

Kokoonpanon kehittäminen

Jari Vainiola

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2015

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala





| | | |
|--|---------------------------------------|---------------------------------|
| Tekijä(t) Vainiola, Jari | Julkaisun laji Opinnäytetyö | Päivämäärä 20.4.2015 |
| | Sivumäärä 88 | Julkaisun kieli Suomi |
| | | Verkkojulkaisulupa myönnetty: X |
| Työn nimi Kokoonpanon kehittäminen | | |
| Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka | | |
| Työn ohjaaja(t) Kivistö Hannu, Peuranen Harri | | |
| Toimeksiantaja(t) Kytölä Instruments Oy | | |
| Tiivistelmä <p>Opinnäytetyö tehtiin instrumentointilaitteita valmistavalle yritykselle. Kohdeyritys otti kesän 2014 aikana viivakoodijärjestelmän käyttöön varastoinnissa ja inventoinnissa. Lisäksi yrityksen kokoonpanossa oli tarve kehittää toimintaa yleisesti ja siten vähentää hukan muodostumista.</p> <p>Viivakoodijärjestelmän tarkoitus on tehostaa ja nopeuttaa toimintaa varastoinnissa ja inventoinnissa. Viivakoodijärjestelmä nopeuttaa näin osaltaan myös kokoonpanoa. Kokoonpanossa tehtävänä oli myös tehostaa toimintaa käyttäen lean-oppeja hyväksi. Lean-oppien avulla voidaan minimoida hukan muodostumista tuotannossa.</p> <p>Viivakoodijärjestelmä saatiin käyttöön varastoinnissa ja inventoinnissa. Nyt viivakoodia käytetään tavaran vastaanotossa, varastoinnissa, keräilyssä ja inventoinnissa. Viivakoodijärjestelmä tuo yrityksen toiminnanohjaukseen laadukkuutta, jolla tuotantoa on helpompi hallita. Viivakoodijärjestelmä nopeuttaa ja tehostaa tuotantoa, josta seuraa laadukkaampia tuotteita pienemmillä kokonaiskustannuksilla.</p> <p>Käytiin läpi ylituotantoa, kuormitusta, työvaiheita, odotusta ja laatuasioita. Käytännössä ehdittiin paneutua hyvin vain viivakoodijärjestelmään ja varastointiin ajanpuutteen vuoksi. Jatkossa keskeneräisiä asioita kehitellään yrityksen osastoilla tarpeen mukaan.</p> | | |
| Avainsanat (asiasanat) Viivakoodijärjestelmä, kokoonpano, lean-ohjaus, hukka | | |
| Muut tiedot | | |



| | | |
|---|--|-----------------------------------|
| Author(s) Vainiola, Jari | Type of publication Bachelor's Thesis | Date 20.4.2015 |
| | | Language Finnish |
| | Number of pages 88 | Permission for web publication: X |
| Title of publication Developing Assembly Process | | |
| Degree programme Mechanical and Production Engineering | | |
| Tutor(s) Kivistö, Hannu, Peuranen Harri | | |
| Assigned by Kytölä Instruments Oy | | |
| Abstract <p>This thesis was commissioned by Kytölä, which manufactures instrumentation equipment and products. The company introduced barcode technology in its storage and inventory during summer 2014. In addition there was a need to improve the assembly process in general and thus produce less waste.</p> <p>The main task was to introduce the barcode system in storage and inventory. In the assembly process the task was to rationalize the operation by using lean-system, which helps to minimize waste in production.</p> <p>The barcode system was introduced in storage and in inventory in the company. Now the barcode system is used in reception of goods, transfer, collection and inventory. The barcode system benefits Enterprise resource planning (ERP) of the company with less mistakes and higher quality products at lower total costs.</p> <p>The composition was improved to be more efficient with lean-system. In this thesis over-production, load, stages, expectations and quality issues were discussed. In practice, the focus was on the barcode system and the storage due to time limitations. Unfinished issues in the departments will be improved in the future when needed.</p> | | |
| Keywords/tags (subjects) Barcode system, assembly process, lean-control, waste | | |
| Miscellaneous | | |

Sisältö

Sanasto

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Johdanto..... | 6 |
| | 1.1 Kokoonpanon kehittäminen | 6 |
| | 1.2 Kytölä Instruments Oy..... | 7 |
| | 1.3 Opinnäyttyön tavoitteet ja rajaus..... | 8 |
| 2 | Tuotantojärjestelmän ohjaus ja ohjattavuus..... | 9 |
| | 2.1 Tuotantosuunnitelma..... | 10 |
| | 2.2 Tuotantojärjestelmän hallinta ja hallittavuus..... | 12 |
| | 2.3 Myynnin vaikutus ohjauksen hallittavuuteen..... | 13 |
| | 2.4 Tuoteperheen rakenteet..... | 13 |
| | 2.5 Materiaaleille asetettavia vaatimuksia..... | 14 |
| 3 | Kokoonpano..... | 16 |
| | 3.1 Kokoonpanon periaatteita..... | 16 |
| | 3.2 Kokoonpanojärjestelmät..... | 17 |
| | 3.3 Kokoonpantavuus tuotesuunnittelussa..... | 19 |
| | 3.4 Kokoonpanotekniikat..... | 21 |
| | 3.5 Manuaalisen kokoonpanon kehittäminen..... | 23 |
| | 3.6 Manuaalisesta kokoonpanosta automaattiseen kokoonpanoon..... | 28 |
| | 3.7 Suorituskyky..... | 30 |
| 4 | Tuotannon johtamisjärjestelmät..... | 30 |
| | 4.1 Lean-johtaminen..... | 30 |
| | 4.2 Lean-ajattelun periaatteet..... | 32 |
| | 4.3 JIT-johtamisfilosofia..... | 34 |
| | 4.4 Kaizen-kehitysajattelu..... | 36 |
| | 4.5 PDCA-ongelmanratkaisumalli..... | 37 |
| 5 | Hukka..... | 38 |

| | |
|--|----|
| 5.1 Ohnon seitsemän hukkaa..... | 38 |
| 5.2 Hukan poistaminen ja ehkäisy..... | 40 |
| 5.3 Hukka prosessinäkökulmasta..... | 41 |
| 5.4 Ylituotanto..... | 43 |
| 5.5 Varasto..... | 43 |
| 5.6 Kuljetukset..... | 44 |
| 5.7 Laaduttomuus..... | 44 |
| 5.8 Tuotantoprosessin prosessihukka..... | 45 |
| 5.9 Työvaihehukka..... | 45 |
| 5.10 Eriäinen odottelu..... | 46 |
| 6 Tilausten hallinta viivakoodeilla..... | 46 |
| 7 Lähtötilanne tilauksen tullessa yritykselle..... | 47 |
| 7.1 Viivakoodijärjestelmän tarve kokoonpanossa..... | 49 |
| 7.2 Viivakoodijärjestelmän suunnitteleminen..... | 49 |
| 7.3 Tavoitteet viivakoodin hyödyntämisessä..... | 50 |
| 7.4 Viivakoodilaitteiden toimittajan valintaperusteet..... | 50 |
| 7.5 Toimitettavat laitteistot ja ohjelmat..... | 52 |
| 7.6 Varastopaikkojen ja hyllystöjen merkkkaus varastokarttaan..... | 53 |
| 8 Tulevan tavaran vastaanotto viivakoodijärjestelmässä..... | 53 |
| 8.1 Varastokortti..... | 55 |
| 8.2 Tavaroiden hyllytys..... | 56 |
| 8.3 Kardex-varastoautomaatit..... | 57 |
| 8.4 Kardex-varastoautomaatin nimikkeet ja tuotteet..... | 58 |
| 8.5 Lopputuotteen tarrat ja varastointi..... | 60 |
| 8.6 Lopputuotteen hyllytys ja keräily..... | 60 |
| 8.7 Lopputuotteen lähetys..... | 61 |
| 9 Inventointi..... | 62 |

| | |
|---|----|
| 9.1 SWOT –analyysi viivakoodijärjestelmästä..... | 65 |
| 10 Kokoonpanon alkutilanne..... | 66 |
| 10.1 Kokoonpanon kehityksen tavoitteet..... | 68 |
| 10.2 Kokoonpanon kehittäminen..... | 69 |
| 10.3 Työvälineistö ja ergonomia..... | 72 |
| 10.4 Työskentelymenetelmät..... | 74 |
| 10.5 Kokoonpanohenkilöstön koulutus hukan pienentämiseen ja ennalta ehkäisemiseen..... | 75 |
| 10.6 Kuljetuksista aiheutunut hukka..... | 76 |
| 10.7 Laatumukkaan puuttuminen..... | 77 |
| 10.8 Työvaihehukka ja odottaminen..... | 78 |
| 11 Saavutetut tulokset ja tavoitteet kokoonpanon osalta..... | 79 |
| 12 Pohdinta..... | 80 |
| Lähteet..... | 84 |
| Liitteet..... | 86 |
| Liite 1. Tilaus- toimitusprosessi..... | 86 |
| Liite 2. Tilaus- toimitus prosessi..... | 87 |
| Liite 3. Tilaus- toimitus prosessi..... | 88 |
| Liite 4. Kokoonpanon layout..... | 89 |

Kuviot

| | |
|--|----|
| Kuvio 1. Kytölä Instruments OY..... | 10 |
| Kuvio 2. Tuotantojärjestelmän hallittavuuden tekijät..... | 15 |
| Kuvio 3. Lean-tuotejohtaminen 2013..... | 17 |
| Kuvio 4. Lean-tuotekehitys 2011..... | 35 |
| Kuvio 5. Lean-toiminnan lainalaisuudet 2014..... | 37 |
| Kuvio 6. Kaizen filosofian kehityskaavio..... | 39 |
| Kuvio 7. Demingin ympyrä 2011..... | 40 |
| Kuvio 8. Lähetteellä on tulossa tavaraa..... | 54 |
| Kuvio 9. Käsiluentalaite GRYPHON I GD 4100..... | 55 |
| Kuvio 10. Materiaalille on tehty varastokortti..... | 56 |
| Kuvio 11. Kaiverruksen käytössä oleva viivakooditulostin..... | 57 |
| Kuvio 12. TSC TTP – 345-tarratulostin, joka on käytössä varastossa, pakkaamossa ja health care -osastolla..... | 58 |
| Kuvio 13. Kardexin varastot (uusi ja vanhempi)..... | 60 |
| Kuvio 14. Pakkaamon henkilö on pakkaamassa tuotteita..... | 63 |
| Kuvio 15. Inventoinnissa on käytössä inventointilista..... | 64 |
| Kuvio 16. Kuvassa inventoijien käytössä oleva käsipääte MC 70..... | 65 |
| Kuvio 17. Kokoonpano alkuvaiheessa..... | 67 |
| Kuvio 18. Virtausmittari kuvassa on lähes valmis tuote..... | 68 |
| Kuvio 19. Mittarin toiminta-arvojen testaus käynnissä koelaitteistolla.. | 69 |
| Kuvio 20. Työvälineistöä on uusittu..... | 71 |
| Kuvio 21. Virtausmittarin kokoonpanon yhteydessä suoritettiin työvälineiden tarkistusta..... | 73 |
| Kuvio 22. Taulutustiloissa on mittarin kokoaminen käynnissä..... | 74 |
| Kuvio 23. Pientarvikkeet ovat kokoonpanopisteen välittömässä läheisyydessä..... | 77 |

Taulukot

| | |
|---|----|
| Taulukko 1. Toimittajien vertailu, viivakoodijärjestelmä..... | 52 |
|---|----|

Sanasto

| | |
|---------------------|---|
| BarTender | Ohjelma, jolla ajetaan kaasutarrat ja viivakoodit |
| DMAIC | Define, Measure, Analyze, Improve and Control, systemaattinen kehitysympyrä |
| ERP | Enterprise resource planning, toiminnanohjausjärjestelmä |
| FAS | Flexible Assembly System, joustava kokoonpanojärjestelmä |
| Health care -osasto | Hoitotuotteita valmistava osasto |
| JIT/JOT | Just in time, Juuri oikeaan tarpeeseen |
| Kaiverrusosasto | Paikka, jossa virtausmittarin runko kaiveretaan laserilla |
| KARDEX | Varastoautomaatti |
| KARDEX WINSTORE | Ohjelma, jota käytetään keräilylistan tekoon |
| L7 | Toiminnanohjausjärjestelmä Kytölä Oy:ssä |
| MOB | Make or buy, Tee itse tai osta |
| MUDA | Hukka, joka ei luo arvoa |
| MURA | Hukka, joka sisältyy prosessien epätasaisuuksiin |
| MURI | Hukka, joka johtuu työn vaikeudesta |
| One Piece Flow | Yhden kappaleen virtaus |
| PDCA | Demingin laatuympyrä |
| TPS | Toyota Production System |
| TQC | Total Quality Control, Laaja-alainen laadunhallinta |
| Taulutustilat | Kiertovoitelumittarien kokoamispiste |

1 Johdanto

1.1 Kokoonpanon kehittäminen

Tuotannonohjauksesta on nykypäivänä tullut aina vain merkittävämpi kustannustekijä yrityksessä. Kokoonpano on yksi merkittävimmistä kustannusten muodostumispaikoista teollisuustuotannossa. Tämän vuoksi kokoonpanon perusrakenteiden täytyy olla hyvässä kunnossa ja niitä on pyrittävä kehittämään kaikin käytettävissä olevin keinoin. Se minkä tyyppisiä kehitysmenetelmiä kokoonpanon kehittämisessä käytetään, riippuu paljolti yrityksestä ja sen strategiasta, jolla yritys toimii lähitulevaisuudessa. Jokainen yritys kehittää omaa strategiaansa parhailla mahdollisilla tavoilla käyttäen hyväksi tämän päivän tietoyhteiskunnan tekniikoita ja ohjelmistojen sovelluksia.

Asiakkaat ovat hyvin laatu- ja kustannustietoisia. Näin monista eri syistä johtuen asiat kehittyvät nopeasti eteenpäin ja siksi yritykset joutuvat kehittämään omaa tuotannonohjausta. Kokoonpanotyö on jatkuvaa toiminnan arviointia ja kehittämistä. Lopulta kokoonpanon ohjauksessa voitaisiin puhua lähes itseohjautuvasta kokoonpanosta. Työkaluja kokoonpanon kehittämiseen löytyy useita ja haasteena onkin löytää sopivia ja hyviä työkaluja. Työkalut voivat olla toimintaa tehostavia tai nopeuttavia. Usein puhutaan myös laadun parantamisesta. Menetelminä käytetään automatisointia, ohjelmointia tai kokoonpanon tehokkaampaa tiedon siirtoa, jota tuo esimerkiksi viivakoodijärjestelmän käyttö. Järjestelmän kehittäminen tarkoittaa yrityksen kannalta laadukkaampaa ja tehokkaampaa tuotantoa. Asiakkaalle tämä tarkoittaa entistä edullisempia ja laadukkaampia tuotteita. Kehityssuunta on siis jatkuvaan kokoonpanon kehityksen tarkkailuun ja parantamiseen, koska asiakkaat odottavat aina uutta lisäarvoa.

Kokoonpanojärjestelmällä ja sen eri osioilla on tuotannonohjaukseen hyvinkin merkittävä vaikutus. Tämä kaikki näkyy lopulta tuloksessa joko positiivisena tai negatiivisena lukuna. Siksi kokoonpanon tehokkuuteen ja siten kustannuksiin pyritään vaikuttamaan heti, kun tarve ilmaantuu. Voidaan myös todeta, että kenellä tuotteen valmis-

tuskustannukset ovat pienet ja tuotteet laadukkaita, siellä tuotteen valmistuksen strategia ja tehokkuus ovat linjassa tuloksen tekoon.

1.2 Kytölä Instruments Oy

Kytölä Instruments Oy perustettiin vuonna 1945. Kytölä on instrumentointilaitteisiin perehtynyt perheyhtiö. Yhtiö valmistaa erilaisia mittauslaitteita, jotka sopivat useisiin eri käyttökohteisiin. Kytölä Instruments Oy on kasvanut kuluneiden vuosikymmenten aikana suunnitelmallisesti ja tasaisesti kansainvälisesti tunnetuksi yritykseksi, jonka tuotteita käytetään kaikkialla maailmassa.

Kuviossa 1 on kuva yhtiön tuotantolaitoksesta. Yhtiön tuotantolaitokset sijaitsevat Muuramessa. Tällä hetkellä yhtiön palveluksessa on lähes 80 työntekijää. Liikevaihto on useana edellisenä vuonna ollut 5 – 7 miljoonaa euroa. (Tuohimetsä, J. 2014)



Kuvio 1. Kytölä Instruments Oy.

Muuramessa sijaitsevassa tehtaassa suunnitellaan, markkinoidaan ja valmistetaan erilaisia virtausten ja paineiden mittaus-, tarkkailu- ja valvontalaitteita. Kytölään pääasiakkaina ovat paperi- ja selluteollisuuden laitevalmistajat, prosessiteollisuus ja Medical.

Kytölän tuotteet suojaavat laitteita ja pidentävät huoltoväliä, auttavat vähentämään energian ja vedenkulutusta sekä samalla varmistavat asiakkaiden prosessien ja järjestelmien tehokkuuden.

Myytäviä laitenimikkeitä arvioidaan olevan jopa yli 10 000. Pienimmät toimitukset ovat pieniä yksittäisiä mittareita, joiden päämateriaali on akryyli. Suurimmat toimitukset ovat isoja kiertovoiteluprojekteja, jotka voivat sisältää satoja mittauspisteitä. Tuotteisiin tehdään tarvittaessa asiakaskohtaisia ratkaisuja.

Asiakkaitaan yhtiö palvelee toimittamalla tuotteet tarvittaessa lyhyellä varoitusaajalla. Tätä varten yrityksellä on tuotevarasto, josta yksinkertaiset perustuotteet voidaan toimittaa jopa muutamassa tunnissa tilauksen saapumisesta. Asiakashallinta perustuu asiakaslähtöiseen ja joustavaan yhteistoimintaan. Ympäristö- ja turvallisuusasiat on yhtiön toiminnassa otettu huomioon nykyaikaisten vaatimusten mukaisesti. Yhtiön toiminnan laadukkuudesta on todisteina saadut sertifikaatit.

Viime vuosina Kytölä on kehittänyt voimakkaasti tuotantolaitoksiaan asiakas- ja ympäristöystävälliseen suuntaan. Kokoonpanoa ja sen eri osioita on pyritty kehittämään jatkuvasti eteenpäin. Kytölään on sertifioitu laatu- ja ympäristöjärjestelmä standardien ISO 14001:2004 ja ISO 9001:2008 mukaan.

1.2 Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaus

Opinnäytetyön päähuomio kohdistui yleisesti kokoonpanon kehittämiseen. Kokoonpanon toimintaa pyrittiin kehittämään edelleen paremmaksi ja tehokkaammaksi. Opinnäytetyö oli yksi osa yrityksen strategiaa, joka kehittää yrityksen toimintaa pidemmällä tähtäimellä. Varastointia pyritään kehittämään osaltaan joustavammaksi ja tehokkaammaksi kokoonpanon osalta. Muina kehityskohteina voidaan mainita esim. kokoonpanon materiaalin hukan pienentäminen sekä yleisen toiminnan tehokkuuden lisääminen.

Aloituspalaverissa keskusteltiin varastoinnin kehittämisestä ja materiaalikierroksen saamista tehokkaammaksi ja paremmaksi. Varastoinnissa on käytössä varastoautomatit

(2 kpl) sekä jonkin verran varastoa hyllymetreinä kokoonpanon yhteydessä. Osaltaan yrityksen tavoitteina keskusteluissa esille nousivat edellä mainittujen asioiden lisäksi tärkeimpien tuotenimikkeiden läpikäynti eli tuotetiedot ja niiden ajanmukaisuus. Tähän ei kuitenkaan puututa tämän opinnäytetyön pohjalta enempää kuin tarve vaatii. Tämä siitä syystä, että aika ei tulisi riittämään nimikkeistön läpi käymiseen.

Tavoitteena on lisäksi tuoda lean-filosofiaa tuotannonohjaukseen, johon yrityksen johdolla on myös innostusta ja kiinnostusta. Käytäntöön asti ei ehditä merkittävästi tuomaan ohjausta tukevia ajatuksia, mutta ratkaisuja kehitellään myöhemmin ja valitaan kokeiltavat ratkaisut mahdollisesti myöhemmin kokeiltaviksi käytäntöön. Huomioitavat hyvät käytänteet eli ratkaisut yrityksellä on tarkoitus ottaa käyttöön myöhemmin.

Viivakoodijärjestelmän käyttöönotto yrityksessä on opinnäytetyön toinen laajempi aihealue. Muilta osin keskitytään siis kokoonpanon kehittämiseen yleisesti. Ohessa vielä lyhyesti listattuna ja rajattuna yrityksen kokoonpanosolun toiminnan kehittämisen kannalta merkittävimmät asiat, mihin opinnäytetyössä etsittiin vastauksia ja ratkaisuja:

- Viivakoodijärjestelmän käyttöönotto varastoinnissa ja inventoinnissa
- kokoonpanosolun tehokkuuden lisääminen
- tärkeiden nimikkeiden päivittäminen
- kokoonpanon henkilökunnan työvälineistön tarkastaminen
- hukan pienentäminen.

2 Tuotantojärjestelmän ohjaus ja ohjattavuus

Jotta tuotteiden valmistus tuotantolaitoksessa sujuisi mahdollisimman hyvin, tuotantoa on ohjattava. On huomattava, että tuotannon ohjaus on toiminto eikä välttämättä organisaation yksikkö. Tuotantosuunnitelman teko ja toimitusaikojen antaminen on hyvä keskittää, mutta suuri osa valmistuksen ohjauksesta, työnjärjestelystä ja materiaalien kotiinkutsuista voidaan hoitaa joustavimmin suorittavassa organisaatiossa.

Tuotannon ohjauksella varmistetaan, että

- yrityksellä on mahdollisimman reaaliaikainen tuotantosuunnitelma
- kaikki osatoimittajat, valmistajat, linjat, kokoonpanijat ja materiaalin toimittajat ovat informoituja tuotannon eri aikatauluista
- mm. varastoinnit ja materiaalit saapuvat sovitusti, jotta ylimääräisiltä kustannuksilta vältytään
- kaikki tarvittavat tahot, joita tilausten tekeminen ja tuotteen valmistuminen koskettaa, saavat tarvittavat tiedot ja informaation.

Omia valmistussoluja ja toimittajapartnereita käsitellään ohjauksen osalta samalla tavalla: molemmilta tilataan tietyt lopputuotteen osat. Osa materiaalitilauksista eli kotiinkutsuista voidaan hoitaa omien valmistusyksiköiden toimesta. Ohjaustoimintoa jaetaan silloin organisaatiossa. Hienojakoisemman valmistuksen ohjauksen, työnjärjestelyn, valmistusyksiköt hoitavat itse mahdollisimman yksinkertaisin menetelmin. (Lapinleimu, I. Kauppinen V. & Torviainen S. 1997)

2.1 Tuotantosuunnitelma

Tuotantosuunnitelma tehdään siitä syystä, että työt tehdään oikealla ajalla eli toimitusvarmuus lähtökohtaisesti on 100 %. Tuotantosuunnitelma toimii ohjaavana tekijänä yrityksen eri osastoilla aina tilauksen saapumisesta asiakas toimitukseen.

Tuotantosuunnitelman tekemistä kutsutaan yleisesti toiminnan suunnitteluksi. Tuotantosuunnitelmaa kutsutaan myös yleisesti tuotanto-ohjelmaksi. Tuotannon tärkein tehtävä on siis tuotantosuunnitelman laadinta. Tehtävinä voidaan mainita yleisesti:

- eri yksiköt noudattavat suunnitelmaa
- laaditun suunnitelman oltava realistinen
- toimitusvarmuus ja tehokkuus säilytettävä mahdollisimman hyvänä
- tunnettava poikkeustilanteet ja ”pullonkaulat” kuormituksessa
- materiaalitoimitukset ja varastoinnit oltava seurannassa

Tuotantosuunnitelman ajoitus ja kuormitus

Tuotantosuunnitelman on oltava mahdollisimman realistinen ja toteutettavissa oleva. Valmistusyksiköiden ja osavalmistajien kuormitus on varmistettava riittävän ajoissa, jotta kuormitusta voidaan tarpeen niin vaatiessa muuttaa. Tarvittava aika valmistukseen lasketaan kuormituksen varmistamiseksi. Tämä tehdään tuoteryhmittäin, josta seuraa aikataulutukset eri valmistuksen vaiheille. Tuotteiden kuormitusryhmät yrityksissä ovat hyvinkin riippuvia siitä, millaisia tuotteita valmistetaan. Mieluummin käytetään mahdollisimman yksinkertaista tuotteiden kuormitusryhmää kuin mahdollista. (Lapinleimu, I. Kauppinen V. & Torviainen S. 1997)

Kun tuotteet ovat rakenteeltaan suhteellisen samankaltaisia vaikka variantteja on runsaastikin, osavalmistus ja kokoonpano sopeutuvat jo tehtaan suunnitteluvaiheessa ja toiminnan yhteydessä tapahtuvan kehityksen mukana kokonaiskapasiteettiin.

