

Henri Vuorinen

PAINOYKSIKÖN RASTERITELAN PESUMENETELMÄN SUUN-
NITTELU TUOTANNON TEHOSTAMISEKSI

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
2018

PAINOYKSIKÖN RASTERITELAN PESUMENETELMÄN SUUNNITTELU TUOTANNON TEHOSTAMISEKSI

Vuorinen, Henri
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Maaliskuu 2018
Ohjaaja: Juuso, Jarmo Dip.Ins
Sivumäärä: 38

Asiasanat: rasteritela, painoyksikkö, pesumenetelmä, painoväri

Opinnäytetyön aiheena oli selvittää Walki Oy:n paperinjalostustehtaalle tehokkaampi pesumenetelmä painoyksikön rasteritelalle ja selvittää millaisia erilaisia pesumenetelmiä on markkinoilla saatavilla.

Tavoitteena oli tutustua painoyksikön rakenteeseen ja sen toimintaan sekä työtapoihin, mitä painoyksikön käyttäminen toimintakykyisenä tarvitsee. Selvitettiin, että millaisia pesulaitteita markkinoilla on saatavilla rasteritelan puhdistamista varten. Lisäksi painoyksikköön suunniteltiin mahdollista kiinnitystä pesulaitteen suuttimelle, mikä kuljisi johteita pitkin ja se olisi helposti asennettavissa ja irrotettavissa. Haasteena oli painoyksikön monimutkainen rakenne.

Opinnäytetyön aikana päästiin näkemään Laser-puhdistusta rasteritelalle ja testata sen toimivuus käytännössä. Työn teoriaosuudessa kerrottiin kunnossapidon strategioista ja sen tärkeydestä painoyksikön operoinnissa.

DESIGN OF THE CLEANING METHOD FOR PRINTING MACHINE ANILOX ROLL FOR MORE EFFICIENT PRODUCTION

Vuorinen, Henri

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in machine and production technology

March 2018

Ohjaaja: Juuso, Jarmo Dip.Ins

Number of pages: 38

Keywords: Anilox roll, printing machine, cleaning method, printing ink

The purpose of this thesis was to find out more efficient cleaning method for printing machine anilox roll for Walki Oy production facility and find out what kind of different cleaning methods there are available in markets.

The aim was to explore printing machine structure and how it is functioning and what kind of working methods the printing machine needs to use to operate. We studied what kind of washing machines is available in the market for cleaning anilox rolls. In addition, a possible attachment was planned for cleaning machine nozzle that would be easy to install and it would be removable. Significant challenge was the complex structure of the printing machine.

Thesis researched laser cleaning for anilox and its functionality was experienced in practice. The theoretical part of the thesis describes the maintenance strategies and its importance in operating printing machine more efficiently.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	YRITYSESITTELY	7
2.1	Walki Oy.....	7
2.2	Toimipisteet	7
2.3	Liiketoiminta-alueet	8
2.3.1	Technical products eli tekniset tuotteet	8
2.3.2	Paper packaging eli paperinpakkaus	10
2.3.3	Consumer board eli kuluttajakunta.....	10
3	PAINOYKSIKKÖ.....	11
3.1	Painoyksikön toiminta	11
3.1.1	Painatuksen kohdistaminen	11
3.1.2	Kohdistamisen densiteetti.....	12
3.2	Painoyksikön rakenne	12
3.2.1	Anilox-tela eli rasteritela	13
3.2.2	Rasteritelan kaavarit	14
3.2.3	Painoryhmän altaat	14
3.2.4	Painoyksikön uuni	15
3.3	Painovärien käyttöperiaate.....	15
3.3.1	Painovärin koostumus	15
3.3.2	PE-4 painoväri	16
3.3.3	Painovärin pigmentti	17
3.3.4	Painovärin sideaineet.....	17
3.3.5	Painovärin liuotin	18
4	PAINOYKSIKÖN KONSTRUKTION TARKASTELU	19
4.1	Rakennetarkastelu	19
5	KUNNOSSAPITO TUOTANTOLINJALLA.....	22
5.1	Käyttäjät ja kunnossapitäjät	22
5.2	Kunnossapidon strategiat	22
5.3	TPM Strategia	23
5.4	Kriittisyyden arviointia	24
5.5	TPM-menetelmän käytännön perusidea	25

6 ENNAKOIVA HUOLTO.....	27
6.1 Rasteritelan käyttäjälähtöinen kunnossapito.....	27
7 PESUMENETELMIÄ.....	28
7.1 Kuivajää.....	28
7.1.1 Kuivajää puhdistuskäytössä.....	28
7.1.2 Kuivajääpuhdistuksen analyysi.....	29
7.1.3 Kuivajään laitteisto.....	29
7.2 Soodapuhallus.....	30
7.3 Höyrypesuri.....	31
7.3.1 Höyrypesurin analysointi.....	31
7.4 Puhdistuskemikaalit.....	32
7.4.1 Toimintamalli pesukemikaaleille.....	32
7.5 Laser puhdistus.....	33
7.6 Mikrokuituliina/matto.....	33
7.6.1 Mikrokuitu-maton kiinnitys kokoonpano.....	34
7.7 Laser-puhdistus.....	34
7.7.1 Laser-puhdistuksen kokeilu.....	35
7.7.2 Laser-puhdistus laitteisto.....	35
8 LOPPUPÄÄTELMÄ.....	37
LÄHTEET.....	38

1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni aiheena on selvittää ja tutkia tehokkaampaa pesumenetelmää painoyksikön rasteritelan puhdistamiseen. Aiheelleni sain idean työskennellessäni tuotantolinjalla, jossa valmistettaviin tuotteisiin tuli lisäksi erilaisia yksi- tai kaksiväripainauksia. Työskennellessäni tuotantolinjalla painoyksikön käyttö sekä tarvittava peseminen antoivat idean selvittää parempia pesumenetelmiä, jotta työskentely olisi helpompaa ja tuotantotehokkaampaa.

Työn tavoitteena on selvittää millaisia erilaisia pesumenetelmiä voi hyödyntää rasteritelaa ja mitä suositellaan painoväriin puhdistamiseen. Tutkimustani varten tutustuin myös painoyksikön rakenteeseen selvittääkseni, olisiko mahdollista rakentaa kiskoa tai muuta telinettä, jotta isompaa pesulaitteistoa voisi käyttää painoyksikön läheisyydessä.

Tämän hetkessä rasteritelan pesussa tarvitsee koko tela irrottaa ja kuljettaa toiseen päähän tehdasta soodapesuriin. Nykyinen pesumenetelmä on aikaa vievää ja pysäyttää tuotantolinjan pariin tunniksi rasteritelan puhdistuksen takia. Tämän vuoksi rasteritelan pesussa tulisi pyrkiä tekemään riittävän laadukas pesu telaa irrottamatta.

Työssä ei käsitellä lakkaryhmän eikä liimaryhmän rasteriteloja, vaan rajasin aiheeni pelkästään painoyksikön rasteritelaa.

2 YRITYSESITTELY

2.1 Walki Oy

Walki Oy on johtava, kansainvälisesti toimiva teknisten laminaattien ja suojaavien pakkausmateriaalien valmistaja. Walki Group on erikoistunut jalostamaan paperista teknisiä, edistyskellisiä monikerroslaminaatteja markkinoille, jotka jakautuvat energiaa säästävistä rakennuspinoitteista aina erilaisiin pakkaus applikaatioihin.

Walki Oy:n vuosittainen liikevaihto on n. 300 miljoonaa euroa ja Walki työllistää maailmanlaajuisesti noin 900 ihmistä. Walki Oy:n nouseva tavoite ja kestävä asema markkinoilla perustuvat uusiin innovaatioihin ja jatkuvasti kehittyviin strategioihin valmistettävien tuotteiden suhteen. (Walki Oy:n www-sivut 2015.)

2.2 Toimipisteet

Walki Oy:n tuotannon toimipisteitä on Suomessa, Saksassa, Alankomaissa, Puolassa, Isossa-Britanniassa, Venäjällä ja Kiinassa. Suomessa olevat tehtaat sijaitsevat Valkeakoskessa ja Pietarsaassa. Valkeakosken tehdas on erikoistunut rakennusteollisuuden uretaanista valmistettävien eristepinnoitteiden valmistukseen, metallin paukkaustuotteista, paperikääreistä sekä osaltaan myös elintarvike- ja lääketeollisuuden laminaattituotteista. Valkeakosken tehtaan tuotantokapasiteettia on nostettu ja tuotantoa tulee nykyään vuodessa yli 60 000 tonnia. (Walki Oy:n www-sivut 2015.)



Kuva 1. Walki Oy Valkeakosken toimipiste (Walki Oy:n www-sivut 2015)

2.3 Liiketoiminta-alueet

Walki Oy:llä on kolme liiketoiminta-alueetta, johon valmistettavat tuotteet koostuvat. Walkin ympäri maailmaa sijaitsevilla tuotantolaitoksissa keskitytään pääasiassa tiettyihin tuotteisiin riippuen, millaisia koneita on tuotantolaitoksella käytössä mutta yleensä voidaan valmistaa useamman liiketoiminta-alueen tuotteita samassa tuotantolaitoksessa.

