

Pekka Rajala

**Materiaalivirtojen hallinta layoutista toteutukseen ja
läpäisyajan tehostamiseen**

Opinnäytetyö

Kevät 2011

Liiketalouden, yrittäjyyden ja ravitsemisalalan yksikkö

Pienen ja keskisuuren yritystoiminnan liikkeenjohdon koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Liiketalouden, yrittäjyyden ja ravitsemisalan yksikkö

Koulutusohjelma: Pk – yritystoiminnan liikkeenjohdon koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Yritystoiminnan kehittäminen

Tekijä: Pekka Rajala

Työn nimi: Materiaalivirtojen hallinta layoutista toteutukseen ja läpäisyajan tehostamiseen

Ohjaaja: Jorma Imppola

Vuosi: 2011 Sivumäärä: 50 Liitteiden lukumäärä: 0

Tämä opinnäytetyö tehtiin Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy:n toimeksiantona materiaalivirtojen kehittämiseen, tuotannon tehostamisen, läpimenoajan lyhentämiseen ja hallintaan. Tavoitteena oli toteuttaa tehtaan uudistus vanhasta layoutista uuteen johdonmukaiseen suoraviivaiseen tuotantolinja - layoutiin, jossa materiaalivirrat ja varaston hallinta paranevat.

Uudistuneessa linjassa tuotantoa ja varastoa on helpompi hallita toiminnanohjausjärjestelmän ja paljaan silmän avulla.

Opinnäytetyössä käytettiin apuna kirjallisuutta, havainnointia, haastatteluja ja tuotannon toimintaan ja ongelmakohtiin paneutumista. Tutkimusmenetelmänä käytettiin toiminnallista opinnäytetyötä.

Työssä perehdyttiin layout-suunnitelman käytännön toteutukseen, materiaalivirtojen hallintaan ja tuotannon tehostamiseen. Uuden linjan käyttöönoton myötä, töiden kulkua ja tuotantoa pystytään koordinoimaan helpommin olemassa olevan tuotannonohjausjärjestelmän avulla. Tuotantolinjan jakautuminen kahteen osaan selkiytti tuotantoa ja varastointia sekä mahdollistaa linjan monipuoliseen kokoonpanon käyttämisen eri kokoisille tuotteille.

Läpimenoa kartoitettiin keräämällä tietoa haastattelemalla työntekijöitä ennen uutta linjaa ja uuden linjan jälkeen. Linjan hallinta ja optimointi hioutuu aikaa myöden nopeammaksi, mutta eräkokojen hallinnalla tässä on suuri merkitys

Eräkokojen pienentäminen lyhensi läpimenoaikaa ja mahdollisti tuotannon tehokkaan käytön. Välivarastot pienenevät ja keskeneräisen tuotannon osuus pienenee.

Avainsanat: tuotannonohjaus, layout, läpimenoaika, materiaalivirrat

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: Business School

Degree programme: SME Business Management

Specialisation: Business Development

Author/s: Pekka Rajala

Title of thesis: Material flow management and improving the lead time

Supervisor(s): Jorma Imppola

Year: 2011 Number of pages: 50 Number of appendices: 0

This thesis has been done for the Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy. The aim was to develop material flow management with new layout and improve the lead-time. The old production line needed to be updated for a direct line and manage material flows and stockpiles. It is much more easier to manage production and components just by looking new line with your own eyes.

In the research the literature, observation and interviews were used in order to become acquainted with the operation.

The literary part of this thesis examines the principles of the production and material flow management guidance and design. The benefits and possible threats for the new production line were studied. By halving the product line in two parts cleared the management of production and storage. Also encumbering the product as the need arises, and halving the lead-times, the intermediate storage becomes smaller and the needed capital of the unaccomplished production is getting smaller.

The lead-time of the production was studied by collecting information about the projects of various sizes before and after the new line. Management and optimization will improve in the future with the load groups, but keeping them small will smoothen the production as expected.

Even the reasons for the long lead-times were seen just by eyes the study had to be made by load groups. The aim was to maximize the utilization rate of the production capacity.

The full optimization was not made because of ongoing economic recession but the new line will be ready for a coming grow.

Keywords: Production management, lead-time, material flow

Sisältö

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
Sisältö	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	8
2 : LAYOUT, TUOTANNONOHJAUS JA MATERIAALINHALLINTA ..	9
2.1 Layoutit	9
2.1.1 Funktionaalinen valmistuslinjalayout	9
2.1.2 Valmistuslinjoihin perustuva layout	10
2.1.3 Tuotantolinjalayoutin suunnittelu.....	11
2.2 Tuotannonohjaus	12
2.2.1 Hienosuunnittelu	14
2.2.2 Kapasiteetti	14
2.2.3 Erä koko.....	15
2.2.4 Asetusaika	16
2.2.5 Työpisteet	16
2.2.6 Henkilökunta	17
2.2.7 JIT – Tuotantoperiaate.....	18
2.2.8 Lean tuotannonohjausfilosofia	19
2.2.9 Työntöohjaus	19
2.2.10 Imuohjaus	20
2.2.11 Fifo – periaate (first in – first out)	20
2.2.12 Laatu kustannukset.....	21
2.3 Materiaalinhallinta	22
2.3.1 Materiaalihallinnan tavoitteet.....	22
2.3.2 Varasto.....	23
2.3.3 Erilaiset varastot	23
2.3.4 Varastoinnin kustannukset.....	24
2.3.5 Puskurivaraston suunnittelu	25

2.3.6	Materiaalitarvesuunnittelu MRP	26
2.3.7	Tilauspistemallit	26
3	Tutkimusympäristö toimiala tilastotietoa yrityksestä	29
3.1	Yritysesittely	29
3.2	Historia	29
3.3	Toimiala	30
4	LAYOUT KEHITYSHANKKEEN ETENEMINEN.....	32
4.1	Layout kehityshankkeen lähtötilanne	32
4.2	Tuotantolinja – layoutin suunnittelu.....	33
4.2.1	Materiaalivirta käytävillä	33
4.2.2	Materiaalivirta tuotantolinjalla.....	34
4.2.3	Työpisteiden suunnittelu	35
4.2.4	Hienosuunnittelu	36
4.2.5	Työjonojen suunnittelu	36
4.2.6	Eräkoko.....	37
4.3	Toteutuneet muutokset	38
4.3.1	JIT – Tuotantoperiaate.....	38
4.3.2	Imuohjaus	38
4.3.3	Fifo – periaate (first in first out)	39
4.3.4	Asetusaika	39
4.3.5	Työkortit	40
4.3.6	Työpisteet	40
4.4	Varastopaikat	41
4.5	Läpäisy aika	42
4.6	Henkilöstö	43
4.7	Tiedonkulku.....	43
5	Johtopäätökset pohdintaa mitä kannattaa tehdä mitä hyötyä on ollut ku tehtiin ja oliko ok ku meni näin.....	44
	LÄHTEET	49
	LIITTEET	51

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Funktionaalinen tuotannon organisointi.(Alasoini 1995,8).....	9
Kuvio 2. Valmistuslinjoihin perustuva tuotannon organisointi. (Alasoini 1995,8)...	10
Kuvio 3. Tuotannonohjausprosessin vaiheet (Haverila ym. 2005, 409)	12
Kuvio 4. Toiminnanohjauksen tavoitteiden muodostuminen. (Haverila ym. 2005, 403).....	13
Kuvio 5. 5S periaatteet. (Qk – Karjalainen).....	17
Kuvio 6. JIT-tuotannon kehittämisen vaiheet. (Haverila 2009,429)	18
Kuvio 7. Varastojen arvo suhteessa liikevaihtoon 2001. (Sakki 2003,81)	24
Kuvio 8. Varastojen pysähdysajat päivissä 2001. (Sakki 2003, 81).	25
Kuvio 9 Arvio alan kehityksestä Suomessa 2009 (Koivula 2009, 4).....	30
Kuvio 10 Suomessa myydyistä lämpöpumpuista. (Aukia 2010, 11).....	31
Kuvio 11. Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy:n vanha layout. Kuvasta puuttuu oikeanpuoleinen D-halli (isojen koneiden valmistushalli) (Porkkala 2009)	32
Kuvio 13. Suomen lämpöpumpputekniikka Oy:n tuotantolinja - layout. (Porkkala, 2009).....	34
Kuvio 14. Linjan työpisteet (Porkkala, 2009)	35
Kuvio 15. Työpiste ykkösen syötöistä (Honkola, 2009)	37
Kuvio 16. Varastopaikat merkittynä layoutiin (Viitteellinen esimerkkikuva.)	41

Käytetyt termit ja lyhenteet

Materiaalivirta	Tehtaan sisäinen logistiikka, jossa erilaiset tuotteet liikkuvat talon sisään, varastopaikoilleen ja ulos
Ket	Keskeneräinen tuotanto
Liinos	Toiminnanohjausjärjestelmä
Jit	Just in time / Juuri oikeaan aikaan
Layout	Tehtaan pohjakuva työpisteiden ja varastojen sijainnista
Komponentti	Yhteinen nimittäjä valmistuksessa käytettäville osille
Kylmäyksikkö	Lämpöpumpun varsinainen sydän, joka ottaa lämmön maasta ja muuttaa sen käyttölämmöksi tai viilentäjäksi.
Varaaja	Varaa talon kuuman käyttöveden
Rullarata	Rata, jossa ket-tuotanto sijaitsee
Läpäisy aika	Tuotteen valmistukseen kuluva aika
Lean	Tuotantotapa, joka optimoi tuotantoa, eliminoi hukat ja parantaa liikkuvuutta
MRP	MRP, Materials Requirements Planning Materiaalitarve-suunnittelu

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy:lle. Tutkija toimi siellä tuotantopäällikön assistenttina työharjoittelun ajan. Työtehtäviin kuului muun muassa olla tiimin osana layoutsuunnittelussa sekä tuotannonohjaukseen ja varastonhallintaan liittyvissä projekteissa, että niiden käytännön toteutuksissa johtotehtävissä. Siksi opinnäytetyössä on paljon tutkijan omia kokemuksia ja näkemyksiä tuotantoprosessin toteutuksesta ja läpimenoa. Tässä työssä käytettiin apuna alan kirjallisuutta, projekteissa havainnointia ja haastatteluja sekä tutkittiin tuotannon toimintaa ja siihen liittyviä pullonkauloja ja varastointiongelmia.

Tutkimusongelmana oli luoda uusi layout ja parantaa materiaalinhallintaa sekä tehostaa tuotannon läpimenoa. tehtaan tuotantolinjoilla.

Tällä hetkellä Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy:n läpimenoaika on 5 päivää. Kyseinen aika on saatu Liinos - toiminnanohjausjärjestelmästä, sekä haastatteleamalla eri työntekijöiden tuntumaa perustuen tuotettuihin työvaiheisiin päivää kohden. Tarkoituksena on muuttaa työpisteitä virtautettuun layoutinmukaiseen malliin, jossa työpisteet sijaitsevat tuotantolinjan mukaan. Lisäksi tarvittavien komponenttien, välivarastojen ja materiaalien hallinta on helppoa. Muutosten myötä läpimenoaika tulisi merkittävästi lyhentyä ja toimitusvarmuuden kasvaa.

Työssä keskitytään materiaalivirtojen hallintaan toteutettavan layoutin mukaan ja sen hienosäätöön ja läpäisyajan tehostamiseen. Työ on luonteeltaan toiminnallinen opinnäytetyö, koska sen tekemisessä on käytetty useita eri menetelmiä, kuten havainnointia haastatteluja ja tuotannon ongelmakohtiin paneutumista.

2 : LAYOUT, TUOTANNONOHJAUS JA MATERIAALINHALLINTA

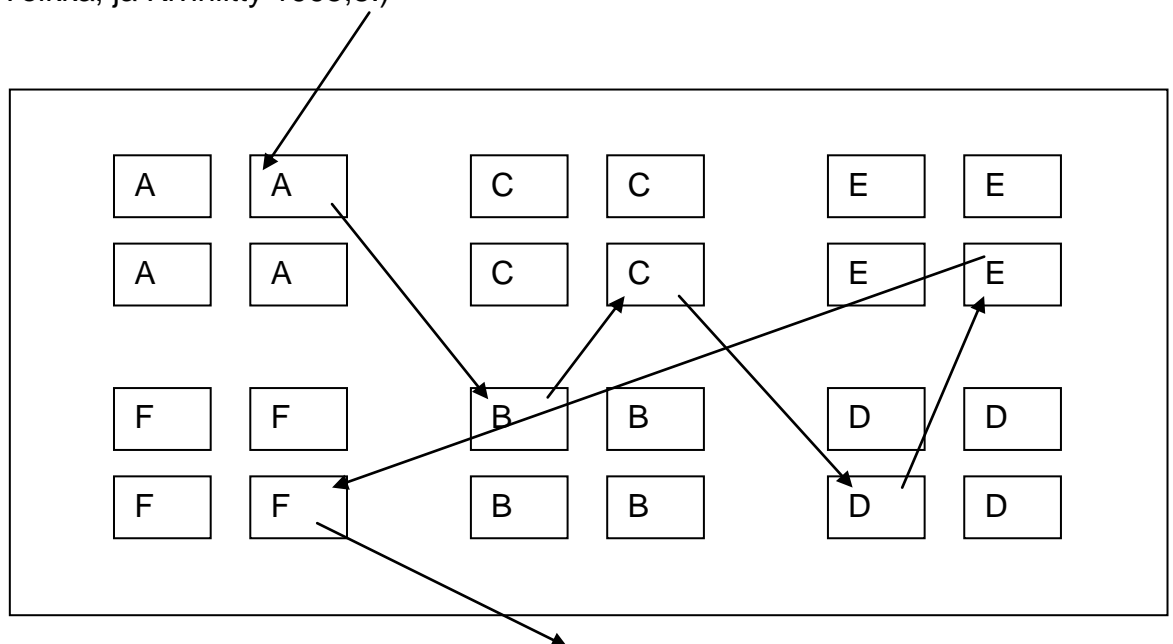
Tässä luvussa käymme työn teoriaosuuden läpi käsiteltävinä olevista asioista kirjallisuuden avulla.

