



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

ESIKOKOONPANON VISUAALISEN TUOTANNONOHJAUKSEN KEHITTÄMINEN

TEKIJÄ: Teemu Mertanen

Koulutusala			
Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma			
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t)			
Mertanen Teemu Antti Sakari			
Työn nimi			
Visuaalisen tuotannonohjauksen kehittäminen			
Päiväys	15.07.2021	Sivumäärä/Liitteet	55
Ohjaaja(t)			
Kai Kärkkäinen, Harri Komulainen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t)			
Normet Oy			
Tiivistelmä			
<p>Tämän insinööriyön tarkoitus oli kehittää Kaivos- ja tunnelityökoneita valmistavan Normet Oy:n lisälmen toimipisteen tuotannon esikokoonpanon visuaalista tuotannonohjausta. Tavoitteena oli saada tuotannonohjauksessa käytettävä työkalu, jonka avulla esikokoonpanon tuotannonohjaus ja valmistuksen seuranta helpottuisi.</p> <p>Aloittaessa opinnäytetyötä esikokoonpanon tuotannonohjaus tapahtui suullisesti työnjohtajan ja esikokoonpanon työntekijöiden välillä. Työ aloitettiin tutkimalla ja kaavoittamalla lähtötilannetta, josta jatkettiin tutkimaan yrityksessä käytössä olleita tuotannonohjauksen työkaluja ja järjestelmiä. Työkalujen toiminnallisuutta esikokoonpanon toiminnanohjauksessa tutkittiin ja pisteytettiin eri kriteerien pohjalta. Työ toteutettiin yhteistyössä yrityksen työntekijöiden ja toimihenkilöiden kanssa.</p> <p>Lopputuloksena saatiin yrityksessä jo olemassa olleista tuotannonohjausmenetelmistä esille paras ja huonoin mahdollinen vaihtoehto esikokoonpanon tuotannonohjaukseen.</p>			
Avainsanat			
Lean, tuotannonohjaus			

Field of Study			
Technology, Communication and Transport			
Degree Program			
Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s)			
Mertanen Teemu Antti Sakari			
Title of Thesis			
Development of visual production control			
Date	15.07.2021	Pages/Appendices	55
Supervisor(s)			
Kai Kärkkäinen, Harri Komulainen			
Client Organization /Partners			
Normet Ltd.			
Abstract			
<p>The purpose of this thesis was to develop the visual production control of the pre-assembly for Normet Oy, a manufacturer of mining and tunneling machinery. The aim was to have a tool used in production control, which would facilitate pre-assembly production control and monitoring.</p> <p>In the beginning, the production control of the pre-assembly took place orally between foreman and employees of the pre-assembly. The thesis began by examining and zoning the initial situation, from which the investigation of the production control tools and systems used in the company was continued. The functionality of the tools in pre-assembly was examined and scored on the basis of various criteria. The thesis was made in cooperation with the workers and clerks of the company.</p> <p>As a result of this thesis the best and the worst possible alternatives to pre-assembly production control were found out for the company's existing production control methods.</p>			
Keywords			
Lean, production control			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	7
2	YRITYKSEN ESITTELY	7
3	LEAN.....	8
3.1	Lean -ajattelu.....	8
3.2	Virtaustehokkuus	10
3.3	Arvovirtakuvaus	10
4	TUOTANNONOHJAUS	11
4.1	Tuotannonohjaus yleisesti.....	11
4.2	Imuohjaus	11
4.3	Työntöohjaus	12
4.4	Imu- ja työntöohjaus osana Lean– ajattelua	13
5	NYKYTILA JA HAASTEET	14
5.1	Haasteet	14
5.2	Nykytila ja sen selvittäminen	15
5.2.1	Nykytilan selvittäminen.....	15
5.2.2	Nykytila esikokoonpanon tuotannonohjauksessa	15
6	YRITYKSEN NYKYISET SOVELLUKSET JA TUOTANNONOHJAUS	16
6.1	Microsoft Access Database	16
6.2	SWD PES	17
6.3	DynamicsAX.....	20
6.4	Linjakokoonpanon tuotannonohjaustaulu.....	20
6.5	MES – Manufacturing Execution System	23
7	VERTAILU JA TULOKSET	24
7.1	Ohjausmenetelmien ominaisuuksien vertailu.....	24
7.1.1	Visuaalisuus.....	25
7.1.2	Ylläpidettävyys	25
7.1.3	Tiedon jakaminen	25
7.1.4	Käytettävyys	25
7.2	Ohjausmenetelmien vertailun tulokset.....	26

8 POHDINTA.....	27
LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	29
LIITE 1: ARVOVIRTAKUVAUS ERIKOISTUMISPROJEKTI.....	31
LIITE 2 KYSELYLOMAKE TYÖNJOHTAJILLE	32

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

Tahtiaika	Lean-tuotannon peruskäsite, jolla voidaan kuvata yksittäisten työvaiheiden kestoa. Tämä siis on esimerkiksi työpisteelle ennalta määritetty aika, minkä verran aikaa saa käyttää työvaiheen suorittamiseen.
Moduuleiden esivarustelu	Tarkoitetaan erilaisten osakokonaisuuksien esivarustelua. Esimerkiksi puomien esikokoonpano tarkoittaa puomien kasaamista valmiiksi kokonaisuuksiksi, jotka voidaan asentaa lopputuotteeseen käyttövalmiina paikoilleen
S&OP-prosessi	Sales and Operations Planning -prosessi tarkoittaa prosessia, millä kysyntä ja tarjonta pyritään tasapainoittamaan kannattavaa liiketoimintaa tehden.
ERP	Enterprise Resource Planning -järjestelmä on hallintaohjelma liiketoimintaprosesseille, jonka avulla pystytään hallitsemaan ja säilöämään integroitua yrityksen toimintoja, toimitusketjua, henkilöstöhallinnon toimintoja, toimitusketjua ja taloushallintoa.
Läpimenoaika	Tällä tarkoitetaan tuotteen valmistuksessa käytettävää aikaa, mikä pitää sisällään kaikki tuotteen valmistuksen työvaiheet. Läpimenoajasta voidaan selvittää tuotteen valmistukseen käytetty aika ja kuinka eri komponentit liikkuvat tuotannon lävitse.
Kriittinen osapuute	Tarkoittaa jonkin tuotannossa tarvittavan kriittisen komponentin puuttumista, joka mahdollisesti pysäyttää tai tulee pysäyttämään tuotannossa rakenteilla olevan koneen.
Hankintaorganisaatio	sisältää operatiivisen oston ja strategisen oston. Strateginen osto järjestää yritykselle toimittajat ja sopimukset. Operatiivinen osto välittää toimittajille yritykseltä tulevat tilaukset.

BOM	Bill of Materials, eli osaluettelo, joka kertoo tuotteen rakenteella olevat materiaalit ja esikootut komponentit.
Worklist	Työlistä, joka sisältää työnalla, tulevat ja menneet tuotannon komponenttien kokoonpanon ajankohdat ja tiedot.
MRP	Tarkoittaa tarvelaskentaa, jolla lasketaan lopputuotteen tarpeesta valmistamiseen tarvittavat osat ja materiaalit.
MES	Manufacturing Execution System eli tuotannon- ja valmistuksenohjausjärjestelmä, joka yhdistää tehdasautomaation toiminnanohjausjärjestelmään.

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on visuaalisen ohjauksen kehittäminen Normet Oy:n lisälmen tehtaan moduulien esivarusteluun. Aihe opinnäytetyöhön valikoitui aiemman työkokemuksen perusteella yrityksestä, missä kirjoittaja oli kesäharjoittelussa aiemmin vuonna 2018. Työ tapahtuu kehittämistyönä, jonka tavoitteena on edistää ja helpottaa kommunikointia työnjohdon, tuotannon loppu- ja esikokoonpanon välillä, sekä auttaa hallitsemaan esikokoonpanossa alkavien koneiden aikataulutusta.

Työssä on tärkeää keskittyä erilaisiin ohjaustyyppeihin ja niiden tuomiin hyötyihin tuotannonohjauksessa, sekä huomioida Lean -ajattelun tuomia etuuksia työn tavoitteisiin pääsemisessä. Työssä selvitetään yrityksen esikokoonpanon nykytilannetta ja näiden tulosten avulla kehittää ohjausmenetelmää. Työssä otetaan myös huomioon yrityksessä jo käytössä olevia sovelluksia ja niiden käyttämisen mahdollisuus osana visuaalista ohjausta.

Opinnäytetyöhön liittyy Savonia ammattikorkeakoulun konetekniikan alan opetussuunnitelman mukainen Erikoistumisprojekti 2. kurssi. Kurssin tarkoituksena oli soveltaa insinööriopintojen ammattiaineissa saavutettua osaamista ja toimia lisäksi pohjatyönä opinnäytetyölle. Projekti kurssi toteutettiin tekemäni insinöörityön nykytilanselvityksenä esikokoonpanon ohjaamosoluun arvovirtakuvauksen avulla.

