



TEKNIikka JA LIIKENNE

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Tuotantotekniikka

INSINÖÖRITYÖ

MATERIAALIVIRTOJEN OHJAUS UUELLE TUOTANTOLINJALLE

Työn tekijä: Timo Peltonen
Työn ohjaaja: Markku Saarnio
Työn ohjaaja: Tuomas Jääskeläinen

Työ hyväksytty: 12.7.2010

Markku Saarnio
lehtori



ALKULAUSE

Tämä insinöörityö tehtiin Marioff Corporation Oy:n Keravan tuotantolaitokselle. Haluan kiittää projektissa mukana olleita varastomies Heikki Holmaa, tuotantopäällikkö Tuomas Jääskeläistä tämän insinöörityön järjestämisestä sekä tuotantojohtaja Jari Ekbladia. Kiitokset kuuluvat myös työni ohjaajalle Markku Saarniolle, joka auttoi tämän työn löytämisessä. Lisäksi kiitän kaikkia työhöni osallistuneita työntekijöitä, jotka vastailivat kysymyksiini sekä tietysti avovaimoani sekä esikoistani, joka syntyi tämän työn loppumetreillä.

Helsingissä 12.7.2010

Timo Peltonen

TIIVISTELMÄ

| | |
|--|---|
| Työn tekijä: Timo Peltonen | |
| Työn nimi: Materiaalivirtojen ohjaus uudelle tuotantolinjalle | |
| Päivämäärä: 12.7.2010 | Sivumäärä: 38 s. + 2 liitettä |
| Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka | Suuntautumisvaihtoehto: Tuotantotekniikka |
| Työn ohjaaja: Markku Saarnio, lehtori Työn ohjaaja: Tuomas Jääskeläinen, tuotantopäällikkö | |
| <p>Tämä insinöörityö käsittelee Marioff Corporation Oy:n raskaskokoonpanon tuotantolinjan tuotannonohjausta. Tarkoituksena oli luoda visuaalinen tuotannonohjausjärjestelmä, jonka avulla esimiestyötä voidaan vähentää ja siirtää vastuuta kokoonpanijoille.</p> <p>Työn tärkeimmät tavoitteet olivat visuaalisen tuotannonohjauksen luominen, omavalmiste osien varastoarvojen määrittäminen sekä läpimenoaikojen lyhentäminen.</p> <p>Työn painopiste oli visuaalisuuden luomisessa tuotannonohjaukseen keräily- ja kanban-korttien avulla. Työllä oli tarkoitus luoda perusta tuotannon visuaaliselle ohjaamiselle koko Keravan tuotantolaitokselle, joten työ oli rajattu raskaskokoonpanon tuotantolinjalle.</p> <p>Työhön sisältyi myös kaizen-tapahtuma, joka oli hyvin intensiivinen ja opettava viikko tuotannonohjaukseen liittyvistä ongelmista ja niiden ratkaisemisesta.</p> <p>Tärkeimmät saavutukset työstä olivat visuaalinen tuotannonohjaus linjalle, läpivirtaushyllyjen käyttöönotto sekä varastossa että linjalla ja läpimenoaikojen lyhentäminen.</p> <p>Työn loppuun mennessä visuaalisesta ohjauksesta saatiin käyttöön ensimmäiset versiot korteista ja toimintaperiaatteista, joita parannetaan linjalta saadun palautteen perusteella.</p> | |
| Avainsanat: imuohjaus, kanban, visuaalinen tuotannonohjaus, kaizen | |

ABSTRACT

| | |
|--|---|
| Name: Timo Peltonen | |
| Title: Material flow to the new production line | |
| Date: 12.7.2010 | Number of pages: 38 + 2 appendices |
| Department: Mechanical and Production Engineering | Study Programme: Production Engineering |
| Instructor: Markku Saarnio, Lecturer | |
| Supervisor: Tuomas Jääskeläinen, Production Manager | |
| <p>This final thesis deals with Marioff Corporation Ltd's heavy assembly production line's production control. The purpose was to create a visual production control system, which can be reduced through the work of supervisors and shift responsibility to assemblers.</p> <p>The main objectives for the thesis were to create a visual production management, define self made parts inventory values and shortening lead times.</p> <p>The focus was on creating a visual production control with the help of collection and kanban cards. Thesis was intended to provide a basis for directing the entire production to a more visual direction in Kerava plant, so work was limited to heavy assembly production line.</p> <p>Thesis also included a Kaizen event, which was a very intensive week and instructive guidance of production-related problems and solving them.</p> <p>Main achievements were the visual production control for the line, use of flow-through store shelves and shorter lead times.</p> <p>By the end of thesis the first versions of kanban cards and the operating principles of visual control were introduced. The visual control is been improved based on feedback from the line.</p> | |



| |
|--|
| Keywords: pull control, kanban, visual production control, kaizen |
|--|

SISÄLLYS

ALKULAUSE

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KÄSITTEET JA LYHENTEET

| | | |
|----------|--------------------------------|-----------|
| 1 | JOHDANTO | 1 |
| 2 | MARIOFF CORPORATION OY | 2 |
| 2.1 | Toiminta ja tuotanto | 2 |
| 2.2 | Historia | 2 |
| 3 | TUOTANNONOHJAUS | 3 |
| 3.1 | JOT - Juuri Oikeaan Tarpeeseen | 4 |
| 3.2 | Lean | 5 |
| 4 | IMUOHJAUS | 6 |
| 4.1 | Kanban | 7 |
| 4.1.1 | <i>Kanban-kortti</i> | 8 |
| 4.1.2 | <i>Kaksilaatikko-ohjaus</i> | 8 |
| 4.2 | Conwip | 8 |
| 4.3 | Setitys | 9 |
| 4.4 | Layout | 9 |
| 5 | LÄPÄISYAIKA | 11 |
| 5.1 | Kokonaisläpäisy aika | 11 |
| 5.2 | Tuotannon läpäisy aika | 12 |
| 5.3 | Kalanruototekniikka | 13 |
| 5.4 | Läpäisyajan merkitys | 13 |
| 5.5 | Kokoonpanon läpäisy aika | 14 |
| 6 | VARASTOINTI | 15 |
| 6.1 | Työnkulkuvarasto | 15 |
| 6.2 | Puolivalmistevarasto | 16 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 7 | KAIZEN | 17 |
| 8 | TUOTANNONOHJAUS RASKASKOKKOONPANOSSA | 18 |
| 8.1 | Lähtökohdat | 18 |
| 8.2 | Materiaalivirta | 20 |
| 9 | KAIZEN-TAPAHTUMA | 21 |
| 9.1 | Pre kaizen | 21 |
| 9.2 | Kaizen | 21 |
| 10 | UUDET TOIMINTATAVAT | 24 |
| 10.1 | Uuden linjan ohjaus | 24 |
| 10.2 | Uusi layout | 26 |
| 10.3 | Andon-valot | 27 |
| 10.4 | Uusi hylly | 28 |
| 10.5 | Uudet laatikot | 29 |
| 10.5.1 | <i>Standardi kittilaatikko</i> | 30 |
| 10.5.2 | <i>Kittilaatikko</i> | 31 |
| 10.5.3 | <i>Läpivirtaushyllylaatikko</i> | 32 |
| 10.6 | Materiaalivirta uudelle linjalle | 33 |
| 11 | LOPPUTULOKSET | 35 |
| 12 | YHTEENVETO | 36 |
| | VIITELUETTELO | 37 |
| | LIITELUETTELO (LIITTEET VAIN TYÖNTILAAJAN KÄYTTÖÖN, EIVÄT SISÄLLY TÄHÄN RAPORTTIIN) | 38 |

KÄSITTEET JA LYHENTEET

| | |
|--------------|---|
| Andon-valot | Andon-valo on visuaalinen merkinantoväline, jolla ilmoitetaan esimerkiksi kokoonpanolinjan sen hetkisestä työtilanteesta. Andon-valossa voi olla esimerkiksi kolme eri väriä, punainen, keltainen ja vihreä. Väreillä ilmoitetaan yleensä täysin toimivasta, pienestä häiriöstä tai pysähtyneestä työnteosta. Valo voi olla liitetty myös johonkin työkoneeseen, jossa se toimii automaattisesti. |
| Conwip | Conwip-järjestelmällä rajoitetaan keskeneräisen tuotannon määrää. Conwip-järjestelmä antaa luvan valmistaa seuraavan erän mutta ei ota kantaa valmistettavaan tuotteeseen. Conwip-järjestelmä soveltuu kertaluontoisten ja harvoin toistuvien töiden ohjaukseen joihin kanban järjestelmä ei sovellu niin hyvin |
| Imuohjaus | Imuohjaus on tarpeeseen perustuva tuotannonohjausjärjestelmä. Imuohjauksessa työvaihe hakee seuraavan erän edellisestä työvaiheesta eli imee edellisen työvaiheen erän itselleen. Imuohjauksessa suunnittelun painopiste on tuotannon loppupäässä. |
| JOT-periaate | JOT-periaatteen mukaan yksinkertaisuus tuotannonohjauksessa on avain tehokkuuteen. Nimensä mukaisesti JOT-tuotannonohjauksessa kaikki tapahtuu juuri oikeaan aikaan ja juuri oikeaan tarpeeseen. |
| Kaizen | Kaizen on japanilainen ohjausperiaate. Se tarkoittaa pienten askelten kautta tapahtuvaa jatkuvaa kehitystä. Kaizen perustuu jo olemassa olevan osaamisen tehokkaampaan hyväksikäyttöön ja kehittämiseen. |
| Kanban | Kanban on japania ja tarkoittaa korttia tai visuaalista tulostetta. Kanban-järjestelmä antaa imuohjaukseen kaikkien työvaiheiden välisen yksinkertaisen ja visuaalisen ohjauskeinon. Kortti toimii impulssina tehdä loppunutta tuotetta lisää. |

Lean-periaate

Lean-toimintatapa on peräisin japanilaisesta autoteollisuudesta, jota voidaan suomeksi kutsua kevyeksi ja joustavaksi organisaatioksi. Tavoitteena on saada aikaan asiakkaan haluamat tuotteet ja palvelut mahdollisimman vähin resurssein ja yksinkertaisilla tuotannon toimilla. Tuotannosta pyritään poistamaan kaikki lisäarvoa tuottamaton työ.

Setitys

Setitys on tapa vähentää käsiteltävien nimikkeiden määrää. Setitys tarkoittaa osien keräämistä yhdeksi setiksi. Työssä käytetään setityksestä myös nimeä kititys.

1 JOHDANTO

Tämä insinööri työ tehtiin Marioff Corporation Oy:n tuotantotiloissa Keravalla. Työn tarkoituksena oli suunnitella ja ottaa käyttöön raskaskokoonpanossa uusi tuotannonohjausjärjestelmä. Tavoitteena oli päästä visuaaliseen ja yksinkertaiseen ohjaustapaan, jolloin karsitaan ylimääräisiä ja turhia vaiheita tuotantoketjussa.

