

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Konetekniikan koulutus

Atte Argillander

SELVITYSTYÖ SYLINTERITOIMISEN TELAHOJAIMEN OMAN
VALMISTUKSEN KANNATTAVUUDESTA

Opinnäytetyö
Marraskuu 2018



OPINNÄYTETYÖ
Marraskuu 2018
Konetekniikan koulutus

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600 (vaihde)

Tekijä
Atte Argillander

Nimeke
Selvitystyö sylinteritoimisen telaohjaimen oman valmistuksen kannattavuudesta

Toimeksiantaja
Bellmer Vaahto Paper Machinery Oy

Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä tehtiin selvitys sylinteritoimisen telaohjaimen kannattavuudesta ja soveltuvuudesta ottaa yrityksen omaan suunnitteluun ja valmistukseen.

Työn alkuosuudessa käydään läpi paperikoneen kuivatusosaa, sen toimintaa, siellä vallitsevia olosuhteita sekä niiden vaikutusta tuotteen materiaalivalintoihin. Tämän jälkeen tehtiin patenttitutkimus, joka osoitti, ettei omaa valmistusta estäviä patenteja ole.

Työn pääosuudessa selviää oman tuotteen suunnittelun ja valmistuksen arvioidut kustannukset verrattuna jo markkinoilla olevaan vastaavaan tuotteeseen. Kävi ilmi, että arvioituissa kustannuksissa päästään täysin samaan kuin tällä hetkellä markkinoilta ostettavan tuotteen hinta on. Lopussa pohdittiin, mitä tämä tutkimustulos tarkoittaa, sekä etsitään näkökulmia oman valmistuksen puolesta ja vastaan.

Kieli

suomi

Sivuja 25

Asiasanat

Telaohjain, patenttitutkimus, valmistuskustannukset



THESIS
November 2018
Degree Programme of Mechanical
Engineering

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
FINLAND
+ 358 13 260 600 (switchboard)

Author

Atte Argillander

Title

Research of Cylinder Propelled Roll Guide's Manufacturing Profitability

Commissioned by

Abstract

The aim of this thesis was to study the cylinder propelled roll guide's profitability and suitability for own designing and manufacturing of the company.

The first part of the thesis examines the paper machine's drying section, its operation, prevailing conditions and how those impact on the product's material choices. After that a patent research was made which indicated that there were no patents that would prevent product's own manufacturing.

The main part of the thesis outlines the estimated cost of designing and manufacturing this product in-house and how those costs compare to a similar product that already exist on the markets. It turns out that the estimated costs are the same as the price of a product that company currently purchases. End discussion concludes what the result of this research means and what are the pros and cons of cylinder propelled roll guide's manufacturing.

Language

Finnish

Pages 25

Keywords

Roll guide, patent research, manufacturing costs

Käsitteet

Huuva	Kuivatusosan päällä oleva kansi, joka ylläpitää lämpöä
Lusikka	Viiran liikettä havaitseva tunnistinvarsi viiranohjausventtiilissä
Nippi	Telan ja viiran väliin syntyvä puristus
Paperi	Puhuttaessa yleisesti valmistettavasta tuotteesta, paperi tai kartonki
Paperikone	Paperia tai kartonkia valmistava kone
Paperiraina	Paperista käytetty nimitys sen kulkiessa läpi paperikoneen
Perälaatikko	Levittää paperimassan tasaiseksi matoksi viiran päälle
Pulpperi	Säiliö, johon hukkaan menevä paperiraina pudotetaan ja sekoitetaan veteen
Puristin	Paperikoneen puristinosa
Sylinteri	Ontto höyrylämmitteinen metallisylinteri kuivatusosalla
Tampuuri	Valmis paperirulla
Viira	Paperia kannatteleva kudosmatto tai paperikoneen viiraosa

Sisältö

Tiivistelmä

Abstract

Käsitteet

1	Johdanto.....	6
1.1	Opinnäytetyön tavoitteet	6
1.2	Bellmer Vahto Paper Machinery Oy	7
2	Paperikoneen kuivatusosa	8
2.1	Eri kuivatusmenetelmät.....	9
2.2	Monisyylinterikuivaus	10
2.2.1	Viira.....	11
2.2.2	Kaksiviirainen sylinteriryhmä.....	11
2.2.3	Yksiviirainen sylinteriryhmä.....	12
3	Telaohjain	13
3.1	Ohjaintelan asennus ja toimintaperiaate.....	13
3.2	Telaohjaintyyppit	14
3.2.1	Paljetoiminen ohjain.....	14
3.2.2	Sylinteritoiminen ohjain.....	15
3.3	Viiran kulunvalvonta.....	16
4	Telaohjaimen suunnittelu	18
4.1	Patenttien tutkiminen	18
4.2	Tarvittavat materiaalit ja komponentit	19
4.3	Kustannusarvio.....	20
5	Päätelmä	21
6	Pohdinta.....	23
	Lähteet.....	25

1 Johdanto

Osakeyhtiön ensisijainen tarkoitus on tuottaa voittoa osakkeenomistajille. Näin ollen yrityksissä pyritään jatkuvasti etsimään kohteita kustannusten minimoimiseksi ja kannattavuuden parantamiseksi. Yrityksen kokonaistulosta on lähes mahdotonta kääntää kerralla, mutta syventymällä valikoituihin yksityiskohtiin kokonaiskustannuksia voidaan pienentää pitkässä juoksussa merkittävästi. Yritykset etsivät näitä säästökohteita jatkuvasti, ja niinpä tässäkin tapauksessa ehdotus selvitystyön tarpeellisuudesta tuli yritykseltä itseltään. Tätä nimenomaista kohdetta, sylinteritoimista telaohjainta, on mietitty yrityksessä aiemminkin, mutta silloin selvitystyö oli jäänyt lähinnä ajatustasolle.

Yrityksen ehdoton pääasiallinen tuote on perälaatikko, mutta osaamista löytyy myös muilta paperikoneen osa-alueilta. Täysin omassa valmistuksessa olevan sihdin ja vaimennustankkien lisäksi yrityksellä on paljon omassa kokoonpanossa olevia osia. Yksi näistä on omaan tuotevalikoimaan kuuluva paljetoiminen telaohjain, ja nyt halua löytyy laajentaa tätä valikoimaa myös sylinteritoimiseen telaohjaimen. Yrityksen liiketoiminta perustuu pääasiallisesti projektitöihin, ja näiden toimittamiseen asiakaslähtöisesti. Näin ollen mahdollisimman laaja vaihtoehtojen valikoiman tarjonta asiakkaalle tarjouskilpailuvaiheessa on omiaan lisäämään myyntiä.

Tässä opinnäytetyössä käytiin läpi, mitä hyötyjä sylinteritoimisesta telaohjainmesta on paperikoneen kuivatusosalla yli paljetoimisen ohjaimen, joka on toinen hyvin yleisesti käytössä oleva toimintaperiaate. Työssä tutkittiin jo markkinoilla olevien tuotteiden mahdollisesti estäviä patenteja, sekä saadaan vastaus kustannuskysymykseen, eli onko oman ohjaimen suunnitteluun ja valmistukseen syytä lähteä. Lopun päätelmässä pohdittiin myös kysymystä: ratkaiseeko raha kaikkea?