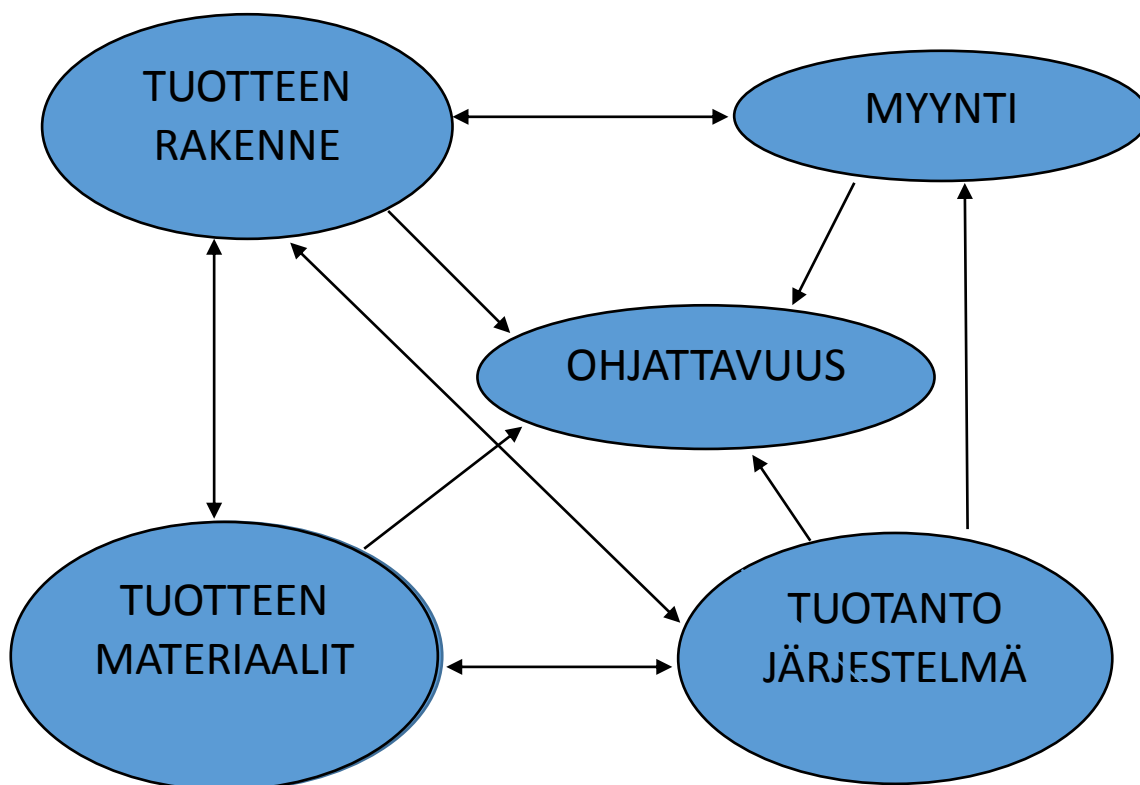
Kuormitus ja töiden ajoitus voidaan hajauttaa tarvittaessa. Silloin kun kuormituslaskentaa ei tehdä puhutaan ns. suorasta tuotantosuunnitelmasta. Jos näyttää olevan uhkaa kuormituksesta (ylituotantoa), voidaan aikatauluja tietenkin muuttaa siten, että kuormitus tapahtuu parhaalla mahdollisella tavalla. Käytännössä aikataulujen siirrot tarkoittavat yleensä siirtoja aikaisemmaksi, koska toimitusajasta tahdotaan pitää yleensä kiinni. Aikaisemmaksi ajoittamisen esteenä voi joskus olla varastot tai yleensä se, että tarvittavia materiaalia ei saada tai alihankintaa ei ole mahdollista teettää. Yleensä ostettavien osien toimitusaika ja oman valmistuksen läpäisy aika ovat merkityksellisimmät ajat, joihin on syytä kiinnittää huomiota. Yleensä, jos toimitusajat ovat jollekin materiaaleille todella pitkiä, toimitusvarmuus voi kärsiä tästä aikataulun lopuilla melkoisestikin. Eri vaiheet seuraavasti:

- myydään sovitulla aikataululla
- esivalmistus, materiaalit, osavalmistus aikataulullaan
- kokoonpano ja testaus ajallaan
- toimitus asiakkaalle tällöin sovittuna ajankohtana

Kuormituksen ja ajoituksen kanssa on syytä olla hyvin tarkkana, koska monesti yrityksen tuotannon saa helposti sekaisin tekemällä väärän tyyppisen aikaistuksen. Tuotannon saaminen takaisin raiteille voi kestää pitkäänkin.

2.2 Tuotantojärjestelmän hallinta ja hallittavuus

Tuotantojärjestelmän hallittavuuden tulee olla rutiininomaista. Tilauksen tultua järjestelmään normaalilla toimitusajalla kaikki osatoiminnot toimivat rutiininomaisesti tilauksesta tuotteen toimitukseen asiakkaalle, kuten kuviosta 2 (tuotantojärjestelmän hallittavuuden tekijät) voimme päätellä. Tämä tarkoittaa myös sitä, että muutokset voidaan hoitaa kohtuullisesti ilman järjestelmän häiriintymistä.



Kuvio 2. Tuotantojärjestelmän hallittavuuden tekijät (Lapinleimu, I. Kauppinen V. & Torviainen S. 1997)

2.3 Myynnin vaikutus ohjauksen hallittavuuteen

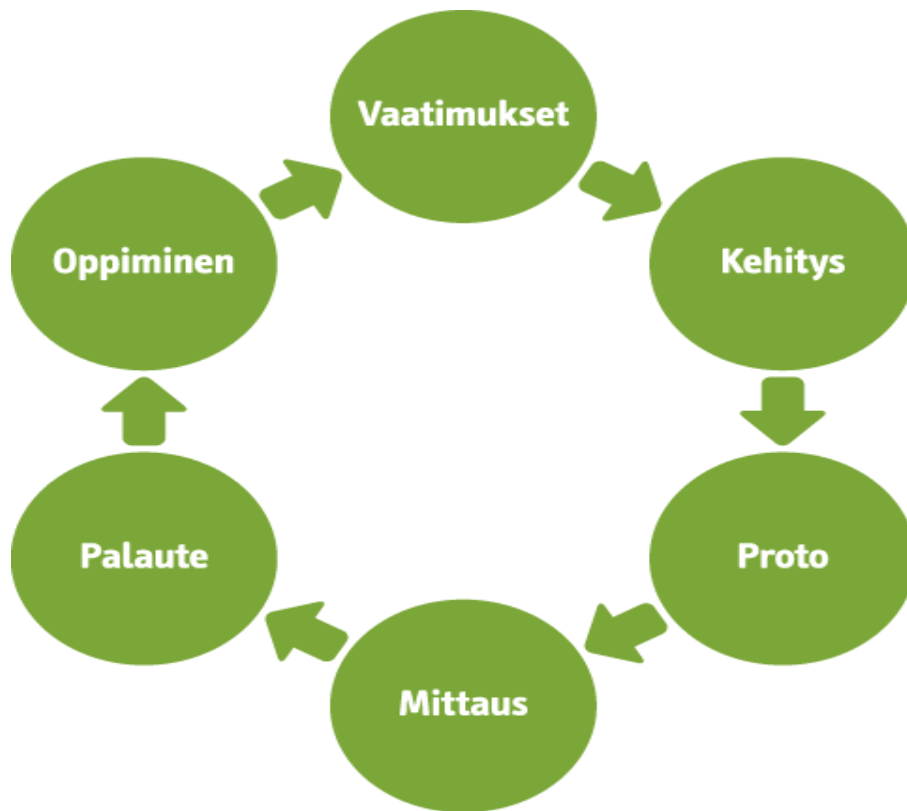
Myyntin vaikutus ohjauksen hallittavuuteen korostuu siinä, että asiakkaat tekevät tilaukset selkeiden speksien avulla. Muutokset tilauksissa täytyy pitää minimissä. Tilauksen oikeellisuus alusta lähtien on tärkeää tilauksen kokonaishallittavuuteen. Myyntitapahtuman saattaminen järjestelmään täytyy olla mahdollisimman hyvin tehty, jotta tuotannonohjaus lähtee liikkeelle oikeaan aikaan ja vie toimitusta eteenpäin yrityksen toivomalla tavalla.

2.4 Tuoteperheen rakenne

Seuraavat ominaisuudet kuuluvat laadukkaaseen ohjattavuuteen:

- Tuotteet on hyvin suunniteltu.
- Tuotteet on standardoitu.
- Tuotteilla on lyhyt läpäisy aika.
- Tuotteiden konstruktiot ovat selkeitä.
- Osat sopivat tuotantojärjestelmässä toisiinsa.

Tuotteen eri versioiden tulee olla pysyviä, ns. pysyviä vakiomalleja. Mallimuutoksia tehdään vain pidemmällä aikavälillä, esim. vuosittain. Näin tuotteen ohjattavuus pysyy hyvänä. Kuviossa 3 näemme tuotteistamisen kehityksen kulkua oppimisympyrällä kuvattuna. Osien lukumäärä kannattaa siis pitää mahdollisimman pienenä siitä syystä, että kustannus kasvaa osien lukumäärän kasvaessa. Osien on kuitenkin sovittava hyvin valmistukseen ja kokoonpanoon. Ohjattavuuden kannalta työvaiheiden määrä on hyvin merkittävä tekijä.



Kuvio 3. Lean-tuotejohtaminen. 2013.

2.5 Materiaaleille asetettavia vaatimuksia

Tuotannonohjauksen kannalta on hyvä, jos

- materiaalinimikkeitä on mahdollisimman vähän
- materiaalien toimitusajat ovat lyhyet
- käytetään samoja materiaaleja eri tuoteperheissä
- materiaaleissa ei ole puutteita

Jos materiaalinimikkeitä on vain pieni määrä, se helpottaa varastointia ja yksinkertaistaa varastoinnin hoitamista. Materiaalien saatavuus määrittää sen, miten hyvin tuotteen toimitusajat voidaan pitää ja ennustaa. Epävarmuustekijät täytyy pyrkiä kuitenkin aina minimoimaan.

Materiaalitoimittajilta vaaditaan, että

- toimitusaika on pitävä ja mahdollisimman lyhyt

- materiaaleissa ei ole puutteita eli epäkurantit toimitukset ovat minimissä
- toimitus on 100-prosenttisen varma.

On hyvä pitää useampia toimittajia vakio-osille. Tällöin voidaan välttää mahdollinen toimitushäiriö, joka on hyvinkin mahdollista ihan normaaleissa rutiinitoimituksissa. Tällaisia tilanteita tulee kuitenkin harvoin eteen normaalitilauksissa. Näistä tilanteista aiheutuu yllättäviä laatuhäiriöitä ja ne voivat sekoittaa yrityksen tuotteille asettamia toimitusaikoja. (Lapinleimu, I. Kauppinen V. & Torviainen S. 1997) Laatuksennokset voivat kasvaa melkoisesti, kun häiriöitä tulee materiaalien toimitusvarmuuteen. Nämä voivat pahimmillaan aiheuttaa häiriöitä, jopa yrityksen muuta toimintaa sekoittamalla. Tästä syystä toimittajat ja toimitusajat on syytä pitää kunnossa. Yrityksen tuloksen tekokyky riippuu monta kertaa tällaisista asioista. Jos tehdään kerralla ja kunnolla laadukkaasti, saadaan se positiivinen tuloskin.

Hyvän tuotantojärjestelmän tunnusmerkit

Hyvä tuotantojärjestelmä koostuu lyhyistä ja selkeistä osioista seuraavasti:

- tuotantosuunnitelma on lyhyt
- läpäisyajat ovat lyhyet
- osakokonaisuudet ovat pienet
- ohjauksen tarve on vähäinen

Tuotantosuunnitelman kiinteän osion lyhyys voidaan todeta hyväksi, koska se antaa joustavuutta toteutuksen tekoon. Pienet erät ja minimiin viedyt läpäisyajat vaikuttavat siten oikein eli lyhentävästi kiinteään osioon.

Järjestelmässä käytettävät tietokannat

Tuotannon tarkoitus on saada valmiita ja laadukkaita ja edullisia tuotteita määrättyyn toimitusaikaan. Tähän vaikuttaa monet asiat kuten esim. tuotteiden suunnittelu, val-

mistusmenetelmät sekä materiaalihallinto sekä tietojärjestelmät. Tietojärjestelmät ovat nousseet merkittävään osaan arvioitaessa sitä, miten tulosta saadaan aikaiseksi.

Tietojärjestelmien vaikutus kannattavuuden seurantaan ja ohjelmien hallintaan on hyvin tärkeässä roolissa. Näiden eteen yrityksissä tehdään töitä kokonaisvaltaisesti.

Tietojärjestelmien toimintaan vaikuttavat tekijät:

- Kuinka suuret ovat nimike eli tuotemäärät?
- Miten hyvin ja nopeasti tuotanto voidaan sopeuttaa mahdollisiin tuleviin muutoksiin?
- Miten paljon aikaa kuluu tietojenkäsittelyyn eli miten joustava tietojärjestelmä yrityksessä on?
- Millaista on henkilöstön osaaminen?
- Miten paljon on oltava hyviä ja tehokkaita ohjelmia?
- Miten pystytään tekemään kerralla ja joustavasti?

Suurten tietojärjestelmien hallintaa suorittavien ohjelmistotalojen etsiminen on hyvin hankalaa. Usein ei ole järkevääkään yrittää saada kaikkia toimintoja yhden toimivan ohjelman sisään. Yritysten onkin tehokkaampaa räätälöidä omaan tuotantoon sopivia ohjelmistoja. Nämä ovat usein hyvinkin tehokkaita sekä edullisia. Näin useammasta ohjelmiston osasta rakennettu tehokas järjestelmä voi hyvinkin olla kannattavan yrityksen peruskivijalka. Tietojärjestelmiä on jatkuvasti tehostettava ja huolehdittava siitä, että järjestelmät ovat päivitetty. Näin menetellen yrityksen mahdollisuudet tehdä kustannustehokasta tuotantoa aikataulussa lisääntyvät.

3. Kokoonpano

3.1 Kokoonpanon periaatteita

Alihankittujen ja itse valmistettujen osien sekä standardikomponenttien kiinnittämistä ja liittämistä uudeksi tuotteeksi tähän varatussa tilassa kutsutaan kokoonpanoksi. Kokoonpano voidaan suorittaa omassa tehtaassa tai tyypillisesti vaiheittain osako-

koonpanoissa, joista viimeisimmässä tuote valmistuu toimivaksi tuotteeksi. Koottaessa kone tai laite asiakkaan luona on kyseessä asennus. (Lapinleimu, I. Kauppinen V. & Torviainen S. 1997) Kokoonpano on varsin usein vieläkin käsityövaltaista, mutta suuremmilla määrillä päädytään helposti kuitenkin automatisoituun kokoonpanoon. Automaattiasemat ja robottisolut ovat yleistyneet tarkkuutta ja laatua vaativissa kokoonpanotöissä.

Valmistettavat tuotteet tehdään siten, että pienissä erissä isompia kokonaisuuksia ja päinvastoin eli suuria määriä mitoiltaan pienempiä tuotteita. Yleensä isot tuotteet voivat olla ainutkertaisia ja kokoluokaltaan hyvinkin massiivisia, esim. teräsrakenteita. Kokoonpanoissa vaativat tekniikat voivat koostua hyvinkin erilaisista tekniikoista.

Kokoonpanotyön osuus koko tuotteen työn osuudesta, voi hyvinkin olla yli 30 %. Tuotannon kokoonpanijat ovat yleensä erityiskoulutuksen saaneita alan ammattilaisia. Kokoonpano vie yleensä tuotteen valmistuksesta hetkellisen ajan ja siihen nähden voi vaatia suuretkin tilat. Standardikomponenttivarastot suurentavat kokoonpanolinjojen tiloja.

Kokoonpanotyö on kappaleiden liittämistä, varastointia ja kuljetuksia. Viimeisessä vaiheessa tehdään kappaleen lopputarkastus ja hyväksyntä valmiista tuotteesta. Vain pieneltä osalta tuotteen jalostusarvo nousee kokoonpanossa. Tämä tuottamaton aika täytyisi pyrkiä pitämään hyvin pienenä. Koeponnistukset, tarkastamiset, kuljetukset sekä varastoinnit tarvitaan vaikka ne eivät jalostusarvoa nostakaan vaan ovat leanajattelun mukaan hukka-aikaa. Kokoonpanon aika voi siis olla lyhyt, mutta esim. muut vaiheet, tarkastukset, kuljetukset ja muut jalostusarvoa nostamattomat syyt nostavat kustannuksia. Tästä voimme päätellä, että kokoonpanovaihetta ei ole suunniteltu vielä riittävän hyväksi.

3.2 Kokoonpanojärjestelmät

Kokoonpano voidaan automatisoida tai järjestää paikalla tapahtuvaksi kokoonpano pisteeksi työntekijöille. Näitä kumpaakin voi järjestää myös linjoittain. Tuotteet val-

mistetaan yleensä tuoteperheittäin tuotetehtaissa tai kokoonpanolinjoittain osakoonpanoissa. Osien saaminen varastoiduiksi hyvin lähelle kokoonpano paikkaa on olennaisen tärkeää. Mitä kauempana osia säilytetään, sitä suuremmasta hukka-ajasta puhutaan. Kokoonpano huolehtii eri osien varastoinneista ja standardikomponenteista.

Kokoonpanomenetelmät voidaan luokitella seuraavasti:

- manuaalinen kokoonpano
- jäykkä kokoonpanoautomaatio
- joustava kokoonpanoautomaatio

(Malmberg K. & Kauppinen V. 1987)

Kokoonpanopaikka soveltuu parhaiten yksittäistuotantoon. Tuotteen kokoonpanon hoitaa yleensä yksi henkilö tai hyvin pieni ryhmä. Työ on tällöin jaoteltu ammattialoitain, esimerkiksi mekaaninen kokoonpano, sähkötyöt ja putkitukset. Tällöin on kuitenkin tuotteen suunnittelussa huomioitava eri työvaiheet riittävän hyvin, jotta tuote saadaan laadukkaasti ja turhia hukka-aikoja välttämällä valmiiksi.

Kokoonpanolinjassa työt on jaettu vaiheittain. Henkilöstö suorittaa kukin oman työn omana toimintonaan. Tällainen työ soveltuu suurien erien valmistukseen ja joukkotuotantoon. Linjakokoonpano vaatii erittäin suurta huolellisuutta suunnitteluvaiheessa, jotta vältetään suuremmilta hukka-ajoilta.

Linjastoon voi kuulua yleensä työsoluja tai asemia, jotka ovat kuin robottiasemat, jossa työvaiheet ovat hyvin pitkälti automatisoitu. Työryhmä seuraa tuotteen mukana ja suorittaa kaikki kokoonpanovaiheet. Lopulta valmis tuote tarkastetaan ja laitetaan lähetysvalmiiksi pakkaamoon. Tämän jälkeen työryhmä palaa linjan alkuun aloittaen seuraavan tuotteen työkierron. Järjestelmä soveltuu hyvin suurille tuotantoerille esim. konepajatuotantoon.

Kokoonpanotehdas soveltuu tyypillisesti isoille tuotteille. Samoin tämän tyyppinen tuotanto soveltuu myös suurille määrille. Tehdas koostuu usein siis paikkakokoonpanopaikoista, osakokoonpanopaikoista ja loppukokoonpanolinjasta.

Kokoonpanoon voi liittyä myös muita vaiheita. Näitä ovat yleensä maalaus, erilaiset viimeistelyhionnat putkityöt ja viimein pakkaus. Kokoonpanoon viimeisenä vaiheena monesti on lopputarkastus ja tuotteen hyväksyntä valmiiksi spesifikaatioiden mukaan. (Lapinleimu, I. Kauppinen V. & Torviainen S. 1997)

3.3 Kokoonpantavuus tuotesuunnittelussa

Kokoonpanoa pitää edelleen kehittää tehokkaammaksi kehittämällä tuotteita siten, että turhia siirtoja ja liikkeitä ei tehdä eli keskitytään tuotteen jalostusarvon nostoon. Suunnitteluosasto on tässä avainasemassa. Suunnittelija määrittää tuotteen valmistukseen liittyvän liittämistavan ja eri vaiheet työssä. Suunnittelussa otetaan myös erityisesti kantaa siihen, missä järjestyksessä eri vaiheet tehdään ja huomioidaan mahdollinen myöhempi siirtyminen automatisointiin.

Automaattinen kokoonpano ei suju joustavasti, jos suunnittelussa on tullut yksittäisiä virheitä. Lähtökohtaisesti tuote täytyy olla siten suunniteltu että valmistus eri vaiheiden voidaan mahdollisuuksien mukaan, automaattisesti valmistaa. Manuaalinen kokoonpano noudattaa myös hyvän suunnittelun peruseriaatteita. Silloin kun on tehty hyvä manuaalisen valmistuksen suunnitelma, toimii se monta kertaa myös lähtötilanteena automaattiseen valmistukseen. Aika yleistä on, että manuaalisesta siirrytään jossain vaiheessa automatisoituun kokoonpanoon.

Kokoonpanon automatisointihankkeissa on huomattu monesti myös erilaiset hankaluudet. Konstruktiio on jostain syystä mahdotonta koota automaattisesti tai manuaalinenkin kokoonpano on hankalaa. Automaattisesti kokoonpantava tuote on silloin suunniteltava uudelleen pitäen automatisointi koko ajan mielessä. Työtä on helpotettava ja suunniteltava se siten, että automatisointi on myöhemmässä vaiheessa mahdollinen. (Lapinleimu, I. Kauppinen V. & Torviainen S. 1997)

Kokoonpanon yleisohjeita (manuaalinen / automattinen):

- Manuaalinen kokoonpano on tehtävä mahdollisimman yksinkertaiseksi ja helpoksi, jolloin automatisoitaessa tilanne on helpompi hallita.
- Komponentit on varastoitava siten, että osat on helposti saatavilla ja lähellä kokoonpanoa.
- Suunnittelussa on pyrittävä mahdollisimman pieneen komponenttimäärään ja yksinkertaistamaan suunnittelussa työn eri vaiheet.
- Työvälineitten ja asetusten on oltava kunnossa.
- Eri tuoteperheillä voi olla hyvin paljon samankaltaisia ratkaisuja.
- Eri työvaiheet on suunniteltava joustaviksi ja nopeiksi suorittaa.
- Ergonomia on huomioitava, jotta työskentely on mahdollisimman vaivatonta.
- On pyrittävä mahdollisimman nopeaan läpäisy aikaan ja virheettömyyteen.
- Kappaleiden siirrot on huomioitava, jotta nostot ja varastoitavien kappaleiden käsittely onnistuu.
- Erityisvaatimukset on huomioitava.
- Jalostamaton työ on minimoitava kaikilta osin.
- Suunnitteluvaiheita on ennakoitava toteutusta tehtäessä.
- Standardeja on käytettävä sillä se vähentää hukkaa.
- Logistiikka on suunniteltava linjastoille.
- Laatu ja laaduttomuuskustannukset on huomioitava, sillä ne voivat olla hyvinkin merkittäviä.
- On huomioitava kokoonpanopisteessä tehtävät erilaiset kokoonpanotyöt.
- Varastoinnissa on huomioitava eri materiaalit, varastoautomaatit, puolivalmiit varastot, standardikomponentit ja hyllystöt.
- Varaston koko on huomioitava tehtäessä kokoonpanotyötä, koska varaston komponentit ovat merkittäviä kustannustekijöitä.
- Onko linja kokoonpanolinja vai automatisoitu linja.

Kokoonpanotekniikoita pitää pyrkiä selvittämään jo edeltä käsin eli ennakoimaan löytääkseen sopivia tekniikoita käyttöön. Asiaan eli teoriaan voi syventyä tarkemmin

valitessaan sopivaa kokoonpanotekniikkaa. Tehdäänkö työ manuaalisesti vai tarvitaanko automatisoitu linja?

