

Layout-muutos uuden tuotteen lanseeraamiseksi tuotantoon



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Konetekniikka, insinööri (AMK)

Kevät 2024

Santeri Aho

Konetekniikka

Tekijä Santeri Aho

Työn nimi Layout-muutos uuden tuotteen lanseeraamiseksi tuotantoon

Ohjaaja Tapio Väisänen

Tiivistelmä

Vuosi 2024

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää mahdollisuus uuden tuotteen valmistamisesta tuotantolinjalla rajallisen valmistuskapasiteetin sekä valmistustilan kanssa. Työ rajattiin tarkastelemaan tuotantolinjassa tarvittavaa layout muutosta, eli tuotantotilan uudelleen järjestämistä siten, että uuden tuotteen valmistaminen on mahdollista valitussa tilassa.

Toimeksiantajayritys on maailmanlaajuinen laitevalmistaja. Työ tehtiin yrityksen yhteen komponenttitehtaaseen, joka valmistaa sekä kokoaa yrityksen tuotteiden keskeisimpiä laitteistoja. Yritys valmistaa tuotteita erilaisiin teollisuuden sekä logistiikan alan kohteisiin.

Opinnäytetyön lopputuloksena oli pohjapiirroksesta mallinnettu layout, jonka tavoitteena oli järjestyttää tuotantotiloja sekä mahdollistaa uuden tuotteen valmistaminen nykyisten tuotteiden ohella. Työn tilaaja pyrkii näin vastaamaan asiakaskysyntään hajauttamalla laitteiden tuotantokapasiteetin useampaan toimipisteeseen. Opinnäytetyössä käydään läpi layoutin suunnitteluvaiheet sekä mallinnus unohtamatta toimipaikasta riippuvaisia aspekteja, kuten Lean-ajattelua.

Työn tuloksena oli toteutettavissa oleva layout tuotantolinjaan sekä uusien laitteiden valmistukseen tarvittavien tuotantosolujen layout. Nämä tulokset ovat esitetty toimeksiantajalle, joka on hyväksynyt muutokset ja ottaa nämä käyttöön, mikäli tuotteen valmistaminen siirtyy juuri nimenomaiselle tehtaalle. Työn sivutuotteena valmistui myös päivitetty layout kuva tuotantolinjan nykytilasta, joka jää käyttöön toimeksiantajalle.

Opinnäytetyötä tehdessä projekti, jota varten layoutmuutosta suunniteltiin, keskeytyi. Tehtaan puolesta layout-muutoksen valmistelu oli kuitenkin jo valmis. Näin ollen, vaikka uutta laitetta ei kyseisen tehtaan tiloissa valmistettaisi lähivuosina, on suunnitelma jo tämän varalta tehty. Layout-muutosta työstäessä halusin toteuttaa muutoksen ajatellen jatkuvaa parantamista, joten osa suunnitellusta muutoksesta voitaisiin toteuttaa, mikäli nykyistä valmistuskapasiteettia haluttaisiin nostaa.

Avainsanat: Layout, lean, layoutmallinnus, layoutmuutos,

Sivut 33 sivua ja liitteitä 2 sivua

Mechanical engineering

Author Santeri Aho

Subject Layout change to bring new product to production

Supervisors Tapio Väisänen

Abstract

Year 2024

Abstract

The purpose of this thesis was to find ways to assemble a new product in a production line with limited space and capacity. The paper examines changes needed to the assembly line's layout and how is it possible to manufacture this new product in a given space.

The company that commissioned this thesis is a world known and leader in its respected field. The contract was for one of the company's many component factories. This factory makes and assembles the core components for the company's whole product. These products are used in logistic and industrial applications.

The end goal of this thesis was to have a layout drawing modeled from factory blueprints, so that the working areas would be suitable for manufacturing the new product, without taking capacity from existing products. The commissioner's end goal is to meet delivery time expectations by decentralizing manufacturing across different factories. The thesis goes through layout planning phase and modeling while taking account the factory specific working habits such as lean principles.

As a result, there is a layout drawing of the assembly line and the assembly cells for new product. These drawings have been handed to the contractor and the results have been discussed about. The changes to the layout presented in this paper are going to take effect if the new product's manufacturing is going to take place at set location. As a bonus the old layout picture from the entire factory was from year 2018, that was updated to match the factory layout today.

The project that this thesis was about was unfortunately placed on hold. From the factory point of view the project was already done and we were waiting for orders to put the project in motion. Although this new product will not be manufactured in this location in near future, the factory is ready to take some of the manufacturing capacity if needed. I wanted to make changes to the assembly line with constant improvement in mind, this is why some of the changes proposed in the paper are going to take effect.

Keywords Lean, layout, layout change, layout modeling.

Pages 33 pages and appendices 2 pages

Sisällys

1	Johdanto	5
1.1	Toimeksiantajayritys	5
1.2	Uusi tuote.....	5
2	Tuotantolinjan layoutin suunnittelu.....	7
2.1	Layoutin valinta	7
2.2	Lean ajattelu, 5s ja Hukka	12
2.3	Kokoonpanosolun suunnittelu.....	14
3	Laitteen valmistustarpeet.....	15
3.1	Valmistettava laite	16
3.2	Nykyisen layoutin kuvaus.....	16
4	Layoutin suunnittelu.....	17
4.1	Tiedon keruu ja tarvittavat toimenpiteet	17
4.2	Layoutin mallinnus	18
4.3	Toteutettavan solun materiaalitarpeet sekä laitteet	19
4.4	Materiaalivirtojen hahmottaminen	20
4.5	Työsolun hahmottelu ja mallinnus.....	22
4.6	Työturvallisuus sekä ympäristö.....	23
5	Suunnitelma uudesta layoutista.....	24
5.1	Ennuste toimivuudesta	24
5.2	Suunnitelma solun layoutista.....	25
6	Yhteenveto	26
6.1	Johtopäätös ja pohdinta	27
	Lähteet.....	29

Liitteet

Liite 1. Valmis Layout

1 Johdanto

Opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa, millaisilla toimitilamuutoksilla uusi laite voidaan tuoda tuotantoon. Tehdas valmistaa useaa samankaltaista tuotetta Engineered to order -menetelmällä, mutta uuden valmistettavan laitteen on tarkoitus olla kuitenkin suurilta osin vakioitu. Kaikki tarvittavat puitteet laitteen valmistamiseen ovat saatavilla tehtaalla. Muutamia vuosia aikaisemmin valmistettiin kaksi prototyyppiä samankaltaisesta tuotteesta. Uusi tuote on vanhan Facelift-malli, samassa tämän tuotanto halutaan hajauttaa useammalle tehtaalle suuren kysynnävaihtelun vuoksi. Tavoitteena on kartoittaa tuotantolinjan tilat ja muokata näitä siten, että uuden laitteen valmistus voidaan sulauttaa nykyiseen tuotantoon ilman, että tämä vaikuttaa linjalla nykyään valmistettavien tuotteiden valmistukseen.

1.1 Toimeksiantajayritys

Yritys, johon opinnäytetyö tehdään, on globaalisti toimiva teknologiateollisuuden yritys. Yritys valmistaa laitteita erityyppisiin tuotantolaitoksiin sekä muihin tarkoituksiin lähinnä teollisuuden sekä logistiikan alalle. Yrityksellä on useita toimipaikkoja ympäri suomen. Yrityksen tuotteita on monessa eri hintaluokissa. Laitteet vaihtelevat nopeasti tuotettavista vakiotuotteista aina asiakkaan yksilöllisiin tarpeisiin räätälöityihin erikoislaitteisiin. Toimipiste, johon työ tehdään valmistaa vain asiakasräätälöityjä erikoistuotteita. Tuote on perustoiminnoltaan aina sama, mutta erilaisia optioita sekä varusteita on saatavilla kattavasti. Yritys valmistaa itse keskeisimmät osat laitteisiin, mutta käyttää paljon erilaisia toimittajia ja alihankkijoita pienempiin osiin.

1.2 Uusi tuote

Tuote, jota aloitetaan rakentamaan, on ollut yrityksen valikoimassa jo pitkään. Yritys haluaa harmonisoida toimintatapojaan eli hankkia erilaiset laitekokonaisuudet sisäisesti useista

lähteistä. Näin tarve suurille tuotantolaitoksille vähenee ja tietyt tuotantolaitokset voivat keskittyä vain tietynlaisiin kokonaisuuksiin. Tämä vähentää tarvittavaa työvoimamäärää, ja kysynnän vaihtuiliuihin voidaan vastata nopealla aikajänteellä.

