

Jaakko Rauhala

# Kokoonpanon layout-muutos ja tuotannon kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Insinöörityö

2.10.2014

Tekijä Otsikko	Jaakko Rauhala Kokoonpanon layout-muutos ja tuotannon kehittäminen
Sivumäärä Aika	45 sivua + 1 liite 2.10.2014
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Kone- ja tuotantotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Koneautomaatio
Ohjaajat	Tuotantopäällikkö Hans Suhonen Lehtori Heikki Paavilainen
<p>Insinööriyön tavoitteena oli toteuttaa Darekon Oy:n Klaukkalan tehtaan kokoonpanotiloihin layout-muutos ja rakentaa tiloihin kokoonpanolinjasto kahdelle tuotteelle. Layout-muutoksen tärkeimmät tavoitteet olivat käytettävissä olevan lattiatilan kasvattaminen ja pakkausalueen sijoittaminen kokoonpanotiloihin. Uudella kokoonpanolinjastolla pyrittiin saamaan tehokkuutta tuotantoon. Kokoonpanolinjaston suunnittelussa ja toteutuksessa käytettiin hyväksi Lean-ajattelua ja sen työkaluja.</p> <p>Työn teoriaosuudessa tutustutaan Lean-ajattelun lähtökohtaan, tavoitteisiin, historiaan ja työkaluihin. Lean-tuotannon päätavoite on kasvattaa tuotannon tehokkuutta poistamalla tuotannon hukkia.</p> <p>Työn tuloksena kokoonpanotilojen layoutia saatiin parannettua toimivammaksi ja tiloja viihdytisämmiksi. Uuden layoutin myötä kokoonpanotiloihin vapautui kaivattua lattiatilaa ja tuotteiden pakkausalue saatiin sijoitettua kokoonpanotiloihin.</p> <p>Uudet kokoonpanolinjat toteutettiin Lean-ajattelun mukaisesti ja niiden suunnitteluun sekä toteutukseen käytettiin Lean-työkaluja. Kokoonpanolinjoilla tuotantoa saatiin tehostettua mm. karsimalla asetusaikea minimiin ja sijoittamalla kokoonpanoon tarvittavat tuotteet helposti saataville. Työskentelytavat yhtenäistettiin ja eri työvaiheista tehtiin ohjeet, mikä auttaa uusia työntekijöitä saavuttamaan hyvän työttehokkuuden nopeammin.</p>	
Avainsanat	Lean, layout, kokoonpanolinjasto

Author(s) Title	Jaakko Rauhala Assembly Area Layout Change and the Improvement of Production
Number of Pages Date	45 pages + 1 appendix 2 May 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical and Production Engineering
Specialisation option	Machine Automation
Instructor(s)	Hans Suhonen, Production Manager Heikki Paavilainen, Senior Lecturer
<p>The purpose of this Bachelor's thesis was to execute a layout change and build a new assembly line for two products in the assembly area of Darekon Ltd's production plant in Klaukka. The main priorities of the layout change were to increase free floor space and to relocate the packing area into the assembly area. The purpose of the new assembly line was to increase the efficiency of the production. The principles and tools of lean manufacturing were used in the planning and implementation of the assembly lines.</p> <p>The theory section of the thesis discusses the principles, aims, history and tools of lean manufacturing. It is noted that the main focus of lean manufacturing is to increase efficiency by eliminating waste in production.</p> <p>As a result of the thesis, the layout of the assembly area was improved to be more efficient and comfortable. The new layout freed floor space and the packing area could be relocated into the assembly area.</p> <p>The new assembly lines were implemented according to lean principles, and lean tools were used in their planning and implementation. The new assembly lines improved the production efficiency e.g. by reducing the setup time to the minimum and by placing the products required in the assembly to be easily accessible. In addition, working procedures were standardized and instructions were made for different work stages.</p>	
Keywords	Lean, layout, assembly line

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Darekon Oy	3
3	Lean	5
3.1	Leanin määritelmä	5
3.2	Lean-työkalut	7
3.2.1	Virtauttaminen	7
3.2.2	Imuohjaus	8
3.2.3	Kaizen	8
3.2.4	Työn vakiinnuttaminen	9
3.2.5	5S	10
4	Kokoonpanon layout	11
4.1	Suunnitteluvaihe	11
4.2	Kymppien haastattelut	12
4.2.1	Rosa-solu	12
4.2.2	Meka-solu	13
4.2.3	Lila- ja Huolto-solu	13
4.3	Toteutus	13
4.3.1	Pakkausalue ja ruuvihyllyt	13
4.3.2	Rosa-solu	17
4.3.3	Lila- ja Meka-solu	21
4.3.4	Huolto-solu	22
4.4	Lopputulos	24
5	DSC111- ja DST111-kokoonpanolinjan suunnittelu (vain työn tilaajan käyttöön)	25
6	DSC111- ja DST111-kokoonpanolinjan toteutus (vain työn tilaajan käyttöön)	26
7	Tulosten arviointi	27
7.1	Layout-muutos	27
7.2	DSC111- ja DST111-kokoonpanolinjat	28
8	Yhteenveto	29
	Lähteet	30

Liite

Transmitter Glass Assy kokoonpano-ohje (vain työn tilaajan käyttöön)

## 1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on Darekon Oy:n Klaukkalan tehdas. Tehdas kuuluu Darekon konserniin ja se on keskittynyt ohutlevymetallituotantoon sekä kokoonpanoon.

Työn tarkoituksena on parantaa tehtaan kokoonpanopuolen yleistä layoutia sekä rakentaa kokoonpanolinja kahdelle eri tuotteelle. Työn aihe valittiin, koska yrityskaupassa Darekonin Klaukkalan tehtaalle siirretyn Apelec Oy:n kokoonpanosolun uuden kokoonpanotilan layout osoittautui osin huonosti toimivaksi. Kahden suurimenekkisimmän tuotteen tilausmäärät ovat olleet tasaisessa kasvussa, mistä johtuen kiireisimpinä kuukausina tilausten saaminen valmiiksi ajoissa on nykyisillä tuotantomenetelmillä ollut hankalaa. Tästä syystä samaan aikaan layoutin parantamisen kanssa päätettiin rakentaa erillinen kokoonpanolinja kyseisille tuotteelle.

### Layoutin parantaminen

Tuotannon layoutin muutoksella tiloista pyritään saamaan kokonaisuudeltaan paremmin toimivat, väljemmät ja viihtyisämmät. Nykyisellään lattiatila on sitä tarvitsevilla työpisteissä liian vähäinen. Tuotantotiloissa olevien varastointihyllyjen määrää ja tarpeellisuutta on mietittävä. Tällä hetkellä hyllyjen suuri määrä vähentää tuotantotilojen käytännöllisyyttä ja vaikeuttaa työntekijöiden sekä tavaroiden kulkua. Hyllyjen täyttöaste on heikko ja siitä johtuen ylimääräistä hyllytilaa on paljon.

Isoin parannusta vaativa kohde on pakkausalueen saaminen tuotantotilojen välittömään läheisyyteen. Pakkausalueelle pitää löytyä tilaa ja luonteva paikka, josta tavarat on helppo kuljettaa lähettämöön. Lähtötilanteessa pakkausalue sijaitsee lähettämössä, joka aiheuttaa ongelmia:

- Lähettämön tilat ovat pakkausalueen kalustosta johtuen todella ahtaat.
- Varastohenkilökunta ei pysty hoitamaan järkevästi tuotteiden pakkausta omien työtehtävien lisäksi.
- Pakkaamiseen tarvittavia tuotteita on sijoitettu tuotantotiloihin, joten niiden ja pakattavien tuotteiden siirtelystä syntyy tarpeetonta tavaroiden kuljettamista.

## Kokoonpanolinja

Tavoitteena on suunnitella Vaisala Oy:lle alihankintana kokoonpantaville DSC111- ja DST111-tuotteille kokoonpanolinja, joka tehostaa tuotteiden kokoonpanoa, pienentää varastointitilan tarvetta ja on tuotantokapasiteetiltaan joustava. Kokoonpanolinja pitää sijoittaa nykyisiin tuotantotiloihin, joten tilankäyttö on oleellisessa asemassa.

Kokoonpanolinjaa suunniteltaessa käytetään hyväksi Lean-tuotantojärjestelmän työkaluja ja metodeja. Leanin avulla pystytään karsimaan tuotteen arvoa lisäämättömiä teki-  
jöitä, mikä tehostaa tuotantoa. Kokoonpanolinjan suunnittelussa 5S-työkalu auttaa saamaan työpisteistä käytännölliset, siistit ja työnteon kannalta tehokkaat.

## 2 Darekon Oy

Darekon Oy on perustettu vuonna 1985 Haapavedellä. Seuraavana vuonna yhtiö otti käyttöön omat tuotantotilat, jotka kahden laajennukseen jälkeen ovat kooltaan 3500 m<sup>2</sup>. Haapaveden tehtaan lisäksi yhtiöön kuuluu Klaukkalan, Savonrannan ja Puolassa sijaitseva Gdanskin tuotantolaitos. Darekon Oy:n pääkonttori sijaitsee Espoossa.

