

Anne Yliparkas-Jaakola
Jukka Kalajanniska

TUOTANNON KEHITTÄMINEN

Layout-suunnittelu Lean-toimintaperiaatteiden mukaan

Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Tuotantotalouden koulutusohjelma

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Marraskuu 2017	Tekijä/tekijät Anne Yliparkas-Jaakola Jukka Kalajanniska
Koulutusohjelma Tuotantotalous		
Työn nimi TUOTANNON KEHITTÄMINEN – Layout-suunnittelu Lean-toimintaperiaatteiden mukaan.		
Työn ohjaaja DI, lehtori Heikki Salmela		Sivumäärä 62 + 1
Työelämäohjaaja Toimitusjohtaja Pekka Junnikkala		
<p>Opinnäytetyön tilaajana oli Solar Kaihdin Ky, jonka toimitilat sijaitsevat Kalajoella. Solar Kaihdin Ky:n uuden laajennusosan tuotantotila kaipasi viipymättä uutta layout-suunnitelmaa, jossa olisi sovellettu Lean-toimintatapoja. Uuden tuotantotilan alkuperäinen layout oli hyvin sekava ja epäkäytännöllinen. Materiaalit olivat hankalasti käsiteltävissä varastointihyllyissä, edestakaista liikettä tapahtui paljon ja tuotanto ei missään vaiheessa virrannut sujuvasti eteenpäin. Tässä työssä pyrittiin tuomaan tähän ongelmaan parannusta uusilla layout-suunnitelmilla.</p> <p>Teoriaosuudessa perehdyttiin Lean-toimintatapojen sekä layout-suunnittelun suomiin mahdollisuuksiin tuotannon suunnittelussa.</p> <p>Käytännön osuudessa teimme nykytilan kartoituksen, jota käytimme uuden layout-suunnitelman pohjana.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena yritykseen toteutettiin yksi uusi layout-suunnitelma.</p> <p>Kehitysmenetelmät on salattu toimeksiantajan pyynnöstä, joten se on poistettu julkisesta opinnäytetyöstä.</p>		
Asiasanat layout, Lean, tuotannon kehityssuunnitelma		

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date November 2017	Author Anne Yliparkas-Jaakola Jukka Kalajanniska
Degree programme Industrial Management		
Name of thesis PRODUCTION DEVELOPMENT - Layout design according to the principles of the Lean		
Instructor M.Sc., Senior lecturer Heikki Salmela	Pages 62 + 1	
Supervisor CEO Pekka Junnikkala		
<p>This thesis was carried out for Solar Kaihdin Ky, whose premises are located in Kalajoki. The company's new production premises quickly needed a new layout, where lean practices could be applied. The current layout of the new production premises was confusing and unpractical. The materials were hard to find, people had to move back and forth much, and the production did not flow smoothly. This thesis aimed at bringing a solution to this problem with a new layout.</p> <p>In the theoretical part, the possibilities of applying Lean practices, and layout designing in production planning were explored.</p> <p>In the practical part, the current state was mapped and based on this, a new layout was designed.</p> <p>As a result of this thesis, a new layout plan was implemented for the company.</p> <p>The description of the development methods is secret information by the client's request, so it was removed from the public thesis.</p>		

<p>Key words layout, Lean, development plan for production processes.</p>
--

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

Lean	Toimintatapa, jossa pyritään jatkuvaan toiminnan parantamiseen, sekä poistetaan tarpeettomat toiminnot.
Hukka	Arvoa lisäämätöntä materiaalia tai toimintaa.
Littlen laki	Voidaan arvioida jonotusaika, eli arvioida prosessin läpimenoaika.
Kingmanin kaava	Kertoo vaihtelun, resurssitehokkuuden ja läpimenoajan yhteydestä.
Kaizen	Jatkuvan parantamisen toimintamalli.
JIT	Juuri oikeaan aikaan tapahtuva tuotanto.
Kanban	Viestintäkortti.
5S	Työmenetelmien, ja työkalujen standardointi, jonka tavoitteena on kasvattaa työn tuottavuutta.
Layout	Asettelumalli.

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

Sisällysluettelo

1 JOHDANTO.....	1
2 LEAN	2
2.1 Historiaa	2
2.2 Lean-ajattelu yleisesti.....	4
2.2.1 Hukan seitsemän eri muotoa.....	5
2.3 Resurssitehokkuus	6
2.4 Virtaustehokkuus	7
2.5 Työnmittaus.....	8
2.5.1 Aikalajit	9
2.5.2 Työn mittaamiseen käytettävät tekniikat	11
2.5.3 Solar Kaihtimella tehty tuotannon aikautus.....	12
2.6 Littlen laki	12
2.6.1 Kingmanin kaava.....	14
2.7 Kaizen-Jatkuvaa parantamista	15
2.8 Kanban.....	17
2.9 5S.....	19
3 TUOTANTOPROSESSIT.....	29
3.1 Layout-suunnittelu.....	29
3.1.1 Layout-tyypit	30
3.1.1.1 Tuotantolinjalayout.....	30
3.1.1.2 Funktionaalinen layout	32
3.1.1.3 Solulayout.....	33
3.1.1.4 Tuotetehtaat ja verstaat	34
3.2 Layoutin valinta.....	34
3.3 Ryhmäteknologia.....	37
3.4 Työmenetelmien suunnittelu	37
3.4.1 Työmenetelmien suunnittelun periaatteita.....	38
4 KEHITYSMENETELMÄT.....	40
4.1 CAD-luonnokset ja layoutin valinta	40
4.2 Tuotannon lähtötilanne ja parantaminen	43
5 NYKYHETKI.....	46
6 YHTEENVETO	60

LIITTEET

KUVIOT

KUVIO 1. Lean-tuotantomenetelmän syntyhistoria

KUVIO 2. Resurssitehokkuus

KUVIO 3. Virtaustehokkuus

KUVIO 4. Työjakson jaottelu aikalajeihin

KUVIO 5. Littlen laki

KUVIO 6. Kingmanin kaava

KUVIO 7. PDCA-sykli, jatkuva parantaminen

KUVIO 8. Työntöohjaus

KUVIO 9. Imuohjaus

KUVIO 10. Tuotantolinjalayoutin periaatekuva

KUVIO 11. Funktionaalisen layoutin periaatekuva

KUVIO 12. Solulayoutin toimintaperiaatekuva

KUVAT

KUVA 1. Solar Kaihtimen alkuperäinen materiaalinhallinta ennen 5S-työkalua

KUVA 2. Materiaalin hallinta ennen

KUVA 3. Selkeämpi materiaalin varastointi

KUVA 4. Alkuperäinen koteloiden varastointi

KUVA 5. Selkeämpi koteloiden varastointi

KUVA 6. Alkuperäinen komponenttien järjestys työpisteellä

KUVA 7. Selkeämpi komponenttien järjestys

KUVA 8. Alkuperäinen komponenttipöytä, ilman välivarastoa

KUVA 9. Välivarasto tuotu osaksi komponenttipöytää

KUVA 10. Kankaan leikkaus ennen uutta layoutia

KUVA 11. Kankaan leikkaus nykyään.

KUVA 12. Alkuperäinen layout

KUVA 13. Layout-luonnos 1

KUVA 14. Layout-luonnos 2

KUVA 15. Layout-luonnos 3
KUVA 16. Layout-luonnos 4
KUVA 17. Valittu layout
KUVA 18. Vanha valmistusjärjestys verhomalleihin 1 ja 2
KUVA 19. Uusi valmistusjärjestys verhomalleihin 1 ja 2
KUVA 20. Vanha valmistusjärjestys verhomalliin 3
KUVA 21. Uusi valmistusjärjestys verhomalliin 3
KUVA 22. Alkuperäinen tuotanto
KUVA 23. Tuotannon nykytila
KUVA 24. Alkuperäinen tuotanto
KUVA 25. Tuotannon nykytila
KUVA 26. Alkuperäinen tuotanto
KUVA 27. Tuotannon nykytila
KUVA 28. Alkuperäinen tuotanto
KUVA 29. Tuotannon nykytila
KUVA 30. Alkuperäinen tuotanto
KUVA 31. Tuotannon nykytila
KUVA 32. Alkuperäinen tuotanto
KUVA 33. Tuotannon nykytila
KUVA 34. Alkuperäinen tuotanto
KUVA 35. Tuotannon nykytila

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Kellotus alkuperäisen layoutin aikana
TAULUKKO 2. Kellotus uuden layoutin aikana
TAULUKKO 3. Esimerkki Kanban-tilasta.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tilaajana oli Solar Kaihdin Ky, joka valmistaa SOLAR-sälekaihtimia ja irtoristikoida, SOLAR-hyönteispuiteristikoita, sekä hyönteissuojaovia ikkunatehtaille, rakentajille ja remontoijille. Uusimpana tuotteena valikoimaan on tullut Plisee- ja Duette-verhot. Yrityksen kaikki tuotteet ovat mallisuojuuttuja sekä patentoituja mittatilaustuotteita, mikä tarkoittaa, että valmistuotevarastoa ei juurikaan ole.

Solar Kaihdin Ky:n toimitilat sijaitsevat Pohjois-Pohjanmaalla Kalajoella, jossa se on toiminut vuodesta 1988. Alun perin yrityksen nimi oli Kalajoen Kaihdin Oy, mutta omistajanvaihdoksen yhteydessä vuonna 2005 nimi muuttui Solar Kaihdin Ky:ksi. Yrityksessä työskentelee vakituiseen noin 30 työntekijää, mutta kesällä sesonkiaikaan työntekijä vahvuus on noin 60 työntekijää. (Junnikkala 2016.)

Yrityksen liikevaihto on yli neljä miljoonaa euroa, josta suurin osa tulee säleverhoista, hyönteissuojapuitteista, sekä ristikoista. Solar Kaihtimen tuotteita myydään jälleenmyyjien kautta, ympäri Suomen. Välillistä vientiä on myös muun muassa Pohjoismaihin, Venäjälle ja Japaniin. Yrityksen menestystekijöinä onkin laaja, ja kattava toimitusverkosto, nopea toimitusaika, sekä toimitustäsmällisyys. (Junnikkala 2016.)

Anne Yliparkas-Jaakola työskentelee laajennusosassa ja koki muiden siellä työskentelevien henkilöiden kanssa, että layout oli hyvin sekava, ja epäkäytännöllinen. Anne kysyi toimitusjohtaja Pekka Junnikkalalta, olisiko laajennusosaan mahdollista tehdä opinnäytetyönä uusi layout. Pekka Junnikkala näytti Annen ehdotukselle vihreää valoa. Molemmat olivat sitä mieltä, että työstä tulisi niin laaja, että siitä riittäisi työtä kahdelle opiskelijalle, joten Jukka Kalajanniska tuli opinnäytetyöprojektiin mukaan. Yrityksen tuotantotilojen uusi laajennusosa kaipasi viipymättä uutta layout-suunnitelmaa, jossa olisi sovellettu Lean-toimintatapoja. Tähän ongelmaan pyrimme tuomaan ratkaisun. Ehdottamillamme muutoksilla pyrimme saamaan tuotannon virtaamaan jouhevasti eteenpäin mahdollisimman pienillä materiaalin siirroilla, järkevillä säilytysratkaisuilla, sekä pyrimme niputtamaan työvaiheita yhteen niin, että kaikki ylimääräinen ja asiakkaalle arvoa tuottamaton työ jäisi kokonaan pois. Tuotantoon pyrittiin tuomaan selkeästi suoraviivainen tuotannon alku- ja loppupiste.

2 LEAN

Lean-ajattelu ja toimintamalli on kehitetty Japanissa Toyotan tuotantoperiaatteiden pohjalta. Sen levinneisyys on peräisin autoteollisuudesta, ja tänä päivänä se on johtava toimintamalli lähes kaikilla toimialoilla. Leanin toimintatapoja käyttävät yritykset ovat lähes poikkeuksetta toimialansa tuottavimpia ja nopeimmin kasvavia.

Lean-ajattelu ja sen toimintamallit peilaavat suoraan tuotannon organisointiin sekä jatkuvaan kehitystyöhön. Se on myös kytköksissä yrityskulttuuriin ja henkilöstön mukaan ottamiseen kehityshankkeisiin. Lean-toimintamallissa, toimintaa kehitetään siellä, missä asiakkaan saama arvo todellisuudessa syntyy. Kapeasti ajateltuna Lean management -toimintamallilla pyritään työskentelyolosuhteiden parantamiseen, antamaan työntekijöille mahdollisuus osallistua kehitystyöhön, tekemään yrityksen toimintatavoista tarkoituksenmukaisia sekä parantamaan yrityksen kilpailukykyä asiakasnäkökulmasta lähtien. (Kouri 2010, 6.)

