



■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

LAITTEIDEN TESTAUS- JA VIIMEISTELYPROSESSIN OHJAUSMENETELMIEN KEHITYS

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Jaakko Passiniemi	
Työn nimi Laitteiden testaus- ja viimeistelyprosessin ohjausmenetelmien kehitys	
Päiväys 24.4.2016	Sivumäärä/Liitteet 40/5
Ohjaaja(t) Projekti-insinööri Milla-Riina Turunen, Yrityspalvelupäällikkö Pentti Halonen, Normet Quality Engineer Jussi Salmén, Normet Production Manager Eetu Pekkanen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Normet Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyö tehtiin Iisalmessa sijaitsevalle Normet Oy:lle, joka on erikoistunut valmistamaan ajoneuvoja haastaviin tunneli- ja kaivosalan asiakasprosesseihin. Työn tarkoituksena oli selvittää keskeisimmät laitteiden testaus- ja viimeistelyprosessin läpimenoaikaan vaikuttavat tekijät. Opinnäytetyön aikana suunniteltiin kehitystoimenpiteet eliminoimaan tunnistetut tärkeimmät hukan aiheuttajat.</p> <p>Tutkimuksen kohteeksi valittiin kolme tyypillistä Normet-laitetta, joiden kokoonpanoprosessi kuvaisi parhaiten senhetkistä tilannetta. Opinnäytetyön suorittamisessa käytettiin kahta erilaista kehitystyökalua: havainnointitutkimuksella selvitettiin laitteen testaus- ja viimeistelyvaiheen poikkeamien yhteys laitteen kokoonpanon aikana havaittuihin poikkeamiin. Tällä tutkimustyökalulla pyrittiin tunnistamaan tämänhetkisen ongelmanratkaisutavan mahdollinen kehityspotentiaali. Testaus- ja viimeistelyprosessin tutkimiseen sovellettiin myös arvovirtakuvausta. Arvovirtakuvauksella selvitettiin laitteiden testaus- ja viimeistelyprosessin keskimääräiset prosessien kestoajat sekä osaprosessien väliset odotusajat. Myös testaus- ja viimeistelyprosessin aikainen informaation kulku ja päivittäisjohtaminen kuvattiin arvovirtakuvauksessa.</p> <p>Havainnointitutkimuksen ja arvovirtakuvausten tulosten perusteella testaus- ja viimeistelyprosessiin laadittiin vakioitu ohjaustapa, jolla pyritään lyhentämään prosessin läpimenoaikaa ja parantamaan testaustyön laatua.</p>	
Avainsanat LEAN, Läpimenoaika, Arvovirtakuvaus, Havainnointitutkimus	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Mr Jaakko Passiniemi			
Title of Thesis Developing the control methods of testing and finishing process			
Date	24.4.2016	Pages/Appendices	40/5
Supervisor(s) Ms Milla-Riina Turunen, Project Engineer, Mr Pentti Halonen, Project Engineer, Mr Jussi Salmén, Normet Quality Engineer and Mr Eetu Pekkanen, Normet Production Manager			
Client Organisation /Partners Normet Ltd			
<p>Abstract</p> <p>This thesis was made for Normet Ltd. located in Iisalmi. Normet Ltd. is specialized in manufacturing mining and tunneling vehicles for challenging customer processes. The purpose of this thesis was to recognize the most crucial factors affecting the lead time of the testing and finishing processes. During this thesis, improvements were designed to eliminate the waste recognized in the testing and finishing process.</p> <p>Three typical Normet vehicles were chosen as subjects of this research. The assembly processes of these three vehicles were meant to represent the current state. Two different development tools were used during this thesis. Observation study was used to find out if there was a connection between the problems recognized during the testing and finishing processes and those recognized during the assembly process. The aim of this tool was to recognize if there was development potential in the current problem solving method. Also value stream mapping was applied to study the testing and finishing process. This tool was applied to find out the average durations of the sub-processes and the waiting time between the sub-processes. Also the information flows of the testing and finishing processes were represented in these value stream maps.</p> <p>In conclusion, the results of these researches were used to design a new work management tool for the testing and finishing process. This tool will be used to shorten the lead time of the process and to enhance the quality of the whole testing process.</p>			
Keywords LEAN, Lead time, Value stream mapping, Observation study			

ESIPUHE

Tämän opinnäytetyön avulla pääsin tutustumaan syvällisemmin prosessiin, josta minulla on jo monen vuoden kokemus työntekijänä. Opinnäytetyön aikana pääsin myös tutustumaan hyödyllisiin kehityskaluihin kuten arvovirtakuvaukseen ja työntutkimiseen. Toivon että pääsen hyödyntämään opinnäytetyön aikana opittuja taitoja tulevissa kehitysprojekteissa.

Haluan kiittää Normet oy:n Quality Engineer Jussi Salménia ja Production Manager Eetu Pekkasta opinnäytetyön aikaisesta tukemisesta ja opastuksesta. Haluan myös kiittää myös molempia opinnäytetyön työnohjaajiani, projekti-insinööri Milla-Riina Turusta ja yrityspalvelupäällikkö Pentti Halosta. Myös kaikki opinnäytetyön suorituksen aikana mukana olleet Normet oy:n työntekijät ansaitsevat suuret kiitokseni avoimuudesta ja kehitysmuutosestani.

Iisalmessa 22.4.2016

Jaakko Passiniemi

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ESIPUHE

1	SANASTO.....	7
2	JOHDANTO	8
2.1	Opinnäytetyön tausta	8
2.2	Opinnäytetyön tavoitteet ja rakenne	9
3	LEAN JA ARVON MUODOSTAMINEN	11
3.1	Toyotan periaatteet.....	11
3.2	Arvon muodostuminen tuotannossa	12
3.3	Toyotan 7 hukkaa	13
4	ARVOVIRTAKUVAUS	15
4.1	Tuoteperheen valinta	15
4.2	Nykytilan kuvaus.....	16
4.3	Tavoitetilan kuvaus	18
4.4	Tavoitetilan saavuttaminen	18
5	TYÖNTUTKIMUS.....	20
5.1	Menetelmätutkimus ja standardisointi	20
5.2	Työntutkimus ja LEAN	20
6	TYÖNTUTKIMUKSEN SUORITUS	22
6.1	Tutkimuksen suunnittelu	23
6.2	Työntutkimuksen toteutus	24
6.3	Työntutkimuksen tulosten analysointi.....	25
6.4	Raportointi	26
7	TYÖNTUTKIMUKSEN TULOKSET JA ANALYSOINTI.....	27
7.1	Kokoonpanovaiheen poikkeamalajit.....	27
7.2	Testaus- ja viimeistelyvaiheen poikkeamat	28
7.3	Johtopäätökset ja tunnistetut kehityskohteet	29
8	TESTAUS- JA VIIMEISTELYPROSESSIN ARVOVIRTAKUVAUS	31
8.1	Arvovirtakuvauksen suoritus	31
8.2	Tulosten analysointi	32

8.3	Johtopäätökset ja kehitystoimenpiteet.....	33
9	TAVOITETILAN KUVAUS JA TOIMINTAMALLIN SUUNNITTELU.....	35
9.1	Toimintamallin suunnittelu.....	36
10	YHTEENVETO.....	39
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	40
	LIITE 1: KOKOONPANOVAIHEEN POIKKEAMIEN KIRJAUSLOMAKE	41
	LIITE 2: TESTAUS- JA VIIMEISTELYVAIHEEN AIKAISTEN POIKKEAMIEN KIRJAUSLOMAKE	42
	LIITE 3: UTIMEC MF 500 TESTAUS- JA VIIMEISTELYVAIHEEN ARVOVIRTAKUVAUS	43
	LIITE 4: MULTIMEC MF 100 TESTAUS- JA VIIMEISTELYVAIHEEN ARVOVIRTAKUVAUS.....	44
	LIITE 4: CHARMEC 6605 B TESTAUS- JA VIIMEISTELYVAIHEEN ARVOVIRTAKUVAUS.....	45

1 SANASTO

Arvovirta	Arvovirralla tarkoitetaan kaikkia niitä arvoa tuottavia ja tuottamattomia aktiviteetteja, joita tarvitaan jalostamaan materiaali valmiiksi tuotteeksi
Arvovirtakuvaus	LEAN työkalu toiminnan nykytilan kuvaukseen ja ideaalitalanteen suunnitteluun (englanniksi VSM eli Value Stream Mapping)
Current state map	Tuotannon tai prosessin nykyisen tilanteen kuvaus
Future state map	Tuotannon tai prosessin tavoitetilan kuvaus
Hukka	Prosessin toiminto, joka tuo kustannuksia lisäarvon tuottamisen sijaan
Imuohjaus	Ohjaustapa, jossa impulssi oikeanlaatuisen ja oikean määräisen tuotteen valmistukselle tulee joko ulkoiselta tai sisäiseltä asiakkaalta
JIT	Johtamisfilosofia, joka tähtää tuotteen toimittamiseen juuri oikeaan aikaan ja oikean määräisenä
Kaizen	Jatkuva parantaminen
KET	Keskeneräinen tuotanto
Lead time, LT	Läpimenoaika. Normetilla mitataan sekä koko prosessin läpimenoaika, että osaprosessien läpimenoaikoja
LEAN	Johtamisfilosofia, joka keskittyy seitsemän yleisimmän tuotannossa esiintyvän hukkan poistamiseen

2 JOHDANTO

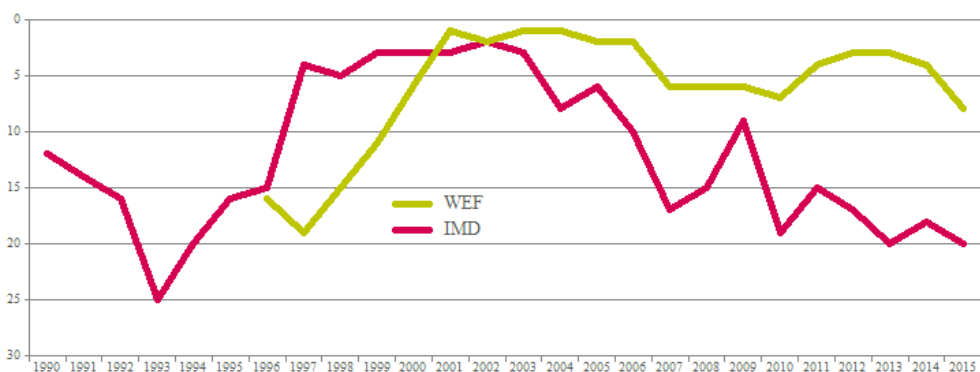
Normet on iisalmelainen vuonna 1962 perustettu yritys, joka tarjoaa kokonaisratkaisuja erilaisiin tunneli- ja kaivostoiminnan asiakasprosesseihin. Yhtiön pääkonttori, konsernihallinto sekä tuotteiden ja palvelujen kehitys sijaitsevat Iisalmessa. Konsernilla on laitetuotantoa Iisalmen lisäksi Santiagossa, Chilessä. Konserniin kuuluu lähes 1 000 työntekijää ja vuonna 2014 konsernin liikevaihto oli noin 194 miljoonaa euroa. Normetin osaamisalueisiin kuuluvat betoniruisutus ja kuljetus, räjähdysaineiden panostus, nosto- ja asennustyöt, maanalainen logistiikka sekä rusnaus. Normetin jakelu- ja palveluverkostoon kuuluu 37 toimipistettä 24 eri maassa. (Normet 2015.)

Normet Oy on Normet Group -konserniin kuuluva tuotantolaitos, jossa valmistetaan raskaita ajoneuvoja edellä mainittujen osaamisalueiden asiakasprosesseihin. Laittevalmistukseen kuuluu osavalmistus, moduulikokoonpano, loppukokoonpano, laitteiden säätö ja testaus sekä valmiiden laitteiden maalaus ja viimeistely, jonka suorittaa alihankintana samassa rakennuksessa toimiva Finnish Steel Painting Oy. Vuoden 2014 lopussa Normet Oy:n liikevaihto oli noin 62 miljoonaa euroa, sekä henkilöstöä oli 290. Normetin toimintaa ohjaavat ISO 9001 -laatustandardi, ISO 14001 -ympäristöstandardi ja OHSAS 18001 –turvallisuusstandardi. (Normet 2015.)

2.1 Opinnäytetyön tausta

Tilastojen mukaan teknologiateollisuuden vuoden 2014 viennin arvo oli noin 26,2 miljardia euroa. Viiden viimeisen vuoden aikana teknologiateollisuuden viennin arvo on pysynyt lähes samalla 25 miljardin euron tasolla, eikä kasvua ole tapahtunut (Teknologiateollisuus 2015). Samaan aikaan Suomen kilpailukyky on laskenut koko 2000-luvun ajan (kuva 1.)

Suomen sijoitus kilpailukykyvertailuissa



Lähteet: IMD ja WEF

30.12.2015/ta182/jka/EKI Talousgraafit

KUVA 1. Suomen sijoitus kilpailukykyvertailussa (EK ry 2015.)

Syitä kilpailukyvyyn romahtamiselle on useita, mutta tärkeimpinä tekijöinä ovat tuottavuuden kasvun pysähtyminen sekä työvoimakustannusten nousu kilpailijoihin nähden. Suomen teollisuuden tärkeimpinä tuotteina ovat olleet asiakaslähtöiset ja yksittäis- tai piensarjassa tuotettavat tuotteet. Teollinen kilpailuympäristö muuttuu kuitenkin koko ajan. Halvan hinnan sijaan tällä hetkellä korostetaan korkeaa laatua, ominaisuuksia, asiakaslähtöisyyttä sekä nopeita toimitusaikoja. Tämä onkin asettanut uusia haasteita teknologiayrityksille. Yrityksen on pyrittävä oman toiminnan kehittämisen lisäksi pyrittävä kehittämään koko toimitusverkostoaan alihankkijoista lähtien. Toisaalta yritysten pitää pystyä kehittämään omaa toimintaansa nykyistä huomattavasti joustavampaan ja nopeammin reagoivaan suuntaan. Samalla omaa toimintaa on pyrittävä jatkuvasti parantamaan ja tehostamaan toimintatapoja ja toimintaympäristöä kehittämällä (TSR s.a.).

Normetilla kehitystarvetta on lisännyt myös maasta louhittavien metallien ja mineraalien hintojen lasku. Esimerkiksi kuparin markkinahinta on viidessä vuodessa laskenut noin puoleen (kuva 2). Tämä hintojen lasku on johtanut tilanteeseen, jossa uusien kaivosten avausta lykätään ja jo olemassa olevia kaivoksia on päätetty sulkea toistaiseksi odottamaan louhittavien materiaalien hinnan nousua. Tästä syystä kaivoslaitteiden kysyntä on pienentynyt ja kilpailu on koventunut. Tämänhetkinen globaali kilpailu, tiukka taloustilanne ja asiakkaiden nousevat laatuvaatimukset ovat asettaneet myös Normetille tarpeen parantaa omaa kilpailukykyä toimintaa tehostamalla ja kustannuksia pienentämällä. Normetin laitevalmistuksen osalta yksi kilpailukykyä lisäävä tekijä on kokonaisläpimenoaikojen lyhennys. On tunnistettu, että laitteiden testaus- ja viimeistelyvaiheessa on kehityspotentiaalia. (TSR s.a.). Tämä tunnistettu tarve testausprosessin kehitykselle on pohjana opinnäytetyölle.



