

VANERINVÄRJÄYSLINJAN PARANTAMINEN

Koskisen Oy

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Mekatroniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2007
Janne Heikkilä

Lahden ammattikorkeakoulu
Kone ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

JANNE HEIKKILÄ

Vanerinvärjäyslinjan parantaminen
Koskisen Oy

Mekatroniikan opinnäytetyö, 17 sivua, 5 liitesivua

Kevät 2007

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö käsittelee vanerinvärjäyslinjan parantamista. Työn toimeksiantajana on Koskisen Oy, joka on kansainvälisesti toimiva perheyrittäjä. Työn suorittaminen alkoi heti sopimuksen allekirjoittamisen jälkeen.

Työn tarkoituksena oli suunnitella linjaan käyttäjien toivomia parannuksia, ja resurssien puitteissa niistä myös toteutettiin muutama. Parannusten kohteet olivat linjan sotkeentumisen estäminen, linjan ajonopeuden parantaminen sekä käytön helpottaminen. Aikataulu venyi suunnitellusta, mutta siitä ei ollut merkittävää haittaa työn toteutukselle. Työ onnistui kohtuullisen hyvin, ja työssä rakennetut laitteet helpottavat linjanhoitajien työtä.

Avainsanat:

Vaneri
Värjäys
Puhallus
Kuivaus

Lahti polytechnic
Degree programme in Mechanical and Production Engineering

JANNE HEIKKILÄ

Betterments of the plywood painting line
Koskisen Oy

Bachelor's thesis in Mechatronics, 17 pages, 5

Spring 2007

ABSTRACT

This is Bachelor's thesis of betterments of the plywood painting line. This work was commissioned by Koskisen Oy. It is an international operated family owned company. The work was started right after signing the contract.

The purpose of this graduation project was to design betterments for the painting line, and with resources to actualise couple of them. Betterments were the restraint of messing, to get speed of line better and to get using of the line easier. Work took more time than we thought, but that wasn't any problem. The work succeeded quite well, and the machines that we made will help operators.

Keywords:

Plywood

Painting

Blowing

Drying

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	1
1.1. Yritysesittely	1
2. YLEISTIETOA LINJASTA	2
2.1. Linjan käyttö	2
2.2. Linjan toiminta	2
3. TYÖN TAVOITTEET JA RAJAUS	3
3.1. Käyttäjien toiveet	3
3.2. Työn tavoitteet	4
3.3. Suunnittelun aloitus	4
4. PUHALLUS	6
4.1. Puhalluksen suunnittelu	6
4.2. Puhalluksen toteuttaminen	7
4.3. Logiikan ohjelmointi	8
4.4. Logiikkaohjelman rakenne	8
4.5. Puhalluksen testaus	9
4.6. Ehdotuksia jatkokehittelyä varten	10
5. MAALIN KIERTO	11
5.1. Maalin kierron suunnittelu	11
5.2. Toteutus	12
6. KUIVAUS	13
6.1. Nykytilanne	13
6.2. Kuivauksen suunnittelu	14
7. YHTEENVETO	15
8. LÄHTEET	16
9. LIITTEET	17

1. JOHDANTO

1.1. Yritysesittely

Koskisen Oy on vuonna 1931 perustettu suomalainen, kansainvälisesti toimiva perheyrittäjä, ja sen tuotantolaitokset sijaitsevat Järvelässä, Hirvensalmella ja Viurumäellä. Yrityksen liikevaihto vuonna 2005 oli noin 174.1 miljoonaa euroa, josta viennin osuus oli 62 %. Samana vuonna henkilöstömäärä oli 979. (Koskisen Oy 2006.)

Yrityksen päätoimialat ovat puunhankinta, sahateollisuus, vaneriteollisuus, lastulevyteollisuus, koivutuoteteollisuus ja taloteollisuus. Tärkeimmät tuotteet vastaavasti ovat sahatavara, vaneri, lastulevy, kattotuolit, puutalot, autotallit ja sisustus-
tuotteet. (Koskisen Oy 2006.)

Tuotteiden korkea laatu ja laadun jatkuva kehittäminen ovat keskeisiä asioita yrityksessä. Laatu syntyy hyvien raaka-aineiden, uuden tekniikan, osaavan henkilöstön ja jatkuvan kehitystyön summana. Toimintatapojen perusteena ovat standardien mukaiset toimintajärjestelmät, ja niille on haettu myös sertifikaatit. (Koskisen Oy 2006.)

Itse olen ollut yhtiön palveluksessa jo vuodesta 2002 asti, työtehtävät tosin ovat tänä aikana vaihtuneet tuotannosta kunnossapidon puolelle. Opinnäytetyön tekemistä helpotti, kun käytettävissä olevat koneet ja laitteet olivat jo entuudestaan tuttuja. Hankaloittavana tekijänä oli, että tein työtä muiden opiskelujen ohella, ja työn käytännönläheisestä luonteesta johtuen suuri osa sen tekemisestä vaati työpaikalla olemista.