Darekon Oy:n tuotanto keskittyy pääosin elektroniikan valmistukseen. Darekonilla ei itsellään ole omia tuotteita, vaan se toimii sopimusvalmistajana eri yhtiöille. Haapaveden ja Savonrannan tehtaissa valmistetaan paljon lääketieteellisten laitteiden elektroniikkaa. Puolan tehdas valmistaa erityisesti militäärielektroniikkaa.

Darekon Oy on kasvanut ja kehittynyt tasaisesti koko sen historian ajan. Vuonna 2010 sen liikevaihto oli 31 milj. € ja se työllisti 233 työntekijää.

### Klaukkalan tehdas

Kun muut Darekon Oy:n tehtaot keskittyvät elektroniikkatuotantoon, Klaukkalan tehdas keskittyy ohutlevymekaniikan valmistamiseen ja elektroniikkatuotteiden loppukokoonpanoon. Darekon Oy osti Klaukkalan tehtaan vuonna 2009 Mecanovalta. Ennen Mecanovan omistusta Klaukkalan tehdas oli Aspocompin ja Aspomecin omistuksessa.

Ohutlevymekaniikkaa valmistetaan levystä lähtien aina koottuun tuotteeseen saakka asiakkaan toivomusten mukaan. Tehtaalla pystytään käsittelemään erilaisia metalleja, kuten esimerkiksi alumiinia tai lääketieteellisessä teollisuudessa käytettävää erikoisterästä. Ohutlevytuotanto kattaa noin puolet tehtaasta ja tehtaalla on sitä varten laitteistoa:

- kolme automaattista aukotuskonetta
- yksi automaattinen laserleikkuri
- kuusi särmäyskonetta
- kolme epäkeskoprässiä
- kaksi niittipuristinta
- Pora ja kierre -solu
- Hitsaus ja hionta -solu.

Toinen iso kokonaisuus tehtaalla on kokoonpanosolut. Kokoonpano koostuu pilari-solusta, multisolusta ja tämän opinnäytetyön layout-muutokseen kuuluvista Lila-, Rosa-, Meka- ja Huolto-soluista. Varsinaisten kokoonpanosolujen lisäksi kokoonpanon alueella on tuotekehitysosasto, joka tekee asiakkaille tuotekehitystä.

### 3 Lean

Lean on ajattelumalli ja tuotantojärjestelmä, joka on saanut alkunsa Japanissa Toyota Motor Corporationissa. Toisen maailmansodan jälkeen Toyota etsi tapaa tuottaa enemmän tuotteita pienemmillä kustannuksilla. Tuottavuuden parantamiseksi Toyota kehitti Lean-tuotantomallin. Leania kehittämässä ollut Taiichi Ohno sai vaikutteita imuohjauksen toteuttamiseen vieraillessaan yhdysvaltalaisissa supermarketeissa. Siellä asiakkaat saivat hyllyiltä haluamansa tuotteet ilman, että supermarketeissa oli erillisiä varastoja. [3.]

Lean voidaan suomentaa hoikaksi. Hoikassa toimintatavassa ei ole mitään turhaa, vaan toiminta keskittyy tuotteen lisäarvon tuottamiseen asiakkaan näkökulmasta. Nimensä Lean-ajattelumalli on saanut kirjasta ”The machine that changed the world”. Kirja kertoo Toyotan menestyksestä ja sen taustalla olevasta ajattelumallista, jota kirja kutsuu Leaniksi.

#### 3.1 Leanin määritelmä

Lean on ajattelumalli, joka tuotannon näkökulmasta keskittyy tuotantoprosessin tuottavuuden parantamiseen. Lean-ajattelussa tuottavuutta ei paranneta työtahtia tai työaikaa lisäämällä, vaan karsimalla tuotannon hukka pois. Hukalla tarkoitetaan kaikkea tuotteen arvoa lisäämätöntä työtä. Hukkaa systemaattisesti poistamalla työn tuottavuus ja laatu paranevat. Hukat jaetaan seitsemään helposti tunnistettavaan luokkaan. [1, s. 6.]

1. Ylituotanto
2. Odotukset ja viivästykset
3. Tarpeeton kuljettaminen
4. Laaturvirheet
5. Tarpeettomat varastot
6. Ylikäsittely
7. Tarpeeton liike työskentelyssä

Lean-tuotantomallin avulla pystytään tuotantoprosessin tehokkuuden lisäämisen ohella myös lyhentämään läpimenoaikaa, parantamaan laatua, lisäämään asiakastytyväi-

syyttä ja pienentämään väli- ja loppuvarastoinnin tarvetta. Tavoitteena on tuottaa asiakkaalle oikea määrä tuotetta oikeaan aikaan ja oikean laatuksena. Kun Lean-tuotantomalli sovelletaan, tuloksena ovat alentuneet tuotantokustannukset ja -aika, sekä lisääntyneet tulot ja asiakastytyvyisyys. [2, s. 24.]

Lean-ajattelu näkyy selkeästi tuotannon organisoinnissa ja sen jatkuvassa kehittämisessä. Lean on voimakkaasti sidoksissa yrityksen henkilöstöön, ja Lean-ajatteluun kuuluu keskeisesti se, että koko tuotannon henkilöstö osallistuu tuotannon organisointiin ja sen kehittämiseen. On tärkeää, että tuotannon suunnittelussa käytetään tuotantoprosessin parhaiten tuntevien henkilöiden osaamista ja parhaiten tuotantoprosessin tuntevat tuotannon työntekijät. [1, s. 6.]

Lean-ajatteluun sisältyy keskeisesti virheettömään laatuun pyrkiminen. Laatu ja laadunvarmistus ovat kaikkien työntekijöiden vastuulla ja osana jokapäiväistä työntekoa. Jokainen työntekijä tarkastaa oman työnsä laadun ohjeiden mukaisesti ja ilmoittaa poikkeamista välittömästi. Virheiden nopealla löytymisellä säästetään kustannuksissa, koska virheellinen tuote poistetaan tuotannosta, eikä sen jalostamiseen enää tuhleta työtehoa. Syntyneiden virheiden aiheuttajat pitää selvittää ja poistaa. [1, s. 24.]

Lean-ajattelumalli ei saa olla yritykselle itseisarvo, vaan sen on tarkoitus tukea jokapäiväistä toimintaa ja auttaa yritystä saavuttamaan pitkän aikavälin tavoitteet. Lean on työkalu, ja yrityksen on itse tiedostettava strategiansa ja tavoitteensa. [2, s. 24.]

Lean-ajattelumallissa tuotteiden arvo määritellään asiakkaan näkökulmasta. Tuotteiden arvo muodostuu tuotteen ominaisuuksista, laadusta, toimitusajasta ja -varmuudesta. Eri asiakkaat painottavat arvon eri osa-alueita ja Lean-ajattelu pyrkii tuottamaan asiakkaille juuri asiakkaan arvomääritelmän mukaisia tuotteita. [1, s. 6.]

Yrityksen tulee sisäistää ne toiminnot ja työvaiheet, jotka tuottavat lisäarvoa tuotteelle asiakkaan näkökulmasta, ja keskittyä kehittämään juuri näitä toimintoja. Tuotteen arvoa kasvatettaessa toiminnan kustannuksiin verrattuna yrityksen kilpailukyky paranee.

Lean-ajattelun tavoitteena on parantaa työskentelyolosuhteita, antaa työntekijöille mahdollisuus osallistua tuotannon kehittämiseen ja parantaa yrityksen kilpailukykyä. Sen tarkoituksena ei ole toimia kustannussäästöohjelmalla, hakea pienempää riippuvuutta työntekijöistä tai vähentää työn mielekkyyttä. [1, s. 7]

Lean-ajatteluun siirtyminen ei ole aivan yksinkertainen prosessi, vaan se vaatii suuria muutoksia koko organisaatiossa. Tuotantotiloissa tämä tarkoittaa toisinaan isojakin layout-muutoksia. Työpisteitä voi joutua suunnittelemaan uusiksi ja eri työpisteiden paikkoja joudutaan usein muuttamaan, jotta etäisyydet eri työvaiheiden välillä saadaan minimoitua kuljetusmatkojen lyhentämiseksi. Pitkjänteinen työ kuitenkin kannattaa, koska Lean-yritykset ovat tavallisesti toimialansa kannattavimpia. [1, s. 6.]

## 3.2 Lean-työkalut

Lean-tuotantomallin tavoitteiden saavuttamiseksi on kehitetty suuri määrä erilaisia työkaluja. Nämä työkalut auttavat tuotannon suunnittelussa ja tuottavuuden ylläpitämisessä. Seuraavaksi on lueteltu muutamia keskeisiä Lean-työkaluja.