Työ jakautui selkeästi kolmeen eri vaiheeseen. Aluksi tutustutaan raskaskokoonpanon linjan nykyiseen toimintatapaan ja kartoitetaan minkälaisia työvaiheita kokoonpano sisältää. Seuraava vaihe on hyvin opettava kaizen-tapahtuma, johon sisältyy myös pre kaizen-tapahtuma. Molemmat kestävät noin viikon verran ja ne ovat intensiivisiä parannusten ja ideoiden toteuttamiseen varattuja päiviä ulkopuolisen sensein eli johtajan ja neuvonantajan avulla.

Kolmas vaihe on valita kaizen viikon ideoista ja toimintatavoista parhaiten Marioffin käyttöön sopivat mallit. Työntekijän vastuulle tuli informaatio- ja materiaalivirtojen suunnittelu tuotannonohjauksen osana. Tässä vaiheessa ideoita alettiin toteuttaa myös käytännössä kaikkien mahdollisten ongelmien esiin saamiseksi. Työtä oli paljon ja välillä oli vaikeaa pysyä vain tuotannonohjaukseen liittyvissä ongelmissa.

Insinööri työ teksti jakautuu kahteen osaan: teoriaosuuteen tuotannonohjaukseen liittyvistä aiheista sekä käytännön toteuttamisen osioon. Käytännön toteutuksen osio keskittyy visuaalisen ohjauksen toimintatapojen esittelyyn ja käytännön ratkaisuihin uudella kokoonpanolinjalla.

Tärkeimmät käsitteet tässä työssä ovat imuohjaus, kaizen, visuaalinen ohjaus, kanban sekä kaksilaatikko-ohjausperiaate.

2 MARIOFF CORPORATION OY

Marioff on vesisumusammutusjärjestelmiä valmistava yritys. Yrityksen HI-FOG[®] -järjestelmä on asennettu melkein kaikkiin suuriin risteilyaluksiin maailmassa. Maalla HI-FOG[®] -järjestelmä suojelee monia kohteita kuten tunneleita, juna- ja metroasemia, hotelleita, energialaitoksia ja sairaaloita. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Vantaalla ja tuotantotilat Keravalla. Marioffilla on ympäri maailmaa laajat kansainväliset verkostot, joita tukevat Suomessa olevat sammutusjärjestelmien-, mekaniikan-, hydrauliiikan- ja elektroniikan insinöörit.

HI-FOG[®] -järjestelmä on tulen sammutusjärjestelmänä monipuolinen ja helposti muokattavissa oleva. Tarkoituksena on vastata asiakkaan toiveisiin mahdollisimman hyvin. [1.]

2.1 Toiminta ja tuotanto

Marioffin tuotevalikoimaan kuuluu erilaiset sprinklerit, venttiilit, putkitukset sekä yksiköt ja pulloyksiköt, jotka tuottavat paineen järjestelmään. Tuotanto on jakaantunut kahteen tuotantotilaan Keravalla. Toisessa on koneistus sekä sprinkleri- ja venttiilikokoonpano ja toisessa hallissa on raskaskokoonpano, sähköosasto sekä varasto. [2.]

2.2 Historia

Marioff on perustettu 1985 yrittäjämäisessä hengessä tavoitteena suojata ihmisiä, rakennuksia ja laitteita niin maalla kuin merellä. Sama henki on jatkunut yrityksen kasvun mukana tähän päivään. Tänä päivänä Marioff on maailman johtava vesisumusammutusjärjestelmien toimittaja. [1.]

Yrityksen nimi tulee sanoista MARIne ja OFFshore. Marioff-sammutusjärjestelmissä käytetään vettä. Vuodesta 1991, kun Marioff lanseerasi HI-FOG[®] -sammutusjärjestelmän, on yritys ansainnut erinomaisen arvostuksen sammutusjärjestelmän tehossa ja siitä on tullut standardi vesisumusammutusjärjestelmissä. [3.]

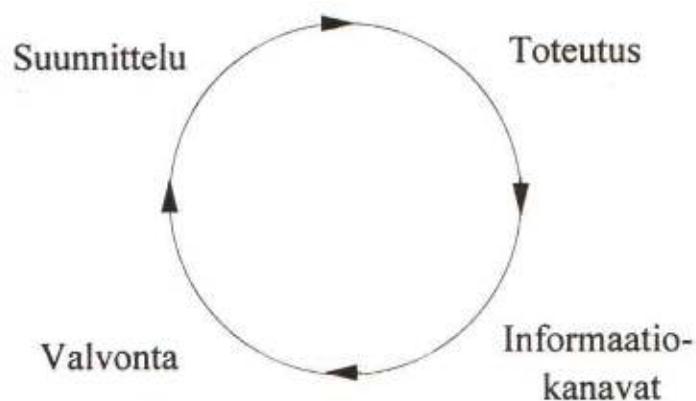
Avain menestykseen on ollut jatkuva kehitystyö sekä jatkuva testaus omissa sammutuslaboratorioissa. Vuonna 1992 Marioff voitti maineikkaan Seatrade Safety at Sea -palkinnon ja Suomen presidentti myönsi vuoden keksijäpalkinnon vuonna 1995 [3].

Marioffin suurin palkinto on kasvava lista suojatuista kohteista niin maalla kuin merellä. Merisovelluksilla ansaittu luottamus HI-FOG® -järjestelmään on kantamassa myös hedelmää kasvaviin markkinoihin maapuolen kohteissa [3].

Vuonna 2007 Yrityksen osti Yhdysvaltalainen yritys UTC, United Technologies Company ja Marioff liitettiin UTC:n Fire & Security-osastoon. UTC:n Fire & Security -osastoon kuuluu muitakin yrityksiä Marioffin lisäksi kuten Pratt & Whitney, Otis, Sikorsky Helicopter and Carrier. United Technologies Companyyn liittämistä alkoi Marioffilla uusi aikakausi, joka jatkuu tähän päivään [1].

3 TUOTANNONOHJAUS

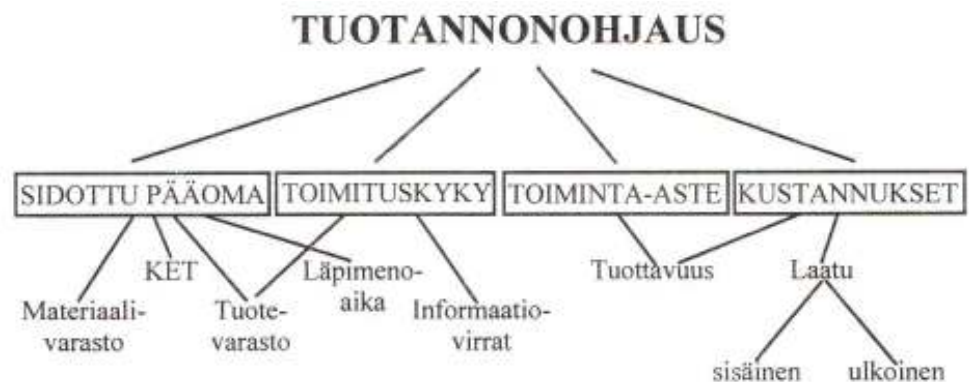
Tuotannonohjaus tarkoittaa tuotantojärjestelmän eri osien, kuten markkinoinnin, myynnin, tuotannon ja logistiikan yhteen sopeuttamista tuotantotavoitteiden saavuttamiseksi. Ohjauksen tehtävät ja rakenne käyvät ilmi kuvasta 1. Ohjaus aloitetaan suunnittelulla, jonka jälkeen suunnitelma toteutetaan. Ohjausta valvotaan luoduilla informaatiokanavilla ja valvonnasta saatua tietoa käytetään ohjauksen parantamiseen eli suunnitteluun ja näin ohjauksesta saadaan jatkuvalla parantamisella tehokkaampi. [4, s. 23.]



Kuva 1. Ohjauksen rakenne ja tehtävät [4, s. 23]

Nykyään yritysten toimintaympäristöt ovat muuttuneet ja verkostoajattelu on yleistynyt. Tämä tarkoittaa, ettei eri ohjausjärjestelmiä käsitellä erillisinä toimintoina vaan koko yritystä tukevana toimintana. Tuotannonohjauksen päätarkoitus on ohjata yrityksen tuotantojärjestelmää siten että, saavutetaan päämäärät ja tavoitteet jotka on asetettu. Tuotannon ohjauksen päätekijät ovat toimitusaika ja -varmuus, valmistuskustannus, kapasiteetin tehokas käyttö sekä tuotantoon sidottu pääoma. [4, s. 23 - 24.]

Tuotannonohjauksen rakenne on kuvan 2 mukainen. Rakenteesta käy ilmi, mistä osa-alueista tuotannonohjauksessa puhutaan.



Kuva 2. Tuotannonohjauksen rakenne [4, s. 25]

3.1 JOT - Juuri Oikeaan Tarpeeseen

JOT - Just On Time eli suomeksi JOT - Juuri Oikeaan Tarpeeseen - tuotannonohjauksen periaatteet ovat kehittäneet japanilaiset. JOT-periaatteen mukaan yksinkertaisuus tuotannonohjauksessa on avain tehokkuuteen. Nimensä mukaisesti JOT -tuotannonohjauksessa kaikki tapahtuu juuri oikeaan aikaan ja juuri oikeaan tarpeeseen. JOT - tuotannonohjauksella pyritään alhaisiin valmistuskustannuksiin, tasaiseen kuormitukseen tuotannossa, varastoihin ja tuotantoon sitoutuneen pääoman minimoimiseen, lyhyisiin läpäisyaikoihin ja hyvään asiakaspalveluun. [4, s. 51.]

Keskeisiä JOT -toimintatavan periaatteita ovat kaiken turhan eliminointi, visuaalinen prosessinohjaus sekä kerralla valmiiksi ja nollavirhe -periaate. Näitä periaatteita voidaan noudattaa esimerkiksi ottamalla käyttöön imuohjaus.

3.2 Lean

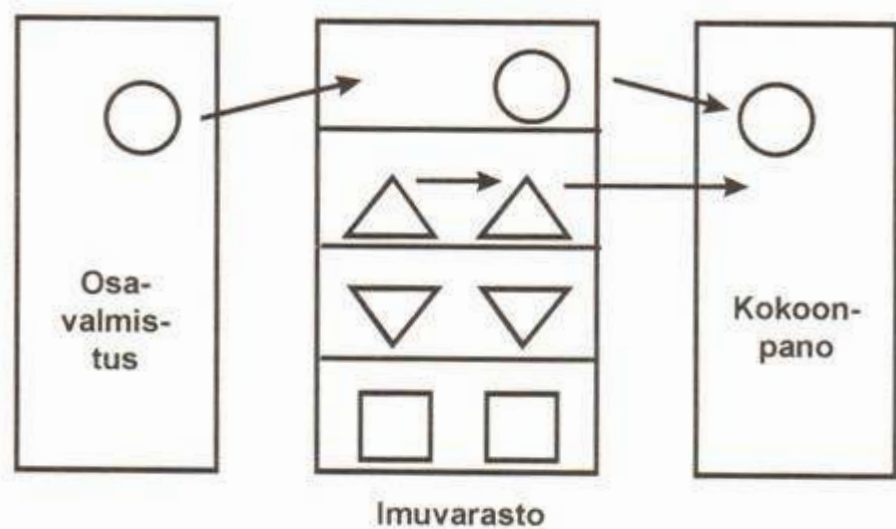
Lean -toimintatapa on peräisin japanilaisesta autoteollisuudesta, ja sitä voidaan suomeksi kutsua kevyeksi ja joustavaksi organisaatioksi. Tavoitteena on saada aikaan asiakkaan haluamat tuotteet ja palvelut mahdollisimman vähin resurssein ja yksinkertaisilla tuotannon toimilla. Tuotannosta pyritään poistamaan kaikki lisäarvoa tuottamaton työ. [4, s. 61.]

