



Juho Väänttilä

PAPERITEHTAAN TELAHIOMAKONEEN

LASTUAMISNESTEJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN

PAPERITEHTAAN TELAHIOMAKONEEN

LASTUAMISNESTEJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN

Juho Vänttilä
Opinnäytetyö
Kevät 2012
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka, tuotanto ja logistiikka

Tekijä: Juho Vänntilä

Opinnäytetyön nimi: Paperitehtaan telahiomakoneen lastuamisnestejärjestelmän kehittäminen

Työn ohjaaja: Helena Tolonen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2013 Sivumäärä: 32 + 0 liitettä

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia ja selvittää telahiomakoneen lastuamisnestejärjestelmän toimivuutta ja siinä ilmenneitä ongelmia. Opinnäytetyö on tehty Efora Oy:lle, joka vastaa StoraEnso Oyj:n paperitehtaiden kunnossapidosta Suomessa. Tavoitteena oli selvittää lastuamisnestejärjestelmän ongelmia ja esittää niille mahdolliset ratkaisut.

Tässä opinnäytetyössä etsitään parannuskeinoja ja syitä lastuamisnestejärjestelmän ongelmiin. Tutkimus toteutettiin suurimmalta osin haastattelemalla tehtaan henkilökuntaa ja seuraamalla lastuamisjärjestelmän toimivuutta eri tilanteissa.

Työn aikana selvisi, että nykyisen järjestelmän kapasiteetti ei riitä hiontajätteen käsittelyyn ja lastuamisnesteeseen puhdistukseen. Tämä aiheuttaa sen, että nestettä on vaihdettava useasti. Toimimaton järjestelmä aiheuttaa näin myös kustannuksia yritykselle.

Asiasanat:

lastuamisneste, telahionta, tela

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Mechanical and Production Engineering, Production and Logistics

Author: Juho Väänttilä

Title of thesis: Development of paper mill's grinding fluid system for roll grinding machine

Supervisor: Helena Tolonen

Term and year when the thesis was submitted: spring 2013 Pages: 32 + 0 attachments

The purpose of this Bachelor's thesis was to research and examine the problems and functionality of grinding fluid system for roll grinding machine. This thesis was commissioned by Efora Oy, which is responsible for maintenance of StoraEnso Oyj's paper mills in Finland. The goal was to examine the problems of the grinding fluid system and to find possible solutions for them.

Improvement methods and causes for the problems in grinding fluid system are researched in this thesis. The study was mostly done by surveying the mill's personnel and by monitoring the functionality of the system in different conditions.

During this thesis it was found out that the capacity of the current system is not sufficient to process and clean the grinding fluid. Consequently the fluid has to be changed often. Therefore, nonfunctional system also causes extra costs for the company.

Keywords:

grinding fluid, roll grinding, roll

ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö on telahiontalaitteiston kehitystyö, joka tehtiin Efora Oy:lle Oulun tulosityksikköön. Haluan kiittää Efora Oy:tä mahdollisuudesta toteuttaa omasta ajatuksesta syntynyt kehitysprojekti.

Haluan kiittää kaikkia Efora Oy:n Oulun yksikön telahiojia avusta työhön liittyvien ongelmien ratkaisussa. Lisäksi esitän kiitokseni opinnäytetyön valvojalle, telahuollon esimies Erkki Kalliolle, opinnäytetyön ohjaaja lehtori Helena Toloselle sekä kaikille, jotka ovat auttaneet tämän opinnäytetyön valmistumisessa.

Oulussa 22.1.2013

Juho Vänttilä

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
1 JOHDANTO	8
2 TYÖN TAUSTAA	9
2.1 Efora Oy	9
2.2 Taustaa	9
2.3 Oulun paperitehdas	10
2.4 Tuotteet	10
2.5 Oulun tehdas ennen ja nyt	10
2.6 Tehdasalue	11
3 TELAHIONTA	13
3.1 Paperikoneen telat	14
3.2 Nauhahionta	14
3.1 Laikkahionta	16
4 TELAHIOMAKONEET	17
4.1 Oulun tehtaan telahiomakoneet	17
4.2 Waldrich Siegen WS 3 CPT –telahiomakone	19
5 LASTUAMISNESTEJÄRJESTELMÄ	20
5.1 Lastuamisnestejärjestelmän rakenne	20
5.2 Lastuamisnesteiden vaihto	23
6 LASTUAMISNESTE	24
6.1 Lastuamisnesteiden tehtävät	24
6.2 Lastuamisnesteiden käyttö	24
6.3 Käytössä oleva lastuamisneste	25
7 LASTUAMISNESTEJÄRJESTELMÄN ONGELMAT	26
7.1 Hiottavat telat	26
7.2 Keräilyallas	26
7.3 Nauhasuodatinlaite	26
7.4 Saostusallas	27

7.5 Puhdas emulsiosäiliö	27
7.6 Muut seikat	27
8 JATKOKEHITYSMAHDOLLISUUDET	28
9 YHTEENVETO	31
LÄHTEET	32

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä tutkitaan Efora Oy:n telahiomakoneen lastuamisnestejärjestelmän puutteita ja järjestelmän kehittämistä. Lastuamisneste on välttämätön telahionnassa. Lastuamisneste on tarkoitus jäähdyttää, kuljettaa hiontapartikkelit sekä voidella hiomakiveä ja hiottavaa paperikoneen telaa. Nykyisen järjestelmän kapasiteetti ei riitä hiontajätteen käsittelyyn ja lastuamisnesteeseen puhdistukseen. Tarkoituksena on tutkia nykyistä telahiomakoneen lastuamisnestejärjestelmää ja miettiä sille parannuskohteita.

Oulun paperitehtaan telahiomossa on jo pitkään ollut lastuamisnestejärjestelmän toimimattomuus. Järjestelmän kehittäminen edesauttaa yritystä toteuttamaan kustannustehokasta telahiontaa.

2 TYÖN TAUSTAA

2.1 Efora Oy

Työn tilaaja on Efora Oy, joka on kunnossapito- ja engineering-palveluihin erikoistunut yritys. Yhtiön toiminta perustuu laajaan teollisuusprosessien tuntemukseen, asiakaslähtöisyyteen, laatu- ja kustannustietoiseen palveluun sekä pitkään kokemukseen teollisuuden investointiprojekteista. Efora on ABB:n ja StoraEnson yhteisyritys ja näin ollen ABB:n tytäryhtiö. ABB:n liiketoimintamalli perustuu ABB Full Service® -konseptiin. Yhtiö aloitti toimintansa 1.1.2009. StoraEnso omistaa yhtiöstä 51 prosenttia ja ABB 49 prosenttia. ABB hallinnoi yhtiötä soveltaen globaalia ABB Full Service® -konseptiaan. Toimipisteet sijaitsevat Heinolassa, Helsingissä, Imatralla, Kemissä, Oulussa, Uimaharjussa ja Varkaudessa. (Efora Oy. 2012.)