2. YLEISTIETOA LINJASTA

2.1. Linjan käyttö

Linjaa käytetään tällä hetkellä lähinnä laserleikkauslevyjen värjäykseen. Levyt menevät muutamalle eri valmistajalle, ja he kaikki haluavat niihin tietysti omat tunnusvärinsä. Levyistä valmistetaan stansseja esimerkiksi pahvilaatikoiden valmistukseen. Levyihin leikataan urat laserilla, näihin uriin upotetaan terät ja loppu pinta päällystetään solumuovilla, jotta se irrottaa stanssatun pahvin teristä. Viimeaikoina on kuitenkin ollut ajatuksena, että linjalla alettaisiin värjätä entistä enemmän tavaraa jopa niin, että osa pinnoitettavasta vanerista tultaisinkin tulevaisuudessa värjäämään. Tällöin pinnoituksen ruuhkaa saataisiin pienennettyä ja tuotannon kapasiteettia nostettua.

2.2. Linjan toiminta

Värjättävät levyt tuodaan linjalle trukilla. Linjan alussa on syöttölaite, jonka alipainetarttuja ottaa nipusta yhden levyn kerrallaan ja syöttää sen eteenpäin paineilmasylintereiden avulla. Tämän jälkeen levy tasataan keskelle linjaa, jotta se valssin läpi kuljettuaan osuu kartiorullakuljettimelle oikeassa kohdassa. Levy värjätään maalivalssilla, jonka telat levittävät maalin levyn pinnalle. Valssin jälkeisellä kartiorullakuljettimella kulkiessaan levy samalla kuivataan puhaltimilla. Viimeiseksi levyt menevät pingontalaitteeseen, joka pinoaa ne siistiin nippuun. Tämän jälkeen nippu viedään trukilla seuraavaan työvaiheeseen eli määrämittasahaukseen.

3. TYÖN TAVOITTEET JA RAJAUS

3.1. Käyttäjien toiveet

Työn alussa kävimme yhdessä linjanhoitajien kanssa kartoittamassa linjan ongelma-kohtia. Heidän mielestään suurimmat ongelmat olivat erityisesti puhaltimien käyttö, maalin lisäys valssiin käsipelillä sekä linjan hitaus. Myös sekä linjan että levyjen sotkeentuminen koettiin ongelmaksi, kuviosta 1 nähdään hyvin, kuinka paljon maalia valuu pitkin linjaa. Maalin valuminen puhaltimien päälle aiheuttaa myös palovaaran, ja aina välillä ne käryävätkin aika ikävästi. Samassa yhteydessä tuli esille myös ylimääräinen työstö, joka haluttiin kustannussyistä saada poistettua.



KUVIO 1. Linjan sotkeentuminen

3.2. Työn tavoitteet

Työlle asetettiin tietyt tavoitteet sekä rajattiin sen laajuutta opinnäytetyölle sopivaksi. Tässä vaiheessa päätettiin keskittyä seuraaviin asioihin:

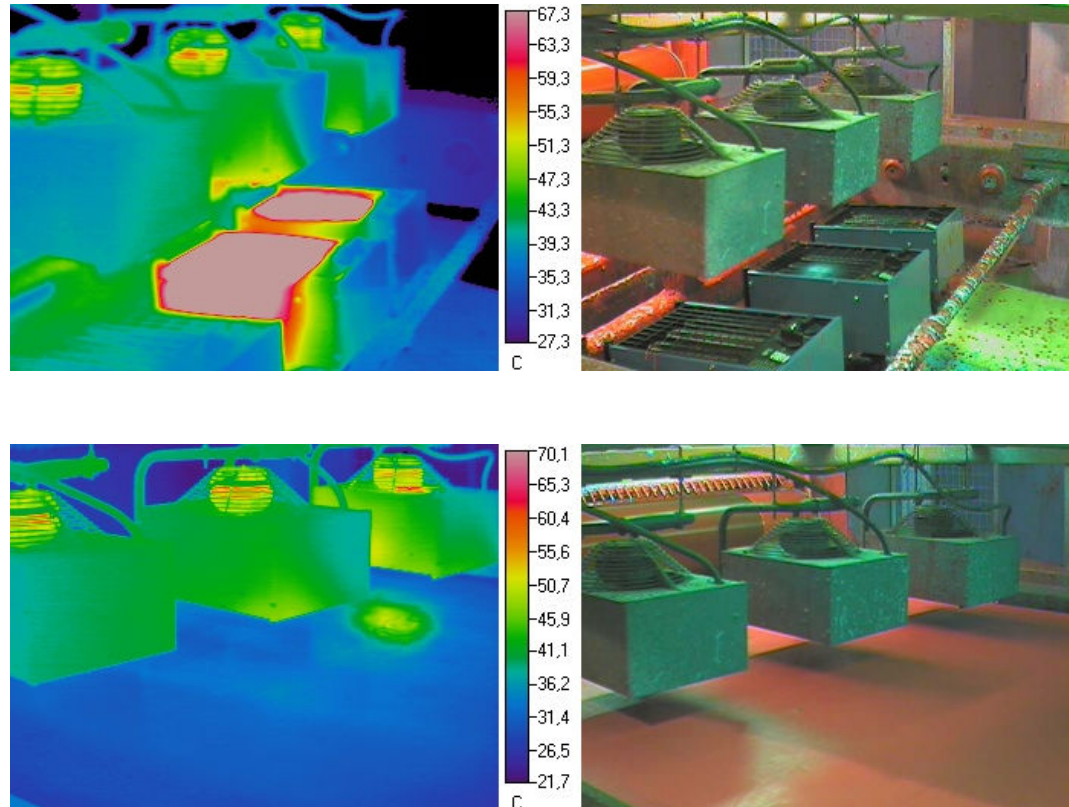
- sotkeentumisen estäminen
- maalin kierron kehittäminen
- uusien ratkaisujen etsiminen maalin kuivaukseen, jolloin linjan nopeutta voitaisiin nostaa.
- ohjauksen kehittäminen siten, että linjan käyttö helpottuisi nykyiseen verrattuna