Uusi tuote on siis niin sanottu facelift-malli, jossa vanhat kuvat laitetaan kuntoon ja rakenteita päivitetään kustannustehokkaiksi sekä valmistusystävällisiksi. Lisäksi tuotantoa voidaan ohjata paremmin nykyaikaisilla tuotannonohjausjärjestelmillä. Tuotteesta uuden tekee se, ettei tällaista ole valmistettu entuudestaan siinä yksikössä, johon opinnäytetyö on tehty. Tuotteen käyttötarkoitus on sama, kuin nykyisin tehtävissä laitteissa, mutta se sisältää suuren määrän uusia komponentteja ja on toimintatavaltaan täysin uudenlainen. Tämä vaatii vanhojen kuvien päivittämisen. Laitteen fyysinen koko tulee muuttumaan hieman nykyistä pienemmäksi sekä täyssähköisen mallin lanseeraamisen myötä voimansiirron komponentteja tarvitsee myös muuttaa.

2 Tuotantolinjan layoutin suunnittelu

Layoutia suunnitellessa tulee miettiä tuotantolinjaa kokonaisuutena, ei vain yksittäistä työtä tekevää solua. Solulla viitataan tuotantosoluun. Tuotantosolu on tuotannon osa, niin sanottu työpiste, jossa valmistetaan tiettyjä osia lopputuotteesta. Huomioitavia asioita layoutin suunnittelussa ovat esimerkiksi varastot, tuotannossa tehtävät toiminnot, sekä tietenkin itse tuotantolinja.

Oikein tehty layout mahdollistaa tilan tehokkaan käytön sekä materiaalivirran.

Materiaalivirralla kuvataan materiaalin virtausta varastosta tuotantoon ja valmiina tuotteena ulos. Tilan tehokkaalla käytöllä materiaalien välimatka varastosta tuotantosoluun on mahdollisimman suoraviivainen sekä lyhyt. Tuotantosolussa taas tehokkaalla tilan käytöllä säästytään turhalta liikkeeltä, kun esimerkiksi asennustarvikkeet ovat kätevästi lähellä ja saatavilla. (Ep logistics, 2023)

Tuotantolinja layoutia suunnitellessa tulee ottaa huomioon myös työsolun tehokkuuteen vaikuttavat seikat, kuten tuotannon tilantarpeet, kulkuväylät sekä toiminnot, joita solussa tehdään. Toimintoja on esimerkiksi tulityöt tai laitteen testaaminen.

Tuotantolinjan turvallisuus on myös otettava huomioon layoutia tehdessä. Kulkuväylien esteettömyys ja turvallisuus mahdollistavat työntekijöiden tarpeellisen liikkeen sujumisen asennuspaikasta toiseen. Asennuksia tehtäessä pitää olla varattuna riittävä määrä tilaa turvalliseen työskentelyyn. Riittävät tilat mahdollistavat myös esimerkiksi turvallisen tulitöiden tekemisen kohteessa. Turvallisuus on tärkeä osa hyvää layoutia. (Logistiikan maailma, 2023)

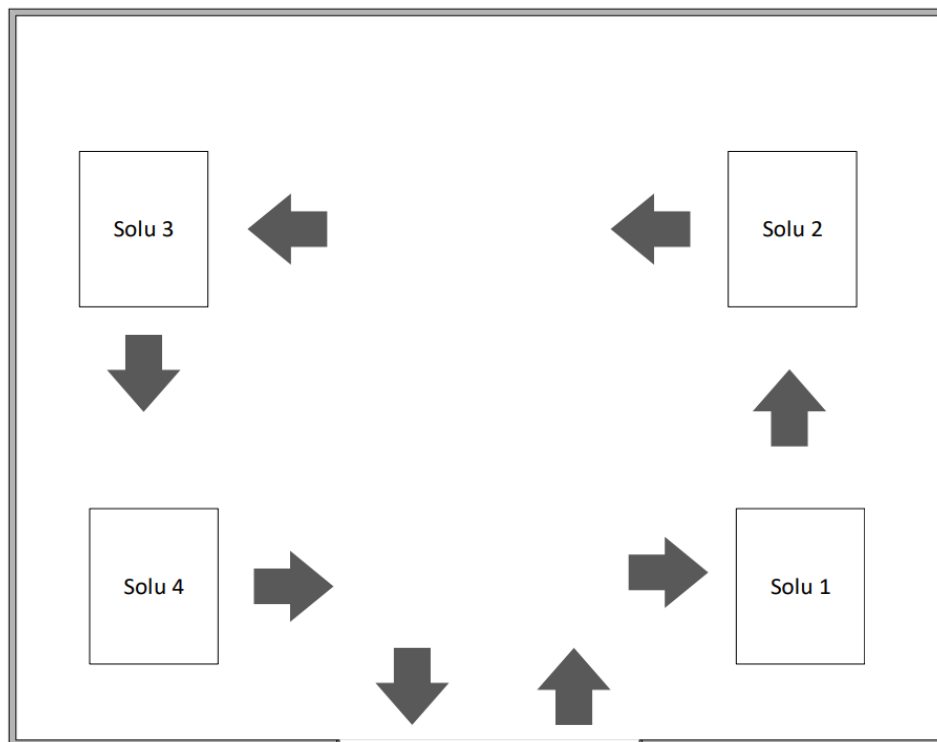
2.1 Layoutin valinta

Tuotannon layoutia valitessa on hyvä aloittaa perusasioista, kuten materiaalivirroista, sekä tehdä spagettikaaviot materiaalivirrasta sekä ihmisten oletetuista liikkeistä (Kuvat 1 ja 2).

Spagettikaaviolla pyritään kartoittamaan ihmisten liikkeitä solun sisällä ja täten parantamaan tarvittavien asennuslaitteiden saatavuutta ja saavuttamaan mahdollisimman tehokas työjärjestys solussa. Yleensä kokoonpanolinjojen tehokkaimmat layoutit ovat joko suoraviivaisia tai U:n muotoisia. (Logistiikan maailma, 2023)

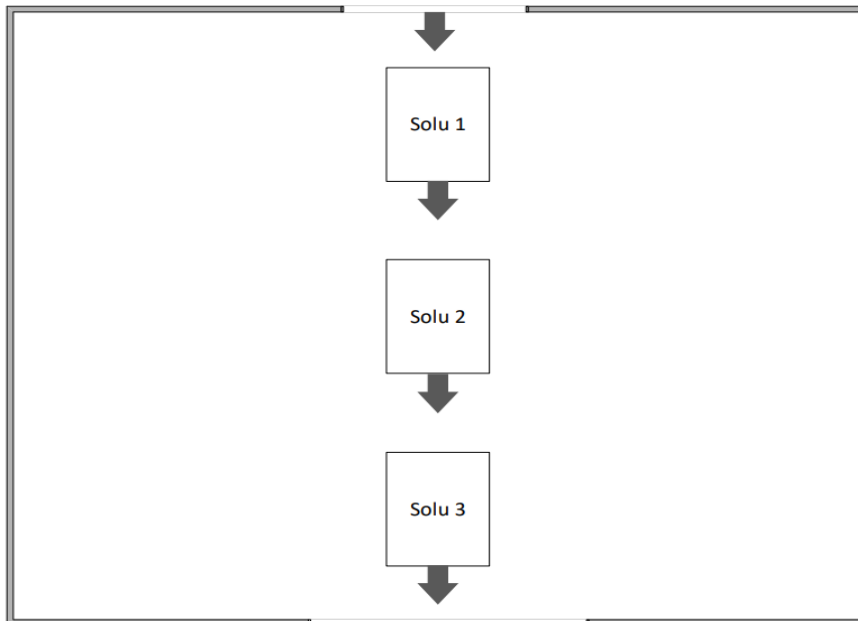
Esimerkkikuvassa on kuvattu materiaalin liikkeitä U:n muotoisessa layoutissa (Kuva 1). Tässä layoutissa tuote kiertää solusta toiseen nuolten osoittamaan kiertosuuntaan. Sekä raakamateriaalin tulos että valmiin tavaran poistuminen tapahtuvat saman oven kautta.

