

Opinnäytetyö (AMK)

Tuotantotalous

2019

Jarkko Juhola

HYDRAULISEN KORKEAPAINEPESURIN TUOTANTOLINJAN KÄYTTÖÖNOTTO JA KEHITYS

– Dynaset Oy

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Tuotantotalous

2019 | 33 sivua

Jarkko Juhola

HYDRAULISEN KORKEAPAINEPESURIN TUOTANTOLINJAN KÄYTTÖÖNOTTO JA KEHITYS

-Dynaset Oy

Tämän opinnäytetyön aiheena on hydraulisen korkeapainepesurin tuotantolinjan käyttöönotto ja kehitys Dynaset Oy:ssä. Työssä kuvataan yrityksen nykytilannetta, linjan kokoonpanoa sekä sitä, miten tuotantolinja on lähtenyt käyntiin.

Linjalla kokoonpannaan hydraulikorkeapainepesureita monista eri komponenteista ja osavalmisteista. Työn tarkoituksena oli saada aikaan hyvä ja lyhyellä läpimenoajalla toimiva kokoonpanolinjasto. Tuotantolinjaan kuuluu kokoonpanolinja, koeajo ja viimeistelylinja, mutta aikaresurssien vuoksi tämä opinnäytetyö käsittelee ainoastaan kokoonpanolinjaa.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa perehdytään tuotantomuotoihin ja erilaisiin tuotannon layouteihin. Myös työergonomia sekä turvallisuus on otettu osaksi teoriaosuutta. Tutkimustapana käytetään työhön osallistuvaa, havainnoivaa tutkimusta. Käytännössä opinnäytetyössä tutkittiin kokoonpanon vaiheajoja ennen tuotantolinjaa. Tutkimus aloitettiin kahden viikon tuotantotyöskentelyllä. Tutkimuksen aikana havaittiin muutamissa kokoonpanon vaiheissa liian pitkiä vaiheajoja ja nämä vaiheet piti suunnitella linjalle nopeammiksi.

Työn tuloksena syntyi toimiva kokoonpanolinjasto. Työpisteistä saatiin toimivat, ja työn fyysisyys laski huomattavasti ergonomisten ratkaisujen myötä.

ASIASANAT:

ergonomia, hydraulikorkeapainepesuri, kapasiteetti, kokoonpanolinja, layout, motivaatio, tehokkuus, tuotantomuoto, turvallisuus, viihtyvyys

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Industrial engineering and management

2019 | 33 pages

Jarkko Juhola

INTRODUCTION AND DEVELOPMENT OF THE PRODUCTION LINE FOR HYDRAULIC HIGH-PRESSURE WATER PUMP

– Dynaset Oy

The subject of this thesis is the introduction and development of a hydraulic high-pressure water pump production line in Dynaset Oy. This thesis describes the company's current situation, line configuration and how the production line has started.

Hydraulic high-pressure water pumps are assembled on the line from many different components and sub-components. The purpose of this thesis was to achieve a good and short throughput assembly line. The production line includes assembly line, test run and finishing line, but due to time resources this thesis only deals with assembly line.

The theoretical part of this thesis deals with production forms and production layouts. Work ergonomics and safety are also part of the theory section. The method of research is a participative observational research method. In practice, it was investigated the time of the current assembly phase. The undersigned started the study with two weeks of production work. During the study, few phases of the assembly were detected, and these steps had to be planned faster for the assembly line.

The work resulted in a working assembly line. The workstations were working and the physicality of the work dropped significantly with ergonomic solutions.

KEYWORDS:

assembly line, capacity, comfort, efficiency, ergonomics, hydraulic highpressure water pump, layout, motivation, production form, safety

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
1.1 Työhön tutustuminen ja tutkimus	6
1.2 Tavoitteet	7
2 DYNASET OY	8
3 TUOTANNON ORGANISOINTI	10
3.1 Tuotantomuodot	10
3.2 Layout-tyypit	13
3.2.1 Tuotantolinja	13
3.2.2 Funktionaalinen layout	14
3.2.3 Solulayout	15
3.3 Tuotannon optimointi	15
4 TYÖERGONOMIA JA TURVALLISUUS	17
4.1 Fyysinen ergonomia	17
4.2 Turvallisuus työpaikalla	18
5 VANHA TUOTANNON OHJAUSTAPA JA LAYOUT	19
5.1 Tuotannonohjaus	19
5.1.1 Varasto-ohjautuvat tuotteet	20
5.1.2 Asiakasohjautuvat tuotteet	20
5.2 Keräily	20
5.3 Kokoonpano ja esikokoonpano	21
5.4 Koeajo	21
5.5 Viimeistely	21
6 UUSI TUOTANTOLINJA	23
6.1 Linjaston rakentaminen ja layout	23
6.2 Osienkuljetuspaletit	24
6.3 Työkalut ja paineilmaverkko	25
6.4 Työohjeet	26
6.5 Tuotannonohjaus ja keräily	27
6.6 Esikokoonpano	28
6.6.1 Layout	28

6.6.2 Työpisteet ja ergonomia	29
7 HYÖDYT JA VERTAILU	30
8 OMA POHDINTA	31
LÄHTEET	32

KUVAT

Kuva 1. Hydraulinen korkeapainepesuri HPW 200.	9
Kuva 2. Hydraulinen korkeapainepesuri HPW 250.	9
Kuva 3. Tuotannon vaihtelevuus.	11
Kuva 4. Tuotantolinja layout.	14
Kuva 5. Funktionaalinen layout.	14
Kuva 6. Solulayout.	15
Kuva 7. Tuotantolinjan layout.	24
Kuva 8. Komponenttipaletti.	25
Kuva 9. Esikokoonpanosolun layout.	29

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö käsittelee hydraulikorkeapainepesureiden uutta kokoonpanolinjaa, sen käyttöönottoa ja kehitystä Dynaset Oy:ssä. Työsuhde alkoi Dynaset Oy:ssä kehitysharjoittelijana lokakuussa 2018, ja tähän työsuhteeseen sisältyi opinnäytetyön tekeminen.

Ennen opinnäytetyön alkua pesurit valmistettiin kokoonpanosolussa. Pesurin myynti on kasvanut viime vuosina niin kovasti, että kokoonpanosolussa valmistus oli jäämässä kapasiteetiltaan pieneksi. Pesurissa on runko, johon liitetään pienempiä komponentteja mallista riippuen. Komponenttien liittäminen tehdään käsin erilaisia työkaluja käyttäen.

Kokoonpanolinjaan siirryttäessä kokoonpanoaika lyhenee merkittävästi, ja näin ollen myös kapasiteetti kasvaa nykyisellä työntekijämäärällä.

Kokoonpanolinja on rakenteeltaan sellainen, että siinä on kolme eri työpistettä kokoonpanon eri vaiheita varten. Linjaan kuuluu erilaisia kiinteitä koneita sekä käsityökaluja. Linjastot oli suunniteltu ja tilattu jo ennen kuin työsuhde alkoi, joten työksi jäi projektin vieminen siitä eteenpäin.

Uuden tuotantolinjan etuna on merkittävästi kevyempi työskentely kokoonpanoasentajille. Kaikki turhat liikkeet ja nostot on linjasta optimoitu pois. Kokoonpanojärjestys on myös optimoitu oikeaksi, joten myös kokoonpanoaika lyhenee merkittävästi.

Pesurin valmistukseen kuuluu kokoonpanon lisäksi myös koeajo ja viimeistely, mutta tässä opinnäytetyössä käydään läpi ainoastaan uuden kokoonpanolinjan käyttöönottoa ja kehitystä aikaresurssien vuoksi.

1.1 Työhön tutustuminen ja tutkimus

Tutkimustapana on työhön osallistuva, havainnoiva ja vertaileva tutkimus. Vertailevaa tutkimusta käytetään, kun tutkimuksen kohteena on erilaiset tapaukset, projektit ja prosessit, mutta niiden lopputulokset ovat vertailukelpoisia. Työhön osallistuvaa tutkimusta käytetään silloin, kun tutkittavasta kohteesta halutaan omakohtaisia kokemuksia ja tunteita (Jyväskylän yliopisto 2019). Työhön osallistuva tutkimus on

yleensä hieman enemmän aikaa vievää kuin muut tavat tutkia, mutta sillä tavalla saa paljon tietoa tutkittavasta kohteesta.

Työhön osallistuvan tutkimuksen etuna on se, että siinä pääsee itse kokemaan, miltä tuntuu työ ennen muutosta ja millainen vaikutus muutoksella on työn tekemiseen.

