

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Marko Saastamoinen

OSAKOONTASOLUN LAYOUTMUUTOS

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2015



OPINNÄYTETYÖ
Maaliskuu 2015
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Tikkarinne 9
80220 JOENSUU
013 260 600

Tekijä(t)
Marko Saastamoinen

Nimeke
Osakoontasolun layoutmuutos

Toimeksiantaja
Toimeksiantajayritys

Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä käsitellään toimeksiantajayrityksen erään osakoontasolun layoutsuunnittelu ja layoutmuutos kokonaisuudessaan.

Kyseisessä tuotantosolussa tuotetaan suuria ja melko raskaita tuotteita tehtaan loppukokoonpanolinjan tarpeisiin. Vanha ja huonosti toimiva layout vaatii uudelleen suunnittelua ja järjestämistä. Solun tuotantoon ollaan myös istuttamassa uutta tuotetta yhden vanhentuneen tuotteen tilalle, mikä lisää entisestään muutospainetta.

Muutosprosessi käydään läpi alusta loppuun. Itse tiedot ovat epätarkkoja tai puuttuvat kokonaisuudessaan toimeksiantajayrityksen toiveesta.

Kieli

Sivuja 27

suomi

Asiasanat

layout, layoutmuutos, tuotannon kehittäminen, tuottavuus, työturvallisuus



THESIS
March 2015
Machine- and productiontechnique
program

Tikkarinne 9
80220 JOENSUU
FINLAND

Author (s)
Marko Saastamoinen

Title
Layout modification of a partial assembly cell

Commissioned by
Mandatory corporation

Abstract

In this thesis is presented layout modification of one partial assembly cell in whole from mandatory corporation.

The cell produces large and relatively heavy products for factory final assembly lines need. Old and poorly functioning layout is need of replanning and organising. New product is also coming to cells production to replace an outdated product, which further increases the pressure for modification.

Modification process is reviewed from start to finish. The data itself is inaccurate or are missing in whole by the wishes of the mandatory corporation.

Language

Pages 27

Finnish

Keywords

layout, layout modification, production development, productivity, work safety

Sisältö

Tiivistelmä

Abstract

1 Johdanto	6
2 Teoria	6
2.1 Layout.....	6
2.2 Logistiikka.....	7
2.2.1 Tuoterakenne.....	7
2.2.2 Nimike.....	7
2.2.3 Kitti	7
2.3 Työturvallisuus	8
2.4 Työergonomia	8
2.5 Työntutkimus.....	8
3 Aloitusilanne ja tavoite.....	9
3.1 Kuvaus solun työstä.....	9
3.2 Aloitusilanne	9
3.3 Tavoite.....	10
4 Projektin työvaihe.....	11
4.1 Aloitus	11
4.2 Layout suunnitelma	12
4.3 Esiin tulleet ongelmat uudessa layoutissa	16
4.4 Töiden tasapainotus	18
4.5 Testikittien luominen.....	20
4.6 Oheistehtävät	21
4.7 Suunnitelmasta fyysiseksi muutokseksi	22
4.8 Tuotannon tukitoimet	23

4.9	Lopullinen layout	24
5	Pohdinta.....	25
6	Opinnäytetyön eettisyys	26
	Lähdeluettelo	27

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön aihe on saatu toimeksiantona yritykseltä, jossa työskentelen vakituisesti. Aiheen valintaan vaikutti pääasiassa oma kiinnostus tuotannon kehittämiseen. Työssä on tarkoitus soveltaa Lean -filosofiaa niiltä osin kuin se on mahdollista.

Opinnäytetyön tavoitteeksi asetettiin erään loppukokoonpanolinjan osakoontasolun layoutmuutos. Muutoksen tarkoituksena oli saada selkeät, kiinteät koonta-asetat soluun, sekä parantaa solun logistiikkaa. Lisäksi solun työturvallisuutta ja työergonomiaa oli tarkoitus saada ainakin jossain määrin parannettua. Solun tuotantoon oli lisäksi tulossa uusi tuotemalli vanhentuneen tuotemallin tilalle.

Tämä opinnäytetyö jakaantuu kolmeen osa-alueeseen, jotka ovat työnteoria, käytännön toteutus ja lopputulos. Ensimmäisessä osassa käydään läpi aiheeseen liittyvää teoriaa käsitteistön kautta. Lisäksi ensimmäisessä osassa käydään läpi opinnäytetyön lähtötilanne ja tavoitteet. Toisessa osassa käsitellään varsinaiseen käytännön toteutukseen liittyviä asioita. Kolmas osa keskittyy työn lopputuloksen tarkasteluun ja pohdintaan.

Koska toimeksiantaja yritys ei tuoteturvallisuuden nimissä tahdo tuoda julki nimeään eikä tuotetta, ovat käytetyt mittaustiedot ja tuotetiedot summittaisi ja ainoastaan suuntaa antavia. Esitetyt piirrookset eivät ole tarkkoja, eivätkä niin muodoin myöskään mittakaavassa.

2 Teoria

2.1 Layout

Layout-sanaa on käytetty alkuperäisesti kirjapainoissa, tarkoittaen tekstin ja kuvien sijoittumista ja suhteita painotuotteen hahmotelmassa. Lisäksi hahmotelma sisältää tarpeellisia ohjeita kirjapainolle. (Werner Söderström Osakeyhtiö, 1990, s. 490)

Tässä yhteydessä kuitenkin layout-sanalla tarkoitetaan tehtaan tuotantolinjan ja –solujen sijoittumista tehdashallin sisällä. Layout ulottuu koko tehtaan mittakaavasta tuotantolinjojen ja –solujen sisälle. Tässä opinnäytetyössä käsitellään solun sisäistä layoutia.

2.2 Logistiikka

Nykyisin käytössä oleva logistiikka on käsitteenä kehittynyt vasta 1980-luvulla globalisaation ja maailmankaupan vauhdittumisen myötä. Käsitteellä on kaksi merkitystä, laaja ja suppea. Laajassa merkityksessään logistiikalla käsitetään kaikkien virtojen (materiaali, raha, tieto) hallintaa. Suppeampi merkitys koskee vain tavaroiden kuljetusta ja varastointia. (Reijo Rautauoman Säätiö, 2014)

Tässä opinnäytetyössä keskitytään lähinnä suppeampaan käsitteeseen, koska tällä saadaan rajattua hieman opinnäytetyön laajuutta.

2.2.1 Tuoterakenne

Tuoterakenne käsitetään omien ja alihankinta osien/tuotteiden valmistusohjeena. Tuoterakenteeseen voidaan sisällyttää osia ja osakokoonpanoja, jotka koostuvat osto-osista, alihankinnoista, raaka-aineista ja työvaiheista. (ITomax Oy, 2015)

2.2.2 Nimike

Nimikeellä tarkoitetaan systemaattista, vakioitua tapaa nimetä fyysisiä tuotteita, tuotteen osia tai komponentteja, materiaaleja ja palveluja tuotetiedonhallintaan. Hyvin rakennettu ja ylläpidetty nimikkeistö toimii vakaana perustana toimivalle tuotetiedonhallinnalle. (Wikipedia, 2015)

Toimeksiantaja yrityksessä komponentit ja materiaalit on nimikekoodattu tuoterakenteisiin. Nimikkeet voivat myös muodostaa rakenteen, joka on nimikkeenä jossain toisessa, isommassa rakenteessa.

2.2.3 Kitti

Kiteistä puhuttaessa tarkoitetaan tässä yhteydessä eri nimikkeistä ja/tai rakenteista koostuvaa pakettia. Paketin koko voi vaihdella pienestä pussista kookkaisiin ja painaviin levytavara telineisiin. Kittien tarkoituksena on toimittaa tuotantolinjalle tai osakoontasoluun materiaalia ja komponentteja oikea määrä oikeaan aikaan.

2.3 Työturvallisuus

Lain tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä ennalta ehkäistä ja torjua työtapaturmia, ammattitauteja ja muita työstä ja työympäristöstä johtuvia työntekijöiden fyysisen ja henkisen terveyden haittoja. (Oikeusministeriö, 2015)

Työturvallisuuslaissa määritetään työnantajan ja työntekijän vastuiden ja velvollisuuksien vähimmäisvaatimukset.

