

Pekka Lähdesmäki

## RULLAKULJETINLINJAN PERUSKUNNOSTUS

Opinnäytetyö

KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Toukokuu 2010

## TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

<b>Yksikkö</b> Keski-Pohjanmaan Ammattikorkeakoulu	<b>Aika</b> Toukokuu 2010	<b>Tekijä/tekijät</b> Pekka Lähdesmäki
<b>Koulutusohjelma</b> Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma		
<b>Työn nimi</b> Rullakuljetinlinjan peruskunnostus		
<b>Työn ohjaaja</b> Tapio Malinen	<b>Sivumäärä</b> 31 sivua + 2 liitettä	
<b>Työelämäohjaaja</b> Markku Lomperi		
<p>M-real Oyj:n Äänekosken paperitehdas päätti investoida paperitehtaan arkittamoon ostamalla kaksi uutta arkkileikkuria. Koska rullien koot (leveys ja paino) kasvavat huomattavasti, oli rullakuljetinjärjestelmää kunnostettava. Kunnostus on tehty Metson kuntotarkastusraportin pohjalta.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä keskityttiin niihin laitteisiin, jotka uusien arkkileikkureiden tultua jäävät vielä käyttöön. Tarkemmin työn tavoitteena oli ID-aseman jälkeisen välipysäyttimen modifiointi, pituusleikkuri ykköseltä eteenpäin vievän kuljettimen kunnostus ja raportissa mainittujen työntimien ja vastaanottimien kunnostus. Nämä korjaustyöt on tehty olemassa oleviin laitteisiin, jolloin korjaustyön hinta saatiin pysymään edullisena verrattuna Metson esittämään tarjoukseen.</p> <p>Sekä välipysäyttimen modifiointi että vastaanottimien ja työntimien laakeriholkkien ja akseleiden vaihto onnistui hyvin. Opinnäytetyönä suoritetusta rullakuljetinlaitteiden korjauksesta johtuen kunnostetut laitteet kestävät uusien investoitavien arkkileikkureiden myötä kasvavien paperirullien painon.</p>		

**Asiasanat**  
arkkaamo, kunnostus, rullakuljetinlinja

ABSTRACT

<b>CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</b>	<b>Date</b> May 2010	<b>Author</b> Pekka Lähdesmäki
<b>Degree programme</b> Mechanical Engineering and Production Technology		
<b>Name of thesis</b> Renovation of roll handling line		
<b>Instructor</b> Tapio Malinen		<b>Pages</b> 31 pages + 2 appendices
<b>Supervisor</b> Markku Lomperi		
<p>The M-real Äänekoski Paper decided to invest in the finishing line by purchasing two new sheet cutters. Since the size of the paper rolls will increase substantially, the roll handling line had to be renovated before the investment. This renovation was done according to a report made by Metso.</p> <p>This thesis focused on those devices in the finishing line that will be used after the new sheet cutters are in operation. More specifically, the aim of this thesis was the modification of the stopper located after ID-station and the renovation of the conveyor after the cutter number one. In addition to this, the objective was also the renovation of the pushers and receivers mentioned in the Metso's report. These repairs were done to the existing devices. Because of this, the costs of the repairs were lower when compared to the offer made by Metso.</p> <p>The modification of the stopper as well as the changes of the bearing bushings and axes succeeded well. As a result, the renovated devices will sustain the increasing weight of the paper rolls.</p>		

<b>Key words</b> Finishing line, paper handling line, renovation
---

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1 JOHDANTO	1
2 M-REAL	3
2.1 Äänekosken paperitehdas	3
2.2 Tehdasesittely	4
2.2.1 Paperikone	6
2.2.2 Päälystys	6
2.2.3 Kalanterointi	6
2.2.4 Pituusleikkaus	7
2.2.5 Arkkileikkaus	7
2.2.6 Riisinkäärintä	7
2.2.7 Rullanpakkaus	8
2.2.8 Uudelleenrullauskone	8
3 KUVAUS KULJETINJÄRJESTELMÄSTÄ	9
3.1 Työnnin ja vastaanotin	10
3.2 Kääntöpöytä	11
3.3 Lamellikuljetin	12
3.4 Välipysäytin	13
3.5 Rullien kulku arkkaamossa	14
3.5.1 Rullien lähetys pituusleikkuri ykköseltä	14
3.5.2 Rullien lähetys pituusleikkuri kakkoselta	14
3.5.3 Rullien siirto työntimeltä 17	14
3.5.4 Rullien siirto arkkirullavarastoon	15
3.5.5 Rullien siirto arkkileikkureille ja URK:lle	15
3.5.6 Rullien pyyntö arkkirullavarastosta	16
3.5.7 Rullien lähetys URK:lta ja sen ympäristöstä	16

3.5.8 Rullien ajo pakkakoneelle	17
3.5.9 Rullien ajo pakkakoneelta tuotevarastoon	17
3.6 Ohjausalueet	17
3.7 Ongelmat rullakuljetinjärjestelmässä	18
4 KORJAUSTOIMENPITEET	20
4.1 Telojen laakeriholkit	20
4.2 Telojen akselit	21
4.3 Välipysäyttimen kunnostus	22
4.4 Pysäytin-Työnnin 26	24
4.5 Rullakuljetin 35 kunnostus	24
5 TULOKSET	26
LÄHTEET	
LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Viime vuosina metsäteollisuuden käynnissä olevat investoinnit Suomessa ovat vähentyneet. Esimerkiksi vuonna 2008 Suomalaisten metsäteollisuusyritysten investoinnit olivat yhteensä noin 1,9 miljardia euroa. Ulkomaisiin kohteisiin investoitiin 880 miljoonaa euroa ja kotimaahan noin miljardi euroa. Metsäteollisuuden kilpailukyvyn ylläpitämisen ja kehittämisen kannalta investoinnit tuotantolaitoksiin ovat kuitenkin erittäin tärkeitä.

Metsäliitto-konserniin kuuluva M-real päätti investoida Äänekosken paperitehtaan arkittamoon noin 6 miljoonaa euroa. Investointi nostaa arkituskapasiteettia ja parantaa työn sujuvuutta. Hanke valmistuu vuoden 2011 alkupuoliskolla. Tämän investoinnin uskotaan parantavan Äänekosken paperitehtaan kilpailukykyä korkealaatuisen päällystetyn hienopaperin valmistajana. Lisäksi investointi parantaa asiakaspalvelua.

Tehtävään ryhdyttiin koska Äänekosken paperitehtaalla korvataan nykyiset neljä arkkileikkuria kahdella Haalenista vapautuvalla leikkurilla. Uusien leikkurien myötä paperirullien painot tulevat kasvamaan aina 5000 kilogrammaan saakka. Uusien suurempien rullien halkaisija on 1500 millimetriä ja leveys 1940 millimetriä. Kyseisten muutosten pohjalta Metso teki rullakuljettimien kuntokartoituksen. Raportissa eriteltiin mitä muutoksia tulisi tehdä, kun uudet leikkurit tulevat ja mitä korjauksia nykyisiin olemassa oleviin rullakuljetin laitteisiin tulisi suorittaa. Lisäksi raportissa lueteltiin useita muita pienempiä töitä, joista on laadittu kunnossapitojärjestelmään työmääräimiä. Kyseisistä töistä Metso laati tarjouksen ja selvitti, mitä muutokset maksaisivat heidän tekemänään. He olisivat vaihtaneet työntimien ja vastaanottimien telat kokonaan.

