

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Metsätalouden koulutusohjelma

Mikko Nurminen

KARTONKIKONEEN TRIMMILEVEYDEN OPTIMOINTI

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2014



OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2014
Metsätalouden koulutusohjelma

Sirkkalantie 12 A 2
80100 Joensuu
Puh. 013 260 6900

Tekijä

Mikko Nurminen

Nimeke

Kartonkikoneen trimmileveyden optimointi

Tiivistelmä

Opinnäytetyössä selvitettiin optimaalista trimmileveyttä kartonkikoneelle. Toimeksiantajana oli Stora Enson Heinolan Flutingtehtaan myynti- ja markkinointiosasto. Optimaalisen trimmileveyden etsimiseksi apukeinona käytettiin laajaa varastokirjanpitoa.

Työssä huomioitiin koko varastokirjanpito, joka käsitti 1 880 sivua rullatietoja niin leveysistä kuin neliögrammapainoista. Analysoimalla varastokirjanpitoa selvisivät yleisimmät rullatiedot leveyksineen jokaisesta tuotannossa olevasta neliögrammapainosta. Opinnäytetyön tulokset pohjautuvat vuoden 2013 kolmannelle vuosineljännekselle. Tuloksien tarkkailujakson aikana tuotannossa olevia neliöpainoja ajettiin useamman kerran. Yleisimpiä neliögrammapainoja ajettiin noin kolmen päivän välein.

Kartongin tuottaminen ja varsinkaan jälkikäsitteily eivät ole aina mahdollisia optimaalisella trimmileveydellä. Lisäksi myös varastotilanteen sekä tulevien ja nykyisten tilausten yhteensovittaminen on haastavaa. Kuitenkin etsittäessä optimaalista trimmileveyttä esiin nousi tieto tehtaan laajasta rullaleveyskaalasta, joka käsittää neliöpainosta riippuen jopa 150 eri rullaleveyttä. Edellä mainitusta asiasta johtuen optimaalisen trimmileveyden löytämiseksi analysointi kohdistui rullatietojen leveyksien sijasta lukumääriin. Lukumäärien mukaan analysoitu varastokirjanpito osoitti varsin selkeästi, mitkä rullat ja leveydet ovat useimmin tuotannossa.

Kieli

Suomi

Sivuja 30

Liitteet 7

Asiasanat

Trimmileveys, trimmihukka, optimointi



THESIS
April 2014
Degree Programme in Forestry

Sirkkalantie 12 A 2
FI 80100 JOENSUU
FINLAND
Tel. 358-13-260 6900

Author

Mikko Nurminen

Title

Optimization of the trim width of a cardboard machine

Abstract

The purpose of this thesis was to discover the optimal trim width for a cardboard machine. The study was commissioned by the sales and marketing department of Stora Enso's Heinola Fluting Mill. In order to find the optimal trim width, extensive inventory accounting records were analyzed.

The material for this study consisted of the inventory accounting records of the Heinola Fluting Mill: 1 880 pages of roll information that included such information as trim widths and thicknesses (grams per square meter) of the rolls. By analyzing this information, the most common roll specifications, including widths, were found for each type of cardboard in production. The results of this thesis are based on the third quarter of 2013. During this period of observation more than one batch of each type of cardboard was produced. The most common types were produced at a pace of approximately one batch every three days.

The production and especially the further processing of cardboard is not always possible using the optimal trim width. Keeping the warehouse stock coordinated with current and future orders is also challenging. The search for an optimal trim width brought up interesting information regarding the wide range of different roll widths in use at the mill: the mill uses up to 150 different roll widths, depending on the thickness of the cardboard. This fact led to the refocusing of the analysis on the actual numbers of produced cardboard instead of the analysis of roll width information. The analysis of the numbers in the inventory accounting records indicated quite clearly which rolls and trim widths were in production most often.

Language

Finnish

Pages 30

Appendices 7

Keywords

Trim width, trim loss, optimization

Sisältö

Tiivistelmä

Abstract

1	Johdanto.....	5
2	Heinolan Flutingtehdas.....	6
2.1	Kartongin valmistus	7
2.2	Pituusleikkaaminen	8
2.3	Tuotannosuunnittelu.....	9
3	Optimointi.....	13
4	Optimaalinen trimmileveys	16
4.1	110 g/m ² :n optimaalinen trimmileveys	18
4.2	127 g/m ² :n optimaalinen trimmileveys	19
4.3	140 g/m ² :n optimaalinen trimmileveys	20
4.4	150 g/m ² :n optimaalinen trimmileveys	21
4.5	160 g/m ² optimaalinen trimmileveys.....	22
4.6	175 g/m ² :n optimaalinen trimmileveys	24
4.7	200 g/m ² :n optimaalinen trimmileveys	25
5	Tutkimusta puoltavat seikat.....	26
5.1	Haasteet ja ongelmakohdat	26
5.2	Mahdollisuudet.....	27
6	Pohdinta ja työn luotettavuus	27
	Lähteet.....	30

Liitteet

Liite 1	Neliögrammapaino 110 rullatiedot
Liite 2	Neliögrammapaino 127 rullatiedot
Liite 3	Neliögrammapaino 140 rullatiedot
Liite 4	Neliögrammapaino 150 rullatiedot
Liite 5	Neliögrammapaino 160 rullatiedot
Liite 6	Neliögrammapaino 175 rullatiedot
Liite 7	Neliögrammapaino 200 rullatiedot

1 Johdanto

Stora Enson Heinolan Flutingtehtaalla kartonkitehtaan vuosituotanto on noin 300 000 tonnia aallotuskartonkia, mikä tarkoittaa 150 000 rullaa. Kartonkikoneen rataleveys on 6000 mm ja trimmileveys 5580–6000 mm. (Pölkki, 2012.)

Pituusleikkurilla valmistettävien asiakasrullien leveys vaihtelee välillä 700–2800 mm. Tämä aiheuttaa paljon vaihtelua ja haasteita trimmattavissa rataleveyksissä. Leikattavat rullat ovat halkaisijaltaan joko 1250 mm tai 1450 mm. (Pölkki, 2012.)

Asiakkaiden aaltopahvikoneiden rataleveyksien kasvun myötä leveämpien asiakasrullien määrä kasvaa myös Flutingtehtaan tuotannossa. Leveät asiakasrullat tuovat haasteita tuotannosuunnitteluun, koska trimmattaessa kasvaa sivuratoina käytettävien kapeiden rullien tarve. Kapeista sivuradoista tehtaalle jäävät rullat ohjataan suurelta osin takaisin prosessiin. Rullien takaisinkierrätys tuo lisähaasteita tehtaan jälkikäsittelyyn. (Pölkki, 2012.)

Kasvava tuotevarasto tuottaa myös ongelmia tehtaalla, koska suurta määrää stock list -rullia ei voida sijoittaa nykyiseen varastoon ja varastotilaa joudutaan hankkimaan lisää. (Pölkki, 2012.)

Työssä tavoitellaan optimaalista trimmileveyttä siten, että syntyvä trimmihukka olisi mahdollisimman hyvin hallittavissa, tarkoittaen trimmihukan vähäisempää tonnimäärää, ja samalla trimmihukan parempaa hallinnointia. Tavoitteena on tuotannosuunnittelulla säädellä mahdollisten trimmihukkarullien määrää ja kokoa. (Pölkki, 2012.)

Opinnäytetyössä on tarkoitus selvittää kartonkikoneelle optimaalinen trimmileveys, tarkastelemalla varastokirjanpitoa sekä käytännön kokemusten perusteella.

2 Heinolan Flutingtehdas

Heinolan Flutingtehtaalla (kuva1) valmistettava aallotuskartonki eli fluting tarkoittaa aaltopahvin suoran kartongin väliin tulevia aallotettuja kartonkikerroksia, jotka vahvistavat kartongin rakennetta. Tuotevalikoimaan kuuluu seitsemän eri neliöpainoista kartonkia. Kartongin neliöpainosta käytetään tehtaalla nimitystä grammapaino, ja tehtaalla ajettavien kartonkien grammapainot ovat 110, 127, 140, 150, 160, 175 ja 200 g/m². Yleisimmät grammapainot ovat 140 ja 160 g/m². Tämä asia voidaan todeta tarkastelemalla esimerkiksi varastossa olevia rullia tai trimmityksestä tulevia ajomääräimiä ja niiden tonnimääriä.