Toimeksiantajayrityksessä työturvallisuus on erittäin tärkeä asia, ja kaikki pyrkivät sitä omalta osaltaan edistämään parhaansa mukaan. Organisaatio on sitoutunut asiaan ja työturvallisuutta seurataan muutamilla erilaisilla mittareilla jatkuvasti. Myös tässä opinnäytetyössä otettiin turvallisuus yhdeksi osaksi projektia.

2.4 Työergonomia

Ergonomialla tarkoitetaan ihmisen ja työn, työvälineen ja muun toimintajärjestelmän vuorovaikutuksen tutkimista ja kehittämistä. Näillä tutkimuksilla parannetaan ihmisen turvallisuutta ja terveyttä, sekä ylläpidetään järjestelmien häiriötöntä ja tehokasta toimintaa. (Työterveyslaitos, 2015)

2.5 Työntutkimus

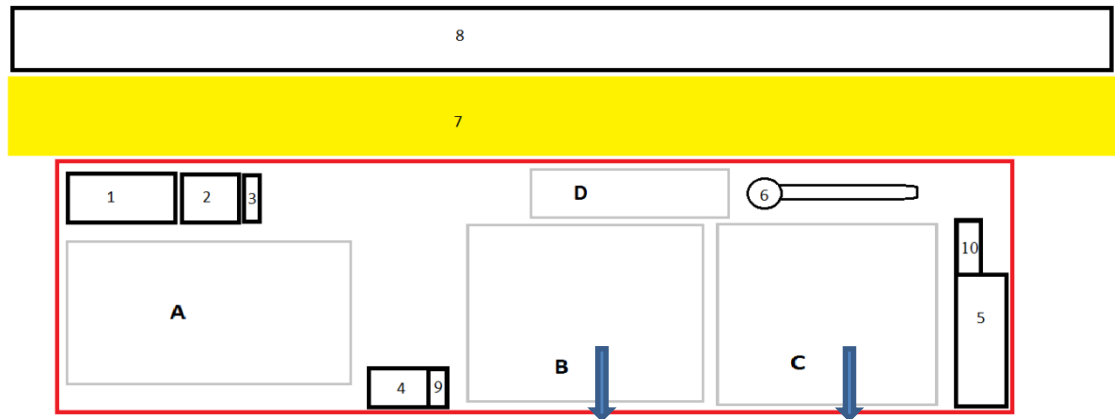
Työntutkimuksella mitataan yksittäisen työntekijän tai koneen käyttämää aikaa työn suorittamiseen. Mittaustulosten avulla voidaan parantaa työn tuottavuutta, turvallisuutta, työoloja sekä työvälineiden käyttöä. Työntutkimusta käytetään kaikkien hukka-aikojen selvittämiseen ja niiden vähentämiseen. Työntutkimuksesta käytetään usein myös nimitystä ”kellottaminen”. (Konsultointi Welldone Oy, 2014)

Toimeksiantajayrityksellä on oma työryhmä työntutkimusta varten. He mittaavat ja kirjaavat järjestelmään työvaiheita ja niihin kuluvia aikoja. Työryhmään kuuluu sekä insinöörejä että työntekijä edustajia. Työryhmän jäsenet ovat saaneet työntutkijan koulutuksen, insinöörit korkeakoulutasoisena. Täten voi olettaa työntutkimuksen tutkimus menetelmien ja niistä seuraavien tulosten olevan sekä mittauksellisesti tarkkoja että eettisesti järkeviä.

3 Aloitus tilanne ja tavoite

3.1 Kuvaus solun työstä

Aluksi katsaus siihen, mitä tarkasteltavassa solussa pääpiirteittäin tehdään. Solussa valmistettava kokoonpano koostuu kolmesta isommasta pääkomponentista.



Kuva 1: Alkuperäinen layout

Kuvassa 1 on esitettyä solun layout lähtötilanteessa. Komponenttien varustelu tapahtui pisteissä A, B, C, ja D. Lisäksi varustelun jälkeen komponentit liitettiin toisiinsa pisteissä B tai C. Valmiita kokoonpanoja mahtui sekä B että C alueelle kolme rinnakkain. Valmiiden kokoonpanojen nosto loppukokoonpanolinjalle tapahtui pisteistä B ja C sinisten nuolten osoittamaan suuntaan.

Numeroilla 1 ja 8 merkityt alueet (Kuva 1) osoittavat työpisteen käyttämien kuormalava hyllyjen sijainteja. 2, 4 ja 5 olivat pienosahyllyjen sijainnit ja kohdissa 3, 9, ja 10 oli kiinnitystarvikehyllyjä (pultit, mutterit, jne).

Kohdassa 6 (Kuva 1) sijaitsi momenttiinväntävän koneen kevenninpuomisto ja laitteisto. 7 oli trukkikäytävä, jonka kautta toimitettiin käytännössä kaikki materiaali hyllyihin.

3.2 Aloitus tilanne

Lähtötilanteessa aiheena oleva osakoontasolu oli heikosti toimiva sekä työnteon että logistiikan kannalta. Materiaalit olivat sijoiteltu hajalleen soluun ja sen ympäristöön, lisäksi materiaalit sijaitsivat logistisesti hankalissa paikoissa.

Solussa oli alunperin ollut koontapisteet kaikille tuotteen osille, mutta ajan kuluessa muutokset tuotteessa olivat aiheuttaneet materiaalien hajaantumista sekä koontapisteiden siirtymistä. Koska selkeät koontapisteet olivat hävinneet, tapahtui osien kokoonpano solun sisällä siellä missä se oli kulloinkin oli mahdollista. Isolta osin solun työntekijöiden kokemus tuotteen valmistuksesta oli auttanut pitämään solun toimivana ja tuottavana. Koontapisteiden hajaantumisesta johtuen osien ja tarvikkeiden noutomatkat olivat vaihtelevia, mutta pääosin pitkiä.

Koska kyseessä on iso ja melko painava osakokoonpano, aiheuttaa tällainen koontatapa turhaa valmiiden tuotteiden siirtelyä. Ja painavien tuotteiden turha siirtely aiheuttaa ajallisen hukan lisäksi turhia työturvallisuus riskejä. Lisäksi työnjohdollisesti solun ohjattavuus on vaikeaa, koska työnjohtajan on hankala hahmottaa solun tilannetta.

Logistisesti solussa oli jonkin verran materiaalia, jonka sijoittelu oli toimittamisen kannalta vaikea. Useita osia jouduttiin toimittamaan suoraan työpisteen läpi. Tämä aiheutti odottelua työn suorittamisessa solussa materiaalin täydennysten ajan. Lisäksi aiheutui työturvallisuus riskejä sekä materiaalin toimittajille että solun työntekijöille. Tämän lisäksi osa solun isoista pääkomponenteista jouduttiin toimittamaan lähellä solua sijaitsevan nosto-oven kautta, joka oli suoraan yhteydessä ulos. Tämä aiheutti ongelmia etenkin talvella, koska kylmä ilma syöksyi sisään aina kun ovi avattiin.

Lisäksi tuotannon muutokset loppukokoonpanolinjalla aiheuttivat solussa välillä ylituotantoa, kun taas välillä solu joutui tekemään töitä kiireellä pysyäkseen aikataulussa. Tuotannon muutokset aiheuttivat myös sen, että valmiiden kokoonpanojen nosto loppukokoonpanolinjalle tapahtui melko usein muiden solussa valmiina olevien kokoonpanojen ylitse.

3.3 Tavoite

Kuten johdanto-osassa kerrottiin, oli työn tavoitteena saada selkeytettyä solun työympäristöä, parannettua logistiikkaa, poistettua ainakin joitakin työturvallisuusriskejä ja mahdollisesti parannettua työergonomiaa.

Työympäristön osalta päädyttiin tekemään kokonaan uusi layout soluun. Solun ympäristöön oli tehty muutoksia, jotka mahdollistivat solun laajentamisen. Alkuperäinen pinta-ala oli noin 145 m^2 , johon ympäristön muutosten jälkeen oli mahdollista saada lisää

noin 20 %. Tällöin uuden layoutin pinta-alaksi muodostuisi noin 175 m². Lisäksi layout muutosta puolsivat tavoitteet logistiikan ja työturvallisuuden parantamiseksi.