2.3.1 Technical products eli tekniset tuotteet

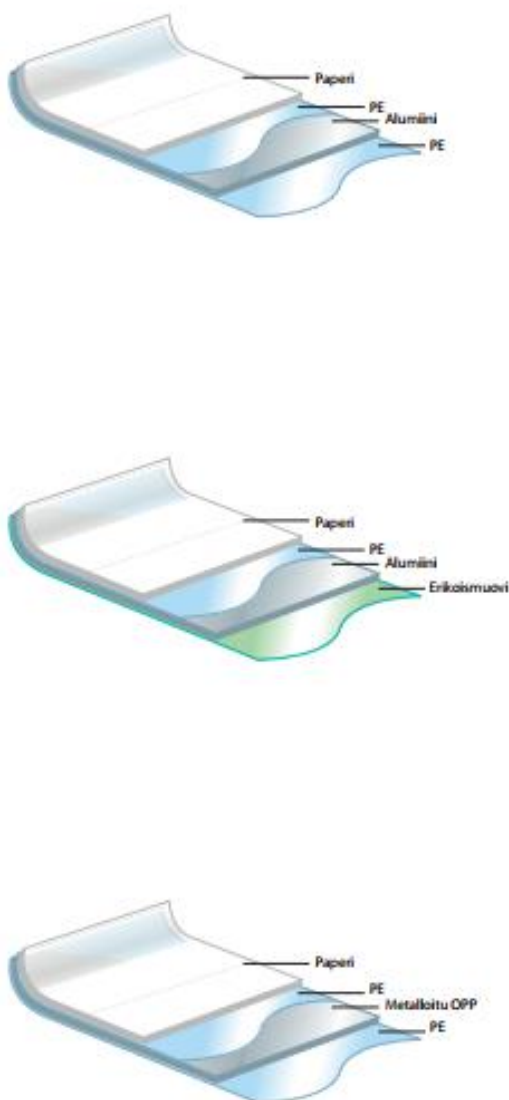
Teknisiin valmistettaviin tuotteeseen kuuluu joustopakkaukset, raskas pakkaaminen, tekniset teollisuuspaperit, sekä eristysaine- ja rakennusteollisuuden pinnoitteet. Teknisistä tuotteista iso osa tuotannosta on PUR/PIR-levyt eli polyuretaani pinnoitteet, jota käytetään rakennuksien katto ja seinien eritysmateriaalina sekä rakennuselementeissä. PUR-levyt koostuvat kovasta polyuretaanista (rigid polyurethane foam) ja PIR-levyt koostuvat polyisosyanaatista. PUR/PIR-levyjen pinnoitteista asiakas valmistaa vaahtomuovilevyn, jota rakentajat käyttävät eristeenä.

Polyuretaanilevyjen pintoihin saadaan halutut ominaisuudet, kuten lämmönjohtavuus, kosteudenkesto, tiheys, mekaaninen kesto ja lujuus laminoimalla muoviseoksien lisäksi erilaisia raaka-aineita, kuten kalvoa, erilaisia käsiteltyjä kartonkeja sekä eri paksuisia kartonkeja, vesi ja muita lakkapintoja. Raaka-aineita on laaja kirjo ja niitä käytetään asiakkaan haluttujen vaatimuksien mukaisesti, jotta saadaan valmis eristyspinnoite.



Kuva 2. Valmis polyuretaanipinnoite rulla 2-väripainatuksella

Teknisiin tuotteisiin kuuluvat joustopakkaukset ovat pääosin elintarvike- ja lääketeollisuuden pakkaustuotteita. Niiltä vaaditaan hygieenisyyttä, pakkauksessa olevan tuotteen säilyvyyden edistämistä ja ympäristöystävällisyyttä. Walkin tuotantolinjalla ratkaisevia ominaisuuksia ovat liimaus-, saumaus- ja painatusominaisuudet, jotta pakkausvalmistajat voivat suojata ja valmistaa tuotepakkauksen. Eri tuotteiden tarpeisiin voidaan laminoida usealla eri rakenteella vaadittu tuote, jotka voi koostua useammasta raaka-aine materiaalista.



Kuva 3 Joustopakkauksen rakenteita (Walki Oy:n tuote-esite. 2016)

2.3.2 Paper packaging eli paperinpakkaus

Paperinpakkauksessa valmistettavia tuotteita on muun muassa rullapakkaus ja riisikääre. Rullapakkaus tuotteet ovat erilaisten rullien kuljettamista ja varastointia varten. Rullapakkaus materiaalin tulee suojata kosteudelta ja mekaaniselta osumalta ja käytettävä paperilaminaatin paksuus määräytyy kuljetuksen mukaan, kun rullia vietään lyhyitä ja pitkiä matkoja sekä eri kuljetustavoilla, kuten laivalla, junilla ja rekoilla.

2.3.3 Consumer board eli kuluttajakunta

Kuluttajakunnan tuotteisiin kuuluu päällystetyt kartongit ja aaltopahvin ominaisuutta parantavat päällysteet. Kartonkia voidaan päällystää kaksipuoleisesti, jotta saadaan halutut lujuus- ja jalostamisominaisuudet. Kartongin jalostukseen käytetään useampia kartonki tyyppejä esim. keräyspaperikartonki, valkeapintainen harmaa pahvi jne. sekä erilaisia muovipäällysteitä ja laminaattimateriaaleja. Käyttökohteita ovat kaikenlaiset pakasteet, tuoreet elintarvikkeet, pesuaineet, noutoruokien kansimateriaalit ja muut vastaavat. Tuotteen käyttökohde määrää valmistuksessa sen, mitä päällystettä kartonkiin käytetään eli liitetäänkö kartonkiin alumiinia, kalvoa, paperia, metalloitua kalvoa tai muovipäällystettä.

Samoja periaatteita pystytään hyödyntämään elintarvikkeille käytettävissä aaltopahvilaatikoissa. Laatikoissa säilytetään rasvaisia tai kosteita tuotteita, joten aaltopahvia tulee suojata säilyttääkseen lujuuden ja jäykkyytensä. Täten myös aaltopahvilaatikoiden pinoaminen on mahdollista ja hygienia pysyy hyvänä, jos loppukäyttökohteena laatikossa säilytetään hedelmiä, vihanneksia tai muita elintarvikkeita. Aaltopahvipakkausten painettavuus on hyvä ja mahdollista fleksopainatus-menetelmällä Walki Oy:n toimesta.

3 PAINOYKSIKKÖ

3.1 Painoyksikön toiminta

Painoyksikön toiminnan läpikäyminen sekä sen rakenne, on tarpeellista selvittää tutkimusta varten. Perusrakenteen ja toiminnan ymmärtäminen tarvitaan, jotta saadaan luotua tehokkaampia konstruktio metodeja painoyksikön pesumenetelmille. (Gerhard Pahl & Wolfgang Beitz. 1990, 6.)

Monikerroslaminaatteihin asiakkaan pyynnöstä tehdään asiakkaan vaatima tuotemerkki. Logot ja kaikki muut mahdolliset kuvioinnit PE-4 konelinjastolla tehdään PE-4 pääkoneen painoyksikössä. Jokaisella asiakkaalla on oma painoholkkinsa, jolla oikeanlainen logo luodaan valmistettavaan tuotteeseen. Painoholkeissa on erikseen määritetyt iskupituudet, jotka ohjelmoidaan painoyksikön käyttöjärjestelmään, koska holkkien halkaisijat vaihtelevat ja painoholkin on pyörittävä samaa nopeutta paperiradan kanssa. Jos pyörimisnopeus olisi eri, niin mahdollisia kulumajälkiä tai ryppyjä muodostuisi sekä painoholkin kuviointi kuluisi nopeammin käyttökelvottomaksi.

Painatus voidaan tehdä erilaisina kaksiväripainatuksina tai sitten vain yksivärisenä. Kahdelle painatusvärille painoyksikössä on oma painoryhmä 1 ja painoryhmä 2, jotka sijaitsevat rakenteellisesti päällekkäin. Täten paperirata kulkee pystysuunnassa painoyksikön telojen kautta ja mahdollista viedä rata joko ylhäältä alaspäin tai päinvastoin alhaalta ylöspäin. Molemmille painoryhmien väreille pumppu pumppaa omasta kiertosäiliöstään painoryhmälle valitun painovärin.

3.1.1 Painatuksen kohdistaminen

Painatusvärien kohdistaminen tapahtuu linjaston pyöriessä hitaammalla ryömintävauhdilla, jotta saadaan holkki kohdistettua kohtisuorassa paperirataa vasten. Hitampi vauhti mahdollistaa painoyksikön käyttäjän seuraamaan painatuksen muodostumista, vahvuutta ja tasaisuutta suoraan seuraamalla paperirataa. Kohdistukseen ja tarkempaan painatusjäljen seurantaan käytetään suurnopeus kameraa, josta saa tarkasti näyttöpäätteen avulla valvottua painatusvärin paksuutta, mahdollisia painatusvikoja, epätasaisuutta tai painatuksen kohdistamista.

Kaksiväripainatuksen tarkempi kohdistaminen siten, että ensimmäinen ja jälkimmäinen painatusjälki kulkee kohdakkain samalla leveys-, sekä pituusasteella, onnistuu vain kameran näyttöpäätteen kautta, koska linjaston pyöriessä ei tarkkoja kohdistuksia voi muuten havaita. Viimeisin tarkastus painojäljen kohdistuksesta tehdään sen jälkeen, kun ensimmäinen valmistunut rulla katkaistaan ja nostetaan pois koneesta. Valmiista rullasta nähdään, että painojälki on keskellä paperirataa ja saadaan varmistettua värin riittävä vahvuus, joka saattaa olla liian ohuen ja laihan väristä. Näyttöpäätteen kuvasta ei täydellistä värisävyä pysty tarkastamaan, joten valmiin rullan kyljestä nähdään värisävyyn vahvuus ja siten varmuus riittävästä laadusta painatusjäljessä.

3.1.2 Kohdistamisen densiteetti

Painovärien voimakkuuden vertailua tai peittävyyttä kuvaa painojäljen densiteetti. Käytännössä teknisissä laminaateissa densiteetin vertailu tapahtuu silmämääräisesti, kun on kyse PUR/PIR-eristelevyjen pinnoitteista mutta tarkastukseen on olemassa esimerkiksi densitometrejä. Densiteettiin vaikuttaa siirtyvän värin määrä, painoholkin sekä rasteritelan puristus, painattavan materiaalin absorptiominaisuus, painovärin koostumus ja viskositeetti.

(Kopra 2006, 35)

3.2 Painoyksikön rakenne

Painoyksikkö koostuu kahdesta eri painoryhmästä. Ne ovat ylempi ryhmä 1 ja alempi ryhmä 2. Painoryhmässä on oma rasteritela, painotela ja puristustela, johon painoholkit asetetaan. Rasteritelaa vasten painautuu painovärikammio, jossa painoväri on kahden kaavariterän välissä. Kaavariterät muodostavat tasaisen pinnan rasteritelassa olevalle painovärille. Kaavarit puristuvat käyttäjän määrittelemällä puristusaineella rasteritelaa vasten ja riittävällä puristusvoimalla rasteritelan päällä pysyy tasainen kerros painoväriä. Käyttäjä säätää sopivan puristusaineen niin, että kaavariterät eivät kulu liian nopeasti ja puristuksen voimasta rasteritela ja painovärikammio pysyvät tiiviinä, jottei painoväri vuoda hukkaan. (Viluksela, P., Ristimäki, S. & Spännäri, T. 2007, 80).