KUVA 2. Kuparin hinnan kehitys (Bloomberg 2016-02-26.)

2.2 Opinnäytetyön tavoitteet ja rakenne

Tämän opinnäytetyön päätavoitteena on Normet oy:n laitevalmistuksen testaus- ja viimeistelyprosessin läpimenoaikaan vaikuttavien tekijöiden tunnistus. Tunnistetuille kohteille pyritään suunnittelemaan opinnäytetyön aikana myös kehitystoimenpiteet. Testausprosessin läpimenoajan lyhentäminen on tunnistettu tärkeäksi toimenpiteeksi, sillä virtausta parantamalla testaus- ja viimeistelyprosessissa laitteet saadaan valmiiksi-ilmoitettua nopeammin ja näinollen laitteet voidaan siirtää tes-

taustiloista pois aikaisemmin. Normetilla on tällä hetkellä kokemukseen perustuvaa tietoa testausprosessiin vaikuttavista tekijöistä. Tarkoituksena on kuitenkin, että tulevaisuudessa suoritettavat kehitystoimenpiteet tehdään tutkitun ja luotettavan tiedon pohjalta.

Läpimenoaikaan vaikuttavien tekijöiden tunnistuksessa apuna käytetään havainnointitutkimusta. Työntutkimuksen kohteeksi valittiin neljä tyyppillistä Normet-laitetta, sillä tämän tutkimuksen haluttiin kuvaavaan tyyppillistä asennustyötä ja siinä esiintyviä ilmiöitä ja poikkeamia. Työntutkimus päätettiin toteuttaa havainnoimalla laitevalmistuksen loppukokoonpanoa sekä testaus- ja viimeistelyprosessia. Havainnointi jaetaan kahteen eri vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa havainnoidaan kokoonpanopisteellä tapahtuvaa loppukokoonpanoa ja havainnoin pääpaino on kokoonpanossa ilmenevissä poikkeamissa ja niiden ongelmanratkaisukanavissa. Havainnoinnin toisessa vaiheessa tutkimuksen kohteena on kokoonpanopisteen ulkopuolella tapahtuva laitteiden testaus- ja viimeistelyprosessi. Tässä vaiheessa havainnoinnin kohteena ovat myös kaikki testausprosessin aikana ilmenneet prosessiin kuulumattomat poikkeamat. Testausprosessin aikana ilmenneitä poikkeamia pyritään jäljittämään kokoonpanopisteellä tapahtuvaan asennusprosessiin. Tällä jäljitettävyydellä halutaan todeta kokoonpanon aikana ilmenneiden poikkeamien ongelmanratkaisutavat oikeiksi ja mahdollisesti tunnistaa ongelmanratkaisutavoissa oleva kehityspotentiaali.

Työntutkimuksen lisäksi opinnäytetyössä perehdytään arvovirtakuvaukseen. Tätä LEAN -työkalua sovelletaan kuvaamaan Normet Oy:n loppukokoonpano- ja testausprosessia. Kuvauksen kohteena ovat samat laitteet, joille tehdään työntutkimus. Perinteisesti arvovirtakuvausta käytetään kuvaamaan informaation ja materiaalin kulkua koko tuotantoprosessissa ja sitä kautta paikallistamaan mahdolliset hukkan lähteet ja pullonkaulat. Tässä opinnäytetyössä arvovirtakuvausta tullaan soveltamaan niin että tarkastelun kohteeksi otetaan vain loppukokoonpanoprosessin sekä testaus- ja viimeistelyprosessin aliprosessit. Arvovirtakuvauksessa pyritään kuvaamaan vain prosessien aikainen informaation kulku, aliprosessien kesto sekä aliprosessien väliset odotusajat. Työntutkimuksen ja arvovirtakuvausten perusteella pyritään tunnistamaan tuotannossa suurimmat hukkaa aiheuttavat tekijät. Opinnäytetyön keskeisimmät tutkimuskysymykset ovat:

- Mitkä ovat tärkeimmät testaus- ja viimeistelyprosessin läpimenoaikaan vaikuttavat tekijät?
- Millä kehitystoimenpiteillä laitteiden testaus ja viimeistelyprosessin läpimenoaikaa saadaan lyhennettyä?

3 LEAN JA ARVON MUODOSTAMINEN

Toisen maailmansodan jälkeisenä aikana autoteollisuus oli hyvin erilainen. Ford ja GM pyrkivät tuottamaan Yhdysvalloissa suuria määriä samanlaisia autoja. Kysyntä oli suuri ja suurtuotannolla haluttiin tuottaa mahdollisimman paljon osia mahdollisimman halvalla. Sodan jälkeisessä Japanissa tilanne oli hyvin toinen: Resurssit ja autoteollisuuden markkinat olivat hyvin pienet ja asiakkaiden tyydyttämiseksi esimerkiksi Toyotan tuli samalla tuotantolinjalla tuottaa useita erilaisia automalleja. Joustavuus oli tällaisessa tilanteessa tärkein asia. Toyotalla huomattiin, että kun keskitytään läpimenoaikojen lyhentämiseen ja tuotantolinjan joustavuuteen, lopputuloksena on parempi laatu, tuotavuus, asiakastyytyväisyys sekä käytettävissä olevien resurssien hyödyntäminen. Tätä Toyotan toimintatapaa alettiin kutsua nimellä Toyota Production System (TPS). (Liker 2004, 7-8.)

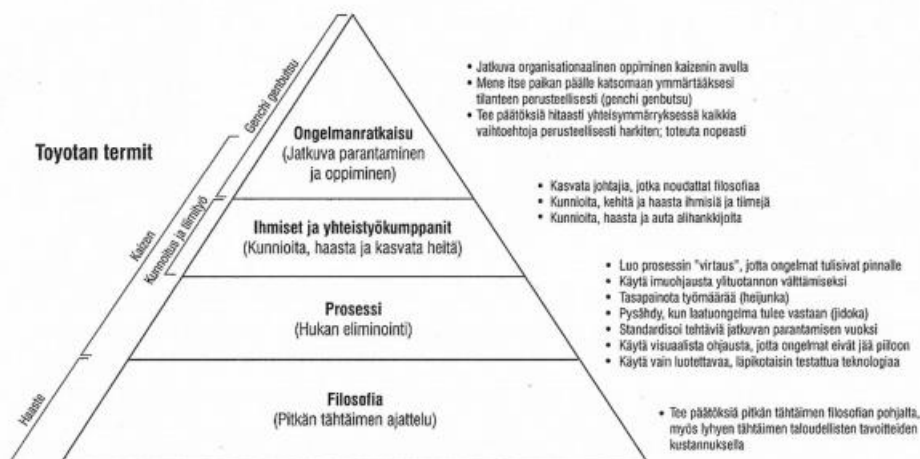
Termi LEAN-tuotanto tuli tunnetuksi vuonna 1990 Massachusetts Institute of Technology:n julkaisemassa tutkimuksessa *The Machine that Changed The World*. Tässä tutkimuksessa perehdyttiin japanilaisten autotehtaiden tuottavuuden parantumiseen Yhdysvalloissa. LEAN-filosofia pohjautuu kuitenkin Toyotalla käytössä olleeseen Toyota Production System:iin. Toyotan tuotantosysteemiä tutkinut MIT:n tutkija John Krafcik tiivistä havaintonsa kuuteen kuuteen pääkohtaan:

1. tarvitsee vähemmän inhimillisiä panoksia tuotteiden ja palveluiden suunnitteluun
2. vaatii vähemmän investointeja saman kapasiteetin omaavaan tuotantoon
3. tuottaa tuotteita alhaisemmilla toimitusvivoilla (reklamaatioilla)
4. käyttää harvempia toimittajia
5. aika konseptista tuotantoon, tilauksesta toimitukseen ja ongelman havaitsemisesta korjaukseen on lyhyempi ja vaatii vähemmän inhimillistä panosta
6. tarvitsee vähemmän varastoja jokaisessa prosessivaiheessa. -Aiheuttaa vähemmän työntekijöiden tapaturmia. (Qkk s.a.).

Toisin kuin joissakin yrityksissä käsitetään, LEAN ei ole vain nippu erilaisia tuotannon kehityksen työkaluja. LEAN- työkaluilla on kyllä tarkoitus etsiä prosessista hukkaa aiheuttavat tekijät ja poistaa ne, mutta ilman koko organisaation sitoutumista ja ajattelutavan muutosta, kehitysprojektit päättyvät hyvin mahdollisesti epäonnistumiseen. LEAN on prosessijohtamisen malli joka tähtää virtaustehokkuuden ja resurssitehokkuuden maksimoimiseen. Tuotannon virtaustehokkuutta ja jalostavan työn osuutta pyritään kasvattamaan poistamalla tuotannossa esiintyvä kustannuksia tuova toiminta eli hukka. Kuitenkin hukan poistamisen perimmäinen tarkoitus on lyhentää tuotteen läpimenoaikaa. Läpimenoaikaa lyhentämällä eli nopeutta kasvattamalla, saadaan lähtötilanteeseen verrattuna tuotettua samoilla resursseilla enemmän tuotetta. (Liker 2004, 7-8.)

3.1 Toyotan periaatteet

Toyotan toimintajärjestelmä perustuu periaatteisiin. Kirjassaan *Toyotan tapaan* Liker jakaa nämä periaatteet neljään periaateluokkaan. Ensimmäiseen luokkaan kuuluu filosofia, toiseen prosessit, kolmanteen ihmiset ja yhteistyökumppanit ja neljänteen ongelmanratkaisu (kuva 3).



KUVA 3. Toyotan neljän periaatelukan malli (Liker 2004.)

Toyotan toimintatavassa eräs tärkeimmistä periaatteista on sitoutuminen asiakkaisiin, työntekijöihin ja yhteiskuntaan. Tämä sitoutuminen on perustana kaikille muille Toyotan periaatteille. Kustannusten leikkaaminen ja tuotannon tehostaminen on Toyotalla myös hyvin tärkeä asia, mutta sitäkin tärkeämpänä pidetään asiakkaan näkökulmasta oikeiden asioiden tekemistä. Ideana ei ole vain myydä yhtä autoa asiakkaalle, vaan oikealla toiminnalla saada asiakkaat tyytyväisiksi ja sitä kautta pysymään Toyotan asiakkaina. Ideana on keskittyä pitkän tähtäimen tuloksiin lyhyen tähtäimen kustannusten sijaan. (Liker 2004, 71-73.)

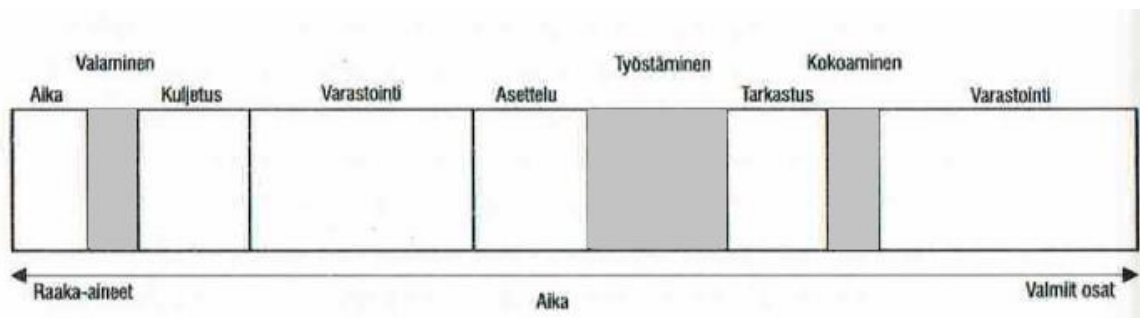
Asiakkaan lisäksi Toyotan periaatteissa ovat myös työntekijät hyvin tärkeässä osassa. Vaikka kuluja pyritään laskemaan koko ajan, sitä ei tehdä työntekijöiden kustannuksella. Ei edes tilanteessa, jossa myynti laskee väliaikaisesti. Toyotalla on ymmärretty, että mikäli yritystä halutaan kehittää eteenpäin, siihen tarvitaan sitoutuneita ja motivoituneita työntekijöitä. Tämä onnistuu parhaiten, kun myös yritys sitoutuu henkilöstöönsä. (Liker 2004, 71-73.)

Oman toiminnan kehittämisessä toisena tärkeänä tekijänä henkilöstön sitoutumisen lisäksi on toiminnan arviointi (hansei), ja jatkuva parantaminen (kaizen). Toyotalla virheet nähdään oppimismahdollisuutena. Ideana Toyotalla onkin, että koko organisaatio oppii tehdyistä virheistä ja tutkii ongelmien aiheuttajan. Tunnistetulle ongelmalle kehitetään vastatoimenpide ja valtuutetaan henkilöstö tekemään näitä vastatoimenpiteitä. Uudet toimenpiteet opetetaan oikeille henkilöille ja tästä tulee yrityksen uusi toimintatapa. (Liker 2004, 250-252.)

3.2 Arvon muodostuminen tuotannossa

Kun yrityksessä aloitetaan oman toiminnan kehitys, ensin ymmärrettävä ne aktiviteetit, jotka suo-raan lisäävät tarjottavan tuotteen tai palvelun arvoa ja mitkä ovat niitä aktiviteetteja, jotka eivät lisää arvoa. Toisinaanottuna omaa toimintaa on pyrittävä tarkastelemaan asiakkaan näkökulmasta ja arvioitava mistä kaikesta asiakas on valmis maksamaan. Lisäarvoa tuottamaton toiminta voidaan jalkaa vielä välttämättömään arvoa tuottamattomaan toimintaan ja turhaan arvoa tuottamattomaan toimintaan. Välttämättömään lisäarvoa tuottamattomaan työhön voidaan lukea lisäarvoa tuottavan

työn tukitoiminnot kuten esimerkiksi suunnittelu ja työnjohto. Mikäli omaa toimintaa halutaan kehittää sekä nostaa laatua ja tuottavuutta, on pyrittävä hankkiutumaan eroon kaikesta turhasta lisäarvoa tuottamattomasta työstä. (Liker 2004, 27-30.) Kuvassa 4 on kuvattu normaalin työstämisprosessin kulku sekä lisäarvoa tuottavan ja tuottamattoman työn suhde. Harmaalla on kuvattu kaikkea ne työvaiheet jotka tuovat tuotteelle lisää arvoa ja joista asiakas on valmis maksamaan. Valkealla on kuvattu turha lisäarvoa tuottamaton työ eli hukka.



KUVA 4. Esimerkki ajankäytön jakautumisesta normaalissa työstämisprosessissa (Liker 2004.)

3.3 Toyotan 7 hukkaa

Toyotalla on tunnistettu seitsemän eri hukan päätyyppiä valmistusprosessissa. Nämä hukkatyypit ovat niitä vaiheita valmistusprosessissa, joista asiakas ei ole valmis maksamaan. LEAN- kehitystoimista suurin osa keskittyy näiden hukkien poistamiseen ja hukkatyyppejä poistamalla voidaan vaikuttaa tuotteiden laatuun ja läpimenoaikaan. (Liker 2004, 28-31.)