Logistiikkaa oli tarkoitus parantaa osin layout muutoksen kautta, osin siirtämällä ainakin osa solun nimikkeistä kitti-järjestelmän piiriin. Lisäksi soluun jäävien nimikkeiden varastointipaikat pyrittiin sijoittamaan mahdollisuuksien mukaan mahdollisimman edullisiin paikkoihin. Tämä tarkoittaa lähinnä hyllyjen sijoittamista trukkipäätävien varteen, ettei materiaalitäytökset häiritse solun työtä. Näin myös materiaalin toimittajat saavat hoitaa työnsä rauhassa.

Työturvallisuutta pyrittiin parantamaan layoutin kautta poistamalla turhia valmiin tuotteen nostoja toistensa ylitse, ja sijoittamalla valmis tuote mahdollisimman hyvään sijaintiin tuotantolinjalle nostoa ajatellen. Valmiille tuotteille oli ajatus luoda jonkinlainen siirtojärjestelmä lattiaa myöten solun sisällä tapahtuvia siirtoja varten. Lisäksi materiaalien varastoinnin muutoksen myötä turha liikenne poistuu työpisteestä.

Pääkomponenteille oli tarkoitus järjestää sisääntoimitus muuta reittiä, että saataisiin poistettua talvella ongelmia aiheuttaneen ison oven käyttö. Ajatuksena oli järjestää komponenteille lämmin välivarastointi tehdashallin toisessa päässä sijaitsevaan ns. tuulikaappiin. Tällä tavoin saataisiin poistettua myös ulkovarastoinnin talvella aiheuttama komponenttien kylmyys ja jäisyys.

Työergonomiaan kiinnitettiin lähinnä huomiota suurien muttereiden ajoittaisen hakkaavalla paineilmatyökalulla tapahtuvan kiristämisen suhteen. Solussa on myös momenttiin vääntävä kevenninpuomilla varustettu kone, joka on hiljainen ja käsiystävällinen. Kyseisen koneen sijoittelu ei ole kuitenkaan aivan onnistunut, koska sitä voi käyttää vain satunnaisesti koontapisteiden vaihtelun vuoksi.

4 Projektin työvaihe

4.1 Aloitus

Projekti aloitettiin alustavasti esikatselmuksella joulukuussa 2014. Tässä katselmuksessa todettiin tarve layout muutokselle ja sovittiin alustavasti projektin pääpiirteistä ja tavoitteista toimeksiantajayrityksen edustajan kanssa.

Samalla pyysin itse siirtoa muutamaksi viikoksi tekemään töitä kyseiseen soluun. Tämä siksi, että saisin perehdyttyä syvällisemmin varsinaiseen työhön kyseisessä solussa ja saisin kuvan solun ongelmakohdista. Lisäksi tämä mahdollisti keskustelut solussa toimivien asentajien kanssa. Näissä keskusteluissa tuli ilmi paljonkin toiveita ja joitakin ideoita tulevan layoutin tarpeista. Työskentelin solussa kaikkiaan noin kuukauden ajan, muodostaen kohtalaisen kuvan solun toiminnasta.

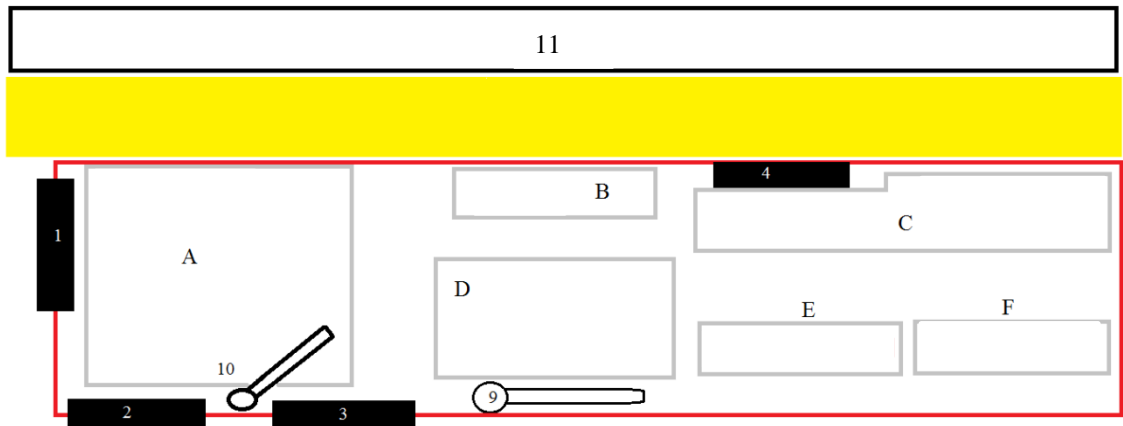
Tämän kuukauden aikana lisäksi suunniteltiin alustavasti raakaversiota tulevasta layoutista. Alkuperäinen ajatus oli luoda enemmän tuotantolinjamainen rakenne, mutta osien koon ja tilan asettamien rajoitusten vuoksi tämä ajatus jouduttiin unohtamaan heti aluksi. Ensimmäinen suunnitelma oli muutoin onnistunut, mutta erään pääkomponentin rakenteesta johtuen sen siirtäminen solun sisällä onnistuu vain yhteen suuntaan. Tämä romutti ensimmäisen suunnitelman, mutta antoi hyvää tietoa ja johti seuraavassa luvussa esitelyyn lopulliseen layout suunnitelmaan.

Toimeksiantajayrityksen edustaja laati projekti aikataulun ja kustannuslaskelman näiden suunnitelmien pohjalta. Projekti aikataulun alkamisajankohdaksi sovittiin tammikuu 2015 ja projektin tulisi olla valmis kaikkine fyysisine muutoksineen toukokuussa 2015. Kustannuksiksi oli budjetoitu 6500 €.

4.2 Layout suunnitelma

Projekti alkoi sovitusti tammikuun alussa 2015 layout suunnitelman tekemisellä. Tämä tehtiin aluksi toimeksiantajayrityksen edustajan kanssa Microsoft Excel-ohjelmalla sijoittamalla vanhasta layoutista kuvaleike taulukkoon, jonka jälkeen sen päälle voitiin Excelin valmiita muotoja käyttäen hahmotella uutta layoutia. Koska solun tuotteista oli työntutkimuksen tuottamia tuloksia, voitiin niiden pohjalta tehdä karkeaa työnjakoa solun sisällä. Tätä karkeaa työnjakoa käytettiin pohjana ja suuntaviivoina alussa. Tämän jälkeen Excel-versio muutettiin varsinaiseksi layout piirroksiksi toimeksiantajayritykselle alihankintana 3DCreate-ohjelmistolla piirroksia tuottavan yrityksen edustajan kanssa.

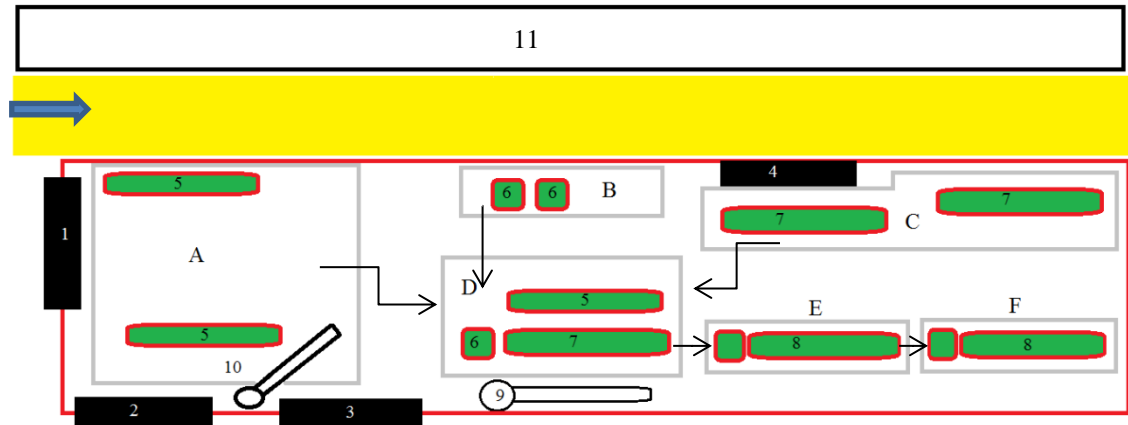
Solun layout suunnitelma oli siis seuraava.



