



Jesse Nieminen

OP3D-tuotantolinjan uudelleensuunnittelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

2.5.2021

Tiivistelmä

Tekijä: Jesse Nieminen
Otsikko: OP3D-tuotantolinjan uudelleensuunnittelu
Sivumäärä: 27 sivua
Aika: 2.5.2021

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Sähkötekniikan koulutusohjelma
Ammatillinen pääaine: Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat: Development Manager Jussi Vartia
Lehtori Raisa Kallio

Tämä insinöörityö on suunniteltu ja toteutettu Kavo Kerr Group Finlandille, joka suunnittelee, valmistaa ja myy hampaiston sekä pään alueen kuvantamiseen tarkoitettuja laitteistoja ja kokonaisratkaisuja.

Työssä keskitytään Kavo Kerrin uusimman tuotteen OP3D-tuotantolinjan uudelleensuunnitteluun. Työn tavoitteena oli konseptoida uutta materiaalivirtausta ja suunnitella uudelleen tuotantolinjan työpisteet lähimarketti ja kititys konsepteja käyttäen sekä lean-filosofiaa hyödyntäen. Tarkoituksena oli saada tuotantolinjaa tehokkaammaksi, jotta se pystyisi valmistamaan laitteita tasaisemmin sekä vastaamaan alati kasvavaan asiakaskysyntään.

Tämän työn pohjalta on tarkoitus suunnitella uudestaan kaikki tuotantolinjat sekä niiden kokoonpanopisteet. Työn tavoitteena oli poistaa prosessin eri vaiheista kellottamalla ja tarkastelemalla löydetyt hukat. Uudessa prosessissa tullaan käyttämään lähimarketti konseptia, jonka tiedettiin parantavan vanhassa materiaalivirtauksessa esiintyviä tehokkuutta vähentäviä hukkia. Uuden prosessin jakelu ja hyllytysvaiheet tulevat korvaamaan vanhan prosessin hyllytysvaiheen, kuljetuksen sekä jakelun tuotantolinjalle.

Insinöörityön tuloksena koko prosessin läpimenoaikaa saatiin pienennettyä jopa 52 %. Täten tämän työn pohjalta OP3D-tuotantolinja tullaan muuttamaan ja rakentamaan uudelleen lähimarketti ja kititys konseptia hyväksikäyttäen.

Avainsanat: Lean, tuotantolinja, kititys, materiaalivirtaus

Abstract

Author: Jesse Nieminen
Title: Re-designing of the OP3D-production Line
Number of Pages: 27 pages
Date: 2 May 2021

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering
Professional Major: Electrical power engineering
Instructors: Jussi Vartia, Development Manager
Raisa Kallio, Senior Lecturer

This work was carried out for Kavo Kerr Group Finland that designs, manufactures, and sells equipment and overall solutions for dental and head imaging.

The thesis focuses on redesigning the production line of the Kavo Kerr Group's newest product OP3D. The aim of the work was to conceptualize the new material flow and redesign the workstations of the production line using local market and kitting concepts by utilizing the Lean philosophy. In addition to that, the aim was also to make the production line more efficient so that it could manufacture units more steadily and meet the ever-increasing customer demand.

Based on this work, it is intended to redesign all production lines and their assembly workstations. By clocking and examining, some waste was found from different stages of the process; therefore, the goal was to remove the found wastes. It was known in advance that local market concept would prevent waste from occurring; thus, the local market concept will be used in the new process in order to improve efficiency in the new material flow. The distribution and shelving phases of the new process will replace the shelving, transportation, and distribution to the production line phases of the old process.

As a result of this work, the lead time of the entire process was reduced by up to 52 %. Thus, based on this work, the OP3D production line will be modified and rebuilt by using the local market and kitting concepts.

Keywords: Lean, production line, material flow, kitting

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Lean	2
2.1	Perusperiaate	2
2.2	Työkalut	4
2.2.1	Value Stream Mapping	4
2.2.2	5S	6
2.2.3	Standard work	7
2.2.4	Poka-Yoke	8
3	Nykyinen tuotantolinja	9
3.1	Valmistettavat laitteet	9
3.2	Materiaalivirtaus	12
3.3	Työpisteen materiaalipresentaatio	13
3.4	Nykytilan VSM ja hukat	15
4	Uusi tuotantolinja	19
4.1	Tavoitteet	19
4.2	Materiaalivirtaus	19
4.3	Työpisteen kitistysmalli	21
5	Jatkokehitys ja yhteenveto	25
	Lähteet	27

Lyhenteet

- AVG Automated guided vehicle. Robotti, joka on ohjelmoitu seuraamaan lattiassa tai seinässä olevia merkkejä tai joillain muilla tavoilla ennalta määritettyä reittiä.
- Lean Lean-ajattelu on johtamisfilosofia, joka keskittyy lähinnä tuottamattoman toiminnon (hukan) poistamiseen. Tavoitteena on tuottaa ja toimittaa oikea määrä, oikeaa tuotetta tai palvelua oikean laatuksena ja luoda yrityksessä samalla jatkuvan parantamisen kulttuuri.
- VSM *Value Stream Map*. Arvovirtakuvaus on prosessien mallintamistekniikka, jossa prosessien vaiheiden lisäksi esitetään yhteydet, tapahtumien taajuudet, varastojen määrät ja prosessien ajat yhdelle lomakkeelle.
- 5S Käytännön työkalu, jolla huolehditaan siisteyden ja järjestyksen kehittämisestä ja ylläpidosta. 5S:n tarkoituksena on kehittää systemaattisuutta ja kurinalaisuutta.

:

1 Johdanto

Insinööriyö suunnitellaan ja toteutetaan Kavo Kerr Group Finlandille, joka tunnetaan myös Palodex Group nimellä. Yritys suunnittelee, valmistaa ja myy hampaiston sekä pään alueen kuvantamiseen tarkoitettuja laitteistoja ja kokonaisratkaisuja. Yrityksellä on ollut historiansa aikana monta omistajaa mutta nykyään Kavo Kerr kuuluu Envista Holding suuryritykseen yhdessä Nobel Biocare Systemin ja Ormcon kanssa.

Kavo Kerr Group on Suomessa perustettu terveysteknologian vientiyritys, jonka historia ulottuu yli 70 vuoden taakse, aina vuoteen 1946 asti. Tällöin professori Yrjö V Paatero julkaisi ensimmäisen tutkimuksensa panoramakuvauksesta, ja vuotta myöhemmin hän rakensi ensimmäisen prototyypinsä laitteesta. Ensimmäisen teolliseen valmistukseen soveltuvan panoramaröngenkuvauslaitteen professori Paatero ja diplomi-insinööri Timo Nieminen rakensivat vuonna 1961. Tuloksena syntyi ORTHOPANTOMOGRAPH™, joka on edelleen yksi Kavo Kerr Groupin tuotemerkeistä. [1.]

Nykyään Kavo Kerr Group on yksi Suomen suurimmista terveysteknologian vientiyrityksistä. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Tuusulassa, ja työntekijöitä sillä on noin 400. Saman katon alla toimii myös tuotekehitysosasto, jonka vastuulla on suunnitella uusia innovatiivisia tuotteita ja huolehtia nykyisten tuotteiden ylläpidosta. Tuusulaan on myös keskitetty Kavo Kerrin EMEA - alueen kuvantamisen teknisen tuen asiakaspalvelu. [2.]

Yrityksen toimintaa on ohjannut jo useiden vuosien ajan jatkuva parantamisen Lean-filosofia. Nykypäivänä Kavo Kerr on yksi Leanin edelläkävijöistä, eri alojen yritykset tulevat Tuusulan tehtaalle tutustumaan ja hakemaan oppia oman toimintansa kehittämiseksi.