Metson tekemän tarjouksen sijaan rullakuljettimien kunnostus päädyttiin tekemään tehtaan omana työnä. Kun työt suoritettiin itse korjaten ja olemassa olevia osia hyväksi käyttäen, niin työn hinta oli paljon alhaisempi. Rullakuljettimien kunnostus toteutettiin siten osana opinnäytetyötä, jonka aikana raportin kirjoittaja suunnitteli kunnostuksen, hankki tarvittavat varaosat ja toimi osana käytännön toteuttamista.

Tässä opinnäytetyössä keskityttiin olemassa olevien rullakuljetinlaitteiden korjaukseen. Korjauksista tärkeimpiä oli ID-aseman jälkeisen välipysäyttimen modifiointi, pituusleikkuri 1 jälkeisen lamellikuljettimen pos.37 kunnostus ja raportissa mainittujen rullien työntimien ja vastaanottimien kunnostus. Näistä lamellikuljetin pos.37 kunnostus vaatii kahden päivän seisokin. Tämän opinnäytetyön työstämisen aikana kyseisen kaltaista seisokkia ei ollut eli kunnostus siirtyy tulevaisuuteen. Tätä työtä varten on kuljetinketju hankittuna.

## **2 M-REAL**

M-real Oyj on suomalainen pörssi-yhtiö, joka on yksi Euroopan johtavista paperintuottajista. Yhtiön aikaisempi nimi oli Metsä-Serla Oy. Se syntyi 1986 Metsäliiton Teollisuus Oy:n ja G. Serlachius Oy:n fuusiossa. Yhtiön nimeksi muutettiin vuonna 2001 M-real, ja se on Metsäliitto osuuskunnan tytäryhtiö. Metsäliitto omistaa osakepääomasta reilun kolmanneksen, mutta yhtiön äänivallasta sillä on hallussaan yli 60 prosenttia. M-real omistaa yhdessä Metsäliiton kanssa enemmistön sellua valmistavasta Oy Metsä-Botnia Ab:stä. Metsäliitto konserni kuuluu maailman suurimpiin metsäteollisuusyrityksiin, jonka omistaa 130 000 yksityisen suomalaisen metsänomistajan muodostama osuuskunta. M-realilla on kaksi osakesarjaa A ja B, jotka molemmat noteerataan Helsingin pörssissä. M-realin merkittävimmät tehtaat Suomessa ovat Kyrön, Takon, Simpeleen ja Äänekosken tehtaat. M-realilla on paperikoneita yli 20 ja kapasiteettia 4 miljoonaa tonnia. Kartonkitehtaita on Tampereella, Kyröskoskella, Äänekoskella, Simpeleellä ja Kemissä. (M-real vuosikertomus 2009.)

### **2.1 Äänekosken paperitehdas**

M-realin paperitehdas Äänekoskella valmistaa kolmeen kertaan päällystettyä taidepainopaperia, joka on tuotenimeltään Galerie Art. Tuotteen neliöpainot ovat 115-300 gramman väliltä. Paperinvalmistuslinjaan kuuluu paperikone, joka sisältää kaksi on-line-päällystysasemaa, päällystyskoneen, kaksi kiillotuskalanteria, mattakalanterin, kaksi pituusleikkuria, neljä arkkileikkuria, riisinkäärintäkoneen ja rullanpakkaus-koneen. 29.9.2008 M-real ilmoitti, että Äänekosken paperitehdas ryhtyy toimimaan Sappi Limited-konsernin alihankkijana (Salo 2010).

Galerie –paperit lanseerattiin vuonna 1989 (M-real vuosikertomus 2004). Galerie Art on molemmilta puoliilta kaksi tai kolme kertaa päällystettyä puuvapaata taidepainopaperia, eli sen valmistuksessa on käytetty ainoastaan kemiallista massaa. Galerie Art –paperille on ominaista erityisesti painopinnan vaaleus, sileys



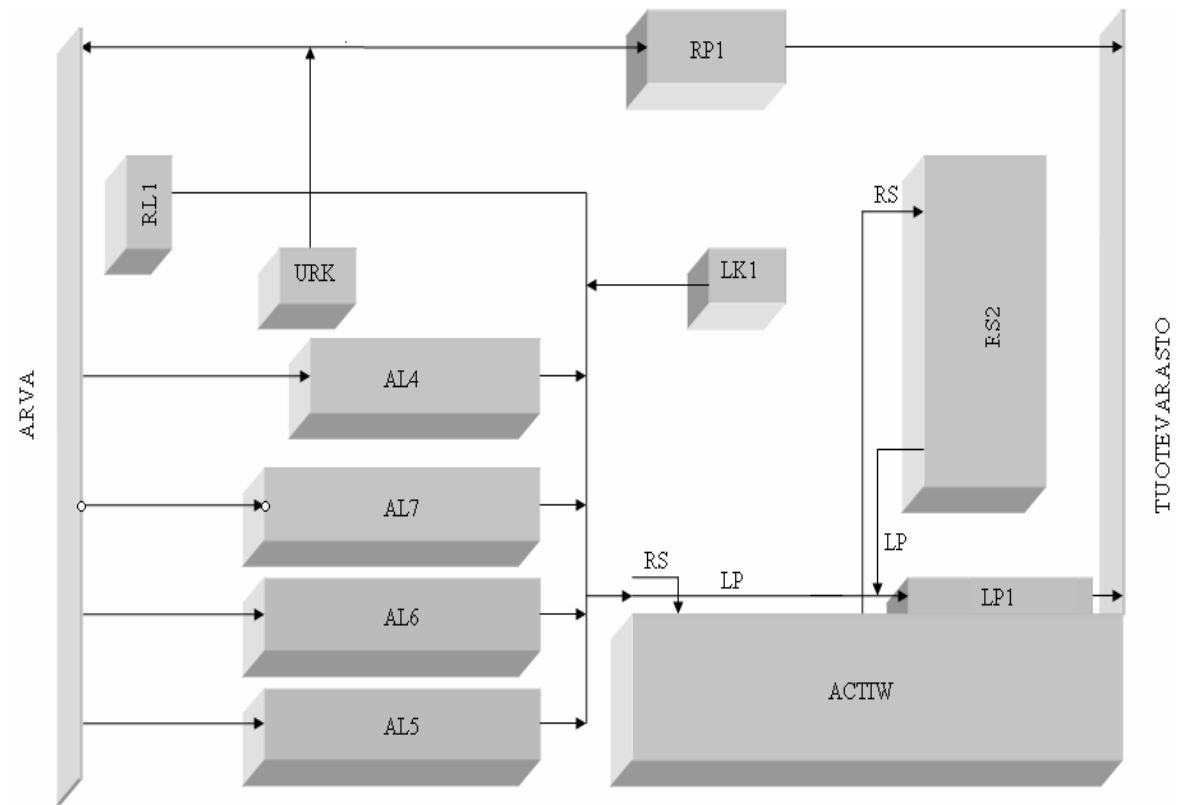
ja arkkipainatuksessa mittapysyvyys (Janhunen 2007). Äänekosken paperitehtaalla valmistetaan kahdenlaista paperilaatua: kiiltävä ja mattaa. Kiiltävä on nimeltään Galerie Art Gloss ja mattalaatu Galerie Art Silk. Pintapäälysteen valinta ja kalanterointitapa vaikuttavat näiden kahden paperilaadun eroon (M-real vuosikertomus 2004).

Kolmella päälystyskerroksella Galerie Art –paperiin saadaan hyvä painopinta. Se mahdollistaa erittäin terävien kuvien ja kirkkaiden värien tuottamisen äärimmäisen sileällä pinnallaan ja korkeakiiltoisuudellaan. Galerie Art- paperilla on erittäin hyvät taitto-ominaisuudet ja se sopii hyvin kohokuviointiin, perforoimiseen, hologrammeihin ja metalliväripainatukseen. Siksi Galerie Art -taidepainopaperi yleisimpiä käyttökohteita ovat vaativat ja korkealaatuiset painotyöt, kuten esimerkiksi aikakauslehdet ja tuoteluettelot, taidekirjat, julisteet ja vuosikertomukset (M-real vuosikertomus 2004).