Kuva 2: Uusi layout

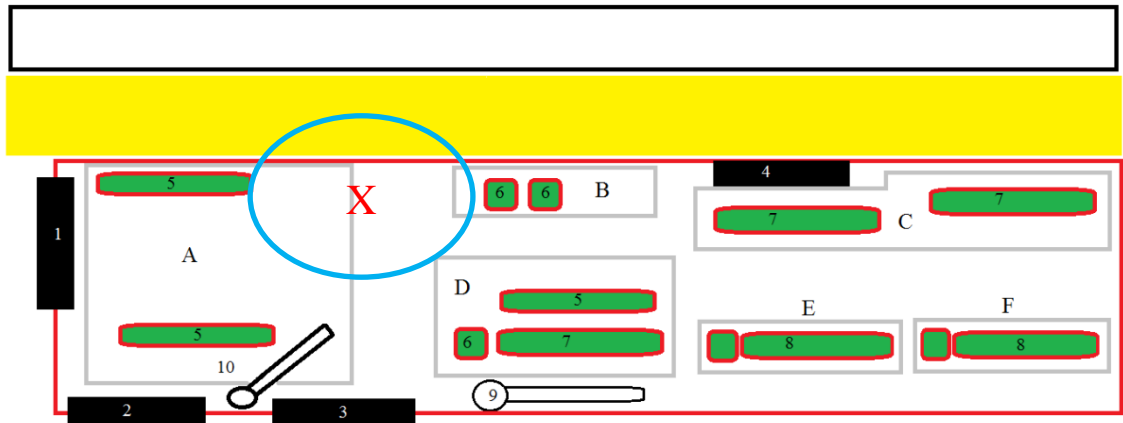
Yllä olevassa kuvassa (Kuva 2) on esitettyä uuden layoutin lopullinen suunnitelma. Aiemmin esitetyssä kuvassa (Kuva 1) olleet kuormalavahylly (numero 1) ja pienosahylly (numero 2) sekä näiden päässä ollut kiinnitintarvikehylly (numero 3) poistettu tilan vapauttamiseksi. Myöskin solun toisessa päädyssä olleet pienosahyllyt (numero 5) on siirretty kuvan 2 kohtaan numero 4. Näin on saatu kyseiseen päätyyn tullut lisätila käyttöön. Numerolla 1 (Kuva 2) merkattuun kohtaan suunniteltiin kuormalavahylly myöhemmin esiteltävää tarkoitusta varten. Numerot 2 ja 3 ovat putkitavaralle tarkoitettuja hyllyjä. Näistä myöskin lisää myöhemmin. Numero 11 on edelleen kuormalavahylly.

Vääntävä momenttikone (numero 9) on siirretty alueen D viereen, samoin alueen A viereen on lisätty kevenninpuomi (numero 10) erästä puristin työkalua varten.



Kuva 3: Tuotteet

Ajatuksena solun uudessa layoutissa on saada selkeämmät ja kiinteät koontapisteen solun sisälle. Komponentit tuodaan pääasiassa sinisen nuolen suunnasta (Kuva 3). Alueet A, B ja C on tarkoitettu kolmen pääkomponentin varustelualueiksi. Komponenttien varustelun jälkeen ne siirretään alueelle D toisiinsa liittämistä ja viimeistelyä varten. Valmiit tuotteet siirtyvät alueelle E, josta ne menevät edelleen alueelle F tämän vapauduttua. Alueet E ja F ovat molemmat varattu valmiille tuotteille, alueella F on seuraavaksi loppukokoonpanolinjalle nostettava tuote. Tämä sen vuoksi, koska solun tuotteiden valmistumisaika on pidempi kuin loppukokoonpanolinjan tahtiaika. Mikäli loppukokoonpanoon sattuu tulemaan peräkkäin kaksi tuotetta, joihin asennetaan solun tuottama tuote, nämä kaksi välivarastointipaikkaa takaavat tuotteiden saatavuuden ilman loppukokoonpanolinjan seisahdumista. Lisäksi alueilla A, B, ja C on jokaisessa lisäpaikat yksille ylimääräisille komponenteille. Tällä saadaan materiaalitoimitukselle aikaa tuoda seuraavan kokoonpanon komponentit soluun, eikä asentajien tarvitse odottaa aina jokaisen valmiin tuotteen jälkeen uusia osia.



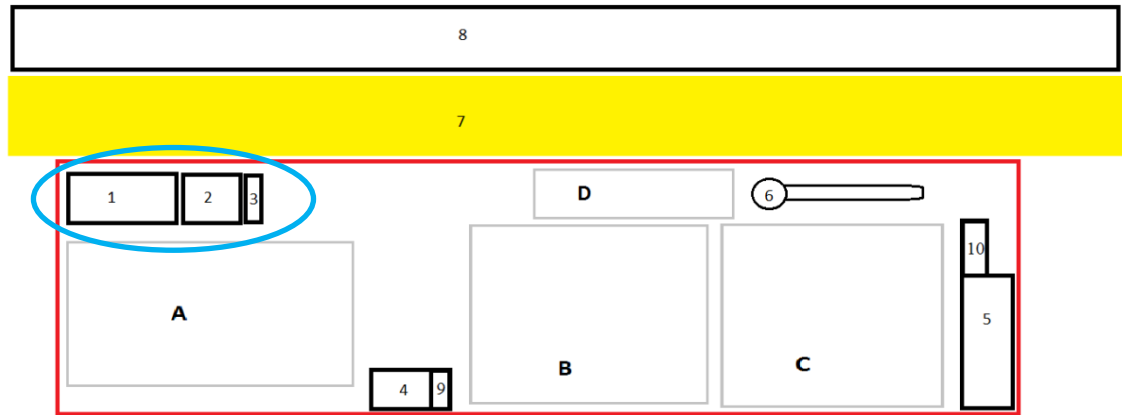
Kuva 4: Kitit

Soluun saatiin tilaa kunkin kokoonpanon tarvitsemille kiteille kuvaan 4 punaisella X-kirjaimella merkitylle alueelle. Kittejä oli kahta erilaista, joita käytetään alueilla A, B ja D.

Putkille tarkoitettujen alueiden 2 ja 3 kohdalla tultiin siihen tulokseen, että hankitaan kolme rullakkohyllyä, joissa on kuusi tasoa. Näiden tarkoituksena on, että alihankkijayritys toimittaisi näissä putket kuuteen tuotteeseen per rullakko. Rullakoita olisi tehtaalla kerrallaan kaksi, yksi olisi kerrallaan täydennettävänä alihankkijalla. Kun rullakko tyhjenee, alihankkija toimittaa tyhjän tilalle uuden ja vie tyhjän toimipisteelleen täydennettäväksi. Tämä vaatii kuitenkin neuvottelemista alihankkijan kanssa, mistä johtuen näitä rullakoita ei ehditä tämän projektin puitteissa saada toimintaan. Asiasta kuitenkin neuvotellaan alihankkijayrityksen kanssa. Mikäli toimittaminen onnistuu, siirrytään tähän toimitustapaan mahdollisimman nopeasti. Siihen asti kuitenkin joudutaan jatkamaan entisellä tavalla, eli painavalla putkirullakolla jossa on putkia noin 20 tuotteen tarpeisiin. Tämän rullakon sijainniksi tulee toistaiseksi alue numero 2.

