

Metropolia -ammattikorkeakoulu
Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Tero Pirkkala

**Uuden tuotantolinjan toimintojen suunnittelu ja kehitys
sekä laitteiden tahtiaikojen selvitys**

Opinnäytetyö 8.9.2008

Ohjaaja: tuotannonkehityspäällikkö Keijo
Mäkelä

Ohjaava opettaja: lehtori Antti Liljaniemi

Tekijä Otsikko	Tero Pirkkala Uuden tuotantolinjan toimintojen suunnittelu ja kehitys sekä tahtiaikojen selvitys
Sivumäärä Aika	25 sivua 15. syyskuuta 2008
Koulutusohjelma	automaatiotekniikka
Tutkinto	insinööri (AMK)
Ohjaaja Ohjaava opettaja	tuotannonkehityspäällikkö Keijo Mäkelä lehtori Antti Liljaniemi
<p>Opinnäytetyössä oli tavoitteena laskea paneelin tuotantolinjan maksiminopeuden perusteella tahtiajat tuotantolinjan toiminnoille, kehittää uusia ratkaisuja tuotantolinjan eri toiminnoille mikäli tarpeellista ja määrittää tiedonsiirtotarpeet tuotantolinjan, sekä Ruukin oman tuotannonohjausjärjestelmän välille. Nämä tehtävät liittyivät Alajärvelle suunnitellun paneelin uuden tuotantolinjan kehitystyöhön ja hankintaan.</p> <p>Tarkoitus oli myös varmentaa linjatoimittajan tarjoamien ratkaisujen toimivuus sekä opastaa ja ehdottaa ratkaisuja linjatoimittajalle. Hankintaprojekti itsessään kestää useita vuosia, joten tässä työssä keskitytään projektin alkuvaiheisiin.</p> <p>Opinnäytetyössä simuloitiin Excelin avulla nykyisellä tuotantolinjalla ajatut kahden viikon ajoerät. Tämän lisäksi laskettiin Excelin avulla tuotantolinjan eri osien sekä laitteiden sallittuja maksimitahtiaikoja. Työhön liittyi myös yhteydenpito mahdollisten linjatoimittajien kanssa em. asioiden tiimoilta.</p> <p>Työn edetessä havaittiin, että jotkut linjatoimittajat pystyivät parempiin tahtiaikoihin sekä -ratkaisuihin kuin toiset. Täten työ auttoi huomattavasti lopullisen linjatoimittajan valintaa. Tässä työssä esitetyillä laskelmilla olikin osansa toimittajien valinnassa.</p> <p>Työstä saadut tulokset sinänsä ovat jo palvelleet tarkoituksensa ollessaan osana informaatiota, jonka avulla laitetoimittajat valittiin. Toki tuloksilla on myöhempääkin käyttöä saman asian tiimoilta. Työ kokonaisuudessaan tulee kuitenkin mahdollisesti käyttöön Ruukin sisäisenä muistiona koulutus- ja perehdyttämistarkoituksiin.</p>	
Hakusanat	tahtiaika, tuotantolinjan suunnittelu, tuotantolinjan kehitys, tiedonsiirto tuotantolinjassa

Author	Tero Pirkkala
Title	Design and development of functions and calculation of cycle times for a new production line to be purchased.
Number of Pages	25
Date	15 September 2008
Degree Programme	Automation Technology
Degree	Bachelor of Engineering
Instructor Supervisor	Keijo Mäkelä, Production Development Manager Antti Liljaniemi, Lecturer
<p>The objective of this final year project was to calculate cycle times for different functions in the panel production line, to develop new solutions for different functions in the panel production line (if necessary) and to specify data transfer need between the production line and Ruukki's own ERP. These tasks were a part of the development and acquisition of a new panel production facility designed for Alajärvi plant.</p> <p>The goal was to verify the functionality of solutions offered by the supplier of the new panel production line and also to guide and propose different solutions for different functions for the suppliers. The acquisition process itself will last for a few years so this project was focused mainly on the early phases of the process.</p> <p>In the project 2 weeks of real production orders were simulated by means of Excel. In addition the maximum allowed cycle times of different functions in the production line were calculated. Also close communication with the production line suppliers was maintained regarding the solutions and cycle times.</p> <p>During the project it was noticed that some suppliers of production lines and automatic storages could promise better cycle times and solutions than others. Thus, this project helped remarkably in the final selection of the production line and automatic storage supplier. The calculations made during the project and presented in the thesis also played a remarkable role in the final supplier selection.</p> <p>Although the results of the calculations have already served their purpose as a part of the information that led to the selection of the suppliers, they will be used in further and more accurate calculations. The thesis itself can be used internally in Ruukki for training and introduction purposes.</p>	
Keywords	cycle time, planning of production line, development of production line, data transfer within production line

