatii erityistä tarkkuutta laadun säilyttämiseksi, sillä aihiot käyristyvät herkästi.

Valmiita arkkeja kostutetaan ilmankosteutuslaitteistolla, mutta etenkin talvella pahvista tulee helposti liian kuivaa. Kuiva pahvi aiheuttaa jatkojalostusprosesseissa ongelmia haurastumisen sekä jälkikäyristymisen takia.

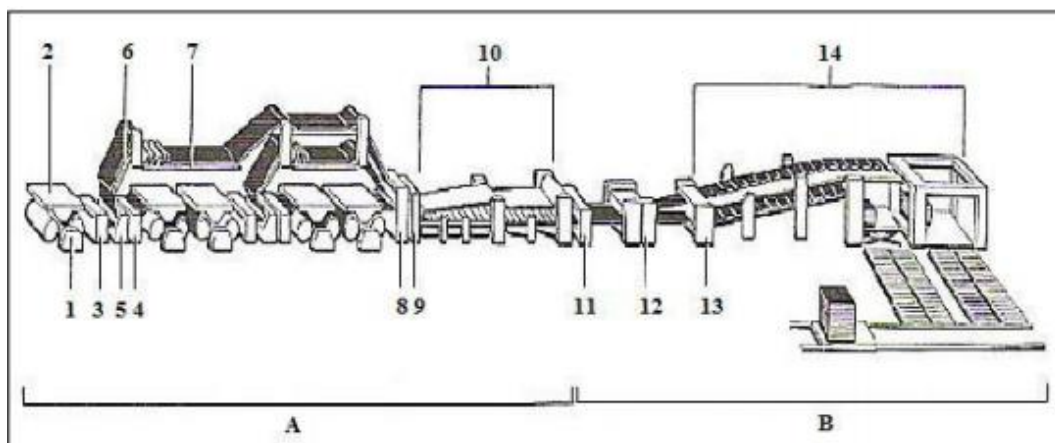
3.1 Aaltopahvikone

Aaltopahvikonetta voidaan kutsua tehtaan sydämeksi, koska sen avulla tehdään raaka kartonkirullista aaltopahviarkkeja tuotantokoneille. AP-kone on noin 100 metriä pitkä, sillä se sisältää paljon liimaus- ja leikkaustoimintoja. Aaltopahvikone voidaan jakaa märkään ja kuivaan päähän. Normaali valmistusnopeus on noin 250 metriä minuutissa yksiaaltoisella pahvilla ja kaksiaaltoisella noin 200 metriä minuutissa. AP-kone pystyy valmistamaan teoriassa 6-metrisiä pahviarkkeja, mutta käytännössä 4-metriset arkit ovat maksimimitaisia. (Jäkälä 2016)

Pahvin aallonmuotoa voidaan muokata paljon aallotustelojen kidan rakennetta muokkaamalla. Aallon muotoileminen on vaikutuksiltaan erittäin monimutkainen ja kompromissi kestävyuden ja ajettavuuden suhteen. Muotoilemisella on vaikutusta muun muassa aaltopahvin lujuteen, liimasauman lujuteen, ajettavuuteen ja telojen kestävyteen. Aallotusprosessin kannalta aallotustelojen lämpötilalla on oleellinen merkitys. Telat lämmitetään höyryllä noin 180-asteiseksi ennen valmistusprosessin alkamista. Jos AP-kone on ollut käyttämättä yön tai viikonlopun aikana, sitä täytyy lämmittää noin tunti ennen vuoron alkamista.

Aaltopahvin liimaukseen käytetään Suomessa pääosin maissitärkkelystä. Myös vehnä, peruna ja tapioca ovat pienemmässä määrin käytössä lähinnä erikoisliimauksiin ulkomailla. Liima sivellään aallotuskartongin aaltojen harjoille telan avulla ja pintapintakartonki puristetaan kiinni aallonharjaan. Liima jähmettyy eli gelatinoituu sekunnissa ja kartongit tarttuvat toisiinsa. Aallotustelan kuumuus on noin 180 astetta ja sen lämpö sekä puristus aiheuttavat gelatinoitumisen.