### 3.2.1 Virtauttaminen

Jotta Lean-ajattelun mukainen tuotanto olisi mahdollista, edellyttää se tuotannon virtauttamista. Tavoitteena on tuotteiden nopea valmistus välittömään tarpeeseen. Tämä tarkoittaa sitä, että tuotteita valmistetaan toistuvissa pienissä erissä tilauskannan perusteella. Keskeneräinen tuotanto ja varasto pyritään pitämään mahdollisimman pienenä katkeamattoman virtauksen saavuttamiseksi. [1, s. 20.]

Tuotannon virtauttamisella saavutettavia etuja ovat

- lyhentyneet toimitusajat
- varastoon sitoutuneen pääoman pieneneminen
- laadun kehittyminen
- tuottavuuden kasvu
- toiminnan systemaattinen kasvu.

Jotta virtauttaminen onnistuu, koneiden ja työpisteiden sijaintia pitää yleensä muuttaa. Muutos on tarpeen, koska pienten eräkokojen jatkuva virtaus kasvattaa huomattavasti työvaiheiden välillä tapahtuvaa kuljetuksen tarvetta. Työpisteet tulee sijoitella siten, että seuraava työvaihe on edellisen työvaiheen vieressä, jotta työstettävä tuote voidaan siirtää vaivattomasti seuraavaan työvaiheeseen. [2, s. 81.]

Lean-ajattelussa tuotannon läpäisyajan lyhentäminen ei tapahdu työtahtia kasvattamalla, vaan poistamalla tuotannosta ylimääräinen odotus ja varastointi virtauttamisen avulla. Virtauttamisen lopullinen tavoite on yhden kappaleen erä koko ja välivarastojen täydellinen poistaminen. [1, s. 20.]

### 3.2.2 Imuohjaus

Imuohjauksella tarkoitetaan töiden aloittamista osien kulutuksen suhteen. Ylimääräisiä osia ei siis tehdä välivarastoihin. Tuotteita aloitetaan valmistamaan vasta sitten, kun joku tietty kriteeri täyttyy, esimerkiksi kun tuotantosolu saa imuohjaukskortin eli Kanban-kortin. Kanban-kortissa käy ilmi tarvittava tuotemäärä ja mikä tuote on kyseessä. Tuotannon aloittamiskriteeri voi myös olla se, että tuote alittaa sovitun lukumäärän. [1, s. 22.]

Imuohjauksella saavutettavia etuja ovat

- materiaalihjauksen yksinkertaistaminen ja varastojen pienentäminen
- tuotannon läpäisyajan lyhentäminen
- tuotannon selkeyttäminen
- tuotannon joustavuuden parantaminen ja asiakaslähtöisyyden lisääminen
- ylituotannon eliminoiminen.

### 3.2.3 Kaizen

Kaizenilla tarkoitetaan jatkuvaa parantamista. Toiminnan ja työtapojen jatkuva parantaminen kuuluu keskeisesti Lean-toimintamalliin. Lean-ajattelussa vastuu tuotteiden ja toiminnan laadusta kuuluu koko henkilökunnalle. Kehitystoiminta suoritetaan pienryhmissä, jotka tutustuvat esille nousseisiin ongelmiin ja etsivät niille ratkaisua. Ryhmät koostuvat

sekä työtä johtavista että tekevästä henkilöstä. Kehityskohteet voivat olla kaikkea pienistä parannuksista työtapoihin aina suuriin mullistaviin ideoihin asti. [1, s. 14.]

Tuotannossa ilmenneet ongelmat pitää nähdä tilaisuutena kehittää laatua, työtehokkuutta ja -turvallisuutta. Virtauttaminen tuo yleensä esille ongelmia tuotannossa ja Kaizenin avulla näihin ongelmiin pyritään löytämään ratkaisuja. Ongelmien esille tullessa ja niitä ratkaistaessa yritys voi kehittää toimintaansa. [1, s. 14.]

Kaizen-projekti muodostuu käytännössä viidestä vaiheesta.

1. Suunnittele: pienryhmä suunnittelee vaihtoehtoja ongelman ratkaisemiseksi.
2. Suorita: muutoksesta tehdään pilottihanke.
3. Arvioi: pilottihankkeen hyvät ja huonot puolet arvioidaan ja tehdään tarvittaessa korjaavia toimenpiteitä suunnitelmiin.
4. Toteuta: suunnitelma toteutetaan.
5. Jatka: toiminnan kehittämistä jatketaan

### 3.2.4 Työn vakiinnuttaminen

Työtavat ja -menetelmät tulee vakiinnuttaa, jotta Kaizenin toteuttaminen on mahdollista. Kun kaikki työntekijät tekevät työn samalla tavalla, voidaan selvittää laatuun, tuottavuuteen ja turvallisuuteen vaikuttavat tekijät. Kaikkien työntekijöiden tehdessä työt omalla tavallaan vaikuttavien tekijöiden arviointi on hankalaa. Standardoidut työtavat takaavat osaltaan tuotteen laatua. [1, s. 16.]

Työskentelytapojen vakiinnuttaminen edellyttää jokaiselle työvaiheelle omia työohjeita. Työohjeiden tulee olla selkeitä, havainnollisia ja yksinkertaisia. Ohjeissa kuvataan työn eri vaiheet. Erityistä huomiota tulee kiinnittää turvallisuuteen, laatuun ja tuottavuuteen vaikuttaviin tekijöihin. Ohjeissa tulee käyttää havainnollistavia kuvia ja ohjeiden tulee olla saatavilla työpisteiden läheisyydessä. [1, s. 17.]

### 3.2.5 5S

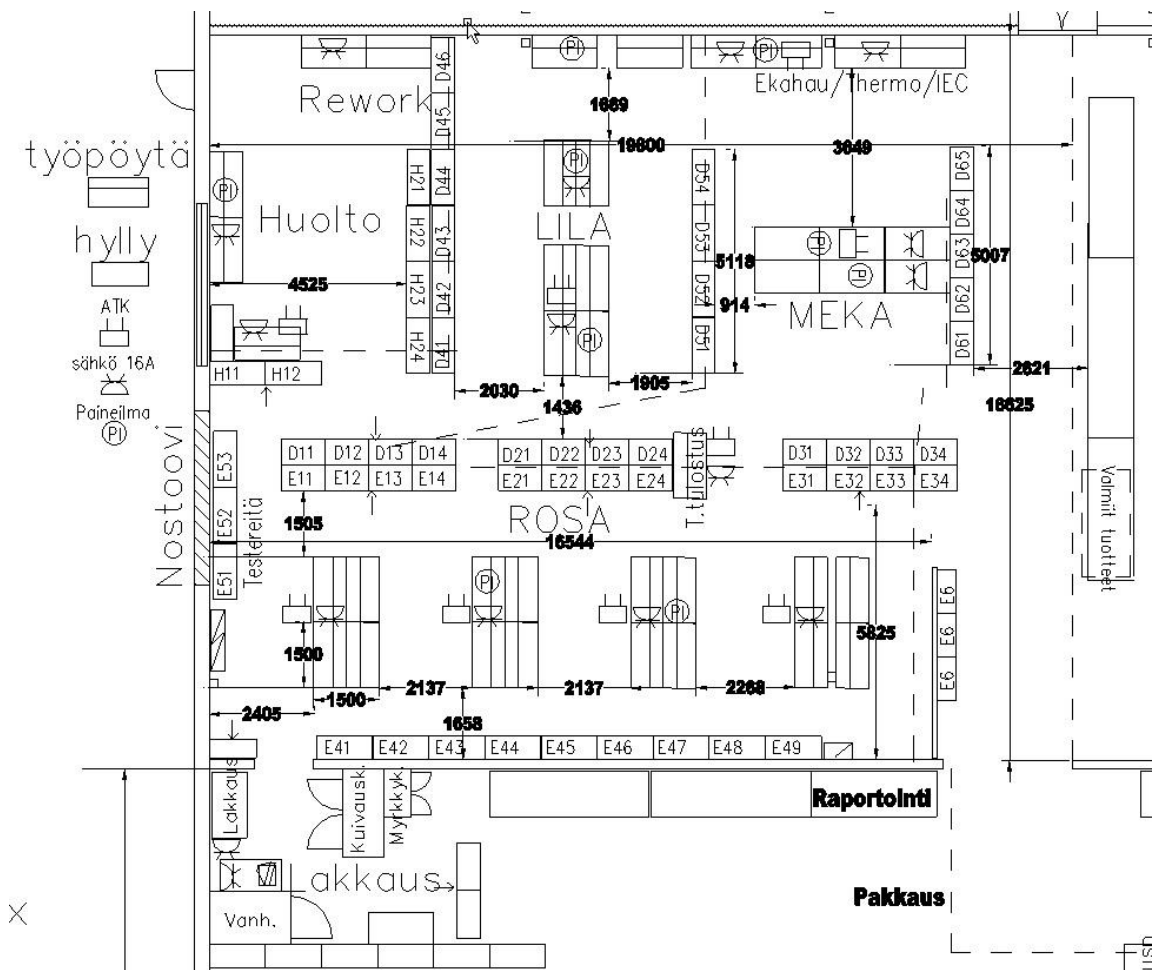
Tuottavaa ja laadukasta työtä pystytään tekemään vain siistissä ja organisoidussa ympäristössä. 5S on työkalu, jolla huolehditaan siisteyden kehittämisestä ja ylläpidosta. 5S:n mukaan tehty työpiste parantaa turvallisuutta, ylläpitää järjestystä ja vähentää työkalujen etsintää, helpottaa työn tekemistä sekä työkalujen valvontaa. [1, s. 26.]