Työhön tutustuminen alkoi kahden viikon mittaisella tuotantotyöskentelyllä. Tuotannossa työskentelyllä varmistettiin, että tuotteen ja valmistustavan tuntee mahdollisimman hyvin, ja jotta osaa suunnitella, miten uudesta kokoonpanolinjasta saisi mahdollisimman tehokkaan ja toimivan.

1.2 Tavoitteet

Työn tavoitteena on saada aikaan kustannustehokkaammin toimiva kokoonpanolinjasto. Kokoonpanolinjaston työpisteiden optimointi sekä työnteon keventäminen on myös yksi iso osa tavoitetta.

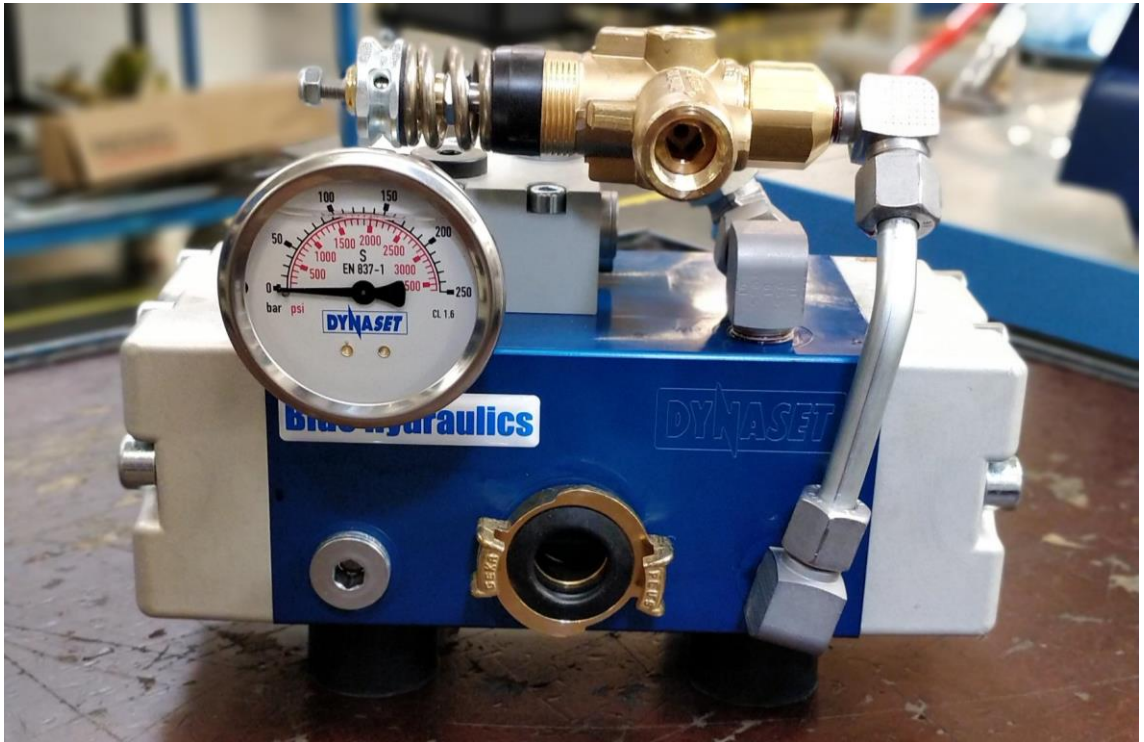
Pesurin läpimenoajan lyhentäminen on myös yksi keskeisin tekijä tavoitteessa. Ennen opinnäytetyön alkua pesurin valmistukseen kului noin 62 minuuttia koeajo ja viimeistely mukaan laskettuna. Tavoitteena on, että tämä vanha 62 minuuttia saadaan pudotettua noin 40 minuuttiin. Tämä muutos tarkoittaisi sitä, että pesurin valmistuksesta tulisi todella paljon nopeampaa ja kapasiteetti lähes tuplaantuisi nykyisellä työntekijämäärällä.

2 DYNASET OY

Dynaset Oy on Ylöjärvellä Menotiellä toimiva hydraulikka-alan yritys. Dynaset Oy on perustettu 1986 Reijo Karppisen toimesta, ja hän toimii nykyisin yrityksen toimitusjohtajana sekä hallituksen puheenjohtajana. Dynaset on suomalainen kasvuyritys, joka toimii globaaleilla markkinoilla kaikissa teollistuneissa maissa. Yrityksellä on laaja jälleenmyyntiverkosto ja lisäksi myyntikonttorit Kiinassa ja Venäjällä. Dynaset on oman alan luonut pioneiryritys. Keskeinen osa Dynasetin liiketoimintaa on auttaa asiakasta hyödyntämään uutta teknologiaa hydraulikan parissa. Vuonna 2017 liikevaihto oli 16,7 milj €. Liikevaihto nousi 24,5 % vuodesta 2016 vuoteen 2017. Yrityksen liikevaihdosta suurin osa tulee viennistä. Yrityksessä työskentelee tällä hetkellä noin 100 henkilöä. (Dynaset Oy 2018.)

Dynaset valmistaa laitteita, jotka muuntavat liikkuvan työkoneen hydraulivoiman sähköksi, korkeapainevedeksi, paineilmaiseksi, magneetiksi ja värinäksi. Dynasetin teknologia perustuu työkoneen hydraulijärjestelmän hyödyntämiseen voimanlähteenä. Hydraulilaitteet toimivat ilman ylimääräisiä moottoreita, määräaikaishuoltoja ja päästöjä. Todella hyvä teho-kokosuhde mahdollistaa asennuksen kaikkiin liikkuviin työkoneisiin (kuva 1 & kuva 2). (Dynaset Oy 2018.)

Yrityksen tuotteet ovat hyvin laadukkaita, ja valmistus tehdään aina laadusta tinkimättä. Asiakkaat ovat olleet pääsääntöisesti todella tyytyväisiä Dynaset Oy:n tuotteisiin ja pitävät niitä laadukkaina. Laadun vaikutus yrityksen menestykseen on suuri, koska ilman laadukkaita tuotteita yritys ei olisi saanut niin paljon vakioasiakkaita ympäri maailman.



Kuva 1. Hydraulinen korkeapainepesuri HPW 200. (Jarkko Juhola 2019.)



Kuva 2. Hydraulinen korkeapainepesuri HPW 250. (Dynaset Oy 2019.)

3 TUOTANNON ORGANISOINTI

Koska kilpailun kasvaminen johtaa aina kustannuspaineisiin, on myös tuotannossa etsittävä taloudellisuutta ja tehokkuutta. Kokonaistehokkuus ei kuitenkaan tarkoita pelkästään kustannusten pienentämistä, vaan on myös pyrittävä sovittamaan tuotteet ja palvelut asiakkaiden ja markkinoiden tarpeisiin. Yleensä tuotannon tehokkuuden kehittämiseen on useita vaihtoehtoja. Nopea läpimenoaika parantaa asiakaspalvelua ja sitä kautta asiakastyytyväisyyttä sekä sitoo keskeneräiseen työhön vähiten pääomaa. Tuotantoyksikkötasolla tehokkainta on tasainen tuotantotahti. Mitä enemmän työ on asiakassovitettua, sitä enemmän se tyydyttää asiakaskohtaisia erityistarpeita. (Karrus 2005, 87.)

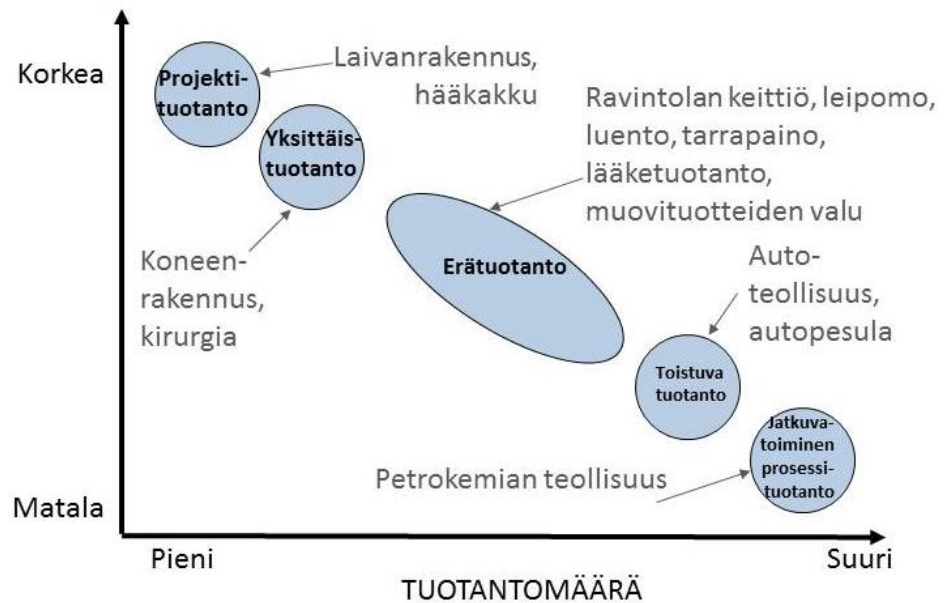
Mittakaavoja teollisen tuotannon toteuttamiseen on monia. Tuotteita voidaan tuottaa aihnulaatuisina kappaleina tai niistä voidaan muodostaa täysin vakioituja massatuotteita. Erilaiset tuotantoprosessit sopivat erilaisille aloille, kuten esimerkiksi kokoonpanolinja, joka on autoteollisuudessa yleisin valmistustapa, kemianteollisuudessa prosessituotanto, kirjapainoilla erätuotanto, piensarjatuotanto verstaissa ja yksittäiskappaleet projektituotannossa. (Karrus 2005, 87.)

