



Kokoonpanosolun kehittäminen

Olli-Pekka Rintala

OPINNÄYTETYÖ
Kesäkuu 2019

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Monimuoto

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

RINTALA, OLLI-PEKKA
Kokoonpanosolun kehittäminen

Opinnäytetyö 42 sivua
Kesäkuu 2019

Tässä opinnäytetyössä kehitettiin nykyisestä tuote x:n kokoonpanosolusta sujuvammin toimiva kokonaisuus. Työn sisältö koostui layoutin kokonaisvaltaisesta muutoksesta ja suunnittelusta, kokoonpano-ohjeiden luomisesta sekä lopputarkastusraportin luomisesta. Työn teoreettinen lähtökohta perustui lean-ajattelumalleihin ja niiden soveltamiseen käytännössä.

Kyseinen kokoonpanopiste oli työn alkuvaiheessa vielä melko uusi, joten sitä ei ollut vielä varsinaisesti kehitetty tuotannolliseen käyttöön. Opinnäytetyötä aloittaessa kokoonpanopisteen toiminta oli perustunut lähinnä opinnäytetyön aiheena olevan tuotteen tuotekehityksen hankkeisiin.

Työssä muutettiin koko solun pohjapiirros eli layout toimivammaksi kuin alkuperäinen sekä parannettiin muita asioita, joita toimivaan layoutiin kuuluu. Näistä esimerkkeinä ovat työkalujen ja osien sijoittelu sekä merkintä. Lisäksi opinnäytetyössä tehtiin jatkokehitelty suunnitelma layoutista, jonka avulla asiakasyrityksen on mahdollista jatkojalostaa kokoonpanopistettä edelleen.

Lisäksi työssä laadittiin kokoonpano-ohjeet sekä lopputarkastusraportti. Tavoitteena oli, että kokoonpano-ohjeiden luomisen myötä työntekijöitä on helpompi kouluttaa työpisteelle työskentelemään. Lopputarkastusraportin avulla asiakasyritys voi varmistua tuotteen oikea-oppisesta kokoonpanosta sekä sen laadusta.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical Engineering

RINTALA, OLLI-PEKKA:
Assembly Cell Development

Bachelor's thesis 42 pages
June 2019

In this thesis the product x current assembly cell was developed to a more fluently working unit. In the thesis was created a comprehensive change and design work of layout, assembly instructions and a final inspection report. The theoretical starting point for the work was to familiarize with lean thinking methods and how to apply them to practical use.

The particular assembly point was still quite new at the beginning of the thesis so it had not been developed for productional use. At the beginning of the thesis, the operation of the assembly joint was mainly based on the use of product development.

The purpose of the work was to change the whole floor plan of the cell to make it more functional and also to improve other things that a well working layout includes. Examples of these are the placement and marking of the tools and the parts. Also a further plan of the layout was developed in this thesis which enables the customer company to a further process of the assembly joint.

In addition, assembly instructions and a final inspection report were created. The goal was that the assembly instructions would make relocating and teaching employees between the working places easier. The final inspection report ensures the correct assembly and quality.

Key words: assembly cell, floor plan, lean thinking methods

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	YRITYS X:N ESITTELY, (POISTETTU JULKAISUSTA).....	8
3	TUOTE X:N ESITTELY, (POISTETTU JULKAISUSTA)	9
4	LEAN-TEORIA.....	10
	4.1 Lean-filosofia.....	10
	4.2 Leanin historia.....	10
	4.3 Leanin perusajatukset	11
	4.4 Lean käsitteenä ja käsitteiden merkitykset.....	12
	4.4.1 JIT	13
	4.4.2 Työntö- ja imuohjaus	13
	4.4.3 Kanban	15
	4.4.4 5S.....	17
5	TUOTE X:N KOKOONPANOSOLUN LÄHTÖTILANNE.....	19
	5.1 Ongelmat ja lähtökohta	19
	5.2 Nykyisen kokoonpanosolun layout.....	20
6	KOKOONPANOSOLUN KEHITYSTYÖ	22
	6.1 Kehitystyön vaatimukset	22
	6.2 Työkalujen ja pienosien järjestäminen	23
	6.3 Työtasot ja ergonomia.....	24
	6.4 Ylimääräisen aineksen poistaminen.....	24
	6.5 Layout-suunnitelma.....	25
	6.6 Layoutin muuttaminen.....	27
	6.7 Merkitseminen.....	27
7	KOKOONPANO-OHJE JA LOPPUTARKASTUSRAPORTTI	29
	7.1 Kokoonpano-ohjeen laadinta	29
	7.2 Lopputarkastuspöytäkirja	29
8	LAYOUTIN JATKOKEHITTELY.....	31
	8.1 Layoutin jatkosuunnitelmat ja kokemukset.....	31
	8.2 Mittasuhteet	31
	8.3 Ergonomia.....	32
	8.4 Nostolaitteet	33
	8.5 Kokoonpanopisteet	35
	8.6 Hyllyköt	35
	8.7 Laatikostot.....	36
	8.8 Layout-suunnitelma.....	37
9	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	39

9.1 Työn tavoite ja tulokset	39
9.2 Käyttäjäkokemukset.....	39
9.3 Pohdinta.....	40
9.4 Kehitysehdotukset.....	40
LÄHTEET.....	42

LYHENTEET JA TERMIT

lean	johtamisfilosofia, joka pyrkii kaiken turhan poistamiseen tuotannosta sekä tehostamaan tuotannon osia
TPS	Toyota Production System, Toyotan luoma tapa toimia tuotannossa
layout	tuotantotilan järjestys ja pohjapiirros, tässä raportissa lähinnä kokoonpanoalueen järjestys
JIT	just-in-time, oikea-aikainen tekeminen suhteessa muutujiin
kanban	Toyotan luoma kaksilaatikkojärjestelmä esimerkiksi tuotteiden osille
5S	järjestelmä siisteyden hallintaan tuotannossa

1 JOHDANTO

Työn tilaajana toimii Yritys X, joka valmistaa metallisia ja puisia tuotteita moniin eri käyttötarkoituksiin. Tämän opinnäytetyön aiheeksi valikoitui yrityksen uuden tuotteen kokoonpanopisteen kehitystyö. Tuotteelle ei ollut syntynyt vielä varsinaisia kokoonpanorutiineja, joten kehityskohde oli suunnittelijalle ihanteellinen. Kokoonpanopisteen kehittäminen on oleellinen osa toimivan ja tuottavan työympäristön suunnittelemista, sillä hyvä ja toimiva työympäristö lisää toisaalta työntekijöiden työiihtyvyyttä kuin myös lisää tuottavuutta, jolloin se palvelee kokonaistaloudellisesti kaikkia yrityksen osapuolia.

Työn tavoitteena oli kehittää uudelle tuotteelle kokoonpanosolu, joka on toimiva ja selkeä käyttää. Kun työn tavoite saavutetaan, kokoonpanotyö on sujuvaa, eikä kokoonpanossa esiinny tuotannollisia haasteita, jotka johtuisivat kokoonpanosolusta. Konkreettiset työn tavoitteet voidaan jakaa useampiin osakokonaisuuksiin, joita ovat kokoonpanosolun layout, työkalutarpeiden arviointi ja sijoittelu, osien sijoittelu, kokoonpano-ohjeiden luonti sekä lopputarkastusraportin määrittäminen.

Työn sisältö koostuu kokonaisvaltaisesta layoutin parannuksesta sekä jatkokehitysehdotuksista. Lisäksi opinnäytetyössä laaditaan uudelle tuotteelle kokoonpano-ohjeet ja tuotteen lopputarkastusraportti. Toimivat kokoonpano-ohjeet ovat oleellinen osa tuottavaa työtä, sillä niiden avulla esimerkiksi uusien työntekijöiden kouluttaminen on helpompaa. Lisäksi laadukkaalle tuotteelle on oleellista tehdä lopputarkastus ennen asiakkaalle lähtöään, joten tähän tarkoitukseen luodaan lopputarkastusraportti. Näin ollen tuote on jäljitettävissä myös vuosien päästä.

2 YRITYS X:N ESITTELY, (POISTETTU JULKAISUSTA)

3 TUOTE X:N ESITTELY, (POISTETTU JULKAISUSTA)

4 LEAN-TEORIA

4.1 Lean-filosofia

Lean-filosofian juuret on luotu Japanissa, Toyotan tehtailla. Lean pohjautuu Toyota production systemiin (TPS), jonka lähestymistapa tuotantoon on erilainen miten monessa yrityksessä on totuttu tekemään. (Liker, 7-8.)

Lean pyrkii kurinalaiseen tekemiseen, jossa ylimääräinen tekeminen minimoidaan ja asiat tehdään oikeassa järjestyksessä ja oikeaan aikaan. Lean käsitteenä on hyvin laaja, sillä se kattaa lähes kaiken tuotannossa olevan toiminnan aina johtamisesta tuotantotilojen siisteyteen asti. (Liker, 7-8.)

4.2 Leanin historia

Kuten jo aiemminkin on tullut esille, lean perustuu Toyotan TPS:ään. TPS on luotu 1900-luvulla ja sen pääasiallisena kehittäjänä pidetään Taiichi Ohnoa. Ohno ymmärsi tuotannossa syntyvän paljon ylimääräisiä toimintoja, joten hän alkoi kehittää uudenlaisia toimintamalleja virtauksen parantamiseksi. Toimintamallille annettiin nimi Toyota Production System. Taiichi Ohno kirjoitti japaniksi kirjan toimintamallista vuonna 1978. Kirjan julkaisusta oli kulunut jo aikaa, kun vuonna 1988 kirja käännettiin englannin kielelle. Kuitenkaan monikaan ei ymmärtänyt vielä tuolloin ajattelutavan tarkoitusta. (Modig & Åhlström, 63.)