2.1 Layoutit

Tehdasteollisuudessa layoutit on jaettu perinteisesti kahteen eri tuotantomallin mukaiseen osaan, funktionaaliseen eli (tehtävänmukaiseen) tai valmistuslinjoihin perustuvaan tuotannon organisointiin

2.1.1 Funktionaalinen valmistuslinja - layout

Tyypillisesti piensarjaisen ja sekatuotantoa harjoittavan suomalaisen konepajan valmistus ei olekaan perustunut valmistuslinjoihin vaan funktionaaliseen (tehtävänmukaiseen) koneiden ja työvaiheiden sijoitteluun. Funktionaalisisessa järjestelmässä kaikki valmistusteknisesti samantyyppiset toiminnot tai koneet on sijoitettu aina samalle alueelle lähelle toisiaan.(Alasoini, Hyötyläinen, Klemola, Toikka, ja Kiviniitty 1995,8.)

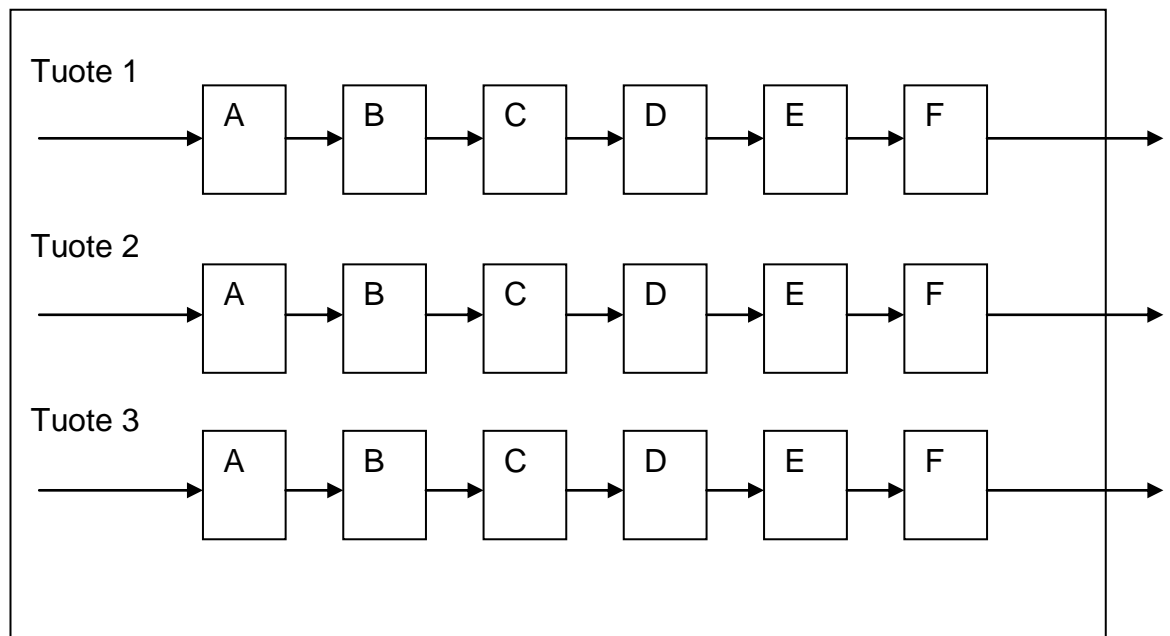


Kuvio 1. Funktionaalinen tuotannon organisointi.(Alasoini 1995,8)

Funktionaalisen valmistusjärjestelmän vahvuutena on sen suuri joustavuus eräsuuruuden, valmistettävien kappaleiden ominaisuuksien ja joissain tapauksissa myös työvaiheiden järjestyksen suhteen. Lisäksi se on helppo rakentaa ja pitää yllä. (Alasoini ym. 1995,9)

2.1.2 Valmistuslinjoihin perustuva layout

Tehtaan jakaminen tuotteiden ja niiden osien mukaan erillisiin valmistuslinjoihin edustaa kaikkein pisimmälle vietyä teollisen tuotannon rationalisointia, kuva 1.1. Tunnetuimpia esimerkkejä tällä tavoin organisoidusta tuotannosta ovat auto- ja elektroniikkateollisuuden kokoonpanolinjat. (Alasoini ym. 1995,8)



Kuvio 2. Valmistuslinjoihin perustuva tuotannon organisointi. (Alasoini 1995,8)

Valmistuslinjojen kannattava käyttö edellyttää kuitenkin suuria eriä ja suhteellisen samankaltaisia tuotteita. (Alasoini ym. 1995,8)

2.1.3 Tuotantolinja - layoutin suunnittelu

Layoutsuunnittelun keskeisenä tavoitteena on materiaalivirtojen tehokas suunnittelu. Materiaalien kuljetuskerrat ja –matkat pyritään minimoimaan osastojen ja työpisteiden sijoittelua suunniteltaessa. Tuotannonohjauksen ja toiminnan kehittämisen kannalta on edullista pyrkiä selkeisiin materiaalivirtoihin. Työpisteet tulee sijoittaa siten, että materiaalien siirtoetäisyydet ovat mahdollisimman pienet. (Haverila, Uusi - Rauva, Kouri, ja Miettinen 2005,482)

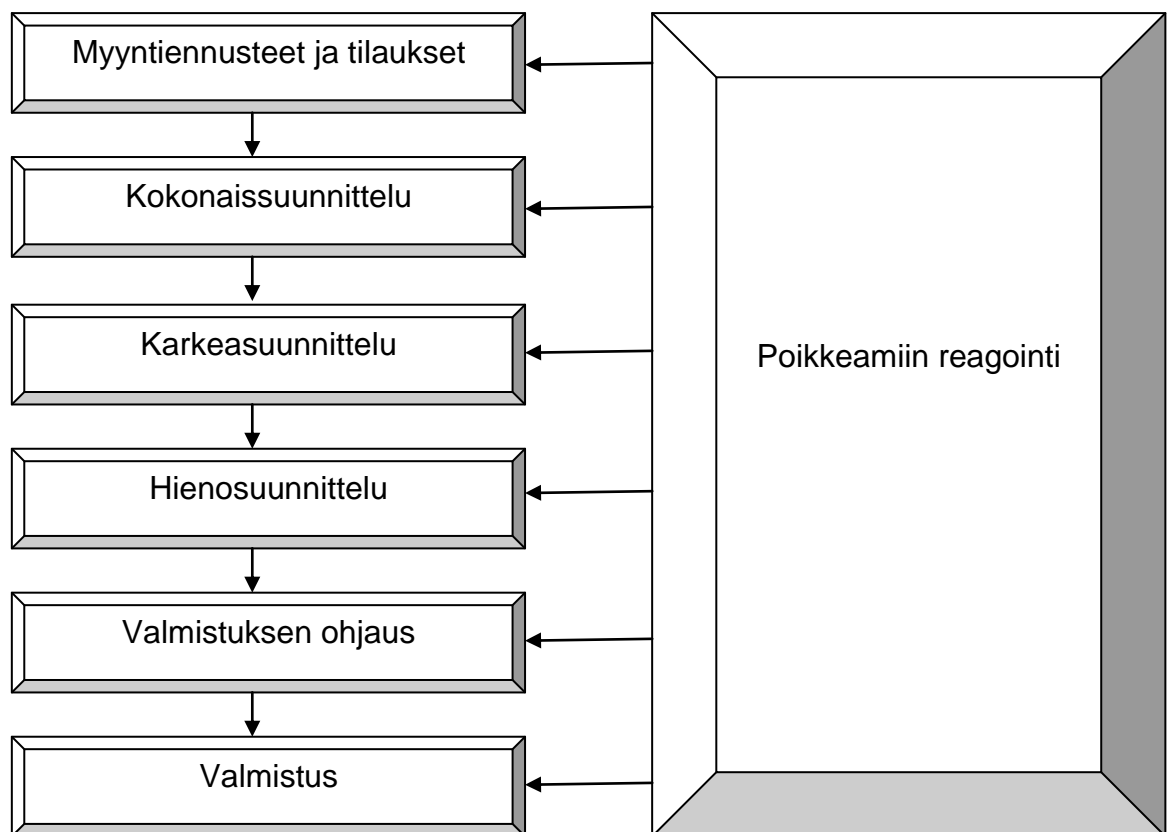
Layoutsuunnittelussa on myös otettava huomioon mahdolliset laajennus- ja muutostarpeet. Tuotantomäärien ja tuotetyyppien muuttuessa layoutia on pystyttävä muuttamaan joustavasti. Mahdolliset muutostarpeet pitää ottaa huomioon erityisesti vaikeasti siirrettävien koneiden ja laitteiden sijoittelussa. Maalaus- ja tuotantolinjat, raskaat koneet ja kiinteät varastorakennelmat on sijoitettava siten, että ne eivät haittaa layoutin myöhempää kehittämistä. (Haverila ym. 2005,482)

Tuotantolinja - layoutin suunnittelussa koneet ja laitteet sijoitetaan työnkulun mukaiseen järjestykseen. Suurien tuotantomäärien vuoksi layoutin suunnittelussa pitää kiinnittää huomiota materiaalivirtojen tarkoituksenmukaiseen järjestelyyn. (Haverila ym. 2005,485)

Eri työpisteiden kuormitusta voidaan tasapainottaa siirtämällä työtehtäviä työpisteestä toiseen. Esimerkiksi kokoonpanotehtävissä kokoonpanon työvaiheita voidaan siirtää työpisteestä toiseen aikahäviöiden minimoimiseksi. Osavalmistuksessa työvaiheiden sisältö määräytyvät käytettävien koneiden ja laitteiden mukaan. Työvaiheiden siirtäminen työpisteestä toiseen on huomattavasti vaikeampaa, koska vaiheiden suoritusjärjestys on kiinteä. (Haverila ym. 2005,486)

2.2 Tuotannonohjaus

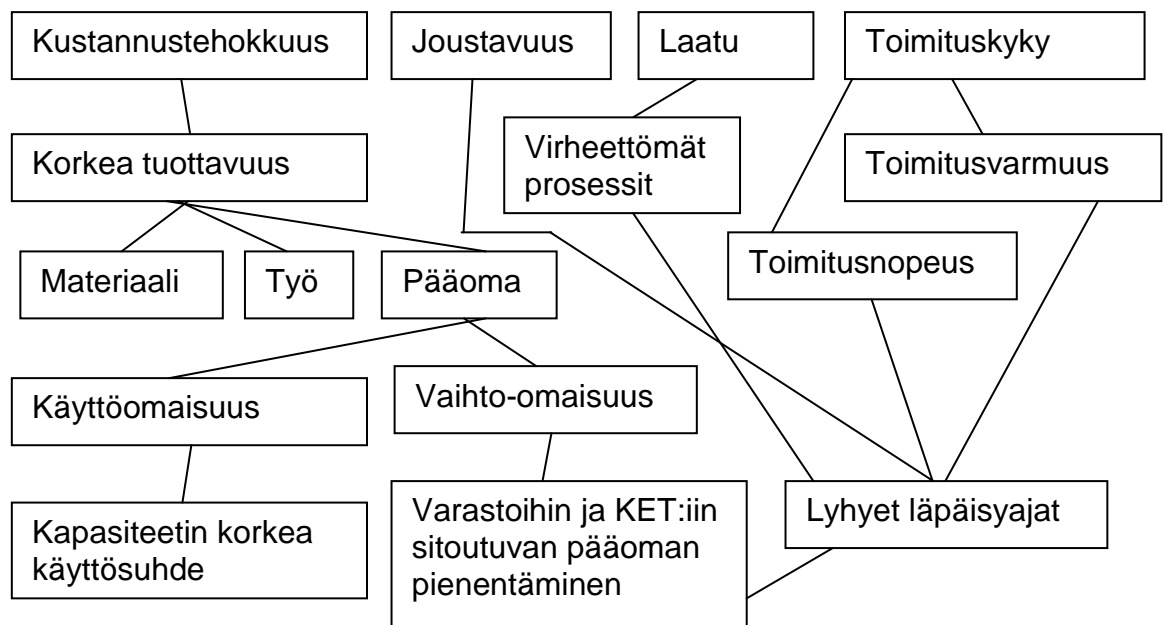
Nykyään termin tuotannonohjaus sijasta käytetään yleisesti toiminnanohjauskäsitettä, sillä yrityksen toiminnan hallinta edellyttää tuotannon lisäksi myynnin, jakelun, tuotesuunnittelun ja hankintojen ohjausta. Toiminnanohjauksen tavoite on, että toimintaa ohjataan ja organisoidaan siten, että yrityksen tavoitteet toteutuvat parhaalla mahdollisella tavalla. (Haverila ym. 2005, 397.) Selkeästi etenevässä tuotannonohjausprosessissa tapahtuu koko ajan uudelleensuunnittelua ja eri tehtävien välistä koordinaatiota. Mitä yksityiskohtaisemmat suunnitelmat ovat, sitä enemmän uudelleensuunnittelua ja koordinointia tarvitaan. (Haverila ym 2005, 409). Valmistuksen ohjaus käsittää valmistuksen suunnittelun ja ohjauksen.(Haverila ym. 2005, 397). Tuotanto määrittellään hankinnan, valmistuksen, jakelun sekä tilauskohtaisen suunnittelun muodostamaksi kokonaisuudeksi. (Haverila ym 2005, 351)



Kuvio 3. Tuotannonohjausprosessin vaiheet (Haverila ym. 2005, 409)

Toiminnanohjauksen tavoitteet ovat:

- Kapasiteetin korkea tuottavuus. Tuotantoerät suunnitellaan siten, että tärkeimmät resurssit ovat mahdollisimman tehokkaassa käytössä.
 - Toimintaan sitoutuneen vaihto-omaisuuden minimointi. Valmistusta ja materiaalitoimintoja ohjataan siten, että raaka-aineisiin, keskeneräiseen työhön ja lopputuotevarastoihin sitoutuisi mahdollisimman vähän pääomaa.
 - Toimitusvarmuus. Yrityksen on huolehdittava, että sovitut toimitusajat pitävät sekä yrityksellä on valmius toimittaa tuotteita asiakkaan tarpeen mukaan.
 - Tuotannon läpäisy aika. Tuotantoerät on suunniteltava siten, että niillä on mahdollisimman lyhyt läpäisy aika. Tämä puolestaan vähentää keskeneräiseen tuotantoon sitoutunutta pääomaa, kehittää toimitusvarmuutta ja laatua, sekä helpottaa kapasiteetin suunnittelua.
- (Haverila ym. 2005, 402)



Kuvio 4. Toiminnanohjauksen tavoitteiden muodostuminen. (Haverila ym. 2005, 403).