3.1 Tuotantomuodot

Tuotantomuodoilla tarkoitetaan tapaa, jolla tuotteet tehdään. Yleensä teollinen tuotanto voidaan jakaa kahteen tuotantomuotoon, kappaletavara- ja prosessituotantoon. Tuotantovolyymiä eli valmistettavia kappalemääriä ja tuotevalikoiman laajuutta tarkastelemalla voidaan tarkentaa tuotantomuotojen jakoa.

Hayes ja Wheelwright ovat kuvanneet tuotantovolyymien ja tuotantoprosessin välistä riippuvuutta tuotannon vaihtelevuusmatriisilla (kuva 3). Yksittäistuotteiden valmistus jatkuvalla prosessilla merkitsee ylimitoitettuja investointeja, kun taas massatuotteiden tuottaminen projekteina tarkoittaa liian suuria yksikkökustannuksia. (Karrus 2005, 72.)

TUOTANNON VAIHTELEUVUUS
(variaatioiden määrä tuotevalikoimassa)



Kuva 3. Tuotannon vaihtelevuus (Logistiikan maailma 2019).

Projektituotanto on tuotantomuoto, jolla tehdään yksittäistä tuotetta pieniä määriä. Projektituotannossa tehtävät tuotteet ovat yksittäiskappaleita, ja siksi ne tehdään yleensä projekteina. (Logistiikan maailma 2019.)

Yksittäistuotanto perustuu joustaviin resursseihin. Joustavien resurssien ansiosta yksittäistuotannossa pystytään tuottamaan erilaisia tuotevariaatioita. Yksittäistuotantoon kuuluu usein tapauskohtaista tuotesuunnittelua. Yksittäistuotannon erottaa projektituotannosta toistuvuuden mukaan, koska yleensä yksittäistuotannossa tuotteet ja toiminnot ovat samankaltaisia keskenään. (Logistiikan maailma 2019.)

Erätuotannossa valmistetaan tuotteet erissä, nimensä mukaisesti. Erätuotannossa valmistetaan samaa tuotetta toistuvasti, mutta ei kuitenkaan koko aikaa.

Toistuva tuotanto tarkoittaa tuotteiden valmistamista jatkuvalla tahdilla, yleensä tuotolinjoissa. Toistuva tuotanto on yleensä tarkasti organisoitua kustannustehokkuuden ylläpitämiseksi. Tuotteet voivat olla keskenään erilaisia, mutta toistuvassa tuotannossa ne

on pyritty suunnittelemaan niin, että ne ovat kuitenkin tehtävissä samoilla menetelmillä ja työpisteillä. (Logistiikan maailma 2019.)

Prosessituotanto on tuotantotapa, jossa tehdään tuotteita suuria kappalemääriä ja joiden ero on minimaalinen tai sitä ei ole (Logistiikan maailma 2019).

Tuotantotyypit eroavat toisistaan useilla eri tavoilla. Projektituotannossa ja yksittäistuotannossa isoin merkitys on joustavuudella ja reagoitakyvyllä. Näissä tuotantomuodoissa käytetyt koneet ja laitteet ovat yleensä muunneltavissa usean eri tuotteen valmistukseen, kun taas erätuotannossa, toistuvassa tuotannossa ja prosessituotannossa koneet ja laitteet ovat tarkoitettu vain tietyille tuotteille. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 475.)

Tuotannonohjaus on toteutettu eri lailla erilaisille tuotantotyypeille. Yleensä myös aikataulun määrittäminen tehdään eri tavalla näissä tuotantomuodoissa. Projektituotannossa aikataulun määrittää usein asiakas, kun taas prosessituotannossa tuotetta tehdään koko ajan riippumatta asiakkaan tilauksesta, koska tiedetään, että tuotetta myydään varmasti. (Haverila ym. 2009, 402.)

Tuotantotyypistä riippuu myös pitkälti se, mitä layoutia yrityksessä käytetään. Yritys voi käyttää useitakin eri layouteja, jos erilaisia valmistettavia tuotteita on suuri määrä. Silloin tulisi miettiä jokaisen tuotteen kohdalla erikseen, millä tuotantomuodolla ja layoutilla tuotetta valmistetaan. Tästä hyvä esimerkki on se, että tietyn tuotteen esikokoonpano tehdään esimerkiksi erätuotantona ja loppukokoonpano toistuvana tuotantona tai prosessituotantona.

Myös henkilöstön osaamistarpeella on eroja riippuen tuotantomuodosta. Mikäli yritys tekee projekti- tai yksittäistuotantoa, täytyy henkilöstön olla koulutettuja tekemään montaa erilaista tuotetta. Jos taas käytössä on prosessituotanto tai toistuva tuotanto, ei henkilöstön tarvitse osata kuin vain yksi työvaihe ja silti saadaan tuotteet valmiiksi niin, että laatu pysyy hyvänä.

3.2 Layout-tyypit

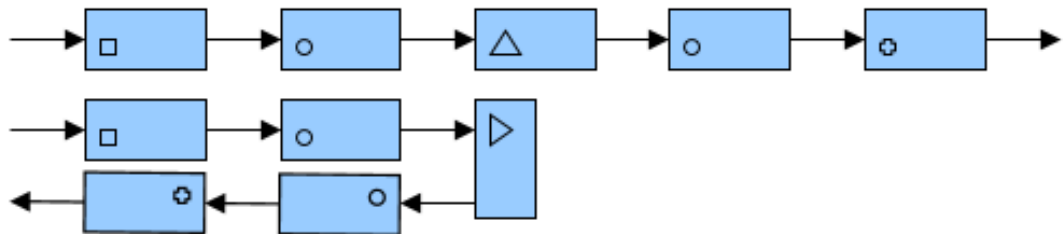
Tuotannon layoutilla tarkoitetaan sitä, miten koneet, työpisteet, varastot, materiaalivirta ja muut tuotannolle tärkeät asiat on järjestetty ja sijoitettu yritykseen. Tuotannon layoutin suunnitteluun tulisi panostaa, koska jälkikäteen layoutin muuttaminen on työlästä sekä kustannuksiltaan kallista. Toimiva layout edistää tuotannon kustannustehokkuutta sekä sujuvuutta huomattavasti. Oikein suunnitellussa layoutissa kaikki turhat sisälogistiset siirrot on poistettu ja vain tärkeät liikkeet toteutetaan.

3.2.1 Tuotantolinja

Tuotantolinjassa koneet ja laitteet ovat valmistettavan tuotteen työjärjestyksen mukaisessa järjestyksessä (kuva 4). Tuotantolinja on keskittynyt tietyn tuotteen valmistamiseen. Valmistus on tehokasta, koska tuote ns. virtaa tuotantolinjan jokaisen työvaiheen läpi. Työnkulku on selkeää, koska tuote kulkee linjan alusta loppuun. Suuri voluumi ja kuormitusaste ovat yleensä edellytykset tuotantolinjan hankkimiselle. Suuren valmistusmäärän takia yksittäisen tuotteen yksikköhinta laskee, mikä on etu siihen nähden, että tuotantolinja on hankintahinnaltaan ja käyttönotoltaan kallis projekti. Tuotantolinjan huono puoli on se, että se kestää todella huonosti häiriöitä, koska jos linjan yhdelläkin työpisteellä tapahtuu häiriö, se vaikuttaa koko linjan toimintaan. Tuotantolinjaa suunniteltaessa tulee huomioida nämä mahdolliset häiriöt mahdollisimman tarkasti ja pyrkiä minimoimaan riskit jo ennen tuotantolinjan hankintaa. (Logistiikan Maailma 2019.)

