



- OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

TUOTANNON LAYOUT

TEKIJÄ/T: Jukka Olavi Sikanen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma	
Työntekijä(t) Jukka Olavi Sikanen	
Työn nimi Tuotannon Lay-out	
Päiväys	7.12.2014
Sivumäärä/Liitteet	36
Ohjaaja(t) Yliopettaja Esa Hietikko	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Pivaset Oy, Tapani Hulkkonen	
Tiivistelmä	
<p>Tämä opinnäytetyö käsittelee Pivaset Oy:n tehtaassa valmistettavan lämmönvaraajan valmistusjärjestelmää. Työhön kuului uuden layoutin ja tuotannonohjauksen suunnittelu vanhan layoutin ja läpäisyajkojen pohjalta. Tuotannonohjaukseen tuli ottaa huomioon tuotteiden valmistusmäärät. Lisäksi jokaiselle työpisteelle piti suunnitella 5S-menetelmän avulla työkalupaikat. Layoutia ja tuotannonohjausta suunnitellessa tuli ottaa huomioon tuotantomäärien kasvu ja rakennuksen tyhjillään olevan varaston hyödyntäminen</p> <p>Työn suorituksessa hyödynnettiin excel-ohjelmaa raa'an layoutin luomiseen. Tuotannonohjaukseen käytettiin ABC-analyysia sekä erilaisia lean-ajatusmalleja ja -menetelmiä. Solid Works-piirto-ohjelmaa käytettiin 5S-menetelmässä havainnoillistamaan syntyneitä tuloksia työkalujen sijoituspaikoista, sekä layout-osioon yhden osan varastointiin.</p> <p>Työn tuloksena saatiin aikaan suunnitelma tuotannonohjaukseen, jota käyttämällä voidaan vähentää tuotteiden läpimenoaikoja sekä sidotun pääoman määrää tuotannossa. Lisäksi ohjaussuunnitelma täyttää tarvittavat vaatimukset, joilla voidaan vastata tuotantomäärien muuttumiseen. Layoutsuunnitelman osalta varaajien osille saatiin kehitettyä uudet varastopaikat lähemmäs työpisteitä, jolla voidaan vähentää osien hakemiseen käytettyä aikaa ja kuljetusmatkoja lyhennettiin huomattavasti. 5S-suunnitelmalla kehitettiin työkaluille liikuteltavat säilytystelineet, joita voidaan hyödyntää valmistuksessa.</p>	
Avainsanat	
Lay-out, Lean, 5s, ABC - analyysi	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Jukka Sikanen			
Title of Thesis Lay out for manufacturing			
Date	10.12.2014	Pages/Appendices	36
Supervisor(s) Mr Esa Hietikko, Principal Lecturer			
Client Organisation /Partners Mr Tapani Hulkkonen, CEO, Pivaset Oy			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to process the manufacturing system of a heat storage tank in a company called Pivaset Oy. The main task was to create a new layout and product control on the basis of the old layout and the breakthrough time. The production volumes had to be considered when creating a new production control. Every work place also needed new tool places which were created by using the 5S-method. When creating a new layout and product control, the changes in the manufacturing volumes and a cold warehouse, which could be made warm if necessary, had to be considered.</p> <p>Performing the task, an Excel-program was used to create rough layout models. The ABC- analysis and different methods of Lean thinking were used when planning new manufacturing control. The Solid Works drawing program was used when demonstrating solutions in the 5S method and also when designing a new storage method for the tank covers.</p> <p>As a result, a new plan for manufacturing control was created and when used, it decreased the breakthrough time and bounded less funds to the manufacturing. The plan also met the requirements for changes in the manufacturing volumes. In the new layout, new stores for the parts were created, which were placed closer to the work places. This shortened the time used to find the part. The same results were also used when a moving tool holding wall was created by applying the 5S-method.</p>			
Keywords			
layout, Lean, 5S, ABC-analysis			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	TAUSTA.....	7
2.1	Pivaset Oy	7
2.2	Lämmönvaraajat.....	7
3	LAY-OUT.....	8
3.1	Mitä on layout.....	8
3.1.1	Layoutin tavoite	9
3.1.2	Layoutin suunnittelu	9
3.2	Tuotantolinja lay-out.....	10
3.2.1	Tuotantolinja layoutin ohjaus	11
3.2.2	Transferlinja	11
3.2.3	Virtausperiaatteinen tuotantolinja.....	14
3.2.4	Yleisvalmistuslinja	15
3.3	Funktionaalinen Lay-out	15
3.4	Solu Lay-out.....	17
3.4.1	Osavalmistussolu	18
3.4.2	Yhden koneen solu.....	18
3.4.3	Johtokoneellinen solu	19
3.4.4	Koneryhmä.....	19
4	LEAN.....	20
4.1	Jatkuva kehittäminen	21
4.2	Jatkuvan parantamisen periaate – KAIZEN	22
4.3	Hukka – muda	22
4.4	Systemaattinen ongelman ratkaisu.....	23
4.5	Tuotannon tasoitus	24
5	VARASTON ABC-ANALYYSI.....	25
6	5S- MENETELMÄ.....	26
6.1	Tausta.....	26
6.2	Seiri - Erottelu	27
6.3	Seiton – yksinkertaista	28
6.4	Seiso – Siivous.....	29

6.5	Seiketsu - Systematisoi.....	29
6.6	Shitsuke - Standardisointi	30
7	5S-MENETELMÄN KÄYTTÖ LAY-OUT:ISSA	30
8	VANHA LAY-OUT	31
8.1	Vanhat läpimenoajat	31
8.2	Laitteet	31
9	UUSI LAY-OUT	31
9.1	Layoutin selitys	31
10	LEAN-MENETELMÄN KÄYTTÖ LAY-OUT:ISSA	32
10.1	ABC-analyysin käyttö.....	32
10.2	Kansien käyttöön otto	32
10.3	Tehtaan jako osastoihin	33
11	TULOKSET	34
12	YHTEENVETO.....	35
	LÄHTEET	36

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on suunnitella Pivaset Oy:lle uusi valmistusjärjestelmä lämmönvaraajille. Lämmönvaraajien valmistus tapahtuu kolmessa eri hallissa ja tämä opinnäytetyö sijoittuu siihen halliin, jossa tehdään loppukokoonpano sekä pakkaus varaajille. Opinnäytetyön aihealue rajautuu tuotannonohjaukseen, layoutiin ja työkalujen uudelleen sijoittamiseen. Päädyin valitsemaan aiheen, koska olin työkennellyt yrityksessä aiemmin ja kysyessäni näyttötyöaihetta, minulle tarjottiin uuden valmistusjärjestelmän suunnittelutehtävää.

Opinnäytetyön tavoitteena on ohjauksen osalta luoda sujuva ja joustavasti toimiva valmistusjärjestelmä. Ohjauksessa pyritään pääsemään eroon ylimääräisistä varastoista sekä pitkistä jonotuksista. Ohjauksen suunnittelussa hyödynnetään erilaisia lean- ajattelun periaatteita sekä ABC- analyysiä. Lisäksi käytössä on yrityksen omia mittauksia työpisteiden läpäisyajoista. Layoutin tavoitteena on saada kaikki tehtaan tilat tehokkaaseen käyttöön osavarastojen osalta ja vähentää kuljetusmatkoja työpisteiden välillä. Layoutissa apuna käytetään yrityksen omaa layoutia ja suunnittelu tehdään osittain sen pohjalta. 5S – menetelmällä pyritään kehittämään työkaluille uusi säilytystapa siten, että työkalujen käyttöönotto ei vie liikaa aikaa. Työkalujen määrittely ja niiden paikkojen valinta tehdään työntekijöiden haastattelun perusteella.

Opinnäytetyön teoriavaiheessa käsitellään layout-muotoja ja niiden variaatioita, lean-ajatusmalleja sekä 5S- menetelmän ohjeita. Työn loppuvaiheessa käsitellään tuloksia siltä osin, minkä yritys on antanut luvan julkaista.

2 TAUSTA

2.1 Pivaset Oy

Pivaset Oy perustettiin vuonna 1990. Perustajina olivat Tapani ja Tuula Hulkkonen. Aluksi yrityksessä valmistettiin pumppuohjauskeskuksia. Pivaset Oy:n ohelle perustettiin vuonna 1993 Palovaruste Oy, jossa aloitettiin valmistamaan alkusammutuskalustoa. Palovaruste Oy ja Pivaset Oy fuusioitiin vuonna 2004, jolloin nimeksi tuli Pivaset Oy. Yrityksessä työskentelee 45 työntekijää. (Hulkkonen 2014)

Nykyään Pivaset Oy:n päätuotteet ovat sähköohjauskeskukset, joissa asiakkaalla on mahdollista itse vaikuttaa käytettäviin komponentteihin. Päätuotteisiin kuuluu myös käyttövedenlämmittimet, energiavaraajat, alkusammutuskalusto, johon kuuluu letkukelat, letkut, letkukärryt sekä alkusammutus- ja palopostikaapit. Kaapeissa on monia erilaisia moduuleja ja niitä voidaan jälkikäteen tarvittaessa muuttaa oikeakätisestä kaapista vasenkätiseksi. Päätuotteiden lisäksi Pivaset Oy valmistaa erilaisia ohutlevy- ja putkistotuotteita ja toimii teollisuuden sopimusvalmistajana. Pivaset Oy:n tuotteista 70–80 % tehdään kotimaahan ja 20–30 % vientiin. Päävientimaat ovat Ruotsi ja Norja. (Hulkkonen 2014; Pivaset Oy.)

2.2 Lämmönvaraajat

Energiavaraaja on lämmintä vettä varastoiva säiliö, joka toimii vesikiertoisissa lämmitysjärjestelmissä. Varaajassa olevaa vettä käytetään käyttöveden sekä lämmityskiertoiveden lämmittämiseen. Energiavaraajassa voidaan käyttää erilaisia uusiutuvia energialähteitä. (Hulkkonen 2014.)

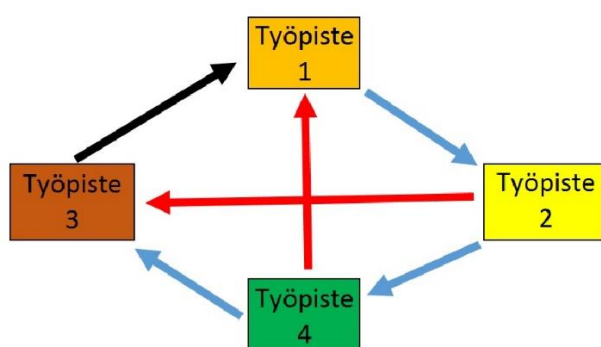
Valmistettavat energiavaraajakoot ovat 500, 1000, 2000, 3000, 4000 ja 5000 litraisia. Kaikkiin kokiin on olemassa erilaisia moduuleja. Lisäksi on olemassa hybridimalleja, joissa käytetään matalampaa lämpöjärjestelmää. Tämä mahdollistaa paremman kerrostuman vedelle, minkä ansiosta käyttöveden määrä lisääntyy veden ollessa kuumempaa. (Hulkkonen 2014.)

Energiavaraajat tulivat Pivaset Oy:n tuotteistoon, kun uusiutuvan energian käyttömäärä lisääntyi huomattavasti, joilloin tarvitaan energiavaraajia. Pivaset Oy:n valmistamissa lämmönvaraajissa on erikoisuutena irroitettavat polyuretaanista valmistetut eristelohkot. Lohkot irrottamalla saadaan varaajan tilavuutta pienemmäksi, jota voidaan hyödyntää kuljetuksessa ja siirtelyssä ahtaissa tiloissa. (Hulkkonen 2014.)

3 LAY-OUT

3.1 Mitä on layout

Layout on tuotannon suunnittelussa käytetty termi, jolla kuvataan kahta erilaista kokonaisuutta. Pienellä kokonaisuudella layout tarkoittaa tehtaassa olevien työkoneiden, varastojen, valmistuspolun ja ylipäänsä erilaisten fyysisten osien paikkoja. Näitä osia voidaan liikutella omina yksiköinä, jotta ne muodostaisivat tuotteelle sopivan valmistuslinjan. Pienen kokonaisuuden yhteysuhdetta voidaan kuvata Mutherin piirroksella, jossa sovelletaan funktionaalisen tuotantojärjestelmän määrittämistä. Kuvassa 3 näkyy sinisellä yhdistettynä ne työpisteet, joiden lähekkäin olo olisi suotavaa, musta kuva vähäistä läheisyyden tarvetta ja punainen nuoli tarkoittaa työpisteiden läheisyyden sopimattomuutta. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997,309; Haverila, Uusirauva, Kouri & Miettinen 2009, 475.)



KUVIO 1. Kuviossa on esitettyä kartta yhteensopivuuden määrittämiseen. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 309.)