Sisällys

Lyhenteet, käsitteet ja määritelmät	6
1 Johdanto	7
1.1 Yleistä Rautaruukista	7
1.2 Tuotteesta	8
1.3 Yleistä Panel-tehtaasta	10
1.3.1 Tuotantolinjasta.....	10
1.3.2 Paketoinnista	10
2 Lähtötiedot ja työkalujen valinta.....	12
3 Tahtiaikojen laskenta	14
3.1 Yleistä	14
3.2 Villavarasto	14
3.3 Villansyöttö	15
3.4 Liima	16
3.5 Stakkeri	17
4 Toimintojen ja työtapojen suunnittelu	18
4.1 Yleistä	18
4.2 Villan varastointi ja linjaansyöttö	18
4.3 Tuotantolinja	18
4.3.1 Yleistä	18
4.3.2 Pellin purkaminen keloilta ja sen käsittely.....	19
4.3.3 Liimaus ja liimalaitteet.....	19
4.3.4 Prässäys	20
4.3.5 Paneelin katkaisu.....	20
4.3.6 Stakkeri	20
4.4 Valmistuotteiden paketointi	20
4.4.1 Yleistä	20
4.4.2 Valmistuotteiden paketointitapa.....	21
4.4.3 Paketointiosaston layout.....	22
5 Yhteenveto	23
5.1 Projekti kokonaisuudessaan	23

5.2 Työstä saavutettu hyöty	23
5.3 Jatkotoimenpiteet	24
Lähteet.....	25

Lyhenteet, käsitteet ja määritelmät

Panel	Rakentamiseen käytettävä eristävä seinäpaneeli
SeiTek	Seinäjoen teknillinen Ammattikorkeakoulu
Prässi	Puristin
Tahtiaika	Toistuvasti samaa liikettä tekevän koneen tai laitteen yhteen työvaiheeseen kuuluva aika
Stakkeri	Pinontalaite
Haspeli	Aukikelauslaite
ERP	Enterprise Resource Planning, toiminnanohjausjärjestelmä

1 Johdanto

1.1 Yleistä Rautaruukista

Rautaruukki perustettiin vuonna 1960 valtionyhtiöksi. Rautaruukin ensimmäisen masuunin peruskiveä oli muuraamassa valmistuvalla terästehtaalla Raahessa mm. silloinen presidentti Urho Kekkonen (kuva 1).



Kuva 1. Presidentti Urho Kekkonen muuraamassa Raahen tehtaan peruskiveä vuonna 1960 (1)

Rautaruukista tuli pörssi-yhtiö vuonna 1989 ja valtio luopui osake-enemmistöstään vuonna 1997. Nykyään Rautaruukki Oyj on monikansallinen yritys, joka tarjoaa kokonaisvaltaisia metalliin pohjautuvia lisäarvoa tuottavia ratkaisuja sekä yhteistyötä. Toimituksiin kuuluu metalliin perustuvat komponentit, järjestelmät ja kokonaistoimitukset rakentamiseen ja konepajateollisuuteen. Rautaruukki on vuodesta 2004 käyttänyt markkinointinimeä Ruukki (kuva 2).



Kuva 2. Ruukin logo (2)

Yrityksellä on toimintaa 24 maassa ja työntekijöitä 14 700. Suomessa yrityksellä on toimipaikkoja ja tuotantoa yli 30 paikkakunnalla ja henkilöstöä yli 8000. (1)

Ruukki jaetaan 4 eri divisioonaan. **Ruukki Construction** toimittaa metalliin pohjautuvia ratkaisuja talonrakentamiseen, erityisesti kaupan, teollisuuden ja logistiikan tarpeisiin sekä infrastruktuurirakentamiseen. Tähän divisioonaan kuuluvat Alajärven ja sen läheinen Vimpelin tuotantolaitos. **Ruukki Engineering** toimittaa metalliin pohjautuvia ratkaisuja nosto- ja kuljetusväline-teollisuudelle, paperi- ja puunjalostusteollisuudelle, energiateollisuudelle sekä meriteollisuudelle. **Ruukki Metals** toimittaa laajan valikoiman teräksiä, ruostumattomia teräksiä ja alumiineja vakio- ja erikoistuotteina, osina ja komponentteina. **Ruukki Production** valmistaa kuumavalssattuja, kylmävalssattuja ja pinnoitettuja levy- ja nauhatuotteita sekä teräsputkia ja profiileja Ruukin asiakasvastuullisille divisioonille. (1)

Vuoteen 2004 asti Alajärven ja Vimpelin tehtaat toimivat nimellä Rannilan Steel Oy Rautaruukin tytäryhtiönä. Vuonna 2004 ne fuusioitiin useiden muiden tytäryhtiöiden tavoin osaksi Rautaruukkia ja markkinointinimeksi vaihdettiin Ruukki. Ruukin Alajärven tuotantolaitoksella on pitkät perinteet elementin valmistuksesta, mikä on yksi syy siihen, miksi uusi tehdas rakennetaan nimenomaan Alajärvelle. Uuden tehtaan valmistuessa elementtituotannon on määrä jopa kaksinkertaistua henkilöstömäärän kuitenkin lisääntymättä radikaalisti. Uuden tehtaan suunnittelu, rakentamisen toteutus sekä laitteiden hankinta on pääasiassa Alajärven tehtaan henkilöstön vastuulla. Tärkeät päätökset täytyy tietenkin ensin hyväksyttävä ylemmällä tasolla.