Tehtaalla on yksi kartonkikone, pituusleikkuri, sekä lisäksi sellutehdas, oma voimalaitos, vedenpuhdistuslaitos ja lipeälaitos. Tehtaan päätuotantoala on kartongin valmistus, jota muut toiminnot tukevat. Tehtaan päärakennuksessa sijaitseva kartonkikone, pituusleikkuri ja pakkaamo muodostavat kartonkitehtaan. Lisäksi kartonkitehtaan toimintoihin oleellisesti kuuluu konepulpperi, jonka tehtävä on pulperoida hylkyrullat, ja samalla tuottaa lisämassaa sellutehtaalle.

Kartonkikoneen maksimaalinen trimmileveys on 6000 mm. Tämä leveys ei ole vakio vaan vaihtelee eri tekijöiden kuten massan jauhatusasteen, ilmankosteuden ja kartonkikoneen nopeuden mukaan niin, että leveyden vaihteluväli on 6100 – 6000.



Kuva 1. Heinolan flutingtehdas (Stora Enso, 2014.)

2.1 Kartongin valmistus

Raaka-aineena tehtaalla käytetään pääsiallisesti koivuhaketta, jota kuluu vuosittain noin $700\,000\text{ m}^3$. Lisäksi raaka-aineena käytetään clippingsiä, joka on aaltopahvitehtailta tulevaa pahvijätettä.

Kartongin valmistuksessa raaka-aineet sekoitetaan vesipitoiseksi massaksi. Massaseos joka tästä syntyy, levitetään kartonkikoneen viiraosalle. Massaseos levitetään viiralle perälaatikosta suihkuttamalla ja lujitetaan poistamalla vettä, Poistaminen tapahtuu imujen ja puristimien avulla. Tässä vaiheessa raina on viiralla, joka on yksi kartonkikoneen osista, viiraosa. (Knowpap, 2014.)

Tämän jälkeen raina siirretään imujen, viirojen sekä puristinkudosten avulla puristinosalle. Siinä rainaa puristetaan yhteensä kolmen puristimen avulla niin, että massasta saadaan ylimääräinen vesi pois. Rainan loppukuivatus tehdään kartonkikoneen jatkona olevilla kuivaussylintereillä. Viiraosan ja puristinosan jatkona

oleva kuivatusosa on kartonkikoneen suurin yksittäinen osa. Kuivatusosan jälkeen kartonki on valmista ja rullataan rullaussylinteriä eli popesylinteriä vasten.

Matkalla viiraosalta rullaussylinterille kartongin kulkua ohjaa ohjausjärjestelmä, jonka avulla pystytään seuraamaan varsin tarkasti kartongin kosteutta. Kosteus onkin tärkein prosessissa seurattava ominaisuus, koska lopputuote ajetaan ennalta määritelttyyn, noin 11 % kosteuteen. (Hertta, 2013.)

2.2 Pituusleikkaaminen

Pituusleikkurilla leikataan rullia asiakkaiden toivomiin mittoihin, joita kutsutaan tehtaalla rulla- tai trimmileveyksiksi. Trimmileveys tarkoittaa kaikkien leikattavien rullien kokonaisleveyttä. Yleisin trimmi eli asete pituusleikkurille on kolme kappaletta erilevyisiä tai saman levyisiä asiakasrullia.

Pituusleikkurin tärkeimmät osat ovat aukirullausosa, teräpöytä, kantotelat, hylsykouru, painotela ja kitasuoja. Valmiskonerullalla voi olla kartonkia jopa 50 kilometriä ja sitä siirretään suurella nosturilla pituusleikkurin aukirullauspukeille.

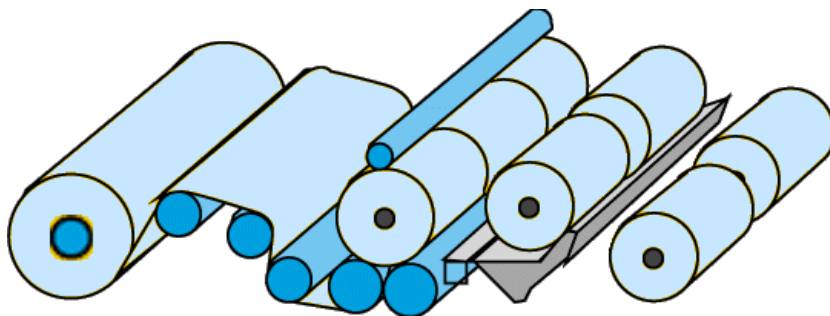
Aukirullaus eli pituusleikkaus on yksi kartonginvalmistuksen työvaiheista. Tämä on tärkein työvaihe optimitrimmileveyden löytämiseksi ja sen vuoksi tähän työvaiheeseen perehdytään tarkemmin kuin kartongin valmistukseen.

Kun ajomäärin on ajossa, pituusleikkurin työntekijät asettavat pituusleikkuriin oikeanlaisen asetteen, eli säätävät leikkuuterät, sekä hylsyjen lukot oikeille kohdille, jotta asetteessa olevat rullat vastaisivat asiakkaiden tilaamia mittoja. Rullat voivat samassa asetteessa olla eri asiakkaille tarkoitettuja rullia.

Pituusleikkuriin, kantotelojen päälle asetetaan hylsy, ja hylsyjen sekä kantotelojen väliin asettava raina liimataan kiinni hylsyihin. Hylsy valmistetaan kierrätyspaperista, johon lisätään hieman neutseellistä kuitua. Heinolan flutingtehtaalle hylsy tulevat Corenson tehtaalta. (Wikipedia, 2014.)

Tämän jälkeen pituusleikkurissa oleva painotela lasketaan hylsyjen päälle, jonka jälkeen ajo on mahdollista. Painotela yhdessä kantotelojen kanssa auttaa aukirullausta eli leikkaamista. Näiden kolmen telan yhteisvaikutuksesta kantoteloille muodostuu nippikuorma, jonka tehtävä on sekä pitää valmistuvat rullat paikoillaan, että säätää rullille määriteltyä kireyttä.

Pituusleikkurilla työskentelevä pituusleikkurin hoitaja suunnittelee ajojärjestyksen eli sen, missä järjestyksessä mikäkin asete leikataan tai ajetaan. Pituusleikkurin hoitaja siirtää leikkurinterät oikeille kohdille ja leikkurilla työskentelevä toinen työntekijä huolehtii samalla vastaavat hylsyty koneeseen. Kun terät ja hylsyty ovat kohdillaan, voidaan leikkurilla leikata asiakasrullat.



Kuva 2. Pituusleikkuri ja muutot (Knowpap, 2014.)

2.3 Tuotannosuunnittelu

Tuotannosuunnittelulla tarkoitetaan tasapainottavia toimintoja. Toiminnoilla on tarkoitus tasapainottaa yleisiä käytännön toimintaympäristössä ilmeneviä ristiriitoja, joita yleisimmin ilmenee myynnin ja tuotannon sekä logistiikan kesken. Tavoitteena tuotannosuunnittelulla on tehtaan toimitusketjun, sekä tehtaan käytön kannalta taloudellisesti tasapainoinen tila, kuitenkin niin että asiakkaan tarpeet voidaan tyydyttää mahdollisimmin hyvin. (Doria, 2014.)

Hyvä ja tehokas tuotannon suunnittelu ja suunnittelun ohjaus auttaa asiakkaita parantamaan tuotannosuunnittelun läpinäkyvyyttä ja tehostamaan läpimenoaikoja, sekä kasvattamaan kapasiteettia ja kapasiteetin käyttöastetta.. (Delfoi, 2012.)

Tuotannosuunnittelu vaikuttaa moniin eri kustannustekijöihin, joita ovat trimmi hukka, varastointi sekä logistiset kustannukset. (Doria, 2014.)