Suuressa kokonaisuudessa periaate on sama, mutta se kuvataan esimerkiksi isossa tehtaassa monen eri tuotantosolun tai verstaan asetteluna, jotka sisältävät usean eri työkalun tai työpisteen ja niiden välisen layoutin. Layout pyritään suunnittelemaan niin, että verstaat tai solut ovat lähekkäin, jotta tuote valmistuisi ilman suurempia välikuljetuksia. Esimerkkinä layoutissa voidaan soveltaa kahden eri solun keskinäistä yhteensopivuutta. Tilanteessa, jossa on olemassa tehtaan tuotantolinjaan kuuluvat työkone1 ja työkone2, missä työkone1 jalostaa tuotetta tiettyyn vaiheeseen asti omien resurssiensa puitteissa ja työkone2 jatkojalostaa tuotetta, nämä kaksi työkoneetta tulisi sijoittaa toisiaan lähelle, jotta niiden välille muodostuisi mahdollisimman lyhyt kuljetusmatka. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997,309.)

Layoutia suunnitellessa voidaan käyttää apuvälineenä erilaisia ohjelmia, joissa sijoitetaan eri työpisteet tuotantolinjastolle ja niitä voidaan lähemmin tutkia simuloinnin aikana, jossa koneet työskentelevät. Tällaisia ohjelmia ovat esimerkiksi 3d-create. Layoutin voi myös mallintaa joillakin mallinnusohjelmilla. Itse mitatuilla läpäisyajoilla voidaan vertailla ja suunnitella layout sopivaksi. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997,310.)

Layout suunnittelussa käytetään kolmea eri päätyyppiä, jotka määräytyvät erilaisten vaatimusten mukaan, kuten tuotantomäärien, tuotteiston konstruktioerojen ja tuotteen vaatimien työstömenetelmien mukaan. Päätyypit ovat funktionaalinen layout, tuotantolinjalayout ja solulayout. Päätyypit käsitellään myöhemmin tarkemmin. (Haverila, Uusirauva, Kouri & Miettinen 2009, 475.)

3.1.1 Layoutin tavoite

Layoutin päätavoitteena on päästä eroon tuotteen arvoa lisäämättömistä prosesseista, kuten työpisteiden välisestä kuljetuksesta; eli pyritään lyhyisiin välimatkoihin ja karsitaan turhia välivarastoja ja jonottamista. Pääasiassa layoutin suunnittelun tuloksena tulisi syntyä mahdollisimman selkeä materiaalivirta. Selkeän materiaalivirran kehittämisellä helpotetaan tuotannonohjausta ja muita tuotannossa esiintyviä toimintoja. Materiaalien virtauksia voidaan havainnollistaa lattiaviivoilla ja muilla vastaavilla visuaalisilla apuvälineillä, jotka helpottavat työntekijöiden tehtäviä. Työntekijät tulee pehdyttää materiaalivirtoihin, jotta saataisiin aikaan käytännössä toimiva materiaalivirta ja tuotantojärjestelmä. (Haverila, Uusirauva, Kouri & Miettinen 2009, 482.)

Oikein suunnitellun layoutin ominaisuudet täyttyvät monelta eri alueelta. Osa-alueet ovat materiaalivirtoihin, erityisosaamiseen ja muunneltavuuteen liittyviä. Materiaalivirtoihin liittyvä alue käsittää selkeän materiaalin kulun, lyhyen välimatkan työpisteiden välillä, vähäisen siirtotarpeen materiaaleilla sekä selkeän sisään- ja ulosmenovirtauksen. Jos mahdollista, niin materiaali- ja työkaluvarastot on hyvä sijoittaa lähelle työpisteitä. Tilojen tehokas hyödyntäminen näkyy toimivassa layoutissa. Kiinteiden, kuten maalaamojen tai raskaiden koneiden paikka tulee sijoittaa siten, että ne mahdollistavat jälkikäteen layoutin kehittämisen ja muuttamisen. Layoutin tulee olla helposti muunneltavissa ja sen pitäisi pystyä vastaamaan kuormituksen ja tuotteiston muutoksiin mahdollisimman tehokkaasti ilman suurempia muutoksia valmistusjärjestelmässä. (Haverila, Uusirauva, Kouri & Miettinen 2009, 482.)

3.1.2 Layoutin suunnittelu

Layoutin suunnittelun perusta määräytyy seuraavan listan mukaisesti:

1. Tuotteiden rakennetiedot

Kohdalla 1 tarkoitetaan valmistettavan tuotteen konstruktiota, jota hyödynnetään tarvittavien työstömenetelmien hankintaan. Puolivalmisteilla tarkoitetaan esimerkiksi hitsauskokoontaloja, jotka lisätään valmistuslinjaan liitettäväksi osiksi. Komponenteilla tarkoitetaan ylipäänsä liitettävää osaa, joka sisältää itsessään erisia. Raaka-aineet ovat materiaalia, josta tuote valmistuu. Materiaaleja voi olla erilaisia.

2. Työvaiheistus

Kohdassa 2. työvaiheistuksella tarkoitetaan tuotteen jalostus menetelmiä eri vaiheissa. Esimerkkinä voidaan käyttää säiliön vaippaa (synlinteri). Ensín leikataan levy, mankeloidaan vaipaksi ja viimeisenä hitsataan se umpeen. Esimerkissä työvaiheet ovat levynleikkaus, mankelointi ja hitsaus. Työvaiheiden järjestys on leikkuri, mankeli ja hitsaus.

3. Tuotantomäärä

Kolmannessa kohdassa määritetään tuotantomuodot, tekniikat ja koneisto. Tuotantomuodon valinnalla vaikutetaan tuotantojärjestelmään. Valmistusaloite, tuotteen erä koko ja tuote vaikuttavat tuotantomuodon valintaan.

4. Tuotannon aikajänne

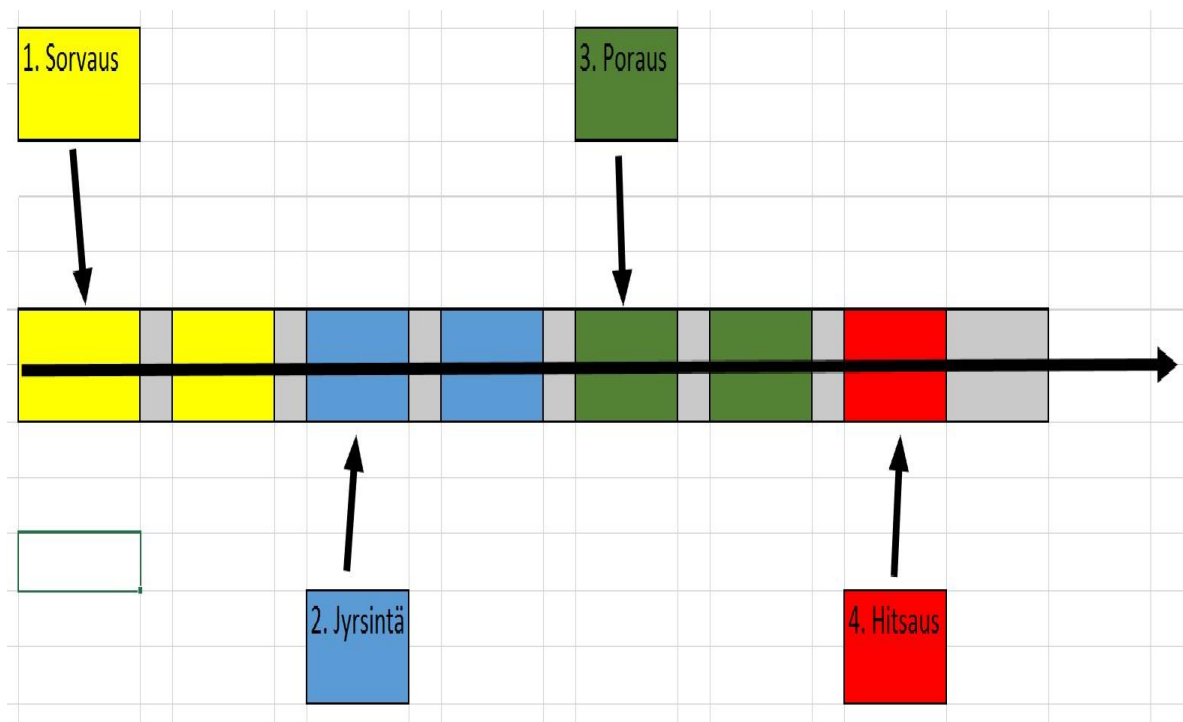
Tuotannon aikajänne kuvaa tuotteelle valitun tuotantomenetelmän ja – järjestelmän pituutta. Esimerkkinä tuotteenkehittyminen, joka lisää, vähentää tai muuttaa tuotantotekniikan materiaaleja ja valmistus menetelmiä. Lisäksi tuotannon aikajänneeseen vaikuttaa tuotteen tilauksien määrä.

5. Tukitoiminnot

Tukitoiminnot kuvaavat valmistusta kannattelevia tukipaikkoja. Näihin kuuluvat työkaluvarastot, sosiaalitalat, pukuhuone, siivous- ja kunnosapitalpalvelut. (Haverila, Uusirauva, Kouri & Miettinen 2009, 481.)

3.2 Tuotantolinja lay-out

Tuotantolinja, toiselta nimeltään tuotevaltainen valmistusjärjestelmä, on layout-tyyppi, jossa työkoneet on sidottu tietyn tuotteen valmistukseen niin, että se saadaan valmistettua alusta loppuun samalla linjalla. Tuotteet valmistuvat linjasta samassa järjestyksessä, jossa ne ovat linjaan menneet. Tuotantolinjalla ja koneiden sitomisella siis tarkoitetaan, että tuotteessa on useampi eri työstövaihe ja nämä työstövaiheet tekevät omantehtävänsä ja siirtävät tuotteen suoraan seuraavaan automatisella kuljetushihnalla, robotilla tai käsin. Esimerkkinä voidaan käyttää jotain tiettyä osaa, jonka valmistusvaiheet järjestyksessä ovat 1. Sorvaus, 2. Jyrsintä, 3. Poraus ja 4. Hitsaus. Työkoneet siis laitetaan työvaiheiden mukaiseen järjestykseen. Kuva 4 havainnollistaa työkulua. Menetelmää voidaan käyttää työstölinjojen lisäksi kokoonpanolinjoissa ja pakkauslinjoissa. Näiden käyttö vaatii linjalle tyypillisen suuren tuotanto erän, jotta linjan käyttö olisi kannattavaa. Tuotantolinja layoutiin kuuluu kolme erilaista valmistuslinjaa, transferlinja, virtausperiaatteinen linja sekä yleisvalmistuslinja. Linjat käsitellään tarkemmin myöhemmin. (Haverila, Uusirauva, Kouri & Miettinen 2009, 475 – 476; Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 81 - 82.)



KUVIO 2. Valmistuslinja. (Haverila, Uusirauva, Kouri & Miettinen 2009, 476.)

3.2.1 Tuotantolinja layoutin ohjaus

Tuotantolinjassa käytetään ohjaukseen työjärjestystä määräävää fifo-periaatetta. Fifo on lyhenne englanninkielisen termistä "first in, first out", joka siis tarkoittaa, että ensimmäisenä sisään menevä tuote tulee ensimmäisenä ulos, joten linjaa siis ohjataan yhtenä kokonaisuutena. Tämä menetelmä pätee lähes kaikkiin tuotantolinjan variaatioihin. Niissä, joissa menetelmä ei täysin päde, erot järjestyksessä ovat olemattomia. Fifo-periaatteen ehdoton pakkojärjestys antaa tuotantolinjalle paljon hyviä ominaisuuksia, jotka vaikuttavat tuotteen hintaan, valmistumiseen ja ohjaukseen. Fifoa käyttämällä tuotteelle saadaan varma valmistuminen, helppo ohjattavuus, sekä nopea läpäisy etenkin suurien erien valmistuksessa. Menetelmä aiheuttaa kuitenkin jonkin verran odottelua linjastossa osaperheiden valmistuksessa, joka johtuu koneiden eripituisista kuormituksista. Tuotantolinjaa käyttäessä ongelmat ilmenevät yleensä järjestelmän jäykkyydessä, joka johtuu koneiden rajallisista käyttömahdollisuuksista, ei niinkään järjestyksestä. (Lapinleimu, Kauppinen ja Torvinen 1997, 84.)

3.2.2 Transferlinja

Transferlinja, on yksi tuotevaltaisen valmistusjärjestelmän osa-alueista. Transferlinja tunnetaan myös nimellä tahtilinja. Tahtilinja soveltuu parhaiten suuriin valmistusmääriin ja vain yhdelle tuotteelle, jolle sallitaan pieniä rakenteellisia eroja. Tyypillisesti tahtilinjassa työkierto tapahtuu nimensä mukaisesti tahdissa, tuotteet siirtyvät kuljetushihnalla samaan aikaan huomioimatta eripituisia työvaiheiden kestoja. Kapasiteetti ja linjaston viimeisimmän tuotteen poistuminen siis määräytyy pitkäkestoisimman työstövaiheen mukaan. Esimerkkinä linja, jossa pisimmän työvaiheen pituus on 10min. Tämä siis tarkoittaa uuden tuotteen valmistumista 10 min välein. Tahtilinjassa ei ole koskaan välivarastoja, joten se siis noudattaa täysin aiemmin mainittua fifo- periaatetta. Tahtilinja voi myös

toimia siten, että siinä on useampia eri työkoneita, joissa työtetään samaan aikaan samaa tuotetta eri työvaiheissa. Työssä edetään siten, että viimeisimmässä työpisteessä oleva tuote siirtyy ulos järjestelmästä, sitten siirtyy toiseksi viimeinen viimeiseen työpisteeseen ja kolmanneksi viimeinen toiseksi viimeiseen jne. Aina yhden tuotteen valmistuessa linjastolle siirtyy yksi uusi tuote valmistettäväksi. (Lapinleimu, Kauppinen ja Torvinen 1997, 81 – 82, 84.)