1.2 Tuotteesta

Projekti liittyy Ruukin Alajärven tehtaalle rakennettavaan seinäelementti- eli ns. sandwich-linjaan. Linjalla tuotetaan mm. Panel 3lock -tuotetyyppejä, joka on elementtijärjestelmä, jota käytetään julkisivuissa, väliseinissä, yläpohjissa ja osastoivissa rakenteissa. Elementtijärjestelmän käyttökohteita ovat mm:

- teollisuusrakentaminen
- IV-rakentaminen

- maatalousrakentaminen
- elintarviketeollisuuden rakentaminen ja puhdastilat
- logistiikkarakentaminen
- voimalaitokset
- toimisto- ja liikerakennukset
- urheilurakennukset. (2, s. 1-2.)



*Kuva 3. Panel 3lock -
seinäelementti (2, s. 1)*

Panel 3lock -elementti koostuu kahdesta muotoon prässättävästä metalliohutlevystä ja niiden väliin asennettavasta lamellivillasta, jonka kuitutaso on elementin pituussuunnassa ja kuidut kohtisuoraan pintalevyä vastaan. Metalliohutlevyissä voi olla erilaisia kuviointeja tai se voi olla tasainen toisistaan riippumatta. Pinnoitemateriaalina käytetään pääasiassa polyesterimaalipintaista teräsohutlevyä, tai erikoismateriaalina elintarvikehyväksytyä teräsohutlevyä, ruostumatonta tai haponkestävää terästä. Elementin ydinmateriaalina on konstruktiivinen mineraalivilla, jota on saatavana kivi- tai lasivillana, ja niitä valmistetaan tilauksen mukaan aina 13 500 mm maksimipituuteen asti. Elementin hyötyleveys on 1 200 mm ja paksuus joko 80, 100, 125, 150, 175 tai 200 mm. (2, s. 1-2; 3, s. 1)

1.3 Yleistä Panel-tehtaasta

1.3.1 Tuotantolinjasta

Pääraaka-aineina on siis metalliohutlevy, villa ja nämä yhteen liittävä liima. Metalliohutlevyt tuodaan tehtaalle keloina, joista ne puretaan yhtenäiseksi pitkäksi levyksi linjalla. Miltei heti kelalta purkamisen jälkeen levyt prässätään rullamuovaimilla haluttuun muotoon, ylä- ja alapuoli erikseen. Tämän jälkeen levyjen reunoihin vielä muovataan rullamuovaimilla pontit, jotta valmiit paneelit voidaan rakennuskohteessa liittää toisiinsa. Tämän jälkeen levyt esilämmitetään, jotta myöhemmin levitettävä liima kuivaisi nopeammin.

Villa tulee tehtaalle villalevyin, jotka on pinottu kuormalavan päälle 17–19 levyä käsittäviksi kolleiksi. Tästä pinosta villalevyt puretaan yksitellen villasahaukseen. Levyt sahataan valmistettavan paneelin mukaan soiroiksi. Sivusiirron jälkeen soiroerä syötetään pitkittäin linjaan tiukasti aiemmin syötetyn soiroerän perään. Vielä ennen liiman levitystä villapatjan reunat jyrksitään tasaiseksi. (4)

Liimanlevityksen jälkeen levyt ja villa painetaan yhteen ja johdatetaan jatkuvaketjuiseen lämmitettyyn prässiin. Lämmitettyyn siksi, että liima kuivuisi nopeammin. Prässistä tullessaan valmiina on periaatteessa äärettömän pitkä paneeli. Prässistä tulon jälkeen paneelin sisällä olevan villan reuna jyrksitään tasaiseksi tai jossain tapauksissa ponttimuotoon. Lopuksi paneeli leikataan tilauksen määräämän pituisiksi paneeleiksi ja pinotaan stakkerilla päällekkäin noin 1200 mm korkeaksi paketiksi. Pakettiin päällekkäin pinottavien paneelien määrä riippuu tuotettavan paneelin paksuudesta. Kun paketti on valmis, siirretään se kuljettimia pitkin pakkausosastolle paketoitavaksi.(4)

1.3.2 Paketoinnista

Kunhan tuotantolinjalta saadaan paketti, se kuljetetaan kuljetinjärjestelmää pitkin paketointiin. Paketoinnissa pakettiin asennetaan ensin tarvittavat suojat. Suojat

asennetaan suojaamaan paketin sisältämiä paneeleita lastauksen, kuljetuksen ja purkamisen aikana. Suojien asentamisen jälkeen pakettiin liitetään vielä kaksi eri kollitarraa, joista toinen on tarkoitettu lähinnä trukkikuskeille lastauksen helpottamiseen. Toisessa taasen näkyvät paketin tarkemmat tiedot, esim. paneelit eriteltyinä yms. Tämän jälkeen paketti kääritään kokonaisuudessaan muoviin suojaksi kosteudelta. Seuraavaksi pakettiin laitetaan kuljetusalusta. Lopuksi paketti sidotaan vanteilla kiinni kuljetusalustaan alustan ja paneelien paikallaan pysymisen varmistamiseksi. Tarkemmin paketoitavasta kerrotaan myöhemmin. (4)

2 Lähtötiedot ja työkalujen valinta

Alati vaihtuvan tilauskannan takia simuloinnin suunnittelu vei aikaa enemmän kuin odotettiin. Tuotannon simulointiin valittiin kahden viikon ajoerät, jotka oli ajettu 16.7 - 30.7.2007. Tuotannon nopeuden näille ajoerille olisi saanut selville Ruukin tietokannasta, mutta sitä ei katsottu tarpeelliseksi, koska tarkoitus oli tutkia uuden tuotantolinjan kapasiteettia ja tehokkuutta. Tuotantolinjan toimittaja ei ollut vielä selvillä ja tehtävän simuloinnin oli tarkoitus selventää, mitä uudelta tuotantolinjalta todellisessa ajossa vaaditaan.