Laadunvalvonta korostuu tuotantolinjaa käytettäessä, koska jos käy niin, että linjalle pääsee huonolaatuista tavaraa, myös se valmistuu nopeasti. Tuotantolinjassa kappaleen vaihtaminen toiseen on yleensä huomattavasti hitaampaa kuin esimerkiksi solulayoutissa. Tästä syystä tuotantolinja on vaihtoehto silloin, kun linjalla valmistettavat tuotteet ovat pääosin samanlaisia lukuun ottamatta pieniä muutoksia. (Haverila ym. 2009, 475.)

Tuotantolinja

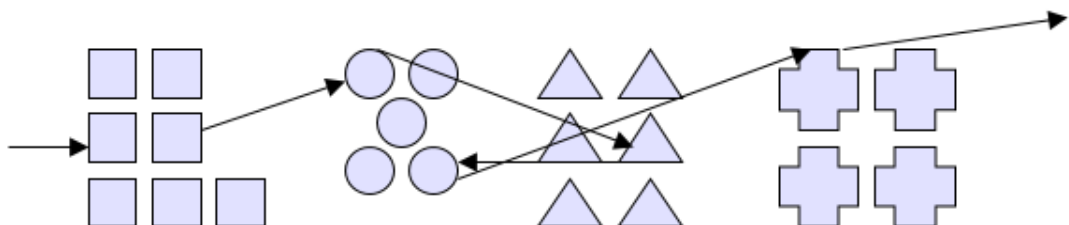


Kuva 4. Tuotantolinja layout (Logistiikan maailma 2019).

3.2.2 Funktionaalinen layout

Funktionaalisisessa layoutissa koneet ja työpisteet on asetettu työtehtävien samankaltaisuuden perusteella (kuva 5). Funktionaalista layoutia kutsutaan myös *teknologiseksi layoutiksi* koneiden teknologiaan perustuvan asettelun vuoksi. Tässä layoutissa valmistusmäärät ja tuotteet voivat vaihdella huomattavasti, koska tuotteiden vaihto onnistuu sujuvasti. Tässä layoutissa tuotteet valmistetaan joko yksittäiskappaleina tai pidemmissä sarjoissa. Huono puoli tässä layoutissa on se, että koneet ja laitteet voivat olla hyvinkin etäällä toisistaan, mikä tarkoittaa ylimääräistä kappaleiden liikuttelua paikasta toiseen. Ylimääräinen liikuttelu huonontaa kustannustehokkuutta, joten sitä tulisi välttää. Funktionaalisen layoutin toteutus on helppo ja suhteellisen edullinen verrattuna esimerkiksi tuotantolinjaan. (Haverila ym. 2009, 476.)

Funktionaalinen layout

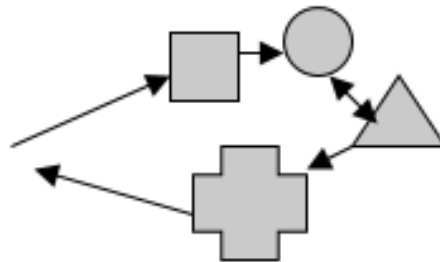


Kuva 5. Funktionaalinen layout (Logistiikan maailma 2019).

3.2.3 Solulayout

Solulayout muodostaa itsenäisen eri koneista ja työpisteistä kootun ryhmän, joka on erikoistunut tiettyjen osien valmistamiseen (kuva 6). Solulayout on tavallaan välimuoto funktionaalisesta layoutista ja tuotantolinjasta. Solujen läpäisyajat ovat huomattavan lyhyet funktionaaliseen verrattuna. Materiaalivirta on selkeä, eikä siinä esiinny välivarastoja. Solu pystyy valmistamaan joustavasti niitä tuotteita, joiden valmistukseen se on suunniteltu. Asetusajat siirryttäessä tuotteesta toiseen ovat lyhyet. Solu on joustavampi kuin tuotantolinja ja tehokkaampi kuin funktionaalinen järjestelmä oman tuoteryhmänsä puitteissa. (Haverila ym. 2009, 478.)

Solulayout



Kuva 6. Solulayout (Logistiikan maailma 2019).

3.3 Tuotannon optimointi

Yrityksen tai organisaation tavoitteena on tuottaa itselleen ja asiakkailleen arvoa. Kaikki työ vie aikaa, ja sitä kutsutaan *läpimenoajaksi*. Siihen kuuluu niin arvoa tuottavaa kuin ei-arvoa tuottavaa aikaa. *Arvoa tuottavaksi ajaksi* kutsutaan sitä aikaa, josta asiakas on valmis maksamaan, joko suoraan tai epäsuorasti. *Arvoa tuottamaton aika* on taas sitä, mistä asiakas ei maksa, josta koituu vain lisäkustannuksia yritykselle. Kun läpimenoaika venyy liian pitkäksi tehdyn työn vaatimuksiin nähden, tämä ei-arvoa tuottava aika lisääntyy. (Six Sigma 2019.)

Tuotantomuodon valinnan jälkeen on tarpeellista miettiä, miten on taloudellisesti optimaalista järjestää yrityksen toiminta. Tuotannon optimoinnilla on tarkoitus saada kaikki mahdollinen hyöty irti tuotantoresursseista. Optimoinnin avulla voidaan suunnitella esimerkiksi materiaalivirtaa, varastoitavien tuotteiden kappalemäärää ja henkilöstöresursseja. Sisälogistiikka on myös yksi tekijä, joka on hyvä ottaa tuotannon optimoinnissa huomioon. Mikäli tavaroiden ja komponenttien turhaan liikutteluun käytetään tuotannon työntekijöiden aikaa, se on kaikki pois valmistavasta tuotannosta.

Kun tuotantomuoto on valittu, on tärkeää miettiä, miksi juuri se on oikea tapa tehdä siinä yrityksessä. Tuotantomuodon valinnassa on hyvä pitää myös tulevaisuuden suunnitelmat mielessä ja varautua mahdolliseen kasvuun. Kasvuun varautuminen on huomattavasti helpompi toteuttaa etukäteen, ennen kuin kasvu on kiihtynyt niin kovasti, että kapasiteetti jää vajaaksi.

Lean-ajattelu on hyvä työkalu tuotannon optimoinnissa, koska siinä keskitytään kokonaisuuksien optimointiin yksittäisten tapausten sijaan. Leanin peruseriaatteeseen kuuluu virtaustehokkuuden ja resurssitehokkuuden maksimointi. (Six Sigma 2019.)

Kun suunnitellaan linjan työpisteitä ja käyttötappaa, on hyvä pitää Lean-ajatus mielessä, koska sitä apuna käyttäen saatiin kaikki turha arvoa tuottamaton aika pois linjalta. Työpisteet ja materiaalivirta on suunniteltu niin, että mitään ylimääräistä ei ole tarve tehdä.

Hyvin optimoitu tuotanto on kustannustehokas ja turhia liikkeitä ja työvaiheita ei ole. Toiminta on mahdollisimman tehokasta ja arvoa tuottamatonta työtä ei ole.

4 TYÖERGONOMIA JA TURVALLISUUS

Työergonomia ja työskentelyn turvallisuus ovat tärkeitä asioita uutta linjastoa suunniteltaessa. Kun työskentely on työntekijälle ergonomisesti mukavaa ja turvallista, työn tulos on parempi kuin, että työolot olisivat huonot.

Kokoonpanolinjan ympärillä tapahtuvaa työntekoa suunniteltaessa ja miettiessä tuli ottaa huomioon ergonomia sekä turvallisuus, jotta linjasta tulisi mahdollisimman tehokas ja mukava työskennellä. Työkaluvalinnoissa suosittiin ergonomisia työkaluja, joita käytettäessä työntekijä rasittaa itseään mahdollisimman vähän. Turvallisuus otettiin huomioon jo linjan paikkaa suunniteltaessa. Käytävät piti jättää riittävän leveiksi, jotta mahdollisen vaaratilanteen sattuessa kulku pois linjalta olisi helppoa.

4.1 Fyysinen ergonomia

Tavoitteena ergonomiassa on kehittää fyysistä toimintaa niin, että kokonaisuudessaan se on ihmiselle sopivaa, niin toistomääriltään kuin voiman tarpeeltaan. Kun työpisteet on suunniteltu hyvin ja työ on toteutettavissa kevyesti, takaa se hyvän työtuloksen pitkäksi aikaa. Tämä johtuu siitä, että kevyessä työssä työntekijän toiminta- sekä työkyky säilyvät mahdollisimman pitkään. Työn fyysisyyttä voidaan säädellä helposti ergonomian keinoin. (Työterveyslaitos 2019.)