2.2 Taustaa

Vuoden 2008 alussa Stora Enso päätti selvittää kunnossapitotoimintojen mahdollisen uudelleenjärjestelyn tuomat edut ja vaikutukset liiketoiminnalle Suomen tehtailla. Selvityksen perusteella tunnistettiin merkittävää potentiaalia sekä kunnossapitokustannusten alentamismahdollisuuksissa että laitosten käytettävyydessä. Stora Enso ja ABB allekirjoittivat syyskuun puolessa välissä 2008 aiesopimuksen ja 22.10.2008 sopimuksen Efora-nimisen kunnossapidon yhteisyrityksen perustamisesta. (Efora Oy. 2012.)

Yhteisyritys tarjoaa kunnossapitopalveluja Stora Enson Veitsiluodon, Oulun, Varkauden, Imatran, Uimaharjun ja Heinolan tehtailla. Sopimus koskee kunnossapitoa, suunnittelu- ja projektitoimintoja sekä teknistä ostoa, varastotoimintoja ja dokumenttien hallintaa. (Efora Oy. 2012.)

Eforan tavoitteena on olla energinen ja uudistava metsäteollisuuden tehokkuuskumppani, jonka osaajat kehittävät toimialan ABB Full Service® -konseptia maailmanlaajuisesti. Yhteisyrityksen toiminnan perustana on Stora Enson ja ABB:n kumppanuusperiaatteella tekemä pitkäjänteinen yhteistyö. Stora Enson kannalta keskeisimmät hyödyt tulevat kustannustehokkaasta kunnossapidosta,

teknisten häiriöiden vähentämisestä, tuotantotehokkuuden jatkuvasta parantamisesta sekä omaisuuden arvon säilyttämisestä. (Efora Oy. 2012.)

2.3 Oulun paperitehdas

Paperinvalmistus aloitettiin Oulussa vuonna 1991 ensimmäisen paperinvalmistuslinjan (PK6) ja arkittamon valmistumisen myötä. Nykyään Oulussa on toinenkin paperinvalmistuslinja (PK7), joka käynnistyi vuonna 1997. Tällä hetkellä vuosituotantokapasiteetti on vähän yli miljoona tonnia. Päämarkkina-alueet ovat Euroopassa, jonne suuntautuu noin kolme neljännestä kaikista toimituksista. (Tehdasesittely. StoraEnso Oyj. 2012.)

2.4 Tuotteet

Oulun paperitehtaan tuotteet on tarkoitettu korkealaatuisiin ja vaativiin painotöihin, kuten vuosikertomuksiin, esitteisiin ja muuhun markkinointimateriaaleihin sekä taide- ja kuvakirjoihin. StoraEnso Oyj:n omistaman tehtaan tuotemerkit ovat LumiArt ja LumiSilk. Avainasiakkaiksi määritellyt paperitukkuliikkeet myyvät niitä myös omilla tuotemerkeillään. Oulun tehtaan tuotteet muodostavat maailman laajimman yhtenäisen taidepainopapereiden tuoteperheen. (Tehdasesittely. StoraEnso Oyj. 2012, linkki tuotteet.)

Pääraaka-aineena käytettävä happivalkaistu sellu pumpataan tehtaalle omasta sellutehtaasta. Pigmentit tuodaan säännöllisin väliajoin tehdasalueen satamaan. Höyry ja sähkö saadaan sellutehtaan alueella sijaitsevasta voimalaitoksesta sekä yhtiön muista sähkönhankintalähteistä. Tehdasalueeseen kiinteästi liitetty satama tekee tuotteiden loppukäsittelyn tehokkaaksi ja tuo tuotantoa lähemmäksi asiakasta. Oulun sellutehdas tuottaa täysvalkaistua havusellua. Tehtaan tuotantokapasiteetti on 370 000 tonnia, josta noin puolet käytetään omassa paperitehtaassa. (Tehdasesittely. StoraEnso Oyj. 2012, linkki tuotteet.)

2.5 Oulun tehdas ennen ja nyt

Oulun tehdas sijaitsee Nuottasaaren tehdasalueella, lähellä kaupungin keskustaa. Se on ollut kiinteä osa ympäröivää yhteiskuntaa jo 60 vuoden ajan. Tehtaan ja naapuruston läheinen rinnakkaiselo ja yhteistyö alkoivat jo vuonna 1935,

jolloin kaupungin nimikkoyhtiö Oulu Osakeyhtiö, myöhemmin Oulu Oy, perustettiin. Valkaisematonta sulfaattisellua valmistava sellutehdas käynnistyi syksyllä 1937. (Tehdasesittely. StoraEnso Oyj. 2012, linkki Oulun tehdas ennen ja nyt.)

Paperinvalmistus aloitettiin Oulussa vuonna 1991 ensimmäisen paperinvalmistuslinjan (PK6) ja arkittamon valmistumisen myötä. Vuonna 1995 Veitsiluoto Oy:n ja Enso-Gutzeit Oy:n yhdistyttyä Enso Oyj:ksi päätettiin Ouluun rakentaa toinen paperinvalmistuslinja. Uusi investointi lähes kolminkertaisti vuosittaisen tuotantokapasiteetin; 270 000 tonnin vuosituotannosta harpattiin 800 000 tonniin. Lisäksi tehdasalueelle rakennettiin voimalaitos, ja arkittamon tuotantokapasiteettia nostettiin kahdella uudella arkkileikkurilinjalla. (Tehdasesittely. StoraEnso Oyj. 2012, linkki Oulun tehdas ennen ja nyt.)

Joulukuussa 1998 kaksi isoa metsäyhtiötä, suomalainen Enso Oyj ja ruotsalainen Stora Kopparbergs Bergslags Ab, yhdistyivät Stora Enso Oyj:ksi. Marraskuussa 2001 päättyneen investoinnin, Puomi-projektin, myötä tuotantokapasiteetti nousi 915 000 tonniin. Tuotantokapasiteettia nostettiin vuosina 2001 - 2006 paperinvalmistuslinjoilla toteutetuilla tuotannonkehittämissuunnitelmissa; Teho6, 6th Gear, Läpäisy 6 ja Step 7. Tuotantokapasiteetti nousi ensin 1 012 000 tonniin ja myöhemmin 1 021 000 tonniin vuodessa. Tällä hetkellä vuosituotantokapasiteetti on 1 085 000 tonnia. Tavoitteena on 1 100 000 tonnin vuosituotanto. Oulun tehdas on yksi suurimmista puuvapaita taidepainopapereita valmistavista yksiköistä maailmassa. Oulussa valmistettuja rullia arkitetaan myös Lumipaper N.V:llä Belgiassa ja Lumipaper Ltd:llä Iso-Britanniassa. (Tehdasesittely. StoraEnso Oyj. 2012, linkki Oulun tehdas ennen ja nyt.)