Lean -johtamisfilosofian mukaan tuotannon seitsemän hukkaa ovat: tarpeettomat kuljetukset, liian suuret varastot, ylimääräinen työntekijän liike, odotusajat, ylituotanto, yliprosesointi sekä vialliset tuotteet. Näiden hukkien ratkaisemisella pyritään tuottamaan oikea määrä oikean laatuista tuotteita ja palveluita oikeaan aikaan. Lean -toimintatavan tarkoituksena on tehdä tuotteet kerralla valmiiksi. Lean -toimintatavassa on myös paljon yhtymäkohtia esimerkiksi JOT -periaatteen kanssa. [4, s. 61 - 62.]

4 IMUOHJAUS

Imuohjaus on tarpeeseen perustuva tuotannonohjausjärjestelmä. Imuohjauksessa työvaihe hakee seuraavan erän edellisestä työvaiheesta eli imee edellisen työvaiheen erän itselleen. Imuohjausjärjestelmä on itseohjautuva eli työmääräimiä ei välttämättä tarvita. Impulssi työvaiheelle tulee joko tyhjästä välivarastopaikasta tai imukortista eli kanban-kortista joka on palautunut seuraavasta työvaiheesta. [6, s.88.]

Kun välivarastoon syntyy tyhjä paikka, imuperiaatteen mukaan se täytetään samalla tuotteella, sovitulla eräkoolla ja sovittuun aikaan. Tällöin välivarastossa olevien tuotteiden on riitettävä siihen asti, kunnes täydennyserä on saapunut. Välivarastossa on tuotteelle varastopaikat A ja B. Kun varastopaikka A tyhjenee, on varastopaikka B:n riitettävä siihen asti, kunnes uusi erä on valmistunut (kuva 3). Varastopaikka B:stä tuote siirtyy varastopaikka A:han automaattisesti, jos käytössä on esimerkiksi läpivirtaushylly. Informaatio voi kulkea visuaalisesti, kun vaiheet ovat fyysisesti vierekkäin, eli välivarastosta nähdään, kun tyhjä paikka syntyy. Imukorttia eli kanban-korttia käytetään, kun vaiheilla on fyysisesti etäisyyttä, tällöin kortti antaa impulssin tehdä uusi erä. Kortti toimitetaan uuden erän mukana takaisin välivarastoon. [6 s. 88.]



Kuva 3. Imuohjauksen periaate [7, s. 222]

Imuohjauksessa tuotannon loppukokoonpanon suunnitteluun käytetään paljon resursseja. Koska impulssi kulkee aina työvaiheelta edelliseen, tehdään vain tuotteita joille on kysyntää. Näin ohjaus pystytään kohdistamaan sinne missä se on kannattavinta. Keskeneneräiseen tuotantoon sitoutuu suurin pääoma tuotannon loppupäässä, joten valmiiden tuotteiden varastointia tulee välttää. [4, s. 54 - 55.]

Imuohjausperiaate pähkinänkuoressa:

1. Minimoi laatikoiden määrä sekä kuljetuserät
2. Minimoi eräkoot, tavoitteena yksi
3. Minimoi asetusajat, jotta pienet eräkoot olisivat taloudellisia
4. Korjattavia töitä ei pitäisi syntyä
5. Minimoi varastopisteiden määrä

Imuohjauksen periaatteena on siis valmistaa yksi kappale lisää käytetyn tilalle. Tuotteita ei saa hukata eikä niiden etsimiseen saa tuhata aikaa. [7, s. 62 -63.]

4.1 Kanban

Kanban on japania ja tarkoittaa korttia tai visuaalista tulostetta. Kanban on imuohjauksen apuna käytettävä toimintamalli. Kanbanissa välivarastossa olevat tuotteet on jaettu sovittuihin erä- tai laatikkokokoihin. Jokaista erää tai laatikkoa vastaa yksi kanban-kortti. Kun erä tai laatikko otetaan käyttöön, laitetaan kanban-kortti sille varattuun tauluun tai lokeroon. Kun sovittu määrä saman tuotteen kortteja on kerääntynyt tauluun tai lokeroon, edellinen vaihe alkaa valmistaa tilalle vastaavia eräkokoja. Käynnistysimpulssi voi tulla tuotteen menekistä riippuen yhdestä tai useammasta kortista.

Kanban on informaatiojärjestelmä, jota voidaan käyttää hyväksi imuohjauksessa. Menetelmän on kehittänyt Toyota Motor Company. Kanban-järjestelmä edellyttää tuotannolta jatkuvuutta ja lopputuotteen menekin hyvää ennustettavuutta. Puolivalmisteilla on oltava suuri volyymi- tai yksittäisarvo, jotta kanban-järjestelmä on kannattava. Tuotteiden

modulaarisuudella voidaan asiakassidonnaisuus liittää tuotantoon mahdollisimman myöhään, mieluiten vasta loppukokoonpanossa. [4, s. 55.]

Kanban-järjestelmä antaa imuohjaukseen kaikkien työvaiheiden välisen yksinkertaisen ja visuaalisen ohjauskeinon. Sitä voidaan soveltaa myös alihankintaan, mutta tällöin etäisyyksien tulisi olla lyhyitä, jotta tarpeeseen voidaan vastata nopeasti. [4, s. 55.]

4.1.1 *Kanban-kortti*

Kanban-kortti on visuaalinen tapa ohjata tuotantoa. Se toimii impulssina edelliselle työvaiheelle ja se sisältää vähintään tuotteen nimikkeen, tuotekoodin, kappalemäärän sekä seuraavan ja edellisen työvaiheen, eli kortin "osoitteen". Muu informaatio katsotaan tapauskohtaisesti. Korttiin voidaan esimerkiksi merkitä myös korttien yhteislukumäärä, tieto siitä onko tuote ostotuote vai omavalmiste tai minne kortti on vietävä, jos sen löytää paikasta jonne se ei kuulu. Korttien tarkoitus eli visuaalinen tiedonkulku työvaiheiden välillä edellyttää sitä, että kortit eivät katoa. Korttien katoamisesta voi seurata tietokatko jolloin, tuotanto eikä osto tiedä tuotteen valmistus- tai tilaustarpeesta. Tämän ehkäisemiseksi kaikkien on tiedettävä, mihin löydetty kortti pitää palauttaa.

4.1.2 *Kaksilaatikko-ohjaus*

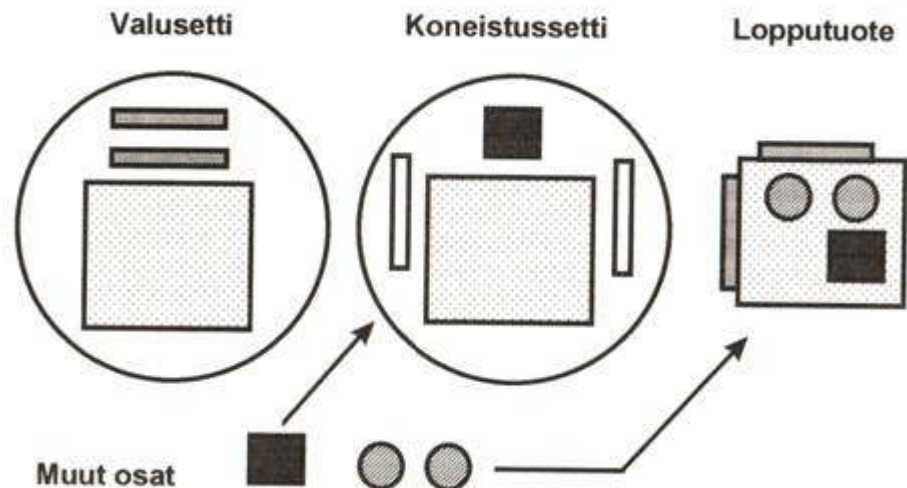
Kaksilaatikko-ohjaus on hyvin yksinkertainen ohjaustapa. Laatikon tyhjentyessä laatikko toimitetaan täytettäväksi ja jäljelle jäävän laatikon on riitettävä siihen asti, kunnes uusi täysi laatikko on saapunut. Nimityksestä huolimatta laatikoita voi olla useampikin kuin kaksi ja täydennystarve voi syntyä vasta, kun esimerkiksi kaksi laatikkoa on tyhjentynyt.

4.2 **Conwip**

Conwip-järjestelmällä rajoitetaan keskeneräisen tuotannon määrää. Se antaa luvan valmistaa seuraavan erän mutta ei ota kantaa valmistettavaan tuotteeseen. Conwip-järjestelmä soveltuu kertaluontoisten ja harvoin toistuvien töiden ohjaukseen joihin kanban-järjestelmä ei sovellu niin hyvin. Eräkokojen tulisi olla suunnilleen samankokoisia. Suurien erien ohjaus voidaan toteuttaa vaatimalla esimerkiksi kahta tai useampaa korttia ennen kuin valmistus voi alkaa. [10.]

4.3 Setitys

Setitys on tapa vähentää käsiteltävien nimikkeiden määrää. Setitys tarkoittaa osien keräämistä yhdeksi setiksi, esimerkiksi putkiston kasaamisessa käytettävät kiinnittimet, putket ja välikappaleet kerätään yhdeksi setiksi ja toimitetaan kokoonpanoon yhtenä nimikkeenä esimerkiksi laatikossa. Kuvassa 4 on esimerkkejä settien käytöstä. [7, s. 234 - 235.]