Kuva 1. U:n muotoinen layout



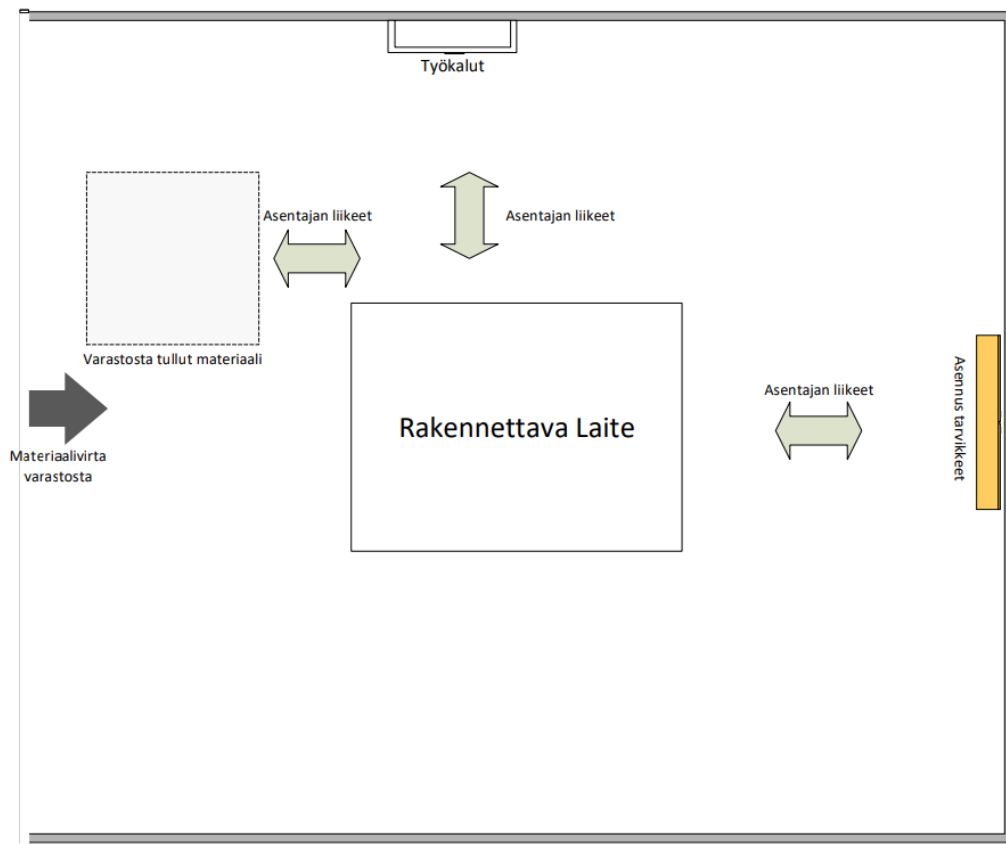
Esimerkki suoraviivaisesta tuotantolayoutista (Kuva 2) Materiaalit tulevat varastoon linjan perältä, josta ne keräillään tuotantosoluun, jossa kokoonpano tapahtuu. Kokoonpanon jälkeen valmis tuote siirtyy pakattavaksi ja ulos.

Kuva 2. Suora layout



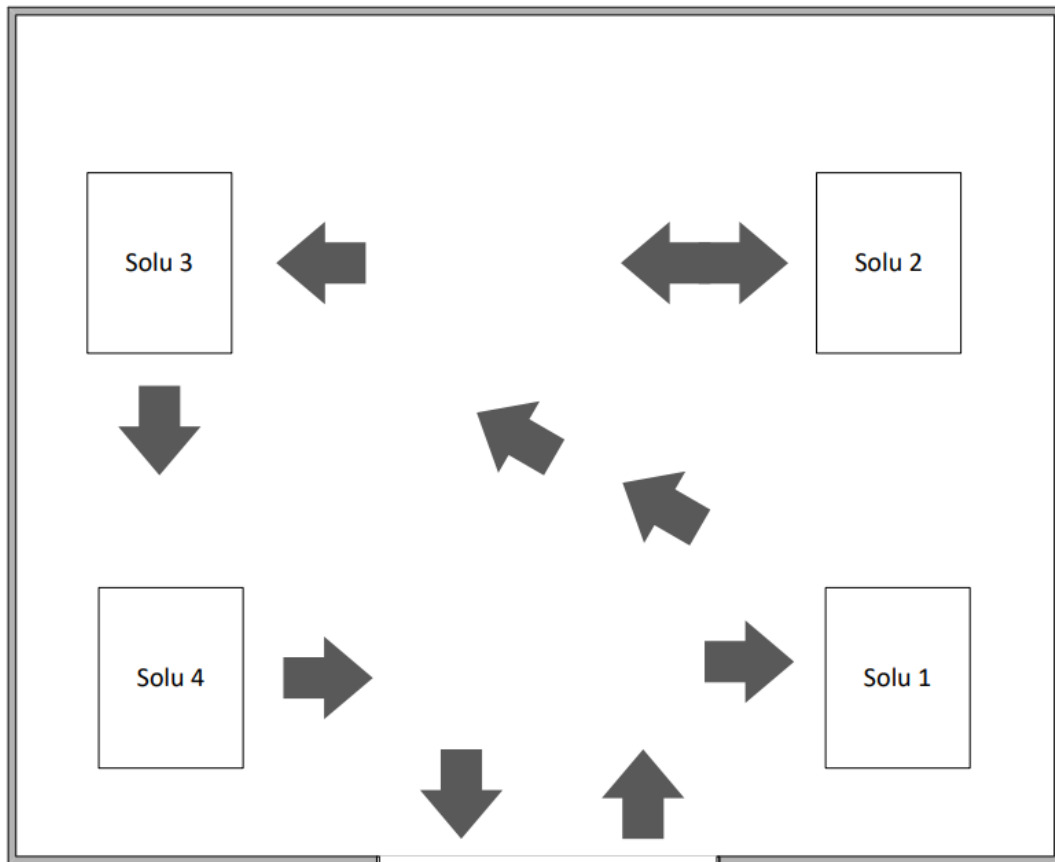
Spagettikaavioilla voidaan myös kuvata ihmisten liikettä solussa. Kuvassa 3 on kuvattu ihmisten sekä materiaalien liikkeitä solun sisällä. Tumma nuoli kuvaa materiaalin tuloa soluun ja asentajan liikkeet on kuvattu vaaleammilla nuolilla. (Logistiikan maailma,2023)

Kuva 3. Spagettikaavio



Kuvassa 4 materiaali tuodaan sisään ovesta esimerkiksi ulkoisesta varastosta. Nuolilla on kuvattu materiaalin liikkeitä solujen välillä. Materiaalit voidaan viedä soluun 1 tai 2. Näissä soluissa voidaan käyttötarkoituksen mukaan rakentaa yhtä tai useamman laista laitetta. Soluista valmiit tuotteet tässä tapauksessa etenevät testattavaksi soluun 3 ja pakkaukseen soluun 4. josta ne lopulta lähtevät ulos.

Kuva 4. U:n muotoisen layoutin soveltaminen



Layoutin valintaan voivat vaikuttaa myös fyysiset tekijät. Esimerkiksi vaikka varastointitilat olisivat tehtaan perässä, mutta valmistettavan tuotteen osat ovat liian suuria liikuteltavaksi järkevästi koko tehtaan läpi voidaan päätyä mieluummin U:n muotoiseen ratkaisuun.

Hyvä layout mahdollistaa hyvän tuotannon virtauksen sekä materiaalivirrat. Näiden kahden asian toteutumiseksi on hyvä ajatella Lean-periaatteiden mukaan ja pyrkiä eliminoimaan hukka, sekä järjestämään tuotantosolut 5 s:n mukaisesti.

Suoraviivainen layout on yleensä suosituin sen yksinkertaisuuden takia. Tämä layout toimii esimerkiksi kokoonpanotehtaissa, joissa tehdään niin kutsuttua liukuhihnatyötä. Tämä

tarkoittaa, että materiaali valuu kuin liukuhihnalla eteenpäin ja jokainen solu suorittaa oman pienen osuutensa, joka on toistuva. Tämä layout tukee myös tuotannon automatisointia.

U:n muotoinen layout on kompakti ja sopii siksi tehtaisiin, joissa ei ole mahdollisuutta suoraan layouttiin. U:n muotoinen layout mahdollistaa myös joustavan tuotantocyklin. U:n muotoinen layout mahdollistaa sen, ettei toinen tuotantosolu ole riippuvainen toisen nopeudesta ja näin harmonisointia ei tarvita. Tuotantosolut voivat myös tuottaa tuotteita, joiden valmistusaika ei ole yhtenäinen ilman, että tuotantoon syntyy pullonkauloja.

Pullonkaulat layoutissa ovat tuotannon virtausta hidastavia kohtia. Pullonkaula voi olla työsolu tai vaihe, jonka tekemiseen kuluu paljon enemmän aikaa. Täten pullonkaulan seuraava vaihe kärsii materiaalipulasta ja edeltävä taas ylituotannosta. Näissä tapauksissa harmonisointi on tärkeää, jotta virtaus pysyy tasaisena. (Logistiikan maailma, 2023)

2.2 Lean ajattelu, 5s ja Hukka

Lean on Japanissa kehitetty yritysten toimintojen kehittämisen työkalu, jonka lähtökohtana on toiminnan järjeistäminen. Leania käytetään liiketoiminnan kehittämisen työkaluna esimerkiksi tuotantolaitoksissa. Leanin peruseriaatteisiin kuuluu hukan poistaminen, toimintatapojen vakioiminen sekä jatkuva parantaminen. (Piirainen, 2014)

Hukan poistaminen Lean-ajattelussa perustuu turhan tekemisen poistamiseen, ja täten tuottavan työn lisäämiseen. Lean-ajattelussa hukka luokitellaan seitsemään lajiin, jotka ovat ylituotanto, varasto, kuljettaminen, liike, yliprosessointi, odotus ja laatuongelmat. Kahdeksantena hukkana voidaan pitää työntekijän hyödyntämätöntä potentiaalia. (Piirainen, 2014)