3.4 Kokoonpanotekniikat

Työpiste, jossa on perinteisesti asentajan työvälineet, kutsutaan manuaaliseksi koonpistiteeksi. Osat kootaan ja liitetään työpöydillä. Isommat kokonaisuudet kootaan yleensä tuotetehtailla ja niissä erilaisissa pisteissä. Jäykkä kokoonpanoautomaatio on tuotteen kokoamista automaattisilla kokoonpanokoneilla. (Lapinleimu, I. Kauppinen V. & Torviainen S. 1997)

Koneiden suunnitteluun on käytetty erityistä huolellisuutta. Konekanta on siten huonosti soveltuva joihinkin toisiin tehtäviin. Valmistusmäärät näillä koneilla ovat suuria johtuen isoista koneinvestoinneista. Teollisuudessa onkin hyvin tarkkaan laskettava ja harkittava, jos tällaisia kokoonpanokoneita rakennuttaa. Tästä syystä usein joustava järjestelmä on käytännössä syrjäyttänyt jäykän järjestelmän.

Joustavasti automatisoidussa kokoonpanojärjestelmässä voidaan koko prosessi suorittaa joustavasti. Linjasto käy valmistuksen puolesta helpostikin yksinkertaisille ja helposti valmistettaville tuotteille. Linja hoitaa automaattisesti eri työvaiheet ja tehdä lopulta valmiin tuotteen. Asemat ja voidaan laittaa tekemään määrättyjä tuotteita ja valmistuttuaan aloittaa seuraavan tuote asetuksen mukaan. Laitteisto on nimensä mukaisesti joustava ja soveltuu siksi hyvin joustavaksi kokoonpanolinjaksi asetuksen työstä toiseen. Rajoja näillekin laitteistoille tuo yhä vaativammat tuotteet. Kokoonpanolaitteistot tehdään hyvin yksilökohtaisesti ja hyvin suunnitellen. Tällaisessa linjassa voi olla työssä useita robotteja työssä. Linja vaatii työvälineet ja erilliset kuljettimet sekä pitimet asemille.

Teollisuudessa niitä on jo enenevässä määrin. Autoteollisuus käyttää hyvin paljon linjastoissaan erilaisia ”robottiasemia”. Robotit ovat hyvin joustavia ”työn teolle” ja soveltuvat melkein millaiseen tahansa tarkkuutta vaativaan työhön. Robottiasemia voidaan siten ajaa erilaisilla ohjelmilla läpi saaden viimeiseltä linjalta usein mahdollisesti valmiin tuotteen. Robottien yleistymistä linjastoihin hidastaa näiden korkea han-

kintahinta. Olennaisia osia järjestelmään ovat robottien lisäksi mittavat ohjelmat ja laitteistot, millä robotteja ohjataan.

FAS (Flexible Assembly System), joustava automatisoitu kokoonpanojärjestelmä on vastaava kuin esimerkiksi konepajojen koneistuksessa käytetty järjestelmä. Joustava automaattinen kokoonpano on yleisempää suurissa teollisuuslaitoksissa. Toki ne tekevät tuloaan pienempiinkin ja keskisuuriin yrityksiin. Kuitenkin voidaan sanoa, että kovin yleisiä ne eivät ole pienemmissä konepajoissa. (Lapinleimu, I. Kauppinen V. & Torviainen S. 1997)

Kokoonpanossa on käytössä usein myös järjestelmiä, joissa osa kokoonpanoa on automatisoitu. Määrätyt työvaiheet pysyvät edelleenkin manuaalisina. Joustava kokoonpanoautomaatio yleistyy pikku hiljaa. Syy miksi nämä järjestelmät yleistyvät on siinä, että laadukkaiden tuotteiden joustavaan ja ketterään rakentamiseen vaaditaan tämän päivän viimeisintä tekniikkaa avuksi. Luotettavuus ja osaaminen ovat huippuluokkaa puhumattakaan tehokkuudesta ja tarkkuudesta. Edellytyksenä näille tekniikoille ja automatisoinneille yleensä ovat riittävät tuotantomäärät. Asiantuntijan osaaminen on vielä tärkeämpää tulevaisuudessa, jolloin täytyy hallita useita linjoja ja useita tekniikoita yhtä aikaa. Tavoitteena voitaneen pitää kuitenkin asteittaista siirtymistä automatisoituihin linjoihin. Kuitenkin jatkossa on usein vaiheita, joissa vielä manuaalista kokoonpanoa tarvitaan.

Kokoonpanon kehittäminen on siis aina tarpeellista linjasta riippumatta. Kehittämistä ja parantamista riittää niin manuaalisessakin kuin automatisoiduissa linjoissa. Ja aina on huomioitava käytettävissä olevat resurssit, jotka määräävät miten kehitystyötä voidaan viedä eteenpäin. Yleisin virhe on se, että arvioidaan kehityksen tarvittavan panoksen olevan rahallisesti suuri investointi. Tämä käsitys on väärä.

Kokoonpanotyön kehittäminen jaetaan kahteen pääalueeseen, joita ovat turhan työn poistaminen ja tarpeellisen työn kehittäminen. Kokoonpanotyöpisteiden kehittämisen lisäksi on tärkeää huomioida kokoonpanon työkulun kehittämistä. Tuotteen kokoonpanoa ei tarvitse rajoittaa tiettyyn työpisteeseen, vaan se voidaan jakaa useaan työpisteeseen, esimerkiksi esikokoonpanoon ja loppukokoonpanoon. On kuitenkin

otettava huomioon, että mitä pienempiin vaiheisiin kokoonpano jakautuu, sitä useampaa avustavaa toimintoa tarvitaan. Avustavina toimintoina voidaan pitää seuraavia:

- siirtoja
- käsittelyjä
- varastointia
- tarkastuksia.

(Malmberg K. & Kauppinen V. 1987, 12 -18)

3.5 Manuaalisen kokoonpanon kehittäminen

Manuaalinen kokoonpano säilyy vielä pitkään yleisimpänä kokoonpanotapana Suomen metalliteollisuudessa huolimatta ennustetusta joustavan automaation lisääntymisestä. Metalliteollisuudessa valmistus on pääasiallisesti yksittäis- tai piensarjaluonteista, jolloin esimerkiksi konstruktion vieminen automaatiota edellyttävälle tasolle kannattaa vain harvoissa tapauksissa taloudellisesti. Kuitenkaan ei ole järkevää jättää kokoonpanoa pelkästään työntekijöiden ammattitaidon varaan. (Malmberg, K. & Kauppinen, V. 1987

Kokoonpanotyön kehittäminen on tärkeää, kuten edellisessä kappaleessa todettiin. Kokoonpano valitaan harvoin kehittämiskohteeksi, kun ajatellaan sen vievän merkittävästi resursseja ja investointirahaa. Usein kuitenkin totuus on toisenlainen. Kehittäminen vaatisi vain paneutumista asiaan ja investoinnitkin jäävät pieniksi. Tämä on tutkittu tosiasia. Toisaalta onhan työtä, jota tehdään, vaikea lähteä kehittämään. Huomataan paljon herkemmin tehdyt virheet sillä alueella, jolla ”ei työskennellä”.

Kokoonpaneivassa yrityksessä kannattaa valita työryhmä asiantuntijoista ja työntekijöistä siten, että eri osa-alueilta löytyy kattava edustus työryhmään. Tämän ryhmän tärkeimpiä tehtäviä on suorittaa arviointia siitä, missä esimerkiksi kokoonpanon te-

hokkuuden kanssa ollaan. Tällöin joudutaan arvioimaan suoraan tilannetta muihin samanlaisiin toimijoihin. Arvioitavia asioita:

- Onko kokoonpanon tuntimäärä oikea?
- Onko kokoonpanon kokonaistehokkuus oikealla tasolla?
- Onko jalostamattoman työn määrä eli hukka koko ajan vähenevässä?
- Onko kokoonpanossa puutteita?
- Onko komponenttien saatavuudessa ongelmia?
- Onko sisäinen ja ulkoinen logistiikka kunnossa?
- Onko varastojärjestelyt kaikilta osin toimivat?
- Onko työskentelypisteet toimivat, viihtyisät ja ergonomisesti oikein suunnitellut?

Jos työryhmän raportti osoittaa kokoonpanossa olevan tarvetta kokoonpanopisteen kehittämiseen, on tilanne syytä arvioida tarkemmin. Tämän jälkeen voidaan aloittaa itse kehitystyö, jonka selkeä tavoite on löydettyjen parannuskohteiden saattaminen toivotulle tasolle.

Kokoonpanoajasta suuri osa kuluu kuljetuksissa, osien haussa ja logistiikassa. Pääpaino ajan käytössä pitäisi olla kuitenkin komponenttien liittämässä toisiinsa, eikä jalostamattomassa työssä eli hukan aiheuttajana kuten esimerkiksi siirroissa ja kuljetuksissa. Tutkimusten mukaan on viidessä suomalaisyrityksessä tehdyissä ajankäytön seuranta tutkimuksissa todettu, että alle kolmasosa käytettävissä olevasta työajasta kuluu tuotteen jalostamiseen. Jalostamattoman työn eli hukan poisto on kuitenkin yksi tärkeistä tehtävistä. (Lapinleimu, I. Kauppinen V. & Torviainen S. 1997)

Tehostettaessa kokoonpanoa on lopputuloksen aikaansaamiseksi otettava huomioon kaikki kokoonpanon osatekijät. Käytännössä tämä tarkoittaa tarkastelun aloittamista tuotteen rakenteesta ja suunnittelusta. Suunnitteluosastolla määritetään tuotteen rakenne ja kokoonpanon tehtävän työvaiheet. Kun tämä työ suunnittelussa tehdään hyvin, voidaan olettaa kokoonpanon sujuvan ongelmitta. Myös kustannukset määräy-

tyvät täältä tuotteelle. Tavoite on tehokas ja nopea tapa koota valmis tuote, unohtamatta pisteen joustavuutta.

Ennakkosuunnittelu, valmistelu ja onnistuneet strategiat ovat avainsanoja toimivassa kokoonpanossa. Nämä työt joudutaan kaikesta huolimatta läpikäymään esimerkiksi suunnittelussa. Usein huomataan laiminlyöntejä näissä asioissa tai asioiden vähätteleminen.

Kokoonpanosta tarvitaan toimivat yhteydet koko tehtaan verkkoon. Tämä tarkoittaa suoria yhteyksiä myyntiin, suunnitteluun, osien hankintaan, tarvelaskentaan sekä markkinointiin. Näiden toimintojen toimivuus tulee tarkistetuksi tuotteen valmistuksessa tuotteeksi. Jokaisessa vaiheessa on kiinnitettävä huomiota ajankäytön suunnitelmaan.

Informaation merkitys on kokoonpanossa ratkaiseva. Oikea-aikaisilla tiedoilla saadaan tuote ajallaan ja laadultaan valmiina tuotteena asiakkaalle. Kouluttamalla kokoonpanija tehtävään uudelleen saavutetaan usein tehostumista kokoonpanossa. Yleisesti käytetään esimerkiksi kokoonpanokoulutusta. Tietotekniikka mahdollistaa erilaisten verkkojen käytön ja opastuksen koulutuksen apuna. Myös alan asiantuntijat antavat erilaisia tietoiskuja aiheesta tarvittaessa.

Tuote voidaan kokoonpanna, jos seuraavat asiat kokoonpanon osalta ovat toimivat:

- Tiedetään mitä liitetään, mihin ja millä tavalla.
- Tiedetään standardikomponentit, alihankittavat ja itse valmistettavat komponentit, mitä kussakin vaiheessa sovitetaan.
- Tiedetään, että materiaalit ja niiden varastot ovat kokoonpanon välittömässä läheisyydessä (komponenttivarasto).
- Tiedetään, että kokoonpanon työpiste on tarvittavilla työvälineillä varustettuna.
- Tiedetään, että kokoonpanijat ovat ammattitaitoisia.

Osaluettelot kokoonpanopiirustusten kera tarvitaan kokoonpanossa. Ilman esimerkiksi täydellisiä kokoonpanopiirustuksia ei kokoonpano onnistu täydellisesti. Kokoonpanopiirustuksissa ja osaluetteloissa ovat tärkeimmät koontitiedot osille. Piirustuksista selviää millainen lopputuote lopulta on. Osaluettelosta löytyy kaikki tarvittavat materiaalitiedot ja miten osat toisiinsa kiinnittyvät.

Työt voidaan tehdä usein eri tavoilla. Menetelmät puolestaan määrittävät millaiseksi kokoonpanijan työpiste muotoutuu. Nämä kaikki yhdessä tarkoittavat sitä, että kokoonpanijan työpiste suunnitellaan hyvin huolellisesti.

Yleensä kun ajatellaan tuote, järjestelmät ja paikat yrityksessä ovat jo olemassa. Tällöin kuitenkin usein ajaututaan ajattelussa siihen tilaan, että tarvittavat asiat ovat jo kertaalleen mietitty, eikä kehitystä tarvitse miettiä. Tässä tullaan kuitenkin usein siihen, että on hyvä käydä läpi asioita esim. työryhmissä ja havainnoida onko mahdollisesti uusia ideoita tai ajatuksia kehitteillä. Parhaita ideoita kannattaa käydä läpi sitten tarkemmalla seulalla ja etsiä ne parhaimmat ratkaisut. Mutta kuten sanottu tämä edellyttää poikkeamista tutuiksi tulleilta työtavoilta. Näin uusilla ideoinneilla voidaan saavuttaa merkittäviä parannuksia ja tehokkuutta kokoonpanoon.

Komponenttien tulee sopia keskenään yhteen sovittamalla. Osat sopivat keskenään liittämällä toisiinsa ainoastaan ja vain yhdellä tavalla. Laadukkuutta kuvaa se, että valmis tuote on sellainen, kun kokoonpanopiirustuksessa on kuvattu. Komponenttien tulee olla mitoiltaan oikeita. Käytettyjen toleranssien tulee vastata olemassa olevia standardeja mikäli mahdollista. Osilta, osakokoonpanoilta ja valmiilta komponenteilta vaaditaan lisäksi, että ne toimivat kuten tuotteen pitääkin valmistuttuaan. Laadukas tuote on valmiiksi kokoonpantuna valmis asiakkaalle luovutettavaksi. Ajalliset tavoitteet kokoonpanon kohdalta on saavutettu. (Lapinleimu, I. Kauppinen V. & Torviainen S. 1997)

Kehittäminen alkaa kokoonpanossa osien valmistuksesta ja standardikomponenteista. Osavalmistuksen ja standardikomponenttien on sovittava toisiinsa ja niitä on oltava lähivarastossa riittävästi. Nämä asiat on oltava kunnossa, jotta muutkin kehittävät

toimet onnistuvat. Yleensä hukkaa tulee lisää, jos jompikumpi asioista jää toteutumatta.

Varsinaisen kokoonpanon kehittäminen jakautuu kahteen osa-alueeseen: turhan työn poistamiseen ja tarpeellisen työn kehittämiseen. Turhalla työllä tarkoitetaan tässä yhteydessä kaikkea sellaista työtä, joka ei jalosta tuotetta tai jota ei lainkaan tarvita. Kaikki se, mitä tuotteen kokoonpanemiseksi tarvitaan olosuhteisiin nähden parhailla ja järkevimmillä tavoilla tehtynä, on tarpeellista työtä. Sitä on mahdollista kehittää hyvien työkalujen, apuvälineiden, kuten kokoonpanokiinnittimien ja materiaalien käsittely- ja syöttölaitteiden, sekä työmenetelmien kehittämisen avulla.

Työmenetelmien kehittämisen perusohjeita ovat:

- Etäisyydet on pidettävä lyhyinä.
- Kiinnitarttumiset on oltava helposti toteutettavia.
- Liikeratoihin on kiinnitettävä huomiota niin, että ne ovat oikea-aikaisia ja suoraviivaisia.
- Käsien käyttö on oltava myös helppoa ja turvallista.

Klassisena ohjauksena kokoonpanon ohjauksessa on usein imuohjaus. Imuohjauksessa ohjausta voi hoitaa kuka tahansa prosessin henkilö. Imuohjaus on hyvin yleinen suomalaisessa konepajatoiminnassa. Imuohjaus perustuu siihen, että kuka tahansa ryhmä työhön osallistuva pystyy ohjausjärjestelmää ohjaamaan visuaalisesti. Tai ainakin näin sen kuuluisi toimia. Standardiosien hankinta ja varastojen täydentäminen onnistuu siten kaikilta työryhmän jäseniltä tarvittaessa. Tässä nämä perussyyt miksi imuohjausta käytetään. (Lapinleimu, I. Kauppinen V. & Torviainen S. 1997)

Varaston ja siihen liittyvien komponenttien saatavuus kokoonpanopaikalle on kaiken kokoonpanon perusta. Materiaalit täytyy olla oikeaan aikaan oikeassa paikassa. Tämä on lähtökohta, josta ei voi tinkiä. Materiaalien tuloa voidaan ohjailta tai antaa sen olla itseohjautuvaa.

Materiaalihuollon voi hyvinkin hoitaa myös ulkopuolinen henkilöstö. Usein toiminnon kuitenkin hoitaa oma henkilöstö. Varastotäydennysten pitää tapahtua oikea-

aikaisesti. Turhasta materiaalista ei tule muuta kuin hukkaa työhön. Silloin, kun ulkopuolinen hoitaa tarveaineiden täydennykset, täytyy olla alkuun hyvin tarkka. Tämä siitä syystä, että aikatauluissa ei ole heittoa. Lisäksi valmiiden tuotteiden täytyy valmistua ajoissa. Tällöin materiaalivirran täytyy vastata kokoonpanon tarveaine kiertoa, koska muutoin kokoonpanon tilaukset ovat ylimitoitettu ja siitä seuraa myös kustannuksien nousua.

Ongelmia materiaalihuollossa aiheutuu siitä, kun nimikkeiden määrät nousevat tavanomaista suuremmaksi. Se, että nimikkeiden määrä on suuri, vaikuttaa paljon ja merkittävästi tarvelaskennan ja materiaalihankinnan ajoitukseen. Kokoonpanopaikalla varastointi vaatii tilaa mitä suuremmista varastointieristä puhutaan, minkä seurauksena kokoonpanon vaatima pinta-ala kasvaa ja etäisyydet pitenevät. Trukkilavat eivät usein ole se edullisin kuljetusväline. Lisäksi trukin käyttö on tilan puutteen vuoksi hankalaa. Kuljetettava materiaali on myös asetettava lavalle ja otettava siltä pois. Toimivaksi varastointiratkaisuksi on manuaalisessa kokoonpanossa osoittautunut automaattivarasto. Tämän tyyppiseen varastoon voidaan järjestää hyvinkin useammalle tuhannelle varastonimikkeelle varastointipaikka. Automaattivarastot ovat hyvin yleisiä hyvän käytettävyytensä ansiosta.

3.6 Manuaalisesta kokoonpanosta automaattiseen kokoonpanoon

Automaation kehitys on ollut merkittävää teollisuudessamme viime vuosina. Robotit ovat monessakin isommassa tuotantolinjassa ja automaattisia valmistus- ja kokoonpanolinjoja on useissa konepajoissa käytössä. Kokeiluja näiden osalta on tehty jo useita vuosia sitten ja pikkuhiljaa niitä on enenevässä määrin myös konepajateollisuudessa. Tekniikat ovat koettuja ja niistä on viisastuttu ja vuosi vuodelta kehitytty eteenpäin. Tämä seikka pitää käynnissä myös manuaalisessa kokoonpanossa sen mietinnän, että milloin on aika siirtyä automatisointiin.

Automatisointiin lähdetessä on kuitenkin tehtävä järjestelmiin liittyen pari kysymystä. Onko kapasiteetille kysyntää riittävästi markkinoilla? Tuotanto voi hyvinkin olla riippuvainen erilaisista kausivaihteluista kuten erilaisista sesongeista. Seuraa kysy-

mykset, miten investointi automatisointiin kannattaa ja mikä on sen takaisinmaksuaika ja millä tuotantomäärällä esimerkiksi? Yleensä automatisointi on kuitenkin huomattavasti kalliimpaa, kuin manuaalisen kokoonpanon kehittäminen. Näin ollen tarkat laskelmat ovat tarpeen.

Toisena tulee mieleen tuo käytettävyys, kun tuohon automatisointiin lähdetään. Kun investointi on tehty, voidaan pyrkiä vastaamaan kasvaneeseen tuotanto määrään paremmin. Tässä vaiheessa ei saa tuotantoon tulla keskeytyksiä. Niistä on hyviä esimerkkejä siitä, miten tuotannon korjauksista voi tulla hyvinkin pitkiä ja kalliita korjauksia. Näistä syistä johtuen investoinnin ajoitus ja laskelmat on syytä tehdä hyvin tarkkaan. Automaattinen järjestelmä ei kestä alhaista käyttöastetta. Tuotannon käyntiasteen tulee olla melko korkea ja käytettävyyden hyvä sikäli, että investointi on kannattava jollakin lasketulla ajalla.

Kolmanneksi investoinnille voidaan huomata taloudellinen kannattavuus rahoituksen kannalta. Usein on niin että laskusuhdanteeseen ei kannata lähteä investoimaan. Vaan silloin kun pientä orastavaa kasvua voidaan lähteä toden teolla liikkeelle. Rahoitus on edullisempaa, kun teollisuus ei käy täydellä teholla. Tämä siitä syystä, että investointirahan tarvitsijoita on vähemmän.

Neljänneksi ottaisin esille vielä tuo automaattisen linjan huollettavuuden. Huollettavuuden on syytä olla helppoa ja järkevää. Suunnittelemattomat tuotannon seisokit aiheuttavat usein lisäkustannuksia. Tästä syystä koneiden huolto ja varaosien saatavuus täytyy olla taattu. Asiakkaat eivät yleensä ole tyytyväisiä, jos toimitusaikaa hilahtaan eteenpäin siitä syystä, että huolto ontuu. Varaosia on siis oltava saatavilla tavalla tai toisella, mutta hyvin ripeästi. Koko tuotantojärjestelmä voi hyvinkin olla riippuvainen edellä mainitusta seikoista.

Automatisoituun ja häiriöttömään tuotantoon voi yleensä siirtyä, kun huomioi nuo edellä mainitut asiat. Toki tulee vielä tietenkin yksittäisiä merkittäviä asioita kuten esimerkiksi henkilöstö jne., mutta pääpiirteissään nuo edellä mainitut asiat ovat ne tärkeämmät asiat teknisellä puolella. Loppulaskelma ratkaisee sen, tuleeko investointi olemaan taloudellisesti kannattava. Tietenkin on aina mahdollista, että jokin asiois-

ta muuttuu ratkaisevasti ja myös lopputulos silloin muuttuu. Silloin on kysymys kuitenkin asiasta, jota ei ole ennakkoon voitu huomioida. Eli kaikkia asioita ei voida suunnitelmisamme huomioida.

Järkevää automatisoituun tuotantoon siirtyminen on kuitenkin silloin, kun nuo alussa mainitut seikat toteutuvat ilman turhia spekulointeja. Tuotannon kapasiteetille on riittävästi markkinoilla kysyntää. Hankittavien automatisointikoneiden (linjat) käytettävyys on hyvä. Rahoitustilanne ja aikataulut on projektilla kunnossa. Koneiden huollot ja varaosat on saatavilla riittävän nopeasti. Viimeisenä vaan ei vähäisimpänä, tarvitaan tietenkin asiantunteva ja ammattimainen henkilöstö, jotka tekevät laadukasta tuotantoa automatisoiduilla koneilla ja järjestelmillä.

3.7 Suorituskyky

Ilman jatkuvaa tuottavuuden kehitystä liiketoimintaympäristön toiminta ei pysy kannattavana. Tuottavuutta mitataan aina tuotoksen ja panoksen suhteella. Suhteella saadaan selville, mitä tuotoksen panostuksesta jää jäljelle. Tuotoksella tarkoitetaan prosessissa aikaansaatuisten tuotteiden tai palvelujen kappalemäärää tai laatua. Panoksella tarkoitetaan tuotoksien aikaansaamiseksi asetettujen esimerkiksi työn, komponenttien, alihankinnan, pääoman tai energian määrää. (Hannula M. & Lönnqvist A. 2002, 8.)

4 Tuotannon johtamisjärjestelmät

4.1 Lean johtaminen

Eurooppalaiseen konepajatuotantoon on jo jokin aika sitten rantautunut lean-filosofia. Kyse on tällä hetkellä lähes maailmanlaajuisesta ajattelutavan leviämisestä. Filosofia on lähtöisin Japanista, jossa sitä on käytetty useissa tunnetuissa yrityksissä, esimerkiksi Toyota Production System (TPS).

