



# **ST syötin- ja seulavarustelun kehittäminen**

Teemu Nikkanen

Opinnäytetyö  
Joulukuu 2013  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Tuotekehitys

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu

Kone- ja tuotantotekniikka

Tuotekehitys / tuotantotalous

Teemu Nikkanen

ST syötin- ja seulavarustelun kehittäminen

Opinnäytetyö 45 sivua, joista liitteitä 22 sivua

Joulukuu 2013

---

Opinnäytetyö käsittelee Tampereen Metso Minerals Oy:n ST-tuotantolinjaa, jossa valmistetaan tela-alustaisia mobiiliseuloja. Yrityksellä on ollut tarve tehdä ST-linjasta entistä toimivampi kokonaisuus, jonka toiminnot olisivat mahdollisimman hyvin tahdistettu linjamaiseksi. Työssä suunnitellaan linjan toimitiloihin uusi toimintamalli koskien varusteluasemaa. Varustelussa tehdään osa kokoonpanoa, jonka jälkeen komponentit toimitetaan ST-linjalle. Työssä tärkeinä tekijöinä ovat uuden layout-suunnitelman tekemistä, materiaalivirtojen ohjaamista ja solun tahdistamista työn edellytyksiä vastaavaksi.

Työssä keskitytään keskeisimpien asioiden teoriakehykseen tuoden relevantteja käsitteitä esille teoriataustaa vasten. Raportointiosassa lukijaa helpotetaan ymmärtämään asioiden kokonaiskuvan ja liitteissä suuntaan työni tarkemmin työntilajille. Liitetietoja koskee salassapitovelvollisuus, minkä vuoksi joudun ne salaamaan. Liitteissä käsitellään linjan toimintaa yksityiskohtaisesti ja sovelletaan nykyisiä käytäntöjä. Liitteet paljastavat myös ST-linjan toimintamallin kokonaiskuvan, mutta rajoittuvat tarkasti vain varusteluaseman toimintaan.

Layout-suunnittelu on hyvin laaja termi, mistä johtuen tämä opinnäytetyö käsittelee vain tärkeimmät asiat ST-linjaa ajatellen. Läpikäytyt asiat tukevat toimintasuunnitelman eri vaiheita ja antavat lukijalle alustavan käsityksen siitä, mitä kaikkea liittyy toimintamallin rakentamiseen. Työni päättyy pohdinta-osaan, jossa pyrin ratkaisemaan ongelmat ja selittämään, miksi juuri näihin ratkaisuihin on tultu ja mitkä tekijät ovat vaikuttaneet ratkaisujen tekoon.

---

Asiasanat: layout, toimintamalli, tahdistaminen, kehittäminen

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu

Tampere University of Applied Sciences

Bachelor of Mechanical Engineering and Production Technology

Major: Product development

Teemu Nikkanen

ST screen and hopper buildup development

Bachelor's thesis 45 pages, appendices 22 pages

December 2013

---

This thesis is about Metso Minerals Oy Tampere ST-production line. ST-production line produces mobile screen tracks. Company has had a need to make ST-line more efficient.

New layout design has been developed and ST-line buildup station given a new structure. Work includes also a theoretic image to the reader. Theoretic image is given to provide an explanation for terms and to justify correct moves. Theory part tells how things should have been done by the book.

Layout is extensive concept and for this reason this thesis emphasizes only the relevant information considering ST-line.

Work is designated as a classified document. This means that only authorized persons can read work related appendices. All details referring to the company are shown in the appendices.

---

Key words: layout, production line, synchronisation

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	Metso .....	8
	2.1 Metson historia .....	8
	2.2 Metso tänään .....	8
	2.3 Metso Suomessa .....	8
	2.4 Metso Minerals Oy Tampere .....	9
3	ST-linjan kokoonpano .....	10
	3.1 ST-linja .....	10
	3.2 Toiminta.....	10
	3.3 Seulan ja syöttimen varustelu .....	11
	3.4 Tiedon kulku .....	12
4	Teoria.....	13
	4.1 Layout .....	13
	4.2 Kapasiteetti .....	14
	4.3 Materiaalivirta.....	15
	4.4 Tiedonkulku yrityksessä .....	16
	4.5 Tuotantolinjan layout-suunnittelu.....	17
	4.6 Toimintasuunnitelma .....	18
	4.7 Tuotantojärjestelmän ohjattavuus .....	20
5	POHDINTA.....	21
6	Lähdeluettelo .....	23

## LYHENTEET JA TERMIT

ST	mobiiliseula tuotantolinja
layout	asemapiirustus
tahdistus	työvaiheiden ajastaminen
komponentti	osakokonaisuus, osatekijä
kapasiteetti	kyky suorittaa

## 1 JOHDANTO

Olen työskennellyt tuotannossa tampereen Metso Minerals Oy:n ST-tuotantolinjalla ja saanut työhöni liittyen luvan tehdä käsillä olevan opinnäytetyön. Tein koulutukseeni kuuluvaa harjoittelujaksoa kesällä 2013. Harjoittelujakson minimipituus oli kolme kuukautta. Työskentelin kuitenkin pidempään Metso Minerals Oy:n palveluksessa alihankkija-tasolla. Minulle Metso oli jo ennestään tuttu yritys aikaisemmista työpaikoistani. Käsillä oleva työ antaa myös pienen kuvauksen itse Metso-konsernista yrityksenä asiaan vähemmän perehtyneelle henkilölle. Metsosta kerron lyhyen historiikin ja päätän sen ST-linjaan. ST-linjan toiminnan kuvaus etenee alun yleisluonteisesta myöhemmin osin yksityiskohtaisempaan tarkasteluun.