3.3. Suunnittelun aloitus

Sotkeentumien johtuu lähinnä siitä, että värjättävän levyn viimeiselle reunalle jää paksu kerros ylimääräistä maalia. Sotkeentumistakin suurempi haitta on, että samasta syystä levyt tarttuvat kiinni toisiinsa, kun maali kuivuu niiden ollessa nipussa. Tähän asti kiinnitarttumisongelma on poistettu työstämällä jokaisen levyn viimeiselle sivulle viiste, joka lähtee pois, kun levyt sahataan määrämittaen. Tästä aiheutuu tietysti aivan ylimääräisiä kustannuksia. Heti työn alkuvaiheessa tulimme siihen tulokseen, että näiden ongelmien estämiseksi jonkunlainen paineilmapuhallus olisi varmasti hyvä ratkaisu. Niinpä aloinkin etsiä mahdollisia ratkaisuja sen toteuttamiseksi

Samalla aloin miettiä, mitä mahdollisuuksia olisi nostaa linjan nopeutta. Tällä hetkellä linjalla on jouduttu ajamaan nopeudella 6 m/min, sillä tämän suuremmalla nopeudella levyt eivät ehdi kuivaa linjalla ollessaan. Ajattelin, että olisi hyvä nähdä, kuinka nykyiset lämmittimet levyjä oikein lämmittävät. Niinpä lainasimme talon sähkömiehiltä lämpökameraa ja tutkimme sen avulla, miten lämpö jakautuu levyn pinnalle. Kuvioista 2 voimme helposti todeta, että ensinnäkään suurin osa lämmittimistä ei ole edes päällä. Tämä johtuu siitä, että ne on sijoitettu vastakkain,

jolloin ne lämmittävät toisiaan. Tällöin käy niin että termostaatit katkaisevat virtuksilta virransyötön, eivätkä ne lämmitä ollenkaan. Lämpö ei myöskään jakaannu kovin tasaisesti levyn pinnalle, joten kuivaminen ei ole tasaista. Linjassa on myös yksi infrapunälämmitin. Se lämmittää kyllä levyt tasaisesti, mutta se on aiheuttanut joillekin maaleille kuplimista, joten sitä ei yleensä käytetä.



KUVIO 2. Lämpökuvia

Näiden lisäksi tehtäväkseni annettiin myös suunnitella kaukalot, joiden avulla oli tarkoitus toteuttaa maalinkiertosysteemi. Tällä hetkellä maali lisätään teloille ihan käsipelillä suoraan maalipöntöstä. Systemin oli tarkoitus olla sellainen, että maalia pumpataan teloille jatkuvasti, ja se valuu sieltä omalla painollaan keräilykaukalojen kautta takaisin pönttöön. Aloitinkin nopeasti piirtelyn annettujen tietojen pohjalta.

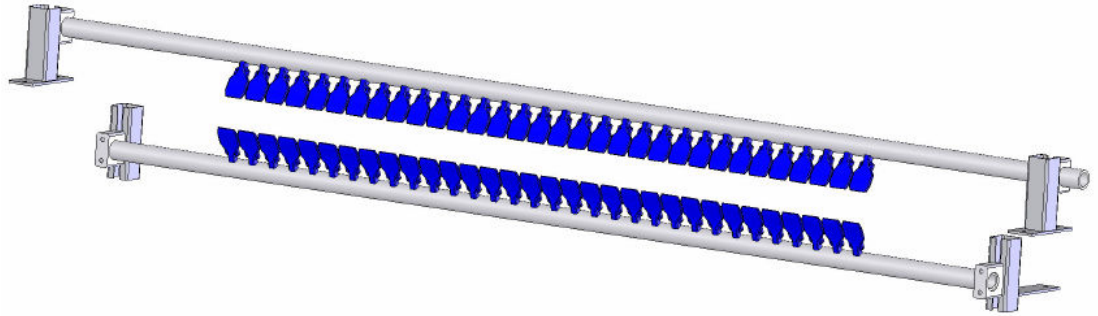
4. PUHALLUS

4.1. Puhalluksen suunnittelu

Aloittaessani puhalluksen suunnittelua satuin huomaamaan, että Lahdessa järjestettiin puuntyöstömessut. Päätin lähteä sinne katsелеmaan, josko siellä olisi näytteillä tarkoitukseen sopivia suuttimia. Kiertelin läpi koko messuhallin, mutta sieltä niitä ei valitettavasti löytynyt. Niinpä aloin etsiä eri valmistajien Internet-sivuilta mahdollisia suuttimia ja löysinkin mielestäni tarkoitukseen sopivia kampasuuttimia. Tilasimme ensin muutaman sellaisen, jotta pääsimme kokeilemaan, kuinka maali käyttäytyy, kun sitä niillä puhalletaan. Suuttimet jaksoivat hyvin siirtää maalia, joten päätettiin, että puhallus rakennetaan niistä.