Ylituotannon hukka perustuu siihen, että on tehty työtä ilman, että sille olisi ollut tarvetta. Näin joko valmista tai osittain valmista tuotetta on tuotettu varastoon, siihen on siis sidottu työtunteja sekä materiaaleja. Näitä voidaan pitää hukkana, jos tuotetta ei saada liikutettua eteenpäin. (Piirainen, 2014)

Varastojen hukka voidaan nähdä hukkaan heitettyinä tilana. Jos varastot ovat suuret, jää tuotantotilaa vähemmän. Varastoinnista syntyvät kulut voidaan mitata varaston arvona. Turhan suuret varastoarvot ovat sidottua pääomaa, joka ei tuota tulosta. Myös varastojen ylläpitäminen on kuluerä. (Piirainen, 2014)

Kuljetuksesta eli materiaalin siirtelystä paikasta toiseen syntyy ylimääräistä ja tuottamatonta työtä. Esimerkiksi, jos varastot ovat pullollaan ja tavaroita joudutaan siirtelemään tilan tekemiseksi, syntyy tuottamatonta työtä. Myös pitkät siirtymät varastosta tuotantoon kuluttavat aikaa ja täten myös työtunteja. (Piirainen, 2014)

Liikkumisen hukka voidaan nähdä liikkeenä, joka ei ole tarpeellista. Esimerkiksi, jos työkaluja joudutaan etsimään ja hakemaan kaukaa asennuspaikasta syntyy turhaa liikettä. Turhaa liikettä voidaan vähentää järkevällä Layoutilla. (Piirainen, 2014)

Yliprosessoinnin hukka on sitä mihin moni insinööri syyllistyy. Tuotteen kehittäminen ja prosessointi siten, ettei sillä ole enää loppukäyttäjälleen lisäarvoa. Esimerkkinä kuumasinkityn osan maalaaminen ulkonäkösyistä. Maalin pysyvyys on kyseenalainen ja pintaa karhentamalla sinkin tarpeellisuus katoaa. (Piirainen, 2014)

Odotuksen hukka on nimensä mukaisesti aika, jota ei käytetä työn tekemiseen. Monivaiheisissa prosesseissa voidaan joutua odottamaan edellistä työvaihetta tai osaa. Tämä on hukkaan mennyttä tuotantoa. (Piirainen, 2014)

Laatuongelmat, eli ongelmat, jotka johtuvat joko toimittajan raaka-aineesta tai osasta tai omista sisäisistä laatuongelmista, kuten asennusvirheistä tai suunnitteluvirheistä. Nämä ongelmat tuottavat ylimääräistä työtä, joka olisi voitu välttää. Tunnit, jotka kuluvat jonkin osan uudelleen tekemiseen tai muokkaamiseen ovat hukkatunteja, sillä nämä ovat jo kertaalleen tehdyn työn uudelleen tekemistä. (Piirainen, 2014)

Kahdeksantena hukkana voidaan pitää ihmisen hukkaan heitettyä potentiaalia. Tässä pyritään valjastamaan koko organisaation ihmiset ajattelemaan ja tekemään kehitystyötä. Halutaan rohkaista jokaista ajattelemaan ja tuomaan ongelmat ja ideat esiin, jotta nämä

voidaan korjata tai valjastaa hyödyksi. Koska hukkaa on myös se, ettei toimintaansa yritä kehittää. (Piirainen, 2014)

5 s perustuu siisteyden ja järjestyksen ylläpitoon ja toimintatapojen yhtenäistämiseen. Nämä viisi ässä ovat lyhenteitä sanoista sortteeraus, systematisointi, siivous, standardisointi, seuranta. 5 s menetelmät ovat toimivan tuotantosolun avaintekijät. (Piirainen, 2014)

Sortteerauksella kartoitetaan tarvittavat tavarat kuten työkalut. Tarpeettomat tavarat hävitetään, näin järjestyksen ylläpidosta tulee selkeämpää ja helpompaa. (Piirainen, 2014)

Systematisoinnissa ideana on järjestää tavarat, esimerkiksi työkalut ja tarvikkeet niin, että niille on käytön jälkeen ennalta määrätty paikka. Työpisteet sekä kulkuväylät rajataan selkeästi niin, että alueet pidetään esteettöminä. Tässä vaiheessa on myös hyvä tutkia materiaalivirtoja tuotannossa ja pyrkiä ratkaisemaan varastointiongelmat. (Piirainen, 2014)

Siivouksella järjestetään tuotantotilat ja työpisteet siihen tilaan, joka halutaan säilyttää. Siisteyden ylläpitäminen auttaa 5 s ajattelun ylläpidossa. (Piirainen, 2014)

Standardisointi sanan mukaisesti tarkoittaa työvaiheiden sekä menetelmien vakiointia. Standardisoinnilla työvaiheissa pyritään pitämään yllä rutiinia, jolloin kukin työntekijä on tietoinen siitä mitä, milloinkin kuuluu tehdä. Tämä parantaa tuottavuutta. (Piirainen, 2014)

Seuranta tulee suorittaa säännöllisesti, jotta pystytään pitämään yllä edellä mainittuja tavoitteita. Seurantaan tulee sitoutua, jotta siisteys ja työtavat pysyvät yllä. (Piirainen, 2014)

2.3 Kokoonpanosolun suunnittelu

Työsolun suunnittelu ja layout noudattavat lähtökohtaisesti samoja periaatteita, kun kokonaisen linjan suunnittelu. Ensimmäisenä vaiheena voidaan pitää lajittelua työstettäviin tai kokonaisuuksiin, solun sisällä työtehtävien pitäisi olla mahdollisimman samankaltaisia. Työtehtävät voidaan esimerkiksi jaotella mekaaniseen sekä sähköiseen kokoonpanoon. Hyvin tärkeässä roolissa ovat myös tilaratkaisut, niitä tehdessä on hyvä muistaa Leanin mukainen hukan minimoiminen järjeistämällä tuotantotilat sekä sen ympäristössä olevat

tavarat, sekä viiden ässän mukaisen ajattelun kehittäminen. Työtilaa pitää olla riittävästi työtehtävää varten, tämä ei pelkästään lisää turvallisuutta, vaan on avainasemassa tehokkaampaan työntekoon. Vain tarpeellisten asioiden tulee olla solussa tai sen läheisyydessä. Työkalujen ja muiden tarpeellisten tarvikkeiden pitää olla tuotantoa lähellä, jotta tuhraa liikettä ei syntyisi. Myös hyvät kulkureitit ovat tärkeässä asemassa. Tuotannon kannalta hyvä flow, eli virtaus on tärkeää. Tuotannon siis kuuluu olla sujuvaa tuotannon työvaiheesta toiseen.

Flow eli virtaus tarkoittaa yhdenmittaista ja keskeytymätöntä tuotantoa. Tuotannon virtaus muodostuu työpisteiden väliselle synergialle eli yhteisvaikutukselle, joissa valmistettava tavara virtaa työsolusta toiseen ilman välivarastoja tai suurempaa odottelua. Tällaista tapaa käytetään yleisemmin massavalmistuksessa kulujen ja hukan minimoimiseksi. Solurakenteisessa valmistuksessa tuotetaan yleensä suuria määriä saman kaltaisia tuotteita. Jokaisessa solussa koottavaan tuotteeseen tehdään tietty asennus. Hukka minimoituu, kun tuotantosolut ovat tasapainossa eli niiden välillä on synergia, eli samaan aikaan, kun tuote lähtee toisesta solusta, toinen on valmis ottamaan sen vastaan. (Unex, 2023; ttl, 2023; Studymaster, 2023)

3 Laitteen valmistustarpeet

Tarkoituksena on sulauttaa toimeksiantajayrityksen nykyiseen tuotantoon uudenlainen tuote. Tuote on periaatteeltaan samankaltainen kuin aiemmin valmistetut mallit, mutta sisältää uusia asioita kuten hydraulikkaa, polttomoottorin sekä ostettavia komponentteja, eli sen valmistaminen on puhtaasti kokoonpanotyötä. Suuri osa kokoonpanoon tarvittavista työkaluista sekä asennustarvikkeista ovat linjalla jo olemassa.

Tuote tulee olemaan kooltaan suurin, mitä tuotantolinjalla valmistetaan. Samankaltaisia tuotteita on ennen valmistettu muutamia. Hallin nykyisellä layoutilla tuotteen valmistaminen olisi epäkäytännöllistä ja haitallista muulle tuotannolle johtuen sen pitkstä läpimenoajasta sekä sen fyysisestä koosta.