Tuotannosuunnittelijan tehtävänä ja yhtenä tärkeimmistä tehtävistä on yrittää löytää asiakasrullista mahdollisimman pienellä trimmi hukalla oleva yhdistelmä. Pienimmällä mahdollisella trimmi hukalla trimmattavaa trimmiä ei kuitenkaan ole aina mahdollista saada aikaiseksi, johtuen tilaustilanteesta ja trimmattavista rullista, sekä muista ennalta arvaamattomista tuotannollisista ongelmista. Mikäli trimmi ei ole optimaalinen trimmi hukan näkökulmasta, vaan tuottaa ylimääräistä trimmi hukkaa, on tämä hukka yritettävä myydä asiakkaille, tai vastaavasti pulperoitava uudelleen käyttöä varten. Pulperoimalla saadaan massapulan aikana lisämassaa. Ongelman ratkaisun haasteena on ollut oikean ratkaisukaavan luominen, sillä kyseinen ongelma saattaa hyvinkin olla monimutkainen ratkaistavaksi.(Doria, 2014.)

Kerrallaan voidaan ajaa yhtä ajomääräintä, mutta yhdessä ajomääräimessä voi olla myös useampi asete eli trimmi. Tuotannosuunnittelu trimmaa ajomääräimiin sopivat trimmit, jotka sitten ajetaan pituusleikkurilla. Tarkoitus on trimmata trimmi niin, että kokonaisleveys saataisiin hyödynnettyä ja leikattua rulla mahdollisimman tarkasti ilman hukkaa. Koko konerullaleveyttä ei voida koskaan leikata vaan kokoleveydestä leikkaantuu aina osa pois. Tämä ylijäämä ohjataan tai ohjautuu pituusleikkurissa oleviin reunanauhaimureihin, jotka johdattavat ylijäämän hylkytorniin. Sieltä jo kertaalleen valmistettu massa pumpataan takaisin viiraosalle ja prosessoidaan tai ajetaan uudestaan tuotantoon. Hylkytorni on jo aiemmin viitattu kartonkikoneessa oleva säiliö.

Flutingin myyntihinnan ollessa juuri nyt hyvä onkin optimaalista ajatella että asete olisi joko kahden kolmen metrin rullan asete tai vastaavasti asete, jossa asete olisi kokonaisleveydeltään kuusi metriä. Tällä leveydellä hukkaprosentti olisi vain 2

prosenttia. Tämä määrä ohjautuisi toki takaisin tuotantoon pituusleikkurin pulperin kautta kuten edellisessä luvussa on kerrottu.

Trimmihukan laskeminen:

$$\text{Kartonkikoneen rataleveys (6100) - kyseinen trimmi (6000) = x (100)}$$

$$x / 6100 * 100 = \text{Trimmihukka (2 \%)}$$

Esimerkki:

Mikäli kartonkikoneen konerulla eli tampuri on esimerkiksi 6100 mm leveä ja leikattava trimmi on 5900 mm, niin ylijäämät ohjautuvat leikkurin teräpöydän reunoilla oleviin reunanauhaimureihin, jotka johtavat ylimääräiset reunanauhat pulpperiin. Pulpperista massa johdetaan kartonkikoneelle uudelleen käytettäväksi.

Yllä olevassa tapauksessa hukkaprosentti on 4 % kokonaisleveydestä, mikäli konerullan leveys on aiemmin mainittu 6100 mm. Tämä määrä kartonkia siis ohjautuu takaisin kiertoon. Tämä hukkaprosentti on varsin yleinen ja voidaan näyttää toteen olevilla neliöpaino- ja rullatiedoilla. (Liite 1-7)

Tämän kaltainen asete tarkoittaa sitä, että kaikki asiakasrullat ovat myytävää erää eikä varasto täyty rullista kuten normaalin varastonkierron aikana tai normaalisti varastokierrossa, johon raportissa on jo viitattu johdanto-osiossa sivulla 5.

Trimmiin trimmatut rullat voivat olla erilevyisiä vaikka kokonaisleveys pysyy samana. Tällainen trimmaus on haasteellinen pituusleikkurilla, koska muodostuvat rullat ovat silloin erittäin kapeita. Kapeat rullat ovat hankalampia siirtää trukeilla, koska trukkien yksiosaiset pihdit eivät välttämättä saa tukevaa otetta kapeista rullista.

Lisäksi rullien kaatuminen kuljettimella on todennäköisempää, mikä saattaa aiheuttaa vaaratilanteita. Lisäksi kapeat rullat vievät varastotilaa, koska ostajia ei rullille löydy. Näitä rullia kutsutaan stocklist-rulliksi. Mikäli ostajia rullille ei löydy, päätyvät rullat pulpperiin, johon aikaisemmin viitattiin sivulla 6.

Case: Trimmileveys on 6100 mm ja leikattava trimmileveys 5900 mm. Rullien dimensioiden ollessa 900 mm, 2500 mm ja 2500 mm, aiheuttaa 900 mm:n rulla yllämainitun ongelman. 900 mm leveä rulla on lähes 15 % kokonaisleveydestä, mikä vastaavasti aiheuttaa 15 % pienemmän myyntimäärän, kuin mikä on tuotantomäärä. Tähän 15 %:in lisätään vielä normaali reunanauhahukka. jossa aikaisemmassa esimerkissä mainittiin, joka kyseessä olevassa tapauksessa on 4 %, joten kaiken kaikkiaan trimmihukka on 19 %. (Hertta, 2013.)

Ongelma on varaston täyttyminen, ei niinkään pakolliset reunanauhat, koska mikäli kyseinen asete on 20 muuttua. Muutto on konerullasta leikattujen rullien nimitys. Yleensä konerullasta leikataan neljä tai viisi muuttua riippuen muuttojen halkaisijasta, josta kerrottiin johdannossa.

Asetteesta tulee siis 20 kappaletta 900 mm:n rullia, joiden kokonaispaino on 20 x 1000 kg eli 20 000 kg. Tämä tonnimäärä ajetaan kyseisellä asetteella joko stocklist-rullina ensiksi varastoon, jossa rullat seisovat, kunnes ne saadaan myytyä eteenpäin, tai rullat siirretään varastointiajan jälkeen pulpperiin.

Mikäli rullat saadaan myytyä, ne eivät aiheuta turhaa varastointia suurempaa ongelmaa. Varaston kiertonopeus on noin neljä vuorokautta, joten rullat lähtevät varastosta varsin nopeasti eivätkä siis tuota ongelmia varastossa. Ainoa ongelma mikä kyseessä olevista 900 mm:n rullista aiheutuu, on jo aiemmin mainittu kaatumisriski sekä pinoamisriski.

Mikäli taas tehtaalla on hyvä tuotantotilanne ja trimmatut asetteet ovat pituudeltaan tai leveydeltään optimaalisia, voidaan kyseiset rullat käyttää suoraan lisämassana, jolla turvataan massan riittävyys. Nämä yllämainitut vaihtoehdot ovat hyviä vaihtoehtoja, vaikkakin kapeat rullat ovat varaston täyteenä ainakin osan viikosta.

Pahimmillaan rullat seisovat varastossa. Jos tilauskanta on samalla huono eikä kovassa tuotannossa ole tarvetta lisämassalle, varaston kiertonopeus hidastuu. Varaston täyttyminen tuo lisähaasteita rullien myynnille, varastoinnille ja jatkokäsittelylle, joka tässä tapauksessa tarkoittaa pulpperointia eli rullien hyltystä.

3 Optimointi

Kartonkikoneen trimmileveyden optimoinnissa on huomioitava useita eri asioita. Yksi mahdollisuus optimaalisen trimmileveyden saavuttamiseen on hankkia asiakkaiksi tuotantolaitoksia, joiden aaltopahvikone on leveydeltään kolme metriä. Silloin pystytään trimmaamaan kaksi kolmen metrin rullaa asetetta kohden ja hukka jää noin kahteen prosenttiin konerullaa ja trimmiä kohden. Tämän optimaalisen trimmileveyden muutos ei vaadi mitään teknisiä muutostöitä. Jos vieläkin leveämmille rullille on kysyntää, mahdollistaa uusi pakkaamo niiden pakkaamisen asiakkaille.

Optimaalisen trimmileveyden saavuttamisen mittareita ovat varasto ja sen kierto, varaston kapasiteetti sekä jo aiemmin mainittu hukkaprosentti ja rullien yleisyys.

Esimerkki yhdestä konerullasta sekä siitä syntyvistä muutoista. Esimerkissä käydään läpi myös muuttoihin liittyvät rullien käsittelyn vaiheet aina pituusleikkurin jälkeisistä toimista varastoon asti.