Jo tässä vaiheessa mieleeni iski epäily, että paineilmaverkoston virtausnopeus ei varmasti riitä niin monen suuttimen tehokkaaseen käyttöön, sillä laskelmieni mukaan suuttimet kuluttivat ilmaa viiden sekunnin puhallukseen lähes kuution verran. Tätä ei kuitenkaan koettu suureksi ongelmaksi, sillä puhallus ei ole päällä kuin hetken kerrallaan. Ongelma voitaisiin ratkaista asentamalla systeemiin painesäiliö, joka ehtisi hyvin täyttyä aina sinä aikana, kun puhallus ei ole päällä.

Olin jo tähän mennessä piirtänyt valssista yksinkertaistetun solidworks-mallin, joten aloin suunnitella mallia myös puhalluksesta. Kun sain puhalluksen mallinnettua (Kuvio 3), oli varsin helppoa löytää sille sopiva paikka mahdollisimman läheltä valssia. Puhalluksen tuli ohjata ylimääräinen maali takaisin valssin teloille, jotta se saatiin uudelleen käyttöön.



KUVIO 3. Solidworksilla mallinnettu suutinrivistö

Koska oli tiedossa, että paineilma on kallista ja puhalluksessa kuluu sitä varsin paljon, tein hieman laskelmia siitä aiheutuvista kustannuksista. Paineilman tuottamiseen tarvitaan energiaa noin 0,105 kWh/ kuutiometri. Sähkön hintana voidaan pitää noin 7 senttiä/kWh, joten paineilman hinnaksi muodostuu tällöin noin 0,735 senttiä/ kuutiometri. Viiden sekunnin puhallukseen kuluu noin kuutiometri ilmaa, joten käyttökustannukset jäävät alle senttiin/ levy. Tällä hetkellä levyyn tehtävän työstön kustannukset puolestaan ovat noin 8,55 senttiä/levy, joten säästöä syntyisi 7.815 senttiä/levy, mikäli puhallus toimisi niin hyvin, että viiste voitaisiin jättää tekemättä. Tämä tarkoittaisi, että puhalluksen rakentamisesta aiheutuneet kustannukset, joita kertyi noin 1500 euroa, saataisiin katettua noin 19000 levyn värjäyksellä.

4.2. Puhalluksen toteuttaminen

Päätettiin siis rakentaa prototyyppi puhalluksesta, ulkonäköön ei tässä vaiheessa kiinnitetty kovinkaan paljoa huomiota, sillä laitteen toimivuudesta ei ollut mitään varmuutta. Valmistin itse puhallukseen tarvittavat putket 1":n vesijohtoputkesta, johon porasin reiät ja tein kierteet suuttimia varten. Saatuaani suuttimet kiinni putkiin pääsimme vihdoinkin kokeilemaan puhalluksen voimakkuutta.

Tässä vaiheessa tuli selväksi, että paineilmaverkoston virtausnopeus ei tulisi riittämään, joten painesäiliön tilaaminen tuli ajankohtaiseksi. Laskelmieni mukaan noin sadan litran säiliö olisi riittänyt, mutta tilasimme varmuuden vuoksi suuremman, jotta siitä ei koituisi enää mitään ongelmia. Säiliön saavuttua testasimme sitä ja totesimme systeemin hyvin toimivaksi. Samalla sain myös tilaamani kalvoventtiilin, jolla puhallus ohjataan päälle ja pois. Nyt pääsinkin sitten vihdoinkin asentamaan puhallusta paikoilleen. Tein siihen sopivat kiinnikkeet c-kiskoista ja putkenkannattimista, joten sekä suutinten etäisyyttä levystä että niiden kulmaa oli helppo muuttaa. Valmis suutinrivistö näkyy hyvin kuviossa 4.

4.3. Logiikan ohjelmointi

Saatuani laitteiston asennettua pääsin vihdoinkin ohjelmoimaan logiikkaa. Linjastossa oli Mitsubishin Melsec A1SH -logiikka, jollaiseen en ikinä aikaisemmin ollut tutustunut. Logiikkaa ohjelmoitiin Gx Developer -ohjelmalla, jossa käytettiin suhteellisen normaalia ladder-kieltä. Aluksi oli kuitenkin todella vaikea päästä kiinni kaikkiin komentoihin, myös merkinnät olivat täysin erilaisia kuin tähän mennessä ohjelmoimissani logiikoissa. Kaikeksi onneksi sain ohjelmointiohjelman mukana myös logiikkaohjelman, jota tutkimalla sain selville tärkeimpiä komentoja. Ilman tätä ohjelmaa olisi ollut todella vaikeaa tehdä ohjelma puhallukselle, sillä ohjelmointiohjelmassa ei ollut minkäänlaisia ohjeita eri funktioille. Esimerkiksi Omronin logiikoiden ohjelmointiohjelmassa on jokaiselle funktiolle oma ohjeensa, josta selviää, miten sitä tulee käyttää, ja miten se toimii.