Toyota on ollut johtava Leanin malliesimerkki, ja sen menestys kaikilla globaaleilla markkinoilla on vahva todiste lean-filosofian voimasta. Toyotan jatkuva menestys on kahden viime vuosikymmenen aikana herättänyt valtavan kiinnostuksen lean-ajattelua ja sen ymmärtämistä kohtaan. Tänä päivänä lean jatkaa leviämistään ympäri maailmaa ja lähes jokaiselle toimialalle.

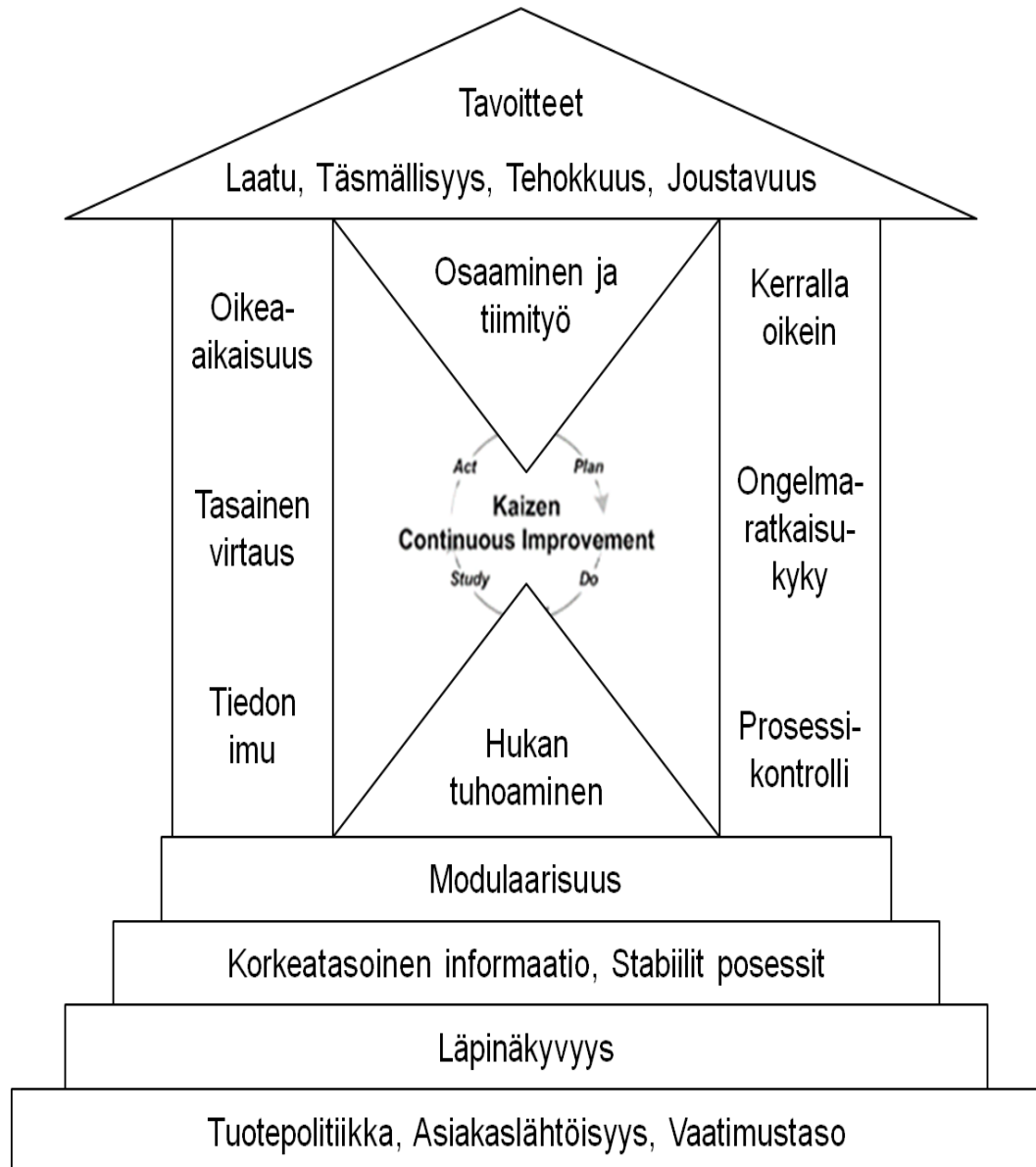
Lean-ajattelu on johtamisfilosofia, joka keskittyy tuottamattoman toiminnon poistamiseen, minkä avulla pyritään parantamaan asiakastytyväisyyttä, parantamaan laatua ja pienentämään toiminnan kustannuksia ja lyhentämään tuotannon läpimenoaikoja. Lean ajattelussa näitä turhia asioita kutsutaan hukiksi. (Kouri, I. 2009, 10) Lean pyrkii siihen, että oikea määrä oikeanlaatuisia oikeita asioita saadaan oikeaan aikaan ja oikeaan paikkaan ja oikean laatusena. Samaan aikaan vähennetään kaikkea turhaa ja ollaan joustavia sekä avoimia muutoksille. Arvoa tuottamattomiksi toiminnoiksi tai turhiksi asioiksi lasketaan

- kuljetukset
- varastot
- liike
- odotusaika
- ylituotanto
- yliprosesointi
- viallinen tuote.

Lean-ajattelua ja -työkaluja on hyödynnetty menestyksellisesti valmistavassa teollisuudessa jo yli 25-vuoden ajan. Tuona aikana teollisuuden tuottavuus on parantunut merkittävästi. Sen sijaan haasteena on ollut lisätä alati kasvavan palvelusektorin ja siihen liittyvän erityyppisen toimisto- ja asiantuntijatyön tuottavuutta. Samoin terveydenhuollossa on huomattu Leanin mahdollisuudet toiminnan tuottavuuden parantamisessa.

Lean-ajattelun tuominen käytännössä tuotannon ohjaukseen räätälöitynä, ottaa vuosia. Kysymys on pidemmän aikavälin sijoituksesta yrityksen toimitusjärjestelmän ke-

hittämiseen. Kuviossa 4 on lean-ajatteluun liittyvä tuotekehityskaavio siitä, miten edetään asiakslähtöisyydestä ja tuotteen vaatimuksista kohti laadukasta ja tavoitteet täyttävää tuotetta.



Kuvio 4. Lean-tuotekehitys. 2011.

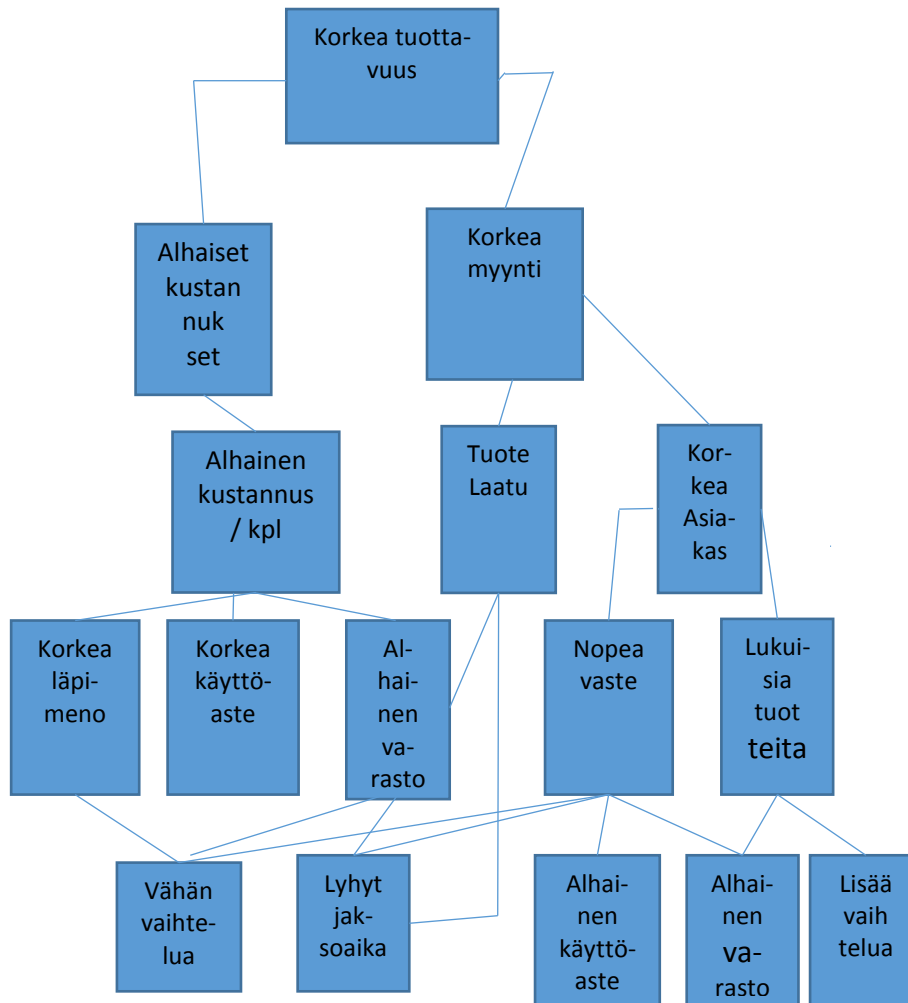
4.2 Lean-ajattelun periaatteita

Leanin viisi keskeisintä periaatetta ovat: tunnista asiakkaat ja määritä arvo asiakkaan näkökulmasta, tunnista ja kartoita/analysoi arvoketju, luo virtaus eliminoimalla hukka, vastaa asiakaskysyntään ja pyri jatkuvasti täydellisyyteen. (Womack 2003.)

Asiakkaiden tunnistuksella ja arvon määrittämisellä tarkoitetaan sitä, että lähtökohtana on tunnustaa, että vain murto-osa käytetystä ajasta ja vaivasta missä tahansa organisaatiossa lisää arvoa loppuasiakkaalle. Kaikki loppuasiakkaan näkökulmasta arvoa tuottamaton toiminta pyritään poistamaan. Arvoketjun tunnistamisella ja kartoituksella taas tarkoitetaan sitä, että arvoketju on kokonainen sarja toimintoja, joissa kaikki organisaation osat ovat yhteisvoimin mukana toimittamassa tuotetta tai palvelua. Tämä kuvastaa asiakkaalle arvoa tuottavaa prosessia alusta loppuun. Kun ymmärtää mitä asiakas haluaa, seuraava vaihe on tunnustaa miten toimittaa (tai ei toimittaa) tuotteen tai palvelun heille. Virtauksen luominen eliminoimalla hukka voidaan tutustua arvoketjuun ja huomata, että tyypillisesti vain viisi prosenttia toiminnoista tuottaa lisäarvoa, palvelukokonaisuuksissa tämä luku voi olla jopa 45 prosenttia. Hukan poistamisella voidaan taata se, että tuote tai palvelu virtaa asiakkaalle ilman keskeytyksiä, kiertoteitä tai odottamista. Asiakaskysyntään vastaamisella tarkoitetaan sitä, että tuotetaan vain se mitä asiakas haluaa, silloin kuin asiakas sen haluaa. Täydellisyyteen pyrkiessä tarvitaan virtausta ja uudistettuja yksittäisiä prosessin vaiheita. Kun kaikki vaiheet linkittyvät yhteen, hyöty on merkittävä. Näin tapahtuessa yhä useampi hukkerros tulee näkyviin ja prosessi jatkaa kohti täydellisyyden päätepistettä jossa jokainen voimavara ja toiminto tuovat lisäarvoa loppuasiakkaalle. (Womack 2003.)

Seuraamalla näitä viittä Leanin periaatetta voidaan toteuttaa filosofiaa, josta tulee tapa toimia. Kuviossa 5 on kaaviokuva periaatteesta, miten lean-ajattelu toimii yleisellä tasolla käytännössä.

Näin voidaan varmistaa, että organisaatio toteuttaa yleistä strategiaa, jossa omien prosessien jatkuvalla seuraamisella yritys tuottaa jatkuvasti ja johdonmukaisesti lisäarvoa lopuille asiakkaalle. Organisaatio pystyy säilyttämään korkean palvelutason samalla, kun se pystyy kasvamaan ja joustamaan muuttuvassa ympäristössä. (Womack 2003.)



Kuvio 5. Lean-toiminnan lainalaisuudet. 2014.

4.3 JIT-johtamisfilosofia

Just in time, suomennettuna juuri oikeaan tarpeeseen (JOT), on tuotannon johtamisfilosofia. JIT-filosofiassa tuotannon panokset asetetaan tuottamaan juuri oikeaa tuotetta, juuri oikeaan aikaan, oikealle asiakkaalle, oikeaan hintaan. Filosofialla on havaittu saatavan merkittäviä kustannussäästöjä varastoinnin ja laadun suhteen sekä merkittävää kehitystä tuottavuuden sekä tehokkuuden suhteen. (Cheny & Podolsky.1996, 2.)

JIT-tuotannonjohtamisfilosofia koostuu useasta elementistä, joiden saumaton yhteistyö on edellytys sen tehokkaammalle toiminnalle. Filosofia koostuu henkilöstöresursseista, tuotannosta, ostosta, valmistuksesta sekä organisaation suunnittelu ja organisointi tehtävistä. (Cheny & Podolsky. 1996, 1- 6.) Organisaatioon tavoitteisiin sitoutuneiden henkilöiden tuki on siis välttämätön edellytys JIT-kehitykselle. JIT-filosofian ja lean-filosofian välillä on paljon samankaltaisuutta, kummankin alle lukeutuvissa kehitystyökaluissa mainitaan visuaalinen ohjaus, sisäiset tarkastukset sekä jatkuva kehitys. Asiakkaan tarpeen tunnistaminen on molemmissa filosofioissa tärkeässä roolissa, jopa toiminnan lähtökohtana. (Cheny & Podolsky. 1996, 4.)

JIT-filosofian tavoitteita seuraavassa:

- hukan poistaminen
- laadun parantaminen
- asiakaslähtöisyyden lisääminen
- kustannuseurannan lisääminen
- toiminnan jatkuva kehittäminen

JIT-filosofia ei ole nopeasti käyttöön otettava filosofia. Sen tehokkaan hyödyntämisen käyttöönotto kestää useita vuosia. Esimerkiksi Toyotalla kesti noin kymmenen vuotta, ennen kuin se saavutti filosofian tehokkaan hyödyntämisen ja viimeistellyn käyttöasteen. (Cheny & Podolsky. 1996, 11.)

JIT-filosofian hyötyjä ovat:

- hukan vähentyminen
- kilpailukyvyn kasvaminen
- työntekijöiden välisten suhteiden paraneminen
- toimittajasuhteiden kehittyminen
- tuottavuuden kehittyminen
- asiakastyytyväisyyden kasvaminen

(Cheny & Podolsky. 1996, 12.)

4.4 Kaizen-kehitysajattelu

Kaizen tarkoittaa kehitystä, mutta se käsitetään yritystoiminnassa sen alkuperäisen tarkoituksen mukaisesti yleensä jatkuvana kehityksenä. (Bicheno. 2004, 148.) Toimintastrategia pohjautuu Leanin tapaan Japanin menestykseen johtaneeseen ajatteluun. Kaizen-kehitysfilosofian alle voidaan luetella useita kehitystyökaluja sekä kehityksiperiaatteita. Kaizen pohjautuu prosessorientoituneeseen ajattelumalliin poiketen perinteisestä länsimaalaisesta innovaatio-orientoituneesta ajattelumallista kuitenkin innovatiivisuutta poissulkematta. (Manos & Vincent, 2012, 81.)

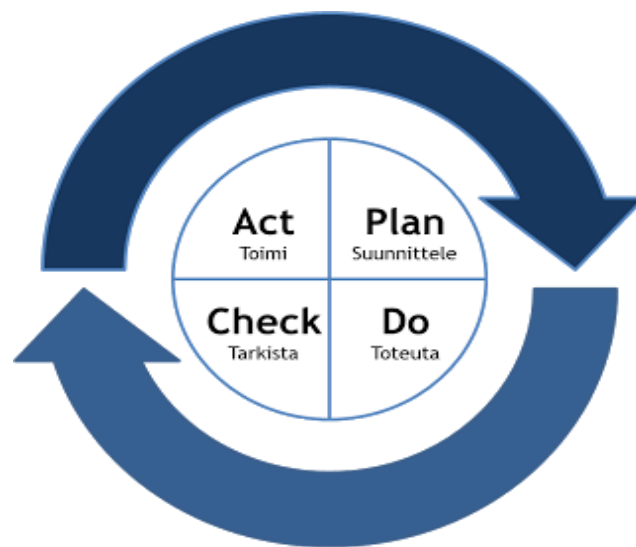
Kaizenia tarkastellessa voidaan havaita, että sen tavoitteena on kehittää prosesseja pienin askelin. Kuviossa 6 voi tehdä havainnoiteja siitä, miten prosessia voidaan projektilla kehittää. Prosesseja kehitetään pienillä investoinneilla ja toiminnan standardoinneilla. Strategian prosessorientoituneisuudesta johtuen, se toimii paremmin hitaasti kasvavassa taloudessa tosin, kuin innovaatio-orientoitunut kertaluonteisen kehityksen strategia, joka toimii paremmin nopeasti kasvavassa taloudessa. (Imai. 1986, 1 - 10)

| | |
|-----------------------|--|
| Asiakas | Prosessin laajuus / Mitä lisäarvoa asiakkaalle |
| Nykyinen tila /kaavio | Prosessin vaiheet |
| Tuleva tila / kaavio | Kyseenalaista lisäarvoa tuottamaton työ |
| Toteutus | Mitä / Milloin / Kuka |
| Tee se | Tee projektissa / toteuta |
| Arviointi | Prosessin mittaus / jatkuva parantaminen |

Kuvio 6. Kaizen-filosofian kehityskaavio (Liker, J. 2006).

4.5 PDCA-ongelmanratkaisumalli

PDCA eli Demingin laatuympyrä on eräs Kaizen-strategian hyödyntämä työkalu tai pikemminkin toiminnallinen periaate. Kaizen-työkaluna käytettynä PDCA sisältää samoja toimintaperiaatteita, joita Deming kehitystyökalulle alun perin suunniteli (Imai, 1989, 11.) Alla kuviossa 7 on PDCA-ympyrän toiminnan peruseriaate esitetty. Kiertosuunta ympyrässä on myötäpäiväiseen suuntaan toimintojen mukaisesti. PDCA-ympyrä tai toiselta nimeltään Demingin laatuympyrä koostuu vaiheista Plan, Do, Check sekä Act eli suunnittele, toteuta, tarkasta ja toimi.



Kuvio 7. Demingin ympyrä. 2011.

Kehitystyö aloitetaan nykytilan kartoituksella. Kartoituksen tietoa hyödynnetään tulevaisuuden kehityssuunnitelmaa luodessa. Nykytilan tietojen perusteella luotu kehityssuunnitelma implementoidaan. Implementoinnin jälkeen suunnitelman mukaista toimintaa arvioidaan ja mitataan, onko suunniteltu kehitys toteutunut. Mikäli tavoiteltava kehitys on saavutettu, menetelmän menetelmät standardoidaan, jotta niiden käyttö tulevaisuudessa voidaan hyödyntää tehokkaasti. Jos toiminnasta havaitaan jotain odottamatonta, siihen reagoidaan ja suunnitellaan jatkotoimenpiteet.

5. Hukka

5.1 Ohnon seitsemän hukkaa

Hukkaa ovat kaikki toiminnot, jotka lisäävät kustannuksia, mutta eivät tuo lisäarvoa. Hukka (MUDA) on yksi ensimmäisistä prosessin kehittämiskohteista. Lean-filosofiassa hukkaa on analysoitu paljon ja tuotannosta on havaittu löytyvän seitsemää erilaista hukkaa. Taiichi Ohno kartoitti nämä seitsemän tuotannossa yleisesti esiintyvää hukkaa. Prosessin kehittäminen alkaa sen sisältämien vaiheiden ja töiden arvioinnista eli arvoa tuottavien ja arvoa tuottamattomien toimintojen havainnoinnista. (Bicheno, J. 2004.)

Ohno piti listansa vakavimpana hukkana ylituotantoa, sillä se oli juurena monelle ongelmalle sekä muille hukille. Ylituotantoa syntyy, kun tuotetaan tarpeetonta, enemmän kuin tarpeen tai ennen kuin on tarpeen. Ylituotannolla tarkoitetaan tässä listassa ”liian paljon liian aikaisin”(Bicheno, J. 2004, 15) Ylituotanto johtaa pitkiin läpimenoaikoihin ja virheiden myöhäiseen havaitsemiseen.

Myös varastot kasvavat. Varastojen kasvaessa materiaalien, osien, komponenttien, tuotteiden tai vastaavien osalta tietää se myös hukan lisääntymistä. Monesti ylituotannosta seuraa varaston kasvua tarpeettomasti ja hallitsemattomasti, josta varastoinnista tällöin seuraa välittömästi hukan kasvu. Varastointia on yrityksen sisällä tai yrityksen ja toimittajien välillä pyrittävä järkevöittämään.

Kuljetusta tarvitaan osien, materiaalien, komponenttien, ja vastaavien siirtelyyn työpaikalle tai työpaikalta pois. Näissä siirroissa ja kuljetuksissa syntyy usein tarpeetonta hukkaa, jota ei ole helppo aina huomatakaan. Toisin sanoen tehdään, millä tavalla on opittu asiat tekemään. Se miten asiat pitäisi tehdä, on jäänyt miettimättä. Valitettavan usein näin.

Virhekustannukset syntyvät laaduttomasta toiminnasta virheellisten tuotteiden tarkastamisesta, lajittelusta, korjaamisesta sekä asiakasvalitukseen vastaamisesta. Näistä syntyy monestikin usealle yritykselle hukka enemmänkin, ellei virheiden syntymiseen perehdytä riittävän ajoissa.

Ylimääräistä tekemistä on kaikki tarpeeton työstäminen, kiillottaminen tai puuhaaminen, josta asiakas ei ole kiinnostunut eikä valmis maksamaan. Ylimääräistä eli hukkaa on kaikki sellainen, joka ei anna lisäarvoa asiakkaalle tai yritykselle. (Tuominen, K. 2010.)

Turhia liikkeitä ovat kaikki työssä tehdyt toiminnot, jotka eivät tuo lisäarvoa tuotteelle. Eli kaikki tarpeettomat toiminnot tulisi karsia pois tuotannosta, koska niistä ei seuraa lisäarvoa tuotteelle. Ainoastaan hukan arvo lisääntyy yleensä huomaamattomasti.

Odottamista aiheutuu, kun työntekijä odottaa koneen suoritusta tai kone henkilön suoritusta. Odottamista syntyy, kun seuraava vaihe ei ole vielä tehnyt vaihettaan, kuljetusta pitää odottaa tai henkilö ei ole tullut paikalle. Odottamisesta seuraa yllättävän usein lisää hukkaa, joka on ketjuuntunut ehkä jo jostain muusta syystä. Tällöin hukka monesti jopa moninkertaistuu.

Ohnon listan lisäksi on Lean-filosofiassa luotu uusien hukkien lista, jota voidaan pitää jatkona Ohnon listalle. Lista koostuu seuraavista tekijöistä:

- väärän tuotteen tehokas valmistaminen
- henkilöstön potentiaalin hyödyntämättömyyden hukka
- sopimattomien järjestelmien hukka
- energian sekä veden hukka
- materiaalin hukka

(Womack & Jones 2003, 15 – 24).

Miten hukka tunnistetaan

Pitää tunnistaa välitön ja välillinen työ. Pyrkii vähentämään välillisen työn osuutta ja vähentämään hukkaa sekä välittömässä ja välillisessä työssä. Kysyä ”miksi” niin monen kertaan, että sekä työn suorittaja että itse ymmärrät, mitä hukka siinä työssä on, mistä se syntyy ja miten sitä voitaisiin kenties vähentää.

Jos ei voida tunnistaa hukkaa, niin pitää pyrkiä tunnistamaan arvoa tuottava työ. Muu on hukkaa. Kannattaa ottaa hukka aina esille löytäessäsi sitä. Valmistetaan vain yksi kappale kerrallaan olosuhteissa, joissa ei ole JOT-edellytyksiä. Analysoi nykytilannetta ja käytä siihen virtauskaaviota. Menetelmien kuvauksista ja aikatutkimuksista voi olla apua tunnistettaessa hukkaa. (Tuominen, K. 2010a)

Ohnon luomassa seitsemän hukan listassa hukat jaetaan kolmeen pääluokkaan, joita ovat Muda, Muri ja Mura. Mura-hukkaryhmään jaotellaan hukat, jotka johtuvat prosessien sisältämistä prosessien epätasaisuuksista. Muri-ryhmään taas jaetaan hukka, joka johtuu työn vaikeudesta, esimerkiksi vaikeasti käytettävä ja monimutkainen laitteisto. Muda taas jaetaan kahteen omaan pääluokkansa, joita ovat aktiviteetit, jotka eivät luo arvoa, mutta ovat prosessille välttämättömiä, sekä hukat, jotka tuhoavat tuotteen arvoa.