Konerullalla on (5) viisi muuttoa, jotka ovat halkaisijaltaan 1250 mm. Flutingin neliögrammapaino on 140 g/m^2 , mikä on tehtaamme yleisimpiä neliögrammapainoja. Kaikkein yleisin neliögrammapaino on 160 g/m^2 . Tieto perustuu varastokirjanpitoon.

Esimerkki:

Muuton tiedot ovat:

Neliögrammapaino $140 \text{ g/m}^2 > 8284 \text{ kpl/31137}$
Asetteen rullat $2089 \text{ mm} + 2089 \text{ mm} + 1830 \text{ mm} = 6008 \text{ mm}$
Neliöpainoa 140 g/m^2 tuotetaan $2,60 \%$ kokonaistuotannosta
Rullaleveyttä 2089 mm $1240 \text{ kpl} > 14,96 \%$
Rullaleveyttä 1830 mm $253 \text{ kpl} > 3 \%$
Trimmihukka $6100 - 6008 = 92$
 $92/6100 * 100 = 1,50 \%$
 (Varastokirjanpito, 1.6-1.9.2013)

Esimerkkitapauksessa, jonka tiedot löytyvät liitteestä 3, kyseessä on erittäin optimaalinen trimmi, koska kyseessä on suurentuotannon neliögrammapaino (26,6 %). Aseteissa olevat rullat ovat erittäin ajettuja leveyksiä (yhteensä $14,9+3,0\% = 17,9\%$), joka tekee yhteensä melkein 1800 kappaletta rullia. Lisäksi trimmihukka jää kyseisellä aseteella 1,5 %:iin. Esimerkin avulla voidaan päätellä, että kyseinen asete on erittäin optimaalinen trimmileveys kartonkikoneelle.

Perusteluna on se, että kyseinen trimmi on järkevin, koska hukka on pienin. Kun myös reunanauhat eli leikkauksessa jäävä ylijäämä jää suhteellisen vähäiseksi, ei pulpperissa oleva sakeussäätö oikuttele pulperiin imujen avulla valuvan kartongin pienen määrän ansiosta. Silloin toimintavarmuus kyseisellä laitteella on suurempi. Heikkoudet kyseisellä leveydellä ovat juuri reunanauhojen kapeus.

Mikäli reunanauhoiksi leikkautuvaa leveyttä ei ole tarpeeksi, on tuloksena ratakatko. Vaikka kyseisessä tapauksessa reunanauhojen osuus on noin 1,5 %, on huomioitava vielä kapeisiin reunanauhoihin liittyvä tärkeä asia. Mikäli kartonkikonerulla pope-telalla tai pituusleikkurilla ollessaan kaatuu, niin rullan ajaminen pituusleikkurilla on lähes mahdotonta. Syynä on se, että kriittiset reunanauhat loppuvat kaatuneesta kerästä. Mikä reunanauhoja on enemmän, ei ongelma ole niin suuri, koska pelivaraa kaatumiseen on runsaampien reunanauhojen ansiosta.

Trimmileveydessä 6008 mm ei trimmihukkaa pääse syntymään, ja asetteen jokainen rulla on myytävää erää trimmihukan ollessa vain 1,5 %. Kyseisessä tapauksessa olevat asiakkaat ovat merkittäviä tehtaalle, joten yleisesti voidaan ajatella, että tilausmäärät ovat varsin suuria. Ainoa haaste on pituusleikkaus ja se, että kartonkikoneelta valmistuvat konerullat voivat ”kaaduta”, jolloin ajaminen pituusleikkurilla ei onnistu mahdollisten reunanauhojen vähyyden takia.

Esimerkki:***Muuton tiedot ovat:******Neliögrammapaino $140 \text{ g/m}^2 > 8284 \text{ kpl/31 137}$*** ***Asetteen rullat $3 \cdot 1988 \text{ mm} = 5964 \text{ mm}$*** ***Rullaleveyttä $1988 \text{ mm} > 515 \text{ kpl} > 6,2 \%$*** ***Trimmihukka $6100 \text{ mm} - 5964 \text{ mm} = 136 \text{ mm}$*** ***$136/6100 \cdot 100 = 2,2 \%$*** ***(Varastokirjanpito, 1.6-1.9.2013)***

Trimmileveydessä 5964 mm:n trimmihukka on 2,2 % kokonaisleveydestä. Tällä hukalla, ja varsinkin reunanauhoilla ei aiheudu ongelmia pituusleikkauksessa vaikka konerullat ”kaatuisivat”. Myös tämänkaltainen asete on erittäin optimaalinen trimmileveys.

Esimerkki:***Muuton tiedot ovat:******Neliögrammapaino $140 \text{ g/m}^2 > 8284 \text{ kpl/31137}$*** ***Asetteen rullat $2089 \text{ mm} + 2089 \text{ mm} + 1700 \text{ mm} = 5878 \text{ mm}$*** ***Rullaleveyttä $2089 \text{ mm} 1240 \text{ kpl} > 14,96 \%$*** ***Rullaleveyttä $1700 \text{ mm} 3 \text{ kpl} > 0,036 \%$*** ***Trimmihukka $6100 - 5878 = 222$*** ***$222/6100 \cdot 100 = 3,63 \%$*** ***(Varastokirjanpito, 1.6-1.9.2013)***

Trimmihukan ollessa 3,63 % ja asetteen ollessa sen kaltainen, että asetteesta löytyy yksi tai useampi kapea rulla tai vastaavasti rulla, joka on trimmitetty täyttämään asete eli esimerkkitapauksessa 1700 mm rulla, aiheutuu ongelmia. Syynä on se, että kapeat rullat tai stocklist-rullat täyttävät varastoa. Rullat jäävät varastoon ennen pulpperointia tai mahdollista myyntiä.

Esimerkkitapauksen rulla, jonka leveys on 1700 mm, lisää trimmihukkaa, joten trimmihukka on 3,63 % + 1700 mm on 28 % kokonaisleveydestä.

Tämänkaltainen asete voi tuottaa jopa 31 % trimmaushukan. Rullat toki palautuvat tuotantoon ja massaksi pulperin kautta, mutta vaativat vähintäänkin yhden työvaiheen ja yhden henkilön työpanoksen, mikä on mahdollisesti pois jostain toisesta työvaiheesta tai ainakin vähentää käytettävissä olevia resursseja. Esimerkin

mukaisia asetteita ei onneksi juurikaan ole. Tämäkin asete on vain esimerkkitapaus äärimmäisen huonosta ja epäedullisesta trimmileveydestä.

Rullat odottavat ostajia tai pulpperointia epämääräisen ajan. Aikaa, jonka rullat viettävät varastossa tai pulpperia odottaen, ei pystytä tarkkaan laskemaan, koska varastointiaikaan vaikuttavat tilausvirta, tuotanto ja mahdolliset tuotanto-ongelmat.

Voidaan todeta, että leveät rullat eivät tuota ongelmia, ongelmia tuottavat kapeat rullat. Optimaalisen trimmileveyden saavuttamiseksi tarvitaan myös oikeanlaisia ja ennen kaikkea oikeanlevyisiä rullia.

4 Optimaalinen trimmileveys

Optimaalinen trimmileveys ja sen tutkiminen on varsin haastava tehtävä, varsinkin kun kyseessä on tuotantolaitos, jossa vuotuiset rullamäärät on 150 000 kappaletta. Optimointiotannaksi olen valinnut ajanjakson, joka käsittää yhden neljännesvuosikvartaalin eli aikavälin 1.6–1.9.2013

Tällä ajanjaksolla tuotettujen rullien kokonaismäärä oli 31 137 rullaa, jotka jaoteltiin aiemmin mainittuihin seitsemään eri neliögrammapainoon. Näistä seitsemästä eri neliögrammapainosta eniten on tuotannossa 160 g/m²:a noin 27 % osuudellaan, sekä 140 g/m²:a 26,60 % osuudella. Yhteensä nämä kaksi eniten tuotannossa olevaa neliögrammapainoa kattavat yli puolet kaikista ajetuista rullista.