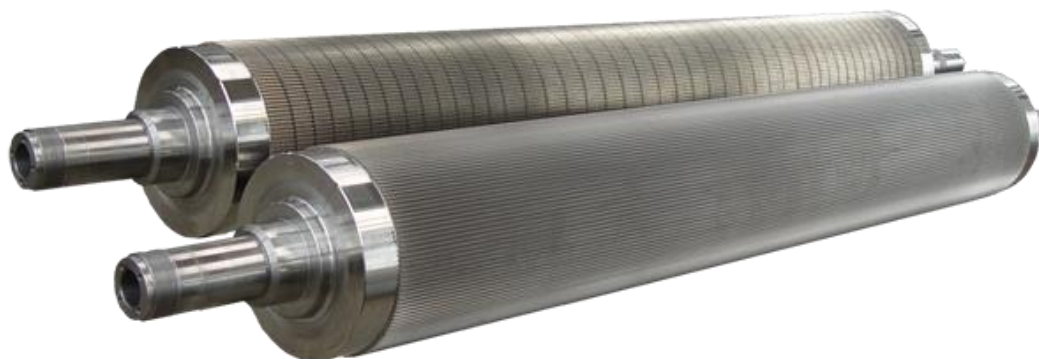
Liimalla ja sen viskositeetilla on hyvin merkittävä rooli koko aaltopahvin jatkojalostusprosessin kannalta. Liiman ollessa liian löysää kartongit irtoavat toisistaan herkästi. Jäykkä liima ei liiku kunnolla aaltopahvikoneen kaukaloihin, jolloin pahvikerrosten väliin ei tule tarpeeksi pitoa ja paperit irtoavat toisistaan. Jotkin liimalaadut keräävät toisia herkemmin bakteereja liimaputkistoon. Bakteereiden vaikutuksesta liimasta tulee nopeasti liian ohutta. Bakteerit tuhoetaan putkistosta puhdistusaineiden avulla.



KUVA 7. Aaltopahvikoneen perusrakenne (Laakso & Rintamäki 2003, 33)

3.2 Aaltopahvikoneen märkä pää

Märästä päästä lähtien (kuvassa 7: A) aaltopahvikoneen osia ovat 1 rullapukki, 2 rullanvaihtaja, 3 pintakartongin esilämmitin, 4 aallotuskartongin esilämmitin, 5 aallottaja, 6 ylösvetokuljetin, 7 silta, 8 esilämmittimet, 9 liimausyksikkö ja 10 arina.



Kuva 8. Aallotustelapari (Sharp 2016)

Aallotustelat(kuva 8) ovat aallottajan ja koko aaltopahvikoneen ydinosa. Aallotuskartonkirataa ensin esihöyrytetään, jolloin kartonki hieman notkistuu. Rata ohjataan kuumien aallotustelojen väliin, jolloin kartonki rypyttyy ja saa aaltomaisen profiilin. Juuri tämä antaa aaltopahvilaatikoille jäykkyyden. Aallotustelat kestävät normaalisti 2 vuodesta 5 vuoteen. Telojen tilausvaiheessa harkitaan tarkoin, mikä aaltoprofiili valitaan. Aallotustelojen hinnat ovat viime aikoina laskeneet alas, minkä vaikutuksesta uusi telapari maksaa keskimäärin 25 000 euroa.(Ronkainen 2016)

3.3 Aaltopahvikoneen kuiva pää

Kuivassa päässä (kuva 7: B) koneenosia ovat 11 tilauksenvaihtoleikkuri, 12 pituusleikkuri, 13 poikkileikkuri ja 14 vastaanottolaitteet.

Leikkuuterät vaativat tiheää huoltamista, jotta leikkuujälki pysyy hyvänä. Löysä tai tylsynyt terä alkaa repiä aaltopahvia leikkaamisen sijaan ja koko aaltopahvikoneen toiminta hidastuu. Ongelma on monesti korjattavissa nopealla terävälän kiristyksellä. Vastaanottolaitteet pinoavat leikkureilta tulevat valmiit aaltopahviarkit määritellyn kokoisiksi pinoiksi. Vastaaottolaitteet luovuttavat aaltopahviarkit automaattiradoille, jotka kuljettavat arkit jatkojalostettaviksi tuotantokoneille.