Ensimmäinen hukan päätyyppi on ylituotanto. Ylituotannolla tarkoitetaan tilaamattomien osien valmistusta. Ylituotannon vuoksi joudutaan palkkaamaan ylimääräistä henkilöstöä ja kustannuksia tulee myös turhasta varastoinnista ja kuljetuksesta. (Liker 2004, 28-29.)

Toinen hukan päätyyppi on odottelu. Odottelua tulee, kun työntekijä joutuu esimerkiksi seuraamaan automatisoitua konetta tai odottamaan seuraavaa käsittelyvaihetta työkalua. Tai yksinkertaisesti työntekijällä ei ole mitään tekemistä esimerkiksi varaston loppumisen tai tuotannon pullonkaulojen vuoksi. (Liker 2004, 28-29.)

Kolmas hukan päätyyppi on tarpeettomat siirrot ja logistiikka. KET:in eli keskeneräisen tuotannon kuljettaminen pitkiä matkoja tai materiaalin, puolivalmisteiden tai valmiiden tuotteiden turha siirtely esimerkiksi varastosta toiseen. (Liker 2004, 28-29.)

Neljäs hukan päätyyppi on yliprosessointi. On tärkeää tunnistaa asiakkaan laatuvaatimukset tuotteelle ja valmistaa tuote niiden mukaan. Hukkaa syntyy kun tuotetaan laadukkaampia tuotteita kuin asiakas tarvitsee. (Liker 2004, 28-29.)

Viides hukan päätyyppi on ylisuuret varastot. Materiaalin, keskeneräisten tuotteiden ja valmiiden tuotteiden ylisuuret varastot pidentävät läpimenoaika ja mahdollisesti aiheuttavat tuotteiden vanhentumista ja varastointikustannuksia. Ylisuuret varastot myös peittävät prosessissa mahdollisesti

piilevät ongelmat kuten myöhästyneet toimitukset alihankkijoilta. Kuudes hukan tyyppi on työntekijöiden tarpeeton liikkuminen johon kuuluu kaikki turha liikkuminen, osien noutaminen, kurkottelu ja kävely. (Liker 2004, 28-29.)

Seitsemäs hukan päätyyppi on viat ja niiden korjaaminen. Kaikki uudelleentyöstäminen ja korjaaminen, osien pois heittäminen ja korvaavan osan tuottaminen aiheuttaa turhaa työtä ja sitä kautta ylimääräisiä kustannuksia. (Liker 2004, 28-29.)

Seitsemännen hukan lisäksi voidaan vielä määritellä kahdeksas hukkatyyppi, joka on työntekijöiden luovuuden käyttämättä jättäminen. Henkilöstön ajan, ideoiden taitojen, oppimismahdollisuuksien ja parannusten käyttämättä jättäminen on LEAN- filosofian mukaan myös hukkaa. (Liker 2004, 28-29.)

4 ARVOVIRTAKUVAUS

Yrityksen tehtävänä on tuottaa ja tarjota tuotteita tai palveluita asiakkaalle. Palvelun tai tuotteen tuotantoprosessi koostuu usein monesta pienemmästä osaprosessista. Arvovirtakuvaus eli Value Stream Mapping (VSM), on LEAN-työkalu, jolla pystytään kuvaamaan koko tuotantoprosessi ja kaikki siihen vaikuttavat tekijät ja toiminnot. Arvovirtakuvauksella pystytään tunnistamaan kunkin prosessin lisäarvoa tuottavat ja lisäarvoa tuottamattomat toiminnot. Arvovirtakuvauksella voidaan myös kuvata informaation ja materiaalivirtojen kulku prosessissa ja tästä syystä arvovirtakuvauksella on toinenkin nimi Material and information flow mapping eli materiaali- ja informaatiovirtakuvaus. (Rother ja Shook 2009, 1-3.)

Arvovirtakuvaus on erinomainen lähtökohta tuotannon LEAN-kehitykselle sillä lisäarvon tuottamisen lisäksi VSM:llä voidaan visualisoida esimerkiksi väärin materiaalien ja työmenetelmien käytöstä johtuva lisätyö, prosessien väliset odotusajat eli aikahukka ja osaprosessien väliset turhat välivarastot. Arvovirtakuvauksen peruseriaatteena on virtauttaa tuotantoa siellä missä se on mahdollista ja muuten kehittää toimintaa imun aikaansaamiseksi. (Rother ja Shook 2009, 35-39.)

Tuotteen virtaus tarkoittaa yhden tuotteen valmistumista kerrallaan ja keskittymistä siihen, että tämä tuote kulkee koko prosessin läpi ilman osaprosessien välisiä välivarastoja tai odotusaikoja. Virtaus alkaa tuotteen tai materiaalin vastaanottamisesta hetkeen, jossa tuote toimitetaan asiakkaalle. Virtauttaminen on toimiva tapa myös tuotannon kehityksessä, sillä se paljastaa prosessissa olevat ongelmat. Virtauttaminen myös pakottaa poistamaan nämä ongelmat, sillä muuten tuotanto pysähtyy. (Rother ja Shook 2009, 35-39.)

Imuohjaus on menetelmä, jossa asiakkaalle toimitetaan juuri oikea määrä oikeanlaatuista tavaraa. Signaali tuotteen valmistukselle ja toimitukselle tulee asiakkaalta eli tuotetta valmistetaan silloin kun sille on tarve. Imulla pyritään pienentämään välivarastoja, mutta joitakin pieniä puskurivarastoja on kuitenkin pidettävä. Verrattuna ennusteisiin ja välivarastoihin perustuvaan toimintaan imulla voidaan saavuttaa myös taloudellisia kustannuksia. Tällaisessa tilaukseen perustuvassa toimintatavassa jokainen tietää minkä laatuista ja määräistä tuotetta milloinkin pitää valmistaa. (Modig ja Åhlström 2013, 72-74.)

4.1 Tuoteperheen valinta

Arvovirtakuvaus voidaan jakaa neljään eri vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa valitaan tuote tai tuoteperhe, jolle arvovirtakuvaus tehdään. Tuoteperheeksi voidaan luokitella ne tuotteet, jotka sisältävät samat prosessin vaiheet ja käytettävät materiaalit ja työkalut. Jos yrityksellä ei ole selvää tuoteperhettä, voidaan tuoteperhe määrittää kuvassa 5 kuvatun matriisin avulla. Matriisin y-akselille merkataan tuotteet ja x-akselille tuotteiden valmistuksessa käytettävät menetelmät ja työkalut. Matriisiin merkitään kaikki kunkin tuotteen valmistuksessa käytettävät työvaiheet ja tuoteperheeksi määritellään ne tuotteet, joiden matriisit ovat lähellä toisiaan. Arvovirtakuvauksen rajaus yhteen tuo-

teperheeseen on tärkeää, sillä prosessia tulee arvioida asiakkaan näkökulmasta ja asiakas on yleensä kiinnostunut vain haluamastaan tuotteesta tai tuoteperheestä. (Rother ja Shook 2009, 1-4).

		Assembly Steps & Equipment							
		1	2	3	4	5	6	7	8
PRODUCTS	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

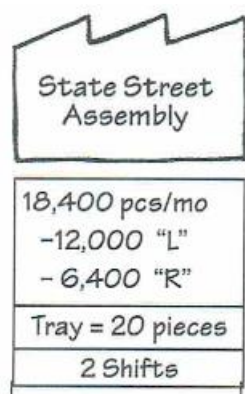
A Product Family

KUVA 5. Matriisi tuoteperheen määrittämiseen (Rother ja Shook 2009, 4.)

4.2 Nykytilan kuvaus

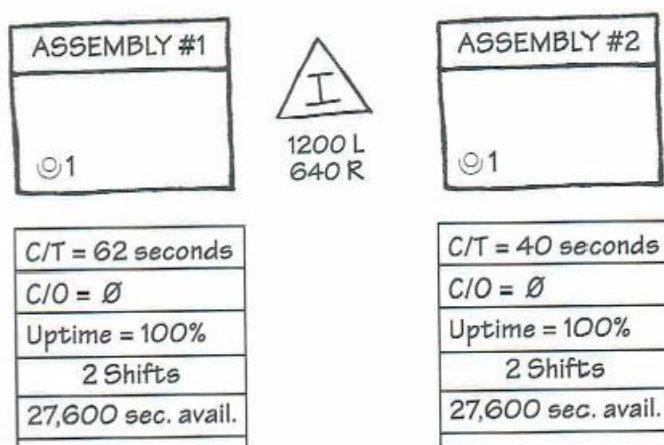
Toisessa vaiheessa tehdään nykytilan arvovirtakuvaus valitulle tuoteperheelle. Tässä arvovirtakuvauskuvaus kuvataan kaikkea prosesseihin sisältyvät aineelliset ja fyysiset tapahtumat sekä aineettomat, joko sähköisesti tai henkisesti tehtävät asiat. (Rother ja Shook 2009, 1-3). On tärkeää, että kuvaus tehdään havainnoimalla oikeaa lattiataso toimintaa ja tarkastelemalla toimintaa prosessin loppupäästä taaksepäin eli ylävirtaan. Tämä auttaa tunnistamaan ne vaiheet, jossa useimmat eri osaprosessit yhdistyvät toisiinsa. Ja vaikka arvovirtakuvaus tekemiseen tarvitaan usein monen henkilön osallistumista, on tärkeää, että arvovirtakuvaus ylläpidosta vastaa vain yksi henkilö. Jos arvovirtakuvaus ylläpito jaetaan usealle henkilölle, kokonaisuus ei ole kenenkään hallussa. Arvovirtakuvaus on myös hyvä piirtää käyttäen kynää ja paperia. Tämä auttaa keskittymään prosessin ymmärtämiseen, sen sijaan että keskittyisi esimerkiksi monimutkaisen tietokoneohjelman opetteluun. (Rother ja Shook 2009, 10-11).

Arvovirtakuvauskuvaus pyritään visualisoimaan mahdollisimman monta tapahtumaa ja asiaa yhtä aikaa erilaisilla kuvaajilla ja symboleilla. On kuitenkin tärkeää käyttää aina samaa symbolia kuvaamaan samaa tapahtumaa jotta kaikki ymmärtäisivät kuvausta. Nykytilan kuvaus aloitetaan kuvaamalla asiakastarpeet sille tarkoitettulla symbolilla ja tietolaatikolla (kuva 6). Tietolaatikossa voidaan käyttötärpeen mukaan kuvata tarvittavat asiat kuten eräkokojen määrä, pakkauskoko ja muut toimitustiedot. (Rother ja Shook 2009, 12-13).



KUVA 6. Asiakkaan ja asiakastarpeen kuvaus (Rother ja Shook 2009, 14.)

Seuraavaksi kuvataan kuvan 7 mukaisesti kukin tuotannon vaihe eli osaprosessi omana prosessilaatikkonaan. Prosessia tulee ajatella virtauksen kannalta ja määrittellä osaprosessien rajapinnat niihin pisteisiin, jossa prosessit päättyvät ja materiaalin virtaus pysähtyy. Materiaalin virtaus eri prosessien välillä kuvataan erilaisilla nuolilla ohjaustavan mukaan ja prosessien tarkemmat tiedot kuten tahtiaika ja asetus aika kuvataan prosessilaatikon alla olevassa tietolaatikossa. Prosessilaatikoiden väliin kuvataan omalla symbolilla varastot kuten raaka-ainetarastot, puskurivarastot ja valmiiden tuotteiden varastot. (Rother ja Shook 2009, 14-19).



KUVA 7. Prosessitietojen ja varastoinnin kuvaus (Rother ja Shook 2009, 14.)

Valmiin prosessikaavion alle piirretään vielä aikajana (kuva 8). Aikajanalla voidaan kuvata prosessien kestoajat sekä prosessien väliset odotusajat. Aikajanalla voidaan myös helposti vertailla lisäarvoa tuottavan ja lisäarvoa tuottamattoman ajan suhdetta. Tämän aikajanana, päivittäisen asiakastarpeen ja prosessien välisten varaston avulla voidaan myös arvioida prosessin kokonaisläpimenoaika. (Rother ja Shook 2009, 26-27.)



KUVA 8. Prosessien keston ja odotusaikojen kuvaus (Rother ja Shook 2009, 14.)

4.3 Tavoitetilan kuvaus

Nykytilan selvityksen jälkeen kolmas vaihe alkaa kuvatun nykytilan analysoinnilla. Tärkeintä on tunnistaa kuvatusta nykytilasta hukka ja eliminoida tunnistetut hukat. Tätä varten täytyy luoda realistinen tavoitetilan kuvaus eli Future state map. Tavoitetilan kuvauksessa tulee keskittyä sellaisiin asioihin ja aktiviteetteihin, joihin pystytään vaikuttamaan nopeasti ja tehokkaasti. Esimerkiksi tuotteen suunnittelun, tuotantolaitoksen sijainnin tai käytettävän laitteiston aiheuttamaan hukan poistamiseen voi kulua pitkäkin aika. Edellä mainittuihin asioihin voidaan kuitenkin ottaa kantaa miettimällä, mitä voimme saavuttaa sillä, mitä meillä jo on. Tavoitetilan kuvauksen suunnittelussa voidaan hyödyntää esimerkiksi kahdeksaa tavoitetilan kannalta oleellista kysymystä. Näitä ovat:

- Mikä on asiakasta lähimpänä olevien prosessien tahti aika?
- Onko pyrkimys rakentaa supermarket- varasto valmiille tuotteille, vai pyritäänkö suoraan toimitukseen?
- Missä voi hyödyntää jatkuvaa virtausta?
- Missä täytyy hyödyntää supermarket-varastoa ja imuohjausta?
- Missä kohdin tuotantoketjua koko tuotanto aikataulutetaan eli muodostetaan tahdinpitäjä?
- Kuinka eri tuotevariaatiot tasapainotetaan tässä tahdinpitäjässä?
- Mitkä ovat ne tärkeimmät työvaiheet tässä valitussa tahdinpitäjässä?
- Mitä ovat ne kehitystoimenpiteet, jotka ovat välttämättömiä toteuttaa, jotta tuotanto virtaisi suunnitellun tavoitetilan mukaisesti? (Rother ja Shook 2009, 49-51).

4.4 Tavoitetilan saavuttaminen

Arvovirtakuvaus on vain työkalu kuvaamaan nykytilaa ja tavoiteltavaa tilaa tuotannossa. Jotta tästä työkalusta olisi hyötyä tuotannossa, tulee tavoitetila, tai ainakin osia siitä saavuttaa lyhyen ajan kuluessa. Tavoitetilan saavuttamiseksi voidaan käyttää esimerkiksi tavoitetilan saavuttamisen suunnitelmaa. Tässä suunnitelma voi sisältää tavoitetilan kuvauksen, kaikki tarvittavat prosessitason layoutit sekä vuosittaisen arvovirtasuunnitelman. (Rother ja Shook 2009, 75).