## **2.2 Tehdasesittely**

Äänekosken tehdas voidaan jakaa kolmeen eri osastoon. Ensimmäisessä osastossa sijaitsee paperikone ja päälystyskone. Toinen ja kolmas osasto sijaitsevat alakerrassa. Toisessa osastossa ovat kalanterit ja pituusleikkurit. Kolmannessa osastossa ovat arkkileikkurit, uudelleenrullaus, riisinkäärintä ja rullanpakkaus.

Seuraavissa kappaleissa esitellään tarkemmin edellä mainittujen kolmen osaston laitteet. Tässä työssä keskitytään arkkiaamossa ja arkkileikkureilla olevaan rullakuljetin järjestelmään (katso kuvio 1). Tehdasesittelyssä on käytetty lähteenä M-real Äänekosken sisäistä tietoverkkoa (M-real Äänekoski intranet).



Kuvio 1. Arkaamon pohjapiirros.

RP1=rullanpakkaus

RL1=riisinleikkaus

URK=uudelleenrullauskone

AL4-7=arkkileikkurit

LK1=lavankäsittely

RS2=riisinsitomakone

LP1=lavanpakkaus

ACTIW=automaattinen välivarasto

ARVA=arkitettavien rullien automaattivarasto

### **2.2.1 Paperikone**

Paperikone 2 eli PK2 käynnistettiin vuonna 1987. Kone on Valmetin valmistama ja sen radan leveys on 3.76 metriä ja ajonopeus on 500-1100 metriä minuutissa. Koneen tuotanto on 400-610 tonnia päivässä ja vuosituotanto on 200 000 tonnia päällystettyä taidepaperia. Paperikoneessa on kaksi on-line-päällystysasemaa, joilla paperi päällystetään kerran molemmilta puolilta.

### **2.2.2 Päällystys**

Valmistettava paperi on kolmeen kertaan teräpäällystettyä. Erillisellä päällystyskoneella paperin pinta päällystetään vielä kahteen kertaan kummaltakin puolelta. Tämän tarkoituksena on täyttää paperin pinnan epätasaisuudet ja näin ollen parantaa paperin ulkonäköä ja painettavuutta.

### **2.2.3 Kalanterointi**

Kalanteroinnin päätehtävä on muokata paperin pinnan ominaisuudet sellaisiksi, että ne vastaavat kyseisen painomenetelmän asettamia vaatimuksia. Toinen tehtävä on paksuusprofiilin hallinta. Tehtaalla on neljä kalanteria. Ensimmäinen on paperikoneella, ennen päällystystä. Alakerrassa sijaitsee erilliset kiillotuskalanterit ja mattakalanteri.

Paperikoneella sijaitsevalla konekalanterilla paperi kalanteroidaan ennen esipäällystystä. Konekalanteri on kovanippinen, eli kalanterin telat ovat kovapintaisia. Konekalanteroinnilla tasoitetaan paperirainan paksuusprofiilia ja pyritään aikaansaamaan oikea karheustaso.

Mattakalanterointi suoritetaan softkalanterilla. Siinä toinen nipin muodostavista teloista on pehmeäpintainen. Mattakalanteroinnin tarkoituksena on maksimoida sileyden ja minimoida kiilto. Superkalanteroinnin tavoite on maksimoida paperin kiilto mahdollisimman vähäisellä tiheyden muutoksella. Yleisimmin superkalanterissa on

9-14 telaa, joista yksi tai kaksi on pehmeäpintaisia. Äänekosken tehtaalla on kaksi identtistä superkalanteria, jotka ovat Kleinewefersin valmistamat. Niissä on 14 telaa, joista muodostuu 13 telanippiä.

#### **2.2.4 Pituusleikkaus**

Tehtaalla on kaksi pituusleikkuria. Pituusleikkuri yksi on Jagenbergin valmistama kantotelaleikkuri ja pituusleikkuri kaksi on Valmetin valmistama keskiörullain. Arkitukseen menevistä rullista suurin osa leikataan pituusleikkuri kakkosella. Sen vahvuudet ovat siinä, että sillä voidaan valmistaa rullia joiden pinta on erittäin pehmeä ja jotka eivät vaadi kuljetuskestävyyttä. Rullatilaukset leikataan puolestaan pituusleikkuri ykkösellä, joka soveltuu paremmin halkaisijaltaan pienempien rullien valmistukseen. Määrällisesti kuitenkin suurin osa tehtaalla pakattavista rullista on halkaisijaltaan 120 senttimetriä tai alle. Pituusleikkuri ykkösellä on rullien leveysalue hyvin laaja ja sillä voidaan ajaa myös kaksoisrullia, joiden leveys on alle 400 millimetriä..

#### **2.2.5 Arkkileikkaus**

Osa paperista painetaan arkkeina ja osa rullina. Rullapainatus on edullisempaa vasta suuremmissa painotöissä. Äänekoskella valmistettavasta paperista 35 prosenttia toimitetaan asiakkaille rullina ja 65 prosenttia arkkeina. Arkitetusta paperista 33 prosenttia toimitetaan riisikääritynä. Paperitehtaan arkkamossa on neljä arkkileikkuria. Arkkileikkuri 7 on Bielomatikin ja arkkileikkuri 4 on Jagenbergin valmistama. Arkkileikkurit 5 ja 6 ovat identtisiä ja Valmet-Streckerin valmistamat.

#### **2.2.6 Riisinkäärintä**

Tavallinen tapa pakata arkit on pinota ne puulavalle palleteiksi, mutta usein tarvitaan myös pienempiä paperipinoja, riisejä. Riisiksi kutsutaan tietyn arkkimäärän sisältämää paperipinoa. Yleensä riisit pakataan joko pahvilaatikoon tai paperikääreeseen. Äänekoskella valmistettavat riisit kääretään paperiin. Yleisimmät arkkimäärät riiseissä on 100, 125, 150, 250 tai 1000 arkkia.

Äänekosken riisinkäärintäkone on Wrapmaticin valmistama. Sen nopeus on 13-17 riisiä minuutissa. Valmistettavien riisien maksimikorkeus on 80 millimetriä ja minimikorkeus 10 millimetriä. Riisien leveys on välillä 420-1100 millimetriä ja pituus välillä 420-1400 millimetriä.

### **2.2.7 Rullanpakkaus**

Rullanpakkaus koneella pakataan pituusleikkurilta ja uudelleenrullauskoneelta lähetetyt pakkaukseen ositetut rullat. Rullat kääretään kosteudelta suojaavaan käärepahviin ja rulliin liimataan etiketit, joissa on viivakoodit. Pakatut ja merkityt rullat lähetetään automaattiseen Actiw-tuotevarastoon ja suuret, painoltaan yli 1500 kilogrammaa ja leveydeltään yli 1280 millimetriä olevat rullat, kuljetetaan trukilla varastoon. Rullanpakkauslinjaan kuuluvat seuraavat laitteet: kuljettimet ja siirtolaitteet, vaaka, liimanlevityslaite etiketeille, MILLMAN-tuotannonohjausjärjestelmän päätte ja kirjoittimet ja varsinainen rullanpakkaus kone käärepukkeineen.

### **2.2.8 Uudelleenrullauskone**

Uudelleenrullauskoneella voidaan korjata vaurioituneita rullia ja rullia joissa on valmistuksessa ilmenneitä vikoja. Koneella voidaan myös valmistaa ylimääräisistä rullista asiakkaan toiveiden mukaisia.