Saadakseni mahdollisimman tarkkan ja luotettavan tiedon käytän tutkimuksessani kaikkia olemassa olevia neliöpainoja sekä kaikkia tutkimusajalta olevia rullatietoja. Optimaalisen trimmileveyden löytäminen ja toteaminen perustuvat kunkin neliögrammapainon rullatietoihin, kunkin grammapainon rullien lukumäärään niin, että selkeästi eniten ajetetut rullat on huomioitu ja näistä rullista laskettu prosenttiosuudet siten, että rullat, joita ajetaan eniten, ovat myös prosenteilla mitattuna

yleisimmin ajettuja rullia. Kyseessä olevia rullia tuotetaan myös eniten ja useimmin, joten kullakin neliögrammapainolla voi olla hieman erilainen optimaalinen trimmileveys.

Pidän tärkeänä, että optimaalinen trimmileveys ei välttämättä ole tilaustilanteesta johtuen milloinkaan ajossa oleva trimmileveys vaan ainoastaan optimaalinen trimmileveys, joka perustuu rullien yleisyyteen, kartonkikoneen rataleveyteen sekä siihen että trimmi on mahdollista ajaa. Näiden asioiden lisäksi tuloksiin vaikuttaa trimmihukan osuus, johon myös aiemmin viitattiin sivulla 10.

Optimoinnissa olen pyrkinyt huomioimaan kaikki mahdolliset seikat ja muuttujat jokaisesta grammapainosta saadakseni selvityksestäni mahdollisimman luotettavan. Jokainen neliögrammapaino on purettu osiin samalla tavalla.

Neliöpainoista löytyvät tiedot ovat liitteinä tutkimuksen lopussa. Liitteissä (Liitteet 1-7) olevat rullatiedot ovat tilausten mukaisessa suuruusjärjestyksessä. Rullatiedoista pystytään selvittämään helposti ne rullat, joita ajetaan eniten. Näin löydetään suuruusjärjestyksen mukaiset optimaaliset trimmit. Luettelon alkupäässä olevat rullat muodostavat n. 80 % kyseessä olevan neliöpainon kaikista rullista.

Opinnäytetyössä, optimaalisen trimmileveyden löytämiseksi on yleisimmistä rullista tehty taulukot, jotka sisältävät kymmenen rullaleveyttä, yleisyyteen, prosentiosuuteen, sekä leveyteen perustuvaan tietoon. Nämä taulukot antavat optimoinnille lisäarvoa, jonka perusteella voidaan valita myös useita muita hyviä trimmiyhdisteitä, joissa on hieman erilaisia trimmihukkaprocentteja, sekä leveyksiä. Näitä taulukoiden mukaisia trimmiyhdistelmiä on mahdollista ajaa vähintäänkin teoriassa, johtuen rullien halkaisijaeroista, joita ei ole huomioitu analysoidessa optimaalista trimmiä.

Ajettaessa rullia molempiin rullahalkaisijamittoihin, kuten esimerkiksi neliöpainossa 140 g/m^2 on optimointi haastavampaa, rullien eri halkaisijan takia. Eri halkaisijalla olevia rullia ei voida tuottaa yhtä aikaa toisen halkaisijan kanssa, joten optimointi on teoreettista.

4.1 110 g/m²:n optimaalinen trimmileveys

110 gramman neliöpainolla, jolla on 52 eri rullaleveyttä ja yhteensä 2647 kappaletta rullia, joka on 8,5 % kaikesta tuotannosta. Prosentuaalisesti optimaalisin trimmi tai asete on rullilla, joiden mitat ovat **2490 mm + 2490 mm + 1070 mm**. Tämä asete on kokonaisleveydeltään **6050 mm**, jolloin trimmihukka on **6100 – 6050 = 50** $50/6100 * 100 = 0,81$ %. Lisäksi kyseisiä rullia on määrällisesti eniten kyseessä olevasta neliögrammapainosta. (Varastokirjanpito, 1.6-1.9.2013)

Leveys	Määrä	Prosenttiosuus
2490	386	14,5
2340	334	12,6
2090	218	8,2
1940	192	7,2
2790	183	6,9
2190	125	4,7
2640	118	4,4
1070	117	4,4
1250	99	3,7
900	69	2,6

Kuvio 1. 110 g/m² yleisimmät rulla tiedot

Asetetiedot	Trimmileveys	Trimmihukka %
2490+2490+1070	6050	0,8
2640+2490+900	6030	1,1
2340+2340+1250	5930	2,7
2490+2340+1070	5900	3,2
1250+1250+1250+1250+900	5900	3,2
1940+1940+1940	5820	4,5
2790+2790	5580	8,5

Kuvio 2. 110 g/m² optimaaliset trimmit

2490 millimetrin rullaa on 14,6 %, ja 1070 millimetrin rullaa 4,4 %. Varsin suursta osuudesta on siis kysymys kun puhutaan 110 g/m²:n laadusta. Yläpuoleisesta taulukosta on helppoa katsoa ja vertailla muita kannattavia trimmivaihtoehtoja. (Varastokirjanpito, 1.6-1.9.2013)

4.2 127 g/m²:n optimaalinen trimmileveys

127 gramman neliöpainolla, jolla on 97 eri rullaleveyttä ja yhteensä 3042 kappaletta rullia ja mikä vastaa 9,7 % kaikesta tuotannosta. Trimmien dimensiot ovat silloin **2490 mm + 2490 mm + 1060 mm = 6040 mm**. Trimmihukka kyseisessä trimmissä on **6100 – 6040 = 60/6100 * 100 = 0,98 %**. 2490 mm rullia on määrällisesti 6,1 % koko neliöpainosta. Vastaavasti 1060 millimetrin rullia on 4,9 % kaikesta tämän neliöpainon rullista. (Varastokirjanpito, 1.6-1.9.2013)

Leveys	Määrä	Prosenttiosuus
1660	203	6,6
2490	186	6,1
1060	152	4,9
2190	126	4,1
1650	88	2,8
1788	84	2,7
1000	78	2,5
1969	78	2,5
1848	75	2,4
2640	75	2,4

Kuvio 3. 127 g/m² yleisimmät rulla tiedot.

Asetetiedot	Trimmileveys	Trimmihukka %
2490+2490+1060	6040	0,9
1660+1660+1660+1060	6040	0,9
2190+2190+1660	6040	0,9
1650+1650+1650+1060	6010	1,4
1969+1969+1969	5907	3,1
1060+1060+1060+1060+1660	5900	3,2

Kuvio 4. 127 g/m² optimaaliset trimmit

Myös toinen asete, joka pitää sisällään rullat **1660 mm + 1660 mm + 1660 mm + 1060 mm**, joka on prosenttiosuudeltaan suurin ja trimmileveydeltään **6040 mm**, on trimmihukan määrältä minimaalinen, ja myös varteenotettava vaihtoehto, kun etsitään optimaalista trimmiä. Tässä asetteessa olevat rullat ovat yleisimpiä, koska

rullat 1660 mm ovat 6,6 % osuudellaan yleisimpiä, ja 1060 mm siis 4,9 % kaikista tämän painon rullista. (Varastokirjanpito, 1.6-1.9.2013)

4.3 140 g/m²:n optimaalinen trimmileveys

Toiseksi yleisin 140 gramman neliöpaino sisältää 149 eri rullaleveyttä, on lukumäärältään 8284 kappaletta ja vastaa 26.6 % kappaletta kokonaismäärästä. Optimaalisin trimmileveys, joka perustuu prosenttiosuuksiin kyseisellä grammapainolla olemassa olevilla rullilla, on trimmi, jonka rullat ovat **2089 mm + 2089 mm + 1830 mm = 6008 mm**. (Varastokirjanpito, 1.6-1.9.2013)

Leveys	Määrä	Prosenttiosuus
2089	1240	14,9
1988	515	6,2
2490	287	3,4
1830	253	3,0
2340	235	2,8
2320	232	2,8
2190	230	2,7
1840	223	2,6
1420	220	2,6
1600	192	2,3

Kuvio 5. 140 g/m² yleisimmät rulla tiedot.