Insinööriyössä keskitytään Kavo Kerrin uusimman tuotteen OP3D - tuotantolinjaan. Työn tavoitteena on konseptoida uutta materiaalivirtausta ja

suunnitella uudelleen tuotantolinjan työpisteet kititys ajatusmallia käyttäen. Kitityksellä tarkoitetaan materiaalien yksinkertaista sekä selkeää esittämistä, niin että kokoonpanija joutuu mahdollisimman vähän käyttämään omassa työssään aikaa materiaalien käsittelyyn. Tuotantolinja täytyy suunnitella uudelleen, jotta se pystyisi paremmin vastaamaan alati kasvavaan asiakaskysyntään sekä toimimaan tehokkaammin. Tuotantolinja on jo kerran aikaisemmin uudelleen suunniteltu, jolloin sen koko ja valmistuskapasiteetti kasvoivat mutta nykyisellä asiakaskysynnällä linja ei pysty tuottamaan laitteita tavoitteiden mukaisesti.

2 Lean

Leanin juuret tulevat Japanista ja sen autoteollisuuden synnystä. Toisen maailman sodan jälkeen Japanissa oli niukkuutta raaka-aineista ja resursseista, joten perinteistä massatuotantoa ei ollut mahdollista harjoittaa. Tämän johdosta Toyota alkoi kehittää menetelmiä, jolla tuottavuutta pystyttäisiin tehostamaan käyttämällä vähemmän resursseja. Tästä alkoi Lean-toimintamalli, joka tuli tunnetuksi ensin autoteollisuuden parissa, mutta tällä hetkellä se on johtava tuotantoperiaate lähes kaikilla toimialoilla. [3.]

2.1 Peruseriaate

Lean on johtamisfilosofia, jonka avulla on tarkoitus pyrkiä luomaan toimintaan järkevyyttä, tarkoituksenmukaisuutta ja täsmällisyyttä asiakasnäkökulmasta lähtien. Leanin yksi tavoite on myös lisätä asiakkaalle arvoa tuottavia asioita. Pääsääntöisesti arvo muodostuu tuotteen

- ominaisuuksista
- laadusta
- toimitusajasta
- toimitusvarmuudesta. [3.]

Yritykset tuottavat monenlaista arvoa toiminnassaan, joten on tärkeää määritellä mitä arvoa yritys haluaa asiakkailleen tuottaa sekä mistä arvosta asiakkaat ovat valmiita maksamaan, joko välillisesti tai suoraan. Lisäksi on tärkeää tunnistaa yrityksen muu tarpeellinen toiminta, joka ei välttämättä tuo lisäarvoa asiakkaalle mutta on välttämätön yrityksen toiminnassa ja täten sitä ei voida poistaa. [3.]

Leanissa parantaminen ei perustu työtahdin kasvattamiseen vaan erilaisten hukkien poistamiseen toiminnoista. Hukalla tarkoitetaan kaikkea sellaista työtä, joka on arvoa lisäämätöntä ja turhaa. Hukkailmiöt ovat hyvin erilaisia ja lähes aina ne ovat este tehokkaalle työskentelylle. Hukkien systemaattisella poistamisella pyritään parantamaan laatua, pienentämään toiminnan kustannuksia ja lyhentämään tuotannon läpimenoaikoja. Tuotantoympäristössä hukkia ovat:

- ylituotanto
- odotusaika
- materiaalin tarpeeton siirtäminen ja kuljettaminen
- ylikäsittely
- työntekijän ylimääräinen liike työskentelyssä
- tarpeettomat varastot
- laatuvirheet. [3.]

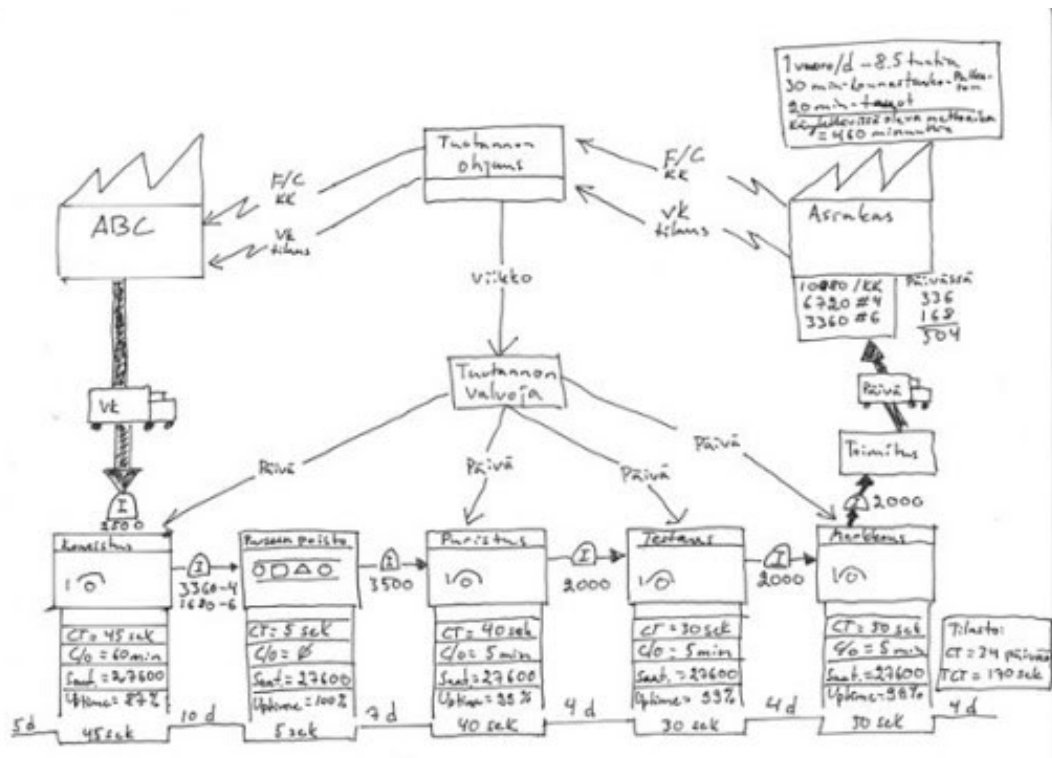
Lean-toimintaan sisältyy keskeisesti tinkimätön laatuajattelu, jossa tehdään kaikki mahdollinen tuotteen ja toiminnan laadun varmistamiseksi. Lean-tuotannossa laatu ja laadunvarmistus ovat osa normaalia työskentelyä ja vastuu on jokaisella työntekijällä, aina asennustehtävistä yrityksen johtoon asti. [3.]

2.2 Työkalut

Lean pitää sisällään useita konsepteja, teorioita ja työkaluja. Aikojen saatossa näitä työkaluja on syntynyt suuri joukko. Työkalujen tarkoitus on tunnistaa prosesseissa tai niiden välissä esiintyviä hukkia. Kun näitä hukkia on tunnistettu, voidaan aloittaa prosessien parantaminen hukkien vähentämiseksi tai ideaali tilanteessa niiden kokonaan poistamiseksi prosessista.

2.2.1 Value Stream Mapping

Prosesseja voidaan kehittää monin eri tavoin. Leanissä yksi prosessien tehokkuuden arvioimisen ja niiden kehittämisen perustekniikoista on Value Stream Mapping (VSM) eli arvovirtakuvaus. Arvovirtakuvaus on prosessien mallintamistekniikka, jossa prosessien vaiheiden lisäksi esitetään yhteydet, tapahtumien taajuudet, varastojen määrät ja prosessien ajat. Samalla arvovirtakuvaus on hyvin visuaalinen tapa esittää, kuinka materiaali ja informaatio kulkevat prosessin läpi. Kuvassa 1 näkyy esimerkki yhden prosessin arvovirtakuvauksesta. Kuvauksessa näkyy vasemmalla ylhäällä prosessin lähtöpiste ja oikealla yläkulmassa sen loppupiste. Alhaalla laatikoissa näkyvät prosessin eri vaiheet ja niihin kuluvat ajat, nuolet laatikoiden välissä merkitsevät prosessin kulku suuntaa. Eri prosessin vaiheista lähtee myös ylöspäin nuolia, jotka kuvaavat informaation kulkua sekä niihin käytettävää aikaa. [4.]