### 3 KUVAUS KULJETINJÄRJESTELMÄSTÄ

Seuraavassa kappaleessa on lähteenä käytetty soveltuvin osin laitetoimittajan kansiota (Valmet kuljettimien mekaaniset piirustukset kansio II/II 1987). Osaksi lähteen tiedot ovat vanhentuneita, joten niitä piti päivittää hieman. Opinnäytetyön liitteenä on lay-out –kuvat arkaamon rullakuljettista. Kappaleessa 3.7 lähteenä on käytetty Metson kuntotarkastusraporttia.

Paperirullakuljettimilla siirretään pituusleikkureilta, uudelleenrullaimelta tai kentältä lähetetyt rullat annettuihin osoitteisiin. Paperirullakuljettimet siirtävät myös arkkirullavarastosta pyydetyt rullat haluttuun osoitteeseen. Rullat voivat saada osoitteeseen pakkakoneen, arkkirullavaraston, arkkileikkurin, uudelleenrullaimen tai giljotiinin. Käyttäjät ohjaavat kuljetinjärjestelmää valitsemalla ajotavat, osoittamalla rullat haluttuun osoitteeseen ja lähettämällä rullat. Arkkirullavarastosta käyttäjät pyytävät rullia tarpeen mukaan arkkileikkureille. Pakkakoneelle osoitetut rullat pakataan ja siirretään edelleen tuotevarastoon.

Kuljetinjärjestelmän laiteohjaus on toteutettu Siemensin S7-4163DP ohjelmoitavalla logiikalla. Rullien seurannasta huolehtii osoiteohjaus, joka on liitetty kuljetinjärjestelmän logiikkaan. Laiteohjaus ja osoiteohjaus vaihtavat keskenään tarvittavia tietoja kuljettaessaan rullia annettuihin osoitteisiin. Kuljetinjärjestelmästä on myös yhteys tehdasjärjestelmään ja arkkirullavaraston automaatiojärjestelmään. Lisäksi kuljetinjärjestelmä vaihtaa erilaisia lupatietoja pakkakoneen arkkileikkurien ja palo-ovijärjestelmän kanssa. Yhteys tehdasjärjestelmään on toteutettu sarjaliikenteenä. Kuljetinjärjestelmä ja arkkirullavaraston automaatiojärjestelmä on liitetty toisiinsa Sprofibus-väylällä. Liittymiset muihin järjestelmiin ovat binäärisiä on/ei-tietoja (keskustelu sähkö- ja automaatio työnjohtaja Kai Närhen kanssa 9.2.2010).

### 3.1 Työnnin ja vastaanotin

Työntimillä ja vastaanottimilla liikutellaan paperirullia pyörittämällä sitä haluttuun paikkaan lyhyitä matkoja. Niitä käytetään esimerkiksi kun rulla halutaan siirtää kuljettimelta tai kääntöpöydältä eteenpäin. Työnnin ja vastaanotin kuvassa 1. Työntimiä ja vastaanottimia on sekä yläpuolisia että alapuolisia. Työntimessä on tela, jota liikutetaan hydraulii- tai pneumatiikkasyylinterillä. Tela työntää rullaa eteenpäin ja pyöriessään eteenpäin se painaa maassa olevaa rajaa. Kun raja tulee vaikuttuneeksi, niin rullan toiselta puolelta nousee vastaanottimen tela, joka ottaa rullan vastaan. Tämä tela lähtee laskemaan alaspäin ja työnnin palaa aloitus asentoonsa ja siten rulla on pyörinyt haluttuun paikkaansa. Työntimiä ja vastaanottimia käytetään paikoissa, joissa rulla halutaan siirtää kuljettimelta tai kääntöpöydältä toiselle.



Kuva 1. Työnnin ja vastaanotin

### 3.2 Kääntöpöytä

Kääntöpöytää käytetään silloin kun rullan kulkusuuntaa halutaan muuttaa. Rulla tulee kuljettimella kääntöpöydän eteen ja työnnin työntää rullan pöydälle, jossa vastaanotin ottaa sen vastaan. Sitten pöytää käännetään sähkömoottorin avulla 90 astetta. Kun kääntö on suoritettu niin tela, joka toimi vastaanottimena toimii nyt työntimenä ja työntää rullan pois kääntöpöydältä (katso kuva 2).



Kuva 2. Kääntöpöytä



### 3.3 Lamellikuljetin

Lamellikuljettimessa on lattiatason alapuolella kouru, jossa itse kuljetinketju kulkee. Ketjun yläpinta on lattiapinnan kanssa samalla korkeudella. Kourun päässä on vetopää, jossa on sähkömoottori joka vetää kuljetinketjua. Toisessa päässä taittopää, jossa ketju kääntyy. Kuljetinketju koostuu yksittäisistä lamelleista. Jokaisessa lamellissa on metalliset kantopyörät, jotka kantavat ketjua pystysuunnassa. Lisäksi ketjussa on joka neljännen lamellin välein uretaanipyörät sivussa, jotka estävät liikkeitä sivusuunnassa. Lamellikuljetin kuvassa 3.



Kuva 3. Lamellikuljetin

### 3.4 Välipysäytin

Kun rulla on tilattu automaattirullavarastosta arkkileikkureille ja se on luettu ID- asemalla, niin rulla työnnetään eteenpäin. Koska vierintämatka työntimeltä arkkisalin puolella olevalle vastaanottimelle on pitkä, täytyy rulla pysäyttää välillä, ettei se vierinessään saisi liian suurta nopeutta. Tämä tehdään alapuolisella välipysäyttimellä. Välipysäytin kuvassa 4. Kun rulla saa luvan lähteä eteenpäin välipysäyttimeltä, niin sen tela laskee alas. Koska välipysäyttimen pinta on kalteva, niin rulla lähtee vierimään kohti lamellikuljetinta ja seuraavaa pysäytintä joka pysäyttää sen arkkileikkurille vievälle kuljettimelle. Samalla välipysäyttimellä myös estetään rullien törmäys toisiinsa, jos samaa kuljetinta pitkin on tulossa pituusleikkuri ykköseltä arkkileikkureille tai URK:lle rullia.



Kuva 4. Välipysäytin

### **3.5 Rullien kulku arkkaamossa**

Seuraavaksi esitellään tarkemmin paperirullien kulki arkkaamossa. Tekstissä mainitut positionumerot kuvataan liitteissä 1 ja 2.

#### **3.5.1 Rullien lähetys pituusleikkuri ykköseltä**

Käyttäjät erottelevat muuton rullat toisistaan pysäytinlöpillä, samalla arkkirullavarastoon meneviin rulliin liimataan lappu, jossa on rullan osoitetiedot. Pysäyttimiltä rulla vierii kuljettimelle 35. Rullanpakkaukseen osoitetut rullat kuljetin vie työntimelle 59 ja siitä edelleen rullanpakkaukseen. Arkkirullavarastoon menevät rullat kuljetin 35 vie työntimelle 17.

#### **3.5.2 Rullien lähetys pituusleikkuri kakkoselta**

Pituusleikkuri kakkosella rullat leikataan siten, että joka toinen rulla tulee leikkurin toiselle puolelle. Näin pituusleikkureilla on jo tapahtunut rullien erottelu. Kun muutto on valmis, rullat vierivät kuljettimelle ja vasteelle. Kuljetin 10 vie rullat työntimelle 11, joka työntää rullat välipysäytin ramppiin 12. Sen kautta rullat tulevat vastaanottimelle 13, joka pysäyttää rullat kuljettimelle 16. Samalle kuljettimelle tulevat myös vasteelta 14 päästetyt rullat, jossa niille annetaan osoitteet. Saatuaan lähtöluvan kuljetin 16 vie rullat työntimelle 17.