Simulointiin tarvittavat tiedot saatiin ajomääräyksistä, jotka oli jo ennalta arkistoitu kansioon. Ajoerämääräyksistä kirjattiin

- ajoeränumero
- ajetun paneelin paksuus
- ajetun paneelin leveys
- ajetun paneelin villatyyppe
- paketissa olevien paneelien yhteispituus (laskemalla)
- paketissa olevien paneelien yhteisala (laskemalla)
- paketin muoto (suorakulmio vai pyramidi)
- ajoerien välillä tapahtuvat tällin- ja/tai villanvaihdot.

Muita lähtötietoja itse simulointiin olivat

- villalevyn mitat
- villalevyjen määrä kollissa
- ajetun paneelin neliömäärätavoite per vuosi
- keskimääräinen hukkaprosentti.

Simulointityökaluksi valittiin alustavasti Excel-taulukkolaskentaohjelma. Toisena vaihtoehtona oli simuloinnin teettäminen SeiTekissä (Seinäjoen ammattikorkeakoulun teknologia- ja yrityspalvelukeskus), jossa simulointi olisi voitu tehdä myös graafisena. Ajoerätietojen kerääminen oli joka tapauksessa tehtävä, tehtiinpä simulointi itse Excelillä tai teetettiin se SeiTekissä. Simuloinnin edetessä oli tarkoitus myös tutkia,

saatiinko simuloinnista tarpeeksi irti Excelillä tehtynä vai onko tarpeen teettää simulointi. (5)

Simuloinnin edetessä huomattiin kuitenkin, että halutut tulokset saavutettiin pelkällä Excelin käytölläkin. Teettämällä simulointi SeiTekissä siitä olisi tietenkin saatu havainnollisempi ja siitä olisi saatu tietoja, jotka Excelillä simuloitaessa on hankala tai jopa mahdoton havaita. Asiaan vaikutti sekin seikka, että simuloinnilla oli suhteellisen kiireinen aikataulu ja simuloinnin varaaminen ja teettäminen SeiTek:ssä olisi melko varmasti viivästyttänyt sen valmistumista.

3 Tahtiaikojen laskenta

3.1 Yleistä

Tuotantolinjan eri osa-alueiden tahtiajat laskettiin tuotantolinjan ajonopeuden maksimiarvon perusteella. Tästä oli helppo laskea tuotantolinjasta ”taaksepäin” villantarve ja villansyöttölinjan eri osien tahtiajat sekä tuotantolinjasta ”eteenpäin” tahtiajat stakkerille, paketoinnille ja sen eri osille. Simulointia todellisista ajoista käytettiin tukemaan myöhempien laskemien tahtiaikoja. Simulointi myös vastaa paremmin todellista tilannetta.

Tuotantoa simuloitiin kohdassa 2 mainittujen ajoerien perusteella. Koe-erää verrattiin vuoden 2007 todelliseen tuotantoon. Ajettujen paneelien paksuudet vastasivat pääpiirteittäin hyvin toisiaan koe-erässä ja todellisessa tuotannossa.

Pakettien pituuksien jakauma sen sijaan vaihteli kohtuuttoman paljon koe-erän ja todellisen tuotannon välillä. On havaittavissa, että eroavaisuus on suurimmillaan pakettipituudella 5 - 7 metriä. Tämä eroavaisuus on kuitenkin hyväksyttävissä rajoissa, kunhan sen ottaa huomioon tuloksia tarkastellessa. Eroavaisuus vaikuttaa pääasiassa valmistuvien yksittäisten paneelien niputukseen sekä pakettien valmistumistiheyteen ja tätä kautta pakettien pakkaukseen ja pakettien varastointiin.

Itse simulointi ei ole kokonaisuudessaan työn liitteenä sen suuren koon vuoksi. Sitä ei yksinkertaisesti olisi saanut liitettyä siten, että sen luettavuus olisi säilynyt. Oteita simuloinnista, tai tarkemmin sen tuloksista, on kuitenkin käytetty hyväksi raportissa.

3.2 Villavarasto

Villavaraston tahtiaikaa selvitettiin laskemalla ensin, mikä varaston tahtiaika täytyisi olla, jotta sieltä pystyttäisiin toimittamaan tuotantolinjalle villakolleja linjanopeuden ollessa maksimi mahdollinen. Tämän lisäksi laskettiin sama asia vielä niinkin päin, mikä olisi tuotantolinjan maksiminopeus, jos villavarastosta pystyttäisiin toimittamaan

xx kpl villakolleja tunnissa. Kummatkin laskelmat tehtiin kaikilla mahdollisilla villatyypeillä kaikille mahdollisille paneelipaksuuksille, vaikkakin joitain tiettyjä villatyyppejä ei käytetä joillekin paneelin paksuuksille.