1.1 Opinnäytetyön tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutustua sekä palje- että sylinteritoimisiin telaohjaimiin, niiden toimintaperiaatteisiin sekä teknisiin ratkaisuihin, ja vertailla näiden tuomia etuja toisiinsa nähden. Opinnäytetyössä käydään läpi telaohjainten sijainnit paperikoneessa ja

sen tuomat vaikutukset toimintaperiaatteen valinnan ja erityisesti käytettävien materiaalien osalta. Työn aikana oli tarkoitus selvittää myös voimassa olevat patentit, jotka olisivat mahdollisesti oman valmistuksen esteenä. Lopulta tarkoituksena oli saada selvä kuva oman sylinteritoimisen telaohjaimen toteutuksen kannattavuudesta sekä kustannuksista kokonaisvaltaisesti.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa keskitytään paperikoneen kuivatusosan toimintaan ja käydään läpi nimenomaan höyryllä lämmitettävien kuumien sylinterien avulla tapahtuvaa kosketuskuivausta. Tässä ympäristössä tarvitaan määrällisesti eniten telaohjaimia, sillä tällaiset kuivatusosat voivat käsittää jopa useita kymmeniä viiroja.

1.2 Bellmer Vaahto Paper Machinery Oy

Bellmer Vaahto Paper Machinery Oy on Hollolassa sijaitseva yritys, joka on saksalaisen paperikoneyrityksen Bellmer GmbH tytäryhtiö. Bellmer GmbH osti yrityksen koko toiminnan ja patentit vuonna 2013, tätä ennen yritys oli nimeltään Vaahto Paper Machinery Oy. Yritys työllistää Hollolassa ja Tampereella yhteensä noin 70 henkilöä ja sen liikevaihto oli vuonna 2017 24,7 miljoonaa [1]

Bellmer Vaahto on johtava perälaatikkotoimittaja keski- ja suurikokoisille paperikoneille. Ennen Bellmerin haltuunottoa Vaahto ehti toimittaa yli 90 perälaatikkoa, joista valtaosan viimeisten 10 vuoden aikana. Lukuisia modernisointiprojekteja on toimitettu paperi- ja kartonkikonetehtaisiin yhtiön perustamisvuodesta 1874 lähtien. [2]

2 Paperikoneen kuivatusosa

Paperikoneella tapahtuva paperin valmistus on käytännössä alusta lähtien kuivausta eli veden poistoa paperimassasta. Perälaatikolle tulevan massan kuiva-ainepitoisuus on 0,2-1% luokkaa (2-10 g kuituja kilossa vettä). Perälaatikko levittää tämän massan tasaiseksi matoksi viiran päälle, jossa vettä poistetaan pääasiallisesti painovoiman avustuksella huovan tukiessa paperirainaa alapuolelta. Viiralla poistetaan määrällisesti eniten vettä paperirainasta kuiva-ainepitoisuuden ollessa sen jälkeen 15-25%. Nämä prosentit ovat viitteellisiä, ja ovat riippuvaisia tuotettavasta paperilaadusta (esimerkiksi sanomalehtipaperi, kartonki tai wc-paperi). Luvut ovat lisäksi myös konekohtaisia ja riippuvat koneen eri osa-alueiden painotuksista. [3]

Viiran jälkeen paperimassa matkaa puristinosalle, jossa siitä nimensä mukaisesti puristetaan mekaanisesti vettä irti ja saavutetaan 33-55% kuiva-ainepitoisuus. Tuote alkaa tässä kohtaa jo muistuttaa paperia, mutta on vielä erittäin haurasta. [3]

Viimeisenä on vuorossa kuivatusosa. Vetisestä paperimassasta on nyt tullut koossa pysyvää paperirainaa ja sitä aletaan kuivaamaan lämmöllä. Lämpö nopeuttaa kuivumisprosessia merkittävästi ja kuivumisnopeus on nimenomainen tekijä paperin ominaisuuksien kannalta. Paperin kuivuessa sen kuitujen välille muodostuu siteitä, ja sitä myötä paperin lujuus kasvaa. Paperin nopea kuivatus asettaa kuitenkin moninaisia haasteita ja kuivatusosan tehtävänä on saavuttaa kompromissi kaikkien näiden välille. Haasteita ovat esimerkiksi hauras paperiraina, joka on herkkä repeämään, sekä voimakas kutistuminen, joka on seurausta nopeasta kuivatuksesta. [4]

Kuivatusosan jälkeen paperikoneella voi olla vielä päällystyslaitteita ja leikkureita, mutta ideologisesti ajatellaan paperikoneen päättyvän kuivatusosaan. Lisäksi perässä on vielä kuljettimia, joilla valmiit tampuurit siirretään varastoon.

2.1 Eri kuivatusmenetelmät

Tämä opinnäytetyö käsittelee kuivatusosana monisyylinteri-kuivatusta johtuen sen hallitsevasta asemasta paperi- ja kartonkituotannossa. Muita kuivatusmenetelmiä ovat: Yankee-sylinteri, infrapuna, päällepuhalluskuivaus, suutinkuivaus (paineilma), Condebelt ja mikroaalto-kuivaus.

Taulukko 1. Eri kuivatusmenetelmien markkinaosuudet paperilaaduittain. [4]

Dryer	Industry share, % ^A	Distribution, % / Energy consumption, MJ/kg H ₂ O / Drying rate, kg H ₂ O/hm ² / Paper quality, +, ~, - ^B			
		Tissue	Paper	Board	Coating ^C
Cylinder	85-90	5/2.8-4.0/20/~	95/2.8-4.0/20/+	95/2.8-4.0/15-35/+	35/3.0-4.5/5-10/~
Yankee	4-5	84/4.0-5.0/200/+	0	3/2.8.-3.5/30-50/+	0
Infrared	3-4	0	1/5.0-8.0/10-30/~	1/5.0-8.0/10-30/~	15/5.0-8.0/70-120/~
Impingement	2-3	0	4/2.8-3.5/50-120/~	0	50/3.0-5.0/40-140/~
Through	1-2	11-3.4-4.5/170-550/+	0	0	0
Condebelt				1/2.6-3.6/200/+, -	
Impulse			0-0.55-1.4/500-8000/+, -	0-0.55-1.4/500-8000/+, -	

A. Pulp dryers excluded

B. ~ indicates quality might improve or worsen depending on paper grade

C. Details in Volume 11 of this series

Kuten taulukosta 1 käy ilmi, valittava kuivatusmenetelmä riippuu paljon tuotettavasta paperilaadusta. Kuten kaikessa teollisuudessa, myös paperintuotannossa pyritään kustannustehokkuuteen. Vaadittu kuivatus pitää saada aikaiseksi mahdollisimman pienellä laitemäärällä, jotta niin investointi- kuin käyttökustannukset (energiakustannukset) pysyvät mahdollisimman pieninä. Tämä onkin ensimmäinen kompromissia vaativa paikka, sillä paperiraina voidaan kuivata lyhyelläkin kuivatusosalla. Tämä vaatii kuitenkin huomattavasti hitaamman ajonopeuden verrattuna pitkään moniosaiseen kuivatusosaan. Lisäksi nopeus aiheuttaa haasteet paperin laadulle. Jotta paperista saadaan tasalaatuista, sen on kuivuttava samalla nopeudella koko radan leveydeltä. Hitaalla vauhdilla, jossa paperiraina koskettaa pitkään kuumaa sylinteriä, on