Hukkaa pyritään poistamaan käyttämällä Lean-filosofian kehitystyökaluja: 5S, työn standardointi, kartoitus, aikataulujen tasoitus sekä vaihtelun pienennys. Hukan poistamisen lisäksi sen estäminen ja ennakointi on tärkeää, sillä prosessissa ilmenevä hukka syntyy yleensä huomaamatta ja tarkoituksetta. (Revelle, J. 2002)

5.2 Hukan poistaminen ja ehkäisy

Lopetetaan ajattelu, näin on tehty ennenkin. Ehkäistään hukan yleisimpiä lähteitä, kuten säilyttämistä. Kehitetään työliikkeitä paremmiksi. Poistetaan tarpeettomat työliikkeet, joita työ vaatii. Poistetaan tarpeettomat työkoneiden liikkeet. Kehitetään ihmisen, koneen ja materiaalin välistä toimivuutta. (Tuominen, K. 2010)

Tutkitaan yleisimpiä hukan lähteitä, kuten säilyttämistä, kuljetuksia, siirtoja ja prosessi aikoja. Kehitetään työliikkeitä, joissa vaaditaan erilaisia työmenetelmiä. Hukkaa voidaan lähteä ehkäisemään seuraavilla keinoilla:

- standardisoi
- tee näkyväksi
- kysy viisi kertaa ”miksi ja sitten miten”.

Kehitä jatkuvasti hukan synnyn ehkäisyn, tunnistamisen ja poistamisen menetelmiä.

5.3 Hukka prosessinäkökulmasta

Tuotteet ja palvelut tuotetaan prosesseissa siihen tuotujen inputien avulla. Prosessi tuottaa suunnitellut tulokset vain sillä edellytyksellä, että siihen tuodut inputit täyttävät asetetut vaatimukset. Prosessin keittäminen on paras tapa tunnistaa ongelmat ja kehittämismahdollisuudet. Prosessi ohjaa ajattelemaan toisella tavalla kuin aikaisemmin.

Paras tapa tehdä prosessi nopeammaksi, tehokkaammaksi, helpommaksi, halvemmaksi ja paremmaksi on valmistaa yksi tuote kerrallaan valmistuserän sijasta. Työntekijät koulutetaan järjestelmällisten kehittämismenetelmien käyttöön omassa työssään. (Tuominen, K. 2010)

Virtaus on materiaalien kulkua prosessin läpi. Hukkaa syntyy siitä, jos prosessi jostain syystä katkeaa. Hukka pyritään prosessista poistamaan. Sen poistoon on erilaisia menetelmiä. Prosessissa ei saa olla katkoksia, lyhyitäkään, jotka aiheuttavat imuun häiriöitä. Virtaus ja imu edellyttävät stabiilia tilaa tuotannossa, jolloin virtautetaan tarvittava määrä materiaalia imussa, joka vastaa kysyntää. Virtaus ja imu pysyvät tasapainossa standardien avulla. Tarpeetonta kustannusten valvontaa voidaan välttää.

Ei päästetä virhettä eteenpäin, jos sellainen huomataan. Korjataan virhe, jos havaitaan sellainen. Virheet ovat seurausta tuotantotilan epätasapainosta. Hukkaa eli jalostusarvoa nostamatonta työtä tehdään. Kehitetään menetelmiä, jotka tunnistavat hukkaa. Organisaation eli henkilöstön täytyy pystyä löytämään virheet ja korjaamaan ne. Virheet ja sitä myöten hukka korjataan heti (Tuominen, K. 2010).

Tuotteen jalostusarvon parantaminen lähtee siitä, että prosessin ja tuotteen arvot on määritelty lähtökohtaisesti. On tärkeää, että voidaan saavuttaa asiakkaan arvostus ja laadullisesti mitat täyttävä kokonaisuus. Parhaita tuloksia saavutetaan sillä, että yrityksen koko henkilökunta on sitoutunut jatkuvaan parantamiseen. Tähän työhön on jokaisella tasolla yrityksessä panostettava. Jatkuvan parantamisen tavoitteena on

saada asiat helpommin ja nopeammin tehtyä. (Tuominen, K. 2010) Unohtaa ei myöskään sovi kustannuspuolta. Järjestelmän on lisäksi oltava joustava. Järjestelmän parantaminen aiheena koskee koko yrityksen kokonaisuutta.

Järjestelmällisen ajattelun pitää olla mukana sekä teoreettisissa pohdinnoissa että käytännön tekemisessä. Järjestelmällinen ajattelu tukee oppimista, ongelmien ymmärtämistä ja ratkaisemista. Käytetään monia eri menetelmiä, jotka tukevat järjestelmällistä ajattelua. Sellaisia ovat PDCA (suunnittele, analysoi, tee, tarkista ja täsmennä) sekä DMAIC (määrittele, mittaa, analysoi, kehitä ja seuraa). Kaikki nämä menetelmät sisältävät seuraavia elementtejä:

- nykytilanteen selkeä ymmärtäminen
- hyvin kuvattu tulevaisuuden tila tai tavoite, joka on liitetty asiakkaan tarpeeseen
- tiedon kerääminen ja raportointi, joka tukee prosessin kehittämistä ja hukan poistamista
- systemaattisten menetelmien käyttäminen perussyiden tunnistamiseksi
- kokeileminen parannuksen aikaansaaman tuloksen mittaaminen
- tuloksen arvioinnit ja tarvittavat muutokset
- muutosten sisällyttäminen standardeihin

(Tuominen, K. 2010a)

Kehittämistyötä täytyy siis tehdä joka organisaatiotasolla jatkuvasti. Asiakkaan toiveet ja päämäärät on syytä pitää herkeämättä mielessä. Laadun tekeminen ja pitäminen asiakkaan toivotulla tasolla on kehittämistyössä tärkeää. Tämä siitä syystä, koska periaatteessa hukkaa löytyy aina järjestelmistä. Sitä enemmän hukkaa tulee mitä vähemmälle kehittäminen jää. Täytyy siis pyrkiä täydellisyyteen.

5.4 Ylituotanto

Kun tuotetaan enemmän kuin mitä vaaditaan tai ennen kuin tarvitaan, puhutaan ylituotannosta. Tästä aiheutuva hukan uhka on melko tyypillinen useimmissa teollisuuden yrityksissä. Ylituotannosta aiheutuu hukkaa, kun ostetaan varastoon materiaalia ennenaikaisesti. Liika tuotanto aiheuttaa yleensä ylisuuria varastoja ja häiritsee normaalia tuotantoa. Syntyy helposti virheitä ja epäkurantin tuotannon riski kasvaa. Ylipäätään hukan riskit kasvavat huomattavasti, kun mennään ylituotannon puolelle. Varastoissa kiinni olevan rahan arvo nousee ja kannattavuus laskee. Tuotannon suunniteltavuus ja hallittavuus huononee. (Tuominen, K. 2010b)

Miten ylituotantoa voidaan välttää? Ylimääräistä tuotantoa ei pidä lähtökohtaisesti tehdä. Tuotanto täytyy hoitaa suunnitellusti, jolloin voidaan ottaa tuotannon vaihtelut huomioon ennakkoon. Kehitetään tuotannonohjausjärjestelmää paremmaksi. Tehdään tuotantoa pienissä sarjoissa mahdollisuuksien mukaan. Käytetään lean-periaatteita mahdollisuuksien mukaan hyväksi tuotannon ohjauksessa. Tällainen kehitystyö on jatkuvaa. Käyttöön otetaan heti kun parannus on järkevällä pohjalla ja organisaatiossa voidaan toteuttaa. Tarkastetaan, että tuotannon virtaus ja imu ovat tasapainossa. Seurataan tuotannon kulkua aikataulujen pitävyyden, materiaalien saatavuuden ja loppuasiakkaan laadun määrittelyn puitteissa.

5.5 Varasto

Varastointi on puolivalmiiden osien ja esimerkiksi varaosien säilyttämistä erilaisissa varastoissa. Varastot sisältävät yleensä myös jonkin tyyppisiä materiaalivarastoja. Hyvin tyypillistä on, että varastoissa säilytetään kokoonpanoissa tarvittavaa materiaalia ja komponentteja. Ylituotannosta seuraa siten ne ylisuuret varastot. Rahaa voi olla turhaan sijoitettuna ylimääräisiin osiin ja komponentteihin. Summat voivat olla joskus suuriakin. Tämä näkyy myös yhtiön taloudellisessa vuosikatsauksessa.

Miten varastoja voi pienentää tai pyrkiä pitämään ne mahdollisimman pieninä? Ensin tietenkin täytyy löytää ne varastot, jossa syntyy hukkaa. Hukan aiheuttajan syytä on

pohdittava varastoinneissa. Ongelmat on pyrittävä ratkaisemaan välittömästi. Varastoinnin kehittämisen kautta voidaan näin vähentää hukan syntymistä. Kehittämällä kokoonpanon varastointia ja sen ohjauksia saadaan nopeutettua tuotantoa. Tarkastetaan varastointeja ja poistetaan turhia nimikkeitä. Seurataan varastoinnin kustannuksia. Määritellään varastoinnissa tarvittavia arvoja ellei niitä ole määritelty.

5.6 Kuljetukset

Siirtoja ja kuljetuksia tarvitaan materiaalien, osien ja komponenttien logistiikan ohjaukseen. Komponentteja ja materiaalia kuljetetaan työpisteeltä toiselle. Lyhyet tuotteiden siirtelyt ovat kuljetusta siinä missä pidemmätkin matkat. Hukkaa esiintyy hyvin usein yrityksen kuljetuksissa. Kuljetukset varastoihin ja varastoista kokoonpanopisteisiin ovat edelleen tyypillisimpiä paikkoja, joissa hukkaa esiintyy.

Miten logistiikan palveluissa olevaa hukkaa voidaan vähentää? Yleisesti voidaan todeta, että materiaalien virtaus pitäisi olla myötävirtaan eli virtauksen mukaisesti. Prosessin toimintaa pitää kehittää siten, että liikeradat ovat luontevia ja lyhyitä sekä kuljetusmatkat minimaalisen lyhyitä. Pienillä sarjoilla päästään näkemään näitä vaiheita, jossa mahdollisesti hukkaa esiintyy. Standardointi auttaa pienentämään hukkaa. Henkilökunnan koulutuksella on myös vaikutusta siihen, väheneekö hukka. Koulutuksen lisääntyessä hukan osuus yleensä pienenee. Vaikutus näkyy myös siinä, miten motivoitunutta henkilöstö on pienentämään hukkaa tällä alueella.

Toisten onnistumisista ja virheistä oppiminen on nopein tapa oppia. (Tuominen, K. 2010)

5.7 Laaduttomuus

Laatuhukka syntyy virheistä, virheellisten tuotteiden tarkistamisesta, lajittelusta, korjaamisesta sekä asiakasvalitukseen vastaamisesta. Laatuhukka voi näkyä materiaaleissa

valmistusosissa, valmistusprosessissa tai valmiissa tuotteessa joko tehtaalla tai asiakkaalla. (Tuominen, K. 2010)

Miten laaduttomuusasioihin voidaan vaikuttaa. Erilaisissa työstökohteissa noudatetaan asiakaskohtaisia standardeja. Tarkastetaan ja noudatetaan niitä, jotta saadaan minimoitua hukka. Jokainen on vastuussa omasta työpanoksestaan. Kehitetään työkaluja ja menetelmiä. Automatisoidaan mikäli mahdollista. Huolletaan koneet ajallaan ja oikeaoppisesti. Vähennetään käsittelyjen määrää, niin hukkakin vähenee. Kalibrointiohjeet tulee olla kunnossa ja saatavilla. Lisäksi jokainen tarkastaa oman työnsä tulokset. Saadaan laadullinen prosessi tällöin kuntoon tai paremmaksi. Prosessin valvonta on jatkuvaa määrätietoista toimintaa asiakkaan hyväksi.

5.8 Tuotantoprosessin prosessihukka

Toiminnanohjausjärjestelmään ja prosessinohjaukseen liittyy prosessihukka. Sitä syntyy turhista komponenteista, turhista työvaiheista tai esimerkiksi huonosti toimivasta konekannasta. Turhat tarkastukset ja tsekkaukset lisäävät myös prosessihukkaa. Esimerkiksi huono konekanta tai jotkut huonosti toimivat koneet voivat olla huomattava riski hukan kasvamiselle.

Miten prosessihukkaa tulisi välttää? Tehdään asioita uudella kehittyneemmällä tavalla. Silloin vanhan kaavan turhat vaiheet voidaan jättää pois. Kehitetään prosessia paremmaksi ja helpommaksi. Analysoidaan prosessin kulkua, imua ja virtausta. Käytetään standardointia hyväksi hukan poistamisessa. Selvitetään prosessin eri vaiheita, henkilöstön suorituksen kannalta.

5.9 Työvaihehukka

Työvaihehukka liittyy esimerkiksi erilaisiin työvaiheisiin. Työvaiheita saatetaan tehdä erilaisilla tavoilla, jolloin niistä syntyy hukkaa. Näistä tulee yleensä hukkaa, esimerkiksi

aloituksen jälkeen ja lopetuksen yhteydessä. Se voi syntyä myös siitä, että vaiheisiin ei ole saatu asianmukaista koulutusta työn tekemiseen.

Miten työvaihehukkaa voidaan vähentää? Työvaiheisiin liittyvät eri standardit laiteetaan kuntoon. Koulutetaan henkilöstöä toimimaan paremmin eri työvaiheissa. Sopeutetaan kone- ja käsiaikoja eri vaiheiden mukaan esimerkiksi vuorottain. Työvaihe hukkaa voidaan vähentää myös lisäämällä kehittävää koulutusta vaiheittain. Tuomalla esille tuotantoprosessin visuaalisuutta hukka vähenee. (Tuominen, K. 2010)

5.10 Erilainen odottelu

Odottamista tulee, kun joudutaan työsuoritus keskeyttämään jostain syystä. Tai joudutaan odottamaan osien saapumista. Komponentit viivästyvät toimituksesta, jolloin hukkaa sisältyy. Myös kuljetus voi viivästyä jolloin syntyy odottamista. Henkilö voi työpaikallaan joutua odottamaan kollegan työsuoritusta, jolloin syntyy ajan hukkaa eli jälleen odotusta.

Miten odottelua voidaan suunnitelmallisesti vähentää? Voimme kehittää järjestelmää huomioimaan esimerkiksi osien mahdolliset siirrot, jottei odottamista synny. Myös se tukee odotuksen vähentämistä, että tuotanto on tasapainossa. Voimme myös kehittää järjestelmiä siten, että osien saatavuudessa ei tule olemaan ongelmia. Lisätä henkilökunnan koulutusta tehdä asiat sovitulla tavalla, jolloin vältetään erilaisilta odotteuilta. Kehitetään ja käydään läpi järjestelmää siten, että saadaan poistettua tarpeettomat odottelut valmistuksesta, kokoonpanosta ja muusta tuotantoprosessista.

6 Tilausten hallinta viivakoodeilla

Tuotantolaitosta hallitaan omalta osaltaan tilausten tulo- ja lähtötietojen mukaan. Toimitusketjujen kokonaishallintaan on kehitetty erilaisia tehokkaita viivakoodijärjestelmiä. Niiden toiminta edellyttää täsmällisen ja oikeanlaisen tiedon syöttämistä oh-

jausjärjestelmään. Tiedonsyöttämisen avuksi on kehitetty kustannusten minimoimiseksi automaattisia tunnistustekniikoita. Tunnistusautomaattiikka tehostaa huomattavasti ketjujen hallintaa. Tietenkin myös virhemarginaalit vähenevät oleellisesti verrattuna esimerkiksi käsin syötettyyn tietoon. Erilaisia viivakoodityyppejä on maailmassa yli 400 kappaletta. Näistä käytetään yleisesti ainoastaan vajaata kymmentä. Viivakoodityypin valintaan vaikuttaa eniten koodin käyttötarkoitus.

Viivakoodin muodostavat erilevyiset vaaleat ja tummat viivat. Viivoja kutsutaan useimmiten elementeiksi. Ohuempia viivoja kutsutaan joskus moduuleiksi. Viivojen leveyttä ja järjestystä muuttamalla määritetään ja kuvataan kirjaimia tai numeroita. Jokaiselle eri merkille on määritelty omat viivojen yhdistelmät. Joihinkin viivakodeihin pystytään koodaamaan vain numeroita, jolloin niitä kutsutaan numeerisiksi viivakodeiksi. Viivakodeista jotkut ovat alfanumeerisia, jolloin koodilla voidaan esittää numeroiden lisäksi myös kirjaimia. (Pouri 1997)

Tummat viivat sekä niiden välissä olevat vaaleat alueet sisältävät viivakoodiin tallennettua tietoa. Viivakodeihin sisältyy yleensä viivakoodin lisäksi selväkielinen tekstiosuus ja marginaaliosio. Tekstiosuudessa on kerrottu viivakoodin sisältämä tieto selkokielellä. Marginaaliosio on viivakoodin molemmilla puolilla oleva merkinnöistä vapaa alue. Viivakoodia käytettäessä tarvitaan taustajärjestelmä, jonka avulla viivakoodista luettavia tietoja voidaan käsitellä ja hyödyntää. (Pouri 1997)

Viivakoodin suurimmat hyödyt ovat tiedonsyötön nopeus, luennan helppous, edullisuus sekä soveltuvuus eri järjestelmiin. Suurimpana etuna voitaneen pitää kuitenkin koodin virheettömyyttä. Haittana viivakoodilla ovat luennasta mahdollisesti syntyvät virheet. Ne johtuvat esim. puutteellisesta valaistuksesta tai lukulaitteen ongelmista.

7 Lähtötilanne tilauksen tullessa yritykselle

Tilaukset tulevat pääsääntöisesti asiakastilauksina ja ne ovat tyypillisesti pieniä sarjoja. Jonkin verran tulee tilauksia myös suoraan varastolle. Tilaus- ja toimitusprosessit käyvät esille liitteistä 1, 2, ja 3. Valmisvarastoon tehtävät tuotteet tehdään omalla

erillisellä kokoonpanon tuotantotilauksella. Myyntiohjelmasta tulostetaan toimituslista tuotannonohjaukseen. Tämän jälkeen seuraa materiaalien tarvelaskenta, josta syntyy kokoonpanoon tuotantotilaus.

Osa tuotetiedoista tulee tuotekehityksen tietokannasta. Työntekijä täyttää työmääräimeen tarvittavat materiaalit, komponentit ja muut tarvittavat tiedot kuten määrät. Tässä vaiheessa kirjauksissa tulee helposti virheitä, joista seuraa myöhemmissä vaiheissa erilaisia ongelmia. Virheitä voi tulla luennassa, näppäilyssä tai käsiteltäessä tietoja huolimattomasti.

Tämän jälkeen seuraa kaiverrus. Tarvittaessa teko-ohje seuraa mukana kaiverrukseen. Kaiverruksen jälkeen komponentit kerätään kokoonpantavaksi. Käytettäessä Kardexin varastoautomaattia materiaalit ja osavalmisteet kerätään lukemalla työmääräimen numero Excel-työkalussa olevaan lukukenttään. Keräilyssä tapahtuu myös silloin tällöin virheitä, jotka ovat tyypiltään samankaltaisia, kuin tuossa aiemmin mainitut virheet. Virheistä seuraa erilaisia ongelmia seuraavissa vaiheissa. Kokoonpanossa voi olla vääriä tuotteita tai osia. Materiaaleissa voi olla puutteita tai jotain muuta vastaavaa.

Winstoressa siis käynnistetään muodostunut keräilylista. Tämän jälkeen suoritetaan keräiltyjen osien ja komponenttien kokoonpano. Kokoonpanon jälkeen seuraavat lopputestaus ja tarkastukset. Sitten tuote onkin jo valmis pakattavaksi ja lähetetään asiakkaalle. Myös lähetys vaiheessa saatetaan joskus huomata, että on menossa väärää tuotetta asiakkaalle. Nämä yleensä johtuvat satunnaisista ja inhimillisistä virheistä, joita aina silloin tällöin tulee. Edellä käydyn mukaan virheitä voi helposti syntyä luennassa, näppäilyssä tai keräilyssä. Näitä ongelmia pyritään ratkaisemaan seuraavissa kappaleissa teoriaosuuden avulla.

Tällainen käytäntö on vakiintunut toimintatavaksi lähes kaikille mittareille. Muutamia kymmeniä yleisimpiä tuotteita, esim. virtausmittareita ja paine-eromittareita tehdään valmisvarastoon noin 20 - 100 kpl:n sarjoina erillisillä valmisvarastotilauksilla L7:n kautta. Tällöin myyntivaiheessa myyntitilauksen syötön jälkeen toimituslista viedään suoraan pakkaamoon ilman välivaiheita.

7.1 Viivakoodijärjestelmän tarve kokoonpanossa

Kokoonpanon kannalta viivakoodin tarpeellisuudelle löydettiin selkeät perusteet teoriaosuudesta. Ongelmien ratkaisemiseksi löydettiin selkeitä keinoja, jotka pohjautuvat viivakoodijärjestelmään. Järjestelmän suunnitteleminen aloitettiin kokoonpanon henkilöstön kanssa yhteistyössä. Kokoonpanossa haettiin selkeää järjestelmän kokonaishallinnan parannusta. Seuraavia perusteita jäsenyi viivakoodijärjestelmälle: tiedon siirron nopeus, luennan helppous, virheettömyys ja logistiikan toiminta. Viivakoodijärjestelmällä varustetussa tuotantolaitoksessa materiaalit liikkuvat oikeaan aikaan oikeassa paikassa. Tämä tuo yrityksen toimintaan lisää laadukkuutta. Nämä asiat näkyvät myös kustannuspuolella pienempinä yksikkökustannuksina. Näin järjestelmää lähdettiin kehittämään ja ongelmia ratkaisemaan.

7.2 Viivakoodijärjestelmän suunnitteleminen

Viivakoodijärjestelmää lähdettiin rakentamaan siten, että se pohjautui teoria osuudessa esitettyihin selkeisiin selvityksiin. Viivakoodijärjestelmän luomiseen tarvitaan sekä ohjelmisto että laitteisto. Suunnitelmassa lähdettiin etenemään siten, että selvitettiin markkinoilla olevia toimijoita, jotka ovat alansa asiantuntijoita. Aikataulujen kiireellisyyden vuoksi päätettiin selvittää vain muutamia merkittävimpiä yrityksiä, joilta kaikilta löytyisi tarvittavat laitteistot ja ohjelmat. Toimittajat valikoituivat taulukon 1. mukaan. Taulukko 1. löytyy kappaleesta 7.4. Edellytimme toimittajilta aikaisempia referenssejä vastaavista toimituksista. Lisäksi järjestelmän tulee ehdottomasti toimia yhteensopivasti L7 toiminnanohjausjärjestelmän kanssa.

Valikoidut viivakoodijärjestelmän toimittajat ovat alansa asiantuntijoita maassamme, joten voimme luottaa heidän perusosaamiseensa ja asiantuntemukseensa viivakoodiasioissa teoriaosuuden mukaisesti.

7.3 Tavoitteet viivakoodin hyödyntämisessä

Opinnäytetyön kuluessa on tarkoitus saada viivakoodit käyttöön mahdollisimman korkealla käyttöasteella. Päädyttiin siihen, että viivakoodit ovat tarpeellisia kaikissa tuotteissa. Työmääräimen työnumerolla on jatkossa tarkoitus tehdä tuotetarrat kaikkiin mittareihin. Tavoitteena on saada kokoonpanon toimintoja nopeutettua ja tehostettua viivakoodijärjestelmän avulla.

Tuotetestauksessa voitaisiin lisäksi miettiä seuraavaa. Lukemalla viivakoodijärjestelmään tuotekohtainen sarjanumero, saataisiin testaustodistukset käyttöön ja tulostukseen. Testaustodistusten haku ja luenta helpottuisivat. Menettelyä on tarkoitus kokeilla myöhemmin syksyllä. Tätä ei välttämättä ehditä toteuttaa opinnäytetyön aikana.