Muuttujina taulukoissa ovat seuraavat:

- Yhteiset
 - Soiroja / linjaleveys
 - Levyjä / kolli
- Varaston toimituskyky
 - Linjanopeus
- Linjan maksiminopeus varaston toimituskyvyllä
 - Kolleja / tunti
 - Linjan maksiminopeus

Näiden lisäksi taulukoissa on vielä muuttujina yksittäisen villalevyn leveys sekä pituus, mutta koska dimensiot ovat vakioita, ei näihin tarvitse laskennan kannalta puuttua sen jälkeen, kun ne on kerran syötetty.

Varsinkin paksuilla paneeleilla toimituskykytarve villavarastosta kohoaa suureksi, kun pienemmillä paksuuksilla pienempi toimituskyky riittäisi. Toisaalta toimituskyvyn villavarastosta täytyy pystyä vastaamaan paksujen paneelien villantarvetta varsinkin koska tulevaisuuden markkinat vaativat aina vain paremmin eristäviä eli paksumpia paneeleja.

3.3 Villansyöttö

Samoin kuin villavaraston toimituskyvyn laskennassa, villansyötön laitteiden tahtiajat laskettiin jokaisella eri villatyypillä jokaiselle paneelin paksuudelle. Laskennassa muuttujina käytettiin seuraavia:

- Levyjen määrä per kolli lasi ja kivivillalle erikseen
- Linjanopeus
- Villasahan terän paksuus.

Samaan taulukkoon laskettiin myös yksittäisen villasoiron maksimi kääntöaika eri villalevyn eli soiron pituuksilla. Laskelmista näkee myös varaston toimituskykytarpeen, joka lisättiin tähänkin laskelmaan, koska se oli helppo laskea jo saaduilla laskelmilla.

Kuten villavaraston toimituskykytarpeen määrittelyssä, pätee tässäkin tapauksessa: mitä paksumpi paneeli, sitä pienempi tahtiaika vaaditaan koneilta ja laitteilta. Poikkeuksena on yksittäisen villasoiron kääntöaika, johon vaikuttavat ainoastaan linjanopeus ja villasoiron eli -levyn pituus. Paksummilla paneeleilla koneiden ja laitteiden tahtiaika täytyy olla pienempi, koska ensinnäkin linjaleveydelle tarvitaan sama määrä soiroja riippumatta paneelin paksuudesta ja koska yhdestä villalevystä saadaan vähemmän soiroja, kun paneelin paksuutta kasvatetaan. Tästä aiheutuu taasen se, että paneelin paksuuden kasvaessa myös villalevyjä täytyy syöttää villasahaan enemmän.

Laskelmista on selvästi nähtävissä, mikä yksittäisen villasoiron kääntöaika saa olla maksimissaan. Myös villakollin vaihdon purkupaikalle täytyy tapahtua nopeasti varsinkin paksuja paneeleja ajettaessa. Tätä vaihtoaikaa ei kuitenkaan pystytty tarkasti laskemaan, koska villasoiron ja -levyjen määrä puskurissa ei ollut vielä tässä vaiheessa tiedossa. Villalevyjä täytyy myös purkaa kollista melko kiihvasta tahtia, mikäli halutaan ajaa paksua paneelia täydellä nopeudella. Pääosa tuotettavasta paneelistä ei kuitenkaan ole paksuinta mahdollista, joten ei ole järkevää asettaa näin kovia vaatimuksia koneilla ja laitteille.

3.4 Liima

Vaikkakin liima ja liimalaite ovat yksiä tuotantolinjan olennaisimmista osista, ei niiden valintaan ollut perehdytty vielä syvällisemmin. Eri liimalaitteista on kerätty paljon tietoa ja liimalaitteen valinnassa on päästy jo eteenpäin, mutta liiman valinta on vielä suurin osin auki. Liimalaitteen osalta ei laskelmista ole hyötyä, vaan valinta perustuu liimalaitteen osalta haluttuun levitystapaan, levitettävään liimatyyppiin ja levitettävän liiman määrään. Liiman ja liimalaitteen valintaan ei ole vielä juurikaan perehdytty, koska niiden valinta ei ole tämän hetken kiireellisin tehtävä.

Yksinkertainen laskelma tehtiin kuitenkin liiman osalta. Kaksi liiman tärkeintä ominaisuutta on avoin aika eli aika, jonka liima voi olla levitettynä liimattavaan pintaan, ennen kuin se alkaa reagoida, sekä kuivumisaika eli aika jonka liima tarvitsee kuivuakseen.

3.5 Stakkeri

Stakkerin eli laitteen, joka nostaa valmiin paneelin tuotantolinjalta pakettiin, tahtiajan määrää tuotantolinjan nopeus ja valmistettavan paneelin pituus. Valmistettavan paneelin paksuus ei vaikuta stakkerin toimintaan ajallisesti.