Monet laitevalmistajat kiinnittävät nykyään huomiota laitteiden ergonomiseen käyttöön ja käyttäjäystävällisyyteen. Koneiden ja laitteiden valinnassa tulee huomioida ergonomia, koska usein työkaluja ja muita työpaikan laitteita käytetään useita tunteja päivässä ja silloin on järkevää, että työn fyysisuus on minimissään. Mitä kevyempiä ja käyttäjäystävällisempiä työnteossa tarvittavat laitteet ovat, sitä pidempään myös työntekijät säilyvät työkuutoisina. Työntekijät ovat yritykselle välttämätön voimavara, joten työoloihin panostaminen on suotavaa ja tarpeellista. Linjalle otettiin lisäksi myös ergonomiset matot, koska se auttaa huomattavasti, mikäli täytyy seisoa paikallaan pitkiä aikoja. Maton pohjassa on vaimennus, joka tekee matosta mukavan seisomatyöhön.

4.2 Turvallisuus työpaikalla

Kukaan ei varmasti halua työskennellä turvattomissa olosuhteissa, joten siksi työpaikan turvallisuuteen panostaminen on tärkeää. Työturvallisuuden merkittäviä tekijöitä ovat kulkuteiden turvallisuus, riittävä valaistus, melu sekä työpaikan siisteys ja järjestys. Siisteys ja järjestys ovat hyviä ennaltaehkäiseviä tapoja turvallisuuden ylläpitämisessä. Suurin osa työtapaturmista on liukastumisia tai kompastumisia. (Työturvallisuuskeskus 2019.)

Hyvässä työpaikassa työtilat, työpisteet ja työmenetelmät on suunniteltu ja rakennettu niin, että jokainen työntekijä voi tuntea olonsa turvalliseksi työskennellessään yrityksessä. (Työturvallisuuskeskus 2019.)

Kokoonpanolinjalla siisteys on otettu huomioon niin että jokaisella työpisteellä on työkaluille omat paikat, joten työkaluja ei jätetä mihin sattuu. Jokaiselle työpisteelle tulee myös omat roska-astiat, jotta roskat saa helposti laitettua sinne ja työympäristö pysyy puhtaana. Lisäksi siivoja käy siivoamassa lattiaa kaksi kertaa viikossa.

5 VANHA TUOTANNON OHJAUSTAPA JA LAYOUT

Tässä luvussa käsitellään yrityksen yleisiä toimintoja tuotannonohjaukseen liittyen ja opinnäytetyön alussa käytössä ollutta vanhaa kokoonpanotapaa.

5.1 Tuotannonohjaus

Toiminnanohjausjärjestelmillä eli ERP-järjestelmillä (Enterprise Resource Planning) tarkoitetaan yrityksen ohjaamiseen tarkoitettuja kokonaisvaltaisia tietojärjestelmiä. Tällaiselle järjestelmälle tyypillistä on se, että se on integroitu kaikkeen yrityksen toimintaan. Se käyttää yhtä tietokantaa, jota kaikki järjestelmän eri toiminnot käyttävät omilla tahoillaan. Koska tietokanta on kaikilla toiminnoilla yhteinen, tiedon oikeellisuus on erittäin tärkeää. Tuotannonohjaus on yksi osa toiminnanohjausjärjestelmää. Tuotannonohjauksen kautta hallitaan työmääriä ja tuotannon resursseja.

Massatuotannossa ja sarjallisessa tuotannossa tuotetaan suuria määriä tuotteita, jotka ovat samanlaisia. Yleensä lopputuotteita varastoidaan, mutta on myös sellaisia tuotteita, joiden varastointi ei ole kannattavaa, esimerkiksi jos tuotteen kysyntä ei ole tasaista vuoden ympäri.

Mikäli tuote on varastoitava, siitä käytetään nimitystä varasto-ohjautuva tuote. Varasto-ohjautuvien tuotteiden valmistus on tasaista ja varastossa pidetään jatkuvasti tiettyä puskurivarastoa.

Mikäli tuote menee tilauksien mukaan, on kyseessä tilausohjautuva tuote. Tilausohjautuvien tuotteiden valmistustapa on yleensä JIT (Just-In-Time) eli tuotteen valmistuttua se lähetetään mahdollisimman nopeasti asiakkaalle.

Dynaset on hoitanut tuotteiden erottelun tilausohjautuvista ja varasto-ohjautuvista lajittelemalla tuotteet erilaisille työmääräimille. Työmääräimet kertovat sen, että mitä ja kuinka paljon valmistetaan. Työmääräimissä on spesifioitu eri tuotteet ja jokaisen tuotteen eri variaatiot, eli mallit. Lisäksi työmääräin kertoo tuotteen rakenteen, halutun valmistuspäivän, sekä osaston, jossa työmääräimeen kuuluvat tuotteet tehdään. Työmääräimiä on kahdenlaisia. T-työmääräin on varasto-ohjautuville tuotteille ja S-työmääräin tilausohjautuville tuotteille.

5.1.1 Varasto-ohjautuvat tuotteet

T-työmääräin tarkoittaa tässä tapauksessa varasto-ohjautuvia tuotteita. Näitä työmääriä tehdään tuotteille, jotka varastoidaan ja joita pidetään aina tietty määrä varastossa. T-työmääräimellä tehtävät tuotteet ovat pääsääntöisesti sellaisia tuotteita joita myydään ja valmistetaan paljon. Näillä tuotteilla on myös toimitusaika lyhyt, koska oletus on se, että aina pitäisi olla tuotteita vähintään pienin sallittu määrä hyllyssä. Varasto-ohjautuville tuotteille on määritetty toiminnanohjausjärjestelmään tietyt tilauspisteet. Tilauspisteellä tarkoitetaan kappalemäärää joka varastosta pitää aina löytyä. Kun tuotteita lähetetään asiakkaalle ja varaston saldo menee alle tilauspisteen, toiminnanohjausjärjestelmä ehdottaa automaattisesti tuotteita valmistettavaksi.

5.1.2 Asiakasohjautuvat tuotteet

S-työmääräin tarkoittaa kohdistuen ohjautuvia tuotteita eli suoraan asiakkaalle meneviä. Näitä tuotteita ei varastoida vaan nämä menevät suoraan valmistuksesta paketointiin ja asiakkaalle. Yleensä näillä tuotteilla on toimitusaika hieman pidempi kuin varasto-ohjautuvilla tuotteilla. Tilausohjautuville tuotteille ei ole määritetty tilauspistettä, eli niitä ei valmisteta ennen kuin tuotteista tehdään myyntitilaus. Kun myyjä laittaa myyntitilauksen toiminnanohjausjärjestelmään, järjestelmä ehdottaa oikean määrän tuotteita valmistettavaksi.

5.2 Keräily

Yrityksessä komponenttien oikea-aikainen saapuminen työpisteille tapahtuu keräilijöiden toimesta. Keräilijät ovat siis varaston henkilökuntaa, jotka seuraavat omasta työjonostaan eri osastoilla tapahtuvaa työtä ja näin osaavat toimia oikea-aikaisesti. Keräilijöille tulee ilmoitus kun osastoilla tarvitaan komponentteja.

Työmääräimet hallitsevat keräilijöiden työjonoa, eli kun uusi työmääräin tehdään, se nostaa keräilyn työjonoon uuden työn. Työjono ilmoittaa, mitä komponentteja ja kuinka paljon osastolle kerätään ja toimitetaan. Keräilyt toimitetaan osastoille keräilyvaunuilla.

5.3 Kokoonpano ja esikokoonpano

HPW200/250 pesurit valmistettiin ennen uuden tuotantolinjan valmistumista kokoonpanosolussa. Kokoonpanosolulla tarkoitetaan yhtä isoa työpistettä, josta löytyy työkalut sekä osat kokoonpanoon. Kokoonpanosolu oli toteutettu solylayout- tyyliin.

Kokoonpano tapahtui niin, että kokoonpanoasentaja valitsi työjonosta työmääräimen mitä alkoi tekemään. Työmääräimen valitsemisen jälkeen alkoi varsinainen kokoonpano jossa pesuriin kiinnitettiin kaikki työmääräimen ilmoittamat komponentit. Kun pesuri oli kokoonpantu, pesureihin kiinnitettiin liimaamalla tyyppikilpi, josta löytyy oleelliset tiedot pesurista, sekä stanssattiin sarjanumero. Stanssaus tehtiin vanhanaikaisella käsityökallulla, johon kiinnitettiin kaikki sarjanumeron numerot yksitellen ja asetettiin työkalu stanssattavalle pinnalle ja lyötiin vasaralla työkaluun, jolloin stanssaus jäi pesurin kylkeen.