Kuva 1 Esimerkki yhden prosessin arvovirtakuvauksesta. [4.]

Arvovirtakuvauksen tarkoituksena on pyrkiä löytämään prosesseista tasaista virtausta estäviä pullonkauloja ja hukkia, joihin kehitystoimenpiteet tulisi kohdentaa. Lisäksi arvovirran kuvauksilla pyritään ennen kaikkea läpimenoajan lyhentämiseen. Läpimenoaika tarkoittaa tässä tilanteessa aikaa, joka kuluu asiakkaan tilauksesta siihen, kunnes hän saa tuotteen käyttöönsä.

Läpimenoaika pyritään aina saamaan mahdollisimman lyhyeksi. Näiden ongelmakohtien tunnistaminen ja ratkaiseminen ovat ratkaisevassa osassa, kun halutaan lyhentää läpimenoaikaa, sekä nostaa toiminnan tehokkuutta. [4.]

Arvovirtakuvaus aloitetaan aina nykytilan kartoituksella. Nykytilankuvaus muodostaa lähtötilanteen, josta tunnistetaan alueet, joissa esiintyy hukkaa ja löydetään muut kehityskohteet. Kun nykytila on hahmoteltu sekä ymmärretty, voidaan siirtyä kehittämään tulevaisuudentilaa. Tulevaisuudentila -kuvauksessa hukkat ja pullonkaulat ovat pienemmät tai poistettu kokonaan sekä tuotteet ja informaatio virtaavat paremmin. Value Stream Mapping -menetelmän avulla

saadaan luotua kokonaiskuva, minkä jälkeen ymmärrys prosessien toiminnasta ruohonjuuritasolla lisääntyy. [4.]

2.2.2 5S

Lean-toiminnan lähtökohtana on, että tuottavaa ja laadukasta työtä pystytään tekemään ainoastaan siistissä ympäristössä. 5S on käytännön työkalu, jonka avulla fyysinen työympäristö organisoidaan toimivammaksi. Sen avulla huolehditaan siisteydestä ja järjestyksen kehittämisestä sekä näiden ylläpidosta. 5 s-kirjainta tulevat seuraavista japanin kielen sanoista

- Seiri
- Seiton
- Seiso
- Seiketsu
- Shitsuke. [3.]

Seiri tarkoittaa lajittelua. Tällä tarkoitetaan työkalujen, materiaalien sekä muiden tavaroiden lajittelua niiden tarpeellisuuden mukaan. Kaikki esineet ja asiat, joita ei tarvita käsillä olevaan työhön poistetaan. Seiton eli Järjestä tarkoittaa kaikille tarvittaville työvälineille tarkoituksen mukaisen paikan löytymistä. Työvälineillä ja materiaaleilla on omat paikkansa ja ne merkitään selkeästi, jotta ne ovat helposti saatavilla, sekä niitä on nopea käyttää sekä nopea palauttaa takaisin niiden tarkoitetuille paikoille. Työvälineiden ja materiaalien nouto pyritään järjestelemään niin, että se olisi mahdollisimman esteetöntä, turvallisuutta ja ergonomiiaa unohtamatta. Seiso merkitsee puhdistusta. Kaikki laitteet, työkalut ja koneet pidetään puhtaina ja huolletaan säännöllisesti. Seiketsu puolestaan tarkoittaa standardisointia. Tällä pyritään vakiinnuttamaan edellä mainitut toimenpiteet. Järjestelyt, huollot ja siivoukset tehdään rutiininomaisesti sekä pyritään sisällyttämään osaksi työntekoa. Shitsuke puolestaan tarkoittaa ylläpitoa. Ylläpito vaiheessa käyttöönotettuja toimintatapoja harjoitellaan, jotta niistä muodostuisi lopulta rutiininomaisia toimintatapoja työyhteisöön. Jotta toimintatavoista tulisi rutiineja, niitä pitää valvoa ja auditoida systemaattisesti.

Tämä osio on haastavin mutta samalla arvokkain osa viidestä ässästä, sillä mikäli tämä vaihe ei toteudu, muutkin 5S-osiot epäonnistuvat. [3.]

5S työkalu mielletään yleisesti siivousohjelmaksi, vaikka sitä se ei ole. 5S toki keskittyy siisteyteen ja järjestelmällisyyteen mutta sillä pyritään lisäksi parantamaan tehokkuutta sekä läpimenoaikaa. 5S helpottaa ja nopeuttaa työntekoa, koska tarvittavia materiaaleja ja työkaluja ei enää tarvitse etsiä ja tämä puolestaan vähentää ihmisten turhautumista. Kun kaikki tarvittava on esillä ja helposti saatavilla, työturvallisuus sekä työergonomia paranevat. Siisteys ja täsmällisyys tukevat Lean-kulttuurin muodostumista, kun taas järjestelmällisyys ja visuaalisuus auttavat havaitsemaan puutteita sekä poikkeamia. [3.]

2.2.3 Standard work

Standard workin eli työn vakiinnuttamisen käsitteellä tarkoitetaan työn määrittämistä tehtäväksi aina samalla tavalla eli standardinomaisesti. Työtapojen ja -menetelmien kehittäminen edellyttää ensimmäisenä niiden vakiinnuttamista. Vasta kun työntekijät tekevät työn aina samassa järjestyksessä ja käyttäen aina samoja työkaluja, voidaan selvittää miten työn toteutustapa vaikuttaa tuottavuuteen, laatuun ja turvallisuuteen. Mikäli kaikki työskentelevät eri tavoilla, on vaikeaa määritellä lopputulokseen vaikuttavia tekijöitä. [3.]

Standardoitu työskentelytapa takaa tuotteiden laadun. Vakiinnuttamisen positiivisia piirteitä ovat seuraavat:

- Hyvien työskentelytapojen kehittäminen tehostuu.
- Tietojen jakaminen ja oppiminen tehostuvat.
- Työtaturmat vähenevät.
- Työn laatu paranee.
- Työn tuottavuus paranee. [3.]

Työn vakiinnuttamisella ei ole tarkoitus poistaa tai vähentää työntekijöiden omaaloitteisuutta. Työntekijöitä haastetaan kehittämään parempia toimintatapoja ja menetelmiä, jotka toteutetaan osana jatkuvaa parantamista. [3.]

Työohjeet ovat tärkeässä osassa työn vakiinnuttamisessa. Työohjeiden tulee olla selkeitä, yksinkertaisia ja havainnollistavia. Ohjeissa kuvataan työn päävaiheet työn luonnollisessa etenemisjärjestyksessä ja niihin liittyvät keskeiset tuottavuuteen, laatuun sekä turvallisuuteen vaikuttavat asiat. [3.]

Ohjeissa pyritään kuvien ja kaavioiden avulla selventämään käytettäviä työskentelytapoja. Työohjeet pyritään myös pitämään lyhyinä ja helposti luettavina. Niissä pyritään keskittymään onnistuneen suorituksen kannalta oleellisiin asioihin ja välttämään itsestäänselvyksiä. Lisäksi, työohjeiden tulisi olla työpaikalla helposti työntekijöiden saatavilla. [3.]

Työohjeissa määritellään työn eri vaiheet, avain- ja ongelmakohtien toteutus sekä annetaan ohjeet laadun varmistamiseksi. Työohjeissa voi lisäksi olla tietoa käytettävistä työkaluista ja materiaaleista. [3.]

2.2.4 Poka-Yoke

Useimmat tuotannollisissa prosesseissa syntyvistä virheistä ovat ihmisten tekemiä tahattomia virheitä. Poka-Yoke –menetelmällä pyritään saavuttamaan tuotannon laadussa sen äärimmäinen saavutettavissa oleva virhetaso eli nollavirhetaso. Poka-Yoke –termi tulee japaninkielen sanoista poka = tahaton virhe ja yoke = välttää, mutta vapaasti suomennettuna sitä voitaisiin kutsua virhevarmaksi järjestelmäksi. [5.]