Stakkerin tahtiaikaa ei pystytty laskemaan, koska koe-erässä olevien paneelien pituuksien syöttäminen Excel-taulukkoon olisi vienyt paljon aikaa, ja sen tekemisestä saavutettava hyöty ei olisi vastannut siihen kuluvaan työaikaan. Tämän lisäksi useita paneeleita voidaan pinota samaan kerrokseen, jolloin stakkeri tekee vain yhden työliikkeen per useampi paneeli. Tätä tapahtumaa ei ole kirjattu mitenkään eri tavalla ajomääräyksiin, jolloin se olisi pitänyt etsiä sieltä järjeilemällä ja laskemalla, ja silti virheitä olisi varmasti syntynyt. Samoin kaikki paketit eivät ole suorakaiteen muotoisia, vaan toisinaan paketit ovat kartion muotoisia (kuva 4).



Kuva 4. Esimerkki kartion muotoisesta paketista

Stakkerille vaadittavan tahtiajan voi toki laskea teoreettisesti, mutta tahtiajan laskennan liittäminen tehtyyn simulointiin ei ole järkevää. Teoreettinen laskenta stakkerin tahtiaika-vaatimukselle kuitenkin tehtiin ja linjanopeutena käytettiin maksimi mahdollista nopeutta. Laskennan perusteella voidaan sanoa stakkerin maksimi tahtiaika.

4 Toimintojen ja työtapojen suunnittelu

4.1 Yleistä

Tuotantolinjan toimintojen suunnittelussa käytettiin hyväksi kohdassa 3 saatuja tahtiaikoja, sekä opinnäytetyön tekijän omia ja muiden aikaisempia kokemuksia erilaisista laitteista ja koneista sekä niiden ominaisuuksista. Jotkin hyväksi havaitut laitteet, koneet ja toimintatavat eivät välttämättä pysty vastaamaan uuden linjan korkeampaan nopeuteen, ja täten ne täytyy suunnitella uudelleen. Laitetoimittaja tarjosi omia ratkaisujaan useimpiin ongelmakohtiin. Toisiin taas täytyi opinnäytetyön tekijän ja/tai muun kehitystiimin keksiä ratkaisu ja ehdottaa sitä toteutettavaksi laitetoimittajalle. Laitetoimittajan ratkaisuja ei voinut hyväksyä sellaisenaan ilman, että olisi ensin tutkittu sopiiko se Ruukin tarpeisiin ja että ratkaisu on varmasti toimiva ja luotettava vaadituilla tahtiajoilla.

4.2 Villan varastointi ja linjaansyöttö

Simuloinnilla oli tarkoitus myös selventää vaatimuksia, jotka villavarastolle täytyy asettaa, jotta sieltä pystyttäisiin toimittamaan tuotantolinjan vaatiman villamäärän. Kun nämä vaatimukset ovat selvillä, voidaan ne toimittaa edelleen varastotoimittajalle, joka sen jälkeen omalta osaltaan tarjosi ratkaisua/ratkaisuja villan varastointiin.

4.3 Tuotantolinja

4.3.1 Yleistä

Tuotantolinjan suunnittelu on pääpiirteiltään yksinkertaista, koska uuden linjan periaate ei muutu paljoakaan olemassa olevasta. Linjan ohjauksen suunnittelu ja yksittäisten työvaiheiden suunnittelu vaatii erityisen paljon huomiota.

4.3.2 Pellin purkaminen keloilta ja sen käsittely

Peltikelat lastataan haspeleihin haspelikohtaisilla latausvaunuilla. Latausvaunuun peltikela taas lastataan hallissa sijaitsevalla siltanosturilla. Haspelilta pelti puretaan automaattisesti tuotantolinjaan.

4.3.3 Liimaus ja liimalaitteet

Liimalaitteen valinta on hyvinkin haasteellista, koska liimalaitteita on useita erilaisia ja kaikki liimalaitteet eivät sovellu kaikenlaisen liiman levittämiseen. Liima jakaantuu täytettyyn ja täyttämättömään liimaan. Täytetty liima tarkoittaa sitä, että liiman ohella liima-aineessa on täyteaine ja täten se täyttää liimattavassa pinnassa olevaa huokoisuutta paremmin kuin täyttämätön liima.

Liimalaitteita taas on lähinnä kolmea päätyyppiä: kampalevittävä, jet-stream eli korkeapainesuihkulevittävä ja spray eli paineilmalevittävä

Kampalevittävä liimalaite taas on melko yksinkertainen ja toimiva ratkaisu, mutta sillä ei voida levittää liimaa ylöspäin. Täten liima joudutaan levittämään yläpuolella villan pintaan, ja täten joudutaan pakosta käyttämään täytettyä liimaa. Muuten kampalevittävä liimalaite on luotettava sekä helposti hallittavissa.

Jet-stream eli korkeapainesuihkulevittävä liimalaite taas pystyy levittämään liimaa mihin suuntaan tahansa, joten tällä liimalaitteella voitaisiin käyttää täyttämätöntä liimaa. Tässä on taas haasteena sen toimivuus eri linjanopeuksilla. Linjanopeuden laskiessa liimaa tarvitaan vähemmän, ja mikäli taas liimamäärää lasketaan, laskee myös suihkun paine, eikä suihkulevitin toimi kunnolla.