2.1 Historiaa

Lean-ajattelun ja toimintatapojen alkujuuret ovat lähtöisin Japanista, missä toisen maailmansodan aikaan perustetun Toyota Motor Corporationin johto antoi päätuotantoinsinööri Taiichi Ohnolle (1912–1990) tehtäväksi parantaa yrityksen tuottavuutta. Toyotan suurimpana ongelmana oli resurssien niukkuus ja konekannan vanhanaikaisuus. Taiichi Ohnon piti yrittää luoda sellaisia tapoja ja toimenpiteitä, joilla pystyttäisiin tekemään enemmän pienemmillä resursseilla. (Quality Knowhow Karjalainen Oy.)

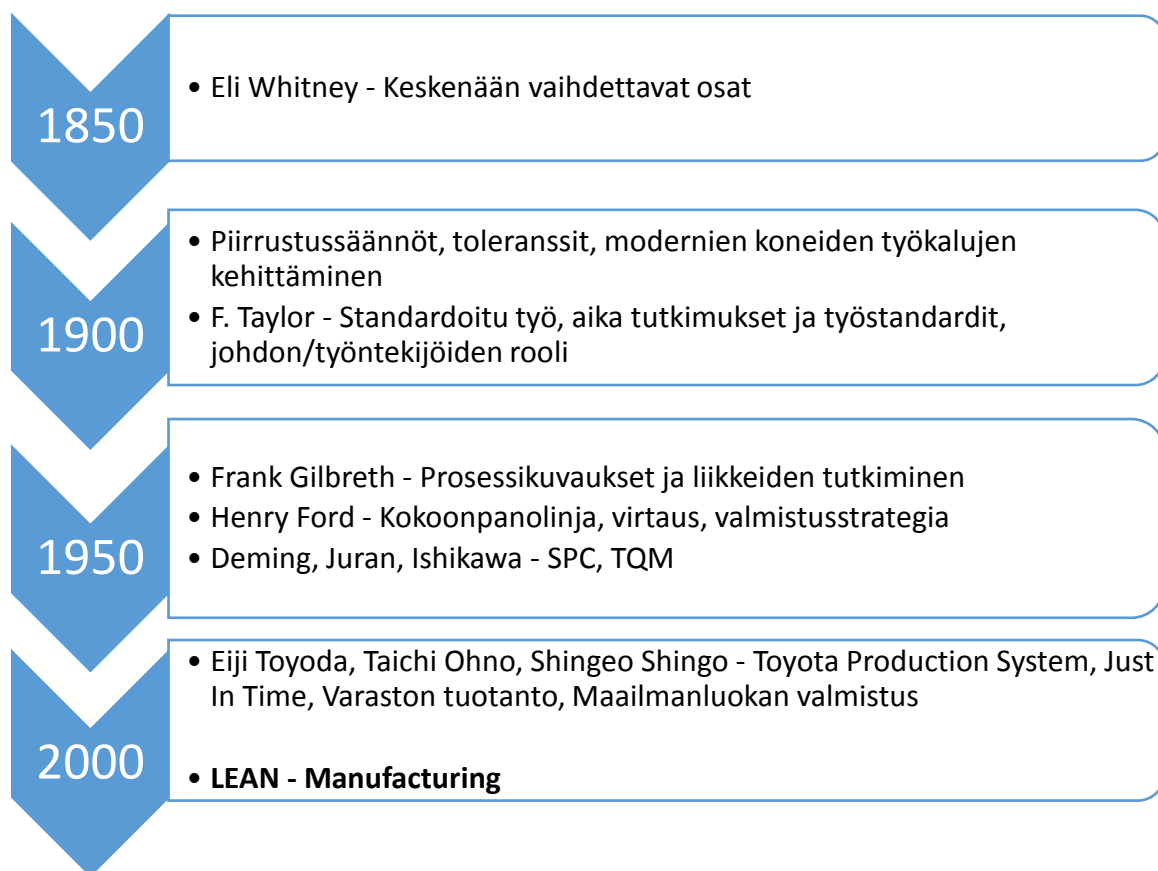
Lean-periaate (Lean valmistus, Lean manufacturing) on alkujaan valmistuskäsite, ja siinä käytetyt monet työkalut ja tekniikat on alkujaan kehitetty palveluorganisaatioissa. Tunnetuin näistä on "Kanban", joka on muunnelma supermarketien tavaraohjauksesta. Supermarket-idea syntyi, kun Toyotan Taiichi Ohno vieraili Piggly Wigglyn supermarketissa (perustettu 1916 Memphisissä). Ohno vieraili opintomatkinsa aikana pääosin massatuotantolaitoksissa Yhdysvalloissa. Hän vieraili muun muassa amerikkalaisissa autotehtaissa, mutta idearikkaimmat vierailut hän teki supermarketeissa. Siellä asiakas sai mitä halusi, silloin kun halusi ja sellaisia määriä kuin halusi. Se oli Ohnolle esimerkillinen tapa toteuttaa imuohjausta. (Quality Knowhow Karjalainen Oy.)

Toyota Production Systemin(TPS) kaikki toimintatavat eivät ole japanilaisten keksimiä, vaan alun perin monet keskeiset ideat ovatkin paljon vanhempia. Toyotan henkilökunta, Ohno mukaan lukien yhdistivätkin monia erilaisia konsepteja, jotka oli keksinyt jo joku muu heitä aiemmin. (Quality Knowhow Karjalainen Oy.)

1900-luvulla syntyneestä Fordin tuotantoideasta alkusysäyksensä saanut ja kehittynyt Toyota Production System on perustana Leanille. 1900-luvun kehityskulku kovametallin työstämisessä ja mittausteknologiassa mahdollistivat pysähtymättömän tuotannonvirtauksen Fordin tehtailla, ja 1930-luvulla saksalainen lentokoneiteollisuus käytti hyväksi tahtiaikaa rytmittämään lentokoneaihioiden yhtäaikaista liikuttamista tuotantolinjalla. Tuolloin Mitsubishin tehdessä yhteistyötä saksalaisten kanssa periaatteet kokivat luonnollisen siirtymän Japaniin ja myös edelleen Toyotalle. Sotien jälkeen Ohno ryhtyi yhdistelemään näitä oppimiaan tuotannon periaatteita, samalla kehittäen monia omia tapoja. (Quality Knowhow Karjalainen Oy.)

Amerikkalaisten konsulttien William, Edwards Demingin, ja Joseph Moses. Juran avulla japanilaiset kokivat ja tekivät laadun ominaisuudeksi, jonka avulla vallataan maailma. Japanilaisten kehittämä laatujohtamisen toimintamalli on ainakin toistaiseksi osoittautunut lyömättömäksi. (Quality Knowhow Karjalainen Oy.)

(jatkuu)



KUVIO 1. Lean-tuotantomenetelmän syntyhistoria (mukaiillen Quality Knowhow Karjalainen Oy)

2.2 Lean-ajattelu yleisesti

Lean on asiakasnäkökulmaa suureen arvoon nostava prosessijohtamisen malli. Se perustuu virtaustehokkuuden maksimointiin ja hukan (menetty aika) minimointiin. Se on siis toiminta ja ajattelutapa, jonka päätavoite on maksimoida virtausta ja jalostusarvon osuutta poistamalla hukkaa. Lean-ajattelu mielletään yleensä hukan poistomenetelmänä, vaikkakin sen perimmäinen tarkoitus on läpimenoajan lyhentäminen. Läpimenoajan lyhentäminen (nopeuden kasvattamisen) on keskeisimpiä päätavoitteita. Jos läpimenoaika ei vähene, yrityksen taloudellista kasvua ei todennäköisesti saavuteta. (Quality Knowhow Karjalainen Oy.)

Lean-toimintatavassa asiakas ja asiakkaan tarpeet ovat numero yksi. Kohdistamalla resurssit asiakkaan tarpeisiin resurssien käyttöasteen sijasta pystytään Lean-työkalujen avulla havainnoimaan kohtia, mitkä

eivät tuota asiakkaalle arvoa. Leanin tavoitteena onkin jatkuva parantaminen ja kehittäminen, ja tätä kautta myös yrityksen kilpailukyvyn kasvattaminen. (Quality Knowhow Karjalainen Oy.)

Jotta jokin keino johtaisi Leanin-toimintasuunnitelman toteuttamiseen, tavoitteena pitää olla vaihtelun minimoiminen tai poistaminen tai kyky virtaustehokkuuden kasvattamiseksi (Modig & Åhlström 2016, 142). Alaluvuissa käsitellään tarkemmin Leanin keinoja ja aputyökaluja. Lean-ajattelua ei tulisi mieltää vain aputyökaluiksi tuotannon ja toiminnan kehittämiseen, vaan siitä pitää tulla yrityksen tapa toimia.

Virtaustehokkuuden ja asiakkaalle tuotettavan arvon takaamiseksi on tärkeää, että koko ajan joku tai jokin vie virtausyksikköä tuotannossa eteenpäin, eli jalostaa sitä. Virtausyksikkö voi olla esimerkiksi informaatiota, materiaaleja, puolivalmisteita tai ihmisiä. Tuotannon muokkaaminen imuohjautuvaksi on tehokkaan virtaamisen avaimia. Tuotteiden valmistusta varastoon pyritään vähentämään, tai mikäli se ei ole mahdollista, tuotteita pyritään valmistamaan mahdollisimman lyhyellä aikamääreellä, tuotantosuunnitelman mukaisesti. Tämän opinnäytetyön kohde yrityksessä pyrittiin järjestelemään tuotantoa niin, että tuotteet virtaisivat mahdollisimman jouhevasti ja selkeässä järjestyksessä kohti valmista tuotetta.

2.2.1 Hukan seitsemän eri muotoa

Lean-toimintatapa ei yksiselitteisesti tarkoita työtahdin kasvattamista, vaan erilaisten tuotannossa esiintyvien turhien työvaiheiden minimoimisella voidaan saavuttaa tehokas tuotantotapa. Hukka ei lisää asiakkaan saamaa arvoa, vaan se estää tehokkaan työn tekemisen. Erilaisten hukan muotojen poistaminen lisää työn tuottavuutta ja parantaa laatua.

Tuotannon hukkien jakaminen eri muotoihin.

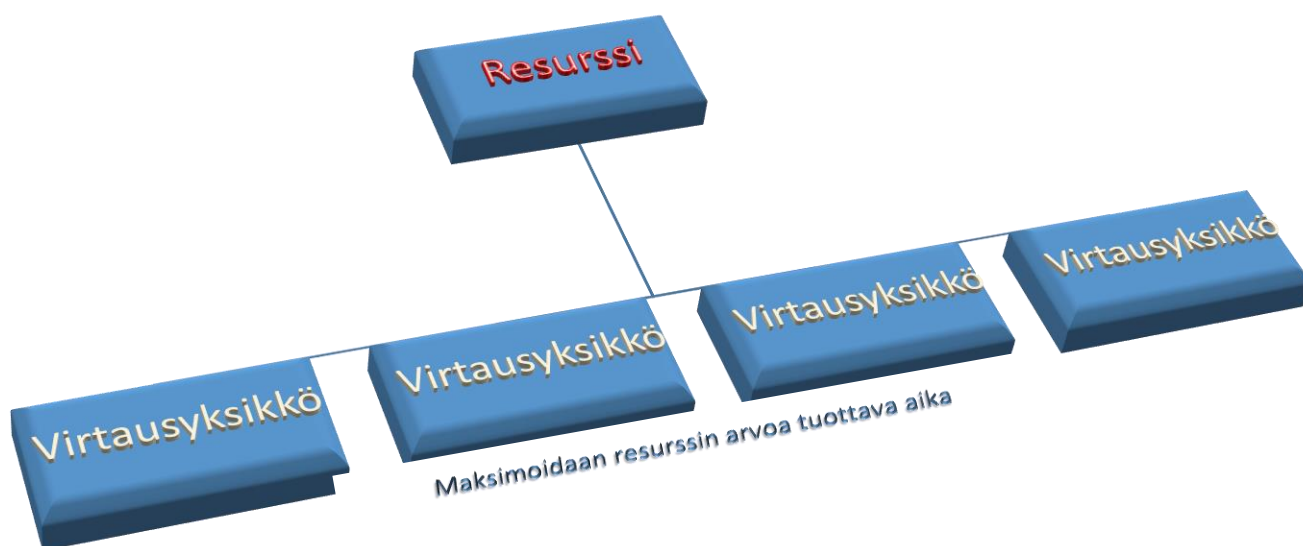
1. Ylituotanto on valmistamista ilman välitöntä tarvetta enemmän. Suuret varastot, eräkoot ja keskeneräinen tuotanto synnyttävät lisää hukkaa. Ylituotannon takia erilaisten ongelmien ja epäkohtien havaitseminen hankaloituu, koska suuret varastot pyrkivät lieventämään ja peittämään niiden vaikutusta.
2. Odottelu ja viivästyksset ovat asiakkaalle arvoa tuottamatonta toimintaa. Materiaalin puutteesta tai kone- ja laiterikoista johtuvat viivästyksset ovat käytännön esimerkkejä tästä.