Asetetiedot	Trimmileveys	Trimmihukka %
2089+2089+1840	6018	1,3
2089+2089+1830	6008	1,5
2490+2089+1420	5999	1,6
2190+2190+1600	5980	1,9
1988+1988+1988	5964	2,2
2089+1988+1830	5907	3,1
2190+2190+1420	5800	4,9
1420+1420+1420+1420	5680	6,8
2089+2089+1420	5598	8,2

Kuvio 6. 140 g/m² optimaaliset trimmit

Tämä asete on noin 18 % osuudella eniten ajettu yhdistelmä. Trimmihukka on 1,5 % kuten sivulla 15 olevassa esimerkissä kerrotaan. Ja koska kyseinen grammapaino on toiseksi yleinen, on 18 %:a 8284 rullasta lähes 1800 rullaa, mikä tarkoittaa 120 konerullaa, kun konerullien koko tai määrä on $5 * 1250$ mm. Yhden konerullan tuotantoaika on noin 45 minuuttia, joten $120 * 45 \text{ min} = 5400/60 \text{ min} = 90$ tuntia. Ajot kestävät teoriassa neljä vuorokautta, joten kysymyksessä ovat ajomäärittään suuret trimmit. (Varastokirjanpito, 1.6-1.9.2013)

4.4 150 g/m²:n optimaalinen trimmileveys

150 gramman neliöpaino pitää sisällään 4427 rullaa, mikä vastaa 14,21 % kokonaismäärästä. 150-grammaisista trimmeistä on 75 eri leveyttä. Optimaalisin trimmi olisi **2030 mm + 2030 mm + 1965 mm = 6025 mm**. Tällöin trimmihukka on 1,22 %. (Varastokirjanpito, 1.6-1.9.2013)

Leveys	Määrä	Prosenttiosuus
2030	494	11,1
2300	232	5,2
2000	215	4,8
1965	204	4,6
1600	194	4,3
2150	192	4,3
1100	190	4,2
2100	152	3,4
2450	111	2,5
1400	104	2,3

Kuvio 7. 150 g/m² yleisimmät rulla tiedot.

Asetetiedot	Trimmileveys	Trimmihukka %
2030+2030+1965	6025	1,2
2000+2000+2000	6000	1,6
2300+2300+1400	6000	1,6
2450+2450+1100	6000	1,6
1965+1965+1965	6000	1,6
2100+2100+1600	5800	4,9
2300+2300+1100	5700	6,5

Kuvio 8. 150 g/m² optimaaliset trimmit

Myös tässä grammapainossa voidaan saavuttaa ihanteellinen ja järkevä optimitrimmileveys ilman suurta trimmihukkaa ja ilman kapeita rullia. Kyseisiä rullia on kaikista tämän painoisista rullista 15,7 %, mikä vastaa 698 rullaa.

(Varastokirjanpito, 1.6-1.9.2013)

4.5 160 g/m² optimaalinen trimmileveys

Tämä grammapaino on yleisin grammapaino 8452 kappaleen määrällä sekä 27,14 % osuudella. Vaikka tämä paino on yleisin, ei optimaalisen trimmileveyden löytäminen ole helppoa, koska mikäli nyt valitaan asete, jossa on eniten prosentteissa mitattu rullia, jää trimmihukka suureksi. (Varastokirjanpito, 1.6-1.9.2013)

Leveys1	Määrä	Prosenttiosuus
1546	997	11,7
2100	572	6,7
1840	331	3,9
2030	315	3,7
2190	275	3,2
2740	268	3,1
1200	252	2,9
2150	247	2,9
2410	236	2,7
1940	234	2,7

Kuvio 9. 160 g/m² yleisimmät rulla tiedot.

Asetetiedot	Trimmileveys	Trimmihukka %
2100+2100+1840	6040	0,9
2410+2410+1200	6020	1,3
2030+2030+1940	6000	1,6
1546+1546+1546+1300	5938	2,6
1546+1546+1546+1200	5838	4,2
1940+1940+1940	5820	4,5
2100+2100+1546	5746	5,8

Kuvio 10. 160 g/m² optimaaliset trimmit.

Myös trimmihukka on huomioitava huolimatta suuresta tilausmäärästä, ei 160 g/m² ole ollenkaan helppo optimoida, vaan joudutaan tyytymään kompromissiin. Kannattaa valita kolme optimaalisinta trimmiä, jotka ovat **1546 mm + 1546 mm + 1546 mm + 1200 mm = 5838 mm**. Nämä trimmit ovat 14,7 % osuudellaan yleisimmät leveydet. Ongelmana on suuri (4,3 %) trimmihukka.

(Varastokirjanpito, 1.6-1.9.2013)

Toisena optimaalisena trimminä on asete, joka pitää sisällään rullat **1546 mm + 1546 mm + 1546 mm + 1300 mm = 5938 mm**. Rullaleveys 1546 on lähes 12 % osuudellaan neliöpainon yleisin leveys. Tässä esimerkissä trimmihukka on huomattavasti pienempi, vain 2,6 %, mutta rullien yleisyys ei ole yhtä suuri kuin ensiksi mainitussa trimmissä vaikka vastaakin 12,8 % tason rullien yleisyydestä.

(Varastokirjanpito, 1.6-1.9.2013)

Tähän neliöpainovertailuun kannattaa ottaa vielä mukaan kolmas trimmi, jonka rullat ovat mitoiltaan **2100 mm + 2100 mm + 1840 mm = 6040 mm**. Trimmihukka on 0,98 %, ja yleisyys 10,6 %. (Varastokirjanpito, 1.6-1.9.2013)

4.6 175 g/m²:n optimaalinen trimmileveys

175 gramman neliöpainoa on 55 eri leveyttä ja 2772 rullaa, mikä vastaa 8,9 % osuutta kaikista rullista. Koska tällä neliöpainolla on vähän leveyksiä, on optimaalinen trimmileveys helppo rakentaa. (Varastokirjanpito, 1.6-1.9.2013)

Leveys	Määrä	Prosenttiosuus
2010	588	21,2
2220	243	8,7
2410	207	7,4
1600	169	6,0
1910	163	5,8
2130	101	3,6
1760	98	3,5
1560	74	2,6
2440	56	2,0
2040	53	1,9

Kuvio 11. 175 g/m² yleisimmät rulla tiedot.

Asetetiedot	Trimmileveys	Trimmihukka %
2220+2220+1600	6040	0,9
2010+2010+2010	6030	1,1
2410+2410+1200	6020	1,3
1600+1600+1600+1200	6000	1,6
2040+2040+1910	5990	1,8
2440+2440+1100	5980	1,9
2010+2010+1910	5930	2,7
1910+1910+1910	5730	6,0

Kuvio 12. 175 g/m² optimaaliset trimmit.

Yleisin rullaleveys on 2010 mm, kun trimmi rakennetaan kyseisistä rullista eli **2010 mm + 2010 + 2010 mm = 6030 mm**. Näillä rullilla trimmihylky on 1,14 % ja yleisyys peräti 21 % kaikista tämän painon rullista. (Varastokirjanpito, 1.6-1.9.2013)

4.7 200 g/m²:n optimaalinen trimmileveys

Tehtaamme painavin kartonkilaji on 200-grammainen kartonki. Tätä neliöpainoa on 25 eri leveyttä ja 573 kappaletta koko tuotantomäärästä. Vaikka leveyksiä on vain 25 jää trimmihukka suureksi, koska yleisimmät rullat eivät sovi 6100 millimetrin rataleveyteen. (Varastokirjanpito, 1.6-1.9.2013)

Leveys	Määrä	Prosenttiosuus
2190	93	16,2
2490	76	13,2
1000	52	9,0
1790	44	7,6
2640	40	6,9
700	34	5,9
1770	27	4,7
1600	19	3,3
1990	17	2,9
1300	16	2,7

Kuvio 13. 200 g/m² yleisimmät rulla tiedot

Asetetiedot	Trimmileveys	Trimmihukka %
2640+2640+700	5980	1,9
2490+2490+1000	5980	1,9
2190+2190+1600	5980	1,9
2490+2190+1300	5980	1,9
1990+1990+1990	5970	2,1
1790+1600+1600+700	5690	6,7
2490+2190+1000	5680	6,8

Kuvio 14. 200 g/m² optimaaliset trimmit.

Optimaalisin trimmileveys on **2490 mm + 2190 mm + 1000 mm = 5680 mm**. Tämän kaltaisen trimmin trimmihylky on peräti 6,8 %, mutta koska rullien yleisyys 2490 rullalla 13,2 %, 2190 rullalla 16 % ja 1000 rullalla 9 %, on kyseinen trimmileveys paras kaikista yhdistelmistä. (Varastokirjanpito, 1.6-1.9.2013)

5 Tutkimusta puoltavat seikat

Tekijät, jotka puoltavat juuri kyseisiä trimmileveyksiä optimaalisiksi ovat pienin mahdollinen trimmihukka, rullien yleisyys, rullien määrät, epäedullisten rullien pois jääminen, pelkästään yleisimpiä rullia, jotka ovat nopeammin lähtevät varastosta.