Arvovirtakuvaus käsittelee usein yksittäisten toimenpiteiden tai osaprosessien sijaan koko tuotantolaitoksen läpi kulkevaa virtaa. Tämän vuoksi kaikkien tavoitetilan saavuttamiseen tähtävien kehitystoimenpiteiden käyttöönotto samanaikaisesti on lähes mahdotonta. Käyttöönotto kannattaakin jakaa useampiin tarkoin määriteltyihin ja aikataulutettuihin vaiheisiin. (Rother ja Shook 2009, 76).

Vaiheistuksessa voidaan käyttää esimerkiksi arvovirtasegmentointia. Tavoitetilan arvovirta jaetaan eri segmentteihin esimerkiksi työvaiheiden tai osaprosessien mukaan. Ensimmäisenä määritetään

koko tuotannon tahdin määrittelevä segmentti. Tämä segmentti on yleensä lähimpänä asiakasta ja sen ohjaaminen ja muuttaminen vaikuttaa edeltäviin samassa arvovirassa oleviin prosesseihin. Tahdin määrittelevän segmentin lisäksi muut prosessit voidaan määritellä omiksi tukisegmenteiksi. Jokaiselle segmentille voidaan määritellä yrityksen tarpeen mukaan omat kehitystoimenpiteet ja pitkän tähtäimen tavoitteet. Tämä helpottaa tavoitetilan saavuttamista, kun suuri työmäärä saadaan jaettava pienempiin osiin. (Rother ja Shook 2009, 76-78).

5 TYÖNTUTKIMUS

Työntutkimuksen tavoitteena parantaa tuottavuutta, työhyvinvointia ja tehokkuutta selvittämällä ja kehittämällä työmenetelmiä, ergonomiaa ja ajankäyttöä. Työntutkimus aloitetaan yleensä tutkittavan prosessin tai työvaiheen havainnoimisella tai kuvauksella. Havainnoidut tiedot analysoidaan ja näiden tietojen perusteella laaditaan kehitystoimenpiteitä, jotka onnistuneiden kokeilujen jälkeen voidaan vakiinnuttaa osaksi jatkuvan parantamisen toimintatapaa. Työntutkimuksessa työtä voidaan tarkastella taloudellisesta, teknologisesta ja työntekijän näkökulmasta. Tässä opinnäytetyössä keskitytään havainnoimaan työtä taloudellisesta näkökulmasta, sillä läpimenoajan lyhentämisellä on positiivisia taloudellisia vaikutuksia kuten parantanut kilpailukyky ja tuottavuus. (EK-SAK 2011.)

Työntutkimusta voidaan käyttää esimerkiksi tuotannon pullonkaulojen selvittämiseen, menetelmätutkimukseen, työn standardisointiin, työopastukseen ja työnmittaukseen. Menetelmätutkimuksella saadaan kehitettyä kaikkein tehokkaimmat ja turvallisimmat toimintatavat työn tekemiseen. Standardisoimalla tämä kehitetty toimintatapa, koko henkilöstö saadaan toimimaan samalla tavoin yhtä tehokkaasti. Työopastuksella varmistetaan kaikille uusille ja vanhoille työntekijöille yhtä laadukas ja kattava opastus uuteen työhön, työmenetelmiin ja työkaluihin. Työnmittauksella voidaan määrittää se aika, joka kuluu mitattavan työvaiheen suorittamiseen käytettävillä työkaluilla. Työnmittaus edellyttää työtehtävän ja menetelmän kuvaamista riittävällä tarkkuudella. (EK-SAK 2011.)

5.1 Menetelmätutkimus ja standardisointi

Menetelmätutkimuksella ja menetelmäkehityksellä tarkoitetaan jonkin työvaiheen kehittämistä tehokkaammaksi tai turvallisemmaksi. Menetelmätutkimusta voidaan soveltaa kaikkiin tuotannon osaluaisiin, kuten työn tekemiseen, materiaaliin sekä käytettäviin laitteisiin. Tavoitteena menetelmäkehityksellä on laskea tuotantokustannuksia ja parantaa tuottavuutta sekä parantaa työturvallisuutta ja ergonomiaa. Myös työympäristön, työilmapiirin ja työn sisällön kehittäminen on olennainen osa menetelmätutkimusta.

Menetelmätutkimusta voidaan myös hyödyntää jo olemassa olevien toimintatapojen kehittämisessä. Menetelmätutkimuksen avulla kehitettyjen toimenpiteiden käyttö varmistetaan toimintatavan vakioinnilla eli standardisoinnilla. Hyvien toimenpiteiden vaikutus jää olemattomaksi, mikäli toimintatapa ei oteta käyttöön. Työn vakioinnissa voidaan hyödyntää esimerkiksi työn tarkkaa kuvaamista sekä yksiselitteisiä työohjeita. Työn vakioinnilla voidaan myös varmistaa, että tehokas toimintatapa on koko henkilöstön saatavilla ja käytössä. Työn vakioinnin katsotaankin luovan pohjan koko toiminnan systemaattiselle kehitykselle. (EK-SAK 2011).

5.2 Työntutkimus ja LEAN

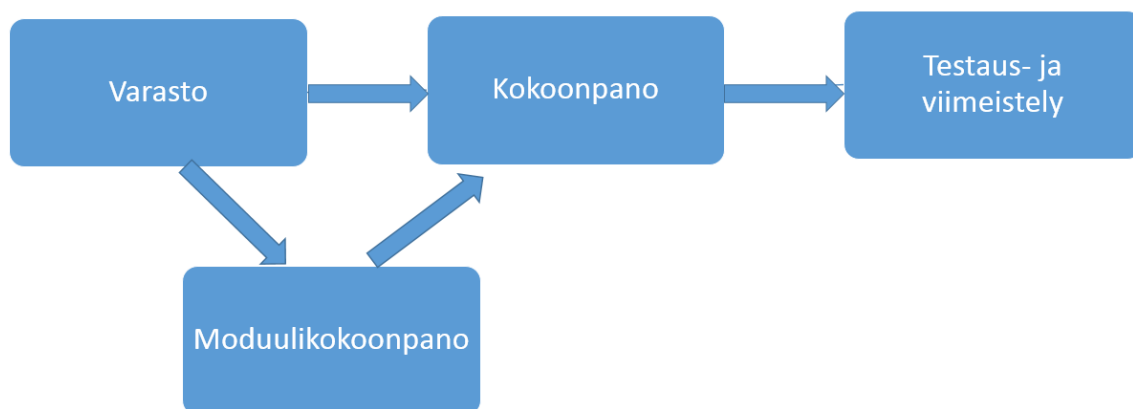
Työntutkimuksella ja LEAN- filosofialla on paljon yhteistä. LEAN- filosofian perustuu arvoa tuottavan työn tekemiseen ja kaiken hukan poistamiseen. Tavoitteena on kehittää ja vakioida menetelmiä ja

prosessia niin, että tuote saadaan virtaamaan tuotantoprosessin läpi lähes pysäytyksettä. Keskeisenä tekijänä tässä kehittämisessä ja vakioimisessa on jatkuva parantaminen. Kehittämisessä on kuitenkin olennaista, että kehittämistoimenpiteet perustuvat tutkittuun faktatietoon. Kun aloitetaan tuotannon muuttaminen enemmän LEAN- filosofian periaatteiden mukaiseksi, huomattavia etuja ja tehokkuuden paranemista voidaan saavuttaa jo kaiken turhan karsimisella ja tuotannon virtauttamisella. Tuotannon tasoittamisen ja turhan odottelun poistamiseen tarvitaan kuitenkin oikeaa ja mitattua tietoa eri tuotannon työvaiheiden kestoista. Työvaihekohtaisten aika-arvojen ja työmäärien mittauksessa voidaan hyödyntää työntutkimusta. (EK-SAK 2011.)

Työntutkimus on hyvä keino yrityksen toiminnan ja tuotteiden laadun kehitykseen. Työntutkimusta voidaan hyödyntää, kun aloitetaan esimerkiksi seuraavien asioiden kehitystyö: työmenetelmien kehitys vähemmän kuormittaviksi, ergonomian parantaminen, palkkausjärjestelmän kehittäminen, tuotteen jalostusketjun parantaminen, laitteiden käyttöasteen nosto, työvaihekohtaisten aikojen lyhentäminen, läpimenoaikojen lyhentäminen jalostavan työn osuuden nostaminen ja tuotteiden valmistavuuden parantaminen. (EK-SAK 2011.)

6 TYÖNTUTKIMUKSEN SUORITUS

Työntutkimus suoritettiin osana opinnäytetyötä Iisalmelaiselle Normet Oy:lle. Normet Oy:n laitevalmistus jakaantuu useaan eri prosessiin ja toiminta voidaan karkeasti jakaa kuvan 9 mukaiseen prosessikaavioon. Ennen laitteen kokoonpanon aloitusta kaikki tarvittavat nimikkeet tilataan varastoon odottamaan kokoonpanon aloitusta. Laitteen kokoonpanon aloituksen lähestyessä laitteella tarvittavat nimikkeet kerätään loogisen asennusjärjestyksen mukaisille vaihelavoille. Ennen laitteen kokoonpanon varsinaista aloitusta, moduulikokoonpanossa aloitetaan esiasentamaan laitteella tarvittavia moduuleja ja asennuskokonaisuuksia. Valmiit moduulit siirretään puskurivarastoon odottamaan lopullista asentamista. Laitteen kokoonpanon alkaessa tarvittavat nimikkeet tuodaan varastosta kokoonpanopisteelle. Kokoonpanon edetessä vaihelavat ja valmiit moduulit toimitetaan tarpeen mukaan varastosta kokoonpanopisteelle. Kokoonpanoprosessin päätyttyä laite siirtyy testaus- ja viimeistelyprosessiin. Tässä prosessissa varmistetaan, että laite on toiminnoiltaan ja laadultaan asetettujen vaatimusten mukainen. Ennen laitteen siirtymistä varsinaiseen lopputestaukseen, asennustiimi tekee laitteelle oman laitteen koeajon ja testauksen. Tällä pyritään poistamaan mahdolliset laatu- poikkeamat jo varsinaista lopputestausta. Testaus- ja viimeistelyprosessiin kuuluu myös alihankinta- viimeistely, jossa laite maalataan ja teipataan. Tässä opinnäytetyössä keskityttiin laitevalmistuksen kahteen viimeiseen prosessiin; kokoonpanoprosessiin kokoonpanopisteessä ja kokoonpanopisteen ulkopuolella tapahtuvaan laitteiden testaus- ja viimeistelyprosessiin.



KUVA 9. Laitevalmistuksen prosessikaavio

Iisalmen tuotantolaitoksella valmistetaan vakiolaitteita kuuteen eri asiakasprosessiin. Jokaiseen asiakasprosessiin on saatavilla erilaiset mallit sekä kaivos- että tunnelityömaille. Jokainen laite on myös asiakasräätälöityvä asiakkaan prosessin, tarpeiden ja kohdemaan lainsäädännön tuomien vaatimusten mukaisesti. Lähes jokaisen vakiolaitteen kokoonpano ja testausprosessissa toistuvat kuitenkin samat työvaiheet, kuten alustan kokoonpano, prosessimoduulin kokoonpano ja asennus, laitteen testaus kokoonpanopisteellä, laitteen koeajo sekä laitteen testaus ja viimeistely.

Työntutkimus sisälsi neljä vaihetta: tutkimuksen suunnittelu, työntutkimuksen suoritus, saatujen tietojen ryhmittely ja analysointi sekä kehitystoimenpiteiden suunnittelu näiden pohjalta. Suunnittelu- vaiheessa rajauksen lisäksi päätettiin tutkittava asia. Opinnäytetyön tekijällä on yli seitsemän vuoden työkokemus tutkittavasta työstä, mutta työntutkimuksen teoriaan ja käyttöön perehdyttiin lukemalla aiheen kirjallisuutta ja opinnäytetöitä. Tutkimuksen jälkeen havainnot koostettiin visuaalisempaan muotoon Excel-taulukkoon. Yhdessä arvovirtakuvauksesta saatujen tietojen perusteella tunnistettiin kehityskohteet ja suunniteltiin kehitystoimenpiteet niille.

6.1 Tutkimuksen suunnittelu

Normet Oy:llä suoritettiin kaksi vuotta sitten laaja loppukokoonpanon havainnointitutkimus. Tämä tutkimus antoi karkean arvion jalostavan ja ei-jalostavan työn määrästä Normet Oy:n loppukokoonpanossa. Tästä syystä tämän opinnäytetyön aikana suoritettavassa havainnointitutkimuksessa päätettiin keskittyä tutkimaan asioita rajatummasta näkökulmasta. Tutkimuksessa päätettiin keskittyä havainnoimaan sellaisia laitteen kokoonpanon aikana ilmenevien poikkeamia, joita kokoonpanoa suorittava asentaja ei saa itse ratkaistua, vaan joutuu hakemaan apua joltakin sidosryhmältä.

Työntutkimus päätettiin jakaa kahteen osaan: Kokoonpanopisteellä tapahtuvan asennuksen havainnointiin, joka alkaa siitä hetkestä, kun laitteen kokoonpano aloitetaan pisteellä ja päättyy, kun laite ajetaan kokoonpanopisteeltä pois. Havainnoinnin toinen vaihe keskittyy testaus- ja viimeistelyprosessiin, joka alkaa kun laite ajetaan kokoonpanopisteestä pois ja päättyy kun laite ilmoitetaan valmiiksi. Kokoonpanopisteellä tapahtuvan asennuksen havainnointi jaettiin vielä kolmeen osaan: laitteen kokoonpanoon, testaukseen valmistautumiseen sekä asennuspisteellä tapahtuvaan testaukseen. Tällä haluttiin selvittää, missä loppukokoonpanon vaiheessa ilmenee eniten tiimin ulkopuolista apua vaativia poikkeamia. Samasta syystä myös laitteen testaus- ja viimeistelyprosessi haluttiin pilkkoa pienempiin osaprosesseihin joita ovat tiimin suorittama koeajo ja viimeistely, alihankkijan tekemä viimeistely, lopputestaus sekä laitteen valmiiksi-ilmoittaminen. Kaikki kirjatut poikkeamat päätettiin kuvailla lomakkeelle tarkkaan. Näin haluttiin mahdollistaa testausvaiheen aikana mahdollisesti ilmenneiden laatu-poikkeamien jäljitettävyyden loppukokoonpanoprosessiin. Oletuksena projektin alussa oli, että kokoonpanoprosessin aikana tehtyjen virheiden korjaus olisi suurin hukkaa testausvaiheessa aiheuttava tekijä. Poikkeamien jäljitettävyydellä haluttiin löytää mahdollisesti kokoonpanon aikaisten ongelmanratkaisumenetelmissä oleva kehityspotentiaali. Työntutkimuksen katsottiin myös auttavan arvovirtakuvauksen tekemistä, sillä arvovirtakuvauksessa oleellisen tärkeää on pystyä kuvaamaan prosessin aikainen informaation kulku. Tämän informaation kulun kuvaamisen apuna käytettiin työntutkimuksen tuloksia.