3. Tarpeeton kuljettaminen ei myöskään lisää asiakkaan saamaa arvoa. Kaikkia tuotteiden ja materiaalin ylimääräistä liikuttelua on pyrittävä välttämään.
4. Laatuvirheet ovat materiaalin sekä tuotantokapasiteetin hukkaamista, mistä seuraa asiakastytymättömyyttä.
5. Tarpeettomat varastot piilottavat ongelmia, tuovat lisäkustannuksia sekä pidentävät läpimenoaikoja.
6. Ylikäsittely ja turhien asioiden tekeminen eivät lisää asiakasarvoa.
7. Tarpeeton liike työskentelyssä: Mikäli eri liikkeet eivät lisää tuotteen arvoa, ovat ne hukkaa.

Työntekijöissä olevan potentiaalin käyttämättä jättäminen olisi listan kahdeksas hukka. Työntekijöillä on tuotannon ja eri menetelmien kehittämiseen paras tieto- ja taitotaso. (Kouri 2010, 10-11.) Tässä opinnäytetyössä laadimme työntekijöille kyselyn, missä he pystyivät tuomaan esille tuotannon eri kehityskohteita.

2.3 Resurssitehokkuus

Resurssitehokkuudesta puhuttaessa (KUVIO 2) nähdään se usein tehokkuuden tarkastelun lähtökohtana. Resurssitehokkuudessa keskipisteenä ovat muun muassa toimitilat, henkilöstö, tietokoneet, työkalut, koneet ja näiden mahdollisimman tehokas hyödyntäminen. Teollisuuden ala on jo yli 200 vuoden ajan luonut toimintansa pohjan resurssien hyödyntämistehokkuuden parantamiseen. Kehityksen periaatteena on, että jokin tehtävä pilkotaan pienempiin palasiin, ja näiden palasten työstäminen annetaan eri organisaatioiden tai ihmisten hoidettaviksi. Kolikon kääntöpuoli on mittakaavaetujen tavoittelu, jossa useampia pieniä tehtäviä niputetaan yhteen, joita eri resurssit hoitavat toistuvasti. Tämä vaikuttaa muun muassa tuotteen yksikkökustannuksiin. (Modig & Åhlström 2016, 9-10.)

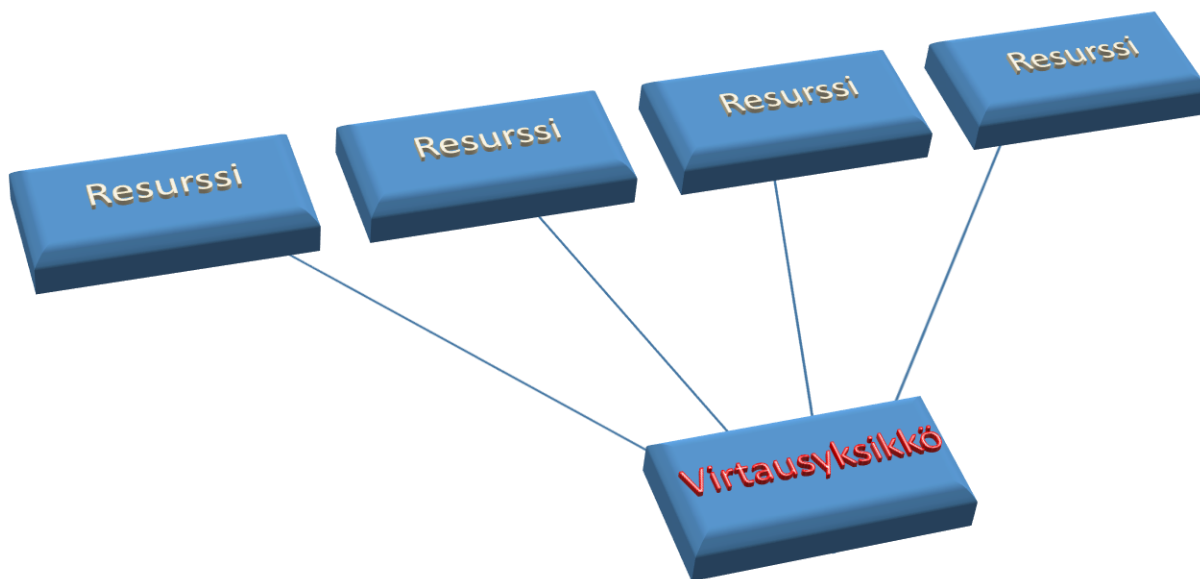


KUVIO 2. Resurssitehokkuus (mukaillen Modig & Åhlström 2016, 21)

2.4 Virtaustehokkuus

Virtaustehokkuudessa tarkastellaan sitä, miten virtausyksikkö etenee prosessin läpi. Läpimenoajan minimoimiseksi on tärkeää tarkastella prosessia virtausyksikön näkökulmasta. Virtausyksikön saama arvo lisääntyy aina, kun jokin resurssi jalostaa sitä (KUVIO 3). Se, missä ajassa tätä arvon lisääntymistä mitataan, voidaan itse määrittellä. Voimme asettaa järjestelmän tai prosessin rajat, johon on määritetty alku ja loppu. (Modig & Åhlström 2016, 13, 22.)

Kun virtaustehokkuus toimii oikein, valmistetaan pieniä sarjoja ilman välivarastointia ja vain asiakkaiden tarpeiden mukaiset määrät. Tämä mahdollistaa sidotun pääoman määrän pienentymisen, ja turhan työn tarve vähenee. (Tuominen 2010, 73.)



KUVIO 3. Virtaustehokkuus (mukaillen Modig & Åhlström 2016, 21)

Virtaustehokkuuden tavoite ei ole asiakkaalle arvoa tuottavien toimintojen nopeuttamisesta, vaan tavoitteena on ennemminkin arvon siirron tiheyden kasvattamisesta ja arvoa tuottamattomien toimintojen karsimisesta (Modig & Åhlström 2016, 28).

2.5 Työnmittaus

Työnmittauksella pyritään selvittämään tietyn työtehtävän suorittamiseen kuluva aika. Työtehtävän suorittamiseen kuluva aika on sidoksissa siihen käytettävään työmenetelmään. Työnmittaukseen käytettäviä tekniikoita on ajankäyttötutkimus tai normaaliaikatutkimus eli kelloikatutkimus,

liikeaikatutkimus, havainnointitutkimus sekä aikalaskelmat. Aikatietoja pystytään määrittämään esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmän kautta saatavan tiedon perusteella. Tutkimusmenetelmää valittaessa on pyrittävä huomioimaan työmenetelmän vaihtelevuus ja käyttötarkoitus. (Ahokas, Tiihonen, Neuvonen, Suikki 2011, 7.)

Työnmittaustuloksia voidaan käyttää useisiin eri käyttötarkoituksiin:

- Tuotannon virtauttaminen ja tasapainotus
- Tavoitteiden määrittäminen
- Layout suunnittelu
- Työpisteiden, työkalujen, työmenetelmien suunnittelu
- Resurssitehokkuuden parantaminen
- Palkkauksen perusteeksi
- Tuotteiden hinnoitteluun sekä kustannuslaskentaan
- Työn kuormittavuus. (Ahokas ym. 2011, 8-9)

Työvaiheajojen analysointi on tärkeässä osassa Lean-valmistusta. Tuotannon tasoittaminen ja virtaavuuden parantaminen pohjautuvat luotettavaan aikatietoon prosessista. Kaiken turhan liikkeen ja odotusaikojen poistaminen tuo jo näkyviä muutoksia valmistukseen. (Ahokas ym. 2011, 21.)

Opinnäytetyön kohde yrityksen tuotannossa tapahtui paljon edestakaisin tapahtuvaa liikettä, mikä on turhauttavaa ja läpimenoaikaa kasvattavaa toimintaa. Uusien layout-suunnitelmien myötä tähän pyrittiin tuomaan muutosta ja parantamaan tuotannon virtaavuutta.

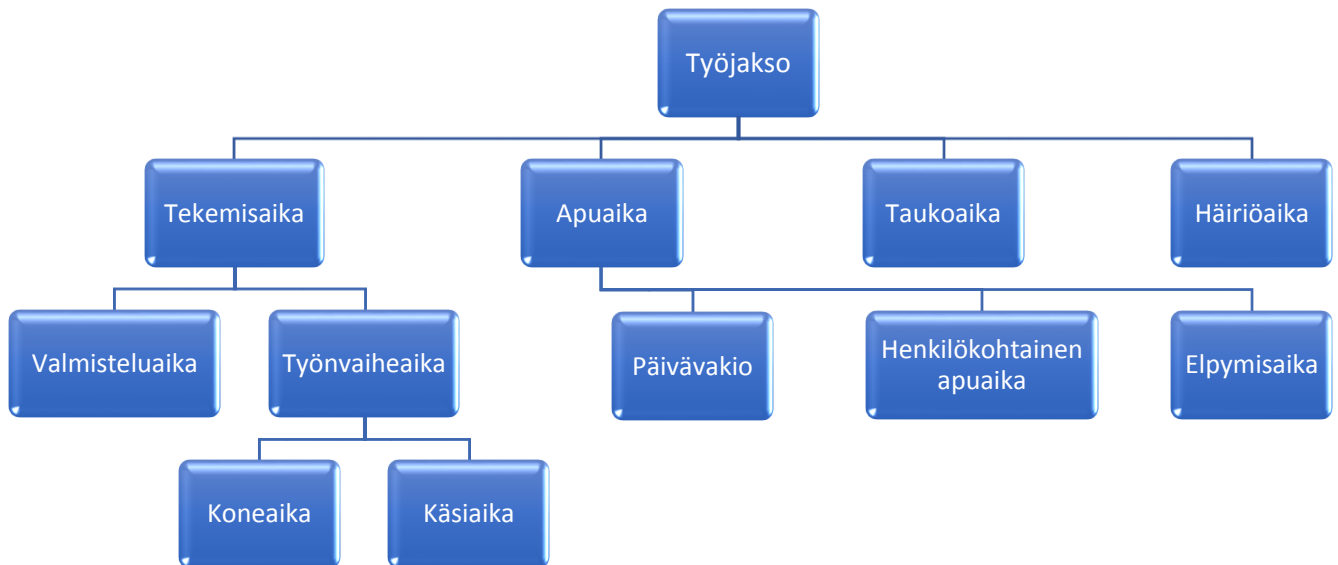
2.5.1 Aikalajit

Käyttökohteesta riippuen ajankäyttötutkimukset pohjautuvat työajan jakamiseen tuottavaan työaikaan sekä aikahäviöön. Ajankäyttötutkimuksen ja sen tietojen analysoinnin tavoitteena on:

- Kartoittaa materiaalin virtaamisen, koneiden käytön sekä työvoiman menetelmissä tapahtuvaa aikahäviön aiheuttajaa ja suuruutta. Tutkimuksen perusteella pyritään pienentämään aikahäviötä
- Apuaikalisän arvioiminen. Apuajalla tarkoitetaan kaikkia niitä toimenpiteitä, jotka ovat työn suorittamisen kannalta välttämättömiä

mutta jotka eivät sisälly tehokkaaseen työaikaan. Tällaisia apuaikoja on esimerkiksi koneiden ja työkalujen huoltaminen ja puhdistus.

Tyypillisimmät ajankäyttötutkimuksen aikalajit voidaan jakaa kuvion 4 mukaisiin lokeroihin.



KUVIO 4 Työjakson jaottelu aikalajeihin (mukaillen Haverila, Uusi-Rauva, Kouri, & Miettinen 2005, 491)

Tekemisaika on ajanjakso, jossa varsinainen tuotteen jalostusarvoa lisäävä työtehtävä suoritetaan. Valmistelu aika on kerran tapahtuva ajanjakso, joka esiintyy ennen jokaista valmistuserää tai valmistussarjaa. Työnvaihe aika on sidoksissa valmistettavaan kappalemäärään. Koneaikaan ei ole työntekijän joutuisuudella juurikaan vaikutusta, kun taas käsiaikaan työntekijä pystyy vaikuttamaan esimerkiksi materiaalin käsittelyllä. Apuaika on varsinaisten työtehtävien ohella tapahtuvaa toimintaa, kuten koneiden huoltoa ja puhdistusta.

Päivävakio koostuu työajan sisällä toistuvasti tapahtuvista tapahtumista, jotka eivät ole riippuvaisia tehtävästä työstä, esimerkiksi työpisteen siivoaminen työpäivän päätteeksi. Henkilökohtainen apuaika on varattu työntekijän henkilökohtaisia tarpeita varten. Työn rasittavuudesta johtuvat toipumisajat luokitellaan elpymisajaksi. Häiriöaikaan luetaan kaikki odottamattomat häiriötilanteet, mitkä haittaavat tuotantoa, esimerkiksi sähkökatkokset tai laiterikot. (Haverila ym. 2005, 492.)