2.2.1 Hienosuunnittelu

Hienosuunnittelun avulla pyritään muodostamaan valmistuksen tuotantoerät, suunnittelemaan työvaiheiden ajoitus ja luomaan tarkka suunnitelma tuotantoresurssien käytöstä. Tällä pyritään hyvään toimitusvarmuuteen ja korkeaan tuottavuuteen. (Haverila ym 2005, 417 - 418)

2.2.2 Kapasiteetti

Kapasiteetti kuvaa yrityksen tuotantokykyä, joka ilmoittaa tuotantoyksikön enimmäissuorituskyvyn aikayksikössä, esimerkiksi varustelussa h/viikko ja koeajossa h/viikko. Kapasiteetin hallinta taas perustuu työpisteen kapasiteettiin sekä suunniteltujen töiden kuormitukseen. (Haverila ym. 2005, 399 - 400).

Kuormitussuhteella saadaan selville tietyn ajanjakson suhteellinen kuormitus käytettävissä olevaan maksimikapasiteettiin nähden (Haverila ym. 2005, 399 - 401).

	$\frac{\text{Kuormitus} \cdot 100\%}{\text{Kapasiteetti}} = \text{Kuormitussuhde}$	
--	--	--

Nettokapasiteetti on yleensä huomattavasti pienempi, kuin käytettävissä oleva maksimikapasiteetti. Maksimikapasiteettia pienentävät valmistusprosessin häiriöt, työnjärjestelyjen puutteet, viallisten tuotteiden valmistus, materiaalipuutteet, konerikot, huollot, koulutus, sairaslomat sekä muut poissaolot. (Haverila ym 2005, 399-401).

2.2.3 Erä koko

Valmistuserien koon pienentäminen ja välivarastojen poistaminen ovat läpäisyajajien lyhentämisen keskeiset keinot. Valmistuserien kasvaessa läpäisyajat pitenevät, sillä eri työvaiheiden väliset odotusajat kasvavat samassa suhteessa kuin erä koko. Valmistuserät joutuvat jonottamaan seuraavaan työvaiheeseen ja läpäisy aika kasvaa. (Haverila ym. 2005,406)

Suunnittelemalla tuotantoerät sopivan pieniksi, tuotantoerien läpimeno nopeutuu ja näin keskeneräiseen tuotantoon sitoutuu vähemmän pääomaa, toimituskykyä heikentämättä. Lisäksi toimitusvarmuus ja laatu paranevat, mikä helpottaa kapasiteetin suunnittelua. (Haverila ym. 2005, 402 - 404).

Taloudellisen eräkoon laskuun on olemassa erilaisia kaavoja, kuten Wilsonin kaava. Kaavaa ei voi kuitenkaan suoraan käyttää, sillä edellytyksenä on, että nimikkeen menekki on tasainen, varaston täydennys tapahtuu kerralla, eikä tilauserän koko vaikuta tilaukseen. Lisäksi kaava ei ota huomioon varaston kasvun vaikutusta laatuun ja läpäisy aikaan. (Haverila ym. 2005, 456)

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot S}{C \cdot K}}$$

(1)

Q = optimitilauuserä

R = menekki

S = tilauskustannukset

C = nimikkeen yksikköhinta

K = varastokustannukset % varaston arvosta

2.2.4 Asetusaika

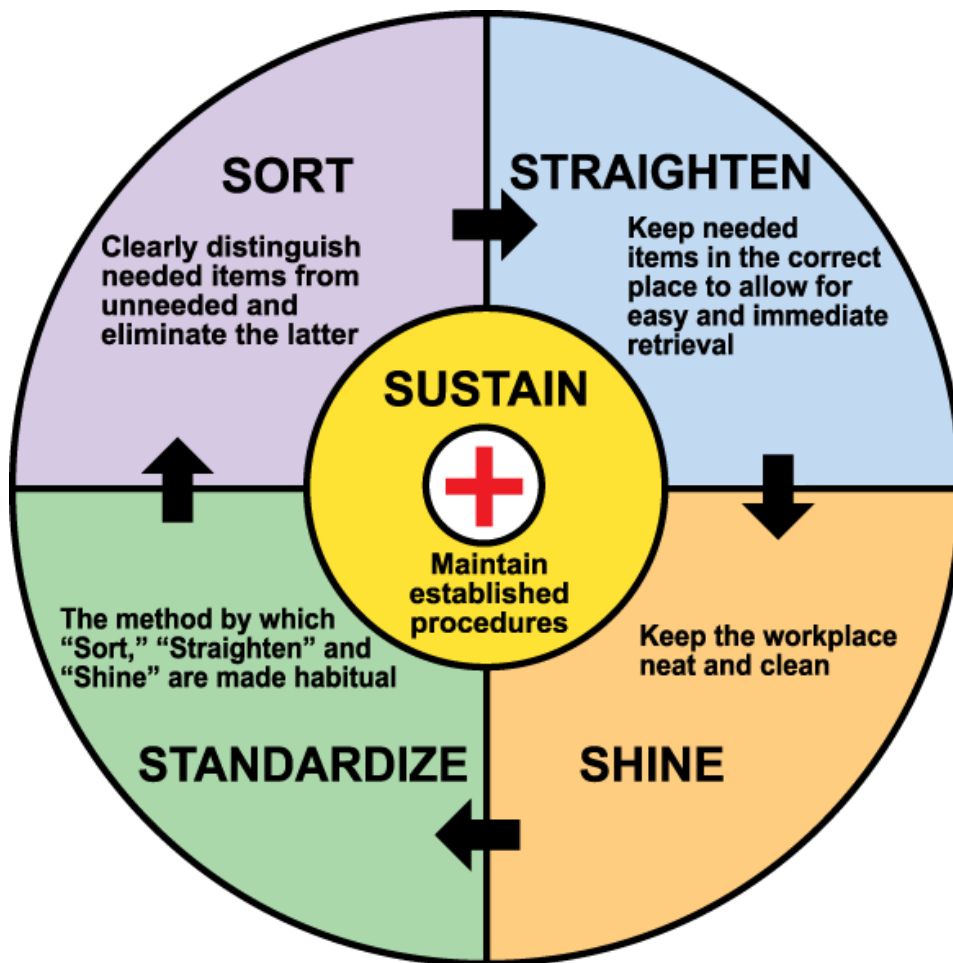
Asetusaika koostuu ajasta, joka kuluu vaihdettaessa tuotantoerää (ohjainta) toiseen samassa työpisteessä. Toimenpiteenä voidaan mainita työkalujen, ohjelmien ja kiinnittimien vaihdot sekä raaka-aineen vaihdot. Lisäksi muut tuotantoerän aloittamiseen liittyvät toimenpiteet katsotaan kuuluvan asetusaikaan. (Haverila ym. 2005, 406).

Yleisesti ottaen valmistusteollisuudessa koneiden asetusajat vaihtelevat valmistettavien tuotteiden ja tuote-erien mukaan. Esimerkiksi asetusajat normaalista poikkeavan ulko-oven valmistamiseen ovat noin kaksi tuntia. Takaisin muuttamiseen kuluu sama aika, jolloin normaalista sarjatuotannosta poikkeavat tuotteet pyritään valmistamaan joko erien lopussa tai jonkin muun sopivan katkon yhteydessä.

2.2.5 Työpisteet

Työpisteissä keskitytään niiden sisäisen tekniikan kehittämiseen. Valmistustekninen suunnittelu kohdistetaan valmistusmenetelmiin, konevalintoihin, solun työvälineisiin, asetusten eliminointiin, solujen sisäiseen layoutiin, solun nosto- ja siirtolaitteisiin, sekä mahdollisesti varastoitaviin materiaaleihin. (Lapinleimu, Kauppinen ja Torvinen 1997, 308)

S+5S-periaate on alun perin japanilaisten kehittämä. Järjestelmän avulla pyritään saamaan työpisteet mahdollisimman työntekijäystävällisiksi ja tehokkaiksi. Kiinteänä osana jatkuvaan parantamiseen liittyy aloitetoiminta. (Qk - Karjalainen.) Työpisteiltä poistetaan ylimääräiset tavarat ja materiaalit ja jäljellä oleville etsitään omat paikat. Jatkossa huolehditaan siitä, että tavarat pysyvät paikoillaan ja saadaan helposti käyttöön



Kuvio 5. 5S periaatteet. (Qk – Karjalainen)

1. Lajittele
2. Vakiinnuta
3. Loista, erotu
4. Yhtenäistä, standardisoi
5. Ylläpidä järjestystä

2.2.6 Henkilökunta

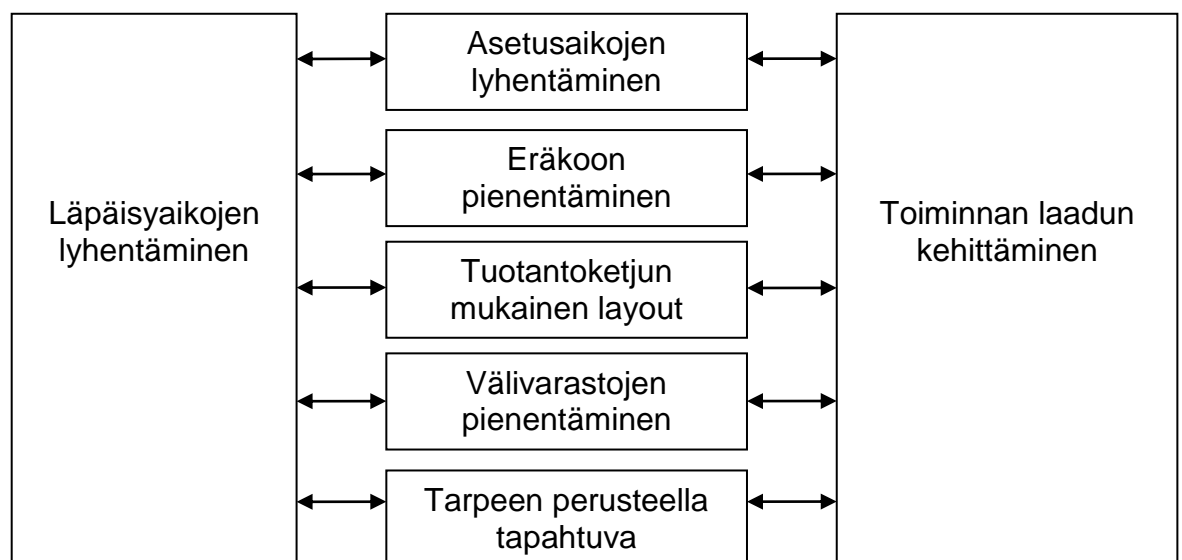
Lecklinin (2006, 219) mukaan työntekijöiden vastuuntunto ja laatutietoisuus kasvaa sitä mukaa, mitä enemmän hän pystyy vaikuttamaan laajempaan kokonaisuuteen ja näkee oman osansa lopputuloksesta.

2.2.7 JIT – Tuotantoperiaate

Just – in - Time eli JIT - tuotanto on syntynyt Japanissa. JIT- tuotannossa pyritään valmistamaan tuotteita nimensä mukaisesti (Just – in – Time, juuri oikeaan aikaan) vain välittömän tarpeen verran. Olennaista on pienerävalmistus, jolloin tuote-eriä valmistetaan toistuvasti pienin väliajoin. JIT - periaatteen tehokkuus perustuu tuotteen nopeaan läpäisyyn tuotantoprosessissa, sekä toiminnan korkeaan laatuun. (Haverila ym. 2005, 361.) Mallin perustana on tuotanto, jossa materiaalivirrat ovat selkeät ja tuotannonohjaus on järjestetty tehokkaasti (Haverila ym. 2005, 428-429).

JIT - tuotantoperiaatteella saadaan läpäisy aika lyhyemmäksi. Lähtökohtana on asetusaikojen lyhentäminen, mikä mahdollistaa eräkokojen pienentämisen ja läpäisyajan lyhentymisen. (Haverila ym. 2005, 428 - 429.)

Jotta JIT tuotanto toimisi joustavasti, toiminnalta edellytetään korkeaa laatutasoa. Tuotanto pysähtyy melko nopeasti tai aiheuttaa seisokkia, jos toiminnan laadussa on puutteita. Virheet huomataan nopeasti tuotannon nopeuden ja selkeyden vuoksi ja näin ollen laadun kehittäminen on helpompaa. Myös henkilökunnan osallistuminen kehitystyöhön on luontevaa. (Haverila ym. 2005, 428 - 429).



Kuvio 6. JIT-tuotannon kehittämisen vaiheet. (Haverila 2009,429)

2.2.8 Lean tuotannonohjausfilosofia

Lean on peräisin Japanin autoteollisuudesta ”Toyota Production System”. Oleellista on seitsemän tuhlaustavan eliminointi: ylituotanto, odotus, turhat siirrot, turha käsittely, turhat varastot, turha työntekijöiden liikkuminen ja virheet. Lean soveltuu erityisesti tasaisen kysynnän suurivolyymiseen tuotantoon. (Lean tuotekehitys, 1.) Lean Production - käsite on Haverilan (2005,362) mukaan ”japanilainen johtamisperiaate”, jonka keskeisenä ytimenä on tehokas JIT - tuotanto. Japanilaisten toimintaperiaatteiden mukaan organisoitu tuotanto oli laadukkaampi, tuottavampi sekä tarjosi asiakkailleen enemmän mallivaihtoehtoja. (Haverila ym. 2005,362.)

Lean pyrkii optimaaliseen tuotantotapaan eliminoimalla hukat ja parantaa liikkuvuutta. Vapautuneet resurssit voidaan käyttää ydintoimintojen tukemiseen, minkä tuloksena laatu paranee, tuotantoajat lyhenevät ja toiminnan kustannukset pienenevät. (TKK Dipoli 2009.)

2.2.9 Työntöohjaus

Jos erillinen suunnittelija tekee tuotannon valmistussuunnitelman, sitä sanotaan työntöohjaukseksi. Suunnitelman mukaan tuotantoerät työnnetään tuotannon läpi. Työntöohjaus kuitenkin edellyttää selkeää ja hallittavissa olevaa valmistusprosessia, hyvää laatua ja kurinalaista toimintaa. Työntöohjaus on silti eniten käytetty ohjausmenetelmä. Ongelmat kuitenkin ilmenevät, kun todellinen valmistustilanne ja suunnitelmat eivät vastaa toisiaan. Lisäksi vaarana on välivarastojen muodostuminen. (Haverila ym. 2005. 422-423)

2.2.10 Imuohjaus

Imuohjauksessa tuotteita valmistetaan ainoastaan todelliseen välittömään tarpeeseen. Osia imetään tarpeen verran, nopeasti kiertävien välivarastojen avulla. Tilausimpulssi välitetään imuohjaukskortin eli kanbanin avulla, jossa tyhjä kuljetuslaatikko voi toimia impulssin lähettäjänä. Tämä ohjaus soveltuu hyvin vakio-osille, joilla on melko tasainen menekki. Imuohjausta pidetään hyvin toimintavarmana ohjausmenetelmänä. (Haverila ym 2005, 422-423.)