Tämän lisäksi on vielä erilaisia liimapumppuja. Jotkin liimapumpuista eivät kestä täytettyä liimaa, koska täyteaine on karkeaa ja täten kuluttaa pumpun mekaanisia osia voimakkaasti.

4.3.4 Prässäys

Prässäysprosessi on periaatteeltaan erittäin yksinkertainen, mutta äärimmäisen hyvin toimiva. Itse prässinä toimii kaksi telaketjua, joista alempi on kiinnitetty kiinteästi paikoilleen ja ylempää voidaan nostaa tai laskea ajettavan paneelin paksuuden mukaan. Telaketju on periaatteeltaan samanlainen kuin esim. kaivinkoneessa. Erona on se, että prässissä käytettävän ketjun yksittäinen tela on koneistettu äärimmäisen tarkasti tasaiseksi ja siten, että se sopii saumattomasti viereisiin teloihin. Tämä siksi, että pieninkin epätarkkuus teloissa tekee jäljen paneelin pinnassa olevaan peltiin.

4.3.5 Paneelin katkaisu

Ennen katkaisusahaa linja tuottaa periaatteessa päättymätöntä paneelia. Katkaisusahalla paneelit katkaistaan ajoerän määräämiin pituuksiin. Paneelin katkaisusaha on ns. lentävä leikkuri, eli saha tarvittaessa lähtee liikkumaan linjan suuntaisesti paneelin mukana. Tällä saavutetaan se, että linjaa ei tarvitse pysäyttää leikkauksen aikana.

4.3.6 Stakkeri

Katkaistut eli valmiit paneelit saapuvat stakkerille pitkittäin. Ensiksi paneeli paikoitetaan haluttuun kohtaan. Tämän jälkeen paneeli nostetaan kuljettimelta. Tämän jälkeen sivusiirtokuljetin kuljettaa paketin pois seuraavaksi valmistuvan paketin edestä. Sivusiirtokuljettimelta paketti voidaan siirtää pakkauslinjalle tai sivuun pakkauslinjalta CE-testausta varten. Mikäli paketti siirretään CE-testauspaikkaan, täytyy se myöhemmin siirtää paketointilinjalle sivusiirtokuljetinta hyödyntäen.

4.4 Valmistuotteiden paketointi

4.4.1 Yleistä

Yhtenä tavoitteista oli tutkia, voiko valmistuotteiden paketointitapaa ja -materiaaleja muuttaa siten, että niistä aiheutuisi mahdollisimman vähän kustannuksia. Jotkin suojat

ovat tietenkin välttämättömiä, jotta paketissa olevat paneelit eivät kärsisi vahinkoa kuljetuksessa. Kunhan paketointimateriaali vähenee, voidaan vähentää paketoinnissa olevaa työvoimaa ja kustannukset vähenevät tätäkin kautta.

Paketointitapaa täytyy miettiä siltäkin kantilta ehtivätkö paketointiosasto ja sen työntekijät paketoimaan paketteja sitä mukaa kuin linja niitä paketointiin syöttää. Paketointiosaston layoutin muuttaminen vaikutti olevan helpoin tapa ratkaista nopeuden noususta johtuvat haasteet. Samat työvaiheet täytyy toteuttaa kuin ennenkin, mutta järjestys ja ryhmittely oli mahdollista muuttaa.

Mikäli tuotettava paneeli on paksua ja paketti käsittää vain lyhyitä paneeleita, valmistuu tuotantolinjalta paketteja todella tiheään tahtiin. Käytännössä tämä tilanne ei kuitenkaan toistu usein eikä useimmiten ole pitkään jatkuva. Pakkausosasto ei kuitenkaan saa ruuhkautua ja täten hidastaa, tai jopa estää, paneelien valmistusta. Tämä siksi, että valmistusprosessi on luonteeltaan sellainen, että se ei kestä tuotantolinjan pysähdyksiä. Valtavan tilantarpeen sekä paneelin vikaherkkyuden vuoksi suojaamattomille paketeille on hankala rakentaa toimivaa välivarastoa tuotantolinjan ja pakkausosaston välille. Tämä taas tarkoittaa käytännössä sitä, että pakkausosaston täytyy pystyä pakkaamaan paketti mahdollisimman nopeasti ja luotettavasti.

4.4.2 Valmistuotteiden paketointitapa

Koska paketointimateriaalia ei voi hyödyntää työmaalla mitenkään, tulee siitä rakennusjätettä, kunhan se on täyttänyt tehtävänsä. Materiaali ei myöskään ole ilmaista, joten paketointimateriaalia vähentämällä tai vaihtamalla ”viivan alle” jää enemmän. Tämän takia täytyy kiinnittää erityistä huomiota paketeissa käytettyihin suojiin ja niiden tarpeellisuuteen. Ainoa luotettava tapa testata yksittäisten suojiin tarpeellisuutta on vähentää tai muuttaa normaaleissa jokapäiväisissä ajoerissä ja lähettää nämä sitten maailmalle. Seuranta voitaisiin toteuttaa joko tarkkailemalla reklamaatioiden esiintymistiheyttä ja sitä, mihin ne kohdistuvat ja/tai erillisen seurantaohjelman avulla.