2.6 Tehdasalue

Nuottasaaren tehdasalue sijaitsee aivan Oulun keskustan tuntumassa lähellä Oritkarin satamaa. Alueen pinta-ala on noin 160 hehtaaria. Tehdasalueella toimivat storaensolaiset yhtiöt Stora Enso Oyj, Printing and Reading, Oulun tehdas sekä Efora Oy. Stora Ensoon kuulumattomat yhtiöt ovat yhdysvaltalaisen sijoitusyhtiö Rhône Capitalin ja American Securitiesin omistama Arizona Chemical Oy sekä hollantilaisen Akzo Nobelin Eka Chemicals Oy ja Eka Synthomer Oy, jossa on mukana myös saksalainen Polymer Latex. Lisäksi tehdasalueella

toimii Oplax Oy, joka valmistaa pakkauslavoja lähinnä Oulun arkittamon tarpeisiin. (Tehdasesittely. StoraEnso Oyj. 2012, linkki tehdasalue.)

3 TELAHIONTA

Paperin laatuun ja paperikoneen ajettavuuteen vaikuttaa oleellisesti se, kuinka hyvin kunnossapito-osasto pystyy huoltamaan paperikoneen telat. Telojen kunnossapidon yksi tärkeimmistä osa-alueista on telahionta. Suurimmat vaatimukset paperitehtaan telahionnassa asetetaan telan vaipan muotopoikkeamille yhdistettynä tasalaatuiseen ja suhteellisen pieneen pinnankarheuteen. Jotta hionnassa saavutettaisiin haluttu lopputulos, asetetaan hiontakalustolle ja koko hiontaprosessille suuret vaatimukset. (Tornberg 1987, 1.)

Hionta on tunnetusti työstömenetelmä, jolla pyritään pieneen pinnankarheuteen ja suureen mitta- ja muototarkkuuteen. Paperikoneen telojen hionnassa pienen pinnankarheuden ja tarkkojen halkaisijamittojen saavuttamiset eivät sinänsä ole ensisijaisia tekijöitä. Riittävä pinnansileys syntyy telahionnassa usein vaikeuksitta. Tietyllä tarkalla nimellishalkaisijalla ei taas ole telojen toiminnan kannalta merkitystä. Sen sijaan tärkeimmät telahionnan vaatimukset johtuvat suhteellisen ankarista muototarkkuuksista, kuten lieriömäisyydestä, ympyrämäisyydestä ja heitottomuudesta. (Mäkinen – Julkunen 1983, 1167–1168.)

Telojen pintavaatimuksista normaalin sileyden lisäksi muodostuu tärkeäksi se, ettei teloissa saa esiintyä hiomakoneen työstövirheitä, kuten tärinämerkkejä ja syöttöraitoja tai muita työstöjälkiä. Tällöin on merkitystä myös sillä, että telojen pintamateriaalien ominaisuudet vaihtelevat suuresti. (Mäkinen – Julkunen 1983, 1168.)

Edellä kuvattujen seikkojen vuoksi hiomakoneelle ja hiojan ammattitaidolle asetetaan erikoisen suuria vaatimuksia. Ne vaikuttavat mm. hiomakoneen rakenteeseen, sen perus- ja lisälaitteisiin, toimintojen monipuolisuuteen, sijoituspaikan valintaan ja perustukseen. (Mäkinen – Julkunen 1983, 1168.)

Hiomakoneiden laitteiden kannalta on huomattava, että telat on voitava hioa useimmissa tapauksissa virheettömiksi omien laakeripesien varassa. Tela ei saa myöskään lämmetä hionnan aikana, eikä sen taipuma hiontapaineesta tai muusta syystä saa nousta liian suureksi. (Mäkinen – Julkunen 1983, 1168.)

3.1 Paperikoneen telat

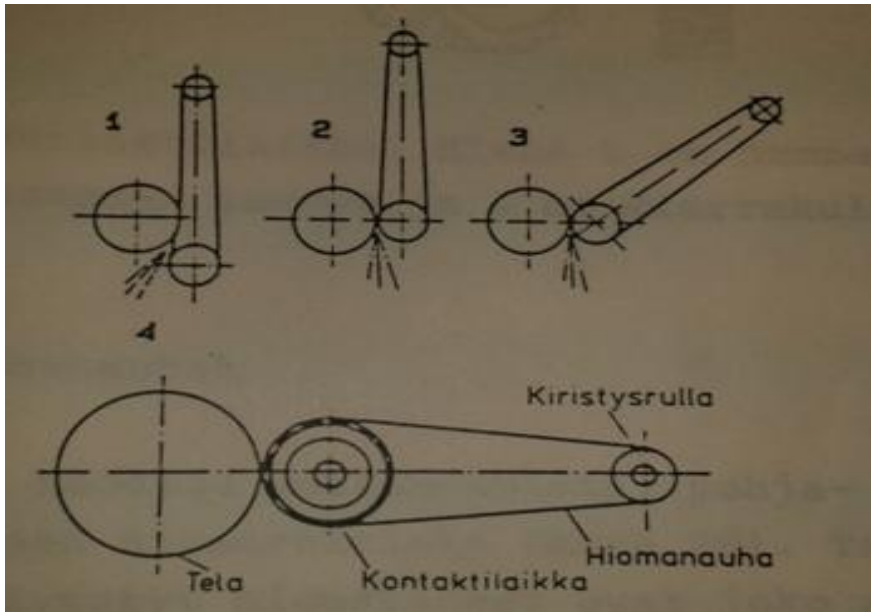
Paperikoneissa kudoksia tai paperia kannattelevia pyöriviä elimiä kutsutaan teloiksi. Poikkeuksen tästä nimityksestä muodostavat kuivatussylinterit. Paperikoneissa voi olla jopa yli sata telaa. Telojen rakenteet määräytyvät niiden käyttötarkoituksen mukaan. Suuresta määrästä ja tiettyjen käyttötarkoituksesta aiheutuvien kalliiden rakenteiden takia telat muodostavat suurimman paperikoneen kustannuskokonaisuuden. Telojen osuus koko paperikoneen hinnasta on noin 60 prosenttia. (Niskanen 1998, 2.)

3.2 Nauhahionta

Nauhahionta on yksi paljon käytetyistä telojen työstömuodoista. Suosion syynä ovat kehittyneet nauhat ja hiontamenetelmät, joilla on saavutettu hyvä aineenpoisto, pinnanlaatu ja muoto. Hiomanauhavalmistajat ovat löytäneet sopivia sekoituksia nauhoihin, joilla saavutetaan hyvä leikkuu ja jälki. Hiomanauhojen selkä on paperia, kangasta tai kankaalla vahvistettua paperia. Rakeet on kiinnitetty nauhan selkään erityyppisillä liimoilla ja ne ovat pystyasennossa, mikä on oleellinen ero verrattuna hiomalaikkoihin, joissa rakeet ovat mielivaltaisessa asennossa. (Rautio 1999, 11.)

Hiomanauhan raekoosta riippuu, kuinka tehokkaaseen aineenpoistoon ja hyvään pinnanlaatuun nauhahionnalla päästään. Mitä suurempi raekoko on, sitä tehokkaampi aineenpoisto saadaan aikaan. Toisaalta taas liian karkea nauha jättää niin syviä naarmuja telan pintaan, että lopulliseen viimeistelyhiontaan siirryttäessä joudutaan käyttämään välihiontaa. (Tornberg 1987, 35.)