Painoholkki, joka laitetaan painotelan päälle, sijaitsee vaakatasossa rasteritelan takana. Holkki asemoidaan kiinni rasteritelaa vasten, josta se saa painovärin holkkissa koholaan olevaan kuviointiin. Kohopainon värinsiirto tapahtuu nipissä, jossa painotelan ja puristustelan pinnat koskettavan ja puristavat toisiaan vasten ja niiden välistä kulkeutuu painettava rata. Tätä kohopainomenetelmää kutsutaan nimellä fleksopaino. Fleksopainon käyttöalueisiin kuuluu muun muassa paperi, kartonki, aaltopahvi, muovi ja erilaiset laminaatit. (Viluksela, P., Ristimäki, S. & Spännäri, T. 2007, 74).

3.2.1 Anilox-tela eli rasteritela

Anilox-telan tehtävänä on siirtää sopiva värimäärä painotelan pinnalle. Anilox-telaa kutsutaan myös rasteritelaksi sen pinnassa olevan rasterikuppirakenteen takia. (Painoviestinnän tekniikka 2007 s.81 suoraan lainattu). Kun väriä siirretään rasteritelalta painettavaan rataan, niin tärkein värimäärään vaikuttava tekijä on rasterikuppien tilavuus. Lisäksi on useampia muita tekijöitä, kuten kuppi- eli linjatiheys, kuppi/kannas -suhde, telan pintamateriaalin ominaisuudet ja rasterikuppien muoto. Anilox-telassa olevien rasterikuppien muotoon vaikuttaa suuresti valmistustekniikka, jolla se on tehty sekä tietyt vaaditut värinsiirto-ominaisuudet, jotka on haluttu. (Viluksela, P., Ristimäki, S. & Spännäri, T. 2007, 81.)

Vaatimuksena vahvan ja tukevan rakenteen lisäksi rasteritelalle on myös sen pyörimistarkkuus, jonka tulee olla alle 0,01 millimetrin. Rasteritelan kestävyys ja ominaisuuksien pysyvyyteen vaikuttaa telan halkaisija, joka vaihtelee eri fleksokoneissa. Liian pieni rasteritela kuluu nopeammin. Rasteriteloissa materiaalina käytetään esimerkiksi terästä, messinkiä, kuparia tai keraamisia aineita. Käyttöään pidentämiseksi metalliset rasteritelat pinnoitetaan kromilla ja vastaavasti kalliimmat eli keraamisesti pinnoitetut telat kestävät 5-10 kertaa pidempään. (Viluksela, P., Ristimäki, S. & Spännäri, T. 2007, 81).

Rasteritelan rasterikupeille on monta valmistustapaa. Rasterikupit voidaan tehdä pakottamalla, syövyttämällä, timanttikaiverruksella tai laserkaiverruksella. Laserkaiveruksen etuna on sen erinomainen tarkkuus ja siten saadaan luotua pyöreän muotoinen rasterikuppi. Tämä muoto saa aikaiseksi paremman painojäljen ja tasaisemman värinsiirron. (Karhuketo, H., Seppälä, M. J. & Törn, T. 2004, 121).

3.2.2 Rasteritelan kaavarit

Kaavarin eli raakelin tarkoituksena on poistaa ylimääräinen painoväri rasterin pinnalta. Raakelien avulla saadaan tehokkaammin värimäärä siirrettyä painettavaan tuotteeseen. Raakelit poistavat ylimääräisen painovärin rasterikuppien välissä olevien kannasten päältä ja täten painoväriä on vain rasterikupissa. Niistä rasterikupeista olevasta painoväristä siirtyy käytännössä 70-80%, johon vaikuttaa pääasiassa kupin muoto ja sen leveyden sekä syvyyden suhde. Terät voivat olla metallisia tai muovisia ja on mahdollista käyttää kaavauksessa metallista terää ja tiivistämässä muovista terää.

3.2.3 Painoryhmän altaat

Painoryhmään kuuluu rasteritelan, puristustelan ja holkillisen painotelan lisäksi myös kaksi ruostumattomasta teräksestä valmistettua allasta. Painoryhmän kammion päädyissä on pienet pesurit, jotka tietyn välein suihkuttaa vettä, jottei päätyihin kuivuisi painoväriä. Kammion päätyjen päässä tiivisteet päästävät vähän väriä ohitseeseen ja pesurin vesisuihkun avulla väri kulkeutuu kammion alla olevaan painoryhmän alimpaan altaaseen.

Altaiden tehtävä on talteen ottaa vuotavaa väriä ja samalla pitää painoyksikköä puhtaana. Altaat myös suojaavat painovärin kulkeutumista paperiradalle. Ryhmän ylempässä ja alemmassa altaassa on irrotettava poistoletku. Altaiden nopea irti ottaminen on mahdollista yksinkertaisen kiinnityksen takia. Ylempi allas on kiinni kahdella kiinnitysruuville, jotka ovat käsin pyöriteltävissä ja mahdollista irrottaa altaan pesemistä varten.

Painoryhmän ylempi allas kierrättää painoväriä takaisin säiliöön ja uudelleen kierto. Rasteritelaa vasten olevasta kammiosta tulee kaksi poistoletkua kammion molemmista päädyistä ylempään altaaseen takaisinkierätyistä varten. Myös mahdolliset kaavariterän ja rasteritelan välisestä vuodosta valuu suoraan ylempään altaaseen eikä painoväriä kulu hukkaan. Painoryhmän alempi allas poistaa painovärin viemäriin. Kammion päätypesureiden suihkuttama vesi ja päädyistä vuotava painoväri kulkeutuu alempaan altaaseen ja tästä poistoletkua pitkin viemäriin. Mahdollisesti tapahtuvissa

häiriötilanteista, kuten esimerkiksi paluukierrätyksen pumpun pysähtyessä ylemmän altaan ylitse tulviva painoväri vuotaa alempaan altaaseen ja siten viemäriin eikä painovärit sotke painoyksikön ympäristöä tai kulkeudu tuotteeseen ja linjaston muille teiloille.

3.2.4 Painoyksikön uuni

Painoyksikköön kuuluu myös kuivattamiseen käytettävä uuni. Paperiradan kulkiessa suuria nopeuksia, tarvitsee painatusjäljen kuivua kovassa vauhdissa. Nopea kuivattaminen tapahtuu avattavalla pystysuuntaisella uunilla. Uunissa on pienet vaakasuuntaiset ilmasuuttimet kohtisuorassa paperirataa ja niihin ilmasuuttimiin puhalletaan puhalltimella kuumaa ilmaa. Painoyksikön uunissa kuivatuslämpötilana on noin 105 astetta käyttöpaneelin asetuksena ajon aikana silloin kun tuotteeseen tulee painatusta.

3.3 Painovärien käyttöperiaate

Painovärin tehtävä on jäljentää painoholkin kuvio jalostetun paperin pinnalle. Painovärille on tietynlaiset ominaisuudet vaadittu ja niissä on eroja erilaisten painokoneiden ja painatusmenetelmien kesken. Keskeisiä ominaisuuksia on mekaaninen kestävyys, optiset ominaisuudet, adheesio painoalustaan, kierrätettävyys, helppous sekä luonteva ajettavuus painokoneella ja terveysriskittömyys.

3.3.1 Painovärin koostumus

Painovärit koostuvat kolmesta eri pääkomponentista:

- pigmentti (tai liukoinen väriaine)
- sideaine
- liuotin (kantofaasi)

(Viluksela, P., Ristimäki, S. & Spännäri, T. 2007, 128-129.)

Riittävän kontrastin luomiseksi painamattoman ja painetun pinnan välille tarvitaan väriaine eli pigmentti. Pigmentin tehtävä on luoda kuvioon oikeanlainen värivaikutelma painetussa tuotteessa. Komponenttien ja painoväriin pysymiseen tarvitaan sideainetta sitomaan pigmentin painoalustaan. (Viluksela, P., Ristimäki, S. & Spännäri, T. 2007, 129).

Painoväriin siirtämiseen kiertosäiliöstä painovärikammioon sekä rasteritelalle tehdään painoryhmän pumpun avulla. Täten painoväri tarvitsee liuotinaiseen, jotta väristä saadaan juoksevaa ja mahdollistettua halutun kuvion painamisen. Painoväreihin käytetään erilaisia mahdollisia lisäaineita, jolla saadaan tiettyjä ominaisuuksia paranneltua. Lisäaineen annostusmäärä on yleensä luokkaa 0,5-3 %. Lisäaineen edesauttavia prosessiominaisuuksia on mm. nopeampi kuivuminen, väriin voimakkuuden vähentäminen, painojäljen hankauskestoa, tehostaa väriin virtausominaisuuksia, parantaa valmiin painetun tuotteen varastointia, estää vaahtoamista, parantaa pigmentin käyttäytymistä painoväriin.

3.3.2 PE-4 painoväri

Käytettävä painoväri on tyypillistä erilaisissa fleksopainokone menetelmissä sekä koostumukseltaan että ominaisuuksiltaan. PE-4 linjaston painoyksikön painovärit ovat vesiliukoisia ja niiden tulee olla juoksevia värinsiirron onnistumiseksi. Flexopainokoneissa painoväriin viskositeetti on alhainen moniin painomenetelmiin verrattaessa. Painoväriin käytettävät liuottimet eivät saa vahingoittaa teloissa ja painoholkeissa käytettäviä kumi- ja polymeerilaatua. PE-4 pääkoneelle toimitettaviin painoväriin koneen käyttäjät lisäävät vettä, jotta saadaan haluttu viskositeetti sekä saadaan paremmin painoväri siirrettyä painokoneeseen. Alhaisemmalla viskositeetillä saadaan myös riittäisyyttä enemmän painoväriin.

(Karhuketo, H., Seppälä, M. J. & Törn, T. 2004, 131).