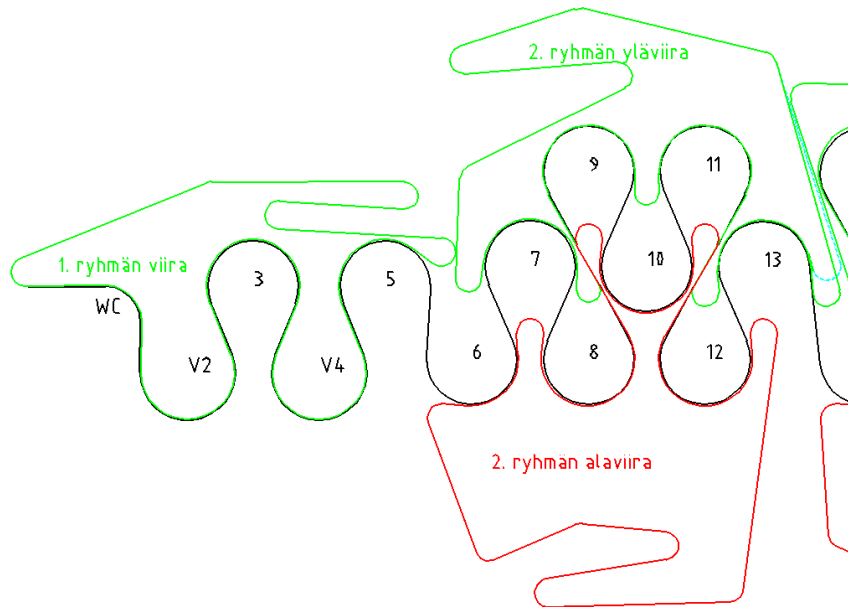
vaarana, että ulkoreunat kuivuvat keskiosaa huomattavasti nopeammin. Tämä johtuu muun muassa ilman tehokkaammasta virtauksesta paperirainan päällä paperikoneen laidoilla.

Toinen haaste liittyy radan luotettavaan toimintaan. Kun paperiraina saapuu kuivatusosalle, sen kuiva-ainepitoisuus on koneesta riippuen yleensä hieman alle 50 % [4]. Tämä tarkoittaa sitä, että paperiraina on vielä todella haurasta ja siksi altis ratakatkoille. Ratakatkot ja sitä seuraavat koneen seisokit ovat puolestaan erittäin kalliita paperintuotannossa, sillä koko tuotanto pysähtyy ratakatkosta. On selvää, että pysähdyksissä oleva paperikone tekee tappiota jokaiselta minuutilta, kun se ei tuota paperia. Toiminnan varmuus onkin yksi tärkeimmistä osa-alueista paperikoneissa.

2.2 Monisyylinterikuivaus

Sylinterikuivaus on käytetyin kuivausmuoto paperille ja kartongille. Tämä johtuu sen energiatehokkuudesta, sillä kuivaus suoritetaan höyrylämmitteisillä sylintereillä, jotka ovat suoraan kosketuksissa paperirainaan. Tämä minimoi energiahäviöt, joita syntyy esimerkiksi leiju- ja infrapunakuivauksissa. Näissä osa käytettävästä energiasta menee hukkaan lämmittäen elementin ja paperin välistä ilmakerrosta. Toinen iso etu sylinterikuivauksella on, että sylinterit toimivat tukena paperille tehden lopputuloksesta sileämmän ja hilliten samalla kutistumista niin koneen leveys- kuin pituussuunnassa. [4]

Kuivatusosan erilaiset rakenteet ovat jaettu kahteen osaan, yksi- ja kaksiviiraiseen kuivatusosaan. Nimet tulevat niiden toimintamalleista. Yksiviiraisessa on nimensä mukaisesti vain yksi viira, joka on kosketuksissa paperin kanssa koko sylinteriryhmän ajan. Kaksiviiraisessa kuivatusryhmässä paperi vaihtaa vuorotellen kosketustaan ala- ja yläviiran välillä luoden tehokkaamman kosteuden poiston. Tällä menetelmällä saavutetaan nopein ja tehokkain paperin kuivuminen. [4]



Kuvio 1. Yksiviirainen (1. ryhmä) ja kaksiviirainen (2. ryhmä) sylinteriryhmä. [5]

2.2.1 Viira

Viiran tehtävänä on kuljettaa paperirainaa eteenpäin paperikoneella. Se on polyesteristä ja/tai polyamidista kudottu verkkomainen luja kangas, joka tukee paperirainaa ja läpäisee vettä sallien paperin kuivumisen. Yhdellä viiralla on sylinterien lisäksi usein kahdesta kymmeneen telaa (riippuen onko kyseessä yksi- vai kaksiosainen kuivatusryhmä), kiristin sekä ohjaustela telaohjaimella.

2.2.2 Kaksiviirainen sylinteriryhmä

Puhuttaessa monisynterisestä kuivatusosasta tarkoitetaan sillä nimenomaisesti kaksiviiraista sylinteriryhmää. Se kehitettiin jo 150 vuotta sitten, eikä sen toimintamalli ole pääidealtaan muuttunut sittemmin. Yhdessä kuivatusryhmässä on kaksi viiraa; ylä- ja alaviira. Kuviossa 1 on esitetty paperin kulku kuivatusryhmässä. Paperiraina osuu ensin sylinterin nro 6 pintaan ja alaviira painaa sen siihen kiinni. Viiran tehtävänä on varmistaa paperin pysyminen kiinni sylinterissä, sekä imeä itseensä kosteutta paperirainasta. Puristus myös hillitsee paperin koneen poikkisuuntaista kutistumista. Sylinterin nro 6 jälkeen se jatkaa matkaa vapaasti sylinterille nro 7, jossa vastaavasti yläviira painaa sen

kiinni sylinteriin ja kuivattaa paperin toista puolta. Tämä vuorottelu jatkuu läpi kuivatusryhmän taaten tasaisen kuivatustuloksen maksimaalisella hyötysuhteella. Näitä ryhmiä on koneen valmistavasta paperilaadusta riippuen usein kahdesta ylöspäin. [3]