5S nimitys tulee viidestä vaiheesta, jolla työympäristöä kehitetään. Nimet ovat japaniksi ja suluissa on suomenkielinen vastine:

1. Seiri (lajittele): Työkalut, materiaalit ja muut tavarat lajitellaan tarpeellisuuden mukaan. Ylimääräiset poistetaan työpisteestä.
2. Seiton (järjestä): Tarvittaville työkaluille järjestetään tarkoituksenmukainen paikka, joka merkitään selkeästi.
3. Seiso (puhdistusta ja huolla): Koneet ja laitteet puhdistetaan ja huolletaan.
4. Seiketsu (vakiinnuta): Järjestäminen ja siivous tehdään osana päivittäistä työntekoa.
5. Shitsuke (ylläpidä): Kohdat 1 - 3 toteutetaan jatkuvasti ja 5S-alueita auditoidaan säännöllisesti.

## 4 Kokoonpanon layout

Kesällä 2013 Apelec oy:n kokoonpano-osasto sulautettiin Darekon oy:n Klaukkalan tehtaaseen. Uudet kokoonpanosolut ovat Rosa-, Lila-, Meka- ja Huolto-solu. Sulautuksen yhteydessä tehty kokoonpanotilojen layout on osoittautunut huonosti toimivaksi, joten sitä päätettiin parantaa. Nykyinen layout (kuvio 1) on paikoin liian ahdas ja varsinkin lattiatilaa on liian vähän.



Kuvio 1. Kokoonpanoalueen layout.

### 4.1 Suunnitteluvaihe

Työ aloitettiin kokouksella, johon osallistuivat työn suorittajan lisäksi tuotantopäälliköt ja toimitusjohtaja. Kokouksessa sovittiin yleisesti työn kuvasta ja aikataulusta, sekä käytiin

läpi esille nousseita ongelmia ja kehityskohteita kokoonpanosoluissa. Kokouksessa sovittiin myös tuotantolinjan tekemisestä DSC111- ja DST111-tuotteille.

Kokouksessa esille tulleita kehityskohteita:

- Työn aloittamisen hetkellä tehtaan varaston lähettämössä oleva tuotteiden pakkausalue pitää saada tuotantotilojen välittömään läheisyyteen, koska lähettämössä ei ole riittävästi tilaa tai henkilökuntaa hoitamaan tuotteiden pakkausta muiden töiden ohessa.
- Rosa-solussa olevien hyllyjen täyttöastetta pitää parantaa. Tällä hetkellä tyhjää hyllytilaa on todella paljon. Hyllyjä tiivistämällä saadaan lisää lattiailaa käyttöön.
- Meka-solussa olevien ruuvihyllyjen (D61 - D64) täyttöastetta pitää parantaa. Tällä hetkellä tyhjää tilaa on paljon. Lattiailaa saatava lisää.
- Huolto-solussa on tilaa, jota voi käyttää hyväksi.
- Lakkaus-alueella on tilaa, mutta laitteisto ja kaapistot ovat kiinteästi asennettuja. Niiden siirtäminen vaatisi ilmastointiputkien uudelleen tekemistä.

Aloituskokouksen jälkeen tehtävänä oli tutustua muutoskohteisiin paremmin. Tutustuminen aloitettiin kiertämällä alue huolellisesti. Lisätietoja parannuksia vaativista asioista ja muutoskohteista selvitettiin haastattelemalla joka solusta vastaavaa työntekijää eli kymppiä.

## 4.2 Kymppien haastattelut

Parhaiten työtilojen puutteista tietävät työntekijät. Kymppejä haastattelemalla saatiin lisää tietoa parannuskohteista.

### 4.2.1 Rosa-solu

Haastattelussa kävi ilmi, että hyllypaikkojen nimeäminen on puutteellista. Hyllypaikat on nimetty siten, että hylly on jaettu ainoastaan hyllytasoihin. Hyllytasoilta olevia laatikoita ei ole erikseen nimetty. Tästä johtuen kokoonpanoissa tarvittavien materiaalien löytäminen on haastavaa. Hyllyjen laatikot on nimettävä erikseen ja niissä olevien tuotteiden hyllypaikat on päivitettävä sähköiseen varastojärjestelmään oikeiksi.

Rosa-solussa sijaitseva tarratulostusasema (kuvio 1, T.tulostus) on huonosti toimiva. Siinä sijaitsevan tietokoneen käyttö on hankalaa, koska jalcoja ei saa pöydän alle. Tarratulostimiin on myös vaikea päästä käsiksi ja ne on otettava pois hyllystä, jotta uuden tarrarullan pääsee asentamaan.

#### 4.2.2 Meka-solu

Pöytätilaa solussa on riittävästi. Lattiatilaa pitää saada runsaasti enemmän. Solussa tehdään suuria kokoonpanoja ja kokoonpantavien tuotteiden osat vievät paljon tilaa. Työtilat ovat liian ahtaat ympärillä olevien hyllyjen ja lattiatilaa vievien trukkilavojen sekä häkkikärkyjen takia. Hyllyjärjestelmässä on sama ongelma kuin Rosa-solussa.

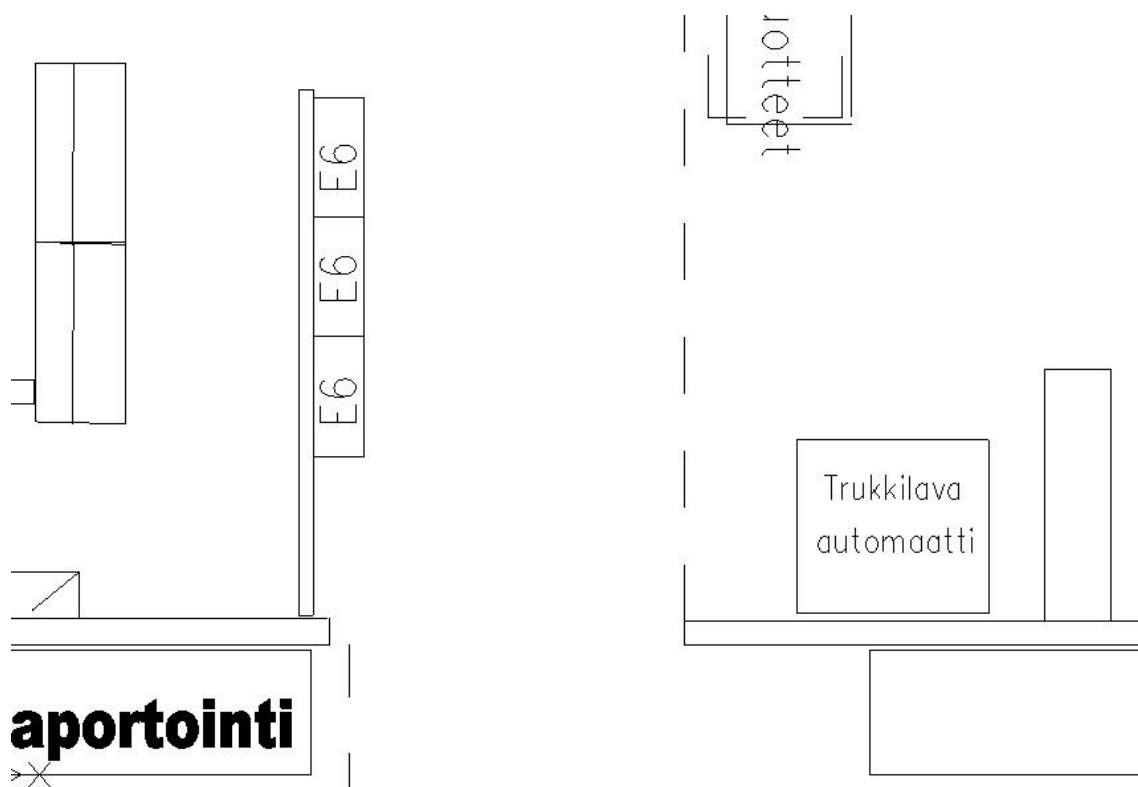
#### 4.2.3 Lila- ja Huolto-solu

Lila-solu on toimiva kokonaisuus. Lila- ja Huolto-solujen hyllyjärjestelmä on myös päivitetty kuntoon oma-aloitteisesti. Huolto-solun päädyssä oleva Rework-pöytä on vähällä käytöllä ja vie turhaan tilaa Huolto-solusta. Sen voi siirtää muualle.