5.4 Koeajo

Kun kokoonpano ja sarjanumeron merkitseminen oli tehty, pesuri nostettiin liikuteltavalle pöydälle, jolla pesuri siirrettiin koeajoon. Koeajo tapahtui niin, että ensiksi luettiin tyyppikilvestä QR-koodi tabletilla joka lähettää tyyppikilvestä saadun datan koeajoyksikköön. Datan avulla koeajoyksikkö saa tehtyä koeajoreseptin. Tämän jälkeen pesuri nostettiin koeajotelineeseen, liitettiin hydrauliletkut sekä vesiletkut ja aloitettiin koeajo. Koeajon yhteydessä oli tarkastettava mahdolliset vuodot ja muut virheet. Koeajon päättyessä tabletilla tuli tieto koeajon läpäisystä tai hylkäyksestä. Koeajossa hylkäyksen saaneet pesurit purettiin, osat tarkastettiin kokoonpantiin uudelleen ja suoritettiin koeajo uudestaan. Koeajosta läpi päässeet pesurit nostettiin liikuteltavalle pöydälle ja tällä vietiin viimeistelypisteelle.

5.5 Viimeistely

Koeajon jälkeen letkuja poistaessa pesurin päälle tihkui hieman hydraulioöljyä, josta aiheutui se, että pesuri oli viimeisteltävä myyntikuntoon koeajon jälkeen. Viimeistely tapahtui puhdistusspraytä ja rättilä käyttäen. Puhdistusspray ruiskutettiin pesurin päälle ja puhdistettiin rätillä. Puhdistuksen yhteydessä tarkastettiin, että tuote on päällisinpuolin hyvässä kunnossa ja kelvollinen asiakkaalle lähetettäväksi. Kun tuote on puhdistettu,

öljy- ja vesireiät tulpataan, tämä siksi, ettei pumpun sisälle pääse mitään sinne kuuluma-
tonta.

6 UUSI TUOTANTOLINJA

Tässä luvussa käsitellään uuden kokoonpanolinjan toteutusta ja muita uusia käyttöön-otettuja laitteita.

Tämä tuote, jota linjalla valmistetaan, on yrityksen ensimmäinen ja eniten myyty tuote. Nykyisellä myyntimäärällä solulayout-tyyppinen kokoonpano on liian hidasta eikä haluttuun kustannustehokkuuteen päästä. Myöskään kapasiteetti ei riitä solukokoonpanossa.

Aiemmin on mainittu muutama merkittävä syy, miksi pesurin valmistus siirretään kokoonpanosolusta tuotantolinjaan. Lisäksi yksi merkittävä tekijä linjastoon siirtymisessä on se, että linjatyöskentely on huomattavasti kustannustehokkaampaa sekä kevyempää kokoonpanoasentajalle. Linjasto on optimoitu asentajaystävälliseksi ja kaikki turhat liikkeet, nostot ja työvaiheet on linjalta karsittu pois.

6.1 Linjaston rakentaminen ja layout

Kokoonpanolinjaa varten yritys oli rakentanut halliin uuden lisäosan, joka oli vielä projektin alkaessa täysin tyhjillään. Aluksi mitoitettiin linjaston paikka halliin, jotta tila tulisi käytettyä mahdollisimman tehokkaasti mutta kuitenkin niin, että käytävät ja työpisteet pysyvät turvallisina myös hätätapauksissa. Mitoituksessa ja linjaston paikan määrittämisessä täytyi ottaa huomioon se työturvallisuusasia, että jokaiselta työpisteeltä täytyy päästä vähintään kahta eri reittiä ulos hätätilanteen sattuessa. Käytävän leveyden tulee olla vähintään 120 cm.

Uusi alumiiniprofiilista valmistettu tuotantolinja oli tilattu Treston-nimiseltä toimittajalta. Treston valmistaa ja myy erilaisia teollisuuskalusteita ja työpisteitä ja kuuluu maailman johtaviin toimittajiin omalla alallaan. Tämä kyseinen linja oli kuitenkin Trestonin ensimmäisiä kokonaisia ModuLine-sarjan linjastoja.

Treston valmistaa tuotteensa niin, että kasaaminen on helppoa, koska profiilin kiinnitys toiseen profiiliin onnistuu heidän pikaliitoksillaan. Kasaaminen oli yksinkertaista, koska koko linjasto oli niin sanottua moduulitavaraa, eli yksi pöytä/taso ja jalat yhdessä pake-tissa paketoituna. Aluksi kasattiin kaikki nämä moduulit valmiiksi irrallaan, ja vasta kun kaikki moduulit olivat kasassa, ne kiinnitettiin toisiinsa.

Kokoonpanolinjan muoto on L-mallinen (kuva 7).



Kuva 7. Tuotantolinjan layout.

6.2 Osienkuljetuspaletit

Linjaston toimintaperiaate on sellainen, että jokaiselle työpisteelle tulee erillistä linjastoa pitkin osapaletit joissa kulkee pesurin komponentit. Paletissa tulee työpisteelle aina oikean pesurin osat.

Rullarataa pitkin kulkeville osille suunniteltiin paletit, joihin mahtuu aina yhdellä työpisteellä tarvittavat osat kolmeen pesuriin (kuva 8). Osat koostuvat suoraan alihankinnasta tulevista osista, sekä esikokoonpanosta tulevista osista. Paletit suunniteltiin ensiksi pehmeästä vaahtomuovista, jota oli helppo muovata mattopuukolla ja näihin tehtiin suunnitelma lopullisesta paletista.

Palettien suunnittelun jälkeen kartoitettiin yritykset, joilta tämänlainen solumuovityöstö onnistuu. Muutamia alan yrityksiä löytyi ja niihin laitettiin tarjouspyynnöt. Yritys löytyi joka tekee juuri sellaisia mitä tarvittiin ja tähän yritykseen sovittiin tapaaminen. Yrityksessä käytiin vierailulla ja esitettiin vaatimukset mitä paletilta halutaan ja miten se täytyy tehdä. Tarkoituksena oli se, että solumuovista valmistettu paletti laitetaan laatikon pohjalle,

koska pelkkä solumuovi ei ole riittävän jäykkä materiaali linjastolle kannattelemaan komponentteja. Palettitoimittajan kanssa saatiin suunniteltua hyvä ja toimiva paletti joka vastasi tarpeisiin ja paletit tilattiin.



Kuva 8. Komponenttipaletti.

6.3 Työkalut ja paineilmaverkko

Kaikilla kolmella työpisteellä tarvitaan erilaisia työkaluja, joten allekirjoittaneen vastuulle tuli myös työkalutarpeen selvittäminen, työkalujen testaaminen ja lopuksi myös työkalujen tilaaminen.

Työkalujen testaaminen tehtiin yhdessä kokoonpanoasentajien kanssa. Viideltä työkalutoimittajalta pyydettiin työkaluja testiin. Testit järjestettiin vanhassa kokoonpanosolussa. Testin tavoitteena oli selvittää parhaat mahdolliset koneet uudelle linjastolle. Testeissä parhaiksi työkaluiksi osoittautuivat impulssitoimiset paineilmavääntimet. Impulssitoiminto tekee vääntimissä sen, että kun haluttu momentti saavutetaan, väännin lopettaa välittömästi vääntämisen.

Linjan ensimmäisellä työpisteellä työkalutarve oli yksinkertainen, koska ensimmäisen työpisteen kokoonpanovaiheeseen tarvitaan ainoastaan kaksi lenkkiavainta 14mm ja 19mm.

Toisella työpisteellä työkalutarve oli hieman vaativampi, siihen tarvittiin momenttityökaluja, johtuen pesurissa olevista pulteista joiden täytyy olla tietyssä momentissa jotta pesuri toimii niinkuin sen kuuluu. Työkaluiksi valittiin yksi 10 newtonmetriin vääntävä impulssikone, tällä koneella väännetään alkukiristys. Loppukiristys varsinaiseen ohjementtiin tehdään 45nm:iin vääntävällä impulssikoneella.

Linjan kiinteitä työkaluja ja lisälaitteita suunnitellessa piti ottaa huomioon monta eri seikkaa, koska kokoonpanossa tarvitaan montaa erilaista linjaan integroitua konetta. Koneita on muun muassa, kiristin, jolla pesurin rungon saa pysymään paikallaan ja prässi, jolla mäntä puristetaan rungon sisään.

Ensimmäiselle työpisteelle vaatimuksena oli kiristin jolla pesurin rungon saa tiukasti paikalleen, jotta liittimien kiinnitys onnistuu. Pikakiinnitys osoittautui parhaaksi vaihtoehdoksi tälle työvaiheelle. Pikakiinnitin toimii niin, että pesurin runko asetetaan sille tehtyyn telineeseen ja puristetaan yhtä vipua kääntämällä niin että kiinnitin menee lukkoon.