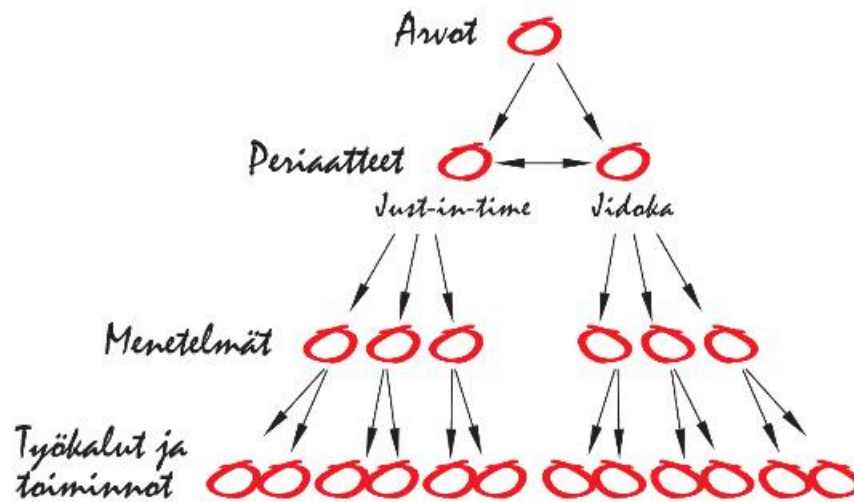
Käänteentekevä oli kuitenkin hetki, jolloin John Krafcik julkaisi artikkelin, jonka aiheena oli vertailla autoteollisuuden tuottavuustasoja sekä tuotantojärjestelmiä. Tuotantojärjestelmien vertailu kohdistui järeään sekä hauraaseen malliin. Artikkelin perusteella oli havaittavissa, että Toyotan käyttämä hauras malli oli merkittävästi tehokkaampi kuin muiden autonvalmistajien suosimat järeät toimintamallit. Englanniksi käännettynä hauras on fragile, mutta Krafcikista se ei kuulostanut kuitenkaan hyvältä, joten hän muutti sen sanaksi lean. Tästä ajankohdasta lähtien hauraaksi kutsuttu toimintamalli on kulkenut nimellä lean. (Modig & Åhlström, 63-64.)

4.3 Leanin perusajatukset

Lean ja TPS eivät ole vain epämääräinen joukko tiettyjä sääntöjä ja käsitteitä, joiden mukaan tuotannon tulisi toimia ollakseen tehokas ja toimiva. Ensikuulemalta lean-filosofia voi sellaiselta kuitenkin kuulostaa. Ymmärtääkseen toimintamallin perimmäisen tarkoituksen on sitä avattava enemmän.

Toyota Production Systemiä kuvataan ikään kuin pyramidina (kuvio 2), jonka eri kerroksiin kertyy eri asioita, jotka pohjautuvat aina ylempien kerrosten asioihin. Pyramidiin on luotu Toyotalla ensin huippu, jonka mukaan se on kasvatettu kerros kerrokselta alaspäin Toyota Production Systemiksi. Näin ollen aiempien kerrosten asioilla pystyy selittämään jokaisen kerroksen kohdalla, miksi ja miten jokin asia tehdään tietyllä tavalla. (Modig & Åhlström, 93-103.)

Pyramidin korkeimmalla kohdalla on arvot, joiden mukaan yhtiö toimii. Jotta yhtiö olisi arvokas, tulee arvojen toteutua, ja siksi todellisten korkeimpien arvojen määrittäminen on tärkeää. Arvojen perusteella on luotu periaatteet, jotka ovat pyramidin ylin kerros. Periaatteet on jaettu kahteen asiaan, just-in-time (JIT) ja jidoka, eli käytännössä oikea-aikaiseen tekemiseen sekä edellytyksiin tälle tekemiselle. Seuraavalle tasolle on määritelty ne menetelmät, joilla JIT ja jidoka toteutuisivat. Kun menetelmät on luotu, voidaan alimmaksi kerrokseksi määritellä työkalut ja toiminnot. Näin ollen koko tuotantostategia perustuu lopulta yhtiön alkuperäisiin arvoihin ja kaikelle tekemiselle on olemassa peruste. (Modig & Åhlström, 93-103.)



KUVIO 2. Pyramidi, joka kuvaa Toyota Production Systemiä (Modig & Åhlström 2013)

4.4 Lean käsitteenä ja käsitteiden merkitykset

Tässä opinnäytetyössä ei käsitellä kaikkia lean-järjestelmään perustuvia käsitteitä, vaan oleellista on avata niiden käsitteiden perusajatuksia, jotka ovat tällä hetkellä oleellisesti yritys X:n tuotantoon liittyviä tai tulossa osaksi toimivaa tuotantolinjaa.

Lean käsitteenä merkitsee paljon enemmän kuin joukko vieraskielisiä termejä, joilla jokaisella on jokin erityinen parannustarkoitus. Lean tarkoittaa kokonaisvaltaista ajatustapaa, jonka mukaan koko yhtiön henkilöstö toimii. Näin ollen, jotta yritys olisi aidosti leaniin pohjautuva, pitää jokaisen, niin tuotannon kuin johdonkin, työntekijän suhtautua siihen sitoutuvasti. (Liker, 10.)

Lean-käsitteen mielleyhtymät vaihtelevat suuresti riippuen kysyttävältä kohteelta. Joku käsittää sen enemmän abstraktina käsitteenä ja toiset taas konkreettisempaan tekemiseen. Lean ei yksioikoisesti kuitenkaan ole pelkästään kumpaakaan aiemmin mainituista, vaan se on kokonaisvaltainen toimintastrategia, jolla pyritään niin abstraktimpaan kuin myös konkreettiseen parantamiseen kaikissa tuotannon soluissa. (Modig & Åhlström, 69, 93.)

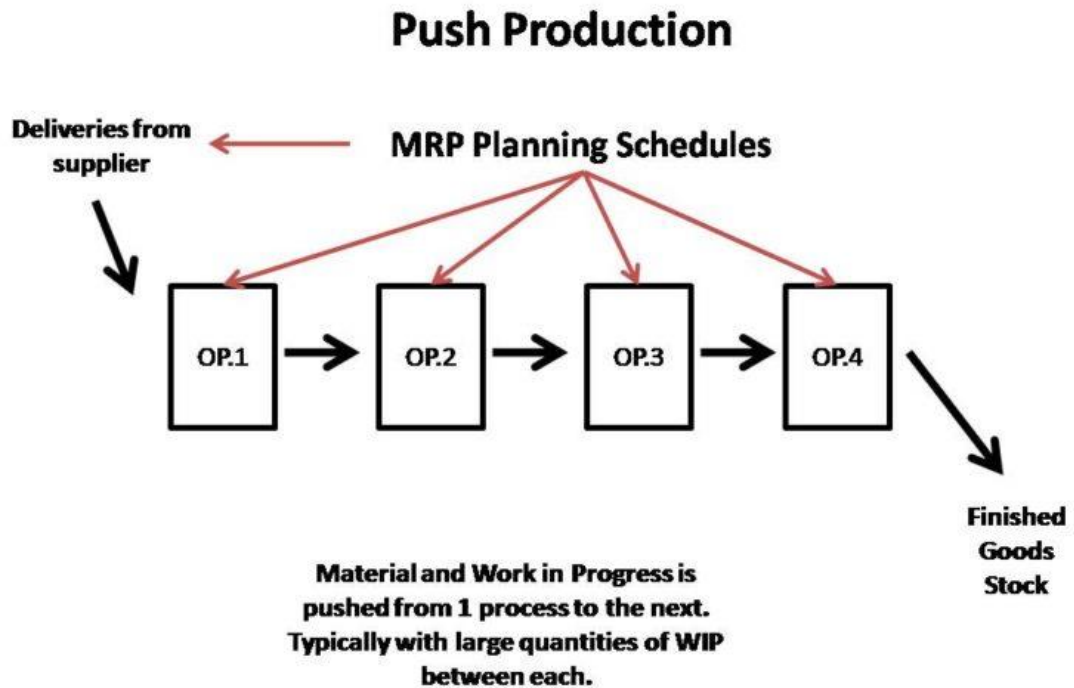
4.4.1 JIT

Just-in-time on TPS:n perusajatuksia, joiden mukaan toimia, jotta tuotanto olisi tehokasta kaikkina vuodenaikoina ja kaikissa tilanteissa. Just-in-time kertoo jo terminä kaiken oleellisen sen merkityksestä. Sen tarkoitus on optimoida koko tuotanto siten, että asiat tehdään oikeassa järjestyksessä ja oikeanlaisella tahdilla sekä volyyymilla. Tällä tavoin vältetään toisaalta ylituotannolta kuin myös alituotannoltakin. (Lean manufacturing tools n.d.)

Perinteisissä tuotantomalleissa on yleisesti pyritty tehokkaasti täyttämään varastoja, joista tuotteiden myynti tapahtuu. Tämän toimintamallin ongelma on, että tuotantomäärien suhteuttaminen myynnin onnistumiseen on hankalaa, joissain tapauksissa jopa mahdotonta. Näin ollen yrityksen on lähes mahdoton arvioida, kuinka paljon sillä on todellisuudessa kiinni pääomaa varastossa esimerkiksi vuoden kuluttua nykyhetkestä. (Lean manufacturing tools n.d.)