### 4.3 Toteutus

#### 4.3.1 Pakkausalue ja ruuvihyllyt

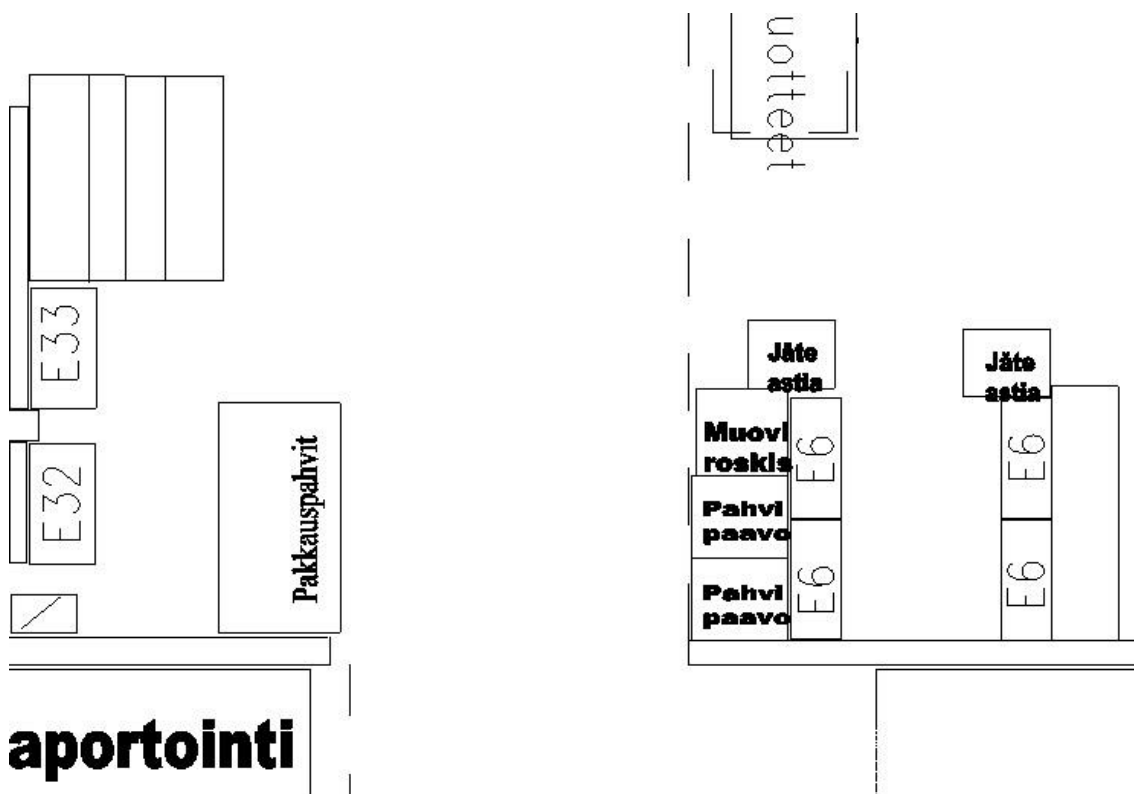
Akuutein muutoksen tarve oli pakkausalueella, jotta pakkaamista ja lähettämistä saataisiin sujuvoitettua. Pakkausalueelle tarvitaan kaksi rinnakkaista pöytää ja tyhjää tilaa niiden ympärille. Lisäksi varastossa oleva pakkauspahvihylly ja hyllyt E32-E34 (kuvio 1) pitää sijoittaa pakkausalueelle. Pakkausalue päätettiin sijoittaa tuotantotilojen reunaan Rosa-solun jatkeeksi (kuvio 2).



Kuvio 2. Pakkausalueen ja ruuvihyllyjen paikka.

Tarvittavaa tila alueelle saadaan siten, että Rosa-solun viimeinen pöytäriivi (Kuvio 2, vasen laita) siirretään Huolto-soluun. Näillä pöydillä tehdään Nokian tuotteita, joita kokoonpanee henkilö, joka tekee lähinnä Huolto-soluun kuuluvia töitä. Samalla koko hänen työpisteensä siirretään Huolto-soluun. Ruuvihyllyille (kuvio 2, E6) saadaan uusi paikka, kun Trukkilava-automaatti siirretään muualle tehtaassa. Ruuvihyllyjen takana oleva sermi voidaan siirtää lähemmäksi Rosa-solua. Näillä toimenpiteillä alueelle saadaan riittävästi tyhjää tilaa, jotta kaikki tarvittava voidaan sijoittaa järkevästi vapautuneeseen tilaan.

Pakkauspöydät saatiin sijoitettua keskeiselle paikalle (kuvio 3), johon valmistuneet tuotteet on helppo kuljettaa joka solusta ja pakkauksen jälkeen toimittaa lähettämöön. Hyllyissä E32 - E34 olleet pakkaustarvikkeet saatiin sijoitettua kahteen hyllyyn E32 ja E33. Pakkauspahvihylly sijoitettiin pakkauspöytien välittömään läheisyyteen. Pakkauspahvihyllyyn pitää päästä käsiksi molemmilta sivuilta, jonka takia se piti sijoittaa lyhyt sivu seinää vasten (kuvio 4). Ruuvihyllyt (kuvio 3, E6) sijoitettiin trukkilava-automaatin poistamisesta syntyneeseen tilaan. Samaan tilaan saatiin vielä sijoitettua kaksi jäteastiaa, muovinkeräysastia sekä kaksi pahinkeräyskärä (kuvio 5). Neljänteen ruuvihyllyyn sijoitettiin Meka-solussa olleita ruuveja.



Kuvio 3. Pakkausalue ja ruuvihyllyt.



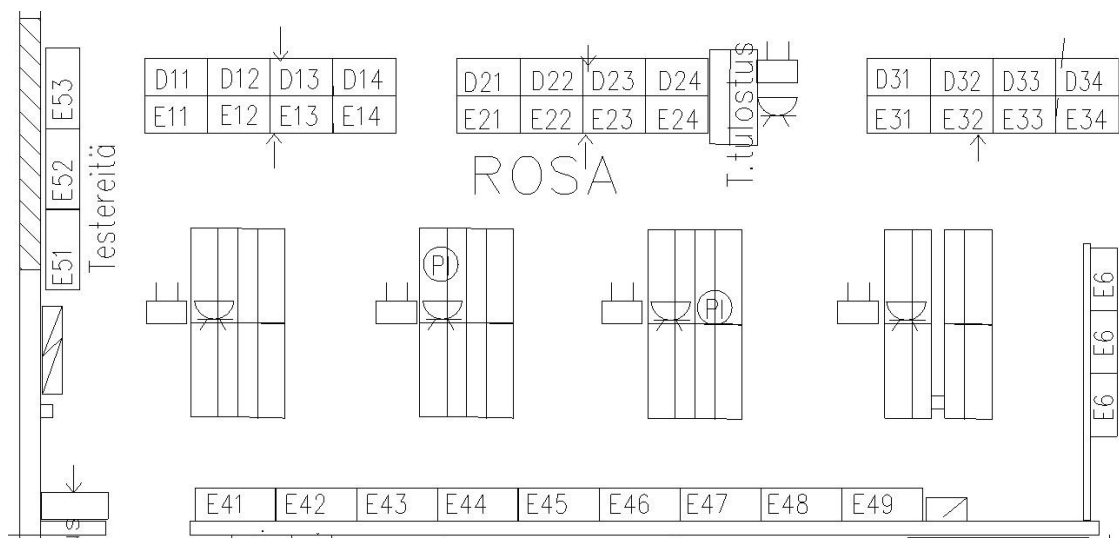
Kuvio 4. Pakkausalue.



Kuvio 5. E6-ruuvihyllyt.

#### 4.3.2 Rosa-solu

Hyllyryhmästä D31-D34 ja E31-E34 (kuvio 6) piti päästä eroon, jotta Meka-solulle saataisiin latti tilaa. E31-hyllyssä olevat tuotteet saatiin sijoitettua muualle Rosa-soluun ja hyllyjen D31-D34 tuotteet sijoitettiin Meka-solun ruuvihyllyistä tulleeteseen tyhjäan tilaan. Muita hyllyjä tiivistämällä ja uudelleen järjestelemällä hyllyistä E11, E24, E46-E49, D11 ja D24 (kuvio 6) päästiin eroon. Näin saatiin taas lisää latti tilaa hyötykäyttöön.



Kuvio 6. Rosa-solun alkutilanne.