3.1 Valmistettava laite

Uusi laite tulee olemaan osa suurempaa kokonaisuutta. Laitteen koko leveys- ja syvyysuunnassa on noin 6,5 metriä kertaa 4,5 metriä. Korkeutta sillä tulee olemaan noin 2,5 metriä. Laite koostuu teräsrakenteesta, koneistoista, korkeajänniteakustosta sekä hydraulikkayksiköstä. Laitteen peruseräite ei ole poikkeava nykyisistä laitteista, mutta se sisältää linjalle etuudestaan tuntemattomia komponentteja. Laitetta saa täyssähköisenä tai hybridinä. Linjalla aiemmin valmistetut laitteet ovat olleet täyssähköisiä. Laitteen fyysinen koko on rajoittava tekijä valmistuspaikan suhteen. Se tarvitsee myös kasauksen ajaksi pukit, jotta laitteen päällä sekä alla voidaan tehdä asennus työtä saman aikaisesti. Laitteen rakennusaika on noin seitsemän työpäivää. Mekaaninen osuus, johon kuuluu komponenttien asentaminen runkoon, kuluu kaksi työpäivää. Ideaaliolosuhteissa hydraulikkavetoja ja sähkövetoja voitaisiin tehdä samanaikaisesti, jolloin valmistusaika lyhenisi. Sähköjen kytkentään sekä kaapelivetoihin käytetään nykyisin kolme päivää. Viimeisenä kahtena työpäivänä tehdään hydraulikkaletkujen vedot. Koeajo tullaan suorittamaan vasta laitteen käyttöönoton yhteydessä, joten tätä ei tehdä valmistuslinjalla.

3.2 Nykyisen layoutin kuvaus

Nykyään tuotantotilat on jaettu kahteen erilliseen linjaan. Tahtotilana olisi, että uutta tuotetta voitaisiin valmistaa molemmissa linjoissa. Linjan 1 layout on toteutettu U:n muotoiseksi suurien tuotteiden ja vaihtelevien läpimenoaikojen takia. Linjassa 2 on suora layout. Jälkimmäisellä valmistetaan useaa erilaista tuotemallia, joiden läpimenoajat vaihtelevat. Tuotteissa ei kuitenkaan ole yleensä suuria rakenteita, jotka virtaisivat linjassa väärään suuntaan. Koska uusi tuote on hyvin samankaltainen kuin linjassa 1 valmistettavat tuotteet, ainoat rajoitukset tulevat linjan kapasiteetista valmistaa uutta laitetta nykyisen tuotannon ohella. Tilat sekä layout mahdollistavat tällaisenaan tuotteen valmistamisen. Koska valmistustehtaan tahtotila olisi rakentaa tuotetta myös linjalla 2, jotta tulevien tuotteiden valmistuskuormitus voidaan jakaa kahden linjan välille. Linjan 2 layoutia on kuitenkin muokattava, jotta siellä voidaan valmistaa kyseistä laitetta. Kyseisen linjan layout ei ole suunniteltu tällä hetkellä siten, että siellä voitaisiin tehokkaasti valmistaa kooltaan suuria tuotteita. Suurin rajoittava tekijä on tuotantotila sekä materiaalivirtojen hallinta.

Nykyään linjassa 2 on paljon tuottamatonta tilaa. Näitä ovat varastot ja pakkauspaikat. Pakkauspaikkoja on oltava, mutta toisten tehtaiden materiaalien pakkaus pitäisi siirtää tiloihin, jossa ne eivät varaisi tilaa tuotannolta. Linjan 2 haasteisiin kuuluu myös sen tila sekä korkeus. Linjassa 2 nostokorkeus on paljon pienempi kuin linjassa 1. Myös tuotantosolut ovat toteutettu niin, että toiselle puolelle hallia on tehty hieman pienemmät tuotantosolut.

4 Layoutin suunnittelu

Layoutin suunnittelua lähdettiin toteuttamaan hallin nykyisten pohjapiirrosten sekä valmistettävien tuotteiden fyysisen koon perusteella. Rajoituksina oli, ettei varastointi tiloja voisi vähentää valmistettävien laitteiden tieltä, sillä varastotilaa on jo muutenkin rajoitetusti. Layoutin suunnitteluun vaikuttaa myös suurien kokonaisuuksien liikuteltavuus ja niiden nostaminen tuotantosoluihin. Koska uuden tuotteen koko on suuri, se pyritään rakentamaan yhdessä työsolussa alusta loppuun ilman, että sitä jouduttaisiin siirtämään esimerkiksi mekaanisesta valmistuksesta sähköiseen, sillä siirtämisellä ei todennäköisesti saataisi lisäarvoa tuotantoon. Tulevien kokoonpanosolujen tulisi olla mahdollisimman lähellä ovia, joista rungot tuodaan sisään ja valmis tuote ulos sen koon sekä sen liikuttamisen vaikeuden takia. Myös materiaalivirtoja tulee tutkia, sillä suurten komponenttien tuominen oikeaan aikaan tuotantoon vähentää riskiä muun tuotannon pysähtymiselle, kun suuria komponentteja tuodaan soluihin. Tuotannon häiriötekijöiden minimoimiseksi olisi myös hyvä, jos komponenttien haku voisi tapahtua sellaiseen aikaan, jolloin muuta tuotantoa olisi vähemmän, kuten ilta-aikaan. Suunnitteluvaiheessa kartoitettiin jokaisen eri toiminnon tilantarve ja niiden järjeistämismahdollisuudet. Suunnittelun ja mittailuiden jälkeen aloitettiin mahdollisten layoutien hahmottelu nykyiseen tuotantolinjaan.

4.1 Tiedon keruu ja tarvittavat toimenpiteet

Uuden layoutin suunnittelua varten tulee ymmärtää layoutin sekä tuotannon nykyiset ongelma kohdat. Uutta tuotantoa suunnitellessa refleктоimalla nykyisiä ongelmia voidaan saman kaltaisia ongelmia jatkossa välttää. Tietoja nykyisen layoutin pullonkauloista sekä epäkohdista haettiin niiltä työntekijöiltä, jotka ovat ongelmaa lähimpänä. Aloituspäivästä käytiin läpi mitä uudelta layoutilta tarvitaan ja mitkä asiat hallissa ovat sellaisia, ettei näitä

voida muuttaa. Uuden layoutin pitäisi pystyä tukemaan suurten laitteiden valmistusta siten, ettei se häiritse nykyistä tuotantoa. Uuden laitteen kokoonpanosolut tulisi olla materiaalien kannalta logistisesti keskeisillä paikoilla. Myös työsolujen kokoa painotettiin.

Täyden suojelun muutoksilta saivat varaston hyllyt sekä rakenteet, joiden liikuttaminen vaatisi ulkopuolista urakoitsijaa. Esimerkiksi koeajolaite, jonka koneisto on lattian sisällä. Varastointitilat ovat hallissa erittäin rajalliset, eikä näistä voida tinkiä. Varastojen siirtäminen muualle ei ole sisälogistisesti järkevää, eikä näille hyllyille ole tilaa muualla tehdasalueella. Ulkovarastointi ei ole vaihtoehto suurelle osaa komponenteista sääolosuhteiden takia.

Ongelmakohtiksi tuotannon työntekijät nimesivät ne solut, jotka eivät jalosta nykyisiä tuotteita, vaan solujen tehtävänä on lähinnä pakata tuotteet, jotka toinen tehdas on valmistanut. Myös tulityösolun suuri koko nimetään hukkatilaksi, tätä voitaisiin pienentää merkittävästi.

Toimenpiteiksi päätettiin ottaa tulityösolun järjeistäminen ja tuottamattoman pakkaussolun siirtäminen toisiin tiloihin. Näillä toimilla vapautettiin lattiapinta-alaa siten, että uusien laitteiden valmistamiseen tarvittavat tilaratkaisut voidaan toteuttaa, sekä tuotantosolujen määrää lisätä. Layout halutaan toteuttaa siten, että se heijastaa kuitenkin nykyisiä toimintatapoja sekä niin, että solut ovat helposti 5 s integroitavissa.

4.2 Layoutin mallinnus

Uuden layoutin mallintaminen aloitettiin vanhan jo olemassa olevan layoutin pohjalta. Layout kuvan tarkoituksena on hahmottaa tilankäyttöä sekä suunnitella tuotannon tilat siten, että ne voivat toimia tehokkaasti. Edellinen verso oli tehty vuonna 2019, joten tuotantopaikat sekä alueet olivat jo kerenneet muuttua ilman, että hallin layout-piirrosta oli päivitetty. Uusia tilaratkaisuja olivat esimerkiksi aidattu käytävä, joka vie uuteen taukhuoneeseen, sekä maalikontti. Nämä lisättiin jo olemassa olevaan pohjakuvaan. Layout-piirros on tehty hallin pohjapiirroksen pohjalta.

Layout piirrokseseen on määritetty erilaisten työsolujen rajat sekä kappaleet, jotka eivät liiku, kuten varastopaikat sekä suuret esineet. Myös tuotannossa käytettävät nostimet sekä nosturit on lisätty layout-kuvaan. Kuvassa on myös huomioitu kulkureitit, joita pitkin trukit sekä ihmiset kulkevat. Layout-kuvan mallintamiseen tarvittiin mitat kappaleista, jotka siihen haluttiin mallintaa.