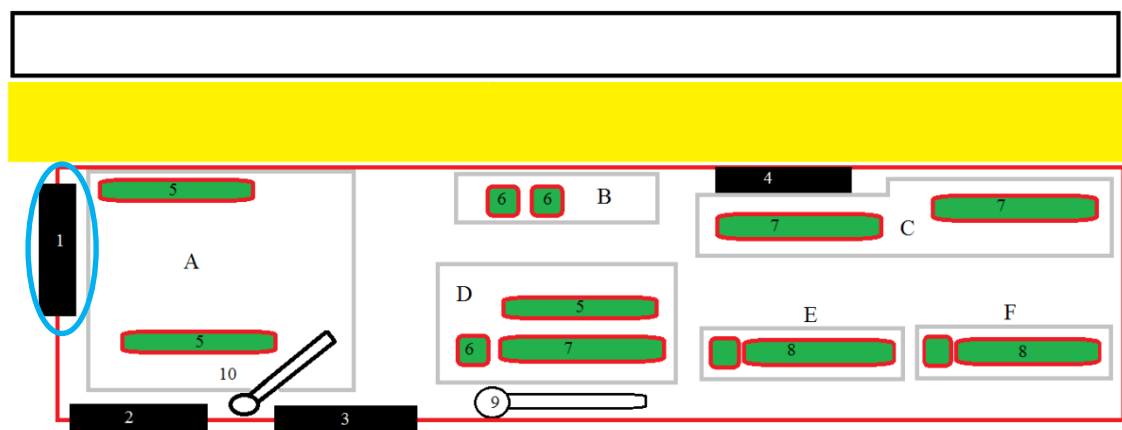
4.3 Esiin tulleet ongelmat uudessa layoutissa

Uuden layoutin myötä tuli esiin uusia ongelmia, joiden ratkaiseminen oli tärkeää ennen kuin uutta layoutia voitaisiin esitellä solun työntekijöille.



Kuva 5: Vanha layout

Ensimmäisenä esiin tullut ongelma oli, että mihin poistettujen hyllyjen 1 ja 2 (Kuva 5) materiaalit laitettaisiin. Koska uudessa layoutissa ei ollut enää paikkaa osille, päädyttiin ns. kitti-paketteihin (ks. s.7). Tätä asiaa oli toki mietitty jo layoutin suunnittelun alkuvaiheessa, mutta lopullinen päätös asiasta tehtiin yksinkertaisesti tilanpuutteen vuoksi. Koska toimeksiantajayrityksellä on jo toimiva kitti-järjestelmä, ei tämä aiheuttanut suurtakaan lisätyötä. Näitä kyseisiä kittejä olisi tarkoitus sijoittaa kuormalavahyllyyn numero 1 (Kuva 6).



Kuva 6: Uusi layout

Toisena esiin noussut ongelma oli tuotteiden siirtely solun sisällä. Aiemmin tuotteita oli siirrelty siltanosturien ja pumppukärrien avulla, mikä oli melko vaarallista aika ajoin. Ensin ajatus oli antaa työ tehtäväksi yrityksen omalle työvälinesuunnitteluosastolle,

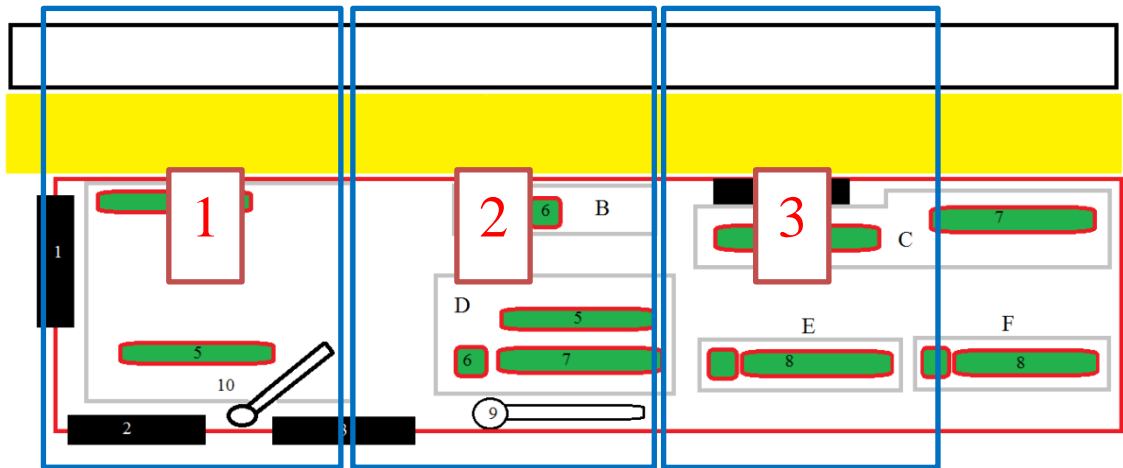
mutta muutaman tunnin internet selailun tuloksena oli mahdollinen ratkaisu tähän ongelmaan. Monilla työvälinemyymälöillä oli valikoimissaan siirtoalusta-nimellä kulkevia rulla-alustoja (Kuva 7), joissa oli riittävä kantavuus ja muutoinkin tarvittavat ominaisuudet tähän tarkoitukseen. Päädyttiin ottamaan kokeiluun yksi sarja rulla-alustoja. Yksi sarja sisälsi neljä alustaa ja kahteen näistä alustoista kääntöpöydät. Yhden alustan kantavuus oli 6000 kg, joten kaikkiaan kantavuutta saatiin 24 000 kg. Näillä saavutettaisiin sekä riittävä kantavuus että komponenttien ohjailtavuus solun sisällä. Lisäksi näihin alustoihin voitaisiin mahdollisesti pienillä muokkauksilla käyttää paineilma- tai sähkökäyttöistä veturia raskaiden komponenttien siirtelyn helpottamiseksi.



Kuva 7: Siirtoalustat (Oy Machinetool Co, 2015)

Mikäli nämä alustat osoittautuisivat tarkoitukseen soveltuviksi, olisi näitä tarkoitus hankkia vielä viisi sarjaa lisää kattamaan solun tarpeet.

Seuraavana vastaan tullut ongelma aiheuttikin sitten melko paljon hankaluuksia. Koska soluun oli tulossa uusi tuote, olisi sekin luonnollisesti otettava huomioon suunnitelmisissa. Tuotetta ei ollut vielä tehty aikaisemmin solussa, eikä siitä ollut vielä työntutkimuksen tuloksia. Tämä asia kuitenkin sivuutettiin tässä vaiheessa, koska kyseisiä tuotteita oli tulossa tuotantoon muutamia kappaleita. Solun työntekijöitä pyydettiin hieman omaaloitteisesti seurailemaan kelloa uusia tuotteita tehdessä. Nämä tulokset eivät luonnollisesti olisi tarkkoja eivätkä kovin luotettavia, muttei parempaakaan ollut saatavana. Työntutkimus tultaisiin tekemään uusien tuotteiden osalta myöhemmin, mutta se vaatii ensin muutamien uusien tuotteiden tekemistä. Uusien tuotteiden tiedettiin olevan joka tapauksessa vanhoja malleja painavampia, mikä piti ottaa huomioon siltanostureiden osalta. Solun yläpuolella oli kolme erillistä siltanosturia, joissa kaikissa oli kaksi nostokissaa.



Kuva 8: Siltanosturit

Siltanosturit sijaitsivat alueiden A, B/D ja C/E (Kuva 8) yllä. Kuvassa siltanosturit merkattuna sinisillä neliöillä. Uusien tuotteiden kasvaneen massan vuoksi jouduttiin siirtämään puomi ja nostokissat nosturista 3 nosturiin 2. Koska nosturirakenteet olivat muutoin samanlaiset, ei muita muutoksia tarvinnut.

Muita isompia ongelmakohtia ei käynyt tässä vaiheessa ilmi. Sehän ei tietenkään tarkoita, etteikö niitä tulisi.

4.4 Töiden tasapainotus

Layoutin suunnittelun jälkeen siirryttiin miettimään solun sisällä olevien kahden työpisteen välistä tasapainotusta töitten suhteen. Layout suunnitelman ensivaiheessa oli päätetty, että solun tulisi pystyä tuottamaan vähintään kolme tuotetta kahdessa vuorossa. Toisin sanoen:

$$\frac{6,5h * 60 * 2}{3} = 260 \text{ min}$$

Teholliseksi työajaksi on ollut yrityksen käytäntönä käyttää 6,5 tuntia. Tästä seuraa, että kahdessa vuorossa kolmen tuotteen saanti vaatii tahtiajaksi 260 minuutti per tuote. Tälle pohjalle lähdettiin tarkastelemaan työntutkimuksen laatimia työvaiheajoja. Työvaihe tässä yhteydessä tarkoitti yhden työvaiheen, esimerkiksi tapin liittämistä komponenttiin, vaatimaa aikaa. Näissä ajoissa ei otettu kantaa hukka-aikoihin, vaan pelkästään arvoa tuottavaan aikaan.