Linjalle hankittiin sähköpneumaattinen pistemerkintäkone sarjanumeroiden merkitsemiseen. Pistemerkintäkoneella korvataan, aikaisemmin käsityökalulla tehty stanssaus. Pistemerkintäkoneen käyttö tapahtuu niin, että pesuri laitetaan paletille, jolla se kulkee linjalla ja pistemerkintäkone vedetään pesurin päälle ja silloin kone aloittaa merkitsemisen.

Toiselle työpisteelle hankittiin paineilmapuristin, jolla puristetaan mäntä rungon sisään. Männän lisäksi toisella työpisteellä prässätään myös pesurin päätylohkot kiinni.

Työkalut linjastolla vaativat paineilmaa, joten siksi linjastoon piti tehdä paineilmaverkko. Paineilmaverkko vedettiin linjastoon sähköjen kanssa samaan koteloon, samoista läpivienneistä saatiin paineilma kaikille työpisteille ja myös ulkonäkö pysyi siistinä.

6.4 Työohjeet

Työohjeilla tarkoitetaan mallikohtaisia kokoonpano-ohjeita, jotka vaiheistettiin työvaiheiden mukaan. Työpisteitä on kolme molemmilla linjoilla, joten myös työohjeet on jaettu kolmeen osaan. Työohje näyttää työvaiheen kokoonpano-ohjeen yksityiskohtaisesti. Työohjeisiin sisältyy kokoonpano-ohje, kokoonpanojärjestys sekä pulttien ja liittimien kiristysmomentit.

Työohjeet tehtiin siksi, että linjalla työskentely olisi mahdollisimman helppoa. Työohjeet auttavat myös, mikäli uusia kokoonpanoasentajia rekrytoidaan. Työskentely on helpompi

aloittaa ilman pitkää perehdytystä, koska kokoonpano on helposti tehtävissä työohjeita seuraamalla. Työohjeilla on myös laatuun suuri vaikutus, kun työohjeita seurataan kaikki valmistettavat tuotteet ovat standardin mukaisia ja eroja tuotteissa ei pitäisi olla.

Linjalle hankittiin tietokoneet jokaiselle työpisteelle, kokoonpanoasentaja voi seurata omalta näytöltä työjonoa sekä työohjeita. Tietokoneelta pystyy katsomaan myös tuotteen rakenteen ja sitä kautta seuraamaan, että tekee tuotteen oikein, jos on epäily tuotteen oikeellisuudesta. Tietokoneilla ovat työohjeet näkyvillä kokoonpanon ollessa käynnissä. Tietokoneet hankittiin jokaiselle työpisteelle myös siksi, että asentaja saa varsinaisen asentamisen jälkeen kirjattua työvaiheen valmiiksi myös toiminnanohjausjärjestelmään.

6.5 Tuotannonohjaus ja keräily

Tuotannonohjauksella tarkoitetaan työn suunnittelua ja varmistamista, että tehdään oikeaa työtä oikeaan aikaan. Erilaisiin tuotantojärjestelmiin ja eri tuotantovolyymeihin liittyy niille hyvin tyypillisiä ohjaus- ja suunnittelumenetelmiä. Näitä edustavat mm. JIT (Just In Time), MRP (Material Requirements Planning) ja skedulointi eli töiden ajoitus (Karrus 2005, 78).

Uudella kokoonpanolinjalla on tuotannonohjaus toteutettu sillä tavalla, että toisella puolella linjastoa tehdään T-työmääräimien eli varasto-ohjautuvat tuotteet ja toisella puolella S-työmääräimien eli tilausohjautuvat tuotteet. Kun tuotteiden valmistus on jaoteltu kahdelle eri linjalle, työn aikataulutus on helppoa, koska toisella linjalla tehdään pelkästään varasto-ohjautuvia tuotteita jatkuvalla tasaisella tahdilla. Tilausohjautuvien tuotteiden valmistus on nopeaa, koska niille varattu linja on aina vapaa ja valmistuksen voi aloittaa heti kun myyntitilaus tulee. Jos tuotteet valmistettaisiin samalla linjalla, tulisi ongelmia tilausohjautuvien tuotteiden valmistuksesta, koska valmistus pitäisi ajoittaa varasto-ohjautuvien tuotteiden väliin.

Linjalle tuleva keräily tehdään niin, että keräilijät saavat omaan työjonoon ilmoituksen, kun tulee tarvetta keräilylle eli työmääräin on vahvistettu. Keräily tehdään linjastolle suoraan osapaletteihin, jotka linjalla kuljettavat osia oikeisiin työpisteisiin. Keräilijöiden tulee olla hyvin koulutettuja linjalle tulevassa keräilyssä, koska se, että jokaisella työpisteellä on oikeat osat oikeaan aikaan, on pitkälti pelkästään keräilijöiden vastuulla.

Varasto-ohjautuvissa tuotteissa työmääräimet jaetaan kuuden kappaleen työmääräimiin, jolloin aina kaksi kolmen kappaleen palettia per työpiste täyttävät yhden työmääräimen tarpeen.

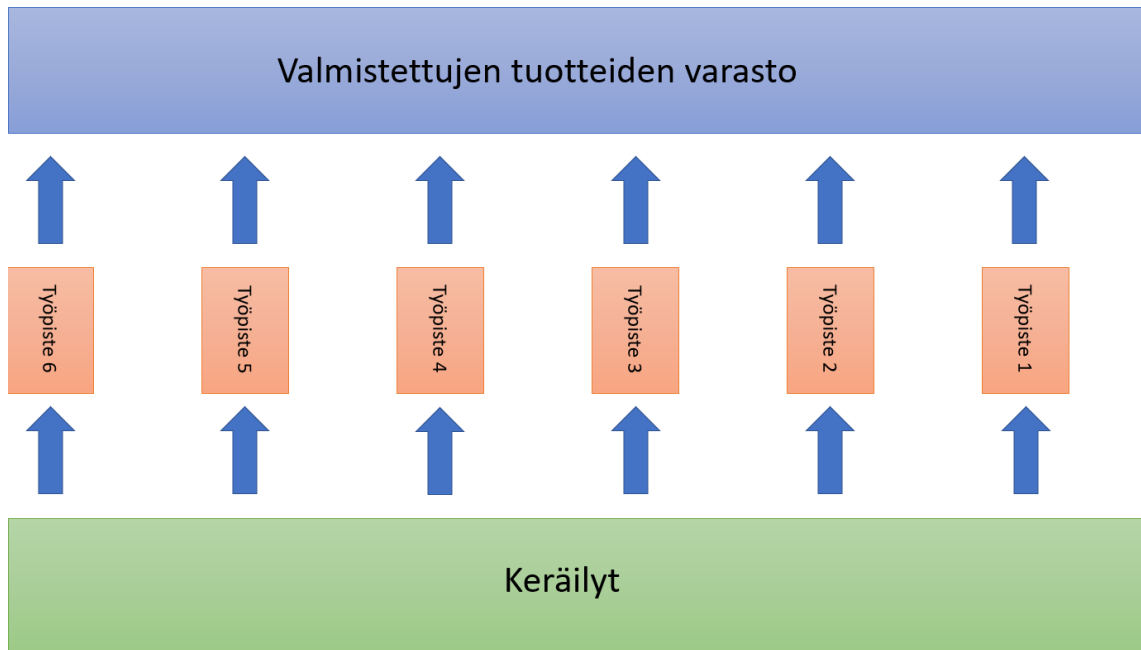
Kohdistaen ohjautuvissa työmääräimet eivät muutu, koska työmääräin on aina myyntitilauuspohjainen, eli myyntitilaus määrittää työmääräimen kappalemäärän.

6.6 Esikokoonpano

Uuden kokoonpanolinjan seurauksena tehtiin työpiste, jossa valmistetaan linjalle tulevat puolivalmisteet ja esikokoonpanot. Linjalla tehdään tuotteen loppukokoonpano, mutta linjalla ei ole järkevää valmistaa tuotetta yksittäisistä komponenteista valmiiksi lopputuotteeksi, koska tuotteen läpimenoajasta tulee liian pitkä. Esikokoonpanojen erillinen tekeminen on huomattavasti yksinkertaisempaa kuin pesurin loppukokoonpano. Esikokoonpanon yksinkertaiset työvaiheet mahdollistavat sen, että esikokoonpanojen valmistuksessa voi käyttää työntekijöitä, joilla ei ole vielä niin vahvaa ammattitaitoa. Esimerkiksi kesätyöntekijät, TET-harjoittelijat ja muut harjoittelijat pääsevät työskentelemään tällä pisteellä.