Layoutin mallintamiseen käytetty ohjelma oli Microsoft Visio. Ohjelmalla voidaan tehdä niin kaavioita kuin layout-kuvia. Ohjelma sisälsi jo valmiiksi paljon teollisia laitteita, kuten nostimia ja nostureita. Myös erilaisia varastohyllyjä sekä tuotantosoluissa tarvittavia asioita oli hyvin saatavilla valmiiksi. Monimutkaisemmat ja valmistusspesifit asiat, kuten koeajolaite pystyttiin mallintamaan käyttäen yksinkertaisia muotoja. Käytännössä tuotantolinjan jokainen mallinnettava liikkumaton tavara mitattiin siten, että ne saatiin näkymään layout-kuvilla. Näin Päivitettiin layout-kuva siten, että uutta layoutia voidaan suunnitella nykyisen tuotantolinjan tilanteen pohjalta ja hahmottaa helposti uusi tilantarve sekä huomata hukkatila.

4.3 Toteutettavan solun materiaalit tarpeet sekä laitteet

Uuden laitteen materiaalit tarpeet ovat hyvin samankaltaiset kuin jo valmistettujen laitteiden. Laitteen runko sekä muut osat poikkeavat nykyisin käytössä olevista vain kokonsa puolesta. Tämä mielessä pitäen, tulee laitteiden suurimpien osakokonaisuuksien siirrot tapahtua sellaisena aikana, ettei se häiritse tai keskeytä muuta toimintaa. Siirtely tulee aikatauluttaa hiljaisemmille tunneille, joko iltapäivään tai varhaiseen aamuun. Näinä ajankohtina suurien kokonaisuuksien siirtäminen on turvallisempaa eikä aiheuta muulle tuotannolle keskeytystä tai odotteluun menevää hukka-aikaa. Monet asennustyöhön tarvittavat materiaalit löytyvät jo tuotannosta hyllystä. Kiinnikemateriaalit sekä asennustarvikkeet ovat siis jo saatavilla tulevien solujen reunoilla. Työkalut ovat jokaisella asentajalla henkilökohtaiset ja pakit liikkuvat asennuspaikkojen välillä. Laite ei tarvitse erikoistyökaluja asennusta varten.

Jokaisella asennuspaikalla on yksi kappale puominostimia, joita voidaan käyttää painavien laitteiden liikuttamiseen asennustyötä tehdessä. Lisäksi katossa on kaksi kappaletta siltanostureita, joilla teräsrakenteiden ja muiden suurien komponenttien liikuttaminen

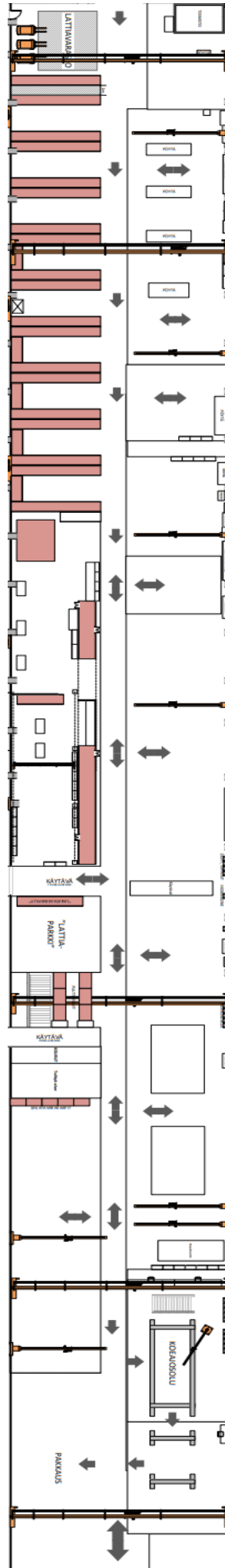
soluun ja sen sisällä onnistuu. Näiden käyttäminen on kuitenkin jaettu useiden tuotantosolujen kesken, joten työn rytmitys tulee olemaan tärkeää. Tuotteiden koon takia koeajaminen sekä viimeistely tulee tapahtumaan näin ollen solussa. Suuren laitteen liikuttamisella kokoonpanosolusta erilliseen paikkaan koeajettavaksi ei saavutettaisi suurta hyötyä. Koeajoja varten linjalla on käytössään liikuteltava koeajolaite.

4.4 Materiaalivirtojen hahmottaminen

Uuden Layoutin materiaalivirrat kartoitettiin teoriassa kuvassa 5. Uuteen layout-kuvaan lisättiin nuolet, jotka indikoivat materiaalin liikkeitä hallissa. Materiaalit liikkuvat nuolen osoittamiin suuntiin. Tällä keinolla voidaan hahmottaa materiaalien kulkureitit varaston ja tuotantopaikan välillä. Myös tuotteiden kulku linjan läpi on kuvattu samanlaisilla nuolilla. Harmaa nuoli osoittaa, mistä ja minne päin materiaali tai tuote kulkee.

Hallin takaosassa kuvatut vaaleanpunaiset suorakulmiot ovat varastohyllyjä. näistä tuotteet siirtyvät keskikäytävää pitkin asennuspaikoille, joille merkatut edestakaiset nuolet kuvaavat materiaalin sisäänmenoa sekä ulostuloa. Hallin loppuosassa materiaalit käyvät soluissa, joissa ne testataan, viimeistellään sekä pakataan. Tämän jälkeen valmis tuote siirtyy ulos hallista ja toimitetaan asiakkaalle. Virtauskuvasta on löydettävissä ruuhkakohtia, kuten hallin puolivälissä oleva käytävä, jota pitkin päästään toiselle linjalle. Täältä tulee komponentteja asennuslinjalle ja varastosta tavaraa viedään muille linjoille. Samaan aikaan valmiit tuotteet kulkevat keskikäytävää pitkin viimeistelyä kohti. Tämän kaltaisessa tilanteessa on erityisen tärkeää, että materiaalit tuodaan tuotantosoluihin vain tarpeeseen ja ylimääräistä liikettä pyritään välttämään. Näin minimoidaan ruuhkan syntymistä sekä parannetaan työturvallisuutta ja vähennetään trukkilikennettä. Uudet materiaalivirrat vastaavat pitkälti jo olemassa olevaa. Suuret komponentit mahtuvat halliin ainoastaan etukautta kuljetettuina. Nykyisessä tilanteessa tämä on poikkeuskäytäntö. Uuden laitteen myötä materiaalien tarpeiden tahdittamiseen tuotannossa pitää kiinnittää enemmän huomiota tästä syystä. Suurien rakenteiden tuominen linjaan ei hidasta nykyistä tuotantoa, mutta tämä on hyvä tehdä hiljaisempana tuotanto aikana, jotta ruuhkaa voidaan välttää. Uusi laite tuo omat haasteensa materiaalihallinnan suhteen, mutta tämä ei tule haittaamaan olemassa olevaa tuotantoa.

Kuva 5. materiaalivirrat



4.5 Työsolun hahmottelu ja mallinnus

Työsolun hahmottelussa sekä mallinnuksessa hyödynnetään samoja keinoja kuin hallin layoutin suunnittelussa. Ensin mallinnusohjelmaan tehdään pohja työsolulle. Tähän mallinnetaan valmistettavan laitteen viemä lattiapinta-ala, sekä solussa välttämättömät elementit, kuten tarvikehyllyt sekä työkalut. Solua suunniteltaessa on myös muille suurille komponenteille hyödyllistä varata tilaa, joka ei ole pois tuotantotilasta. Materiaalivirrat voidaan myös hahmotella tähän kuvaan.

Erilaisten artikkeleiden mittausten jälkeen voidaan nämä sijoittaa suunniteltavaan soluun. Paikallaan olevien tavaroiden lisääminen kuvaan helpotta myöhemmin 5 S-kartoituksessa. Hyllyt voidaan sijoittaa siten, että niihin on aina vapaa pääsy. Näin hyllyjen täyttäminen sekä tarvikkeiden haku voidaan suorittaa turvallisesti tuotannon aikana. Tuotannon lähellä oleviin hyllyihin hyllytetään vain tuotannolle välttämättömiä kiinniketarpeita ja -osia, kuten pultteja, muttereita ja prikoja. Hyllyt voidaan sijoittaa kahden uuden solun väliin niin, että molemmat solut voiva käyttää samaa hyllyä. Näin säästetään tilaa ja tuotannon läheisyydessä ei ole turhaa varastointitilaa. Jokaisella asentajalla on henkilökohtainen työkaluvaunu, joka liikkuu tehtävästä toiseen asentajan mukana. Vaikka työkalukärryjen

paikka muuttuu, on nämä mallinnettu solun layout-kuvaan, jotta realistinen tilantarve on helpompi arvioida. Kärryjen esteetön kulku työsolussa on myös tärkeää.

Työsoluun mallinnetaan kaikki käytössä olevat työkalut, kuten nostimet. Nostimien mallinnuksella niiden ulottuvuus työsolussa on helposti havainnoitavissa. Rakennettavan laitteen ympärillä on pysyttävä nostamaan erilaisia komponentteja sekä liikuttamaan niitä nostimen avulla.

