



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

LINJATUOTANTOSUUNNITTELU

Linja- ja paikkakokoonpanon vertailu

TEKIJÄ/T: Antti Tossavainen
EK16SS

Työstä poistettu osioita salauksen vuoksi.

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Konetekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä(t) Antti Tossavainen			
Työn nimi Linjatuotanto suunnittelu – Linja- ja paikkakokoonpanon vertailu			
Päiväys	12.5.20	Sivumäärä/Liitteet	32/3
Ohjaaja(t) Mikko Nissinen / Savonia AMK			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) J5L-Production Oy / Juha Repo			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli vertailla paikkakokoonpanoa ja linjakokoonpanoa. Tarkoituksena oli myös tarkastella, kuinka linjakokoonpano voidaan toteuttaa nykyisissä tiloissa. Tulevaisuuden näkymät yrityksessä ovat hyvät, jolloin nykyisen paikkakokoonpanon kapasiteetti ei ole enää riittävä. Uudella linjakokoonpanolla haluttiin tehostaa kokoonpanon vaiheita ja saada siitä parempi hyöty irti.</p> <p>Työ aloitettiin käymällä läpi teoriaa paikka- ja linjakokoonpanoista. Tällöin pyrittiin vertailemaan niiden eroavaisuuksia sekä heikkouksia ja vahvuuksia toisiinsa nähden. Teoriaosiossa käsiteltiin asioita käytännön toimenpiteiden kannalta ja kuinka kokoonpanon pitäisi linjakokoonpano-tyyppisessä tuotannossa toimia. Tässä yhteydessä käsiteltiin myös layout-suunnittelun vaiheet ja niiden teoriapohja.</p> <p>Linjakokoonpanoa aloitettiin luomaan yhdelle ajoneuvoalustamallille, jolloin aihealue ei muodostunut liian suureksi. Linjakokoonpanon selvitykseen kuului muodostaa listaus kokoonpanon työvaiheista ja työajoista. Sekä näiden tietojen pohjalta toimiva layout-suunnitelma kokoonpanolinjastolle.</p> <p>Työn tuloksena löydettiin nykyisestä tuotannosta mielenkiintoisia piirteitä, niin positiivisia kuin negatiivisia. Työn tuloksena saatiin suunnitelma linjakokoonpanolle ja sen layout-ratkaisuille. Linjakokoonpanolla arvioidaan olevan merkittävä etu, jos linjaan liittyvät osa-alueet saadaan toimimaan halutulla tavalla. Suurimpia kehitysharppauksia tulee olemaan erilaiset kokoonpanoon liittyvät tekniikat ja käytännöt. Tulosten näkyminen tulee jäämään tulevaisuuteen, koska suunnitelmien käyttöönoton ajankohtaa ei tiedetä.</p>			
Avainsanat linjakokoonpano, paikkakokoonpano, layout			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Antti Tossavainen			
Title of Thesis Designing a Product Assembly Line - Comparison of Line and Positional Assembly Production			
Date	12.5.20	Pages/Appendices	32/3
Supervisor(s) Mikko Nissinen Savonia / University of Applied sciences			
Client Organisation /Partners J5L-Production Oy / Juha Repo			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to compare positional assembly and line assembly production. The aim was also to evaluate how line assembly could be executed in present facilities. It seems that the company's future sights are good in which case positional assembly becomes might become insufficient. The meaning of the new line assembly was to make main assembly stages more efficient and get better benefit of it.</p> <p>The work was started by going through theory of positional assembly and line assembly lines. The aim was to compare their differences and also weaknesses and strengths. In the theory section the focus is on practical matters so there would be reference on how things should work in typical assembly lines. Also layout planning and its theory are discussed.</p> <p>It was started to create the assembly line on one vehicle chassis, so that the topic of the thesis would not become too wide. The idea was to create a list of main assembly work stages, work times and to form an assembly line layout based on the gathered information.</p> <p>As a result of the study interesting positive and negative features were found in the present production. A design for the assembly line and layout solution were made. It is estimated that line assembly may offer considerable benefits if it works in the desired way. Different assembly techniques and policies will be the most evolving steps. The exact date for implementing the plans is not available yet.</p>			
<p>Keywords assembly line, line assembly, positional assembly, layout</p>			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	YRITYS.....	6
2.1	J5L-Production Oy.....	6
2.2	Ajoneuvot.....	6
3	KOKOONPANOJEN ERILAISET KÄYTÄNNÖT	8
3.1	Paikkakokoonpano	9
3.2	Linjakokoonpano.....	9
3.3	Lean	10
3.3.1	Arvo	10
3.3.2	Arvovirta	10
3.3.3	Virtaus	10
3.3.4	Imuohjaus	10
3.3.5	Täydellisyys	10
3.4	Six Sigma	11
3.5	Kapasiteetti	11
3.6	Läpäisy aika.....	12
3.7	Siirtyminen paikkakokoonpanosta linjakokoonpanoon.....	12
4	KOKOONPANON LAYOUT KÄYTÄNNÖT	14
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	17
	LIITE 1:.....	18
	LIITE 2:.....	19
	LIITE 3:.....	20

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tilaajana on J5L-Production Oy. J5L-Production Oy on erikoisajoneuvoja valmistava yritys. Tuotteita on moneen erilaiseen käyttötarkoitukseen ja eri ammattialoille. Opinnäytetyö kohdistuu ambulanssien tuotantoon. Tuotteiden rajaaminen helpottaa opinnäytetyön rajaamista. Tämä mahdollistaa linjakokoonpanon tutkimisen tuotteille.