4.4. Logiikkaohjelman rakenne

Ohjelma itsessään on aivan yksinkertainen. Levyn takareunan tullessa tiettyyn kohtaan linjaa kytkeytyy päälle muistipaikka. Tämä muistipaikka ohjaa päälle sekä ajastimen että laskutoimituksen, joka laskee linjan nopeudesta sekä puhalluksen aloitusmatkasta ajan, joka levyllä kestää kulkea tästä paikasta puhalluksen aloituspaikkaan. Samalla se laskee myös puhalluksen lopetusajan lisäämällä aloitusajaksi puhalluksen keston. Ajastimen arvoon verrataan puhalluksen alku- ja loppu-

aikoja, ja sen ollessa näiden välissä kytkeytyy päälle lähtö, joka ohjaa puhalluksen magneettiventtiiliä. Tein myös operointipaneeliin uuden sivun puhallusta varten, josta voi säätää puhalluksen aloituskohdan ja sen keston. Liitteistä 4 ja 5 selviävät ohjaukseen tekemäni muutokset.



KUVIO 4. Puhallus testausvaiheessa

4.5. Puhalluksen testaus

Kun laitteet oli asennettu, logiikka ohjelmoitu ja sähkömieskin oli käynyt kytke-mässä johdot, niin päästiin vihdoinkin testausvaiheeseen (kuvio 4). Alussa puhallus oli aivan liian kovalla, ja maalia roiskui joka puolelle. Säädettyämme puhalluksen voimakkuuden mielestämme sopivaksi, laitteisto puhalsi suurimman osan maalista varsin hyvin takaisin valssin teloille, kuten oli tarkoituskin. Aivan kaikkea maalia ei kuitenkaan saatu pois, joten testasimme puhallusta eri suutinkulmilla. Tästä ei kuitenkaan ollut vastaavaa hyötyä, joten päätimme että yläpuolen suuttimiin piti

rakentaa vielä säätö pitkittäissuunnassa. Tällöin ylä- ja alapuolen suuttimet voitaisiin laittaa eri kulmiin siten, että niistä syntyvät ilmavirtaukset kuitenkin kohtaisivat levyn takareunassa. Rakensin seuraavaksi kyseisen säädön, ja sitäkin päästiin testaamaan, mutta sekään ei valitettavasti ratkaissut ongelmaa.

Näyttää siltä, että tällä prototyypillä ei vielä päästä eroon työstöstä, mutta pienellä kehitystyöllä siitä varmastikin saataisiin aivan toimiva systeemi. Jo tällaisenaankin se estää linjan sotkeentumista merkittävästi, joten aivan hukkaan ei prototyypistäkään mennyt.

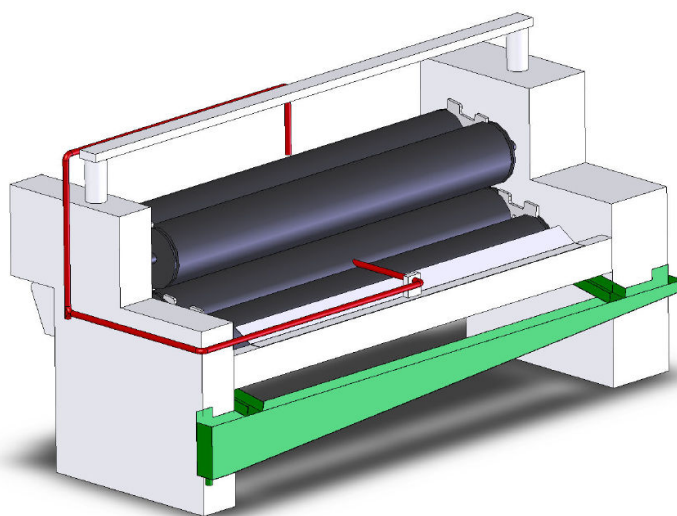
4.6. Ehdotuksia jatkokehittelyä varten

Huomasin, että yksi mahdollinen ongelma puhalluksen toteutuksessa olivat varsin suuret raot suutinten välissä. Tästä seuraa, että puhallus ei kohdistu koko puhallettavalle alueelle riittävän suurella voimalla. Tämä olisi suhteellisen helposti ratkaistavissa suutinten asettelulla. Niitä tulisi olla kahdessa rivissä siten, että toisen rivin suuttimet olisi aseteltu juuri rakojen kohdalle. Tällöin kaikki maali saataisiin varmimmin poistettua, eikä turhia työstöjä enää tarvittaisi. Alapuolelle voi tosin olla varsin vaikeaa saada mahtumaan kahta suutinrivistöä ilman joitakin muutoksia itse valssiin. Suutinputkiin joudutaan joka tapauksessa tekemään muutoksia, jotta linjalla olisi mahdollista ajaa leveämpää tavaraa, kuten on suunniteltu. Aina-kin omasta mielestäni tässä vaiheessa kannattaisi teettää putket jollain ammattimiehellä, jolloin niistä tulisi asianmukaiset. Samalla voitaisiin lisätä toinen suutinrivistö.