Seuraavalla sivulla kuvassa 1 näkyy nauhahionnan yleisperiaatteet. Paperikoneen telojen hiontaan käytetään tavallisimmin ratkaisuja 2, 3 ja 4. Nauhahionnan onnistumiseen vaikuttavat olennaisesti kontakti- ja hiomanauhan ominaisuudet. (Tornberg 1987, 33.)



KUVA 1. Nauhahionnan yleisperiaatteet. (Tornberg 1987, 33)

Nauhahiomalaitteeseen kuuluu uritettu kontaktilaikka, kiristysrullat ja hihnamainen hiomanauha. Kiristysrullien tehtävänä on kiristää hiomanauha halutulle kireydelle. Nauhahiomalaitteella voi olla useita työskentelyasentoja. Kontaktilaikka voidaan asettaa hiottavan telan pintaan useassa eri kulmassa. Hiottaessa viimeistelypintaa hionta tapahtuu usein vapaalla nauhalla. Tämä tarkoittaa sitä, ettei kontaktilaikka koske telan pintaan lainkaan eikä näin ollen aiheuta hiontapainetta, vaan hiontapaine syntyy nauhan kireydestä. (Rautio 1999, 11.)

Kontaktilaikalla on suuri merkitys nauhahionnassa. Se kuljettaa hiomanauhaa, ottaa vastaan hiottavan telan aiheuttavan paineen ja sallii nauhan mukautumisen. Kontaktilaikka on usein kumipinnoitteinen. Kontaktilaikan kovuus vaikuttaa hiontakykkyyn, nauhan kulumiseen ja hiomajäljen laatuun. Jos käytetään kovaa kontaktilaikkaa, saavutetaan nopea aineenpoisto, mutta toisaalta silloin nauha kuluu nopeammin, syntyy värähtelyjä ja pinnan laatu voi huonontua. Kontaktilaikassa oleva hammastus pitää nauhan puhtaana ja estää märkähionnassa hiomanesteen tunkeutumisen laikan ja nauhan väliin. Hammastus lisää myös hiontapainetta paikallisesti. Kontaktilaikan halkaisijalla on oma merkityksensä. Pieni halkaisija vähentää laikan nopeutta ja näin nauha puhdistuu paremmin ja sen käyttöikä pitenee. (Rautio 1999, 12.)

3.1 Laikkahionta

Laikkahiontaa käytetään paljon paperikoneen telojen hiontaan. Laikalla voidaan hioa monia materiaaleja, mutta erityisen hyvä se on koville pinnoille. Laikalla hiottaessa on käytettävä märkähiontaa, mikä ei ole välttämättä hyväksi syntyvien kosteusvaihteluiden takia. Lisäksi hiottaessa laikalla pehmeitä materiaaleja päällyste joustaa laikan alla ja saattaa aiheuttaa telan vaipalla halkaisijan vaihteluita. Laikkahiontaa voi käyttää myös esimerkiksi sorvauksen yhteydessä pinnan hiomiseen. (Rautio1999, 13.)

Kuvassa 2 näkyy laikkahiontaa. Yleisesti voidaan sanoa, että mitä pehmeämpää materiaalia pinnoite on, sitä pienempää kuormitusta laikkanopeutta tulee käyttää. (Tornberg 1987, 58.)



KUVA 2. Hiontaa timanttilaikalla

Hiomalaikka koostuu hiomarakeista, sideaineesta ja niiden väliin jäävästä ilmatiivästä. Hiomarakeet suorittavat varsinaisen lastuavan työstön ja sideaine sitoo hiomarakeet toisiinsa. Näiden kolmen ainesosan tarkkaa suhdetta muuttamalla hiomalaikat voidaan valmistaa joko tiheiksi tai avoimiksi tai näiden lukuisina välimuotoina. (Tornberg 1987, 36.)

4 TELAHIOMAKONEET

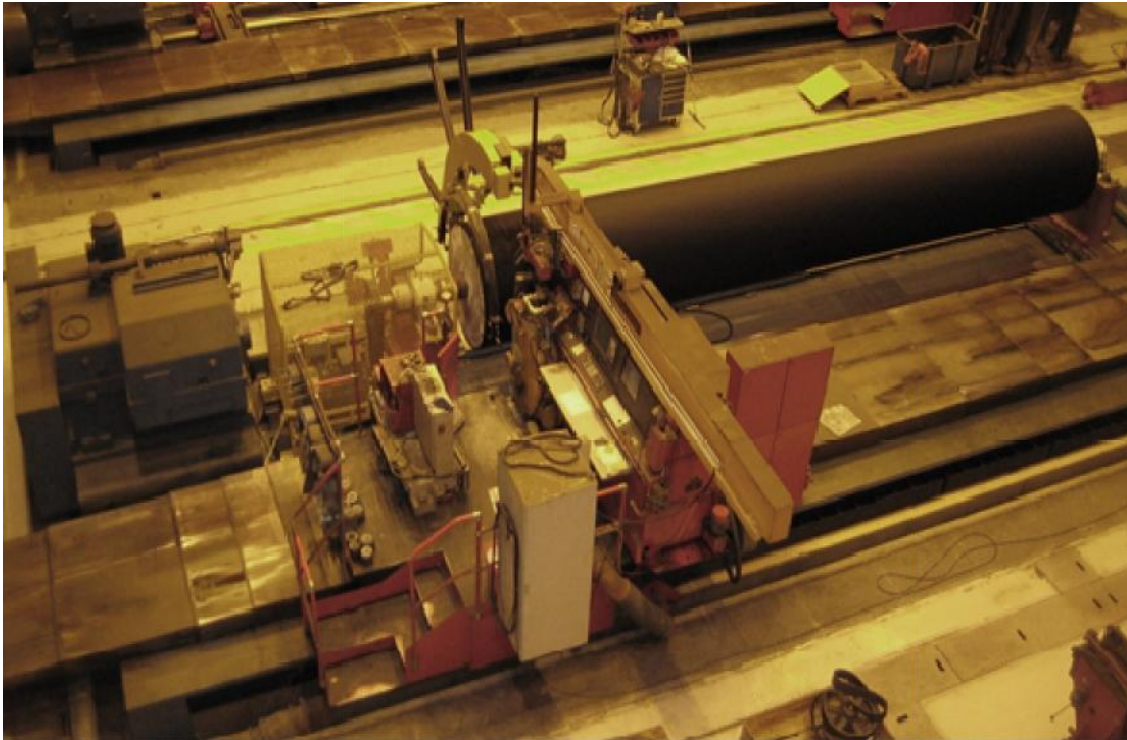
Paperikoneen telojen hiontaan käytetyt telahiomakoneet ovat kooltaan suuria koneyksiköitä. Telahiomakoneen vaatima tilantarve on noin 3,5 m–8 m x 15 m–22 m ja massa 50–130 tonnia. Telahiomakone asennetaan yleensä raskaan betoniperustuksen päälle, joka on usein eristetty ympäristöstä tulevilta värähtelyiltä erillisin jousin. Koneeseen liittyy aina myös lastuamismestajärjestelmä, johon kuuluu säiliö, suodatinlaitteet ja saostusallas. (Kojonen 2003, 14.)