3.3.3 Painoväriin pigmentti

Pigmentti on komponentti painoväriin, joka voidaan jakaa orgaaniseen ja epäorgaaniseen osa-alueeseen. Pigmentin osuus painoväriin on n. 20-25 % ja pigmentissä on liuotinta n. 50-70 %. Musta on epäorgaanisista pigmenteistä yleisin ja mustaa on kolme lajia. Polttamalla mineraaliöljyä alhaisessa happipitoisuudessa saadaan polttimonoki, mikä on sinertävää. Sitten on kanavanoki, mikä on ruskeaa ja sen valmistaminen tapahtuu maakaasua polttamalla. Kolmas on lamppunoki, joka on lisäpigmenttinä mataväreissä. Musta on notkea ja eri nokilajeissa pigmenttikoko vaihtelee.

Valkoista pigmenttiä käytetään värin virtausominaisuuksien säätämiseen ja sitä käytetään myös värin voimakkuuden vähentämiseen. Valkoisen pigmentin mineraaleja ovat mm. titaanioksidi ja kalsiumkarbonaatti. Värillisiä epäorgaanisia pigmenttejä ovat tietyt kromin, raudan, nikkelin ja kuparin suolat.

Orgaanisissa värillisissä pigmenteissä värivaikutelma perustuu absorptiokertoimeen eli väliaineen voimakkuudesta absorboida säteilyä, mikä riippuu aallonpituudesta ja aineesta säteilyssä. Yleisiä yhdisteitä ovat bentsidiinikeltainen, magentanväriset rubiinit, ftalosyaaniinisininen, naftolit ja rodamiinit. (Karhuketo, H., Seppälä, M. J. & Törn, T. 2004, 132.)

3.3.4 Painoväriin sideaineet

Sideaine vaikuttaa painoväriin kiiltoon ja värin kuivumiseen tehostamalla sitä ja sideaineesta saadaan painovärikerrokselle kestävyyttä sekä mekaanisessa että kemiallisessa muodossa. Sideaineen avulla saadaan pigmentti sidottua painokoneessa painoalustaan. Sideaine kuivana muodostaa värittömän läpikuultavan kalvon. Yhdessä nämä ominaisuudet mahdollistavat paremman ajettavuuden painokoneen osalta ja helpottavat korkeammassa ratanopeuksissa. Painoväreissä käytettäviä sideaineita ovat kuivuvat öljyt, alkydit, luonnon hartsit ja synteettiset hartsit. Näistä tärkein sideaineryhmä on hartsit. (Viluksela, P., Ristimäki, S. & Spännäri, T. 2007, 132).

3.3.5 Painoväriin liuotin

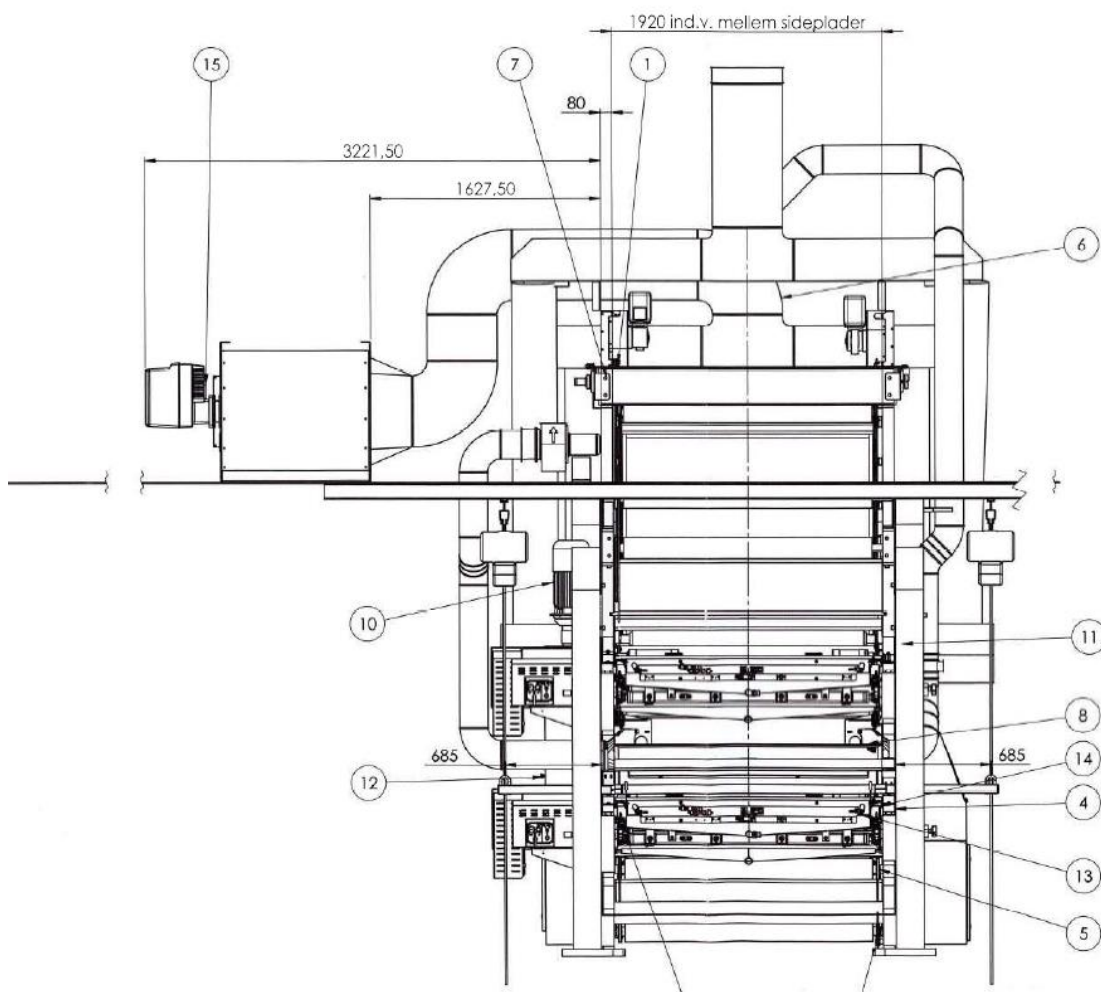
Liuottimella on useampi tehtävä riippuen painoväristä ja painettavasta materiaalista. Liuottimen tarvitsee liuottaa sideaine, toimia sideaineen ja pigmentin kantajana sekä helpottaa värinsiirtoa ohuena filminä painokoneesta painettavalle laminaatille, paperille tai muulle painettavalle pinnalle. Oikeanlaisen liuottimen valinta tarvitsee useamman ominaisuuden ja vaatimuksen huomioimista. Vaikuttavia tekijöitä on sideaineen liukenevuus, painettava materiaali, painolevymateriaali (tekniset laminaatit, paperikääreet ja muut mahdolliset jalostetut paperit), halutut värin ominaisuudet, painokoneen nopeus, kuivumisolosuhteet, käytön aikaiset terveyst- ja turvallisuusvaatimukset sekä painotuotteen erikoisvaatimukset, esimerkiksi elintarvikekelpoisuus.

Painoväreissä käytettäviä liuottimia ovat esimerkiksi esterit ja ketonit, aromaattiset hiilivedyt, alifaattiset hiilivedyt, alkoholit sekä vesi. Vesipohjaisten värien käyttäminen on kasvanut erilaisten tuotteiden kehittyessä ja käyttökohteiden eli tuotteiden lisääntyessä. Vesiliukoisten painovärien etuuksina ovat hyvä ajettavuus ja ongelmattomuus sekä turvallisuusvaatimusten täyttyminen painamiseen ja tuotteen käyttökohteeseen liittyen. Negatiivisia puolia on painojäljen terävyys, painojäljen alhainen kiilto, runsasta kuivatusenergian tarvetta sekä heikompaakaan alkalinkestoa ja huonompaa kestävyyttä hankaukselle. (Viluksela, P., Ristimäki, S. & Spännäri, T. 2007, 133.)