Esimerkki kuvassa 1, Pivaset Oy:n kelan sivupellin prässäys. Työpisteessä on robotti, prässä ja automatisoitu pellintaivutuskone, jolla taivutetaan terävät reunat sisään, sekä kelloituslaite, jossa aihio menee asentoon, jonka mukaan robotti asettaa pellin prässäiin. Ensin robotti ottaa valmiin taivutetun pellintaivutuskoneelta ja asettaa sen lavalle. Seuraavaksi robotti siirtää prässätyn kelapellin prässiltä taivutuskoneeseen, jonka jälkeen robotti ottaa pellin kelloitustasolta ja siirtää sen prässäiin. Kun koneet alkavat ajamaan peltejä, robotti asettaa uuden aihion kelloitustasolle ja aloittaa työkierron alusta.



KUVA 1. Kelalinja. (Heli 2014.)

Linjassa on kaksi erilaista valmistustapaa, joissa on eri määrä tuotteita työstettävänä samaan aikaan. Tavallinen tahtilinja on aiemman esimerkin mukainen, eli tuotteet kulkevat linjassa tahdissa ja niitä on useita samaan aikaan valmistuksessa. Koneet ohjelmoidaan aina uudestaan tuotteen vaihtu-

essa. Sidottu valmistustapa on poikkeuksellinen tuotevaltaisen järjestelmän valmistusmenetelmä ja sitä ohjataan periaatteessa yhtenä koneena. Järjestelmässä kulkee vain yksi kappale ja seuraava kappale aloittaa valmistumisen heti edellisen valmistumisen jälkeen. Esimerkkinä voidaan käyttää Pi-vaset Oy:n robotisoitua levyntaivutuskonetta, johon on asetettu robotti syöttämään levyjä koneeseen, kuva 6. Levyt asetetaan paletille, robotti ottaa yhden levyn paletilta, asettaa sen kellotuslaitteeseen, jonka tarkoitus on asettaa levy niin, että robotti osaa ottaa siitä oikean otteen jolloin se ohjautuu särmäriin oikein. Levy menee kellotuksesta särmättäväksi, jonka jälkeen se asetetaan lavalle ja robotti aloittaa seuraavan kappaleen valmistamisen. Sidottu menetelmä on paras silloin, kun työvaiheita ei ole monta ja niiden kestot ovat lyhyitä ja valmistukseen ei haluta investoida suuria määriä rahaa. (Lapinleimu, Kauppinen ja Torvinen 1997, 81 – 82.)



KUVA 2. Kuvassa on esimerkki sidotusta tahtilinjasta. (Heli 2014.)

3.2.3 Virtausperiaatteinen tuotantolinja

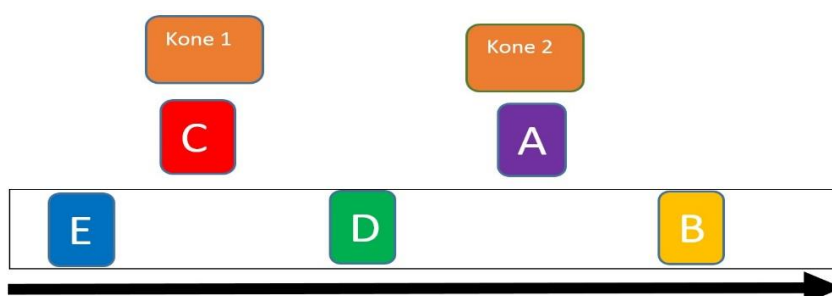
Epätahtilinja on periaatteeltaan samantyyppinen, kuin tahtilinja, linja tunnetaan myös nimellä virtausperiaatteinen tuotantolinja. Molemmissa käsitellään useita tuotteita linjassa samaan aikaan eri koneilla. Eroavaisuutena epätahtilinjassa on puskurivarastot, jotka mahdollistavat usean eri erän valmistamisen sekä laajemman tuotekirjon. Menetelmän ei tarvitse välttämättä olla täysin automatisoitu, siinä voidaan joitain vaiheita suorittaa käsin ja työkiertojen pituudella ei ole väliä. Lisäksi laitteiden huolto, esim. puhdistus tai teränvaihto ei pysäytä tuotantoa. Tämän mahdollistaa joustavuus, joka syntyy puskurivarastoista. Samoin kuin transfer- linjalla, epätahtilinjalla on toinen, hieman menetelmältään poikkeava muoto. Muotoa kutsutaan linjamuotoiseksi systeemiksi. (Lapinleimu, Kauppinen ja Torvinen 1997, 83.)

Kuviossa 3 on esitetty epätahtilinja periaate. Laatikot A, B, C kuvaavat eri tuotteiden puskurivarastoja. Linjan työjärjestys kulkee A-C mukaan. Nuoli osoittaa valmistumis suunnan. Periaate on että kone 1 ottaa tuotteita vasemmanpuoleisesta C-laatikosta ja asettaa ne oikean puoleiseen C laatikkon ja tämä toistuu muiden työpisteiden osalta. (Lapinleimu, Kauppinen ja Torvinen 1997, 83.)



KUVIO 3. Epätahtilinja. (Lapinleimu, Kauppinen ja Torvinen 1997, 83.)

Linjamuotoinen systeemi poikkeaa normaalista epätahtilinjasta siten, että siinä valmistettavat sarjat eivät seuraa fifo-periaatetta. Tuote kulkee saman polun kuin muutkin tuotteet, mutta siitä voidaan jättää useita työstökohtia pois. Linjastossa tuotteet eivät mene läpi, vaan kone ottaa ne linjalta pois, työstää ne ja asettaa ne takaisin linjastoon, joka siis sotkee tuotteiden kulkujärjestystä. Kuvio 4 havainnollistaa toimitaperiaatetta. Työjärjestys menee koneen numeroinnin mukaan ja suunta on mustan nuolen mukaan. Kirjainlaatikot kuvaavat sarjoja, joita joko työstetään vain toisella koneella tai molemmilla. (Lapinleimu, Kauppinen ja Torvinen 1997, 83.)



KUVIO 4. Linjamuotoinen systeemi. (Lapinleimu, Kauppinen ja Torvinen 1997, 83.)

3.2.4 Yleisvalmistuslinja

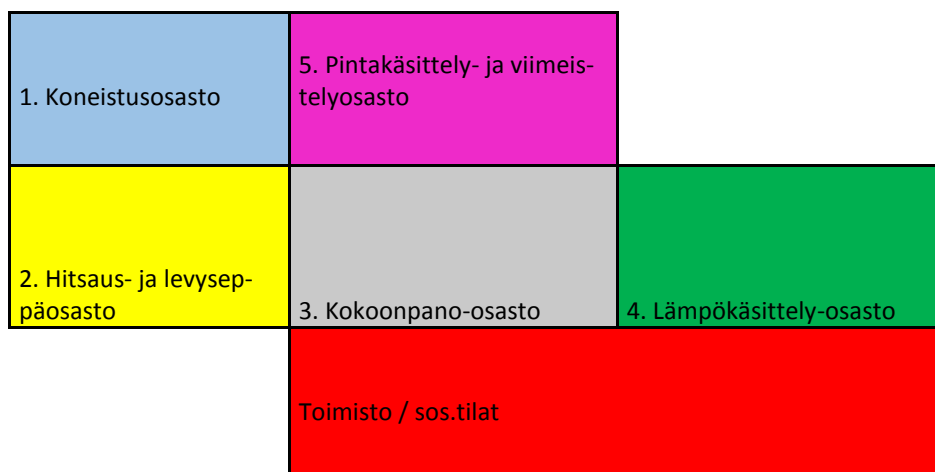
Yleisvalmistuslinja menetelmässä työkoneet ja valmistuslinjat jaetaan tuotekohtaisesti valmistamaan omia tuotteitaan itsenäisesti. Menetelmässä hyödynnetään ryhmäteknologiaa, joka toimii periaatteenä menetelmälle. Tunnunomaista linjalle on matalat läpäisyajat, yksinkertainen materiaalinkulku, vapaa läpimenojärjestys, sekä ohjauksen selkeytyminen. Menetelmää voidaan pitää funktionaalisen ja tuotantolinjamenetelmän yhdistelmänä, jossa järjestelmä siis määräytyy osaperheiden mukaan. (Röyttä 1991, 34.)

Ryhmäteknologia on menetelmä, jossa etsitään riittävä määrä samanlaisia osia geometrisilta ominaisuuksiltaan ja valmistusmenetelmiltään. Näillä tuotteilla muodostetaan osaperheet. Ryhmäteknologian tarkoituksena on tasata valmistuskustannuksia, jotta saataisiin osaperheet samalla kustannuksella valmiiksi ilman konekannan muutoksia. Esimerkkinä voidaan käyttää akseleita, joita on monia eri kokoja, erilaisilla muodoilla ja kierteillä. (Haverila, Uusirauva, Kouri & Miettinen 2009, 480.)

3.3 Funktionaalinen Lay-out

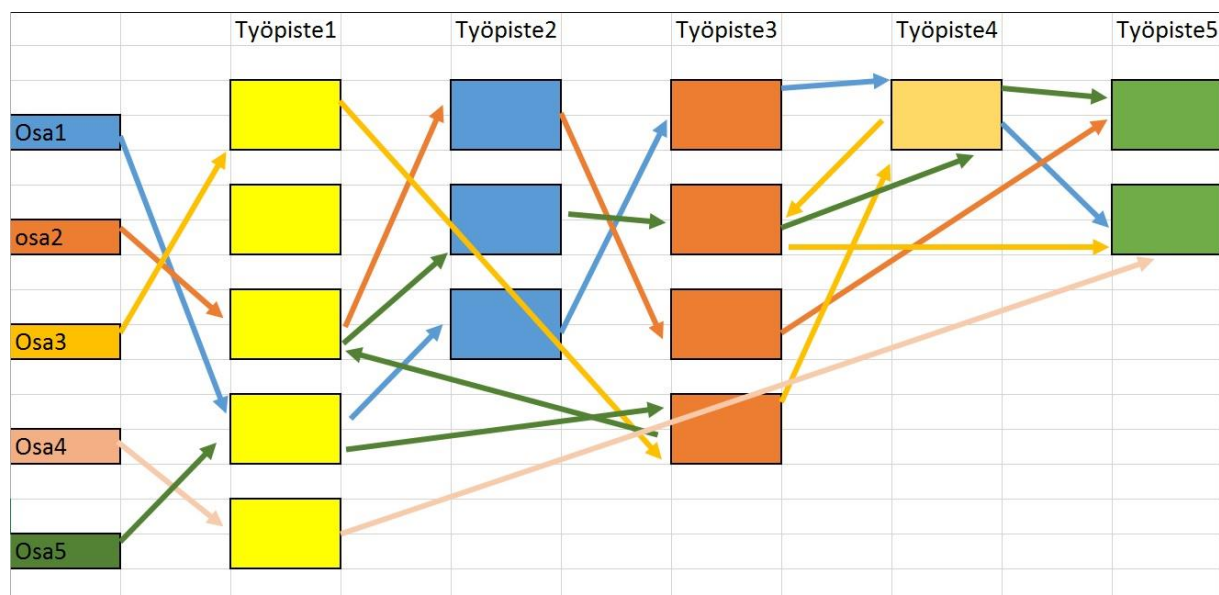
Funktionaalista layoutista käytetään toisena nimenä menetelmävaltaista valmistusjärjestelmää. Menetelmävaltaisella valmistusjärjestelmällä tarkoitetaan nimensä mukaisesti koneiden sijoittamista menetelmän, eli valmistustavan mukaan. Esimerkkinä tässä voidaan käyttää hallia, joka on havainnollistettu kuvassa 4. Kuvassa työpisteet on jaettu koneistusosastoon, hitsaus- ja levyseppäosastoon, kokoonpano-osastoon, lämpökäsittelyosastoon ja viimeistelyosastoon. Jokaisella osastolla toimivien henkilöiden tulee olla oman alansa ammattitaito. Tunnusomaista funktionaalille järjestelmälle on sen kirjava tuotetyyppimäärä ja konekanta, sekä joustavuus. Parhaimmillaan järjestelmä toimii silloin, kun sen sisällä liikkuu paljon erilaisia tuotteita, mutta niiden valmistusmäärät ovat pienet. (Haverila, Uusirauva, Kouri & Miettinen 2009, 476.)