2.5.2 Työn mittaamiseen käytettävät tekniikat

Työhön käytettävän ajan mittaamistekniikaksi pitää valita käyttötarkoitukseen sopiva sekä riittävän mittaustarkkuuden omaava menetelmä. Työmittaamistekniikat ovat:

1) Havainnointitutkimus

- Havainnointitutkimuksessa työaika pilkotaan erilaisiin aikalajeihin, kuten tekemisaikaan, häiriöaikaan, tauko-aikaan ja esimerkiksi apuaikaan, tai useampiin muihin pienempiin kokonaisuuksiin. Havainnointitutkimus on tehokas sen laajuuden takia, ja sen avulla voidaan muodostaa laajempi kuva tuotannosta.

2) Normaali aikatutkimus

- Vakioituihin työtehtäviin ja menetelmiin käytettävän ajan määrittämistä kellon avulla, niin sanotun normaaliajan määrittäminen.

3) Jatkuva ajankäyttötutkimus

- Käytetään silloin, kun työtehtävät tai työjärjestys eivät ole vakioituja. Pyritään jakamaan mittaukset suurempiin kokonaisuuksiin ja niiden kesto-aika on pidempi.

4) Liikeaikatutkimukset

- Liikeaikatutkimukset ovat työn hyvinkin yksityiskohtaista analysointia varten. Työ jaetaan niin pieniin osiin, että niiden suorittamiseen mitatusta ajasta tulee vakio. Mittaukseen ei tarvita lainkaan kelloa, koska ajat ovat vakioituja, ja ajat määritetään valmiiden, yleispätevien aikastandardien mukaan.

5) Aikalaskelmat

- Työaika voidaan laskea koneen tai prosessin suoritusarvojen perusteella.

6) Standardiaikalaskelmat

- Standaardiaikalaskelmassa on joukko erilaisia työnosia, joissa aika, menetelmät ja työnosien sisältö on määritetty. Näiden määritettyjen aikojen avulla pystytään laskemaan työhön tarvittava aika.

Opinnäytetyön kohde yrityksessä työnmittaamistekniikaksi valittiin kelloaikatutkimus, joka sisältää normaalin aikatutkimuksen sekä jatkuvaa ajankäyttötutkimusta.

2.5.3 Solar Kaihtimella tehty tuotannon aikatutkimus

Kellotus tapahtui ajanottokellojen avulla. Taulukossa 1 on merkitty työvaiheisiin käytetty aika ennen uutta layoutia. Taulukkoon 2 on merkitty uuden layoutin mahdollistamat ajat. Työlistan (softa) laatimiseen käytetty aika on pysynyt suurin piirtein samana, koska työpisteen paikka on pysynyt ennallaan uudessa layoutissa. Uusi layout nopeutti läpimenoaikaa parhaimmillaan noin 40 prosenttia.

TAULUKKO 1. Kellotus alkuperäisen layoutin aikana

KPL	SOFTA	KOTELO	KANGAS	KOKOONPANO	NARUTUS	PAKKAUS	KOKONAISAIKA
1	0:02:13	0:03:13	0:14:36	0:03:04	0:11:37	0:02:56	0:44:15
3	0:02:33	0:04:25	0:37:47	0:10:51	0:55:28	0:03:55	2:23:24
6	0:03:29	0:09:52	0:45:11	0:26:46	1:58:16	0:07:07	4:10:05
12	0:07:12	0:14:06	0:59:36	0:44:14	3:56:35	0:12:46	6:45:42

TAULUKKO 2. Kellotus uuden layoutin aikana

KPL	SOFTA	KOTELO	KANGAS	KOKOONPANO	NARUTUS	PAKKAUS	KOKONAISAIKA
1	0:02:03	0:01:06	0:05:59	0:03:34	0:09:51	0:01:50	0:35:26
3	0:02:41	0:03:18	0:16:44	0:09:56	0:28:26	0:02:31	1:54:31
6	0:03:20	0:07:12	0:21:36	0:13:46	0:56:58	0:06:07	3:06:54
12	0:07:13	0:11:50	0:44:18	0:29:49	1:41:04	0:09:46	4:15:33

2.6 Littlen laki

Littlen lain avulla pystytään arvioimaan prosessissa tapahtuvaa läpimenoaikaa. Littlen laki pätee huolimatta siitä, miten prosessin rajat, eli alku ja loppu on määritelty. Sekä keskeneräisten

virtausyksiköiden että jaksoajan määrittely riippuu siitä, millaisiksi olemme määritelleet prosessia koskevan järjestelmän rajat. (Modig & Åhlström 2016, 34.)

Keskeneräisillä virtausyksiköillä tarkoitetaan kaikkia virtausyksiköitä, jotka ovat valitun järjestelmän rajojen sisäpuolella. Siihen sisältyvät kaikki ne virtausyksiköt, jotka ovat jo sisällä prosessissa mutta eivät ole vielä valmiina. Jaksoaika on kahden virtausyksikön prosessista poistumisen välillä kuluva keskimääräinen aika. Littlen lain ajatuksena on resurssien tehokas käytettävyys ja kuormittaminen. Tuotannossa parempi vaihtoehto on, että virtausyksikkö odottaa resurssin vapautumista kuin että resurssi odottaisi virtausyksikköä. Tämä on tosin eräänlainen paradoksi, sillä läpimenoaika kasvaa, mikäli keskeneräisiä virtausyksiköitä alkaa kasaantua. (Modig & Åhlström 2016, 34-36.)

Littlen lakia noudattava läpimenoajan alkuperäinen laskukaava oli muotoa:

$$L = \lambda W$$

missä L on jonossa olevien yksiköiden lukumäärä, λ on keskimääräinen jonoon saapumisnopeus, ja W on keskimääräinen jonotusaika. Kaavasta näkee sovelluksen:

Läpimenoaika = jonossa olevien yksiköiden määrä x yksittäisen asian käsittelyn jaksoaika.

Kaavasta käytetään nykyään päivitettyä versiota:

$$WIP = TH \times CT \text{ tai } CT = WIP / TH$$

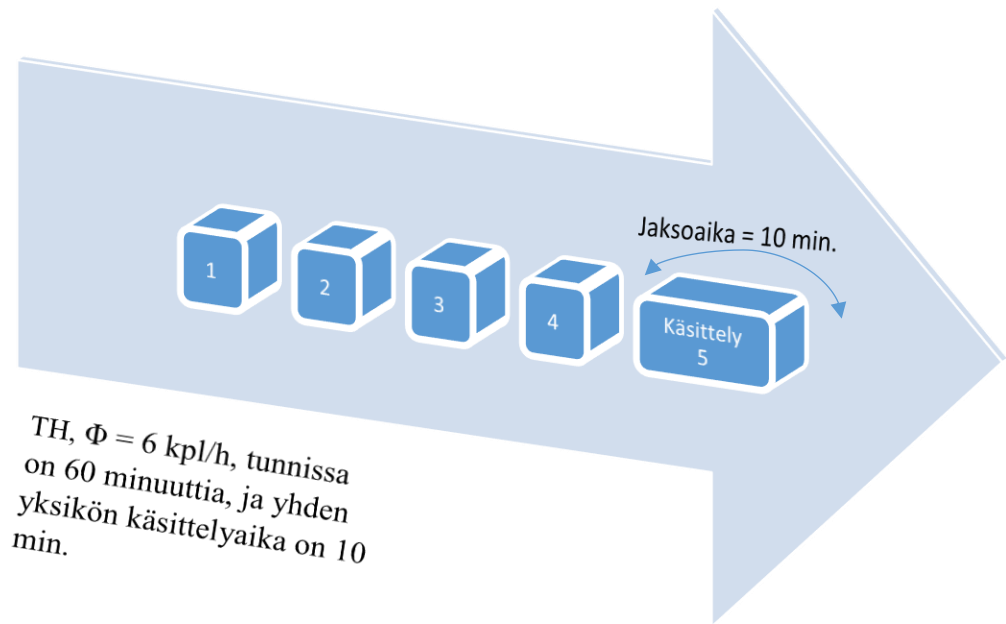
missä WIP on varastot tai keskeneräinen tuotanto, TH on läpimeno, ja CT on jaksoaika.

Kolmas sovellus mahdollisuus kaavalle on:

$$\text{läpimenoaika} = WIP / \Phi \text{ (vuo)}$$

missä WIP pitää sisällään valmistamiseen tarvittavat raaka-aineet, keskeneräisen tuotannon sekä valmiit tuotteet. Vuo on prosessista valmistuneiden asioiden kappalemäärä/aikayksikkö.

Esimerkkilaskelmassa (KUVIO 4) on jonossa neljä yksikköä, ja yhden yksikön käsittely on juuri alkamassa. Littlen lakia seuraten pystytään arvioimaan jonoon seuraavana saapuvan yksikön läpimenoaika.



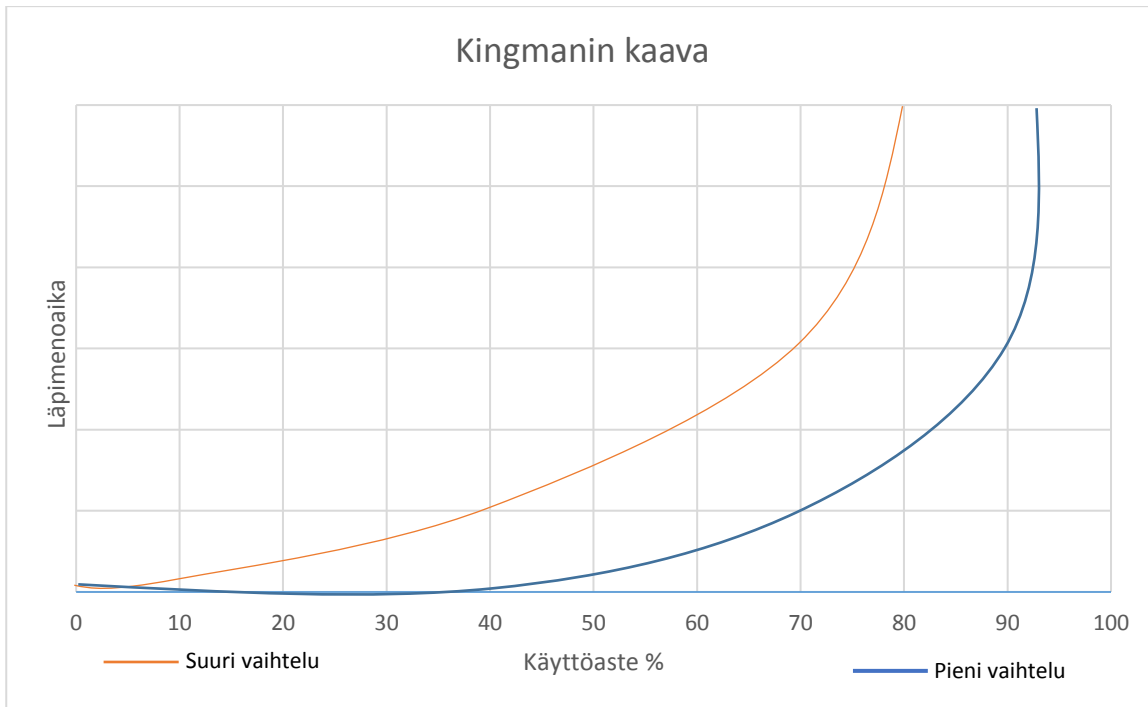
KUVIO 5. Littlen laki (mukaillen Quality Knowhow Karjalainen Oy)

Jonotusaika = käsiteltävien yksilöiden määrä x käsittelyaika, 50 minuuttia = 5 yksikköä x 10 minuuttia / yksikkö.

Kokonaisjaksoaika = keskeneräinen työ / läpimeno, 50 min = 5/6 tuntia = 5 yksikköä:6 yksikköä/tunti.

2.6.1 Kingmanin kaava

Prosessien toiminnan ymmärtäminen edellyttää, että tunnistetaan prosessin pullonkaulat, prosessin vaihtelut, läpimenoaika, sekä resurssitehokkuuden välinen yhteys. Erityisesti prosessin vaihtelulla on suuri merkitys virtaustehokkuuteen. Prosessin vaihtelu ja sen vaikutukset täytyy ymmärtää, jotta ymmärtäisi paremmin virtaustehokkuutta. Kingmanin kaavassa (KUVIO 6), tarkastellaan vaihtelun, läpimenoajan sekä resurssitehokkuuden välistä yhteyttä.