5. MAALIN KIERTO

5.1. Maalin kierron suunnittelu

Kuten alussa oli sovittu, aloin suunnitella valssiin sopivia kaukaloita sekä piirrellä kuvia niistä. Löysinkin kaukaloille varsin hyvät paikat, mutta saatuaani kuvat valmiiksi olivat suunnitelmat kuitenkin jo ehtineet muuttua. Tulimme siihen tulokseen, että kaukaloita ei kuitenkaan rakennettaisi. Linjalla näet värjätään useita eri värejä, ja kourujen puhdistamien välillä olisi varsin työlästä. Maali on myös sen verran paksua, että se ei valuisi kovin hyvin takaisin pönttöön, vaan jähmettyisi kouruihin samalla tavalla kuten muuallekin. Kuviossa 5 näkyvät kourut sekä putket, joita pitkin maali oli tarkoitus johtaa teloille. Tässä vaiheessa päätimme, että maalin syöttö toteutettaisiin samalla lailla kuin se on toteutettu liimavalssseillakin. Eli telojen välissä on anturitapit, joiden välistä resistanssia pintavahti mittaa. Resistanssin ylittäessä pintavahtiin säädetyn arvon antaa se ohjaustiedon releille, jotka taas ohjaavat paineilmaventtiileitä. Tässä tapauksessa tuli tosin ohjata myös maalipumppua, jotta se ei kävisi jatkuvasti. Tällöin se ei rasitu läheskään niin paljon kuin sovelluksissa, joissa siihen syötetään jatkuvasti paineilmaa ja pumppu pysähtyy saavutettuaan riittävän suuren ylipaineen painepuolelle,



KUVIO 5. Valssi kouruineen

5.2. Toteutus

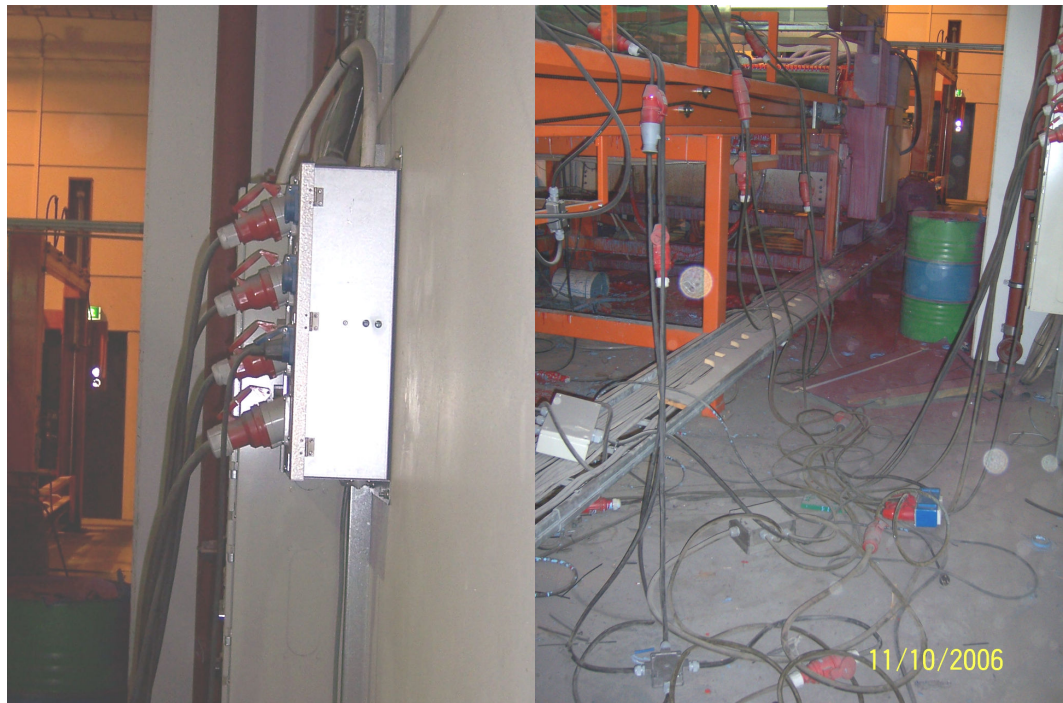
Tämä osuus oli varsin helppo, sillä olin viime kesän töissä liimausosaston kunnossapidossa ja näin ollen systeemi oli jo entuudestaan tuttu. Tehtäväkseni jäivät siis ainoastaan tehdä tarvittavat putkitukset ja asentaa pumppu, venttiilit sekä anturitapit paikoilleen. Sähkötöitä emme saa tehdä, joten ne täytyi jättää sähkömiesten tehtäväksi. Koko työhön meni aikaa pari päivää, ensin tietysti purin valssista pois vanhoja putkituksia ja pumpun, jota on käytetty joskus aikoinaan kyllästysaineen pumppaukseen. Tarkoituksena oli käyttää tätä vanhaa pumppua, joka piti huoltaa. Onneksi joku oli viimeisen kerran sitä käyttäessään tajunnut pumpata sillä vettä, joten se oli varsin hyvässä kunnossa. Saatuaani pumpun huollettua aloin rakennella putkituksia, mihin ei mennyt pitkää aikaa, sillä en tehnyt kukaan putkitusta alateloille, vaan maali johdetaankin sinne letkuilla. Tämä helpotti työtäni jonkun verran, ja lisäksi letkut on helpompi vaihtaa, jos ne joskus tukkeentuvat.