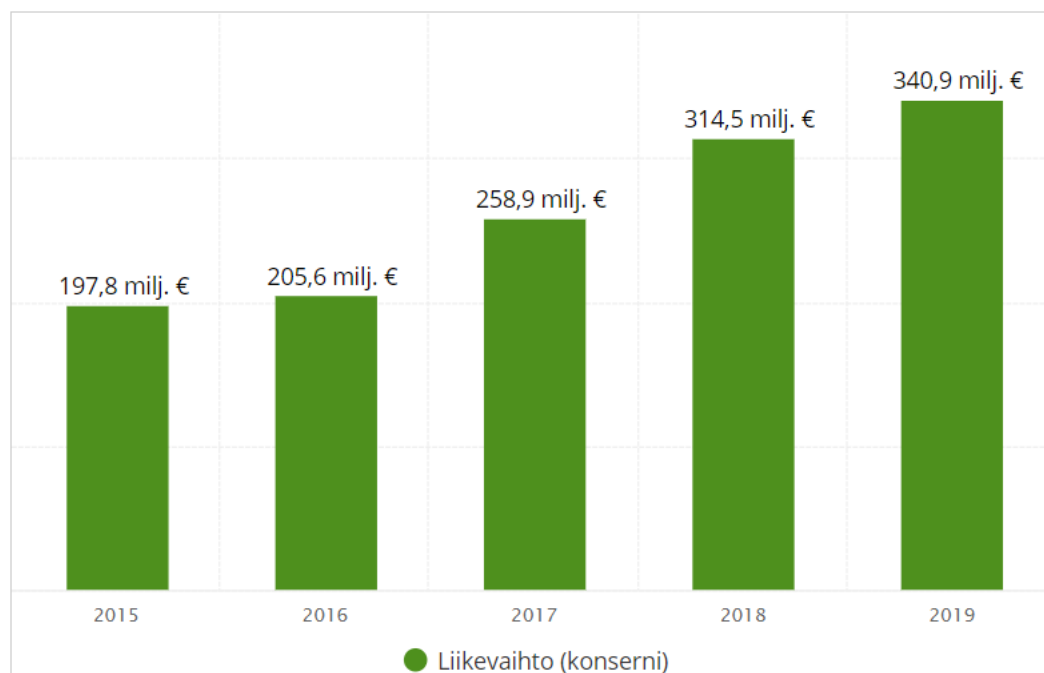
2 YRITYKSEN ESITTELY

Normet on nopeasti kasvava globaalisti toimiva teknologiayritys, joka suunnittelee, kehittää ja tuottaa kaivos- ja tunnelityökoneita. Lisäksi he ovat yksi johtavista rakennuskemikaalien kehittäjistä, sekä tarjoavat kattavaa huolto- ja tukipalvelua asiakkaidensa erilaisiin tarpeisiin.

Yritys toimii globaalisti 28 maassa yli 50 toimipaikan avulla, jotka työllistävät yhteensä yli 1200 työntekijää, joista lisälmen tehtaalla toimii yli 400. Laitetuotantoa

yritykseltä tapahtuu lisäalassa, Kiinassa, Intiassa ja Chilessä. Laajan toimintansa avulla Normet pystyy vastaamaan asiakkaidensa tarpeisiin nopeasti ja luotettavasti. (Normet, 2019)

Vuonna 2019 Normet Group Oy:n liikevaihto kasvoi 340,9 miljoonaan euroon. Kyseisen tilikauden tulos oli 22,3 miljoonaa euroa. Yrityksen liikevaihto kasvoi vuoteen 2018 verrattuna 8,40 %. Alla olevassa kuvaajassa on esitetty Normetin liikevaihtoa vuosilta 2014–2019. (Taloussanomat, 2020)



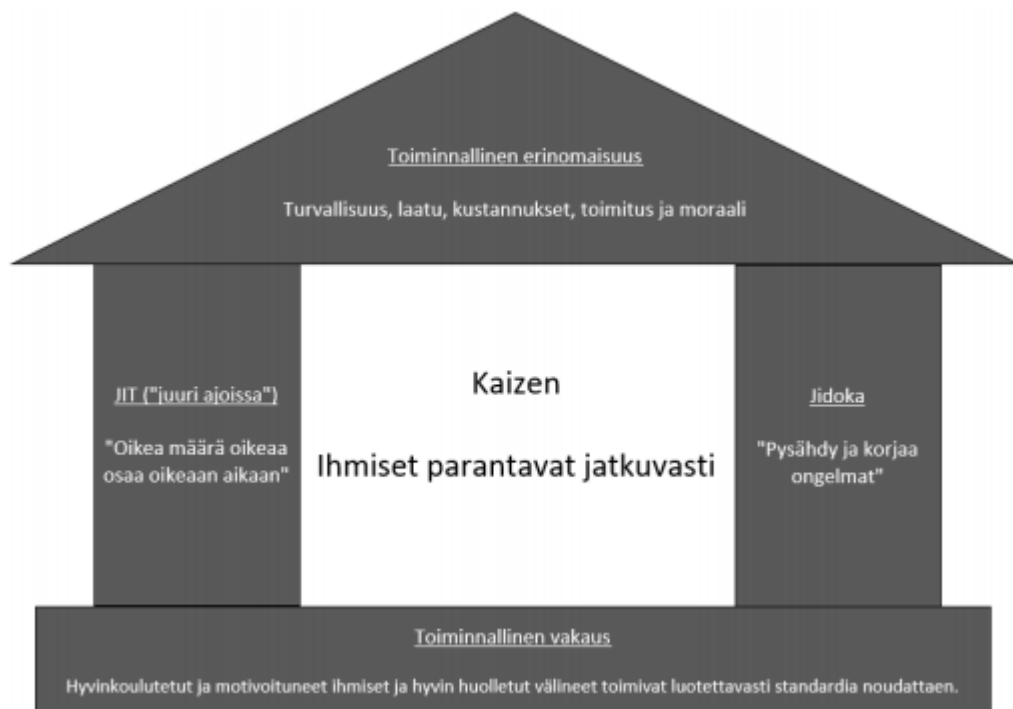
Kuva 1 Normet Group Oy liikevaihto. (Taloussanomat, 2020)

3 LEAN

3.1 Lean -ajattelu

Lean-ajattelufilosofia on saanut alkunsa toisen maailmansodan jälkeisestä auto-teollisuudesta, jonka kehittäjänä ja edelläkävijänä pidetään Toyotan autotehtaita Japanissa. Tehtaassa työskennellyt Taiichi Ohno ja hänen työkollegat kehittivät tuotantojärjestelmän, joka pystyi vastaamaan markkinoiden kysyntään ja olemaan samaan aikaan tehokkaampi kuin Yhdysvaltojen suuret autovalmistajat Ford ja General Motors. Japanissa tuotantoerät olivat huomattavasti pienempiä ja markkinakysyntä epävarmaa, mikä teki tuotannosta haasteellista. Näihin haasteisiin Toyota kuitenkin pystyi vastaamaan kehittämällä oman tuotantomallin. (Womack & Jones 2003, 23.)

Toyota -tuotantojärjestelmä (TPS) kehittyi autojen valmistuksessa niiden joustavan valmistamisen vuoksi. Ne olivat yksilöinä toisistaan erilaisia ja täten niiden massatuottaminen olisi hankalaa. TPS- tuotantojärjestelmä tarkoitti läpimenoaikojen lyhentymistä, tuottavuuden nousua, tuotantotilojen tehokkaampaa käyttöä ja virheiden esille tuloa helpommin, jolloin myös tuotteiden laatu nousi. Laadun ollessa hyvä, myös Toyotan asiakkaat olivat yhä tyytyväisempiä. (Liker, 2012, 8.)



Kuva 2 Toyotan tuotantojärjestelmä talo. (Liker 2012, 81.)

TPS- tuotantojärjestelmää on kuvattu taloksi, jolla havainnollistetaan järjestelmän toimivuutta, jos se toimii kaikilta elementeiltaan yhteistyössä. Pohjana talolle toimii hyvin koulutetut työntekijät, sekä toimivat laitteet. Talon seinät kuvaavat JIT- ja Jidoka-menetelmiä, joiden ajatuksena ovat pienet varastot, jotka peilaavat mahdolliset ongelmat helposti esiin. Keskiössä ajatuksessa on jatkuva parantaminen. Näiden kaikkien elementtien toimiessa keskenään, voidaan ruveta tavoittelemaan parempaa tuottamista. (Liker 2012, 79–82.)

Päätavoitteena Lean-ajattelulla on tuotannosta kaikkien tuottamattomien ja turhien toimintojen poistaminen, sekä niiden muuttaminen tuottaviksi toiminnoiksi. Näiden toimintojen etsiminen tehdään viiden Lean-ajattelun peruseriaatteen

turvin. Arvon määrittely, arvoketjujen muodostaminen, asiakkaan kuuntelu, virheettömyyden tavoittelu, sekä virtaava ja keskeytymätön tuotanto ovat perustana Lean-ajattelulle. (Womack & Jones 2003, 10.)