6.6.1 Layout

Esikokoonpanon työpiste oli järkevä tehdä solu-layoutilla (kuva 9), koska siinä on työpisteet helppo muokata juuri sopiviksi niille työvaiheille, joita tässä esikokoonpanossa tarvitaan ja se ei sido paljoa lattiatilaa hallista.



Kuva 9. Esikokoonpanosolun layout.

6.6.2 Työpisteet ja ergonomia

Työpisteiden suunnittelussa tärkein asia oli se, että esikokoonpanosta saataisiin mahdollisimman nopeaa sekä kevyttä. Työpisteet toteutettiin samalla periaatteella kuin linjal- lekin, eli kaikki työkalut ovat helposti käden ulottuvilla ja kevyesti käytettävissä. Vääntä- vät koneet ovat varrellisessa keventimessä, jotta kaikki asentajaan kohdistuva vääntö saadaan minimoitua. Työpisteiden vieressä ovat läpivirtaushyllyt, joihin täytetään paljon kuluva osaa mm. pultit, mutterit ja tiivisteet. Läpivirtaushylly on toimiva ratkaisu, kun kyseessä on komponentti, jonka kulutus on suurta. Hyllyssä on peräkkäin vähintään kaksi hyllylaatikkoa. Kun ensimmäinen laatikko on tyhjentynyt, asentaja nostaa laatikon pois hyllystä ja hyllyn etuosaan valuu uusi laatikko. Keräilijät huomaavat, että hyllyissä olevat laatikot ovat vähentyneet ja täyttävät pois otettuihin laatikoihin niihin kuuluvat kom- ponentit. Tällä varastointityylillä pystytään hyllyssä pitämään aina tavaraa ja sen ei pitäisi ikinä päästä loppumaan.

7 HYÖDYT JA VERTAILU

Hyötyjen tarkastelu on tärkeä osa projektia. Tarkastelun ansiosta saadaan vertailukelpoinen tulos vanhaan verrattuna.

Ensimmäisenä etuna vanhaan nähden mainittakoon työnteon fyysisyyden muutos huomattavasti parempaan suuntaan. Työ muuttui todella paljon kevyemmäksi uuteen linjaan siirryttäessä. Kokoonpano oli kokoonpanosolussa raskasta, koska eri työvaiheiden työpisteet sijaitsivat eri pöydillä ja pesureita piti nostella työvaiheiden edetessä. Turhia nostokertoja tuli noin 5kpl / pesuri vanhassa kokoonpanosolussa. Työkalut, joita vanhoissa työpisteissä käytettiin, oli keventämättömiä ja useat työvaiheet tehtiin käsityökaluilla (jakoavain ja lenkkiavain).

Käsityökaluja käyttäessä kokoonpanoasentaja joutuu itse käyttämään fyysistä voimaa sekä vääntämään ja tämän toistuessa päivästä toiseen, se vaikuttaa negatiivisella tavalla työntekijän työkykyyn. Kokoonpanosolussa tuli asentajalle päivän aikana aivan turhia askeleita useita tuhansia päivässä, koska työpisteet eivät olleet työvaiheiden mukaan loogisessa järjestyksessä.

Kun kokoonpano siirrettiin linjalle tuli kokoonpanosta huomattavasti kevyempää, koska työkalut olivat ergonomisia sekä turhat liikkeet jätettiin pois. Asentajien askeleet päivän aikana vähenivät paljon, koska linjalla riittää, kun työskentelee ainoastaan yhdellä työpisteellä.

Linjalle siirryttäessä välivarastojen määrä väheni, koska esikokoonpanosolu ruokkii linjan osatarvetta reaaliaikaisesti. Nykyisellä työntekijämäärällä esikokoonpanosolussa ja kokoonpanolinjalla työskentelevät todennäköisesti samat työntekijät vaihdellen paikkoja, mutta tulevaisuudessa tulee tarve lisäresursseille työntekijäpuolella, mikäli pesurin myynti jatkaa aiempaa kasvuaan.

Ennen pesurin valmistukseen kului aikaa noin 62 minuuttia per pesuri. Uuden esikokoonpanosolun ja linjaston käyttöönoton jälkeen pesurin valmistusaika on 40 min per pesuri per linja. Linjaston ansiosta yrityksellä on varaa kasvattaa pesurin myyntiä noin nelinkertaiseksi nykymyyntiin verrattuna.

8 OMA POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli ottaa linjasto käyttöön sekä saada se toimimaan niin, että läpimenoaika lyhenee vanhaan tapaan verrattuna sekä, että linja on turvallinen ja ergonominen paikka työskennellä. Mittaamalla ja tutkimalla vanhaa kokoonpanotapaa saatiin selville missä ja miten olisi mahdollista parantaa. Ennen linjastoa kokoonpano tehtiin kokoonpanosolussa ja havaitut ongelmat olivat lähinnä siitä johtuvia, että solussa jouduttiin liikuttamaan kokoonpantavaa tuotetta liian monta kertaa, koska eri työvaiheiden työpisteet olivat eri puolilla solua. Vanhassa kokoonpanosolussa myös työpisteissä oli puutteita, kaikki tarvittavat työkalut eivät olleet asentajan ulottuvilla, josta seurasi turhaa liikkumista ja läpimenoajan pidentymistä.

Linjaa käyttöönotettaessa pyrittiin tekemään työpisteet mahdollisimman toimiviksi ja helppokäyttöisiksi, esimerkiksi optimoimalla juuri oikeat työkalut oikeisiin paikkoihin, jolloin ei tule turhaa liikkumista. Myös materiaalivirta on linjalla toteutettu niin, että se virtaa työpisteeltä toiselle ilman asentajan liikkumista. Lopputuloksena huomattiin että, suurin osa parantamisen kohteista oli sellaisia, jotka korjaantuivat tavallaan itsestään, kun siirryttiin linjatyöskentelyyn. Turha liikkuminen poistui linjalla kokonaan ja jo pelkästään se lyhensi läpimenoaikaa huomattavasti. Edelliseen lisättynä oikein optimoidut työpisteet ja oikeat työkalut oikeilla paikoilla auttoivat myös läpimenoajan lyhentämisessä.

Mielestäni työn tavoitteeseen pääsy onnistui hyvin ja linja saatiin käyttöönotettua ja se toimii tehokkaasti. Läpimenoaika saatiin lyhenemään vanhaan verrattuna. Kehitystyötä on toki vielä pitkän aikaa, koska linjan ollessa käytössä pystytään näkemään, mitä pitää vielä parantaa. Jatkuvalle seurannalle ja mittaamalle saadaan selville mitä tulevaisuudessa tulee parantaa ja kehittää.

Allekirjoittanut sai vakituisen työpaikan yrityksestä, joten jatkokehitys tulee tapahtumaan omasta toimesta, heti kun epäkohtia huomataan.

LÄHTEET

Dynaset Oy 2019. Yritys. Viitattu 2.3.2019 www.dynaset.com.

Jyväskylän yliopiston koppa 2019. Tutkimusstrategiat. Viitattu 18.3.2019 <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat>.

Karrus, K.E. 2005 Logistiikka. 3.–5.painos. Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö.

Logistiikan Maailma 2019. Tuotannon layout. Viitattu 17.4.2019 www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tuotantostrategia/tuotannon-layout/.

Haverila, M.J.; Uusi-Rauva, E.; Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. 6. painos. Tampere: Infacs Oy.

Martinsuo, M.; Mäkinen, S.; Suomala, P. & Lyly-Yrjänäinen, J. 2016 Teollisuustalous kehittyvässä liiketoiminnassa. 1.painos. Helsinki: Edita Publishing Oy.

Slack, N.; Brandon-Jones, A. & Johnston, R. 2013 Operations Management. Seventh edition. Harlow: Pearson Education Limited.

Six Sigman 2019. LEAN. Viitattu 13.4.2019 www.sixsigma.fi/fi/lean/

Toiminnanohjaus 2019. ERP-järjestelmät. <http://www.toiminnanohjaus.fi/index.php/26-toiminnan-kehittaaminen/12-mikae-on-erp>.

Työterveyslaitos 2019. Ergonomia. Viitattu 20.4.2019 www.ttl.fi/tyontekija/tuki-liikuntaelinten-terveys/ergonomia/.

Työturvallisuuskeskus 2019. Työturvallisuus. Viitattu 20.4.2019. https://ttk.fi/tyoturvallisuus_ja_tyosuojelu/tyosuojelu_tyopaikalla/vastuut_ja_velvoitteet.

Yritystoiminta 2019. Kapasiteetti ja toiminta-aste. <http://www.tieto.osaavayrittaja.fi/kapasiteetti-ja-toiminta-aste>.