2.2.3 Yksiviirainen sylinteriryhmä

Miksi sitten käytössä on yksiviiraisia sylinteriryhmiä, jos kerta kaksiviiraisen on todettu takaavan paras hyötysuhde? Tämä johtuu siitä, että kaksiviiraisessa sylinteriryhmässä vapaasti nippiin matkaava paperiraina on nopeuksien kasvaessa altis rypytykselle ja sitä kautta reunojen repeämislle ja ratakatoille. Tästä syystä tuotantonopeusten kasvaessa (1950-luvulla) piti kehittää keino, jolla puristinosalta tuleva vielä erittäin kostea paperiraina saataisiin ensin lujitettua kestämään tätä siirtoa ilman tukea. Siitä alkoi yksiviiraisen sylinteriryhmän kehitys, jossa viira tukee paperirainaa koko ajan sen kulkiessa sylinteriltä toiselle. Tämä toi mukanaan uudet haasteet, sillä nyt paperin ollessa alasyntereillä sen ja sylinterin välissä on viira. Tämä nähdään kuvista 1, jossa paperi on kuvattu ohuella mustalla viivalla. Ongelmaksi ei pelkästään muodostunut lämmön heikko siirtyminen viiran läpi paperille, vaan paperi myös irtosi viirasta ja muodosti pussin noustessaan yläsylinterin nippiin. Tätä heikkoutta paikataan nykyisellään vaihtamalla alapuoliset sylinterit vakuumsylintereihin. Ne parantavat paperin ja viiran kontaktia alipaineella, jolloin siirrosta yläsylinterille ei synny pussia ja sitä kautta rypyjä paperirainaan. Alipaine myös hillitsee paperirainan kutistumista koneen poikkisuunnassa, sekä kuivattaa niin paperia kuin viiraa parantaen edelleen kuivatusominaisuuksia. [4]

Yksiviiraisessa kuivatusryhmässä alipainesylintereineen on siis monia etuja, mutta se ei ole tilankäytöltään yhtä tehokas kuin kaksiviirainen kuivatusryhmä. Niinpä näiden yksiviiraisen kuivatusryhmien määrä on yleensä rajattu yhteen ja jo sillä saavutetaan vaadittu lujuus, jotta paperi kestää vapaan siirron alasynteriltä yläsylinterille.

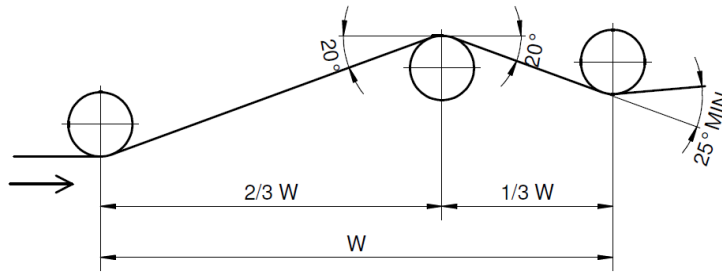
3 Telaohjain

Viiran kulku koneen keskilinjan suuntaisesti on ehdottoman tärkeää koneen jatkuvan toiminnan kannalta. Koska yhdellä viiralla on toistakymmentä telaa ja sylinteriä, niitä on mahdoton saada linjattua niin, että viira pysyisi sivuttaissuunnassa paikallaan ilman ohjausta. Muuttavia tekijöitä on lukematon määrä, esimerkiksi muuttuvat lämpötilat, värinät, viiran liitoskohdan muodonmuutokset sekä mahdolliset epäpuhtaudet telan ja viiran välissä.

Viiraa ohjataan viiranohjaustelalla, joka on kiinni telaohjaimissa. Telaohjaimella muutetaan telan kulmaa suhteessa koneen vaakatasoon, ja näin saadaan aikaan haluttu suunnanmuutos viiran liikeradassa. Mikäli viiranohjain havaitsee viiran liikkuvan kohti hoitopuolta, muuttaa hoitopuolen telaohjain viiranohjaustelan kulmaa nostamalla telaa hoitopuolelta. Tällöin kitka hoitopuolella kasvaa ja viira ohjautuu kohti helpompaa kulkureittiä käyttöpuolen suuntaan. Tämä liike pysähtyy, kun viira saavuttaa koneen keskilinjan. [5]

3.1 Ohjaintelan asennus ja toimintaperiaate

Telaa ei todellisuudessa nosteta, vaan käännetään. Telan keskiakseli pidetään samalla korkotasolla koko liikkeen ajan. Alla olevasta kuviosta selviää mitoituksen periaatteet. Sisään- ja ulostulotelojen välinen etäisyys on sama kuin viiran leveys (W). Tehokkaimman ohjattavuuden saavuttamiseksi, tulee ulostulotelan jälkeisen kulman olla vähintään 25 astetta. Tämä takaa riittävän kireyden ja sen myötä kitkan muodostumisen viiran ja ohjaustelan väliin. Kun sisääntulo ohjaustelalle on $2/3$ viiran leveydestä ja ulostulo vastaavasti $1/3$ viiran leveydestä, saadaan mahdollisimman tarkka ja nopea ohjattavuus. [4]

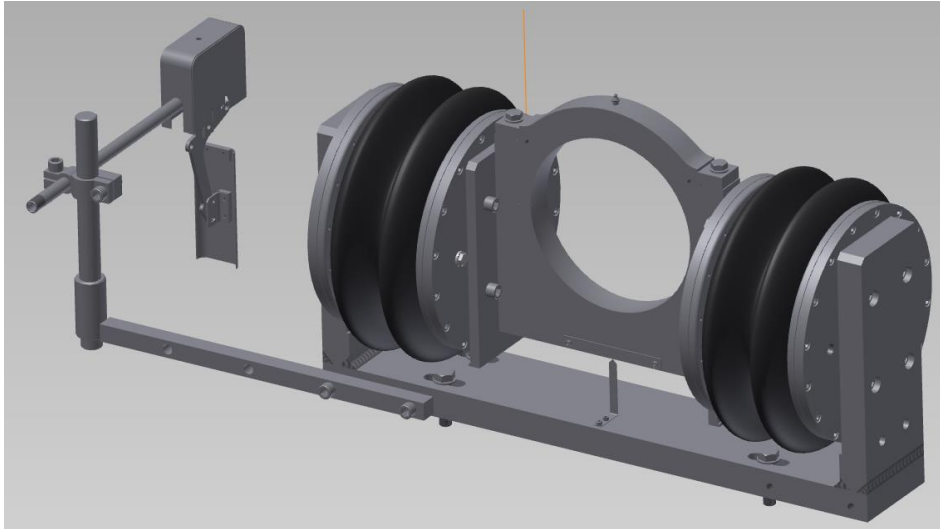


Kuvio 2. Ohjaustelan sijoittaminen parhaimman tuloksen saavuttamiseksi. [4]

3.2 Telaohjaintyytit

3.2.1 Paljetoiminen ohjain

Paljetoiminen telaohjain on kuin telakannatin kahden ilmatyönnyn välissä. Näitä ilmatyönnjä kutsutaan palkeiksi, ja niitä on ohjaimessa kaksi kappaletta; toinen ohjauspaineelle ja toisen vastapaineelle. Vastapaine on staattinen paine, joka toimii ikään kuin ilmajousena antaen vastuksen ohjaimen liikkeille. Ohjauspaine puolestaan vaihtelee viiran kulloisenkin sijainnin mukaan ja saa ohjauksen viiranohjausventtiililtä. Ohjaimella telaa liikutetaan yleensä $\pm 50-70$ mm sivuttaissuunnassa. Kumipalkeet ovat erikoislujuusesta, joka kestää suhteellisen hyvin kuumuutta sekä kemikaaleja. Palkeissa käytetään myös metallirenkaita rakenteen vahvistamiseksi. Kuten kuvio 3 näkyy, tela ”kelluu” ilmassa pelkkien kumipalkeiden varassa. Kuviossa telaohjaimen keskellä näkyvä levy on nuoli, joka osoittaa telan paikan ylläolevalla mitta-asteikolla. Tästä voidaan seurata, onko ohjaimella vielä liikkumisvaraa nykyisestä asennosta.