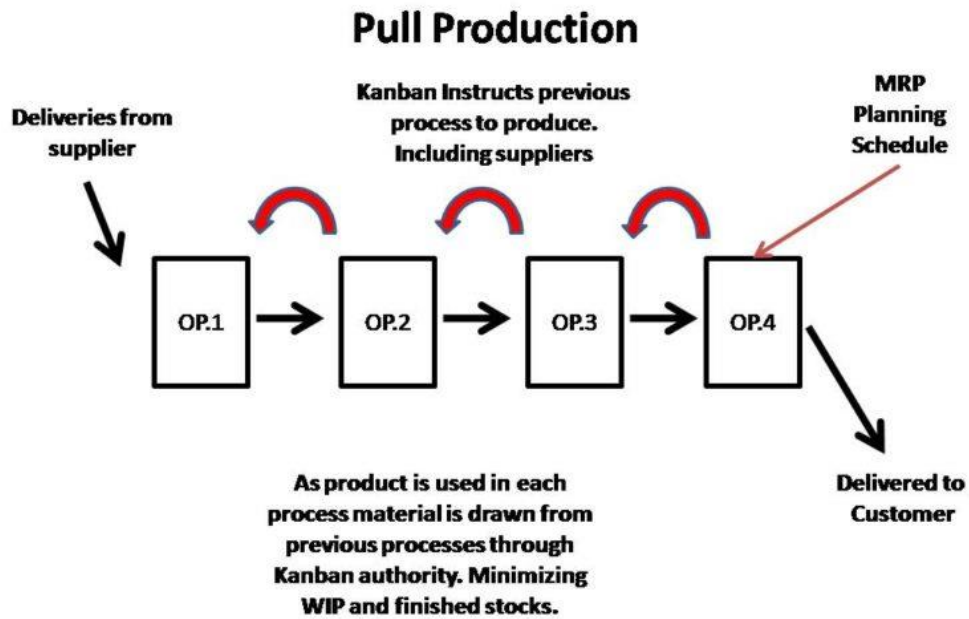
4.4.2 Työntö- ja imuohjaus

Perinteisessä tuotantomallissa erilaisten komponenttien sekä tuotteiden määrä arvioidaan tilauksen tullessa asiakkaalta, jolloin tuotannonsuunnitelma tehdään koko tuotteen osalta. Tällainen tapa vaikeuttaa tarvittavien osien määrän arviointia, eikä jo olemassa olevien komponenttien lukumäärää ole välttämättä riittävän tarkasti tiedossa. Tätä tuotantomallia kutsutaan työntöohjaukseksi (kuvio 3). (Liker, 104.)

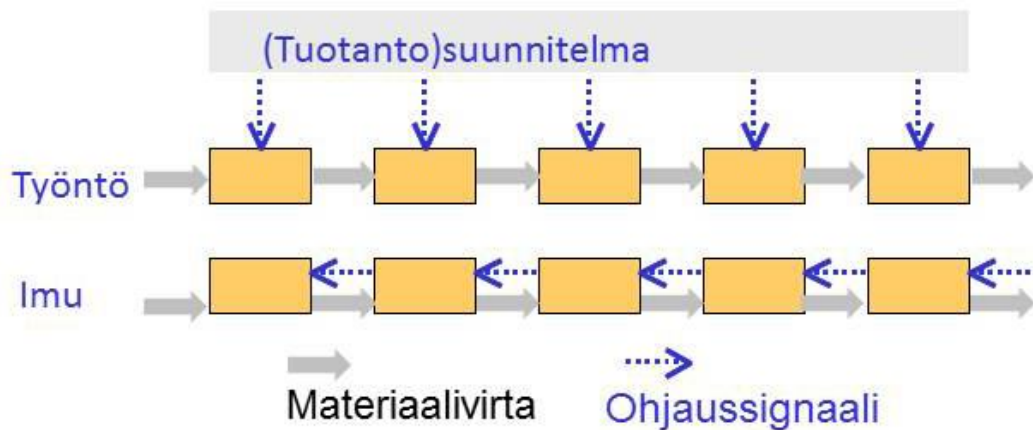


KUVIO 3. Työntöohjaus tuotannossa (Lean manufacturing tools n.d.)

Imuohjaus (kuvio 4) perustuu kysynnän ja tarjonnan kohtaamiseen tuotannossa. Imuohjaus on kehitetty vähentämään varastoinnin tarvetta sekä siten vapauttamaan pääomia varaston osalta. Näin ollen imuohjauksella pyritään vähentämään tuotteiden ja osien ylituotantoa. Täydellisessä imuohjatussa tuotannossa varastoja ei olisi käytännössä ollenkaan, mutta tiettyjä varastoja useimmissa tuotannoissa on välttämätöntä olla, jotta tuotteet pystytään tekemään oikea-aikaisesti (JIT). Toyotalla on luotu tähän kaksilaatikkojärjestelmä kanban. (Liker, 104-107.)



KUVIO 4. Imuohjauksesta tuotannossa (Lean manufacturing tools n.d.)



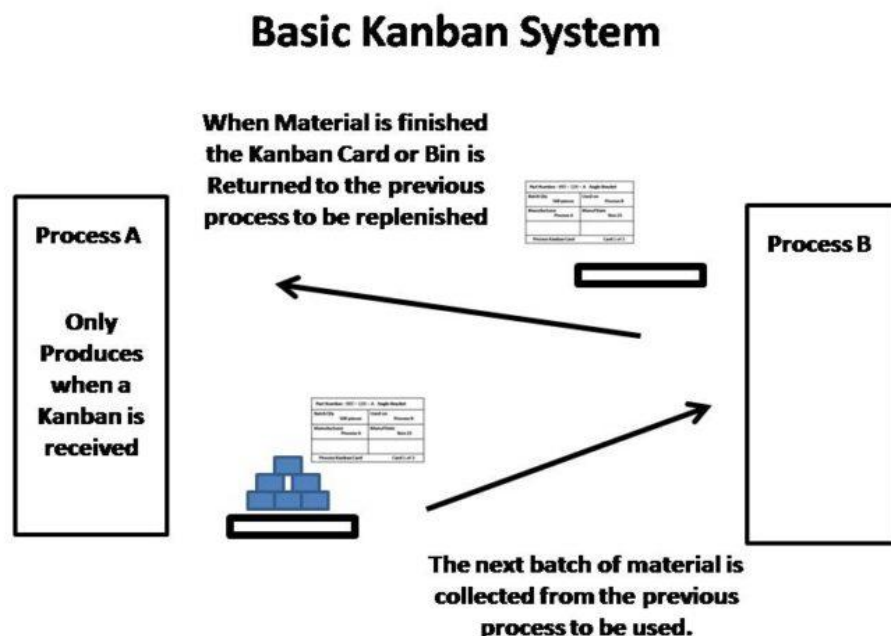
KUVIO 5. Työntö- ja imuohjauksen vertailu (Logistiikan maailma n.d.)

4.4.3 Kanban

Yleinen tuotantolaitosten ongelma on tuottaa aikataulun mukaisesti tietty määrä esimerkiksi tuotteiden osia, mutta varastossa olevien osien määrää ei sinällään

pystyttyä arvioimaan tarkasti. Näin syntyy ylituotantoa ja toisaalta myös alituotantoa. Osia ei siten tehdä oikeaan aikaan ja oikeaa määrää tai ainakin se on hankalasti arvioitavissa. Kanban-järjestelmä (kuvio 6) pureutuu tähän ongelmaan. (Liker, 106.)

Kanban-kaksilaatikkajärjestelmässä on kaksi laatikkoa, joista toinen on osia käytävällä työpisteellä ja toinen osia valmistavan työpisteen läheisyydessä. Molemmat laatikot ovat alussa täynnä osia. Kun osia käyttävän työpisteen osat on käytetty loppuun, palautetaan tyhjä laatikko osia tekevälle työpisteelle ja otetaan täysi laatikko käytettäväksi. Näin ollen syntyy osia tekevälle yksikölle signaali tehdä lisää osia kanban-kortin mukainen määrä. Kanban-kortti on yksinkertaisimmillaan kortti, johon tulee tietoja osasta ja oikeasta määrästä laatikossa. Oleellisia tietoja ovat esimerkiksi osan numero ja kuva. Tällä tavoin osien imu perustuu niiden kysyntään. Luonnollisesti kanban-järjestelmässä syntyy myös pieniä varastoja harvemmin käytettyihin tuotteisiin, mutta se mahdollistaa sen, että niitä on aina saatavilla ja toisaalta sen, ettei niitä ei tuoteta yli sen, mitä kanban-järjestelmä sallii. (Liker, 106-108.)



KUVIO 6. Kanban-järjestelmä toiminnassa (Lean manufacturing tools n.d.)

4.4.4 5S

5S (kuva 1) on nimensä mukaisesti viiden kohdan parannuskeino esimerkiksi tuotannon läpimenoaikojen lyhentämiseen. 5S-ohjelmaa voi hyödyntää menestyksekkäästi myös monissa muissa toimissa kuin vain tuotannossa. 5S-ohjelman tavoite on käyttää tila tehokkaasti hyödyksi sekä säilyttää järjestys yllä. (Six Sigma 2013.)

5S perustuu viiden ”ässän” kokonaisuuteen: sort (lajitteleminen), store (järjestäminen), shine (puhdistaminen), standardize (standardointi), sustain (ylläpitäminen). Oleellista tämän viiden kohdan ohjelman toimivuudessa on, että jokainen siihen osallistuva henkilö ymmärtää asian tärkeyden. (Six Sigma 2013.)



KUVA 1. 5S-toimintaperiaatteet (Six Sigma 2013)

1. Lajittele

Kaikki kehitys toimivampaan työympäristöön lähtee konkreettisista toimista. Näin ollen lajittelu on selkein toimi, jotta kehityksen tien saa käyntiin. Lajittelemalla kaikki työpisteellä olevat tavarat ja tarvikkeet tarpeellisiin ja tarpeettomiin sekä poistamalla kaikki tarpeettomat tavarat työpisteen ulkonäkö muuttuu jo selvästi ja kehitystä on mahdollista jatkaa.

2. Järjestä

Kaiken irtaimiston lajittelun jälkeen on luonnollisesti järkevää järjestää kaikki jäljelle jäävä materiaali. Järjestäminen ei tarkoita vain tavaroiden sijoittelua kertaluontoisesti, vaan oleellista on merkitä ja sijoitella tavarat järkevällä tavalla, jotta esimerkiksi työkalujen sijainti on järkevä tehtävään työhön nähden.