2.2.11 Fifo – periaate (first in – first out)

Fifo - periaate, eli selkeä jonojärjestys, sopii solun sisäiseksi työnjärjestelyksi. Ensiksi tullut tehdään ensin valmiiksi ja sitten aletaan tehdä seuraavaa. Fifo - periaate luo suhteellisen varman ja lyhyen läpäisyajan. (Lapinleimu ym. 1997, 224 - 225)

2.2.12 Laatukustannukset

Lecklinin (2006,155 – 159) mukaan laatukustannukset syntyvät, kun yritys varmistaa tuotteiden vastaavan asiakkaiden vaatimuksia. Laatukustannukset ovat keskimäärin 15 – 30% yrityksen liikevaihdosta. Laatukustannukset on jaoteltu:

- a) Laatua edistäviin kustannuksiin (laadukkaan johtamisjärjestelmän luominen)
- b) Huonosta laadusta johtuviin kustannuksiin, jotka aiheutuvat tehdyistä virheistä ja että asiat on tehty väärin. Tämä ryhmä jaetaan lisäksi neljään ryhmään:
 - Ulkoiset virhekustannukset: aiheutuvat, kun virhe on jo päässyt asiakkaalle asti. Näihin lasketaan myöhästymissakot, rästitoimitusten kustannukset ym. Tämä on yrityksen kannalta kaikkein vaarallisin.
 - Sisäiset virhekustannukset: virhe havaitaan yrityksen sisällä ja korjataan ennen kuin tuote toimitetaan asiakkaalle. Lisäksi sisäisiin virhekustannuksiin luetaan kuuluvan toiminnan huonosta suunnittelusta ja ”sählyksestä” aiheutuvat kustannukset.
 - Laadun ylläpitokustannukset: lopputuotteiden tarkastus ja laadun varmistaminen, auditoinnit, laatutiedon keruu ja analysointi.
 - Huonon laadun ehkäisykustannukset: Pyritään ennakolta poistamaan virhelähteet ja laaturiskit. Tähän kuuluu toiminnan suunnittelu, prosessien kehitys, laatukoulutus ja laatuorganisaatio. (Lecklin 2006, 155 - 159)

2.3 Materiaalinhallinta

Materiaalihallinnalla tarkoitetaan yrityksen raaka-aineiden, puolivalmisteiden ja lopputuotteiden hankinnan, varastoinnin, ja jakelun hallintaa. Materiaalihallinnan puitteissa ohjataan yrityksen kaikkia materiaalivirtoja toimittajilta aina asiakkaalle 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 materiaalitoimintojen tehokasta organisointia ja hallintaa. (Haverila ym. 2005, 443)

2.3.1 Materiaalihallinnan tavoitteet

Materiaalihallinnalla on yleisesti ottaen kaksi keskeistä perustavoitetta:

1. **Halutun palvelutason ylläpito minimikustannuksin.** Lopputuote-, puolivalmiste- ja materiaalivarastojen palvelutaso muodostuu tuotteiden saatavuudesta sekä toimitusajan pituudesta.
2. **Materiaalihallinnan kokonaiskustannusten minimointi.**
 - Ostettavien materiaalien hinta
 - Oston kustannukset
 - Kuljetus, vastaanotto ja tarkastuskustannukset
 - Varastointikustannukset
 - Jakelukustannukset
 - Materiaalivirheiden aiheuttamat kustannukset tuotannossa
 - Puutekustannukset
 - Reklamaatiokustannukset

(Haverila ym. 2005, 443)

Materiaalitoimintoja ja hankintoja kehitettäessä on aina tarkasteltava, miten hankintapäätökset vaikuttavat kustannuksiin kokonaisuutena. Varastointikustannusten minimointiin liittyy oleellinen ristiriita. Varastotasojen

pienentäminen laskee varastointikustannuksia, mutta voi nostaa merkittävästi puute- ja hankintakustannuksia. (Haverila ym. 2005,444)

2.3.2 Varasto

Varasto tarkoittaa tilaa tai paikkaa, jossa säilytetään valmistuksessa tai asiakaspalvelussa tarvittavia hyödykkeitä (Sakki 2003, 73).

Tuote- ja materiaalivarastot ovat välttämättömiä lähes kaikille yrityksille. Varastoja tarvitaan toimituskyvyn turvaamisessa sekä tuotantoprosessin eri vaiheiden kytkennässä. Varastot ovat merkittävä kustannustekijä yritykselle. Varastoihin sitoutuu merkittävästi pääomaa, varastointi ja materiaalin käsittely aiheuttavat kustannuksia. Varastot muodostavat aina riskitekijän: tuote voi vanhentua varastossa teknisesti tai taloudellisesti. (Haverila ym. 2005, 445)

Varasto tarkoittaa kuitenkin myös hallittavaa logistista kokonaisuutta. Ohjauksen suunnittelussa ensisijainen paino on kuitenkin aina logistisella toimintokokonaisuudella. Varaston kolmas merkitys kuvaakin tavaran määrää sovituissa mitoissa, joista yritystalouden kannalta merkittävimpiä on varaston arvo ja kappaleiden lukumäärä tms. vastaava yksikkö. (Karrus 1998,35)

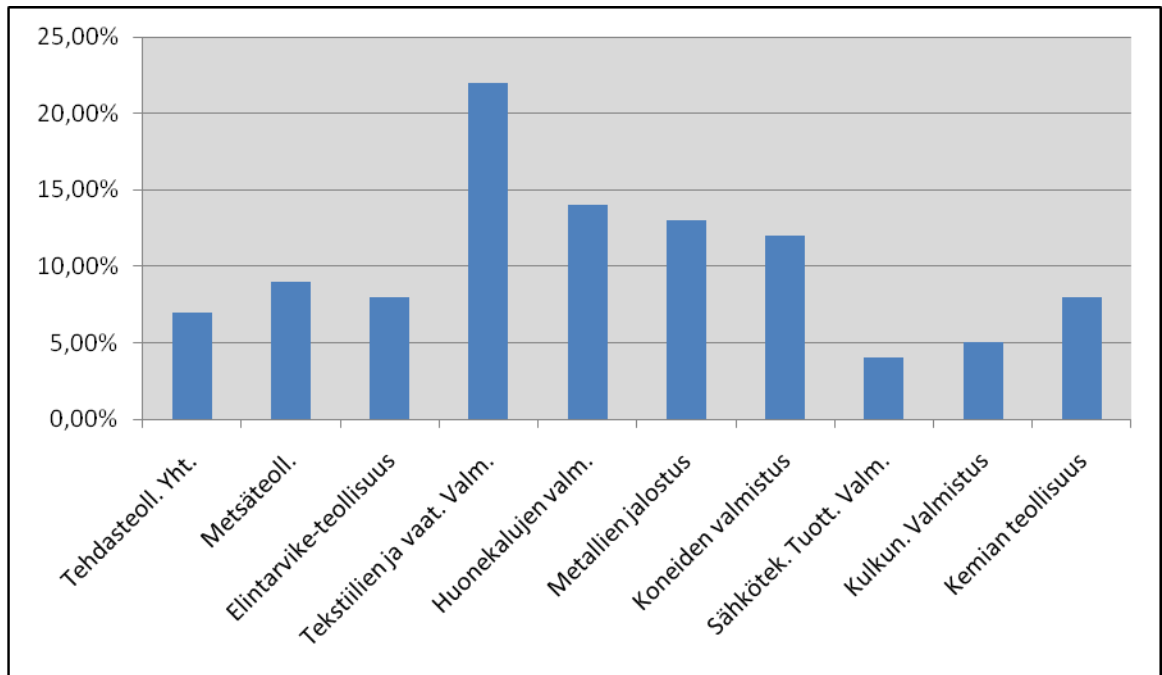
2.3.3 Erilaiset varastot

Teollisuudessa yleisesti käytettävät varastot luokitellaan kolmeen päätyyppiin: raaka-aine, puolivalmiste- ja valmisteverastoihin (Sakki 2003, 73).

Teollisuudessa käytetään yleisesti myös varmuusvarastoa. Varmuusvarastot syntyvä siten, että tavaraa tilataan varmuuden vuoksi vähän aikaisemmin tai vähän enemmän kun sitä uskotaan tarvittavan (Sakki 2003, 87).

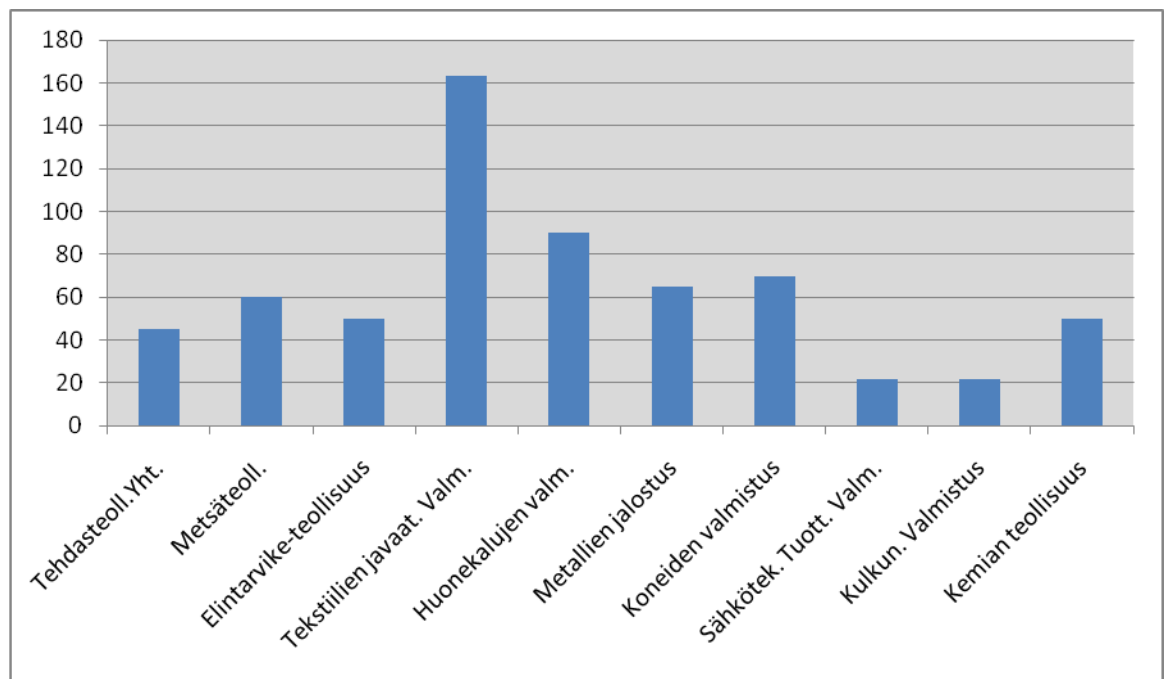
2.3.4 Varastoinnin kustannukset

Varastoinnin kustannukset näkyvät teollisuuden aloilla vaihto-omaisuuden muodossa. Mitä suuremmat varastot yrityksellä on, sitä enemmän se sitoo vaihto-omaisuutta. Vaihto-omaisuuden sitoutumisen lisäksi varastoiminen aiheuttaa myös toiminnallisia kustannuksia, kuten tavaroiden käsittelystä johtuvia kustannuksia. (Sakki 2003,61).



Kuvio 7. Varastojen arvo suhteessa liikevaihtoon 2001. (Sakki 2003,81)

Kuviossa on esiteltyä varastojen pysähdysajat päivissä eri teollisuuden aloilla



Kuvio 8. Varastojen pysähdysajat päivissä 2001. (Sakki 2003, 81).

2.3.5 Puskurivaraston suunnittelu

Varastointitarpeet aiheutuvat viime kädessä asiakkaiden toimitusaikavaatimuksista. Materiaalien hankintaan ja valmistukseen kuluva aika on useilla tuotteilla huomattavasti pitempi kuin asiakkaiden toimitusaikavaatimukset. Materiaalien, puolivalmisteiden tai lopputuotteiden varastointi on ainoa keino selviytyä markkinoiden toimitusaikavaatimuksista. Materiaalihallinnon yksi keskeisistä kysymyksistä on, mihin tuotantoprosessin vaiheeseen puskurivarastot sijoitetaan. Materiaalipuskurien sijoituspaikka riippuu tuotantoprosessista, halutuista toimitusajoista, tuotteen rakenteesta sekä

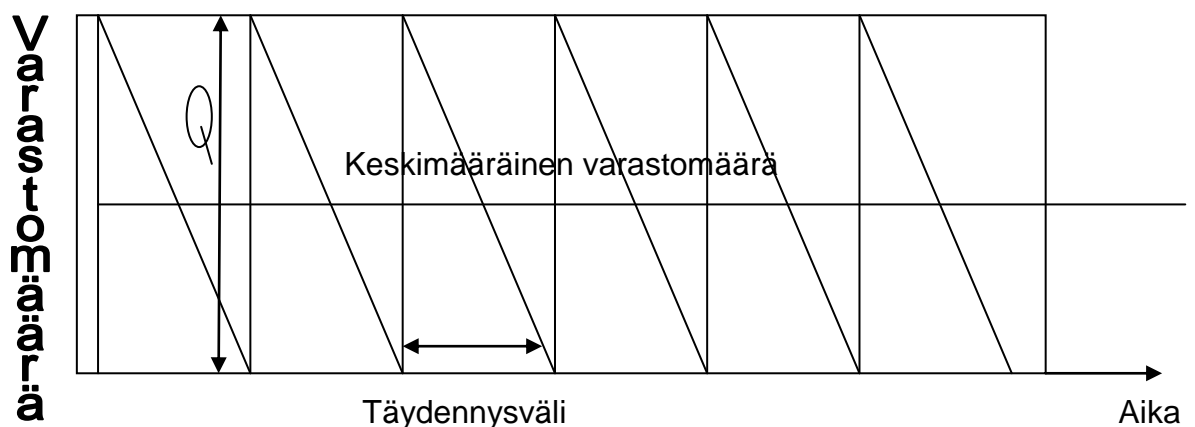
asiakaskohtaisen suunnittelun määrästä. Materiaalipuskureiden sijoitus vaikuttaa merkittävästi toimituskykyyn, toimitusajan määrittelyyn sekä tuotannosuunnittelun periaatteisiin. (Haverila ym. 2005 447 - 448).