3.2 Virtaustehokkuus

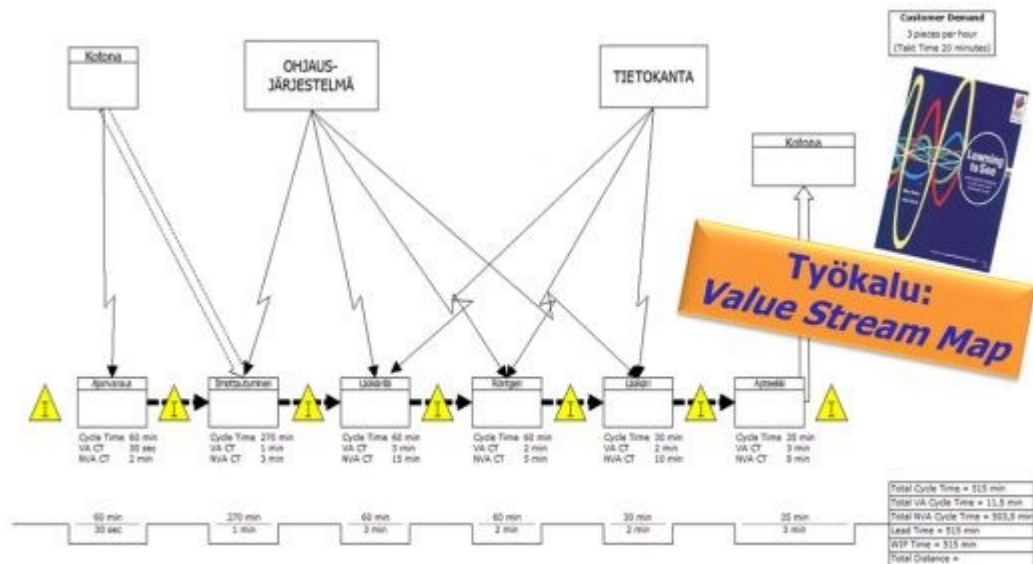
Virtaustehokkuudella tarkoitetaan jonkin jalostettavan yksikön virtauksen seuraamista prosessien lävitse. Yksikköä kutsutaan virtausyksiköksi. Teollisuuden osalta tämä virtausyksikkö on tuotteet, joita jalostetaan käyttämällä erilaisia materiaaleja. Virtaustehokkuudella mitataan, kuinka paljon virtausyksikkö jalostuu tiettyä ajankohtana, eli kuinka paljon arvoa tuottavaa aikaa on suhteutettuna kokonaisaikaan. Alkaen asiakkaan tarpeen tunnistuksesta kulkien kohti toteutunutta tarvetta. Virtausyksikön prosessin alkamisesta, sen päättymiseen kuluva aika kutsutaan läpimenoajaksi. Ajanjakso voidaan määrittää alkamaan tarpeen muodostumisen eri osa-alueista. (Modig & Åhlström, 2013, s.13)

3.3 Arvovirtakuvaus

Arvovirtakuvaus (Value Stream Mapping, VSM) on yksi Lean periaatteen perustyökaluista, joka esittää visuaalisesti tiedon ja materiaalin kulkua. Tämän työkalun periaatteena on tunnistaa tietyn tuotannon vaiheen suunnittelussa, tilaamisessa ja valmistamisessa tarvittavat toimenpiteet asiakkaan näkökulmasta ja lajitella nämä kolmeen luokkaan. Ensimmäisenä luokkana ovat arvoa lisäävät vaiheet, toisena ne tapahtumat, jotka eivät lisää arvoa, mutta ovat pakollisia valmiin tuotteen tai tapahtuman aikaansaamiseksi toimitusketjussa ja kolmantena toiminnot, jotka ovat ylimääräisiä arvoa lisäämättömiä tapahtumia. Näiden kolmen askeleen jälkeen pystytään tutkimaan loppuja arvoa lisäämättömiä vaihteita muiden Lean-työkalujen avulla. (Womack & Jones 2003, 78–81.)

Tärkeänä osana arvovirtakuvausta ovat siinä esiintyvät materiaali- ja informaatiovirrat, sekä tuotannon tapahtumia kuvaava prosessidata. VSM esittää kaavion avulla tutkittavan tuotannon tapahtuman prosessi vaiheet, erinäisten työvaihei-

den kestot, mahdolliset materiaali- ja informaatiovirtojen tapahtumat ja tuotettavien komponenttien määrät. Tarkoituksena on löytää mahdolliset hukat ja niiden kautta poistamaan juurisyyt eli ongelmien lähteet.



Kuva 3 Esimerkki kaavio arvovirtakuvauksesta. (Six sigma 2019.)

4 TUOTANNONOHJAUS

4.1 Tuotannonohjaus yleisesti

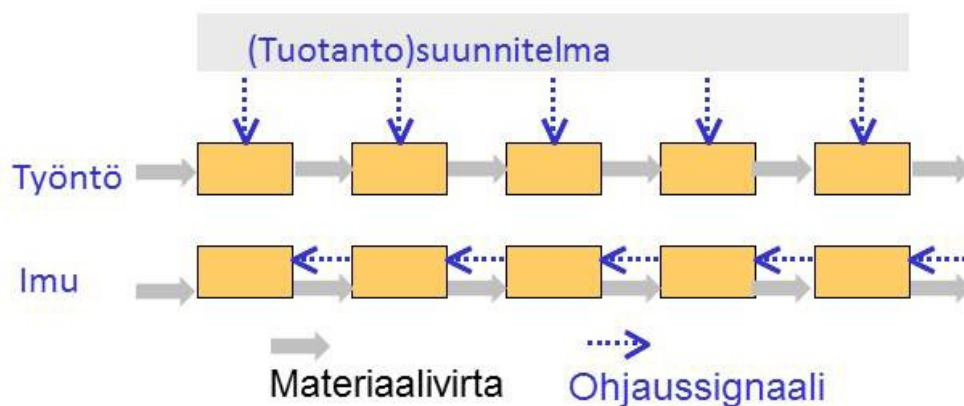
Tuotannonohjauksella tarkoitetaan menettelytapaa, jonka avulla yritys pyrkii ohjaamaan tuotantoaan täyttämään tilattujen tuotteiden valmistuksen vaatimukset niiden määrästä, laadusta ja toimitusajasta. Tuotannon ajoitus, tuotantokapasiteetin tehokas hyödyntäminen ja varastojen valvonta ovat perinteisiä tuotannonohjaukseen kuuluvia elementtejä. Nykyään tuotannonohjaukseen kuuluvat myös koko toimitusketjun kustannusten ja laadun hallinta, sekä informaatio- ja tavara- virrat. Tehtävänä on toteuttaa yrityksen tuotantostrategiaa. (Varis 2018.)

4.2 Imuohjaus

Yksi tehokkaan tuotannon periaatteista on ohut, tasainen ja tarkoituksenmukainen materiaalivirta, jota ohjaa asiakkaiden tarve eli kysyntä. Imuohjaus perustuu ajatusmaailmaan, jossa varastot ovat kustannuksen lähteitä ja piilottavat prosessien ongelmat itseensä. Näin ollen varastojen määrä tulisi saada minimoitua.

Imuohjauksen paras mahdollinen tapaus olisi saada tuotteiden valmistus asiakaskohtaiseksi yksi kappale kerrallaan suurinta mahdollista nopeutta olevaksi tuotteen valmistukseksi. Tällainen ei kuitenkaan ole mahdollista, joten imuohjaus tuotannonohjausmenetelmänä, joka perustuu asiakastarpeisiin ja heidän tahteihinsa. Tällaisessa tapauksessa varastojen ja keskeneräisen tuotannon määrä on mahdollisimman rajoitettua. Tuotteita valmistetaan ja siirretään eteenpäin tuotantoketjussa ainoastaan, silloin kun tarve vaatii, eli kun seuraava tuotantoketjun vaihe pyytää sitä. (Logistiikan Maailma 2019.)

Imuohjaus on helpoin toteuttaa materiaalivirroissa tai niiden osissa, joissa tarve on tasaista ja täydennykset nopeita. Voimakas kysynnän vaihtelu ja pitkät, sekä vaihtelevat täydennysajat ovat haasteellisia imuohjaukselle. (Logistiikan Maailma 2019.)

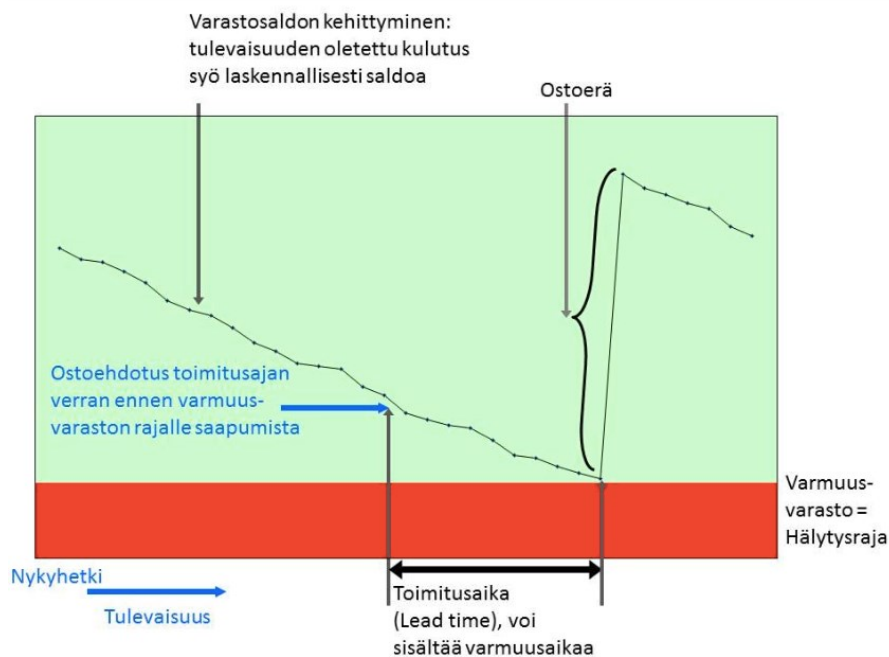


Kuva 4 Imu- ja työntöohjaus. (Logistiikan Maailma 2019.)