Tein myös alustavia tutkimuksia sähkömiestä varten, ja kaikeksi onneksi valssin sähkökaapissa oli jo valmiiksi kaikki tarvittavat komponentit. Sähkömiehelle ei siis jäänyt muuta hommaa kuin kytkeä venttiilien ja antureiden johdot. Ohjauksen pumpun venttiilille saa suoraan maalin annosteluventtiilien releiden toisilta kärjiltä, joten mitään muutoksia sähkökaappiin ei tarvitse tehdä. Valitettavasti pumppausta ei vielä päästy testaamaan, sillä sähkömiehillä on ollut niin kiire, että he eivät ole ehtineet kytkentöjä tekemään. Maalin pumppaus helpottaa jonkin verran linjanhoitajien työtä, ja näin ollen heille jää paremmin aikaa valvoa linjan toimintaa sekä maalauksen laatua.

6. KUIVAUS

6.1. Nykytilanne

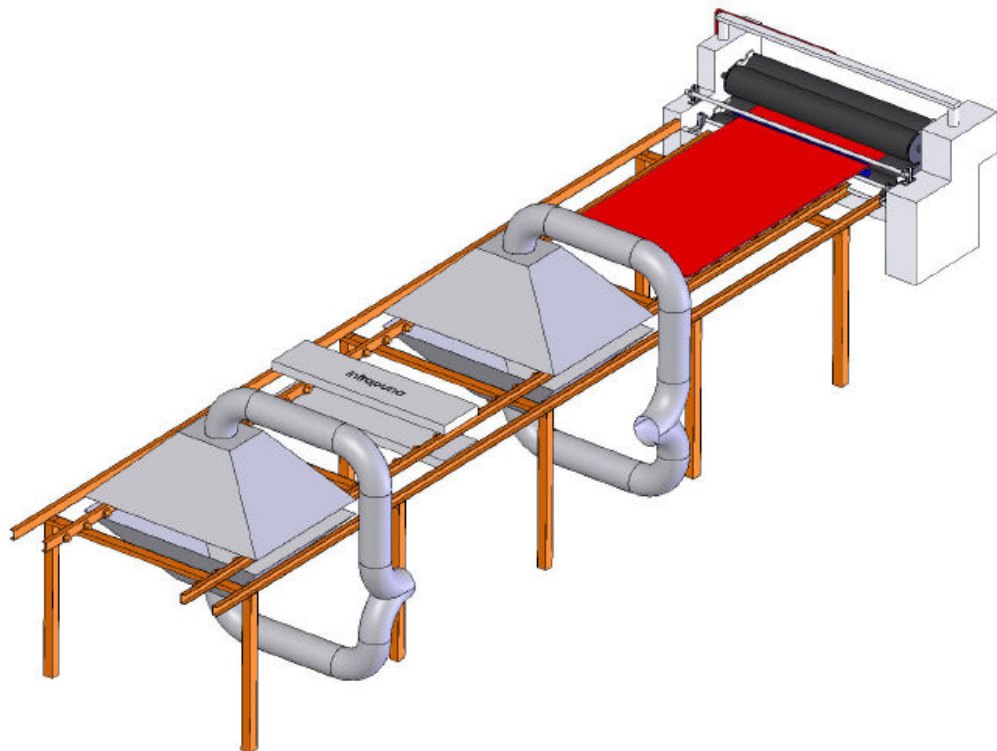
Kuten jo aiemmin mainitsin, maalin kuivatukseen käytetään 5kw:n hallilämmittimiä. Ne on asennettu levyjen ala- ja yläpuolelle riveihin, jotta ne kuivaisivat maalia mahdollisimman hyvin. Asettelu käy hyvin ilmi kuviosta 1. Lämmityskäytössä puhaltimia on tällä hetkellä 10 kpl ja jäädytyksessä 6 kpl. Lämmitysteho on yhteensä noin 50 kW, ja 6m/min linjanopeudella levyt kuivavat näinkin. Mutta koska linjanopeutta halutaan nostaa, olisi kehiteltävä parempia ratkaisuja. Tässä on myös yksi linjan käytön hankaluuksista, sillä jokainen puhallin on liitetty erikseen 3-vaihepistorasiaan, ja jatkojohtoja kulkee ristiin rastiin (kuvio 6). Lämmittimien virransyöttö katkaistaan tällä hetkellä suoraan sähkökaappien päävirtakytkimistä. Puhaltimet aiheuttavat linjalla myös palovaaran, sillä niille valunut maali saattaa syttyä tuleen.



KUVIO 6. Puhaltimien kytkentä

6.2. Kuivauksen suunnittelu

Aluksi lähdin ideoimaan lämmitystä kuvion 7 kaltaiseksi, jossa olisi ensin lämmitysosa, tämän jälkeen infrapunalämmittimet ja vielä viimeiseksi jäähditysosa. Etsin myös tarkoitukseen sopivia lämmittimiä, mutta niitä oli varsin vaikea löytää. Muutamia sellaisia kanavalämmittimiä löytyi, joilla ilman sai lämmitettyä noin 50-asteiseksi, ja ne olivat teholtaan noin 50 kW. Kustannusten säästämiseksi lämmittämiseen olisi kuitenkin syytä käyttää höyryä, joka on noin puolet halvempaa kuin sähköenergia. Lähetin myös muutamaan yritykseen sähköpostilla tiedustelun vastaavanlaisen systeemin toteutuksesta, ja pyysin myös jonkinlaista kustannusarviota. Vastaukset olivat kuitenkin todella epämääräisiä, eikä mistään uskallettu antaa minkäänlaista hinta-arviota. Tässä vaiheessa päätettiin että kuivaukseen ei tässä vaiheessa tehtäisi muutoksia, vaan keskityttäisiin puhallukseen ja maalin pumppaukseen.