3. Puhdista

Kun tiedossa on tarvittavat työkalut ja merkinnät on tehty, voidaan siisteyteen keskittyä entistä tehokkaammin. Puhdistaminen lisää työviihtyvyyttä ja työn tehokkuutta merkittävästi, joten esimerkiksi viikottainen puhdistaminen ei käytännössä laske tuottavuutta ollenkaan.

4. Standardoi

Kun riittävä siisteystaso on löytynyt ja sitä on kokeiltu, se kannattaa standardoida vakituisesti menetelmäksi ja osaksi yrityksen toimintakulttuuria. Standardoinnin avulla ei synny epäselvyyksiä, mitä tehtäviä kenellekin kuuluu ja milloin.

5. Ylläpidä

Lopuksi, kun kaikki konkreettiset toimet on tehty, alkaa varsinainen jatkuva työ. 5S ei ole luotu kertaluontoiseksi siivoustoimeksi, vaan sen avulla on tarkoitus pitää tiettyjä rutiineja yllä. Tällä tavoin se myös edistää toimivaa ja jatkuvaa työn virtaavuutta. 5S-periaatteiden toteutuminen vaatii jokaisen sitoutumista noudattamaan sen periaatteita. Käytännössä, mikäli jokainen ei noudata sitä, alkaa järjestyksen rapautuminen jo ennen kuin se ehti edes varsinaisesti alkaa ja syntyy helposti tietynlainen "lumipalloeefkti". (Liker,150.)

5 TUOTE X:N KOKOONPANOSOLUN LÄHTÖTILANNE

5.1 Ongelmat ja lähtökohta

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää tuotteen x kokoonpanopisteestä toimiva kokonaisuus sekä laatia tuotteelle kokoonpano-ohjeet. Lisäksi kehitystyön kohteena oli laatia laitteelle lopputarkastusraportti. Lisätehtävänä oli vielä suunnitella ihanteellinen kokoonpanoalue, jonka avulla olisi mahdollista kehittää tuotteen kokoonpanoa nykyistä suuremmille eräsuuruuksille.

Lähtötilanteessa kokoonpanopiste oli olemassa ja kokoonpanotyö oli aloitettu. Ongelmana oli tilan heikko ja osin myös tuottamaton käyttö. Alkuperäisestä tilasta puuttuivat järkevät osien säilytyspaikat. Esimerkiksi hyllyköiden käyttö ei ollut tehokasta ja niitä oli liian vähän, eikä työkalujen sijoittelu ollut järkevällä tasolla. Näin ollen tilassa ei ollut mahdollista suorittaa kokoonpanotyötä joutuisasti ja tehokkaasti.

Ongelmana oli myös kokoonpano-ohjeiden puuttuminen. Kyseisessä pisteessä koottava tuote x on tuote, jossa on monia eri osakokonaisuuksia, jotka liitetään toisiinsa. Tällöin inhimillisen virheen mahdollisuus kasvaa, sillä tuotteessa on paljon eri osia, joiden oikeaoppinen liittäminen toisiinsa on elintärkeää valmiin tuotteen pitkäikäisen toiminnan kannalta. Lisäksi kunnollisista työohjeista uusien työntekijöiden on huomattavasti helpompaa omaksua tuotteen ominaispiirteet. Muiden työntekijöiden aikaa säästyy, kun uusien työntekijöiden ei tarvitse kysyä heiltä ohjeita, ellei odottamattomia ongelmia synny. Hyvien työohjeiden ansiosta tuotanto ei koskaan pysähdy, vaikka työpisteellä vakituisesti työskentelevä henkilö olisi esimerkiksi sairaana.

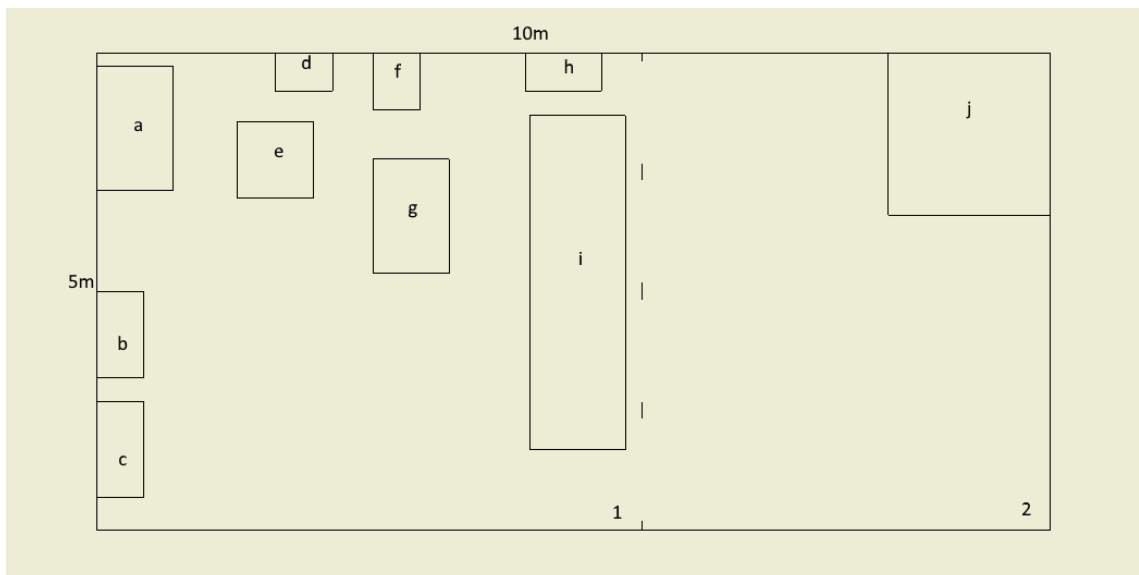
Lisäksi, kun kyseessä on useita eri toimintoja sisältävä laite, pitää sille tehdä perusteellinen tarkastus ennen kuin se päätyy asiakkaalle. Tällä tavoin pystytään välttämään inhimillisten virheiden syntyminen kokoonpano- tai muussa työvaiheessa. Lopputarkastuspöytäkirjan avulla tuotteen lopputarkastuksen voi suorittaa.

taa myös joku muu kuin laitteen koonnut henkilö, joten se myös sujuvoittaa tuotteen lähettämistä asiakkaalle. Luonnollisesti kunnollinen lopputarkastus luo myös hyvän laatuvaikutelman yrityksen toimintamalleista.

5.2 Nykyisen kokoonpanosolun layout

Alkuperäisen työpisteen layout oli sekava sekä tuotteille ja työkaluille ei ollut olemassa omia merkittyjä paikkojaan. Tämä johtui vain siitä, että tuote oli niin uusi, että vakiintuneita paikkoja ei ollut vielä ehtinyt syntyä. Tämä tilanne oli toisaalta ihanteellinen layout-muutoksen kannalta, koska mitään perinteisiä ”näin on asiat aina tehty” -ajatusmalleja ei ollut vielä syntynyt sekä tämän tuotteen kokoonpanijat olivat uusia.

Alkuperäinen solu on kuvattu kuvassa 2, jossa solun sisäiset kohteet on esitetty kirjaimin: a) työtaso b) ruuvihyllykkö c) taso ja paineilmapiste d) työkaluvaunu e) kokoamispaikka f) taso g) työtaso h) latauspiste i) trukkihyllykkö j) hydrauliiikkapuristin:



KUVA 2. Tuotteen x kokoonpanosolun alkuperäinen layout

1. Kokoonpanoalue

Kokoonpanoalueen tila ei ole kokonaan hyödyllisessä käytössä. Tilaa on rajallisesti ja se on käytetty epäloogisesti: muun muassa trukkihyllykkö on paikassa, johon trukilla ei ole mahdollista ajaa lähelle siirtämättä pöytiä edestä. Näin ollen tavaroiden järkevä säilytys ei ole mahdollista.

2. Lisätila

Lisätila on yleinen varastotila, jossa ei ole selvää järjestystä. Lisätilaa on kuitenkin mahdollista käyttää kokoonpanotyössä hyödyksi.

6 KOKOONPANOSOLUN KEHITYSTYÖ

Solun kehitystyö tehtiin yhdistämällä todelliset käyttäjäkokemukset ja lean-metodit yhteen. Tällä tavoin oli mahdollista suunnitella solun toimintatavat ja layout sekä käyttäjäystävällisiksi, että myös leania tukevaksi kokonaisuudeksi.

Leanin syvimmat tarkoitukset perustuvat työpaikan siisteyden ja järjestyksen sekä tuotannon toiminnan edistämiseen. Vaikka lean-metodit ovatkin yksittäisiä tapoja toimia ja osittain mahdollisia ottaa käyttöön sellaisinaan, silti kaikki aiemmin tässä raportissa esitellyt lean-metodit liittyvät oleellisesti toisiinsa, joten esimerkiksi ilman toimivaa kokoonpanosolua on hankala ottaa just-in-time- tai 5S-metodiakaan tehokkaalla tavalla käyttöön.

Kehitystyön vaatimuslistaa tehtäessä tilannetta kartoitettiin kokoonpanijoiden ja yrityksen johdon näkökulmasta. Tavoitteet ja vaatimukset perustuivat siten useamman henkilön näkemyksiin ja kokemuksiin tuotantotilan kehitystarpeista. Kehittämisen tarvetta havaittiin työkalujen, työtasojen, osien ja yleisen layoutin osalta.

6.1 Kehitystyön vaatimukset

Jotta kehitystyö uuden layoutin osalta saatiin alulle, tuli kehityskohteille luoda vaatimukset.