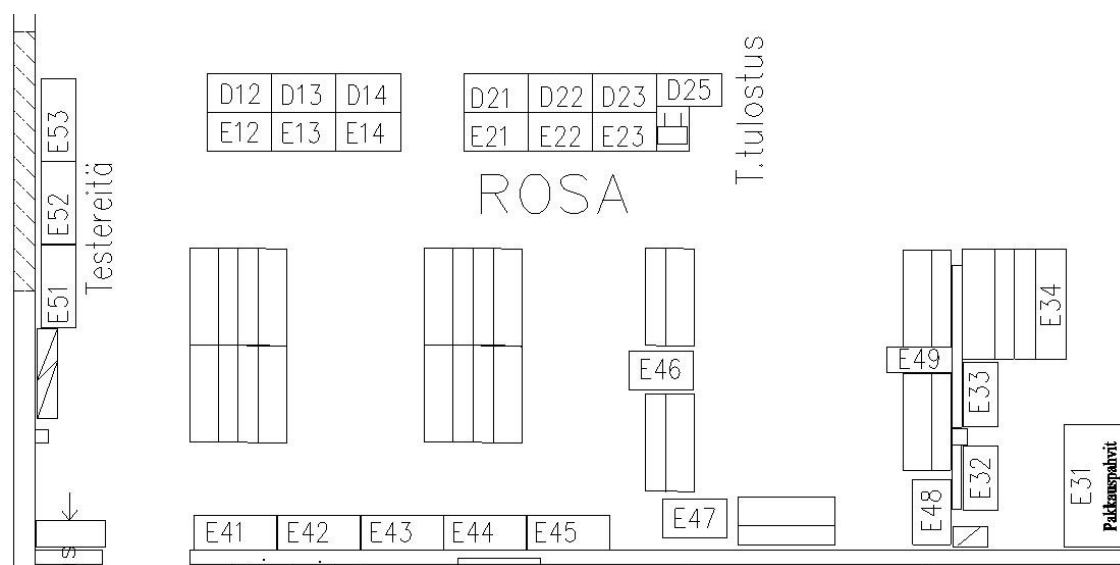
Rosa-solun kaksi oikeanpuoleisinta neljän pöydän rypästä (kuvio 6) poistettiin. Jälkimmäinen pöytärypäs yhdistettiin Huolto-soluun. Ensimmäinen poistettiin uuden kokoonpanolinjan tieltä. Vanha tarratulostuspiste (kuvio 6) purettiin ja sen tilalle rakennettiin uusi tarratulostuspiste.

Hyllyjen merkkajärjestelmää täsmennettiin siten, että jokaiselle laatikolle annettiin oma koodinsa. Ennen ainoastaan joka hyllytaso oli erikseen nimetty, esimerkiksi E21B oli E21-hyllykön toinen taso alhaalta luettuna. Järjestelmää muutettiin siten, että koodin perään lisättiin numero merkkaamaan jokaista tasolla olevaa säilytyslaatikkoa, esimerkiksi E21B2 tarkoittaa E21-hyllyn toista hyllytasoa alhaalta lukien ja siinä olevaa toista laatikkoa vasemmalta lukien. Jokainen laatikko ja sen paikka hyllytasolla merkattiin selkeällä tarralla (kuvio 7). Uuden merkkajärjestelmän avulla keräiltävä tavara on helpompi löytää, mikä vähentää asetusaikoja, eli poistaa työn hukkaa.



Kuvio 7. Uudistettu ROSA-hylly.

Poistettujen hyllyjen avulla syntyi iso alue tyhjää lattiapintaa (kuvio 8). Syntynyt tila meni suurilta osin Meka-solun käyttöön. Lisätila teki myös kulkureiteistä väljempiä. Pöytäryhmien poistamisesta syntynyt tila otettiin uuden kokoonpanolinjan käyttöön.



Kuvio 8. Rosa-solu muutoksen jälkeen.

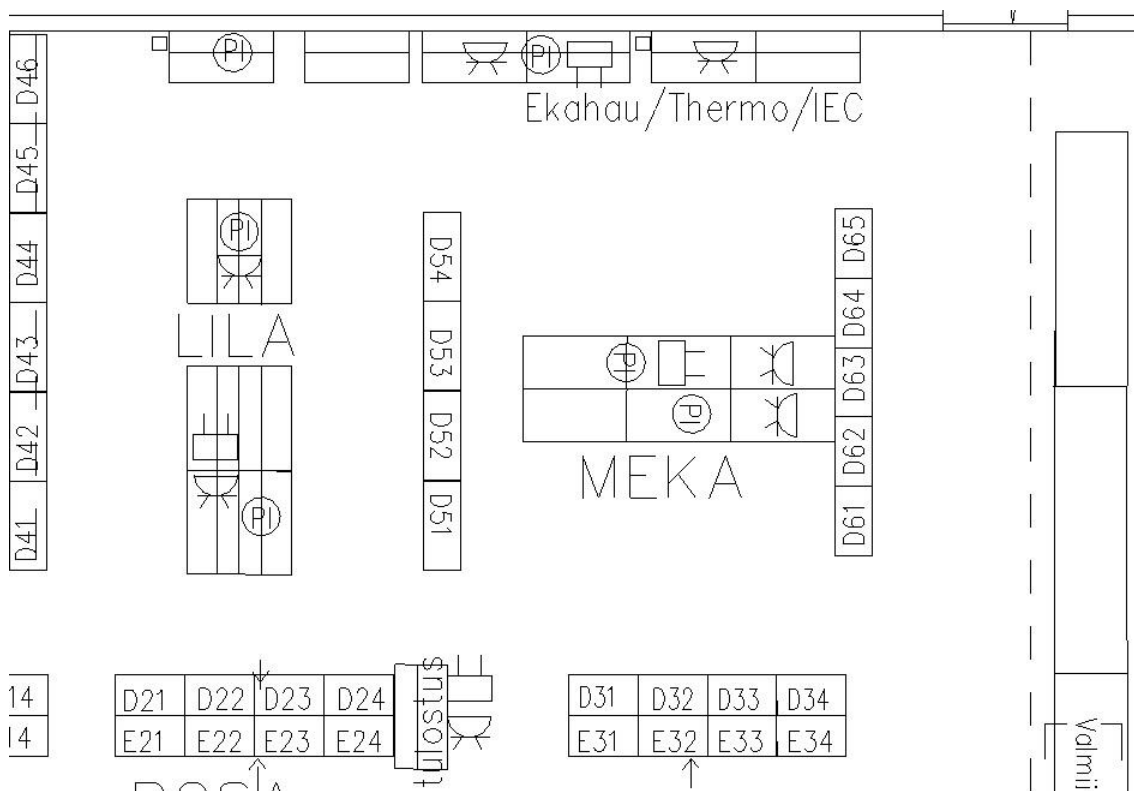
Tarratulostuspiste muodostui ennen yhdestä isosta hyllystä, jossa oli tietokone ja tulostimet. Uuteen tulostuspisteeseen tietokoneelle rakennettiin erillinen liikuteltava pöytä (kuvio 9). Tarratulostimet sijoitettiin tietokoneen vieressä olevaan hyllyyn. Tulostimien paikat hyllyssä suunniteltiin siten, että jokaiseen tulostimeen on helppo vaihtaa tarranauha ilman, että niitä pitää ottaa pois hyllystä tai muuten siirtää. Helppo tarrarullan vaihtaminen vähentää turhaa liikettä työskentelyssä, eli poistaa Lean-ajattelun hukkaa nro 7 ja siten parantaa tulostuspisteen työtehokkuutta.



Kuvio 9. Tarratuloستuspiste.