Työpaikkana Metso tarjoaa työntekijöilleen mahdollisuuksia ja pyrkii pitämään huolta heistä. Harjoitteluni käsitti perehdytysjakson talon tavoille ja koulutuksen nosturin ja muiden apulaitteiden käyttöön. Harjoittelujaksoni aikana perehdyin ST-linjan asemiin ja pääsin myös itse työskentelemään kaikilla asemilla. Työtehtäväni käsittivät suurelta osin mekaanista asentamista ja laadunvalvontaa. Sovin valmistuspäällikön kanssa opinnäytetyön tekemisestä ja pääsin syventymään opinnäytetyöhöni harjoittelun aikana — - ajatustyönä.

ST-linjan tavoitteena oli pyrkiä tahdistamaan linjaa varusteluaseman osalta. Varusteluasema on todella keskeinen asema tuotannon kannalta. Aseman tahdistamisella pyritään tekemään tuotanto linjan omaiseksi ja varmistamaan tuotannon kapasiteetin ylläpitoa.

Opinnäytetyö käsittelee Metso Minerals Oy:n ST-linjan toimintaa keskittyen varusteluaseman toimintaan omana yksikkönään. ST-linja valmistaa mobiiliseuloja. Mobiiliseula on laite, jota pystytään liikuttamaan omana kokonaisuutenaan telaketjujen avulla. Mobiiliseula koostuu erinäisistä komponenteista, kuten kuljettimista, syöttimestä ja seulasta. Jokaisella komponentilla on oma tehtävänsä tuotteen jalostuksessa. Mobiiliseula jalostaa murskaimelta tulevan kivimateriaalin eri raekokojen mukaan. Tässä työssä keskitytään mobiiliseulojen valmistamisen yhteen osakokonaisuuteen. Varusteluasema kokoaa mobiiliseulojen syöttimiä, -seuloja ja -pääkuljettimia. Varusteluruutu toimii omana yksikkönään palvelen ST-linjaa. Yksikkönä varusteluruutu työllistää kolme työntekijää. ST-linjalla on tahtiajat, joiden mukaan sitä tukevien asemien tulee työskennellä. ST-linja noudattaa neljää tahtia, jonka lisäksi on yksi niin sanottu esitahti, rungon varustelu.

Varusteluruutu tarkkailee ST-linjan tahteja mukautuen toimintaan tilauksen edetessä ja syöttäen tarvittavat komponentit linjalle. Varusteluaseman toiminnan kehittäminen parantaa varustelun ja linjan yhteistyötä sekä lisää työn edellytyksiä varusteluasemalla. Opinnäytetyöni tarkoituksena on esittää malli, jolla varusteluasema pystyttäisiin tahdistamaan. Tahdistamisella tarkoitan aseman työskentelyn kehittämistä linjamaiseksi, jolla olisi omat työtahdit ja tahtiajat. Aseman ajaminen linjamaiseksi vaatii perusteellisia muutoksia kyseiseen malliin. Toimintamallin tulee parantaa varusteluaseman työn edellytyksiä niin, että mallissa otetaan huomioon materiaalivirta, toiminnan layout sekä läpinäkyvyys ST-linjan kanssa. Uuden toimintamallin tarkoituksena on parantaa tehokkuutta selkeyttämällä varusteluasemalta vaadittavia työtehtäviä.

Työhön liittyy luottamuksellisuus ja siksi kaikki luottamuksellinen materiaali on esitetty opinnäytetyön liitteissä. Raportissa esiintyvät kannanotot ovat osin tekijän omia ja osin lainauksia kirjallisuudesta. ST-linjaa koskevat tuotantosunnitelmat olen esittänyt liitteissä layout-kaavioineen.

## **2 Metso**

### **2.1 Metson historia**

*”Metso syntyi, kun Valmet ja Rauma yhdistyivät 1.7.1999. Valmet oli paperi- ja kartonkikonevalmistaja ja Rauman toiminta keskittyi kuituteknologiaan, kivenmurskaukseen ja virtauksensäätöratkaisuihin. Sulautumisen seurauksena syntyi maailmanlaajuinen prosessiteollisuutta palveleva laitetoimittaja.” (Metso, 2013)*

### **2.2 Metso tänään**

*”Metso on kansainvälinen teknologia- ja palvelutoimittaja prosessiteollisuuden asiakkaille kaivos-, maarakennus-, kierrätys-, massa- ja paperi-, voimantuotanto- sekä öljy- ja kaasualalla. Metson 30 000 osaajaa yli 50 maassa edistävät asiakkaittensa kannattavuutta ja kestäväää kehitystä ympäri maailman.” (Metso, 2013)*

Metsolla on meneillään uudelleen fuusioituminen. Fuusioituminen tapahtuu vuoden vaihteessa, jolloin Metso jakautuu niin, että osasta Metsoa tulee Valmet.

*”Ylimääräinen yhtiökokous päätti 1.10.2013 jakaa Metso Oyj:n kahdeksi erilliseksi pörssiyhtiöksi. Jakautumisen jälkeen Metson Massa, paperi ja voimantuotanto -liiketoiminnat muodostavat uuden yhtiön Valmet Oyj:n, kun taas Kaivos ja maarakennus sekä Automaatio -liiketoiminnat muodostavat Metso Oyj:n.” (Metso, 2013)*

### **2.3 Metso Suomessa**

Suomessa Metson toiminta on laajaa ja käsittää pääsääntöisesti kolme isoa kokonaisuutta. Ensimmäinen niistä on Metso Minerals, joka on keskittynyt nimensä mukaisesti kaivostoimintaan. Toinen on Metso Automation, joka on prosessiteollisuuteen liittyvä oma kokonaisuutensa ja joka suurelta osin suuntautuu öljy- ja kaasuteollisuuteen sekä massa- ja paperiteollisuuteen. Kolmas on Metso Paper, joka on keskittynyt selluteollisuuteen.