Jos ehditään, inventoinnissa otetaan käyttöön kiertävän nimikelistan mukainen järjestelmä, joka on rakennettu exel-raporttiin perustuen. Tästä voidaan tulostaa esim. lista viivakoodeista, joita tulisi ensisijaisesti inventoida seuraavaksi. Raportointilistaan voitaisiin ottaa esimerkiksi kymmenen seuraavaa inventoinnin kohdalle tulevaa tuotenumikettä. Näin vuosittainen inventointi pystytään suorittamaan joustavasti ja tarpeen mukaan. Tällä hetkellä tilanne on se, että joidenkin tuotteiden inventointia on paljon hankalampi seurata. Inventoinneissa on laskettu kappalemäärät. Tulokseksi saadaan arvio materiaalmäärästä. Tämä johtuu siitä, kun materiaaleja on eri paikkakunnilla varastoituna.

Raportointiohjelmalla on tarkoitus saada inventoitua määrät tarkasti samalla hetkellä. Tällöin inventointia voidaan tulevaisuudessa suorittaa useamminkin, kun järjestelmää opitaan käyttämään. Käyttöönottoa harjoitellaan vähitellen syksyn kuluessa, jolloin mahdolliset pienet puutteet korjataan sitä mukaa, kun niitä huomataan.

7.4 Viivakoodilaitteiden toimittajan valintaperusteet

Järjestelmää varten tarvitaan suoritetun kyselyn mukaan: tiedonkeruulaite, käsipääte ja tarratulostin sekä tarvittavat ohjelmat ja sovellukset. Lisäksi ohjelman on oltava

yhteensopiva L7-toiminnanohjausjärjestelmän kanssa. Kuten aiemmin mainittiin, valinta perusteissa pitäytyttiin teoria osuudessa esille tulleisiin argumentteihin.

Viivakoodijärjestelmän suunnittelu aloitettiin kartoittamalla markkinoilla olevia toimittajia, jotka pystyvät tarjoamaan järjestelmän luomiseen tarvittavat laitteet ja ohjelmat.

Toimittajat käyttävät osin samoja laitteistoja, mistä voitiin päätellä järjestelmien toiminnan olevan hyvin lähellä samaa tasoa kaikilla toimijoilla. Finn ID:llä on hieman valmiimpi ohjelma. IDS Oy:llä ja Aksulit Oy:lla ohjelma ja tiedonkeruu ovat räätälöitävissä. Hinnoiltaan laitteistot eivät poikkea juurikaan toisistaan. Suurimmat erot tulivat tiedonkeruulaitteiden ohjelmistoista.

Aksulit Oy valittiin toimittajaksi lähinnä siksi, että se on täyden palvelun talo. Peruslähtökohta oli, että yritys täyttää tietyt vaatimukset. Sen olisi voitava toimittaa viivakoodijärjestelmän tarvitsemat ohjelmat ja laitteet, tuki- ja tuoteohjelmat sekä tarjota kattava huolto. Aksulit Oy:llä on myös konttori Jyväskylässä, mikä oli yksi ratkaiseva tekijä valinnassa. Samoin kuin se, että Aksulitin aikaisempi toiminta oli yrityksen tiedossa. Aksulit Oy:llä on merkittävää kokemusta konepajateollisuudesta ja sen toimimisesta viivakoodijärjestelmien parissa. Aksulit Oy:llä on kokemusta viivakoodijärjestelmistä myös muun teollisuuden parista, mikä oli eduksi tässäkin tapauksessa. Seuraavalla sivulla on taulukossa tietoa eri toimittajien paketeista ja ohjelmista. Taulukossa on kolmen eri yrityksen antamia tietoja viivakoodijärjestelmistä.

Taulukko 1. Toimittajien vertailu, viivakoodijärjestelmä.

| Yritys | Finn-ID Oy | Aksulit Oy | IDS Oy |
|-------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Tiedonkeruulaite | Honeywell Dolphin 7600 | MC70 Enterprise Digital Assitant | Motorola MC 3000 |
| Tiedonkeruulaitteen hinta | n. 2000 | n. 1900 | n.1800 |
| Tiedonkeruun käyt- töjärjestelmä | Windows Mobile | Windows CE Mobile | Windows CE Mobile |
| Tiedonkeruulaitteen ohjelmointi | Tapauskohtaisesti | Tapauskohtaisesti | Tapauskohtaisesti |
| Viivakoodilukija | Honeywell 3820 | Datalogic Gryphon | - |
| Tarra tulostus | BarTender | BarTender | BarTender |
| Tulostin | Toshiba TEC | Intermec PD/Zebra ZM | Zebra ZM |
| Huolto | Kyllä | Kyllä | Kyllä |
| Huoltosopimus | Kyllä | Kyllä | Kyllä |
| Sijainti | Vantaa | Jyväskylä | JKL/Vantaa |

7.5 Toimitettavat laitteistot ja ohjelmat

Aksulit Oy toimitti valitut laitteistot ja ohjelmat sovitun aikataulun mukaisesti. Tavoitteena oli, että ohjelmat ja laitteistot olisivat käytössä loppusyksystä. Tietenkin toimitusajoissa oli pientä pelivaraa, koska käyttöönottoa täytyi valmistella kuukausia eteenpäin.

Aksulit Oy vastasi laitteiden ja ohjelmien toimivuudesta, joten Aksulit Oy:ltä oli henkilö tekemässä räätälöityjä ohjelmia ja tiedonsiirtoja toiminnanohjausjärjestelmään L7. Näin käyttöönotto voitaisiin toteuttaa kokoonpanossa ongelmitta. Ohjelmissa oli pientä korjaamista aika ajoin, mutta pääsääntöisesti ne saatiin toimimaan hyvin. Kytö-
län henkilökunnasta oli myös kaksi henkilöä kiinnitettynä tähän ohjelmointityöhön muiden toimiensa ohessa. Tulostimet sijoitettiin kokoonpanon henkilökunnan kanssa

yhdessä katsottuihin optimaalisiin paikkoihin kaiverruksessa, varastossa ja pakkaamossa.

7.6 Varastopaikkojen ja hyllystöjen merkkaus varastokarttaan

Työryhmä teki hyllypaikoille suunnitelman ja siirtoaikataulun, jonka mukaan edettiin. Hyllypaikat ja linjat numeroitiin varastokarttaan alkusyksystä. Hyllyjen päät numeroitiin, jotta tuotteet ja materiaalit voitiin lajitella tuoteryhmittäin. Numerointi alkoi 10:stä ja päättyi 90:een. Seuraavia tuoteryhmiä löytyy hyllyittäin: kaiverruksen tuotteet, silkkipainon tuotteet sekä happimittarit. Henkilökunta toteutti exel-listat, joissa oli tuotenimikkeet ja niille määrätty paikat hyllystöissä tai ”KAR” tunnus automaattivarastossa.

Loppusyksyllä tulostettiin hyllykohtaiset viivakoodit ja kiinnitettiin ne. Uusien tilauksien tullessa, jouduttiin viivakooditoita siirtämään välillä eteenpäin. Työtä jatkettiin, kun aikataulut antoivat myöden. Hyllyt saatiin merkittyä loppusyksyllä.

Ruiskuvaluaihiot, hitsattavat tuotteet ja muut raaka-aineet eivät tässä vaiheessa tulleet viivakoodien pariin siirrettäviksi. Ajankohta tulee niille myöhemmin.

8 Tulevan tavaran vastaanotto viivakoodijärjestelmässä

Yritykseen saapuva tavara vastaanotetaan sille varatussa paikassa. Tuotteesta täytyy olla seuraavat asiat mainittuna: tuotenumero, ostotilausnumero ja kappalemäärä.

Lisäksi saapumispäivämäärä tulee olla ylös kirjattu vastaanottoon. Tuotenumero on yrityksen käyttämä numero tuotteelle yrityksen sisäisissä siirroissa, jolloin tuotetta hallitaan L7:stä käsin.

Viivakoodijärjestelmää käytettäessä, varastomies tarroittaa varastoon tulevan tuotteen Bar-Tender-ohjelmalla. Viivakoodi ohjaa tuotteen joko automaattivarastoon tai varastohyllypaikkaan. Bar-Tender-ohjelmalla tehdään sekä kaasutarrat että viivakoodit. Kuviosta 8 voimme nähdä tavallisimmat tiedot tuotteesta, jotka läheteellä on. Tavaroiden kunto tarkastetaan ja määrät lasketaan. Varastomies tekee merkinnän lähetyksen saapumisesta koneelle. Tarkistukset ja varmennukset tehdään toimittajan

lähetteen mukaisesti. Saldot korjautuvat tämän jälkeen oikeiksi. Mahdolliset muut viestit kirjataan myös ylös tavarán vastaanotossa. Viestit voivat liittyä huoltoon tai esim. reklamaatioon ja ne hoidetaan laatukäsikirjan mukaisella tavalla.

| | | Lähete | | | |
|-----------------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------|
| KYTOLA INSTRUMENTS OY | | Lähete | 267495 | | |
| OLLI KYTÖLÄNTIE 1 | | Toimituspäivä | 3.9.2014 | | |
| 40950 MUURAME | | Toimitustapa | NOUTO | | |
| | | Toimitusehto | Vapaasti M-levy Oy, Muurame | | |
| | | Merkki | | | |
| | | Viitteemme | M-Levy tuotanto | | |
| | | Viitteenne | Jarmo Tuohimetsä | | |
| Tilaja | Laskutusosoite | | | | |
| KYTOLA INSTRUMENTS OY | KYTOLA INSTRUMENTS OY | | | | |
| PL 5 | PL 5 | | | | |
| 40951 MUURAME | | | | | |
| Nimike | Tilausnumero | Myyntitilaus | Tilattu | Toimitetaan | Lopputoimitus |
| Nimitys | Tunnisteno | Myyntitilauksen | | | |
| | | rivinumero | | | |
| 1 11604 | 602880 | 17206 | 4,00 | 4,00 kpl | X |
| Moduliovi 4 | | 1 | | | |
| 2 42209 | 602880 | 17206 | 6,00 | 6,00 kpl | X |
| 48 taulun kehyksen oikea pystyosa | | 2 | | | |
| 3 42208 | 602880 | 17206 | 4,00 | 4,00 kpl | X |
| 48 taulun kehyksen vasen pystyosa | | 3 | | | |

Kuvio 8. Läheteellä on tulossa tavaraa.

Tavarán tullessa lavalla, niin toimintatapa on samanlainen. Varastomies seuraa me-
nekin ja varaston suhdetta. Mikäli tuotteen saldo menee alle minimirajan seuraa siitä
hälytys. Varastomies tai kokoonpanon henkilökuntaan kuuluva henkilö täydentää
tällöin varaston saldon kuntoon. Kuviosta 9 voidaan nähdä varastossa käytettävissä
oleva käsiluentalaite. Toiminta varastossa nopeutuu ja hukan osuus vähenee, mikä
voidaan viivakoodien toiminnan osalta todeta. Teoriaosuuden mukaisesti tehtiin ja
järjestelmä toimii käytäntöön sovellettuna kuten pitääkin.



Kuvio 9. Käytössä olevasta käsilentalaitteesta GRYPHON I GD 4100

8.1 Varastokortti

Tavaroiden saavuttua tehdään niille varastokortti. Varastokortissa tulee olla seuraavat tiedot: tuotenumero, lähetysnumero ja kappalemäärä, kuten aiemmin on esitetty. Saapuvien tavaroiden mukana tulee yleensä toimittajan lähetyslista, mutta se voi tulla myös myöhemmin, esimerkiksi laskun mukana. Viivakoodi tulostetaan tuotteelle, jos se on tulostettavissa järjestelmästä.

Kuviossa 10 on täytetty perustiedot varastokorttiin. Päivämäärä on se hetki, jolloin saapuneet tavarat on otettu vastaan sekä kirjattu toiminnanohjausjärjestelmään L7. Järjestelmässä virheiden määrä vähenee ja toiminta tehostuu kun viivakoodi on saatu tulostettua tuotteelle. Inhimilliset ja satunnaiset virheet vähenevät murto-osaan aikaisemmista virheiden määristä.

| Kytola Instruments Oy | | Varastokortti | | | |
|---|----------------------|---------------|------------|--------------------|----------------------|
| Työnumero: 900368 | Alanumero: 1 | 404740 | 11.09.2014 | | |
|  | | code32 22 | | | |
| Rivinro: 32 | Osanro: 1 | | | Til. kpl | Tot. kpl |
| KLPAH | YLÄ- JA ALAP. KLH R1 | | | 300 | <input type="text"/> |
| Varasto: KAR | 3448 | | | ToimPvm 12.09.2014 | |
| OHJE: <input type="text"/> | | | | | |

Kuvio 10. Materiaalille on tehty varastokortti.

8.2 Tavaroiden hyllytys

Tavaran hyllytys alkaa siitä, kun materiaali saapuu vastaanottoon. Katsotaan, mitä tavaroita on tulossa ja merkitään ostotilaus saapuneeksi toimittajalta. Tuotteitten tiedot kirjataan ylös, kuten aiemmin on edellä mainittu. Seuraavaksi ajetaan BarTender ohjelmalla viivakoodit tuotteille tai lavoille. Lavalla voi tietenkin olla vain samaa tuotetta, kun sille laitetaan viivakoodi varastopaikkaa varten. Varastopaikat jakautuvat kirjainten ja numeroiden mukaan. Kirjaimista aloitetaan A:sta ja numeroissa pienemmästä suurempaan. Samantapaiset tuotteet sijoitetaan samaan hyllyrivistöön. Tällä kohtaa tulee esiin viivakoodin yksi oleellinen hyöty. Kun hyllytetään samanlaisella rungolla olevia mittareita, joissa vain venttiileissä on pieniä eroja, sekaannukset vähenevät minimiin. Ilman viivakoodia olevat samantapaiset mittarit sekaantuvat hyvin helposti toisiinsa. Kun koodaus on oikein tehty, virhettä ei tässä kohdin tule periaatteessa. Hyllyrivi on noin 3 metriä pitkä ja noin 2 ja metriä korkea. Hyllyt ovat kokoonpanon vieressä. Lopputuotteille on pakkaamon vieressä muutamia hyllyrivejä. Varastohyllyihin kiinnitettiin viivakoodimerkit, joista tuotteet tunnistetaan. Viivakoodit löytyvät hyllyjen päistä keskeltä hyllykköä, jotta oikean koodausnumeron ja hyllypaikan numerot ovat selkeästi esillä. Näitä nimikkeistöjä läpikäydessä huomattiin,

että joiltain nimikkeiltä puuttui vielä tuotenumero ja siten myös viivakoodi. Ilmeisesti kyseessä olivat samanlaiset mittarit, joissa runko-osa on samanlainen kuin jo hyllytetyissä. Venttiileiden määrässä ja näytöissä oli eroja. Kuviossa 11 on kaiverruksen käytössä oleva tulostin, jolla voidaan tulostaa esimerkiksi viivakooditarrat/kaasutarrat tuotteisiin. Virheiden määrä hyllytyksessä vähenee ja hukan osuus pienenee viivakoodijärjestelmällä. Voidaan todeta teoriaosan tukeneen hyvin käytännön ratkaisuja.



Kuvio 11. Kaiverruksen käytössä oleva viivakoodi tulostin.

8.3 Kardex-varastoautomaatit

Tavarat, joille asemapaikaksi on merkitty Kardex, otetaan vastaan saapuvan tavaranto vastaanotossa. Tavarat vastaanotetaan, kuten kappaleessa 8 on aiemmin kerrottu. Tietojen kirjauksen jälkeen varastomies koodaa tuotteen, jonka jälkeen tarran valmistuttua kiinnittää sen tuotteeseen. Kuvion 12 kaltaisella tulostimella tehdään viivakoodit varastossa, pakkaamossa ja health-care-osastolla. Viivakoodin myötä Kardexistä löytyy oma asemapaikka tuotteille tai komponenteille. Kardexissa on myös varastoituna varaosa tyyppisiä tuotteita, jotka löytyvät nopeasti automaattista tarvittaessa. Viivakoodin kiinnityksen jälkeen varastomies ohjaa tuotteen tai komponentin sille

kuuluvalla paikalla varastoautomaatissa. Saapunut tavara näkyy järjestelmään syötetyn tiedon kuittauksen jälkeen toiminnanohjausjärjestelmässä L7:ssa ja saldoissa.



Kuvio 12. TSC TTP – 345 tarratulostin, joka on käytössä varastossa, pakkaamossa ja health care osastolla.

Uudessa Kardexissa on tilaa jäljellä sadoille, ellei tuhansille uusille tuotteille. Uusi Kardex otettiin käyttöön 2012 loppusyksyllä. Vanha Kardex alkaa olla lähes täynnä tuotteita. Viivakoodijärjestelmä vähentää virheiden määrän minimiin automaateilla. Toiminta on tällöin hyvin luotettavaa ja nopeaa. Voidaan todeta viivakoodijärjestelmän toimivan hyvin Kardex-varastoautomaattien kohdalla. Myös teoriaosuuden lean-opit tukivat viivakoodijärjestelmää varaston kierron ja nopeuden parantamisessa.

8.4 Kardex-varastoautomaatin nimikkeet ja tuotteet

Viivakoodi nopeuttaa työskentelyä Kardexilla ja minimoi virheiden muodostumisen mahdollisuutta. Kävimme läpi tuotenimikkeistöä ja poistimme sieltä hitaasti kiertäviä tuotteita. Tuote katsottiin hitaasti kiertäväksi, jos se oli ollut esimerkiksi yli vuoden varastossa. Suuri osa tuotteista on normaalisti varastossa kiertäviä tuotteita. Hitaasti kiertävien tuotteiden kiertonopeutta pyritään lisäämään. Varastoissa joudutaan pitämään aina tietyn tyypin tärkeitä nimikkeitä, joilla on pidempi toimitusaika tai jot-

ka ovat muuten vaikeasti saatavilla. Varastointikustannukset kasvavat helposti varsin suuriksi, jos ei ajatella hankinnan todellista tarvetta.

Tämä varastoautomaatin nimikkeiden läpikäynti pohjautui teoriaosuuden lean-oppeihin. Kehitetään järjestelmää ja tuotetaan samalla lisäarvoa tuotteille. Prosessin kehitys täytyy olla jatkuvaa, jotta saavutetaan tuloksia. Varaston kiertoa on seurattava. Tilausten kanssa on toimittava oikea-aikaisesti. Varastointikustannukset ovat nyt laskusuunnassa. Kaikkea nimikkeistöä ei kuitenkaan ole vielä läpikäyty. Nimikkeiden osalta kävimme läpi kalliimpia ja vaikeasti saatavia komponentteja. Varastointikustannukset näkyivät suoraan tuloksissa, koska varastoissa oleva raha on pois tuloksesta.

Joskus myös väärän tyyppisiä nimikkeitä ”unohtuu” Kardexin varastointijärjestelmään. Nimikkeiden järjestelyjen osalta Kardex-automaattivarastoja kehitetään edelleen. Tilanteet vaihtelevat ja kokonaistilanne on syytä pitää koko ajan hallinnassa. Viivakoodien osalta Kardexit toimivat hyvin ja lean-opit purivat hyvin varaston hallintaan. Lisäarvoa tuotteelle pyritään nostamaan seuraamalla ja kehittämällä toimintaa jatkuvasti. Toiminta varastossa on nyt nopeampaa ja tarkempaa, kun verrataan sitä lähtötilanteeseen. Nimikkeet löytyvät ja Kardex toimii suhteellisen varmasti jokaisessa tilanteessa. Kuviossa 13 on sekä uusi, että vanhempi Kardex-automaattivarasto rinnakkain.



Kuvio 13. Kardex varastot. (uusi ja vanhempi)

8.5 Lopputuotteen tarrat ja varastointi

Tuotantolinjalta valmistuneisiin lopputuotteisiin kiinnitettävään tarraan sisällytettiin tiedot, jotka on mainittu kappaleessa 8.1. Sarjanumero kiinnitetään valmistuviin ja lopputestattuihin mittareihin. L7 määrittää jokaiselle tuotteelle tietyt sarjanumeroalueet, joista yksittäisille tuotteille annetaan sarjanumerot.

Selväkielisenä tekstinä lopputuotteisiin kiinnitettävään tarraan pitää laittaa tuotteen nimi, tuotenumero sekä päivämäärä. Päivämäärä kertoo ajankohdan, jolloin tuote on valmistunut tuotannosta ja sen tarkoituksena on helpottaa tuotteiden keräilyjärjestystä. Lopputuotteita sisältävien kuormalavojen kylkeen liimataan vielä erillinen lavatarra, josta löytyy viivakoodina tuotenumero, kappalemäärä ja sarjanumerot.

Näin tuotannossa valmistuneet tuotteet koodataan, tarroitetaan ja pakataan valmiiden tuotteiden hyllystöön, jotka sijaitsevat osittain pakkaamon vieressä. Hyllystöt on viivakoodattu, joten valmiille tuotteille löytyy siten oma paikka varsin helposti. Useat tuotteet tulevat nyt JOT ajattelun mukaan pakkaamoon asti, joten niitä ei tarvitse hyllyttää vaan ne lähtevät saman tien loppuasiakkaalle.

Varastoidut tuotteet/nimikkeet löytyvät nyt helpommin ja nopeammin järjestelmästä kuin ennen viivakoodijärjestelmää. Viivakoodattu tuote hyllytetään valmiiksi yrityksen laatujärjestelmän mukaisesti. Tällä parannuksella pakkaamossa vältetään nyt kiire, joka aiheutui siitä, kun tuotteen piti lähteä nopeasti asiakkaalle. Pakkaamoon kiireellisyys toi ongelmia ja hukan kasvua. Tietojen syötön nopeus ja oikeellisuus tuovat nyt tehokkuutta varastointiin. Lean-opit ja kokoonpanon teoriaosuuden tiedot tehostivat työn lopputulosta varastoinnissa.

8.6 Lopputuotteen hyllytys ja keräily

Lopputuotteet hyllytetään joko lähettämön aktiivi- tai reservivarastopaikoille. Hyllytys tapahtuu kannettavan tietokoneen avulla L7 toiminnanohjausjärjestelmässä. Hyllytyksen tietojen keräämisessä käytetään apuna viivakoodinlukijaa.

Tässä lyhennettiin tuottamattoman työn osuutta, joka perustui lähinnä JIT menetelmän kokeiluun. Tästä oli kerrottu aikaisemmin teoria osuudessa. Työn tarkoitus on tuottaa tuote juuri oikeaan aikaan ja asiakkaan tarpeeseen perustuen.

Varastomies suorittaa keräilyn listan mukaan. Valmiit tuotteet löytyvät siten valmiiden tuotteiden hyllystä tai esimerkiksi Kardexista, riippuen tuotteesta. Apuna voidaan käyttää nyt tiedonkeruulaitetta, joka nopeuttaa tuotteiden hakua. Keräilyä tehdään pääasiassa lähettämön ja pakkaamon kiinteiltä aktiivivarastopaikoilta sekä Kardexista. Kun työ on suoritettu, varastomies kuittaa sen järjestelmään. Seuraavaksi varastomies toimittaa keräilyn pakkaamoon pakattavaksi ja lähetettäväksi asiakastietojen mukaan. Toimitus lähtee eteenpäin saatuaan pakkaamossa tarvittavat lähetteet. Kii-reellisessä tilanteessa varastomies suorittaa itse myös pakkauksen ja lähetyksen. Tämä oli kuitenkin harvinaista eli yleensä pakkaaja suorittaa pakkauksen ja lähetyksen. Lista käydään läpi ja tehdään seuraavien tuotteiden kohdalla samat toimenpiteet. Kuitataan keräily valmiiksi. L7 poistaa tuotteet lopputuotevaraston saldopaikoilta.

8.7 Lopputuotteen lähetys

Kokoonpanon työntekijä tai varastomies suorittaa keräilyn keräilylistan mukaan. Varastomies tuo valmiin tuotteen pakkaamon 1. varastopaikan pakattavaksi. Pakkaamon henkilö pakkaa valmiit tuotteet ja tekee pakkauslistan toimitettavalle lähetykselle. Pakkaukset voidaan joutua lavoittamaan. Pienemmät valmiit tuotteet lähetetään yleensä kolleissa. Järjestelmää on nyt helppo käyttää ja se on nopea. Pakkaamon henkilö merkitsee järjestelmään tuotteen lähetetyksi. Kuviossa 14 on käsillä lopputuotteen lähetys asiakkaalle. Usein varastomies tekee saman asian, jos hän lähettää tuotteen asiakkaalle. Toiminnanohjausjärjestelmään tulee tieto lähetyksestä ja ohjelma vähentää valmiit tuotteet/lähetetyt tiedon reaaliaikaiseksi. Toimintatapa on suurin piirtein samanlainen riippumatta siitä, lähteekö toimitus automaattivarastosta (Kardex) tai valmiiden tuotteiden hyllystä. Tärkeää on tilauksen toimitus oikealle asiakkaalle oikeaan aikaan.