Olen kiitollinen sekä tyytyväinen opinnäytetyön aiheeseen ja toivon sen edistävän yrityksen toimia. Opinnäytetyö aihe esittää hyvin ammattialani kuvausta ja käsittelee kaikkea suunnittelusta tuotannonohjaukseen. Työ toimii varmasti hyvänä käyntikorttina ja edistää ammattiosaamistani.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia linjakokoonpanon mahdollisuuksia yrityksessä ja samaan aikaan kehitetään siihen liittyviä osa-alueita. Tutkimuksessa käytetään modernin tuotannonohjauksen taustatietoa. Tätä sovellettuna pyritään luomaan sopivin mahdollinen ratkaisu yrityksen käyttöön.

Opinnäytetyön aihe on mielenkiintoinen, koska se sisältää lähes kaikkia konetekniikan osa-aloja. Kaikkia opinnäytetyöhön liittyviä osa-aloja ei käsitellä, koska niiden laajuuden koko kasvaisi liian suureksi. Osa-alueiden toimintoihin otetaan näkökulma, tarkoituksenaan on tiivistettynä tuoda ilmi, kuinka linjatuotannossa osa-alueiden kuuluisi olla toimiakseen lähtökohtaisesti oikein. Muut tuotantotekniikan osa-alat koskivat lähinnä tuoterakennetta, tuotannonohjausta ja materiaalivirtojen käsittelyä.

2 YRITYS

Tämän osion tarkoituksena on esitellä yritys mille opinnäytetyö suoritetaan. Tarkoituksenaan kertoa perustietoa yrityksestä, tuotteista ja toiminnasta.

2.1 J5L-Production Oy

J5L-Production Oy on perustettu vuonna 2008. Yritys on yksi johtavista erikoisajoneuvovalmistajista Suomessa. Yritys toimii Pohjois-Savossa Alapitkällä 3000m² tiloissa. Yritys työllistää ja on työllistänyt viime vuosina noin 35 henkilöä. Yrityksen tarkoituksena on laajentaa toimintaa vienti markkinoille. Laadukkaasta toiminnasta kertoo sertifikaatti ISO 9001:2015-johtamisjärjestelmästä. (J5L-Production Oy, 2020)

2.2 Ajoneuvot

Päätuotteina yritys valmistaa ambulansseja, johtoajoneuvoja sekä vartiointi- ja turva-ajoneuvoja. Muihin erikoisajoneuvoihin kuuluu myös ATV-mönkijät ja moottoripyörät. Tuotanto määrältään suurin tuote on ambulanssit ja niiden alustana Mercedes-Benz Sprinter sekä Ford Transit. Toisena merkittävänä osa-alueena tuotetaan viranomaisajoneuvoja. J5L-Production Oy:lle on myönnetty ensimmäisenä Pohjoismaana Fordin QVM -kumppanuussertifikaatti ja sertifioitu Mercedes-Benz VanPartner-sertifikaatti. (J5L-Production Oy, 2020)



Kuva 2.1 J5L-ambulanssi Mercedes-Benz Sprinter (J5L-Production Oy, 2020)



Kuva 2.2 J5L-ambulanssi Ford Transit (J5L-Production Oy, 2020)

3 KOKOONPANOJEN ERILAISET KÄYTÄNNÖT

Kokoonpano on käytännössä useiden komponenttien liittämistä toisiinsa, joista syntyy loppuen lopuksi valmis yksittäinen tuote. Kokoonpanoon liittyy paljon erilaisia tekniikoita, jolloin on tärkeää pohtia mitä tapaa halutaan käyttää. Tärkeää toimintastrategian kannalta on myös työkalut, millä kokoonpanon toimintakykyä mitataan ja mitä se tuotannosta kertoo. Vertailtavana ovat paikkakokoonpano ja linjakokoonpano. Näiden eroavaisuuksia on tarkoitus vertailla niiden tuomina etuina ja haittoina. Kokoonpanojen erilaisiin käytäntöihin pätee myös erilaiset laatutyökalut. Laatutyökalujen tärkeys korostuu erityisesti linjakokoonpanossa, koska se on toiminnoiltaan herkempi häiriöille. Laadunvalvonnan ja hallinnan sekä toiminnan kehittämisen kannalta tärkeimpiä laatutyökaluja linjakokoonpanossa on Lean ja Six Sigma.