Kuvio 3. Paljetoiminen telaohjain. [5]

Paljetoimisen ohjaimen etuina ovat sen yksinkertaiset komponentit, jotka pitävät valmistuskustannukset edullisina. Yksinkertainen toimintaperiaate myös takaa huomattavasti paremman toimintavarmuuden epäpuhtaissa toimintaympäristöissä, joita esiintyy erityisesti paperikoneen viira- ja puristinosalla. Ohjaimen ainoat liikkuvat osat ovat kumipalkeet, eikä lika voi estää niiden liikettä kuten esimerkiksi sylinteritoimisen ohjaimen johteissa oleva lika tekisi.

Paljetoimisen ohjaimen heikkoutena ovat varoittamatta hajoavat kumipalkeet, jotka aiheuttavat suoraan koneen pysäytyksen. Tämä on yksi huomioonotettavista seikoista, kun puhutaan paperikoneen toimintavarmuudesta. Lisäksi kumipalkeet eivät tarjoa kovin tarkkaa ohjausta, mutta kuitenkin riittävät tässä käyttötarkoituksessa. Tämä johtuu ohjaimen toimintaluonteesta, jossa ohjausliike on jatkuvaa, eikä telalle esimerkiksi haeta tiettyä tarkkaa paikkaa.

3.2.2 Sylinteritoiminen ohjain

Sylinteritoimisessa ohjaimessa telan paikkaa säädetään kaksitoimisen pneumaattisen sylinterin avulla. Sylinteri on yhdistettynä kelkkaan, jonka päällä sijaitsee telakannatin. Kelkka liikkuu metallirullien päällä ja sen sivuttaisliike toleroidaan koko kelkan pituisella pronssiholkilla, joka liukuu kiskon päällä. Kaikki liikkuvat osat on suojattu peitelevyillä estäen mahdollisimman hyvin ympäristössä olevan lian pääsyn johdekiskolle.

Sylinteritoimisen ohjaimen vahvuuksia ovat sen tarkka toiminta sekä toimiminen missä asennossa tahansa. Paljeohjain voidaan asentaa oikeinpäin ja yhteen asentoon tarkan toiminnan mahdollistamiseksi, kun taas sylinteritoiminen ohjain toimii yhtä lailla niin pystysuorassa kuin ylösalaisinkin. Tämä tuo lisää joustavuutta kuivatusosan suunnitteluun, joskaan ei ole merkittävin tekijä sylinteritoimisen vahvuuksista puhuttaessa. [5]

Paljetoimiseen ohjaimen verrattuna sylinteritoimisen ohjaimen suurin etu on sen toimintavarmuus. Osat ovat hyvin pitkäikäisiä sekä huollettavissa olevia. Toiminnan kannalta pääasialliset osat ovat kulutusosia, jolloin näiden kunnosta huolehtimalla voidaan taata tuotantovarmuus. Paljetoimisen ohjaimen heikkous on juuri palkeessa, jonka rikkoutumista ei käytännössä voi havaita etukäteen. Sitä rasittavat ympäröivä ilmasto, kemikaalit ja lämpötila. Palkeen hajotessa ohjaava tela siirtyy toiseen äärilaitaan koneen käydessä rikkoen kuivatusviiran hyvin suurella todennäköisyydellä. Tämä aiheuttaa katkon tuotannolle, jolloin kustannukset voivat nopeasti nousta merkittäviksi. [6]

3.3 Viiran kulunvalvonta

Telaohjaimen toiminta on automaattista ja sitä ohjataan viiranohjaimella. Viiranohjain seuraa viiran reunaa joko mekaanisella tunnistinvivulla eli lusikalla, optisella- tai induktiivisella anturilla. Sen tehtävä on havaita, kun viira liikkuu koneen sivuttaissuunnassa ja lähettää tästä sitten signaali telaohjaimelle, joka vuorostaan pyrkii pysäyttämään tämän sivuttaisliikkeen ja palauttamaan viiran takaisin keskilinjalle. Signaali on antureiden kohdalla sähköinen, mutta mekaanisen lusikan kohdalla käytetään paineilmaa toimilaitteiden vähentämiseksi ja kokonaisuuden yksinkertaistamiseksi.

Yksi viiran kulunvalvontamenetelmä on induktiivinen anturi, joka perustuu viiran reunaan kiinnitettävään metalliliuskaan, josta anturi sitten tarkkailee viiran kulkureittiä. Tämä on kuitenkin varsin kallis ratkaisu. Toisessa, eli optisessa-anturissa, ongelmaksi muodostuu erityisesti kuivatusosan loppupäässä pölyävä kuitupöly, joka voi vaikeuttaa tai jopa estää optiikan toiminnan kokonaan. Tämä tekee sen toiminnasta epäluotettavaa

ja vaarana ovat myös väärät hälytykset. Väärän signaaliin seurauksena viira voitaisiin ajattaa koneen laitaan, jossa se sitten repeytyisi osuessaan runkoon tai esimerkiksi toimilaitteeseen. Tämä vaara on toki huomioitu suunnittelussa ja jokaisella viiralla on myös kaksi reunahälytintä – yksi koneen molemmilla puolella. [5]

Reunahälyttimen tehtävänä on tunnistaa viiran liiallinen sivuun ajautuminen tunnistinvivun avulla. Hälyttimiä on käytössä kahta tyyppiä, yksi- ja kaksivaiheista. Mikäli yksivaiheisella reunahälyttimellä varustetun ryhmän viira osuu tunnistimeen, se aktivoi hälyttimen, joka johtaa tapauskohtaisesti erilaiseen koneen pysäytykseen. Kuivatusosalla tämä tarkoittaa, että kaikki kuivatusryhmät tästä viallisesta eteenpäin pysähtyvät ja paperiraina ajetaan puristimelta suoraan pulpperiin sotkun vähentämiseksi. Toinen hälytintyyppi on kaksivaiheinen; siinä ensimmäinen raja lähettää hälytyksen valvomoon ja vasta toinen pysäyttää kuivatusryhmän. Tämä antaa aikaa reagointiin, ja tilanne voidaan mahdollisesti vielä pelastaa ilman koneen pysäytystä. [5]

Mekaaninen ohjain on näin ollen käytännössä alan standardi sen toimintavarmuuden ja suhteellisen kustannustehokkuuden vuoksi. Sen periaatteena on seurata viiran reunaa pitämällä ”lusikkaa” kiinni viirassa. Lusikalla ohjataan venttiiliä, jolla säädetään syötettävän paineilman määrää kahden ulosoton välillä. Lusikassa on keraamipinnoite, joka minimoi viiran kulumisen. Tämän lisäksi on kokeiltu myös kovakromi- ja teflonpinnoitteita vaihtelevin tuloksin. [7.] Viiran reuna on kosketuksissa koko ajan tähän lusikkaan, ja esimerkiksi 10 m/s pyörimisnopeudella viira toimii ikään kuin nauhahiomakoneena lusikkaa vasten.