Hiomakoneen kunto, soveltuvuus ja suorituskyky ovat ratkaisevia tekijöitä tarkasteltaessa koneen hyvyttä. Näihin vaikuttavat koneen yleisrakenne, staattinen ja dynaaminen jäykkyys sekä kaikkien yksittäisten osien materiaalit ja valmistustarkkuus erittäin monimutkaisella tavalla. (Tornberg 1987, 5.)

Telojen hiontatoleranssit, pintavaatimukset ja hiontaprosessin luonteen huomioiden telahiomakoneelta vaaditaan erittäin suurta geometrinen tarkkuutta sekä riittävää staattista ja dynaamista jäykkyyttä. Koneelta vaadittavat geometriset tarkkuudet perustuvat siihen ajatukseen, että sillä ei voi valmistaa tarkempaa kuin mitä sen oma tarkkuus on. Koneen rakenteellisella jäykkyydellä puolestaan on ratkaiseva vaikutus hionnassa syntyviin värähtelyihin. (Tornberg 1987, 5.)

4.1 Oulun tehtaan telahiomakoneet

Efora Oy:llä on Oulussa kaksi Waldrich Siegen -telahiomakonetta. Hiomakoneilla hiotaan teloja niin laikka- kuin nauhahiontaakin käyttäen. Vanha hiomakone on vuosimallia 1991 ja uusi kuvassa 3 näkyvä hiomakone on hankittu vuonna 1997. Hiomakoneilla hiotaan kaikentyyppisiä telapinnoitteita. Hiottavia pinnoitteita ovat mm. teräs, polymeeri, polyuretaani, kumi, kovakumi ja kokilli. Molemmilla hiomakoneilla on oma erillinen tilavuudeltaan noin 10 m³ oleva lastuamismestajärjestelmänsä. Juuri monien eri telojen pinnoitemateriaalien takia lastuamismesteen puhdistuksen kanssa on ollut ongelmia. Nykyisin hiomakoneilla hiotaan teloja 16 tuntia vuoden jokaisena päivänä.



KUVA 3. Waldirch Siegen WS 3 CPT -telahiomakone vuosimallia 1997

Telahiomakoneen pääosat ovat erilliset johteet hiomakelkkaa ja työkappaletta varten, karalaatikko käyttökoneistoinen, työkappaleen kannatuskelkat ja tukipylkät, kärkipylkkä sekä hiomakelkka syöttöluisteineen ja hiomalaikka käyttöineen. Telahiomakoneella on pystyttävä säätämään portaattomasti hiomalaikan ja työkappaleiden pyörimisnopeuksia sekä hiomakelkan poikittais- ja pitkittäisliikettä. (Kojonen 2003, 14.)

Molemmilla telahiomakoneilla on omat samalla toimintaperiaatteella toimivat lastuamismestojärjestelmänsä. Eroina järjestelmissä on se, että vuonna 1991 hankitun koneen järjestelmässä ei ole saostusallasta eikä rumpusihtiä lainkaan. Tosin vuonna 1997 hankitun koneen järjestelmässä oleva rumpusihti ei ole käytössä. Opinnäytetyössä keskitytään uudemman hiomakoneen lastuamismestojärjestelmään, koska sitä parantamalla voidaan tehdä samankaltaiset muutokset myös vanhan hiomakoneen järjestelmään.

4.2 Waldrich Siegen WS 3 CPT –telahiomakone

Waldrich Siegen -telahiomakoneen päämitat ovat taulukossa 1. Tämänkaltaisia ja -kokoisia koneita käytetään paljon paperitehtaiden telahionnassa. Kone on toiminnoiltaan erittäin monipuolinen.

TAULUKKO 1. Waldrich Siegen -telahiomakoneen päämitat (Waldrich Siegen 1997, 9–13)

Päämitat	Waldrich Siegen 3 CPT	
Koneen pituus	mm	21 400
Koneen leveys	mm	7 600
Kärkiväli	mm	14 000
Työkappaleen maksimimassa		
• omilla laakereilla	kg	85 000
• tukipylkissä		70 000
Maksimi hiontapituus	mm	14 000
Valmistusmaa ja -vuosi	Saksa	1997

5 LASTUAMISNESTEJÄRJESTELMÄ

5.1 Lastuamisnestejärjestelmän rakenne

Lastuamisnestejärjestelmään kuuluu kuvassa 4 näkyvä puhtaan lastuamisnesteen säiliö. Puhdas lastuamisnestesäiliö on tilavuudeltaan noin 10 m³ oleva suljettu säiliö. Säiliö on tasapohjainen. Siinä on myös tyhjennysventtiili lastuamisnesteen vaihtoa varten. Säiliöstä puhdas lastuamisneste kulkeutuu kuvassa 5 olevalle hiomakoneelle.



KUVA 4. Säiliö puhtaalle lastuamisnesteelle on tilavuudeltaan 10 m³



KUVA 5. Telahiomakone, timanttilaikka ja polymeeripinnoitteinen tela

Likainen hiomakoneelta tuleva lastuamisneste ja hiontupartikkelit menevät kuvassa 6 näkyvään keräilyaltaaseen. Keräilyallas sijaitsee lattian alle tehdyssä tilassa, ja se on tilavuudeltaan noin yhden kuutiometrin.



KUVA 6. Keräilyallasallas, koko noin 1 m³

Tämän jälkeen neste ja hiontupartikkelit pumpataan seuraavalla sivulla kuvassa 7 näkyvään puhdistuslaitteeseen. Puhdistuslaitteena on nauhasuodatinlaite, joka on automaattinen, ja rullalta tulee aika-ajoin uutta suodatinnauhaa. Käytetty suodatinnauha ja hiontupartikkelit kulkeutuvat suoraan jäteastiaan.