## **2.4 Metso Minerals Oy Tampere**

Tampereen Metso Minerals Oy:n tehdasalue sijaitsee Lokomonkadulla, missä toiminta on aloitettu jo liki 100 vuotta sitten. Toiminta alkoi Lokomo Oy:nä höyryveturikonemajana vuonna 1915. Yritys on kehittynyt höyryvetureiden valmistajasta murskauksen huippuosajaksi. Tehdas on aina keskittynyt raskaaseen teollisuuteen, joka on kyennyt valmistamaan valutuotteita kirkonkelloista murskainleukoihin. Yrityksen moniasteisen fuusioitumisensa tuloksena vuonna 1999 yritys sai nimekseen Metso. Tampereen toimipiste keskittyy tällä hetkellä leuka- ja karamurskaimiin, tela- ja pyöräalustaisiin murskainyksiköihin ja seulonta laitteisiin.

### 3 ST-linjan kokoonpano

#### 3.1 ST-linja

ST-linja toimii yhtenä itsenäisenä toiminnallisena yksikkönä, Tampereella Lokomonkatu 3:ssa Metso Minerals Oy:n tehtaan toimipisteessä. ST-linja valmistaa tela-alustalla olevia mobiiliseuloja. Linjalla valmistetaan kaiken kaikkiaan viittä eri mobiiliseulaa asiakkaiden tarpeiden mukaan. Kuvassa 1 on esitettyä linjan tuottama mobiiliseula.

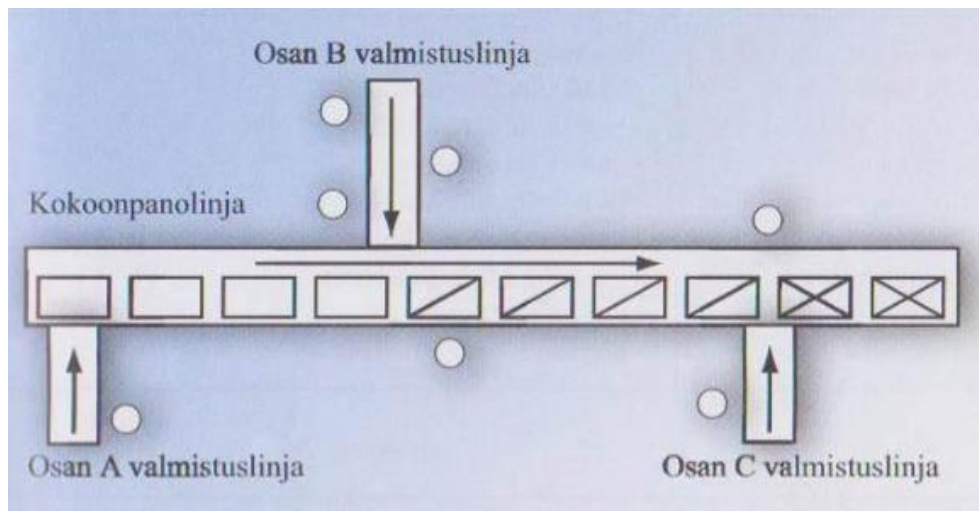


Kuva 1. ST 2.4 seula toiminnassa. (Metso, 2013)

Varsin laaja tuotanto käsittää kaikki vaiheet aina moottorikokoonpanosta valmiin seulan koekäyttöön ja lähetykseen. Tuotanto toimii yhdessä vuorossa valmistaen asiakkailleen tehokkaita ja laadukkaita seulontalaitteita.

#### 3.2 Toiminta

ST-linjan toiminnasta vastaa valmistuspäällikkö. Toimintaa on kehitetty linjamaiseksi ja pyritty myös tahdistamaan linja mahdollisimman hyvin. Linjan kokoonpano toimii tällä hetkellä neljässä tahdissa. Tahdistus ilmenee liitteestä 1. Linjaa tukevia soluja on kolme. Niissä valmistetaan komponentteja linjalle. Varusteluasema on yksi ST-linjaa tukeva asema. ST-linjan toimintamalli ilmenee kuvasta 2, jossa on kuvattu tuotantolinjan layout.



Kuva 2. ST-linjan toiminnallinen layout. (Matti Haverila, *Teollisuustalous*, 2005, s. 476)

### 3.3 Seulan ja syöttimen varustelu

Varusteluasema toimii tällä hetkellä liitteen 1 mukaisella layoutilla. Nykyinen layout on liian ahdas ja se onkin muotoutunut työn saatossa ilman kokonaisuutta hahmottavaa alkuperäissuunnitelmaa. Varusteluasemalla ei siis varsinaisesti ole omaa layoutia. Työt varusteluasemalla tapahtuvat esimiesjohtoisesti, mikä sitoo yhden esimiehen työtehtäviä suuresti. Esimiehen lisäksi asemalla on myös yksi työntekijöistä nimetty toimimaan niin sanottuna kymppinä. Varusteluasemaan on kuitenkin asetettu suuria odotuksia. Ne pakottavat varusteluaseman aika ahtaalle nykyisen toimintamallin mukaan. Varustelun kautta kulkee suuri materiaalivirta, joka on pitkälti varustelun ohjaamaa. Materiaalivirrälle ei ole suunniteltu riittäviä välivarastotiloja eikä varsinaista reititystä. Varusteluaseman tämänhetkinen tila on kuvattu liitteen 1 kuvissa 1 ja 2.