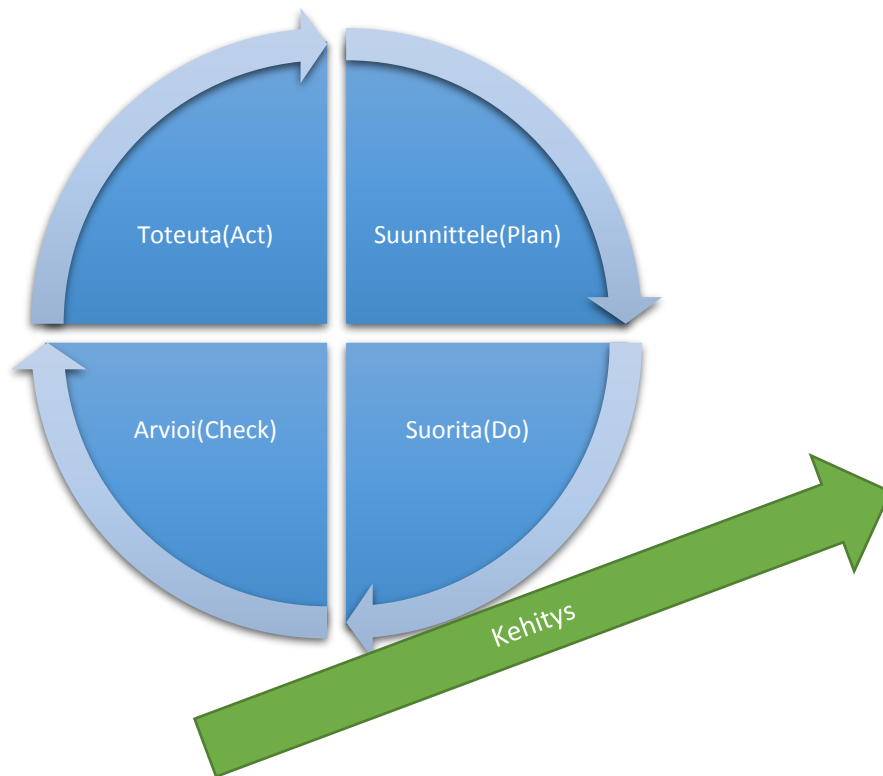


KUVIO 6. Kingmanin kaava (mukaillen Modig & Åhlström 2016, 42)

Resurssien käyttöasteella on läpimenoaikaan suuri vaikutus. Mitä lähempänä sadan prosentin käyttöastetta ollaan, niin sitä enemmän kasvaa myös läpimenoaika. Kuviosta 5 nähdään myös, että pienellä vaihtelulla suhteessa resurssien käyttöasteeseen, saavutetaan pienemmät läpimenoajat. Vaihtelun lisääntyminen kuormittaa niin resursseja kuin kasvattaa läpimenoaika.

2.7 Kaizen-Jatkuva parantamista

Lean-toiminta pohjaa jatkuvaan ja systemaattiseen kehittämiseen ja parantamiseen. Tuotannon ja tuotteiden kehitystyön vastuu jakaantuu kaikille työntekijöille. Leanin kehittämisen tavoitteena ei ole välttämättä uudet ja mullistavat innovaatiot, vaan pienistä perusasioista voi lähteä liikkeelle. Jokainen työntekijä voi miettiä omalla kohdallaan, miten pystyisi parantamaan ja helpottamaan omaa työskentelyään. Yhteistyössä muiden työntekijöiden kanssa voi miettiä, mikä vaikeuttaa työntekoa tai miten yhteistyötä voitaisiin kehittää. Ongelmien esiintuominen antaa alkusysäyksen kehitystyölle, jonka seurauksena niin työntekijöiden, yrityksen, laadun, kuin prosessin toimivuuden laatu ja kannattavuus paranevat. (Kouri 2010, 14-15.)



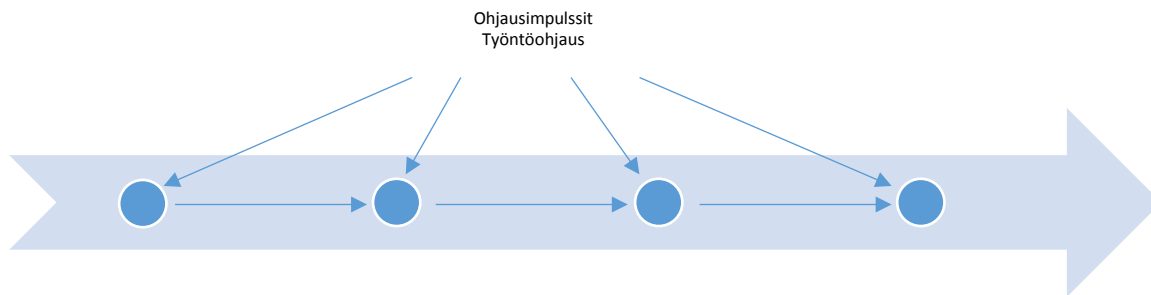
KUVIO 7.PDCA-sykli, jatkuva parantaminen (mukaillen Kouri 2010, 15)

Kuviossa 7 PDCA-sykli on jatkuvan parantamisen perinteisimmästä päästä oleva työkalu. PDCA:n avulla pyritään systemaattiseen toiminnan kehittämiseen pienin askelin. Jatkuvan kehittämisen avulla muutosten vakiinnuttaminen sekä työntekijöiden tehokas hyödyntäminen kehitystoiminnassa luo muutoksille myönteisempää asennetta ja näin ollen muutosvastarinta vähenee. PDCA-sykli ei pysähdy koskaan, vaan jatkuva kehittäminen tuo askel kerrallaan suurempia muutoksia. (Haverila ym. 2005, 381-382.)

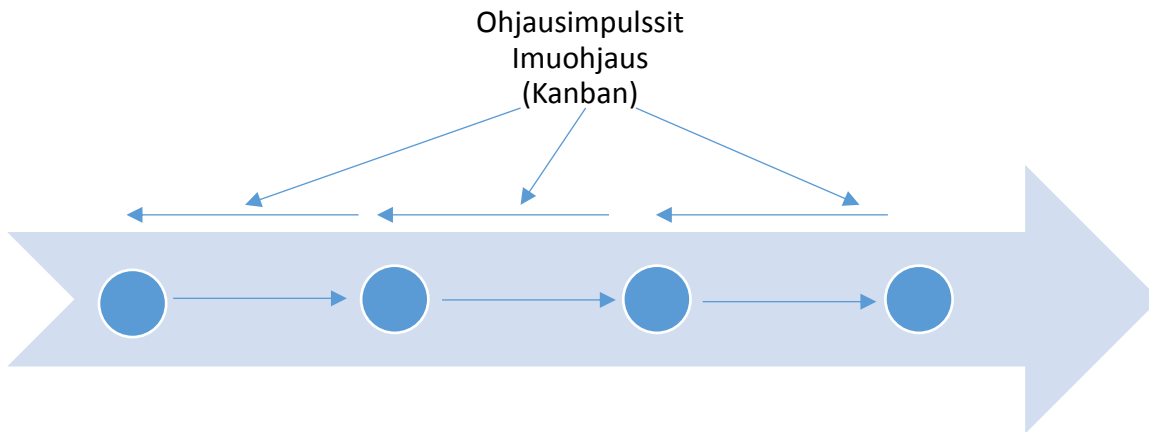
Jatkuvan parantamisen mallissakin prosesseja täytyy tarkastella asiakasnäkökulmasta ja sieltä missä asiakkaan saama arvo syntyy. Tuotannossa syntyvän hukan, kuten materiaalien siirtojen, ylituotannon, varastointien, odotuksien sekä turhien liikkeiden minimoiminen lisäävät asiakkaan saamaa arvoa.

2.8 Kanban

Kanban on viestintä ja tuotannon ajoitustyökalu, joka mahdollistaa JIT-tuotannon. JIT tulee sanoista Just In Time, eli juuri oikeaan aikaan. Kanbanit ovat käytännössä manuaalisia tai tietokoneella avustettuja viestintäkortteja. Kanban-menetelmällä suoritettava tuotanto pyrkii toimimaan ilman varastoja tai vähäisillä varastoilla ja valmistamaan tuotteita vain asiakkaiden tarpeista tai tuotannon seuraavan vaiheen tarvitsevan määrän. Kanban on tuotannon imuohjausjärjestelmä, joka eroaa työntöohjauksesta niin, että tuotannon ohjausimpulssi etenee lopusta kohti alkupäätä (KUVIO 8). Työntöohjauksessa tuotteet niin sanotusti vain puskettaisiin tuotannosta läpi. (Haverila ym. 2005, 423.)



KUVIO 8. Työntöohjaus (mukaillen Haverila ym. 2005, 423)



KUVIO 9. Imuohjaus (mukaiillen Haverila ym. 2005, 423)

Imuohjauskortteja, eli Kanbaneita on kahta tyyppiä, valmistuskanbaneita, ja kuljetuskanbaneita. Kuljetuskanban-kortti on jonkin komponenttilaatikon kyljessä, kun se saapuu kokoonpanopisteelle. Komponenttilaatikkoa otettaessa käyttöön siirtyy kuljetuskanban-kortti keräilypisteelle, josta se taas jatkaa matkaansa komponentin valmistajalle. Valmistaja pakkaa laatikkoon kuljetuskanban-kortin ilmoittaman määrän tuotetta. Tuotteet kuljetetaan kokoonpanopisteelle, samalla noutaen uudet kuljetuskanban-kortit keräilypisteiltä (KUVIO 9). Yhdestä tuotteesta voi olla liikkeellä useampia kanban-kortteja, mikä takaa jalostettavien komponenttien riittävän määrän koko toimitusketjun aikana. (Haverila ym. 2005, 423-424.)

Komponenttien valmistajalla on omat valmistus-kanbankorttinsa. Nämä valmistus-kanbankortit ovat osavalmistajan varastoissa, komponenttilaatikoissa kiinni. Komponentteja pakattaessa lähetettäväksi tuotantoon vapautuvat nämä kanban kortit. Valmistus-kanbankortit siirretään tuotannon alkupäähän, jotta voidaan aloittaa valmistus-kanbanin mukainen tuotanto. Kun valmistus-kanbanin mukainen tuotanto on saatu valmiiksi, valmistus-kanbankortti kiinnitetään komponenttilaatikkoon ja siirretään varastoon. (Haverila ym. 2005, 424.)

Kanban-menetelmässä tuotanto voidaan visualisoida yksinkertaisella taululla. Taulun avulla nähdään, kuinka suuria jonoja ja työmääriä käynnissä olevassa prosessissa on. Tämä auttaa ymmärtämään ja kehittämään prosessin läpimenoaikoja. Karkeasuunnitteluvaiheessa tarvittavien kanban-korttien määrä sekä kuljetus- ja tuotantoerien koko lasketaan. Kysynnän vaihdellessa voidaan kanban-korttien määrää ja eräkokoja muuttaa. (Haverila ym. 2005, 424-425.)

Alla on Esimerkki yksinkertaisesta Kanban-tilusta (TAULUKKO 3).

TAULUKKO 3. Esimerkki Kanban-tilusta. (mukaillen Lehtonen, Tuomivaara, Rantala, Käänsälä, Mäkilä, Jokela, Könnölä, Kaisti, Suomi, Isomäki, Ylitolva 2014)

<u>Tehtävät työt</u>	<u>Työn alla(Max.3)</u>	<u>Valmiit työt(Max.3)</u>	<u>Käyttöön otetut</u>
H	F	B	A
I	E	D	C
J	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
K		G	
L			
M	Tehtävää M, voidaan ruveta tekemään, koska työjonossa on tilaa.	Tehtävä G on saatu valmiiksi.	

2.9 5S

Lean-ajattelun yksi kulmakivi on, että laadukasta ja tuottavaa työtä voidaan ainoastaan tehdä siistissä ympäristössä. Tällaisen toiminnan kehittämiseen ja ylläpitämiseen on kehitetty 5S-työkalu. 5S-työkalun viiden kohdan avulla, pyritään kehittämään kurinalainen ja systemaattinen tuotantoympäristö. (Kouri 2010, 26-27)

5S-työkalu ei ole vain siivousohjelma tai -kampanja, vaan se tulisi mieltää jokapäiväiseen työntekoon liittyväksi toimintamalliksi. 5S:n tavoitteena on, että työpisteeltä poistetaan kaikki ylimääräinen, esimerkiksi koneet, työkalut, materiaalit ja tiedostot. Kaikki mikä estää tehokasta tuotannon virtaamista on turhaa, eli Lean-toimintatavan mukaan hukkaa. Jokaiselle asialle on oma määrätty paikkansa, ja

työpisteet siistitään ja järjestellään. Tällaiseen menettelyyn pitää jokaisen sitoutua ja toiminnantaso täytyy vakiinnuttaa. 5S-työkalun toteuttaminen käytännössä tapahtuu seuraavasti:

- 1) Lajittele (Seiri) materiaalit, työkalut, muut tavarat tarpeellisuuden mukaan. Työpisteestä poistetaan ylimääräiset työkalut ja tarpeettomat tavarat ja materiaalit.
- 2) Järjestä (Seiton) kaikille tarvittaville työvälineille ja materiaaleille asianmukainen sijoituspaikka. Tarkoituksenmukaiset sijoituspaikat merkitään selvästi
- 3) Puhdista ja huolla (Seiso) laitteet, koneet ja työkalut
- 4) Standardisoi/Vakiinnuta (Seiketsu) kaikki toimenpiteet. Siivoaminen ja järjestelyt tehdään systemaattisesti osana päivittäistä työntekoa
- 5) Ylläpidä/Toista (Shitsuke) vakiintuneita käytäntöjä. Vaiheet 1-3 ovat jatkuvasti käytössä. (Kouri 2010, 27)

5S-ohjelmassa niin sanottu kuudes S tulee viiden S:n päälle lähes automaattisesti, nimittäin turvallisuus. Kun työpisteet ovat oheistuotteineen siistissä järjestyksessä, työskentelyolosuhteet ovat stabiilit ja turvalliset.