4 PAINOYKSIKÖN KONSTRUKTION TARKASTELU

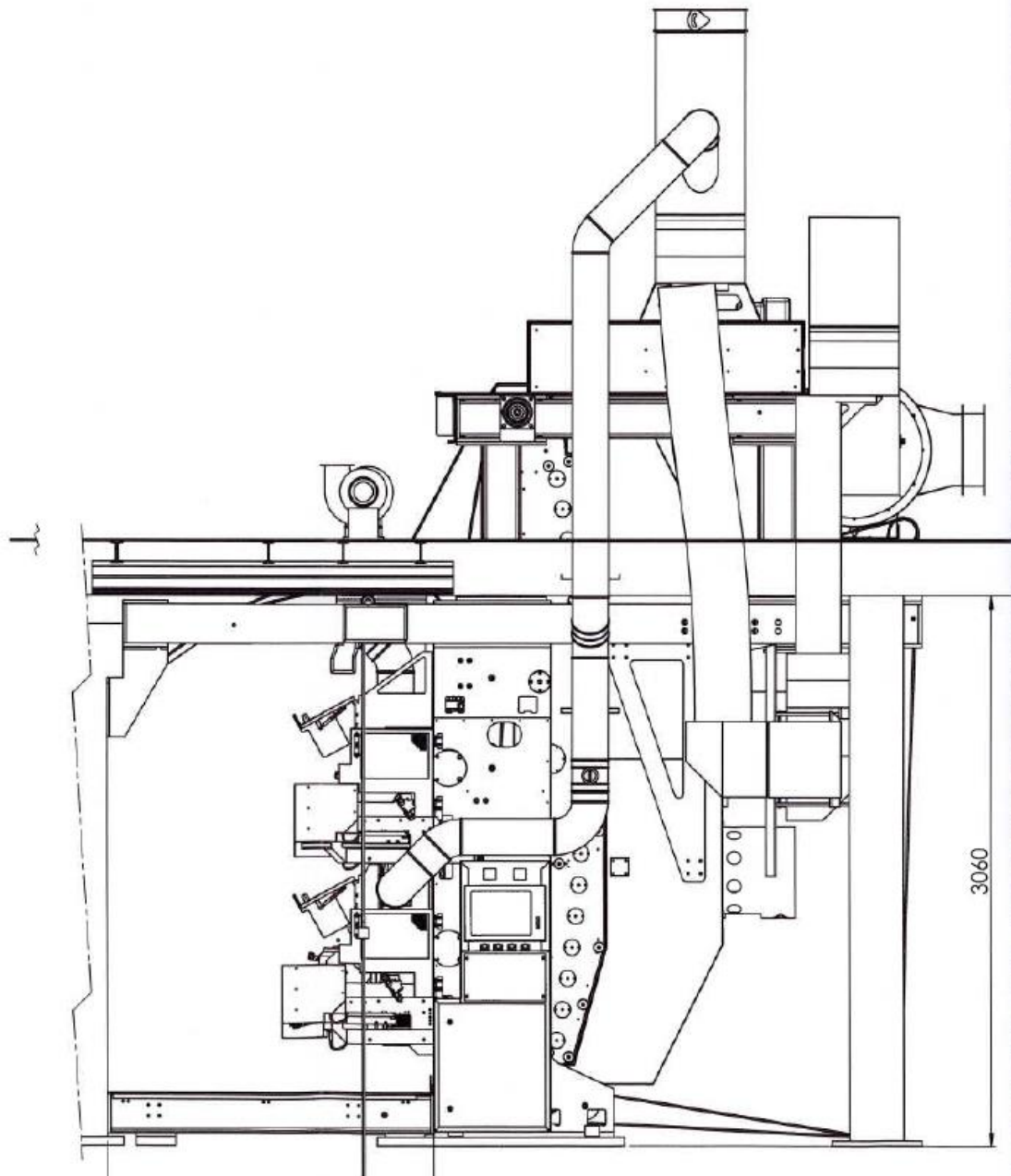
4.1 Rakennetarkastelu

Painoyksikön kokoonpano on kahdessa työskentely kerroksessa mutta pesulaitteiston kiinnitystä tai suojausta varten keskityn vain alemman tason rakenteeseen. Alemmassa tasossa ovat painoryhmä, jossa on rasteritela sekä painoväriälaatat ja niiden hallintalaitteet. Useampaan pesumenetelmään tarvitaan suutin, joka korkealla paineella puhalttaa veden tai ilman seoksella pieniä partikkeleita rasteritelaan. Suuttimen liikkumiselle tarvittava kiskon sijoittaminen tarvitsisi tehdä tukevasti ja kiinnityksen tulisi olla nopea ja yksinkertainen. Kiskon kiinnitykselle helpointa olisi kierrettävä käsiruuvi tai nopea kahvakiinnitys kiskon molemmista päädystä.



Kuva 4. Painoyksikön kokoonpanopiirros (Walki Oy 2017)

Kiskon kiinnittäminen olisi mahdollista myös samoihin paikkoihin, johon painovärikammio kiinnitetään. Kammio lasketaan käsiruuvien kohdalle, omaan hahloonsa ja sitä voisi hyödyntää suutinkiskon asentamiseen, koska kammio tarvitsee siirtää raste-ritelan edestä pesulaitteiston käyttöä varten.



Kuva 5. Painoyksikön kokoonpanopiirros (Walki Oy 2017)



Kuva 6 Painoyksikkö painoväriäaltaat ja painovärikammio purettuna

5 KUNNOSSAPITO TUOTANTOLINJALLA

5.1 Käyttäjät ja kunnossapitäjät

Tuotantolinjan valmistusprosessissa on perinteisesti kaksi ryhmää eli käyttäjät sekä kunnossapitäjät. Laitteen käyttövarmuuteen ja suorituskyvyn ylläpitämiseen tarvitaan sellainen toimintamalli, jossa koneen käyttäjät ja kunnossapitäjät pyrkivät yhdessä toimimaan vikaantumista tai häiriötä vastaan. Käynnissäpito on laitteen ohjausta ja hallitsemista niin, että molemmat käyttö sekä kunnossapito toimivat keskenään. Sellaiseen toimintamalliin johtaa myös TPM:n periaatteet. (Järviö J. 2006).

5.2 Kunnossapidon strategiat

Kunnossapitoon on kehitetty monia erilaisia strategioita, joita noudattamalla saadaan toimiva kokonaisuus liiketoiminnan kannalta. Kunnossapito on yksi iso kustannus yrityksessä heti pääoma ja raaka-aine kustannusten jälkeen, mutta hyvällä kunnossapito menetelmällä saadaan paljon kustannuksia kontrolliin. Yrityksen tuoton kannalta kunnossapidon vaikutus liiketoiminnassa on epäsuora. Korkean käytettävyyden, hyvän kannattavuuden, kohtuullisten kunnossapito kustannuksien ja häiriöttömän tuotannon kautta kunnossapito tuo voittoa. Strategian valinnassa ei välttämättä ole yhtä oikeaa ratkaisua mutta niiden ymmärtäminen ja huomiointi edesauttavat löytämään sopivan toimintamallin. Merkittäviä toimintamalleja:

- Laatujohtannaiset strategiat
- TPM (Total Productive Maintenance, kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito)
 - Kaikkien osallistuminen
 - Aktiivisuus, jatkuvuus, parantaminen
- RCM (Reliability Centered Maintenance, luotettavuuskeskeinen kunnossapito)
 - Kurinalainen strategioiden ja menetelmien analysointityökalu
- SRCM (Streamlined RCM, ”virtaviivaistettu” RCM)
 - Strategioiden valinnassa ”vapaampi” kuin RCM-menetelmässä

- Asset Management (käyttöomaisuuden hallinta)
 - Systemaattinen lähestymistapa, joka yhdistää edellä esitetyt strategiat kunnossapidon optimoimiseksi
- Six Sigma

(Järviö J. 2006, 77.)

5.3 TPM Strategia

Total Productive Maintenance eli TPM on kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito. Kokonaisvaltaisella tarkoitetaan kiteytetysti kolmea periaatetta, jotka ovat kokonaisvaltainen osallistuminen, kokonaistehokkuus ja kokonaiskattavuus. Kokonaisvaltaisella osallistumisessa kaikki osallistuvat, jolla tarkoitetaan koneen käyttäjistä lähtien niitä korjaaviin kunnossapitäjiin. Kaikki osastot sähkö, automaatio, kunnossapitäjät ja tuotannon työntekijät sekä muut osatekijät ratkaisevat yhteistoiminnalla tarvittavat korjaukset tai ennakoivat huollot asemasta riippumatta, jotta saadaan tulokseksi häiriötön toiminta. Toinen periaate on kokonaiskattavuus, jossa rakennetaan koneita tai parannetaan rakenteita niin, että korjaustoimenpiteitä saadaan helpotettua ja kunnossapitoa pienennettyä. Kolmannessa periaatteessa eli kokonaistehokkuudessa, pyritään taloudellisilla mittareilla vaikuttamaan yleiseen tehokkuuteen.

TPM metodi syventyy kolmeen erityispiirteeseen. Eli ensimmäisenä TPM metodiin kuuluu tiedonkeruuta, analysointia ja ongelman ratkaisua. Näillä on tarkoituksena parantaa laitteen tehokkuutta. Sitten toisena erityispiirteenä TPM metodissa pyritään parantaa yhteistyötä, kannustamalla käyttäjien ja kunnossapito henkilökunnan työntekijöitä tekemään töitä yhdessä tasavertaisina kumppaneina. TPM myös sisällyttää suunnittelun, laadun, tuotannonohjauksen, ostotoiminnan, johdon ja valvonnan toimintoja ohjelmaansa. Kolmantena erityispiirteenä TPM kehittää jatkuvia laiteparannuksia sekä sen käyttöä standardisoinnissa, paikkojen organisointia ja TPM edistää myös ongelman ratkaisussa. (Järviö J. 2006).

5.4 Kriittisyyden arviointia

Kriittisyyden arvioinnissa on pari tapaa TPM strategiassa. Yksi tapa on tutkia koneiden tai laitteiden vikahistoriaa ja etsitään ongelmallisimmat komponentit tai konekokoospanot. Sen jälkeen suoritetaan priorisointi ja otetaan 3-5 ongelmallisinta laitetta kunnostettavaksi ja kun ne ovat kunnossa, niin otetaan uuden 3-5 konetta/komponenttia. Toinen tapa pisteyttää eri kriteereillä koneiden tai niiden osien kuntoa. Esimerkiksi otetaan tarkasteluun painoyksikön rasteritelan kunnan kriittisyys.

1. **Korjauksen helppous:** rasteritelaan pääsee käsiksi avaamalla suojarahatti, pysäyttämällä painoväri pumppu ja avaamalla painovärikammio sekä suojarahattamiossa olevat kaavariterät. Kevyempää pesua varten rasteritelaan pääsee käsiksi helposti mutta tehokkaampaa pesua varten tarvitsee käyttää nostimia, irrottaa laakeripesät telan päistä ja käyttää kärryä telan kuljettamista varten.
2. **Luotettavuus:** ongelmat eivät toistu tietyn ajanjakson välein vaan satunnaisesti pitkän tuotannon ajon jälkeen tai painoväriin kuivumisen takia. Voi johtua asetusten muuttumisesta, nopeuden muuttumisesta, painoväriin ominaisuuksista tai painoväriin kierron nopeudesta sekä sekoittumisesta.
3. **Tuotteiden laatu:** toimintahäiriöllä suora vaikutus laatuun. Painatusjäljen laadun tulee olla riittävän hyvä, jotta asiakas kelpuuttaa sen eikä tule reklamaatioita. Laatueroikeaman huomaaminen ei ole helppoa mutta siihen edesauttaa suurnopeus kameran kuva näytöllä.
4. **Läpimenonopeus:** rasteritelan likaisuuden vuoksi tarvitsee pysäyttää koko tuotantolinja. Puhdistamisen ajan tuotanto on pysähdyksissä.
5. **Tuotannon menetys:** painatusjälki on suuresti riippuvainen rasteritelan kapasiteetista siirtää väriä tuotteeseen. Puutteellinen toimivuus vaikuttaa tuotteen hylkäämiseen, joten rasteritelan merkitys on suuri, kun tarkastellaan komponentin vikaantumista.
6. **Turvallisuus:** jos rasteritela ei toimi oikealla tavalla, niin toimenpiteistä voi tulla useita vaaratilanteita. Rasteritelan putsaamista varten joutuu suojarahattavariteriä sekä käyttää suojarahattavia käsiineitä ja muita suojarahattimia pesukemikaalien takia. Tehokkaampaa puhdistamista varten tarvitsee tela irrottaa ja nostimien käyttö voi aina aiheuttaa vaaratilanteita.
7. **Ympäristö:** Laitteen, tai tässä tapauksessa telan peseminen voi vaurioittaa sähkölaitteita.