2.3.6 Materiaalitarvesuunnittelu MRP

Materiaalitarvesuunnittelu (MRP, Materials Requirements Planning) perustuu toimitusmääristä ja tuoterakenteista johdettuihin materiaaltarpeisiin ja erien sovittamiseen tehtaan tuotantokapasiteettiin. Materiaalien saatavuus tuotantoon tarvittavina määrinä pyritään varmistamaan etukäteen, jotta tuotanto saadaan liikkeelle aikataulun mukaisesti. Kapasiteettitarve pyritään myös ennakoimaan hyvin tarkasti, jotta erä saadaan sovitettua tuotantoon. MRP:stä on kehitetty edelleen kokonaisvaltaisempi MRP II (Materials and Resource Planning, materiaali ja resurssitarvesuunnittelu). (Karrus 1998,78 - 79)

2.3.7 Tilauspistemallit

Taloudellisen tilauserän malli



Tilauspistemallit, joissa täydennystilauksen laukaisee nimikkeelle ennalta määrätyn varastomäärän saavuttaminen tai alittuminen, mukautuvat EOQ -mallia

paremmin käytännössä väistämättömään kysynnän epävarmuuteen. Tilauspistemenetelmän tehokkuus syntyy ensisijaisesti tilaushetken ja sen kautta täydennysketken ajantasaisesta määräämisestä. Tilauspistemallien ytimen muodostaa hälytysraja eli tilauspiste. Hälytysraja on tuotteen eli nimikkeen sellainen määrä, joka aiheuttaa uuden erän tilaamisen kyseisen määrän tullessa saavutetuksi tai ohitetuksi tavaraa varastosta otettaessa. Hälytysraja määritellään nimikkeen havaitun (tai vaihtoehtoisesti ennustetun) kysynnän, nimikkeen tilaus-toimitusviiveen ja mahdollisesti myös kokonaiskustannusten avulla siten, että ei toivottua puutetta joko ei pääse esiintymään lainkaan tai sen esiintymistodennäköisyys tai puutekustannus on riittävän pieni. Puute voi siis olla käytännössä täysin kiellettyä tai sille on voitu asettaa jokin raja esimerkiksi nimikkeen toimitettavuuden, palvelutason tai minimikustannustavoitteen kautta. (Karrus 1998, 43).

Jos eräkkö on liian suuri tai nimikkeen keskisaldo on hyvin korkea se aiheuttaa liiallista pääoman sitoutumista. Jos eräkkö taas on liian pieni, joudutaan tilaamaan liian usein ja aiheutetaan suuret täydennyskustannukset tai puutetilanteita esiintyy tavoitteisiin nähden liian usein. (Karrus 1998, 44).

Myös eräkköä voidaan vaihdella. Normaalikäytäntö perustuu kiinteään eräkköön, joka on laskettu EOQ - kaavalla tai saatu jollain muulla tavalla (täyskuorma, täyskontti tms.). Kiinteään eräkköön vaihtoehtona on tilaaminen tavoitetasoon asti, jolloin nimikkeelle on määritetty maksimisaldo, johon saakka varasto pyritään täydentämään tilauspiste kohdattaessa. Tällöin pyritään ottamaan huomioon jo tilatut ja tulossa olevat erät, sillä jos menekki yhtäkkiä hiipuukin, ylittyy nimikkeelle määritetty maksimisaldo. (Karrus 1998, 45).

3 Tutkimusympäristö toimiala tilastotietoa yrityksestä

Tässä luvussa tutustumme toimialaan, yritykseen ja tutkimusympäristöön.

3.1 Yritysesittely

Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy perustettiin Lapualla 29.3.1983 ja se toimii energiasektorilla ja sen päätuote on maalämpöpumppu. (Lämpöässä 2009)

Lapualla toimiva tehdas työllistää noin 40 henkilöä ja liikevaihto on noin 6,5 miljoonaa euroa. (Lämpöässä 2009)

3.2 Historia

Vientitoiminta käynnistyi Venäjälle 1991, minne toimitettiin lämpöpumppu-paketteja kalanviljelylaitoksille. Tuolloin syntyi myös täystehoinen maalämpöpumppu Lämpöässä V10. Täystehoinen tarkoittaa sitä, että käyttökustannuksiltaan edullinen järjestelmä mitoitetaan käytön mukaan lämmittämään käyttöveden lisäksi isot ja pienet kodit, vapaa-ajan asunnot, hotellit, kylpylät, teollisuushallit, laitokset, maatilat, puutarhat jne. 2001 Kasvun myötä siirryttiin suurempiin tuotantotiloihin ja maalämpöpumppujen myyntiä alettiin siirtämään jälleenmyyjäverkoston hoitoon. (Lämpöässä 2009) Yritys tänään

Yli 27 vuoden kokemus maalämpötekniikasta ja suomalaisesta maaperästä ovat jatkuvan tuotekehityksen perusta. Korkea laatu ja tarkka laadunvalvonta- ja testausjärjestelmä kuuluvat Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy:n palvelun periaatteisiin. Viiden vuoden täystakuu ja oma huoltopäivystys takaavat lämmitysjärjestelmän toimivuuden. Jälleenmyyjä- ja asentajaverkosto kattaa laajasti koko Suomen. Kysynnän kasvu perustuu ympäristöystävällisyyteen, vaivattomuuteen, lämmön riittävyyteen myös talviaikaan ja edullisiin käyttökustannuksiin. (Lämpöässä 2009)

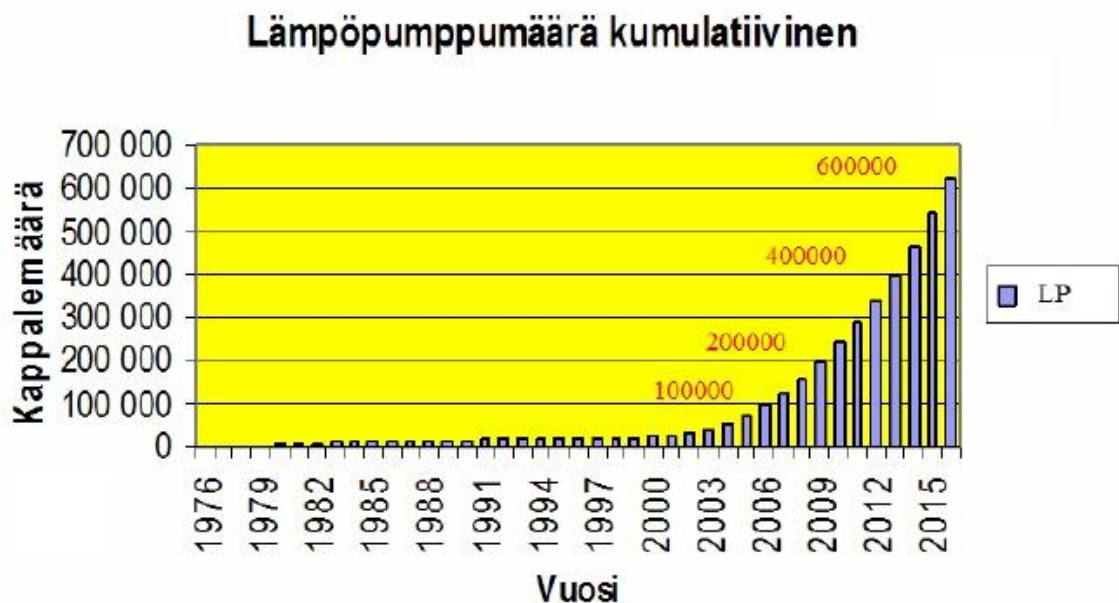
Maalämpö soveltuu lämmityksen lisäksi myös tilojen viilennykseen. Jäähdytys voidaan toteuttaa niin omakotitaloihin, toimistoihin kuin hotelleihinkin.

3.3 Toimiala

Lämpöpumpputeollisuus jaetaan neljään eri tuotekategoriaan, joka perustuu niiden toiminta-ajatuksen mukaan. Näitä ovat :

- Ilmalämpöpumput (ILP)
- Ilma/vesilämpöpumput (VILP)
- Poistoilmalämpöpumput (PILP)
- Maalämpöpumput (MLP)

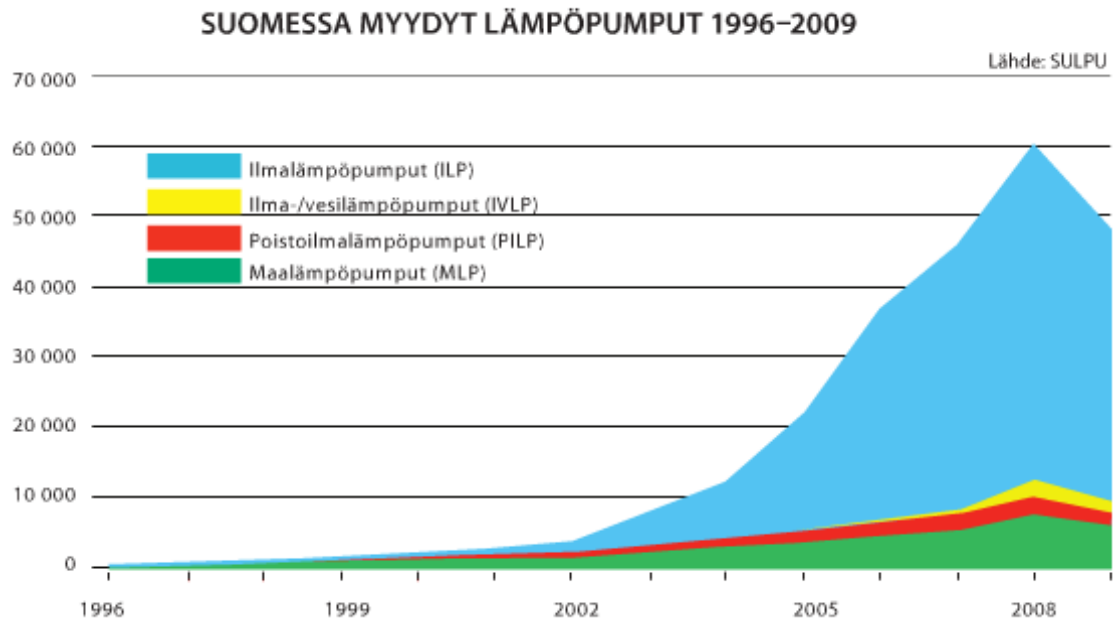
Tällä hetkellä erityyppisiä lämpöpumppuja on myyty Suomessa yhteensä 300 00 kappaletta. (Aukia 2010, 11)



Kuvio 9 Arvio alan kehityksestä Suomessa 2009 (Koivula 2009, 4)

Kuviosta voidaan todeta alan kehittyminen vuodesta 1976 lähtien. Todellinen kasvu käynnistyi kuitenkin vasta 2002, energian hinnan nousuun myötä.

Ala kasvaa, vaikka ei välttämättä enää yhtä jyrkkänä kuin takavuosina. Hallituksen julkistamat uusiutuvan energian tavoitteet edellyttävät, että lämpöpumpuilla tuotettu energiamäärä nelinkertaistuu nykyisestä. (Aukia, 2010,10)



Kuvio 10 Suomessa myydyistä lämpöpumpuista. (Aukia 2010, 11)

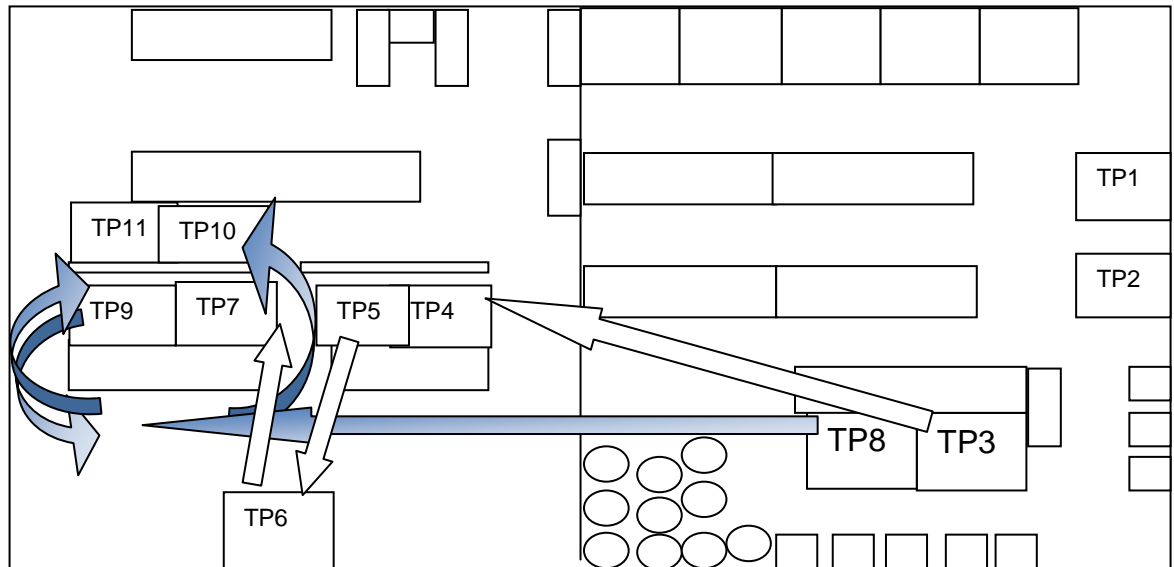
Maalämpöpumput yleistyvät ja niiden suhteellinen osuus tuotetusta energiasta kasvaa, sillä vaikka niiden kappalemääräinen osuus on tällä hetkellä noin 10 – 15 prosenttia kaikista lämpöpumpuista, ne tuottavat jo nyt noin puolet pumppujen tuottamasta energiamäärästä. (Aukia 2010,10)

Lämpöpumppujen tuottaman vuosittaisen uusiutuvan energian määrä on tarkoitus kasvattaa nykyisestä kahdesta terawattitunnista kahdeksaan terawattituntiin vuoteen 2020 mennessä. (Aukia 2010,10)

4 LAYOUT KEHITYSHANKKEEN ETENEMINEN

Tutkimuksen koko prosessin kuvaaminen

4.1 Layout kehityshankkeen lähtötilanne



Kuvio 11. Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy:n vanha layout. Kuvasta puuttuu oikeanpuoleinen D-halli (isojen koneiden valmistushalli) (Porkkala 2009)