1. Koneistusosastolla tarkoitetaan kaikkia mahdollisia menetelmiä, joilla aihioista koneistetaan tuote lastuavan työstön menetelmiä käyttäen. Sorvaus, jysintä, poraus, sahaus, hionta ja kierteittäminen ovat menetelmiä, joissa kappaletta koneistetaan lastauvalla tekniikalla.
2. Hitsaus- ja levyseppäosastossa tuotteen osia liitetään hitsaamalla, mankeloidaan ja taivutetaan särmärillä. Tämä osasto ylipäänsä kattaa kaikki mahdolliset levy- ja ohutlevytyöstöt. Hitsausosastolla tehdään hitsauskokoonpanot.
3. Kokoonpano-osasto sisältää tuotteen kokoonpanot. Kokoonpanoihin tulee osia osastoilta 1 ja 2 ja ne liitetään keskenään esimerkiksi hitsaus- tai ruuviliitoksilla. Kokoonpanon voi osastossa suorittaa roboteilla tai työntekijöillä. Kokoonpano-osasto sisältää erilaisia koneita, joilla kokoonpano voidaan suorittaa.
4. Lämpökäsittelyosastossa suoritetaan erilaisia kappaleen rakenteeseen vaikuttavia menetelmiä. Näihin menetelmiin kuuluu muun muassa karkaisu, normalisointi jne.
5. Pintakäsittely- ja viimeistelyosasto sisältää maalauksen, eristämisen ja pakkaamisen ennen tuotteen lähetystä.



KUVIO 5. Kuvassa on esitetty esimerkki funktionaalisesta layoutista tehtaassa

Funktionaalisessa tuotantojärjestelmässä on monia etuja. Tärkeimpiä etuja järjestelmässä on kaikkien käytössä olevien koneiden käyttökapasiteetti, joka on lähes 100 %. Ongelma on, että etu tulee esille eniten silloin, kun käytössä on suuret, raskaat työstökoneet. Toinen etu on menetelmän joustavuus. Järjestelmän sisällä voidaan valmistaa kaikkea, mitä kone- ja osaamiskanta kykenee tekemään ja jopa lähes samanaikaisesti. Lisäksi menetelmästä on hyötyä henkilöstön kannalta, sillä valmistuksen aikana jokaisella pisteellä työskentelevän työntekijän erikoisosaaminen lisääntyy, mitä enemmän erilaisia tuotteita valmistetaan. (Lapinleimu, Kauppinen ja Torvinen 1997, 79.)



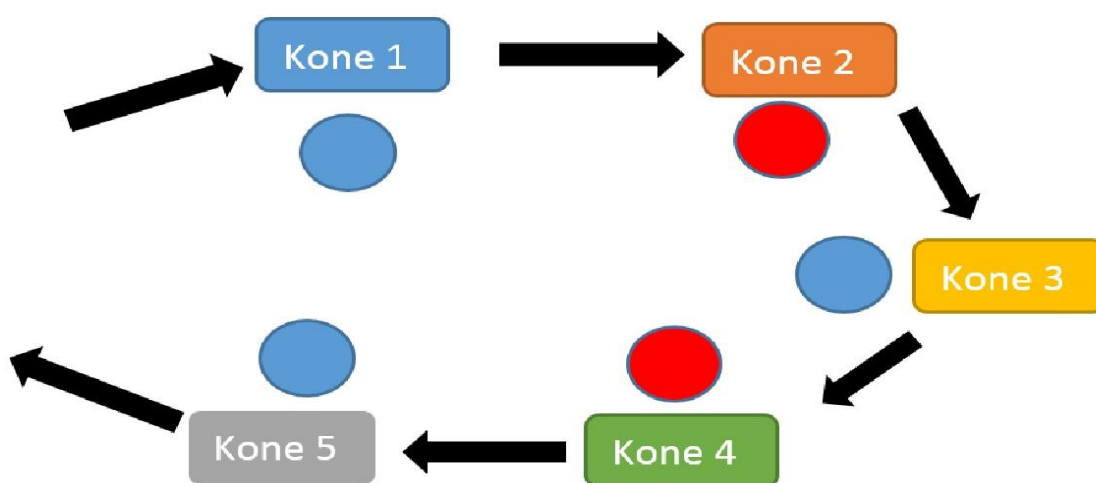
KUVIO 6. Funktionaalisen järjestelmänohjaus esimerkki. (Lapinleimu, Kauppinen ja Torvinen 1997, 79.)

Ongelmia funktionaalisessa järjestelmässä on monia, ja osa niistä muodostaa suuren osan valmistettavan tuotteen hinnasta. Näihin ongelmiin kuuluu matala automaatioaste, kuljetusmatkat, jonotus ja keskeneräisten tuotteiden määrä. Nämä sitovat pääomaa ja hidastavat tuotteen läpimenoa.

Ohjattavuuden kannalta funktionaalinen järjestelmä on hankala. Monien työpisteiden takia ohjattavuus hankaloituu. Hankaloittavia tekijöitä ovat erityyppiset tuotteet, joita valmistetaan, ja niiden suurikokoiset tuotantomäärät, etenkin, jos erilaisia tuotteita ja työpisteitä on paljon. Tuotteiden ohjaus tulee suunnitella etukäteen ja sen hankalaksi tekee se, että ohjauksessa pitää ottaa huomioon muutkin tuotannossa liikkuvat tuotteet, tästä on esimerkki kuvassa 5. Kuvassa näkyy, kuinka osa työpisteistä on vähäisellä kuormituksella, työpiste 1, ylin palkki ja 5 työpisteen alempi palkki, johon kohdistuu 3 eri tuotetta. Lisäksi suuri määrä erilaisia tuotteita tuotannosta lisää tuotteiden häviämisen määrää. Järjestelmän kasvaessa konekannan osalta, ohjattavuus heikkenee huomattavasti. Parhaiten siis funktionaalista järjestelmää hyödynnetään vähäisillä osastoilla ja työntekijöillä. Tuotannossa voi liikkua paljon erilaisia tuotteita, mutta mieluiten pieninä erinä. (Lapinleimu, Kauppinen ja Torvinen 1997, 80.)

3.4 Solu Lay-out

Tuotantosolu on itsenäinen useasta koneesta koostuva ryhmä, jossa valmistetaan erilaisia tuoteryhmiä. Solu on tuotevaltaisen valmistuslinjan sekä funktionaalisen linjan välimuoto. Solun syntymiseen ja muotoon on vaikuttanut ryhmäteknologian yleistyminen tuotannossa. Työntekijöiden työn miellyttävyyden lisääminen on myös ollut osana solun muodostumista, sillä tuotantosolu on eri työpisteistä sekä työkoneista koostuva valmistusyksikkö, jossa työkoneita ja työpisteitä on useampia kuin työntekijöitä. Työkoneiden- ja pisteiden enemmistö verrattuna miehistöön lisää monipuolisten tehtävien osaamista ja mielekkyyttä. Tuotantosolu on siis valmistuslinjoista kaikkein työntekijäystävällisin työteon ja osaamisen kehittymisen kannalta. Soluissa työntekijöiden määrä on yleensä 1-6 henkilöä ja kaikilla ryhmän jäsenillä on taito työskennellä eri työpisteissä. Työntekijöiden tehtävät vaihtelevat jatkuvasti eri rytmeissä. (Lapinleimu, Kauppinen ja Torvinen 1997, 85 – 86; Haverila, Uusirauva, Kouri & Miettinen 2009, 477 – 478.)



KUVIO 7. Solulayout. Siniset pallot kuvaavat työntekijöitä ja punaiset tyhjiä työpisteitä.

Tuotantosolu valmistaa tuotteet kerralla loppuun asti itsenäisesti ja valmistus tapahtuu yhdellä impulssilla. Työpisteiden määrä lisää solun joustavuutta ja tasaa työkoneiden kuormituksia eri työpis-

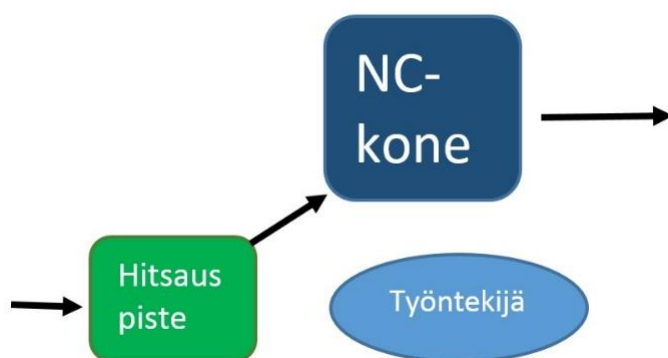
teissä ilman ylimääräisiä välivarastoja. Solua ohjataan yleensä yhtenä yksikkönä, joka helpottaa tuotannonohjausta. Solussa siis suoritetaan kaikkia mahdollisia työvaiheita, esimerkiksi tarkistukset, korjaukset jne. Solun ohjaukseen vaikuttaa yleensä niin sanottu pullon kaula, joka siis on hitain työvaihe ja sen eteen kertyy puolivalmisteita. Materiaalivirta solussa on selkeä, materiaali tulee sisään yhdestä pisteestä ja valmis tuote poistuu solusta yhdestä pisteestä. Solu valitaan tyyppillisesti silloin, kun valmistusjärjestelmältä vaaditaan useampien erilaisten tuotteiden valmistusta ja tuotteiden tilatujen erien koot ja valmistus on tasaista. Lisäksi valintaan vaikuttaa tuotteen rakenne ja käsiteltävyys, eli se siirtyy kevyesti solun omilla nostovälineillä. Soluissa voidaan valmistaa useita erilaisia tuotteita alusta loppuun ja suorittaa tietyt työvaiheet osana suurempaa valmistusjärjestelmää. Solu soveltuu hyvin erilaisten kokoonpanojen tekoon ja sen voi asettaa esimerkiksi tuotevaltaisen valmistusjärjestelmän sisälle yhdeksi pisteeksi. (Lapinleimu, Kauppinen ja Torvinen 1997, 86 – 87; Haverila, Uusirauva, Kouri & Miettinen 2009, 477 – 478.)

3.4.1 Osavalmistussolu

Osavalmistussolut ovat solutyyppejä, jotka määräytyvät kokonaan tuotteista, joita sillä on tarkoitus valmistaa. Tyyppinä on yhden koneen solu, johtokoneellinen solu ja koneryhmäsolu. Osavalmistussolut ovat itsenäisiä, ja ne sisältävät kaikki tarvittavat välineet tuotteiden valmistukseen ja niissä voidaan määrittellä itse automaatioaste eri työvaiheille ja muille tehtäville. (Lapinleimu, Kauppinen ja Torvinen 1997, 88 – 89.)

3.4.2 Yhden koneen solu

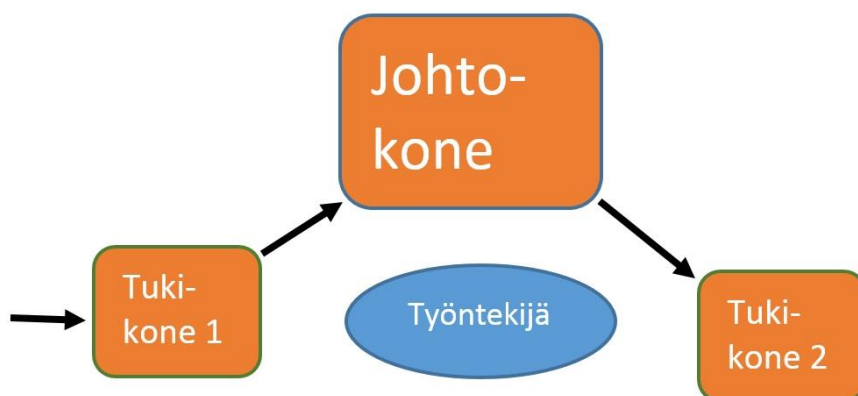
Yhden koneen solu on osavalmistustyyppi, jossa pääasiassa tuotteen valmistukseen käytetään vain yhtä konetta. Kapasiteetti määräytyy kokonaan ainoan käytettävissä olevan koneen mukaan. Soluun voidaan lisätä toinen kone tarvittaessa, mutta sen rooli valmistuksessa on pelkästään tukea päätoimisen koneen työstöä. Tukikone ei vaikuta solun kuormitukseen, sillä siinä tehtävät työt eivät saa kasaantua koneen työalueelle. Esimerkkinä voidaan käyttää hitsausrobotia, (kuvio 8), jossa hitsataan jotain tuotetta. Hitsausrobotin apuna on normaalit hitsausvälineet, joilla silloitetaan kokoonpanon osat robottihitsausta varten. Esimerkissä pääkone on hitsausrobotti ja apuväline on tavantomaiset käsinhitsausvälineet. (Lapinleimu, Kauppinen ja Torvinen 1997, 89.)



KUVIO 8. Yhden koneen solu. (Lapinleimu, Kauppinen ja Torvinen 1997, 88.)

3.4.3 Johtokoneellinen solu

Johtokoneellisessa solussa on useampia erilaisia koneita. Solu toimii kuitenkin periaatteeltaan samaan tapaan kuin yhden koneen solu eli yksi kone on tässä tapauksessa johtava kone, joka määrää solun kuormituksen ja tahdin. Toisin kuin yhden koneen solussa, muutkin koneet ovat kuormitettuna eri määrillä ja samaan aikaan kuin johtokone, mutta niiden tahti ja koko osavalmistussolun läpäisy aika määräytyy kokonaan johtokoneen mukaan. Johtokonesolu seuraa fifo-periaatetta valmistuksessa mutta ei siinä, missä järjestyksessä materiaalit ja tehtävät tulevat soluun sisään. Tuotteiden valmistusjärjestys yleensä määritellään mahdollisimman tehokkaaksi. (Lapinleimu, Kauppinen ja Torvinen 1997, 89.)