Kuvio 14. Pakkaamon henkilö on pakkaamassa tuotteita.

Pakkaamossa viivakoodijärjestelmä nopeuttaa yrityksen lähetysten valmiiksi saattamista. Inhimilliset virheet jäävät lähes kokonaan pois. Kappaleen loppuun voidaan todeta teoria osuuden paikkansapitävyys viivakoodijärjestelmän toimivuuden osalta. Järjestelmä toimii tarkasti ja nopeasti.

9. Inventointi

Aiemmin inventointi suoritettiin siten, että tuotteiden määrät laskettiin manuaalisesti. Vaikeutena oli tietää kuitenkin oikeaa määrää, koska tuotteita voi olla yhtä aikaa useammallakin paikkakunnalla. Ongelmia oli siis oikean määrän laskemisessa, joka oli lopulta noin arvio kokonaismäärästä. Tarkoituksena on vähentää hukan osuutta teoriaosuudessa esitettyihin perusteisiin. Varastossa pitäisi olla oikea määrä tuotteita ja niiden kierron pitäisi olla mahdollisimman lähellä todellista tarvetta.

Nyt inventoinnissa käytetään tiedonkeruulaitetta, joka kerää käsiteltävän tiedon. Tiedonkeruulaitteistossa on sovellus, joka mahdollistaa inventoinnissa tapahtuvien tietojen käsittelemisen. Kuviossa 16 on tiedonkeruulaitteen käsipäät MC 70, joka on käytettävissä inventoinneissa tarpeen mukaan.

Toiminnanohjausjärjestelmä L7 antaa inventointia varten listan, joka sisältää esimerkiksi satunnaisella hetkellä tärkeimmät tuotenimikkeet tai varaosat, joille inventoinnit tulee suorittaa. Inventointialustasta siirretään varastopaikka ja nimiketiedot purkuseman kautta käsipäätteelle. Alustalla on valmiina tuotenimikkeet tai varaosa nimikkeet, jotka on inventoitava seuraavaksi. Käsipäätteelle annetaan tarvittavat tiedot. Työntekijä kuittaa merkinnät tiedoista. Kuljetaan inventoitavan hyllyn tai varastopaikan luo, jossa annetaan viivakoodi. Tässä koodaus varmentaa, että ollaan oikealla paikalla. Työntekijä antaa inventoitavan tuotteen koodin, jolloin varmistuu se, että inventoidaan oikeaa tuotetta tai varaosaa.

Seuraavassa vaiheessa työntekijä varmentaa kappalemäärän ja korjaa sen oikeaksi mikäli tarvetta. Edellä mainitut toimenpiteet suoritetaan kaikille niille inventoitaville tuotenimikkeille tai varaosanimikkeille, jotka inventointialustalla on. Lopuksi työntekijä kuittaa merkinnällään työn suoritetuksi. Tämän jälkeen käsipäätteellä viedään purkusemaan, josta toiminnanohjausjärjestelmä saa tarvittavat tiedot.

Toiminnanohjausjärjestelmä L7 siirtää tiedot uusista saldomäärästä tiedostoihinsa ja varastokirjanpitoon. Inventointi on näin suoritettu. Tältä osin varastokirjanpito on kunnossa, kunnes tuotteet on jälleen inventoitava.

Sopiva inventointiväli tuotteille ja varaosille on hieman nimikkeestä riippuen noin 2 kertaa vuodessa. Kuviossa 15. olevan esimerkin mukaan L7 on tehnyt listan inventoitavista nimikkeistä. Inventointi tehdään aluksi arvokkaimmille tuotteille. Pyritään inventoimaan kalliimmat tuotteet järjestelmällisesti. Tällä tavalla toimittaessa välttyään ikäviltä yllätyksiltä varastoissa.

| Tuote | Kuvaus | Varasto | Saldo | Yksikkö | Laskettu |
|----------------|----------------------------------|---------|----------|---------|----------|
| OVALDCARD-V2B | OVALD V2B PIIRIKORTTI | OSTO | 160,00 | KPL | |
| OI4PIIKOOSTO | PIIRIKORTTI OILAN-A4 | OSTO | 42,00 | KPL | |
| FNAR1/4 | NATSA F R1/4 | OMAVAL | 1 965,00 | KPL | |
| OI4PIIKO | PIIRIKORTTI OILAN-A4 | OMAVAL | 26,00 | KPL | |
| OVALIocard-V2B | OVALI/O V2B PIIRIKORTTI | OSTO | 134,00 | KPL | |
| SR120PR | SOIKIORATAS 120l/min | OSTO | 82,00 | KPL | |
| SRILE16 | SHEET 16 MM TECAMID 12 TR | OSTO | 17,25 | M2 | |
| SRILE25 | LEVY 25MM TRANSP. | OSTO | 9,78 | M2 | |
| OILAN2/91AN | OILAN ANALOGIAKORTTI | OSTO | 39,00 | KPL | |
| DETEK.2.0%H2O | OILAN DETEKTORI 2.0% | OSTO | 19,00 | KPL | |
| DE26PURU | PUTKISTORUNKO X-QE26 PESUYKS. | OMAVAL | 54,00 | KPL | |
| LJUMO4 | LINEAARIASKELMOOTTORI 24 STEPS/R | OSTO | 298,00 | KPL | |
| VALDKOT1 | OVALD KOTELO 350X250X100 AISI316 | OSTO | 52,00 | KPL | |
| PAAA | ALAPALA VEA R1/2 | OMAVAL | 838,00 | KPL | |
| | VENTT.PESÄ SLM | OMAVAL | 2 380,00 | KPL | |

Kuvio 15. Inventoinnissa on käytössä inventointilista.

Tämä oli yksi opinnäytetyön päätehtävistä. Saadaan tuotannonohjausjärjestelmä päivitetyksi pienellä viiveellä. Tämä nopeuttaa tietojen syöttöä ja tuotannon käynnistämistä järjestelmässä. Tietojen syötön nopeus ja oikeellisuus tuovat tehokkuutta ja laatua eri työvaiheissa ja vähentävät hukkaa. Inventointilistan käyttöönotto saatiin toteutettua lähes suunnitelmien mukaisesti. Hyvin suoritettu teoria osuuden selvitys viivakoodijärjestelmästä tuki käytännön toimenpiteitä soveltamisvaiheessa. Kehitettävää toiminnassa on edelleen, koska järjestelmää on käytetty vain muutamia kertoja. Kuviossa 16 on nähtävissä inventoijien käytössä oleva käsipääte. Yrityksessä luotetaan siihen, että toiminta kehittyy tältä osin vielä ja järjestelmää voidaan tulevaisuudessa käyttää suunnitellulla tavalla.



Kuvio 16. Kuvassa inventoijien käytössä oleva käsipääte MC 70.

9.1 SWOT -analyysi viivakoodijärjestelmästä

Seuraavassa arvio viivakoodijärjestelmästä, swot -analyysiä käyttäen. Arviointia miten viivakoodijärjestelmä soveltuu kokoonpanoon ja tuotannonhallintaan.

Vahvuudet

- Tuotteiden tarkat tiedot (saldo/sijainti)
- Virheiden minimointi luennassa/näppäimistöllä
- Hyllytysvirheiden väheneminen

- Eri työvaiheiden nopeutuminen
- Tarpeettomat työvaiheet jäävät pois.

Heikkoudet

- Investoinnin kustannusvaikutus suuri
- Koulutus henkilökunnalle
- Käyttöönotto voi olla hyvin pitkä
- Ylläpitokustannukset kasvavat(huolto).

Mahdollisuudet

- Pidemmällä aikajänteellä tuo säästöä
- Laadukkaampaa tuotantoa
- Työvaiheiden seuranta helpompaa
- Järjestelmää voidaan edelleen kehittää
- Käyttäjät motivoituneempia kun virheet vähenevät.

Uhat

- Ei riittävästi kustannussäästöä
- Ohjelmien toimimattomuus
- järjestelmä kehittyi liian kankeaksi käyttää
- Henkilöstö ei ole riittävän sitoutunut järjestelmään.

10 Kokoonpanon alkutilanne

Kokoonpanon eri vaiheissa voi helposti syntyä sellaisia tilanteita, joissa tulee hukkaa. Seuraavissa kappaleissa otetaan esille joitakin kokoonpanon yksittäisiä tapauksia, joissa ongelmia havaittiin. Ajan puutteen vuoksi puututtiin vain esille tulleisiin todelli-

siin ongelmiin. Teoriaosan avulla pyrittiin ratkaisemaan näitä ongelmia. Ajatuksena oli käyttää mm. lean-oppia kokoonpanossa esille tuleviin ongelmatapauksiin ja saada näin hukan osuutta vähennettyä. Tässä kappaleessa käydään läpi tavallisen tuotteen periaatteellinen toimitusprosessi kokoonpanon lähtötilanteessa.

Myynnin jälkeen tullut tilaus kirjataan toiminnanohjausjärjestelmään L7. Ohjelma tekee materiaalien varauksen ja tarvelaskenta suoritetaan. Tiedot päivittyvät järjestelmässä ja varastomies tekee seuraavaksi keräily työnsä. Varastomies suorittaa tyyppillisesti materiaalien ja tarvittavien komponenttien koonnin toimituslistan mukaan. Kokoonpano aloittaa toiminnan, kun varastomies tuo lähetyslistan mukaiset osat koottavaksi.

Otetaan esim. tavallinen virtausmittari, johon kuuluu muutamia komponentteja. Tätä mittarin kokoamista ja siinä esille tulleita ongelmia, tutkitaan kohdassa 10.2. Kokoonpanon eri vaiheista tehdään raportointi järjestelmään. Kaikki tarvittavat tiedot laiteaan aikatauluja myöten toiminnanohjausjärjestelmään. Lopulta työntekijä kuittaa nimimerkillään tiedot järjestelmään.

Kokoonpano suoritetaan, kun kaikki osat ja materiaalit ovat saatavilla. Kun tuote todetaan valmiiksi, sen jälkeen suoritetaan lopputestaus testauslaboratoriossa. Katsotaan, että valmis tuote vastaa tilattua lopputuotteen spesifikaatiota. Lopputestauksessa todetaan suoritusarvot, joilla mittarin toiminta varmistetaan. Arvot täytyy olla tietenkin asiakkaan vaatimissa rajoissa speksien mukaan. Lopputestauksen jälkeen tuote puhdistetaan ja katsotaan muutoin asiakkaan vaatimukset täyttäväksi kaikin puolin. Tämän jälkeen mittari yleensä menee pakkaamoon ja lähetettäväksi, jos kaikki tarvittavat vaatimukset ovat kunnossa. Mittari ei mene eteenpäin, jos todetaan puutteita. Virhe raportoidaan laatujärjestelmän mukaan. Tehdään korjaavat toimenpiteet, jotta vastaavaa virhettä ei jatkossa tulisi. Virheellistä tuotetta ei lähetetä asiakkaalle. Lopulta asiakkaan laatuvaatimukset täyttävät mittarit lähtevät pakkaamon kautta loppuasiakkaalle. Kuviossa 17 on kokoonpanon alkutilanne, josta lähdetään suunnittelemaan parempaa.

Edellä käyty on periaatteellinen toimintatapa kokoonpanon alkutilanteessa, johon parannuksia teoriaosuudesta suunnitelmallisesti haettiin.

10.1 Kokoonpanon kehityksen tavoitteet

Tavoitteena kokoonpanon työpisteille oli saada kokonaistoiminta sellaiseksi, että toiminta on mahdollisimman laadukasta, nopeaa ja joustavaa. Toisin sanoen pyrittävä ratkaisemaan ongelmia ja näin vähentää hukan osuutta yrityksessä. On tärkeää saada tuottamaton työ minimiin.

Läpikäytävä on materiaalien virtausta ja tuotenimikkeitä. Työmenetelmiä on tarkasteltava. Työpisteiden työvälineistö ja ergonomia on järjestettävä siten, että toiminta on mahdollisimman tehokasta, unohtamatta työturvallisuutta ja viihtyisyyttä. Kokoonpanon koneiden sijaintia on tarkasteltava siten, että koneilla voidaan tehdä optimaalista tuotantoa.

Ajankäytön vuoksi puututaan tässä vaiheessa vain ongelmallisimpiin tapauksiin. Kiinnitetään huomiota myös seuraaviin asioihin: työpisteisiin, työvälineistöön, työmenetelmiin ja koneiden sijaintiin. Osa tehdyistä toimenpiteistä on käynyt esille edellisissä kappaleissa kuten esim. varaston viivakoodijärjestelmä.



Kuvio 17. Kokoonpano alkuvaiheessa.

10.2 Kokoonpanon kehittäminen

Viivakoodeilla varustetut osat tulevat varastomiehen toimittamana kokoonpanijalle tai kokoonpanon hyllylle, kuten edellä on kerrottu. Viivakooditettuna osat ja materiaalit tulevat oikeaan aikaan ja paikkaan nopeasti.

Tässä tutkittiin yhden virtausmittarin kokoonpanoa. Kuviossa 18 on valmistumassa tämä virtausmittari. Kokoonpanija katsoi, että tarvittavat komponentit oli keräilty eli komponentit oli keräilty listan mukaisesti. Seurattiin koontin edistymistä vaihe vaiheelta.



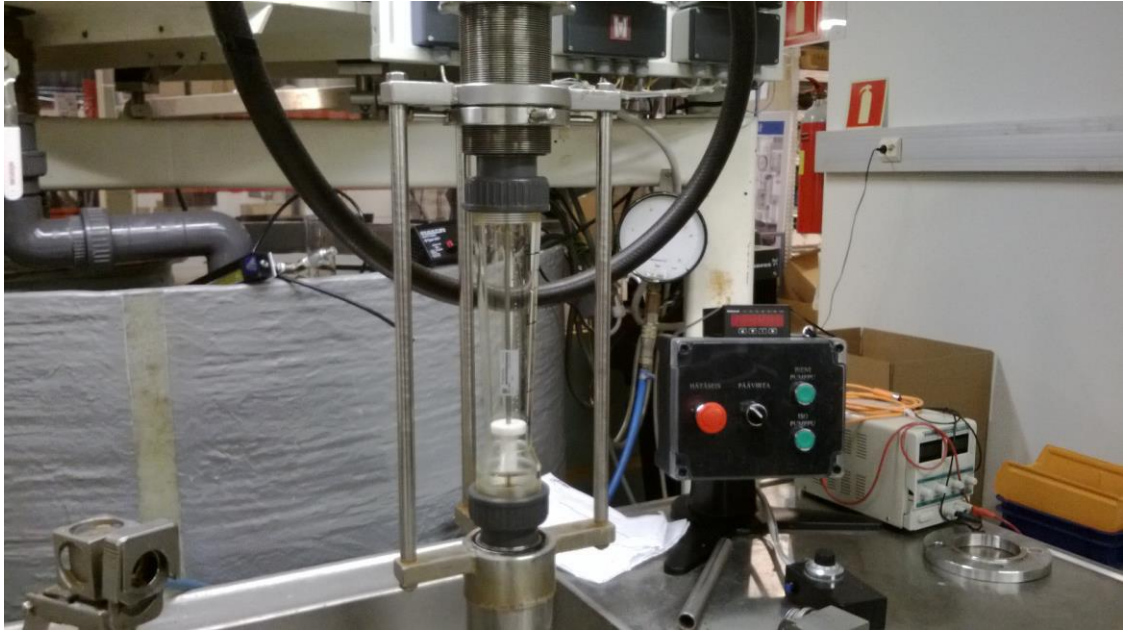
Kuvio 18. Virtausmittari kuvassa on lähes valmis tuote.

Puutteita huomioitiin kiinnitystarvikkeissa ja työvälineissä. Pientarvikkeita joutui hie-
man hakemaan (o-renkaat). Hylly kokoonpanolinjasta oli noin 5 metrin etäisyydellä.
Osahyllyt, joihin keräilyt suoritetaan näkyvät hyvin ensimmäisiin kokoonpanopöytiin.
Pöytiä on neljä kappaletta ja ne sijaitsevat kokoonpanotiloissa peräkkäin. Hyllyjä hie-
man siirrettiin, että näkyvyys olisi parempi. Japanilaisten mukaan kannattaa tehdä
asiat näkyviksi, jolloin toiminta tulee tehokkaammaksi. Pientarvikehylly siirrettiin ai-

van kokoonpanolinjan viereen, josta o-renkaita on nopeasti noudettavissa. Samoin siirrettiin kiinnitystarvikehylly ihan kokoonpanolinjan viereen. Kiinnitystarvikkeisiin kuuluvat lähinnä ruuvit ja mutterit. Varastointihyllyt ovat nyt aivan linjan vieressä. Aikaisemmin ne olivat hieman kauempana kokoonpanolinjasta ja hajallaan tuotantohallissa. Etäisyys oli muutamia metrejä. Tästä mainittiin jo aikaisemmissa varastointiin liittyvissä kappaleissa. Työskentely nopeutui tästä syystä. Kokoonpanijat näkevät paremmin nyt hyllyt ja niissä kulloinkin olevat komponentit. Etäisyys hyllyistä työpöytiin on nyt sopiva. Osat saadaan näin melkein käden ulottuville. Hyllyt järjestettiin vasemmalta oikealle järjestykseen, näkyvyys huomioiden. Toki viimeisissä pöydissä (4 kpl) näkyvyys on jo hieman huonompi, kuin ensimmäisessä. Täytyy kuitenkin huomioida se, että tilannetta verrataan lähtötilanteeseen. Työpöydät on hankittu hiljakkoin ja ne oli rakennettu yrityksen kokoonpanotyöhön hyvin soveltuviksi. Pöydät ovat sellaisia, joissa suoritetaan virtausmittareiden kokoamista. Kuviossa 18 on virtausmittari lähes valmiina lähetettäväksi asiakkaalle. Tämä on se tyypillinen mittari, jota kokoonpanossa seurattiin.

Itse kokoonpano suoritettiin siis yhdessä neljästä peräkkäin olevasta pöydästä. Mittarin kokoaminen sujui hyvin. Mittarin kokoonpanoon kuuluvat ruuvit löytyivät työpöydään kuuluvasta ruuvilaatikosta ja sinänsä kokoaminen sujui varsin nopeasti ja rutiiinomaisesti. Tiivisteiden liittämisen yhteydessä kokoonpanija laittoi kevyesti liukuainetta (voiteluöljy) tiivisterenkaisiin, jolloin asennus sujui ongelmitta. Virtausmittari valmistui normaalia hitaammin, koska työn seuranta häiritsi valmistumisen sujuvuutta. Kuitenkin kyse on hyvin pienestä ajasta tässä kokoamisvaiheessa. Työntekijät kuitenkin pyrkivät suoriutumaan työtehtävistä mahdollisimman hyvin.

Tiiveystarkastus tehtiin mittarille. Paine-arvojen tarkastus tehdään laatukäsikirjan mukaan vain niille mittareille, joille se pitää suorittaa. Tällöin mittarisarjasta otetaan tietty osa mittareita, joille satunnaisesti tehdään painetarkastus.



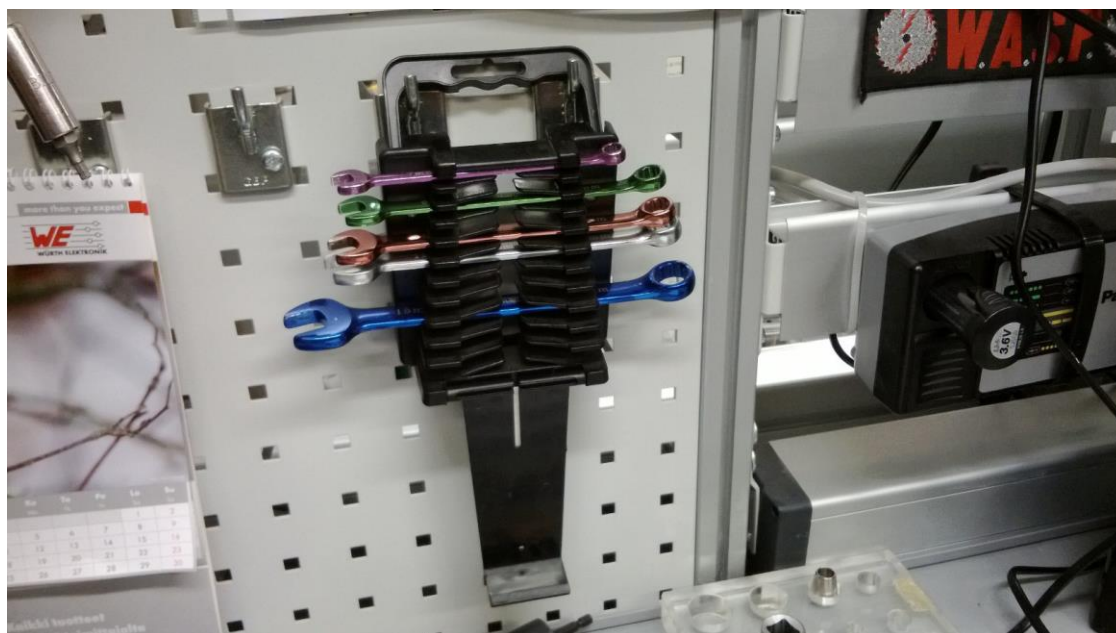
Kuvio 19. Mittarin toiminta-arvojen testaus on käynnissä koelaitteistolla.

Kuviossa 19 suoritetaan mittarin toiminta-arvojen testausta koelaitteistolla testausosastolla. Seuraavaksi mittarille tehtiin lopputarkastus ja katsottiin, että se on laatu-järjestelmän mukainen ja täyttää asiakkaan laatuvaatimukset. Mittarista kirjattiin ylös myös arvot, joilla mittari todettiin spesifikaation mukaiseksi. Arvot löytyvät tietokoneelta ohjelmataulukosta. Mittarin kokoamisen osalta raportoitiin myös työajat, jotka kokoamisessa kuluivat. Ajat kirjattiin ohjausjärjestelmään, jolloin ne ovat järjestelmässä ja niitä voidaan käyttää samanlaisien mittareiden tarkastelussa esimerkiksi seuraavissa töissä. Lopussa seurasi mittarille puhdistus, pakkaus ja lähetys loppuasiakkaalle.

Kappaleessa kerrottiin, että varastohyllyt on uudelleen sijoitettu kokoonpanolinjan välittömään läheisyyteen. Kokoonpanopöydät todettiin hyväksi, tuotantotiloihin sopiviksi. Pöytiä hieman siirreltiin. Pöydät ovat tyypillisesti sellaisia erikoispöytiä, joissa suoritetaan virtausmittareiden kokoamista. Ruuvit ja o-renkaat löytyvät jatkossa kokoonpanolinjan vierestä. Käydessämme mittarin osalta läpi kokoonpanovaiheita, huomioimme pöydässä työvälineiden osalta puutteita. Niistä tarkemmin seuraavassa kappaleessa. Erikoistyövälineet olivat hyvin esillä ja osa välineistä on ”ripustettuna” sopivalla etäisyydellä valmiina työtehtäviin. Kokoonpanon osalta layoutin lopputilanne selviää paremmin liitteestä 4.

10.3 Työvälineistö ja ergonomia

Mittarin kokoonpanon yhteydessä huomioitiin muutamia puutteita työvälineistössä, joihin pyrittiin pureutumaan teoriassa esitetyn aineiston avulla. Työpöydän työvälineistöä täydennettiin puuttuvien työvälineiden osalta uusilla työvälineillä. Työpöydään kuuluu yleisesti tietty määrä perustyövälineitä, jotka ovat kiintoavaimia ja muita työvälineitä. Nämä kuuluvat jokaisen työpöydän perustyövälineistöön. Työntekijöiden tulee pitää pöydän työvälineistö toimintakunnossa. Ne on tarkastettava ja kalibroitava laatujärjestelmän mukaan. Osalla kokoonpanon työntekijöistä on myös henkilökohtaisia työvälineitä, joita tarvitaan erikoistyövälineinä eri vaiheissa mittarien kokoonpanoa. Kuviossa 20 on työvälineistöä uusittu kiintoavaimien osalta ja ne ovat nyt paremmin käytettävissä kuin aiemmin. Seurattaessa mittarin kokoamista huomioitiin työntekijän käsien liikkeet siten, että toiminta on oikeaoppista ja sujuvaa. Todettiin myös työntekijöiden kanssa pöytien ja tuolien ergonomian sopivuus kokoonpanopisteissä.