KUVIO 7. Periaatekuva lämmityksestä

7. YHTEENVETO

Työ onnistui mielestäni kohtuullisen hyvin, ja myös tavoitteet saavutettiin suurimmalta osalta. Työhön kuului sopivassa suhteessa monia koulutusohjelmamme mukaisia tehtäviä. Tärkeimpinä mainittakoon 3d-mallinnus linjan osasta ja valmistettavista laitteista sekä logiikan ohjelmointi. Valmistetut laitteet olisi tietysti voitu teettää esim. jollakin alihankkijalla, mutta niiden prototyyppi-luonteesta johtuen sekä kustannusten säästämiseksi valmistin ne itse.

8. LÄHTEET

Koskisen Oy 2006 Tietoa yhtiöstä [verkkojulkaisu].[viitattu 13.11.2006].

Saatavissa: <http://www.koskisen.fi/>

9. LIITTEET

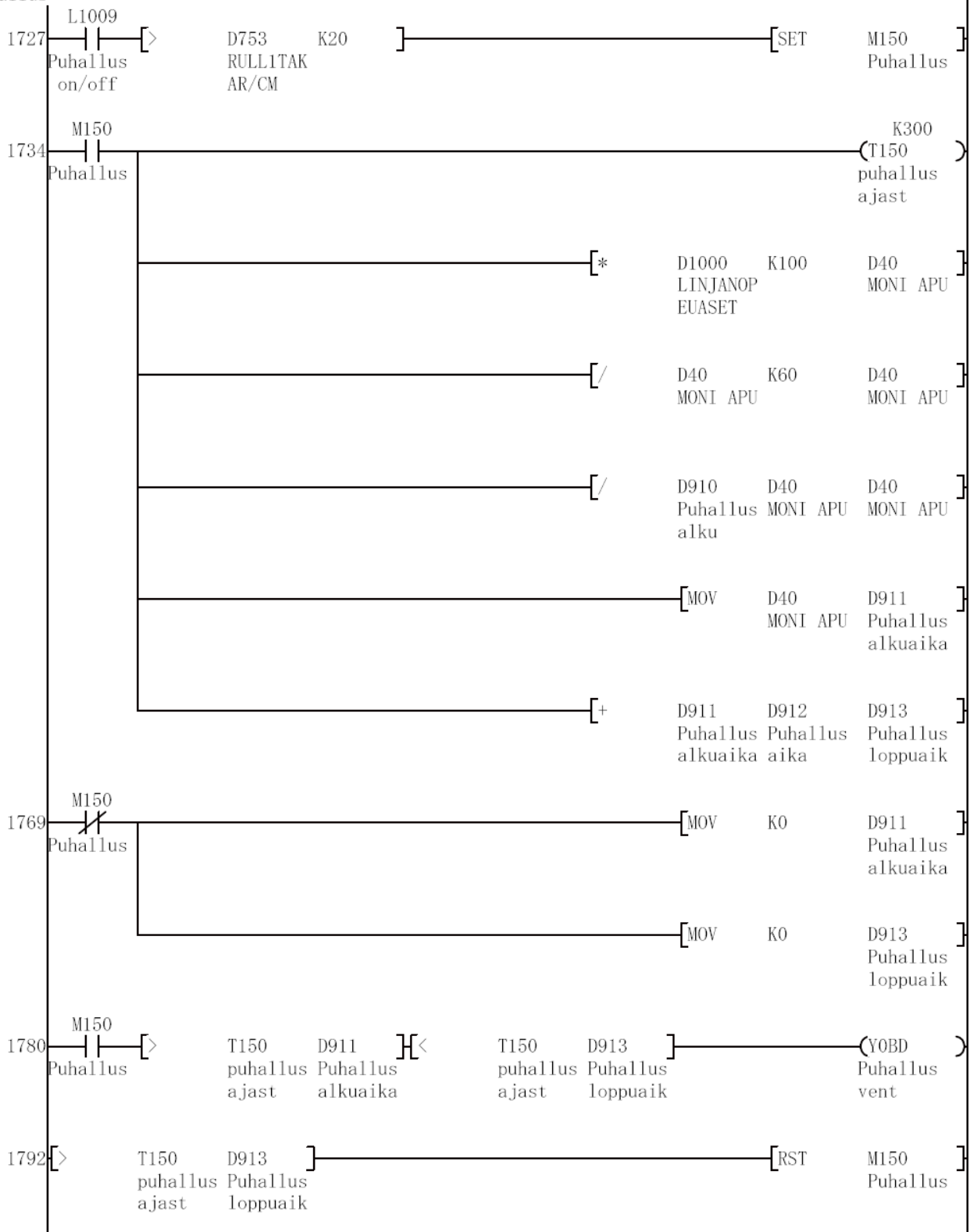
LIITE 1. Tarjous suuttimista

LIITE 2. Suutinten datalehti

LIITE 3. Sähköpiirustus puhallusventtiilin kytkennästä

LIITE 4. Kuva muutoksista logiikkaohjelmaan

* Puhallus



LIITE 5. Kuva operointipaneelin muutoksista