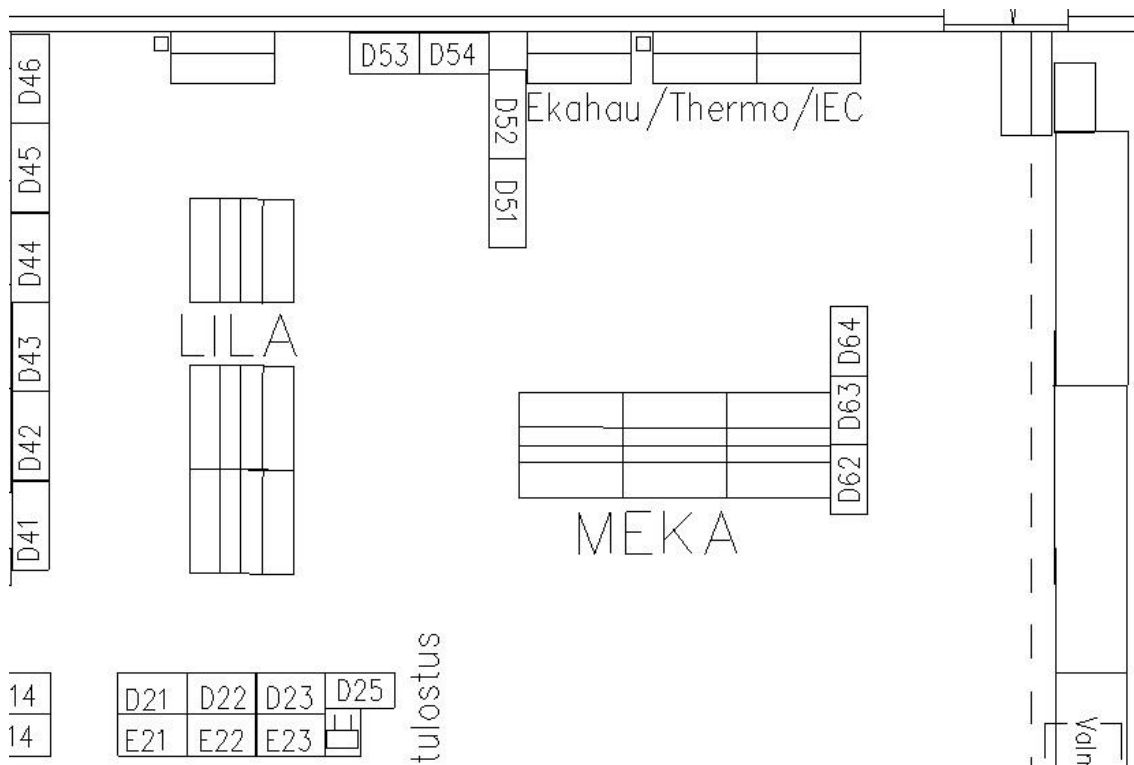
### 4.3.3 Lila- ja Meka-solu

Hyllyissä D61 - D65 (kuvio 10) olevat ruuvit saatiin järjestettyä siten, että yksi hylly tästä rivistä ja yksi E6-hylly (kuvio 3) riittivät kaikille tarvittaville ruuveille. Hyllyt D61 ja D64 poistettiin kokonaan. Hyllyissä D31-D34 olleet tuotteet saatiin sijoitettua hyllyihin D62 ja D63. Lila- ja Meka-solujen välissä oleva hyllyryhmä siirrettiin takaseinän viereen (kuvio 10). Kuvan yläosassa oleva ovi suljettiin ja takaseinustalla olevia pöytiä järjesteltiin uudelleen. Meka-solun keskellä olevaa kuuden pöydän rypästä siirrettiin hieman lähemmäksi Rosa-solua. Meka-solun hyllyihin tehtiin samanlainen hyllypaikkojen merkkajärjestelmän parannus kuin Rosa-soluun.



Kuvio 10. Lila- ja Meka-solun alkutilanne.

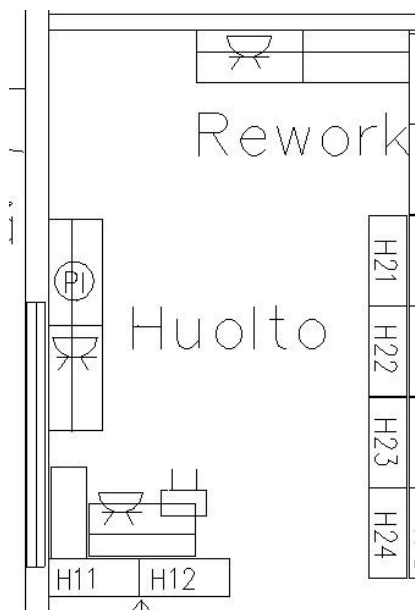
Hyllyjen ja pöytien uudelleenjärjestelyillä saatiin runsaasti lisää lattiapinta-alaa käyttöön kuuden pöydän ryppään molemmille puolille (kuvio 11). Lattiaan merkattiin selkeä alue, johon tarvittavia trukkilavoja ja häkkikärryjä voi jättää. Lisätila toi myös itse työpisteeseen väljyyttä.



Kuvio 11. Lila- ja Meka-solu muutoksen jälkeen.

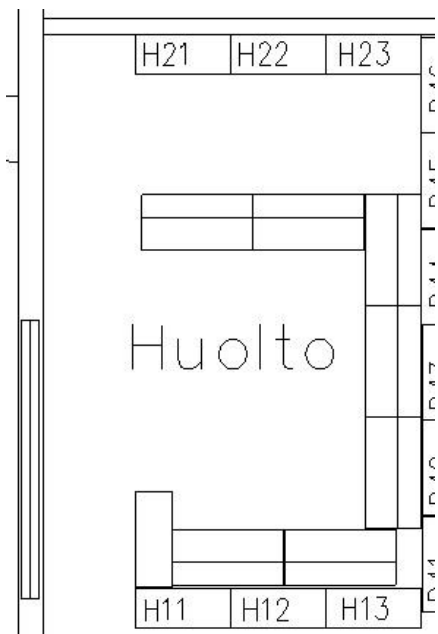
#### 4.3.4 Huolto-solu

Huolto-solun järjestelyille tehtiin isoja muutoksia. Hyllyt järjesteltiin uudestaan ja Rework-pöydät (kuvio 12) siirrettiin lakkaushuoneeseen. Koska yhden Rosa-solun työntekijän työpiste siirrettiin Huolto-soluun, piti sinne tuoda lisää pöytiä. Pöytäryhmät järjesteltiin uudestaan toimivammaksi kokonaisuudeksi.



Kuvio 12. Huolto-solun alkutilanne.

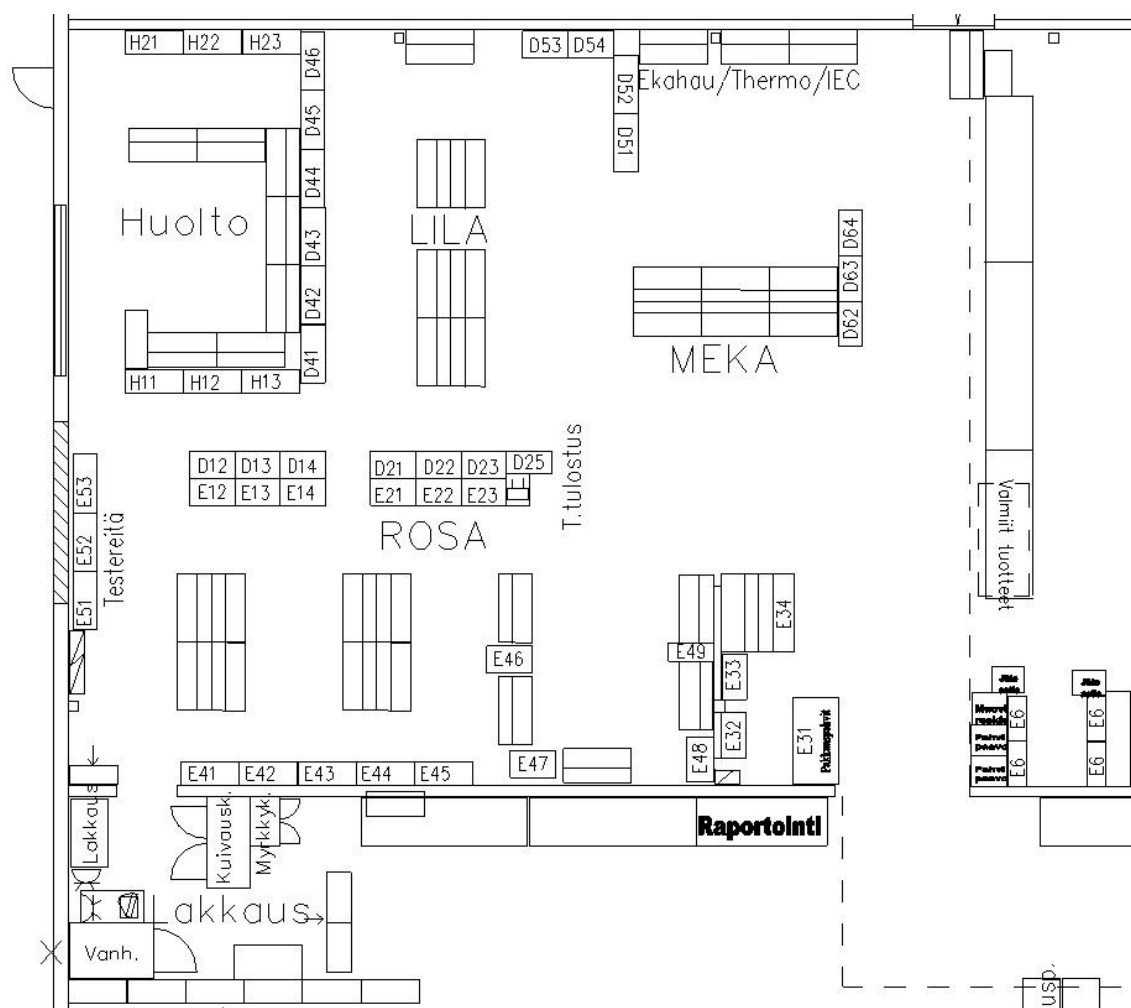
Huolto-solu muutettiin pöytien osalta yhtenäiseksi kokonaisuudeksi (kuvio 13). Muutoksen jälkeen kulkuyhteys takaovelle on esteetön.