#### **3.5.3 Rullien siirto työntimeltä 17**

Työntimelle 17 tulee rullia kuljettimilta 16 ja 35. Kuljettimella 16 on tulostin, joka merkkää pituusleikkuri kakkoselta tuleviin rulliin tunnistetiedot. Työnnin 17 työntää rullat vastaanottimelle 18. Siinä tutkitaan rullan osoite. Jos osoite on pakkakone, kuljetin 36 lähtee siirtämään rullaa kyseiseen osoitteeseen. Jos osoite on joku muu, niin työnnin 19 työntää rullan kääntöpöydälle 20. Kääntöpöydällä rullan osoite tutkitaan uudelleen. Jos osoite on arkkirullavarasto, käännetään pöytää 90 astetta ja nostetaan, jolloin rulla vierii vastaanottimelle 21. Muussa tapauksessa

rulla päästetään vierimään vastaanottimelle 22 laskemalla kääntöpöydän välipysäytin ala-asentoon.

#### **3.5.4 Rullien siirto arkkirullavarastoon**

Vastaanottimelta 21 kuljetin 23 siirtää arkkirullavarastoon menevän rullan työntimelle 24. Se siirtää rullan tunnistusasemalle, kun alue on vapaa eikä rullia siirretä arkkirullavaraston suunnasta leikkureille. Vastaanotin 26 pysäyttää rullan tunnistusasemalle. Tunnistekoodin avulla haetaan tehdasjärjestelmästä kyseisen rullan tiedot ja verrataan niitä tunnistusasemalla olevaan rullaan. Jos halkaisija- ja leveystiedot poikkeavat liikaa saaduista tiedoista, rullalle annetaan uusi osoite uudelleenrullain ja sitä ei viedä varastoon. Jos rullan tiedot vastaavat saatuja arvoja, rulla hyväksytään vietäväksi arkkirullavarastoon. Tunnisteasemalta arkkirullavarastoon ajettava rulla siirretään pystyynnostimeen 29. Nostin nostaa rullan kerrallaan pystyasentoon varastokuljettimelle 30. Kuljettimella rulla ajetaan varaston nosturijärjestelmän haku- purkupaikalle. Nosturijärjestelmälle annetaan tieto noudettavasta rullasta. Tietojen perusteella nosturijärjestelmä siirtää rullan arkkirullavarastoon.

#### **3.5.5 Rullien siirto arkkileikkureille ja URK:lle**

Kääntöpöydällä 20 tutkittiin rullan osoite. Jos osoite ei ollut arkkirullavarasto, rullan osoite on joku arkkileikkureista tai URK. Tällöin rulla ajettiin vastaanottimelle 22. Vastaanottimelta 22 kuljetin 39 lähtee siirtämään rullia kohti askeltavia kuljettimia. Sen kohdalla tutkitaan, onko rullan osoite URK. Jos on, rulla pysäytetään työntimelle 38.1. Se työntää rullan askeltavan kuljettimen 54 ensimmäiseen rullapaikkaan. Askeltava kuljetin siirtää rullia eteenpäin rullapaikasta seuraavaan rullapaikkaan. Jokaiseen paikkaan pystytään ottamaan rulla. Jos seuraava rullapaikka on varattu, rullapaikka nostetaan ylös. Tyhjät rullapaikat voidaan täyttää, koska siirtoliike on edelleen mahdollinen varattujen paikkojen ollessa ylhäällä. Jos työntimellä 38.1 rullan osoite on arkkileikkuri, rullaa ei pysäytetä työntimellä, vaan kuljetin 39 vie rullia eteenpäin kohti arkkileikkureiden askeltavia

kuljettimia. Ensin täytetään purkupaikalle vievä askeltava kuljetin. Jos se on täynnä, niin rullat ohjataan vapaaseen arkkileikkurin varastoramppiin.

Arkkileikkureille 5 ja 6 menevät rullat ajetaan askeltavien kuljettimien ohi työntimen 40 ja vastaanottimen 41 kautta kuljettimelle 42. Rullat varastoidaan kuljettimelle noin 40 senttimetrin välein. Rullat ajetaan työntimelle 45 käyttäjän pyynnöstä. Työnnin 45 työntää rullan kerrallaan strekkerille saatuaan ensin luvan.

### **3.5.6 Rullien pyyntö arkkirullavarastosta**

Rullia tulee arkkileikkureille suoraan pituusleikkurilta tai arkkirullavarastosta. Arkkirullavarastosta käyttäjä tilaa rullia tarpeen mukaan. Pyyntö käynnistää arkkirullavaraston nosturijärjestelmän. Nosturi tuo tilatut rullat yksitellen varastokuljettimen 30 purku-lastauspaikalle. Rullia ajetaan päinvastaisessa järjestyksessä kuin rullia vietäessä varastoon. Arkkirullavarastosta tilatut rullat ajetaan pystyynnostimeen, joka nyt toimii kaatimena. Pystyynnostin ajetaan alasentoon rulla mukanaan, siitä rulla jatkaa kuljettimelle 28. Työnnin 27 työntää rullan välipysäyttimen 37 kautta kuljettimelle 39. Vastaanotin 38 pysäyttää rullan kuljettimelle 39. Kuljettimella 39 rulla siirretään eteenpäin arkkileikkureille.

### **3.5.7 Rullien lähetys URK:lta ja sen ympäristöstä**

URK:lta lähteville rullille käyttäjä antaa osoitteet osoitteenantopaneelilla ja lähettää rullan eteenpäin käynnistämällä kuljettimen 90. Kuljetin vie rullat työntimen 91 ja välipysäyttimen 93 kautta kääntöpöydälle 57. Siihen tulee rullia myös työntimen 56 kautta. Työntimen 56 kautta tulevat arkkirullavarastosta pakkakoneelle tilatut rullat, sekä URK:n ympäristöstä lähetetyt rullat, joille on annettu uudet osoitteet. Kääntöpöydältä 57 rullat siirtyvät kuljettimelle 36, johon vastaanotin 58 pysäyttää rullat. Vastaanottimella 58 tutkitaan rullan osoite. Jos osoite on pakkakone tai giljotiini, rullaa lähdetään siirtämään kuljettimella 36 giljotiinille tai pakkakoneelle. Muussa tapauksessa rulla työnnetään työntimellä 58.1vastaanotimelle 59, joka pysäyttää rullan kuljettimelle 35. Tästä eteenpäin rulla kulkee kuin pituusleikkuri ykköseltä lähetetty rulla.

### **3.5.8 Rullien ajo pakkakoneelle**

Kuljetin 36 siirtää rullia kohti pakkakonetta. Kuljettimelle rullat tulevat vastaanottimen 18 ja 58 kautta. Pakkakoneelle menevät rullat jatkavat matkaansa kohti työntintä 61. Sillä rulla työnnetään vastaanottimelle 62 tai vastaanottimelle 64. Normaalisti rullat ajetaan kuljettimelle 66, johon vastaanotin 62 rullat pysäyttää. Kun kuljetin 66 on täynnä, toimii kuljetin 36 varastoivana kuljettimena. Otettaessa rullia automaattisesti kääntöpöydälle 71 rullat tulevat työntimeltä 69. Rulla pysäytetään kääntöpöydälle vastaanottimella 71. Kääntöpöytä käännetään 90 astetta ja kallistetaan, jolloin rulla vierii pakkakoneen nostokouruun. Nostokouru nostaa rullan pakkakoneeseen saatuaan luvan pakkakoneelta.