Vaatimukset, joita työpisteen kehitystyölle laadittiin:

1. Työkaluille ja pienosille tulisi olla selkeä järjestys eikä niitä tulisi olla työpisteellä liikaa.
2. Työtasojen sijainnin suhteessa osiin ja työkaluihin tulisi olla toimiva.
3. Ylimääräistä ainesta ei tulisi työpisteellä olla, esimerkiksi vanhat osat tulee poistaa.
4. Hyllyköiden tehokas käyttöaste.

6.2 Työkalujen ja pienosien järjestäminen

Lähtötilanteessa työpisteen työkaluille ei ollut selviä omia paikkoja merkittyinä. Epäselvä työkalujen järjestys vaikuttaa merkittävästi kokoonpanon suorittamiseen joutuisasti, joka edelleen vaikuttaa suoraan kokoonpanoaikoihin. Lisäksi tehdaskävelyn vähentäminen ja työkalujen etsiminen vaikuttavat kokoonpanoaikojen lisäksi myös työviihtyvyyteen ja työn innostavuuteen, joten on erittäin perusteltua luoda selkeät rutiinit, joiden mukaan toimia.

Työpisteen työkalut voitiin jakaa ryhmiin:

1. Perinteiset käsityökalut.
2. Sähkökäyttöiset työkalut.
3. Paineilmatyökalut.

Järjestäminen lähti liikkeelle tarvittavien työkalujen kartoituksella, sillä työpiste on aiemmin toiminut enemmän protopisteenä kuin varsinaisena kokoonpanopisteenä. Näin ollen työpisteelle oli kertynyt myös turhia työkaluja. Tilanteen kartoituksen jälkeen työkaluille valmistettiin omavalmisteinen pyörillä liikkuva työkaluvaunu, johon työkalut ja pienosat voitiin sijoittaa sekä merkitä.

Myös pienosien osalta lähtökohta oli sama kuin työkaluillakin, joten niiden kartoitus sekä uudelleen järjestäminen oli osa työtä. Sopivin paikka sijoittaa ne, oli mahdollisimman lähelle työkaluja, jotta työpistettä olisi mahdollista muuttaa tarvittaessa pyörillä liikkuvan vaunun ansiosta. Näin ollen pienosille, kuten ruuveille ja muttereille, tehtiin vaunuun oma lokerikkonsa ja paikat merkittiin.

6.3 Työtasot ja ergonomia

Työpisteellä olevien työtasojen merkitys on erittäin oleellinen tekijä työviihtyvyyden ja työn sujuvuuden kannalta. Työn sujuvoittamiseksi työtasojen on oltava esimerkiksi sopivalla korkeudella, jotta työntekijä pystyy työskentelemään solulla sujuvasti päivästä toiseen ilman turhia ergonomiasta johtuvia sairauspoissaoloja.

Oleellisia asioita työtasojen kannalta ovat:

1. Työtasojen sijainti.
2. Työtasojen geometria.

Työtasojen sijainti työpisteessä ei ole samantekevä, vaikka solu sinällään olisikin pieni, sillä silti ylimääräistä tehdaskävelyä syntyy päivän aikana tarpeettoman paljon. Näin ollen työtasojen tulee sijaita toisaalta lähellä työkaluja, mutta myös lähellä käytettäviä osia. Tässä opinnäytetyössä käytettäville työkaluille tehtiin pyörillä liikuteltava työkaluvaunu, joten sen suhteen työtasojen sijainnilla ei sinällään ole suurta merkitystä. Kuitenkin määrävänä tekijänä oli paineilmapisteen sijainti: työtasot tuli sijoittaa nykyisen paineilmapisteen lähelle, sillä paineilma-käyttöiset työkalut ovat kokoonpanotyössä jatkuvassa käytössä.

Myös työtasojen geometrian tulee olla suotuista kokoonpanijan kannalta. Vääräntyyppinen työtaso aiheuttaa työntekijälle terveydellistä haittaa huonoista työasenoista johtuen. Hyvä työtaso on oikealla korkeudella sekä riittävän suuri, jolloin se on mahdollisimman monikäyttöinen. Tämän opinnäytetyön puitteissa työtasoja ei vielä hankittu, vaan se jätettiin kehitysehdotuksen tasolle.

6.4 Ylimääräisen aineksen poistaminen

Ylimääräisten työkalujen ja ylimääräisten osien poistaminen työpisteeltä oli seuraavaksi tehtävänä, sillä tässä kohdassa oli jo selvillä tarvittava ja näin ollen myös ylimääräinen aines. Tuotteen kehitysvaiheessa oli luonnollisesti syntynyt vanhoja osia, joita oli jäänyt työpisteelle, joten ne poistettiin.

Lisäksi kokoonpanoalueella oli säilytyksessä esimerkiksi ylimääräinen hydraulikkakäyttöinen puristin, joka vei melko paljon käyttökelpoista tilaa. Ylimääräisen aineksen poistamisen jälkeen oli helpompi luoda kokonaiskuva alueesta, joten myös uuden layoutin suunnittelemisen oli helpompaa.

Ylimääräinen aines poistettiin solusta, kun tiedossa olivat tarvittavat työkalut ja senhetkiset käytettävät osat. Ylimääräiset työkalut sijoitettiin tehtaalla muille työpisteille, joten niillekin keksittiin hyötykäyttöä.

6.5 Layout-suunnitelma

Uuden layout-suunnitelman luominen perustui käytännön kokemukseen toimimattomasta järjestyksestä ja suunnitelmassa hyödynnettiin myös lean-ajattelumallia tuotannon järjestyksestä. Suunnitelman lähtökohtana oli suunnitella koko solu uudelleen, jotta tuotanto tehostuisi.

Suunnitelman luontiin vaikuttivat muutamat suunnittelukriteerit, joiden mukaan uusi layout tuli suunnitella:

1. Paineilmapisteen sijainti

Paineilmapiste päätettiin jättää muuttamatta, joten se oli määräävänä tekijänä kokoonpanoalueen rajauksessa. Paineilmapiste sijaitsee alkuperäisen kokoonpanoalueen vasemmassa reunassa (kuva 2).

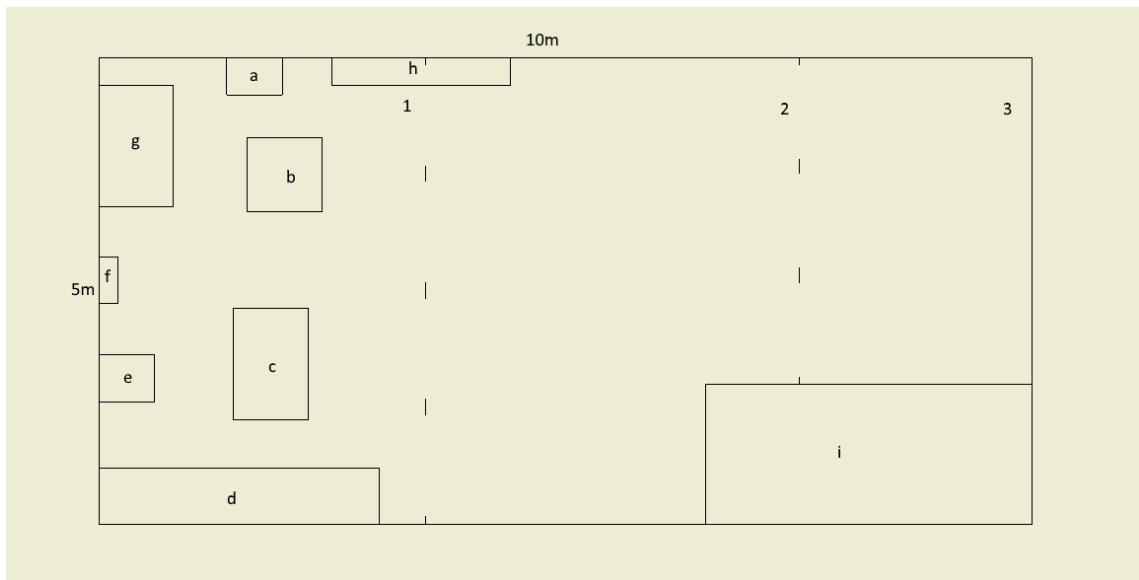
2. Trukkihylykön sijainti

Trukkihylykön sijainti oli suunniteltava siten, että siihen on selkeä pääsy trukilla. Tähän asiaan vaikutti viereisten työpisteiden layout. Trukkihylykkö oli sijoitettu alkuperäisen kokoonpanoalueen keskelle (kuva 2).

Layout-suunnitelman lähtökohtia olivat:

1. Trukkihyllykön käytön parantaminen.
2. Selkeä tila varastoinnille.
3. Kokoonpanoalueen ja -tason sijainti suhteessa osiin sekä työkaluihin.

Yllä mainittujen suuntaviivojen perusteella luotiin layoutista suunnitelma, jonka pohjalta uusi layout muokattiin (kuva 3). Solun sisäiset kohteet merkittiin kirjaimin: a) työkaluvaunu, b) kokoonpanopaikka loppukokoonpanolle, c) kokoonpanotaso, d) osahyllykkö ja pakkausmateriaalit, e) työkaluseinä(liikuteltava), f) siivousvälineet, g) työtaso, h) kierrätysastiat ja i) trukkihyllykkö:



KUVA 3. Uusi tuotantosolun layout

1. Kokoonpanoalue

Kokoonpanoalueella tuotteen kasaus suoritetaan kokonaisuudessaan. Myös pakkaus suoritetaan kyseisellä alueella. Alueella on tarvittavat työkalut ja pienraudat, työtasot, kierrätysastiat, siivousvälineet sekä pienet osat laatikoituina. Suuret osat ovat suuremmissa hyllykössä varastoalueen reunassa.

2. Kokoonpanoalueen tai varaston lisäosa

Toisen alueen tarkoitus on toimia tarvittaessa käytettävänä lisäosana, esimerkiksi pakkausta odottavien tuotteiden säilytystilana. Kuitenkaan alueelle ei ole tarkoitus varastoida tuotteita pitkäikäisesti, vaan vain väliaikaisen tarpeen niin vaatiessa.