Tästä saatiinkin arvokasta kokemusta eräässä projektissa, jossa tähän kokeiltiin erilaisia pinnoitusmenetelmiä. Siellä lusikka päällystettiin teflon-pinnoituksella, jotta saataisiin aikaan mahdollisimman liukas mutta kulutusta kestävä pinta. Ajatuksena varsin suoraviivaiselta kuulostava ratkaisu osoittautui suureksi virheeksi, sillä teflon-pinta oli jäänyt karkeaksi käsittelystä, ei suinkaan kuvitelluksi paistinpannutyyppiseksi liukkaaksi pinnaksi. Tästä seurasi useiden viirojen rikkoutuminen, kun niiden reunat alkoivat hioutua rikki. Ongelma oli sinällään mielenkiintoinen, että nämä vaivat koskivat vain kuivatusosaa. Viiraosalla täysin samanlaiset lusikat toimivat ilman ongelmia. Myöhemmin päätelmissä tultiin tulokseen, että koska viiraosalla viirat ovat märkiä, vesi toimii siellä voiteluaineena ja pienentää syntyvää kitkaa merkittävästi. Kuivatusosalla

lämpötilat kohoavat reilusti yli sadan asteen, ja viirat ovat siten vastaavasti lähes täysin kuivia. Ongelmaa koitettiin ratkaista keventämällä jousikuormaa ja näin pienentämällä syntyvää kitkaa – sen vaikutukset olivat kuitenkin vähäiset. Lopulliseksi ratkaisuksi jäi lusikka ilman pinnoitusta. Viira hioo itsensä läpi tästä ajan saatossa, mutta säännöllisellä lusikan vaihdolla on se ratkaisu toimiva. [6]

4 Telaohjaimen suunnittelu

4.1 Patenttien tutkiminen

Tässä luvussa perehdytään tarkemmin oman sylinteritoimien telaohjaimen suunnitteluun. Kun halutaan tehdä markkinoilla jo olevasta tuotteesta oma versio, tutkinta on hyvä aloittaa patenteista. Erityisesti tällaisissa tapauksissa, kun kyseessä on mekaanisia toimintoja sisältävä laite, on monia ratkaisuja yleensä pyritty suojaamaan patentein. Patenttien rikkominen voi tarkoittaa merkittäviä taloudellisia menetyksiä, tuote voidaan joutua hylkäämään kokonaan, se pitää suunnitella uudestaan tai siitä pitää maksaa rahallista korvausta taholle, jonka patenttia tuotteellaan rikkoo.

Patenttien tutkinta on mahdollista kaikille avoimessa Espacenet -patenttipalvelussa. Tätä palvelua käytettäessä on kuitenkin oltava erittäin kriittinen saataville hakutuloksille – tai lähinnä niiden puuttumiselle. Haetut patentit pyritään piilottamaan mahdollisimman huolellisesti. Hakijana ei siis usein ole yritys, eikä sen nimeä välttämättä mainita patenttijulkaisussa, vaan hakijana on usein yksityinen henkilö tai henkilöitä. Myös patentin kuvauksessa käytetään mielikuvitusta ja pyritään kertomaan patentoitu kohta yleiskielellä pyrkien välttämään alalla tunnettuja käsitteitä. Kaikki alan termit pyritään kiertämään ja käyttämään vaihtoehtoisia sanoja näiden tilalla, jotta hakusanoilla etsiminen olisi mahdollisimman haastavaa. Patenttien löytyminen on tehty vaikeaksi siitä syystä, että kilpailijat joutuisivat tekemään mahdollisimman paljon töitä selvittäessään mahdollisuuksia suunnitella kilpaileva tuote. [8]

Edellä mainituista syistä johtuen perusteellinen patenttiselvitys on mahdotonta tehdä itse käyttäen ilmaisia hakupalveluita. Esimerkiksi Espacenet -palvelussa patenteja voi hakea

hakijan, otsikon tai tiivistelmän perusteella, muttei itse patenttitekstistä. Kaikki patentit ovat kyllä silti palvelussa saatavilla, ja ne löydettyään niiden alkuperäisiä versiota pystyy lukemaan pdf-muodossa. Mikään patentti ei siis ole salainen, vaan kaikki on täysin julkista tietoa. Edellä mainituista syistä johtuen patenttitutkimukset teetetään ammattilaisilla aina, kun tuotekehitystä lähdetään tekemään ja on arvioitu, että esteenä voisi olla jo olemassa olevia patentoituja ratkaisuja. [9]

Tehdyssä patenttitutkimuksessa ei löytänyt yhtään voimassa olevaa patenttia, joka estäisi oman tuotteen suunnittelun. Keskusteluissa Bellmer Vaahdon työntekijöiden kanssa kävi ilmi, ettei estäviä patenteja todennäköisesti löytyisi, sillä pneumaattinen sylinteritoiminen viiratanohjaus on ollut olemassa jo kymmeniä vuosia. Patentin voimassaoloaika on maksimissaan 20 vuotta sen hakupäivästä. Lisäksi monissa keskusteluissa kävi ilmi, ettei itse toimintaperiaatteen esteenä olisi patenteja. Useimmat mahdolliset patentit liittyisivät ohjausratkaisuihin (katso kohta ”3.3 Viiran kulunvalvonta”), ja tähän yrityksellä oli jo oma tuote.

4.2 Tarvittavat materiaalit ja komponentit

Sylinteritoimiset ohjaimet eivät ole uusi tuote yritykselle, sillä niitä on ostettu ja asennettu projektiin viimeksi tänä kuluneena vuonna. Niiden kanssa on myös oltu tekemisissä erilaisissa huoltotöissä, joten rakenteesta ja peruskomponenteista on yrityksellä selkeä näkemys.

Tarvittavat komponentit voidaan jakaa seuraavasti:

- runko
- vaunu
- pienpeltiosat
- pneumaattinen sylinteri
- kiinnikkeet ja putkiosat

Koska tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin nimenomaan kuivatusosalle tulevia viiranohjaimia, käytetään materiaalina maalattua terästä eli niin sanottua mustaa rautaa. Toisin kuten esimerkiksi paperikoneen viira- tai puristinosalla, kuivatusosalla ympäristö

on verrattain kuiva ja puhdas. Laitteet eivät ole suorassa kosketuksessa veden kanssa ja käytössä ei ole kovia puhdistusaineita kuten lipeää, joten näin ollen myöskään materiaalilta ei vaadita hapon tai korroosion kestoja. Valmistusmateriaalilla on suorat vaikutukset kappaleen valmistuskustannuksiin, ja siksi materiaalin ylirajoitusta pyritään välttämään. [10]

Valmistusmateriaalin jälkeen selvitettävänä oli enää sylinteriltä vaadittavat ominaisuudet. Koska tässä opinnäytetyössä oli tarkoitus tehdä katselmus vain itse konseptiin ja tehdä sen perusteella arvio kustannuslaskelmasta, ei sylinteriltä vaadittua tehoa lähdetty laskemaan tarkemmin. On tiedossa, että liikutteluun on hyvä varata sylinteri, joka tuottaa vähintään 15 kN työntö- ja vetovoiman, joten tämän arvion pohjalta lähdettiin etsimään markkinoilta sopivaa sylinteriä. Lisäksi tarvittiin tieto iskunpituudesta, joksi valikoitui 150 mm. Tämä antaisi sekä riittävän säätömahdollisuuden että tarvittavan asennusvaran.