Tutkimus tehtiin osana opinnäytetyötä, jonka tarkoituksena oli selvittää laitteiden testaus- ja viimeistelyprosessiin pituuteen vaikuttavia tekijöitä ja millä kehitystoimenpiteillä läpimenoaikaa saadaan lyhennettyä. Työntutkimuksen rinnalla valituille kolmelle laitteelle suoritettiin arvovirtakuvaus. Työntutkimus sekä arvovirtakuvausten teko haluttiin keskittää samoille laitteille. Tarkoituksena oli selvittää havaittujen poikkeamien mahdollinen vaikutus tutkittavan laitteen testaus- ja viimeistelyvaiheen työmäärään sekä prosessissa esiintyvien odotusaikojen pituuteen. Suunnitteluvaiheessa myös tehtiin

tulevan työjonon perusteella päätös mitä laitemalleja ja kokoonpanotiimejä tutkimuksessa voidaan mahdollisesti hyödyntää. Tutkimuksen ulkopuolelle päätettiin jättää kaikki linjalla valmistettavat prototyyppilaitteet. Vaativia asiakaskohtaisia prototyyppilaitteita valmistetaan kokoonpanolinjalla vähän verrattuna vakiolaitteisiin ja tutkimuksella haluttiin kuvata tyyppillisen, vakioidun Normet-laitteen kokoonpanoprosessi ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Havainnoitavaksi päätettiin ottaa vähintään kolme laitetta. Ensimmäisen laitteen havainnoinnin jälkeen pidettiin myös välikatsaus, jossa havainnoinnin tulosten perusteella todettiin kyseisen työntutkimusmenetelmän tuottavan oikean laatuista tietoa.

Suunnitteluvaiheessa laadittiin tutkimusta varten kuvien 10 ja 11 esimerkin mukaiset tiedonkeräyslomakkeet sekä kokoonpanoprosessille, että testaus- ja viimeistelyprosessille. Lomakkeet suunniteltiin vastaamaan käyttötarvetta, eli kuvaamaan poikkeaman tyyppi, prosessin vaihe, poikkeaman ratkaisussa käytetty sidosryhmä sekä se, että ratkesiko havaittu poikkeama käytetyn sidosryhmän avulla (liitteet 1 ja 2). Näillä tiedoilla haluttiin varmistaa testaus- ja viimeistelyprosessissa havaitun poikkeaman mahdollinen jäljitettävyyys kokoonpanoprosessiin ja näin löytää mahdollinen kehityspotentiaali nykyisessä ongelmanratkaisutavassa. Tiedot kokoonpanossa ilmenevistä ongelmista saatiin kysymällä henkilökohtaisesti asentajilta.

Loppukoonnan havainnointi

Tiimi
Prosessi
Pvm

Poikkeaman syy	Käyt. sidosryhmä	Ratkesiko?	Poikkeaman lisätiedot
Kysy neuvoa	Suunnittelu	K	Signaaliventtiin paikoituksen selvitys
Osapuute	Logistiikka	K	Puomin rajakytkimet puuttuivat vaihelavalta

KUVA 10. Kokoonpanon aikaisten poikkeamien kirjauslomake ja esimerkki sen täytöstä

Testaus/viimeistelyvaiheen havainnointi

Tiimi:
Laitte:
Pvm:

Vaihe nro.	Poikkeaman syy	Käyt. sidosryhmä	Ratkesiko?	Kommentit
4.	Asennusvirhe	Asennuspaikka	K	Jäähdytinnestettä liian vähän säiliössä
4.	Asennusvirhe	Viimeistely (alijhank)	K	Henkilönostimesta puuttuu kyltit

KUVA 11. Testaus- ja viimeistelyvaiheen poikkeamien kirjauslomake ja esimerkki sen täytöstä

6.2 Työntutkimuksen toteutus

Työntutkimuksen ensimmäisenä kohteena olevan laitteen kokoonpanoprosessi alkoi tammikuun puolella välissä. Tutkimus aloitettiin siitä hetkestä, kun kokoonpanopisteelle tuotiin laitteen rungot ja asentajat kirjautuivat kyseiselle työille. Laitteen kokoonpanoa kesti helmikuun puolelle ja havainnointi lopetettiin laitteen valmiiksi-ilmoittamiseen. Ennen laitteen kokoonpanon aloitusta pidettiin asennustiimin sekä työnjohtajan kesken aloituspalaveri. Tässä aloituspalaverissa käytiin läpi kaikki kyseiseen työntutkimukseen liittyvä tieto. Aloituspalaverin todettiin olevan erittäin tärkeä osa työntutkimusta.

Työntutkimuksen tulokset arvioitiin sitä paremmaksi, mitä enemmän asentajat kokisivat olevansa mukana oman työn kehittämisesä. Tiedot poikkeamista kerättiin kahdesti molempien työvuorojen aikana. Iltavuoron myöhempien työtuntien aikana havaitut poikkeamat kirjattiin ylös seuraavan päivän vuoronvaihdon yhteydessä.

Laitteen lopputestauksen tekevä henkilö selviää tilanteiden muutoksien vuoksi vasta siinä vaiheessa, kun laite on valmis testaus- ja viimeistelyvaiheeseen. Tästä syystä laitteen lopputestauksen perehdytys pystyttiin tekemään vasta juuri ennen laitteen lopputestauksen aloittamista. Perehdytyksessä käytiin läpi tutkimuksen sisältö, suoritus ja kehitystoimenpiteiden mahdollinen vaikutus testaajien työhön. Normaalisti laitteen testauksesta vastaa yksi henkilö ja tästä syystä katsottiin riittäväksi, että laitteella ilmenneet poikkeamat käydään kirjaamassa kahdesti päivän aikana. Samalla kirjattiin ylös osaprosessien kestot ja näiden väliset odotusajat arvovirtakuvausta varten. Testaus- ja viimeistelyvaiheen lopuksi kirjattiin vielä ylös lopputestauksen tekemä laitteen vikalista.

Seuraavien kahden laitteen tutkimuksessa toistettiin ensimmäisellä tutkittavalla laitteella hyväksi todettua toimintatapaa. Työjonossa oli tarkat päivämäärät tutkittavien laitteiden kokoonpanon aloitukselle, mutta muuttuvien tilanteiden vuoksi aloituspalaverit laitteille päätettiin ottaa hyvissä ajoin ennen laitteiden suunniteltua aloittamispäivämäärää. Tutkimuksen kohteena oli myös neljäs laite, mutta työntutkimus päätettiin keskeyttää laitteen kokoonpanovastuun siirryttyä toiselle osastolle. Kolmen laitteen kokoonpanon tutkimus kuitenkin arvioitiin riittävän laajaksi otannaksi.

6.3 Työntutkimuksen tulosten analysointi

Työntutkimuksen tuloksia analysoitiin viikoittain ohjausryhmän kanssa. Tutkimustyön alussa tuloksia analysoitiin siksi, että haluttiin varmistua käytettävien tutkimusmenetelmien olevan tarkoitukseen sopivia. Samalla haluttiin myös varmistua tutkimusmenetelmän tuottavan halutun laista tietoa prosessista. Viimeisen tutkimustyön kohteena olevan laitteen valmiiksi-ilmoittamisen jälkeen saadut tiedot kirjattiin Excel-taulukkolaskentaohjelmaan. Taulukkolaskentaohjelmaan kirjaamisella mahdollistettiin saatujen tietojen muokkaaminen ja visualisointi käyttötärpeen mukaan.

Tuloksia analysoitaessa kehityskohteita tunnistettiin useita. Näiden kehitystoimenpiteiden vaikutukset laitteen testaus- ja viimeistelyprosessin läpimenoaikaan arvioitiin niin pieniksi, että nämä kehitystoimenpiteet päätettiin jättää vähemmälle huomiolle tässä vaiheessa. Työntutkimuksessa kirjatut poikkeamat antoivat hyvän kuvan siitä, että minkä tyyppisiä ja minkä verran poikkeamia ilmenee keskimäärin laitetta kohti. Samalla tutkimus osoitti mitä sidosryhmää kokoonpanon ongelmanratkaisussa käytetään eniten. Työntutkimuksen tulosten analysoinnissa auttoi opinnäytetyön tekijän henkilökohtainen kokemus tutkimuksen kohteena olevasta työstä. Tulokset osoittavat poikkeamien luonteen ja määrän, mutta käytännön kokemus kyseisestä työstä auttoi tunnistamaan tulosten perusteella tehtäviä kehitystoimenpiteitä.

6.4 Raportointi

Työntutkimuksen avulla saaduista tuloksista raportoitiin yritykselle lähes päivittäin. Ensimmäisen tutkittavan laitteen valmistumisen jälkeen yrityksen edustajan kanssa tehtiin päätös jatkaa kyseistä tutkimustapaa seuraavilla tutkimuksen kohteina olevilla laitteilla. Työntutkimuksen ja arvovirtakuvauksen perusteella yrityksessä aloitettiin kehitysprojekti, jonka tavoitteena oli luoda läpimenoaikaa lyhentävä, vakioitu toimintatapa laitteiden testaus- ja viimeistelyprosessiin.

Opinnäytetyössä saadut työmittauksen tulokset luovutettiin tulosten analysointivaiheessa yritykselle. Oppilaitokselle raportoitiin opinnäytetyön aikana pidetyissä palavereissa. Opinnäytetyön alussa pidettiin aloituspalaveri, havainnointivaiheen loppuun pidettiin välipalaveri ja opinnäytetyön lopussa pidettiin lopetuspalaveri.

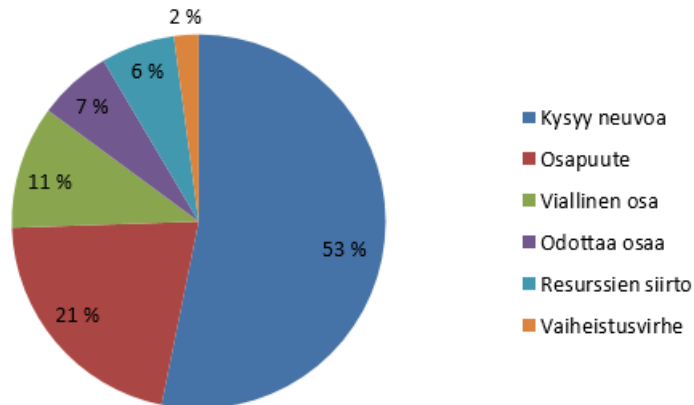
7 TYÖNTUTKIMUKSEN TULOKSET JA ANALYSOINTI

Työntutkimuksella saatiin kerättyä tietoa kolmen tyypillisen Normet-laitteen kokoonpanon sekä testaus- ja viimeistelyprosessin aikaisista poikkeamista. Samalla selvitettiin tunnistettujen poikkeamien ongelmanratkaisukanavat. Kirjatut poikkeamat kuvattiin kolmessa ympyrädiagrammissa.

Ensimmäinen diagrammi kuvaa kokoonpanon aikaiset poikkeamalajit. Toinen diagrammi kuvaa kokoonpanon aikana havaittujen poikkeamien ongelmanratkaisussa käytetyt sidosryhmät. Kolmas diagrammi jakaa testaus- ja viimeistelyvaiheen aikaiset poikkeamat arvioidun kehityspotentialin mukaan.

7.1 Kokoonpanovaiheen poikkeamalajit

Suunnitteluvaiheessa poikkeamat päätettiin jo kirjausvaiheessa jaotella poikkeamalajeittain. Mikäli jaottelua ei tehtäisi, olisi tulosten analysointi ja johtopäätösten tekeminen hyvin hankalaa. Poikkeamien oikeanlainen jaottelu auttaa tunnistamaan ne tilanteet, joissa kokoonpanon henkilöstö useimmiten tarvitsee oman asennustiimin ulkopuolista apua. Näistä tilanteista laadittiin diagrammi (kuva 12), joka kuvaa poikkeamalajien prosentuaalisen jakauman.



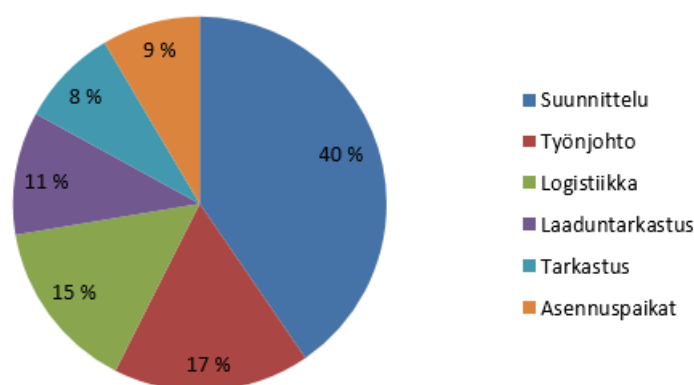
KUVA 12. Poikkeamien jakauma poikkeamalajeittain

Neuvon kysymisen osuus kirjatusta poikkeamista on 53 %. Tähän kategoriaan kuuluu kaikki tilanteet, jossa työntekijä joutuu kysymään apua asennustiiminsä ulkopuolelta. Apua kysytään usein sellaisissa asennusteknisissä kysymyksissä, joihin asennuskuvissa tai työohjeissa ei oteta kantaa. Tähän kategoriaan jaoteltiin myös mahdolliset suunnitteluvirheet.

Osapuutteeksi kirjattiin tilanteet, jossa kokoonpanossa tarvittava nimike ei ole nimikevaiheistuksen mukaisella vaihelavalla. Työntekijä voi tästä syystä joutua keskeyttämään työnsä ja ilmoittamaan logistiikkatyöntekijälle osapuutteen. Poikkeamista noin 11 % johtui sellaisista viallisista osista, jotka aiheuttivat osan muokkaamista ennen asennusta, tai muuten hidastivat normaalia asennustyötä.

Osien odotteluun ryhmiteltiin tilanteet, jossa työntekijä joutui keskeyttämään asennustyönsä kriittisen osapuutteen vuoksi. Usein tämä johti tilanteeseen, jossa työntekijä jouduttiin työn tilapäisen keskeytymisen vuoksi siirtämään muihin tehtäviin. Viimeiseen 2 %:n ryhmään kirjattiin tilanteet, jossa nimikkeen väärä vaiheistus on aiheuttanut ylimääräistä työtä kuten osan etsimistä.

Kokoonpanovaiheen aikana ilmenneet poikkeamat haluttiin myös ryhmitellä ongelmanratkaisussa käytettyjen sidosryhmien mukaan. Tällä ryhmittelyllä pyrittiin löytämään tämänhetkisestä kokoonpanon ongelmanratkaisutavoissa oleva kehityspotentiaali. Poikkeamat ryhmiteltiin ympyrädiagrammiin käytettyjen sidosryhmien prosentuaalisten osuuksien mukaan (kuva 13).