3. Valmisvarasto

Valmisvarasto on tuotteille, jotka on jo pakattu ja siirretty lavojen päälle ja jotka odottavat kuljetusta asiakkaalle. Alueella on merkitty lavojen paikat, jotta ylimääräistä tavaraa ei kertyisi.

6.6 Layoutin muuttaminen

Kun suunnitelma oli valmis, layoutin muuttaminen järkevämmäksi oli mahdollista. Suurin muutos layoutin kannalta oli trukkihyllykön kääntäminen, sillä se muutti koko työpisteen käytön aivan uudelle tasolle, sillä uutta tilaa avautui käyttöön ja toisaalta aiemmin käyttämättä ollut tila tuli hyötykäyttöön. Lisäksi nyt trukilla pääsi ajamaan hyllykölle esteettömästi, joten kaikkien hyllyjen hyötykäyttö parani merkittävästi.

Loput muutokset suoritettiin hyllykön kääntämisen jälkeen. Tavarat ja tasot siirrettiin suunnitelman mukaisiin paikkoihin ja ne merkittiin. Näin ollen layout parani merkittävästi työn suorittamisen kannalta sekä uudella järjestyksellä myös siisteyden ylläpitäminen helpottui merkittävästi.

6.7 Merkitseminen

Jotta layout pysyisi toimivana ja lean-ajattelun mukaisena, oli oleellista suorittaa tavaroiden ja lavapaikkojen merkitseminen. On olemassa useita erilaisia merkitsemistapoja, joista yleisesti käyttökelpoisimmat lienevät maalaus tai teippaus. Tässä tapauksessa päädyttiin merkitsemään lattiaan teipillä lavapaikat sekä työalueet. Teippi on helposti poistettavissa tarvittaessa sekä toisaalta yksinkertainen asentaa.

Merkitseminen tapahtui seuraavasti:

1. Varasto

Varastoon merkittiin paikat kahdeksalle lavalle, lavan mittojen mukaan.

2. Kokoonpanoalue

Kokoonpanoalueen minimikoko on kokemuksen mukaan noin 4 m x 4 m, joten merkitseminen tapahtui sen mukaisesti. Paikan valintaan tässä tapauksessa vaikutti paineilmakeilan sijainti.

3. Kierrätys

Kierrätysastioiden merkintä suoritettiin suotuisaan paikkaan suhteessa kokoonpanoalueeseen. Kierrätysastioiden keskeinen sijainti kokoonpanoalueeseen nähden helpottaa huomattavasti alueen siisteyden ylläpitämistä.

4. Hyllypaikat

Hyllypaikkojen merkintä suoritettiin kokoonpano huomioiden. Hyllyiltä tulee pysyvä ottamaan osia ilman, että tarvitsee välttämättä käyttää nostimia tai tikkaita. Näin ollen hyllykön ylähyllyille sijoitettiin harvemmin tarvittavia osia ja alahyllyille jatkuvasti tarvittavia osia.

7 KOKOONPANO-OHJE JA LOPPUTARKASTUSRAPORTTI

7.1 Kokoonpano-ohjeen laadinta

Kokoonpano-ohje käsittelee tuotteen kokonaisvaltaista kokoamista valmiiksi tuotteeksi asti. Tuote x sisältää suhteellisen paljon erilaisia osia, joten ilman kokoonpano-ohjetta sen kasaamisen oppiminen on hitaampaa ja haasteellisempaa. Ongelmallista on myös se, että opettaminen tapahtuu opettajan muistin varassa. Tällä tavoin inhimillisen virheen mahdollisuus kasvaa ja opettaminen hankaloituu.

Kokoonpano-ohje sisältää kaikista työvaiheista havainnekuvan ja selityksen mitä tehdään ja missä järjestyksessä sekä luonnollisesti tarvittavat osat ja liitostarvikkeet. Lisäksi ohjeesta ilmenevät oleellimmat asiat kunkin osan liittämistä toisiinsa. Kokoonpano-ohjeen tarkempi kuvaaminen ei ole mahdollista, koska se on raportin salassa pidettävä osa.

7.2 Lopputarkastuspöytäkirja

Tuotannon laadun varmistamiseksi valmiille tuotteelle pitää luonnollisesti tehdä lopputarkastus. Lopputarkastuksen tekeminen on oleellista myös tuotannon kehittämisen kannalta, sillä jos tarkastuksissa huomataan jokin systemaattinen virhe, voidaan virhe poistaa tuotannosta tarkastuksen ansiosta. Lisäksi tarkastettu tuote on laadukas ja toimintavarma tehtaalta lähtiessään.

Lopputarkastus voidaan jakaa karkeasti kolmeen osa-alueeseen:

1. Ulkoasu

Ulkoasu arvioidaan mahdollisten maalausvirheiden ja kokoonpanossa syntyneiden virheiden osalta. Ulkoasua arvioitaessa varmistetaan myös, että tuote on juuri oikeanlainen tilattuun tuotteeseen nähden.

2. Asennus

Asennuksen laadun arviointi on luonnollisesti merkittävä vaihe, jotta tuote voi toimia oikein. Asennus arvioidaan osien sekä pulttien ja muttereiden kiinnityksen mukaan. Myös sähköjohdotuksien arviointi kuuluu oleellisena osana asennuksen laadukkaan vaikutelman ja tuotteen pitkäikäisyyden arviointiin.

3. Toiminta

Tuotteen toiminta kokeillaan käytännössä lopputarkastuksen yhteydessä. Kaikki tuotteen toiminnot käydään läpi sekä lopuksi akun oikea jännite mitataan. Tuote lähtee näin ollen täysin käyttövalmiina tehtaalta.

Lopputarkastuksessa arvioidaan näin ollen mahdollisimman tarkasti valmiin tuotteen kaikki ominaisuudet. Valmiissa tuotteessa on useita sähkötekniisiä toimintoja, joiden toimivuudesta ei voi varmistua ilman niiden konkreettista testausta. Valmiin tuotteen sujuva toiminta ja siisti ulkonäkö takaavat asiakastyytyväisyyden, mikä on elintärkeää uusia asiakkaita hankittaessa. Lopputarkastusraportti on tämän raportin erillinen salassa pidettävä liite, jota ei julkaista.

8 LAYOUTIN JATKOKEHITTELY

8.1 Layoutin jatkosuunnitelmat ja kokemukset

Tässä opinnäytetyössä suunniteltiin uusi layout nykyiselle työpisteelle. Tulevaisuutta ajatellen on oleellista suunnitella työpiste myös siten, että se palvelisi mahdollisimman tehokkaasti myös nykyistä suurempien erien valmistuksessa. Tämä layoutin jatkokehittely toteutettiin tässä opinnäytetyössä suunnitelmana, jota ei vielä toteutettu.

Layoutin jatkokehittelyyn johtivat kokemukset jo muutetusta kokoonpanosolusta. Kokemusten mukaan kokoonpanotasoja voisi olla enemmän ja toisaalta osien sijoittelua voi edelleen parantaa. Näistä syistä oli oleellista suunnitella sellainen layout, joka palvelisi myös tulevaisuuden tarpeita.

8.2 Mittasuhteet

Kuten aiemmin on jo tullut esille tässä raportissa, nykyisen kokoonpanopisteen fyysinen koko tuottaa tiettyjä hankaluuksia ja rajoituksia. Näin ollen ideaalinen kokoonpanosolu olisi suurempi kuin nykyinen. Toisin sanoen hieman suuremmalla kokoonpanopisteellä olisi mahdollista tehdä useamman ihmisen voimin tehokasta kokoonpanotyötä, nykyisellä pisteellä tehokas jatkuva työskentely ei ole aina mahdollista tilanpuutteen vuoksi. Mittasuhteiden niin salliessa kokoonpanotilasta tulisi väljempi, joten tilaa työskennellä olisi enemmän.

Kuitenkin nykyinenkin tila on sen kokoinen, että kaikki tarvittava on mahdollista sijoittaa myös siihen, liikkumavaraa vain on vähemmän. Oleellista tässä tapauksessa on suunnitella tarkasti tasojen ja hyllyköiden koot, jotta tilaa jää riittävästi myös työskentelyyn.

8.3 Ergonomia

Uuden layoutin suunnittelu- ja toteutusvaiheessa huomioitiin jo työtasojen ergonomia. Työtasot ovat suuri osa ergonomiaa, varsinkin tuote x:n osalta, koska suuri osa kokoonpanotyöstä suoritetaan työtason päällä. Näin ollen toimivan kokoinen työtaso lienee itsestään selvä lähtökohta toimivan kokonaisuuden luomista ajatellen. Kuitenkin työtason koko on vain yksi osa kokonaisuutta, jolla voidaan parantaa työviihtyvyyttä sekä toisaalta työn sujuvuutta. Muita ergonomiaan liittyviä käsitteitä ovat työtasojen moottorointi, työkalujen sijoittelu, työkalujen keventäminen sekä nostolaiteratkaisut.

Työtason moottorointi tarkoittaa tässä asiayhteydessä korkeussäädettävää työpöytää, jota voi sähköisesti säätää halutulle korkeudelle. Korkeuden säätömahdollisuus on erityisen tärkeää silloin, kun työpisteellä työskentelee useita henkilöitä, jotka luonnollisesti eivät ole samankokoisia, jolloin säädettävyyks on merkittävä ominaisuus työntekijän näkökulmasta. Näin ollen työntekijän on mahdollista säätää itselleen oikea työskentelykorkeus, jotta kokoonpanotyö on luontevaa eikä vaadi hankaliin ja rasittaviin asentoihin menemistä.