Kuvio 13. Huolto-solu muutoksen jälkeen.

#### 4.4 Lopputulos

Muutosten jälkeen suurin huomio kiinnittyi hyllyjen määrän radikaaliin pienenemiseen (kuvio 14). Lattiapinta-alaa saatiin kasvatettua huomattavasti sitä tarvitsevilla soluissa. Uusi kokoonpanolinja saatiin sijoitettua Rosa-soluun. Pakkausalue saatiin myös järkevään ja käytännölliseen paikkaan.



Kuvio 14. Kokoonpanotilat muutoksen jälkeen.

**5 DSC111- ja DST111-kokoonpanolinjan suunnittelu (vain työn tilaajan käyttöön)**

**6 DSC111- ja DST111-kokoonpanolinjan toteutus (vain työn tilaajan käyttöön)**

## 7 Tulosten arviointi

### 7.1 Layout-muutos

Kokoonpanotilojen layout-muutoksen tärkeimpänä parannuksena lähetettävien tuotteiden pakkausalue saatiin pois varaston lähettämöstä ja sisällytettyä kokoonpanotiloihin. Pakkausalue saatiin sijoitettua järkevään paikkaan, johon on helppo kuljettaa valmistuneet tuotteet pakattaviksi ja josta pakatut tuotteet pystyy helposti kuljettamaan varaston lähettämöön (kuvio 3). Pakkausalueen tarvitsema tila saatiin siirtämällä trukkilava-automaatti toiseen paikkaan tehtaassa ja järjestämällä ruuvihyllyt uudelleen automaatin siirrostä syntyneeseen tilaan. Pakkausalueesta saatiin hyvä kokonaisuus, jossa käsillä on kaikki tarvittava ja tuotteiden pakkaaminen on helppoa.

Toisena tärkeänä parannuskohteena oli lattiatilan puutteen korjaaminen. Lisää lattiatilaa saatiin poistamalla ylimääräisiä hyllyjä. Poistetuissa hyllyissä olleet tavarat saatiin sijoitettua muihin hyllyihin parantamalla hyllyjen täyttöastetta. Samalla hyllyjen nimeämis-käytäntöä täsmennettiin ja näin säästetään aikaa tavarankerämisessä. Nopeutunut tavarankeräys poistaa ylimääräistä hukkaa ja työn tekeminen tehostuu. Hyllyjen poistamisella Meka-soluun saatiin kaivattua lattiatilaa lisää.

Kokoonpanotiloissa oleva tarratulostuspiste oli huonosti toimiva. Tulostuspistettä muutettiin ja siitä saatiin mukavampi piste työskennellä, sekä toimivampi ja tehokkaampi. Aikaisemmin pisteessä olleen tietokoneen käyttö oli epämukavaa huonon työskentely-asennon takia. Tarratulostimien tarrarullien vaihtaminen oli hidasta ja työlästä. Uudella paikalla on parempi työskentelyasento ja jokaisen tulostimen tarrarullan vaihto onnistuu tulostimia siirtämättä. Parannus poistaa turhaa liikettä työskentelyssä, eli vähentää hukkaa ja tehostaa tuottavuutta.

Kokonaisuudessaan layout-muutoksilla kokoonpanotiloista saatiin toimivammat. Toimivuuden lisäämisen ohessa, ylimääräisten hyllyjen poistaminen loi kokoonpanotiloihin lisää avaruutta ja sitä kautta paransi työmuukavuutta. Henkilöiden kulkeminen ja tavarankuljetus helpottui huomattavasti, kun kulkuväylien tiellä olleita hyllyjä saatiin poistettua. Pakkausalueen siirtämisellä myös varaston toimivuutta saatiin parannettua.

## 7.2 DSC111- ja DST111-kokoonpanolinjat

Kokoonpanolinjat toteutettiin Lean-ajattelun mukaisesti. Linjaston työpisteet sijoitettiin vierekkäin siten, että työstettävä kappale siirtyy vierekkäiseltä pisteeltä toiselle. Tällä tavalla työn virtaus pysyy hyvänä. Työpisteiden välit ovat lyhyet, joten tarpeeton kuljetta- minen, eli hukka nro 3, vähenee.

Yksittäiset työpisteet suunniteltiin 5S-työkalulla siten, että työpisteisiin sijoitettiin vain tarpeellinen ja kaikille tavaroille on oma nimetty paikkansa. Kaikki tarpeellinen on käden ulottuvilla, mikä vähentää hukkaa nro 7, eli turhaa liikettä työskentelyssä. Koska kaikki tarpeellinen on koko ajan käden ulottuvissa, asetusaika käytännössä poistuu, mikä vaikuttaa suuresti työtehokkuuteen. Mahdollisuuksien mukaan työpisteessä oleva kullekin kokoonpanotuotteelle tarkoitettu laatikko on ainoa varastointilaatikko kyseiselle tuotteelle. Isompien kappaleiden kohdalla tämä ei onnistunut, koska laatikot ovat melko pieniä. Tällä saadaan pienennettyä varastoja, eli poistettua hukkaa nro 5. Työpisteistä saatiin toimivat kokonaisuudet, joilla on hyvä työskennellä.

Työn tekemisessä käytetään hyväksi imuohjauksen periaatteita. Työn tekemistä ei aloiteta ennen kuin sille on tarvetta. Imuohjauksella saadaan poistettua ylituotantoa ja pienennettyä tarpeettomia varastoja, eli poistettua hukkaa nro 1 ja 5.

Kokoonpanolinjojen avulla saatiin tehostettua DSC111- ja DST111-tuotteiden kokoonpanoa. Lean-periaatteiden mukaisesti tehostunut tuotanto syntyy erilaisia hukkia poistamalla, eikä työmääriä kasvattamalla. Työn tehostamisen lisäksi myös varastointitilaa saatiin karsittua. Toisaalta erillinen kokoonpanolinjasto vie tilaa aikaisempaa enemmän. Mikäli tuotteiden menekki joskus laskee, pitää layout miettiä uudelleen.

Lean-tuotantomalli sopii paremmin tuotantoon, jossa eri tuotteiden määrä on vähäinen ja tuotanto on tasaista. Työn kohteen kokoonpanossa yleisesti eri kokoonpantavien tuotteiden määrä on suuri ja menekki on melko epätasaista. Tällaiseen tuotantoon tuotantolinjan rakentaminen olisi haastavaa ja veisi todella paljon tilaa. Osa Lean-periaatteista soveltuu myös tällaiseen tuotantoon, kuten imuohjaus.

## 8 Yhteenveto

Työn tarkoituksena oli parantaa kokoonpanotilojen layoutia, sekä rakentaa DSC111- ja DST111-tuotteille erillinen kokoonpanolinjasto. Kokoonpanolinjastoa rakennettaessa tuli käyttää hyväksi Lean-tuotantojärjestelmän periaatteita ja työkaluja. Työ suoritettiin Darekon oy:n Klaukkalan tehtaalla.

Suurimpia haasteita työssä oli saada layoutista kaikkia osapuolia miellyttävä ja helpotettava kokonaisuus, sekä saada kokoonpanolinja toteutettua siten, että se olisi Lean-periaatteiden mukainen ja mahdollisimman tehokas. Työ oli kuitenkin käytännönläheistä ja työn edetessä tulokset näki selkeästi. Toteuttamisvaiheessa oli myös mahdollista tehdä suunnitelmiin parannuksia tarpeen mukaan.

Työn tuloksena kokoonpanotiloja saatiin parannettua huomattavasti. Syntyi työtila, jossa kaikkien on mukavampaa tehdä töitä, ja työn tehokkuus parani. Kokoonpanolinjasto tehosti siinä koottavien tuotteiden valmistusta ja paransi tuotannon joustavuutta tuotantomäärien suhteen.

## Lähteet

- 1 Kouri, Ilkka. 2009. Lean Taskukirja. Helsinki: Teknologiateollisuus Oy.
- 2 Tuominen, Kari. 2010. Lean: Kohti täydellisyyttä. Helsinki: Readme.fi
- 3 Toyota History. 2014. Verkkodokumentti. Toyota Motor Manufacturing, Kentucky, inc. <<http://www.toyotageorgetown.com/history.asp>>. Luettu 10.9.2014.
- 4 Etäkäyttöinen pintalämpötila-anturi DSC111. 2014. Verkkodokumentti. Vaisala Oyj. <<http://www.vaisala.fi/fi/products/surfacesensors/Pages/DSC111.aspx>>. Luettu 18.10.2014.
- 5 Etäkäyttöinen pintalämpötila-anturi DST111. 2014. Verkkodokumentti. Vaisala Oyj. <<http://www.vaisala.fi/fi/products/surfacesensors/Pages/DST111.aspx>>. Luettu 18.10.2014

**Transmitter Glass Assy kokoonpano-ohje** (vain työn tilaajan käyttöön)