Kuvio 20. Työvälineistöä on uusittu.

Käytiin läpi ergonomiaan liittyen työpöydän muuta laitteistoa läpi. Lähinnä oli kyse paine-ilmalla ja sähköllä toimivista laitteista. Työpöydän laitteistot ja työvälineet olivat päällisin puolin toimintakunnossa. Kuviossa 21 voimme huomioida, miten työpöy-

dän välineistön sopivuutta ja toimivuutta tarkastetaan. Työpöydät ja istuimet ovat hyvässä kunnossa, koska niitä on hiljan uusittu. Yleisimpiä puutteita aiheuttivat rikkoutuneet työvälineet tai kadoksissa oleva työvälineistö. Joitakin työvälineitä näytti olevan myös lainassa. Korjaavien toimenpiteiden jälkeen työvälineet ovat nyt kunnossa.

Sovittiin edelleen, että jatketaan kehitystyötä Kaizen-ajattelun mukaisesti. Jokainen huolehtii omista työvälineistä ja niiden toimintakunnosta. Rikkoutuneet tai särkyneet välineet uusitaan välittömästi. Sovittiin yleisesti, että pidetään yhteiset paineilmatyökalut ja sähköiset työvälineet yhteisvastuullisesti kunnossa. Työvälineiden hyvä kunto lisää työturvallisuutta ja helpotta työsuorituksia.

Yllättävän paljon oli käytössä puutteellisia työvälineitä ennen seurantaa. Työvälineistön parannuksilla vähennetään hukka-ajan osuutta työsuoritusta tehtäessä.



Kuvio 21. Virtausmittarin kokoonpanon yhteydessä suoritettiin työvälineiden tarkistusta.

10.4 Työskentelymenetelmät

Tutkittiin käytettäviä työskentelymenetelmiä ja tultiin siihen lopputulokseen, että kehitystyö on tältä osin vasta alkamassa. Taulutustiloissa nousi esille työskentelyme-

netelmiä, jotka kaipasivat selkeimmin parannusta. Kokoaminen tapahtuu manuaalisesti rungon koontipisteessä, taulutustiloissa. Nostotilanteissa on ratkaisematta raskaampien osien koonnin osalta vaiheita, missä nostetaan tai siirretään mittaritaulua. Paperikoneen kiertovoitelumittaritaulu voi painaa useita kymmeniä kiloja. Paperikoneen kiertovoitelumittaritaulu on esimerkki painavasta kokoonpanotyöstä. Näitä kiertovoitelumittaritauluja siirretään ja nostetaan käsivoimin. Ongelmia ja vaaratilanteita seuraa painavien mittaritaulujen siirroista ja nostoista. Nostoissa tarvitaan vähintään kaksi henkilöä. Kuviossa 22 on mittarin kokoaminen käynnissä taulutustiloissa.

Asiaa suunniteltiin Demingin ympyrän avulla, joka esiteltiin teoriaosiossa. Kehitysehdotuksena ongelmaan harkitaan nosturin hankintaa, jotta raskaampien komponenttien siirrot ja nostot onnistuisivat turvallisesti. Asia kirjattiin ylös kehitysehdotukseksi, joka käsitellään myöhemmin kehityspalaverissa. Toinen ratkaisu tässä asiassa voisi olla esimerkiksi jonkinlainen siirtovaunu ja kiskot.

Nämä ovat kuitenkin sellaisia kausiluontoisia työsuorituksia, joita aina silloin tällöin on. Vielä siihen ei tullut käytännön ratkaisua toteutettua, mutta tekninen ratkaisu ongelmaan on. Nosturi toisi myös työturvallisuutta ja varmuutta kiertovoitelumittaritaulujen nostoon ja siirtoon. Joten hukkaa noilla edellä mainituilla toimenpiteillä päästäisiin pienentämään ja työturvallisuus lisääntyisi merkittävästi. Nostojen ja siirtojen osalta työmenetelmien kehittäminen on pidettävä aina mielessä. Korjaavat toimenpiteet lisäävät myös työturvallisuutta ja tuovat viihtyisyyttä työn tekemiseen.

Poistimme muutamia huonompia työasentoja liittyen mittarien kokoonpanon eri työvaiheisiin. Suuri osa parannuksista koski liikeratojen parannuksia ja nostojen järjestyttämistä, esimerkiksi selkä suorana. Pitkiä liikeratoja saatiin lyhennettyä ja rasittavia nostovaiheita saatiin korvattua lyhemmillä liikkeillä. Tietoa ratkaisusta ongelmakohteisiin löytyi manuaalisen kokoonpanon teoriaosuudesta, miten työskentelyä kokoonpanolinjalla voidaan parantaa.

Työssä saatiin muutamia nostoihin liittyviä ratkaisuja tehtyä. Ongelmista suurimmaksi koettiin kuitenkin taulutustilan mittaritaulujen nosto-ongelma, joka jäi nyt odottamaan ratkaisua.



Kuvio 22. Taulutustiloissa on mittarin kokoaminen käynnissä.

10.5 Kokoonpanohenkilöstön koulutus hukan pienentämiseen ja ennalta ehkäisemiseen

Kokoonpanohenkilöstön kouluttaminen asioihin, jotka vaikuttavat hukkaan, koettiin tärkeäksi. Koulutustilaisuudessa esille nousi asioita, joita tulee vielä käydä läpi henkilöstön kanssa uudelleen. Ylituotannon suhteen on tärkeää oppia tuottamaan oikea määrä tuotteita. Varastot kasvavat tarpeettomasti ja ylimääräisen varaston kautta kasvaa hukan rahallinen määrä. Varastot pyritään pitämään jatkossa määrällisesti oikean kokoisina. Varaston hallittavuutta voidaan edelleen kehittää kouluttamalla. Annetaan koulutusta henkilökunnalle varaston seurantaan ja varaston ylläpitoon. Kierrätetään olemassa olevaa varastoa siten, että varaston kappalemäärät ovat oikealla tasolla. Ylimääräisiä nimikkeitä jää mahdollisesti varaston kirjanpitoon, jos varastoa ei seurata säännöllisesti. Kävimme varaston nimikkeistöä läpi varastomiesten kanssa, josta mainittiin aikaisemmassa varastokappaleessa. Pitkään käyttämättömänä olleet nimikkeistöt tulisi poistaa listoilta ja varastoista. Tämä työ saatiin näin alkamaan. Nimikkeiden läpikäyminen ottaa runsaasti aikaa. Työtä tehdään vain silloin, kuin se on mahdollista. Näin hukan osuutta saadaan ennalta ehkäistyä ja varaston kierto nopeutuu.

Varastoinnissa ja sen ylläpidossa on tärkeää jatkuva kehitys ja koulutus. Näistä kehitysasioista kokoonpanohenkilöstön kanssa keskusteltiin ja ne koettiin tärkeiksi koulutuskohteiksi. Asiat liittyvät myös varastoinnin ennakkointiin. Varaston eri tehtävien hoidossa riittää hyvä perusasioiden osaamisen taso. Tässä vaiheessa kokoonpanohenkilökunnan on hyvä oppia tietämään miten ja missä hukkaa mahdollisesti syntyy. Tämän koulutuskappaleen osuuteen saatiin hyviä vinkkejä teoriaosuuden lean-opeista, joita japanilaiset ovat käyttäneet jo useita vuosia sitten. Kaizen teoriaa kehitettiin varaston kierron parantamisessa prosessimielessä. Kehitysprosessi saatiin alkamaan ja prosessia viedään Kaizen-ajattelun mukaan eteenpäin.

10.6 Kuljetuksista aiheutunut hukka

Logistiikassa hukkaa syntyy turhista siirroista ja kuljetuksista. Kokoonpanoympäristön alue tarkastettiin muutamien kuljetuksien osalta. Materiaalin siirron osalta hukka vähenee viivakoodien ansiosta. Osat ja komponentit liikkuvat, kuten niiden pitääkin.

Tarvikepuolella keskusteluissa nousi esille pientarvikkeiden sijoitus kokoonpanolinjalle. O-renkaat ja ruuvit sijaitsivat aluksi n. 5 metrin päässä kokoonpanolinjasta, joka koettiin ongelmalliseksi. Ratkaisu tehtiin ja se esitettiin kappaleessa 10.2 teoriaan nojautuen. Pientarvikehyllyt sijoitettiin kokoonpanolinjan viereen. Näin tuottamaton työ vähennettiin minimiin ja kokoonpanijat ovat tyytyväisiä ratkaisuun.

Pientarvikkeiden osalta ratkaistiin vielä toinenkin ongelma, joka helpottaa kokoonpanijoita ja vähentää pientarvikkeiden kuljetuksia. Ruuvien ja o-renkaiden toimittajat täydentävät kokoonpanolinjan pientarvikevarastot, joissa tyypillisimmät ruuvit ja o-renkaat ovat. Täydennystä tehdään tarvittaessa kerran kuukaudessa. Näin huoli ruuveista ja o-renkaista on toimittajilla ja kokoonpanossa voidaan keskittyä itse asiaan eli kokoonpanoon.

Kuljetuksien ja siirtojen osalta kokoonpanolinjan toiminta näytti muuten olevan kunnossa. Kuviossa 23 on pientarvikehyllyt kokoonpanon välittömässä läheisyydessä. Nämä helpottavat ja nopeuttavat kokoonpanolinjan toimintaa. Näillä ratkaisuilla vä-

hennettiin hukkaa kuljetuksista ja siirroista. Toteutettuihin toimenpiteisiin saatiin vahvistusta teoriaosuuden lean-ajatuksista.



Kuvio 23. Pientarvikkeet ovat kokoonpanopisteen välittömässä läheisyydessä.

10.7 Laatu hukkaan puuttuminen

Laatuasioita yhtiössä hoidetaan laatukäsikirjan mukaan. Merkittäviä ongelmia ei todettu laatuun liittyvissä asioissa. Epäkuranttisia tuotteita palautuu takaisin hyvin harvoin. Laadukkuus on yrityksessä sisäistetty hyvin.

Standardisointia lisäämällä saadaan hukkaa kuitenkin vielä pienemmäksi. Laadukkuus lisääntyy standardisointiastetta lisäämällä asteittain.

Koulutusta täytyy järjestää lisää laatuasioihin liittyen. Kun laatu järjestelmästä pidetään huolta ja henkilökunta on sitoutunut työhönsä, tulee laadukkaita tuotteita. Valvotaan ja tarkastetaan laatu prosessia laatukäsikirjan mukaisesti. Tehdään poikkeamista kirjaukset ja tarvittavat korjaukset. Noudatetaan sertifikaattien mukaista laatu järjestelmää. Puututaan laaduttomuuteen heti kun sitä esiintyy. Tehdään tarvittavat raportoinnit ja tarpeelliset korjaavat toimenpiteet, joilla tilanne saadaan hallintaan.

Laatuasioissa päästiin hyvään alkuun ja henkilökunta on sitoutunut laadun tekemiseen. Tämä tarkoittaa sitä, että kokoonpanon henkilöstö tiedostaa laadun merkityksen loppuasiakkaalle. Koulutuksen ansiosta kukin tietää, miten poikkeamien kohdalla tulee toimia. Tällöin puhutaan yrityksen toiminnasta laatukäsikirjan mukaisesti.

10.8 Työvaihehukka ja odottaminen

Työvaihehukkaa syntyy eri henkilöillä eri tavalla. Harjaantuneella tulee vähemmän hukkaa, kuin harjaantumattomalta aloittelijalta. Oikeastaan aina pitäisi lähteä siitä, että miksi ja miten tehdään. Kun yksilö käy läpi sen, mitä työssään tekee, ollaan jo hyvällä alulla. Riittävän monta kertaa tuon tehdessään kouliintuu ja rutinoituu työn eri vaiheisiin. Yksilölliset toimintatavat täytyy huomioida. Pitää miettiä omia liikeratoja, koneen asetusajoja ja muita työssä tarvittavia toimia. Näiden asioiden hiominen ja kehittäminen on tärkeintä työvaihehukan poistamisessa. Uusien ja harjaantumattomien työntekijöiden kouluttaminen sekä työhön perehdyttäminen todettiin hyvin tärkeäksi. Tällä tavalla saa perusopetuksen siihen, miten työtä voidaan jatkossa tehdä. Yhtä tärkeää on se, että kuullaan uusien työntekijöiden kehitysehdotuksia työvaiheiden tekemisessä. Näin voidaan kehittää työvaiheita, kun on kehitäviä ideoita. Standardien käyttö näissä asioissa tuo hukkaa pienemmäksi, kuten aiemmin on esille käynyt. Kouluttamalla uusia työntekijöitä eri työvaiheissa saadaan hukkaa pienennettyä järjestelmällisesti. Koulutuksen jälkeen alkaa tekemiseen tulla rutiinia ja näin työssä tullaan vaihe vaiheelta paremmaksi.

Näitä asioita ja niiden vaikutuksia työntekoon käytiin läpi. Oikeita menetelmiä ja miten kussakin vaiheessa työssä edetään.

Työvaihehukan poistaminen aloitettiin näillä edellä mainituilla menetelmillä eli kouluttamalla ja standardisoimalla eri työvaiheissa. Työ tällä saralla saatiin alkamaan. Työvaihehukan poistamiseen ohjeita saatiin kokoonpanon teoriaosuudesta.

Odottaminen liittyy läheisesti työvaihehukkaan. Odottamista tulee eri vaiheissa. Voidaan joutua odottamaan ennen kuin seuraava vaihe alkaa tai voidaan joutua odotta-

maan lopetusta. Joskus joutuu odottamaan toisen työntekijän työvaiheen loppumista kokoonpanossa, koneiden sijoittelu ontuu jne.

Kokoonpanossa näitäkin ongelmia esiintyi, mutta ei kovin paljon. Työpöytiä siirrettiin, hyllyjä uudelleen asemoitiin ja yksi kiilloituskone siirrettiin silkipainon viereen. Siirto oli lyhyt ja tarkoituksenmukainen. Muita siirtoja ei tullut suoritettavaksi. Tällä saralla on vielä jatkossakin hyviä kehitysmahdollisuuksia. Tämä on pitkäjänteistä työtä kehittämisen parissa. Voidaan todeta, että siirrot ja uudelleen asemoinnit paransivat hukan tilannetta kokoonpanossa.

Tasapainottamalla tuotantokapasiteettia voitaisiin myös pienentää hukkaa. Tuotannon tasapainottaminen takaa tuotannolle normitilanteen eli hukkaa syntyy periaatteessa minimimäärä. Tätä kokeilua ei suoritettu, koska katsottiin, ettei kokeilulle ole tarvetta. Koneiden kunnossapidossa voitaisiin hukkaa pienentää. Silloin kun odotellaan koneen kunnossapitoa, niin hukkaa voi tulla reilustikin. Kouluttamalla käyttäjien kunnossapitoa pienempiin huoltoihin ja ennakoimalla asioita, voidaan varmasti pienentää hukan osuutta. Näihin edellä mainittuihin asioihin ei tässä opinnäytetyössä puututtu.

11 Saavutetut tavoitteet ja tulokset kokoonpanon osalta

Tarkkoja mitattuja tuloksia ei voida esittää, koska ajan puutteen vuoksi niitä ei ollut mahdollista suorittaa. Viivakoodijärjestelmä saatiin käyttöön otettua kokoonpanossa. Osassa kokoonpanoa kehitystyö saatiin vasta alulle. Teoriaosuutta käytettiin apuna käytännön ongelmia ratkottaessa. Myös lean-menetelmien ajatuksia ja kokeiluja sovellettiin tässä työssä onnistuneesti. Henkilökunnan kanssa todettiin seuraavissa asioissa edistymistä:

- Virheet ovat vähentyneet kokoonpanossa (luenta)
- Saldot ja paikkatiedot ovat reaaliaikaiset
- Toiminta työvaiheiden osalta on nopeutunut
- Tuotteet liikkuvat tarkasti ja oikea-aikaisesti
- Keräily- ja hyllytysvirheet ovat vähentyneet

- Motivaatio laadukkaampaan työskentelyyn on lisääntynyt.

Tulokset voidaan tulkita siten, että lähes kaikki tehdyt toimenpiteet ovat olleet oikeita ja vieneet yrityksen toimintaa eteenpäin kokoonpanossa. Sekä viivakoodijärjestelmän käyttöönoton, että hukan poistamisen osalta tehdyt työt on koettu yrityksessä onnistuneiksi. Tuotteiden lopputestaukseen ei tehty toimenpiteitä. Tuotteiden inventointi ja henkilöstön koulutus saatiin alkamaan. Standardisointia pyritään lisäämään johdonmukaisesti.

Opinnäytetyön osalta voidaan todeta, että päästiin asetettuihin tavoitteisiin.

12 Pohdinta

Tehtävä ja tavoitteet olivat haasteellisia. Työ oli pitkäjänteistä ja vaati välillä sopivia mietintöjä, miten aiheessa edetään. Teoriaosuuteen täytyi paneutua huolellisesti. Vaiheittain osakokonaisuudet alkoivat nivoutua yhteen. Työn edetessä alkoi myös kokonaisuus hahmottua. Kun suunnitelmat selventyivät, alkoi osa-alueiden palasien kokoaminen. Lopulta osa-alueiden selvityksetkin saatiin valmiiksi ja alkoi asiakokonaisuuksien kasaaminen yhteen. Sovitussa aikataulussakin pyrittiin pysymään.

Viivakoodijärjestelmän käyttöönotto on nopeuttanut ja tehostanut kokoonpanoa yrityksessä. Viivakoodijärjestelmä on ollut järkevä investointi monestakin eri syystä. Viivakoodijärjestelmä tuo tarkkuutta ja nopeutta toiminnanohjausjärjestelmään. Ihmilliset virheet viivakoodijärjestelmä minimoi lähes olemattomiin. Tietenkin jostain tuntemattomasta syystä voi tulla jotain sekaannusta, mutta satunnaiset virheet käyvät todella vähiin.

Varastoinnissa viivakoodijärjestelmästä on ollut suurta apua. Kardex varastoautomaatit liikkuvat lähes täysin virheettömästi ja nopeasti viivakoodien avulla. Tällöin myös varastointipalveluiden ja keräilyn virheettömyys paranee merkittävästi vähentäen hukan muodostumista. Tämä totta kai vaikuttaa myös koko varaston kierron nopeuteen ja siten varaston reaaliaikaiseen ylläpitoon. Kokonaisuutena nämä edellä mainitut seikat parantavat kokonaistilannetta merkittävästi myös hukan suhteen.

Voidaan siirtyä tuotannon toiminnassa yhä enemmän juuri oikeaan aikaan ja oikeaan tarpeeseen vaihetta. Kokonaan siihen ei vielä päästä tällä hetkellä, mutta parempaan suuntaan ollaan menossa. Inventoinneissa todettiin viivakoodijärjestelmä hyvin merkittäväksi, koska järjestelmän avulla saldot ja sitä kautta varastointi voidaan hallita paremmin. Varastoinnista voidaan sanoa yleisesti, että se on tällä hetkellä viivakoodihjauksen kanssa huomattavasti paremmalla tasolla kuin aloitettaessa.

Kokoonpanon kehittämisessä edettiin pienin askelin, mikä oli jo alun alkaen odotettavissakin. Vaikka askeleet ovat olleet pieniä, niin ne ovat olleet sitäkin tärkeämpiä. Hukan poistaminen on jatkuvaa määrätietoista toimintaa tuotannonohjauksessa ja siten myös kokoonpanossa. Hukkaa saatiin pienennettyä eri osa-alueilta hyvän teoriaosuuden avulla. Hukkaa poistettiin viivakoodijärjestelmän ja lean-kokeilujen avulla varastoinnissa, kokoonpanossa ja materiaalien siirroissa. Ylituotantoa ei esiintynyt tai ainakin se oli todella vähäistä. Joten siihen emme tässä työssä puuttuneet. Koulutus ja standardisointi tuovat jatkossa hukkaa vielä pienemmäksi. Henkilöstön koulutukseen ja standardointiin kannattaa panostaa, koska saavutettavissa on vielä lisää kustannussäästöä.

Lean-ajatuksista ja kokemuksista todetaan, että ne veivät kokoonpanoa ainakin oikeaan suuntaan ja sopivat sinne sovellettuina. Voidaan todeta, että useat japanilaisten keinot hukan vähentämiseen toimivat hyvin. Edellytyksenä kuitenkin on se, että teoriaan täytyy perehtyä ennakkoon todella hyvin. Lean-sovellukset osoittivat sen, että lean-ajattelusta on yritykselle hyötyä hukan poistamisessa.

Haastetta työstä on aiheutunut myös henkilökunnalle, joka on ns. normaalin työn ohessa joutunut opettelemaan uusia asioita ja työskentelytapoja. Tässä työssä suurin haaste taisi olla siinä, että saadaan kokoonpanon henkilökunta sitoutumaan tehtyihin muutoksiin. Vain sitoutumalla asioihin yhteisesti sovitulla tavalla, voidaan näitä asioita kehittää.

Pohditaan kokoonpanon tilannetta hieman pidemmälle tulevaisuuteen. Kuvitellaan, että tuotantomäärät kasvaisivat jonkin verran tulevaisuudessa ja toimitusajat pysyisi-

vät samanlaisina, kuin tähänkin asti. Miten tai millä tavalla voitaisiin kokoonpanolinjaa edelleen kehittää? Voitaisiko automatisoinnilla saavuttaa jotakin erityistä etuisuutta nykytilanteeseen verrattuna?

Nykyisessä tilanteessa ei automatisoitua linjaa vielä ole katsottu tarpeelliseksi. Talous- ja tuotantotilanteiden muuttuessa hyvinkin nopeasti sellainen on pidettävä mielessä yhtenä vaihtoehtona. Tällä hetkellä manuaalinen kokoonpano on kuitenkin viritetty tuotantoon niin hyvin, kuin se vain on mahdollista.

Lähteet

Bicheno, J. 2004. The new Lean Toolbox, Towards fast, flexible flow. Buckingham, England: PICSIE Books.

Cheny, T. & Podolsky, S. 1996. Just in time manufacturing. London: Chapman & Hall.

Demingin ympyrä. 2012. Myynnin ja menestyksen muistikirja paxismaan. Viitattu 12.11.2014. http://3.bp.blogspot.com/-c-VhEj58ntQ/UB-NGILa3RI/AAAAAAAAACnQ/TWkTWft2lvU/s1600/Demingin_ympyra_PDCA.png

Hannula, M. & Lönnqvist, A. 2002, Concepts of performance measurement, Suorituskyvyn mittauksen käsitteet. MET tekninen tiedotus Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.

Imai, M. 1986. Kaizen, the key to Japan's competitive success. USA: McGraw- Hill, Inc.

Kouri, I. 2009. Lean taskukirja. Helsinki. Kopio-Niini.

Lapinleimu, I. Kauppinen V. & Torviainen S. 1997 Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Helsinki: WSOY.

Lean-toiminnan lainalaisuudet. 2014. Quality Knowhow Karjalainen Oy. Viitattu 25.11.2014.

<http://d1gns46gm3ntni.cloudfront.net/educations/education329022/2.jpg>

Lean-tuotejohtaminen. 2013. Oppiminen tapahtuu kokeilun ja palautteen kautta. Viitattu 20.11.2014. <http://www.tuotejohtaminen.fi/2013/08/lean-tuotejohtaminen/kuva-kehityksen-oppimisympyra-482px/>

Lean-tuotekehitys. 2011. Tuotetiedon kootut selitykset. Viitattu 22.11.2014.

<http://inside-the-plm.blogspot.fi/2011/11/lean-tuotekehitys.html>

Liker, J. 2006. Toyotan tapaan. Read me.fi. 1. p. Jyväskylä: Gummerus Oy.

Malmberg, K. & Kauppinen, V. 1987. Manuaalisen kokoonpanon tehostaminen. MET tekninen tiedotus. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.

Manos, A. & Vincent, C. 2012 The Lean Handbook. Milwaukee, Wisconsin: ASQ.

Pouri, R. 1997. Businesslogistiikka. WSOY:n graafiset laitokset.

Revelle, J. 2002. Manufacturing handbook of best practices. New York: CRC Presscompany.

Tuohimetsä, J. 2014. Tuotantopäällikkö. Kytölä Instruments Oy. Haastattelu 15.4.2014.

Tuominen, K. 2010a. Tehoa ja laatua hukan vähentämiseen. Jyväskylä: WS Bookwell Oy.

Tuominen, K. 2010b. Tehoa ja laatua lean-kulttuurin luomiseen. Jyväskylä: WS Bookwell Oy.

Womack, J. & Jones, D. 2003. Lean Thinking: Banishing waste and create wealth in your corporation. New York: Free Press.