Työkalujen sijoittelu kokoonpanopisteille ei ole täysin yhdentekevää ergonomian näkökulmasta, sillä liikkuminen työtason ja työkalujen välillä on luonnollisesti lähtökohtaisesti täysin turhaa ja tuottamatonta työtä. Ergonomian kannalta oleellista on sijoittaa työkalut mahdollisimman lähelle työtasoa ja toisaalta myös oikealle korkeudelle, jotta nopea ja sujuva työkalujen käyttö on mahdollista.

Työkalukeventimiä on saatavilla markkinoilla useita erityyppisiä, niillä on mahdollista keventää suhteellisen matalallakin budjetilla työntekijän liikkumista sekä työkalujen nostoja. Kyseisessä kokoonpanotyössä keventimet voisivat olla käytössä lähinnä porakoneiden ja ruuvinvääntimien kanssa. Etuna olisi työkalujen jatkuva läsnäolo, kun niitä ei tarvitsisi välillä laskea pöydälle, jossa ne olisivat tiellä, eikä toisaalta kuljettaa niille varattuihin paikkoihin. Toisaalta näiden työkalujen koko ja paino eivät välttämättä vaatisi keventimiä. Luonnollisesti vasta käytännön kokeilut näyttäisivät, toimisivatko keventinratkaisut todellisuudessa eli olisivatko ne toimivia tämän tyyppisessä kokoonpanotyössä, jossa työkaluja käytetään hyvin monenlaisissa asennoissa.

Nostolaitteiden käyttö voisi olla huomattavasti työtä helpottava tekijä, sillä lopullista kokoonpanoa tehdessä osakokoonpanoja joutuu nostelemaan ja ne ovat melko raskaita painonsa puolesta sekä toisaalta niiden koko ja muoto ovat sellaisia ettei niitä pysty yksin asettamaan paikalleen. Oikeantyyppisellä nostolaitteella myös yhden ihmisen olisi mahdollista asentaa osakokoonpanoja paikalleen ja näin ollen työnteko helpottuisi sekä kevenisi merkittävästi.

8.4 Nostolaitteet

Nostolaitteiden käytöllä olisi mahdollista lisätä ergonomiaa, työn mielekkyyttä ja turvallisuutta merkittävästi, joten lienee oleellista pureutua asiaan hieman tarkemmin. Nostolaitteita tarjoavat logistisiin ratkaisuihin keskittyneet yritykset. Ratkaisuja on olemassa paljon erilaisia, joista hyvin moni sopisi kyseiseen kokoonpanotyöhön. Markkinoilla on tarjolla esimerkiksi kääntöpuominosturityypisiä (kuva 5) ja siltanosturityypisiä (kuva 6) nostolaitteita.



KUVA 5. Kääntöpuominosturi (Intolog Oy 2019)



KUVA 6. Siltanosturi (Intolog Oy 2019)

Määräviä tekijöitä laitteen valintaan ovat:

1. Sijainti

Sijainnilla on merkitystä, koska nosturi ei voi olla tiellä kokoonpanotyötä tehtäessä. Esimerkiksi siltanosturityyppisissä ratkaisuissa siltanosturin jalat voivat olla tiellä. Yksijalkainen tai seinäkiinnitteinen kääntöpuominosturi ei veisi lattiapinta-alaa pois muusta käytöstä.

2. Käytettävyys

Nosturin tulisi olla nopeasti ja helposti käytettävissä, jotta sen käyttö olisi perusteltua ja näin ollen työntekijä valitsisi mieluummin sen kuin hartiavoimin nostelun. Käytettävyyteen liittyy merkittävästi moottorin toimintanopeus ja toisaalta se, että tähän sovellukseen saa hankittua oikeantyyppisen tartuntaratkaisun, jolla kappaleesta saa helposti tukevan otteen.

3. Nostokyky

Nostokyky on luonnollisesti hyvinkin merkittävä osa nostolaitetta valittaessa. Nostokyvyn tulisi olla riittävä, mutta toisaalta nostolaitteen tarpeeton ylimitoittaminen on turhaa, koska nostolaitteiden hinnatkin jo muodostuvat nostokyvyn mukaan ja ylimitoitettuna niiden rakenteet ovat raskaammat, jolloin käyttömukavuuskin kärsii.

4. Hinta

Luonnollisesti kaikissa yrityksiin hankittavissa laitteissa hinta on yksi tekijä, joka määrää omalta osaltaan hankintoja. Kuitenkaan hintaa ei yksin kannata ottaa valintaan mukaan määrääväksi tekijäksi, sillä yleisesti ottaen hinnalle on olemassa

jokin peruste, esimerkiksi se saattaa vaikuttaa laitteen turvallisuuteen, luotettavuuteen tai käyttöikään.

8.5 Kokoonpanopisteet

Tuote x:n kokoonpano jaetaan neljään osakokonaisuuteen, jotka suoritetaan erikseen ja liitetään lopuksi yhteen. Näin ollen optimaalisin vaihtoehto olisi, että jokaiselle osakokoonpanolle olisi oma pisteensä, jossa se kootaan ja josta sen voisi lopuksi liittää osaksi kokonaisuutta. Kuitenkin tilan rajallisuuden vuoksi on täysin mahdollista, että kaksi osakokonaisuutta yhdistetään koottavaksi samassa pisteessä, koska niiden kokoonpano suoritetaan loppukokoonpanoa ajatellen eri aikaan. Kyseisten lainalaisuuksien vallitessa kokoonpanosolu jaettaisiin kolmeen varsinaiseen kokoonpanopisteeseen, jolloin tilaa jäisi vielä esimerkiksi varastoinnille.

Kokoonpanopisteet on jaoteltu:

1. Seinäpaneelien ja oven kasaus, konepellin kasaus.
2. Konemekanismin kasaus.
3. Loppukokoonpano.

8.6 Hyllyköt

Nykyistä layout-muutosta tehtäessä ilmeni, että hyllyköitä voisi olla selvästi enemmänkin, sillä nykyisten hyllyköiden käyttöaste on suuri mutta ei riittävän järkevä sujuvaa käyttöä ajatellen. Uudessa muutoksessa hyllyköitä olisi enemmän ja jokaiselle tuotteelle olisi omat paikat. Hyllyköihin pääseminen olisi aina vapaata, koska lattiapinnoilla ei säilytettäisi mitään. Näin ollen siisteys sekä järjestyksen paranisivat nykyisestä layoutista merkittäväällä tavalla. Lisäksi inventaario olisi nopeasti tehtävissä, koska inventaariolistat olisi mahdollista tehdä komponenttien nimetyn järjestyksen mukaan.

Hyllyköitä lisäämällä voitaisiin osan hyllyköistä kokoa pienentää. Tällä tavoin päästäisiin siihen tilanteeseen, että hyllyköissä olisi vähemmän osia, jolloin niiden ottaminen hyllystä olisi entistäkin helpompaa ja järjestys olisi selkeämpi.

8.7 Laatikostot

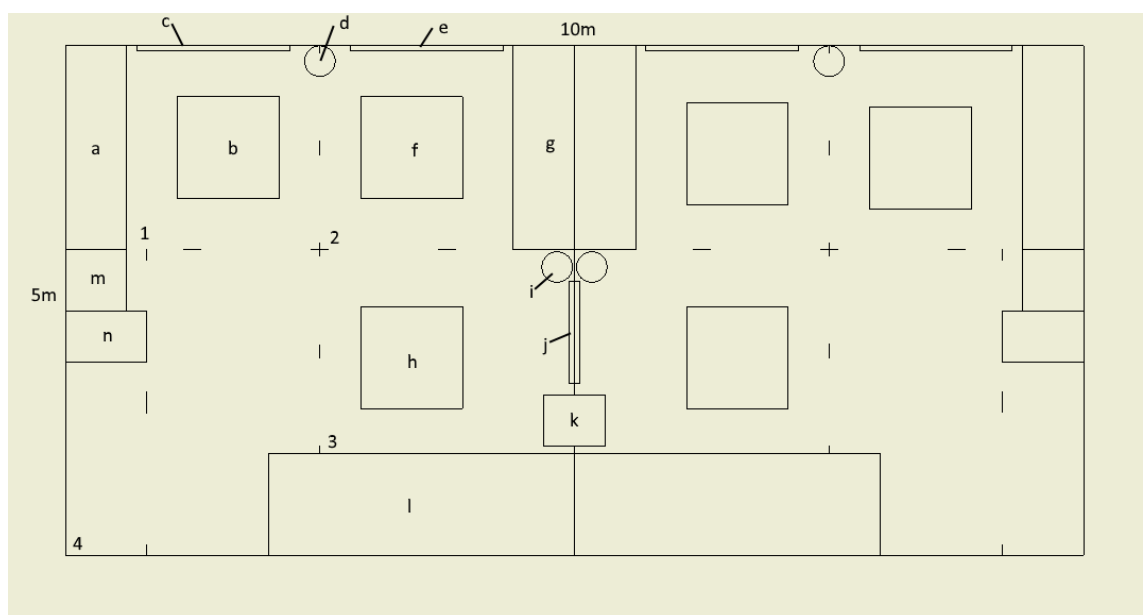
Kokoonpanoalueille sijoitettaisiin niille tarvittavat pienosat laatikoihin, jotta työskentely olisi joutuisaa ja mutkatonta. Kokoonpanopisteiden laatikoita täyttäisi kokoonpanopisteellä työskentelevä henkilö. Kaikille osille ja pienraudalle olisi olemassa toinen hyllykkö, josta kokoonpanija hakisi tarvittavat tuotteet omalle työpisteelleen.

Pienosat luokiteltaisiin esimerkiksi osiin a, b, c ja d, minkä mukaan ne sijoitettaisiin isompaan hyllykköön, jolloin hyllyköstä olisi helppo löytää tarvittavat osat. Oleellista on, että työpisteillä olisivat vain ne asiat, joita työpisteellä tarvitaan. Tällä tavoin siisteys pysyy hallinnassa sekä kokoonpanotyö hallittavissa. Kaikki laatikostot toimisivat kaksilaatikkojärjestelmällä, joka pohjautuisi solulla työskentelevien henkilön esimerkiksi viikoittaiseen inventaarioon osien tarpeesta.