Kuva 4. Setityksen periaate [7, s. 235]

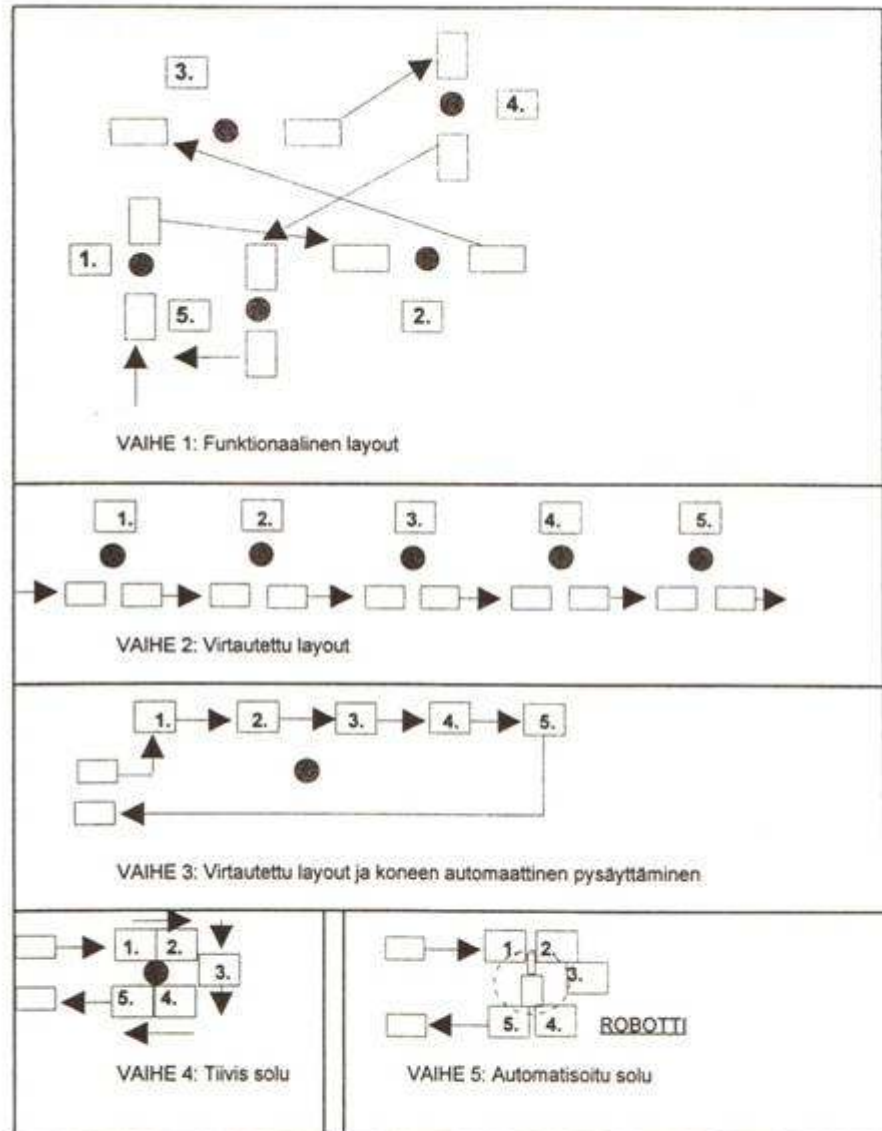
4.4 Layout

Layoutilla on ratkaiseva osa kehitettäessä ja tehostaessa tuotantoa. Tuoteperheille suunnitelluilla layouteilla saavutetaan mahdollisimman pieni valmistukseen sitoutunut pääoma, lyhyet ja tarkat läpäisyajat, mahdollisimman pieni tilankäyttö, ihmistyön vähentäminen, turhat kävely- ja kuljetusmatkat sekä helposti ja visuaalisesti valvottu toiminta. [6, s. 75.]

Layoutin suunnittelu etenee funktionaalisesta layoutista kohti automatisoitua solua. Kuten kuvassa 5 näkyy, välivaiheita layoutin suunnittelussa ovat virtautettu layout, virtautettu layout ja koneen automaattinen pysäyttäminen, tiivis solu sekä automaattinen solu. Virtautetussa layoutissa jokaisella työvaiheella on oma työntekijä ja työvaiheet voivat olla linjatyyppisesti järjestetty. Vaiheessa virtautettu layout ja koneen automaattinen pysäyttäminen yksi työntekijä käyttää kaikkia koneita eikä koneiden välillä ole välivarastoja. Koneet pysähtyvät automaattisesti, jos koneella tulee häiriö tai tuote valmistuu. Tiiviissä solussa koneet on asetettu esimerkiksi U-linjaan tilan säästämiseksi. Muuten vaihe ei eroa edellisestä. Viimeisenä on

automaattinen solu, jossa U-linjalla on robotti hoitamassa tuotteiden käsittelyn koneelta toiselle. Tällaisessa tuotannossa ei tarvita kuin koneenhoitaja, joka hoitaa koneiden käytön. [6, s. 75.]

LAYOUTIN KEHITTÄMISEN VAIHEET



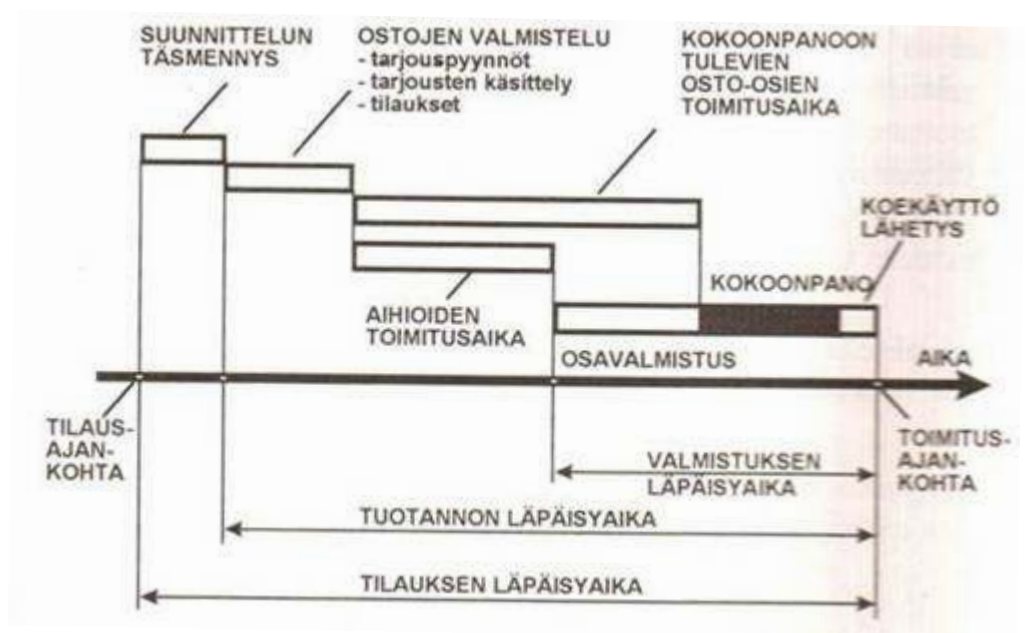
Kuva 5. Layoutin kehittämisen vaiheet [4, s. 75]

5 LÄPÄISYAIKA

Läpäisyajalla mitataan jonkin toiminnan aloituksesta sen päättymiseen kuluva aika. Läpäisy aika voidaan mitata erilaisilta kokonaisuuksilta kuten, koko tilaukselta sen valmistukselta, osavalmistukselta tai kokoonpanolta. [7, s. 53.]

5.1 Kokonaisläpäisy aika

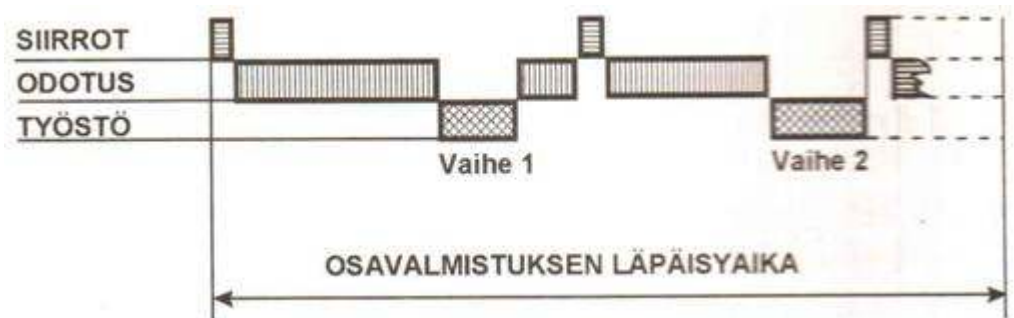
Kokonaisläpäisy aika muodostuu useasta eri osasta tilauksen ja toimituksen välissä olevalla ajanjaksolla. Kokonaiskuvan läpäisy ajasta voi muodostaa kuvan 6 avulla, joskin tarkkoja aikoja kokonaisläpäisy ajasta on usein vaikea laskea. Varsinkin tarjousten käsittelyyn ja tilausten toimitukseen tarvittavaa aikaa voi olla vaikea ennakoita. [7, s. 54.]



Kuva 6. Kokonaisläpäisy ajan muodostuminen [7, s. 54]

5.2 Tuotannon läpäisy aika

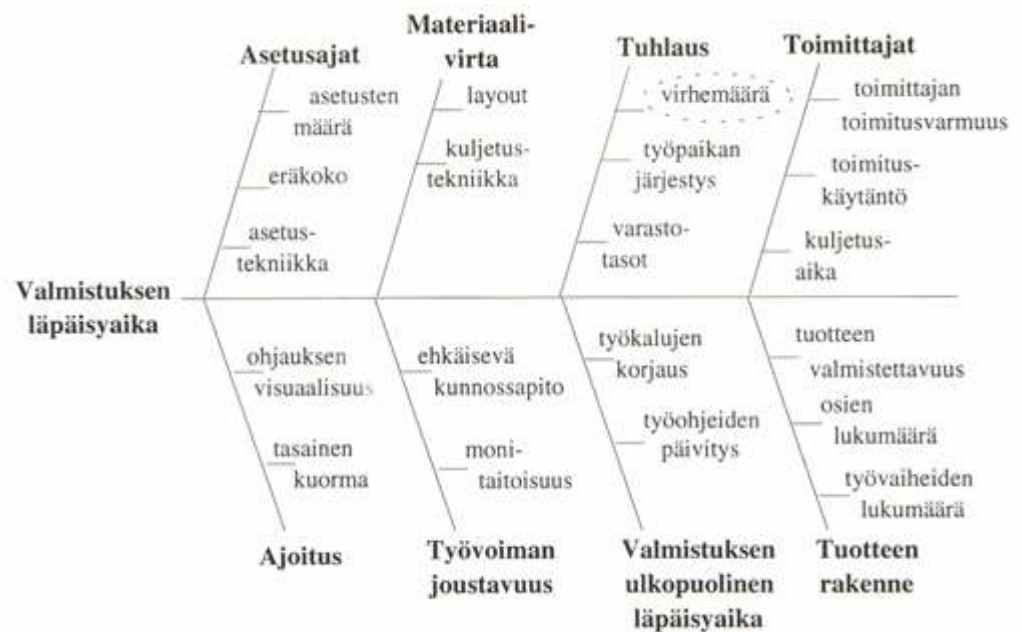
Tuotannon läpäisy aika koostuu odotuksista, kuljetuksista, operaatioista eli jalostavasta työstä sekä varastoinnista. Usein suurin osa tuotannon läpäisy ajasta muodostuu odotuksista ja varastoinnista. Työnvaiheiden lisääntyessä odotusten määrä kasvaa myös merkittävästi. Yleensä jalostavan työn osuus läpäisy ajasta on pienin kuljetusten jälkeen, kuten selviää myös kuvasta 7. [7, s. 54.]



Kuva 7. Tuotannon läpäisy ajan muodostuminen [7, s. 54]

5.3 Kalanruototekniikka

Valmistuksen läpäisy aikaan vaikuttavat tekijät voidaan esittää myös ”kalanruoto”-mallina kuten kuvassa 8. ”Kalanruotoon” kerätään eri keinoja, jotka vaikuttavat tutkittavaan kohteeseen. Esimerkiksi kuvassa 8 etsitään läpäisy aikaan vaikuttavat tekijät ja näihin asioihin pyritään sitten etsimään ratkaisut, jotka vaikuttaisivat läpäisy ajan lyhentymiseen. Kaikki kaavioon tulevat asiat eivät ole välttämättä numeerisesti mitattavia asioita. Yleensä kaaviosta ei tule ensimmäisellä kerralla yhtä siistiä kuin kuvan 8 ”kalanruodosta” mutta se paranee, kun ongelmista saadaan joitain ratkottua ja seurattua. [8, s. 91.]