*”Kokoonpanolinja voi olla myös siten järjestetty, että henkilöstö toimii ryhmänä ja vastaa tuoteyksikön kokoonpanosta ja laadusta alusta loppuun. Linjaan kuuluu työasemia, joissa on työvaiheet. Työryhmä kulkee tuotteen mukana ja suorittaa kaikki kokoonpanovaiheet. Tuotteen valmistuttua ryhmä leimaa sen tai sitä koskevan tositteen tuotteen lopputarkastajana. Sen jälkeen ryhmä palaa linjan alkuun ja aloittaa uuden tuoteyksikön kokoonpanon.”* (Ilkka Lapinleimu, 1997, s. 112). Monesti työpaikoille muodostuu asiantuntijaryhmiä, jotka haluavat toimia tiiminä kokoonpanossa. Tiimityöskentely on

hyvää ja tehokasta niin kauan, kun sama ammattitaito säilyy kaikkien työntekijöiden kesken.

*”Kokoonpano tai koonta on omassa tehtaassa eri vaiheissa valmistettujen ja muualta hankittujen osien sekä standardikomponenttien ja -tarvikkeiden liittämistä toisiinsa toimivaksi tuotteeksi tai sen osaksi. Kokoonpano tapahtuu valmistavalla tehtaalla.”* (Ilkka Lapinleimu, 1997, s. 111). Yrityksillä on pakottava tarve hankkia osia myös alihankintana säilyttääkseen tuotteen valmistuskustannukset alhaalla. Joissain tapauksissa myös rajoittavana tekijänä on tila tai ammattitaito.

Varusteluaseman toiminta on todella keskeistä ST-linjalle. Varustelun kautta linjalle toimitetaan suuri määrä komponentteja, joiden tulee olla aikataulussa. Varustelun kautta tulevat komponentit on sidottu linjan tahtiaikaan. Varustelun ja linjan välissä ei ole välivarustointia. Linjan aikataulussa pysyminen riippuu siis suuresti varustelun kyvystä toimittaa tarvittavat komponentit ajoissa. Komponentin myöhästyminen tarkoittaa yleensä ottaen myös tilauksen myöhästymistä, joka kertautuu aina seuraaviin ja seuraaviin tilauksiin. Linjan tilauksien myöhästyminen tarkoittaa kaikkien tahtien työn seisahdumista siihen asti, kunnes varustelussa on saatu menetetty aika kiinni. Varustelun nykyinen toimintamalli on johtanut siihen, että on jouduttu tekemään ylitöitä suurempien tilauksien tullessa.

### **3.4 Tiedon kulku**

Aseman toiminta on tällä hetkellä sidottu esimiehiin, joille on kasattu mielestäni varsin paljon työtehtäviä. Esimiesten työtaakkaa kerryttää paljon materiaalivirran hallinta koko ST-linjalla ja tiedonkulun vaikeus. Saadessa tiedon uudesta tilauksesta tulee esimiehen alkaa haalia tarvittavia komponentteja kasaan. Tilauksen etenemisestä sekä tiedon kulemisesta on kerrottu lisää liitteessä 3.

## 4 Teoria

### 4.1 Layout

Teorian ja käytännön välinen rajankäynti on kuin veteen piirretty viiva: kaikki käytännössä saatu relevantti tieto erilaisista ilmiöistä sekä erilaisten elementtien suhteista ja yleensä toiminnasta pyritään tallentamaan teoriaan. Teoriaan tallennettua tietoa vuorostaan käytetään apuna ratkaistaessa käytännössä ilmeneviä ongelmia. Opinnäytetyön teoriaosassa olen käyttänyt useita kirjallälhteitä tiedon ammentamiseen käytännön asioiden hahmottamisen ja ymmärtämisen tueksi. Teorian tarkoituksena on määrittellä käsitteitä, osoittaa käsitteiden välisiä keskinäisiä suhteita sekä syventää näkökulmaa tekijälle ja lukijalle. Opinnäytetyössäni olen pyrkinyt tukeutumaan asiantuntijoiden ja kirjallisuuden apuun, jotta käsiteltävä asia ei jäisi pelkästään omien kokemuksieni varaan. Seuraavien käsitelmääritelmien avulla haluan selventää käytäntöä teoriassa:

*”Layout on vakiintunut termi, jolla tarkoitetaan tuotantojärjestelmän fyysisten osien, kuten koneiden, laitteiden, varastopaikkojen ja kulkureittien, sijoittelua tehtaassa. Työnkulun ja tuotantolaitteiden sijoittelun perusteella layoutit voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin: tuotantolinjalayoutiin, funktionaaliseen layoutiin ja solulayoutiin.”* (Matti Haverila, Teollisuustalous, 2005, s. 475). Layout-suunnittelu on tärkeää, sillä hyvällä layoutilla vähennetään turhia työvaiheita huomattavasti. Layout-suunnittelussa on hyvä käyttää mallin käsin piirtämistä. Mallia suunnitellessa piirretään kaikki työvaiheet reit-tiviivoina paperille. Mitä enemmän on piirretty risteäviä viivoja, sitä huonompi malli on.

*”Solu on pieni itsenäinen valmistusyksikkö. Tuotantojärjestelmän soluilla tavoitellaan tilannetta, jossa määrätty tuotteiston osa (osaperhe tai osakokonaisuus) valmistetaan yhdessä siihen erikoistuneessa yksikössä yhdellä impulssilla. Yksittäiset työvaiheet siis yhtyvät yhdeksi vaiheeksi.”* (Ilkka Lapinleimu, 1997, s. 85). Kapasiteetin määrittäminen asemakohtaisesti auttaa ymmärtämään koko linjan kapasiteettia. Paikallisessa kapasiteettisuunnittelussa käy ilmi niin sanotut pullon kaulat.