Puoltava tekijä on myös kartonkirulliin tarvittavan hylsyn sahaushukan vähentyminen. Nykyisin sahaushukka on enintään 8.5 %, mutta trimmaamalla optimileveyteen pienimmillään vain 0.32 %.

Esimerkki:

$$\begin{aligned} \text{Hylsyn pituus } 6070 \text{ mm} - \text{trimmi } 6050 &= 20 \\ 20/6070 * 100 &= 0,32 \% \end{aligned}$$

Lisäksi varasto olisi selkeämpi ja samalla työturvallisuus parantuisi merkittävästi, koska hieman epämääräiset stocklist-rullat katoaisivat. Varasto, joka on hylky- ja stocklist-rullien takia usein täynnä, tyhjentyisi tilaa sitovista stocklist-rullista.

Tehtaan taloudellinen tulos kohenisi optimaalisella trimmauksella, koska hukka minimoituisi ja olisi itse säädeltävissä. Nyt hyvän hinnan aikana olisi taloudellisesti järkevää tuottaa kartonkia myyntiin eikä takaisin pulpperiin, lisämassaksi.

5.1 Haasteet ja ongelmakohdat

Tulevien tilausten trimmaaminen optimaaliseen trimmileveyteen onnistuu, mikäli löydetään asiakkaita, joiden tilaukset ja rullat sopivat tuotannosuunnittelussa optimaaliseen trimmileveyteen. Nykyisellä tilausvirralla ja kysynnällä optimaalisen trimmileveyden saavuttaminen ei liene suurikaan ongelma, mutta hiljaisempina aikoina haaste voi olla keskinkertainen tai suuri, jopa merkittävä.

Mikäli leveitä rullia ei saada kaupaksi nykyistä enempää, on etsittävä nykyisille kapeille stocklist-rullille ostajia. Tähän on jo varauduttava. Heinolanflutingtehdas

on laatujohtaja nyt ja tarkoitus on olla sitä myös tulevaisuudessa, joten tuotteiden myyminen tuskin tulee olemaan ongelma. Tästä on jo hyvänä esimerkkinä se, että entiset stocklist-rullat myydään Corenson Porin tehtaalle lisämassaksi. (Somerkallio, 2013.)

5.2 Mahdollisuudet

Tulevaisuudessa on mahdollista myydä ja toimittaa 3000 millimetriä leveitä rullia, joten yhdessä asetteessa olevat kaksi 3000 millimetrin rullaa takaavat parhaan mahdollisen optimaalisen trimmileveyden eivätkä vaadi teknisiä muutoksia. Jopa leveämmät rullat ovat mahdollisia.

Mikäli ryhdyttäisiin trimmaamaan vain leveitä rullia, joiden trimmileveys olisi 6000 mm ja trimmi sisältäisi kahden rullan asetteita, olisi myös pituusleikkurin leikkaavien terien kulutus huomattavasti pienempi kuin nyt on. Silloin olisi käytössä vain reunaterät, jotka ovat muutenkin aina käytössä olevat terät, mutta näiden terien lisäksi vain yksi terä. Tämä käytäntö vähentäisi myös terien teroittamistarvetta ja samalla kustannuksia. Lisäksi rullien irtoaminen toisistaan parantuisi huomattavasti.

6 Pohdinta ja työn luotettavuus

Trimmileveyden optimoinnin löytämiseksi ei ole vain yhtä tietä vaan optimin löytämiseksi täytyy tutkia monia erilaisia rullatietoja, jotta voidaan tarpeeksi luotettavasti todeta työssä tavoiteltu asia.

Trimmileveyden optimoinnin ja optimaalisen trimmileveyden löytämiseksi on käytetty tässä työssä 31 137 erilaisesta rullatiedosta koottua rullien varastokirjanpitoa.

Näistä rullatiedoista löytyy jokainen tehtaalla ajettu rulla ja näiden tietojen pohjalta on trimmileveyksien vertailu tehty. Luotettavuuden mittariksi on löytynyt oikeita faktoja, eikä arvailuille jää vaihtoehtoja vaan kaikki tieto on luotettavaa. Nämä faktat ja tutkimustulokset joihin viitattiin edellisessä lauseessa ovat rullien yleisyys, neliögrammapainon yleisyys sekä laskennallinen trimmihukkaprosentti, joka pyrittiin saamaan mahdollisimman pieneksi.

Optimaalisen trimmileveyden löytäminen ja hyödyntäminen auttavat tuotannonsuunnittelua trimmaamaan paremmin sopivia asetteita tuotannon ajettavaksi ja vähentää näin tarpeettomia rullien ajamista. Tämä vastaavasti vähentää varaston turhaa täyttymistä.

Kappalemäärältään 31 137 rullatietoa mahdollistavat luotettavan, puolueettoman, ja myös käytännössä mahdollisten asetteiden ja trimmauksien ajamista ja suunnittelua tästä eteenpäin. Tuotannonsuunnittelun muutokset ovat kuitenkin vähäisiä. Ainoastaan joitakin toimintatapoihin tulevia muutoksia voi ilmetä, mutta muutokset parempaan ovat ainakin tervetulleita. Se mitä nämä muutokset ovat tai voivat olla, ovat mahdollisten kapeiden rullien pois jäänti. Lisäksi tarkemman tuotannonsuunnittelun ansiosta trimmihukka minimoituu, mikä tarkoittaa ainakin suhteellisen saman levyisiä asetteita. Mikäli pyritään mahdollisimman pieneen trimmihukkaan, ovat trimmit suhteellisen samankaltaisia keskenään riippumatta grammapiainosta.

Pidän tutkimuksen kannalta tärkeänä asiana, sekä tutkimustulokseen vaikuttavana asiana sitä, että nyt tutkitut ja optimaaliset trimmit ja trimmivaihtoehdot ovat tutkimuksen tarkoituksen mukaisesti vain teoreettiset. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikkia esimerkkien mukaisia trimmivaihtoehtoja ei ole edes mahdollista ajaa tai tuottaa, johtuen rullien halkaisija eroista, ja tilauskannasta, joka on vaihtelevaa.

Tulevaisuudessa työn tuloksia voi hyödyntää tuotannonsuunnittelu yhdessä tuotannon kanssa. Tuotannonsuunnittelu hyödyntää tietoja yleisimmistä rullista, pienemmistä trimmihukista suunnitellessaan uusia ajamääräimiä. Tuotannossa tulevaisuudessa on mahdollista olla kehittyneempi trimmihukan talteenottojärjestel-

mä, jonka avulla stocklist-rullan tai epäedullisen rullaleveyden sijaan rulla tuotetaan pituusleikkurilla suoraan hylyksi. Tämänkaltaiseen toimintaan voisi jo nyt olla järkevää siirtyä, mahdollisen uuden pituusleikkurin myötä.

Lähteet

- Delfoi. 2014. Tuotannonsuunnittelu.
http://www.delfoi.com/web/solutions/production/fi_FI/tuotannonsuun.
17.8.2012
- Doria. 2014. www.doria.fi/bitstream/handle/10024/34674/nbnfi-fe20042057.pdf.1.4.2014
- Hertta. 2013. Tehdastietojärjestelmä. Heinolan flutingtehdas.15.1.2014.
- Knowpap. 2014. Papermaking demo.
http://www.knowpap.com/www_demo/suomi/paper_technology/general/5_papermaking/frame.htm.14.1.2014.
- Pölkki, P. 2012. Myyntipäällikkö. Haastattelu.1.9.2012.
- Somerkallio, M. 2013. Kuljetussuunnittelija. Haastattelu. 15.10.2013.
- Stora Enso. 2014. Heinolan flutingtehdas. <http://www.storaenso.com/about-us/mills/finland/heinola-fluting-mill/Pages/heinolan-flutingtehdas.aspx>.14.1.2014.
- Stora Enso. 2013. Varastokirjanpito. Heinolan flutingtehdas.1.6-30.9.2013.
- Wikipedia. 2014. Hylsykartonki.
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Hylsykartonki>.5.2.2014.