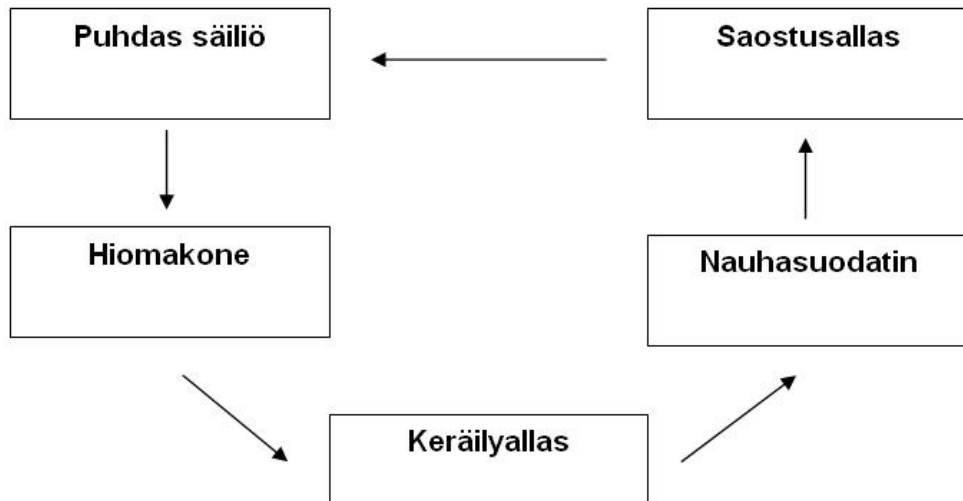
KUVA 7. Nauhasuodatin, josta hiontajäte kulkeutuu jäteastiaan

Kuvassa 8 näkyy saostusallas, johon nauhasuodattimelta tuleva neste valuu. Saostusaltaasta neste virtaa edelleen puhtaan nesteen säiliöön. Saostusaltaan pinnalla on altaan pesuputket.



KUVA 8. Saostusallas, josta neste valuu puhtaaseen säiliöön

Kuvassa 9 näkyy lastuamisnesteen virtauskaavio, joka havainnollistaa, kuinka neste kiertää puhtaasta säiliöstä hiomakoneen kautta takaisin puhdistettavaksi.



KUVA 9. Lastuamisnesteen virtauskaavio

5.2 Lastuamisnesteen vaihto

Lastuamisnesteet vaihdetaan noin kolmen kuukauden väliajoin riippuen hiottavista teloista. Nesteiden vaihtoaika molemmille hiomakoneille on yhteensä noin kymmenen tuntia. Lastuamisnesteen vaihdon yhteydessä käytetään imuautoa, joka imee vaihdettavan nesteen omaan säiliönsä ja kuljettaa sen määrättyyn paikkaan jatkokäsittelyä varten. Keräilyallas ja puhdas säiliö puhdistetaan aina hiontapartikkeleista lastuamisnesteen vaihdon yhteydessä.

6 LASTUAMISNESTE

6.1 Lastuamisnesteiden tehtävät

Lastuamisnesteiden tehtävänä hiontaprosessissa on lämmön poisjohtaminen, hiontajätteen poisto, voitelu, korroosion esto ja lastuamisen tehostaminen. Lastuamisneste auttaa myös pitämään työkappaleen ja hiomalaikan puhtaana. Lastuamisnesteiden käyttäminen hionnassa ei olennaisesti vähennä lämmön paikallista syntymistä, vaan lämpö kuljetetaan sen avulla pois, jolloin myös mittatarkkuus saadaan pysymään hyvänä. (Kähkönen 2003, 19.)

Lastuamisneste koostuu vedestä, johon on tavallisesti sekoitettu 1 – 4 % työs-
töön sopivia lisäaineita. Lastuamisnesteet voidaan luokitella esimerkiksi öljyihin, karkeisiin emulsioihin, hienoihin emulsioihin sekä vesiliukoisiin nesteisiin. (Tornberg 1987, 51.)

Lastuamisnesteiden tulee olla hyvin suodatettu, sillä hiontapilkut ja lyhyet terävät naarmut työkappaleen pinnassa johtuvat usein huonosti suodatetusta lastuamisnesteestä. Mikäli neste on huonosti suodatettu, saattaa se siis näkyä valmistettavan paperin laadussa. (Tornberg 1987, 52.)

6.2 Lastuamisnesteiden käyttö

Lastuamisnesteitä käytetään yleisesti lähes kaikissa paperikoneen telojen hionnoissa. Useimmat kumipinnoitteiset telat tulisi kuitenkin hioa kuivana, jolloin saataisiin parempi aineenpoistokyky. Kuivana hiottaessa telahionnassa aiheuttaa ongelmia runsaasti irtoava hiomapöly, joka voi olla vaarallista terveydelle. Tämän vuoksi kumipinnoitteisia teloja ei yleensä hiota kuivina ilman tehokasta hiomapölyn poistoa ja tuuletusta. Telahionnassa käytetään vesipohjaisia lastuamisnesteitä, joihin seostetaan haluttujen ominaisuuksien saamiseksi emulsioita, kemiallisia nesteitä ja öljyjä. Yleensä telahionnassa käytetään lastuamisnesteinä vain raakavettä, mutta ruostuville telatyypeille käytetään seostettuja lastuamisnesteitä. Yksi yleisesti käytössä olevista lisäaineista on ruokasooda, jota käytetään ainoana lisäaineena raakavedessä ruostuvia teloja hiottaessa. (Kähkönen 2003, 19.)

Telahionnassa käytettävän lastuamisnestesuihkun leveyden tulee olla vähintään hiomalaikan leveyden suuruinen. Lastuamisnesteen määrä määräytyy hiomalaikan leveyteen nähden siten, että jokaista hiomalaikan leveyden senttimetriä kohden nestevirtauksen tulee olla 10 l/min tai jokaista karan kW:a kohden 12 l/min. Hionnassa syntyy joskus laikan ja telan väliin ilmatyyny, joka estää lastuamisnesteen tehokkaan pääsyn kontaktikohtaan. Lastuamisnesteelle täytyy olla hiomakoneessa riittävän suuri säiliö, jonka tilavuus on vähintään 2,5 kertaa virtausmäärä tunnissa, jolloin lastuamisneste ei lämpene liikaa hionnan aikana. Yleensä lastuamisnestesäiliön koko on noin 6–10 m³. Lastuamisneste esilämmitetään huoneenlämpöiseksi ennen hiontakohdan tuloa, jolloin lämpötilaerojen syntyminen jää pienemmäksi. Tämä edesauttaa hionnan tarkkuuden pysymistä hyvänä. (Kähkönen 2003, 19–20.)

6.3 Käytössä oleva lastuamisneste

Oulun tehtaalla lastuamisnesteinä molemmilla hiomakoneilla käytetään kasvispohjaista Binol-lastuamisneste-emulsiota. Sekoitussuhde on noin 2 - 4 %. Binol-lastuamisneste-emulsiota ei vaahtoudu hionnan aikana, mikä on tärkeä edellytys lastuamisnesteen toimivuudelle. Lastuamisneste sisältää bakteereita, jotka auttavat järjestelmän puhtaanapidossa ja estävät lian kertymistä altainen ja osien seinämiin. Lastuamisnesteessä vaihdellaan valmistajan toimesta bakteerikantaa, jotta lastuamisnestejärjestelmä ei tule tietyille bakteereille immuuniksi.