4 ROTAATIOSTANSSAUS

Rotaatiostanssaus on Suomessa 2000-luvulla yleistynyt aaltopahvin jatkojalostusmenetelmä. Stanssaus tapahtuu pyörivään rumpuun kiinnitetyn stanssin ja toiseen rumpuun kiinnitetyn vastinkumin avulla. Rotaatiostanssausmenetelmällä voidaan stanssata monenlaisia aihioita, paitsi pitkiä ja kapeita tai hyvin pieniä arkkeja. Hyvin pieniä arkkeja voidaan valmistaa, mutta niiden tultava koneesta ulos kiinnitettynä toisiinsa ongelmien välttämiseksi. Pienten arkkien irtirepimiseen toisistaan tarvitaan revintälaitte, joka tuo koneelle huomattavasti lisää hintaa. Monimutkaisissa leikkauksissa ongelmaksi muodostuu roskanpoisto. Koneen ajonopeus ilmoitetaan iskuina tunnissa. Normaalit tuotantonopeudet ovat laatikon muodosta ja aallosta riippuen noin 4000 - 6000 iskua tunnissa.

Rotaatiostanssiin kuuluu: esisyöttölaite, syöttöyksikkö, 2-4 väriyksikköä, stanssausyksikkö, kuljetusosa ja lavaaja.



KUVA 9. Rotaatiostanssin rumpu sekä vastinkumit

Kuvassa 9 on tyypillinen rotaatiostanssausyksikkö: yläpuolella stanssirumpu ja alapuolella polyuretaanista valmistetut vastinkumit. Vastinkumien kulumista on tarkkailtava jatkuvasti, sillä epätasainen vastinpinta aiheuttaa roskien kiinni tarttumista valmiiseen aaltopahviarkkiin. Epätasaisuudet poistetaan vastimesta sorvaamalla. Kulumiseen vaikuttavat läpi ajetut pahvilaadut, koneessa käytetyt puristukset tai koneen sisäiset häiriöt. Vastinkumit vaihdetaan yleensä uusiin kolmen kuukauden välein. Stanssaustyökalu (formu) kiinnitetään kiskoilla rummussa oleviin uriin paineilmakäyttöisten lukitusten avulla. Rotaatiostanssin stanssirummun uraleveys on vakio, joten työkaluja voidaan vaihdella koneiden välillä tarpeen vaatiessa.

5 STANSSAUSTYÖKALU

Perusta hyvälle stanssityökälulle luodaan tuotesuunnittelussa. Kun asiakkaalle tehdään pakkaustarjous, jo siinä yhteydessä pyritään päättämään valmistusmenetelmä. Tämä siksi, että pakkauksen hinta muodostuu paitsi raaka-aineesta myös valmistuskustannuksista. Kun tuote suunnitellaan suoraan rotaatiostansille eikä tasostansille, voidaan se heti optimoida sille valmistusmenetelmälle. Tämä on tärkeää, koska taso- ja rotaatiostanssaukseen pätevät hieman eri säännöt. Pääperiaatteena on ajaa tuotteet mahdollisimman suurina arkkeina rotaatiostanssilla, jolloin voidaan sijoittaa monta pakkausaihiota samalle arkille. Näin valmistuu useita aihioita kertaiskulla ja yksikköhinta pienenee. Mitä enemmän aihioita on yhdellä arkilla, sitä tärkeämpää on formun terien ja kumien oikea käyttö, jotta aihiot saadaan irtoamaan hyvin formusta ja myös pakkaukset toimimaan oikein kasattaessa. Rotaatiostanssauksessa muotoleikkausroskat (stanssausjäte) irtoavat sekä kumituksen että pyörivän liikkeen keskipakoisvoiman avulla. Jos kumitus tai terät eivät ole kunnossa, roskat jäävät kiinni valmiiseen pakkausaihioon aiheuttaen tuotantohäiriöitä.