Kuva 8. Kalanruotomalli [8, s. 91]

5.4 Läpäisy ajan merkitys

Lyhyt läpäisy aika kertoo joustavasta ja tehokkaasta tuotantojärjestelmästä, koska läpäisy aikaa ei saa lyhyeksi toimimalla huonosti. Lyhyellä läpäisy ajalla mahdollistetaan lyhyet toimitusajat, saadaan pelivaraa tuotannon ajoitukseen ja parannetaan ohjattavuutta. Valmistus asiakastilauksen perusteella edellyttää valmistuksen läpäisy ajalta lyhyempää aikaa kuin toimitus ajalta. Tällä saadaan aikaan joustavuutta ja varastoinnin minimointia.

Lyhyt läpäisy aika tarkoittaa töiden tekemistä peräkkäin eikä rinnakkain. Tällä vähennetään keskeneräiseen työhön sitoutunutta pääomaa ja saadaan työjärjestelyt helpommiksi. [7, s. 55.]

5.5 Kokoonpanon läpäisy aika

Kokoonpanon läpäisy aikkaa voidaan lyhentää levittämällä kokoonpanotyö rinnakkain tehtäviksi osakokoonpanojen avulla. Osakokoonpanoja voidaan tehdä tuotteen modulaarisuudesta riippuen valmiiksi ja näin lyhentää loppukokoonpanon läpäisy aikkaa. Osavalmistus ja osien ohjaus on saatava häiriöttömäksi kokoonpanon läpäisy ajan lyhentämiseksi. [7, s. 58.]

6 VARASTOINTI

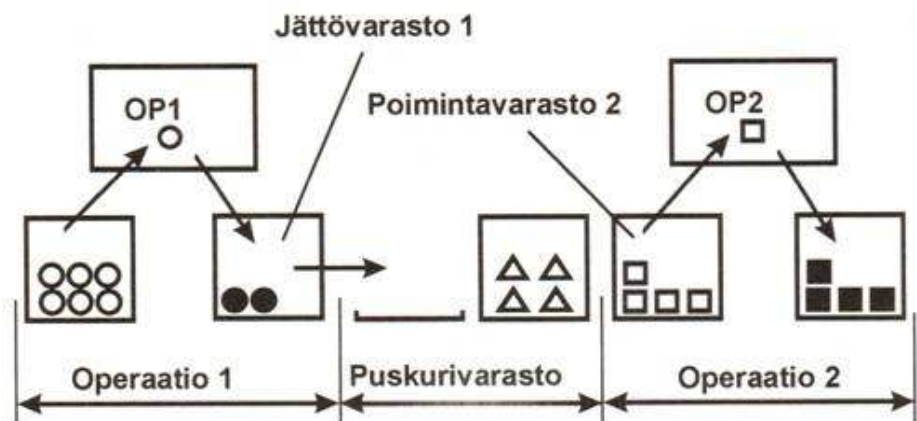
Varastointi sitoo pääomaa ja aiheuttaa epäkuranttiusriskin, joten varastointia tulee välttää. Ilman varastoja tuotannosta tulee hyvin tiukkatahtista ja pienetkin häiriöt keskeyttävät tuotannon. Näin ollen varastointi on välttämätöntä mutta varastointi on minimoitava. Välivarastot voidaan jakaa kolmeen eri tyyppiin

- vaiheiden väliset työkulkuvarastot
- puolivalmisteverastot
- prosessivarastot, esimerkiksi jäähtymistä tai kuivumista varten. [7, s. 101.]

6.1 Työkulkuvarasto

Työkulkuvarastoja käytetään tuotannon eri työvaiheiden välillä eikä näissä varastoissa ole suurtakaan epäkuranttiusriskiä. Työkulkuvarastoilla pyritään joustavuuteen tuotannossa. Selvimmin työkulkuvarastot tulevat esille linjatyyppisessä valmistuksessa, tällöin työkulkuvarastoja käytetään työasemien välisinä puskureina. Jätto- ja poimintavarastot liittyvät työoperaatioon ja puskurivarastot ovat näiden välissä. [7, s 101 - 102.]

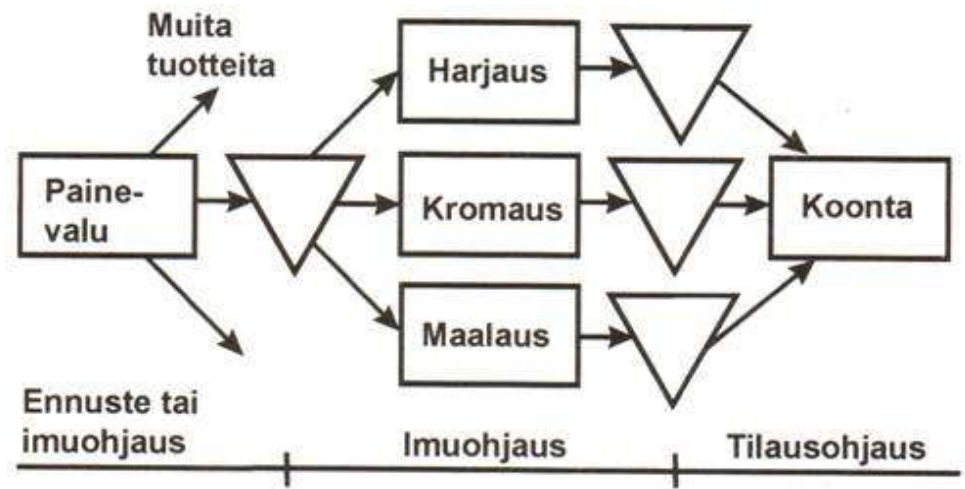
Jättovaraston tullessa täyteen on sille oltava vapaa paikka seuraavan vaiheen puskurivarastossa ja vastaavasti on poimintavarastossa oltava uusi erä odottamassa. Periaate käy selväksi kuvasta 9.



Kuva 9. Työkulkuvaraston periaate [7, s. 102]

6.2 Puolivalmistevarasto

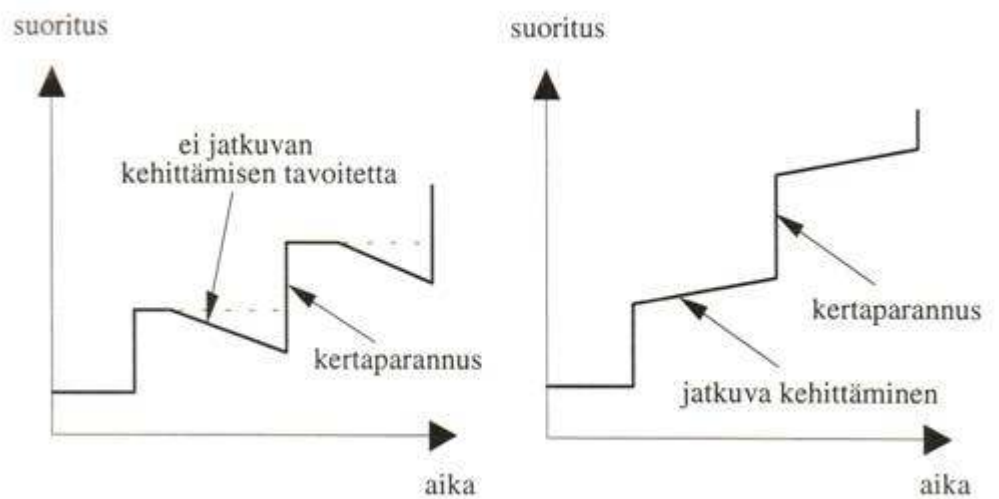
Jos valmistuksen läpäisy aika on pidempi kuin vaadittava toimitusaika, joudutaan käyttämään puolivalmistevarastoja. Puolivalmistevarastot sijoitetaan kohtiin, joissa tuotannonohjausperiaate vaihtuu. Kuvassa 10 puolivalmistevarastot on sijoitettu ennen pinnoitusta ja pinnoituksen jälkeen. Puolivalmistevaraston riiton on oltava täydennyksen vaatima aika. [7, s. 104 -105.]



Kuva 10. Puolivalmistevaraston periaate [7, s. 104]

7 KAIZEN

Kaizen on japanilainen ohjausperiaate. Se tarkoittaa pienten askelten kautta tapahtuvaa jatkuvaa kehitystä. Kaizen perustuu jo olemassa olevan osaamisen tehokkaampaan hyväksikäyttöön ja kehittämiseen. Kaizen on yleensä muutaman päivän mittainen oppimisnäkökulmasta järjestetty tapahtuma, johon ottaa osaa koko henkilöstö, jonka toiminta-alueita kehitetään. Länsimaisessa kulttuurissa on keskitytty liiaksi johtajakeskeisyyteen ja kertaluonteisiin parannuksiin ja investointeihin. Kaizen on jatkuvaa kehittämistä ja sitä pitää tukea kertaluonteisilla kehityksillä. Mikäli kertaluonteisten kehitysten välissä ei toteuteta jatkuvaa kehitystä, tuotanto ja yrityksen suoritukset saattavat jopa huonontua (kuva 11). [8, s. 13 - 14.]



Kuva 11. Jatkuvan parantamisen merkitys [8, s. 14]

8 TUOTANNONOHJAUS RASKASKOKOONPANOSSA

8.1 Lähtökohdat

Tuotannonohjausta halutaan muuttaa visuaalisempaan suuntaan ja imuohjautuvammaksi. Ostotuotteita halutaan saada kotiinkutsun piiriin sekä itse tehtävien komponenttien määrää lisätä, mikäli se on edullisempaa. Visuaalisuutta halutaan hakea kanban-korteilla sekä kaksilaatikkovarastoinnilla. Raskaskokoonpanolinjaa halutaan syöttää imuohjautuvasti käyttäen kahden tyyppisiä kittilaatikoita, sekä läpivirtaushyllyä. Perusideana on saada kittilaatikat, joissa on aina samat standardituotteet, kaksilaatikko-ohjaukseen ja kittilaatikat, joiden sisältö muuttuu päätuotteen mukaan, keräilykorteilla kerättäviksi tietylle työnumerolle. Läpivirtaushyllyissä olevat tuotteet halutaan toimittaa linjalle toimitustavasta riippuen kaksilaatikko-ohjauksella tai kanban-korteilla.

Nykyinen tapa on ollut kerätä raskaskokoonpanossa tarvittavat osat vasta kun kokoonpanija on käynyt pyytämässä niitä varastomieheltä. Tällainen tapa on kasvattanut läpimenoaikaa eikä tarkkaa valmistumisajankohtaa ole voitu määrittää niin monista muuttujista riippuen. Lisäksi tuotteita varastoidaan aivan liikaa varastoon ja ne ovat kaukana kokoonpanolinjasta eli sieltä missä niitä tarvitaan. Varastosaldot ovat suuria ja osia tilataan ja valmistetaan liian suuria erinä. Varaston kiertonopeus on suuri ja keräilijä kävelee pitkiä matkoja ja käyttää paljon aikaa kerätäkseen osia kokoonpanolinjalle. Raskaskokoonpanon linjalla koottavat yksiköt ovat kuvan 12 mukaisia melko paljon erilaisia osia sisältäviä yksiköitä. Komponentit ovat myös hyvin erikokoisia, mikä on vaikuttanut osien varastointiin ja toimittamiseen linjalle. Kuvan 12 mukainen yksikkö painaa tuhansia kiloja, joten sen liikutteleminenkin vaatii erikoisapuvälineitä.