Pohjapiirroksesta voidaan todeta helposti funktionaalisen työpistemallin aiheuttamat ongelmat:

- Keskenäistä tuotantoa ja varastolavoja siirrellään ja varastoidaan ympäri tehdasta, mikä aiheuttaa turhaa ylimääräistä työtä.
- Lisäksi koeajopisteeseen (TP6) muodostuu pullonkaula vähäisten koeajopisteiden määrän johdosta.
- Varustelutyöpisteet (TP3 ja TP8) sekä niiden lähellä oleva äänieristystyöpiste tarvitsevat suuren määrän varastotilaa. Käytettävät komponentit ja KET - tuotanto ovat lavoilla tai laatikoissa ympäri lattiaa, jolloin kulkeminen ja tavaroiden löytäminen on hankalaa.
- Komponenttivaraston hallinta ja ylläpito hankalaa selkeiden varastopaikkojen puuttumisen takia

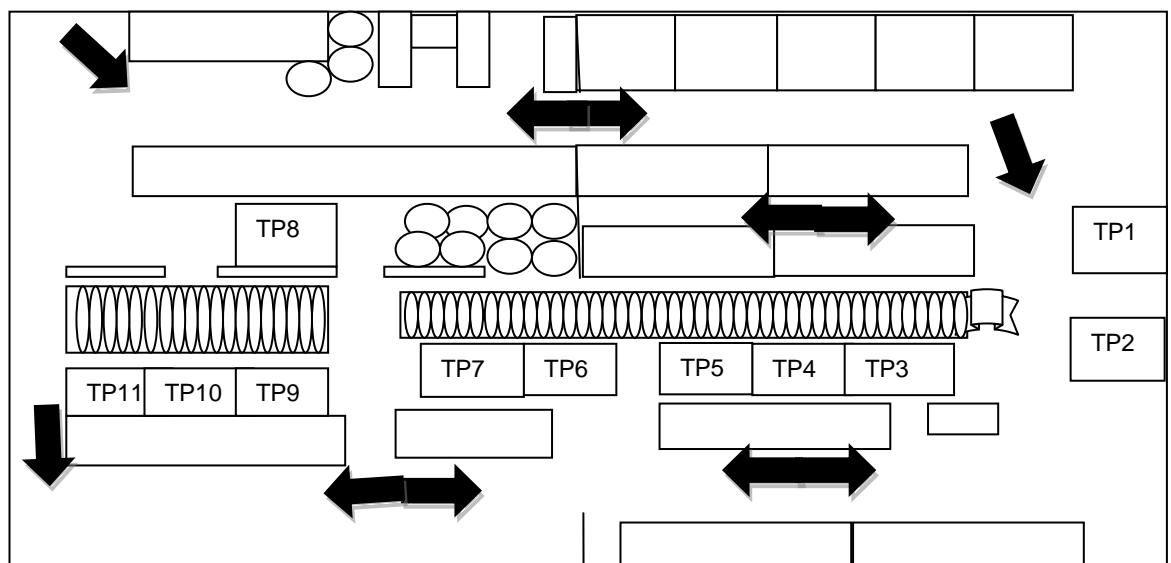
4.2 Tuotantolinja – layoutin suunnittelu

Peruslähtökohtana oli muuttaa vanha funktionaalinen layoutmalli uuteen nykyaikaiseen tuotantolinjan mukaiseen malliin, joka toimisi myös tulevaisuudessa tukien yrityksen kasvua ja kehitystä

4.2.1 Materiaalivirta käytävillä

Materiaalivirtoja suunniteltaessa tärkeimpänä ajatuksena oli pyrkiä palvelemaan tuotantolinjaa tehokkaasti siten, että hyllyjen täyttäminen olisi mahdollisimman helppoa ja nopeaa. Väylillä täytyy olla riittävästi tilaa, jotta rukilla pääsee nostelemaan lavoja työpistekohtaiseen hyllyyn.

Materiaalin kulku varastohyllyihin



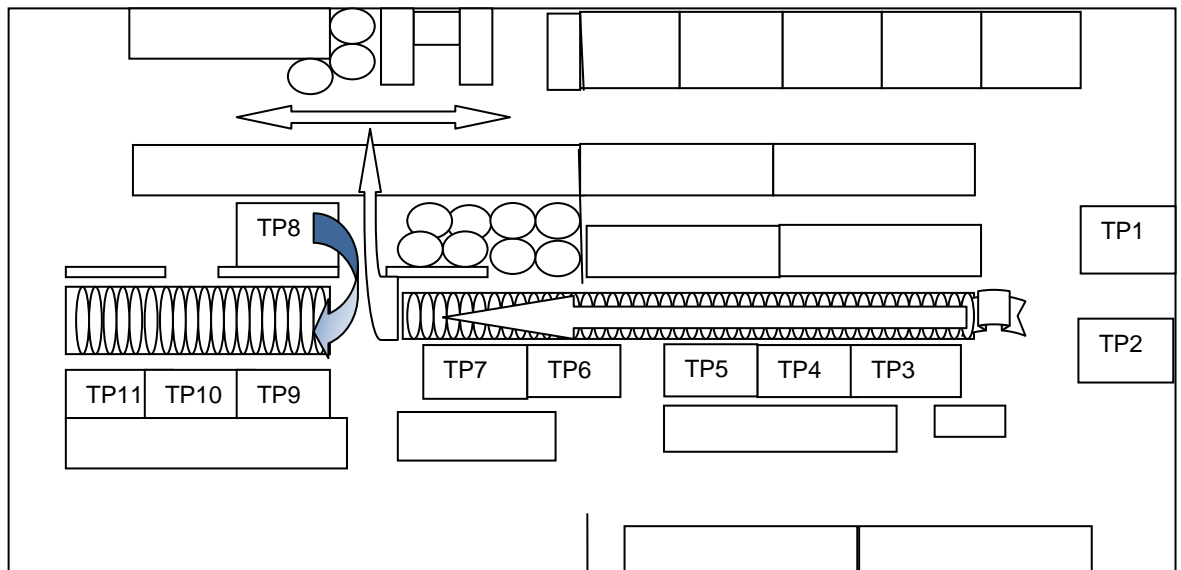
Kuvio 12. Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy:n uusi materiaalivirtojen layout. (Porkkala 2009).

Materiaalitarvesuunnittelua toteutettiin joidenkin tavarantoimittajien kanssa siten, että eräkooksi sovittiin hyllyyn tai lattiatilaan sopiva määrä. Näin arvokasta hylly- ja lattiatilaa vapautui yrityksen käyttöön.

4.2.2 Materiaalivirta tuotantolinjalla

Materiaalien hallinta selkiytyy, kun jokaiselle tuotteelle löytyy merkitty hyllypaikka ja keskeneräinen tuotanto näkyy linjalla. Tarvittavat puskurivarastot ovat selkeästi omissa paikoissaan ja valmisvarastot omissaan. (Porkkala 2009)

Materiaalin kulku tuotantolinjalla

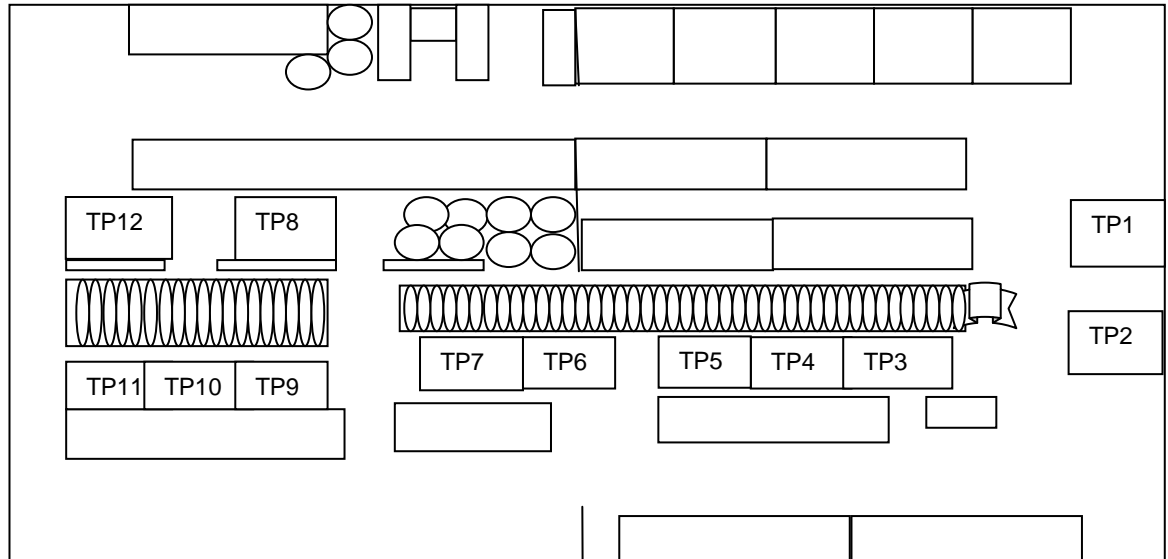


Kuvio 13. Suomen lämpöpumpputekniikka Oy:n tuotantolinja - layout. (Porkkala, 2009)

Tuotantolinjan jakaminen kahteen eri osaan parantaa merkittävästi tuottavuutta. Molemmat linjat toimivat itsenäisesti ja linjojen päistä ”tippuu” erilaisia tuotteita.

4.2.3 Työpisteiden suunnittelu

Linjojen hallinta helpottuu merkittävästi, kun työpisteet ovat linjan mukaisessa järjestyksessä. Työpisteet numeroitiin työvaiheiden mukaiseen järjestykseen ja nimettiin vain työpisteeksi. (Porkkala 2009)



Kuvio 14. Linjan työpisteet (Porkkala, 2009)

TP1	Kaasujuotospiste osavalmistus
TP2	Eristys
TP3	Kylmäyksikön esivarustelu
TP4	Putkitus
TP5	Putkitus
TP6	Koeajopiste
TP7	Pellitys
TP8	Varaajan varustelu
TP9	Kylmäyksikön ja varaajan yhdistäminen
TP10	Sähköistäminen
TP11	Ulkopellitys
TP 12	OVI valmistus

Tulevaisuutta ajatellen työpiste kahdeksan voidaan siirtää hiukan oikealle. Näin loppukokoonpanolinjoja muodostuisi kaksi, mikä mahdollistaisi uuden mallin tuottamisen

4.2.4 Hienosuunnittelu

Suomen Lämpöpumpputekniikalla on käytössä Liinos - toiminnanohjausjärjestelmä, jota käyttää lähes jokainen työntekijä. Tuotantopäällikkö suunnittelee ja valvoo linjojen toimintaa, jotta jokainen työpiste kuormittuu tasaisesti ja linjalla tuotanto on sujuvaa. Toiminnanohjausjärjestelmästä tulevat osatuotantoa vaativat tilausimpulssit auttavat linjojen ulkopuolisten työpisteiden koordinoinnissa. Tässä työntekijöillä on suuri vastuu itsellään, koska he näkevät puutteet hyllyssä sekä järjestelmässä ja raportoivat tuotantopäällikölle, joka pystyy säätelemään tarvittavaa tuotantoa tilausten ja ennalta sovittujen puskurien mukaan.

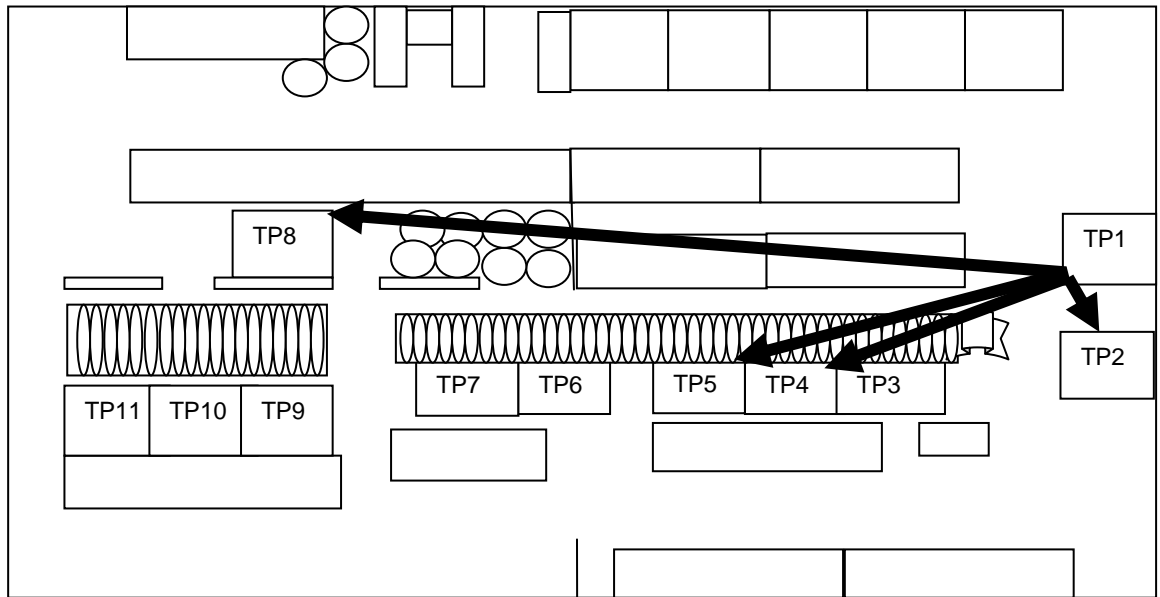
Tällä tavoin toteutettu JIT - tuotanto helpottaa tarvittavien resurssien siirtymisen tarvittaessa työpisteeltä toiselle. Työntekijöiden ammattitaito laajenee suunnitelmallisen koulutuksen ja työnkierron tuoman harjaantumisen myötä käsittämään useita työvaiheita malleja ja koneita. Työntekijöiden joustava siirtyminen tehtävästä toiseen parantaa valmistuksen joustavuutta mm. äkillisten kuormitusvaihteluiden tai yllättävien työstä poissaolojen yhteydessä. Samalla se tuo työhön lisää vaihtelua. Tavoitteena on työntekijöiden mahdollisimman monipuolinen osaaminen. Parhaimmassa tapauksessa työntekijä osaa lähes kaiken.