Kokoonpanotyö on käytännössä varastointia, sovittamista, liittämistä ja tarkastamista. Tähän sisältyy myös osien käsittely ja siirtely. Tuotteen jalostusarvoa käytännössä lisää ainoastaan toimenpiteenä liittäminen. Muut luetellut toimenpiteet eivät jalosta tuotetta, mutta aiheuttavat niin kustannuksia ja ajanhukkaa. Vaikka kokoonpano toiminnot vaativat toimenpiteet, niiden osuutta on pyrittävä vähentämään. Kokoonpanossa ei jalostavan työn osuuden vähentäminen ei ole yksinkertaista, vaan usein kokoonpanossa vaikuttavat toiminnot ovat yhteydessä toisiinsa ja siten tuotannon kehitystyön alkuun saattaminen on usein vaativaa. (Tekes, 2001, s. 7)

Osavalmistuksessa löytyvät yksittäiset ongelmat ovat verrattain helppo ratkaista, koska ongelmat voivat olla yksiulotteisia. Kokoonpanotekniikassa kehittäminen ongelma on, ettei siihen ole yleisesti suoraan ratkaisua ja siten vaativat perinpohjaisia tarkasteluita. Monesti tuotannon kehitystyössä ongelman ratkaisua joudutaan hakemaan esimerkiksi tuoterakenteesta tai organisoimalla varastoa tai tuotevirtoja. Näin pystytään toteamaan, että tuotannon ongelmat johtuvat muualta kuin kokoonpanon teknisistä ratkaisuista. (Tekes, 2001, s. 7)

Kokoonpanoon sisältyy myös itse tuotteen kokoonpantavuus. Kokoonpantavuus tarkoittaa käytännössä, miten ja mitkä tekijät vaikuttavat tuotannonkokoonpanon toimintaan. Avaintekijät ovat osien sopivuus ja istuvuus, sekä se että osia on saatavilla kokoonpanossa. (Lapinleimu, 2007, s. 175)

3.1 Paikkakokoonpano

Paikkakokoonpano koostuu yhdestä paikasta, jossa tuote lähtökohtaisesti kasataan. Kokoonpanopisteelle toimitetaan kaikki tarvittavat osat kokoonpanon kannalta. Tämä tunnetaan niin sanotusti joustavempana tekniikkana, jolloin esimerkiksi kokoonpano-osien puute ei aiheuta totaalista työn pysähtymistä. Paikkakokoonpano soveltuu parhaiten piensarjan ja ei vakioitujen tuotteiden valmistukseen. Paikkakokoonpanossa voi tapahtua pieniä eroavaisuuksia tuotteiden välillä, eroavaisuudet johtuvat monesti tahattomasta virheestä. Tahattomalla virheellä tarkoitetaan esimerkiksi sitä, että työntekijät tekevät työsuoritteiden erilaisella työmenetelmällä.

Paikkakokoonpanon kannalta hyviä asioita ovat joustavuus ja tuoterakenteeltaan monipuoliset tuotteet. Joustavuus ilmenee siten, että osapuutteet, tuoterakenteen epäselvyydet, laatuvirheet ja kapasiteetin puute eivät aiheuta suurempia ongelmia. Ongelmia on helppo hyväksyä tai olla huomioimatta, koska virheiden paikkaus ei pysäytä tuotantoa. Paikkakokoonpanossa on osien keräys toteutettu työpisteelle siten, että osat keräillään varastosta ja osavalmistuksesta. Tällöin siihen kuluu merkittävä aika, kun osia sekä työkaluja toimitetaan toimipisteelle. (Tekes, 2001, s. 9)

Paikkakokoonpanossa työn hoitaa yleensä työryhmä tai yksittäinen henkilö. Työryhmien sisällä työt voivat olla jaettu ammattialoittain, mutta verrattaen tasa-arvoiseen ryhmään, voivat joustavuus ja työn tuottavuus kärsiä. (Lapinleimu;Kauppinen;& Torvinen, 1997, s. 112)

3.2 Linjakokoonpano

Toisena vaihtoehtona tuotantoon on linjakokoonpano. Tämän tyyppisessä kokoonpanossa on liikkuva linjasto, joka säännöllisin väliajoin liikkuu eteenpäin. Jokaisella pysyhdyspaikalla on tarkoitus tehdä etukäteen määritetyt työvaiheet määrättyssä ajassa. Kokoonpanopisteellä on vain siihen tarvittavat osat ja työnsuorittamiseksi tarvittavat työkalut. Tämä mahdollistaa tuotteiden yhdenvertaisuuden.