- 8. Kustannukset:** vikaantumiselle on suora taloudellinen seuraus, koska tuotantolinjat tarvitsee pysäyttää ja arvokasta tuotantoaikaa menee hukkaan.

Kriittisyyden arvioinnilla voidaan tehdä tarvittava kunnostussuunnitelma ja varata resurssit kohteen kunnostukselle. Siitä voidaan päätellä ja vertailla mikä kone tai koneen komponentti on olennainen pitää toimintakunnossa, jotta resursseja ei hukata vähemmän kriittisiin koneisiin.

TPM strategiaan kuuluu työn tuottavuuden ja käytettävyyden seuraaminen. Se kuuluu TPM strategian mittausvaiheeseen, jossa tuloksien ja tilastojen avulla voidaan selvittää ongelmallisimmat viat tai käyntihäiriöt. Tuotannon laatua voidaan seurata vertailemalla tuotantomäärän ja hyllyn suhteella. Tehokkuutta voi vertailla nopeuskertoimella, jossa on vertailussa tehty tuotanto sekä nimellistuotanto. Käytettävyyteen huomioidaan koneen kuormitusta sekä seisokkeja. Jos ei käytettävyyden, tehokkuuden ja laadun kertoimet kohtaa tavoitearvoja, niin koneella on silloin hävikkiä. Hävikki ei välttämättä johdu siitä, että jotain olisi rikki, vaan että voi olla tiettyjä tekijöitä minkä vuoksi koneen käynti ei ole optimaalista. Sen vuoksi aletaan suorittamaan ongelmanratkaisua, jotta saadaan parhaat käytännöt käyttöön, jotta voidaan pyrkiä vikaantumattomaan toimintaan. (Järviö J. 2006).

5.5 TPM-menetelmän käytännön perusidea

TPM menetelmässä tärkeä elementti on koneen käyttäjien osallistuminen huoltamiseen sekä kunnossapitämiseen. Kun koneenkäyttäjät otetaan mukaan ja sitoutetaan vian tai ongelman korjaamiseen, niin saadaan nopeasti ratkaistua tai selvitettyä vikaantumisen syy, koska heillä on paras ja tuorein tieto laitteiden kunnosta, laadusta ja toimivuudesta. Käyttäjien, kunnossapidon ja sähkökunnossapidon yhteisessä osallistumisessa kaikille tulee käsitys laitteen todellisesta kunnosta ja siten myös ymmärrystä vian syntymiselle, jottei se toistuisi uudestaan. TPM menetelmän käytäntöön kuuluu seitsemän pykälän ohjelma käytännön kunnossapitoon.

Pykälä on:

- perusteellinen puhdistus
- ympäristön siistiminen

- puhdistus ja huolto-ohjeet
- yleistarkastukset
- käytön suorittamat tarkastukset
- toimintojen organisointi ja optimointi
- jatkuva kunnan seuranta

Näihin pykäliin syventymällä saadaan luotua toimiva kokonaisuus tuotannon toimintaan. Puhdistukseen tarvitaan selkeä työmalli, jota noudattaa. Erilaisiin tarkastus toimenpiteisiin tarvitsee kannustaa, jotta vikoja voidaan löytää visuaalisesti sekä koneiden toimintoja paremmin ymmärretään. Yhteistyöllä saadaan hyvä TPM-pohjainen toiminta sekä hyvä käsitys työn jakamisesta koneen käyttäjien sekä korjaajien kesken. (Järviö J. 2006).

6 ENNAKOIVA HUOLTO

6.1 Rasteritelan käyttäjälähtöinen kunnossapito

Rasteritelan käyttökuntoisena pysymiseen vaikuttaa suurimmalta osin painokoneen käyttäjät. Tuotantolinjan pysäyttämisen jälkeen, tilausvaihdon tai laadunvarmistamisen vuoksi, tarvitsee käytettävä painoryhmä tarkastaa. Tarkastuksessa läpikäydään pääpiirteittäin tärkeimmät osa-alueet eli mahdolliset painoväri vuodot, painoväriin tasainen kierto välisäiliöstä, painoväri kammion riittävä tiiveys ja puristus rasteritelaa vasten ja painovärikammion kaavausterien kunto ja puhtaus.

Erilaisen painatusvärin tai uusien kaavausterien vaihdossa käyttäjän tarvitsee mahdollisimman nopeasti huuhdella rasteritela vedellä puhtaaksi ennen kuin vesiliukoinen painoväri kuivuu. Esihuuhtelu tulisi hoitaa tärkeimpänä prioriteettina ennen kuin alkaa muuta huoltoa tekemään, jotta suurimmat epäpuhtaudet saadaan poistettua. Perusteellisempi puhdistus tulee tehdä silloin, jos seuraavaan tilaukseen ei tule painatusta, jotta painoyksikkö olisi käyttövalmis seuraavalla kerralla, kun sitä tarvitaan. Käyttäjän tarvitsee huuhtelun lisäksi käyttää pesuaineita sekä kuituliina tai pesuharjaa, jotta rasteritela jää riittävän puhtaaksi seuraavaa käyttöä varten. Puhdistamisen varmistamiseksi käyttäjän tarvitsee lopuksi puhdistaa etyyliasetaatilla, jotta rasteritela jää kuivaksi eikä pesu toimenpiteestä jää valumatahroja.

Käyttäjän tekemän puhdistuksen merkitys on erittäin tärkeä rasteritelan kunnossapidossa. Ennakoivalla huoltamisella saadaan vältettyä isompien pesulaitteiden käyttöä, joka merkittävästi hidastaa tuotannon tehokkuutta ja tilausvaihdon tekemistä.

7 PESUMENETELMIÄ

7.1 Kuivajää

Kuivajää eli yleisesti tunnettu myös hiilihappojää on hiilidioksidia, mikä on saatettu kiinteään olomuotoon. Kuivajään kiinteän olomuotoon pysymiseen tarvitaan lämpötila, joka on -79 °C tai kylmempi. Kuivajää sublimoituu eli muuttuu suoraan kiinteästä olomuodosta kaasuksi joutuessaan huoneenlämpöön. Pienemmän jääkappaleen koosta sublimoituminen tapahtuu nopeammin, johon lisäksi vaikuttaa jääkappaleen muoto.

7.1.1 Kuivajää puhdistuskäytössä

Kuivajääpuhdistus keksittiin aikoinaan putsamaan epäpuhtaudet siten, ettei pohjamateriaali vahingoittuisi. Kuivajää puhdistusmenetelmässä puhalletaan hiilidioksidiraakeita puhdistusta tarvitsevalle pinnalle suurella paineella, johon käytetään kompressorin paineilmaa. Hiilidioksidiraake pintaan osuessaan ottaa tarvittavan lämmön kohteen pinnasta, jonka seurauksena tapahtuu sublimoituminen. Pinta jäätyy vain ohuelti -70 °C :een ja jäähtyminen käy niin nopeasti, ettei kappaleen lämpö ehdi siirtyä kappaleen pohjamateriaalista kappaleen pintaan. Lämpötilan laskiessa pinta kutistuu nopeasti ja sen seurauksena lämpöstressivoimat rikkovat pintojen välisiä molekyylisidoksia ja pinnan epäpuhtaudet irtoavat kappaleesta.

Sublimoituessaan hiilidioksidin tilavuus kasvaa noin 400-kertaiseksi, mikä aiheuttaa ison kuivajääpurkauksen. Sen seurauksena epäpuhtaudet ja ylimääräiset partikkelit irtoavat lopullisesti ja irronnut lika sekä pöly irtoaa suuren ilmavirran ansiosta pois.

(Konepaja 2016/ Nordic Welding Expo 2016, esitteet ja asiantuntijat).

7.1.2 Kuivajääpuhdistuksen analyysi

Kuivajään valinnassa työaika säästyisi useamman hyvän ominaisuuden vuoksi. Sitä pesumenetelmää käyttäessä ei tarvitsisi tehdä isompia esivalmisteluja eikä esikäsitellyä puhdistettavalle rasteritelalle. Painoryhmän painovärikammio tarvitsee vain avata rasteritelan edestä auki, jonka jälkeen puhdistaminen onnistuu. Tässä pesumenetelmässä suuttimen saa säädettyä, siten että puhallus tapahtuu pelkästään rasteritelaan eikä tarvitse rakentaa telan ympärille suojusta. Ympäristöllä olevia antureita eikä käytettäviä sähkölaitteita ei tarvitse suojata, kun kuivajäästä ei muodostu kosteutta vedetömyyden ansiosta, joka helpottaa työskentelyä.

Tuotannon tehokkuuteen edesauttaisi kuivajääpuhdistuksen vähäiset jälkikäsitteilyt. Putsauksen jälkeen rasteritelalle ei tarvitsisi tehdä ylimääräistä huuhtelua eikä kuivaamista. Käytetty hiilidioksidirake sublimoituu ja häviää ilmaan eikä siitä silloin jää lattialle tai muualle painoyksikköön siivottavaa lisäjätettä. Pesumenetelmän käytöstä jäljellä jää pelkästään irrotettu lika.

Turvallisuus on yksi tärkeistä huomioitavista asioista, kun uusia laitteita investoidaan ja siinä kuivajään käyttö on eduksi. Laitteen käyttöön ei tarvitse kemikaaleja eikä mitään myrkyllistä muodostu kuivajään puhaltamisessa rasteritelaan eikä sen ympäristöön. Kuivajään myrkyttömyys ja hajuttomuus ovat eduksi, koska tuotantolinjalla valmistetaan myös elintarvikemateriaalia sekä lääkepakkaus tuotetta. Myös bakteerit saadaan desinfioitua puhallettavasta kohteesta.

7.1.3 Kuivajään laitteisto

Kuivajään laitteisto säilyttäminen ei tarvitsisi suurempaa tilaa mutta sen sijainti täytyisi olla painoyksikön lähetyvillä, jottei ylimääräistä aikaa kuluisi hakemiseen. Sen käytettävät komponentit ovat selkeitä mutta hiilidioksidirakeen tilaamisesta sekä säilyttämisestä koituu ylimääräistä työtä. Jääpellettien säilyttämiselle tarvitsisi tehdä oma

paikkansa, josta tulisi lisäkustannusta. Jääpellettejä on mahdollista tilata eri kokoisissa laatikoissa, joten se edesauttaisi sopivan määrän tilaamisessa käytön ja tarpeen mukaisesti.