### **3.5.9 Rullien ajo pakkakoneelta tuotevarastoon**

Kuljetinjärjestelmän antaessa luvan pakkakoneelle pakattu rulla tulee pakkakoneesta kääntöpöydälle 72, johon kääntöpöydän vastaanotin rullan pysäyttää. Kääntöpöytä käännetään 90 astetta ja kallistetaan rullan lähtiessä vierimään kohti vastaanotinta 72.1. Kuljettimella 72.2 rullat siirretään työntimelle 73. Työnnin 73 työntää rullan kerrallaan etiketin pyörityslaitteeseen 74. Pyörityslaitteessa rulla luetaan ja etiketti käännetään oikeaan asentoon, niin että hississä oleva lukija pystyy sen lukemaan. Kun nämä on tehty pyörityslaitteeseen laskee rullan kuljettimelle ja rulla siirtyy pystyynnostimelle. Jos kyseessä on iso rulla, se ohjataan varaston oksalle ja siirretään trukilla varastoon. Muussa tapauksessa rulla jatkaa kohti automaattivarastoa.

## **3.6 Ohjausalueet**

Kuljetinjärjestelmä on jaettu useampaan ohjausalueeseen. Ohjausalueella on yleensä yksi ohjauspulpetti. Ohjausalueen ajovalinnat tehdään kyseisen alueen ohjauspaikalta. Jokainen ohjauspulpetti on varustettu hätä-seis -painikkeella, käsi-0-auto -valintakytkimellä, virityskytkimellä ja ohjausalueen laitteiden ohjauspainikkeilla ja merkkivaloilla. Hätä-seis -painikkeella pysäytetään vaaratilanteessa kyseisen ohjausalueen laitteet. Ohjausalueen virityskytkimessä

on asennot r-0-1-St. 0-asennossa ohjausalue ja sen laitteet eivät ole toimintakunnossa. St-asennossa alue virittyy toimintakuntoon, jos hätä-seis – painike ei ole toimineena. St-asennosta kytkin palautuu 1-asentoon. R-asennolla laitteet saatetaan perustilaan. Laitteet joudutaan ajamaan perustilaan esimerkiksi häiriötilanteen jälkeen siirryttäessä käsiajolta automaattiajolle. Resetoinnin jälkeen toiminta aloitetaan uudelleen alusta. Käyttäjä valitsee käsi-0-auto –kytkimellä ajotavan ohjausalueen laitteille. Normaali ajotapa on automaattiajo. Käsiajoo käytetään vain esimerkiksi häiriöiden selvityksessä ja testauksessa.

### **3.7 Ongelmat rullakuljetinjärjestelmässä**

Pituusleikkuri ykköseltä automaattirullavarastoon ja rullanpakkaukseen vievältä lamellikuljettimelta pos. 35 puuttuu muovisia sivuohjauspyöriä. Myös yksi kantopyörä puuttuu kokonaan ja toisessa paikassa pyörät ovat liikkuneet akselilta. Ketjussa ei ole automaattivoitelua ja se on voitelun tarpeessa. Kun lamellikuljettimesta puuttuu sivuohjauspyöriä ja rullat vierivät pituusleikkuri ykköseltä kuljettimelle, niin lamelliketju pääsee heilahtamaan sivusuunnassa ja osuu kuljettimen runkoon. Kun tämä pääsee tapahtumaan useasti, kuljettimen rungosta nousee terävä metallinen jäyste. Paperirullien vieressä tämän jäysteen yli saattaa se katkaista rullalla olevan paperin. Kuljetin on myös painunut alaspäin. (Metso kuntotarkastusraportti 2009.)

Välipysäyttimellä pos. 37 on ongelmana se, että kun siihen tulee rulla, joka on pinnaltaan pehmeä, ei rulla lähde vierimään pysäyttimeltä eteenpäin telan laskiessa alas. Tämä tapahtuu, kun rullassa on neliöpainoltaan painavaa paperia, ja siinä on hieman profiilivikaa. Saadakseen rullan jälleen liikkeelle se täytyy käydä työntämässä liikkeelle käsin. Välipysäyttimen kansivanerit ovat kuluneet ja kiinnityspultteja puuttuu. Myös pysäyttimen tela on säädetty liian alas ja se hankaloittaa rullan vierimistä. (Metso kuntotarkastusraportti 2009.)

Työntimissä ja vastaanottimissa telan sisällä on kummassakin päässä kulutusmuovista valmistettu laakeriholkki, jossa on reikä josta telan akseli menee telan läpi. Laakeriholkissa oleva reikä on kulunut väljäksi ja se ei ole enää pyöreä.

Kun tela työntää tai vastaanottaa rullan, telan pitäisi pyöriä akselillaan. Jos reikä on soikea, niin tela ei pyöri. Telojen akselit ovat pyöreitä, ja niinpä ne pääsevät helposti pyörähtämään hahlossaan. Tästä syystä akselit ovat kuluneet päistään. Kun akseli on päässyt pyörimään ja hakkaantumaan, niin akseli ei ole enää tiukka työntimen tai vastaanottimen rungossa olevaan hahloon. Tämä ongelma oli teloissa joiden positiot on 12.1, 12.2, 12.3, 13, 18, 55, 56, 17, 21 ja 71. (Metso kuntotarkastusraportti 2009.)

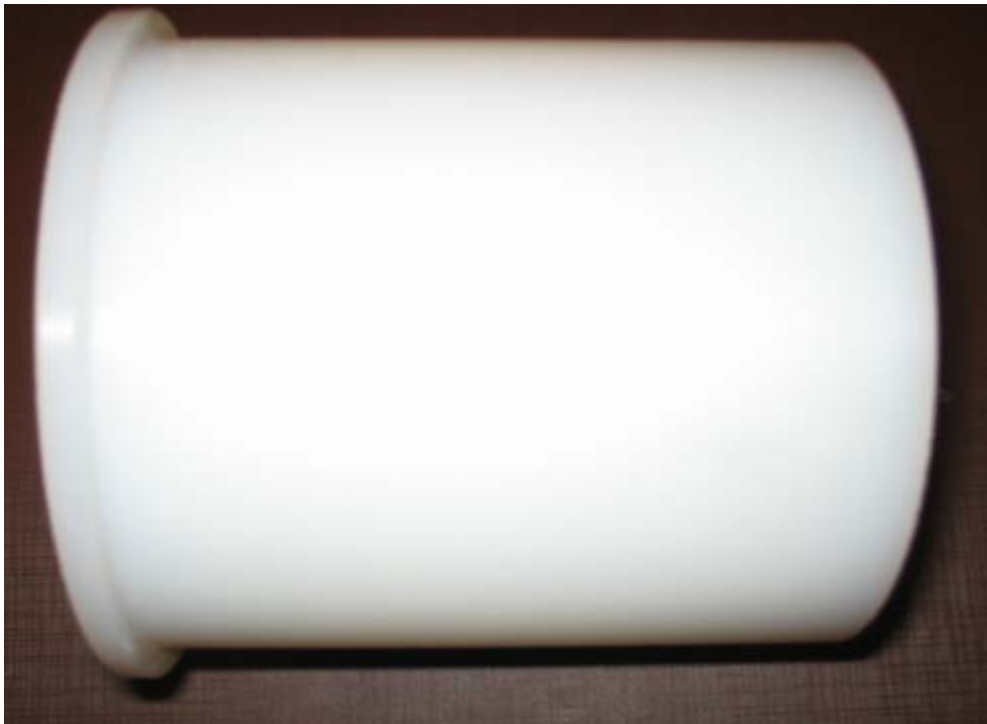


## **4 KORJAUSTOIMENPITEET**

Tässä luvussa esitellään tarkemmin suoritettut korjaustoimenpiteet. Nämä korjaustoimenpiteet jaotellaan seuraavasti: laakeriholkit, akselit, välipysäyttimen kunnostus ja rullakuljetin 35 kunnostus.