4.2.5 Työjonojen suunnittelu

Peruslähtökohta jonojen suunnittelussa on maalämpöpumppujen tilaukset ja asiakkaille luvatut toimitusajat. Fifo - periaatetta eli jonojärjestystä sovelletaan kaikilla tuotantolinjoilla ja sitä käytetään myös jokaisen työpisteen sisäisenä työjärjestyksenä. Ensiksi tullut tehdään ensin valmiiksi ja sitten aletaan tehdä seuraavaa. (Porkkala, 2009)

Lämpöpumpputekniikalla linjan ulkopuolella olevat työpisteiden työjonot suunniteltiin siten, että ne täydentävät juuri sopivasti JIT - tuotantoa linjalla.

Esimerkiksi työpisteeltä yksi täydennetään työpiste kakkosen, neljännen, viidennen ja kahdeksannen varastoa. (Honkola, 2009)



Kuvio 15. Työpiste ykkösen syötöistä (Honkola, 2009)

Rullarata kytkee työpisteet toisiinsa, jossa välivarasto eli keskeneräinen tuotanto sijaitsee. Jonossa oleva yksikkö vedetään työpisteeseen ”parkkiin”, jossa valmistava työvaihe suoritetaan. Työn valmistuttua se siirretään takaisin radalle kohti seuraavaa työpistettä. (Liimatainen, 2009)

Linjan päästä valmis laite siirretään joko varastoon tai seuraavaan kokoonpanolinjaan. Varastoon siirretyt yksiköt näkyvät tuotannonohjausjärjestelmän saldoilla.

4.2.6 Eräkoko

Pienempiä koneita voidaan tuottaa enemmän, kuin isoja koneita. Ero selittyy yksinkertaisesti työvaiheisiin käytettävällä ajalla. (Santala, 2009)

(Auvisen, 2009) mukaan maksimikapasiteetti loppukokoonpanolinjalla on noin 12 kpl vuorokaudessa, joka mahdollisesti toteutuu sesonkiaikana

Koska tuotantolinja mahdollistaa useiden eri mallien valmistuksen, helpottaa se merkittävästi eräkoon laskemista ja hallintaa. Tämä puolestaan pakottaa sen pitämisen muutamissa kappaleissa

4.3 Toteutuneet muutokset

Tässä työssä on keskitytty vain valmistuslinjan työpisteisiin ja pois on jätetty muutamia linjaa täydentäviä työpisteitä. Esimerkiksi sähkövarustelu, jossa tehdään mm. pumppuihin johdotuksia. tai kylmäyksikön peltien ja äänenvaimennus. Myös linjan lopussa oleva pakkaus, joka tehdään linjalta sivussa sille tarkoitettulle alueelle, on jätetty pois.

4.3.1 JIT – Tuotantoperiaate

Tätä tuotantoperiaatetta käyttäen voidaan päästä pienempiin puskuri ja välivarastoihin tuotantoverstaalla. Tämä on usein käytetty tuotannonohjausperiaate, jota tässä opinnäytetyössä tullaan soveltamaan Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy:n tuotantoon.

4.3.2 Imuohjaus

Imuohjausta on Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy:ssä sovellettu jo aiemmin tuotannossa, esimerkiksi putkikomponenteissa, mutta kun laatikoita siellä täällä työpisteen lattialla ilman selkeää varastopaikkaa, niiden hallinnoiminen oli hankalaa. Mm järjestelmässä oleva määrä ja inventoitu määrä heittelivät. Muutoksen myötä tämä ominaisuus jatkoi vähenemistä.

4.3.3 Fifo – periaate (first in first out)

Tietyillä työpisteillä alettiin soveltaa tätä periaatetta ja vain eräkokoan tarvittava määrä osia haettiin työpisteeseen. Valmis lava/erä siirrettiin heti sille osoitettuun varastopaikkaan/hyllyyn lähelle kokoonpanevaa työpistettä. Linjalla olevien työpisteiden varastot olivat käden ulottuvilla siististi hyllyillä, joista tarvittavat komponentit oli helppo ottaa työn alle.

Kylmäyksiköt liikkuvat rullaradalla työpisteeltä toiselle. Rullarata poisti yksiköiden nostelun ja välivarastoinnin, koska ne olivat radalla. Huonona puolena radassa oli se, kun jokin osa loppui, niin keskeneräisten mallien pois ottaminen vaati radan tyhjäämisen, joko edestä tai takaa. Tässä eräkoolla onkin huomattava merkitys, mikä tuo joustavuutta radan toimintaan, eli vaihdetaan toinen tuote-erä tilalle.

4.3.4 Asetusaika

Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy: ssä asetusajat ovat lyhyet, koska toiminta on kokoonpanevaa valmiista komponenteista. Ainoastaan osavalmistustyöpisteessä (TP1) asetusajat ovat jonkin verran pidempiä. Siellä siihen kuuluu osien, raaka-aineiden ja muita tuotantoerän aloittamiseen liittyviä toimenpiteitä. Tuotantolinjalla asetus aika käsittääkin valmiin komponentin esimerkiksi putken sijoittamisen oikeaan paikkaan, jotta se voidaan kaasuhitsata. Isommissa koneissa tarvittavat putket tekee kokoaja itse. Jokainen valmistettava tuote on oma yksilönsä, vaikka se toimitetaan esimerkiksi V10 mallina. Asetusaikoihin ei tarvitse keskittyä toiminnan luonteen takia, ja eräkokojakin on helppo muokata tilausten mukaan.

4.3.5 Työkortit

Työntekijät hakevat avoimet työkortit omasta lokerostaan ja ne liitetään Ket - tuotteen mukaan työpisteeltä toiselle. Jokainen työvaihe avataan ennen työn aloittamista ja päätetään työn valmistuttua. Tällä tavalla saadaan arvokasta tietoa läpimenoaikaa seurattaessa. Samalla merkitään myös käytetyt osat, jotta tuotannosta ja varastosta saadaan ajantasaista tietoa. Näin tuotantopäällikkö pystyy seuraamaan tuotannon tilaa ja koordinoimaan sitä. (Porkkala, 2009)

4.3.6 Työpisteet

Rullarata muutti oleellisesti linjalle sijoitettujen työpisteiden työskentelyolosuhteita, joista merkittävimpana oli akkukäyttöisten nostimien poistuminen käytöstä. Rata poisti yksiköiden ylimääräisen nostelun, edestakaisen vekslauksen ja liian suuren välivarastoinnin. Nostinta tarvittiin enää vain ensimmäisen radan lopussa nostamaan valmis kylmäyksikkö pois linjalta.

Työpisteet siivottiin niin, että tarvittaville työkaluille on oma paikkansa ja hyllyistä löytyy nimikkeen alta vain kussakin työpisteessä tarvittavat komponentit.

Työskentelyolosuhteiden muuttuessa täytyi myös ottaa huomioon valaistus, työasennot, työskentelykorkeus ja tarvittavat apuvälineet, jotta tuotannon korkea laatu säilyisi (Litmanen, 2009).

Linjan alkuun asennettiin nostopöytä, jolla alkuvarustelua voitiin suorittaa ja tuote siirtää linjalle. Valaistusta lisättiin ja kylmäyksiköiden pellityksen (TP4) työtaso muutettiin siten, että sitä voitiin nostaa ja laskea (Hyyryläinen, 2009)

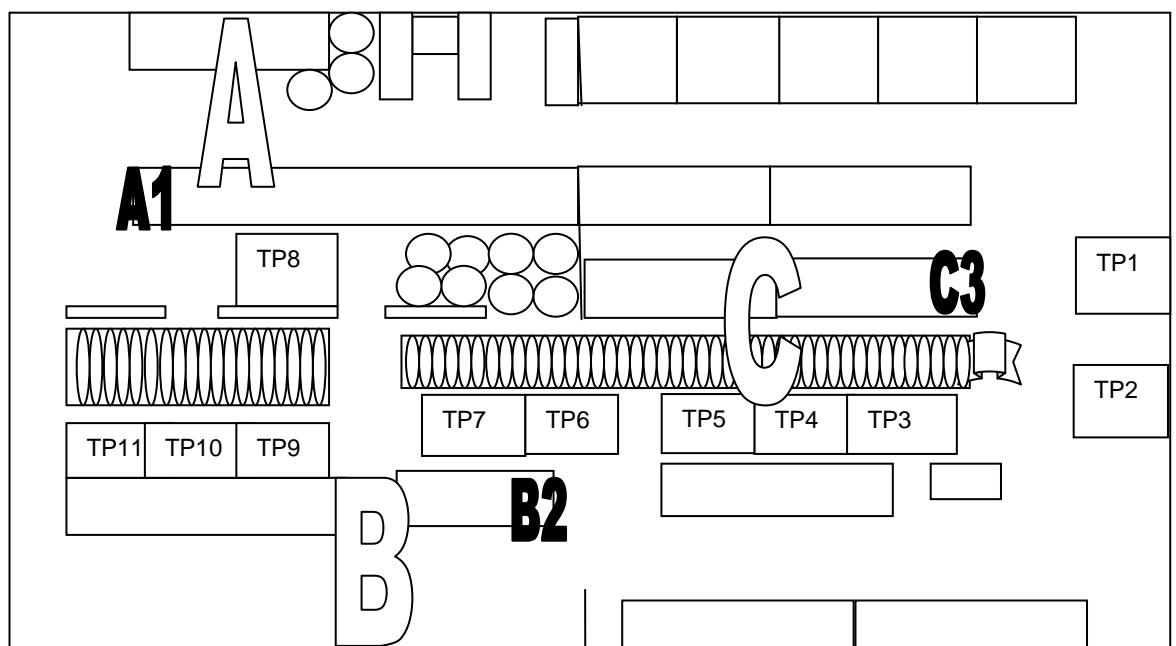
Vaikka toinen linja on vain 30 cm korkea, vaati se lattiapinnan nostamista linjan korkeudelle. lisäksi hankittiin liikuteltavat kulkusillat, koska toinen rullarata on leveä ja kokoonpanossa on välttämätöntä liikkua koneen ympärillä. Kulkusilloja käytetään koko linjalla, joten ne palvelevat useita työpisteitä (Auvinen, 2009).

Linjalla voidaan valmistaa samanaikaisesti lähes kaikkia Lämpöässä tuotepereeseen kuuluvia tuotteita. Raskaammat ja isoimmat tuotteet voidaan

koeajaa myös samassa koeajopisteessä yhtäaikaa pienempien kanssa, mikä mahdollistui koeajopisteen (TP6) laajentuessa neljään yksikköön.

4.4 Varastopaikat

Työntekijät tunnistavat helposti käyttämänsä komponentit ilman merkintöjäkin, mutta jonkin toisen työpisteen tarvitsemat komponentit voivat olla vieraita. Tämä korostuu erityisesti inventaariota tehtäessä, joka luo sähläystä ja mahdollistaa varastosaldojen heittelyn. (Mäkinen, 2009).



Kuvio 16. Varastopaikat merkittynä layoutiin (Viitteellinen esimerkkikuva.)

Jokaiselle tuotteelle määritellään oma hyllypaikka, ja se myös merkitään excel - taulukkoon ja varastohyllyyn. Tuotteiden hyllypaikkojen määrittelyssä käytettiin layoutkuvaa, jossa tehdas on jaettu eri halleihin ja ne nimettiin aakkosjärjestykseen. Hyllyjen numerointi muodostui hallissa olevien varastohyllyjen määrän mukaan. Niinpä tuotteen/komponentin hyllypaikka sijaitsee esimerkiksi B2. Hyllyssä B2 on merkittynä kaikki läheisen työpisteen käytettävät nimikkeet sekä niiden Liinos - koodit. Näin varaston hallinnoiminen silmämääräisesti on helpompaa.

Esimerkiksi kylmäyksikköä kokoonpantaessa nähdään hyllyssä oleva määrä ja työvaiheen valmistuttua käytetyt osat ja työaika leimataan järjestelmään, jolloin kokonaisuus siirtyy keskeneräiseen tuotantoon.

Keskeneräisellä tuotannolla ei varsinaisesti ole hyllypaikkaa, koska se sijaitsee pääosin radalla, mutta valmiille kylmäyksiköille sen sijaan löytyy niille tarkoitettu paikka. Isot varaajat sen sijaan varastoidaan niille tarkoitettulle lattia-alueelle.

4.5 Läpäisy aika

Uudistetun, kahtiajaetun linjan myötä tuote voi olla parhaimmillaan valmis jo seuraavana päivänä tilauksesta, jollei varastossa ole valmista tuotetta. Varsinaista läpäisyäikää täytyy kuitenkin tarkastella tuotannon aloittamisesta aina alkuvarustelusta pakkaamiseen, jolloin tuote on todella valmis

Alusta lähdettäessä läpimenoaika on noin 5 vrk. Se voidaan kuitenkin puristaa 4 vuorokauteen normaaleilla työajoilla. Tämä edellyttää juuri pieniä eräkokoja. Tulos on saatu haastatteleamalla työntekijöitä ja yhdistämällä Liinoksesta saatuihin tietoihin yksinkertaisella laskutoimituksella.

Muutoksen myötä toteutuneen työkorttien ja työvaiheiden leimaamisen käytön myötä tarkentuu todellinen läpimenoaika. Tätä ei päästy kunnolla testaamaan linjan toimituksen myöhästyttyä ja tarvittavien muutostöiden vaatiessa oman aikansa.

4.6 Henkilöstö

Yhteistyö työntekijöiden, tuotantopäällikön ja toimihenkilöiden välillä on oltava saumatonta, jotta tuotanto ja tuotteiden läpimeno saadaan optimaaliseksi. Työntekijöiden kyky liikkua työpisteeltä toiselle vapauttaa resursseja, minkä tuloksena laatu paranee, tuotantoajat lyhenevät ja toiminnan kustannukset pienenevät.

Työntekijöiden osaaminen laajenee työnkierron tuoman harjaantumisen myötä mikä parantaa myös viihtyvyyttä työpaikalla.

4.7 Tiedonkulku

Tiedonkulussa yrityksen sisällä on aina parantamisen varaa. Toimiva tiedottaminen yrityksen tilasta joka suhdanteessa on tärkeää. Tiedottamista ei välttämättä tarvitse tehdä suurta numeroa, vaan se voidaan toteuttaa myös ohimennen esimerkiksi kahvitauon yhteydessä. Tiedotusväliksi riittäisi hyvin esimerkiksi kaksi viikkoa. Näin mahdollisilta huhuilta katkeaa siivet, jos niitä jostain syystä pääsisi syntymään. Samalla se poistaa epätietoisuuden ja tappiomielialan.