Menetelmän perimmäinen tarkoitus on eliminoida jokainen virhe luomalla järjestelmä tai työkalu, joka välittömästi estäisi tai auttaisi havaitsemaan virheen, kun sellainen tapahtuu. Yksinkertaisin esimerkki pokayokesta löytyy melkein jokaisesta kotitaloudesta löytyvästä laitteesta, nimittäin mikroaaltouunista. Mikroaaltouuni ei lähde päälle, jos sen ovi on auki, vaikka ajastimesta kääntäisi. Se myös sammuu, jos kesken lämmityksen ovi avataan.

Poka-Yoke on yksinkertainen ja tehokas tapa havaita tai estää ihmisten tekemiä virheitä prosesseissa. [5.]

3 Nykyinen tuotantolinja

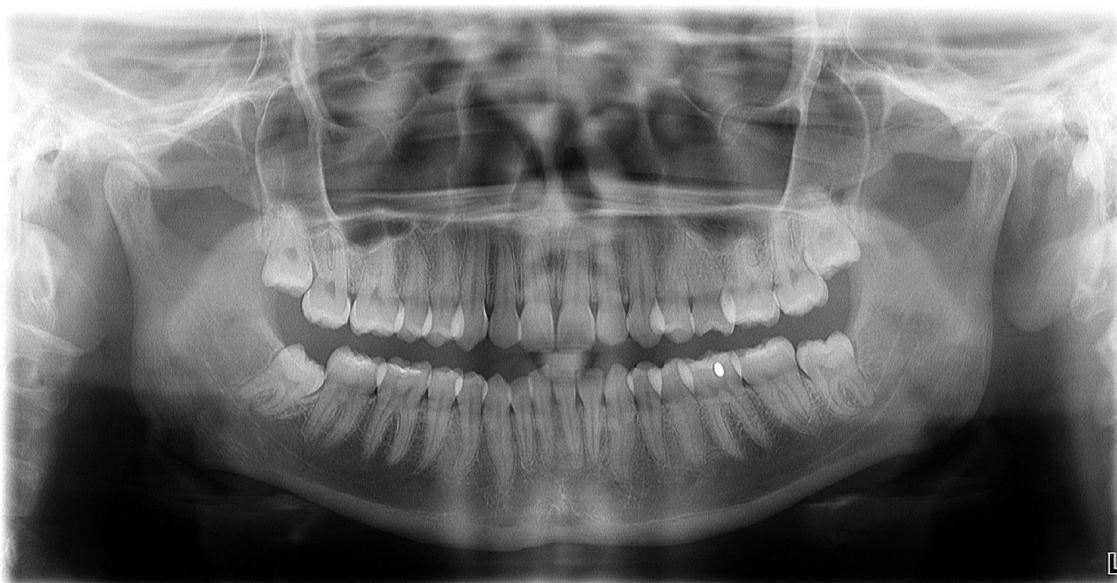
3.1 Valmistettavat laitteet

OP3D-tuotantolinjalla valmistetaan Kavo Kerr Groupin uusinta seisovan potilaan hammasröntgenkuvaus laitetta ORTHOPANTOMOGRAPH™ OP3D (kuva 2). Laitteen on tarkoitus korvata yrityksen jo pidempään markkinoilla olleita vanhempia röntgenlaitteita. OP3D- laite on suunniteltu ns. ”*Entry level extra oral*” –laitteeksi, mikä tarkoittaa sen sopivan hyvin hammaslääkäriklinikan ensimmäiseksi röntgenlaitteeksi ja sen hinta on edullinen.



Kuva 2. OP3D-laite kefalo –ominaisuudella.

OP3D- laitteella voidaan ottaa perinteistä 2D-panoraama kuvaa, 3D- kuvaa tai kefalometrisiä kuvia. 2D-panoramakuvalla tarkoitetaan koko hampaiston ja leuan alueen röntgenkuvaa (kuva 3). 2D-kuvassa leukaluut näkyvät ja hampaat ovat yhdessä suuressa kaaressa vierekkäin. Panoraamakuvaus on yksi tavallisimpia suun ja hampaiden röntgenkuvia.



Kuva 3. Esimerkki 2D-panoramakuvasta.

3D-kuvassa (kuva 4) kuva muodostetaan sadoilla eri 2D-leikekuvilla. Näin luodaan malli, jota pystytään liikuttelemaan ja hyödyntämään erilaisissa tutkimuksissa. Kefalometrinen kallokuva on potilaan koko päästä otettava kuva, jossa näkyy lisäksi nielu sekä ensimmäiset niskanikamat. Kefalokuvantamista hyödynnetään lähinnä oikomishoidon suunnittelussa.



Kuva 4. Esimerkki 2D-leikkeistä muodostetuista 3D kuvasta.

Kaikki laitteet mitä OP3D tuotantolinjalta valmistetaan eivät ole kuitenkaan samanlaisia. Perusmallin laitteella pystytään ottamaan 2D kuvia. Seuraavissa versioissa on enemmän ominaisuuksia mm. 3D-kuvaus sekä kefalokuvaus mahdollisuus. Laite variaatioita on kaiken kaikkiaan neljä erilaista, joista asiakas voi tilata tarpeisiinsa sopivimman vaihtoehdon. Laitteita pystyy myös päivittämään jälkikäteen parempiin versioihin, mikäli asiakkaan tarpeet muuttuvat.

3.2 Materiaalivirtaus

Materiaalit, joita laitteiden valmistukseen tarvitaan, tilataan eri alihankkijoilta. Alihankkijat toimittavat materiaalit Kavo Kerrin tavarahan vastaanottoon, josta tavarat siirretään varastoitaviksi keskitettyyn varastoon eli hypermarkettiin. Hypermarkettiin varastoidaan kaikki taloon saapuva materiaali ja se palvelee kaikkia tehtaan tuotantolinjoja. Lisäksi osa materiaaleista valmistetaan tehtaan sisällä eri tukitoiminnoissa. Tällaisia tuki toimintoja ovat mm. suurjännitetuotantolinja ja koneistamo. Niiden valmistamat materiaalit eivät kuitenkaan siirry hypermarkettiin varastoitavaksi vaan niillä on omat valmistuotevarastonsa, joista tavarat toimitetaan suoraan OP3D-tuotantolinjalle hypermarketin toimesta.

Prosessi siis alkaa vastaanotosta, jossa materiaali otetaan vastaan tehtaaseen, minkä jälkeen se edelleen kuljetetaan varastoitavaksi hypermarkettiin. Jotta materiaali voidaan varastoida hypermarkettiin, täytyy se ensiksi purkaa toimittajan pahvilaatikosta kahteen erilliseen laatikkoon. Molemmissa laatikoissa tulee olla sama määrä materiaalia mutta toinen laatikko toimii käyttölaatikkona ja toinen niin sanottuna hälylaatikkona. Tuotantolinjalle kerätään ja toimitetaan ensin materiaali käyttölaatikosta, kun käyttölaatikko tyhjenee, siirrytään käyttämään hälylaatikkoa. Hälylaatikon käytön aloitus toimii impulssina tilata lisää materiaalia toimittajalta. Tätä kutsutaan imuohjaukseksi.

Kaikki materiaali ei saavu toimittajilta pahvilaatikoissa, vaan osa nimikkeistä tulee tehtaalle lavoittain joko euro- tai teholavoilla. Osa lavanimikkeistä hyllytetään hypermarkettiin samaan tapaan kaksilaatikkojärjestelmään mutta

osa nimikkeistä varastoidaan suoraan lavoina. Lavoilla tulevat materiaalit ovat isokokoisia, ja siten lavoille ei ole paikkaa tuotannon kokoonpanopisteillä.