Stanssaustyökälu eli formu koostuu 13mm paksusta pohjavanerista, johon on laserleikattu tai sahattu urat erillisille teritysvaihtoehdoille. Vaneriin liitetään terien lisäksi eri paksuisia kumilaatuja auttamaan roskanpoistossa ja aaltopahviarkin ajettavuudessa. Rotaatiostanssaustyökälu on yleensä jaettu kahtia, jotta koneeseen asettaminen helpottuisi. Stanssaustyökäluun takapuolella on kiinnityskiskot. Kiinnityskiskojen etäisyys määräytyy stanssirummun urituksen mukaan. Vaikka stanssirummun leveys vaihtelee konekohtaisesti, kiinnityskiskojen etäisyys toisinsa nähden on vakio.

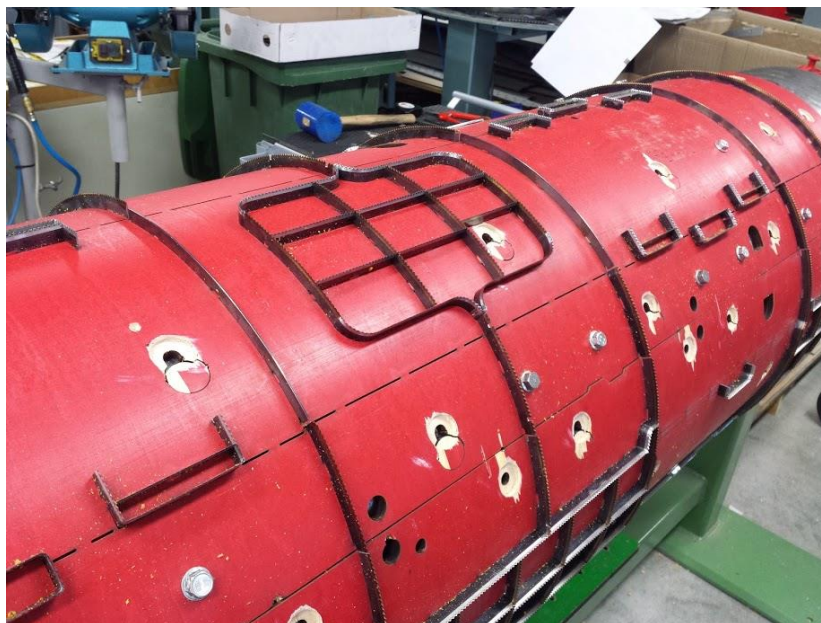
5.1 Valmistusmateriaali

Stanssaustyökäluissa käytetään kosteussuojattua vaneria, jotta sen käyttöikä olisi mahdollisimman pitkä. Stanssienterät ovat kärkekarkaistua terästä ja ne tilataan tunnetuilta terävalmistajilta, kuten Dicarilta,

Sandvikilta tai Böhlerilta. Kumituksiin valitaan kovakumia, avosolukumia ja profiilikumia.

5.2 Teritys

Teritykseen (kuva 10) sisältyvät leikkuuterät, perforointiterät, repäisyterät (kalanruoto) sekä viiltonuuttausterät (V/N). Leikkuuterillä aaltopahviarkki leikataan haluttuun muotoon ja ahiosta jäljelle jääneet roskat leikkaantuvat pienemmiksi palasiksi. Perforointiterillä laatikkoon muodostetaan repäisylinjat, joiden avulla valmiin tuotteen avaaminen helpottuu. Repäisyterät tekevät aaltopahviarkkiin joko suoria katkonaisia viivoja tai kalanruodon muotoista kuviota. Viiltonuuttausterien päätarkoitus on helpottaa laatikon taitoksia taipumaan helpommin. Terien liitoskohtien sijoitus formuun on oltava tarkoin harkittu. Jos kahden terän liitos osuu pienen avauksen terävään kulmaan, se jättää valmiiseen laatikkoon roskan kiinni.



KUVA 10. Rotaatistanssiformu ilman kumeja

5.3 Kumitus

Kumituksella (kuva 11) on stanssiformun toiminnan kannalta erittäin tärkeä merkitys. Liian korkeilla kumeilla pyöreän stassaustyökalun kehäpituus muuttuu ja valmiit aaltopahviarkit jäävät liian lyhyiksi. Kumin ollessa liian matala roskat eivät irtoa valmiista aihioista ja valmiin pahvilaatikon taitokset eivät välttämättä toimi oikealla tavalla.