Linjakokoonpanolla on monta erilaista variaatiota. Variaatiot vaihtelevat lähinnä tuotantomäärän tai tuoterakenteen ominaisuuksien mukaisesti. Kokoonpanolinja missä henkilöstö on jaettu eri työvaiheiden kesken, käytetään erityisesti suuriin eräkokoihin ja massatuotantoon. Jos linjakokoonpanon halutaan lähestyvän liukuhihnatyötä, työnositus pitää jakaa pienempiin osiin. (Lapinleimu;Kauppinen;& Torvinen, 1997, s. 112)

Kokoonpanolinja on voitu järjestää erityyppistä tuoterakennetta varten ja se on joustavampi vaihtoehto pienemmälle erätuotannolle. Tässä vaihtoehdossa ryhmä valmistaa linjalla tuoteyksikön liikkuen sen mukana alusta loppuun. Siten ryhmä on suorittanut kaikki kokoonpanon vaiheet ja pystyy toimimaan lopputarkastajana. Linjalla on jokaiselle työvaiheelle tarkoitettavat työpisteet ja niillä työkalut tietyn tarkoituksensa myötä. (Lapinleimu;Kauppinen;& Torvinen, 1997, s. 112)

3.3 Lean

Lean-johtamisjärjestelmä perustuu Toyotan kehittämään järjestelmään. Lean-termi on vastine Toyotan TPS- termille (Toyota Production System), jota käytetään nykyään Lean-terminä maailmalaajuisesti. Kuvaukseltaan Lean-johtamisjärjestelmä on kiteytetty siten, että sen on kuvailtu poistavan kaiken turhan ja ylimääräisen ajanhukan. Lean-järjestelmä perustuu viiteen eri periaatteeseen, jotka ovat arvo, arvovirta, virtaus, imuohjaus ja täydellisyys.

(King, 2019, ss. 6-7)

3.3.1 Arvo

Asiakas tai loppukäyttäjä määrittelee tuotteen arvon. Tämän arvomaailman määritelmän takia yritys on olemassa. Tuntemalla asiakkaan arvomaailman ja ymmärtäen kaupankäynnin olosuhteet, ne määrittelevät yrityksen tarvittavan oppimiskäyrän. Arvomaailman sisäistäminen on tärkeää, koska se määrittää onnistumisen muissa neljässä Lean:n käyttökohteessa. (King, 2019, s. 8)

3.3.2 Arvovirta

Arvovirta edustaa arvoa ja ei arvoa lisäävien toimenpiteiden tarvetta yrityksessä. Yritysmallin toteuttaminen tapahtuu siten, että siinä huomioidaan kaikki arvoa lisäävät vaikutukset tuotteeseen. Ei arvoa lisäävien toimintojen karsiminen eli kaiken hukan vähentäminen on kuitenkin samanaikaista. (King, 2019, s. 8)

3.3.3 Virtaus

Virtauksen virheetön kulku mahdollistetaan poistamalla ei tuotteenarvoa lisäävät hukat prosessista. Tarkoituksena luoda virheetön tavaroiden tai tiedon kulku aina konseptista asiakkaalle asti. Jatkuva virtaus läpi tuotannon saavutetaan tutkimalla asiakkaiden tarpeiden toteutumista ja sitä kautta määrittelemällä tuotannon nopeuden. Koko prosessiin on tarkoitus jäädä minimaalinen määrä viivästyksi tai hukkaa. (King, 2019, s. 8)

3.3.4 Imuohjaus

Imuohjaus mahdollistaa materiaali hukan vähentymisen. Osia ja tilauksia ohjataan suoraan asiakkaan tarpeiden mukaisesti. Alihankinta tuottaa tarpeiden mukaan tilauksia, jolloin niitä ei tule ylimääräisiä. Tarkoituksena on tuottaa oikeita materiaaleja oikeaan aikaan. (King, 2019, s. 8)

3.3.5 Täydellisyys

Täydellisyys on ajatusmaailma, jolla pyritään jatkuvasti parantamaan toimintaa. Tarkoituksena tuotannon jatkuva kehitys. Siten puututaan kehityksen kannalta aina siihen kohteeseen, joka eniten huomiota vaatii. (King, 2019, s. 8)

3.4 Six Sigma

Six Sigma on työkaluna tieteelliseen tai mitattuun faktatietouteen perustuva järjestelmä. Six Sigman tarkoituksena on keskittyä prosessin vaihteluun, jolloin se on esimerkillinen menetelmä suorituskyvyn parantamiseen. Tieteellisten parannuksien tarkoitus on huomioida vaihtelut tuotannossa ja vähentää niitä. Vaihtelu aiheuttaa virheitä ja sitä kautta virheet kasvattavat ajanhukkaa, virheitä ja viikoja. Jos verrataan Six Sigmaa Leaniin voidaan huomata, että Six Sigma kerää tietoa vaihteluista ja Lean keskittyy hukkan poistamiseen. (Quality Knowhow Karjalainen Oy, 2020)

3.5 Kapasiteetti

Kapasiteetin tarkoitus on toimia mittarina tuotantokyvylle ja se ilmaisee suurimman tuotantomäärän aikayksikössä. Kapasiteetissa voidaan kapasiteettiyksikkönä käsitellä tonneja tai tuoteyksiköitä. Esimerkiksi tonnia/tunti, tonnia/päivä, tuotetta/tunnissa/päivässä/viikossa. Jos tuotteiden valmistus vaatii erilaisen kapasiteetin, se voidaan muodostaa tuotantoresurssiksi. Silloin voidaan miettiä kuinka paljon sitä on käytettäväksi. Kokonaiskapasiteetti viikkoa kohden voisi olla esimerkiksi 160h. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, s. 399)