Komponenteille varattu alue tulee olla niin suuri, että suurin yksittäinen komponentti tai komponentit mahtuvat tähän. Tämä alue kuvaa tuotantotilaa silloin, kun sitä on vähiten. Näin voidaan mallintaa tuotantotila tehokkaaksi pienimmällä mahdollisella tilalla, vaikka tämä olisi vain yksi vaihe tuotannosta, ei tuotannon tarvitse tehdä erikoisjärjestelyjä missään vaiheessa. Näin voidaan säilyttää tuttu tuotantotapa sekä 5 s:n mukainen järjestys solussa koko laitteen tuotannon ajan.

4.6 Työturvallisuus sekä ympäristö

Turvallisuusnäkökulmat on otettava huomioon layoutia suunnitellessa. Työn turvallisuus heijastuu solun tuottavuuteen - jos työtehtävät tehdään turvallisesti, on työ yleensä tuottavaa ja tekijälleen miellyttävää. Turvallisuutta mietittäessä ensimmäisenä tulee mieleen suurten komponenttien nostaminen ja liikuttaminen. Suurten tavaroiden liikuttaminen on hyvä tehdä silloin, kun tehtaalla on hiljaisempaa kuten iltapäivällä tai varhaisin aamulla. Tällöin esimerkiksi vierailijoita on vähemmän. Tehtaalla esimerkiksi trukki liikenne on otettava huomioon. Tuotantotilan ja kulkuväylän välissä on oltava tarpeeksi tilaa, ettei työtä huomaamatta aleta suorittamaan kulkuväylän puolella. Työtilaa on siis varattava riittävästi, jotta solun sisällä voidaan mahdollistaa turvalliset toimintatavat. Alkusammutus- sekä ensiaputarvikkeet ovat jokaisessa työsolussa saatavilla eikä näille pääseminen rajoitu missään työn vaiheessa. Uutta tuotetta valmistaessa työjärjestys tai toimintatavat eivät ole vielä täysin tiedossa, joten on myös jokaisen vastuulla pysähtyä ja miettiä turvallisinta toimintatapaa.

5 Suunnitelma uudesta layoutista

Uusi layout suunniteltiin kartoittamalla tuotannon hukkatilat. Uusien laitteiden tilantarve on suurempi kuin nykyisten pienempien, joten oli luonnollista nipistää vanhojen laitteiden työtilaa hieman ja antaa hallin leveämmältä puolelta tilat uusien laitteiden rakentamiseen. Vanhoja työsoluja ei voinut missään nimessä vähentää ja tietyt solut olivat joko rakenteellisesti hankalia siirtää tai niiden siirtämisestä olisi koitunut suurempi haitta kuin hyöty. Esimerkiksi viimeiset kaksi solua tuotantolinjalla on suunniteltu siten, ettei tuotetta jouduta nostaessa kääntämään. Vaihdoin tulityösolun ja pienempien komponenttien solujen paikkoja keskenään. Näin tulityösolua voitiin pienentää ja tämä on lähempänä tuotantoa, jossa solun tuotteita tarvitaan. Pienempien laitteiden kasaus saatiin normaalia tuotantosolua pienemmälle entiselle tulityöpaikalle. Normaalit tuotantosolut voitiin sijoittaa jäljellejääneeseen tilaan, jossa aiemmin rakennettiin pienimpiä tuotteita. Samalla komponenttien pakkaus siirrettiin kokonaan toisiin tiloihin. Näin ollen tuotantosoluja ei jouduttu vähentämään, sekä solujen pinta-alat pysyttiin järkeistämään niin, ettei soluihin jää tuottamatonta tilaa, mutta myös niin, että näissä voi työskennellä vanhoilla työtavoilla.

Ennakkotietojen pohjalta rakennetaan layout-piirros. Tämän toteuttamiseen on monia vaihtoehtoja ohjelmapuolella. Toimeksiantaja yrityksen ohjelmalla mallinnettiin linjan layout nykyisellään. Helposti siirrettävien elementtien avulla myös layoutin muokkaaminen ja ideointi kannatti tehdä ohjelman avulla. Lopputulos uudesta layoutista Liitteessä 1.

5.1 Ennuste toimivuudesta

Uuden layoutin kyvykkyys on parhaimmillaan, kun uuden laitteen materiaalivirrat saadaan kartoitettua siten, että tarvittavat komponentit osataan tuoda aina työvaihekohtaisesti. Uuden layoutin suurin ongelma on tila. Tilanpuutteen vuoksi täysin leanin mukaista ja virtaavaa layoutia ei pysytä rakentamaan, tai se olisi tehottomampi kuin nykyinen ratkaisu. Nykyisellä ratkaisulla tuotantotilat eivät tarvitse suurta remontointia ja tuotteita voidaan valmistaa tehokkaasti. Hyvällä ja suunnitelmallisella tuotannonohjauksella uusi layout tulee jopa nostamaan tehtaan vuotuista tuotantokapasiteettiä uusien työsolujen myötä. Tähän tietenkin vaikuttaa tehtaalla käytössä oleva työvoima. Vaikka uuden laitteen kysyntä ei olisi

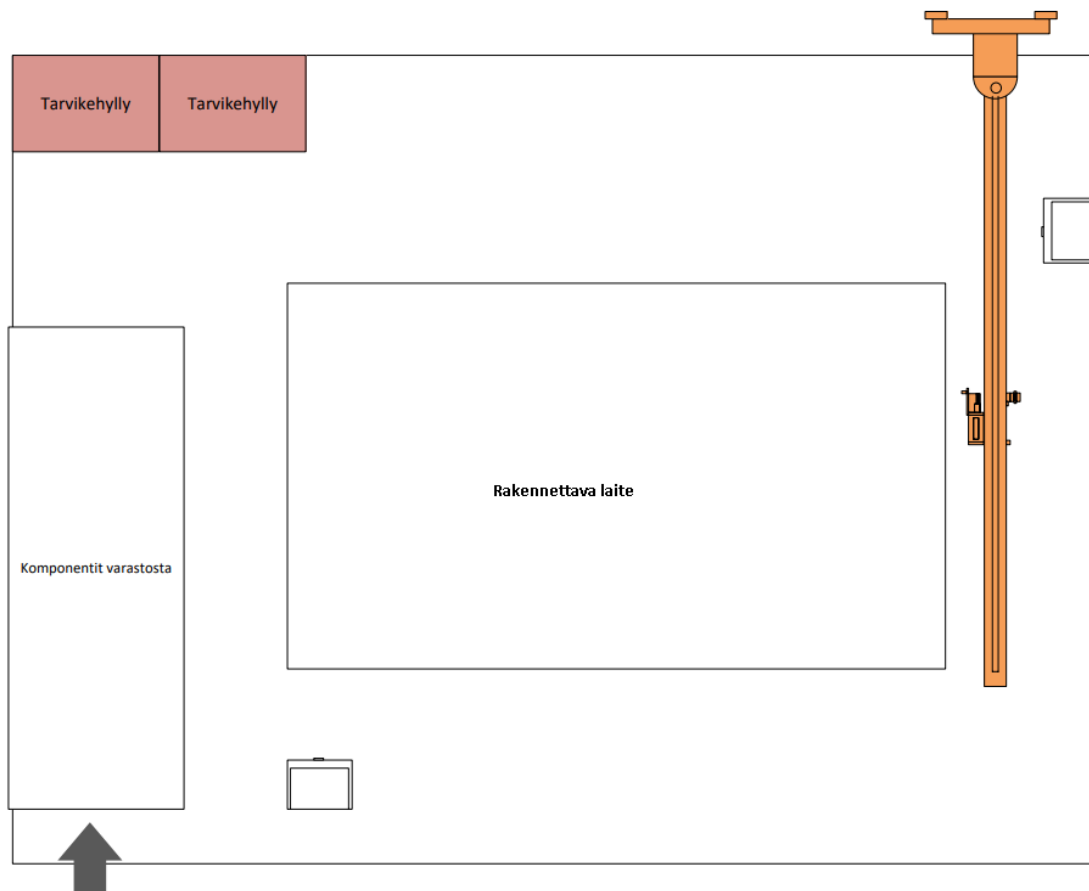
oletetulla tasolla, uusien tuotantosolujen kapasiteettia voidaan käyttää nykyisessä tarjonnassa oleviin tuotteisiin. Uuden laitteen rakentamisen oppimiskäyrä tulee olemaan jyrkkä. Tästä syystä tarkkojen tulosten saaminen layoutin tehokkuudesta voidaan määrittää vasta sitten, kun tuotetta on opittu rakentamaan ja sen normaalista rakennusajasta on näyttöä. Mikäli uusia tuotteita ei voida heti alkaa rakentamaan, on dataa nopeammin saatavilla. Jos uudet solun alkavat tuottamaan jo entuudestaan tuttuja laitteita, voidaan layoutin tehokkuutta mitata nopeasti katsomalla verrattavissa olevien tuotteiden valmistusmäärää esimerkiksi kuukausitasolla.