Kuva 12. Raskaskokoonpanolinjalla koottava SPU-yksikkö

Tavoitteet joita kaizen-tapahtumassa esiin tulleilla ideoilla lähdettiin hakemaan, olivat tuottavuuden kasvattaminen 25 prosentilla, kokonaisläpäisyajan puolittaminen, työntekijöiden kulkeman matkan pienentäminen 75 prosentilla sekä materiaalin kulkeman matkan lyhentäminen 50 prosentilla. Lisäksi kokoonpanoon käytettävää lattiapinta-alaa haluttiin pienentää 25 prosentilla sekä uudistaa kititys. Myös keskeneräistä työtä kokoonpanossa haluttiin pienentää sekä kehittää uusi visuaalinen tuotannonohjaustapa tuotantoon.

Ihmisten sekä materiaalien matkat tuotannossa, kitityksen uudistaminen sekä visuaalisen tuotannonohjauksen kehittäminen ovat kohteet, joihin tällä työllä pyritään vaikuttamaan.

8.2 Materiaalivirta

Materiaaleja raskaskokoonpanoon tulee toimittajilta ostotuotteina, ja kotiinkutsutavaroina, eli näihin osiin on olemassa vuositilaukset, jotka toimitetaan kotiinkutsuna. Näiden lisäksi osia toimitetaan tankkaustavaroina, joita ovat pultit ja mutteri eli niin kutsutut ”ämpäritavarat”, joiden hyllypaikkoja toimittaja täyttää itsenäisesti. Oma koneistus toimittaa omavalmisteosia, jotka toimitetaan varastoon.

Ostotuotteet tulevat varastoon, jossa ne otetaan vastaan ja hyllytetään korkeavarastoon tai toimitetaan suoraan kokoonpanoon. Vastaanotossa tavara tarkistetaan ja lasketaan sekä kuitataan saapuneeksi ja otetaan saldoille järjestelmään. Tavoiteaika tavaran viipymiselle vastaanottoalueella on yksi päivä mutta todellisuudessa se on usein kaksi päivää. [11.]

Kotiinkutsutuotteiden tilaustarve syntyy tuotannonkeräilylistasta, jolloin lähetetään sähköpostilla kotiinkutsupyynnö toimittajalle. Tällöin keräilylistaan laitetaan kuittaus, koska tavara on kotiin kutsuttu ja koska sen olisi määrä saapua. Kotiinkutsutuotteet ovat ostotuotteita joille on tehty vuosisopimus, jota käytetään kotiinkutsuilla. Kotiinkutsutuotteet käyttäytyvät vastaanottoon tullessaan samoin kuin ostotuotteet eli ne otetaan vastaan ja hyllytetään tai toimitetaan suoraan kokoonpanoon. [11.]

Tankkaustavaroiden riittävydestä huolehtii toimittaja ja näitä osia tulee olla aina saatavilla. Omat tuotteet, jotka koneistetaan omissa tiloissa, toimitetaan oman kuskin toimesta varastoon, jossa ne on varastoitu korkeavarastoon. Korkeavarastosta niitä kerätään tuotantoon työmääräimen mukaan. Koneistustarve on syntynyt nettotarvelaskennan perusteella, jolloin koneistus on avannut tuotteelle työmääräimen ja aikatauluttanut työn valmistumisen. [11.]

Näin toimien varastoarvot ja saldot ovat helposti nousseet liian korkeiksi ja varaston kiertonopeus on laskenut radikaalisti. Korkeavarasto myös kätkee helposti puutteet ja toisaalta liikatuotannon ja näin kaikkia materiaaleja ei ole ollut toimittaa kokoonpanoon oikeaan aikaan tai sitten tuotteita on varastoitu ihan liikaa.

9 KAIZEN-TAPAHTUMA

9.1 Pre kaizen

Pre kaizen-viikko järjestettiin kaksi viikkoa ennen varsinaista kaizen-viikkoa. Pre kaizen-viikon tarkoitus on miettiä kehityspaikkoja ja -mahdollisuuksia. Tällä pre kaizen-viikolla keskityttiin jo olemassa olevan linjan jalostamiseen toimivaksi kaikille pumppuyksiköiden tuoterperheille. Aikaisemmin linjalle oli voitu ottaa tehokkaasti kokoonpantavaksi vain yksi tuoterperhe. Kokoonpanoon liittyviä teknisiä ratkaisuja mietittiin myös keskittyen erityisesti nostojen minimoimiseen ylhäältäpäin. Pre kaizen-viikolla haettiin lähinnä teoreettisia ratkaisumahdollisuuksia ongelmiin ja keskityttiin mahdollisimman paljon vain kehitettävään tuotantoketjun osaan. Ajatukset lähtevät helposti harhailemaan myös muihin tuotannon vaiheisiin mutta näihin on haettava ratkaisut myöhemmin ja erikseen järjestettävällä kaizen tapahtumalla.

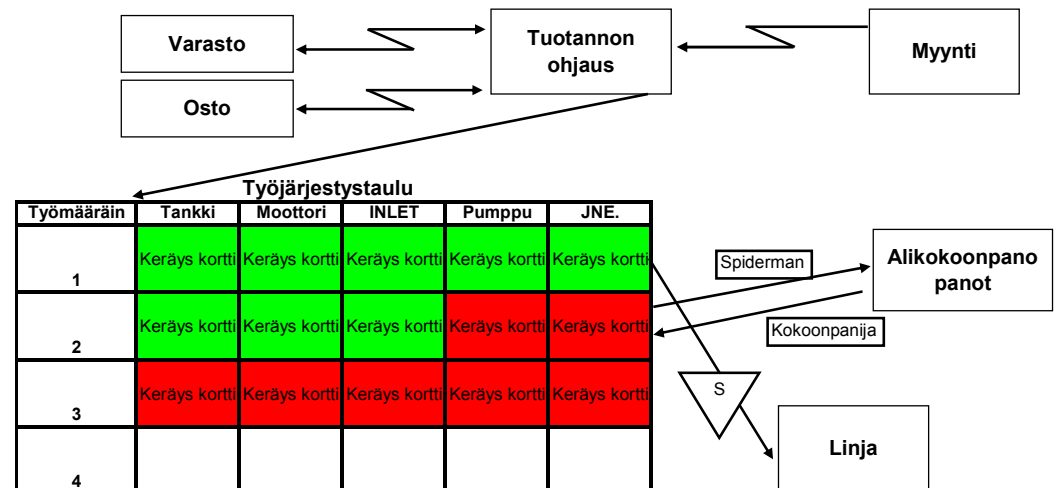
Pre kaizenissa kerättiin myös paljon tietoa nykyisestä toimintamallista ja laskettiin nykyisiä kokoonpanoon käytettäviä aikoja, jotta saadaan paljon vertailukohtia tuloksia ajatellen. Tuotannonohjausta haluttiin kehittää visuaaliseen suuntaan, tätä varten suunniteltiin visuaalisia kanban-kortteja, mietittiin niiden käytännön hyötyjä tuotannonohjauksessa ja kuinka niiden avulla saadaan toteutettua juuri oikeaan tarpeeseen - periaatetta. Pre kaizenin päätarkoitus on siis valmistautua varsinaiseen kaizen-tapahtumaan keräämällä ja analysoimalla tietoa mahdollisimman paljon ja hakemalla useita eri ratkaisumahdollisuuksia toteutettavaksi ja kokeiltavaksi varsinaisessa kaizenissa.

9.2 Kaizen

Kaizen-viikon tarkoitus on toteuttaa ja kokeilla käytännössä pre kaizenissa haettuja ratkaisuja. Esimerkiksi tuotantolinjan muotoa ja suuntaa mietittiin moneen suuntaan ja lopulta päädyttiin parhaiten tarkoitukseen sopivaan U-linjaan. Kaizen tapahtumassa on mukana "Sensei" eli niin kutsuttu johtaja, jolla on kokemusta ja osaamista jostakin asiasta, tässä tapauksessa tuotantoon liittyvistä asioista. Sensei toimii kaizen-tapahtumassa kyseenalaistajana sekä neuvonantajana, hän on usein yrityksen ulkopuolinen henkilö eikä hänellä ole lopullista päätösvaltaa toimintatapoihin

vaan niistä päättävät kaizeniin osallistuvat ryhmänjäsenet. Kaizenissa kokeillaan useita vaihtoehtoja, joita ryhmä on miettinyt pre kaizenissa ja joita sensei esittää. Vaihtoehtoista mietitään hyviä ja huonoja puolia ja valitaan paras vaihtoehto. Tärkeitä ominaisuuksia kaizenissa on tulosten analysointi ja vertailu vanhaan toimintatapaan. Tarkoituksena on tehostaa toimintaa, joten tulosten on myös näytettävä ne laskennallisesti.

Tuotannonohjaukseen haettiin yksinkertaisia toimintatapoja, jotka ovat visuaalisia. Toimivimmaksi tavaksi todettiin taulu, josta näkee visuaalisesti onko tuote jo kerätty linjalle vai onko se vielä keräämättä. Samalla haluttiin keskittyä tuotteiden varastointimääriin. Tuotannon informaation kulku käy ilmi kuvasta 13. Informaatio lähtee myynnistä josta tulee tieto uudesta tilauksesta tuotannonohjaukseen. Tuotannonohjaus varmistaa osien saatavuudet varastosta sekä ostosta. Kaiken ollessa kunnossa tehdään työmääräin ja viedään keräilykortit työjärjestystauluun linjalle. Kerääjä kerää osat keräilykorttien mukaan linjalle ja kääntää keräilykortin vihreäksi. Kun kaikki kortit on käännetty punaisesta vihreiksi, yksikkö lähtee linjalle kokoonpanoon.



Kuva 13. Tuotannon informaation kulku

Suunnitteilla on saada omavalmisteosat kanban-kortti ohjaukseen, tällöin varastosta saadaan visuaalinen. Tuoteperheitä halutaan jatkossa setittää, jolloin niiden tankkaus linjalle voisi toimia puhtaasti kaksilaatikko-periaatteella. Linjalle laitetaan jokaiseen työvaiheeseen läpivirtaushyllyt,

joihin setit kerätään ja niitä on aina saatavilla vähintään yksi, kun kokoonpano sitä vaatii. Näin ollen kyseessä on aito imuohjausperiaate.

Kaizen-viikon aikana kartoitettiin myös linjalle tulevien yksiköiden komponenttien kokonaislukumäärä. Komponentit jaettiin niiden menekin ja käsiteltävyyden eli koon mukaan kuuteen eri luokkaan. Jokaiselle luokalle mietittiin sopiva varastointitapa ja sijoitettiin fyysisesti oikeisiin paikkoihin linjaan nähden. Jako eri luokkiin käy parhaiten selville kuvasta 14.