Kuva 7. Kuivajää laitteisto. (Kärcher:n www-sivut 2017)

7.2 Soodapuhallus

Sooda eli natriumvetykarbonaatti (NaHCO_3) on valkoista kidemäistä jauhetta, joka liukenee tehokkaasti veteen ja on siten puhdistuksessa kertakäyttöistä. Soodapuhallus prosessissa soodajauheen ja ilman seos puhalletaan paineilmalla kohteeseen, josta saadaan maalit sekä epäpuhtaudet poistettua vahingoittamatta materiaalia. Soodajauhe koostuu pienistä hiekan tapaisista partikkeleista, jotka osuessaan kovaan pintaan hajoaa. Soodapuhalluksessa puhdistettava kappale tai pinta ei kuumennut eikä lämpötila mene miinusasteen puolelle, vaan soodan alhaisen sulamislämpötilan vuoksi, joka on $50\text{ }^\circ\text{C}$, se pysyy maltillisena. Alhaisen sulamislämpötilan vuoksi puhdistettava kohde ei muokkaannu lämpölaajenemisen johdosta. Soodajauhepartikkelin hajoamisessa syntyy energiaa, joka irrottaa epäpuhtauksia telan tai muun kappaleen pinnasta. Oikealla suuttimen etäisyydellä ja paineilman voimakkuudella soodajauheen energia ei tuhoa alkuperäistä pintaa.

Puhallussooda on PH-arvotansa 8,6 eli lievästi emäksinen mutta puhalluksen yhteydessä teollisuuden puhdistuslaitteistossa käytettävissä vesihuuhtelussa, PH-arvo

putoaa nopeasti neutraalimpaan suuntaan, joten sooda on ympäristöystävällistä ja terveellistä käyttää.

(Työterveyslaitoksen www-sivut, 2017 & soodapuhalluksen www-sivut 2017).

7.3 Höyrypesuri

Höyrypesu on yleinen puhdistusmenetelmä, jota käytetään monenlaisien pintojen pesemiseen ja höyrypesureita on laaja skaala kotitalouksien höyrypesureista aina teollisuuden pesureihin. Puhdistaminen höyryllä tapahtuu ilman kemikaaleja ja siinä käytetään ainoastaan kovaa painetta ja veden lämpötilaa pesemiseen. Höyrypesureihin on mahdollista saada erilaisia suuttimia, jolla hienojakoinen höyry saadaan kohdennettua halutulla tavalla vaikeapääsyisempiin paikkoihin.

7.3.1 Höyrypesurin analysointi

Höyrypesurin tehokkuus ei välttämättä ole riittävä, kun verrataan soodapuhallukseen tai kuivajääpuhdistukseen. Höyrypesurilla erilaisilla suuttimilla saa erilaista puhdistusjälkeä mutta oikeanlaisen löytämiseen tarvitsi testata rasteritelaa sekä erilaisten painovärien kanssa. Höyrypesurin helppokäyttöisyys olisi etuna tehokkuuteen sekä höyrypesurin käytöllä olisi helposti testattu rasteritelalle sopiva paine sekä lämpötila eikä ylimääräistä aikaa kuluisi säätöjen selvittämiseksi.

Tässä pesumenetelmässä käytettävä laitteisto olisi kooltaan järkevän kokoinen sen siirtelyä ja varastointia varten. Painoyksikön käyttäjän ei tarvitse kuluttaa ylimääräistä työaikaa valtavien laitteisto kokoonpanojen kasaamiseen eikä käyttöönotto valmisteluihin. Höyrypesurin lämmin höyry voisi olla ongelma, koska siitä tuleva kosteus saattaisi tuottaa ongelmia ympäristöön. Painoyksikön rakenne ja painoryhmän kokoonpano on tiiviisti suunniteltu kokonaisuus, johon suojuksia rakentamalla höyrypesuriin investointi ei enää kannattaisi.

7.4 Puhdistuskemikaalit

Markkinoilla on tarjolla monia erilaisia kemikaaleja painovärien, vesilakkojen ja muiden aineiden putsamiseen. Pesukemikaaleja on happamia ja emäksisiä sekä eri olomuodossa olevia eli nestemäisiä ja geelimäisiä. Pesukemikaaleja on suoraan pinnoille vaikuttavia tai sitten painoväriin putkistoihin tarkoitettuja kemikaaleja, jotka järjestelmän omassa kierrossa vaikuttavat. Pesukemikaaleja on eri tehoisia muutamasta minuutista yli 30 minuutin vaikutusaikaan. Geelimäisten kemikaalien vaikutus perustuu pitempään vaikutusaikaan kappaleen pinnalla, koska paksumman olomuotonsa vuoksi ei valu liian nopeasti kappaleen pinnalta.

Puhdistuskemikaalien pinttyneen lian puhdistuksessa tarvitsee vaikuttavan kemikaalin lisäksi huuhtelun vedellä sekä mekaanisesti puhdistamisen harjalla, jotta kuivunut lika irtoaa.

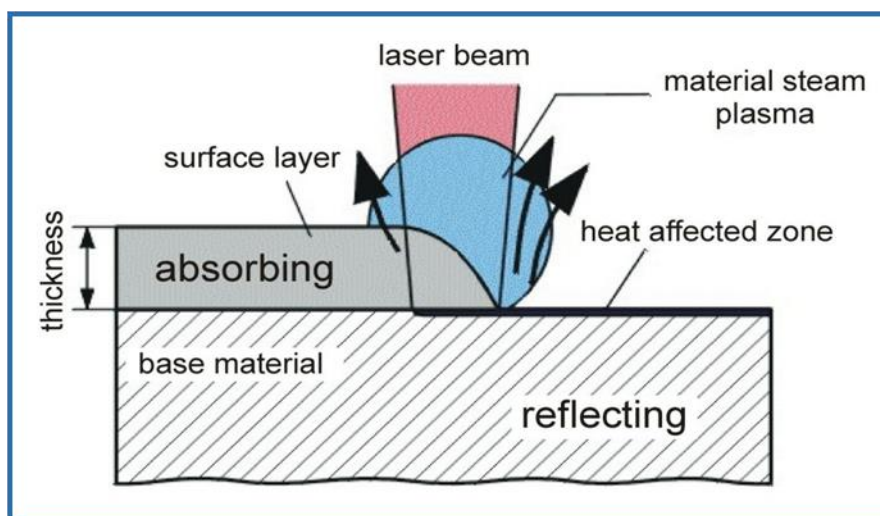
7.4.1 Toimintamalli pesukemikaaleille

Rasteritelan puhdistamiseen on markkinoilla laajasti tarjolla erilaisia tuotteita. Selkeyttämisen vuoksi sekä kannattavuuden kannalta tulisi ottaa käyttöön huolto-ohje sekä raportointi toimivista kemikaaleista. Raportointi tulisi tehdä koneen käyttäjien kokemusten perusteella ja raporttiin tulisi merkitä mikä kemikaali on kyseessä, sen tehokkuus ja vaikutusnopeus sekä sen hinta, jotta kannattavuus investoimiseen onnistuisi. Raportin avulla voitaisiin selvittää millaisia pesukemikaaleja kannattaa suosia painoväriin puhdistamisessa ja mihin taloudellisesti sekä tuotannon tehokkuutta ajatellen tulisi sijoittaa.

Sopivien pesukemikaalien investoimisen jälkeen tulisi ohjeistaa ja teettää selkeät huolto-ohjeet kemikaalien käyttöön, jotta kaikki koneen käyttäjät tekisivät pesun oikein ja ylimääräinen kokeileminen sekä pesuaineen tuhlaaminen jäisi pois. Tällä toimintamallilla saadaan tehostettua puhdistamiseen ja selvittämiseen kulutettua aikaa. Myös kemikaalien oikeanlaisen käytön merkitys sisäistyy ja työn tekeminen nopeutuu.

7.5 Laser puhdistus

Laser-puhdistuksessa puhdistettava aine absorboi itseensä valoa sekä lämpöä. Epäpuhtauksien sidosaineet rikkoutuvat lasersäteen energian avulla ja räjähdysen omaisesti atomit laajenevat, jonka johdosta ylimääräinen lika höyrystyy pois. Laser-säteestä tulee silmälle näkymätöntä 1064 nanometrinen aallonpituudella ja 100-200 kHz:n taajuudella pulssitettua energiaa, jonka tehoa sekä taajuutta voi säädellä. Epäpuhtaus höyrystyy oikeilla säädöillä niin, ettei rasteritela tai muu vastaava kappale vaurioitu metallurgisesti. (Laser Sami Oy:n www-sivut 2017.)



Kuva 8. Laser-puhdistus (Laser cleaning Africa:n www-sivut. 2017.)

7.6 Mikrokuituliina/matto

Uudempana innovaationa rasteriteloille on tullut koko telan levyisiä mikrokuitumattoja. Niiden saatavuus tulee varmasti yleistymään heti, kun markkinat tuotteille yleistyvät. Rasteritelan painovärin volyyymi riippuu telassa olevien pienien kupprien koosta ja muodosta, mutta keskimäärin kupin koko on n. 100 mikromillia leveydeltään ja kuitukankaan kuidun rakenne on noin 50 mikromillia. Kuidun pienen rakenteensa vuoksi se pääsee tunkeutumaan rasteritelan kuppiin ja poistaa kuivunutta painoväriä. Mikrokuitu-maton toiminta tapahtuu harjan tavoin, mutta toisin kuin harja, sen kuidut mahdollistavat kupprien puhdistamisen.

(Mietus 2017).

7.6.1 Mikrokuitu-maton kiinnitys kokoonpano

Mikrokuitu-maton käyttöä varten edellyttää sille räätälöity kiinnitysteline tai kiinnityskisko. Kiinnittäminen tulisi tehdä niin, ettei kuitukangas häiritse painovärikammion toimintaa eikä pääse kaavausterien väliin. Painoyksikön rakenteessa ylimääräistä tilaa ei ole paljoa mutta kuitukankaan asentaminen olisi mahdollista, sillä telineen tai kiinnityskiskon pystyy rakentamaan esimerkiksi painovärialtaan reunaan.