Solussa tuotetaan neljää samankaltaista tuotetta, joissa on kuitenkin jonkin verran eroavaisuuksia kokoonpanojen suhteen. Kaksi näistä tuotteista on hyvin samankaltaisia, ja

näihin sovellettiin samoja tutkimus aikoja. Käytännössä nämä kaksi tuotetta määrittivät hyvin pitkälle solun tasapainotuksen, koska ne muodostavat 4/5 solun tuotannosta. Loput kaksi tuotetta olivat huomattavan poikkeavia näihin volyyymi tuotteisiin nähden sekä rakenteeltaan että työvaiheajoiltaan. Toinen näistä poikkeavista tuotteista oli juurikin solun tuotantoon tuleva uusi tuote.

Koska volyymituotteiden työvaiheajat olivat yhteensä hieman yli 480 minuuttia, sai näiden tuotteiden osalta työt tasapainotettua kohtuullisen helposti. Koska solussa toimii kolme asentajaa per vuoro, oli jako seuraava:

- Alueella A, yksi asentaja varustelee komponentin 1 alusta loppuun. Tähän kuluu aikaa noin 240 minuuttia.

- Alueella B ja C kaksi asentajaa varustelee komponentit 2 ja 3, minkä jälkeen he siirtyvät liittämään osat 1, 2 ja 3 toisiinsa ja varustelevat tuotteen loppuun. Tähän kuluu aikaa loput 240 minuuttia.

Tässä huomattiin eräs ongelma. Kun asentajat ovat varustelleet komponentit 2 ja 3, joutuvat he odottamaan komponenttia 1. Mutta tämä ongelma esiintyy käytännössä vain ensimmäisellä tahdilla, minkä jälkeen vaiheet hakeutuvat tasapainoon. Eli kun asentajat ovat liittämässä osia 1, 2 ja 3 toisiinsa, on ensimmäinen asentaja varustelemassa uutta komponenttia 1. Kahden asentajan saatua tuote valmiiksi, he siirtyvät varustelevaan uusia komponentteja 2 ja 3. Heidän saatua valmiiksi nämä komponentit, on myös komponentti 1 valmis. Ja tämän jälkeen kierros alkaa taas alusta.

Ensimmäisen kahdesta jäljelle jäävistä tuotteista osalta työvaiheajat olivat yhteensä 360 minuuttia, mikä ei aiheuttanut ongelmaa sovittamisessa tahtiakaan. Tosin tämä tuote aiheuttaa väkisinkin hieman odotusta solussa vaiheiden välille. Näitä tuotteita tulee tuotantoon kuitenkin vain yksi viikossa, joten sen aiheuttaman odotuksen todettiin olevan hyväksyttävää.

Viimeinen jäljelle jäävä tuote oli solun tuotantoon tuleva uusi tuote. Koska tämän tuotteen osalta ei vielä ollut olemassa työntutkimuksen tuottamia tutkimuksia, käytiin tuotteen valmistaminen vaihe vaiheelta läpi niiden työntekijöiden kanssa, jotka olivat näitä jo valmistaneet. Lisäksi kysyttiin työnjohtajan näkemystä aikojen paikkansapitävyydestä. Näiden keskustelujen pohjalta saatiin jonkinlainen perusaika, minkä pohjalta toimia. Ajaksi määritetty aika oli noin 30 % pidempi kuin volyymituotteiden valmistumisaika,

eli noin 620 minuuttia. Tämä tuote ei sopinut määritettyyn 260 minuutin tahtiin. Tämänkin osalta tultiin lopputulokseen, että tämä oli siedettävää. Koska tuotteita valmistetaan keskimäärin yksi viikossa, se oikeastaan tasapainottaa nopeamman tuotteen aiheuttamaa loppoaikaa.

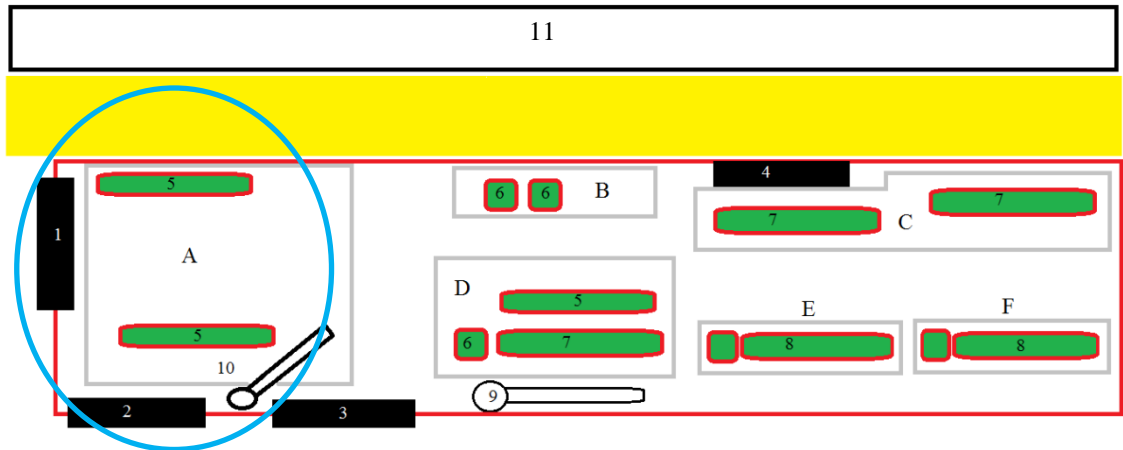
Tasapainotuksen jälkeen muutettiin tuotannonohjausjärjestelmässä olevat rakenteet vastaamaan uutta töiden tasapainotusta. Tällä tavoin saatiin työpisteittäin oleville näyttöpäätteille oikeat materiaalitiedot ja kokoonpanokuvat.

4.5 Testikittien luominen

Kun layout oli valmis ja tasapainotus tehty, esiteltiin ne solun työntekijöille. Työntekijät vaikuttivat tyytyväisiltä suunnitelmiin, joten ne todettiin käyttökelpoisiksi ja voitiin siirtää seuraavaan vaiheeseen.

Tämä vaihe oli testikittien luominen ja kerääminen. Kiteille oli asetettu rajoittaviksi tekijöiksi koko ja osien paino. Kooksi oli määritetty enimmillään yksi euro-kokoinen (80 cm x 120 cm) kuormalava, jossa on yhdet lavakaulukset. Osien painon osalta oli määrätty ylärajaksi 20 kg, koska paikassa jossa kittaus suoritetaan ei ole nosturia käytettävissä.

Koska paikassa jossa kittaus suoritetaan on myöskin rajoitteita toistaiseksi tilan kanssa, päätettiin olla kittaamatta koko solun materiaali määrää. Kittauksen piiriin päätettiin siirtää komponentin 1 osat. Nämä mahtuivat kohtuullisen helposti määritettyihin mittoihin.



Kuva 9: Uusi layout

Koska alueelta A (Kuva 9) oli poistettu paljon hyllytilaa ja komponentin 1 varustelu tapahtuu kyseisellä alueella, oli tämän komponentin osien kittaaminen perusteltua. Lisäksi kittien sijoittaminen kuormalavahyllyyn 1 lyhentää paljon komponenttien noutomatkaa, koska osa iso osa osista oli noudettava kuormalavahyllystä numero 11.

Kun testikitit oli koostettu, oli ne vielä vietävä tuotannonohjausjärjestelmään. Tämä tarkoitti osien kittikoodaamista kaikista rakenteista, joista osat liittyvät kyseisen solun tuotantoon. Koska osat kittikoodataan rakenteista, vältetään vaaralta viedä osia joita käytetään myös muualla tehtaassa. Tämä vaihe oli melko aikaavievää taulukoiden selaamista ja manuaalista rakenteiden muuttamista.

4.6 Oheistehtävät

Näiden aiemmin esiteltyjen toimenpiteiden ja tehtävien lisäksi muutoksen suunnitteluun liittyi paljon kaikenlaista oheistehtävää. Näitä oli mm. kittiustilaan tarvittavien hyllymetrien määrittäminen, siirtoalustojen tilaaminen, puristimen kevenninpuomiston mitoitus ja tilaaminen sekä soluun uusien hyllyjen tarpeen laskeminen ja tilaaminen.