### **4.1 Telojen laakeriholkit**

Työntimien ja vastaanottimien telojen sisälle teetettiin uudet muoviset laakeriholkit. Niistä tehtiin tarjouspyyntö AJ-TOOLS OY:lle, joka on tehtaan käyttämä koneistamo. Tarjouspyynnön perusteella kyseinen koneistamo valmisti laakeriholkit, joiden materiaalina on PE-1000 muovi. PE-1000:n iskulujuus ja kulutuskestävyys on korkeimpia mitä muoveilla on. Se soveltuu liukkaan pintansa ansiosta erinomaisesti liuku- ja kulutuspinoiksi (Esko Valtanen1997). Lisäksi se on helposti koneistettavissa. Laakeriholkin kokonaispituus on 100 millimetriä ja halkaisija 115 millimetriä. Holkin sisällä on 42 millimetriä reikä akselille. Laakeriholkki on kuvassa 5. Kun sisäreiästä tehtiin 42 millimetriä, sillä varmistettiin, että tela pyörii akselillaan. Joissakin positioissa sijaitsevissa teloissa holkin pituus oli vain 50 millimetriä, mutta myös niihin vaihdetaan 100 millimetriä pitkä holkki. Näin ne tulisivat kestävämmän kauemmin. Toisin sanoen kun laakeriholkki on pitempi, niin se kestää myös kuormaa ja iskuja enemmän.



Kuva 5. Laakeriholkki

#### 4.2 Telojen akselit

Akselit teetettiin samassa koneistamossa kuin laakeriholkit. Aikaisemmin akselit olivat halkaisijaltaan 30 millimetriä. Uusien akseleiden halkaisija sen sijaan on 40 millimetriä. Kun akselin halkaisija on muuttunut paksummaksi, se kestää paremmin siihen kohdistuvia iskuja. Samalla kun akseli on paksumpi, voitiin laakeriholkkiin tehdä isompi sisäreikä, joten siihen kohdistuva pintapaine on pienempi rullan törmätessä telaan. Akselin kahdelta sivulta jyrssiin 5 millimetriä pois ja päältä 10 millimetriä. Näin akseli mahtuu vanhaan hahloonsa ja itse työntimen ja vastaanottimien runkoja ei tarvitse muuttaa. Samalla estetään ettei akseli pääse pyörähtämään hahlossaan. Laakeriholkin ja rungon väliin tehtiin prikka, joka estää holkkia ottamasta kiinni runkoon. Kuvassa 6 on uudenmallinen akseli ja laakeriholkki kasattuna telaan. Akseleita teetettiin kuutta eri pituutta, kunkin position tarpeen mukaan.



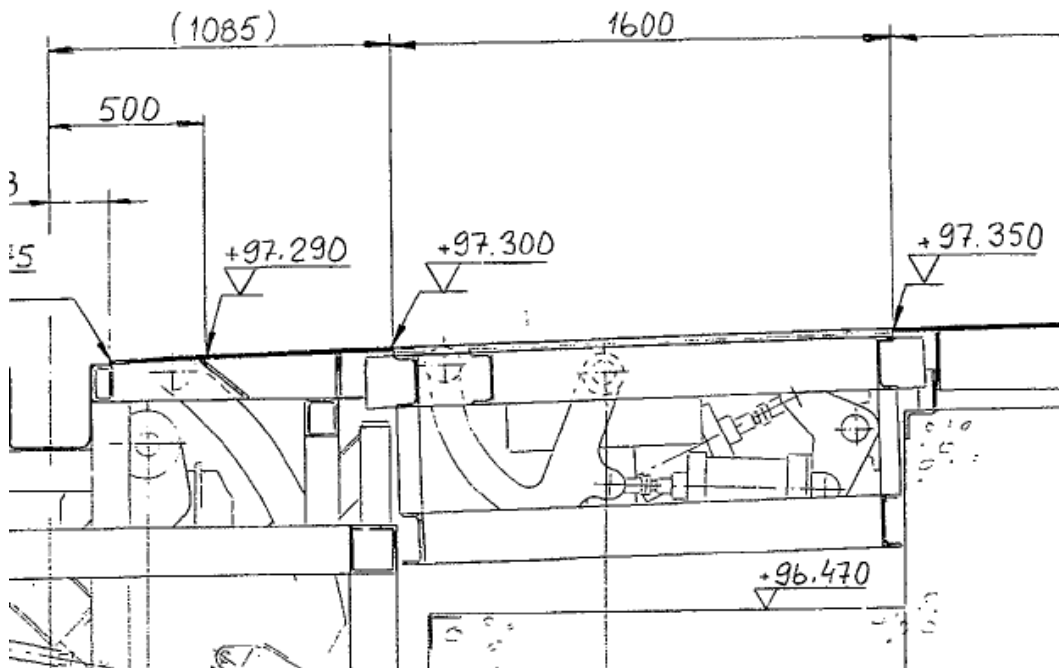
Kuva 6. Uudenmallinen akseli

### 4.3 Välipysäyttimen kunnostus

Välipysäyttimen kunnostus suoritettiin jouluseisokissa. Koska silloin ei ollut tehtaan omia miehiä vapaana suorittamaan kyseistä työtä, työ teetettiin ulkopuolisella yrityksellä. Työn hoiti Metso Paper. Pysäytetyn rullan liikkeellelähtöongelma olisi voitu ratkaista myös ostamalla uusi kippaava sähkökäyttöinen välipysäytin, mutta se olisi ollut hinnaltaan huomattavasti korkeampi, kuin mitä vanhan modifioiminen tuli maksamaan.

Ongelma ratkaistiin siten että muutettiin välipysäyttimen kulmaa kaltevammaksi. Siten pysähtynyt rulla lähtee paremmin liikkeelle pysäyttimen telan laskiessa alas.

Mittauksissa saatiin laskuksi 47,5 millimetriä välipysäyttimen matkalla, kun piirustuksissa sille oli annettu arvoksi 50 millimetriä (katso kuva 7).

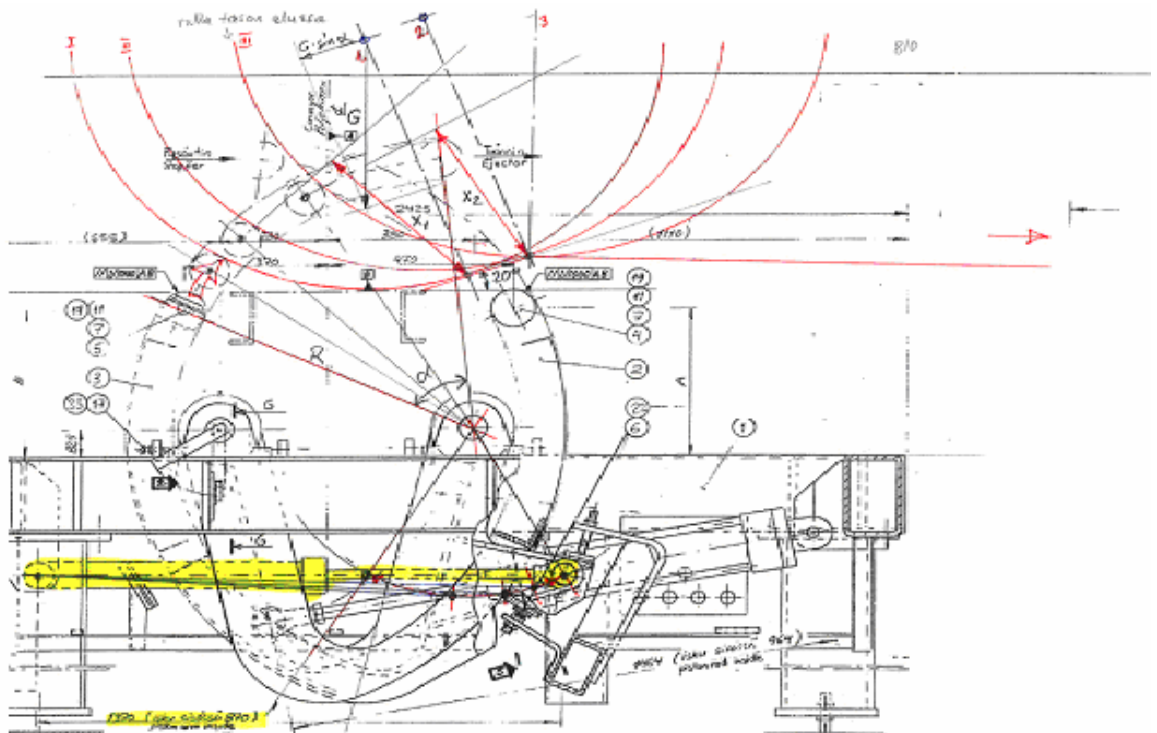


Kuvio 2. Välipysäyttimen kaltevuus (Valmet 1987)