4.3 Työntöohjaus

Perustuu ennalta tehtyyn suunnitelmaan kuten tuotannon suunnitelmaan, jossa asiakkaan tarve ei ohjaa materiaalivirtaa niin kuin imuohjauksessa. Apukeinona ohjausmenetelmässä voidaan käyttää tarvelaskentaa (MRP). Työntöohjaus siis toimii ennalta tehdyn päätöksen mukaan, jonka avulla tuotetta ”työnnetään” markkinoille sen toimittajien ja valmistajien toimesta. (Logistiikan Maailma 2019.)

Yleensä imu- ja työntöohjausta käytetään vain osana tuotantoketjua ja ne esiintyvät usein yhdistettynä toisiinsa parhaan mahdollisen yrityksen materiaalivirran ohjauksen ja tarvittavien pitkän toimituskomponenttien saatavuuden saavuttamiseksi. (Logistiikan Maailma 2019.)



Kuva 5 MRP varastosaldo (Logistiikan Maailma 2019.)

4.4 Imu- ja työntöohjaus osana Lean- ajattelua

Lean- tuotannon materiaalivirtojen toimintaperiaatteesta käytetään nimitystä imuohjaus, se korvaa työntöohjauksena tunnetun toiminnan. Tässä tulevat työvaiheet imevät materiaaleja tarpeidensa mukaan edellisiltä vaiheilta, kun työntöohjauksessa virta työnnetään seuraavalle toimipisteelle. Täydellisessä imuohjauksessa prosessi alkaa asiakkaalta käynnistäen prosessin läpi kulkevan ohjaussignaalin, jota seuraa JIT- periaatteen mukainen materiaalivirta. Jokaista tuotetta ja nimikettä valmistetaan vain tarvittu määrä. Tällä tavoin pystytään karisimaan tehokkaasti hukkaa ja on siksi yksi tärkeimmistä Lean – toiminnan osista. (Womack & Jones 2003, 63.)

Työntöohjaus on helposti lähestyttävä ja luontainen vaihtoehto, joka ei kuitenkaan noudata Leanin periaatteita. Tuotteen tai vaiheen valmistuminen ei estä sen siirtämistä eteenpäin seuraavalle vaiheelle. Tuotteiden työntäminen seuraaville vaiheille ilman varsinaista tarvetta aiheuttaa esimerkiksi seuraavia ongelmia: myöhempien vaiheiden operaattoreiden vaikuttamisen mahdollisuus toimintaympäristöön häviää, täyttyen turhista ja puolivalmiista tuotteista. Keskeneneräisten tuotteiden siirtyminen eteenpäin vahvistuu, mutta tuotannon läpimenoaika ei nopeudu.

5 NYKYTILA JA HAASTEET

5.1 Haasteet

Työn toteuttamisen haasteena on Normetin kokoonpanopaikka kohtainen tuotantotapa. Koneiden rakennus tapahtuu lisälmen tehtaalla kahdella tapaa. Uudempi tapa on linjatuotanto, jossa koneita rakennetaan neljällä erinäisellä linjatuotannon pisteellä, joissa koneiden rakentaminen on hyvin vaiheistettua ja rakentamisessa voidaan käyttää tiettyä tahtiaikaa. Linjatuotantoa palvelee omat moduulien esivarustelupisteet, joissa rakenteilla oleviin ja seuraavaksi alkaviin koneisiin varustellaan ja kasataan valmiiksi hydrauliiikkaosat, ohjaamo, moottori ja puomi. Valmiiksi esikootut moduulit toimitetaan linjan kokoonpanopisteille, joissa ne voidaan suoraan asentaa paikoilleen ja siirtyä seuraavaan työvaiheeseen.

Toinen tuotantotapa on erilliset 14. paikkakokoonpanopistettä, joissa työkoneet kasataan samassa kokoonpanopisteessä niiden aloittamisesta valmiiseen koneeseen asti. Näille kaikille kokoonpanopisteille on kuitenkin yhteiset moduulien esivarustelu pisteet. Tämä tarkoittaa sitä, että jokaista moduulien esivarustelusolua (hydrauliiikka, puomi, ohjaamo, moottori) kuormittaa 14. kokoonpanopistettä. Erilaiset koneet ja niiden varusteet aiheuttavat työmäärältään hyvin suurta vaihtelua moduulien varustelussa, sekä niiden tuotantoajoissa. Kokoonpanopaikkojen useat erilaiset konetyypit varusteluineen vaikuttavat moduulien esivarustelujen pituuteen. Kokoonpano-ajat voivat vaihdella 4 työvuorosta (8 h/vuoro) jopa 14 vuoroon, mikä hankaloittaa esivarustelusolujen tuotannon hallintaa ja työnalla-/alkavien koneiden oikea aikaista aloittamista. Moduulien esivarustelujen työjonon ja mahdollisten ruuhkapiikkien hallinta on siis tärkeässä osassa Normetilla valmistettävien koneiden läpimenoajoissa.

5.2 Nykytila ja sen selvittäminen

5.2.1 Nykytilan selvittäminen

Moduulien esivarustelun nykytilan selvittämiseksi käytin apunani VSM Lean-työkalua. Toteutin arvovirtakuvauksen moduulien esivarustelun ohjaamoiden ka-sauspisteellä. Nykytilan selvittäminen suoritettiin erillisenä erikoistumisprojekti 2. kurssina. (LIITE 1)

5.2.2 Nykytila esikokoonpanon tuotannonohjauksessa

Esikokoonpanon tuotannonohjaus ja työjonojen hallinta tapahtuu esikokoonpanon työnjohtajan avulla. Työnjohtaja käyttää itse ylläpidettävää tiedostoa Excel taulukkolaskentaohjelmistoon. Tiedot poimitaan olemassa olevasta tuotantojosta, josta työnjohtaja aikatauluttaa ne tuotantojonon perusteella esikokoonpanon työjonoksi jokaiselle esikokoonpanopisteelle omana kohtanaan. (Kuva 6) Esikokoonpanopisteiden työntekijät saavat tiedon seuraavaksi työnalle otettavista koneista työnjohtajaltaan tiedustelemalla.

Järjestys	Konetyyppi	Aontapaikk	Kone	Aktivointi päivä	Esikokoonpanon suun. Aloitus	Hydet tehty?	Hytti 1300		Kriittiset osat	Tekijät	Muuta tietoa
							Onko kerätty?	Suunniteltu koneen			
1								19.8.2019			
2	Spraymec 8100 SmartDrive	KP12	EN238	5.8.2019							
3											
4	Charmec MC 605 DA(V)	KP11	DJ389	14.8.2019				22.8.2019			
5											
6	Spraymec 8100 VC Tier4f	KP14->KP3	EN240	31.7.2019				26.8.2019			
7	Uttimec SF 205 Per	KP9	HC110	15.8.2019				26.8.2019			
8	Spraymec MF 050 VC 1000V	KP14	EJ158	20.8.2019				26.8.2019			
9	Scamec 2000 M	KP2	FB224	21.8.2019				30.8.2019			
10											
11	Spraymec LF 050 VC	KP1	EK133					3.9.2019			
12											

Kuva 6 Esikokoonpanon työlista.

Työlistan ongelmiksi koituvat esimerkiksi sen pitäminen ajan tasalla ja tuotantoon tulevien koneiden järjestäminen oikeaan järjestykseen. Haasteellisuutta lisää myös tuotannossa tulevat aikataulutukset muutokset ja näin ollen eri esikokoonpanojen oikeassa järjestyksessä aloittaminen käsin täytettävän Excel taulukon avulla on työlästä, sillä saman tuotannossa alkavan koneen eri esikokoonpanot (puomi, ohjaamo, moottori) saattavat alkaa eri aikoihin eri koneiden kohdalla. Tällöin lista pystyy helposti menemään sekaisin ja ylläpidettävyys hankaloituu lisää. Parannusta taulukkoon tarvittaisiin selvyiden ja ylläpidettävyiden lisäämiseksi, jolloin esikokoonpanojen tuotannon ohjausta saataisiin helpotettua.