Kapasiteetti voidaan jakaa kuormitusryhmiin. Tällä tarkoitetaan kokoonpanotyön osuutta tai kokoonpanoa käsittelemällä siten, että työlle on esimerkiksi ennalta määritelty kiinteä kuormitus tuotantoon. Kuormitusryhmät eritellään tarpeellisuuden mukaisesti, jolloin se käytännössä tehdään ohjaus- tarpeen mukaisesti. Seuranta kapasiteetille voidaan tehdä tehdastasolla kokonaiskapasiteettina, kokonaistuotantomääränä ja kokonaistuntimääränä. Työsuunnittelun kuormitus ja työpisteen kapasiteetti muodostavat kapasiteetin hallinnan. Kuormitus ilmaisee miten paljon suunnitteilla oleva tuotanto on varannut itselleen kokonaiskapasiteetista. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, ss. 399-400)

Kuormitus voidaan esittää esimerkiksi kapasiteetimääränä. Tuotannon kokoonpanovaiheen kuormitus voisi olla 70h. Maksimikapasiteettiin verrattuna, se kertoo suhteellisen kuorman määrän kuormitussuhteena. Ajatellaan esimerkiksi, että kokoonpanon kapasiteetti olisi viikossa 80h. Tästä voidaan laskea suhteellisen kuormituksen määrä kaavalla:

$$\frac{\text{Kuormitus}(h) \cdot 100\%}{\text{Kapasiteetti}(h)} = \text{kuormitussuhde}.$$

Eli tässä tapauksessa kuormitussuhde olisi:

$$\frac{70h \cdot 100\%}{80h} = 87,5\%.$$

Erilaisia mittareita ovat käyttöaste ja -suhde. Ne ovat rinnakkaisia käsitteitä kuormitusaste ja -suhde termeille. Toimintasuhde ja -aste kuvaavat enemmän koko tehtaan toimintaa. Näin ollen pitää tietää teoriassa, kuinka paljon tehdas laskennallisesti voi tuottaa vuodessa ja sitä verrataan toteutuneeseen määrään. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, s. 400)

Voidaan myös tarkastella nettokapasiteettia, jolloin tarkastellaan todellista käytössä olevaa kapasiteettia. Silloin se sisältää kaikki tuotannon viivästykset ja ongelmat. Nettokapasiteetin osuus on 50%-90% teoriittisesta maksimikapasiteetista. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, s. 400)

3.6 Läpäisy aika

Läpimenoaika tarkoittaa tuotantoketjun vaatimaa kokonaisaikaa. Yleisesti läpimenoaika-termiä käytetään kuvaamaan valmistukseen kuluva aikaa, mutta sitä voidaan käyttää esimerkiksi mittaamaan tilauksen saapumisesta tuotteen toimitukseen kuluva aikaa. Kyseinen tapahtumaketju ei ota kantaa siihen, mitä sen aikana tapahtuu ja se ei kerro tuotannon tehokkuudesta mitään. Ketjun sisällä olevista toiminnoista iso osa on odotusaikaa, jos tarkasteluun otetaan koko toimitusketju. Yleisellä tasolla työvaiheiden ajat muodostavat vain pienen osan läpimenoajasta. Vaikkakin lyhyet läpäisyajat vaikuttavat positiivisesti yrityksen toimintaan ja kilpailukykyyn. Tällöin suurin vaikutus on tuotannon kehityksellä. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, s. 401)

3.7 Siirtyminen paikkakokoonpanosta linjakokoonpanoon

Linjamuotoisen kokoonpanon heikkouksia on virheiden sietokyky. Virheet ja ongelmat tulee tunnistaa tuotteista, koska linjatuoannossa ei ole aikaa muokata ja hieno säättää osien sopivuutta, vaan niiden pitäisi sopia ongelmitta. Toinen iso osa-alue on materiaalinohjaus. Jos materiaalivirrat eivät kulkeudu oikeisiin paikkoihin ja oikealla aikaa, tästä seuraa automaattisesti linjaston myöhästyminen tai linjastolta tuotteen poisto. Tällä pyritään linjastolla tulevien tuotteiden viivästyminen minimoimaan. Vaihtoehtoisesti tuote voidaan kasata linjastolla loppuun olettaen, että puuttuvat osat voidaan asentaa ilman purkutoimenpiteitä.

Linjaston kokoonpanopisteillä ei saa myöskään olla ylimääräisiä osia tai tavaroita. Työpisteet täytyy olla kasattuja ainoastaan tiettyjen toimenpiteiden tuottamiseen. Niin työkalujen ja työtapojen osilta.

Työvaiheiden synkronoinnin suunnittelu vaatii erityistä huomiota. Työn vaiheistuksen jaon on oltava kohtalaisen hyvin tiedossa, jotta synkronointi toimisi ja linjastolle ei muodostuisi pullonkauloja. Linjaston tasapainottaminen on jälkeenpäin haastavaa, jos esimerkiksi työasemat ovat valmiiksi toteutettuja. Työtapojen ja työkalujen vakiointi on osittain pakollista, eikä yksilövapauksia voida hyväksyä.