Tuotantolinjalla jokaisella kokoonpanotyöpisteellä on käytössään samanlainen kaksilaatikkojärjestelmä, käyttö- sekä hälylaatikko. Materiaalin määrä tuotantolinjan laatikoissa on pienempi kuin hypermarketin vastaavissa ja lisäksi materiaalin määrä tuotantolinjalla riippuu materiaalin koosta. Iso-kokoisia materiaaleja on vähemmän, kun taas pienempiä voi olla enemmän, yleensä laatikoissa on materiaalia 25–100 % yhden päivän tuotannon tarpeesta. Kun kokoonpano-työpisteen käyttölaatikko tyhjenee, siirretään se työpisteellä sijaitsevalle palautusradalle ja aloitetaan käyttämään materiaalia hälylaatikosta. Palautusradalla oleva laatikko on impulssi hypermarketin työntekijälle siirtää laatikko täytettäväksi heidän varastolleen, jotta uusi määrä materiaalia saataisiin taas tuotantolinjalle. Laatikon siirrettyä varastolle kerätään siihen uusi tarvittava määrä materiaalia, minkä jälkeen se kuljetetaan takaisin tuotantolinjalle.

3.3 Työpisteen materiaalipresentaatio

OP3D-tuotantolinja koostuu useasta kokoonpanotyöpisteestä, esitestaustyöpisteestä, testikopeista ja pakkauspisteestä. Tässä työssä perehdytään ainoastaan tuotantolinjan kahteen ensimmäiseen kokoonpanopisteeseen, joten esitestausta, testausta ja pakkausta jätetään käsittelemättä. Yhdellä työpisteellä valmistetaan tietty osakokoonpano laitteesta valmiiksi tietyssä tahtiajassa. Kun tämä vaihe on valmis, siirtyy laite seuraavalle työpisteelle, jossa laitteen valmistamista jatketaan seuraavalla osakokoonpanolla. Kaikki kokoonpanopisteiden vaiheajat on tasoitettu, niin että niissä voidaan toimia saman tahtiajan puitteissa. Tahtiaikaa nostamalla tai vähentämällä saadaan muutettua valmistuneiden laitteiden määrää päivässä, toki tämä vaatii myös resurssien sekä työaikojen säätämistä. Eri päiväkohtaisille valmistusmäärille on etukäteen määriteltä resurssi ja työjakosuunnitelmat.

Työpisteissä materiaali on varastoitu pääsääntöisesti kaksilaatikkojärjestelmään niin kuin edellä on mainittu. Materiaalin määrä riippuu kokoonpanosta, mitä

pisteellä tehdään. Tuotantolinjan ensimmäisessä kokoonpanopisteessä (kuva 5) on materiaalia kaiken kaikkiaan 30 eri nimikettä. Työpisteessä on materiaalihyllyjä kahdessa tasossa, joissa materiaalilaatikat sijaitsevat. Työpisteen kokoonpano kulkee vasemmalta oikealle, joten materiaalit on pyritty sijoittamaan työvaihejärjestykseen niin että vasemmalta löytyvät ensimmäiset nimikkeet, jotka kiinnitetään laitteeseen ja oikealta viimeiset. Materiaalia on myös sijoitettu työpisteen alle erilaisiin kärryihin. Työpisteen alle sijoitetut materiaalit ovat isoja, raskaita ja paljon tilaa vieviä, joten niiden sijoittelussa on pyritty ottamaan myös ergonomia huomioon.

Laite itsessään kasataan jigille eli aputyökalulle, joka liikkuu työpisteeltä seuraavalle aina koko tuotantolinjan läpi. Lisäksi työpisteillä on pienempiä jigejä helpottamassa työvaiheen alikokoonpanojen valmistusta, tästä johtuen työpisteissä ei ole lainkaan kiinteää pöytätilaa.



Kuva 5. OP3D-tuotantolinjan ensimmäinen kokoonpanopiste.

Kaikki materiaalit sekä työkalut on pyritty sijoittelemaan kokoonpanijalle mahdollisimman helposti saataviksi. Näin on pyritty minimoimaan kokoonpanija materiaalin etsiminen ja sen kurottelu. Myös näyttöpäätteet ja näppäimistöt on sijoitettu työpisteeseen niin, että niiden käyttö olisi vaivatonta ja etteivät ne estäisi materiaalin ottamista tai työn tekemistä.

3.4 Nykytilan VSM ja hukat

Insinööritö aloitettiin hahmottelemalla prosessin nykytila. Prosessin aloituspisteeksi valittiin tavaran vastaanotto ja loppupisteeksi hetki, jolloin materiaali on kokoonpanijalla asennusvalmiina kädessään. Alkusi selvitettiin,

kuinka kauan kokoonpanon työpisteissä käytetään aikaa materiaalien käsittelyyn. Tarkastelun kohteena oli, miten paljon kokoonpanija joutuu kurottelemaan, poistamaan ylimääräisiä suojakalvoja tai pusseja, selvittämään asennettavien kaapeleiden sotkuja tai kääntelemään materiaalia kädessään ennen kuin se on valmis asennusta varten.

Parhaimmaksi tavaksi päästä kiinni yllä mainittuihin tarkastelun kohteisiin, päätettiin työpisteet videoida. Jokaista työvaihetta videoitiin yhden päivän ajan. Näin päästiin useamman tahdin ajan seuraamaan, kuinka kauan materiaalin käsittelyyn käytetään aikaa. Videoiden avulla laskettiin, kuinka kauan materiaalin käsittelyyn todellisuudessa kuluu aikaa missäkin työvaiheessa. Videoiden perusteella todettiin, että OP3D-tuotantolinjan ensimmäisessä työpisteessä kokoonpanija käyttää noin 25 % tahtiajasta materiaalien käsittelyyn. Tuottavaa työtä tehdään vain 75 % tahtiajasta, ja loppu on hukkaa. Tämä hukka muodosti 8,6 % koko materiaalin käsittelyyn päivän aikana kuluvasta ajasta.

Hypermarketissa prosessin tutkiminen aloitettiin kellottamalla, kuinka kauan jokainen työvaihe kestää. Hypermarketin prosessi alkoi materiaalin vastaanotosta ja päättyi siihen, kun materiaali oli kuljetettu sekä varastoitu tuotantolinjan työpisteeseen. Ensimmäinen vaihe on materiaalin kuljettaminen vastaanotosta hypermarkettiin varastoitavaksi ja sen hyllyttäminen eli materiaali puretaan toimittajan pahvilaatikosta kaksilaatikkojärjestelmään. Seuraava kellotettava vaihe oli materiaalin kerääminen varastosta tuotantolinjan tyhjentyneeseen laatikkoon. Tämän jälkeen vielä kellotettiin täyden laatikon kuljetus ja hyllytys tuotantolinjalle sekä paluu tyhjien laatikoiden kanssa markettiin uudelleen keräilykierrokselle.

Prosessin asiakas, eri vaiheet ja niihin kuluvat ajat olivat selvillä, joten niiden visualisointi aloitettiin VSM-työkalua hyväksikäyttäen. Nykytilan kuvaaminen tehtiin hieman perinteisestä arvovirtakuvauksesta poiketen, koska tarkoituksena oli miettiä koko prosessia ylemmällä tasolla eikä keskittyä yksityiskohtiin. Tällä tavalla pyrittiin löytämään hukkia isommista kokonaisuuksista ja vaiheista, eikä niinkään yksittäisen työntekijän toiminnasta.

Arvovirtakuvaus luotiin isolle pahvitaululle (kuva 6), jotta siitä saatiin visuaalinen mutta samalla ihan fyysinen asia. Tämän jälkeen alkoi aivoriihi hukkien ja kehityskohteiden tunnistamiseksi. Hukkia ja kehityskohteita pyrittiin löytämään jokaisesta prosessin eri vaiheesta. Ne merkittiin arvovirtakuvaukseen punaisilla post-it –lapuilla, sen vaiheen viereen, missä hukka tai kehityskohde esiintyy.



Kuva 6. Projektin nykytilan arvovirtakuvaus ja siinä esiintyvät hukat.