Testiä ei kuitenkaan ole järkevä toteuttaa tällä hetkellä, koska paketoitiohjejärjestelmän uudistus ja eräs toinen testi on meneillään, joten testi on hankala toteuttaa nykyhetkellä, ja saattaa olla hankala saada tarkkaa tietoa, mihin mahdolliset ongelmat kohdistuvat. Tästä syystä ei haluttu toteuttaa testiä vielä tällä hetkellä.

4.4.3 Paketoitiosaston layout

Paketoitiosaston layoutia suunnitellessa otettiin huomioon erityisesti tahti, jolla paketteja valmistuu linjalta. Koska paketteja valmistuu toisinaan nopeaan tahtiin, täytyy paketoinnin eri työvaiheet jakaa mahdollisimman hyvin. Täten voidaan laskea eri työvaiheiden tahtiaikoja ja parantaa paketoitiosaston virtausta.

5 Yhteenveto

5.1 Projekti kokonaisuudessaan

Projekti kokonaisuudessaan on erittäin mittava. Koko Alajärven tuotanto siirretään uusiin tiloihin uudelle tontille. Tästä huolimatta projekti on pysynyt kohtuullisen hyvin aikataulussa. Rakennustyöt tontilla ovat aikataulussa, elleivät jopa hieman edellä aikataulusta. Rakennuspiirustuksiin tullaan tekemään vielä tuotantolaitteiden vaatimia muutoksia, mutta rakentaminen aloitetaan kuitenkin aikataulun mukaisesti. Tästä syystä tällä hetkellä onkin tärkeää keskittyä layoutin hiomiseen ja lopullistamiseen.

5.2 Työstä saavutettu hyöty

Työssä suoritettujen laskelmien mukanaan tuomat tulokset tulivat heti valmistuessaan hyötykäyttöön laitetoimittajien kanssa neuvoteltaessa. Laskelmista ja kehitetyistä teknisistä ratkaisuista on mielestäni hyvin paljon hyötyä tuotantolaitoksen hankinnassa. Tämän lisäksi työn oheistuotteena tuli paljon muutakin hyödyllistä tietoa, jota ei käytännön syistä ole sisällytetty päättötyön raporttiosuuteen. Selvitys- ja kehitystyö projektin kannalta jatkuu vielä hyvän aikaa vuoden 2009 puolelle, ja tämä työ onkin vain yleisluontoinen, eikä niinkään yksityiskohtiin menevä selvitys. Työn ansiosta Ruukki voi vaivattomammin siirtyä yksityiskohtaisempiin ja tarkentaviin neuvotteluihin laitetoimittajan kanssa.

Raportissa esitetyt tekniset ratkaisut on hyväksytty Ruukin ja laitetoimittajan puolesta ja seuraavaksi laitetoimittaja aloittaa laitteiden kasaamisen ja testaamisen. Laitetoimittaja testaa laitteiden eri osat omassa tuotantolaitoksessaan mahdollisuuksien puitteissa, ennen kuin ne toimitetaan Ruukin tuotantolaitokseen. Laitetoimittajan testin jälkeen on vielä pieni mahdollisuus tehdä joitain pieniä viilauksia laitteen rakenteeseen. Tästä tosin saattaa aiheutua lisää kustannuksia Ruukille.

5.3 Jatkotoimenpiteet

Alkajaisiksi on saatava lopullinen layout valmiiksi, jotta rakennustyötä voidaan jatkaa aikataulun mukaisesti. Seuraavaksi tärkein asia on tiedonsiirto, joka sekin täytyy saada valmiiksi mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Näiden ohella tulee vielä projektin jatkuessa muita ajankohtaisia asioita joita käydään läpi kuukausittaisissa projektipalavereissa. Tärkeää on myös saada eri laitetoimittajat keskustelemaan keskenään, jo senkin takia koska heidän välillä tulee olemaan keskinäistä tiedonsiirtoa. Ruukin ei ole järkevä olla välikätenä näissä keskusteluissa, vaan on järkevää, että osapuolet keskustelevat asiasta keskenään.

Lähteet

1. Ruukki. (WWW-dokumentti.) <<http://www.rautaruukki.fi>>. 31.1.2008. Luettu 31.1.2008.
2. Ruukki elementtijärjestelmät Panel 3lock tuoteseloste. (WWW-dokumentti.) <<http://www.ruukki.com/www/finland.nsf/documents/1A442D894A180407C2257241005FEDD4!Opendocument&lang=1>>. 4.2006. Luettu 31.1.2008.
3. Ruukki elementtijärjestelmät pinnoite- ja väriohje. (WWW-dokumentti.) <<http://www.ruukki.com/www/finland.nsf/documents/1A442D894A180407C2257241005FEDD4!Opendocument&lang=1>>. 4.2006. Luettu 31.1.2008.
4. Tutustumiskierros tuotantolinjalla Keijo Mäkelän johdolla. 1.2.2008
5. Keskustelu Kehityspäällikkö Keijo Mäkelän kanssa. 4.2.2008