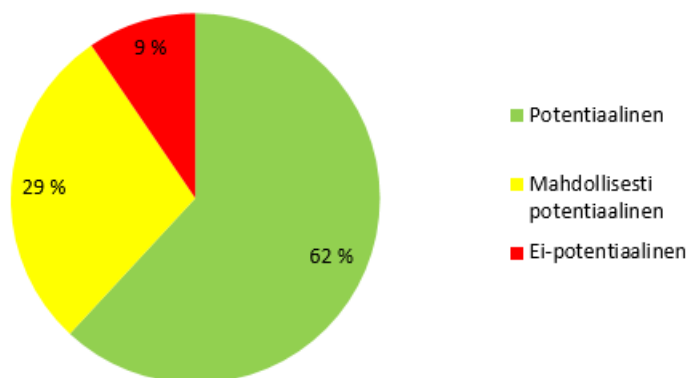


KUVA 13. Ongelmanratkaisussa käytettyjen sidosryhmien jakauma

Ongelmanratkaisutilanteissa käytettiin eniten suunnitteluosaston apua. Useimmiten suunnitteluosaston apua kysyttiin neuvoa sellaisiin asennusteknisiin asioihin, jotka eivät käy ilmi kokoonpanopiirustuksissa tai työohjeistuksessa. Työnjohdon apua tarvittiin esimerkiksi osapuutteisiin ja resurssien siirtoon liittyvissä asioissa. Logistiikkaosastoa jouduttiin käyttämään tilanteissa, jossa laitteen vaihelavalta puuttui nimike, tai nimike oli vaiheistettu väärälle vaihelavalle. Viallisista tai väärin asennetuista alihankintaosista raportoitiin suoraan laaduntarkastukselle ja näitä poikkeamia oli 11 % koko poikkeamamäärästä. Tarkastajien ja muiden kokoonpanopisteiden apua tarvittiin sellaisiin asennusteknisiin tai laitteen toiminnallisiin asioihin, jotka eivät käyneet ilmi työohjeistuksesta.

7.2 Testaus- ja viimeistelyvaiheen poikkeamat

Laitteen kokoonpanon havainnoinnin jälkeen seuraavana vaiheena oli kirjata kaikki laitteen testaus- ja viimeistelyprosessin aikana ilmenevät poikkeamat. Nämä poikkeamat kirjattiin samalla tavalla kuin kokoonpanovaiheen aikaiset poikkeamat, mutta näiden lisäksi poikkeamaan merkattiin se testauksen vaihe, jonka aikana poikkeama oli ilmennyt. Tällä poikkeamien jäljitettävyydellä haluttiin tunnistaa että missä testaus- ja viimeistelyvaiheen osaprosessissa ilmenee eniten poikkeamia. Tämän vaiheen poikkeamat ryhmiteltiin jäljitettävyyden lisäksi kuvassa 14 kuvatun arvioidun kehityspotentiaal mukaan. Havainnointiin päätettiin ottaa mukaan myös ne laatu-poikkeamat, joita laitteen testaaja huomaa laitteen testauksen ja tarkastuksen yhteydessä.



KUVA 15. Testaus- ja viimeistelyvaiheen poikkeamat

Testaus- ja viimeistelyvaiheen aikaisista poikkeamista noin 62 % arvioitiin sellaisiksi poikkeamiksi, jotka olisi mahdollista estää pienellä toiminnan kehityksellä jo kokoonpanovaiheen aikana. Tällaisia poikkeamia voi olla esimerkiksi laitteen epäsiisteys tai väärin asennettu osa. Näiden lisäksi poikkeamista noin 29 % arvioitiin mahdollisesti potentiaalisiksi kehityskohteiksi. Nämä poikkeamat voidaan huomata kokoonpanon aikana, mutta kokoonpanon kehittämisen sijaan näiden poikkeamien toistuminen voidaan estää vain kehittämällä toimintaa muissa sidosryhmissä kuten hankinnassa tai suunnitteluosastossa. Esimerkki tällaisesta poikkeamasta on laitteen läpimenoajan piteneminen myöhästyneen osatoimituksen takia. Loput noin 9 % poikkeamista on sellaisia ennalta arvaamattomia tapauksia, joihin ei pystytä vaikuttamaan ennen poikkeaman ilmenemistä. Esimerkiksi oikealaatuisen ja näennäisesti kunnossa olevan osan hajoamiseen on kokoonpanossa lähes mahdoton vaikuttaa ennen sen tapahtumista.

7.3 Johtopäätökset ja tunnistetut kehityskohteet

Opinnäytetyön osana kolmelle tyypilliselle Normet- laitteelle tehtyä työntutkimusta voidaan pitää riittävän suurena otantana ja tulosten kuvaavan hyvin kokoonpanon tämänhetkistä tilaa. Työntutkimuksen tuloksista ei pystytty tunnistamaan merkittäviä laitteiden läpimenoaikaan vaikuttavia tekijöitä. Sisäiseen laatuun vaikuttavia tekijöitä tunnistettiin useita.

Työntutkimuksen mukaan laitteiden kokoonpanon aikana tunnistettiin noin kuusitoista sellaista poikkeamaa, jossa kokoonpanotiimi tarvitsi ulkopuolisen sidosryhmän apua. Tämä antaa hyvän kuvan työnohjeistuksen tämänhetkisestä tilanteesta. Asiakasräätelöidyissä tuotteissa täydellisten työhohjeiden laatiminen on lähes mahdotonta. Mikäli samat poikkeamat kuitenkin toistuvat useammassa laitteessa, ongelmanratkaisua tulee kehittää niin, että usein toistuvat poikkeamat saadaan eliminoidua.

Kun loppukokoonpanon aikana havaittuja poikkeamia verrattiin testaus- ja viimeistelyprosessin aikana havaittuihin poikkeamiin, huomattiin että näillä ei ole huomattavaa yhteyttä. Tästä voitiin tehdä johtopäätös että kokoonpanoprosessia ilmenevien poikkeamien ongelmanratkaisutavat ovat oikeat. Testaus- ja viimeistelyprosessin läpimenoajan pituuteen vaikuttavat tekijät löytyvät siis muualta kuin loppukokoonpanon aikana tunnistetuissa poikkeamissa. Tämä havainto oli tärkeä, sillä projektin

määrittelyvaiheessa oletettiin että kokoonpanon aikaisten poikkeamien ongelmanratkaisu on tehontonta ja aiheuttaa näin ongelmia testaus- ja viimeistelyprosessissa.

Testaus- ja viimeistelyvaiheen havainnoinnin aikana tunnistettiin kuitenkin yksi merkittävä läpimenoajan pituuteen vaikuttava tekijä. Laitteen loppukokoonpanon aikana havaittiin laitteella osapuute josta seurauksena oli testaus- ja viimeistelyprosessin läpimenoajan merkittävä piteneminen. Hankintaa tulisi kehittää nykyistä huomattavasti joustavammaksi, varsinkin tilanteissa jossa jo kokoonpanon aikaisessa vaiheessa huomataan sellainen nimikepuute, joka tulee pidentämään laitteen läpimenoaikaa. Nimike tulisi tässä tilanteessa hankkia sellaiselta toimittajalta, joka pystyy toimittamaan nimikkeen ajoissa.

Laitteen testaus- ja viimeistelyvaiheen aikana tunnistettiin noin seitsemän poikkeamaa laitetta kohdin. Suurin osa näistä poikkeamista oli sellaisia laatupoikkeamia, jotka laitteen lopputestaaja huomasi laitteen lopputestauksen ja tarkastuksen yhteydessä. Asennustiimeillä on käytössä tarkastuslista, jonka mukaiset toimenpiteet tiimin tulee suorittaa ennen testausvaiheen alkamista. Arvioitiin, että kolmasosa näistä laatupoikkeamista oli sellaisia, jotka pystyttäisiin helposti poistamaan jo loppukokoonpanon aikana tarkastuslistan systemaattisemmalla käytöllä.

Näiden laatupoikkeamien korjausaika oli kuitenkin hyvin pieni ja siksi niiden vaikutus läpimenoaikaan arvioitiin hyvin pieneksi. Näiden laatupoikkeamien perusteella nykyiseen tarkistuslistaan tehtiin kuitenkin päivityksiä. Myös tarkistuslistojen tämänhetkistä käyttöä loppukokoonpanossa aiotaan tutkia tarkemmin. Ongelma pyritään ratkaisemaan osoittamalla jokaiseen asennustiimiin henkilön, jonka vastuulla on täyttää ja tehdä tarkistuslistan mukaiset toimenpiteet. Myös tiimikohtaisen sähköasentajan nimeämisellä kyseinen ongelma saataisiin poistettua. Mikäli kokoonpantavalla laitteella työskentelee useampi sähköasentaja, vastuu sähköihin liittyvän tarkistuslistan täytöstä voi olla hyvin epäselvä.

Laitteiden kokoonpanon havainnoinnin aikana tunnistettiin myös sellaisia tilanteita, jotka olisivat vaatineet poikkeaman raportointia eteenpäin. Kyseessä oli usein sellainen poikkeama, joka pystyttiin ratkaisemaan itse ylimääräisellä työllä, mutta joka tulisi kuitenkin aiheuttamaan saman ylimääräisen työn seuraavilla saman mallin laitteilla. Tällaisen toiminnan kehittäminen päätettiin jättää kuitenkin vähemmälle huomiolle, sillä tilanteen arvioitiin korjautuvan itsestään koko toiminnan systemaattisella kehityksellä.

8 TESTAUS- JA VIIMEISTELYPROSESSIN ARVOVIRTAKUVAUS

Arvovirtakuvauksen suunnittelu aloitettiin ohjausryhmän kanssa vuoden 2016 tammikuun alussa. Suunnitteluvaiheessa päätettiin kuvauksen kohteena olevat laitteet, tiedon keräyksessä käytettävät menetelmät sekä tehtävän arvovirtakuvauksen laajuus. Myös opinnäytetyön aikataulutus tehtiin tässä vaiheessa. Myös arvovirtakuvauksen teoriaan perehdyttiin suunnitteluvaiheen aikana. Kuvauksen kohteena olevasta työstä opinnäytetyön tekijällä on kuitenkin useamman vuoden kokemus.

Havainnoinnin kohteeksi päätettiin valita kevään työjonosta kolme sellaista laitetta, jotka parhaiten kuvaisivat tyypillistä kokoonpano ja testausprosessia. Haastavan asiakasprosessin tai prototyyppilaitteen arvovirtakuvauksen arveltiin tuottavan sellaista tietoa, joka ei antaisi oikeaa kuvaa vakiolaitteiden kokoonpanoprosessista. Tuoteperheen valinnassa helpotti se, että jokaisen laitteen kokoonpanossa toistuu samankaltaiset työvaiheet ja osaprosessit. Jokaisella laitteella on tehtävä esimerkiksi alustan kokoonpano, prosessimoduulin asennus ja kytkentä sekä laitteen säätö kokoonpanopisteessä. Myös testaus- ja viimeistelyprosessissa toistuu samankaltaiset osaprosessit kuten asennustiimin tekemä koeajo sekä alihankintaviimeistely. Laitteiden väliset erot näkyvät parhaiten osaprosessien kestoajoissa. Kestoajkaan vaikuttaa kokoonpantavan laitteen vaativuustaso sekä muu osaprosesseissa mahdollisesti esiintyvä vaihtelu.

Arvovirtakuvauksessa tarkastelun kohteeksi päätettiin ottaa prosessin aikainen informaation kulku sekä osaprosessien kestoajat ja näiden väliset odotusajat. Arvovirtakuvauksissa yleisesti tarkastelun kohteena oleva materiaalin virtaus päätettiin rajata prosessien läpi kulkevan laitteen tarkasteluun. Arvovirtakuvaus päätettiin aloittaa siitä hetkestä, kun laite lähtee liikenteeseen asennuspisteestä ja testaus- ja viimeistelyvaihe alkaa. Kokoonpanopisteellä tapahtuvan kokoonpanoprosessin arvovirtakuvauksen ei katsottu tuovan tutkimukselle tavoitteen kannalta lisäarvoa. Tiedot informaation kuluista ja osaprosessien kestoista ja odotusajoista päätettiin kerätä havainnoimalla prosessia ja kysymällä arvovirtakuvauksessa tarvittavat tiedot työnjohtajilta sekä laitteen testausta ja viimeistelyä suorittavilta henkilöiltä. Arvovirtakuvauksessa päätettiin kuvata myös sen hetkinen testaustiloissa testausprosessissa olevan keskeneräisen tuotannon eli KET:in määrä.

8.1 Arvovirtakuvauksen suoritus

Arvovirtakuvaus toteutettiin suunnitellusti kolmelle tyypilliselle Normet-laitteelle. Ennen laitteen kokoonpanon aloitusta laitteen kokoonpanotiimin kanssa käytiin läpi arvovirtakuvaukseen liittyvät käytännön asiat. Samassa aloituspalaverissa käytiin läpi osana opinnäytetyötä samalla laitteelle tehtävä työntutkimus.

Arvovirtakuvaukseen tarvittavien tietojen keräys alkoi tammikuun 2016 lopussa, kun ensimmäinen arvovirtakuvauksen kohteena oleva laite siirrettiin kokoonpanopisteeltä testaus- ja viimeistelyprosessiin. Tässä vaiheessa pidettiin palaveri laitteen lopputestauksesta ja viimeistelystä vastaavan testajan kanssa. Tällä palaverilla haluttiin varmistaa testaushenkilöstön sitoutuminen heidän toiminnan kehittämiseen.

Arvovirtakuvauksessa tarvittavat tiedot saatiin haastattelemalla testaus- ja viimeistelyprosessista vastuussa olevia henkilöitä. Haastattelu tehtiin noin kolme kertaa vuoron aikana. Tiedot toisen työvuoron aikaisista tapahtumista saatiin haastattelemalla henkilöitä vuorovaihdon yhteydessä. Tärkeintä oli selvittää kuinka paljon missäkin vaiheessa testaaja oli käyttänyt työaikaa laitteella, sekä kuinka kauan laite joutui odottamaan eri osaprosessien tai työvaiheiden välillä. Tiedot informaation virtaamisesta saatiin osittain käyttämällä hyväksi työntutkimuksella selvitettyjä ongelmanratkaisukanavia. Loput tiedot saatiin haastattelemalla työnjohtajia sekä muita testausprosessissa mukana olleita henkilöitä. Tällä tavoin saatiin kuvattua myös eri osaprosessien aikainen päivittäisjohtaminen.

Ensimmäisen tutkimuksen kohteena olevan laitteen valmistumisen jälkeen, laitteen testaus- ja viimeistelyprosessista tehtiin saatujen tietojen perusteella arvovirtakuvaus Microsoft Visio- ohjelmalla. Ensimmäisen valmiin arvovirtakuvauksen perusteella havainnointi ja haastattelu arvioitiin oikeaksi tavaksi kerätä tieto. Tätä samaa toimintatapaa jatkettiin kahdella seuraavalla arvovirtakuvauksen kohteen olevalla laitteella, joista ensimmäinen valmistui helmikuun ja toinen maaliskuun 2016 aikana. Kaikilla laitteilla toistui samanlaiset työvaiheet mutta eroavaisuutta oli osaprosessien järjestyksessä sekä osaprosessien kestoissa ja odotusajoissa.