Komponenttien jako koon ja menekin perusteella

| | | Tuotteen menekki | | |
|---------------|----------------------------------|--|---|---|
| | | Alhainen (< 1/ päivä) | Keskimääräinen (1-2/ päivä) | Korkea (>2/ päivä) |
| Tuotteen koko | Suuri (tarvitsee apuvälineen) | <ul style="list-style-type: none"> Varastoidaan varastoon <p>28 tuotetta</p> | <ul style="list-style-type: none"> Jos linjan lähellä on tilaa varastoidaan lattiallemerkatulle alueelle Varastoidaan varastoon <p>8 tuotetta</p> | <ul style="list-style-type: none"> Varastoidaan lähelle oikeaa työpistettä, merkatulle alueelle Kanban ohjaus/kaksilaatikko ohjaus <p>6 tuotetta</p> |
| | Pieni (helppo käsitellä) | <ul style="list-style-type: none"> Varastoidaan läpivirtaushyllyyn varastoon <p>109 tuotetta</p> | <ul style="list-style-type: none"> Varastoidaan linjan läpivirtaushyllyihin jos on tilaa Varastoidaan varaston läpivirtaushyllyyn <p>36 tuotetta</p> | <ul style="list-style-type: none"> Supermarket linjalle jokaiseen työpisteeseen Kanban ohjaus/kaksilaatikko ohjaus <p>57 tuotetta</p> |

Kuva 14. Komponenttien jako

Näillä kaikilla toimenpiteillä kaizenissa saatiin laskennallisesti parannuksia kokoonpanon läpimenoaikaan, varsinkin kun tuotantolinja saadaan tasapainotettua. Myös kokonaisläpäisy aika lyheni ja materiaalien ja ihmisten liikkumisiin matkoihin saatiin huimia parannuksia kaizen-viikon aikana.

10 UUDET TOIMINTATAVAT

10.1 Uuden linjan ohjaus

Tavoitteena oli yksinkertaistaa tuotannonohjausta ja tehdä siitä visuaalisempi. Uuden linjan ohjauksessa onkin paljon visuaalisuutta työnjärjestystaulun, eriväristen laatikoiden ja uuden linjan erilaisten parannusten kuten andon-valojen myötä. Tuotannonohjauksen tärkein kohta on kuvan 15 työnjärjestystaulu, joka ohjaa kokoonpanolinjaa ja keräilyä. Työnjärjestystaulu kertoo kaiken oleellisen linjan toiminnasta kuten mitkä työt lähtevät kokoonpanolinjalle seuraavaksi ja mitä kittejä niihin on jo kerätty. Tärkeintä on taulun visuaalisuus, joka kertoo yhdellä silmäyksellä linjan sen hetkisen kuormituksen.



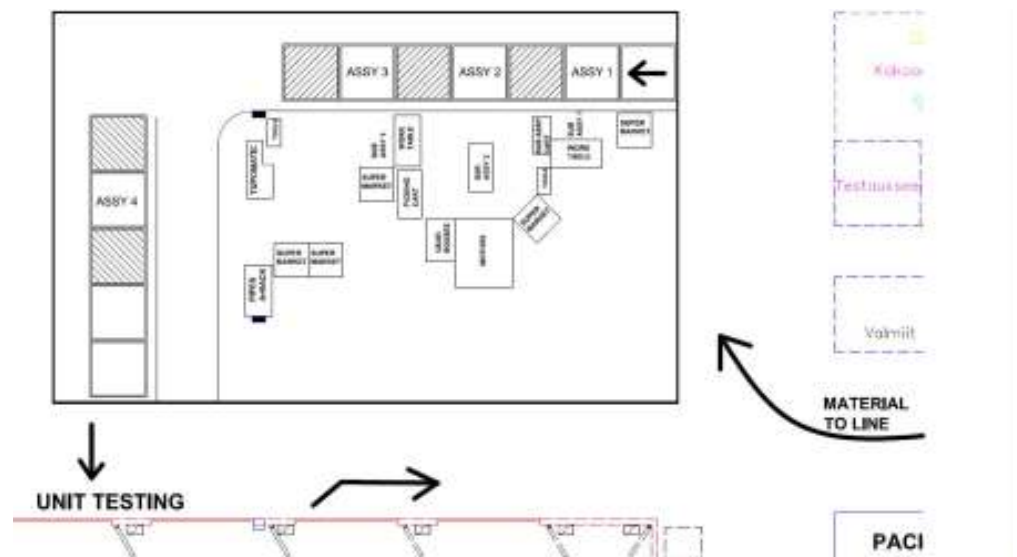
Kuva 15. Työnjärjestystaulu

Työjärjestystaulun mukaiset kittien keräykset ovat spidermanin eli keräilijän vastuulla. Spidermanin tehtäviin kuuluu ruokkia linjaa ja hoitaa läpivirtausshyllyjen tankkaukset sekä linjalla että varastossa. Valmistusprosessi alkaa siitä kun työnjohtaja tuo työjärjestystauluun linjalle tulevan yksikön työmääräimen ja kääntää kaikki keräyskortit punaisiksi. Tämän jälkeen spiderman kerää tarvittavat kitit ja komponentit keräyskorttien mukaan linjalle. Kun kaikki kortit on käännetty vihreiksi, eli ne on kerätty, yksikkö lähtee linjalle kokoonpantavaksi. Tärkein sääntö tässä on se, että yksikkö ei lähde linjalle ennen kuin kaikki kitit ja komponentit on kerätty. Linjalle ei haluta yksikköä, joka pysähtyy johonkin linjan vaiheeseen osapuutteiden vuoksi. Siinä vaiheessa kun työ lähtee kokoonpanolinjalle, työmääräin otetaan työjärjestystaulusta yksikön mukaan ja se kulkee yksikön mukana koko linjan läpi aina testaukseen asti. Testauksesta tarvittavat pöytäkirjat sekä työmääräin palautuvat työnjohtajalle.

10.2 Uusi layout

Vanha kokoonpanolinja kulki kuvan 16 mukaisesti pystysuoraan aivan vasemmalla reunassa. Se oli kaukana varastosta ja sen materiaalivirtaus kulki poikittain käytettävissä olevaan linjaan nähden. Uudessa layoutissa kokoonpanolinja alkaa oikeasta yläreunasta ja jatkuu siitä suoraan kääntyen kohti testitilaa kuvan alareunassa. Kokoonpanopisteitä linjalla on 4. Kolmella ensimmäisellä tehdään mekaanista kokoonpanotyötä ja viimeisessä vaiheessa tehdään tarkastukset sekä sähkötyöt.

Materiaalivirta kulkee nyt U-linjassa alkaen läheltä varastoa, josta kaikki komponentit tulevat linjalle päättyen testitilaan, josta valmis yksikkö siirretään varastoon pakattavaksi. Alikokoonpanot sijoittuvat kuvassa linjan alapuolelle. Näissä pisteissä tehdään alikokoonpanot valmiiksi liitettäväksi yksikköön. Alikokoonpanot tekee jokaisen vaiheen työntekijä itse. Tarpeen mukaan läpimenoaikaa voidaan lyhentää käyttämällä toista työntekijää alikokoonpanojen tekemisessä, mikäli kapasiteettia on käytettävissä.



Kuva 16. Uusi kokoonpanolinjan layout

10.3 Andon-valot

Jokaisessa kokoonpanopisteessä on kuvan 17 mukaiset andon-valot, joita kokoonpanija käyttää ilmaistaakseen että linja toimii normaalisti, jokin laatikko vaatii täyttöä tai on tapahtunut linjan pysäyttävä häiriö. Värit ovat sininen, keltainen ja punainen. Lisäksi punaiseen valoon on liitetty äänisignaali, joka kertoo että linja on pysähtynyt ja tarvitaan välittömiä toimia, jotta linja saadaan taas käyntiin.



Kuva 17. Andon-valot työpisteissä

Sinisen valon palaessa kaikki työpisteessä toimii eikä ole mitään häiriöitä tai puutteita. Keltainen valo kertoo jonkin laatikon tyhjentyneen ja vaativan täyttöä, mutta työpiste toimii vielä normaalisti ilman häiriöitä. Punaisen valon palaessa työpisteeltä on loppunut jokin tuote kokonaan tai on tapahtunut jokin muu häiriö, joka keskeyttää työt kyseisellä työpisteellä. Valot on sijoitettu jokaiseen työpisteeseen linjalla ja ne ovat niin korkealla, että linjan toiminnasta saa hyvän kuvan jo kauempaa katsoessa. Valojen ensisijainen tarkoitus on ohjata spidermania ja ilmoittaa hänelle, milloin linjalla on häiriö joka vaatii spidermanin toimia.

10.4 Uusi hylly

Varaston korkeavarastossa olevat omavalmisteiset komponentit haluttiin paremmin esille, joten ratkaisuksi keksittiin läpivirtaushylly (kuva 18). Läpivirtaushyllyn täyttö tapahtuu kanban-korttiosjauksella. Hyllyyn laskettiin kolmen viikon tarvetta vastaava määrä osia. Kun tarvittava määrä laatikoita on tyhjentynyt, lähetetään kortti ja tyhjä laatikko koneistukseen, joka käynnistää tarpeen tehdä lisää. Varaston läpivirtaushyllyyn varastoidaan ne tuotteet, jotka ovat pieniä ja joiden kulutus on keskivertoa tai pientä (katso s. 23 kuva 14).



Kuva 18. Varaston uusi läpivirtaushylly

Hyllyssä olevia laatikoita ohjataan kanban-korttein. Kortti (kuva 19) sisältää tiedot tuotteen koodista, nimikkeestä, tehtävästä kappalemäärästä ja varastopaikasta. Lisäksi kortissa on viivakoodi, joka ei ole vielä käytössä, laatikon koon kertova tieto sekä koneistuksessa käytettävien koneiden kuormitusryhmät.



Kuva 19. Kanban-kortti

10.5 Uudet laatikot

Uusien laatikoiden on tarkoitus selkeyttää materiaalien ohjausta ja tehdä siitä selvästi visuaalisempaa. Laatikoita on kolmen värisiä, valkoisia, punaisia ja sinisiä. Laatikoiden värityksillä halutaan selkeyttää kunkin laatikon ohjaustapaa ja väri kertoo myös, kuinka laatikko täytetään ja minne se viedään täytettäväksi. Valkoiset laatikot eli standardit kittilaatikot ovat standardeja ja niihin kerätään aina samat tuotteet laatikon tyhjennyttyä. Punaiset laatikot eli kittilaatikot kerätään jokaiselle yksikölle erikseen ja ne sisältävät erilaisia variaatioita. Siniset laatikot eli läpivirtaushyllylaatikot sisältävät standardi komponentteja. Jokaisessa läpivirtaushyllylaatikossa on vain yhtä ja samaa komponenttia ja laatikon tyhjennyttyä siihen kerätään samanlaisia komponentteja tilalle.