5.2 Suunnitelma solun layoutista

Solutasolla toteutettava layout myötäilee nykyisiä soluja niiden ollessa vain hieman suuremmat verrattuna olemassa oleviin. Laitte on kuvattu solun kuvassa Kuva 6 suurimmillaan, eli silloin, kun asennustilaa on vähiten. Näin voidaan asennustila sekä solun layout optimoida parhaalla mahdollisella tavalla. Siinä, missä uuden solun koko on 9x11 metriä, vanhat pienemmät solut ovat noin 6x11 metriä. Uusien solujen suurempi tilantarve selittyy suurilla komponenteilla sekä suuremmalla runkokoolla. Uuden solun tilantarve kartoitettiin selvittämällä uuden tuotteen runkojen mitta ja lisäämällä tämän ympärille vähintään 1,5 metriä vapaata työtilaa, jonka pitäisi riittää asennustyöhön. Solun sisälle varattiin myös alue varastosta saapuville komponenteille, jotta 5 s -tyylinen seuranta linjalla voidaan toteuttaa myös uudessa solussa sen alusta alkaen. Varastosta tuotaville komponenteille tilaa määritettiin suurimpien kappaleiden mukaan 2x5 metriä. Tätä aluetta ei kuitenkaan todellisuudessa tulla kokoaikaisesti varaamaan, vaan sitä tullaan käyttämään tarpeen mukaan. Ylijäävää tilaa pyritään hyödyntämään asennustilanteisiin. Asentajien työkaluvaunut liikkuvat heidän mukanaan, joten näiden tilan tarve piti myös huomioida solun layout-kuvassa. Layout kuvaan lisättiin myös asennustarvikehyllyt, jotta realistinen asennustila saataisiin kuvannettua.

Solussa teoreettisesti tarvittavan tilan määrittäminen voidaan todentaa vertaamalla nykyisten laitteiden kokoa näiden valmistus solujen kokoon. Esimerkiksi jos nykyisen työsolun lattiapinta-ala on 55 neliömetriä ja laitteen ulkomitat ovat 4000 mm x 5000 mm, voidaan nämä jakaa toisillaan, josta saadaan kerroin 2,5. Tätä kerrointa käyttämällä voimme määrittää uuden Laitteen karkean tilan tarpeen.

Kuva 6. uuden solun layout



6 Yhteenveto

Uuden layoutin sekä uusien tuotantosolujen myötä voidaan tehtaassa tuotantokapasiteettia kasvattaa henkilöstön sekä materiaalien puitteissa jopa kahdella valmiilla tuotteella viikossa. Uuden layoutin myötä hukkatila saadaan minimoitua, sekä olemassa olevien tuotteiden

solukokoja järkeistettyä. Uuden layoutin myötä myös suurempien tuotteiden valmistusmahdollisuus paranee, eikä näiden tuotteiden valmistaminen estä pienempien tuotteiden valmistamista ohessa. Kun suurempien tuotteiden kysyntä on pientä, voidaan soluissa rakentaa muita tuotteita. Uuden tulityöpaikan sekä komponenttien pakkaamisen uudelleensijoittelun myötä myös materiaalien liikkumisesta tehdään sisällä tulee hieman tehokkaampaa. Suurin hyöty saavutetaan kuitenkin suuremmasta tuotantotilasta, joka mahdollistaa tuotteiden joustavan valmistuksen. Solujen layoutit tukevat myös vanhojen laitteiden tuotantoa soluissa, joissa uusia laitteita voidaan rakentaa. Layout muutos myötäilee myös 5 s arvoja vähentämällä turhaa ja tuottamatonta tilaa linjassa. Myös solujen layout-suunnittelu auttaa solujen 5 s implementoinnissa tulevaisuudessa. Työturvallisuusnäkökulmasta työsolu sekä siihen liittyvä liikenne on pyritty hahmottamaan mahdollisimman selkeästi, ja täten todettu, ettei layout-muutos tule vaikuttamaan nykyisiin työtapoihin tai työturvallisuuteen negatiivisesti.

6.1 Johtopäätös ja pohdinta

Uuden laitteen valmistamiseen tarvittava layout-muutos voidaan toteuttaa ilman suurempia materiaalihankintoja tai kustannuksia. Tarvittavat asennustarvikkeet sekä tilat voidaan järjestää muuttamalla nykyisten solujen paikkoja sekä järkeistämällä niiden kokoja. Tuotteen valmistaminen ei tule vaikuttamaan negatiivisesti nykyiseen tuotantoon tai tämän kulkuun. Linjan nykyinen suora layout ei ole ihanteellisin suuren laitteen valmistamiseen. Tämä tulee esiin materiaalivirtoja tutkittaessa. Suurten komponenttien liikkuminen asennuspaikoille tulee olemaan logistinen haaste. Tämän logistinen haaste luo tarpeen dynaamisemmalle materiaalihallinnalle, jossa tavarat tuodaan päiväkohtaisesti tarpeeseen. Tällöin negatiiviset vaikutukset jäävät pieniksi. Vaikka uutta laitetta ei rakennettaisi prototyyppejä enempää, layout-suunnitelmaa voidaan kuitenkin hyödyntää, jos nykyisten tuotteiden tuotantokapasiteettia pitää nostaa. Suunniteltu layout tukee leanin ajattelumalleja poistamalla tuottamatonta tilaa sekä järkeistämällä tuotantosolujen kokoja sekä niiden olinpaikkoja linjassa. Suunniteltu layout voidaan toteuttaa pienellä kynnyksellä kustannusten ollessa pienet. Tämä nähdään etuna, kun kyseessä on uusi tuote, josta ollaan valmistamassa prototyyppierää, eivätkä tulevaisuuden vuotuiset valmistusmäärät ole vielä tiedossa.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia keinoja muuttaa nykyistä layoutia, jotta uusi laite voidaan tuoda tuotantoon. Opinnäytetyön aikana selvisi, ettei uuden laitteen tuominen tuotantoon tarvitsisikaan suuria muutoksia. Samankaltaisten laitteiden aikaisempi tuntemus, sekä tuotannon vahva osaaminen auttoivat keskittämään tämän projektin tarkoituksen paremman layoutin luomiseen. Vaikka uutta laitetta ei näillä näkymin välttämättä tullakaan valmistamaan toimeksiantajayrityksen tehtaassa, ei opinnäytetyön tulokset kuitenkaan menneet hukkaan, sillä uutta layoutia voidaan käyttää, jos nykyisten tuotteiden kysyntä nousee tai opinnäytetyössä käsiteltyä tuotetta tarvitsee jatkossa valmistaa myös kyseisellä tehtaalla. Koska uuden layoutin käyttöönotto ei vaadi suuria rahallisia investointeja, on helppoa ottaa tämä käyttöön tarvittaessa.

Suuren inflaation horjuttaessa maailman taloutta uuden laitteen valmistus määristä ei ollut koko aikana tarkkaa tietoa, joten layoutin muuttamisen haluttiin olevan helposti sekä kustannustehokkaasti toteutettavissa sekä monikäyttöinen niin, että sitä voidaan hyödyntää myös muissa tarkoituksissa.

Projektin laajuus yllätti alussa kirjoittajan. Uuden laitteen tuotantoon tuomiseen liittyy paljon asioita, joista moni ei päätenyt opinnäytetyöhöni aiherajauksen myötä. Osakseen myös tämä toi haastetta kirjoittamiseen. Kun puhutaan tehdasympäristön muutoksista ja uusista valmistettavista tuotteista koskevat muutokset usein lähes koko organisaatiota. Näin ollen opinnäytetyö käsittelee aihetta vain tuotantolinjan näkökulmasta.

Lähteet

- Ep logistics.(22.08.2023). *Layoutin suunnittelu on perusta tehokkaalle tilankäytölle.*
<https://ep.fi/fi/layoutin-suunnittelu/>
- Logistiikanmaailma. (22.08.2023). *Tuotannon Layout.*
<https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tuotantostrategia/tuotannon-layout/>
Logistiikanmaailma (23.08.2023)
- Piirainen, A. (19.02.2014). *Lean ja hukka – muda, mura ja muri.* Six sigma.
(<https://sixsigma.fi/lean-ja-hukka/>)
- Studymasters. (30.8.2023) *Flow production definition*
(<https://www.studysmarter.co.uk/explanations/business-studies/business-operations/flow-production/>)
- Työterveyslaitos. (28.08.2023) Hyvinvointia edistävä työympäristö
(<https://www.ttl.fi/teemat/tyohyvinvointi-ja-tyokyky/tietotyon-tyoymparistot/hyvinvointia-edistava-tyoymparisto>)
- Unex. (29.8.2023). *Lean Assembly & Work Cells.* (<https://blog.unex.com/lean-assembly-work-cells>)

Liite 1. Valmis layout