Yleisesti ottaen kaikissa tapauksissa layout-suunnittelussa pyritään muodostamaan tehokkaita ja kompakteja yksiköitä. Työtä pyritään tehostamaan jakamalla sitä pienempiin kokonaisuuksiin. Layout-suunnitelmassa täytyy ottaa huomioon yrityksen nykyinen tila

ja valmistusprosessi. ST-linjalla on käytössä solu-layout, joka on todettu toimivaksi vaihtoehdoksi. Tämän johdosta varusteluasemalla layout-mallin täytyy tukea solumallia.

## 4.2 Kapasiteetti

Kapasiteetti on yrityksen tuotteiden valmistusta kuvaava käsite, joka määrittää kyvyn toimittaa asiakkaille tuotteita. Kapasiteettia määritettäessä otetaan huomioon tilausten toimitus oikeaan aikaan ja oikeana kappalemääränä. Kapasiteetti käytännössä tarkoittaa myös maksimimäärää tilausten toimituksia 100-prosenttisella toimitusvarmuudella. Kapasiteetin määrittämisessä tulee tarkastella kapasiteetin ylläpitokykyä pitkällä tähtäimellä.

*”Kapasiteetti on tuotantokykyä kuvaava mittari, joka ilmoittaa tuotantoyksikön enimmäissuorituskyvyn aikayksikössä. Kapasiteetti voidaan ilmaista tuoteyksiköissä, mikäli tuotteiden kapasiteettivaatimukset poikkeavat vain vähän toisistaan.”* (Matti Haverila, Teollisuustalous, 2005, s. 399). Tuotannon seuraaminen kapasiteetin tärkeää, sillä kapasiteetti ilmaisee kykyä toimia. Kapasiteettia ei tulisi laskea tilauskantapiikin mukaan. Tilauskantapiikin, mukaan kapasiteetista tulee yli mitoitettu. Tilauskantapiikeissä voidaan harkita ulkoista työvoimaa tai yrittää siirtää ihmisiä eri työtehtäviin yrityksen sisällä. Kapasiteetti tulisi laskea ennustetun tilauskannan todennäköisimmän viikon mukaan. Olen esittänyt mallin, jolla tämä voidaan tehdä liitteessä 4.

*”Mikäli eri tuotteet vaativat erilaisen määrän kapasiteettia, se voidaan määrittellä tuotanto- resurssin käyttöaikana. Esimerkiksi kokoonpanon kapasiteetti 160h/viikko.”* (Matti Haverila, Teollisuustalous, 2005, s. 399). Kapasiteetti tulee määrittää niin, että tarkastelussa on huomioitu tuotannon niin sanotut pullon kaulat.

Teollisuustaloudenkirjassa (Matti Haverila, Teollisuustalous, 2009 sivulla 401) on esitetty listaus asioista, jotka vaikuttavat maksimikapasiteettiin ja miten se lasketaan:

### *Teoreettinen maksimikapasiteetti 100%*

- *valmistusprosessin häiriöt %*
- *materiaalipuutteet %*
- *konerikot %*
- *huollot %*
- *työnjärestelyjen puutteet %*
- *viallisten tuotteiden valmistus %*
- *koulutus %*
- *sairaslomat ja poissaolot %*

### *Nettokapasiteetti, 50 – 90 % maksimikapasiteetista*

Vain ihanteellisissa oloissa on mahdollista yltää maksimaaliselle kapasiteettitasolle. Tasolle yltäminen on yleensä teoreettista, mutta käytännössä mahdotonta. Käytännössä maksimaalisella kapasiteettitasolla toimimiselle on useita ongelmia ja yleensä nämä ongelmat ovat tiedostettuja. Kapasiteettitaso on luotu kuvaamaan tilauskantapiikkejä.

### **4.3 Materiaalivirta**

*”Materiaalihallinnalla tarkoitetaan yrityksen raaka-aineiden, puolivalmisteiden ja lopputuotteiden hankinnan, varastoinnin ja jakelun hallintaa. Materiaalihallinnan puitteissa ohjataan yrityksen kaikkia materiaalivirtoja toimittajilta aina asiakkaille saakka. Hankintatoimen ja materiaalien hallinnan merkitys on korostunut viime vuosina. Yritysten kustannusrakenteessa materiaalihankintojen osuus on kasvanut selvästi viimeisten vuosikymmenien aikana. Varastojen kokoa on pyritty pienentämään merkittävästi samanaikaisesti, kun tilaus-toimitusprosessien aikajäniteitä on lyhennetty huomattavasti. Näiden tavoitteiden toteuttaminen edellyttää materiaalityöntehtävien tehokasta organisoimista ja hallintaa.”* (Matti Haverila, Teollisuustalous, 2005, s. 443). Materiaalihallinta on todella keskeinen asia tuotantoa. Tämä huomataan varsinkin kokoonpanolinjalla, jossa työt pahimmassa tapauksessa pysähtyvät materiaalin puutteen vuoksi. Materiaalihallinnalla ja täsmällisinä toimituksina voidaan välivarastot pitää pienenä.

Logistisesti toimintamallissa on pyritty ottamaan huomioon tavarantoimituksen talon sisäisen logistiikan avulla suoraan kohteeseen. Kohteesta tuotteet siirretään oman työväen voimin. Tässä tapauksessa välisiirtoon ei ole järkevää käyttää talon sisäistä logistiikkaa, koska välimatka on vain kymmenisen metriä ja tuotteet liikkuvat kätevästi ilmatyyny-lautoilla. Välivaraston tärkeyttä pyrin korostamaan työn jatkuvuudella. Tarvittavien osien ennakointi parantaa suoritusta ja vähentää työnseisauksia.