Materiaalien hyllytysvaihe on teoriassa kokonaan hukkaa. Kyseinen työn tekeminen ei tuota lisäarvoa asiakkaalle eli kokoonpanijalle mutta se on kuitenkin välttämätön vaihe, sillä tuotantolinjat on suunniteltu mahdollisimman pieniksi, täten niissä on yleisesti käytössä kaksilaatikkojärjestelmä. Tämä pakottaa hyllyttämään saapuvat materiaalit hypermarketin varastoon, jotta tuotantolinja saisi vain tarvittavan määrän materiaalia ja hypermarketin imuohjaus toimisi. Materiaalien keräily tuotantolinjalta saapuviin tyhjiin laatikoihin on myös kokonaan hukkaa. Materiaali kerätään hypermarketin varastosta tuotantolinjan laatikkoon ja siirretään kärryyn odottamaan kuljetusta takaisin linjalle. Materiaali on jo kertaalleen laskettu ja siirretty laatikosta toiseen laatikkoon hyllytys vaiheessa. Hyllytysvaiheessa laskenta on suoritettava uudelleen, jotta materiaalin tilauspiste saadaan oikeaksi hälylaatikkoon. Keräilyvaiheessa laskeminen ja siirtäminen toistuvat uudelleen, jotta

varastoarvot säilyvät tuotantolinjan ja marketin välillä. Tämä on välttämätöntä mutta turhaa työtä Leanin näkökulmasta.

Kun useampi laatikko on kerätty karrylle, kuljetetaan se tuotantolinjalle joko hypermarketin työntekijän tai automaattisen kuljettimen eli AVG:n (Automated guide vehicle) toimesta. Kuljetin ei pääse viemään karryjä tuotantolinjalle asti vaan pysähtyy noin 20 metriä ennen aikaisesti. Kuljetin ei täten korvaa kokonaan työntekijää, sillä tästä eteenpäin materiaalikarryt tulee toimittaa eteenpäin työntekijän toimesta. Työntekijä joutuu kulkemaan kuljettimen vierellä, vaikka ei itse kuljettaisi karryä. Hypermarketin ja OP3D-tuotantolinjan välimatka on noin sata metriä ja tätä väliä kuljetaan edestakaisin monta kertaa päivässä, joten tähän vaiheeseen kuluu erittäin paljon ylimääräistä aikaa.

Kun karryt on saatu tuotantolinjalle, alkaa sen kyydissä olleiden laatikoiden jakaminen oikeille työpisteille. Jokaisella työpisteellä on oma numeronsa ja työpisteiden hyllyillä on jokaiselle laatikolle oma paikkansa. Yleisesti hyllyistä löytyy merkintä, mikä materiaali kuuluu mihinkin väliin mutta aina näin ei ole. Aikaa siis tuhlaantuu oikeiden paikkojen etsimiseen. Yhden päivän aikana tuodaan useita laatikoita, joten etsimiseen käytetystä ajasta muodostuu päivätasolla merkittävä hukka.

Kokoonpanopisteellä hukkaa muodostui osien huonosta presentaatiosta. Vaikka yleisesti materiaali on helposti saatavilla, sitä joutuu usein pyrittelemään useampaan kertaan ennen kuin sen voi asentaa laitteeseen. Esimerkiksi kaikki asennettavat kaapelit hyllytetään laatikoihin kerälle. Yhden kaapelin ottaminen laatikosta on vaikeaa ja usein useampi kaapeli purkaantuu laatikosta ulos samalla. Jälleen aikaa kuluu turhaan työhön. Toinen esimerkki on isojen materiaalien ottaminen pöydän alla olevista karryistä. Karryjä ei pysty vetämään täysin ulos kokoonpanopuolelle, joten niitä joutuu kurottelemaan huonossa asennossa tai pahimmassa tapauksessa työntekijä joutuu kiertämään työpisteen toiselle puolelle hakemaan tarvitsemansa osan.

4 Uusi tuotantolinja

4.1 Tavoitteet

Ennen opinnäytetyön alkua oli jo syntynyt ajatus materiaalivirtauksen muuttamisesta lähemmäksi tuotantolinjoja. Uudessa ”lähimarketkonseptissa” materiaalit tuotaisiin varastoitaviksi lähemmäksi tuotantolinjoja suoraan toimittajalta tulevissa pahlavilavikoissa tai lavoissa. Tarkoituksena olisi poistaa turhia purkamisia, laskemisia, siirtelyjä sekä kosketuskertoja osista ja saada itse prosessia suoraviivaisemmaksi. Tiedossa oli, että hypermarketin hyllytys- ja keräilyvaiheet ovat aikaa vieviä ja turhia mutta välttämättömiä nykyisen prosessin toiminnan kannalta. Myös kokoonpanopisteessä tapahtuvaan työhön oli etukäteen syntynyt ajatus uudentlaisesta toimintamallista teollisuuden ulkopuolelta. Ajatus tuli terveydenhuollosta ja leikkaussalista, joissa tarvittavat välineet ovat pöydällä esillä järjestyksessä ja työkalut aina ojennetaan leikkaavalle kirurgille, kun hän niitä tarvitsee operoidessaan. Tätä materiaalien yksinkertaista esilläolomallia eli kititysmallia haluttiin tutkia ja testata tässä työssä.

Tämän työn pohjalta oli tarkoitus suunnitella uudestaan kaikki tuotantolinjan kokoonpanopisteet. Koko OP3D-tuotantolinja suunniteltiin uudelleen, jotta se pystyisi toimimaan tehokkaammin ja tuottamaan laitteita tasaisemmin sekä kasvattamaan tuotantokapasiteettiaan entisestään kasvavan asiakaskysynnän myötä.

4.2 Materiaalivirtaus

Uuden prosessin miettiminen aloitettiin ideoimalla, miten voitaisiin poistaa nykytilankartoituksen yhteydessä löydetty hukat. Isoin prosessia muuttava tekijä olisi jo ylempänä mainittu lähimarketkonsepti. Kyseinen konsepti muuttaisi koko OP3D-tuotetta koskevan materiaalivirtauksen. Muutos lähimarkettiin on iso verrattuna nykyiseen prosessiin, sillä materiaalia ei enää varastoitaisiin hypermarkettiin vaan varastohyllyt tuotaisiin lähemmäksi tuotantolinjaa ja sen työpisteitä. Samalla olisi tarkoitus aloittaa hyllyttämään materiaali lähimarkettiin

toimittajan toimittamissa pahvilaatikoissa. Tällä tavalla säästettäisiin aikaa huomattavasti nykyisestä hyllytys ja keräily vaiheesta. Kosketuskerrat materiaaleihin vähenevät, kun materiaalia ei enää tarvitse purkaa sekä laskea ja siirrellä laatikosta toiseen.

Hypermarketissa materiaalit tarvitsevat nykyisellään kaiken kaikkiaan 75 metriä hyllytilaa ja materiaali on sijoitettu useampaan hyllytasoon. On siis mahdollista luoda lähimarkettikonseptia nykyisen tuotantolinjan paikalle. Uusi tuotantolinja pystytetään lähemmäksi hypermarkettia, joten materiaalien kuljetukseen menevä aika pienenee myös. Lähimarketin materiaalihyllyt rakennetaan kevytorresta ja niistä on aikomus tehdä läpivirtaushyllyt. Läpivirtaushylly tarkoittaa materiaalin lastaamista hyllyn toiseen päähän, samalla kun hyllyn toinen puoli toimii purkupäänä. Aina kun materiaali syötetään hyllyyn, siirtyy edellinen laatikko lähemmäksi purkupäätä. Näin varmistetaan First In First Out-järjestelmän (FIFO-järjestelmä) toiminta, eli materiaali, joka on saapunut ensimmäisenä varastoon, kulutetaan ensimmäisenä. Tällä tavoin mikään materiaali ei jää seisomaan pitkäksi ajaksi varastoon.

Kevytorsihyllyjen hyllytasot sijoitetaan tarpeeksi ylös, jotta alle jäisi tilaa lavoilla saapuville materiaaleille mutta ei kuitenkaan niin ylös, ettei materiaalin ottaminen hyllyltä vaikeudu. Tällä tavalla saataisiin myös lavoilla saapuva materiaali tuotua tuotantolinjan läheisyyteen. Lähimarkettiin ostetaan vielä useammat pumppukärryt sähköisellä nosto-ominaisuudella, jotta lavat voidaan jatkossa nostaa sopivammalle työskentelykorkeudelle.