7 LASTUAMISNESTEJÄRJESTELMÄN ONGELMAT

7.1 Hiottavat telat

Lastuamismestejärjestelmän ongelman ydin on siinä, että hiottavien telojen pinnoitteet ovat hyvin erilaisia. Yleisimmät hiottavat pinnoitteet ovat teräs, polymeeri, polyuretaani ja kumi. Irtoavien hiontapartikkelien rakenne ja paino ovat hyvin toisistaan poikkeavia, mikä aiheuttaa sen, että raskaat hiontapartikkelit, kuten teräs, painuvat käytössä olevien säiliöiden pohjaan ja kevyet hiontapartikkelit, kuten uretaani, jäävät nesteen pinnalle kellumaan. Nämä seikat tekevät puhdistuksesta erityisen haastavan. Molemmilla hiomakoneilla hiotaan satunnaisesti eri pinnoitemateriaaleja, ja näin ollen lastuamismestejärjestelmiä ei voida räätälöidä tiettyjen hiontapartikkelien puhdistukseen. Mikäli näin voitaisiin tehdä, nesteen puhdistuksen haaste ei olisi niin suuri.

Myös hiottaessa kovakumipinnoitteisia teloja, kuten rintateloja, aiheuttaa kovakumipinnoite sen, että lastuamismeste muuttuu erityisen likaiseksi ja läpinäkyvämmäksi. Näin telahioja ei enää kykene havaitsemaan nesteessä tapahtuvia muutoksia.

7.2 Keräilyallas

Keräilyallas on lattiaan tehdyssä montussa. Se on noin yhden kuutiometrin kokoinen ja tasapohjainen. Allas kerää raskaita hiontapartikkeleja pohjalle ja kevyempiä hiontapartikkeleja jää kellumaan altaan pinnalle. Vaikka altaassa on sekoitin, joka tuottaa jatkuvia virtauksia, osa hiontapartikkeleista jää altaaseen.

7.3 Nauhasuodatinlaite

Nauhasuodatinlaite on puhdistuslaite, josta hiontapartikkeleista puhdistettu lastuamismeste kulkeutuu saostusaltaaseen. Suodattimelle tuleva lastuamismeste on usein niin likaista, ettei koneen kapasiteetti riitä puhdistamaan nestettä käytössä olevalla suodatinnauhalla. Lisäksi nauhasuodatinlaitteen takaseinä ulottuu niin matalalle, että se estää lastuamismesteen normaalin virtauksen suodatinlaitteen yhteydessä olevaan saostusaltaaseen.

7.4 Saostusallas

Saostusallas on nauhasuodatinlaitteen yhteyteen tehty allas jota pitkin suodatettu neste valuu edelleen puhtaan nesteen säiliöön. Altaan tarkoituksena on puhdistaa lastuamisneste lopullisesti hiontapartikkeleista ennen nesteen valumista puhtaaseen säiliöön. Jäljellä olevien hiontapartikkelien tulisi valua altaan pohjaan ennen nesteen siirtymistä puhtaaseen säiliöön. Saostusallas on liian pieni ja ennen kaikkea liian matala kyseiseen tarkoitukseen. Lisäksi altaan puhdistukseen tarkoitettut vesiputket ovat altaassa olevan nesteen pinnan tasolla, mikä estää nesteen normaalin virtauksen altaassa ja aiheuttaa nesteen vaahtoamista, joka taas kerää hiontapartikkeleja altaan pinnalle.

7.5 Puhdas emulsiosäiliö

Puhdas lastuamisnestesäiliö on tilavuudeltaan noin 10 m³:n suljettu säiliö. Säiliö on tasapohjainen ja varustettu sisäpuolelta vahvikkein. Siinä on myös tyhjennysventtiili hiontanesteen vaihtoa varten. Säiliötä on kallistettu jälkikäteen niin, että säiliöön saadaan tarvittava lasku tyhjennysventtiilille päin.

7.6 Muut seikat

Lastuamisnestejärjestelmään kuuluu myös rumpusihti, joka on asennettu niin, että keräilyaltaasta tuleva likainen neste pumpataan sihtiin, joka puhdistaa nesteen isoimmista hiontapartikkeleista ennen kuin neste jatkaa matkaansa nauhasuodatinlaitteelle. Kyseinen rumpusihti ei kuitenkaan ole käytössä, koska siinä oleva sihti on liian tiheä, mikä aiheuttaa laitteen tukkeutumisen.

8 JATKOKEHITYSMAHDOLLISUUDET

Koska hiomakoneita on kaksi, tulisi pyrkiä siihen, että samankaltaisia telapinnoitteita hiottaisiin aina samalla koneella. Näin lastuamismestojärjestelmät käsitelisivät suurempia määriä samankaltaisia hiontapartikkeleita ja niitä voitaisiin muuttaa puhdistukseen paremmin sopiviksi. Tämä on vaikeaa muun muassa siksi, että hiomakoneiden mittausjärjestelmissä on eroja ja näin ollen molemmilla hiomakoneilla joudutaan hiomaan useita telapinnoitteita muun muassa mittatarkkuusvaatimusten vuoksi.

Keräilyallas kerää raskaita hiontapartikkeleita pohjalle ja kevyempiä hiontapartikkeleita jää kellumaan altaan pinnalle. Allas on tasapohjainen. Vaihtoehtona olisi esimerkiksi sylinterimäinen ja kartiopohjainen allas, joka olisi helppo pitää puhtaana. Tämä nopeuttaisi myös altaan puhdistusta nesteenvaihdon yhteydessä.

Nauhasuodattimelle tuleva lastuamismeste on usein niin likaista, ettei koneen kapasiteetti riitä puhdistamaan nestettä käytössä olevalla suodatinnauhalla. Ennen nauhasuodatinta oleva rumpusihti tulisi varustaa karkeammalla sihdillä, joka puhdistaisi nesteen isommista hiontapartikkeleista ennen nesteen siirtymistä nauhasuodatinlaitteelle. Karkeampi sihti ehkäisee myös laitteen tukkeutumista. Tällä tavalla vähennetään myös nauhasuodattimen puhdistuskuormaa. Nauhasuodattimessa voisi myös kokeilla paksumpaa suodatinpaperia, mikä puhdistaa nestettä paremmin hiontapartikkeleista. Myös nauhasuodattimen takaseinää tulisi leikata niin, että suodatinlaitteelta saostusaltaaseen kulkeutuva neste pääsisi vapaasti virtaamaan saostusaltaaseen eikä kerryttäisi hiontajätettä suodatinlaitteen ja saostusaltaan väliin.

Saostusallas on liian pieni ja ennen kaikkea liian matala sen käyttötarkoitukseen. Lisäksi altaan puhdistukseen tarkoitetut vesiputket ovat altaassa olevan nesteen pinnan tasolla, mikä estää nesteen normaalin virtauksen altaassa ja aiheuttaa nesteen vaahtoamista, joka taas kerää hiontapartikkeleita altaan

pinnalle. Pesuputkia tulisi nostaa niin, että ne olisivat korkeammalla kuin altaassa olevan nesteen pinta, jolloin neste pääsisi virtaamaan altaassa normaalisti. Näin allas palvelisi paremmin nesteen puhdistusta.