Käytetyimmät kumimateriaalit ovat Taurus, Vulcan- sekä profiilikumi. Taurus-kovakumia käytetään normaaleissa stassaustöissä aihion ulkopuolisessa roskanpoistossa sekä ajosuuntaisten perforointiterien reunoilla. Vulcan-avosolukumi on ominaisuuksiltaan Taurusta hieman jäykempi ja kestävämpi. Vulcan on yleisesti käytetty kumi aihion reikien, katkaisukohtien sekä etureunan roskanpoistossa. Profiilikumia käytetään ajosuuntaisissa nuuttauksissa sekä viiltonuuttauksissa (V/N). Profiilikumien toimintaa voidaan tarvittaessa parantaa asettamalla rotaatiostanssi Martinin vetopyörät kumien kanssa samaan linjaan, mikä muodostaa aaltopahviaihioon lisää puristusta.

Kumit kiinnitetään stanssiformuun kestäväällä pikaliimalla, mutta tarvittaessa kiinnitys voidaan varmistaa niiteillä. Niitit asennetaan kumin molempiin päihin.



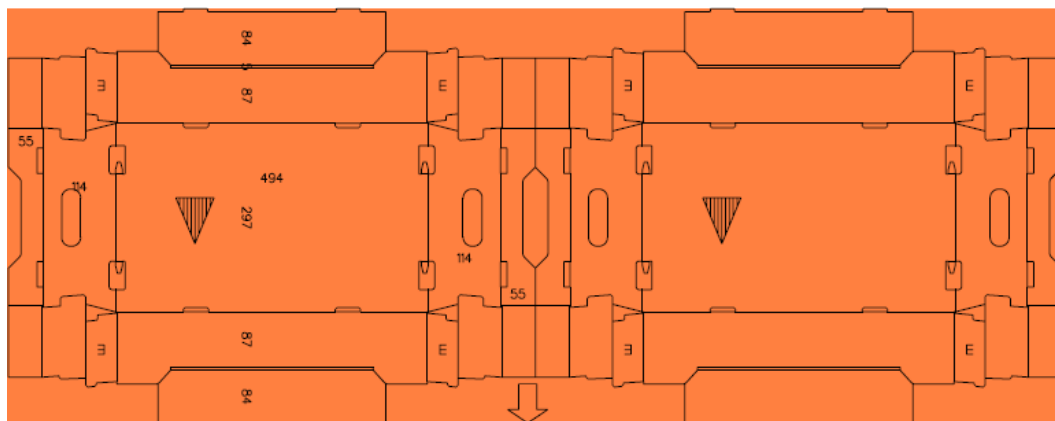
KUVA 11. kahdesta osasta koostuva rotaatiostanssiformu kiinni tuotantokoneessa

5.4 Virheellisestä rakenteesta johtuvat ongelmat

Uusi stanssaustyökalu saapui ulkomaalaiselta formunvalmistajalta. Formu asetettiin rotaatiostanssin rummulle ja arkkeja alettiin kohdistaa. Valmiit aihiot olivat kaikki noin 5 mm liian lyhyitä. Syy löytyi liian korkeista kumituksista, jotka piti vaihtaa käsin koko stanssaustyökaluun. Virheen takia menetetty työaika oli noin 4 tuntia. Yleinen ongelma etenkin ulkomailta tulevissa työkaluissa on, että terälinjat eivät täsmää liitoskohdissa kaksiosaisissa formuissa. Ongelmana on myös formun etureunan kiinnitysten luistaminen rotaatistanssin rummulla. Opinnäytetyössä virhetoleranssien määrittämisellä pyrittiin pääsemään eroon näistä ongelmista.