KUVIO 9. Johtokoneellisen solun periaate. (Lapinleimu, Kauppinen ja Torvinen 1997, 88.)

3.4.4 Koneryhmä

Koneryhmä on viimeisin osavalmistussolun muoto. Koneryhmä toimii periaatteeltaan samalla tavalla kuin funktionaalinen tuotantojärjestelmä. Solun tyyppi määräytyykin tavallaan samalla periaatteella. Jos tuotannossa esiintyy paljon erilaisia osia pienellä eräkoolla, joissa ei voida soveltaa ryhmäteknologisia menetelmiä, valitaan solun muodoksi koneryhmä. Koneryhmän ohjaus on hankalaa, sillä solulla osien valmistuksessa ei käytetä fifo-periaatetta. Jokaisella solun työkoneella on oma kuormitus,

joka ei ole sidottuna muihin koneisiin ja solu voi sisältää useita eri varastoja keskeneräisille tuotteille. Solussa voidaan valmistaa lähes kaikkia mahdollisia tuotteita, joita konekanta sallii. Esimerkkinä voidaan käyttää solua, jossa on NC-sorvi – ja jyrsin, hitsauspiste ja porakone. Jokaisella koneella voidaan suorittaa itsenäisiä toimintoja. Soluun kuuluu luonnollisesti hyvä valikoima kaikista tarvittavista työkaluista, jotka kuuluvat koneiden käyttöön. (Lapinleimu, Kauppinen ja Torvinen 1997, 89.)

4 LEAN

Japanin autoteollisuuden kasvaessa Japanilaiset autovalmistajat joutuivat kehittämään uusia menetelmiä vastaamaan kysyntään tehokkaasti. Yksi näistä menetelmistä on LEAN. Lean ajattelussa tavoitteena on vastata asiakkaan laatuvaatimuksiin järkevillä ja tehokkailla toimintatavoilla. Laatuvaatimukset määräytyvät asiakkaan vaatimuksien mukaan ja ne voivat liittyä hintaan, valmistumisen nopeuteen tai kestävyYTEEN. Leanin suunnittelu aloitetaan yleensä sieltä, missä kaikki konkreettinen tulos saadaan, eli tuotteiden suunnittelusta valmistuksesta. Pyrkimyksenä on tuottaa mahdollisimman paljon asiakkaan laatuvaatimuksia täyttäviä tuotteita sekä karsia tuotannossa kaikista niistä vaiheista, jotka eivät lisää tuotteen arvoa. Tähän kuuluu jonotus, liikuttelu ja muut vastaavat vaiheet. Tavoitteena on siis tuotteen jatkuva jalostuminen alusta loppuun mahdollisimman pienellä odottelulla. Leanin tarkoitus ei ole hankkiutua eroon suurista valmistuskustannuksista tai työntekijöistä tai tehdä työntekoa robottimaiseksi. Leanin tarkoitus on kehittyä jokaisella tuotannon osa-alueella ja pyrkiä täydellisyyteen. Osa-alueet ovat työolosuhteista työskentelijöiden työkehittämiseen ja markkinoilla menestymiseen. (Kouri 6/2009, 6.)



KUVIO 10. Lean- ajattelun toimintaperiaate. (Lean enterprice.)

Lean vaiheet:

1. Arvo tunnistetaan asiakkaan näkökulmasta.
2. Tuotteiden arvovirran kartoitus siten, että sieltä karsitaan kaikki arvoa lisäämätön pois.
3. Tuotteelle luodaan sujuva valmistusvirtaus.

4. Vakiinnutetaan virtaus.
5. Pyri täydellisyyteen aiempia vaiheita toistamalla. (Lean enterprice.)

4.1 Jatkuva kehittäminen

Lean toimintaan kuuluu jatkuva kehittäminen ja tähän on olemassa monenlaisia eri kehitys tapoja. Yksi ja yleisin tapa on määrittää tärkeimmät osa-alueet ja aloittaa niiden kehittäminen. Menetelmä aloitetaan nimeämällä tärkeimmät osa-alueet, jonka jälkeen jatketaan sen hetkisen arvoketjun muuttamiseen eli luodaan uusi layout. Seuraavaksi työpisteet luodaan uudestaan ja asetetaan niille tavoitteet sekä ongelmien määritysstandardit. Pääasiassa kehitys menee seuraavan järjestyksen mukaisesti:

1. Arvo

Ensimmäisessä kohdassa määritellään tuotteelle arvo. Arvo määräytyy asiakkaan omien mieltymyksien mukaan. Kun on hankittu tieto siitä, että mitä asiakas eniten tuotteessaan arvostaa, voidaan alkaa kehittämään tuotantoa ja valmistusta vastaamaan asiakkaan tarpeita. Arvoja voivat olla nopea valmistus, kestävyys, muunneltavuus, hinta jne.

2. Arvoketju

Arvoketju vaiheessa analysoidaan asiakkaan tarpeita ja aletaan miettiä ratkaisuja, joilla päästään eroon niistä vaiheista tuotannossa, joista tuotteeseen saadaan asiakkaan mielestä vähiten arvoa ja samalla parannetaan arvoa lisääviä vaiheita. Esimerkiksi, jos asiakkaalle tuotteen nopea tuotanto on määritetty arvoksi, tehdään tuotteelle layout ja ohjaus vastaamaan asiakkaan tarpeeseen. Jos arvoa lisää erityisen hyvä kestävyys, mutta ei valmistumisnopeus, voidaan valmistuslinjoille lisätä testauspisteitä ja virheiden korjauspisteitä jne.

3. Virtautus

Virtautuksessa suunnitellaan tuotteille layout käytössä olevista resursseista. Layoutissa tuote kulkee jouhevasti ilman suurempia jonotuksia. Pyritään välttämään välivarastoja, pitkiä kuljetuksia sekä materiaalivirtojen ohjaus kehitetään yhteensopivaksi valmistusvaiheiden ja asiakkaan arvojen kanssa.

4. Imu

Imu on ohjaus menetelmä, jossa tuotanto vastaa pelkästään asiakkaan tarvittaessa impulssilla, joka tekee nopeasti tarvittavan määrän. Tuotteiden valmistusta varastoon pyritään välttämään, jotta voidaan vähentää sidotun pääoman määrää tuotteisiin. Menetelmää voidaan käyttää kun tiedetään asiakkaan tarpeet ja keskimääräiset eräkoot, joiden mukaisesti ohjaus ja valmistus on kehitetty.

5. Täydellisyyteen pyrkiminen

Tuotannon valmistuessa ja käydessä rutiiniksi aletaan etsiä ongelmakohtia. Jokaista prosessivaihetta tutkitaan ja hiotaan toimimaan tehokkaasti. Työntekijöille voidaan esimerkiksi antaa tehtäväksi etsiä

kehitettäviä prosesseja jatkuvasti omasta ja muiden työntekijöiden työpisteistä. Pyritään jatkuvalla kehityksellä ja ongelmien etsimisellä täydellisyyteen. (Kouri 6/2009, 8-9.)

4.2 Jatkuvan parantamisen periaate – KAIZEN

Leanin tavoite on jatkuva parantaminen ja ongelmien ratkaisu. Leania voi toteuttaa työnjohdon lisäksi työntekijät, jotka pääasiassa tuotannossa saavat parhaiten kehitystä aikaan. Työn ja järjestelmän kehittämistä ja ongelmien etsintää voidaan suorittaa yksin työskennellessä tai siihen voidaan määrätä pieni porukka tuotannosta. Esimerkiksi solussa työskentelevät henkilöt voivat oman solun osalta miettiä, missä pitäisi tehdä toisin ja missä valmiiksi toimivaa prosessia voidaan parantaa lisää. Kehitystoiminta voidaan aloittaa täysin yksin kertaisella tavalla:

”Miten minä voisin tehdä työni paremmin tai helpommin?”

”Mikä vaikeuttaa työntekoani?”

”Mitä edellisessä työvaiheessa voitaisiin tehdä toisin, jotta työntekoni helpottuisi?”

”Miten eri työvaiheiden välistä yhteistyötä voitaisiin kehittää?”

(Kouri 6/2009, 14 – 15.)

Ongelmiin olisi hyvä suhtautua positiivisesti eikä henkilökohtaisesti. Ongelmia etsimällä ja niitä kehittämällä saadaan kehitettyä tuotantoa tehokkaammaksi. Käytännössä KAIZEN toimii PDCA menetelmällä. Menetelmän vaiheet ovat Plan, Do, Check ja Act, jotka muodostavat syklin, joka rullaa kehityksen suuntaan. Plan (Suom. suunnitelte) vaihe sisältää parannuksien etsimistä ja kehittämistä. DO-vaiheessa toteutetaan edellisen vaiheen ratkaisuja. Check- vaiheessa katsotaan työn jälkeä, arvioidaan toimivuus ja etsitään hyviä ja huonoja puolia. Lisäksi check vaiheessa on viimeiset mahdollisuudet tehdä muutoksia. Act- vaiheessa kehitetään ja tehdään parannuksia. Kaikki hyviksi todetut vaiheet standardisoidaan käyttöön. Viimeisenä aloitetaan sama kierto uudestaan, eli pyritään jatkuvasti parantamaan menetelmiä. (Kouri 6/2009, 14 – 15.)

4.3 Hukka – muda

Lean ajattelussa hukalla tarkoitetaan kaikkia niitä prosesseja, jotka eivät lisää tuotteen arvoa. Hukka vaikeuttaa työntekoa ja piilottaa ongelmia. Tästä syystä hukan poistoa pidetään kaikkein yhtenä järkevimmistä tuotannon parantamisen menetelmistä. Vähiten huomioituna hukkana voidaan pitää työntekijöiden tiedon vähättely ja sen hyödyntämättä jättäminen työskentelyssä. Hukkaa esiintyy tuotannossa seitsemässä eri muodossa:

1. Ylituotanto

Ylituotannolla tarkoitetaan suurempaa valmistusmäärää kuin mitä oikeasti on tarvetta. Tämä hukka sitoo turhaan rahaa tuotteisiin, jotka voivat pahimmillaan olla pitkään varastossa. Kun ylituotannossa tulleita tuotteita kerääntyy varastoon, vaikeuttaa se huomattavien epäkohtien löytämistä. Näiden ongelmien löytyminen vaikeutuu huomattavasti, kun suuret määrät varastoon tehtyjä

tuotteita heikentää niiden vaikutusta tuotannossa. Lisäksi ylituotanto muodostaa erilaisia muita hukkia.

2. Odottelu ja viivästyminen

Odottelu ei tuo tuotteelle minkäänlaista lisäarvoa. Odottelun syntymiseen on monia eri syitä. Näitä ovat huono työnohjaus, joka siis aiheuttaa turhia jonoja työpisteille, rikkiäiset koneet, osien ja työkalujen puuttuminen jne.

3. Tarpeeton kuljettaminen

Työpisteiden pitkät välimatkat, materiaalivarastojen huono sijoitus, huono työnohjaus aiheuttavat turhaa tuotteen liikuttelua, joka siis ei lisää arvoa tuotteeseen.

4. Laatuvirheet

Laatuvirheet lisäävät pääoman menetyksiä, asiakkaan tyytymättömyyttä ja niiden vähenemistä. Lisäksi turhaa valmistuskuormaa ja materiaalihävikkiä syntyy työpisteille.

5. Tarpeettomat varastot

Välivarastot lisäävät pääoman turhaa sitomista, jonotusta, tuotteen läpäisyäikää sekä turhaa sotkua tuotannossa. Varastot vaikeuttavat ylituotannon kanssa epäkohtien ja virheiden löytämistä.

6. Ylikäsittely

Ylikäsittelyllä tarkoitetaan turhan tarkkaa jalostamista, joka ei lisää tuotteen arvoa asiakkaan kannalta. Ylikäsittelyä voi esiintyä tuotannossa esimerkiksi huonojen piirustuksien osalta. Jos ei ole annettu oikeita toleransseja tai tarkkuusstandardeja, voi aikaa mennä turhaan tuotteen liian tarkkaan valmistukseen. Tarkkuus, jolla ei ole asiakkaan laadun määrittelyn kannalta merkitystä, on turhaa ajan haaskausta.

7. Tarpeeton liike työskentelyssä

Tätä voi esiintyä esimerkiksi huonosti mietitystä työkalusijoituksesta. Jos esimerkiksi ei ole 5S-menetelmää otettu käyttöön tai tuotannossa ei kiinnitetä huomiota työkalujen paikkoihin, menee niiden etsimiseen aikaa, joka taas ei lisää tuotteeseen minkäänlaista arvoa. (Kouri 6/2009, 10 – 11.)