#### 4.4 Tiedonkulku yrityksessä

*”Tiedonkulun turvaamisen lisäksi yrityksen sisäisen viestinnän tarkoituksena on pitää huolta henkilöstön yhteenkuuluvuuden tunteesta ja hyvinvoinnista. Yrityksen sisäinen viestintä on henkilöstön ja henkilöstöryhmien välistä vuorovaikutusta, jota voi koordinoita viestinnän keinoin. Usein viestinnästä vastaava henkilö hoitaa näitä tehtäviä yhdessä henkilöstöhallinnon kanssa.”* (Inc, 2012). Terve tiimi toimii parhaiten ja siitä saadaan maksimaalinen hyöty irti. Työntekijöiden huomioon ottaminen ja työn kehittäminen tekevät työn merkitykselliseksi tekijälle.

*”Etenkin suurissa yrityksissä sähköposti tavoittaa nopeasti yrityksen koko henkilöstön. Sähköisen tiedonkulun tukena voi tuki käyttää paperille tulostettuja tiedotteita tai kentties ilmoitustauluja. Sisäisen viestinnän piiriin kuuluvat jossain määrin myös henkilökunnan perheet, joille yrityksen asioista voi kertoa vaikkapa postin kuljettamassa henkilöstölehdessä. Kulkivatpa tiedot missä muodossa tahansa, on palautteelle ja keskustelulle aina myös annettava mahdollisuuksia.”* (Inc, 2012). Reaaliaikainen tiedon päivittäminen poistaa turhautumisen vaaraa. Tieto meneillään olevista projekteista ja tilauksista motivoi, ja siten saadaan myös ohjattua työvoimaa tehokkaasti.

*”Työssä viihtyminen, työmotivaatiosta huolehtiminen ja virkistystoiminta kuuluvat usein yrityksen sisäisen viestinnän piiriin. Työssä tai henkilösuhteissa ilmeneviin ongelmiin puuttuu usein myös yrityksen viestinnästä vastaava henkilö. Neuvottelut ovat paikallaan jo ennen kuin ongelmat pääsevät kasvamaan. Jos yrityksen henkilösuhteet ovat kovin tulehtuneet, voi olla paikallaan käyttää ulkopuolisen konsultin apua tilanteen rauhoittamiseksi.”* (Inc, 2012). Suoralla palautteella on hyvin suuri merkitys. Työntekijöitä pitäisi kannustaa avoimuuteen ja pois kyräilystä.

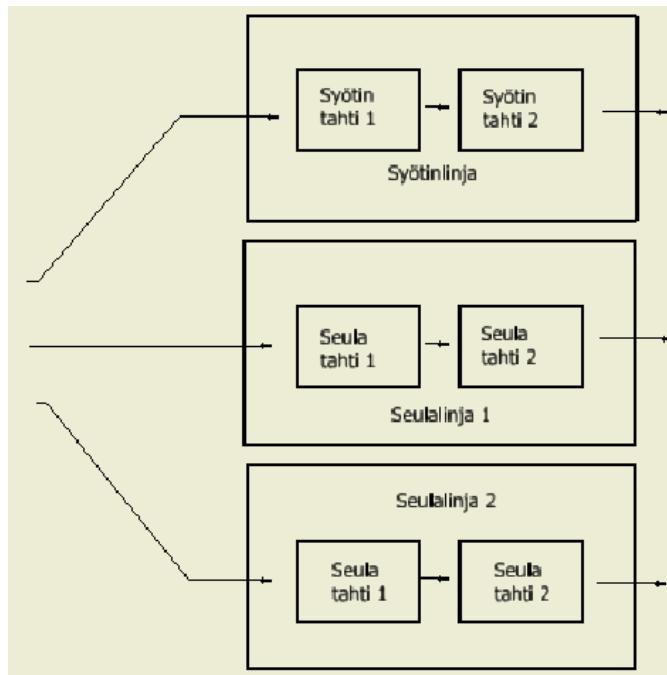


*”Sisäisessä viestinnässä on aina noudatettava tasapuolisuutta, avoimuutta ja rehellisyyttä. Työntekijöillä on oikeus tietää yrityksen tilasta ja tuloksesta. Tiedottajan on kyettävä reagoimaan eri tilanteisiin niin, ettei yrityksen sisällä pääse muodostumaan vääriä luuloja ja huhuja.”* (Inc, 2012). Informaation sekä siitä tiedottavan henkilön tulisi olla aina ajan tasalla.

#### **4.5 Tuotantolinjan layout-suunnittelu**

*”Tuotantolinjan layout-suunnitelmassa koneet ja laitteet sijoitetaan työnkulun mukaiseen järjestykseen. Suurien tuotantomäärien vuoksi layoutin suunnittelussa pitää kiinnittää huomiota materiaalivirtojen tarkoituksenmukaiseen järjestelyyn. Tuotantolinjan eri työvaiheiden suunnittelussa muodostuu ongelmaksi tuotantolinjan tasapainottaminen eli eri työvaiheiden suunnittelu siten, että saavutetaan paras mahdollinen tuottavuus. Tasapainottamisella pyritään minimoimaan työvaiheissa tapahtuva aikahäviö. Aikahäviö syntyy kun vaiheaika on lyhyempi kuin tahtiaika”.* (Matti Haverila, Teollisuustalous, 2005, s. 485). Vaiheistuksen aikojen tasaaminen on hyvin tärkeä siksi, että turhia odotteluita/kiireitä ei pääsisi muodostumaan. Mikäli vaiheaika on pienempi kuin tahtiaika, tulee resurssien käyttö suunnitella aikahäviölle.

Kirjoissa esiintyvät ratkaisut ovat teoreettisia ja eivätkä ne puutu niinkään ympäristön asettamiin ongelmiin. Tässä työssä ympäristö vaikutti todella paljon layouttiin, ja siksi olenkin esittänyt liitteissä muutaman mahdollisen layoutmallin, joista yhteenvedossa suosittelen yhtä käytännöllisyyden ja tehokkuuden vuoksi. Esitän myös täysin teoreettisen mallin, joka pohjautuu kirjoihin ja joka ei ota huomio ympäristöä. Kuvassa 3 on esitetty teoreettinen layout.