Kahvitaukoja voidaan käyttää hyvin kaikkien asioiden tiedottamisessa ja sopimisessa, jollei niitä muilla tavoin ole sovittu.

5 Johtopäätökset

Opinnäytetyön tarkoituksena oli keskittyä materiaalivirtojen hallintaan toteutettavan layoutin mukaan ja sen hienosäätöön ja läpäisyajan optimointiin. Työntekijöiden haastattelut yhdistettynä Liinoksesta saatuihin tietoihin antoivat suuntaa antavan kokonaiskuvan läpimenoajasta. Vaikka linja uudistuikin, se ei vaikuta työntekijöiden rutinoituneeseen ammattitaitoon, joten arviointi on melko luotettavaa.

Uusi layout, kahteen osaan jaettu tuotantolinja ja kirjaamiskäytännöt kuitenkin parantavat merkittävästi kokonaisuutta ja sen hallintaa. Tuotannonohjausjärjestelmää pystytään paremmin hyödyntämään kaikissa toiminnoissa myynnistä tuotannonohjaukseen ja varastonhallintaan.

Kylmäyksiköiden valmistuksen ja loppukokoonpanolinjan erottaminen toisistaan riippumattomaksi tuotantolinjaksi lyhensi läpimenoaikaa ja paransi merkittävästi toimitusvarmuutta ja nopeutta. Parhaimmillaan kakkoslinjan läpäisy aika on vain noin 4 h, mikä käsittää lämpöpumpun loppukokoonpanon. Loppukokoonpano sisältää esivarustellun varaajan ja koeajetun kylmäyksikön yhdistämisen testauksen ja ulkopellityksen. Asiakas voi siis saada testatun tuotteen jo seuraavana päivänä tilauksesta.

Vaikka rata onkin jaettu kahteen osaan kytkeytyvät työpisteet toisiinsa ja tuotanto etenee radalla vaihe vaiheelta eteenpäin. Aikaisemmin yksiköt seisoivat työpisteiden ympärillä ja koeajoon muodostui pullonkaula ja ruuhkaa.

Tuotantopäällikkö vastaa koko tuotannon suunnittelusta, ohjauksesta ja toimivuudesta. Hän ohjaa molempia linjoja sekä koordinoi puolivalmisteiden valmistusta yhteistyössä työntekijöiden kanssa. Hälytysrajat helpottavat osavalmistuksen koordinoitua, mutta se ei poista työntekijöiden vastuuta silmämääräisesti valvottavien osien riittävydestä ja valvontaa järjestelmästä.

Tuotannonohjauksessa tärkeintä on oikea-aikainen töiden ajoitus, jotta kausivaihteluista huolimatta asiakas saa tilatun tuotteen sovitussa toimitusajassa ja tuotanto kuormittuu tasaisesti ympäri vuoden.

Talviaikaan tuotanto painottuu ykkösradan kuormittamiseen, jossa kylmäyksiköt valmistetaan. Sesonkiaikaan, kysynnän ja toimitusten kasvaessa kylmäyksiköiden puskurivarasto tyhjenee ja tuotanto jakaantuu tasaisemmin molemmille linjoille.

Materiaalinhallinnalla ja materiaaliarvesuunnittelulla on tärkeä merkitys yrityksen kannalta pärjätäkseen kiristyvässä kilpailussa. Suuret varastot ja keskeneräinen tuotanto syövät pääomaa.

Tavarantoimittajia ja alihankkijoita kilpailutettiin, sekä toimitusehtoja tarkistettiin, jolla pyritään vaikuttamaan huomattavasti varastonimikkeiden määrään ja sen arvoon. Näin toimien varaston tavoitearvoksi asetettiin 27% vähennys aikaisemmasta.

Esimerkiksi ulkopeltien toimitusmäärää laskettiin ja täydennysväliä tihennettiin, jolla vapautettiin arvokasta varastointitilaa. Tällainen toiminta onnistuu hyvin silloin, kun alihankkija on lähellä, eikä siitä synny suurempia kustannuksia.

Jos tuotannossa jostain syytä tulee seisokkia, täytyy tuotantopäällikön pystyä ohjaamaan myös alihankkijoita ja tiedottamaan mahdollisesta seuraavasta toimituksesta. Tällä tavoin mahdollistetaan varaston koon pitäminen kurissa.

Joidenkin komponenttien toimitusajat ja tilauserän koko puolestaan pakottivat suurempaan varastointiin, siksi varaston hallinta ja sen kehittäminen on yrityksessä tärkeää, koska sillä on merkittävä vaikutus yrityksen toimintaan ja tulokseen.

Tilauspisteeseen eli hälytysrajaan vaikuttaa kysynnän lisäksi myös varastosaldon tarkastustiheys. Varastosaldoja seurataan aina niiden muuttuessa eli silloin kun tavaraa otetaan varastosta. Mikäli saavutetaan tai ohitetaan tilauspiste, suoritetaan heti täydennystilaus. Jos menekki yhtäkkiä hiipuukin, ylittyy nimikkeelle määritelty maksimisaldo.

Jokaiselle tuotteelle määriteltiin oma hyllypaikka, ja se myös merkittiin excel - taulukkoon ja varastohyllyyn. Työntekijät tunnistavat helposti käyttämänsä komponentit ilman merkintöjäkin, mutta jonkin toisen työpisteen tarvitsemat komponentit voivat olla vieraita. Tämä korostuu erityisesti inventaariota tehtäessä, ja mahdollistaa varastosaldojen heittelyn. Uuden varastokartan myötä,

komponentit ja nimikkeet tulevat nopeammin tutuiksi työntekijöille. Kuka tahansa voi ottaa inventaarioliuskan ja kävellä varastonimikkeen luo kyselemättä ohjeita. Lisäksi tunnistaminen on helppoa, koska koodit näkyvät selvästi työkorteissa, inventaarioliuskoissa, laatikoissa ja hyllyillä. Lisäksi näkyvillä on koko ajan vain se määrä, mikä pitäisi olla varastosaldoilla. Näin luotettavuus parani huomattavasti, kun pois jäi turha etsiminen.

Jokaisella työpisteellä syntyy sisäisiä virhekustannuksia, mikä tarkoittaa kustannuksia joita syntyy ennen kuin tuote lähetetään asiakkaalle. Siksi on tärkeää, että jokainen työntekijä kiinnittää näihin huomiota ja omalta osaltaan pyrkii poistamaan niitä.

Kahteen osaan jaettu tuotantolinja lyhentää läpimenoaikaa. Tuotanto selkiytyi ja tehostui. Materiaalien hallinta parani. Koska tuotantolinja mahdollistaa useiden eri mallien valmistuksen, helpottaa se merkittävästi eräkoon laskemista ja hallintaa. Tämä puolestaan pakottaa sen pitämisen muutamissa kappaleissa.

Alusta lähdettäessä Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy:n läpimenoaika on noin 5 vrk. Se voidaan kuitenkin puristaa 4 vuorokauteen normaaleilla työajoilla. Tämä edellyttää juuri pieniä eräkojoja. Tutkijan mukaan viimeisin tarkistettu tieto osoitti läpimenoajan asettuneen vain 28:n tuntiin, mikä tarkoittaisi noin 30 % parannusta lähtötilanteeseen verrattuna.

Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy:ssä koettiin aikansa suurin muutos, jolloin vanha funktionaaliseen järjestelmälle perustuva valmistusteknisesti samantyyppisten toimintojen sijoittuminen samalle alueelle lähelle toisiaan muutettiin tuotantolinjan työvaiheiden mukaisesti etenevään layout malliin.

Vanhan linjan ongelmina olivat muun muassa varustelutyöpisteiden alueet, joissa kulkeminen ja tavaroiden löytäminen oli hankalaa. sekä koeajopiste, joka aiheutti pullonkaulan. Keskeneneräistä tuotantoa ja varastolavoja siirrettiin ympäri tehdasta aiheuttaen ylimääräistä työtä. Varaston hallinta ja ylläpito oli hankala selvästi merkittyjen varastopaikkojen puuttumisen takia.

Uudessa linjassa materiaalien kuljetuskerrat ja – matkat pyrittiin minimoimaan työpisteiden sijoittelua suunniteltaessa. Jokaiselle nimikkeelle varattiin ja merkittiin

oma hyllypaikka. Näkyvin muutos koski lattiatilea vieviä varaajia, sekä niiden osia, joiden kuljetusmatka lyheni noin 60 %. Lisäksi niille osoitettu selvä paikka toi tilaa liikkua käytävillä.

Keskeneräinen tuotanto ei enää ollut työpisteiden ympäröimänä, vaan siististi jonossa rullaradalla. Puolivalmisteille varattiin johdonmukaiset paikkansa, niin että ne palvelivat mahdollisimman tehokkaasti kokoonpanevaa työpistettä.

Materiaalinhallinnalla ja – tarvesuunnittelulla pyrittiin vaikuttamaan varaston kokoon ja arvoon vaarantamatta kuitenkaan elintärkeää toimituskykyä. Avainasemassa varaston hallinnassa ja sen kehittämisessä ovat komponenttien toimitusajat ja tilauserän koko.

Varaston kokonaisarvoksi säädettiin 27 % vähennys. Tähän päästiin pienentämällä myyntivarastoa, tuotannon eräkokoja, muutamien varastonimikkeiden toimituseriä ja epäkurantin tavaran poistuminen järjestelmästä. Toimituserien pienentäminen johti toimitusvälin tihentymiseen, mikä ei kuitenkaan nostanut kustannuksia alihankkijoiden ollessa lähellä.

Tuotantolinjan jakaminen kahteen osaan, kokoonpano- ja loppukokoonpanolinjaan, parantaa merkittävästi yrityksen toimitusvarmuutta. Luotettavuus paranee, kun tuotannon riskit pienenevät. Itsenäinen loppukokoonpanolinja takaa asiakkaille nopeat toimitukset.

Uudet kirjaamiskäytännöt ja hälytysrajat helpottavat tuotteiden ja osavalmistuksen koordinoitua sekä tilausten tekoa, näin tuotannonohjausjärjestelmästä saadaan aiempaa tarkempaa tietoa koskien koko tuotantolinjaa.

Kapasiteettia voidaan kasvattaa porrastetuilla työajoilla. Esimerkiksi tyhjiöinti ja täyttö voidaan porrastaa, siten, että työaika alkaa aiemmin ja lakisääteiset tauot pidetään liukuen. Tyhjiöintiin ja täyttöön kuluu aikaa noin kaksi tuntia, joten työaikoja porrastamalla kapasiteettia voidaan kasvattaa, näinollen tauot eivät vähennä sitä.

Läpimenoaikaa voidaan tarkastella linjakohtaisesti, eikä se enää perustu työntekijöiden arviointiin tai mutua tuntumaan, vaan luotettavaan ajantasaiseen tietoon.

Opinnäytetyössä saavutettiin sille asetetut tavoitteet, eli materiaalivirtojen kehittäminen, tuotannon tehostaminen ja läpimenoajan lyhentäminen. Voidaan siis todeta layout – muutoksen olleen erittäin onnistunut. Materiaalivirrat tehostuivat noin 50 %, varaston arvo pieneni noin 30 % ja läpäisy aika parani noin 30%. Lisäksi layout mahdollistaa tuotantolinjojen lisäyksen tulevaisuudessa.

LÄHTEET

- Alasoini, T., Hyötyläinen, R., Klemola, S., Toikka, K., Kiviniitty, J. 1995. Verkosto-solu uusi näkökulma solutuotantoon. Helsinki: Metalliteollisuuden kustannus Oy
- Auvinen, P. 2009 Kokoonpano Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy. 2009. 2.4.2009
- El-Bash, U. 2009. Tuotannonohjauksen kehittäminen läpäisyajan puolittumiseen. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Tekniikan yksikkö, Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Julkaisematon.
- Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2005. Teollisuustalous. Infacs Johtamistekniikka Oy. Viides painos. Tampere: Infacs Oy
- Honkola, J. 2009. Osavalmistus Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy. Haastattelu 25.2.2009
- Hyyryläinen, M. 2009 Kokoonpano Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy. Haastattelu 1.3.2009
- Kaij E. Karrus. 1998. Logistiikka. Kolmas painos. Helsinki: Werner Söderström Oy
- Keltikangas, V. 2009. Alihankintayrityksen materiaalinhallinta. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Tekniikan yksikkö, Kone ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Julkaisematon.
- Lapinleimu, I., Kauppinen, V. ja Torvinen, S. 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. WSOY/OPPIMATERIAALIT. 1.painos. Porvoo: WSOY - Kirjapainoyksikkö
- Lecklin, O. 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. Hämeenlinna: Karisto Oy
- Liimatainen, A. 2009 Kokoonpano Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy. Haastattelu 25.2.2009
- Lämpöässä 2010 Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy [www –dokumentti]. [Viitattu 28.4.2009] Saatavana: <http://www.lampoassa.fi/historia.html>
- Lämpöässä 2010 Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy [www –dokumentti]. [Viitattu 28.4.2009] Saatavana: <http://www.lampoassa.fi/yritys.html>
- Mäkinen, T. 2009 Varastomies Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy. Haastattelu 29.3.2009

Porkkala, P. 2009. Tuotantopäällikkö Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy. Haastattelu 25.2.2009

Sakki, J. 2003. Tilaus-toimitusketjun hallinta. Kuudes painos. Helsinki: WSOY.

Santala, J. 2009 Sähkömies Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy. Haastattelu 25.2.2009

TKK Dipoli. 2009. Lean Executive 23.3.2009. [www-dokumentti] TKK Dipoli, Teknillinen korkeakoulu, koulutuskeskus Dipoli. [Viitattu 15.3.2009]. Saatavissa: <http://www.dipoli.tkk.fi/tuotantotalous/leanexecutive/index.php>

Koivula, P. 19.10.2009 Mietelmä alasta [Verkojulkaisu]. Suomen lämpöpumppuyhdistys SULPU ry. [Viitattu 31.5.2011] Saatavana: http://kotisivukone.fi/files/popento.palvelee.fi/lamput_ja_pumput/koivula_lampopumpun_valinta.

Aukia, J-P 5/ 2010 Lämpöpumppujen kasvu jatkuu [Verkojulkaisu]. Omakotilehti [Viitattu 31.5.2011] Saatavana: <http://verkojulkaisu.viivamedia.fi/omakoti/2010/5/11>

VTT. 2009. Lean tuotekehitys. [www-dokumentti]. [Viitattu 17.3.2009]. Saatavissa: http://www.vtt.fi/proj/leanver/files/lean_tuotekehitys.pdf

LIITTEET