Pysäytin on kiinnitettyä lattiaan rungon alapäässä olevilla kiinnityslapuilla. Kaltevuutta saatiin lisättyä kun kiinnityslappujen hitsit avattiin ja runkoa nostettiin tulopuolelta ja hitsattiin uudelleen. Runkoa oli mahdollista nostaa 15 millimetriä. Jos kaltevuutta olisi haluttu lisätä vielä enemmän, olisi vierintätasoon pitänyt tehdä isompi aukko rungon päiden kohdalle. Samalla kun runkoa hitsattiin, niin sen rakennetta myös vahvistettiin. Koska pysätin nousi tulopuoleltaan 15 millimetriä, oli vierintätasoa myös korotettava saman verran. Tämä vierintäpinnan korotus toteutettiin käyttämällä viiravaneria ja puuttuneet kiinnityspultit uusittiin. Samalla vastaanottimen tela, joka oli liian alhaalla, säädettiin oikeaan asentoon. Nyt se on 2 millimetriä tason alapuolella kun telan sylinterin isku on pohjassa. Tällöin al-asennon mekaaninen vaste koskettaa kevyesti tukipintaa. Tällöin tela toimii lisätukena paperirullan vieressä sen yli.

#### 4.4 Pysäytin-Työnnin 26

Työnnin 26 työntää rullat välipysäyttimelle. Sen telaa liikuttaa kaksi hydraulisylinteriä, jotka ovat halkaisijaltaan 63 millimetriä. Kun järjestelmässä on paineena 100 bar, saadaan sylintereillä työntövoimaa noin 28070 N. Kun paperirulla on halkaisijaltaan 1500 millimetriä, varren vaikutus rullaan on 13750 Nm. Jos rulla painaa 5000 kg, sen vastamomentti on 20 asteen ylämäessä 12820 Nm. Tästä seuraa, että työnnin jaksaa työntää myös 5000 kilogramman painoiset rullat kuljettimelta vastaanottimelle. Tarvittaessa järjestelmän painetta voi nostaa. Jos painetta nostetaan esimerkiksi 10 bar, isojen ja painavien rullien työntö onnistuu helpommin. Kuvassa 8 Työnnin-vastaanotin.



Kuvio 3. Työnnin-vastaanotin 26 (Heiskanen 2009)

#### 4.5 Rullakuljetin 35 kunnostus

Kuten jo johdannossa mainittiin, rullakuljetin 35 kunnostus olisi vaatinut kahden päivän seisokin, mutta sellaista ei ollut tätä työtä tehdessä. Niinpä se toteutetaan

vasta seuraavassa mahdollisessa seisokissa. Tehtaalla on valmiina kyseiseen kuljettimeen sopivaa ketjua, jossa on sivuohjauspyörät ehjät. Korjaus on tarkoitus suorittaa näitä ketjuja hyväksi käyttäen. Ennen kuin ketjua aletaan purkaa, merkitään siihen huonoimmat paikat. Kuljettimeen vaihdetaan pätkä tätä uutta ketjua niihin paikkoihin, joissa sivuohjauspyörät ovat rikki. Samalla kun vanha ketju puretaan pois, niin nähdään onko runko missä ketju kulkee kulunut ja pitääkö sitä uusia.

## 5 TULOKSET

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli M-realn Äänekosken paperitehtaan rullakuljetinlaitteiden korjaus. Työ aloitettiin työntimien ja vastaanottimien uudenmallisten laakeriholkkien ja akseleiden suunnittelulla. Seuraavaksi suunniteltiin yhdessä Metson edustajan kanssa välipysäyttimen modifiointi. Tämä uudistus tehtiin jouluseisokin 2009 aikana. Osana rullakuljetinlaitteiden korjausta, hankittiin rullakuljetin 35:lle ehjää lamelliketjua, joka vaihdetaan seuraavassa mahdollisessa seisokissa. Työntimien ja vastaanottimien telojen laakeriholkkien ja akseleiden asennus aloitettiin opinnäytetyön aikana keväällä 2010. Lisäksi tehdään työmääräimiä, jotka perustuvat Metson tekemään korjausehdotusraporttiin. Näitä töitä tullaan tekemään resurssien mukaan.

Välipysäyttimien modifiointi onnistui hyvin. Lastintekijöiden näkemysten mukaan välipysäytin toimii moitteettomasti, eikä rullia ole jäänyt pysäyttimelle. Tämä on huomattava parannus aikaisempaan tilanteeseen, jolloin saattoivat jäädä pysäyttimelle ja niitä jouduttiin käsin työntämään eteenpäin. Vastaanottimien ja työntimien laakeriholkkien ja akseleiden vaihdot ovat onnistuneet myös hyvin, siltä osin kun vaihtoja on pystytty suorittamaan. Uudet laakeriholkit sopivat vanhoihin teloihin ja akselit hahloonsa. Näin ollen työntimissä ja vastaanottimissa olevia hahloja ei tarvinnut muuttaa.

Rullakuljetinlaitteiden korjaus edellä esitellyllä tavalla tuli huomattavasti edullisemmaksi verrattuna Metson esittämään tarjoukseen. Metson tarjouksen hintaan vaikutti esimerkiksi se, että he olisivat vaihtaneet telat uudenmallisiksi ja laakeriholkit laakereiksi. Tässä opinnäytetyössä esitettiin kuitenkin, että korjaustoimenpiteet oli mahdollista suorittaa täysin onnistuneesti jo olemassa olevia osia hyväksi käyttäen.

Opinnäytetyönä suoritetusta rullakuljetinlaitteiden korjauksesta johtuen kunnostetut laitteet kestävät uusien investoitavien arkkileikkureiden myötä kasvavien paperirullien painon.

## LÄHDELUETTELO

### Painetut lähteet

Janhunen, Maarit. 2007. Kemimekaanisen puhdistamon toimintaan vaikuttavien tekijöiden hallinta. Pro Gradu-työ, Kemian laitos, Jyväskylän yliopisto.

M-real vuosikertomus 2004.

M-real vuosikertomus 2009.

Valmet kuljettimien mekaaniset piirustukset 1987.

Valtanen Esko. 1997. Koneenrakentajan Taulukkokirja. Genesis-kirjat.

### Painamattomat lähteet

Heiskanen, Ari. 2009. Rullakuljettimet, pos.37 toimintahäiriöt.

Keskustelu

Jälkikäsittelyn tuotantopäällikkö Timo Salo (19.1.2010).

Keskustelu

Sähkö- ja automaatio työnjohtaja Kai Närhi (9.2.2010).

Metso kuntotarkastusraportti 2009.

M-real Äänekoski intranet.