Kuva 3. Teoreettinen layout

Tahtiajan tarkka määrittely tasapainottaa tuotantolinjaa. ”Tahtiaika käytetään tarvittavien työasemien lukumäärän määrittämiseen. Työkappaleen valmistuksen kaikkien työvaiheiden vaiheaikojen summa jaetaan tahtiajalla. Tuloksena saadaan työpisteiden minimimäärä.” (Matti Haverila, Teollisuustalous, 2005, s. 485)

”Tahtiajan perusteella lasketaan työvaiheen toteuttamisessa tarvittavien samanlaisten työpisteiden määrä.” (Matti Haverila, Teollisuustalous, 2005, s. 486)

”Eri työpisteiden kuormitusta voidaan tasapainottaa siirtämällä työtehtäviä työpisteestä toiseen. Esimerkiksi kokoonpanotehtävissä kokoonpanon työvaiheita voidaan siirtää työpisteestä toiseen aikahäviöiden minimoimiseksi.” (Matti Haverila, Teollisuustalous, 2005, s. 486). Työntekijöiden kehittäminen eri tehtäviin auttaa tasaamaan kuormitusta asemien välillä tehokkaasti. Kukaan työn tekijä ei saa olla korvaamaton, vaan pitää pysyä kehittämään koko henkilöstöä niin, että työntekijät suoriutuvat haasteista kokonaisuutena.

#### 4.6 Toimintasuunnitelma

Toimintasuunnitelmalla tarkoitetaan tässä työssä uuden layoutin pohjalle tehtävää tahtiajan suunnitelmaa. Layout-suunnittelu tarkoittaa valmistusyksiköiden, kuljetusväylien

ja varastojen sijoittelua käytettävissä oleviin tiloihin. Uudessa layoutissa on otettu huomioon tilan ahtaus ja pyritty suunnittelemaan mahdollisimman tehokas malli, jolla kaikki neliöt saadaan tehokkaasti käyttöön. Suunnitelma kannustaa myös lisätilan hankkimiseen.

Logististen asioiden eli kuljetuksien ja tavaroiden siirtelyn suunnittelu on hyvin tärkeää. ”Logistiikan johtamisella tarkoitetaan yrityksen tai yhteisön päätöksenteon piiriin sisältyvän logistiikan hoitamisessa käytettävien menetelmien konkreettista soveltamista strategisten suunnitelmien laatimisvaiheessa, operatiivisessa päätöksenteossa ja käytännön johtamisessa” (Simo Hokkanen, 2004)

Yleensä ottaen layout on sitä parempi, mitä ehyemmäksi se saadaan rakennettua. Tällöin ohjattavuus ja tuottavuus kasvavat. Layoutissa pitäisi olla mahdollisimman vähän rajapintoja ja välivaiheita. Rajapintoja kuvaavat työnseisaukset turhien odottelujen takia ja muut tuotannon sujuvuutta haittaavat tekijät. Myöskään suunnittelussa ei sovi unohtaa ottaa huomioon työilmapiiriä, sillä työntekijöiden työhyvinvointi ja työnedellytykset lisäävät motivaatiota ja pienentävät erilaisia häiriötekijöitä. Onkin hyvä ottaa selvää myös työntekijöiden ehdotuksista koskien uusia suunnitelmia. Tutkimuksissani olen pyrkinyt ottamaan nämäkin asiat huomioon.

Rajoituksia layout-suunnittelulle luovat ympäristö, hinta, aika, tarpeellisuus ja materiaallivirrat. Työhöni liittyvä varusteluruutu sijaitsee muiden osastojen ympäröimänä käytävän varrella, lähes 100 vuotta vanhassa ja pitkänmallisessa entisessä höyryveturihallissa. Materiaaleja toimitetaan käytävää pitkin, ja varustelu käyttää myös sitä välivarastonaan. Vaikka nykyään pyritään varastojen minimointiin, perustellusti väitän, että koko linjan kapasiteetti saattaisi kasvaa varustelun välivaraston kautta. Varasto itsessään ei tietenkään kasvata kapasiteettia, mutta kylläkin parantaa toiminnan ennakointia.

#### 4.7 Tuotantojärjestelmän ohjattavuus

Tuotannon ohjattavuus on osa toimivaa kokonaisuutta. Tuotannon ohjauksella käsitellään kaikkien toimintojen sujumista. Toiminnan pitää olla suunniteltu, että toiminnot olisivat mahdollisimman hyvin synkronoitu toimimaan yhteen.

*”Tuotannon ohjattavuuden parantamisella on saavutettu hyviä tuloksia tuotantoa kehitettäessä. Ohjattavuuden ollessa hyvä yrityksen resurssit voidaan hyödyntää tehokkaammin. Välilliset kustannukset ja toiminnan virheet ovat huomattavasti vähäisemmät. Tuotannon ohjattavuuden kehittämisen keskeisimmät keinot ovat läpäisyaikojen lyhentäminen, virheiden ja häiriöiden poistaminen, layoutin selkiyttäminen, toiminnan itseohjautuvuuden kehittäminen, sekä modernin tietokoneohjatun tuotantotekniikan hyödyntäminen.”* (Matti Haverila, Teollisuustalous, 2009, s. 405). Mikäli tuotantoa voidaan ennustaa ja ohjata tunnusluvuin, saadaan aikaan parempaa tulosta.