8.2 Tulosten analysointi

Arvovirtakuvauksen avulla saatujen tietojen analysointi aloitettiin heti ensimmäisen tutkimuksen kohteena olevan laitteen valmistuttua. Jo ensimmäisen laitteen tuloksista pyrittiin tunnistamaan mahdollisia kehityskohteita. Kuitenkin ensimmäisen laitteen tulosten perusteella tärkein johtopäätös oli, että käytetty tutkimusmenetelmä tuottaa oikeanlaista tietoa prosessista.

Kolmannen tutkittavan laitteen arvovirtakuvauksen valmistuttua, saatuja tuloksia analysoitiin ensin työpaikan ohjaajan kanssa. Tuloksia analysoitaessa jokaisen laitteen arvovirtakuvauksesta pyrittiin löytämään sellaisia yhteisiä ilmiöitä ja tapahtumia, joiden arvioidaan toistuvasti aiheuttavan hajontaa laitteen testaus- ja viimeistelyprosessin läpimenoajassa. Laitteiden testausprosesseissa ilmeni sen verran hajontaa, että testaus- ja viimeistelyprosessista oli lähes mahdotonta kuvata yhteistä nykytilaa. Sen sijaan saatujen tulosten perusteella laadittiin lista sellaisista kaikilla laitteilla ilmenneistä asioista, joiden todettiin aiheuttavan vaihtelua laitteiden testaus- ja viimeistelyprosessissa. Tämän jälkeen laaditun listan mukaiset asiat analysoitiin myös tuotantopäällikön sekä työnjohtajien kanssa. Näiden keskustelujen jälkeen pystyttiin laatimaan realistinen ja toteutuskelpoinen toimintatapa laitteiden testaus- ja viimeistelyprosessiin. Ennen tavoitetilan viimeistelyä myös testaushenkilöstön kanssa pidettiin palaveri. Tässä vaiheessa myös testaajat pääsivät antamaan oman näkemyksen arvovirtakuvauksen tuloksista. Samalla he pääsivät esittämään omat mielipiteensä kehitettävistä kohteista.

Arvovirtakuvauksen suorituksesta ja saaduista tuloksista raportoitiin yrityksen edustajalle lähes päivittäin. Jokaisen tutkittavan laitteen valmistumisen jälkeen yrityksen edustajan kanssa pidettiin väli-

palaveri, jossa käytiin läpi ja analysoitiin kaikki saadut tulokset. Kaikki arvovirtakuvauksen tulokset luovutettiin yrityksen käyttöön. Oppilaitoksen suuntaan raportointi tapahtui palavereiden avulla.

8.3 Johtopäätökset ja kehitystoimenpiteet

Havaintoihin ja suulliseen kyselyyn perustuvassa tutkimustyössä luultavasti jää huomaamatta paljon asioita. Laadittujen arvovirtakuvausten perusteella pystyttiin kuitenkin tunnistamaan useita tutkituille laitteille yhteisiä, hukkaa aiheuttavia tekijöitä. Osa tekijöistä pystytään eliminoimaan pienillä toimenpiteillä mutta joidenkin hukkien eliminoimiseksi koko nykyistä toimintatapaa täytyy muuttaa.

Ensimmäinen tulosten perusteella tehty havainto oli, että tiimi tekee laitteen säädön ja testauksen kokoonpanopisteellä itsenäisesti. Lopputestaaja ei osallistunut laitteen kokoonpanopisteellä tapahtuvaan testaukseen. Toimintaa tulisi mielestäni kehittää niin, että lopputestaaja olisi hetkittäin mukana jo kokoonpanopisteessä tapahtuvan säätämisen aikana. Näin osa laatupoikkeamista voitaisiin saada eliminoitua jo aikaisessa vaiheessa ja siten helpottaa testaaajien työtä itse varsinaisessa lopputestausvaiheessa.

Kun asennustiimin suorittama laitteen säätö, testaus ja koeajo oli tehty, tiimi vei laitteen maalaamon eteen odottamaan alihankintaviimeistelyä. Tässä vaiheessa kuitenkin informaatiokulku asennustiimin, työnjohdon ja maalaamohenkilöstön kanssa oli hyvin satunnaista. Tämän todettiin mahdollisesti aiheuttavan turhaa odottelua eri osaprosessien välillä. Kommunikaation lisääminen mahdollistaisi tarvittaessa osaprosessien optimoinnin ajankäytön mukaan.

Projektin alussa alihankintaviimeistely oletettiin olevan testaus- ja viimeistelyvaiheessa ajoittain pullonkaulana. Arvovirtakuvausten perusteella näin ei kuitenkaan ollut. Mikäli alihankintaviimeistely olisi todettu merkittäväksi pullonkaulaksi, olisi tämä voitu korjata mahdollisesti kapasiteettia lisäämällä.

Työnjohtajalla ei todettu olevan reaaliaikaista tietoa laitteen testaus- ja viimeistelyvaiheen etenemisestä. Tulosten perusteella voidaan arvioida että työnjohtajat saavat tietoja testausprosessista yleensä työvuoron alussa tai lopussa sekä esimerkiksi kriittisen poikkeaman ilmaantuessa. Työn johtaminen ja resurssien oikea kohdentaminen on lähes mahdotonta, mikäli työnjohtajalla ei ole reaaliaikaista tietoa testausprosessissa olevista laitteista.

Myös testaaajien ja alihankintaviimeistelyn kommunikaatio todettiin hyvin satunnaiseksi. Ohjaus toimii käytännössä visuaalisesti. Maalaamon eteen ilmaantunut maalattu ja teipattu laite toimii viestinä lopputestaajille viestinä, että laite on valmis lopputestattavaksi.

Lopputestaajat priorisoivat testaukseen tulevia laitteita laitteiden lähtöpäivämäärän mukaan, mutta varsinaista työjonoa laitteille ei ole. Laitteiden priorisointi lähtöpäivän mukaan todettiin oikeaksi toimintatavaksi, mutta työjonon luominen testausprosessiin katsottiin välttämättömäksi. Lopputestaajilla ei välttämättä ole reaaliaikaista tietoa lähtöpäivämäärien muutoksista ja tämä voi aiheuttaa yllättäviä kiiretilanteita lopputestauksessa. Toimintaa tulisi kehittää niin, että testausprosessin priorisoin-

nista vastaa sellainen taho, jolla on reaaliaikainen tieto kokonaistilanteesta. Näin lopputestaajat voivat keskittyä tekemään omaa työtään eli testaamaan ja tarkastamaan laitteita.

Lopputestaajilla myös havaittiin olevan useita laitteita työn alla samaan aikaan. Tällaisen usean työn yhdenaikaisen tekemisen arvioitiin aiheuttavan testausprosessin laatuvaihtelua ja toisaalta pidentävän laitekohtaista testauksen läpimenoaikaa. Toiminta tulee kehittää niin, että testaaja voi viedä laitteen testausprosessin alusta loppuun keskeytyksettä.

Laitteen lopputestaukseen käytetty aika vaihteli 4:stä 14:ta työtuntiin ja keskiarvo oli noin 10 työtuntia. Laitemallista riippuen lopputestaukseen käytettävä aika on vähintään 4 tuntia. Testausta edeltävän odotusajan keskiarvo oli noin 30 työtuntia ja hajonta oli 0-70 työtuntia. Tämä havainto ei itsessään johda toimenpiteisiin, sillä toimintaa kehittämällä odotusajan ja työhön käytetyn ajan arvioidaan pienenevän itsestään.

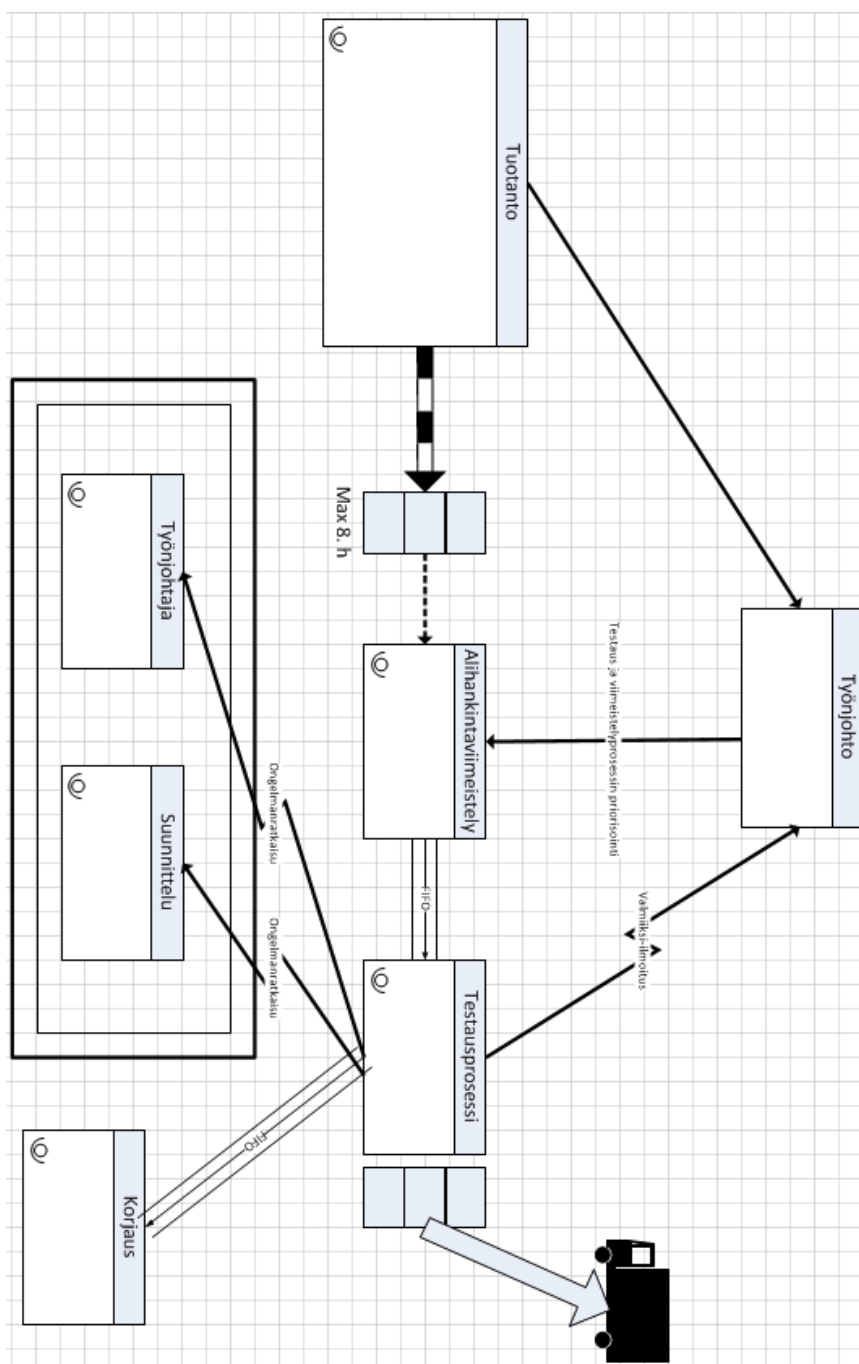
Ongelmanratkaisukanavien todettiin olevan testausprosessin aikana epäselviä. Ongelmatilanteessa apua saatetaan kysyä sähköpostilla kaikilta mahdollisilta sidosryhmiltä. Ongelmanratkaisu voi tällaisessa tilanteessa olla hyvin tehotonta ja vastuu ongelmanratkaisusta voi jäädä epäselväksi. Tilanteen voi korjata niin, että tulevaisuudessa ongelmanratkaisusta vastaa kaksi sidosryhmää: laitteen rakenteeseen ja toimintaan liittyvissä ongelmissa vastuu on projektisuunnittelijalla ja muissa tapauksissa työnjohtajalla.

Arvovirtakuvauksen tulosten perusteella laitteen asennustiimiä käytettiin laatupoikkeamien korjauksessa vain satunnaisesti. Lopputestaajat käyttivät näiden laatupoikkeamien korjaukseen keskimäärin 8 tuntia laitetta kohden. Tällä vikojen korjauksella voi olla yhteys muiden laitteiden odotusaikoihin, sillä kaikki se aika mitä lopputestaaja käyttää laitteen korjaukseen, on pois toisen laitteen testausajasta. Tällä voi olla myös kokoonpanon laatua laskeva vaikutus, sillä omien vikojen korjauksella arvioidaan olevan laatua parantava vaikutus. Korjauksesta tulisivikin ensisijaisesti vastata laitteen kokoonpanotiimi.

Arvovirtakuvauksissa pyrittiin myös kuvaamaan sen hetkinen testausprosessissa olevien keskeneräisten tai valmiiksi-ilmoitettujen laitteiden määrä. Yksi johtopäätöksistä olikin, että valmiiksi-ilmoitetuille laitteille ei ole määritettyä paikkaa vaan valmiita laitteita lojuu ympäri testaustiloja. Tämä vaikeuttaa työn johtamista, sillä keskeneräisten ja valmiiden laitteiden erottaminen toisistaan on hankalaa. Toisaalta se haittaa myös itse testausprosessia sillä valmiita laitteita voidaan joutua siirtelemään paljonkin pois toisten laitteiden tieltä. Valmiit laitteet tulisivikin valmiiksi-ilmoittamisen jälkeen siirtää ulos niille määrätylle alueelle. Laitteen lähetys helpottuu samalla, kun lähetettävää laitetta ei tarvitse etsiä ympäri kiinteistöä.

9 TAVOITETILAN KUVAUS JA TOIMINTAMALLIN SUUNNITTELU

Edellä mainittujen johtopäätösten ja kehitysideoiden perusteella testaus- ja viimeistelyprosessille määriteltiin kuvan 16 mukainen tavoitetila. Tavoitetila määriteltiin kuitenkin realistiseksi niin, että tavoitetila voitaisiin saavuttaa nopeasti.



KUVA 16. Tavoitetilan kuvaus

Tavoitetilan suurin ero nykyiseen toimintamalliin on työn ohjauksen ja kommunikation lisääminen testaus- ja viimeistelyprosessin aikana. Uudessa toimintamallissa testausprosessia aletaan ohjaamaan nykyistä huomattavasti aikaisemmassa vaiheessa. Laitteiden kokoonpanoprosessin etenemistä tarkastellaan päivittäin ja lähellä testausprosessia olevat laitteet priorisoidaan laitteen lähtöpäivän ja

haastavuuden mukaan. Tässä vaiheessa priorisoinnin mukainen tuleva työjono ilmoitetaan etukäteen alihankintaviimeistelyyn, jotta he pystyvät varaamaan tarpeeksi kapasiteettia. Laitteiden valmistuttua tiimin koeajosta ja viimeistelystä ne siirretään hetkellisesti puskurivarastoon odottamaan alihankintaviimeistelyyn pääsyä. Alihankintaviimeistely ottaa aiemmin tehdyn priorisoinnin mukaan kaikkein tärkeimmän laitteen ensimmäiseksi työn alle. Työjonon tekeminen siirtyy näin testaaajilta työnjohtajille.