5.5 Stanssaustyökalun valmistus

Valmistus alkaa kun Stora Enso Packagingin tuotesuunnittelussa laadittu CAD-aseointipiirros (kuva 12) lähetetään linjasiirtona stanssiformun valmistajalle (alihankkija). Alihankkija tekee stanssiopiirrustuksen aseointitilauksauksen mukaan. Vaneriin sahataan tai leikataan laserilla terityksille urat, minkä jälkeen vaneri teritetään sahauksen tai leikkauksen mukaan. Terien kiinnityksen jälkeen stanssi kumitetaan ja jälkipuhdistetaan. Lopuksi tehdään tarpeelliset merkinnät stanssityökaluun. Stanssaustyökalujen valmistuksessa on ongelmaksi muodostunut kirjaamaton niin sanottu hiljainen tieto. Useilla stanssaustyökaluja käyttävillä koneenhoitajilla on hyviä ideoita työkalujen kehittämiseksi, mutta ne eivät välity alihankkijalle asti. Opinnäytetyön yksi päätarkoitus on kerätä tietoa ja välittää se alihankkijalle laadun parantamiseksi.



KUVA 12. Tyypillinen asemointipiirros (Stora Enso Packaging 2016)

Laserleikkuria (kuva13) käytettäessä voidaan teritysurien valmistuksen yhteydessä myös ohjelmoida laser polttamaan stanssaustyökaluun halutut merkinnät. Perinteiseen sahaukseen verrattuna laser on huomattavasti nopeampi ja siistimpi vaihtoehto.



KUVA 13. Stanssaustyökälun teritysurien laserleikkaus

5.6 Rotaatiostanssaustyökalun kestoikä

Normaaliolosuhteissa, kun työkaluun kohdistuva rasitus on vähäinen stanssaustyökalu kestää 100 000 - 500 000 iskuja. Yksittäisiä teriä saatetaan joutua vaihtamaan uusiinkin työkaluihin ongelmatilanteiden tai epäonnistuneen suunnittelun takia. (Pyykkönen 2016). Valmistusvirheet formuissa paljastuvat tuotannossa nopeasti ensimmäisen tai viimeistään toisen käyttökerran jälkeen.

5.7 Kumitusohjeen laatimiseen liittyviä syitä

Stanssiformun kumituksen päätehtävät on irrottaa roskat ahiosta sekä irrottaa aihio stanssaustyökalusta. Toissijainen tehtävä on tarvittaessa muokata aihion taivutuksia. Näitä toimenpiteitä varten vuosien saatossa on muodostunut hyviä käytäntöjä, joista osa on kirjattu ja osa on koneenhoitajan tai pakkaussuunnittelijan muistissa. Muistitietoa on Stora Enso Packagingilla sekä Suomen ja Euroopan formunvalmistajilla.

Viime vuosien aikana etenkin ulkoimaisilta stanssiformun valmistajilta on alkanut saapua satunnaisesti formuja, jotka eivät ole toimineet kunnolla stanssikoneessa. Kuten luvun 5.4 ongelmaesimerkistä huomataan, koneseisokki voi olla pitkä ja kallis, jos virheellinen formu huomataan vasta tuotannossa. Virheellisen kumituksen löytyessä ennen tuotantokonetta virhe voidaan korjata, mutta se kuormittaa turhaan formuhuoltoa. Yrityksessä ei ollut tarkkaa seuranta virheellisinä saapuneiden formujen määrästä. Ongelma oli sen verran merkittävä, että ohjeistuksen laatimista pidettiin tärkeänä. Ohje tuli laatia englannin kielellä ja se oli tarkoitus lähettää jokaiselle ulkomaiselle alihankkijalle.

5.8 Kumituksen tutkinta

Tutkimus aloitettiin koneryhmien haastatteluilla. Pääkohtina haastatteluista nousi esiin usein toistuva väärä kumituskorkeus tai kumilaatu sekä hauras vanerilaatu ulkomaisissa työkaluissa. Koneryhmät esittivät toiveitaan

kumitusten muuttamisen suhteen, mutta erimielisyyksiä aiheeseen liittyen oli havaittavissa. Muutokset kirjattiin ohjeistukseen, jos koneryhmät olivat samaa mieltä asiasta. Seuraavana haastateltiin Stora Enson formuhuolintaa, jonka työntekijöillä on yrityksen laajin kokemus erilaisiin stanssityökaluihin liittyen. Huolinnan kokeneiden työntekijöiden avulla saatiin luotettavaa tietoa kirjattua ylös.