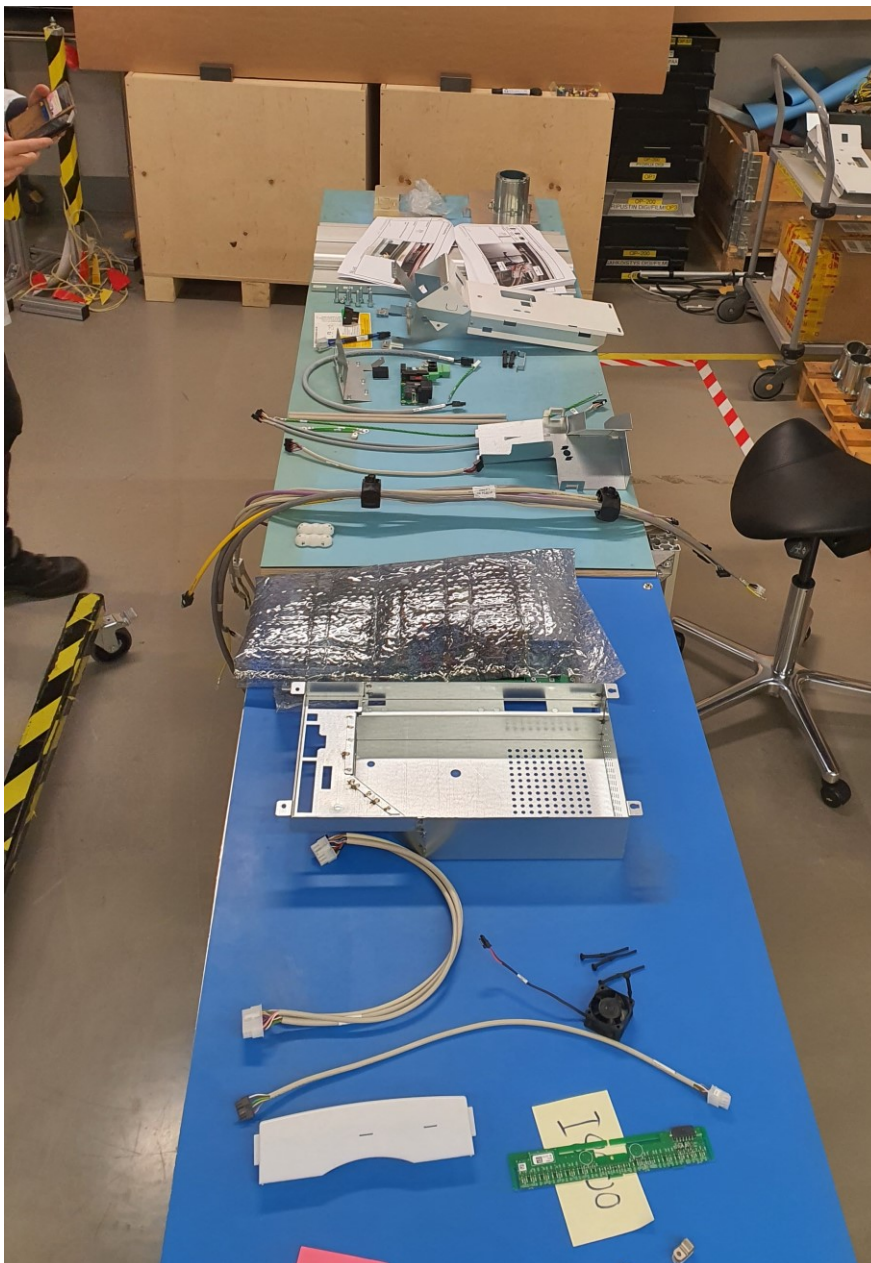
Lähimarketti konsepti poistaisi suurimman osan hukista, jotka löydettiin vanhasta materiaalivirtauksesta. Uuden prosessin jakelu ja hyllytysvaiheet korvaisivat vanhan prosessin hyllytysvaiheen, kuljetuksen sekä jakelun tuotantolinjalle. Kun materiaalit viedään suoraan toimittajan pahvilaatikoissa varastoitavaksi lähemmäksi tuotantolinjaa, vähenee läpimenoaika näiden vaiheiden osalta 87 %. Prosentuaalinen parannus kuulostaa todella suurelta mutta todellisuudessa näistä vaiheista siirtyy hieman työtä muihin prosessin vaiheisiin.

4.3 Työpisteen kitistysmalli

Kuten jo aikaisemmin mainittiin, ajatus kokoonpanotyöpisteen muuttamiseen tuli leikkaussalista ja siitä, miten kirurgin instrumentit ovat esillä sekä miten ne hänelle tarjoillaan. Lähimarketin materiaalihyllyn ja työpisteen välissä on käytävä, jota pitkin kitittäjä eli marketintyöntekijä kulkee ja kerää osia kitityskierroksella yksi kerrallaan työpisteeseen, josta kokoonpanijan on niitä helppo ottaa ja asentaa valmistettavaan laitteeseen.

Aluksi selvitettiin, kuinka monta nimikettä materiaaleja kokoonpanopiste 1 pitää sisällään. Tämän jälkeen jokaista nimikettä kerättiin kaksi kappaletta, jonka pohjalta materiaalipresentaatiota aloitettiin miettimään. Jokaista nimikettä tulee olla esillä kaksi kappaletta, jotta tuotanto voisi jatkua keskeytyksettä. Jos esillä olisi vain yhteen laitteeseen tarvittavat materiaalit, tuotantoon aiheutuisi katkoksia aina silloin kun materiaali kerätäisiin kitteihin.

Kitityksen mallintaminen aloitettiin levittämällä kaikki nimikkeet tyhjälle pöydälle kokoonpanojärjestykseen (kuva 7). Tämän jälkeen mietittiin nimikekohtaisesti, miten niiden tulisi olla esillä, jotta ne olisivat kokoonpanijalle oikein päin, helppo sekä nopea ottaa ja kiinnittää koottavaan laitteeseen. Isojen ja painavien materiaalien kohdalla mietittiin nostomatkoja ja –korkeuksia, sillä näitä nostoja tulee useita päivän aikana. Näin ollen niiden sijoittelu täytyi miettiä niin että välttyttäisiin liiallisilta nosto- ja kiertoliikkeiltä. Kititys toimii samalla tietynlaisena laadullisena pokayokena. Mikäli kokoonpanija huomaa työvaiheen jälkeen, että kitistä löytyy vielä kaksi samaa nimikettä, niin voidaan päätellä, että kyseinen nimike on unohtunut asentaa laitteeseen. Näin ollen kitti toimii myös tietynlaisena laadunvarmistustyökaluna.



Kuva 7. Ensimmäinen versio ensimmäisen kokoonpanopisteen materiaalipresentaatiosta.

Nykyisessä presentaatiossa kaapelit sekä johdot olivat kerällä laatikoiden sisällä ja hankalasti otettavissa. Nyt kaapeleille mietittiin omat putket, joihin ne sijoitetaan, yksi kaapeli per putki. Näin kaapelit ja johdot ovat helposti otettavissa sekä asennettavissa kun ne eivät takerru toisiinsa. Mielenkiintoisin kaapeli kokoonpano 1 työpisteessä oli pääkaapeli. Pääkaapeli koostuu monesta eri kaapelista, jotka on nivottu yhteen. Pääkaapelille tehtiin erillinen

telinen, johon ne pistetään roikkumaan. Näin saatiin helpotettua sekä nopeutettua pääkaapelin ottamista ja asentamista.