Lisäksi momenttiin vääntävän koneen siirron suunnitteleminen. Tämän osalta todettiin tarpeelliseksi muokata puomistoa jonkin verran, koska senhetkinen puomisto ei ollut riittävän korkea. Puomisto ei olisi mahtunut kääntymään liitetyn tuotteen ylle ja täten sitä ei olisi voinut käyttää. Näiden muutosten tekeminen vaati asian selvittämistä koneen toimittaneelta yritykseltä, ettei ole mitään estettä puomiston kannatinpilarin korotukselle

ja itse konetta kannattelevan kahvaosan jatkamiselle. Estettä ei ollut ja työ annettiin toimeksiantona toimeksiantajayrityksen sisäiselle muutoksista vastaavalle työryhmälle.

4.7 Suunnitelmasta fyysiseksi muutokseksi

Viikolla 10/2015 alkoi varsinainen solun muutostyö. Ajankohta valittiin siksi, koska viikolla 10 ei ole tuotantoa toimeksiantajayrityksessä. Myöskin työvoimaa on tarjolla normaalia enemmän, koska työntekijöitä ei tarvita tuotannollisissa tehtävissä. Työvoimalle oli muutoinkin tarvetta, koska tehtaalla tehtiin muitakin, tätä muutosta isompia, muutos- ja kunnossapitotöitä.

Työt aloitettiin solussa jo viikon 9 loppupuolella muutamien ensimmäisten kittien keräilyllä, ylimääräisten tavaroiden poistamisella ja hyllyjen purkamisella. Viikon 10 alussa poistettiin loput hyllyt ja kaikki soluun jäävät työvälaineet. Myös muutamia valmiita tuotteita jouduttiin siirtelemään pois solusta.

Viikko 10 alkoi momenttiinväöntävän koneen irrottamisella ja siirtämisellä pois edestä. Samaan aikaan alkoi koneen tulevan sijainnin valmistelu. Lattiaan piti tehdä ura sähkökaapeleita ja paineilmaputkistoa varten. Kaapeleiden ja putkien asennuksen jälkeen lattia valettiin uudelleen umpeen ja jätettiin kuivumaan. Koneen ollessa irrallaan tehtiin itse koneen puomistoon tarvittavat muutokset. Samalla poistettiin entisestä sijainnista sähkökaapelit ja putkistot, tämän jälkeen lattia valettiin umpeen. Samanaikaisesti näiden töiden kanssa tapahtui myöskin siltanostureiden puomistojen ja kissojen vaihto.

Valutöiden valmistuttua ja kuivuttua alkoi viikon puolessa välissä solun lattioiden uudelleen pinnoitustyöt. Tähän päädyttiin, koska vanha lattiapinnoite oli jo paikoin irtoillut ja koloja täynnä. Lisäksi lattia olisi pitänyt pinnoittaa joka tapauksessa niistä kohdista, missä valutöitä oli tehty. Pinnoittamiseen meni päivän verran ja kuivumiseen toinen.

Lattiatöiden valmistumista odottaessa siirrettiin kittaus sijaintiin sinne siirtyvät tavarat. Näille tavaroille koottiin hyllyt ja siirrettiin tavarat hyllyihin. Samalla koottiin hyllyjä erään toisen samaan aikaan tapahtuvan muutostyön tarpeisiin.

Lattiapinnoitteen kuivumisen jälkeen päästiin siirtämään odottelun aikana kootut pienosahyllyt soluun uusille paikoilleen. Samalla koottiin kiteille varattu kuormalavahylly. Näiden jälkeen osa ryhmästä aloitti soluun jäävien osien takaisin hyllyttämisen ja osa aloitti asentamaan työvälaineitä takaisin paikoilleen. Asentaminen aloitettiin momenttiin-

vääntävästä koneesta. Tämän pylväs pultattiin lattiaan ja nostettiin siihen kuuluva puomisto takaisin paikoilleen. Valmiit tuotteet siirrettiin takaisin soluun. Solun työvälinauheet asennettiin paikoilleen ja varustettiin tarvittavilla työvälinauheilla. Solun rajat ja komponenttien paikat maalattiin lattiaan.

Uusien siirtoalustojen testisarja saapui viikon 9 alkupuolella. Alustoihin tehtiin tarvittavat muutokset ja ne koeajettiin. Menetelmä todettiin toimivaksi ja tilattiin viisi sarjaa alustoja lisää. Näiden toimitusaika kuitenkin venyy viikolle 12, joten solu joutuu pärjäämään yhdellä alustalla. Tämä aiheuttaa hetkellisesti ylimääräistä työtä, joka kuitenkin loppuu lisäalustojen saavuttua.

Viikon 10 lopuksi kaikki ylimääräinen tavara siirrettiin pois solusta seuraavalla viikolla jatkuvaa tuotantoa varten. Lisäksi oli tarkoitus tilata valmiiksi seuraavan viikon alkua varten komponentit valmiiksi soluun omille paikoilleen odottamaan asennusta, mutta soluun maalattujen viivojen kuivuminen kesti odotettua kauemmin. Tästä johtuen uusien komponenttien tilaaminen oli pakko jättää seuraavalle viikolle.

4.8 Tuotannon tukitoimet

Viikkolla 11 solussa oli avustamassa itseni lisäksi yksi tuotantoinsinööri tuotannon tukitoimista johtuen. Näillä toimilla tarkoitetaan soluun tehtyjen muutosten konkreettista seuraamista ja uusien käytäntöjen tuotantoon ajamista. Lisäksi ratkottiin muutoksen aiheuttamia ongelmia ja korjattiin esivalmisteluissa tapahtuneita virheitä. Myöskin viimeisiä viilauksia työpisteen layouttiin tehtiin. Joitain sähköitä jäi tälle viikolle ja muutamia telineitä (esim. kuormaliinoille) piti rakentaa.

Itsessään solussa ei työ juurikaan muuttunut, ympäristö enemmänkin. Tästä johuen työvaiheiden ohjaaminen jäi vähäisemmäksi, enimmäkseen keskityttiin kittien ongelmiin ja ajoitukseen. Lisäksi pidettiin huoli, että solu tuottaa oikeita tuotteita loppukoontalinjan tarpeisiin.

Viikon 11 aikana myöskin kaikki soluun jäävät osat tarkistettiin ja luotiin tuotannonohjausjärjestelmään uudet hyllypaikat osille. Samoin kiinnitystarvikkehyllyjen tavarat järjesteltiin ja luotiin varastopaikat näille.

Koska solu alkoi ensimmäistä kertaa tuottaa kokonaisia tuotteita, päästiin siirtoalustoja testaamaan perusteellisemmin. Todettiin, että kokonainen tuote on aivan liian raskas kä-

sin siirreltäväksi. Tähän ongelmaan löytyi ratkaisu jo valmiiksi tehtaalta, jossa oli yksi ylimääräiseksi jäänyt paineilmaveturi (Kuva 10). Tähän lisättiin tarvittavat kiinnittimet tuotteiden työntämistä varten. Veturi testattiin, ja se todettiin varsin hyvin toimivaksi.



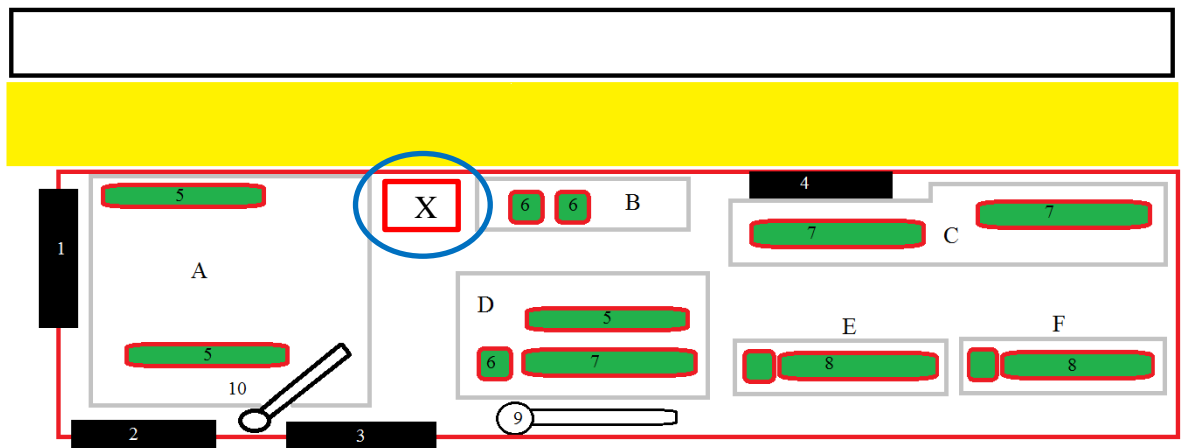
Viikon 11 loppupuolella suoritettiin solussa katsel-
mus työsuojeluorganisaation ja työterveyshuollon