5S-menetelmän etuina prosesseista tulee tuottavampia ja läpimenoajat lyhenevät. Hukka pienenee ja työturvallisuus paranee, ja siistissä ja turvallisessa työpaikassa on mielekkäämpi työskennellä. Kun ympäristö on siisti ja järjestyksessä, saatavilla on ainoastaan tarvittava määrä työkaluja ja materiaaleja, jolloin turhat varastoinnit ja etsimiset loppuvat. Siisti ympäristö tuo mukanaan kykyä havainnoida mahdollisia ongelmia ja poikkeamia tuotannossa.

Solar Kaihtimen tuotantotilojen materiaalihallintaa on kuvattu kuvissa 1-9 ennen systemaattista 5S:än toteutusta.



KUVA 1. Solar Kaihtimen alkuperäinen materiaalinhallinta ennen 5S-työkalua



KUVA 2. Materiaalin hallinta ennen 5S-työkalun käyttöä

Kuvassa 3 on 5S-työkalun avulla selkeytetty materiaalin varastointia



KUVA 3. Selkeämpi materiaalin varastointi

Kuvassa 4 on alkuperäinen kotelosalkojen varastointi.

(jatkuu)



KUVA 4. Alkuperäinen koteloiden varastointi

Kuvassa 5 on selkeämpi ja kompaktimpi koteloiden varastointimenetelmä. Ennen kotelot varastoitiin vaakasuunnassa, mikä vei paljon tilaa. Uudessa varastointitavassa käytettiin hyödyksi tuotantotilojen korkeutta, ja varastointitavaksi muodostui pystyhyllyt.

(jatkuu)



KUVA 5. Selkeämpi koteloiden varastointi

Kuvassa 6 on alkuperäinen komponenttien järjestys työpisteellä.

(jatkuu)



KUVA 6. Alkuperäinen komponenttien järjestys työpisteellä

Kuvassa 7 on 5S-työkalua käyttämällä aikaan saatu selkeämpi järjestys komponenttien työpisteelle.

(jatkuu)



KUVA 7. Selkeämpi komponenttien järjestys

Kuvissa 8 ja 9 on selkeytetty komponenttien järjestystä tuomalla tarvittava välivarasto samaan pisteeseen muiden asennusosien kanssa.



KUVA 8. Alkuperäinen komponenttipöytä, ilman välivarastoa



KUVA 9. Välivarasto tuotu osaksi komponenttipöytää

3 TUOTANTOPROSESSIT

Yrityksen tuotantoprosessin suunnittelu vaatii aikaa ja perehtymistä yrityksen tuotantoon. Tässä luvussa käsitellään valmistusprosessien keskeisiä periaatteista ja menetelmiä. Layout- suunnittelu pitää sisällään tehtaan koneiden, laitteiden ja materiaalivirtojen suunnittelun. Työsuunnittelussa keskitytään työmenetelmien, työvaiheiden ja työpisteiden suunnitteluun. (Haverila ym. 2005, 475.)

Valmistusprosessia sekä työtehtävien toteutustapaa suunniteltaessa on otettava huomioon, kuinka merkittävästi ne vaikuttavat tuotannon tavoitteiden toteutumiseen sekä valmistuksen kannattavuuteen. Valmistusmenetelmät, koneet ja laitteet sekä työskentelytavat on valittava siten, että otetaan huomioon tuotannolle asetetut tavoitteet. Tuotantoprosessiin tehdyt valinnat vaikuttavat suoraan tuotannon kustannustehokkuuteen, laatuun, joustavuuteen sekä aikakilpailukykyyn. (Haverila ym, 2005, 475.)

Layoutin suunnitteluun ja toteutukseen saadaan kulumaan aikaa, työtä ja rahaa. Hyvällä layoutilla on kuitenkin suuri merkitys tuotannon sujuvuuden ja tehokkuuden kannalta. Hyvä layout on turvallinen työntekijöille ja mahdollisille vierailijoille. Se on organisoitu siten, että materiaalivirta olisi mahdollisimman tehokas. Hyvä layout minimoi tuotteen läpäisyajan sekä työntekijöiden turhat liikkeet. Auttaa tuottamaan hyvää laatua ja pyrkii hyödyntämään käytettävissä olevan tilan tehokkaasti. (Reijo Rautauoman säätö sr.)

3.1 Layout-suunnittelu

Layout on termi, jota käytetään, kun tuotantojärjestelmän komponentit sijoitetaan uuteen järjestykseen. Layout-suunnittelun avulla saadaan mm. koneille, laitteille, toiminnoille, varastopaikoille ja kulkureiteille oikea sijainti. Layoutsuunnittelun kannalta merkityksellistä on, minkälaiset tavoitteet tuotantoprosessilla on, sillä tuotannossa käytössä olevat koneet, valmistusmenetelmät ja työskentelytavat valitaan tavoitteiden pohjalta. (Haverila ym, 2005, 475.)

Layout-suunnittelu on monimutkainen prosessi, johon vaikuttaa suuri määrä erilaisia tekijöitä. Tuotantojärjestelmän layout on aina kompromissi, koska kaikkien tekijöiden suhteen optimaalista ratkaisua ei yleensä ole. Layout-suunnittelun peruslähtökohtina voidaan pitää neljää eri tekijää. Ensimmäinen tekijä on tuotteiden rakennetiedot, jotka kuvaavat käytettäviä puolivalmisteita,

komponentteja sekä raaka-aineita. Toinen tekijä on työvaiheistus, joka kertoo tuotteen työvaiheet sekä niiden järjestyksen. Kolmantena tekijänä on tuotantomäärä, jonka perusteella mitoitetaan tuotantokoneisto ja määritellään tuotantomuoto ja -tekniikka. Neljäntenä tekijänä on tuotannon aikajänne, joka kertoo, kuinka pitkän ajan tuotanto tulee säilymään suunnitelman mukaisena. Aikajänteen pituus vaikuttaa investointien kannattavuuteen ja tukitoiminnot kertovat, mitä valmistusta tukevia toimintoja tarvitaan. Tukitoimintoja ovat esimerkiksi sosiaalililat, työkaluhuolto, jätteiden käsittely ja paineilmakehityslaitteisto. (Haverila ym, 2005, 481.)

Layout-suunnittelun tärkeimpänä tavoitteena on materiaalivirtojen tehokas suunnittelu. Materiaalien kuljetuskerrat ja -matkat on pyrittävä minimoimaan osastojen ja työpisteiden sijoittelua suunniteltaessa. Hyvän layoutin tunnistaa siitä, että materiaalivirrat ovat selkeitä, layout mahdollistaa muutoksien tekemisen, materiaalien siirtoa on minimaalisesti, ja kuljetusmatkat ovat lyhyet. Lisäksi erityisosaamisen valmistus on keskitetty, tehtaan sisäiset palvelut löytyvät läheltä ja materiaalien vastaanotto ja jakelu ovat tehokasta. Myös sisäinen kommunikaatio on helppoa, valmistusvaiheiden erityistarpeet huomioidaan, tila on tehokkaassa käytössä ja työturvallisuus ja -tyytyväisyys on huomioitu. (Haverila ym, 2005, 482.)

3.1.1 Layout-tyypit

Riippuen siitä, miten työnkulku ja tuotantolaitteet sijoitellaan, layoutit voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin: tuotantolinjalayoutiin, funktionaaliseen layoutiin ja solulayoutiin.

3.1.1.1 Tuotantolinjalayout

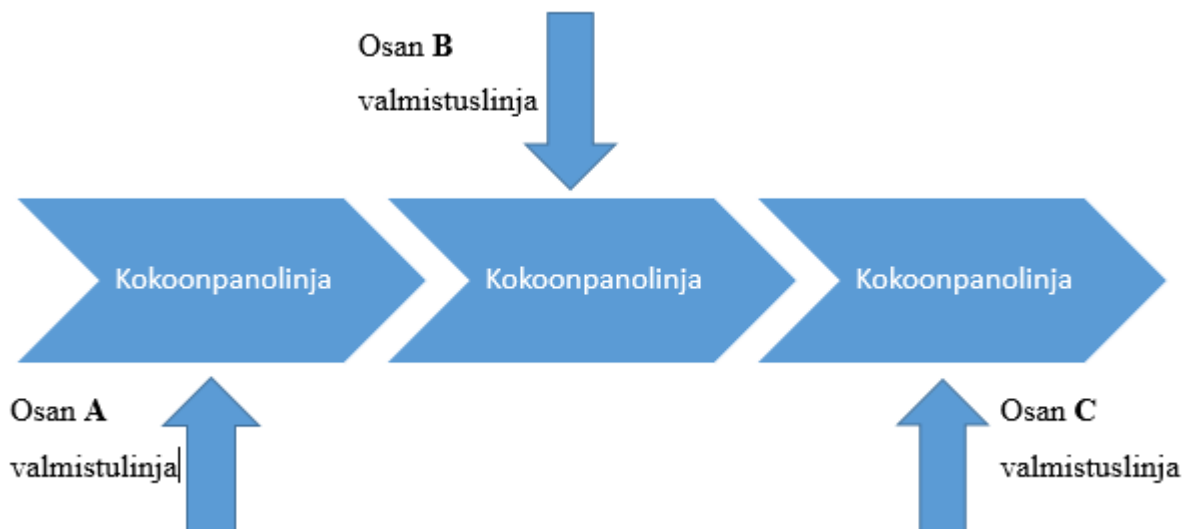
Tuotantolinjalayoutissa koneet ja laitteet sijoitetaan siihen järjestykseen, missä valmistettava tuote valmistetaan. Tuotantolinjassa keskitytään tietyn tuotteen valmistukseen. Valmistuksessa ja kappaleen käsittelyssä pyritään siihen, että se on automatisoitua ja tehokasta. Työnkulun on oltava selkeää ja eri työvaiheiden välillä voidaan tarvittaessa käyttää mekaanisia kuljettimia. (Reijo Rautauoman säätiö sr.)

Tuotantolinjassa linja voi olla nk. pakkotahtinen, kuten esimerkiksi autotehtaassa tai vapaatahtinen, jolloin tuotanto kulkee linjamaisesti, mutta materiaalin siirtyminen työpisteestä seuraavaan ei ole ajastettua (KUVIO 10). Suuren volyymin ja korkean kuormitusasteen tuote/tuotteet soveltuvat parhaiten

pakkotahtiselle linjalle, joka on mahdollista kehittää hyvin tehokkaaksi. Pakkotahtinen linja sietää huonosti häiriöitä, koska pienikin muutos vaikuttaa koko linjan tuottavuuteen. Vapaatahtisella linjalla sallitaan suurempia vaihteluita tuotteiden valmistuksessa. (Reijo Rautauoman säätiö sr.)

Tuotantolinjalayoutissa laadunhallinta on tärkeää, koska linja kykenee tuottamaan myös virheellisiä tuotteita ja näin ollen häiriöiden aiheuttamat kustannukset saattavat olla suuria. Kun on selkeä työnkulku, linjan tuotannonohjaus on helppoa ja näin ollen tuotantolinjaa ohjataan käytännössä yhtenä kokonaisuutena. (Haverila ym, 2005, 475.)

Tuotantolinjalayoutin tunnusmerkkeinä ovat pienet yksikkökustannukset, vähän keskeneräisiä töitä, jäykkä tuotepolitiikassa, vaikea rakentaa, suuri häiriöalttius, tuotannonohjauksen helppous sekä joustamattomuus kapasiteetin lisäämisessä. Tuotantolinjalayoutin kuormitusaste on 80-100 %. (Haverila ym, 2005, 477.)