Piirikortit toimitetaan tehtaalte ESD-suojatuissa laatikoissa. ESD eli Electrostatic discharg on sähköstaattinen purkaus, joka tapahtuu kahden varautuneen kappaleen kohdatessa. Yksittäisiä piirikortteja ei haluttu sijoittaa työpisteelle vaan ne kititettiin kokonaisissa laatikoissa. Laatikoille mietittiin työpisteeseen upotukset tai ne pyrittiin sijoittamaan telineeseen hieman kallelleen, jotta ne eivät veisi niin paljon pöytä tilaa ja jotta piirikortit olisivat helposti otettavissa. Kokoonpano 1 työpisteessä asennetaan yksi todella iso piirikortti joka painaa useamman kilon, joten tälle laatikolle rakennettiin erillinen kärry, jossa piirikorttilaatikko on tuotantolinjalla.

Kun jokaiselle nimikkeelle oli löydetty paikka ja syntynyt idea, miten ne sijoitetaan esille, siirryttiin miettimään materiaalin syöttöä kititysmalliin. Työpöydän taakse jätettiin tyhjä tila, käytävä, jonka jälkeen vasta tulee lähimarketin materiaalihylly. Tällä käytävällä työskentelee marketin työntekijä, joka täyttää materiaalihyllystä uusia materiaaleja kitistä tyhjentyneiden tilalle. Materiaalit sijoitettiin hyllyyn samaan järjestykseen kuin ne ovat presentoitu työpisteessä. Tällöin niiden kitittäminen olisi mahdollisimman helppoa, nopeaa ja vältettäisiin turhat liikkeet sekä kurkottelut. Kitittäjän täytyy myös avata materiaalihyllyissä olevat pahvilaatikat ja poistaa ylimääräiset suojapussit tai kalvot materiaalien päältä ja ympäriltä ennen kititystä.

Kitittäjän ja kokoonpanijan yhteistyö asetti haasteita työpisteen materiaalipresentaatioon. Molemmat työntekijät täytyi ottaa huomioon miettiessä, miten jokin nimike presentoidaan, sillä mikä oli kokoonpanijalle hyvä, ei välttämättä ollut kitittäjälle ja päinvastoin. Usean nimikkeen kohdalla täytyi tehdä kompromissiratkaisuja, vaikka ajatus oli tarkastella asiaa kokoonpanijan näkökulmasta.

Kun kokoonpano- ja materiaalipuoli olivat mietitty läpi, alkoi varsinaisen työpisteen rakentaminen. Työpiste rakennettiin itse käyttäen alumiiniprofilia. Työpisteeseen ei haluttu yhtenäistä pöytälevyä, vaan jos materiaali vaati

pöytätilaa, sitä luotiin vain tarvittava määrä. Muutoin materiaalit pyrittiin presentoimaan ja kiinnittämään runkoon. Näin saatiin rakennettua ensimmäinen versio työpisteestä, joka näkyy kuvassa 8. Työpisteen kokonaispituus kasvoi hieman, mutta koska uusi tuotantolinja sijoitetaan uuteen paikkaan tehtaalla, ei tämä aiheuta ongelmia.



Kuva 8. Uusi ensimmäinen kokoonpanopiste uudella kititysmallilla.

Kun työpiste oli kasattu, suoritettiin siinä koeajot ja kellotukset. Kokoonpanijaa pyydettiin kasaamaan kyseinen työvaihe, joka jälleen videoitiin. Videoiden perusteella laskettiin uudelleen materiaalin käsittelyyn kuluva aika, jota sitten verrattiin alkuperäiseen. Kellotukset tehtiin myös kitityksen osalta. Näin saatiin tähän vaiheeseen kuluva kokonaisaika selville.

Työpisteen materiaalin käsittelyyn kuluva aika pienentyi uudessa kititysmallissa 43 %. Materiaalit ovat helpommin ja nopeammin saatavilla sekä valmiiksi oikeinpäin, joten kokoonpanotyö parantui selkeästi. Kitityspuolella kellotettuja tuloksia ei voida suoraan verrata vanhaan prosessiin, sillä siinä ei kyseistä vaihetta löydy, mutta vertailu voidaan suorittaa vanhan prosessin keräilyvaiheeseen. Tämä vertailu osoittaa, että kititysmalli vien noin 8 % vähemmän aikaa kuin vanha keräilyvaihe. Kokonaisuudessaan koko prosessin

läpimenoaika väheni 52 %. Tämä tarkoittaisi rahassa usean sadan tuhannen euron säästöä vuodessa.

5 Jatkokehitys ja yhteenveto

Prosessille ilmenee varmasti jatkokehityskohteita käyttöönoton jälkeen, kun prosessia on hetken aikaa käytetty. Tämä ensimmäinen versio koko prosessista pitää sisällään varmasti hukkaa, joita voidaan myöhemmin tunnistaa ja poistaa. Aikaisemmat kokemukset ovat osoittaneet, että vasta neljäs tai viides versio on lähellä optimaalisinta kokonaisuutta.

Materiaalipuolella tunnistettiin tämän projektin aikana useita kehityskohteita mutta aikataulullisesti niitä oli mahdoton edistää tässä yhteydessä.

Materiaalitoimittajien kanssa tulee tehdä tiivistä yhteistyötä ja käydä keskustelua mm. eräkokojen suurentamisesta tai pienentämisestä. Samalla on tarkoitus keskustella pakkauksista ja miten materiaalien sijoittelu niihin olisi tehokkainta tuotantolinjan kannalta. Tulisi lisäksi selvittää pystyttäisiinkö jo toimittajalla tekemään jonkinasteinen esikititys, jotta kitittäjän olisi seuraavaksi helppo vain nostaa tämä esille työpisteelle.

Työpisteellä on odotettavissa, että uuden työtavan opettelu vie aikaa, tämä koskee niin kititystä kuin kokoonpanoa. Kun työtä opitaan ensin tekemään kunnolla, voidaan miettiä virtausten parannusta. Materiaalien sijoittelua hyllyissä ja työpisteissä voidaan tarkastella ja tutkia parempia menetelmiä kellottamalla vaiheita uudelleen Leanin jatkuvan parantamisen hengessä.

Insinööriyön tavoitteena oli uudelleen suunnitella OP3D-tuotantolinja lähimarketti- ja kitityskonseptia käyttäen. Tarkoituksena oli saada tuotantolinjaa tehokkaammaksi, jotta se pystyisi valmistamaan laitteita tasaisemmin sekä kasvattamaan maksimikapasiteettiaan alati kasvavan asiakaskysynnän vuoksi.

Konseptia testattiin ensimmäiseksi yhdellä työpisteellä, jonka tulosten perusteella tuotantolinjan kaikki kokoonpanopisteet suunnitellaan myöhemmin uudelleen. Samalla uudelleen suunniteltiin OP3D-tuotteen materiaalivirtaus.

Virtausta pyrittiin suoraviivaistamaan, jotta kosketuskerrat materiaaleihin vähenisivät merkittävästi ja prosessin tehokkuus nousisi. Prosessista poistettiin vaiheita, jotka olivat välttämättömiä vanhassa prosessissa mutta uudessa pelkästään hukkaa.

Insinööriyössä päästiin sille asetettuun tavoitteeseen ja koko prosessin läpimenoaikaa saatiin pienennettyä 52 %. Työn pohjalta OP3D-tuotantolinjatullaan muuttamaan ja rakentamaan uudelleen lähimarketti- ja kitityskonseptia hyväksikäyttäen.

Lähteet

- 1 Historiaamme. Verkkoaineisto. Kavo Kerr Group Finland. <<https://www.kavokerr.com/fi-fi/node/1093>>. Luettu 3.4.2021.
- 2 Yritys. Verkkoaineisto. Kavo Kerr Group Finland. <<https://www.kavokerr.com/fi-fi/yritys>>. Luettu 3.4.2021
- 3 Kouri, Ilkka. 2010. LEAN taskukirja. Teknologiainfo Teknova.
- 4 VSM (Value Stream Mapping) Arvovirtakuvaus. Verkkoaineisto. Quality knowhow Karjalainen Oy. <<http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/vsm-value-stream-mapping-arvovirtakuvaus>>. Luettu 5.4.2021
- 5 What is Poka-Yoke? Verkkoaineisto. Villanova University. <<https://www.villanovau.com/resources/six-sigma/what-is-poka-yoke/>>. Luettu 14.4.2021