Kuva 10: Paineilmaveturi

edustajien kanssa. Katselmuksessa tuli ilmi muutamia korjattavia kohteita. Nämä koh-
teet olivat kaikki työergonomiaan liittyviä. Pari näistä koski yli olkapäälinjan nostetta-
via osia. Näihin nostoihin löytyi apuvälineitä jo tehtaalta valmiiksi. Lisäksi eräs esiin
tullut asia oli kohtalaisen raskaiden osien nostaminen käsin lattian tasolta. Koska nämä
osat sisältyvät yhteen soluun tuotavista kiteistä, päädyttiin tekemään korotettu taso näil-
le kiteille. Näin nostot saadaan edullisemmalle tasolle ja tuotteet voidaan edelleen toi-
mittaa soluun trukilla.

4.9 Lopullinen layout

Lopullinen layout tarkentui, kun soluun tuotiin hyllyt ja muut tavarat. Joitain pieniä
muutoksia tehtiin tässä vaiheessa kaikkien mittojen tarkentuessa.



Kuva 11: Lopullinen layout

Kohtaan X (Kuva 11) lisättiin penosahylly alueella A tarvittavien osien säilytystä var-
ten. Tämän alueen osista iso osa meni kittausjärjestelmän piiriin, mutta joitain osia jäi

vielä soluun. Tämän hyllyn viereen alueen A puolelle sijoitettiin aiemmin mainittu korotettu taso.

Muut layoutiin tehdyt muutokset olivat lähinnä soluun tehtyjen osien ja komponenttien lattiaan merkittyjen paikoitusten tarkentamista ja muutamien uusien lisäämistä.

5 Pohdinta

Kaikenkaikkiaan tämän opinnäytetyön aiheena ollut layoutmuutos onnistui ilman suuria vaikeuksia tai esteitä. Toimeksiantajayrityksessä on jo vakiintuneet käytännöt näiden prosessien läpiviemiseksi, joten kaikki sujui kohtalaisen vaivattomasti. Ehkä suurimpia ongelmia projektissa aiheuttivat muiden työhön osallistuneiden henkilöiden kiireelliset aikataulut, joista johtuen osissa asioita ei aivan täydelliseen lopputulokseen päästy heti. Lisäksi joitakin ongelmia luonnollisesti aiheutti oma kokemattomuuteni layoutmuutosten suunnittelussa ja tekemisessä. Ennen muuta kokemattomuudesta johtuen tulee tehtyä paljon enemmän ns. turhaa työtä.

Layoutmuutos oli kuitenkin tarpeen ja sillä saavutettiin pääpiirteissään kaikki sille annetut tavoitteet. Myöskin palaute sekä solun työntekijöiltä että muilta soluun liittyvistä toimintoista on ollut positiivista ja ennenkaikkea hyvin rohkaisevaa. Myöskin hyllyihin osia toimittavilta alihankkijoilta erityisesti kiitosta uusista hylly sijainneista, jotka antavat sekä heidän että solun työntekijöiden tehdä omia töitään esteettä ja häiritsemättä toisiaan.

Itsessään tämä muutos jatkaa muotoutumistaan vielä joitain viikkoja ennen kuin se on saanut lopullisen muotonsa. Ja luonnollisestihan tämä ei ole mitenkään lopullinen tai pysyvä tila solussa, vaan pelkästään yksi askel kohti aina parempaa ja tuottavampaa tehdasympäristöä. Nykyaikaisen tehtaan tulee muotoutua jatkuvasti uudelleen tuotteiden muutosten ja tuotannollisten tarpeiden vuoksi. Koska tämän työn toimeksiantajayritys on moderni ja jatkuvasti toimintaansa kohti parempaa tehokkuutta ja tuottavuutta kehittävä, on sillä jo valmiina isompi visio, jota kohden pyritään. Sekä pienempiä että suurempia muutoksia on siis jo tiedossa ja luvassa.

Layoutmuutoksen suunnittelu ja tekeminen on ollut erittäin mielenkiintoista työtä. Se osaltaan yllätti itseni siltä osin, että kuinka paljon on osattava ottaa huomioon erilaisia a-

sioita tällaisia muutoksia tehdessä. Tähän opinnäytetyöhön ei ole sisällytetty aivan kaikkia huomiotavia seikkoja tuoteturvallisuuden ja salassapitovelvollisuuksien vuoksi.

Tämä opinnäytetyö on opettanut itselleni todella paljon nykyaikaisen tehtaan toimintatavoista ja tietojärjestelmistä, joita en olisi työntekijänä todennäköisesti koskaan oppinut. Lisäksi työ on syventänyt merkittävästi omaa ymmärrystä oman työpaikkani toiminnasta. Ja jossain määrin olen myöskin oppinut ymmärtämään tuotantoa ohjaavien ja kehittävien toimijoiden työn toisinaan aiheuttamaa turhautumista. Työ on innostavaa ja erittäin palkitsevaa, mutta toisinaan muutosvastarinta voi olla melko jyrkkää. Itsekkin tähän törmäsin muutoksia tehdessäni moneen kertaan, ja lähes joka kerta se aiheutti hetkellisen turhautumisen. Nämä ovat kuitenkin asioita, joihin jokainen työympäristössä muutoksia tekevä toimija aivan varmasti törmää silloin tällöin. Useimmiten keskusteleminen ja asioiden syiden selittäminen saa vastarinnan vähenemään ja lientymään.

6 Opinnäytetyön eettisyys

Olen tätä opinnäytetyötä tehdessäni ja raportoidessani pyrkinyt noudattamaan toimeksiantajayrityksen antamaa ohjeistusta. Tähän ohjeistukseen kuului luonnollisesti yrityssalaisuuksien salassapito, mutta myös pyyntö olla esittämättä yrityksen nimeä tai tuotetta, tai mitään mistä kävisi ilmi yrityksen toimiala. Tämä aiheuttaa sen, että raportointi on melko lavea, eikä sisällä juurikaan tietoa, jota olen joutunut käsittelemään työtä tehdessäni. Olen kuitenkin pyrkinyt käyttämään ja analysoimaan keräämääni ja saamani tietoa parhaimman kykyäni mukaan ja perusteellisesti. Tästä todisteena toiminee suunnitellusti edennyt ja toimiva tuotantosolu.

Lähdeluettelo

ITomax Oy. (7.2.2015). *Tuoterakenne*. Haettu 30.1.2015 osoitteesta

<http://www.tomax.fi/tomax/tuoterakenne/>

Konsultointi Welldone Oy. (5.2.2014). *Työntutkimukset*. Haettu 15.2.2015 osoitteesta

<http://www.konswelldone.com/tyontutkimukset.html>

Oikeusministeriö. (7.2.2015). *Työturvallisuuslaki*. Haettu 15.2.2015 osoitteesta

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>

Oy Machinetool Co. (21.2.2015). *Telakuljettimet*. Haettu 21.2.2015 osoitteesta

<http://www.machinetool.fi/nostolaitteet/hydraulisyliinterit-tunkit-siirtoalustat/telakuljettimet>

Reijo Rautauoman Säätiö. (3.12.2014). *Mitä on logistiikka?* Haettu 30.1.2015 osoitteesta

http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Mit%C3%A4_on_logistiikka%3F

Työterveyslaitos. (7.2.2015). *Ergonomia*. Haettu 30.1.2015 osoitteesta

<http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/Sivut/default.aspx>

Werner Söderström Osakeyhtiö. (1990). *Koululaisen tietokeskus*. Porvoo: Werner Söderström Oy.

Wikipedia. (7.1.2015). *Nimike*. Haettu 15.2.2015 osoitteesta

<http://fi.wikipedia.org/wiki/Nimike>