110 gm² Rullatiedot**2647 tietuetta (kpl)** **$2647/31137 * 100 = 8,5 \%$** **52 eri rullaleveyttä**

<u>Leveys</u>	<u>Määrä</u>	<u>Leveys</u>	<u>Määrä</u>
2490	386	700	17
2340	334	830	16
2090	218	1410	15
1940	192	1620	15
2790	183	1795	13
2190	125	840	12
2640	118	1640	11
1070	117	2045	11
1250	99	1000	10
900	69	750	8
1200	69	2195	8
1550	64	1150	7
1100	53	2140	7
1120	50	970	6
1400	48	820	5
1490	44	1160	5
1330	40	1600	5
1300	39	800	4
1645	38	1340	3
1790	37	1540	3
1360	35	995	2
1990	35	1350	2
1050	22	1820	2
1945	22	1440	1

127 gm² Rullatiedot

3042/31137 * 100 = 9,7 %

3042 tietuetta (kpl)

102 eri rullaleveyttä

<u>Leveys</u>	<u>Määrä</u>	<u>Leveys</u>	<u>Määrä</u>	<u>Leveys</u>	<u>Määrä</u>
1660	203	2000	31	1120	11
2490	186	1623	30	1300	11
1060	152	1960	30	1340	11
2190	126	2076	30	1797	11
1650	88	1850	28	2150	11
1788	84	1200	27	1806	10
1000	78	845	26	2370	10
1969	78	2200	26	910	9
1848	75	1743	24	1690	9
2640	75	700	23	1800	9
2790	68	950	23	2477	9
1511	65	1250	22	1220	8
1940	62	1385	22	1708	7
2110	62	1625	20	2040	7
1900	59	2470	20	2100	7
2120	54	935	19	1410	5
850	49	2270	19	2800	5
1937	49	2450	19	650	4
1870	48	1143	18	970	4
1440	47	1350	18	1100	4
2500	40	1816	18	1695	4
2650	40	1970	18	1956	4
1150	39	900	17	1990	4
800	36	2390	17	2388	4
1025	35	1540	16	1920	3
1525	35	775	15	1110	2
2050	35	1185	14	1330	2
1295	34	1115	13	1360	2
1620	34	1400	13	1500	2
2035	34	1700	13	1867	2
2340	34	750	12	2020	2
1050	33	1600	12	2180	2
1880	32	2300	12	2195	2
2480	32	2400	12	2350	2

140 gm² Rullatiedot

8284 tietuetta (kpl)

8284/31137 * 100 = 26.6 %

149 eri rullaleveyttä

<u>Leveys</u>	<u>Määrä</u>	<u>Leveys</u>	<u>Määrä</u>	<u>Leveys</u>	<u>Määrä</u>
2089	1240	2195	56	2140	18
1988	515	1200	54	1590	17
2490	287	1150	51	1194	15
1830	253	2305	51	1448	13
2340	235	2390	51	2010	13
2320	232	2790	50	2300	12
2190	230	1820	48	1630	11
1840	223	1860	48	1795	11
1420	220	2030	48	1990	11
1600	192	1867	47	850	10
1500	175	1910	47	1185	10
1940	168	1750	42	1385	9
2200	151	800	41	2225	9
900	138	2045	39	2290	9
2090	126	1850	37	1310	8
1650	124	2350	37	1530	8
2160	122	1520	36	910	7
1000	121	1143	35	1160	7
1540	121	2330	35	935	6
1480	119	2445	35	1070	6
2020	109	1275	34	1380	6
1810	103	1950	33	1680	6
2080	100	2040	33	2150	6
2405	97	1295	30	2220	6
2050	88	2070	30	1020	5
1400	87	1835	27	1120	5
2450	85	1870	27	1360	5
1100	84	2420	25	2000	5
1640	72	1743	24	1040	4
2100	68	1980	22	1080	4
2180	65	1016	21	1515	4
700	64	1115	21	1790	4
1610	63	2025	20	965	3
1553	60	1250	19	1050	3
2640	60	1702	19	1700	3
1300	58	2230	19	2120	3
1690	58	2400	19	2240	3

150 gm² Rullatiedot

4427 tietuetta (kpl)

$4427/31137 * 100 = 14,21 \%$

75 eri rullaleveyttä

<u>Leveys</u>	<u>Määrä</u>	<u>Leveys</u>	<u>Määrä</u>	<u>Leveys</u>	<u>Määrä</u>
2030	494	1990	65	1350	18
2300	232	1900	63	2180	16
2000	215	850	57	1450	15
1965	204	1700	54	1930	15
1600	194	2050	50	1020	13
2150	192	1800	48	1550	13
1100	190	2190	42	2080	11
2100	152	1500	40	2490	10
2450	111	2040	40	2440	9
1400	104	1650	37	750	8
1850	104	2390	36	900	8
1950	101	1300	30	1830	8
1970	100	1510	30	2020	8
1000	97	2290	30	1860	6
2200	96	1955	28	2210	6
2500	96	1870	24	2285	5
1050	86	1250	23	2320	5
2765	85	2370	23	1430	3
2070	82	2130	21	1630	3
1790	76	2153	20	1880	3
1960	75	2160	20	2360	3
800	73	2250	20	1180	2
1750	73	2350	20	1220	2
1920	71	700	19	1905	2
2400	70	1200	18		

160 gm² Rullatiedot

8452 tietuetta (kpl)

8452/31137 * 100 = 27.14 %

91 eri rullaleveyttä

<u>Leveys</u>	<u>Määrä</u>	<u>Leveys</u>	<u>Määrä</u>	<u>Leveys</u>	<u>Määrä</u>
1546	997	1300	86	1734	23
2100	572	1830	86	1770	22
1840	331	1880	78	2370	22
2030	315	2400	77	1800	21
2190	275	2280	73	1870	21
2740	268	2050	71	1850	20
1200	252	1791	65	1530	19
2150	247	1250	63	2390	19
2410	236	1500	62	1890	17
1940	234	2000	62	2035	16
1740	223	2360	62	1760	15
1000	214	2300	57	2470	13
1486	211	2420	54	1835	10
1950	210	700	51	1990	10
2450	194	2490	50	2320	10
2200	166	1970	46	1518	9
2250	164	2220	44	1448	7
2290	159	2790	43	2340	7
1400	146	1860	41	1020	6
2500	127	1100	37	1581	6
800	122	1700	36	2240	6
1600	108	2110	36	2430	6
1750	108	2480	35	2600	5
1900	100	1730	33	2800	5
2040	100	1743	30	1360	4
2121	99	2640	30	1510	4
1657	93	2180	28	1842	4
900	90	1150	27	1220	2
2007	89	2230	27	1350	2
1725	88	1590	26	2120	2

175 gm² Rullatiedot

2772/31137 * 100 = 8.9 %

2772 tietuetta (kpl)

55 eri rullaleveyttä

<u>Leveys</u>	<u>Määrä</u>	<u>Leveys</u>	<u>Määrä</u>
2010	588	2340	17
2220	243	2100	16
2410	207	2450	16
1600	169	1020	15
1910	163	1550	15
2130	101	1630	14
1760	98	970	13
1560	74	1350	12
2440	56	2090	12
2040	53	700	11
900	50	1170	11
1500	50	1270	10
2020	50	1700	10
1400	49	1790	10
1930	49	2495	10
2200	47	1230	9
1100	44	2045	9
1250	44	2195	9
1200	40	950	8
1450	40	1795	8
850	38	1940	8
2445	38	2560	8
1300	27	2490	7
1160	26	2680	7
2295	26	2800	7
2380	25	1650	6
1150	24	1800	6
2190	22	1360	4
1810	20	1750	4
800	18	1050	1

200 gm² Rullatiedot

573/31137 * 100 = 1.67 %

573 tietuetta (kpl)

25 eri rullaleveyttä

Leveys Määrä

2190	93
2490	76
1000	52
1790	44
2640	40
700	34
1770	27
1600	19
1990	17
1300	16
2340	16
1400	12
1510	11
1940	11
900	10
2195	10
1100	6
1710	5
1950	5
2790	5
1660	4
1500	2
2350	2
2050	1