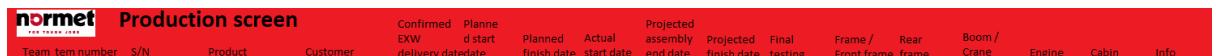
6 YRITYKSEN NYKYISET SOVELLUKSET JA TUOTANNONOHJAUS

6.1 Microsoft Access Database

Microsoft Access on tiedonhallinta työkalu, jolla pystytään varastoimaan ja hallitsemaan esimerkiksi erilaisia raportteja ja niiden sisältöjä. Accessilla voidaan hallita suuria määriä tiedostoja tehokkaasti ja vaivattomammin kuin esimerkiksi Microsoft Excelin tai muiden taulukkolaskenta sovellusten avulla. Microsoft Access on kehittynyt työkalu suurten tiedostomäärien hallintaan ja esittämiseen mahdollisimman yksinkertaisen ja ymmärrettävän ulkomuodon avulla. (Open Gate Software, 2019)

Accessia käytetään Normetilla työnjohtajien kirjanpitytyökaluna tuotannon kausuvaiheiden ja tapahtumien kirjaamisessa. Lisäksi Accessiin on kirjattuna jokaisen kokoonpanopaikan työnalla olevat ja seuraavaksi alkavat koneet, sekä niiden tiedot ja aloituspäivämäärät. Se toimii myös apuna tuotannon ja hankintaorganisaation välisessä kommunikaatiossa tuotannon kriittisten osapuutteiden listauksessa. Listauksen perusteella hankintaorganisaatiosta lähetetään komponenttien toimittajille tilanneraportti kriittisistä kiireellisistä osista ja pyritään heidän kanssaan löytämään hätäratkaisuja mahdollisimman nopealle osan toimitukselle.

Tuotantoon tulevien koneiden listausta Accessissa ylläpitää tuotantoinsinööri, joka täyttää kokoonpanopaikkojen koneet, sekä niiden tiedot Accessiin tehtyyn taulukkoon. (kuva 7)



Team	tem number	S/N	Product	Customer	Confirmed EXW delivery date	Planned start date	Actual start date	Planned finish date	Actual finish date	Projected assembly end date	Projected finish date	Final testing	Frame / Front frame	Rear frame	Boom / Crane	Engine	Cabin	Info
------	------------	-----	---------	----------	-----------------------------	--------------------	-------------------	---------------------	--------------------	-----------------------------	-----------------------	---------------	---------------------	------------	--------------	--------	-------	------

Kuva 7 Microsoft Accessiin tehty loppukokoonpanon taulukon tiedot.

Microsoft Access saadaan linkitettyä myös yrityksen dynamicsAX ohjelmistoon, joka tarkoittaa sitä, että tuotannon resurssien visualisointi onnistuisi myös Accessin kautta. Access ohjelmana on kuitenkin rakennettu ja kehitetty enemmän kirjanpidollisempaan tarkoitukseen, kuten työtuntien tai päivämäärien ja saldojen hallintaan. Kyseistä sovellusta käytettäessä tuotannonhallinta on mahdollista,

mutta yrityksen nykyisiin ohjelmistoihin ja niiden kanssa yhteistyössä toimimiseen työlästä.

Tutkiessa Microsoft Accessin mahdollisuuksia tuotannonohjauksen visualisoimisen työkaluna, sen ylläpitämisen hankaluus ja työllistävä vaikutus korostui lisää. Työkaluna Access on tuotannossa erittäin tuntematon ja ohjelman mahdollisuudet lukita toimintoja eri käyttäjille ovat pienet. Koodattua esimerkki työjonotaulukko saatiin se visualisoitua ymmärrettävään muotoon. Taulukkoon pystyttiin poimimaan tiedot tuotantoinsinöörin ylläpitämästä Access taulukosta, mutta näitä tietoja ei pystytty syöttämään suoraan tietona uuteen taulukkoon ja muokkaamaan haluttuun esikoonpanon työjonon järjestykseen molemminpuolisen muokkausyhteyden vuoksi. Taulukon ylläpito vaatisi lähes jatkuvaa työtä esikoonpanon työnjohtajalta, jotta työjono pysyisi ajan tasalla ja kokoonpanopisteillä voitaisiin seurata listaa suoraan.



Koontapaikka	Sarjanumero	Koneen tyyppi	Tuotenumero	Esikoonpano Aloitus	Esikoonpano Lopetus	Työnjohto Info	Kokoonpano Info
2	DB243	Charmec MC 605 DA(V) LE	100128397	4.6.2019	6.6.2019		
4	DH120	Charmec MC 605 DA(V) LE	1000129524	6.6.2019			
8	DF112	Charmec 1610 BE Robot	100128391				
700							
*							

Kuva 8 Microsoft Accessiin rakennettu esimerkki Ohjaamosolun työjonon visualisoinnista.

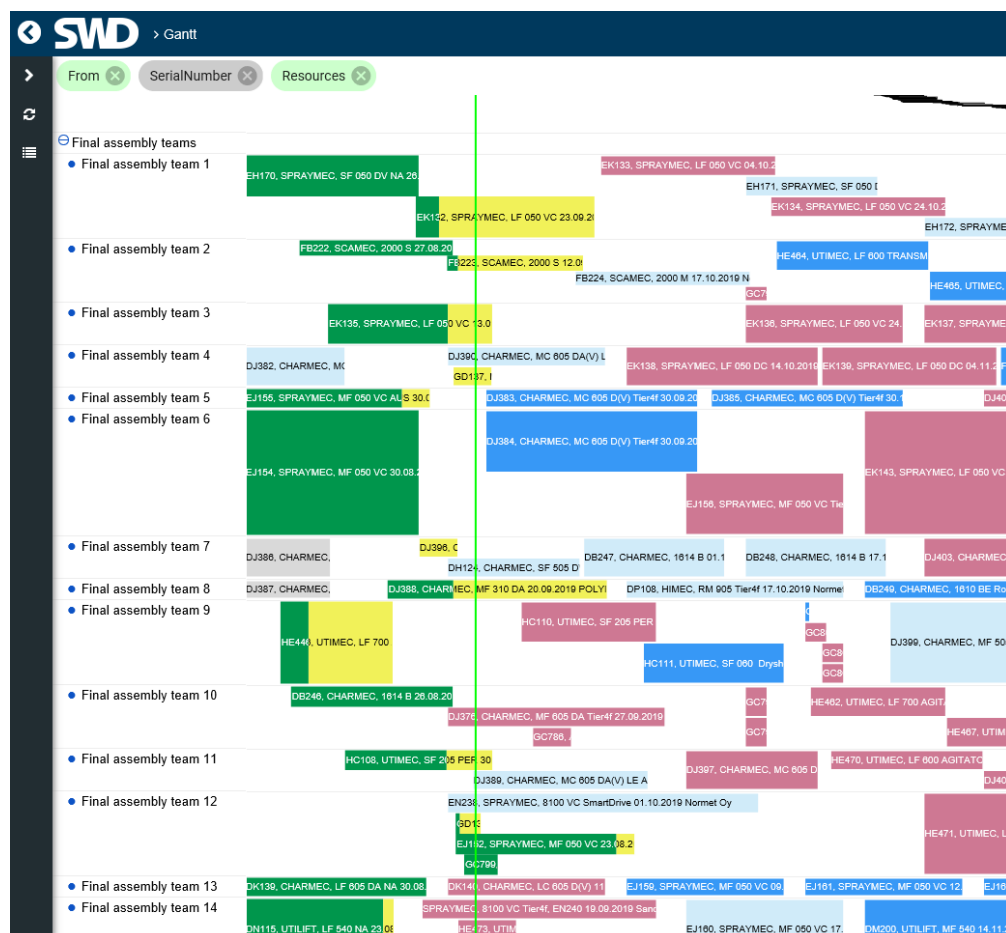
Microsoft Access on hyödyllinen niissä paikoissa missä sitä yrityksellä jo käytetään, eli loppukokoonpanon työnjohtajien välisessä kirjanpidossa ja tuotantojonon ylläpidossa. Työnjohdon Accessissa oleva tieto on vain heidän luettavissa ja täten ei työkaluna auta työnjohtajien ja tuotannon välistä keskustelua.

6.2 SWD PES

SWD PES toimii tuotannonsuunnittelun ja toimitusketjun hallinnan työkaluna. PES-järjestelmä vähentää yrityksen manuaalisen työn määrää tuotannonsuunnittelussa ja visualisoi sen muotoon, jota on helpompi ymmärtää ja käyttää te-

hokkaasti. Järjestelmän avulla toimitusketjun toimintavarmuutta ja kannattavuutta saadaan tehostettua, sekä lisäksi tiedonkulku yrityksessä helpottuu. PES-järjestelmä on pitkälle kehitetty työkalu, joka mahdollistaa S&OP-prosessien tiedonlähteiden yhdistämisen samaan simulointi- ja suunnittelutyökaluun. Tämä antaa päätöksentekoon ja eri vaihtoehtojen läpikäyntiin nopeutta ja helpottaa prosessia. Järjestelmä sisältää myös karkea-, tuotanto-, resurssi- ja hienosuunnitteluun helpottavia mahdollisuuksia. Eri toiminnallisuuksia näihin ovat esimerkiksi näkyvät materiaalipuutteet, huoltojen ja konerikkojen hallinta, huoltotoimien ja konekapasiteettien aikataulutusta, sekä perustietojen lataaminen ERP pohjaisista ohjelmistoista. (SWD, 2017)

Normet Oy:llä PES visualisoi dynamicsAX ohjelmistossa olevat yrityksen tuotannon resurssit, kuten suunnittelun, tuotantojonot ja varastosaldot. Ohjelma sisältää myös tuotannon työllistat, joista pystytään seuraamaan tuotannossa olevien koneiden etenemistä.



Kuva 9 Näkymä Tuotantojonosta ja sen etenemisestä GANTT-kaavion muodossa PES ohjelmistossa.