Sylinteriksi tähän kustannuslaskelmaan valikoitui Feston DSBG. Tästä sarjasta löytyi halkaisijaltaan 200 mm männällä varustettu sylinteri, joka tuotti maksimissaan noin 18 kN sekä työntö- että vetovoiman. Muita ominaisuuksia olivat 150 mm iskunpituus ja tiivisteiden lämpötilan kesto 120 C°. Lämpötilan kesto voidaan parantaa vielä vaihtamalla tiivistesarjaa, mutta sylinterin katsottiin olevan laskennan kannalta hyvin lopputuotetta vastaava [11]

4.3 Kustannusarvio

Edellisen luvun komponenttiarvion sekä yrityksellä olevien kilpailijoiden laitteiden käyttöohjeiden perusteella yrityksen tarjouslaskija teki kustannusarvion tuotteen kuluista. Tähän otettiin luonnollisesti huomioon materiaalikustannusten lisäksi suunnittelu- ja valmistuskustannukset. Näiden perusteella saatua hintaa verrattiin tuotteen viimeisimpään ostohintaan ja todettiin hinnan olevan identtinen riippumatta siitä, ostetaanko tuote tähän asti käytetyltä valmistajalta vai tehtäisiinkö se itse. [11.]

Tarjouslaskenta ei ota huomioon tuotteen ensimmäistä suunnittelua, vaan suunnittelulla tarkoitetaan jokaisen kaupan vaativaa siihen tehtäville kohdennettua layout-suunnittelua. Arvioitiin, että tuotteen suunnitteluun ensimmäistä kertaa käytettävä aika ja sitä myötä

kustannukset saataisiin tasoitettua valmistusmääristä riippuen vuoden parin sisällä. Nämä suunnittelukustannukset arvioitiin olevan vain noin 40 % yhden valmistettavan tuotteen kustannuksista, ja on siten kohtuu merkityksetön kokonaiskustannusten kannalta. [11]

5 Päätelmä

Lopullinen kustannusarvio antoi siis tulokseksi saman hinnan kuin viimeisin kilpailijalta ostettu sylinteritoiminen viiranohjain oli maksanut. Suoralla päättelyllä tämä tarkoittaa, että tuotetta voisi alkaa valmistaa itse niinä aikoina, kun muu tuotanto sen sallii eikä vie siten resursseja muulta toiminnalta.

Todellisuudessa vastaus ei kuitenkaan ole aivan niin yksiselitteinen. On mahdotonta arvioida tarkasti, kuinka paljon uuden tuotteen valmistukseen ottaminen tuottaa piilokustannuksia. Näihin lukeutuvat muun muassa tarvittavat varastopaikat osien säilytykseen ja tarvittavien tiedostojen lisääminen yrityksen tietokantaan. On myös huomioitava uuden tuotteen suunnittelun viemä aika pois muulta suunnittelulta. Toisaalta on hyvä myös muistaa, että mikäli peruskomponentteja, kuten sylintereitä ja pienpeltiosia tilataan useita kerralla, laskee yksittäisen komponentin hinta hieman. Samoin myös asennusvaiheessa syntyy säästöjä nopeutuneen kokoonpanoajan johdosta, mikäli tuotteita kootaan useampi sarjassa. Valmistuksessa vastaaviin hyötyihin ei päästä johtuen yrityksen nykyisestä konekannasta, jolla ei juuri saada hyötyä sarjatuotannosta. Jokainen kappale pitää yksilöllisesti kiinnittää koneistuspöytään, tehdä vaaditut koordinaatiston kohdistukset koneelle ja ajaa sitten ohjelma läpi. Koneistusaika pysyy siis samana, oli kyse sitten yhdestä tai kymmenestä rungosta. [12]

Todelliset kustannushyödyt jäävät toiveikkaimpienkin arvioiden mukaan hyvin pieniksi ja sitä myötä merkityksettömiksi. Tuotteen menekin on arvioitu olevan 0-20 kappaleen välissä vuosittain [13], joten jopa 15-20% säästö kustannuksissa ei alle kymmenentuhannen euron tuotteessa tee käytännössä pientäkään muutosta yrityksen 25 miljoonan euron liikevaihtoon.

Toki kaikkea ei voi mitata rahassa. Alalla, jossa yksittäiset kaupat ovat usein miljoonaluokkaa, on maineella ja brändillä korostettu vaikutus kaupan synnyssä. Mikäli pystytään tarjoamaan mahdollisimman laaja osa paperikoneesta oman yrityksen logoilla varustettuna, osoittaa se myös yrityksen kokonaisvaltaista hallintaa toimitettavasta ”paketista”. Toisaalta on hyvä muistaa, että esimerkiksi tässä telaohjaimen tapauksessa yrityksen nykyisellään käyttämällä tuotteella on myös hyvä maine asiakkaiden puolella. Tämä lisää asiakkaiden halukkuutta saada nimenomaan tämän tietyn valmistajan tuotteita, sillä niiden toiminta on osoitettu luotettavaksi lukemattomissa kohteissa ympäri maailman. [14]

On myös hyvä muistaa, ettei oman tuotteen käyttöönotto suju lähes koskaan ilman ongelmia. On siis hyvä pohtia sitä, ovatko riskit ”lastentaudeista” ensimmäisissä toimituksissa halutun tavoitteen arvoisia. Ei pidä aliarvioida yrityksen nykyisellään käytettävän sylinteritoimisen telaohjaimen menekkiä, joka on oletettavasti satoja kappaleita vuodessa. Näin valtava toimitusmäärä takaa myös jatkuvan kehittämisen ja laaduntarkkailun, joten ohjaimessa on varmasti ratkaistu paljon mekaanisia toimintahäiriötä, jotka ovat ennen ensimmäisen prototyypin valmistusta lähes mahdotonta arvioida.

Pelkän kustannuskysymyksen sijaan, kysymys on enemmän laajemmasta keskittymishalukkuudesta [12]. Tällä hetkellä yrityksen pääosaaminen on paperikoneen alkuosassa, niin kutsutussa märkäpäässä. Erityisosaaminen kohdistuu perälaatikoihin, sihteihin ja vaimennustankkeihin, jotka ovat osina hyvin kaukana kuivatusosan telaohjaimesta. Mikäli sylinteritoimista ohjainta siis halutaan alkaa valmistaa itse, olisi hyvä pohtia myös esimerkiksi omia kiristimiä, imu- ja puhalluslaatikoita sekä muita kuivatusosan toimilaitteita. Kokonaisvaltaisella paketilla ja osaamisella voisi hyvinkin olla kysyntää markkinoilla. Pelkkää sylinteritoimista ohjainta ei siis ehkä kannata lähteä tuomaan mukaan kilpailuun. Riskit ovat tässä tapauksessa liian suuret mahdolliseen taloudelliseen tai brändinimelliseen hyötyyn nähden.