4.4 Systemaattinen ongelman ratkaisu

Lean ajattelussa ongelmien ratkaisu ei ole nopea korjaaminen, vaan niiden ennalta ehkäisy. Ratkaisuissa pyritään löytämään ongelmien alkuperäinen syy eli juuri. Kun juuri on löydetty, se kitketään pois, jotta vastaisuudessa samaa ongelmaa ei tule ja että se voidaan välttää. Ongelmien ratkaisussa edetään seuraavalla kolmella askeleella:

1. Ongelman ymmärtäminen; Ongelma huomataan ja siitä tehdään ilmoitus. Tämän jälkeen aletaan etsiä ongelman vaikutuksen laajuutta sekä sitä, kuinka usein ongelma on toistunut.
2. Juurisyyn selvitys; käytetään 5 x miksi tekniikkaa, testataan tulos ja kehitetään menetelmä sen poistamiseen.
3. Toiminta; Selvitetään ratkaisun vaikutus. Jos ratkaisu on käypä, otetaan se käyttöön jatkossa ja tehdään ratkaisuun selkeä ohjeistus. (Kouri 6/2009, 30 – 31.)

Tuotannossa tuotteita pitää tarkkailla ja pitää kirjata kaikista esiintyvistä vioista ja ongelmista. Kun huomataan, että jokin vika esiintyy useita kertoja, aloitetaan systemaattinen ongelman ratkaisu ja kitketään ongelma pois, jotta se ei toistuisi tulevaisuudessa uudestaan. Menetelmästä on hyötyä, sillä siinä opitaan erilaisten vikojen syntymisen tapoja ja niihin aletaan kiinnittää enemmän huomiota jo valmistusvaiheessa. Yksi menetelmä ongelman juurisyyn löytymiseen on 5 kertaa miksi. Esimerkinä seuraava kuvaus:

”Lähtötilanne: Öljyä lattialla”

1. ”Miksi?”
”Tiiviste on rikki”
2. ”Miksi?”
”Edellisen huollon yhteydessä tiiviste rikkoontui”
3. ”Miksi?”
Varaosista ei löytynyt sopivaa tiivistettä”
4. ”Miksi”
”Tiivisteet olivat loppuneet”
5. ”Miksi”
”Varaosavaraston hallinta ei toimi”
(Kouri 6/2009, 30 – 31.)
Menetelmällä pyritään siis esimerkin mukaisesti löytämään ongelman ydin ja korjaamaan se.
(Kouri 6/2009, 30 – 31.)

4.5 Tuotannon tasoitus

Joissain yrityksissä on tuotanto määrien osalta käsitys, että suurien tuotantomäärien varastoon valmistus on tehokas tapa, jolla voidaan vastata asiakkaan kysyntään välittömästi. Ongelmana menetelmässä on, että niissä kiinnitetään liikaa huomiota esimerkiksi asetusaikoihin, ja päätellään, että ne vievät liikaa aikaa ja resursseja. Siksi valmistetaan iso erä yhtä tuotetta, jonka jälkeen siirrytään seuraavaan tuotteeseen, jolla on suuri valmistus erä. Kun varastoon valmistetaan jokaista tuotetta kerralla iso määrä, kiinnittää tämä suuren määrän pääomaa tuotteisiin, ja tuotteet voivat pahimmillaan seistä pitkiäkin aikoja varastossa tuottamattomana ja voivat mennä jopa piloille, jos esimerkiksi käytetään huonosti eristettyä hallia, jossa lämpötilavaihtelut menevät ulkolämpötilojen mukaan. Tämä voi aiheuttaa kosteuden kertymistä ja samalla pilata ison erän tuotteita, jotka ovat varastossa odottamassa tilausta. Lisäksi jos tilataan jokin eri tuote, tietyllä eräkoolla, aiheuttaa tämä ongelmia ja mahdollisesti sekasortoa, kun kesken tuotteen valmistuksen, ilmaantuu toinen tuote, jonka valmistus poikkeaa aikaisemmasta tuotteesta kokonaan. (Kouri 6/2009, 18 – 19.)

Tuotannon tasoituksella on tarkoitus valmistaa useaa eri tuotetta pienillä valmistusmäärillä, jotta tuotteisiin tule sidottua liikaa pääomaa. Tämä tosin lisää asetusten vaihto aikaa, mutta riittävällä standardisoinnilla ja vakioasetuksilla, vaihdot saadaan sisältymään hyvin tuotantoon. Lisäksi oikein ohjattuna, menetelmällä saadaan tasattua koneiden ja työntekijöiden kuormitusta. Näkyviä etuja tuotannon tasoittumiseen ovat:

- Materiaalin hallittu käyttö.
 - Pienemmät varastot ja pääoman sitoutuminen.
 - Joustavuus tilausimpulsseihin.
- Helpottaa materiaalien tuotantoon tuloa eri paikoista. (Kouri 6/2009, 18 – 19.)

Kun valmistetaan useita eri tuotteita pienissä erissä, helpottaa tämä huomattavasti eri tuotteiden kysyntään vastaamista. Erilaisten erien valmistus on työntekijöiden kannalta hyvä, sillä se tuo työhön jopa päivittäistä vaihtelevuutta ja vaatii keskittymistä työhön. Työntasointu näkyy virtauksessa, tuotteet kulkevat pysähtymättä tuotannossa, jossa ei ole välivarastoja sotkemassa tuotantoa. Liikkuvat tuotteet määräytyvät varasto tarpeen tai tilauksen mukaan. Voidaan esimerkiksi ottaa jokin määrätty määrä varastoon tavaraa ja ylläpitää sitä ja ottaa se valmistukseen sitä mukaa, kun sitä häviää varastosta. Virtauksen tehokkuus saadaan selville tuotannon läpimenoajalla, joka siis kertoo tuotteen valmistuksen keston materiaalivarastosta valmiiseen tuotteeseen. Välivarastot ja keskeneräiset tuotteet lisäävät valmistusaikaa. (Kouri 6/2009, 19 – 21.)

Virtausperiaatteeseen siirtyessä tuotannossa alkaa mahdollisesti löytyä erilaisia ongelmia. Nämä ongelmat pakottavat kehittämään tuotantoa kestävämmäksi ja toimivaksi. Kuitenkin tuotannon virtauksen onnistuessa saadaan aikaan paljon hyviä puolia, pääasiassa siis pyritään välttämään odottamista, joka muodostaa suuren osan tuotteen läpäisyajasta. Lyhyillä toimitusajoilla saadaan miellytettyä asiakasta, pienillä varastoilla ei sitoudu pääomaa liikaa, laatutaso nousee kun tuotteiden valmistukseen kiinnitetään enemmän huomiota ja laitteiden viat ja epäluotettavuus vähenee, koska ne on pakko pitää oikein toiminnassa, jotta niistä saadaan riittävä hyöty irti. (Kouri 6/2009, 20 – 21.)

5 VARASTON ABC-ANALYYSI

ABC-analyysi on tuotantotyökalu, jolla saadaan määriteltyä tuotteiden tuottavuus ja menekki valmistusmäärien ja hinnan perusteella. Analyysistä saatua tietoa voidaan hyödyntää ohjauksen määrittelyssä. Menetelmässä siis jaetaan tuotteet A-osastoon, B-osastoon ja C-osastoon. Menetelmässä voidaan käyttää 80/20 laskutapaa eli pareto-analyysia. Menetelmässä voidaan jakaa erilaisia vaiheita, varastoja ja muita tuotannossa esiintyviä tapahtumia. (Haverila, Uusirauva, Kouri & Miettinen 2009, 457 – 458.)

Analyysia voidaan käyttää esimerkin mukaisesti: A-luokka sisältää tuotteet, joiden sitoma pääoma tai menekki määrä muodostaa 80 % tuotteista, B-osioon kuuluu 15 % tuotteista ja C-osioon 5 %. A-luokan tuotteet ovat eniten tuotannossa, eli tuotantojärjestelmä kannattaa suurimmalta osalta muo-

dostaa tämän luokan tuotteille ja näitä tuotteita löytyy eniten varastosta. B-tuotetta valmistetaan varastoon niin, että pystytään vastaamaan kysyntä muutoksiin, tuotantojärjestelmässä on asetukset ja osavarastot asetettu niin, että niitä saadaan tarvittaessa käyttöön. C-luokan tuotteita on varastossa kaikkein vähiten tai ei ollenkaan. Tuotantoa ei ole suunniteltu läheskään niin tehokkaaksi C-luokan tuotteille kuin A-luokan tuotteille. (Haverila, Uusirauva, Kouri & Miettinen 2009, 457 – 458.)

Ryhmittely määräytyy kokonaan kysynnän mukaan sekä erilaisten tuotteiden määrästä. Karkeasti tehtäessä ABC-analyysi jaetaan A- ja C-luokkaan. Tässä siis tehdään jako tuotteiden määrien suhteen. Esim. A tuotteen moduulit tuottavat 80 % tuotannosta mutta moduulien määrä on 10 % kaikista tuotteista. C-luokassa on 20 % kaikesta tuotannosta mutta siihen sisältävät tuotteet ja moduulit muodostavat 90 % koko tuotetarjonnasta. (Haverila, Uusirauva, Kouri & Miettinen 2009, 457 – 458.)

6 5S- MENETELMÄ

6.1 Tausta

5S on Japanissa autoteollisuudessa kehittynyt jatkuvan kehittämisen eli kaizenin työkalu. Kaizenin tavoite on kehittää liiketoimintaa tasaisesti eteenpäin. 5S-menetelmän avulla voidaan vaikuttaa seuraaviin asioihin:

Tuhlaukseen; Voidaan vähentää tuhlausta koska menetelmää käyttämällä saadaan parempi käsitys yrityksessä olevista tarvikkeista, materiaaleista ja työkaluista. Tämän avulla vältetään edellä mainittujen nimikkeiden turhaa hankintaa ja kustannusten nousua.

Laatutason; Koska kaikki tarvittavat työkalut, esimerkiksi hitsausjigit ovat löydettävissä, ei tarvita kiireessä väsäätä uusia jigejä tai tehdä vapaalla kädellä.

Työturvallisuuteen; Suojavarusteet ovat aina löydettävissä niin, että niiden hakeminen ei vaikuta valmistusnopeuteen ja jos välineet on aina tarvittaessa esillä, niin ne vähentävät esim. pikaisen räläköinnin ilman suojalaseja.

Läpimenoaikoihin; Kaikki työkalut ja osat ovat omissa pisteissään ja aika, joka menisi normaalisti niiden etsimiseen, menee tuotteen jalostamiseen.

Työviihtyvyyteen; Puhtaat työpisteet ja niiden järjestys lisää työviihtyvyyttä ja helpottaa työntekoa.

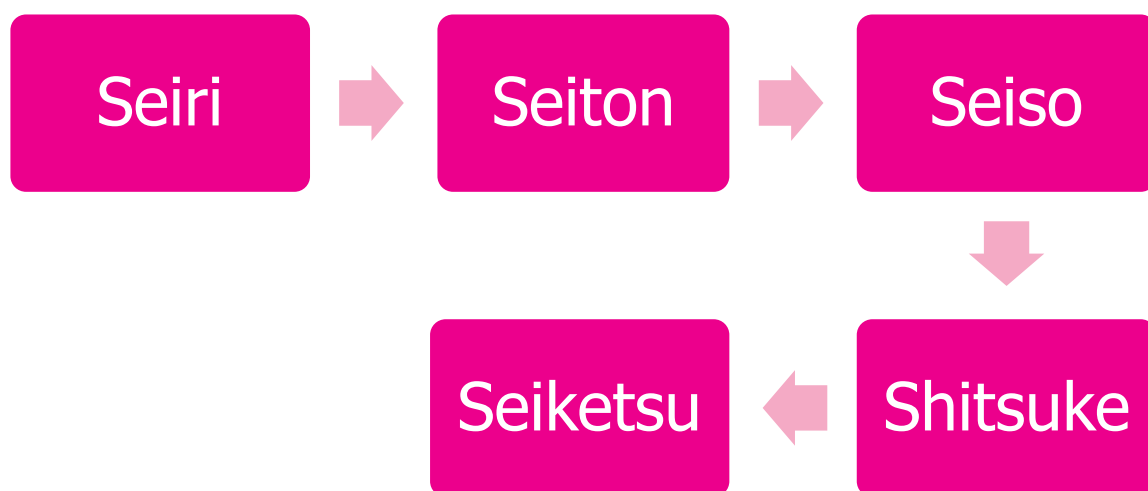
Kuten aina, kehittäminen ja uusien menetelmien käyttöönotto ei suju ilman hankaluuksia. Menetelmän kehittämistä voivat vaikeuttaa seuraavat seikat;

Ymmärryksen puute; Ei selitetä tarpeeksi syitä ja etuja menetelmän käyttöön ja jätetään liikaa tulkinnan varaa 5S kohde henkilöille.

Asenteet; ”Koska on aina tehty näin ja se on toiminut, niin ei voida kokeilla mitään uutta tapaa”, muutos vastarinta yms.

Aika; kehitykseen ei sitouduta ajallisesti tarpeeksi ja se voi jäädä kesken.