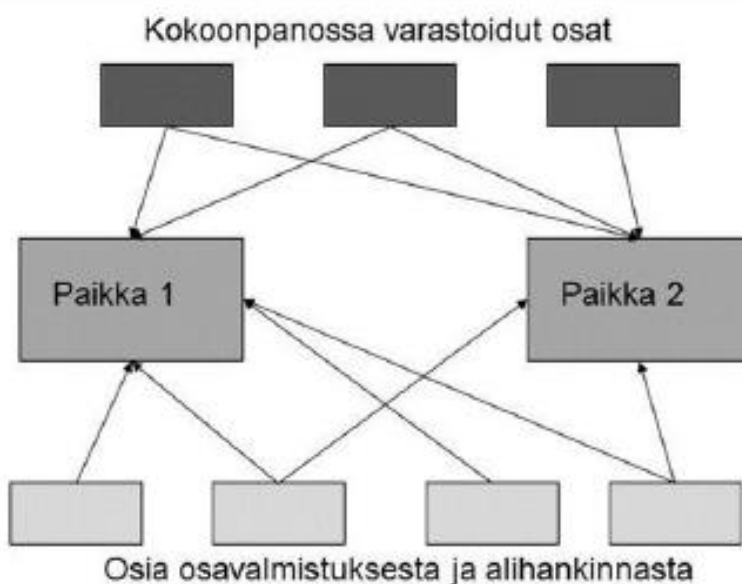
Inhimillinen tekijä on työkuultuuriin asennoituminen ja muuttaminen. Paikkakokoonpanossa tehdään töitä omalla tahdilla, sitä pystytään säätelemään itse ja omilla työtavoilla. Linjatuoanto vaatii, milloin työsuorituksen täytyy olla valmis. Tällöin työntekijän vaikutus työhön vähentyy, koska selkeä aikataavoite pakottaa toimimaan ajallaan. Työntekijän kannalta linjakokoonpano on tiukempi toimintatavoitaan, vaikka linjalla voidaan kierrättää työtehtäviä tai tehdä myös erilaisia työtehtäviin vaikuttavia muutoksia. (Nurmikolu, 2011, s. 8)

Lähemmin tarkasteltuna linjakokoonpano pakottaa asiat toimimaan oikealla menetelmällä. Muutoin linjakokoonpanon toiminta häiriintyy ja siitä seuraa jatkuvia kustannuksia, myöhästyneen tuotannon muodossa.

4 KOKOONPANOON LAYOUT KÄYTÄNNÖT

Osion tarkoitus on käydä läpi erilaisten layout-suunnitelmien visuaalinen havainnollistaminen ja eroavaisuudet. Paikkakokoonpano ja linjakokoonpanon layout-suunnitelmat eroavat paljon toisistaan ja lisäksi linjakokoonpanolla on erilaisia variaatioita. Variaatiot riippuvat pitkälle tuoterakenteesta, valmistusmäärästä ja tuotteen fyysisestä mitoituksesta. Tässä käydään tutkimaan, kuinka layout tulisi luoda erilaisille tuotantolinjaratkaisuille.

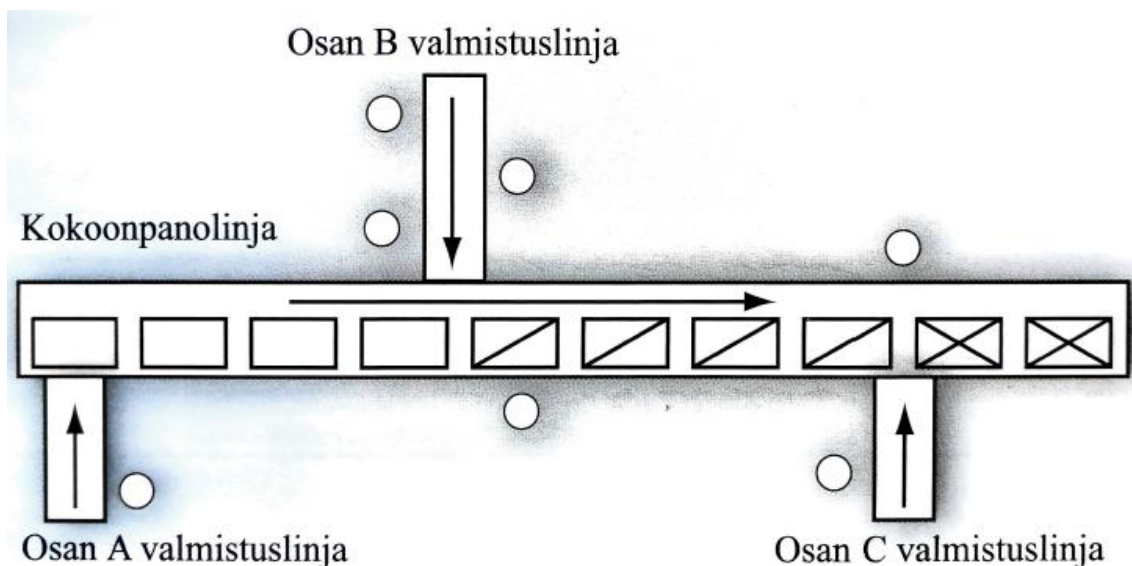
Kuten kohdassa ”3.1 Paikkakokoonpano” todetaan, tuotteen kokoonpanopaikalle kerätään kaikki materiaali, jotka siihen kiinnitetään. Kuvassa **4.1** on hahmoteltu, kuinka paikkakokoonpano teoriassa toimii. Kuvasta voidaan huomata materiaalivirtojen hankala ja hidas toimitus työpisteille. Tämä kuluuttaa liikaa aikaa sekä luo liiallista materiaalin määrää työpisteelle. (Nurmikolu, 2011, s. 6)