5.9 Virhetoleranssien määrittäminen

Virhetoleranssilla tarkoitetaan arvoja, joista valmistaja ei voi poiketa tai joista aiheutuu haittoja tuotannossa. Virhetoleranssien avulla pyrittiin pääsemään eroon muun muassa paljon esiintyvistä teritysten kohdistusheitosta. Teritysten kohdistusheitto tarkoittaa tilannetta, missä formuun asennettu leikkuuterä on vinossa suhteessa kohtaavaan terään. Tämä tilanne aiheuttaa roskan kiinnitarttumisen valmiiseen aaltopahviaihioon. Formun ollessa jaettuna kahteen osaan kiinnityskiskojen asentamiseen on kiinnitettävä paljon huomiota. Kahdessa osassa olevan työkalun kiinnityskiskojen on osuttava täydellisesti kohdakkain kiinnityskohdassa tai muuten leikkuuterät eivät ole enää suorassa toisiinsa nähden. Jos molempien puoliskojen kiskot heittävät samaan suuntaan yhtä paljon virhe voidaan korjata muuttamalla stanssirummun kohdistuksia.

5.10 Stanssityökalujen seurantakirja

Uusien ulkomaalaisesten stanssityökalujen seuranta puuttui Stora Ensolta kokonaan. Uusien työkalujen käyttäytymisen seuranta tuotannossa on erittäin tärkeää laadun kehittämisen kannalta. Seuranta varten tuotantokoneille vietiin stanssityökalujen seurantakirjoja, joihin kirjataan uusien työkalujen havaitut ongelmat. Kerätty informaatio lähetetään säännöllisin väliajoin alihankkijalle tutkittavaksi.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aiheena oli tehdä Stora Enso Packagingille stanssaustyökalujen optimointiohjeistus. Tavoiteena oli minimoida virheellisistä työkaluista johtuvat kustannukset ja parantaa työkalujen laatua. Ohjeistuksessa käytettävät mitat pohjautuivat toimiviksi havaittuihin mittoihin. Ohjeistukseen koottiin kaikki tärkeät mitat sekä vaatimukset toimivan stanssityökalun aikaansaamiseksi.

Ohje sisältää kumituksen ja terityksen optimiarvot sekä se määrittää virhetoleranssit eli laatustandardit. Stora Enson Packagingin koneryhmiä ja huolintaa haastateltiin, jotta kirjaamaton tieto optimaalisista kumikorkeuksista saataisiin talteen. Laatustandardien määrittämisellä alihankkijaa voidaan tarkemmin vaatia toimittamaan laadukkaampia työkaluja. Pitkällä aikavälillä ohjeistus sekä laatustandardit tuovat merkittävät säästöt Stora Ensolle.

LÄHTEET

Sharp. 2016. The FIERSE advantage. [viitattu 10.02.2016] saatavissa:
<http://sharp-international.com/friese/>

Ronkainen K. 2016. Kehityspäällikkö Stora Enso Packaging. (siirtynyt eläkkeelle) Haastattelu 15.01.2016

Jäkälä P. 2016. Tuotannonsuunnittelija. Stora Enso Packaging.
Haastattelu 18.02.2016

Pyykkönen T. 2016. Huolinnan yhteyshenkilö. Stora Enso Packaging.
Haastattelu 22.02.2016

The European Federation of Corrugated Board Manufacturers (FEFCO).
2016. Saatavissa:
http://www.fefco.org/sites/default/files/documents/Fefco_AnnualEvaluation_2014_last.pdf

Laakso O. & Rintamäki T. 2003. Aaltopahvin valmistus ja jalostus.
Jyväskylä: Gummerus.

Stora Enso Packaging. 2016. Yritysesittely ja historia. Saatavissa Stora Enson Intranetistä

Stora Enso. 2016. Stora Enso lyhyesti [viitattu 04.01.2016] Saatavissa:
<http://www.storaenso.com/about/stora-enso-in-brief>

Suomen Aaltopahviyhdistys RY. 2015. Saatavissa:
http://www.aaltopahvi.fi/SiteAssets/tietoja/AP%20K%C3%A4ytt%C3%A4j%C3%A4n%20k%C3%A4sikirja_www_16%2002%2015.pdf