PES- järjestelmän käyttäminen esikokoonpanon tuotannonohjauksessa voisi olla ratkaisuna helpottamaan nykyistä työnjohtajan ylläpitämää järjestelmää. Ongelmia ja hyötyjä PES-järjestelmän käytössä osana myös esikokoonpanon ohjauksessa ovat;

Hyötyjä:

- PES poimii tietonsa DynamicsAX ohjelmistosta, joka helpottaa informaatiovirran ylläpitoa ja pitää PES- ohjelmiston päivitettyinä samoihin tietoihin, jota ERP järjestelmään syötetään. Tämä helpottaa ylläpitämistä ja yhdistää yrityksessä olemassa olevat sovellukset ja tiedot toisiinsa.
- Ohjelmistoa ollaan ottamassa yhä aktiivisemmin yrityksen käyttöön osaksi tuotantojonon visuaalista hallintaa ja AX:n tuotannon resurssien helpompaa hallintaa. Tarkoittaen esimerkiksi materiaalipuutteiden, aikataulujen ja tärkeiden projektien visualisointia GANTT- kaavion muotoon. (Kuva 9)
- PES- järjestelmässä on worklist toiminto, jolla pystytään hallitsemaan ja pitämään yllä tuotantojonoa kokoonpanossa olevien ja sinne tulevien koneiden tietoja. Mahdollisuutena myös soveltaa tämä esikokoonpanon käyttöön.
- Kokoonpanopaikka kohtaisten työjonojen luominen on mahdollista.
- WEB versiolla pystytään tavoittamaan kaikki työntekijät helposti

Ongelmia:

- PES- järjestelmä ei ole yrityksellä vielä täysin käyttöön otettuna esikokoonpanon työjonon käsittelyyn käyttöliittymän yhteensopimattomuus haasteiden vuoksi.
- Työn etenemän kirjaaminen tapahtuu vain työnjohtajan kautta, joten esikokoonpanon työntekijät eivät pystyisi itse päivittämään tietoja ohjelmaan.
- Työjonon muokkaaminen ei ole mahdollista työnjohtajien tai työntekijöiden käyttäjäoikeuksilla.

6.3 DynamicsAX

Microsoft Dynamics AX on Microsoftin kehittämä toiminnanohjausjärjestelmä. AX syntyi yritysten nimeltä IBM ja Damgaard Data yhteistyön tuloksena. Varhaisessa vaiheessa se tunnettiin nimellä IBM Axapta. Dynamics AX on järjestelmä, jolla yritys pystyy automatisoimaan toimintojaan. AX on ERP-järjestelmä, joka pitää sisällään yrityksen tuotannon resurssit. Työlle alkavia koneita aktivoidaan järjestelmässä aktiivisiksi, sitä mukaa kun tuotantolonossa niille suunniteltu aloituspäivä tulee kohdalleen. Järjestelmä luo resurssi kohtaiset työjonot, joista työntekijät näkevät tulevat työt. Kun tuotannon suunnittelu hyväksyy koneiden rakenteet ja suunnitelmat päästään tuotanto käynnistämään keräilemällä varastoista osia ja valmistautumaan koneen kasaukseen. Ohjelma on siis enemmän yhteisen tietokannan säilömistä ja sieltä toimintojen aktivoimista varten, kuin itse tuotannonohjauksessa käytettävä visuaalinen työkalu.

6.4 Linjakokoonpanon tuotannonohjaustaulu

Lisänä Normet Oy:n lisälmen toimipisteen 14. tolppakokoonpanopaikan ja näiden esikokoonpanojen rinnalla toimii tuotantolinja ja sen kokoonpanopaikkakohtaiset esikokoonpanosolut. Puomi, Ohjaamo, Moottori, Pienesikokoonpano ja hydrauliiikan esikokoonpano solut ovat eriteltynä tuotantolinjan läheisyyteen siten, että tuotantolinjalla esikoottua komponenttia tarvittaessa voidaan esikokoonpanopisteiltä siirtää valmiiksi koottu kokonaisuus suoraan koneeseen. Tuotantolinjan ja sen esikokoonpanon tuotannonohjauksen helpottamiseksi kokoonpanopisteiden läheisyydessä on tuotannonohjaustaulu. Taulun avulla pystytään työnjohdon ja työntekijöiden yhteistoiminnalla pitämään yllä aikataulutusta ja työjonoa tuotantolinjan eri kokoonpanopisteiltä. (Kuva 10) Taulussa työjonon ylimpänä on kone, joka valmistuu seuraavaksi ja tämän valmistuttua alimmaksi täytetään työjonossa seuraavana tuleva kone.

Taululla pystytään seuraamaan esikoontien etenemistä ja varmistamaan täten, jokaisen komponentin oikea aikaisen saamisen koottavaan koneeseen. Värillisillä lapuilla, joita työntekijät lisäävät ja vaihtavat värejä kerrotaan missä vaiheessa mikäkin esikokoonpano kyseisen koneen kohdalla etenee. Myös varastotyöntekijät saavat tietoa taulusta itselleen, kuten milloinkaan seura-

vaa konetta voidaan alkaa keräilemään. Lapuissa Vihreä kertoo esikokoonpanon olevan valmiina ja se voidaan siirtää kasattavaan koneeseen heti kun sitä tarvitaan. Keltainen lappu kertoo esikokoonpanon olevan yhä vaiheessa. Sininen lappu viestii varastotyöntekijöiden yhä keräilevän komponentteja esikokoonpanoa varten ja punainen lappu tarkoittaa, ettei keräilyä ole vielä aloitettu.

Taulussa kerrotaan myös koneen toivotut- ja oikeasti aloitetut päivämäärät, sekä jokaisen työvuoron toivotut koneen kasaus vaiheet. Taulusta pystytään seuraamaan tuotantolinjan aikataulua ja sitä onko linjalla pysytty toivotussa aikataulussa.

Lihapakka	Kone	Työvuoron mukainen startti	Aloitettu linjalla	Päätty linjalla	Tavoite vaihe	23.1 Meneillään oleva vaihe	24.1 Koonnan jättämä	Puumi	Ohjaamo	Moottori	Pien-esikoonta	Hydet esikoonta	Hydet loppukoonta
4	HD265						KOKOUS / PÄÄTYS						
3	HD371 HD400 LUBE	14.1 AAMU	14.1 LTA	23.1 AAMU	140	130	0,5						
2	HD372 HD400 LUBE	16.1 AAMU	17.1 AAMU	25.1 LTA	90	30	0,5						
7	EN221 8100 AUS	23.1 AAMU	21.1 LTA	1.2 LTA	40	30	1						
EL	EN223 8100 AUS	20.1 AAMU	22.1 AAMU										
EL	EN222 8100 AUS	30.1 AAMU											

Kuva 10 tuotantolinjan tuotannonohjauksessa käytettävä magneettitaulu.

Kyseinen tuotannonohjaustaulu toimii erittäin hyvin tuotantolinjan ja sen esikokoonpanon hallinnassa tiedossa olevan säännöllisen tahtiajan perusteella, jolla linjan koneet valmistuvat ja siirtyvät seuraaviin kokoonpano vaiheisiin. Aika pidetään samana ja koneet vaihtavat tarpeellisten kokoonpanovaiheiden jälkeen seuraavalle paikalle, jossa toistetaan uudet työvaiheet tietyssä tahtiajassa. Näin

ollen taulussa olevien koneiden määrä pysyy helposti ylläpidettävänä ja tietojen täyttäminen uusille alkaville koneille ei vaadi suuria toimenpiteitä.

Tuotannonohjauksessa käytettävässä taulussa hyötyjä ja ongelmia olisivat;

Hyötyjä:

- Tuotannon työlista olisi helposti nähtävissä taululta ja sen käyttämiseen kouluttaminen ei henkilöstölle ei olisi aikaa vievää.
- Työvaiheiden eteneminen esikokoonpanon osalta olisi seurattavissa taululta, jolloin loppukokoonpanon henkilöstö pystyisi sen kautta seuraamaan kokoonpanopaikkojensa esikokoonpanojen etenemisen.
- Taulun ylläpitäminen pystyttäisiin tekemään yhdessä työntekijöiden ja työnjohdon kanssa.
- Selvästi näkyvä taulu olisi visuaalisesti tehokkaampi, kuin tietokoneiden välityksellä toimivat ohjelmistot. Myös kaikki saatavilla olevat tiedot olisivat selvästi yhdellä taululla nähtävissä.

Ongelmia:

- Ylläpidettävyys olisi hankalaa jokaisen 14. kokoonpanopaikan koneen eri vaiheisen rakentamisen vuoksi.
- Jokainen esikokoonpanonsolu (Puomi, moottori, ohjaamo, hydraulikka, pienesikokoonpano) tarvitsisi oman taulun, joita täytyisi ylläpitää eriaikaisien ja erikoneille tulevien komponenttien vuoksi. Esimerkiksi esikoottu hydraulikka täytyy olla tehtynä tietylle koneelle, ennen kuin puomi, johon voidaan tarvita esikoottuja hydraulikan komponentteja.
- Työnjohtaja joutuisi katsomaan tuotantojonosta tulevien koneiden tiedot ja päivittämään nämä käsin tauluihin. Jos tuotantojonon tärkeyteen tulee muutos, joutuu hän käymään päivittämässä taulut uuteen tärkeys järjestykseen.