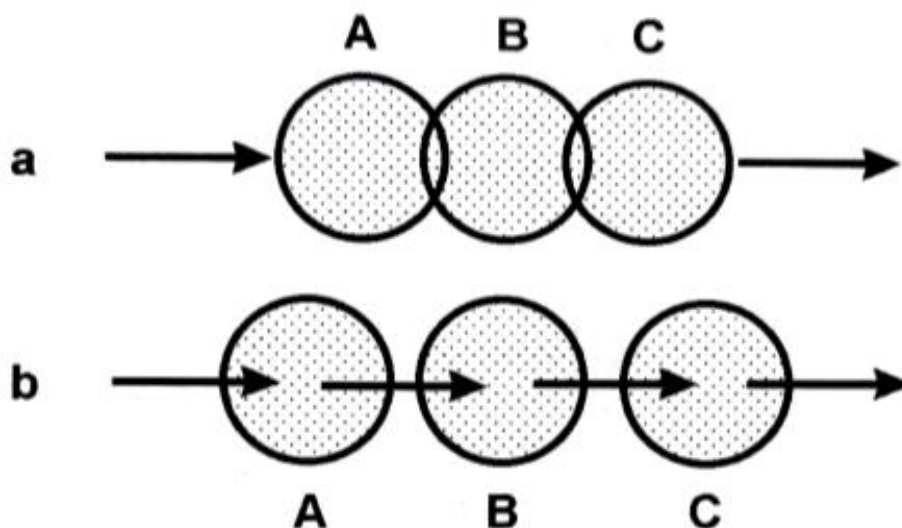
Kuva 4.1 Paikkakokoonpanon havainnollistaminen (Nurmikolu, 2011, s. 6)

Linjakokoonpano-tyyppisissä ratkaisuisa työnkulku on sama kaikilla tuotteilla. Työn vaiheistuksen kannalta voi olla työasemia, joista tuote vain kulkee läpi ilman toimenpiteitä.

Tahtilinja on yksi tyyppi linjakokoonpanoista. Tahtilinjassa linja liikaa aina säännöllisin väliajoin eteenpäin. Silloin siinä ei ole niin sanottuja puskurivarastoja, vaan tuotteet siirtyvät suoraan työasemalta toiselle. Linjan tahtiaika on suunniteltu siten, että kestoiltaan pisimmän työvaiheen tulee suoritua tehtävästään. (Lapinleimu;Kauppinen;& Torvinen, 1997, s. 81)

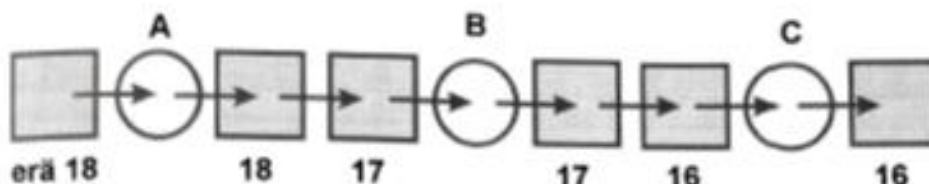


Kuva 4.2 Linjakokoonpanon havainnollistaminen (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, s. 476)