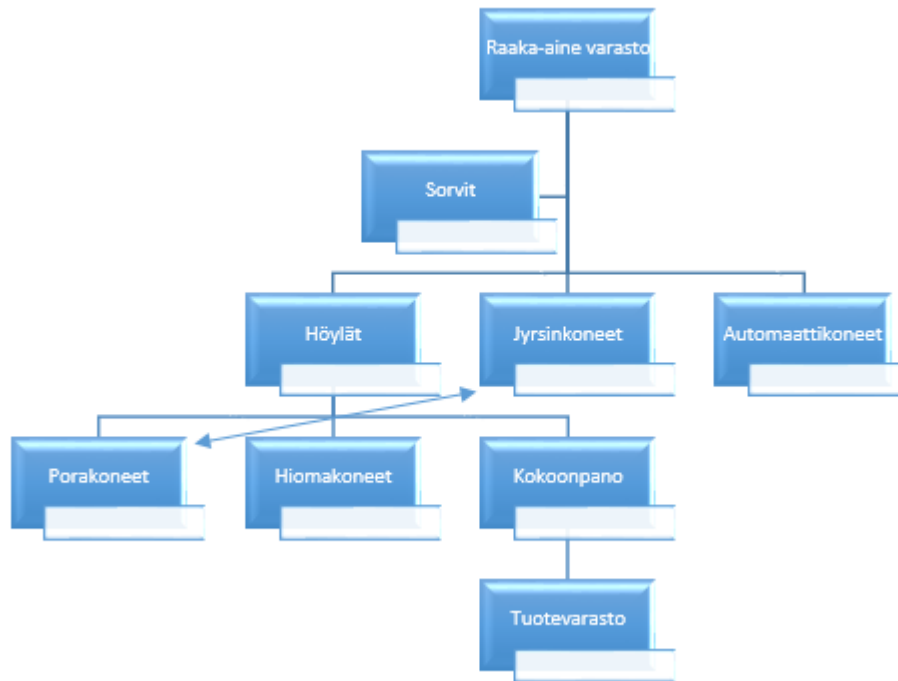
KUVIO 10. Tuotantolinjalayoutin periaatekuva (mukaillen Haverila ym, 2005, 476)

3.1.1.2 Funktionaalinen layout

Funktionaalisisessa layoutissa koneet ja työpisteet on ryhmitelty työtehtävien samankaltaisuuden perusteella. (KUVIO 11) Esimerkiksi sirkkelöinti, kankaan leikkaus, jysintä, kokoonpano ja pakkaus ovat omia osastojaan. Tässä tuotantotyypissä tuotantomäärät ja tuotetyypit voivat vaihdella huomattavasti. Koneet ja laitteet ovat monipuolisesti toimivia yleiskoneita, joilla voidaan valmistaa erilaisia tuotteita. Tuotteet voidaan valmistaa sekä yksittäiskappaleina että sarjoina. Automaatiota tässä layoutmallissa on hankala käyttää, koska työkulut saattavat poiketa toisistaan. Pääsääntöisesti tuotannonohjaus perustuu eri koneille jonottavien töiden järjestelyyn. Koska töitä saattaa tulla vaihdellen, ohjaus työvaiheesta toiseen saattaa olla hankalaa. Työjonot saattavat kasvattaa keskeneräisen tuotannon määrää ja näin ollen pidentävät tuotannon läpäisyäikää. Työpisteiden etäisyydet toisiinsa nähden saattaa nostaa materiaalien kuljetus- ja käsittelykustannuksia. Laadunhallinta on myös hankalaa. (Haverila ym, 2005, 476.)

Funktionaalisen layoutin tunnusmerkkejä ovat suuret yksikkökustannukset, joustava tuotepolitiikassa sekä pieni häiriöalttius. Funktionaalisen layoutin tunnistaa myös keskeneräisten töiden määrästä sekä tuotannonohjauksen haasteellisuudesta. Funktionaalinen layout on helppo rakentaa ja se joustaa kapasiteetin lisääntyessä. Funktionaalisen layoutin kuormitusaste on 60-90 %. (Haverila ym, 2005, 477.)

Jos vertaa tuotantolinjalayoutiin, funktionaalinen layout on helpompi ja halvempi toteuttaa. Funktionaalinen layout mahdollistaa kapasiteetin kasvattamisen sekä erilaisten tuotteiden valmistamisen. Tosin tuottavuus on heikompi ja kuormitusasteet saattavat jäädä keskimääräistä matalimmaksi. (Haverila ym, 2005, 476.)



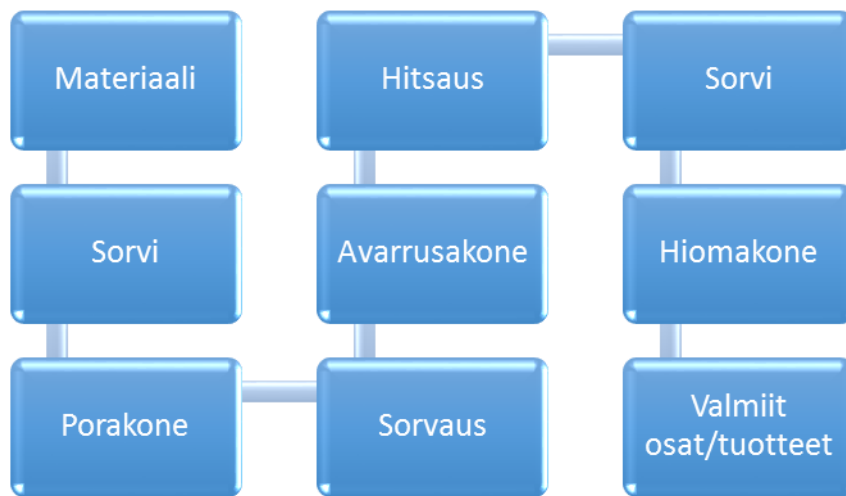
KUVIO 11. Funktionaalisen layoutin periaatekuva (mukaillen Haverila ym, 2005, 477).

3.1.1.3 Solulayout

Solulayoutia voidaan pitää tuotantolinjalayoutin ja funktionaalisen layoutin välimuotona. Tämä layout muodostaa ryhmän, joka koostuu eri koneista ja työpaikoista. (KUVIO 12) Solulayout on erikoistunut tiettyjen osien valmistamiseen tai työvaiheiden suorittamiseen. Solujen läpäisyajat ovat lyhyet. Materiaalivirta kulkee selkeästi ja turhia välivarastoja ei ole. Solu valmistaa joustavasti niitä tuotteita, joiden valmistukseen se on suunniteltu. Siirtyminen tuotteesta toiseen on nopeaa. Jos solu toimii hyvin, se hoitaa itsenäisesti myös pienet kuormitusvaihtelut sellaisten aputöiden avulla, joita ei voi siirtää eteenpäin tai tehdä edeltä käsin. (Haverila ym, 2005, 477.)

Valmistettavien tuotteiden tuotantomäärät ja eräkoot saattavat vaihdella paljonkin. Tuotteita saatetaan valmistaa yksittäiskappaleina tai pieninä sarjoina. Koska solu muodostaa vain yhden kuormituspisteen, sen tuotannonohjaus on helppoa. Laadunvalvonta on helppoa, koska valmistusvaiheet suoritetaan peräkkäin samalla alueella. Virheet löydetään helposti. Solussa työskentelevät henkilöt vastaavat

tehtäviensä suunnittelusta ja suorittamisesta itse. Näin ollen työntekijät voivat itsenäisesti suunnitella työnjaon ja tehtävien kierrättämisen. (Haverila ym, 2005, 478.)



KUVIO 12. Solulayoutin toimintaperiaatekuva (mukailen Haverila ym, 2005, 478)

3.1.1.4 Tuotetehtaat ja verstaat

Suuren tuotantolaitoksen toiminta voidaan jakaa pienempiin erikoistuneisiin yksiköihin, tuotetehtaisiin tai verstaisiin. Nykyään tuotetehtas on vakiintuneempi termi. Tuotetehtas toimii itsenäisenä organisaationa, joka vastaa oman tuotteen tai osansa valmistuksesta. Tuotannon jako tuotetehtaisiin tapahtuu tuotteen tai valmistusteknologian mukaan. Usein tuotetehtaalla on oma johto sekä tuotannon ja materiaalitoimintojen suunnittelu. Tavallisesti tuotetehtas työllistää 30-100 henkilöä. Tuotetehtaiden tarkoituksena on pyrkiä nostamaan tuottavuutta ja yksinkertaistamaan toiminnanohjausta. Tuottavuutta nostavat tuotetehtaan erikoistuminen sekä selkeät talous-, - tuottavuus- ja laatuvarustaisuus. Tuotetehtaan tuotantoprosessia voidaan kehittää ja automatisoida. (Haverila ym, 2005, 478.)

3.2 Layoutin valinta

Layoutin valinnassa ratkaisevina asioina ovat tuotevalikoiman laajuus sekä tuotettavien tuotteiden määrä. Tuotantolinjalayout valitaan silloin, kun tuotetaan suuria määriä samantyyllisiä tuotteita. Funktionaalinen layout taas valitaan silloin, kun valmistettavien tuotetyyppien määrä on suuri, mutta tuotantomäärät pienet. Solulayoutia käytetään silloin, kun valmistetaan eri tuotteita toistuvasti, muttei

kuitenkaan niin paljon, että pitäisi muodostaa oma tuotantolinja. Soluissa eri tuotteiden valmistaminen on joustavampaa kuin tuotantolinjassa. (Haverila ym, 2005, 479.)

Tehtaan layout muodostuu erityyppisistä solulayouteista. Layout saattaa vaihdella tuotantoprosessin vaiheen mukaan. Esimerkiksi tuotteiden kokoonpano on solussa ja osat valmistetaan funktionaalisessa tai tuotantolinjalayoutissa. Tuotantoautomaatio on lisännyt valmistukseen joustavuutta. Asetusajat ovat lyhyet vaihdettaessa tuotteesta toiseen, ja näin voidaan valmistaa erityyppisiä tuotteita joustavasti samassa tuotantoprosessissa. (Haverila ym, 2005, 480.)

Solar Kaihdin Ky:lle valitsimme layoutin, joka mukaillee tuotantolinja- ja solulayoutia. Osa verhomalleista valmistetaan suurina määrinä ja osa malleista on sellaisia, joita menee yksittäiskappaleina. Uudessa valmistuslinjassa valmistetaan useita verhomalleja, joissa alkuvalmistelut ovat lähes samat kankaan lävistämiseen saakka. Tämä mahdollisti myös ryhmäteknologian käyttämisen layoutia suunniteltaessa. Ryhmäteknologiasta kerrotaan seuraavassa kappaleessa enemmän.

Kuvista 10 ja 11 näkee, kuinka uusi layout on auttanut materiaalien hallinnassa ja käsittelyssä.



KUVA 10. Kankaan leikkaus ennen uutta layoutia



KUVA 11. Kankaan leikkaus nykyään.

3.3 Ryhmäteknologia

Ryhmäteknologia on termi, jota käytetään menetelmästä, joka pyrkii hyväksikäyttämään eri tuotteiden valmistuksen samankaltaisuutta tuotantoprosessin suunnittelussa. Ryhmäteknologiaa sovellettaessa analysoidaan osien tai tuotteiden valmistusmenetelmiä ja -vaiheita ja pyritään muodostamaan ryhmiä, joita voidaan valmistaa samoilla resursseilla. Riittävän valmistusmäärän saavuttaminen on tavoite solu- ja linjatuotannon aloittamiseksi. (Haverila ym. 2005,480.)

3.4 Työmenetelmien suunnittelu

Työmenetelmät vaikuttavat suuresti yrityksen tuottavuuteen. Tehokkaat menetelmät mahdollistavat edullisemman, laadukkaamman ja nopeamman tuotteen valmistuksen kuin tehtävään huonosti soveltuvat työmenetelmät. Menetelmien tarkalla suunnittelulla taataan se, että yrityksen

kokonaistuottavuus rakentuu yksittäisten työtehtävien ja toimintojen tehokkuudesta. (Haverila ym. 2005,490.)

3.4.1 Työmenetelmien suunnittelun periaatteita

Työmenetelmä kertoo, kuinka koneita, työtä ja materiaalia käytetään valmistustehtävän suorittamiseksi. Yleensä tuotteen valmistustehtävät on mahdollista toteuttaa usealla tavalla, ja usein valitaan edullisin menetelmä, joka kuitenkin takaa tuotteelle halutun laadun. Tuotannon parhaat tulokset saadaan yleensä siinä vaiheessa, kun ne otetaan huomioon tuotteen suunnittelun varhaisessa vaiheessa. Näin saadaan yrityksen valmistusprosessille mahdollisimman hyvä alku. (Haverila ym. 2005, 490.)

Työmenetelmien suunnittelu on hyvin lähellä yrityksen tuotantojärjestelmän suunnittelua. Koneet, laitteet ja työpisteet ovat määritetty valmistusmenetelmässä. Tuotantojärjestelmää ja layoutia on mahdollista muuttaa jopa kuukausittain tuotteiden ja työmenetelmien vaihtuessa. (Haverila ym. 2005,490.)