Työntekijöiden aliarviointi; Ei kuunnella niitä henkilöitä, jotka oikeasti tietävät, että mitä tarvitsevat työntekoon ja mitä eivät ja miten työkalut tulisi asettaa. (Teknologiateollisuus 2009, 4-7.)



KUVIO 11. 5S-Vaiheet

6.2 Seiri - Erottelu

”Mitä tarvitset?”

”Mitä et tarvitse?”

”Mitä voit poistaa?”

5S-menetelmän ensimmäisessä vaiheessa kartoitetaan kaikki mahdolliset työkalut ja välineet mitä työpisteissä on. Jos työpisteille ei ole aiemmin tehty kummoisempia siivouksia, voi kartoitus olla hankalaa. Yleensä työpisteet keräävät paljon erilaista roinaa, joita on kertynyt eri tuotteiden valmistuksessa ja niistä ei ole kiireessä ehditty hankkiutua eroon. Kertyviä tavaroita ovat esimerkiksi rikki menneet työkalut kuten vaikka jiggit, kuluvat hitsausvälineet ja tarvikkeet, keskeneräiset työt, työpiirustukset, suojavälineet, revenneet hanskat jne. Näistä kaikista turhista tavaroista tulee päästä eroon. (Teknologiateollisuus 2009, 8-9.)

Erottelu voidaan toteuttaa monella eri tavalla, yksi tapa on käyttää punaisia lappuja, jotka kategori-soivat kaikki tarvikkeet luokkiin, jotka määräytyvät käytön mukaan. Punaisten lappujen sijoitteluun

työpisteissä kannattaa valita ne henkilöt, jotka työskentelevät niissä. Ohessa lista ja selitykset luokista:

Luokka 1

Ensimmäinen luokka sisältää jokapäiväiset perustyökalut, joita käytetään kerran tai useasti päivän aikana. Näihin voi kuulua esimerkiksi valmistuksessa käytettävät hitsausvälineet, kuten laikka, hitsausmaski, kuluvat vaihdettavat osat jne. Työstökoneen välineet kuten momenttiavaimet, kuluvat terän palat jne. Kokoonpano välineet kuten jakoavaimet, porakoneet, erilaiset porakoneen päät jne. Nämä tuotteet varastoidaan käden ulottuville työpisteeseen. Jos työskennellään solussa, voidaan valita yksi työkalupiste jossa työkalut ovat ja kaikki työntekijät saavat helposti lainattua niitä.

Luokka 2

Toinen luokka sisältää ne tuotteet, joita käytetään kerran viikossa, kuussa tai 2-6 kuukauden välein. Nämä tuotteet voivat olla esimerkiksi erilaiset hitsausjigit, sorvin epäkeskovälineet tai harvemmin käytetyt kokoonpano välineet. Nämä välineet varastoidaan työpisteen tai solun ulkopuolelle tai työpisteen kaappeihin niin, että ne eivät ole edessä. Työkalujen tulee kuitenkin olla helposti löydettävissä ja lähellä työskentelypaikkaa tai solua.

Luokka 3

Kolmas luokka muodostuu tuotteista, joita käytetään kerran vuodessa tai harvemmin. Näitä työkaluja voivat olla esimerkiksi yrityksen yksittäisten tilaustuotteiden jigit, erikoistyökalut tai kokoonpanotiivistet, joita ei enää käytetä. Nämä tuotteet voidaan kokonaan hävittää tai sijoittaa johonkin sekataravarastoon varalta. (Teknologiateollisuus 2009, 8-9.)

Tavaroiden erottelu on tärkeää, jotta saadaan selville työpisteen turhien tavaroiden määrä, sillä nämä turhat tavarat sitovat tilojen lisäksi pääomaa. Kun turhat tavarat heitetään pois, saadaan varastointitilaa tavaroille, joita tarvitaan jatkossa ja tämä helpottaa työskentelyä työpisteessä, koska tarvittavia välineitä ei tarvitse etsiä rojujen alta. (Teknologiateollisuus 2009, 8-9.)

6.3 Seiton – yksinkertaista

Yksinkertaistus vaiheessa lähtökohta on se, että työkaluille saadaan riittävän selkeä paikka, jotta työkalun ottaminen käyttöön vie aikaa alle minuutin. Tämä sama pätee myös työkalun paikalleen asettamisessa. Työkalun paikalleen asettamista voidaan helpottaa esimerkiksi tekemällä työkaluseinän, jossa työkalut roikkuvat koukuissa ja jokaisen työkalun yläpuolella lukee nimi tai sitten käytetään varjotaulu tekniikkaa, jossa työkalujen ”varjot” eli samantyyppiset kuvat ovat jokaisen työkalun kohdalla maalattuna. Myös työkaluihin voidaan kehittää erilaisia lenkkejä tai koukkuja, jotka eivät vaikuta työkalun käyttöön, esimerkiksi vasaraan voidaan päähän hitsata jostain perus prikasta lenk-

ki, jonka avulla saadaan tukeva, mutta helposti käyttöön otettava säilytyspaikka. Tavaroiden paikkojen määrittelyssä voidaan käyttää nelivaiheista ohjetta:

1. Erottelun jälkeiset työkalut, työvälineet ja mahdolliset puolivalmisteet nimetään.
2. Etsitään käytännölliset paikat jäljelle jääneille tavaroille ja työkaluille esimerkiksi varjotaulu, hitsaus jigeille oma kaappi paikka tai muu taso ja mahdollisille puolivalmisteille oma paikka lattialla tai hyllyissä.
3. Kolmannessa vaiheessa tutkitaan tuotantoa ja selvitetään kunkin työkalun ja välineen tarve tuotannon vaiheissa. Tämän perusteella määritetään varastointimäärät ja suuntaa antavat varaston täydennysajat.
4. Neljäs vaihe keskittyy pelkästään aiempien ohjeiden mukaista noudattamista. Tarkoituksena on siis saada aikaan siisti ja työkalupaikoiltaan looginen työpiste.

Seiton vaihe on valmis, kun jokaiselle työkalulle on määritelty oma paikka ja varastointimäärä. (Teknologiateollisuus 2009, 10 – 11.)

6.4 Seiso – Siivous

Puhdistusosan merkitys 5s-menetelmässä on oleellinen, sillä se määrää osittain työpisteiden pöytien pinnat. Tarkoituksena on siis luoda mahdollisimman helposti siistinä pidettävät työpisteet. Tämä tarkoittaa siis tasaisia pintoja eli ei eritasoisia pintoja, sekä työpöydän uria pyritään vähentämään jos mahdollista. Työpisteiden ja työkalujen puhtaus on tärkeä, jotta työpisteessä olisi miellyttävä työskennellä ja työalue olisi turvallinen, tällä siis vältetään osien putoilu pöydiltä ja itsensä repiminen teräviin reunoihin, liukastelu jne. Työpisteet tulee puhdistaa säännöllisesti ja siitä pitäisi tehdä osa jokapäiväistä työskentelyä. (Teknologiateollisuus 2009, 12.)

Jokaiselle työpisteelle täytyy hankkia omat kunnossapito tarvikkeet. Harjat ja rikkalapiot pitää sijoittaa näkyvälle paikalle lähelle työpistettä ja lisäksi jokaiseen työpisteeseen olisi hyvä saada roskakorit. Rätit on hyvä pitää työpisteellä, sillä niillä saadaan äkkiä imettyä esimerkiksi vuotava öljy pois lattialta, jolla siis vältetään liukastelu. Pyritään siis tehokkaaseen puhtauden ja kunnossapidon ylläpitämiseen. Tehtaaseen voidaan tehdä johonkin nurkkaan oma piste kaikille puhdistusvälineille (Teknologiateollisuus 2009, 12.)

6.5 Seiketsu - Systematisoi

Systematisointi painottuu suoraan edellä mainittujen toimintamallien jatkuvaan käyttöön, eli siis käytetään työpisteille määrättyjä paikkoja, pidetään paikat siistinä, pukeudutaan asianmukaisesti ja pidetään työympäristö siistinä ja turvallisena ja asetetaan työntekijöille ja soluille vaatimukset, jotka tulee täyttää aina ennen töihin menoa ja töistä poistumista. Tarkoituksena on kehittää erottelua, yksinkertaistamista ja puhdistusta jatkuvasti. 5S-menetelmän toteuttaminen vaatii työnjohdolta ja

etenkin työntekijöiltä päivittäistä sitoutumista sääntöihin. Säännöistä pitää luoda rutiini, jotta työntekijät voivat suorittaa ne tulevaisuudessa ilman ihmeempää miettimistä. Parasta olisi, että rutiinit toistettaisiin aina työvuorojen lopussa. Työpisteille tehdään auditoinnit eli tarkastukset, joissa katsotaan kertyneiden tavaroiden määrä ja solun / työpisteen puhtaus jne. tasaisin väliajoin. Tarvittaessa auditointeja voidaan tehdä toisiin työpisteisiin useammin kuin muihin, jos rutiinien toteuttaminen on hankalampaa. (Teknologiateollisuus 2009, 13.)

6.6 Shitsuke - Standardisointi

Standardisointi tehdään kaikille työpisteeseen luoduille säännöille ja ohjeille. Tämän tarkoitus on siis, että jokainen henkilö tietää, miten korjata esiintyvät ongelmat työpisteissä tai henkilön pukeutumisessa. Kun standardisointi on tehty oikein, uudenkaan työntekijän talontavoille oppiminen ei vie turhaa aikaa. Standardisointia voidaan tehostaa esimerkiksi kehittämällä jokaiseen työpisteeseen oma tehtävälista, jonka kaikki osat täytyy olla suoritettuna ennen töistä poistumista tai uuden työn aloittamista. Lisäksi hallin yleiseen siisteyteen voidaan myös tehdä tehtävälista, johon jokainen voi käydä kuittaamassa tekemänsä kunnossapito tehtävän. (Teknologiateollisuus 2009, 14)

7 5S-MENETELMÄN KÄYTTÖ LAY-OUT:ISSA

5S-suunnittelu aloitettiin teoriaosuuden ohjeiden mukaisesti.

Seiri – erottelu

Koska tehtaassa valmistetaan pääasiassa vain yhtä tuotetta, tehtiin erottelu kolmeen ryhmään: Tarvittavat työkalut, tarpeettomat työkalut ja työpisteiltä poistettavat tavarat. Työntekijät ottivat esille kuvattavaksi jokaisen työkalun, mitä he käyttivät kussakin työvaiheessa. Jäljelle jääneet tavarat olivat roskia, rikkimenneitä työvälineitä tai sekalaisia työkaluja.

Seiton - yksinkertaistaminen

Työkalujen määrittelyn jälkeen aloitettiin suunnittelemaan säilytys paikkaa. Säilytyspaikkaa suunniteltaessa tuli ottaa huomioon se, että kaikkia vaiheita ei suoriteta pöydällä, tästä syystä päädyttiin valitsemaan liikuteltava työkaluteline. Telineeseen kiinnitetään lista jokaisesta työkalusta, joita telineessä säilytetään. Lisäksi työkalut numeroidaan. Tällä siis saadaan selkeä paikka työkalulle. Työkalut voidaan asettaa tarvejärjestykseen, johon voidaan käyttää numerointia. Työkaluja käytetään aina samassa järjestyksessä vasemmasta yläkulmasta oikeaan yläkulmaan ja sama jatkuu seuraavilla riveillä. Hitsauspisteillä hitsausmaskit pidetään niille tarkoitetuissa koukussa ja ilmanraikastimet telineen kaukalo osassa. Maalausvarusteita säilytetään koeponnistuspisteen työkalutelineessä samoin kuin hitsauspisteiden varusteet. Roskat ja rikkinaiset työkalut viedään pois työpisteiltä. Sekalaiset työkalut sijoitetaan yleiseen työkalukaappiin, joka sijaitsee ensimmäisen hitsaus pisteen varasto-kaappien vieressä. Sekalaisista työkaluista tehdään inventaario ja selvitetään, miksi ne ovat päätyneet mihinkin työpisteelle ja tarviitaanko niitä jatkossa muissa työpisteissä.

Seiso - Siivous

Siivouksen osalta ensimmäiseen ja toiseen hitsauspisteeseen työkalutelineeseen etsitään paikka pöytäharjalle. Lattiaharja on yhteinen näillä kahdella työpisteellä. Koska koeponnistuspisteellä ei ole työpöytää, annetaan sinne käyttöön pelkkä lattiaharja, joka jaetaan koneistuspisteen kanssa. Koneistusosastolle sijoitetaan pieni harja työkalutelineeseen. Pakkausosastolla on käytössä pelkkä iso lattiaharja. Lisäksi jokaiselle työpisteelle tulee roskis.

Seiketsu - systematisointi

Jokaisen pisteen työkaluseinä tarkastetaan aina päivän päättyessä. Jos työkaluja puuttuu, ne etsitään ja asetetaan paikoilleen. Työkalun rikkoutuessa työntekijä hakee uuden työkalun tai tekee ilmoituksen työnjohtajalle, joka hankkii puuttuvan työkalun. Telineeseen merkataan rikkoutunut työkalu, jotta sitä ei tarvitse etsiä työpäivän päättyessä. Ja vastaavasti uusi työkalu asetetaan takaisin työkalutelineeseen ja otetaan rikkoutuneen työkalun merkintä pois.