8.8 Layout-suunnitelma

Kokoonpanosolun jatkokehityssuunnitelmassa esitetään nykyisen tilan jakamista kahteen identtiseen kokoonpanosoluun, joissa kummassakin pystyy tekemään koko kokoonpanon aina valmiiksi tuotteeksi saakka. Suunnitelman perusideana on, että solussa on mahdollista työskennellä joko yhden henkilön tai työvaiheet on mahdollista suorittaa samanaikaisesti myös useamman henkilön voimin. Kokoonpanosolu on jaettu pienempiin osakokonaisuuksiin, joissa jokaisessa kootaan tiettyjä työvaiheita, joten työ on selkeää ja helposti hallittavissa kokonaisuutena. Kaikilla työpisteillä on olemassa kokoonpano-ohjeet, mikä puolestaan helpottaa myös yrityksen muiden työntekijöiden siirtämistä tarvittaessa kyseiselle pisteelle, näin ollen solun varsinaisen työntekijän aikaa säästyy opettamiselta ja tekeminen on siten sujuvampaa.

Jatkokehitetty layout-suunnitelma on esitetty kuvassa 7. Solun sisäiset kohteet on merkitty kirjaimin: a) osahyllykkö, b) kokoonpanotaso, c) työkalu- ja pienrautaseinä, d) nosturi ja paineilma- sekä sähköjohtokela, e) työkalu- ja pienrautaseinä, f) kokoonpanotaso, g) osahyllykkö, h) kokoonpanoalusta loppukokoonpanolle, i) paineilma- ja sähköjohtokela sekä nosturi, j) työkalu- ja pienrautaseinä sekä sähkölogiikoiden säilytys, k) pakkausmateriaali, l) trukkilavahyllykkö, m) tyhjä trukkilavat ja n) kierrätysastiasto:



KUVA 7. Jatkokehitetty kokoonpanosolun layout-suunnitelma

Oleellisia asioita uuden layoutin luomisessa ovat:

1. Suunnitelma sisältää kaksi identtistä solua, jotka on jaettu väliseinällä.
2. Solun sisällä ei ole väliseiniä haittaamassa kuljetuksia solun sisäisesti.
3. Suuremmassa trukkilavahyllykössä suurikokoisille osille on paikat. Pienempiin osahyllyköihin tehdään täydennys tarpeen mukaan.
4. Pienet osat ovat osahyllyköissä nimettyinä ja kaksilaatikkojärjestelmän alaisina.
5. Nosturin paikka riippuu sen tyypistä ja asennettavuudesta.
6. Muutostöihin tarvitaan: lisää työtasoja, työkaluseiniä, työkaluja, osahyllyköitä, isompia tai toinen trukkilavahyllykkö lisäksi, väliseinä solujen välille ja nosturi.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

9.1 Työn tavoite ja tulokset

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää nykyistä kokoonpanosolua toimivampaan suuntaan nykyisillä tuotantomäärillä. Kuitenkin jatkoa ajatellen ja tuotantomäärien kasvaessa tuotantoa pitää kehittää jatkuvasti, joten sekin osa-alue oli tässä opinnäytetyössä läsnä ja antamassa suuntaviivoja kehityshankkeille.

Työssä suunniteltiin ja toteutettiin nykyinen layout paremmaksi ja toimivammaksi. Muutoksen jälkeen varsinaista kokoonpanotyötä jatkettiin ja huomattiin uusia lisämuutostarpeita. Lisämuutosten tarpeen mukaan tehtiin kokoonpanosolusta vielä uusi versio, joka tässä työssä suunniteltiin.

Lisäksi työtä kohdistui myös kokoonpano-ohjeiden ja lopputarkastusraportin luomiseen. Nämä kokonaisuudet luotiin opinnäytetyöntekijän oman- ja tehtaan muiden työntekijöiden kokemuksen sekä yleisen tiedonhaun pohjalta. Kokoonpanotyössä hankittu monipuolinen kokemus ja näkemys olivat oleellisia asioita kyseisten kokonaisuuksien luonnissa. Olemassa olevia ohjeita sekä raporttia on myös helppo jatkojalostaa tuotteen kehittyessä, joten näin ollen ne palvelevat myös jatkossa.

9.2 Käyttäjäkokemukset

Kokonaisuudessaan kokoonpanosolun muutosten myötä työn tekeminen muuttui selvästi positiivisempaan suuntaan, sillä turha liikkuminen ja tavaroiden etsiminen poistui käytännössä kokonaan. Työn sujuvuus kokoonpanosolussa parani näin merkittävästi.

Käyttäjäkokemuksen mukaan erityisesti just-in-time- ja kanban-järjestelmien käyttöönotto lisäisi merkittävästi työn sujuvuutta edelleen. Työn mielekkyyden lisäämiseksi myös raportissa esitellyt jatkokehitysideat olisivat tarpeellisia toteuttaa.

9.3 Pohdinta

Muutosten luonti oli osaltaan hankala toteuttaa, sillä itse tuote kehittyi opinnäytetyötä tehtäessä merkittävällä tavalla, joten osittain muutokset olisi kannattanut tehdä vasta myöhemmin kuin heti opinnäytetyön alkumetreillä. Toisaalta, ellei alkupään muutoksia olisi tehty, jatkokehitysvaiheeseen ei olisi välttämättä päästy. Huomionarvoista on, että osa alkupäänkin muutoksista on sellaisia, jotka ovat käyttökelpoisia jo sellaisenaan. Ilman ideoiden kokeilemistä ja välillä turhiakin kokeiluja ei hyvään lopputulokseen todennäköisesti päästä.

Työn tekeminen oli monin eri tavoin mielenkiintoinen projekti toteuttaa, koska suurin osa työstä oli sellaista, josta konkreettisen työn tuloksen näki välittömästi. Luonnollisesti olisi ollut mielenkiintoista toteuttaa muutokset ja ideat aivan loppuun asti, jolloin lopulliset työn tulokset olisivat olleet nähtävillä.

9.4 Kehitysehdotukset

Opinnäytetyössä kokoonpanosolulle luotiin monia parannuksia ja monia jatkokehitysmahdollisuuksia on edelleen olemassa. Tässä luvussa esiteltävät jatkokehitystoimet ovat melko pieniä, mutta oleellisia työn tuottavuuden ja viihtyvyyden kannalta.

Työtaso, jolla kokoonpanoja suoritetaan nykyisin, on tavallinen taso, jonka korkeutta ei voi muuttaa. Korkeuden muuttaminen olisi tärkeää sekä eri työvaiheiden suorittamisen kannalta kuin myös eri työntekijöiden kannalta. Markkinoilla on olemassa monenlaisia säädettäviä työtasoja, sähkökäyttöinen olisi nopein ja helpoin käyttää. Ongelmana toisaalta valinnassa voi olla oikeankokoisen työtason löytyminen kyseiseen käyttöön soveltuvaksi. Kuitenkin valmiiksi hankittuun pöytään olisi mahdollista hankkia tai tehdä oikeankokoinen kansi, jolloin valinta helpottuu.

Hyllyköiden helppoon ja sujuvaan käyttöön liittyy myös työkalut, joilla hyllyiltä voi osia ottaa. Nykyiset käytössä olevat työkalut ovat a-tikkaat sekä trukit. Nykyisessä käytössä ongelmana on trukkien sijainti, sillä tehdashallissa on käytössä

rajallinen määrä trukkeja, joten niiden hakeminen toiselta puolelta hallia tuo aina turhaa työtä. Lisäksi osa osista on sen kokoisia, että perinteisten tikkaiden avulla osien haku hyllyiltä on hankalaa. Tähän ongelmaan ratkaisuna voisi olla tuote x:n kokoonpanopisteelle oma pinoamisvaunu, jolla lavojen ottaminen hyllyiltä olisi helppoa ja nopeaa. Toisaalta pinoamisvaunun hankinnan myötä myös hyllykoiden lisääminen helpottuisi, sillä pinoamisvaunulla pääsee suhteellisen ahtaastakin paikasta ottamaan lavoja hyllyiltä.

LÄHTEET

Logistiikan maailma. N.d. Tuotannon layout. Luettu 12.11.2018.
<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tuotannon-layout/>

Six Sigma. 15.01.2013. Viiden ässän kehitystyökalu. Luettu 18.11.2018.
<http://www.sixsigma.fi/fi/artikkelit/viiden-aessaen-kehitystyökalu/>

Lean yhdistys. N.d. Tuotekehitys ja lean-LPD. Luettu 02.01.2019.
<http://www.leanyhdistys.fi/lean-tyoryhmat/lpd/>

Intolog Oy. N.d. Piennosturit ja nostolaitteet. Luettu 03.02.2019.
<https://www.intolog.fi/fi/ohjeet/suunnitteluohjeet/piennosturit+ja+nostolaitteet/>

Toyota. N.d. Toyota way. Luettu 05.02.2019.
<https://www.toyota.fi/toyota/toyota-way.json>

Tätä on lean, Niklas Modig, Pär Åhlström, Rheologica Publishing 2013

Lean enterprice institute. N.d. A brief history of lean. Luettu 06.03.2019.
<https://www.lean.org/WhatsLean/History.cfm>

Lean manufacturin tools. N.d. Just in time (JIT) production. Luettu 18.03.2019.
<http://leanmanufacturingtools.org/just-in-time-jit-production/>

Lean manufacturin tools. N.d. Kanban. Luettu 18.03.2019.
<http://leanmanufacturingtools.org/kanban/>

Toyota. N.d. Toyota production system. Luettu 18.03.2019
https://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/just-in-time.html

Toyotan tapaan, Jeffrey K. Liker, readme.fi 2013