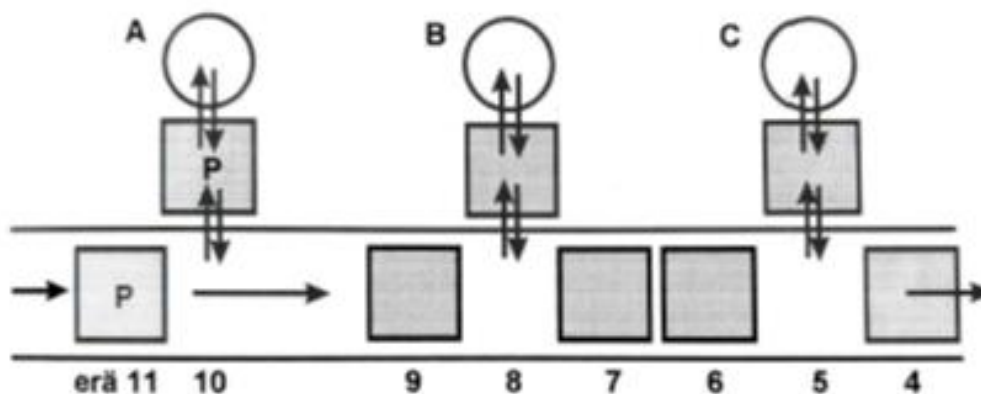


Kuva 4.3 Tahtilinjan havainnollistaminen, jossa tapauksessa a) koneet tekevät yhden kappaleen prosessin, ennen kuin koneelle A, syötetään uusi kappale. Tapauksessa b) Perinteinen tahtilinja, jossa asemat A, B ja C työstävät non-stop menetelmällä omia kappaleitaan. Tällöin koneelle A, syötetään uusi kappale työn alle heti kun se vapautuu uudelleen. (Lapinleimu;Kauppinen;& Torvinen, 1997, s. 81)

Epätahtilinjassa on työvaiheiden välillä puskurivarastot, jolloin tuotteen valmistus tapahtuu erissä. Erikokoisissa valmistuserissä puskurivarastojen koko vaihtelee siten, että jatkuvan tai suurten erien sarjassa voidaan käyttää pienempiä puskurivarastoja. Tällöin se mahdollistaa työaseman siivouksen, huollon tai esimerkiksi tarvikkeiden täydennyksen, muiden työasemien toimiessa. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, s. 83)



Kuva 4.4 Variaatio epätahtilinjasta, jossa koneiden A, B ja C välillä ei ole ei ajallisesti tasapainoitettua vaiheistusta. (Lapinleimu;Kauppinen;& Torvinen, 1997, s. 83)



Kuva 4.5 Kuvassa osoitetaan linjamuotoinen järjestelmä, jossa työjärjestyksen on mahdollista muuttua. Työjärjestyksen muuttuminen on mahdollista, kun yksi työstettävistä kappaleista ei vaadi toimenpiteistä kaikkia, vaan voi hypätä yhden työpisteen ohi. (Lapinleimu;Kauppinen;& Torvinen, 1997, s. 83)

Layoutsuunnittelun keskeisinä tavoitteena on materiaalivirtojen tehokas suunnittelu. Materiaalin kuljetukset tehtaan sisällä tulisi minimoida. Apuna käytetään hyvää osastojen ja työpisteiden sijoituksen suunnittelua. Materiaali siirtoetäisyydet pitäisi suunnitella lyhyeksi työpisteiden välillä. Hyvän layoutin ominaisuuksia tunnustaa materiaalivirtojen selkeydestä, layoutin helpposta ja joustavasta muunneltavuudesta sekä pienestä materiaalin siirtotapeesta. Työn erikoisosaamisen keskittämisestä, tehtaan sisäisten palveluiden sijainnista, materiaalin vastaanoton ja jakelun tehokkuudesta. Tärkeää on myös sisäisen kommunikaation kulku, erityisten kokoonpano vaiheiden tarpeet, tehokas tilan käyttö, työturvallisuuden ja tyytyväisyyden huomioon otto. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, s. 482)

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

- Haverila, M.;Uusi-Rauva, E.;Kouri, I.;& Miettinen, A. (2009). *Teollisuustalous* (6. p.). Tampere: Hämeen Kirjapaino Oy.
- J5L-Production Oy. (19. Helmikuu 2020). *J5L-Production Oy*. Haettu 19. Helmikuu 2020 osoitteesta J5L-Production Oy: <https://www.j5l.fi/>
- King, P. L. (2019). *Lean for the Proces Industries*. Productivity Press. Haettu 5. Toukokuu 2020 osoitteesta <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.savonia.fi/lib/savoniafi/reader.action?docID=5784322>
- Lapinleimu, I. (2007). *IDEAALITEHDAS- Tehtaan suunnittelun teorian kiteytys*. TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO.
- Lapinleimu, I.;Kauppinen, V.;& Torvinen, S. (1997). *Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät*. Porvoo: WSOY- Kirjapainoyksikkö.
- Nurmikolu, K. (2011). *Kokoonpanon kehittäminen linjatuohtantoon siirtyessä*. Tampere: Tampereen Teknillinen Yliopisto. Haettu 5. Toukokuu 2020 osoitteesta <https://trepo.tuni.fi//handle/123456789/20876>
- Quality Knowhow Karjalainen Oy. (17. Maaliskuu 2020). *Quality Knowhow Karjalainen Oy*. Haettu 17. Maaliskuu 2020 osoitteesta www.sixsigma.fi: <http://www.sixsigma.fi/index.php/fi/six-sigma/>
- Tekes. (2001). *Keskiraskas ja raskas kokoonpanotoiminta 1998-2000. Teknologianohjelmaraportti*. Helsinki: Tekes. Haettu 5. Toukokuu 2020 osoitteesta <https://docplayer.fi/2116799-Keskiraskas-ja-raskas-kokoonpanotoiminta-1998-2000.html>

LIITE 1:

Excel-tilukko mitatuista vaiheaikojen arvoista.

LIITE 2:

Excel-tilukko tasapainoitettuista vaiheistusajoista.

LIITE 3:
Layoutmalli