10.5.1 Standardi kittilaatikko

Kuvan 20 mukaiset valkoiset laatikot ovat standardeja kittilaatikoita, joissa on leikattu muotti pohjalla. Laatikoon kerätään siihen kuuluvat osat omille paikoilleen eikä siihen koskaan kerätä muuta kuin mitä pohjamuottiin kuuluu. Laatikon kyljessä on kuva mitä komponentteja laatikkoon laitetaan ja lisäksi jokaisessa leikatussa paikassa on tuotteen koodi, joka kertoo täsmällisesti mikä komponentti siihen kuuluu. Näin standardin kittilaatikon voi kerätä periaatteessa kuka vain, jos spiderman ei ole käytettävissä. Valkoisia laatikoita on aina saatavilla linjalla olevissa läpivirtaushyllyissä kaksilaatikko-periaatteen mukaisesti. Laatikoiden keräyksen hoitaa spiderman ja laatikoiden loppumisesta linja antaa merkin andon valolla. Tavoitteena on tehdä jatkossa mahdollisimman paljon standardeja kittilaatikoita, koska ne ovat helppoja kerätä muuttumattomuutensa ansiosta ja näin ollen yksinkertaisia ohjata. Kaikki tarvittava informaatio on suoraan laatikossa.



Kuva 20. Valkoinen laatikko eli standardi kittilaatikko

10.5.2 Kittilaatikko

Punainen laatikko, kuten kuvassa 21, on kittilaatikko. Kittilaatikat kerätään keräyskorttien mukaan ja niiden sisältö vaihtelee valmistettavan yksikön mukaan. Keräyskortit otetaan työjärjestystaulun yhteydessä olevasta lokerosta, jossa on kaikki mahdolliset erilaiset variaatiot kyseisestä kitistä. Osat ovat usein samantyyppisiä mutta niiden fyysinen koko tai säätöarvot poikkeavat toisistaan. Kittien komponentit ovat varastoituna varaston läpivirtaushyllyyn tai isommat osat korkeavarastoon tai lattialle. Kaikille komponenteille on kuitenkin määritetty vakio hyllypaikat, jotta ne ovat nopeasti ja helposti kerättävissä. Myös punaisten laatikoiden keräilystä vastaa spiderman mutta näitä laatikoita ei voida kerätä linjalle ennen kuin työjohto on tuonut työmääräimen työjärjestystauluun.



Kuva 21. Kittilaatikko

10.5.3 Lämpivirtaushyllylaatikko

Kuvan 22 siniset laatikot ovat lämpivirtaushyllylaatikoita linjan lämpivirtaushyllyissä. Niissä on sellaisia osia, jotka eivät kuulu standardeihin kittilaatikoihin eivätkä tavallisiin kittilaatikoihin. Näitä laatikoita on aina vähintään yksi lämpivirtaushyllyssä, jokaista tuotetta kohti, jolloin linjalla on aina osia käytettävissä tarvittaessa. Lämpivirtaushyllylaatikoiden täyttö hoidetaan kaksilaatikko-menetelmällä. Näihin laatikoihin valittiin komponentit kuvan 14 perusteella eli pienet komponentit, joita käytetään paljon tulevat, lähelle linjaa ja kokoonpano pistettä.



Kuva 22. Lämpivirtaushyllylaatikko

10.6 Materiaalivirta uudelle linjalle

Linjalla on neljä kokoonpanopistettä, joiden kokoonpanotyöt on pyritty jakamaan siten, ettei linjan eri työvaiheiden välillä olisi suuria ajallisia eroja. Tämä on haastava vaihe eikä linjaa ole vielä onnistuttu täysin tasapainottamaan vaan tasapainoitus on jatkuvan parannuksen kohde, jota parannetaan sitä mukaa kuin linjalta saadaan tarpeeksi vertailuaikoja vaiheiden tasapainottamiseksi. Jokaisessa kokoonpanopisteessä on työvaiheessa tarvittaville komponenteille läpivirtaushyllyt tai merkatut paikat lattialla suuremmille komponenteille kuten moottoreille ja sähkökaapeille. Komponentit uudelle kokoonpanolinjalle tulevat eri tavoin riippuen pääasiassa komponentin koosta. Setitys on jaettu kahteen osaan eli kittilaatikoihin, joissa voi olla vaihtelevuutta riippuen päätuotteesta joka on kokoonpanossa ja standardeihin kittilaatikoihin, jotka ovat samoja riippumatta päätuotteesta. Isoimmat komponentit kuten jalusta, tankki, moottorit ja sähkökaappi kerätään niille varatuille paikoille lattialle kokoonpanopisteen läheisyyteen. Kokonsa puolesta näitä osia ei aina välttämättä pystytä keräämään linjalle ennen kuin kokoonpano on jo alkanut. Kuitenkin niiden on oltava vähintään varastossa, ennen kuin yksikkö, johon ne kuuluvat, lähtee linjalle. Kokoonpanopisteissä olevat läpivirtaushyllyt täytetään kaksilaatikko-periaatteella spidermanin toimesta. Kuten kuvasta 23 näkee, tyhjät laatikot palautetaan hyllyn ylimmälle tasolle, jonka rullat on käännetty taaksepäin viettäväksi.



Kuva 23. Kokoonpanolinjan läpivirtaushylly

11 LOPPUTULOKSET

Materiaalien ohjaus on saatu visuaalisemmaksi ja imuohjautuvammaksi läpivirtaushyllyjen, standardien kittilaatikoiden, kittilaatikoiden sekä työjärjestystaulun avulla. Komponenttien varastomääriä on aloitettu vähentämään tarpeen tasolle, mutta työ on vielä kesken ja valmistuu kesän 2010 aikana. Omavalmisteisten koneistettavien osien kaksilaatikkojärjestelmä saatiin käyttöön ja sitä laajennetaan tulevaisuudessa kaikkiin itse valmistettaviin osiin. Standardeja kittilaatikoita on kehitetty ja niitä tehdään lisää sitä mukaa kuin tuotteita tulee kokoonpanolinjalle. Samoin kittilaatikoita on tehty ja tehdään jatkossa lisää ja muokataan entistä paremmin linjan työpisteitä palveleviksi. Tämä toimenpide vie aikaa ja vaatii palautetta linjan kokoonpanijoilta. Työjärjestystaulu kertoo kokoonpanolinjan tilanteesta ja kuormituksesta visuaalisesti. Myös taulun toimintaa tehostetaan jatkossa ja sitä muokataan tarpeen mukaan. Uusien läpivirtaushyllyjen ansiosta työntekijöiden ja materiaalien matkat tuotannossa lyhenivät merkittävästi. Aikapulan vuoksi kaikki parannukset pääsevät kunnolla oikeuksiinsa ja niistä saadaan täysi hyöty irti vasta kuukausien kuluttua kun täysin uutta toimintatapaa tuotannonohjauksessa on käytetty yksiköiden kokoonpanossa. Läpimenoaikaa saatiin pudotettua keskimäärin 50 prosenttia, joka vastasi hyvin tavoitteita.

12 YHTEENVETO

Työn tärkein osuus oli visuaalisen tuotannonohjausjärjestelmän luominen. Tavoitteeseen päästiin komponenttien ohjauksen osalta mutta aikapulan ja resurssien puutteen vuoksi kokoonpanolinjan visuaalinen ohjaus työjärjestystaulun avulla jäi hieman kesken. Kaikki pohjatyö ja tarvittavien keräilykorttien pohjat on tehty mutta kitityksen viimeistelyn puuttuminen jätti työjärjestystaulun vielä kesken. Työ saatetaan loppuun kesän 2010 aikana ja samaa ohjaustapaa on tarkoitus laajentaa koko tuotantoon.

Suurimman osan ajasta alussa vei kaizen-tapahtumaan valmistautuminen ja siihen osallistuminen. Päivät venyivät 12-tuntisiksi intensiivisiksi käytännön muutosten tekemisiksi ja kokeilemiseksi. Kaizen-viikko oli erittäin opettavainen ja siitä sai erinomaisen lähtökohdan insinööriyöhön.

Valmiiksi saatiin omavalmisteisten komponenttien ohjaus ja tekeminen vain tarpeeseen, linjan layout-muutokset ja muutamat parannukset itse kokoonpanossa. Myös uusien läpivirtaushyllyjen suunnittelu ja sijoittaminen oikeisiin paikkoihin auttoi lyhentämään välimatkoja ja nopeuttamaan keräilyä sekä pienentämään varastomääriä.

Kokonaisuutena insinööriyö vei tuotannonohjausta visuaaliseen suuntaan ja edellä mainittujen tulosten myötä kokoonpanoa saatiin tuottavammaksi ja tehokkaammaksi.

Tulevaisuudessa visuaalisuutta tuotannonohjauksessa on tarkoitus lisätä koko yrityksen tuotannossa. Tämä työ antoi hyvät lähtökohdat uuden toimintatavan laajentamiselle. Visuaalisuus todettiin toimivaksi ja yksinkertaiseksi toimintamalliksi. Jatkossa visuaalista tuotannonohjausta on helpompi laajentaa muuhun tuotantoon, kun mahdollisia ongelmia tiedetään jo etukäteen ja niihin on olemassa jo ratkaisuja, jotka on vain sovellettava käytäntöön uudessa tilanteessa.

VIITELUETTELO

- [1] *Marioff yleisesti*. [verkkodokumentti viitattu 23.4.2010]. Saatavissa: <http://www.marioff.com/en/About%20Marioff/Company%20overview/Default.aspx>
- [2] *Marioff tuotanto*. [verkkodokumentti viitattu 23.4.2010]. Saatavissa: <http://www.marioff.com/en/About%20HI-FOG%C2%AE/Hi-FOG%C2%AE%20system%20components/Pump%20units/Default.aspx>
- [3] *Marioff historia*. [verkkodokumentti viitattu 23.4.2010]. Saatavissa: <http://www.marioff.com/en/About%20Marioff/History/Default.aspx>
- [4] Miettinen Pauli. 1993. *Tuotannonohjaus ja logistiikka*. Helsinki: Painatuskeskus Oy.
- [5] *JOT-Tuotanto*. [verkkodokumentti.] 1998. [viitattu 28.1.2010] Saatavissa: <http://www.edu.fi/oppimateriaalit/tuottavatehdas/tehdas6.html#8>
- [6] Tienen Jouko. 1996. *JOT tie tulevaisuuteen ja menestykseen*. Kuhmo: Kuhmon Kirjapaino Oy.
- [7] Lapinleimu Ilkka, Kauppinen Veijo, Torvinen Seppo. 1997. *Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät*. Porvoo: WSOY - Kirjapainoyksikkö.
- [8] Andersin Hans, Karjalainen Jouko, Laakso Terho. 1994. *Suoritusten mittaus ohjausvälineenä*. Tampere: Tammer-Paino Oy.
- [9] Peltonen Aarne. 1997. *Tuottava tehdas*. Helsinki: Hakapaino Oy.
- [10] Kouri Ilkka. 2009. *Lean Management*. Rate-koulutus. Helsinki.
- [11] Haastattelu 16.4.2010. Heikki Holma, varastomies. Marioff Oy. Kerava.

**LIITELUETTELO (LIITTEET VAIN TYÖNTILAAJAN KÄYTTÖÖN, EIVÄT SISÄLLY
TÄHÄN RAPORTTIIN)**

Liite 1: Komponenttien jako koon ja menekin perusteella

Liite 2: Varastointitarpeiden laskeminen