6 Pohdinta

Opinnäytetyölle asetettiin lähtökohtaisesti hyvin selkeä päätavoite, joka oli tutkia, kannattaisiko yrityksen aloittaa oman sylinteritoimisen telaohjaimen valmistus. Tähän kysymykseen saatiin mielestäni hyvä ja kattava vastaus sekä pohdintaa monista eri näkökulmista. Tämä lisäksi työssä oli tavoitteena tutkia tarkemmin, olisiko mahdollisen oman tuotteen valmistuksen esteenä patenteja. Tässä tavoitteessa ei mielestäni onnistuttu täysin tyydyttävällä tavalla, joskin suhteellisen hyvään varmuuteen pääsin keskusteluissa yrityksen työntekijöiden kanssa. Tästä asiasta ei kuitenkaan löytynyt tekemässäni tutkimustyössä mitään varmaa tietoa, ja vaatii mielestäni vielä lisävahvistuksen, mikäli ohjain oikeasti otetaan omaan valmistukseen.

Opinnäytetyöllä oli siis selkeä tavoite, mutta sen lisäksi ei suuremmassa kuvassa oltu mietitty, mitä opinnäytetyöltä itseasiassa halutaan. Tämä antoi suuren haasteen, sillä muuta ympäröivää osuutta oli minun vaikea lähteä koulutus pohjaltani arvioimaan. Jos nyt aloittaisinkin tämän työn alusta, ottaisin mukaan ehdottomasti jonkun liiketaloutta opiskeluvan, sillä ainakin itselle heräsi enemmän kiinnostavia kysymyksiä juuri tuolta saralta. Näistä aiheista mietittävään jäi erityisesti tuotannon kokonaiskustannukset ja erityisesti niin sanottujen piilokustannusten osuus lopullisessa hinnassa. Toki materiaaleille ja arvioidulle työmäärälle löytyy helposti tarkka hinta, mutta kuinka paljon vaivaa uuden tuotteen ottaminen tuotantoon kaiken kaikkiaan aiheuttaa?

Tässä opinnäytetyössä oli lopulta kyse tehdä selvitystyö valmistuksen kannattavuudesta sekä mahdollisista teknisistä ja kaupallisista esteistä - ei varsinaisesti ottaa kantaa mekaaniseen toimintaan tai tuotteen suunnitteluun. Tästä johtuen oma osaamiseni ja tietotaitoni ei päässyt työssä mielestäni haluamallani tavalla esille. En sisäistänyt täysin tätä kokonaisuutta aloittaessani opinnäytetyötä, ja nyt jälkikäteen tuntuukin, että vastaus alkuperäiseen kysymykseen jäi hieman vajavajaiseksi, vaikkakin työn tavoitteet täyttyivät.

Työskentelin koko opinnäytetyön tekoajan yrityksessä kokopäiväisesti, ja näin ollen aikaa, tai oikeastaan energiaa itse opinnäytetyön tekemiselle oli vaikea löytää. Kun työn suunta oli pitkään hukassa eikä oikein tiennyt, mistä aiheutta olisi lähtenyt purkamaan,

tuntui tekeminen vain oman energian tuhlaukselta. Työ kyllä pyöri paljon mielessä ja aiheutti paljon stressiä, mutta varsinaisesti mitään näkyvää ei saatu aikaiseksi. Koen tämän opinnäytetyön silti opettaneen minulle paljon omasta ajankäytöstä ja erityisesti omasta energiankäytöstä. On tärkeää yrittää olla aktiivisesti yhteydessä muihin projektissa mukana oleviin henkilöihin, jos itse tuntuu niin sanotusti "polkevan paikallaan". Kun lopulta myönsin itselleni, etten ole edistynyt projektissa haluamallani tavalla ja pääsin sen tuoman pettymyksen yli, sain kerättyä rohkeuden myös ottaa yhteyden muihin tahoihin. Tämän jälkeen palaset alkoivatkin loksahda paikalleen hyvin nopealla tahdilla, ja opinnäytetyöstä tuli lopulta itseä tyydyttävä kokonaisuus.

Tahdon kiittää ystäviäni siitä henkisestä tuesta, joka auttoi suuresti tämän työn loppuun saattamisessa. Lopputuloksesta ei käy lähellekään ilmi, kuinka paljon työhön laitoin energiaa, sillä monet tekemistäni tutkimuksista eivät lopulta sopineet mielestäni tähän opinnäytetyöhön ja jätin ne siksi kokonaan ulkopuolelle. Työ on pyritty saamaan mahdollisimman suoraviivaiseksi ja keskittymään itse asiaan. Loppujen lopuksi työn tarkoituksena oli etsiä vastaus yrityksen kysymykseen ja auttaa heitä päätöksenteossa, ei kertoa laveasti tarinaa koko paperikoneen toiminnasta.

Lähteet

1. Finder Oy. 2018. Internetsivusto.
<https://www.finder.fi/Konepajateollisuutta+ja+metallit%C3%B6it%C3%A4/Bellmer+Vaahto+Paper+Machinery+Oy/Hollola/yhteystiedot/2793252>. 5.11.2018.
2. Bellmer Vaahto Paper Machinery Oy. 2018. Internetsivusto.
<https://www.bellmer.de/about-us/bellmer-group/bellmer-vaahto/>. 5.11.2018.
3. Ryti, N. 1970. Paperitekniikan perusteet. Espoo: Otakustantamo.
4. Karlsson, M. 2000. Papermaking Part 2, Drying. Helsinki: Fapet.
5. Bellmer Vaahto Paper Machinery Oy. 2018. Sisäinet asiakirjat. 6.8.2018.
6. Jalli, V. 2018. Purchasing Manager. Bellmer Vaahto Paper Machinery Oy.
Haastattelu. 10.10.2018.
7. Hasu, R. 2018. Research and Development Engineer. Bellmer Vaahto Paper Machinery Oy. Haastattelu. 9.11.2018.
8. Nieminen, E. 2018. Design Director. Bellmer Vaahto Paper Machinery Oy.
Haastattelu. 3.9.2018.
9. Espacenet. 2018. Internetsivusto.
https://fi.espacenet.com/help?locale=fi_FI&method=handleHelpTopic&topic=index
7.11.2018.
10. Aromaa, J., Klarin, A. 1999. Materials, Corrosion Prevention and Maintenance. Helsinki: Fapet.
11. Virtanen, J. 2018. Pricing Manager. Bellmer Vaahto Paper Machinery Oy.
Haastattelu. 22.10.2018.
12. Aalto, M. 2018. Production Manager. Bellmer Vaahto Paper Machinery Oy.
Haastattelu. 30.10.2018.
13. Strengell, J. 2017. Managing Director. Bellmer Vaahto Paper Machinery Oy.
Haastattelu. 18.10.2017.
14. Kirvesoja, H. 2018. Sales Manager. Bellmer Vaahto Paper Machinery Oy.
Haastattelu. 6.11.2018.