- Tuotannon myöhästyminen jollain kokoonpanopaikalla tarkoittaa aina taulun uudelleen päivittämistä.
- Tuotannossa sijaitsevat taulut menevät helposti sotkuun niiden ohi kuljettaessa ja vahingossa osuttaessa.

6.5 MES – Manufacturing Execution System

Tulevien vuosien aikana yritys on ottamassa käyttöön MES- järjestelmää, joka tulee olemaan tulevaisuuden kannalta erittäin tärkeässä roolissa tuotannonohjauksen osalta.

Manufacturing Execution System (MES) on valmistuksenohjausjärjestelmä, jonka avulla suunnitellaan ja ohjataan tuotantoa. MES-järjestelmä kerää yksityiskohtaista tietoa valmistusprosesseista ja se välittää tietoa valmistuksen etenemisestä toiminnanohjausjärjestelmään ERP:hen.

MES tietojärjestelmä kokoaa yhteen ne tuotannossa olevat tilauksien, tuotteiden, materiaalien ja prosessien informaatiovirrat, joita sisäisessä tuotantoketjun hallinnassa tarvitaan. Toimintojen eri osa-alueiden kokoaminen samaan järjestelmään helpottaa kokonaisuuden hallintaa, eikä hajallaan olevaa tietoa eri järjestelmissä ole vaikeuttamassa tuotannon ohjaamista. (Arrow Engineering, 8)

MES on tarkoitettu tuotannon ohjaamiseen, dokumentointiin ja suunnitteluun. Tätä työkalua hyväksikäyttäen yrityksessä pystytään ottamaan käyttöön tuotannonohjaukseen tarkoitettu työkalu, jolla pystytään hallitsemaan yhtä aikaa tuotannon tapahtumia. MES välittää tietoja järjestelmien ja tuotannon automaation välillä. Sitä voidaan kutsua puuttuvaksi palaseksi ERP-järjestelmän ja tuotannon välillä. Se lyhentää läpimenoaikoja ja työhön oppimisaikaa, vähentää tuotannossa tarvittavia järjestelmiä ja korjaustöitä, sekä helpottaa työn toistettavuutta ja vakiointia. (Leanware)

7 VERTAILU JA TULOKSET

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia ja kehittää yrityksen esikokoonpanon visuaalista tuotannonohjausta Lean- työkaluja apuna käyttäen. Työssä tutkittiin yrityksessä muualla tuotannossa käytössä olleita tuotannonohjaustyökaluja ja niiden soveltamista esikokoonpanon tuotannonohjaukseen. Kehittämistyössä käytiin lävitse käytössä olleiden työkalujen hyötyjä ja haittoja esikokoonpanon ohjauksessa, sekä yhteistyössä yrityksen työntekijöiden kanssa tutkittiin mitä tuotannonohjauksen työkalulta todellisuudessa vaaditaan.

7.1 Ohjausmenetelmien ominaisuuksien vertailu

Tulevassa taulukossa (Taulukko 1) käydään lävitse tuotannonohjauksessa käytössä olevien ohjausmenetelmien ominaisuuksia ja annetaan eri kriteerien mukaan näille painoarvoja. Taulukossa olevat ohjaustyökalut pisteytetään eri kriteereiden kohdille numeroin 1–3, joista numero 1 tarkoittaa heikointa työkalua kyseisessä kriteerissä ja numero 3 toimivinta työkalua. Jokaiselle kriteerille on annettu oma painoarvonsa prosentteina tuotannonohjaustyökalujen osa-alueiden mukaan. Prosentit kriteereille on jaettu siten, että yhteenlaskettuna tulokseksi tulee 100 %. Kriteereiden prosenttisuudet kokonaisuuteen nähden jakautuvat: Visuaalisuus %, Ylläpidettävyys %, Tiedon Jakaminen %, Käytettävyys %.

	Visuaalisuus	Ylläpidettävyys	Tiedon jakaminen	Käytettävyys
Microsoft Access Database				
SWD PES				
Magneettitaulu				

Taulukko 1 Ohjausmenetelmien ominaisuuksien pisteyttäminen painoarvojen mukaan.

7.1.1 Visuaalisuus

Visuaalisuus esiintyy tuotannonohjaustyökaluissa osana niiden helppolukuisuutta ja tarvittavien tietojen esillepanoa. Hyvä visuaalinen kokonaisuus varmistaa sen, että kyseistä toiminnanohjaustyökalua käytettäessä pystytään helposti ymmärtämään mitä milläkin työkalun antamalla tiedolla tarkoitetaan ja pystytään pitämään kommunikaatiota selvänä tuotannon ja työnjohtajien välillä.

7.1.2 Ylläpidettävyys

Ylläpidettävyys on tärkeä osa tuotannonohjaustyökalua. Huono ylläpidettävyys aiheuttaa ongelmia työkalun toimintaan, jolloin sitä on raskasta, sekä aikaa vaativaa pitää ajan tasalla. Helposti ylläpidettävät ja päivitettävät ohjelmistot auttavat työnjohtajien tiedon jakamista tuotannon henkilöstölle. Ylläpidettävyyden helppous vaikuttaa myös positiivisesti tiedon jakamiseen.

7.1.3 Tiedon jakaminen

Tiedon jakaminen on osa-alueeltaan tärkein kohta tuotannonohjaustyökalua. Tietojen jakaminen työkalujen avulla täytyy olla helposti tehtävää ja myös ymmärrettävää. Erilaiset tietomuutokset ylläpidettävyyden kautta olisi hyvä pystyä tekemään mahdollisimman yksinkertaisesti ja luotettavasti. Reaaliajassa siirtyvät muutokset olisivat työkalun kannalta erittäin tärkeää.

7.1.4 Käytettävyys

Käytettävyydellä tarkoitetaan palvelun tai laitteen helppokäyttöisyyttä. Arvioidaan kuinka oikeat palvelun tai laitteen käyttäjät voivat sitä käyttää todellisissa tilanteissa. Ideaalisessa tilanteessa käyttäjät pystyvät suoriutumaan tavoitteistaan ongelmitta ja nopeasti, jolloin käytettävyys palvelulla tai laitteella on hyvä. Jos käyttäminen jollekin palvelulle tai laitteelle on hankalaa eikä käyttäjä osaa sitä käyttää on vika nähtävästi niiden käytettävyydessä. Tämä osa-alue on tärkeä tuotannonohjaustyökalulle, sen tiedon saamisen sekä välittämisen työnjohtajien ja tuotannon välillä.

7.2 Ohjausmenetelmien vertailun tulokset

Tuloksia alettiin kasaamaan työnjohtajiin ja heidän mielipiteisiinsä kohdennetulla kyselyllä, johon vastanneita henkilöitä saatiin 5 kappaletta. Kriteerien löytämiseksi ja vastauslomakkeen (LIITE 2) täyttämisen selvytyksi järjestettiin kokous työnjohtajien kesken, jossa päätettiin lopulliset kyselyssä käytettävät kriteerit, joita tuotannon ohjauksessa käytettävältä työkalulta voidaan vaatia. Työnjohtajien kyselylomakkeessa heitä pyydettiin lyhyesti kertomaan taulukossa esiintyvien työkalujen toiminnasta tuotannonohjauksen apuna. Heitä pyydettiin myös jakamaan taulukossa esiintyvien kriteerit tärkeys järjestykseen prosentteja hyväksi käyttäen, joiden yhteistuloksesta saatiin jaettua kriteereille alla näkyvät prosenttiosuudet.

Taulukossa esiintyvien kriteereiden tärkeys jakautui työnjohtajille esitetyn kyselyn perusteella seuraavasti: Visuaalisuus 10 %, Ylläpidettävyys 27.5 %, Tiedon jakaminen 30 % ja Käytettävyys 32.5 %. Prosenttien määrät ovat vastanneiden työnjohtajien vastauksien keskiarvo. Tärkeimmäksi kriteeriksi tuotannonohjauksessa käytettävälle työkalulle kyselyn perusteella valikoitui käytettävyys. Pienimmän painoarvon valituista kriteereistä sai Visuaalisuus. Kyselyn tuloksista voidaan päätellä, että työkalulta vaaditaan enemmän hyötyjä sen käytettävyyttä ja toiminnallisuutta kohtaan.

	Visuaalisuus	Ylläpidettävyys	Tiedon jakaminen	Käytettävyys	Yhteispisteet
Microsoft Access Database	1	2,4	1,8	2,6	2,145
SWD PES	2,4	2,6	2,4	2,4	2,455
Magneettitaulu	2,6	1	1,8	1	1,4

Taulukko 2 Ohjausmenetelmien ominaisuuksien tulokset.