*”Pitkän aikavälin kehityssuunnittelussa tutkitaan mahdollisuuksia eri tuote- ja tuotantoteknologioiden soveltamiseen sekä tehdään laaja-alaista tuotekehittelyä. Tuotantojärjestelmän, tehtaan ja investointien suunnittelu kuuluvat kehittävään suunnitteluun.”* (Ilkka Lapinleimu, 1997, s. 20). Tehtaan tuotannon edistäminen riippuu suuresti tapahtuvasta kehittämisestä. Johon sisältyvät myös työntekijöiden kouluttaminen ja suunnittelun parantaminen.

Monesti pohditaan, miksi toimintoja ulkoistetaan. *”Ulkoistamisen syistä on tehty lukuisia tutkimuksia. Useimmissa niistä kustannussäästöt ovat tärkein tai yksi tärkeimmistä ulkoistamisen perusteluista.”* (Riitta Lehtikoinen, 2013). Ulkoistamisen syyt johtavat lähes aina kustannuksiin, vaikka taustalla olisi rajoittavana tekijänä tila tai ammattitaito. *”Monesti esitetty kysymys on, voiko ulkoistaminen tuottaa kustannussäästöjä, jos toiminto vain siirretään toisen yrityksen tuotettavaksi ja kyseinen yritys vielä lisää toimintojen kustannusten päälle oman katteensa”* (Riitta Lehtikoinen, 2013). Näihin kysymyksiin vastauksena löytyy yleensä kaksi selitystä. Ulkoistetun palvelun tarjoava yritys voi joko tuottaa ulkoistavaa yritystä tehokkaammin tai että ulkoistettavaan palveluun erikoistunut yritys voi tuottaa palvelun tehokkaammin ja laadukkaammin.

## 5 POHDINTA

Työni tavoitteena on ollut suunnitella uusi layout varusteluruudulle niin, että tuotannossa vältetään epäjatkuvuudet ja että suunnitelma tukee kaikkia nykyisiä toimintoja. Suunnitelman tulisi tehostaa ja selkeyttää tuotantoa. Suunnitelmaa tehdessäni keskeisimmät tekijät olivat työn edellytyksien lisääminen, materiaalivirran hallinta, välivaraston kehittäminen, uusi layout ratkaisuihin ja kapasiteetin määrittäminen.

Vaiheistin työni 4-vaiheiseksi, mikä selkeytti prosessia ja pakotti huolehtimaan kaikkien osavaiheiden täyttymisestä. Ensimmäinen vaihe oli työn rajaaminen ja perusteellinen suunnittelu. Suunnittelussa otin huomioon relevantit tarpeet ja mahdollisuudet. Suunnitelman esivaihe toteutui yhdessä työnjohtajien kanssa niin, että minulle tuli selkeä käsitys tehtävästä työstä. Suunnittelu jatkui varusteluruudussa toimivien henkilöiden kanssa, jolloin ruudussa työskentelevillä henkilöillä oli mahdollisuus osallistua ja vaikuttaa. Laadin työstäni suhteellisen laajan suunnitelman, jota rajasin yhdessä työnjohtajien ja valmistuspäällikön kanssa.

Seuraavassa vaiheessa keskityin tehtyyn suunnitelmaan ja pohdin mahdollisia ratkaisuja. Ratkaisujen pohdintaan liittyi paljon yhteistyötä ST-linjan työntekijöiden kanssa. Pohdinta-vaihe kesti pitkään, sillä kaikki tarpeellinen tieto tuli kerätä varustelun toiminnasta soluna.

Kolmannessa vaiheessa esitin ratkaisumalleja ja parannusehdotuksia osaston henkilökunnalle. Osaston henkilöstön mielipiteet olivat todella tärkeitä, sillä suunnitelmalla oli kaksi puolta. Kaksipuoleisuus tarkoittaa työntekijöiden ja työnjohtajien näkökulman esiintuloa. Hyvässä suunnitelmassa molemmat puolet kootaan yhteen, mikä tarkoittaa sitä, että työntekijöiden mielipiteitä ja ajatuksia pyritään soveltamaan työnjohtajien määrityksiin. Näin tässäkin saavutettiin optimaalinen ratkaisu työn edellytyksille. Kolmannessa vaiheessa kerättiin myös paljon materiaalia, ja työni kuva alkoi muodostua selkeäksi.

Viimeisessä neljännessä vaiheessa raportin ensimmäinen vedos annettiin osaston toimihenkilöille luettavaksi, jolloin heille mahdollistui kokonaisuuden hahmottuminen sekä opiskelijan opinnäytetyönohjaus loppuviimeistelyn osalta.

Vaiheistuksen ja siihen liittyvän tutkimustyön myötä syntyi varsin kattava kokonaisuus tutkittavasta aiheesta: raportti esittää työsuunnitelman varusteluruudun toiminnalle ja pyrkii ohjaamaan varusteluruudun toimintaa liitteessä yksi mainitun layoutin mukaiseksi. Tarkemmat pohdinnat mallin luomisesta ovat liitteessä 2.

## 6 Lähdeluettelo

Ilkka Lapinleimu, V. K. (1997). *Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät.*

Porvoo: WSOY.

Inc, K. (1. Marraskuu 2012). <http://www.kookas.fi/articles/read/2105>.

Matti Haverila, E. U.-R. (2005). *Teollisuustalous.* Tampere: Infacs Oy.

Matti Haverila, E. U.-R. (2009). *Teollisuustalous.* Tampere: Infacs Oy.

*Metso.* (3. marraskuu 2013). Noudettu osoitteesta [www.metso.fi](http://www.metso.fi)

Ponteva, K. (2010). *Onnistu muutoksessa.* Helsinki: WSOYpro.

Riitta Lehikoinen, I. T. (2013). *Ulkoistamisen käsikirja.* Helsinki: Talentum.

Simo Hokkanen, J. K. (2004). *Logistisen ajattelun perusteet .* Jyväskylä: Kopijyvä Oy.