Puhtaan lastuamisnestesäiliön tyhjentäminen on työlästä ja aikaa vievää nesteen vaihdon yhteydessä. Säiliö on tasapohjainen, joten siinä pitäisi olla laskua tyhjennysventtiilille päin. Nyt lasku on toteutettu kallistamalla koko säiliötä tyhjennysventtiilin suuntaan. Kartiopohja olisi yksi vaihtoehto. Puhtaassa lastuamisnestesäiliössä voisi olla myös vastukset, jotka säätelevät hiomanesteen lämpötilaa. Tämä auttaisi hiontanesteiden vaihtamisen yhteydessä, kun lastuamisneste lämpeäsi käyttölämpötilaan nopeammin.

Edellä mainittujen kehitysehdotusten pois lukien altaiden ja säiliöiden muokkaukset, pidentäisivät lastuamisnesteiden käyttöikää mahdollisesti noin kolmanneksen. Seuraavissa kappaleissa lasketaan karkeasti yhden järjestelmän lastuamisnesteiden vaihdon kertahinta, ehdottamieni parannusten toteutushinta pois lukien altaat ja säiliöt sekä investointien takaisinmaksuaika, kun nesteiden vaihtoväli pitenee.

Lastuamisnesteiden vaihdon hinta yhteen järjestelmään määräytyy seuraavasti: imuauton viiden tunnin työ maksaa noin 250 euroa. Yksi tynnyri, 200 litraa binol-lastuamisneste-emulsiota, joka lisätään veteen, jolloin sekoitussuhteeksi tulee 2 %, maksaa 1280 euroa. Lisäksi koneella ei vaihdon aikana voi hioa, mikä myös aiheuttaa kustannuksia. Karkeasti lastuamisnesteiden vaihdon hinta yhteen järjestelmään, ottamatta huomioon koneen seisomista, maksaa 1500-2000 euroa.

Ennen nauhasuodatinta olevan rumpusihdin varustaminen karkeammalla sihdillä, joka puhdistaisi nesteen isommista hiontapartikkeleista, maksaisi arviolta noin 2000-3000 euroa. Valmistaja ei tarkkaa hintaa antanut. Nauhasuodattimen takaseinän avartaminen ei juuri tuota kustannuksia ja sen voi helposti tehdä hiojien toimesta. Kun takaseinää avarretaan, telahioja pääsee helposti puhdistamaan suodatinta ja saostusaltaan takaosaa, jolloin lika ei pääse

kertymään pesuputkiin eikä suodattimen ja altaan väliin. Paksumman paperin kokeilu ei myöskään tuota lisäkustannuksia, koska paperia käytetään joka tapauksessa.

Altaiden ja säiliöiden kokonaisvaltainen parantaminen olisi kallis hanke ja sen toteuttaminen sekä työn ja kustannusten laskeminen vaatii kokemusta ja pitkiä laskelmia. Mutta jo edellä mainittujen seikkojen toteuttaminen parantaa lastuamisnestejärjestelmää, pidentää lastuamisnesteiden vaihtoväliä, vähentää telahiomossa esiintyvää hajua lastuamisnesteessä ollessa likaista sekä parantaa hionnan laatua vähentämällä hiontapartikkeleista johtuvia hiontanaarmuja telojen pinnoissa.

Kun oletetaan, että lastuamisnesteet vaihdetaan kolme kertaa vuodessa, investointien takaisinmaksuaika lastuamisnesteiden vaihtovälin pidentyessä kolmanneksen olisi näin ollen 2-3 vuotta. Lisäksi lastuamisnestejärjestelmän parempi toiminta lisää hionnan tehokkuutta telahiojien voidessa keskittyä oleelliseen eli telahiontaan.

9 YHTEENVETO

Opinnäytetyö tehtiin Efora Oy:lle Oulun tulosityksikköön. Työssä tutkittiin telahiomon telahiomakoneiden lastuamisnestejärjestelmien puutteita ja mietittiin mahdollisia parannuskeinoja järjestelmille. Opinnäytetyö sisälsi visuaalista havainnointia, kirjallista tutkimusta, haastatteluja sekä lastuamisnestejärjestelmän ja lastuamisnesteen analysointia.

Opinnäytetyö oli kohtuullisen laaja, ja kehitettäviä ja parannettavia kohteita lastuamisnestejärjestelmässä on paljon. Hiomakoneen lastuamisjärjestelmän muuttaminen kokonaisuudessaan paremmaksi olisi mittava ja kallis hanke. Tullevissa hiomakoneen lastuamisnestejärjestelmän laitteiden hankinnoissa pitäisi kiinnittää erityistä huomiota hiottaviin materiaaleihin ja niiden vaikutuksiin hiontanesteessä.

Lastuamisnestejärjestelmän parannuksella olisi vaikutusta myös vaativien telojen pinnanlaatuvaatimukseen. Vaativilla pinnanlaaduilla tarkoitetaan 0,1 μm :n ja sitä pienempiä pinnankarheuden Ra-arvoja. Likaisilla ja epäpuhtailla lastuamisnesteillä ei välttämättä päästä helposti yllä olevaan pinnanlaatuvaatimukseen, koska telan pintaan jää ns. hiontanaarmuja.

LÄHTEET

Efora Oy. Efora lyhyesti. 2012. Sisäinen dokumentti. Vaatii käyttäjätunnuksen ja salasanan. Saatavissa:

http://worksite.storaenso.com/eforanet/Profiilimme/eforalyhyesti/Sivut/efora_lyhyesti.aspx. Hakupäivä 7.1.2013.

Kojonen, Antti 2003. Tutkimus 3D-telähionnan tuomista hyödyistä. Oulu: Oulun yliopisto, konetekniikan osasto. Diplomityö.

Kähkönen, Teemu 2003. Paperikoneen telähionnan hiomakivien määrittely erilaisille telapinnoitteille. Kajaanin ammattikorkeakoulu, koneosasto. Insinööriyö.

Mäkinen, T – Julkunen, T. 1983. Telojen hiominen. Paperin valmistus. Suomen paperi- insinöörien Yhdistyksen oppi- ja käsikirja III osa 2, toinen täysin uudistettu painos. Turku. Oy Turun Sanomat.

Niskanen, Juhani 1998. 46474S Paperiteollisuuden koneet, telat. Oulu: Oulun yliopisto, koneensuunnittelun laboratorio.

Rautio, Janne 1999. Paperitelähionnan vertailu kolmen eri tehtaan välillä. Oulun teknillinen oppilaitos, koneosasto. Insinööriyö.

Tehdasesittely. StoraEnso Oyj. 2012. Sisäinen dokumentti. Vaatii käyttäjätunnuksen ja salasanan. Saatavissa: <http://insite.storaenso.com/mills/finland/oulu-mill/tehdasesittely/>. Hakupäivä 16.1.2013.

Tornberg, Antti 1987. Tutkimus paperitehtaan telahiomakoneesta ja telähionnan vaatimuksista. Oulu: Oulun yliopisto, konetekniikan osasto. Diplomityö.

Valssinhiomakoneen käyttöohjeet, kansio M1. 1997. Waldrich Siegen.