Kerran viikossa tehdään tarkastus työalueiden siivouksesta ja kerran kuussa tarkistus työalujen kunnosta.

Shitsuke – standardisointi

Jokaiselle työpisteelle tehdään vaatimuslista, joka tulee näkyville. Vaatimuslistaan on määritetty uudet säännöt ja ne ovat esitetty selkeästi.

8 VANHA LAY-OUT

Liite on poistettu yrityksen pyynnöstä.

8.1 Vanhat läpimenoajat

Taulukko on poistettu yrityksen pyynnöstä

8.2 Laitteet

Lista on poistettu yrityksen pyynnöstä

9 UUSI LAY-OUT

Uudelle layoutille asetettiin tavoitteeksi päästä eroon kahdesta eri hukan muodosta, turhasta liikkumisesta sekä pitkistä kuljetusmatkoista. Liite on poistettu yrityksen pyynnöstä.

9.1 Layoutin selitys

Osio on poistettu yrityksen pyynnöstä.

10 LEAN-MENETELMÄN KÄYTTÖ LAY-OUT:ISSA

Ohjauksen suunnittelussa tavoitteena oli päästä eroon ylituotannosta, varastoista sekä odotusajoista.

10.1 ABC-analyysin käyttö

Tuotannonohjaus aloitettiin tekemällä ABC-analyysi. Analyysin tarkoituksena oli siis määrittellä ne tuotteet, joita valmistettiin tehtaassa eniten. Tehtaassa valmistetaan eri moduleja ja niistä muutama muodostaa 80 % koko tehtaan tuotannosta. Tuotannossa suurimman tuotantomäärän muodosti moduli, jolle annettiin nimeksi z2. Opinnäytetyö ei sisällä laskuja tai tuotantomääriä, sillä ne ovat yrityksen omia ja niitä ei saa jakaa kolmansille osapuolille.

Ensimmäisenä tehtiin lista, jossa näkyi tuotantomäärät eri vuosilta ja niille laskettiin prosentti suhteessa kaikkien valmistusmäärään. Suurimmat määrät eroteltiin ja näillä saatiin muodostetuksi koko tehtaan tuotannosta 80 %. Laskentaa jatkettiin tekemällä näistä moduleista uudelleen analyysi laskemalla prosentit ja tällä selvitettiin, että mitä modulia on annettuina aikoina kaikkein eniten valmistettu. Valmistusmäärät jakautuivat melko tasaisesti. Tuotteiden määriä laskettiin keskiarvo, jonka tarkoituksena on antaa suuntaa tuotteiden varastointimääriin. Varastoa ylläpidetään joustavasti ja tarkoitus on, että varastoon ei sidota liikaa pääomaa.

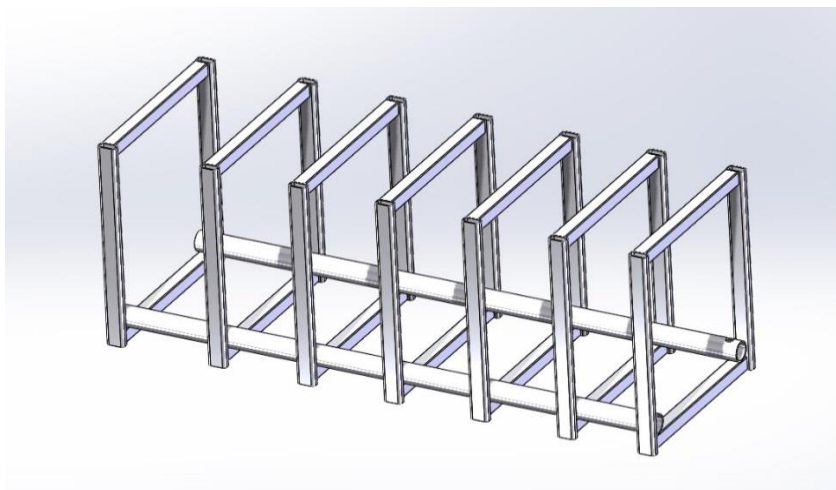
Varastointi koskee myös tuotteiden osien sijoituksia, lähinnä eristeiden ja säiliöiden kansien kannalta. Eristeet sijoitetaan pakkaustiloihin menekin mukaan. Eniten menevien modulien eristeet sijoitetaan lähelle pakkauspaikkaa ja sitten seuraavat ja niin edelleen, samaa sovelletaan myös kansissa.

10.2 Kansien käyttöönotto

Kansien säilytykseen oli tarvetta kehittää uusi säilytystapa. Vanhassa säilytystavassa kannet pidettiin sisäkkäin. Ongelmana tässä oli niiden hankala irrottaminen. Jokaisen kannen irrotukseen tarvittiin nosturia ja muita apuvälineitä. Kannen keskellä olevaan reikään kiinnitettiin koukku, jolla nostettiin kansi pois pinosta. Kannen väliin työnnettiin noston aikana erilaisia talttoja ja muita litteitä työkaluja, joilla irroitettiin kantta. Kansien juuttumisen syyksi epäiltiin kuljetusta. Kansien ollessa sisäkkäin, ne juutuivat toisiinsa kiinni kuljetuksenaikana syntyneissä tykytyksissä. Kansien käyttöönotto vei turhaa aikaa, etenkin kun niitä ei otettu kaikkia kerralla irti kasasta, vaan ne otettiin aina yksikerrallaan. Tässä tuhlaantuu aikaa etenkin kun nosturi ei ollut aina käytössä. (Kolari 2014.)

Koska kuljetustapaan ei voinut vaikuttaa, kehitettiin kansille uusi säilytystapa telineeseen, joka on selvitetty kuvassa. Ensimmäisessä irrotettaessa kansia otetaan kaikki kannet irti toisistaan ja asetetaan ne telineeseen, josta ne saa otettua käyttöön helposti ilman apuvälineitä. Isoimmassa kansissa joudu-

taan käyttämään nosturia apuna.



KUVA 3. Kansiteline

10.3 Tehtaan jako osastoihin

Suosituimman mallin ja sen moduulien löytyessä, alettiin suunnitella ohjausta. Jokainen työpiste jaettiin omiin osastoihin. Jako tehtiin läpäisyajojen perusteella siten, että ne ovat mahdollisimman samanarvoiset. Tällä saatiin tuotteet kulkemaan tasaisesti samassa tahdissa ja ne eivät joutuneet odottamaan kauaa. Pisin odotusaika laskujen mukaan oli 20 min.

Yhteisellä tahdilla toimiva järjestelmä hylättiin vaikka menetelmällä läpimenoaika olisi tippunut joka tapauksessa 10 % alkuperäisestä. Ajatusta kehitettiin vielä tästä eteenpäin, koska tuotteet olisivat seisoneet siinä paikallaan turhan takia ja se olisi tuonut tuotteelle lisää hintaa. Uuten ohjaukseen otettiin käyttöön imuohjaus osasto 1 ja osasto 2 välillä, sillä osasto 2 sisälsi robottihitsauskoneen, jonka hitsausaikoihin ei voitu vaikuttaa. Tuotteen valmistuttua osasto 2 työnsi tuotteen osasto 3:en ja otti vastaan osasto 1 uuden tuotteen. Osasto 3 teki tuotteen valmiiksi, jonka jälkeen tuote työnnettiin osasto 4. Osasto 4 teki tuotteen valmiiksi ja vei sen varastoon. Osasto 5 tehtävänä oli ylläpitää lisäosan kokoonpanovarastoa, johon osasto 3 ja osasto 4 henkilöt pystyvät osallistumaan, jos eivät ole sillä hetkellä kiinni muualla.

TAULUKKO 2. Osastojen tehtävät ja läpäisyajat. Taulukko on poistettu yrityksen pyynnöstä.

Työajat otettiin arvioista suurimman ilmoitetun ajan mukaan. Ohjauksessa oli tavoitteena yrittää välttää varaajien turhaa odottelua sekä pullonkaulan kuormituksen ylläpitoa. Tehtaassa pullonkaulan muodosti robottihitsauskone. Lisäksi ohjauksessa pyrittiin hävittämään kaikki mahdolliset välivarastot.

11 TULOKSET

Suunnitelman tavoitteena yritettiin päästä eroon mahdollisimman monesta hukkan muodosta. Uudella ohjauksella ja layoutilla onnistuttiin poistamaan seitsemästä hukkamuodosta viisi.

Uudella layoutilla poistui hukkan muodoista kaksi. Ensimmäisenä tarpeettoman tuotteiden kuljettaminen, joka saatiin lyhentämällä kuljetusmatkoja työpisteiden välillä. Toisena vähennettiin tarpeetonta liikkumista osien hakemisen ja työkalujen etsimisen osalta. Työkalujen etsimiseen vaikutti myös 5S-menetelmä.

ABC-analyysiä hyödyntämällä suunnitelmassa häviää turhat välivarastot sekä ylituotanto, lisäksi se helpottaa tuotannonohjausta.

Ohjauksessa sovellettiin lean-menetelmää jakamalla tuotanto-osastoihin. Tuloksena poistui väli-varastot, odottelu ja viivästely sekä pääoman määrä väheni tuotannossa.

TAULUKKO 3. Uudet ja vanhat läpimenoajat. Taulukko on poistettu yrityksen pyynnöstä.

12 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella uusi tuotantojärjestelmän lämmönvaraajien valmistukseen Pivaset Oyn halliin. Tavoitteena oli saada aikaan järjestelmä, joka pystyy vastaamaan tuotteiden kysynnän nousuun tehokkaasti.

Layoutin osalta työhön kuului uuden järjestelmän suunnittelu vanhan layoutin pohjalta. Kiinteitä paikkoja tehtaassa oli robottihitsauskone, juuritukikone sekä maalaamo sekä suunnittelussa tuli huomioida kylmävarasto. Tuloksena Uudessa layout suunnitelmassa lyheni kuljetusmatkat työpisteiden välillä sekä tarvittavat osat saatiin varastoitua työpisteiden sisään. Lisäksi tehtaaseen syntyi lisää tilaa, kun otettiin käyttöön kylmävarasto, joka muutetaan lämpimäksi varastoksi.

Tuotannonohjausta suunnitellessa käytössä oli materiaalia, joka sisälsi läpimenoaikoja ja valmistusmääriä menneiltä vuosilta. Tuloksena tuotannonohjauksessa varaajien valmistusaika saatiin putoamaan. Tuotanto jaettiin osastoihin, joissa työskentelijöiden työtehtäviin syntyi vaihtelevuutta ja tehokkuutta robottihitsikoneen aiheuttaman odotuksen ajaksi. Lisäksi työssä onnistuttiin vähentämään tuotantoon sidottua pääomaa huomattavasti tekemällä ABC-analyysi. Analyysin avulla suunniteltiin varaston ylläpitomääriä siten, että tuotteet eivät sido pääomaa liikaa.

Viimeisenä työhön kuului soveltaa 5S-menetelmää. Jokaisella työpisteellä oli käytössä useita eri työkaluja. Kaikissa työpisteissä ei ollut käytössä pöytiä ja työpisteiden paikat saattoivat muuttua. Työpisteisiin onnistuttiin kehittämään liikkuvat työkalutelineet sekä selkeät ohjeet jokaiselle työpisteelle. Työpisteet siistitään ja niihin tulee tarvittavat kunnossapitovälineet ja tarkistuslistat.

Opinnäytetyö oli mielenkiintoinen ja siitä sai paljon uusia näkökulmia layoutin suunnitteluun ja tuotannonohjaukseen. Lisäksi työstä sai paljon tietoa tuotannosta ja tätä tietoa voi soveltaa tulevaisuudessa suunnittelutehtävissä ja etenkin kokoonpanojen suunnittelussa.

LÄHTEET

- Haverila M - J, Uusi-Rauva E, Kouri I, Miettinen A. 2009. Teollisuustalous. 6 painos, Infacts Oy: Tampere.
- Heli Margus. Pivaset Oy. Kuvat 1 & 2 19.11.2014.
- Hulkkonen Tapani. Pivaset Oy. Henkilöhaastattelu 29.11.2014.
- Kolari Raimo. Pivaset Oy. Henkilöhaastattelu 25.11.2014.
- Kouri I, LEAN-taskuvihko. 6/2009, Teknologiateollisuus ry, Kopio-niini:Helsinki.
- Lapinleimu I, Kauppinen V, Torvinen S. 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. 1 painos, WSOY: Porvoo.
- Lean enterprise institute. [Viitattu 2014.12.06.] Saatavissa:
[HTTP://WWW.LEAN.ORG/WHATSLEAN/PRINCIPLES.CFM](http://www.lean.org/whatslean/principles.cfm)
- Pivaset Oy. [Viitattu 2014.11.1] Saatavissa:
[HTTP://WWW.PIVASET.FI/SUOMI/ETUSIVU](http://www.pivaset.fi/suomi/etusivu)
- Röyttä E 1991. Tuotantotekniikka 1. painos WSOY: Porvoo
- Teknologiateollisuus. 5S-vihko. Teknologiateollisuus ry. MET-julkaisu 16/2001, Kopio Niini Oy.