Alihankintaviimeistelyn valmistuttua laite siirretään odottamaan itse lopputestauksen aloitusta, joka alkaa lähes välittömästi. Testausprosessin ohjaus suunniteltiin toteutettavan visuaalisella ohjauksella. Testausosaston kapasiteetti ylittää alihankintaviimeistelyn kapasiteetin reilusti, joten odotusaikaa näiden kahden prosessin välillä ei pääse tulemaan. Uudessa toimintamallissa myös testaaajien toiminta järkeistyy, sillä testaaajat voivat usean laitteen sijasta keskittyä viemään yhden laitteen prosessin alusta loppuun. Odotusaikojen poistuessa laitteen läpimenoaika lyhenee ja työn laatu paranee kun testaaaja voi keskittyä työstämään yhtä laitetta kerralla.

Mikäli testausprosessissa havaitaan jokin kriittinen ulkopuolista apua tarvitseva, tai jokin muu pitkää odottelua aiheuttava poikkeama, kyseinen laite siirretään pois prosessista odottamaan ongelmanratkaisua. Tilanteesta riippuen työnjohtaja ohjaa testaaajan ottamaan työjonosta uuden laitteen tai osallistumaan korjattavan laitteen ongelmanratkaisuun.

Myös ongelmanratkaisukanavien käyttöä selvennetään. Mikäli poikkeaman aiheuttajana on jokin laitteen toimintaan tai rakenteeseen liittyvä asia, ongelmanratkaisusta vastaa kyseisen laitteen projekti-suunnittelija. Kaikissa muissa asioissa ongelmanratkaisusta tai asian eteenpäin viemisestä vastaa työnjohtaja. Tällä pyritään vakioimaan käytäntö ja tehostamaan ongelmanratkaisua.

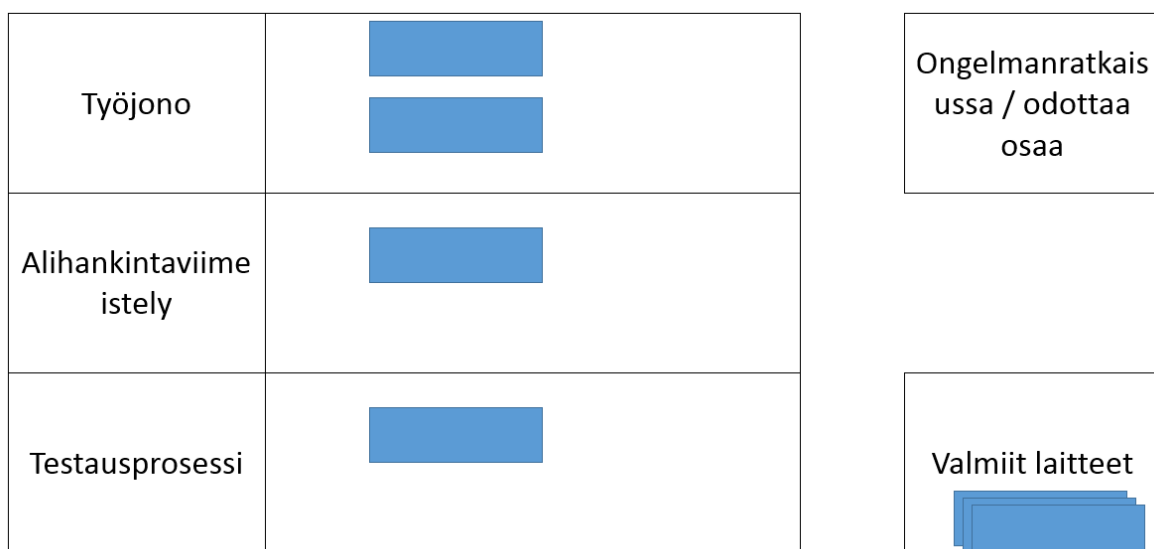
Muutoksena entiseen toimintaan, kokoonpanon asentajia käytetään nykyistä enemmän laitteella mahdollisesti havaittujen laatupoikkeamien korjaukseen. Pienissä tapauksissa tarkastava voi suorittaa korjauksen, mutta pääosin laitteen korjauksesta vastaa kokoonpanotiimi. Työnjohtaja vastuulla on kuitenkin ohjata asentajat nopeasti korjaamaan laite. Testaaaja pystyy näin keskittymään laitteiden korjauksen sijaan testaamaan laitteita. Myös sisäisen laadun odotetaan paranevan, kun kokoonpanon työntekijät korjaavat omia virheitään.

Testaustyön luonteesta ja suunnitteluosaston työaikojen vuoksi suurin osa laitteiden testaukseen sisältyvästä koeajosta ja koekäytöstä keskittyy aamuvuoron työtunneille. Iltavuoron testaaaja ohjataan tarkastamaan alustavasti työjonossa olevia, pian kokoonpanolinjalta valmistuvia laitteita. Tällä pyritään helpottamaan varsinaista testausprosessia eliminoimalla mahdolliset laatupoikkeamat jo kokoonpanovaiheen aikana.

9.1 Toimintamallin suunnittelu

Uudessa toimintamallissa on nykyiseen toimintatapaan verrattuna huomattavasti enemmän työn ohjausta ja sidosryhmien välistä kommunikaatiota. Tästä syystä testaus- ja viimeistelyprosessille halut-

tiin luoda mahdollisimman helppo ja yksiselitteinen, mutta toimiva ohjaustapa. Tällä hetkellä käytössä oleva suulliseen ja sähköiseen kommunikaation perustuva ohjaus ja kommunikointi on huomattu aikaa vieväksi ja osittain tehottomaksi toimintatavaksi. Prosessin ohjaamista varten suunniteltiin kuvan 17 periaatteella toimiva ohjaustaulu. Ohjaustaululla pyritään ohjaamaan testaus- ja viimeistelyprosessia niin, että oikeat laitteet viedään oikeaan aikaan testaus ja viimeistelyprosessin läpi. Näin lopputestaajat voivat työjonon suunnittelun sijaan keskittyä testaamaan laitteita. Myös työnjohdon työ helpottuu, sillä koko testausprosessin tilanne ja prosessissa olevan keskeneräisen tuotannon määrä on nähtävissä helposti. Kuvassa 17 sinisellä on merkattu laitekohtaiset merkit.



KUVA 17. Testaus- ja viimeistelyprosessin ohjaustaulu

Taulun ylimmän osan työjonon luo työnjohtaja. Työjonon luonnissa otetaan huomioon pian kokoonpanosta valmistuvien laitteiden lähtöpäivämäärät sekä milloin laite on mahdollista siirtää testaus- ja viimeistelyprosessiin. Ohjaustaulu ohjaa myös alihankintaviimeistelyn toimintaa. Kun valmis laite siirretään pois viimeistelystä, alihankintaviimeistelyn henkilö ottaa työjonossa alimpana eli ensimmäisenä olevan laitteen viimeisteltäväksi ja siirtää samalla laitteen merkin omaan laatikkoonsa. Tämä toimii muille sidosryhmille signaalina, että laite on alihankintaviimeistelyssä ja siirtyy pian testausprosessiin. Laitteen valmistuttua alihankintaviimeistelystä, laitteen merkki siirretään testausprosessin laatikkoon. Tämä toimii lopputarkastajalle signaalina, että laitteen lopputestauksen ja tarkastamisen voi aloittaa.

Mikäli laitteella huomataan jokin kriittinen ongelma tai osapuute joka estää laitteen testausprosessia, laitteen merkki siirretään omaan laatikkoonsa odottamaan tilanteen korjaamista. Myös valmiiden laitteiden merkit siirretään omaan laatikkoonsa, joka tyhjennetään kuukauden viimeisenä työpäivänä. Ohjaustaulua päivitetään jokaisen vuoron lopuksi, tai jo työjonossa tai testausprosessissa olevan laitteen tilanteen muuttuessa. Näin ohjaustaululta näkee testaus- ja viimeistelyprosessin tilanteen lähes reaaliaikaisena.

Kuvassa 17 olevilla sinisillä laatikoilla kuvataan kyseisessä vaiheessa olevia laitteita. Nämä taulumerkit ovat magneetteja joten niitä voidaan siirtää laatikosta toiseen laitteen testaus- ja viimeistelyprosessin edetessä. Laitekohtaiset merkit ovat kuvan 18 esimerkin mukaisia.

Koneen sarjanumero ja järjestysnumero		Viimeistelyn suunniteltu aloituspvm.	
Valmistunut alihankintaviimeistelystä pvm.	Testaus aloitettu pvm. ja laitteen testaaja	Valmistunut testausprosessista pvm.	

KUVA 18. Ohjaustaulun konekohtainen merkki

Koneen siirtyessä testaus- ja viimeistelyprosessin työjonoon, ensimmäiseen sarakkeeseen työnjohtaja kirjaa konekohtaisen sarjanumeron sekä järjestysnumero. Järjestysnumeroiden mukaan alihankintaviimeistely ottaa laitteet viimeisteltäväksi ja siten laite siirtyy testaus- ja viimeistelyprosessiin. Päivittäisen priorisoinnin yhteydessä laitteelle tehdään arvio suunnitellusta viimeistelyn aloituspäivästä. Ajoissa tehdyllä arvioinnilla alihankintaviimeistely pystyy varaamaan riittävän määrän resursseja työn suoritusta varten. Laitteen valmistuttua alihankintaviimeistelystä valmistumispäivämäärä kirjataan omaan sarakkeeseen.

Alihankintaviimeistelystä valmistumisen jälkeen laite on valmis lopputestausta ja tarkastusta varten. Testaajan ottaessa laitteen testattavaksi, hän kirjaa aloituksen päivämäärän ja omat nimikirjaimet sarakkeeseen. Tästä arvioidaan olevan hyötyä esimerkiksi tilanteessa, jossa testauksessa olevalle laitteelle tulee kriittisiä muutoksia ja testausta suorittavalle henkilölle tulee saada informaatio nopeasti.

Aiheen laajuudesta ja tiukasta aikataulusta johtuen suunnitellun toimintamallin testaus jää opinnäytetyön ulkopuolelle. Suunniteltua toimintamallia tullaan kuitenkin kokeilemaan käytännössä. Mikäli malli todetaan toimivaksi, se otetaan osaksi jatkuvan parantamisen toimintamallia.

10 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä tutustuttiin kahteen hyvin erilaiseen kehittämisen työkaluun: Työntutkimus, jolla pyrittiin tutkimaan testausprosessissa ja kokoonpanoprosessissa ilmenneiden poikkeamien mahdollista yhteyttä. Kehitettäviä kohteita etsittiin myös soveltamalla arvovirtakuvausta laitteiden testaus- ja viimeistelyprosessiin. Arvovirtakuvauksessa tärkeimpinä tarkastelun kohteena olivat informaation kulku prosessin aikana sekä osaprosessien kestoajat ja prosessien väliset odotusajat. Vaikka testausprosessi on parhaimmillaan nopea ja yhtenäinen toimenpide, oli kuvauksen kannalta ensiarvoisen tärkeää tunnistaa laitteella tapahtuvat eri osaprosessit ja näiden järjestys.

Työn tavoitteena oli tunnistaa testaus- ja viimeistelyprosessiin läpimenoajan pituuteen vaikuttavia tekijöitä sekä luoda mahdollisesti tunnistettaville kohteille kehitystoimenpiteet. Opinnäytetyön tavoitteeksi ei kuitenkaan asetettu mahdollisten kehitystoimenpiteiden testausta käytännössä. Laitteiden testaus- ja viimeistelyprosessi arvioitiin tärkeäksi kehityskohteeksi, sillä kyseinen prosessi on kaikin lähinnä asiakasta ja prosessissa tapahtuva vaihtelu näkyy suoraan asiakkaalle.

Opinnäytetyön lopputuloksen Normet Oy:n testaus- ja viimeistelyprosessille luotiin yksinkertainen taululla tapahtuva työnohjausmenetelmä. Mikäli menetelmä osoittautuu oikeaksi, samaa ohjausmenetelmää voidaan mahdollisesti soveltaa muissakin prosesseissa esimerkiksi moduulikokoonpanossa.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

BLOOMBERG 2016. Kuparin hinnan kehitys [Verkkosivu]. Bloomberg L. P. [Viitattu 2016-02-26.]

Saatavissa: <http://www.bloomberg.com/quote/HG1:COM>

EK RY. 2015. Tuottavuus ja kilpailukyky [Verkkodokumentti]. Elinkeinoelämän keskusliitto. [Viitattu

26.2.2016.] Saatavissa: [http://ek.fi/mita-teemme/talous/perustietoja-suomen-](http://ek.fi/mita-teemme/talous/perustietoja-suomen-taloudesta/tuottavuus-ja-kilpailukyky/)

[taloudesta/tuottavuus-ja-kilpailukyky/](http://ek.fi/mita-teemme/talous/perustietoja-suomen-taloudesta/tuottavuus-ja-kilpailukyky/)

EK-SAK 2011. Työntutkimuksen käsitteitä, menettelytapoja ja käyttökohteita [Verkkodokumentti].

[Viitattu 2016-03-25.] Saatavissa:

http://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/file_attachments/tyomarkkinat_kannustava_palkkaus_palkkaustapoja_tyontutkimuksen_menettelytavat.pdf

LIKER, Jeffrey 2004. Toyotan tapaan. 3. painos. Jyväskylä: Readme.

MODIG, Niklas ja ÅHLSTRÖM, Pär 2013. Tätä on LEAN. 3. painos. Halmstad: Rheologica publishing.

NORMET OY 2015. Tuote-esittely. [Viitattu 2016-02-27.] Saatavissa:

http://www.normet.com/prosessit_tuotteet/Maanalaiset_prosessit_ja_tuotteethttp://www.normet.com/normet/normet_fi

NORMET OY 2015. Yritysesittely. [Viitattu 2016-02-27.] Saatavissa:

http://www.normet.com/normet/normet_fi

ROTHER, Mike ja SHOOK, John 2009. Learning to See. Cambridge: Lean Enterprise Institute.

TSR. s.a. Kilpailukyyn kehittäminen ja muutoksenhallinta [Verkojulkaisu]. Työsuojelurahasto. [Viitattu

2016-02-20.] Saatavissa: [https://www.tsr.fi/tutkimustietoa/tata-on-](https://www.tsr.fi/tutkimustietoa/tata-on-tutkittu/hanke/?h=95024&n=tiedote)

[tutkittu/hanke/?h=95024&n=tiedote](https://www.tsr.fi/tutkimustietoa/tata-on-tutkittu/hanke/?h=95024&n=tiedote)

QKK. s.a. Leanin historiaa [Verkkosivu]. Quality Knowhow Karjalainen Oy. [Viitattu 2016-03-10.]

Saatavissa: <http://www.sixsigma.fi/fi/lean/leanin-historiaa/>

LIITE 3: UTIMEC MF 500 TESTAUS- JA VIIMEISTELYVAIHEEN ARVOVIRTAKUVAUS

LIITE 4: MULTIMEC MF 100 TESTAUS- JA VIIMEISTELYVAIHEEN ARVOVIRTAKUVAUS

LIITE 4: CHARMEC 6605 B TESTAUS- JA VIIMEISTELYVAIHEEN ARVOVIRTAKUVAUS