Kuitukankaassa etuina olisi selkeästi sen nopea ja aikaa säästävä käytettävyys pesutoimenpiteiden aikana. Siinä olisi mahdollista hyödyntää painoyksikön omaa pesutoimintoa, jossa painoväripumppujen kiertoon lisätään pesuainetta ja saadaan pesuaineen ja veden seos järjestelmään kiertämään. Siihen lisättynä mikrokuitu-maton mekaaninen puhdistaminen, niin tehokkuus paranisi nykyisestä tilanteesta.

Tällä menetelmällä pystyisi välttymään mahdolliselta rasteritelan irrotukselta ja merkittävästi työaika säästyisi. Kuitukangas-matto tarvitsi ainoastaan käytännössä testata ja selvittää kuinka monet puhdistustoimenpiteet se kestäisi, jotta sen investointi kannattaisi.

7.7 Laser-puhdistus

Laser-puhdistuksessa epäpuhtaudet saadaan tehokkaasti poistettua rasteritelan kuppeista ja tela saadaan kerrasta viimeisteltyä puhtaaksi, koska lasersäde tunkeutuu tarkasti rasteritelan kuppeihin. Työn jälkeen rasteritelaa ei tarvitse jälki käsitellä huuhtelemalla tai jäähdyttelemällä, joka on iso tekijä nopeuttamaan tuotannon toimivuutta. Tällä puhdistusmenetelmällä haittapuolena on kalliit ja suuri kokoiset laitteistot, jonka käyttämiseen tarvitsee erikseen koulutuksen. Rasteritelaa varten käytettävä kone on tarkka säädöistä, jotta oikealla teholla sekä telan pyörimisnopeudella ei tule yhtään vaurioita rasteritelan pieniin kuppeihin. Puhdistusmenetelmä tulisi olla helppokäyttöisempi eikä siinä saisi olla riskiä telan vaurioittamiseen, joka heikentäisi painatusjäljen laatua.

Lasersäteen nopean mikropurkauksen seurauksena pinnalle ei jää karstaa eikä haitallisia jäämiä, joten laitteen huoltoa ja toimenpiteitä telan puhdistamisen jälkeen tarvitaan vain vähän. Jälkikäsitteilyiden vähäisyys tehostaa työntekijän työvaihetta ja nopeuttaa tuotantoa.

7.7.1 Laser-puhdistuksen kokeilu

Tehtaalle tuli Ruotsista yrityksen edustaja testaamaan sekä antamaan näytöt eri rasteritelojen puhdistamisesta. Yhden telan puhdistamiseen kului aikaa noin 30 minuuttia ja siinä näkyi selkeästi puhtaamman pinnan ja likaisen pinnan eron. Epäpuhtaudet palloivat/haihtuivat ilmaan laser säteen tasaisella liikkeellä, telan pyöriessä laitteistossa. Puhdistaminen tapahtui valvonnassa ja itse laserin vaikutusta pystyi seuraamaan niin, ettei telaa tarvinnut koteloida suojien ympärille. Laser säteen teho kohdistui lineaarisesti noin 5-10 senttimetrin leveydeltä ja sen etäisyys telasta oli noin 20 senttimetriä. Toimenpiteestä ei tullut paljoa karstaa, vaan suurin osa liasta katosi palamisreaktiona, joten jälkisiivous oli erittäin pientä.

Rasteritelan kupit tulivat riittävän puhtaaksi mutta tuotantolinjalla työntekijöiden kokemusten perusteella lakan kulutus lievästi kasvoi lakkarasterissa. Painokoneen rasterissa kulutuksen vaikutusta ei selkeästi ollut havaittavissa. Tuotantolinjan laminaatin emissiokertoimen eli lämmönsäteilykerroin, oli laboratoriossa otetuissa näytteissä mennyt heikompaan suuntaan, joka tuli ilmi tuotteiden labra-arvojen seuraamisella. Se viittaisi rasteritelan kupprien kulumiseen laser-puhdistuksen seurauksesta, mihin on voinut vaikuttaa laser-puhdistuksen teho, laserin etäisyys tai telan pyörimisnopeus. Laser-testauksessa on saattanut olla vääränlaiset parametrit laitteistossa tai telan halkaisija tai koko mitattu laitteistolle väärin.

7.7.2 Laser-puhdistus laitteisto

Laitteiston suuren koon vuoksi, säilyttäminen painoyksikön läheisyydessä ei olisi mahdollista, joten siirtelyyn kuluisi ylimääräistä työaikaa ja hidastaisi tuotantolinjan tehokkuutta. Laserpuhdistus menetelmää varten, joutuu rasteritelan irrottamaan painoyksikön painoryhmästä, joka ei parantaisi työtehokkuutta nykyisestä tilanteesta tehokkaampaan suuntaan vaan aikaa kuluisi samanlailla. Laserpuhdistuksen etuina

verrattuna nykyisen soodapuhalluskoneen käyttöön on jälkikäsitteily, koska laser-puhdistuksesta ei jää siivottavaa.



Kuva 9. Laserpuhdistuslaitteisto (LaserClean www-sivut 2017)

8 LOPPUPÄÄTELMÄ

Opinnäytetyöni tavoitteena oli selvittää mitä erilaisia mahdollisia pesumenetelmiä olisi mahdollista hyödyntää painoyksikön rasteritelan pesemistä varten. Tarkoituksena oli myös perehtyä painoyksikön rakenteeseen ja pohtia mahdollisuutta rakentaa jotteita tai jonkinlaisia kiskoja, johon voisi kiinnittää rasteritelaa puhdistavan suuttimen. Osoittautui kuitenkin, että ei ole yhtä selkeää ratkaisua mihin pesumenetelmään kannattaisi investoida.

Painokoneen haastavan konstruktion vuoksi ei ole mahdollista tehdä yksikköön jotteita esimerkiksi soodapesurin, kylmäjään tai laser puhdistimen suuttimelle. Suutinta ei pystyisi ahtaan tilan, irrotettavien pesuultaiden ja koneellisesti liikutettavien telojen vuoksi rakennettua kiinteäksi tai edes väliaikaisesti asennettavaksi. Painokoneen rakenteen takia mikrokuitu-matto voisi olla harkitsemisen arvoinen, jos ne yleistyisivät markkinoille sellaisina kokoonpanoina, jotka olisi helppo asentaa painoryhmään pesun ja huollon ajaksi.

Erilaisia pesukemikaaleja tehtaalla pystytään kokeilemaan mutta toimivien ja tehokaiden tuotteiden investointia varten täytyisi tehdä taulukko, mihin kirjattaisiin pesuaineen kulutusta, tehokkuutta, vaikutusaikaa, pH-arvo ja hintaa. Taulukon avulla pystyisi seuraamaan pesuaineiden kannattavuutta ja vertaamaan tuotteita keskenään. Pesuaineiden testaamisessa tulisi pääasiassa huomioida käyttäjien kokemusta ja tehdä valintaa sen perusteella. Muita pesumenetelmiä vertaamalla panostaminen pesukemikaaleihin olisi pienempi kustannus, joten se olisi selkein ja yksinkertaisin vaihtoehto. Suurimmassa osassa työssä selvitetystä pesumenetelmistä tarvitaan isokokoisia koneita, joiden sijoittaminen PE-4 linjaston läheisyyteen ei onnistuisi tilanpuutteen vuoksi.

Yhteenvetona tämä aihe osoittautui hankalaksi, koska yhtä selkeää ratkaisua ei ole ja kaikkien pesulaitteiden käytännön testaaminen tarvitsisi paljon enemmän aikaa. Pesulaitteistoa varten tarvitsi pyytää useampaa eri yritystä vierailemaan sekä kokeilemaan laitteidensa toimivuutta ja niistä tehdä raportit. Jatkotutkimusta varten tästä työstä olisi apua, jos haluaa tarkemmin syventyä tiettyyn pesumenetelmään käytännössä ja saa selvitettyä mihin pesumenetelmän toiminta perustuu.

LÄHTEET

Gerhard Pahl & Wolfgang Beitz. 1990. Koneensuunnitteluoppi. Metalliteollisuuden Kustannus Oy.

Viluksela, P., Ristimäki, S. & Spännäri, T. 2007. Painoviestinnän tekniikka. Helsinki: Opetushallitus 2007

Karhuketo, H., Seppälä, M. J. & Törn, T. 2004. Paperin ja kartongin jalostus (2. uudistettu painos). Helsinki: Opetushallitus

Laakso, O. Rintamäki, T. 2003 Aaltopahvin ja kartongin jalostus. (2. korjattu ja päivitetty painos). Lahti: Suomen aaltopahviihdistys ry

Tresu Production A/S. Kokoonpano asiakirja 2009. Painokone. Viitattu 14.11.2017.

Järviö, J., 2006. Kunnossapito (3. uudistettu painos) Helsinki: KP-Media Oy

Työterveyslaitoksen www-sivut. 2017. Viitattu 08.11.2017 <https://www.ttl.fi/>

Soodapuhalluksen www-sivut 2017. Viitattu 09.11.2017 <https://www.soodapuhallus.fi/>

Kopra, J, 2006. Aaltopahvin jalostuskoneen painoyksikön uusinnan vaikutus painojälkeen ja tuotantotehokkuuteen. AMK-opinnäytetyö Tampereen ammattikorkeakoulu. Viitattu 25.3.2016

Walki Oy www-sivut. 2016. Viitattu 20.02.2016. <https://www.walki.com>

Walki Oy tuote-esittely materiaali. 2017. Viitattu 18.11.2017
[http://www.walki.com/web/images/Walki-Flex_gb.pdf/\\$FILE/Walki-Flex_gb.pdf](http://www.walki.com/web/images/Walki-Flex_gb.pdf/$FILE/Walki-Flex_gb.pdf)

Laitteistomateriaali, esitteet ja asiantuntijat. 2016. Konepaja 2016 / Nordic Welding Expo 2016 -messut. Viitattu 17.3.2016

Mietus D. 2017. Using a micro fiber cleaning plate to combat dirty anilox rolls. Viitattu. <https://flexography.org>

Laser Sami Oy:n www-sivut. 2017. Viitattu 12.11.2017. <https://www.lasersami.fi>

LaserClean www-sivut. ALCS 2500 S Offline laser cleaning solution. Viitattu 20.11.2017
<https://www.laserclean.eu/products/alcs-2500-s-offline-laser-cleaning-solution/>

Laser Cleaning Africa: n www-sivut. 2017. Viitattu 26.11.2017 <http://www.lasercleaningafrica.com/>