Työmenetelmiä voi suunnitella yhteen työvaiheeseen tai laajempaan valmistuskokonaisuuteen. Riippuen tehtävän laajuudesta, menetelmäsuunnittelu voidaan tehdä yksittäisen työvaiheen tai useamman työvaiheen ja materiaalikäsittelytehtävän muodostaman työkulun suunnitteluun. Työmenetelmien suunnittelu liittyy läheisesti seuraaviin valmistuksen suunnittelutehtäviin:

- **Työkulun suunnittelu.** Tässä vaiheessa otetaan huomioon työtehtävän eri valmistusvaiheet ja niiden keskeinen järjestys. Valmistuksessa huomioidaan edulliset menetelmät, jotka tuottavat mahdollisimman hyvää laatua olevia tuotteita. Työkulun on sovelluttava yrityksen valmistusjärjestelmälle.
- **Työpaikan ja työtavan suunnittelu.** Työpaikan menestyksen salaisuutena on hyvä työmenetelmien suunnittelu. Työntutkimuksia voidaan käyttää hyödyksi työtavan suunnittelussa.
- **Koneiden käyttötapa.** Tuotantoprosessi pyritään tekemään mahdollisimman tehokkaaksi. Pullonkaulat voidaan poistaa hyvällä työmenetelmä suunnittelulla ja näin ollen tehokkuus kasvaa.
- **Työryhmän työskentely.** Tuotannossa käytettävät solulayoutit ovat lisänneet ryhmätyöskentelyä. Ryhmätyön negatiiviset puolet ovat siinä, että saadaan eri tehtävät ja työvaiheet tasapainoon.

- **Tuotantovälineiden valinta.** Tuotantokoneiden valintaan vaikuttavat monet tekijät. Investointipäätöksen lisäksi on selvitettävä eri menetelmien kustannukset ja tuottavuus.
- **Työvälineiden suunnittelu.** Työvälineitä suunniteltaessa on huomioitava kyseisen valmistusmenetelmän kustannukset, työmenetelmän tehokkuus ja varmuus sekä laadun varmistaminen.

4 KEHITYSMENETELMÄT

SALATTU

4.1 CAD-luonnokset ja layoutin valinta

SALATTU

4.2 Tuotannon lähtötilanne ja parantaminen

SALATTU

5 NYKYHETKI

Uusissa tuotantotiloissa tehdyt muutokset ovat aikaan saaneet virtaavamman tuotannon, josta on karsittu paljon ylimääräisiä osia ja liikkeitä pois. Työn mielekkyys on kasvanut, työpisteet ovat siistit ja tuotannon kapasiteetin nostamista on helpompaa suunnitella jatkossa.



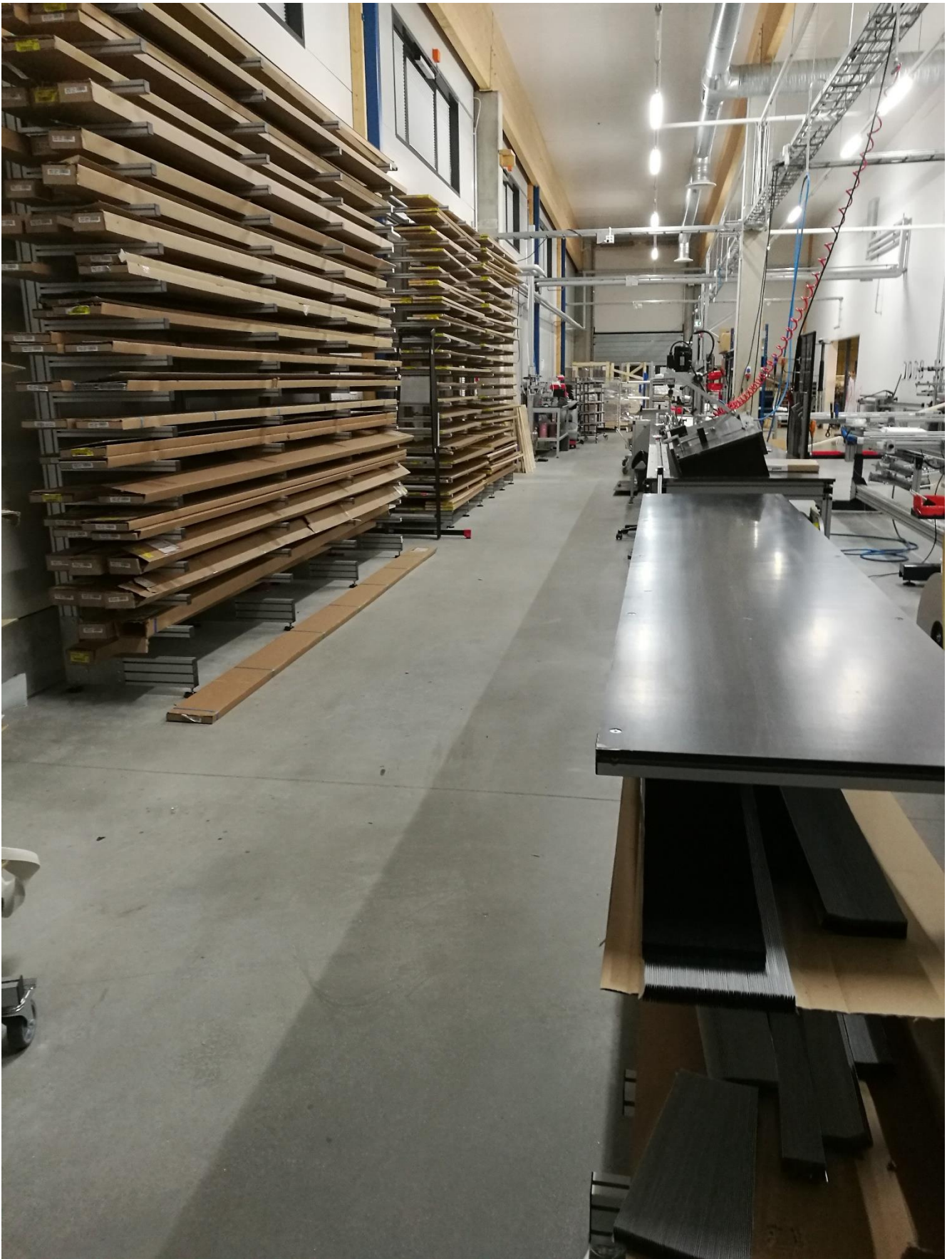
KUVA 22 Alkuperäinen tuotanto



KUVA 23. Tuotannon nykytila



KUVA 24. Alkuperäinen tuotanto



KUVA 25. Tuotannon nykytila



KUVA 26. Alkuperäinen tuotanto



KUVA 27. Tuotannon nykytila



KUVA 28. Alkuperäinen tuotanto



KUVA 29. Tuotannon nykytila



KUVA 30. Alkuperäinen tuotanto



KUVA 31. Tuotannon nykytila



KUVA 32. Alkuperäinen tuotanto



KUVA 33. Tuotannon nykytila



KUVA 34. Alkuperäinen tuotanto



KUVA 35. Tuotannon nykytila

6 YHTEENVETO

Lähdimme työhön pienin odotusarvoin, joten osasimme hieman aavistella, mitä työ tulisi pitämään sisällään. Jukan aikaisempi kokemus valmistavasta teollisuudesta antoi meille eväitä valmistautua annettuun tehtävään. Jukka pyrki tuomaan oman, niin sanotun ulkopuolisen näkökulmansa tuotannon suunnitteluun. Jukan tavoitteena oli havaita Solar Kaihtimen tuotannosta sellaisia kohtia, mitä niin sanotusti rutinoitunut työntekijä ei välttämättä ole osannut huomioida.

Kunnossapitovastaava sekä toimitusjohtaja Pekka Junnikkala antoi pikakurssin Solar Kaihtimen tuotantoon. Apua tai lisää tietoa saimme aina pyytäessämme. Työssä onnistuimme mielestämme hyvin, ja työvaiheiden eteneminen selkiytyi meidän mielestämme paljon. Edestakaista kulkemista työpisteiden välillä pystyttiin vähentämään merkittävästi. Uuden laajennusosan muoto aiheutti hieman ongelmia koska tilaa ei ollut leveys suunnassa kovin paljoa. Yhteistyössä pyrimmekin hyödyntämään tilaa niin, että siellä olisi looginen järjestys ja työturvalliset olosuhteet. Mielestämme yrityksellä on nyt hyvä ponnistuslauta kehittää entisestään tuotantoaan uusien säleverhotuotteiden parissa.

Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella layout uuteen laajennusosaan. Alkuperäisessä layoutissa koneet ja laitteet oli sijoiteltu väärin, kangashyllyissä eri kangastyypit olivat sekaisin, komponentit oli ryhmitelty huonosti, ja työkalut olivat aina hukassa. Myös työergonomia kärsi alkuperäisessä layoutissa. Esimerkiksi kankaiden etsimiseen ja käsittelyyn meni turhaa aikaa, kun noin 5 metriä pitkiä kangaslaatikoita täytyi kaivaa esiin toisten laatikoiden alta. Työkaluja oli vain muutamia, ja niitä joutui aina etsimään toisilta työpisteiltä. Suunnitteluvaiheessa oman haasteensa antoi laajennusosan malli, joka on mittasuhteiltaan pitkä ja kapea. Suunnittelua auttoi se, että Anne työskentelee verhojen parissa, joita valmistetaan laajennusosassa. Layoutin suunnittelu sujui hyvässä yhteishengessä. Teoriaosuus jaettiin kirjoittajien välillä siten, että Jukka kirjoitti Leanista ja Anne tuotantoprosesseista, muuten teimme opinnäytetyön yhdessä.

Uusi layout on ollut hyvin käytännöllinen verhojen valmistuksessa. Turhat liikkumiset ovat karsiutuneet, ja materiaalien hallinta on helpompaa. Työergonomia on huomattavasti parempaa kuin ennen. Työvälineitä on nyt jokaisella työpisteellä, joten niiden etsimiseen ei mene turhaa aikaa. Ja mikä parasta, tuotteiden valmistus on selkeytynyt ja nopeutunut. Mielestämme onnistuimme työssä hyvin.

Opinnäytetyössä suunniteltiin ja toteutettiin uusi layout vekkiverhojen tuotantoon. Lisäksi teetettiin uusia komponentti- ja kangashyllyjä valmistusmateriaalien varastointiin. Projektin ansiosta tuotannon

virtaus on selkeytynyt, työpisteet ovat työnkulkua ajatellen oikealle paikoillaan, valmistusvirheet ovat vähentyneet ja layout mahdollistaa kapasiteetin kasvattamisen tulevaisuudessa. Henkilöstö on ollut tehtyihin muutoksiin tyytyväinen, ja työn mielekkyys on parantunut, koska tavaroiden etsiminen, ja turhat liikkeet ovat vähentyneet. Yrityksen kannalta opinnäytetyö saavutti tavoitteensa ja onnistui hienosti. Tuotantoa on tästä hyvä kehittää edelleen, koska perusasiat ovat kunnossa. (Pekka Junnikkala 2017.)

LÄHTEET

- Ahokas P., Tiihonen J., Neuvonen J., & Suikki M. 2011. Työntutkimuksen käsitteitä, menettelytapoja ja käyttökohteita, EK-SAK Saatavissa: teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/file_attachments/tyomarkkinat_kannustava_palkkaus_palkkaustapoja_tyontutkimuksen_menettelytavat.pdf Viitattu 9.4.2017
- Haverila M., Uusi-Rauva E., Kouri I., & Miettinen A. 2005. Teollisuustalous. 5. painos. Tampere: Infacs Oy
- Junnikkala Pekka. Sähköposti: 3.10.2017 Pekka Junnikkala
- Kouri I. 2010. Lean taskukirja. Helsinki: Teknologiateollisuus ry
- Lehtonen T., Tuomivaara S., Rantala V., Känsälä M., Mäkilä T., Jokela T., Könnölä K., Kaisti M., Suomi S., Isomäki M., Ylitolva M. 2014. Kanban taulu. Saatavissa: <http://trc.utu.fi/embedded/kasikirja/1/4/> Viitattu 22.7.2017.
- Modig N., Åhlström P. 2016. Tätä on LEAN. Ruotsi: Rheologica Publishing
- Quality Knowhow Karjalainen Oy. Leanin historia. Saatavissa: <http://www.sixsigma.fi/fi/lean/leanin-historiaa/> Viitattu 26.2.2017.
- Quality Knowhow Karjalainen Oy. Littlen laki. Saatavissa: <http://www.sixsigma.fi/fi/lean/littlen-laki/> Viitattu 10.6.2017.
- Quality Knowhow Karjalainen Oy. Tätä on Lean. Saatavissa: <http://www.sixsigma.fi/fi/lean/yleinen/> Viitattu 26.2.2017.
- Reijo Rautauoman säätio sr. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tuotannon-layout/> Viitattu 16.4.2017
- Tuominen K. 2010. LEAN-Kohti täydellisyyttä. Juva: A Bonnier Group Company

Haastattelu

1. Mitä parannettavaa mielestäsi nykyisissä työpisteissä olisi? Merkitse parannusehdotukset liitteenä olevaan kuvaan.

2. Kerro, mitä kehitysideoita sinulla olisi työsi ergonomian, ja viihtyvyyden parantamiseksi.

3. Onko työpisteillä olevat työkalut tarpeellisia? Mitä tarvitset useimmiten? Mitä et tarvitse lainkaan?

4. Ovatko kaikki työvaiheet tarpeellisia?

5. Vapaa sana.

LIITE 1/2