Työnjohtajien vastaukset kirjattiin taulukkoon, josta pystyttiin laskemaan yhteispisteet jokaiselle mukana olleelle tuotannonohjaustyökalun ohjausmenetelmän ominaisuudelle. Tutkituista tuotannonohjauksentyökaluista parhaimmaksi vaihtoehdoksi valikoitui kyselyn tuloksien perusteella SWD PES, joka ei kuitenkaan

ollut kaukana pisteytyksessä toiseksi tulleesta Microsoft Accessista. Pisteytyksien tuloksien mukaan PES työkalu täyttää parhaiten yrityksessä esikokoonpanon tuotannonohjaukseen vaaditut kriteerit. Työkalua pystytään päivittämään ja käyttämään verkkoyhteyden välityksellä, josta tarvittavien tuotannon tietojen saaminen on mahdollista työpisteiden tietokoneilta. SWD PES on yrityksessä kehitysvaiheessa oleva työkalu, josta tulevaisuudessa pystytään saamaan kehittynyt tuotannonohjausta edistävä ohjelmisto. Opinnäytetyön tekohetkellä työkalun käyttöliittymä esikokoonpanon työjonon käyttöön ja ohjaukseen ei ollut täysin valmiina, mutta työntekijöiden kanssa tehdyssä yhteistyössä pystyttiin jo havaitsemaan PES ohjelmiston suuri potentiaali korvaamaan esimerkiksi fyysisesti työtiloissa olevat enemmän aikaa vievät ja ylläpidettävyydeltään vaikeammat magneettitaulut.

Kyselyn ja opinnäytetyössä tehdyn tutkimuksen perusteella myöskin tällä hetkellä käytössä olevista työkaluista Microsoft Access on toiminnoiltaan varteentotettava vaihtoehto tuotannon ohjaukseen. Sen visuaalisuuden ja tiedon jakamisen ongelmat saattavat kuitenkin aiheuttaa ongelmia etenkin esikokoonpanon tuotannon ohjaukseen. Selvästi vähiten pisteitä saanut taulukossa ollut työkalu oli magneettitaulut, joiden ylläpidettävyyys ja käytettävyys saivat huonoimmat pisteet. Kuten kappaleessa 6.4 on esitetty, löytyy magneettitaulujen käytöstä useita aikaa vieviä ja työllistäviä ongelmia, joita tuotannonohjauksessa ei kaivata. Myöskin tiedon jakaminen näiden taulujen avulla saattaa helposti olla erittäin sekavaa ja helposti väärin luettavaa.

8 POHDINTA

Opinnäytetyön esitilanteen selvitys ei palvellut opinnäytetyön aihetta toivotulla tavalla. Arvovirtakuvaus toteutettiin esikokoonpanon ohjaamosoluun ja siellä koottuun yhteen ohjaamoon. Tarvittavien tuotannonohjaukseen koskevien tuloksien saamiseksi arvovirtakuvaus olisi pitänyt kohdentaa aikaan ennen ohjaamon kokoonpanoa, jolloin tuloksiksi olisi saatu esikokoonpanon työnjohtajan työvaiheita ja niihin kuluvaan aikaan tuotannonohjauksen osalta. VSM osalta kuitenkin löytyi yritykselle tulevaisuudessa hyödynnettäviä tietoja esikoottujen komponenttien ja ohjaamoiden työaikojen osalta.

Työn edetessä opin aikataulutuksen ja käsiteltyjen aiheiden tarkemman rajauksen olevan tärkeässä roolissa. Ennen työn aloittamista tulee ennakkoon tehty suunnitelma oltu tarkkaan mietittynä, aikataulutettuna ja epäselvät asiat selvitetynä. Tällä tavoin pystytään jatkossa välttämään aiheiden turhan laajalti tutkiminen ja keskittämään projektissa käytetty aika tarpeellisiin asioihin. Yritykseen ollaan tulevaisuudessa tuomassa MES – järjestelmä, joka tulee olemaan erittäin vartenotettava työkalu tuotannonohjaukseen myöskin esikokoonpanon osalta. Ohjelmistolla pystytään toteuttamaan helpompaa tuotannonohjausta esimiehen ja työntekijöiden välillä, sekä sen ollessa yhteydessä ERP- järjestelmään saadaan myöskin tarvittavat aikataulutukset visuaalisesti näkyviin.

Työssä käsiteltyjen tuotannonohjaustyökalujen yhteensovittaminen ja niistä toimivimman vaihtoehdon hyödyntäminen yrityksen esikokoonpanon tuotannonohjauksessa on haasteellista tuotannossa esiintyvien erilaisten tahtiaikojen ja 14. loppukokoonpanopisteen vuoksi. Yksittäisellä työkalulla tämä tulee olemaan haasteellista, mutta yhdisteltäessä mahdollisia tuotannonohjauksen työkaluja voidaan pystyä saamaan toimiva kokonaisuus. Opinnäytetyössä esiintyviin tuloksiin päädyttiin tiiviillä yhteistyöllä yrityksessä toimivien työnjohtajien ja toimihenkilöiden yhteistyöllä. Työnjohtajien kyselytaulukosta käy esille, että tärkeimmät ohjausmenetelmien kriteerit ovat Ylläpidettävyys, Visuaalisuus ja Käytettävyys, joihin yrityksen tulevaisuuden tuotannonohjauksessa kannattaa erityisesti kiinnittää huomiota.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

Arrow Engineering Oy. Ei päiväystä. Verkkosivu. MES-järjestelmän hankinta. [Viitattu 2021-07-09] Saatavissa: https://blogi.arroweng.fi/hubfs/Docs/MES-j%C3%A4rjestelm%C3%A4n-hankinta-opas.pdf?utm_campaign=MES&utm_source=hs_automation&utm_medium=email&utm_content=51195868&_hsenc=p2ANqtz-_p7mCue5MbjQ0XKsl1b9UiscWv-DAV0u0ywm48hfqTf-YXYvZGd-44fLkPbUmsp4pI1Uc8esr-Amf3FEO1TFKlj5GLR8w&_hsmi=51195868

J.P. Womack and D.T. Jones 2003 Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. [Viitattu 2019-06-04], [Viitattu 2021-07-09]

Leanware. Ei päiväystä. Mikä on MES- järjestelmä? Verkkosivu. [Viitattu 2021-07-09] Saatavissa: <https://leanware.fi/tuotteet/tuotannonohjausjarjestelma-mes/>

Liker, J.K. 2010. Toyotan tapaan. Suom. Marko Niemi. [Viitattu 2019-05-27] Helsinki: A Bonnier Group Company.

Logistiikan Maailma 2019. Verkkosivu. [Viitattu 2019-08-19] Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/materiaaliohjaus/materiaalin-ohjaus-nimiketasolla/tarvelaskenta-mrp/>

Logistiikan Maailma 2019. Verkkosivu. [Viitattu 2019-08-19] Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/prosessien-kehittaminen/jit-just-in-time-ja-imuohjaus/>

Modig, N, & Åhlström, P. (2013). Tätä on Lean – Ratkaisu tehokkuusparadoksiin. [Viitattu 2021-06-02] Tukholma: Rheologica Publishing 2013.

Normet, 2019. Tietoja meistä. Verkkosivut. [Viitattu 2019-04-03]. Saatavissa: <https://www.normet.com/fi/tietoja-meista/>

Opengate software, 2019. Ms Access Products. Verkkosivut. [Viitattu 2019-04-25] Saatavissa: <https://www.opengatesw.net/ms-access-tutorials/>

Six Sigma. Yleistä Leanista. Arvovirtakuvaus. Verkkosivut. [Viitattu 2019-05-23] Saatavissa: <http://www.sixsigma.fi/index.php/fi/lean/yleinen/arvovirtakuvaus-vsm/>

SWD, 2017. Ratkaisut. Verkkosivut. [Viitattu 2019-04-25] Saatavissa:

<https://swd.fi/ratkaisut/>

Taloussanomat, 2020. Normet Group Oy. Verkkosivut. [Viitattu 2020-12-20].

Saatavissa: <https://www.is.fi/yritys/normet-group-oy/iisalmi/1954515-8/>

Varis, P. 2018. Toimitusketjun hallinta- kurssi. [Viitattu 2019-08-01]

LIITE 1: ARVOVIRTAKUVAUS ERIKOISTUMISPROJEKTI

Arvovirtakuvauksen raportti on salattu.

LIITE 2 KYSELYLOMAKE TYÖNJOHTAJILLE

Kyselylomake

1. Kerro lyhyesti hyötyjä/haittoja Microsoft Access Database, SWD PES, sekä käsin käytettävien erilaisten magneettitaulujen toimimisesta tuotannonohjauksen apuna.
2. Täydennä taulukkoon numeroin 1-3 (1=heikoin, 3=toimivin) tuotannonohjaus työkalujen toimivuus eri kriteereiden kohdille. Voit laittaa yhden kriteerin alle jonkin numeroista (1,2,3) vain kerran.

Anna myös mieleisesi painoarvot prosentein jokaiselle eri kriteerille joka taulukosta löytyy siten että näiden yhteenlasketuksi prosenttiarvoksi tulee 100%. Anna prosentit siten että mitä enemmän prosentteja tietyllä kriteerillä on. Sitä tärkeämmäksi tunnet tämän kriteerin tuotannonohjaustyökalulle olevan. Esim. Visuaalisuus 10%, Ylläpidettävyys 25%, Tiedonjakaminen 30%.... =100%

Kriteerit ovat:

Visuaalisuus: %

Ylläpidettävyys: %

Tiedon Jakaminen: %

Käytettävyys: %

ESIMERKKI

visuaalisuus 20%

	Visuaalisuus	Visuaalisuus
Microsoft Access Database	1	2
SWD PES	2	2
Magneettitaulu	3	1
	Oikea Tapa	Väärä Tapa

VASTAUSTAULUKKO

	Visuaalisuus	Ylläpidettävyys	Tiedon jakaminen	Käytettävyys
Microsoft Access Database				
SWD PES				
Magneettitaulu				